2/2007 VTEI Ročník 49

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

NÁVRH REVIDOVANÉHO VYMEZENÍ ZRANITELNÝCH OBLASTÍ PODLE NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 103/2003 Sb.

Anna Hrabánková, Hana Prchalová, Pavel Rosendorf

Klíčová slova
zranitelné oblasti, nitrátová směrnice č. 91/676/EHS, znečištění vody, podzemní vody, povrchové vody, dusičnany

Souhrn

Pro splnění požadavků směrnice Rady č. 91/676/EHS k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů byly v roce 2002 vymezeny zranitelné oblasti, ze kterých jsou odvodňovány vody znečištěné či ohrožené dusičnany ze zemědělských zdrojů a ve kterých jsou uplatňována opatření vedoucí ke snížení obsahu dusičnanů ve vodách. Tyto oblasti jsou podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb., § 3, odstavce 2 přezkoumávány v pravidelných čtyřletých intervalech. V únoru 2007 proto proběhly revize zranitelných oblastí a budou vyhlášeny novelou nařízení vlády, která bude předložena pravděpodobně v první polovině roku 2007.

Úvod

Rada Evropských společenství (EHS) v 80. letech minulého století konstatovala, že obsahy nitrátů v podzemních a povrchových vodách v určitých oblastech stoupají a dosahují hodnot, které jsou nepřiměřené vzhledem k limitům daným požadavky na jakost vod ve zdrojích používaných pro pitné účely, a že tento vývoj není obecně v souladu se zájmy ochrany přírodních prostředí vyjádřenými v jiných usneseních EHS. V prosinci 1991 Rada EHS proto přijala směrnici 91/676/EHS [5] k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitrátová směrnice), která ukládá členským státům vymezit zranitelné oblasti a učinit potřebné kroky ke snížení tohoto znečištění.

Požadavky uvedené směrnice byly transponovány do českého vodního práva v § 33 zákona č. 254/2001 Sb., který nabyl účinnosti 1. ledna 2002. Zranitelné oblasti vymezil Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (VÚV T.G.M.) v prosinci 2002 a byly vyhlášeny 3. března 2003 nařízením vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech [11] (dále jen nařízení vlády).

V nařízení vlády, kterým se stanovují zranitelné oblasti a opatření v nich, provádí pravidelné přezkoumání rozsahu zranitelných oblastí a návrhy na úpravu jejich rozsahu (tzv. revize zranitelných oblastí) odborný subjekt pověřený Ministerstvem životního prostředí, kterým je od července 2003 Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Závaznými podklady pro přezkoumání zranitelných oblastí jsou údaje ze sledování jakosti povrchových a podzemních vod, uvedené v nařízení vlády v odstavci 1 v částech a), b) a c) v § 3.

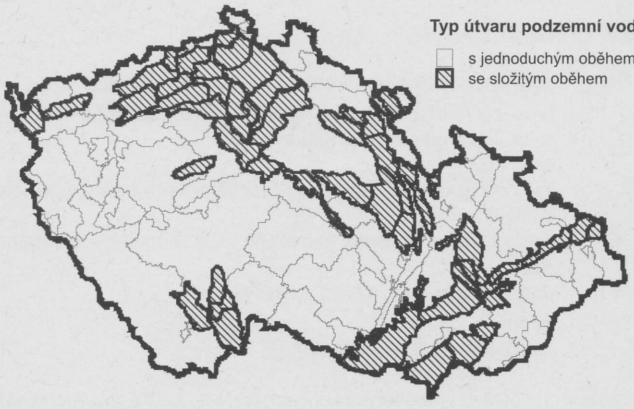
VÚV T.G.M. zpracoval revize zranitelných oblastí v rámci úkolu pro Ministerstvo životního prostředí (MŽP) jako podklad pro rozhodování při plnění nitrátové směrnice.

Použité podklady

Pro přezkoumání vymezení zranitelných oblastí jsou podle nařízení vlády závaznými podklady (uvedenými v § 3 nařízení vlády) výsledky sledování jakosti a množství podzemních vod, zajišťovaného Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) – jde o data z monitoringu státní pozorovací sítě podzemních vod; vyhodnocena byla data ze 460 objektů. Pro povrchovou vodu jsou prioritní výsledky sledování jakosti a množství z monitoringu Zemědělské vodohospodářské správy (ZVHS) pro potřeby nitrátové směrnice, kde byly hodnoceny údaje z 938 profilů.

Doplňujícími údaji jsou data ze sledování jakosti odebírané vody, které jsou shromažďovány podle vyhlášky č. 431/2001 Sb. [9], o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci (623 odběrů povrchových vod a 3 774 odběrů podzemních vod) a údaje o jakosti odebírané surové vody sledované provozovateli vodovodů podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. [10], kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (129 odběrů povrchových a 1 308 podzemních vod).

Při vymezování zranitelných oblastí bylo nutné vyřešit jak postupovat při vyhodnocování všech koncentrací podzemních a povrchových vod. Bylo potřeba identifikovat, jak se znečištění dusičnany šíří v podzemních vodách a kde se projeví jeho účinky. Vycházelo se z přírodních podmínek útvarů podzemních vod. Podle vlastností hydrogeologické struktury je možné oběh podzemních vod rozdělit na dva případy. V prvním případě jde o oblasti s nesouvislým zvodněním nebo mělkým oběhem podzemní vody v přípovrchové zóně; znečištění podzemních vod se zde většinou bezprostředně objevuje i v povrchových vodách. V těchto případech byly hodnoceny koncentrace NO_3 společně v povrchových i podzemních vodách. V hydrogeologických rajonech se souvislým zvodněním převážně v pánevních strukturách je hlubší oběh podzemní vody. Podzemní a povrchová voda se zde musí hodnotit zvlášť, protože absence znečištění v povrchových vodách v těchto oblastech automaticky nevylučuje znečištění podzemních vod. Celé území ČR bylo tedy rozděleno na dva typy oblastí podle převažujícího typu oběhu podzemních vod (*obr. 1*).



Obr. 1. Rozdělení území ČR podle vlastností hydrogeologické struktury útvarů podzemních vod

Dále byly při rozhodování o zařazení zranitelné oblasti použity podpůrné podklady, které umožnily odlišit původ znečištění, rozsah využití půdy v jednotlivých oblastech, intenzitu zemědělského hospodaření a obecnou zranitelnost půd a horninového prostředí. Pro vypočtení podílu zranitelných oblastí v ploše ČR a podílu zemědělské půdy v ČR a zranitelných oblastech byla použita databáze krajinného pokryvu Corine Land Cover 2000 (CLC) [8], která vychází ze satelitních snímků země.

Způsob hodnocení dat z monitoringu vod

Pro revizi vymezení zranitelných oblastí byly nejdůležitější a závazné hodnoty koncentrací z dlouhodobého sledování státní pozorovací sítě ČHMÚ pro podzemní vody a ZVHS pro povrchové vody. Data o koncentracích dusičnanů byla, pokud to jejich rozsah umožňoval (pouze data ZVHS a ČHMÚ), vyhodnocena přednostně podle postupu navrhovaného v nitrátové směrnici 91/676/EHS v článku 6 (s odkazem na postup podle směrnic 75/440/EHS [6], článku 5 a 80/778/EHS [7], článku 7), tedy jako koncentrace dusičnanů za vybrané časové období vyjádřené hodnotou 95% kvantilu. Délka časových řad použitých pro hodnocení v obou zdrojích (ZVHS i ČHMÚ) kolísá a pohybuje se od 5 do 14 let. V případě profilů ZVHS byly koncentrace dusičnanů v časových

řadách hodnoceny od roku 1998 do roku 2006, v případě objektů podzemních vod ČHMÚ od roku 1993 do roku 2006. Pokud v některých monitorovacích profilech nebo odběrech nebylo dostatečné množství dat pro výpočet hodnoty 95% kvantilu, byla použita maximální hodnota koncentrace za dané období.

Současně byly podle požadavků Evropské komise u delších časových řad v profilech monitoringu ZVHS pro povrchové vody a v monitorovacích objektech ČHMÚ pro podzemní vody hodnoceny trendy vývoje koncentrací dusičnanů pomocí makra, které v roce 1999 použil Jan Mýl ve zprávě „Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR" [1].

Pro zpracování dat ve formě časových řad byl zvolen postup, který dovoluje provést výpočet zabezpečené hodnoty sledovaného parametru pro zvolenou časovou rovinu (v našem případě hodnotíme „současnost"), přičemž je zohledněn jak celkový vývoj koncentrace daného parametru za celé historicky sledované období, tak i počet výchozích dat a jejich variabilita. Vlastní řešení spočívá ve vyčíslení průběhu lineárního trendu s vymezením pravděpodobnostních mezí spolehlivosti získaného odhadu, přičemž pro další zpracování se používá hodnota horní meze spolehlivosti pro zabezpečenost odhadu 80 %. Pro výpočet mezí spolehlivosti se předpokládá přibližná normalita výchozího datového souboru, kterou lze indikovat buď graficky (krabicový graf, histogram, pravděpodobnostní graf), anebo výpočtem (výpočtové posouzení normality dat pomocí testovacích hypotéz). V odůvodněných případech je možné odstranit z datových souborů prokazatelně odlehlé hodnoty a/nebo provést logaritmickou transformaci dat (řada geochemických dat je prokazatelně lognormální).

Parametry lineární regrese jsou vyčísleny s pomocí metody nejmenších čtverců (minimalizace čtverců odchylek). Odchylky od regresní přímky vykazují statistický rozptyl, který odpovídá Studentovu t-rozdělení se dvěma stupni volnosti N = 2. Odtud lze odvodit hodnoty statistických mezí spolehlivosti. Jejich průběh je hyperbolický, přičemž nejmenší rozpětí mezi horním a dolním limitem spolehlivosti (dále DLS a HLS) je pro střední hodnotu časové řady. Následný vztah byl naprogramován ve formě makroinstrukcí pro MS Excel.

Pro výpočet se používá následující regresní vztah:

$$\hat{C}_{i,HLS} = b_0 + b_1 * x_i + t^{INV}_{\alpha,N-2} * \sqrt{\frac{S^2_{C_i - \hat{C}_i}}{(N-2)}} * \sqrt{1 + \frac{1}{N} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(S_x^2 - N * \bar{x}^2)}}$$

kde

$\hat{C}_{i,HLS}$	horní mez spolehlivosti odhadu koncentrace v čase *i*
b_0	průsečík lineárního trendu koncentrací s časovou osou
b_1	sklon lineárního trendu koncentrací
x_i	čas *i*
$t^{INV}_{\alpha,N-2}$	inverzní hodnota Studentova t-rozdělení pro danou hodnotu spolehlivosti alfa
$S^2_{C_i - \hat{C}_i}$	suma čtverců odchylek naměřené koncentrace od lineárního odhadu
N	počet hodnot koncentrací v časové řadě
$\bar{x}$	střední hodnota
S_x^2	suma čtverců hodnot času.

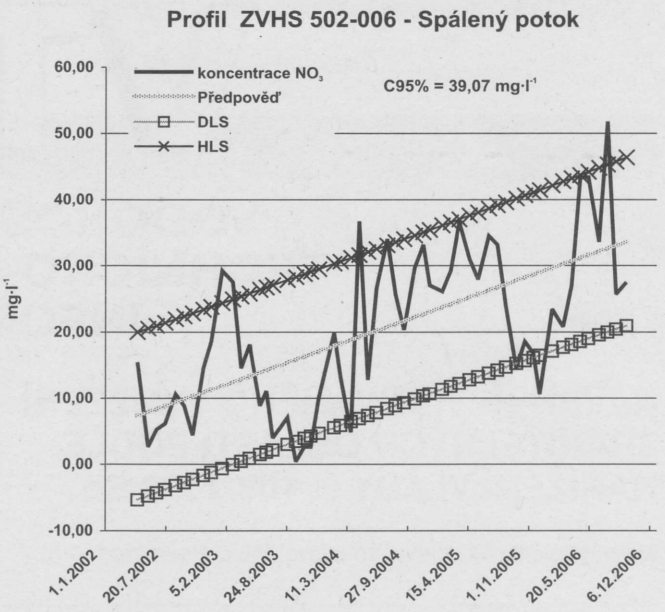
Na *obr. 2* je příklad vyhodnocení koncentrací NO_3. Je zde dokumentován stoupající trend časové řady (předpověď), horní a dolní limit spolehlivosti (HLS a DLS) a skutečný průběh koncentrací. V grafu je též uvedena hodnota 95% kvantilu (c95%).

Profily povrchových vod a odběry podzemních vod byly podle vyhodnocených koncentrací NO_3 zařazeny do pěti jakostních kategorií: s koncentracemi nižšími než 15 mg.l^{-1}, 15 až 25 mg.l^{-1}, 25 až 50 mg.l^{-1}, 50 až 75 mg.l^{-1} a více než 75 mg.l^{-1}.

Základní kritéria a důvody pro změny ve vymezení zranitelných oblastí

Při návrhu revidovaného vymezení zranitelných oblastí se vycházelo z prvního vymezení z roku 2003. Při tomto vymezování zranitelných oblastí bylo k dispozici mnohem méně dat o koncentracích a kratší časové řady, tudíž některá území byla vymezena i z důvodu předběžné opatrnosti. V období od prvního vymezení zranitelných oblastí došlo také ke změně situace (změny hospodaření, vyhlášení akčního programu). V novém návrhu revizí byla proto uvažována možnost jak přidání, tak také odebrání oblastí oproti vymezení v roce 2003.

Základním kritériem pro vyřazení zranitelné oblasti byla přítomnost profilů a objektů s nízkými koncentracemi dusičnanů pod 25 mg.l^{-1}. Zásadním podkladem bylo hodnocení objektů s delšími časovými řadami a hodnocením trendů. Druhotně se přihlíželo ke krátkodobě sledovaným profilům nového monitoringu ZVHS a k údajům z odběrů podle vyhlášek č. 428/2001 Sb. a č. 431/2001 Sb. Pokud se v oblasti vyskytl profil



Obr. 2. Příklad vyhodnocení koncentrací NO_3 v profilu ZVHS

nebo objekt s vyššími koncentracemi, musel mít současně klesající trend. K vyřazení byly přednostně navrženy oblasti s nízkou intenzitou zemědělského hospodaření s vyšším zastoupením lesních ploch a pastvin. Při hodnocení se přihlíželo také k situaci v okolních oblastech.

V případě přidávání nových zranitelných oblastí byly základním kritériem vysoké koncentrace dusičnanů v profilech ZVHS a objektech ČHMÚ nebo koncentrace dusičnanů v rozsahu 25–50 mg.l^{-1} a prokazatelný rostoucí trend. V některých oblastech byl dostatečným důvodem pro přidání zranitelné oblasti větší počet objektů pro odběr podzemních nebo povrchových vod s hodnotami dusičnanů nad 50 mg.l^{-1}. Podpůrným kritériem byla vyšší zátěž území statkovými hnojivy a také potenciální úspěšnost navržených opatření akčních programů podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. Přednostně byly doplňovány oblasti s vysokým podílem orné půdy.

Technický postup změn ve vymezení zranitelných oblastí

Původní zranitelné oblasti k roku 2003 byly vymezovány podle hranic povodí 4. řádu a hydrogeologických struktur a teprve pro lepší administrovatelnost akčních programů byly převedeny do podoby vymezení v hranicích katastrálních území. Pro konverzi vymezených povodí a hydrogeologických struktur na katastrální území byla v roce 2002 použita vrstva katastrálních území Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) předaná VÚV T.G.M. Ministerstvem zemědělství.

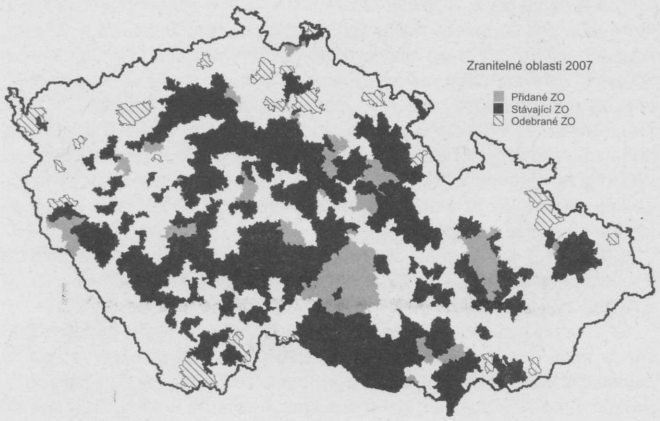
Vzhledem k tomu, že v současné době je používána aktualizovaná podoba katastrálních území (ČÚZK, verze 2006), bylo nutné v prvním kroku ztotožnit původní zranitelné oblasti s novou vrstvou katastrálních území. Tento krok byl uskutečněn metodami geografické analýzy v programu ArcMap. Kontrola správnosti výsledku byla provedena porovnáním rozsahu zařazených katastrálních území s výčtem katastrálních území v nařízení vlády. Z porovnání nových a starých katastrálních území vyplynulo, že od posledního vymezení došlo jen k několika nepodstatným změnám ve vedení jejich hranic, které nezkomplikovaly převod původních zranitelných oblastí do nové vrstvy. Menší rozdíly byly zaznamenány v průběhu hranic obou srovnávaných vrstev, což bylo zřejmě způsobeno různým mapovým podkladem použitým pro digitalizaci vrstev. Tyto rozdíly však jsou při vymezování zranitelných oblastí zanedbatelné.

Navrhované změny zranitelných oblastí byly stejně jako v roce 2002 zpracovány primárně v povodích a hydrogeologických strukturách, a teprve poté převedeny do podoby katastrálních území. Postup výběru katastrálních území byl obdobný jako v roce 2002. Pokud plocha zranitelné oblasti v katastrálním území byla větší než 75 %, či naopak menší než 25 %, bylo katastrální území v prvním případě připojeno k výslednému vymezení, v druhém naopak vyřazeno. V případě, že plocha zranitelné oblasti v katastrálním území byla v rozmezí 25–75 %, rozhodoval podíl intenzivně obhospodařované zemědělské plochy v části katastrálního území příslušející ke zranitelnému povodí. V tomto případě byl za hranici připojení katastrálního území považován více než 65% podíl intenzivně obhospodařované zemědělské plochy.

Výsledky

Revidované vymezení zranitelných oblastí (*obr. 3*) vychází z předpokladu, že pokud mají být opatření akčních programů účinná, je nutné v každém období mezi jednotlivými revizemi zaměřit pozornost na skutečně problémové oblasti a v nich aplikovat co nejúčinnější opatření, která povedou

ke zlepšení stavu. A to i s tím důsledkem, že budou některé zranitelné oblasti přidány nebo naopak zrušeny. Jak je zřejmé z předchozích diskusí se zástupci Evropské komise, není příliš problematické rozsah zranitelných oblastí zvětšovat. Problém může nastat v případě, že by měly být některé oblasti rušeny. Ačkoli nitrátová směrnice takový postup nepopírá (článek 3 odstavec 5 nitrátové směrnice), zástupci Evropské komise ho při návštěvě ČR v roce 2006 nedoporučili. Proto byly při revizích zranitelných oblastí uvažovány dvě varianty řešení. První, optimální varianta uvažuje možnost odebrání stávajících oblastí a přidání nových. Druhá varianta řešení – maximální – uvažuje pouze přidání nových území. Podle našeho výkladu nitrátové směrnice a smyslu zranitelných oblastí je hlavním účelem cílené snižování znečištění vod pomocí přísnějších požadavků v jasně definovaných oblastech. Pokud vody v oblasti dosáhnou cílové úrovně znečištění (v našem případě koncentrace dusičnanů pod 25 mg.l^{-1}) a trend koncentrací je i nadále klesající, mohou dále ochranu oblastí zajistit už jen běžné nástroje platné pro celé území státu, jako jsou Zásady správné zemědělské praxe. Další pokračování zranitelných oblastí v takovém případě postrádá smysl. Revidované vymezení v optimální variantě obsahuje celkem 22 větších či menších zranitelných oblastí nebo jejich částí, které se doporučují při první revizi v roce 2007 zrušit. V každé oblasti byly podrobně analyzovány veškeré dostupné podklady a vývoj koncentrací dusičnanů od posledního vymezení a v případě, že oblast splnila všechna kritéria indikující zlepšování stavu, byla navržena k vyřazení. Vymezení obsahuje také území, která jsou navržena k rozšíření zranitelných oblastí. I v tomto případě byly vyhodnoceny veškeré dostupné podklady a vývoj v posledních cca 5–15 letech (podle typu hodnocených podkladů) a v případě průkazného zhoršení stavu byla taková území navržena jako nové zranitelné oblasti. Celkem bylo takto navrženo 27 nových oblastí.



Obr. 3. Výsledné revidované vymezení zranitelných oblastí

Revidované zranitelné oblasti budou vyhlášeny v novele nařízení vlády v roce 2007. Na revize vymezení zranitelných oblastí podle nitrátové směrnice a nařízení vlády navazuje revize akčních programů. Akční program stanovuje potřebná opatření k dosažení cílů směrnice a je sestavován do jednoho roku po každé změně zranitelných oblastí (článek 5 nitrátové směrnice). Výsledky vymezování zranitelných oblastí jsou zasílány Evropské komisi, která posuzuje, jak Česká republika plní úkoly, ke kterým se zavázala.

Podrobné řešení všech oblastí je možné shlédnout na adrese: http://heis.vuv.cz/projekty/zranobl.

Pro porovnání vymezení v roce 2003 a 2007 je přiložena *tabulka 1*, ve které je uveden podíl plochy zranitelných oblastí, zemědělské a orné půdy v ČR.

Tabulka 1. Podíl plochy zranitelných oblastí, zemědělské a orné půdy v ČR v r. 2003 a 2007

	První vymezení v roce 2003	Návrh vymezení v roce 2007 – optimální varianta
Podíl plochy zranitelných oblastí v ploše ČR (v %)	36,7	39,9
Podíl zemědělské půdy*) ve zranitelných oblastech k celkové ploše zemědělské půdy v ČR (v %)	42,5	47,7
Podíl plochy zemědělské půdy*) z celkové plochy zranitelných oblastí (v %)	71,0	69,3
Podíl plochy orné půdy*) z celkové plochy zranitelných oblastí (v %)	57,0	58,0

*) rozsah zemědělské půdy a orné půdy podle vrstvy Corine Land Cover 90 pro rok 2003 a Corine Land Cover 2000 pro rok 2007

Literatura

[1] Rosendorf, P. aj. Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR. Výzkumná zpráva VaVú510/4/98. Praha : VÚV T.G.M.

[2] Hrabánková, A. aj. Revize zranitelných oblastí pro nitrátovou směrnici. Výzkumná zpráva č. 3733/2007. Praha : VÚV T.G.M.

[3] Olmer, M., Herrmann, Z., Kadlecová, R., Prchalová, H. aj. Hydrogeologická rajonizace České republiky. In Sborník geologických věd, 2006, č. 23 (vydala Česká geologická služba).

[4] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ze dne 28. června 2001.

[5] Směrnice rady 91/676/EHS z 12. 12. 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů.

[6] Směrnice rady 75/440/EHS z 16. 6. 1975 o požadované jakosti povrchové vody určené pro odběr pitné vody v členských státech.

[7] Směrnice rady 80/778/EHS z 15. 7. 1980 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

[8] Corine land cover (CLC) 2000 (katalog; definice tříd CLC).

[9] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci.

[10] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

[11] Nařízení vlády č. 103/2003 Sb. ze dne 3. 3. 2003.

Ing. Anna Hrabánková, RNDr. Hana Prchalová, Mgr. Pavel Rosendorf, VÚV T.G.M., v.v.i.
e-mail: anna_hrabankova@vuv.cz, tel.: 220 197 437

Lektoroval RNDr. Jaroslav Skořepa, CSc., duben 2007

Key words
vulnerable zones, Council directive 91/676/EEC, pollution of water, groundwater, surface water, nitrates

Proposal of updated designation of vulnerable zones according to the Decree of the Government 103/2003 Coll. (Hrabánková, A., Prchalová, H., Rosendorf, P.)

To implement the requirements of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources, vulnerable zones were designated in 2002. These zones represented areas from which waters affected by nitrates pollution from agricultural sources are drained and where measures leading to decreasing nitrates in waters are exercised. These areas are to be revised regularly in four years intervals, according to the Decree of the Government 103/2003 Coll., § 3, paragraph 2. In February 2007, revisions of vulnerable zones took place and they will be notified by the amendment of the Government Decree, which will probably be introduced in the first half of 2007.

PUBLIKACE VÚV T.G.M., v.v.i.

Hubáčková, J. – Slavíčková, K. – Říhová Ambrožová, J.
Změny jakosti pitné vody při dopravě
Praha : VÚV T.G.M., 2006. 94 s. + CD.

Distribuční systém pitné vody začíná od místa hygienického zabezpečení pitné vody a končí vodovodními kohoutky u spotřebitelů. Pokud je u odběratele překročena mezní hodnota u ukazatelů: železo, mangan, barva, zákal a dalších, dochází zřejmě ke korozním pochodům. Ty mohou být zapříčiněny buď špatným stavem rozvodného potrubí, hydraulickými poměry v síti, anebo korozivními vlastnostmi dopravované vody. Zhoršení senzorických vlastností indikuje pravděpodobně tvorbu biofilmů a nárostů na vnitřních stěnách potrubí a objektů na síti. Pro všechny provozy úpraven a objektů na síti se doporučuje omezit přísun allochtonních částic biologického a nebiologického původu, a tím i případného biologického oživení (bakterie, řasy, mikromycety, prvoci), které se do akumulované vody dostává vzdušnou cestou. Velmi podstatným faktorem ovlivňujícím jakost vody dopravované potrubím není pouze stav a uspořádání vodárenských technologií, ale zejména pak stavební a konstrukční zabezpečení objektů situovaných na síti, tj. vodojemů a akumulací. Zde se setkáváme se stavebními nedostatky v chybném odvětrání, řešení povrchu stěn, materiálu armatur apod. Tyto nedostatky negativně ovlivňují akumulovanou a dále ke spotřebiteli dopravovanou pitnou vodu.

Autorky publikace doporučují, jak řešit tyto problémy. Ke zlepšení provozního stavu distribučního systému mohou pomoci také hydraulické modely nebo modely jakosti vody.

Kniha vznikla na základě víceletých výzkumů změn kvality vody během její dodávky ke spotřebiteli, na kterých se podíleli odborníci z Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka Praha, ČVUT a VŠCHT ve spolupráci s provozovateli a vlastníky vodohospodářské infrastruktury.

KOUPACÍ VODY Z POHLEDU EVROPSKÉ UNIE

Helena Grünwaldová

Klíčová slova
koupací oblasti, koupaliště ve volné přírodě, kvalita koupacích vod

Souhrn

Směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vody ke koupání obsahuje základní požadavky na ochranu kvality vody ke koupání. Má za cíl snížit znečištění vod v členských státech Evropské unie a chránit je před dalším zhoršováním jakosti. V únoru 2006 přijala Evropská komise novou směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS.

V příspěvku jsou uvedeny výsledky hodnocení kvality koupacích vod členských států, které provedla Evropská komise za rok 2004 a 2005. Evropská komise vyhodnocuje data dvou mikrobiologických (koliformní a termotolerantní koliformní bakterie) a tří fyzikálně-chemických ukazatelů (minerální oleje, povrchově aktivní látky a fenoly).

Úvod

Směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vod ke koupání má za cíl snížit znečištění vod v členských státech Evropské unie (EU) a chránit je před dalším zhoršováním jakosti. Gesci za implementaci směrnice v České republice (ČR) má Ministerstvo zdravotnictví v oblasti identifikace koupacích míst a monitoringu. Ministerstvo životního prostředí spolupracuje ve věci legislativních opatření, monitoringu jakosti vod a návrhů a koordinace nápravných opatření. V roce 2006 byla schválena nová směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS. Nová směrnice by měla upevnit hygienické a zdravotní normy pro koupání a zjednodušit je. Dále pak zlepšit správu míst ke koupání a poskytování informací veřejnosti.

Směrnice EU o jakosti vody ke koupání

Směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vod ke koupání [1]

Směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vod ke koupání z roku 1976 obsahuje základní požadavky na ochranu kvality vody ke koupání:

1. **Identifikace oblastí koupání**. Zahrnuje všechny tekoucí nebo stojaté vody nebo jejich části, kde koupání není zakázáno a tradičně je zde provozuje velký počet koupajících se.
2. **Určení délky koupací sezony**. Koupací sezona je období, během něhož lze s ohledem na místní zvyklosti a veškerá místní pravidla týkající se koupání a povětrnostních podmínek očekávat velký počet koupajících se. V průměru v rámci EU trvá koupací sezona od konce května do konce září.
3. **Vzorkování vod ke koupání v průběhu koupací sezony**. Vzorky vody by se měly odebírat s předepsanou četností a v místech s nejvyšší hustotou koupajících se. Základním pravidlem je vzorkování každých 14 dní, vizuální a čichová kontrola vody během koupací sezony a jeden dodatečný vzorek 14 dní před začátkem koupací sezony.
4. **Rozbor vzorků vody oprávněnou laboratoří**. Vzorky by měly být analyzovány přednostně v pěti ukazatelích. Jsou to koliformní bakterie a fekální koliformní bakterie (dva mikrobiologické ukazatele) a minerální oleje, povrchově aktivní látky – trvalá pěna a fenoly (tři fyzikálně-chemické ukazatele).
5. **Informovanost veřejnosti v průběhu koupací sezony**. Komise EU doporučuje vyvěsit výsledky rozborů na ústředním místě koupací oblasti, nevyžaduje podávání zpráv v průběhu sezony.
6. **Podávání zpráv Evropské komisi**. Před 31. prosincem každého roku podávají členské státy Komisi zprávu o výsledcích odběrů vzorků. Na základě těchto výsledků zveřejní Komise souhrnnou zprávu spolu s posouzením jakosti vod.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání [2,3]

Směrnice 2006/7/ES ze dne 15. února 2006 o řízení jakosti vod ke koupání novelizuje ustanovení směrnice 76/160/EHS, zjednodušuje a modernizuje systém řízení a sledování. Hlavní body směrnice 2006/7/ES jsou tyto:

- Ukazatele a hodnoty jsou založeny na nejnovějších vědeckých a výzkumných poznatcích, zejména Světové zdravotnické organizace.
- Jsou stanoveny čtyři stupně klasifikace vod: nevyhovující, přijatelné, dobré a výborné.
- Počet ukazatelů byl snížen z dosavadních 19 na dva mikrobiologické ukazatele: střevní enterokoky a *Escherichia coli*.
- Mají být vytvořeny profily vod ke koupání popisující charakteristiky těchto vod a určující zdroje znečištění.
- Dostatečný přístup veřejnosti k informacím a její širší účast.

Zatímco dosavadní směrnice vyžadovala pravidelné sledování 19 škodlivých látek nebo dalších parametrů (např. barva vody), zrevidovaná směrnice redukuje tento seznam jen na dva mikrobiologické ukazatele – indikátory fekálního znečištění. Toto zjednodušení vyplynulo z toho, že fekální materiál představuje primární ohrožení pro koupající se.

Klasifikace kvality vod na místě koupání pak bude určována na základě tříleté tendence, oproti výsledkům z jednoho roku jako dosud. Znamená to, že klasifikace nebude ovlivněna náhlými výkyvy počasí nebo nárazovou událostí. Tam, kde po tři roky bude kvalita vody stabilní a dobrá, bude snížena četnost odběrů vzorků, čímž se sníží náklady.

Směrnice vstoupila v platnost dne 24. března 2006. Termín pro transpozici směrnice je stanoven na 24. března 2008. Směrnice 76/160/EHS se ruší od data 31. prosince 2014.

Výsledky EU – kvalita vod ke koupání členských států EU

Hodnocení kvality vod ke koupání v EU za rok 2005 [3]

1. května 2004 se stalo deset států novými členy Evropské unie. Ve smlouvách o přistoupení nebyla stanovena žádná zvláštní přechodná období pro směrnici týkající se vod ke koupání. Z deseti nových členských států předalo Evropské komisi informace následujících osm států: Slovensko, Slovinsko, Česká republika, Litva, Kypr, Estonsko, Malta a Polsko. V případě Malty a Polska nebyly údaje Evropské komisi předány v požadovaném formátu. Jejich zpracování bylo proto pouze omezené a údaje nemohly být začleněny do souhrnné zprávy Evropské unie. V některých nových členských státech bylo zaznamenáno poměrně vysoké procento vod ke koupání, u nichž byl proveden nedostatečný odběr vzorků (10–30 %). U vnitrozemských oblastí koupání se splnění povinných hodnot pohybuje okolo 50 %. Důležitým zjištěním je značný počet oblastí koupání, které jsou pro koupání v některých členských státech zakázány. Během koupací sezony 2004 se zjistilo mírné snížení průměrné kvality vod ke koupání. Zahrnutí šesti nových členských států tento vývoj nevysvětluje, protože má vliv pouze na 5,4 % vnitrostátních oblastí koupání. Je však nutno uvést, že výsledky zaznamenané šesti novými členskými státy nedosahují průměrných hodnot. Současně je třeba připomenout, že dobré výsledky zaznamenané u členských států, které sledují jakost vod ve svých oblastech koupání již mnoho let, byly dosaženy až po několika letech od vstupu směrnice v platnost.

V *tabulce 1* je uvedeno porovnání výsledků států Evropské unie za koupací sezony 2004 a 2005. Počet zaregistrovaných oblastí koupání byl v roce 2005 pro pobřežní vody 14 230 a pro vnitrozemské 6 684.

Ve srovnání s předchozí koupací sezonou lze během koupací sezony 2005 zaznamenat u vnitrozemských vod výraznější (o 3,8 %) zhoršení průměrné jakosti vod ke koupání. Celkové procento oblastí koupání odpovídající požadavkům směrnice pokleslo pro vnitrozemské vody na 85,6 %. Šest nových členských států, které předkládaly zprávy o svých výsledcích podruhé, vykazuje jasné zlepšení a některé z nich dosáhly velmi vysoké míry souladu s požadavky směrnice (Estonsko a Litva). Patnáct původních členských států, které předkládají zprávy o výsledcích již několik let, vykazuje pouze nepatrné změny v jakosti vod ke koupání. V porovnání s předchozí sezonou činí procento oblastí koupání ve vnitrozemských vodách odpovídajících povinným hodnotám 91,4 %, což znamená pokles o 0,5 %, zatímco procento oblastí koupání odpovídajících orientačním hodnotám činí 68,7 %, což představuje zvýšení o 0,3 %. Od předchozí koupací sezony vyřadily členské státy z úředních seznamů celkem 223 vnitrozemských oblastí koupání a ve většině případů neposkytly pro toto vyřazení žádné přesvědčivé zdůvodnění.

Koupání bylo zakázáno ve 350 oblastech koupání ve vnitrozemských vodách. Výsledky pro oblasti koupání ve vnitrozemských vodách vykazují nepříznivý trend. Procento oblastí koupání ve vnitrozemských vodách pokleslo o 3,8 % a dostalo se v sezoně 2005 na hodnotu 85,6 %. Tento pokles lze vysvětlit podstatným nárůstem počtu oblastí, u nichž nebyl proveden dostatečný odběr vzorků: z 98 oblastí v sezoně 2004 na 361 v sezoně 2005, tj. z 1,6 % na 5,4 %.

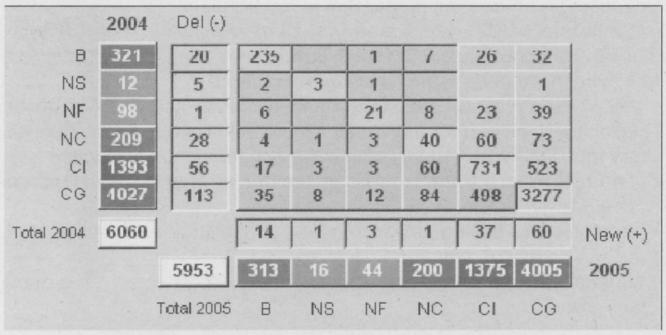
Již druhý rok v řadě vykázaly oblasti koupání ve vnitrozemských vodách pokles jakosti. Od roku 2003 kleslo procento oblastí koupání odpovídajících povinným hodnotám o 6,8 % a procento oblastí koupání odpovídajících orientačním hodnotám o 4,8 %.

Také počet oblastí koupání ve vnitrozemských vodách, v nichž bylo koupání zakázáno, se v průběhu sezony 2005 zvýšil, ale v procentuálním vyjádření představoval pouze 0,1 %. Procento oblastí koupání, u nichž bylo koupání zakázáno, zůstává od sezony 2003 na poměrně vysoké úrovni – přibližně 5 %.

Při rozboru změn se nemůže přihlížet k členským státům, které předkládaly v roce 2005 zprávu o svých výsledcích poprvé. Rozbor změn proto vychází z výsledků pouze 21 členských států. Čtveřice členských států, které předkládaly v roce 2005 svou první zprávu, má významný vliv na počet oblastí, u nichž nebyl proveden dostatečný odběr vzorků, a tím i na celkové procento oblastí odpovídajících požadavkům směrnice.

Index stability pro oblasti koupání ve vnitrozemských vodách ve 21 členských státech, které předkládaly zprávu o výsledcích za sezonu 2004

Tabulka 1. Ukázka srovnávací tabulky pro vnitrozemské vody (koupací sezony 2004 a 2005)



	2004	Del (-)						
B	321	20	235		1	7	26	32
NS	12	5	2	3	1			1
NF	98	1	6		21	8	23	39
NC	209	28	4	1	3	40	60	73
CI	1393	56	17	3	3	60	731	523
CG	4027	113	35	8	12	84	498	3277
Total 2004	6060		14	1	3	1	37	60
		5953	313	16	44	200	1375	4005
		Total 2005	B	NS	NF	NC	CI	CG

New (+)

2005

Legenda:
Vnitrozemské vody (koeficient = 1,08; stabilita = 73,8 %)
NBA – počet oblastí koupání
B – počet oblastí koupání, u nichž je koupání zakázáno
NS – počet oblastí koupání, u nichž nebyl proveden odběr vzorků, nebo nejsou k dispozici údaje
NF – počet oblastí koupání, u nichž nebyl proveden dostatečný odběr vzorků
NC – počet oblastí koupání, které neodpovídají povinným hodnotám
CI – počet oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají povinným hodnotám
CG – počet oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají doporučeným hodnotám
Koeficient: celkový počet oblastí, kde se stav zlepšil, vydělený počtem oblastí, kde se stav zhoršil. To znamená, že koeficient 1 lze považovat za neutrální, koeficient nižší než 1 znamená nepříznivý vývoj a koeficient vyšší než 1 vývoj příznivý.
Index stability: celkový počet oblastí, kde se stav nezměnil, vydělený celkovým počtem oblastí, kde se stav nezměnil plus celkový počet oblastí, kde se stav změnil. Hodnota 100 % znamená, že mezi předchozí a běžnou koupací sezonou nedošlo k žádným změnám.

i za sezonu 2005, je poměrně nízký. Jeho hodnota naznačuje, že téměř u tří z deseti oblastí koupání se změnila jakost, které dosáhly v koupací sezoně 2004. To dokazuje, že udržení jakosti vnitrozemských vod je náročnějším úkolem než v případě pobřežních vod. (Vzhledem k tomu, že Česká republika nemá pobřežní, neboli mořské vody, hodnocení kvality pobřežních vod není v tomto příspěvku zařazeno).

Koeficient je nepatrně vyšší než 1. Taková hodnota znamená, že v těchto 21 členských státech zůstala jakost vody ve srovnání s koupací sezonou 2004 téměř nezměněna. Výsledkem je, že 25 oblastí z celkového počtu 5 953 oblastí koupání ve vnitrozemských vodách se posunulo pozitivním směrem.

V roce 2005 bylo 223 oblastí koupání vyřazeno ze seznamu a 116 na něj bylo přidáno. To v porovnání se sezonou 2004 znamená pokles o 107 oblastí koupání. Ze 116 nových oblastí koupání ve vnitrozemských vodách sledovaných během koupací sezony 2005 jich 84 % odpovídalo povinným hodnotám nebo i přísnějším orientačním hodnotám. Zprávy o kvalitě koupacích vod za koupací sezony 2004 a 2005 v jednotlivých členských státech jsou volně dostupné na stránkách Evropské komise na adrese http://europa.eu.int/water/water-bathing/report_2006.html [5].

Přehled kvality vod ke koupání členských států EU v roce 2004 a 2005

V *tabulkách 2 a 3* je uveden stručný přehled kvality koupacích vod ve státech Evropské unie v koupacích sezonách 2004 a 2005.

Závěr

Výsledky 21 členských států, které byly sledovány v roce 2004 i 2005, vykazují tři tendence:

1. zvýšení míry souladu s povinnými hodnotami o 1 % z 89,4 % v roce 2004 na 90,4 % v roce 2005;
2. zvýšení míry souladu s přísnějšími orientačními hodnotami o 0,8 % z 66,5 % v roce 2004 na 67,3 % v roce 2005;
3. vysoký stupeň sledování oblastí koupání a pokles procenta oblastí, u nichž nebyl proveden odběr vzorků nebo u nichž nebyl odběr vzorků dostatečný, z 1,8 na 1,0 %.

Literatura

[1] Směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vody ke koupání.
[2] Směrnice 2006/7/ES o řízení jakosti vody ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS.
[3] Jakost vody ke koupání. Koupací sezona 2005. Souhrnná zpráva Evropské komise, květen 2006, s. 20.
[4] Jakost vody ke koupání. Koupací sezona 2004. Souhrnná zpráva Evropské komise, květen 2005, s. 20.
[5] Grünwaldová, H., Pumann, P., Zbořil, A. a Runštuk, J. Koupací vody v ČR podle směrnice 76/160/EHS. In Vodárenská biologie (sborník), 2007.

Tabulka 2. Přehled kvality koupacích vod členských států Evropské unie za rok 2004 [4]

Členský stát	NBA	C(I) %	C(G) %	Zakázané %
Rakousko	267	98,9	83,1	0
Belgie	72	73,6	40,3	8,3
Dánsko	111	96,4	89,2	1,8
Finsko	285	98,9	75,4	0
Francie	1406	94,9	58,7	0
Německo	1561	95,1	83	1,5
Řecko	4	100	100	0
Irsko	9	100	88,9	0
Itálie	779	67,9	58,3	31,5
Lucembursko	20	65	50	15
Nizozemsko	550	98,2	62,9	0,5
Portugalsko	73	97,3	21,9	0
Španělsko	170	94,7	44,1	4,1
Švédsko	412	98,3	76,9	0
Spojené království	11	100	36,4	0
Česká republika	176	49,4	38,6	7,4
Estonsko	15	60	53,3	0
Litva	53	58,5	26,4	11,3
Slovensko	67	22,4	14,9	17,9
Slovinsko	18	55,6	27,8	0

NBA – počet oblastí koupání (number of bathing sites/areas)
C(I) % – % oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají povinným hodnotám (bathing areas sufficiently sampled which comply with mandatory values)
C(G) % – % oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají orientačním a povinným hodnotám (bathing areas sufficiently sampled which comply with guide values)

Tabulka 3. Přehled kvality koupacích vod členských států Evropské unie za rok 2005 [3]

Členský stát	NBA	C(I) %	C(G) %	Zakázané %
Rakousko	268	97	81,7	0
Belgie	73	86,3	47,9	0
Dánsko	112	96,4	84,8	0,9
Finsko	280	98,2	72,9	2,1
Francie	1328	95,9	62,7	8,1
Německo	1554	93,8	82,1	1,6
Řecko	4	100	100	0
Irsko	9	100	77,8	0
Itálie	766	64,8	53,7	3,9
Lucembursko	20	65	35	0
Nizozemsko	550	97,8	61,8	1,8
Portugalsko	73	95,9	45,2	0
Španělsko	165	96,4	45,5	2,9
Švédsko	413	97,6	78,2	0,5
Spojené království	11	100	27,3	0
Česká republika	176	67,6	43,2	0
Estonsko	38	100	57,9	0
Litva	56	98,2	39,3	3,8
Slovensko	39	46,2	35,9	41,8
Slovinsko	18	50	38,9	0

Ing. Helena Grünwaldová, CSc.
VÚV T.G.M., v.v.i.
tel.: 220 197 376

Lektoroval prof. Ing. Pavel Pitter, DrSc., duben 2007

Key words
bathing areas, bathing sites, quality of bathing water

Bathing Water from the View of the European Union (Grünwaldová, H.)

The Council Directive of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water 76/160/EHS contained commitments to reduce the pollution of bathing water and to protect such water against further deterioration in the member states of the European Union.

In February 2006, the European Commission adopted the new Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EHS.

The main changes related to the new Bathing Water Directive are:

- **Four levels of classiffication are established: poor, sufficient, good and excellent.**
- **Number of parameters has been reduced from the current 19 to 2 robust bacteriological parameters: intestinal enterococci and *Escherichia coli*.**

In the paper, there are the results of the Member States that were monitored in 2004 and 2005, in the light of the assessment of the European Union.

VLIV KLIMATICKÝCH ZMĚN NA HYDROLOGICKÝ REŽIM POVODÍ JIZERY PODLE REGIONÁLNÍCH KLIMATICKÝCH SCÉNÁŘŮ

Martin Hanel

Klíčová slova
klimatická změna, regionální klimatické scénáře, povodí Jizery, prostorová variabilita, BILAN

Souhrn

Článek popisuje výsledky porovnání čtyř regionálních scénářů klimatické změny pro Českou republiku a aplikaci jejich výstupů na modelování vlivu klimatické změny na hydrologický režim povodí Jizery. V textu jsou stručně nastíněny společné rysy i odlišnosti jednotlivých scénářů a také rozsahy změn, jež jsou jimi předpovídány. Druhá část článku je věnována posouzení vlivu klimatických změn na hydrologický režim povodí Jizery podle daných scénářů k roku 2085, pozornost je věnována zejména odtoku. Bilanční výpočty byly provedeny pomocí modelu BILAN.

Regionální klimatické scénáře

V roce 2005 byly na Karlově univerzitě vytvořeny nové scénáře vývoje klimatu pro Českou republiku, vycházející z regionálních klimatických modelů [1]. Zásadní změnou oproti dříve používaným scénářům je zvýšení prostorového rozlišení z původních ~300 km na ~50 km. Tím se otevřela možnost jednak k posuzování plošné proměnlivosti klimatických změn na našem území a jednak k přesnějšímu modelování hydrologické bilance v prostředí změněného klimatu v případě jednotlivých povodí.

V současnosti jsou zejména díky projektu PRUDENCE [2] k dispozici výstupy relativně široké škály regionálních klimatických modelů pokrývajících různé části Evropy s různou přesností. Pro vytvoření scénářů vlivu klimatické změny na ČR byly vybrány dva modely – *model HIRHAM* řízený globálním cirkulačním modelem ECHAM (Max-Planck Institut v Hamburku) a *model RCAO* vycházející z fyzikální parametrizace globálního klimatického modelu HadAm3H (britské Hadley Center). Pro každý z modelů jsou k dispozici dvě alternativy vývoje odpovídající emisním scénářům IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – SRES A2 („pesimistický") a SRES B2 („optimistický") [3] – celkem jsou tedy k dispozici 4 varianty odhadu budoucího vývoje klimatu na našem území.

V rámci projektu PRUDENCE byly archivovány jednak kontrolní běhy modelů pro roky 1961–1990 a jednak samotné předpovědi jednotlivých modelů – a to v denních hodnotách pro období 2071–2100 i v měsíčních průměrech – tedy pro rok 2085, což je střed daného období. Jak dopad změny klimatu na naši republiku, tak následující hodnocení hydrologické bilance na povodí Jizery bylo provedeno z průměrných měsíčních hodnot, tzn. časovým horizontem předpovědi je rok 2085.

Z množství veličin, které jsou výstupem regionálních klimatických modelů, byly použity *změna teploty vzduchu* ve dvou metrech, *změna teploty rosného bodu* a *změna srážkového úhrnu*.

Jak již bylo řečeno, umožňuje rozlišení nových scénářů posuzovat i plošnou variabilitu změn jednotlivých meteorologických veličin. Obecné znaky vyplývající z porovnání jednotlivých scénářů jsou následující:

- v průběhu roku dochází ke změnám prostorové proměnlivosti u všech sledovaných veličin;
- prostorová variabilita je v porovnání s variabilitou mezi jednotlivými měsíci podstatně menší;
- prostorová variabilita je zpravidla tím větší, čím větší je změna dané veličiny;
- u teploty a rosného bodu lze během roku rozlišit dvě období (zima x léto), kdy je rozložení změn zhruba opačné.

Změny předpovídané podle modelu HIRHAM jsou výrazně ovlivněny modelovou orografií – lze je tedy popsat v souvislosti s nadmořskou výškou. Naopak pro předpovědi modelu RCAO jsou typické gradienty procházející napříč republikou (viz *obr. 1a, b*). Základní přehled o změně srážek a teplot udává *tabulka 1*.

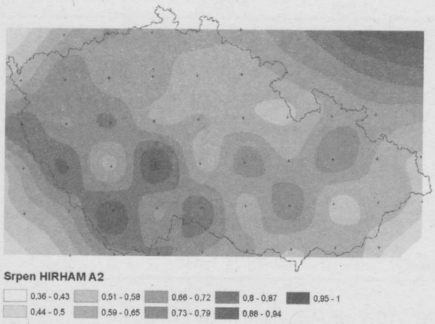
Model HIRHAM

Jak již bylo řečeno, můžeme rozlišit dva typy rozložení změn teplot:

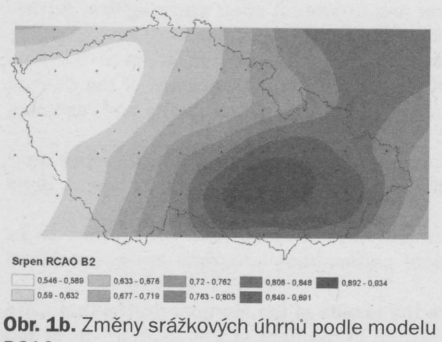
- První lze sledovat v měsících červen–září; v nížinách dochází k větším změnám teploty než na horách, největší oteplení se projevuje na jižní Moravě a v Polabské nížině (SRES A2 8,2 °C / SRES B2 5,8 °C), nejmenší na Českomoravské vysočině, Šumavě a v Jeseníkách (SRES A2 6,7 °C / SRES B2 4,5 °C). V tomto období je změna teploty rosného bodu rozložena obráceně než změna teploty vzduchu – tzn. v nížinách dochází k jejímu menšímu zvýšení než na horách.
- Druhý způsob rozložení změn lze sledovat od listopadu do března; více se oteplují vyšší polohy – nejvíce Beskydy, Jeseníky a Šumava (SRES A2 5,8 °C/ SRES B2 4,7 °C), nejméně nížiny a dále Morava více než Čechy (SRES A2 3,6 °C / SRES B2 3,0 °C). Gradient změn teplot je méně výrazný než v létě. Změny v teplotách rosného bodu jsou rozděleny obdobně jako změny teploty.

U srážek není možná takto jednoduchá schematizace. Obecně dojde podle scénáře SRES A2 k zvýšení srážkových úhrnů v měsících listopad–březen (nejvíc +57 % v prosinci v jižních Čechách) a k jejich snížení v období duben–říjen (maximálně -47 % v srpnu na východní Moravě a ve východních Čechách). Scénář SRES B2 předpokládá výraznější zvýšení průměrného srážkového úhrnu v prosinci (až +56 % na jižní Moravě), mírnější rovnoměrnější zvýšení v měsících listopad, leden–červen (+1 až +20 %) a snížení v období červenec–říjen (až -44 % v srpnu v jihovýchodní části Moravy).

Průměrný roční srážkový úhrn zůstává podle obou scénářů zhruba stejný jako v současnosti, popř. se zvyšuje (až téměř o 10 %). Výjimku tvoří okrajové části naší republiky, kde by mohlo dojít ke snížení ročního průměrného srážkového úhrnu až o 7 %. Vzhledem ke zvýšení srážek v období zima–jaro a jejich snížení v létě při zachování průměru můžeme očekávat větší četnost extrémů.



Obr. 1a. Změny srážkových úhrnů podle modelu HIRHAM



Obr. 1b. Změny srážkových úhrnů podle modelu RCAO

Tabulka 1. Změny teplot a srážkových úhrnů podle jednotlivých modelů a emisních scénářů

			HIRHAM A2	HIRHAM B2	RCAO A2	RCAO B2
teplota	léto	období	**červen–září**		**červen–září**	
		maximální zvýšení	srpen +8,24 °C	srpen +5,8 °C	srpen +7,3 °C	srpen +5,5 °C
			jižní Morava, Polabská nížina		jihozápad republiky	
		minimální zvýšení	červen +4,01 °C	červen +2,39 °C	červen +2,9 °C	červen +2,0 °C
			Českomoravská vysočina, Šumava, Jeseníky		severovýchod republiky	
		schematizace	nížiny se oteplují víc než vyšší polohy		růst změn ve směru severovýchod-jihozápad	
	zima	období	**listopad–březen**		**prosinec–květen**	
		maximální zvýšení	březen +5,8 °C	listopad +4,7 °C	leden +5,0 °C	prosinec +2,6 °C
			Beskydy, Jeseníky, Šumava		východ republiky	
		minimální zvýšení	leden +3,6 °C	leden +3,0 °C	březen +2,6 °C	únor +1,0 °C
			nížiny		západ republiky	
		schematizace	nížiny se oteplují méně než vyšší polohy		růst změn ve směru západ-východ	
srážkový úhrn	zvýšení	období	**listopad–březen**	**listopad–červen**	**prosinec–březen**	**prosinec–květen**
		maximální zvýšení	prosinec +57 %	prosinec +56 %	únor +60 %	březen +70 %
			J Čechy	J Morava	J Morava	J Morava
	snížení	období	**duben–říjen**	**červenec–říjen**	**duben–září**	**červen–září**
		maximální snížení	srpen -47 %	srpen -44 %	srpen -37 %	srpen -45 %
			V Morava a V Čechy	JV Morava	J Morava	Z Čechy

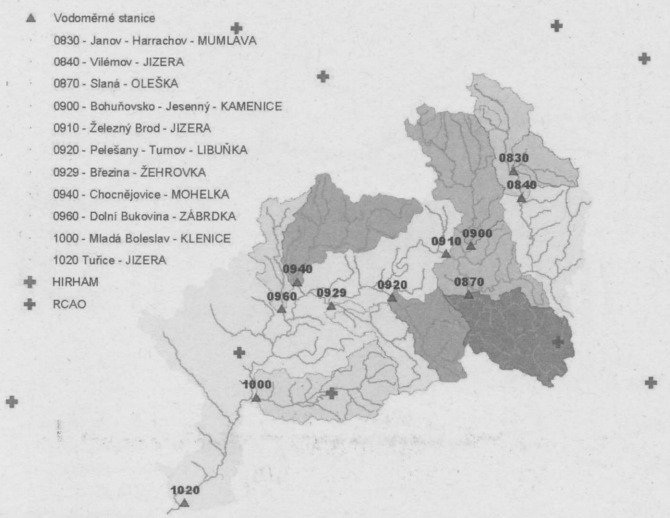
Model RCAO

Stejně jako u modelu HIRHAM lze rozlišit dva typy chování změn během roku:

- Během měsíců červen–září rostou změny teploty s menšími odchylkami ve směru severovýchod-jihozápad, největší rozdíly v teplotách jsou opět v srpnu – největší oteplení je o 7,3 °C v případě scénáře SRES A2 a 5,5 °C v případě scénáře SRES B2. Změna teploty rosného bodu v tomto období roste ve směru jihovýchod-severozápad (tedy jinak než teplota vzduchu).
- V měsících prosinec–květen mají změny teploty i rosného bodu podle scénáře SRES A2 stejný gradient – a to růst ve směru západ-východ, scénář SRES B2 předpokládá polohu minima na západní části jižní Moravy se zvětšováním změn směrem na západ i východ. Maximální změna teploty i teploty rosného bodu je 5,0 °C podle scénáře SRES A2 a 2,6 °C podle scénáře SRES B2.
- V měsících říjnu a listopadu jsou teploty celkem vyrovnané, dochází k přechodu mezi jednotlivými typy.

Tabulka 2. Základní charakteristiky jednotlivých povodí

		plocha povodí [km²]	nadmořská výška [m]	průměrný měsíční srážkový úhrn [mm]	průtok [m³s⁻¹]
Janov-Harrachov	MUMLAVA	50,95	580,73	138,13	1,82
Vilémov	JIZERA	146,29	477,21	130,59	4,76
Slaná	OLEŠKA	168,92	323,49	71,95	1,72
Bohuňovsko-Jesenný	KAMENICE	179,76	305,80	101,25	4,32
Železný Brod	JIZERA	791,02	275,61	90,18	16,4
Pelešany-Turnov	LIBUŇKA	98,02	247,52	64,73	0,77
Březina	ŽEHROVKA	95,86	231,09	65,99	0,50
Chocřejovice	MOHELKA	155,15	232,32	73,26	1,76
Dolní Bukovina	ZÁBRDKA	68,40	230,09	55,72	0,45
Mladá Boleslav	KLENICE	169,11	217,02	46,51	0,44
Tuřice	JIZERA	2193,39	174,02	71,80	23,9



Obr. 2. Modelovaná povodí

Obdobně jako u modelu HIRHAM nejde u modelu RCAO rozložení změn srážek schematizovat tak jednoduše jako změny teploty. K zvýšení dochází podle scénáře SRES A2 v období prosinec–březen (až +60 % v únoru na jižní Moravě) a k snížení v měsících duben–září (maximálně -37 % v srpnu na jižní Moravě). Podle scénáře SRES B2 se průměrné měsíční srážkové úhrny zvýší v období prosinec–květen (až o +70 % v březnu na jižní Moravě) a sníží v měsících červen–září (maximálně -45 % v srpnu na západě Čech).

Stejně jako model HIRHAM i model RCAO předpokládá stagnaci či mírné zvýšení průměrných ročních srážkových úhrnů. Podle emisního scénáře SRES A2 jde o spíše lokální zvýšení srážkových úhrnů (až +7 % v oblasti severozápadních Čech) a podle scénáře SRES B2 o více plošné zvýšení (5–10 % v jihovýchodní polovině republiky). Podle žádného scénáře by nemělo dojít k významnějšímu snížení ročních srážkových úhrnů.

Obecně je pro hydrologickou bilanci významná změna ročního chodu srážek – úbytek v letních a nárůst v zimních měsících. Další významnou skutečností je zvýšení teploty – nejvyšší v létě (v srpnu) a nejnižší v zimě (leden–únor). Pro hydrologickou bilanci je kombinace těchto předpovědí značně nepříznivá – v období s nejvyšším potenciálním i územním výparem dochází k nejvyššímu úbytku srážek. Navíc i prostorové rozložení změn je podle modelu HIRHAM (zohledňujícím orografii) celkem nepříznivé – v létě se větší měrou oteplí místa s vyššími teplotami, tj. nížiny.

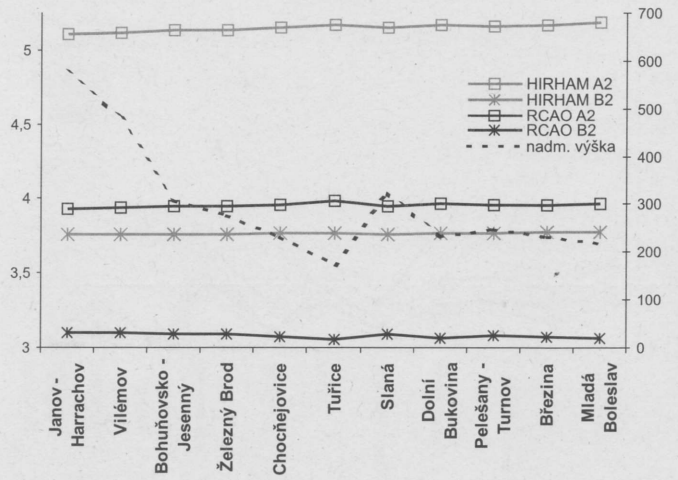
Vliv klimatických změn na povodí Jizery

Uvedené scénáře byly použity pro modelování hydrologické bilance na povodí Jizery po Tuřice. Přehled situace a základní údaje o jednotlivých povodích udává *obr. 2* a *tabulka 2*. Plochy povodí a průměrné hodnoty průtoků jsou převzaté z publikace Hydrologické poměry ČSSR [4], průměry srážek jsou stanoveny z pozorovaných dat. Na *obrázku 2* jsou zobrazeny i nejbližší výpočetní body modelů HIRHAM a RCAO.

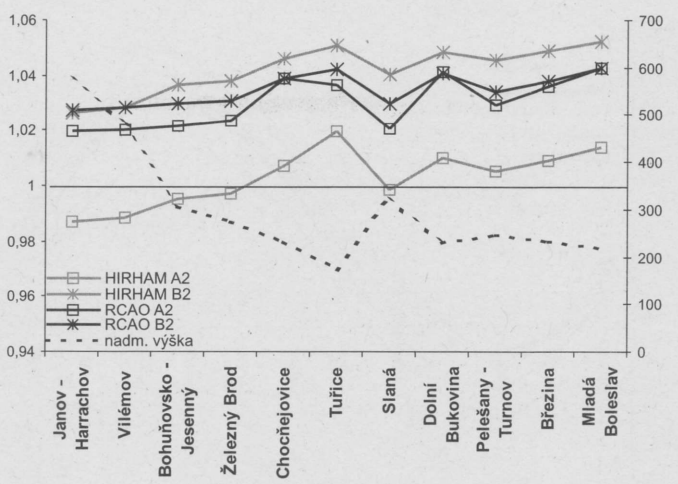
Hodnoty předpovídaných změn pro jednotlivá povodí byly stanoveny plošnou interpolací metodou IDW (*Inverse Distance Weight* – průměrů vážených na základě převrácené hodnoty vzdálenosti) vztaženou vždy na těžiště příslušného povodí.

Průměrná roční teplota vzroste podle modelů téměř konstantně na všech povodích a průměrný srážkový úhrn zůstane víceméně nezměněn. *Obrázky 3* a *4* ukazují rozdíly ve změnách srážek i teplot mezi jednotlivými povodími. Především u srážek je možno pozorovat souvislost mezi mírou změn a nadmořskou výškou. Zvýšení ročního průměru teplot se pohybuje v rozmezí +3 až +5,2 °C. Změny srážkových úhrnů leží v rozmezí cca -1 až +3 % na horním toku a +2 až +5 % na dolním toku. Rozpětí průměrných teplot i jejich změn je dáno modely RCAO B2 a HIRHAM A2, rozpětí změn srážkových úhrnů modely HIRHAM A2 a HIRHAM B2. U teplot je toto rozpětí charakteristické i pro měsíční průměry (mimo leden, kdy model RCAO A2 předpovídá vyšší teploty než model HIRHAM A2), u srážek nikoliv. Jako na celém území České republiky i na povodí Jizery je předpovídán největší nárůst srážkových úhrnů v prosinci a únoru a největší snížení v srpnu. V únoru se srážky zvýší o 18–35 %, v srpnu se sníží o 20–40 %.

K modelování hydrologické bilance byl použit model BILAN pracující v měsíčním kroku. BILAN byl postupně nakalibrován na všech povodích, pozorované řady srážek, teplot a relativní vlhkosti vzduchu byly upraveny podle jednotlivých scénářů a použity jako vstup do modelu s příslušnými parametry.



Obr. 3. Průměrné změny teploty



Obr. 4. Průměrné změny srážkového úhrnu

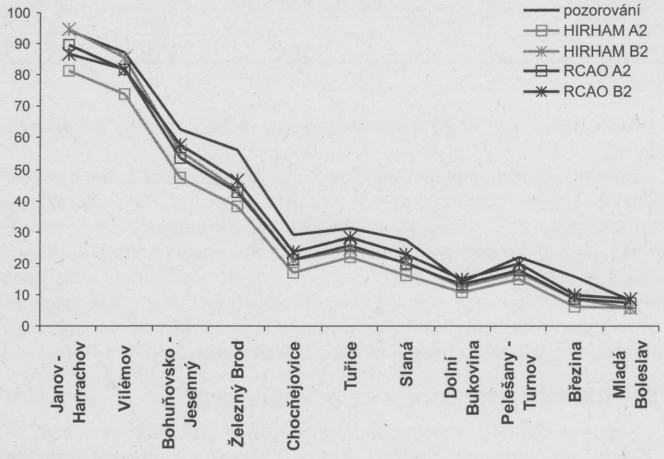
Z modelovaných veličin byla pozornost věnována zejména odtoku. Průměrný roční modelovaný odtok je na všech povodích nižší než odtok současný (viz *obr. 5*) a jeho sezonní chod je odlišný od pozorovaného. Klíčovým faktorem je jednak změna rozložení srážek během roku a jednak zvýšení teploty.

Pro stávající podmínky je typická větší četnost extrémních srážek v letním období. *Obrázek 6* ukazuje odhady hustot rozdělení letních (červen–září) a zimních (listopad–únor) měsíčních srážkových úhrnů. Jak je vidět, rozdělení četností srážek v zimním a letním období se podle všech modelů obrátí, výjimkou je model HIRHAM B2, u něhož tato tendence není zřetelná. Letní srážky se posouvají směrem k nižším úhrnům, naopak zimní vykazují podstatné zvýšení četnosti nejvyšších úhrnů. Nejméně výrazné změny vykazují srážky podle modelu HIRHAM B2, největší podle modelu RCAO B2.

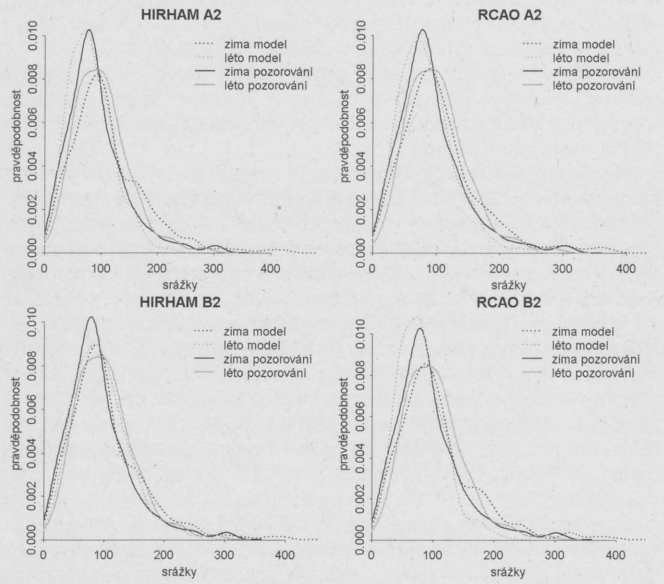
Důležitou skutečností pro režim odtoků je existence sněhové pokrývky, jež podle modelu stávajícího stavu tvořila výraznou součást hydrologické bilance a podílela se významně na odtoku až do začátku dubna. Modely počítají se vzrůstem teplot tak, že průměrná teplota by i v nejvýše položené stanici Janov-Harrachov měla být pod bodem mrazu pouze dva měsíce v případě modelů HIRHAM (prosinec–únor), respektive tři až čtyři měsíce v případě obou modelů RCAO (prosinec–březen/duben), přičemž pozorovanému stavu odpovídá pět až šest měsíců s průměrnými teplotami pod bodem mrazu (viz *obr. 7*).

V důsledku zvýšení zimních srážkových úhrnů a zvýšení teplot nebude docházet k tvorbě tak mohutné sněhové pokrývky, jak tomu bylo doposud, a většina srážek bude z povodí odtékat. Téměř na všech povodích tak dojde v prosinci až březnu k většímu či menšímu zvýšení odtoku oproti současnosti, a to o 30 až 300 % (viz *obr. 8*).

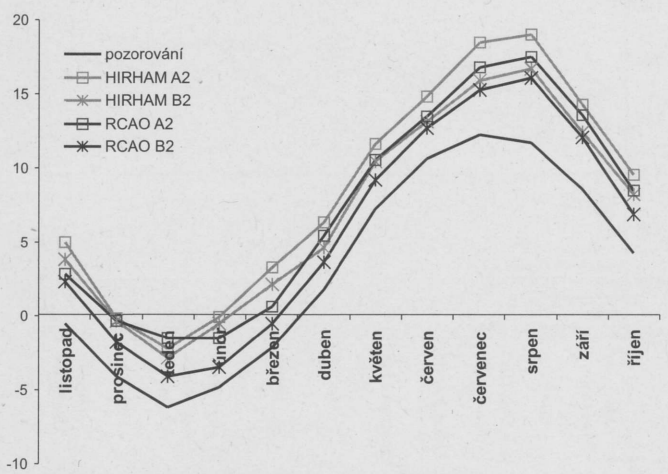
Na druhé straně letní úbytek srážek spolu se zvýšením teploty a evapotranspirace povede k výraznému snížení letních a podzimních průtoků, a to na menších povodích s minimy až k nule (viz *obr. 9* a *10*).



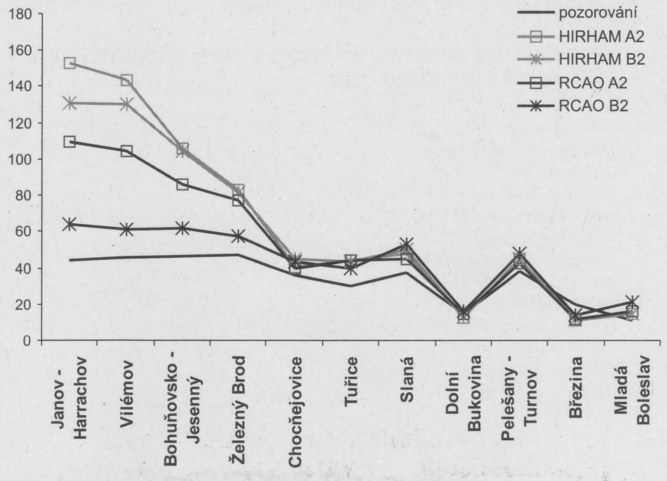
Obr. 5. Průměrný odtok



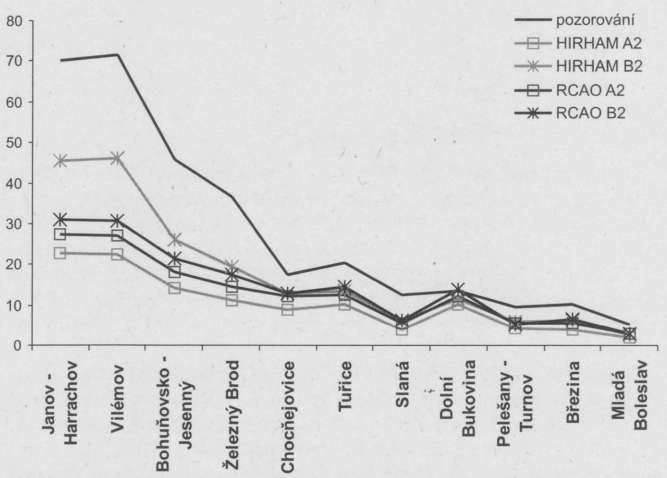
Obr. 6. Odhady hustoty rozdělení měsíčních srážkových úhrnů v zimním (listopad–únor) a v letním (červen–září) období pro povodí Jizery po Železný Brod



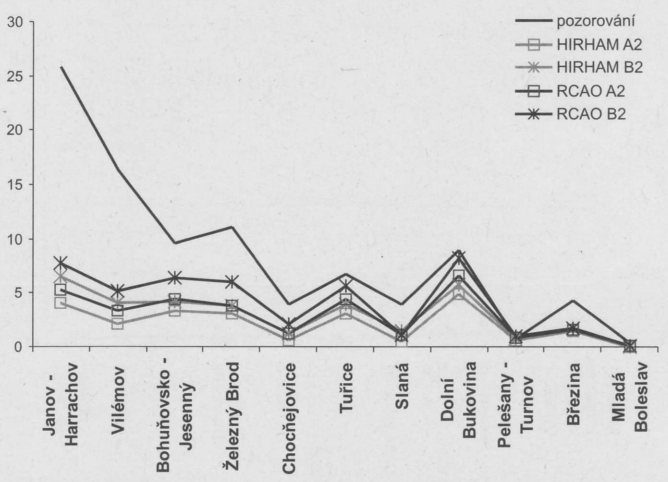
Obr. 7. Průměrná teplota ve stanici Janov-Harrachov



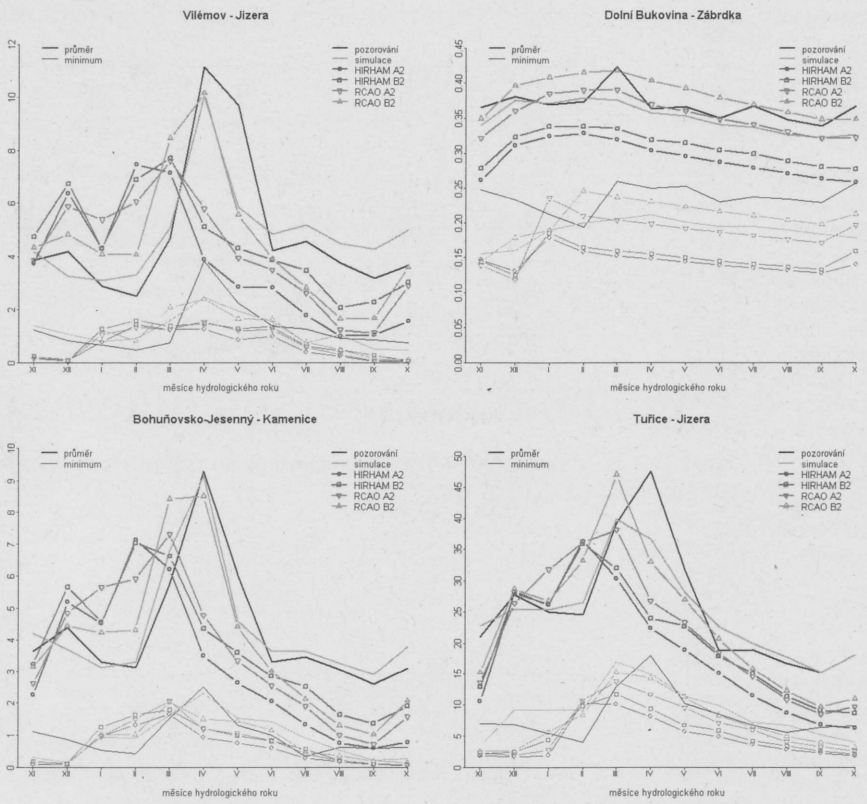
Obr. 8. Průměrný odtok v únoru



Obr. 9. Průměrný odtok v srpnu



Obr. 10. Minimální odtok v srpnu



Obr. 11. Roční chod průtoků na vybraných povodích

Jak je vidět z *obrázku 11*, reagují různá povodí na změnu klimatických podmínek různým způsobem, nicméně na valné většině povodí dochází k výše uvedené změně ročního chodu průtoku i k snížení jeho průměru. Za pozornost stojí povodí Zábrdky (Dolní Bukovina), které má díky odlišné geologické struktuře oproti zbytku povodí zcela netypickou, velmi pomalou odezvu.

Závěr

Regionální klimatické modely umožňují poměrně detailní modelování hydrologické bilance v podmínkách změněného klimatu. Jak se ukázalo na povodí Jizery, zejména změny srážkových úhrnů vykazují i na relativně menších plochách znatelnou variabilitu, kdežto změny teplot jsou na plochách srovnatelné velikosti téměř konstantní.

Klíčovými faktory ovlivňujícími hydrologickou bilanci je jednak zvýšení teplot po celý rok, kdy letní nárůst nepříznivě ovlivní výpar a vyšší teploty v zimě budou mít negativní vliv na vznik a výšku sněhové pokrývky, a jednak změna ročního chodu srážek – jejich zvýšení v zimních měsících a snížení v letních měsících. Na většině modelovaných povodí se tyto změny projeví zvýšením zimních a výrazným snížením letních průtoků, u menších povodí s minimy blízkými nule.

Literatura

[1] Kalvová, J. aj. Vytvoření klimatických scénářů pro ČR. In Výzkum a ochrana hydrosféry. Výzkumný záměr MŽP 0002071101, oddíl A. Hydrologie (Výzkumná zpráva). Praha : VÚV T.G.M, 2005, s. 22–46.

[2] Christensen, JH. (ed.) Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining EuropeaN Climate change risks and Effects. PRUDENCE EVK2-CT2001-00132, 2005. Dostupné z http://prudence.dmi.dk

[3] Special Report Emissions Scenarios. Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000. Dostupné z http://www.grida.no/climate/ipcc/spmpdf/sres-e.pdf

[4] Horský aj. (eds) Hydrologické poměry ČSSR III. Praha : HMÚ, 1967.

Bc. Martin Hanel
VÚV T.G.M., v. v. i.
e-mail: martin_hanel@vuv.cz
Lektoroval prof. Ing. Vojtěch Broža, DrSc., duben 2007

Key words
climate change, regional climate change scenarios, the Jizera watershed, spatial variability, BILAN, water balance modelling

Modelling climate change impact on hydrological regime of the Jizera watershed using regional climate change scenarios (Hanel, M.)

This paper summarizes the results of comparison of four regional climate change scenarios for the Czech Republic and describes application of its results on modelling impact of climate change on hydrological regime of the Jizera watershed. Common characteristics and differences between used scenarios are described in the first part of this paper. The rest part is aimed on modelling water balance, especially runoff in Jizera watershed under predicated future climate conditions to the year 2085. For water balance modelling the BILAN hydrological model was used.

VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ NA VÝPAROMĚRNÉ STANICI HLASIVO

Magdalena Mrkvičková

Klíčová slova
výpar z volné hladiny, výparoměrná stanice Hlasivo, statistické testování časové řady dat v programu CTPA, trendy v hodnotách výparu z volné hladiny, očekávaný vývoj hodnot výparu z volné hladiny

Souhrn

Statistickou analýzou průměrných sezonních hodnot výparu z volné hladiny, jež byly získány z měření na stanici Hlasivo z let 1957 až 2005, se ukázalo, že v získané časové řadě vzniká kolem poloviny osmdesátých let stoupající trend. Gradient trendové úsečky odpovídá zvýšení průměrného ročního výparu o 5 mm za rok. Sledovaný vývoj není během roku rovnoměrný. Nejvýrazněji se pozorované změny projevují v jarních a podzimních měsících, což bylo prokázáno analýzou jednotlivých řad měsíčních průměrů určených pro měsíce od května do října. Charakter hodnot výparu je důsledkem změn dalších meteorologických veličin (teploty vzduchu, teploty povrchu vody, vlhkosti vzduchu).

Úvod

Letošním rokem se uzavírá padesát let nepřetržitého provozu výparoměrné stanice Hlasivo u Tábora. Výzkumná stanice byla vybudována v roce 1957 a od té doby je zde pozorován a zaznamenáván výpar z vodní hladiny. Zařízení stanice prošlo mnohými změnami. V současné době je výpar měřen na zařízení GGI, Class-A a na srovnávacím výparoměru. Od počátku existence stanice jsou sledovány i základní meteorologické veličiny – teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, srážkový úhrn, rychlost větru, sluneční radiace. Od roku 1998 jsou všechny veličiny zaznamenávány automaticky, a to včetně hodnot teploty půdy v hloubce 5, 10, 20, 50 a 100 cm pod povrchem.

Provedený rozbor dat byl zaměřen především na veličinu výparu z vodní hladiny. Data získaná během fungování stanice tvoří ojedinělou řadu 49 hodnot, která by mohla vypovídat o dopadu klimatických změn na veličinu výparu jakožto složku hydrologické bilance a která slouží rovněž pro získávání informací o vzájemných vztazích mezi jednotlivými meteorologickými veličinami. Cílem statistické analýzy časových řad bylo vysledovat existenci trendů v řadách průměrných sezonních hodnot výparu nebo v řadách průměrných hodnot získaných během jednotlivých měsíců od května do října, popřípadě zjistit jiné statisticky významné změny.

Metodika zpracování dat získaných během pozorování

Výchozí měření z let 1957 až 1992 byla pro analýzu k dispozici v podobě průměrných hodnot teploty vzduchu, teploty povrchu vody, relativní vlhkosti vzduchu a výparu za desetidenní období. Do roku 1998 byly hodnoty sledovaných veličin odečítány v denních intervalech a se zřízením automatické měřicí stanice v roce 1998 v patnáctiminutových intervalech. Z výchozích dat byly spočteny průměrné měsíční a sezonní hodnoty. Chybějící měření výparu byla nahrazena hodnotami dopočtenými z regresního vztahu, jenž využívá změřenou hodnotu teploty vzduchu. Testování statistických charakteristik souboru proběhlo v programu

CTPA (*Change and trend problem analysis*). Program byl vyvinut v ČHMÚ (Procházka a kol.). Je určen pro detekci náhlých nebo postupných změn v analyzovaných časových řadách.

Testování statistických charakteristik řady průměrných sezonních hodnot výparu

Program CTPA umožňuje jednak detekci náhlé změny v časové řadě a jednak vyšetřování existence trendu a jeho vlastností. Dříve než se přistoupilo k vlastní analýze změn a trendů v časové řadě, bylo potřeba pro správný výběr testovacích prostředků určit, zda je možné data pokládat za nezávislé náhodné veličiny s normálním rozdělením, či zda se veličiny chovají podle jiného (asymetrického) rozdělení, nebo jejich hodnoty obsahují vzájemné vnitřní vazby (autokorelaci). Byly aplikovány testy normality a náhodnosti řady. Analýza statistického rozdělení řady byla provedena testem založeným na šikmosti a testem založeným na špičatosti. Hypotéza normálního rozdělení řady nebyla zamítnuta ani v jednom z testů. Řadu lze považovat za normálně rozdělenou. Testy náhodnosti poskytují informaci o charakteru závislosti (resp. nezávislosti) zkoumaných veličin. Testem nezávislosti hodnot podle Kendallova koeficientu pořadové korelace bylo zjištěno, že data nejsou nezávislá.

Testy změny

Průběh sezonních průměrů byl podroben testu změny střední hodnoty, rozptylu a autoregrese na hladině významnosti 0,05. Nulová hypotéza, která předpokládá, že náhodné veličiny tvoří autoregresní posloupnost n-tého řádu s konstantními parametry, se testuje proti alternativě, že v určitém bodě dochází ke změně průměru, rozptylu a parametrů autoregresního modelu. Výsledek testování nulovou hypotézu zamítá. Z výsledku testu vyplynulo, že v bodě, který odpovídá roku 1986, dochází ke změnám v dosavadním charakteru datové řady. V analyzovaném souboru hodnot výparu neočekáváme jednorázový náhlý posun v hodnotách časové řady. Výsledek testu může být tedy interpretován tak, že očekávaná existence trendu v časové řadě bude s detekovanou hodnotou z roku 1986 souviset.

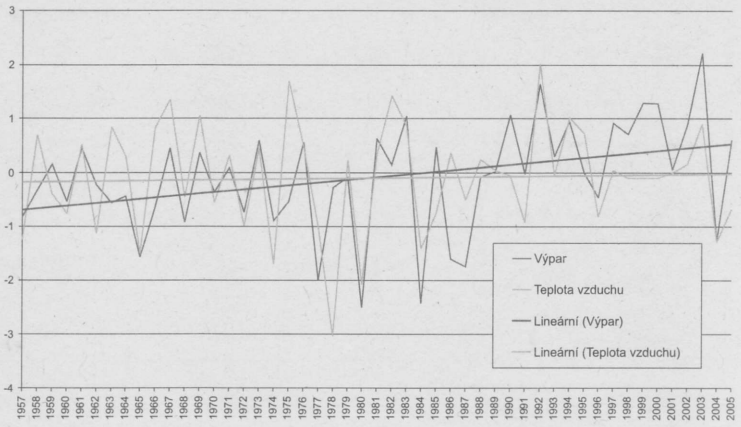
Testy trendu

Pro statistickou analýzu časové řady výparu byly kromě výsledků testů náhlé změny zajímavější výsledky testování trendu. Podíváme-li se na grafické zpracování ročních sezonních hodnot výparu v časové řadě od roku 1957 do roku 2005, najdeme v průběhu dat zjevný stoupající trend (*obr. 1*). Cílem šetření bylo zjistit, zda pozorovaný lineární nárůst měřených hodnot lze považovat za dlouhodobě statisticky významný, zda se trend během času mění a jakým způsobem, popřípadě najít pozici, kde trend vzniká. Byly používány testy existence trendu, vzniku trendu, test změny směrnice trendu a změny v trendu.

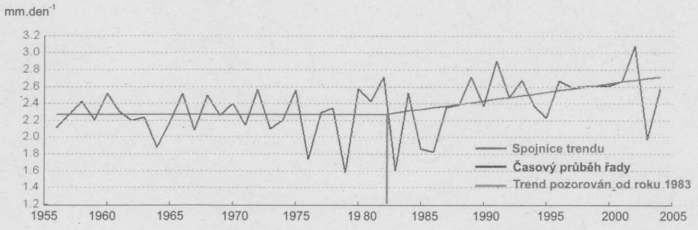
Test existence trendu zjišťuje, zda je směrnice v modelu jednoduché lineární regrese rovna nule proti alternativě, že je směrnice různá od nuly. Hypotéza, že střední hodnota řady se v čase nemění, se testuje proti alternativě existence lineárního trendu. Pro řadu sezonních průměrů byla testem alternativa existence trendu o gradientu 0,008 potvrzena na hladině významnosti 0,05.

Test vzniku trendu slouží k bližšímu určení charakteru trendu, jenž byl potvrzen testem existence. Hledá se odpověď na otázku, zda pozorovaný vývoj nastává už od počátku řady, nebo zda se časem objevuje v řadě, jež byla původně nezávislá. Předpokládáme řadu s neměnnou střední hodnotou, která se testuje oproti alternativě vzniku trendu v bodě, jehož polohu test odhaduje. V bodě vzniku možného trendu se předpokládá spojitost trendových přímek. Pro analyzovaný soubor byl odhadnut bod vzniku trendu v roce 1983. Nulová hypotéza konstantní střední hodnoty však zamítnuta nebyla. To znamená, že výsledek odhadnutého počátku trendu nelze považovat za statisticky významný (*obr. 2*). V dalším kroku byl proveden test existence trendu pouze pro rostoucí část řady (od roku 1983 do roku 2005). Rostoucí průběh hodnot pro zkrácenou řadu se potvrdil jako statisticky významný. Směrnice přímky trendu nabývá hodnoty 0,027 (*obr. 3*).

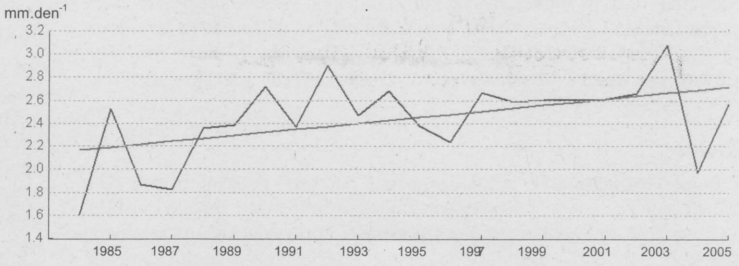
Cílem *testu změny směrnice trendu* bylo získat další informace o charakteru trendové křivky. Vycházelo se z výsledku testu existence trendu, jenž určitý vývoj v průměrných hodnotách potvrdil. Pro nulovou hypotézu testu změny směrnice trendu platí, že v řadě existuje konstantní trend oproti alternativě změny směrnice trendu v odhadnutém bodě. Při hledání dalších charakteristik řady testováním změny směrnice trendu byla potvrzena alternativa o změně směrnice trendu, a to kolem hodnoty výparu získané v roce 1983. Gradient trendové přímky pro období od roku 1957 do 1983 odpovídá hodnotě 0,002. Pro léta 1983 až 2005 byla testem určená velikost gradientu 0,027.



Obr. 1 Průběh normalizovaných hodnot průměrného sezonního výparu od roku 1957 do roku 2005



Obr. 2. Test vzniku trendu pro časovou řadu průměrných sezonních hodnot výparu za období 1957–2005



Obr. 3. Test existence trendu pro časovou řadu průměrných sezonních hodnot výparu za období 1983–2005

Testování statistických charakteristik řady průměrných měsíčních hodnot výparu

Řady měsíčních průměrů výparu byly podrobeny obdobnému testování jako řada roční s cílem určit, zda ke změnám hodnot výparu dochází rovnoměrně během sezony, nebo zda se stoupající trend v některých měsících objevuje výrazněji než v ostatních. Byly určeny statistické vlastnosti řad jednotlivých měsíců a dále byly podrobeny testování trendu.

Květen

Z *obr. 4* je zřetelný rostoucí charakter lineární spojnice trendu. Hodnoty řady jsou vzájemně korelované a normálně rozdělené. Testem existence trendu byl pozorovaný rostoucí vývoj květnových hodnot potvrzen jako statisticky významný. Dále byly řešeny bližší vlastnosti spojnice trendu. Test vzniku trendu definoval jako počátek růstu hodnot rok 1973. Byl aplikován i test změny směrnice trendu, jenž potvrdil alternativu změny ve sklonu směrnice oproti nulové hypotéze konstantního parametru směrnice trendu. Od roku 1973 je odhadnutý gradient přímky roven hodnotě 0,7.

Červen

Hodnoty výparu v měsíci červnu se zdají ve svých průměrech stabilní a k nárůstu výparu v červnu nedochází. Data lze považovat za normálně rozdělená a nezávislá. Testem existence trendu hypotéza konstantního průměru nebyla zamítnuta, což znamená, že v řadě nebyla nalezena rostoucí tendence.

Červenec

Průběh průměrných hodnot výparu naměřených v červenci nevykazuje žádný zřetelný vývoj. Pro řadu platí předpoklad nezávislosti a normality dat. Výsledky testování jsou stejné jako pro měsíc červen. Trend v časové řadě nebyl potvrzen.

Srpen

Hodnoty srpnového výparu vykazují v časové řadě jistý stoupající vývoj. Nelze ale jednoznačně říci, zda je velikost směrnice přímky spojnice trendu významná či nikoliv. Skutečnost existence trendu byla podrobena statistickému testování. Pro řadu platí normální rozdělení a vzájemná nezávislost hodnot. Test existence trendu nepotvrdil růst střední hodnoty jako statisticky významný. Výpar z vodní hladiny v srpnu lze považovat za stacionární.

Září

Výsledky analýzy průměrných hodnot výparu v září jsou obdobné jako pro měsíc srpen. Z grafu závislosti výparu na čase lze říci, že je spojnice trendu rostoucí. Bližším testováním však hypotéza konstantní střední hodnoty zamítnuta nebyla a růst hodnot výparu nelze považovat za statisticky významný (*obr. 5*).

Říjen

Spojnice trendu říjnových hodnot výparu stoupá výrazně. Řada se chová jako normálně rozdělená, vzájemně korelovaná data. Výsledek testování existence trendu se přiklání k alternativě rostoucího vývoje. Test vzniku trendu potvrdil alternativu, že na konci osmdesátých let začíná časová závislost hodnot.

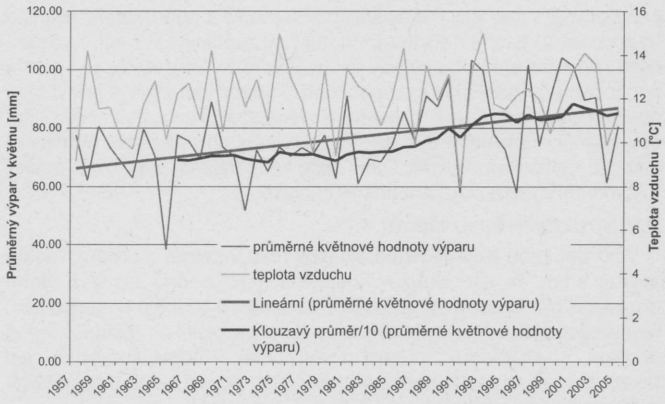
Závěr

Statistická analýza časové řady průměrných sezonních hodnot výparu z výparoměrné stanice Hlasivo potvrdila pozorovaný vývoj z posledních dvaceti let. Výsledky testování trendu lze interpretovat tak, že je možno rostoucí tendenci, jež se objevila v řadě sledované veličiny přibližně v polovině osmdesátých let, považovat za statisticky významnou. Od této doby narůstá výpar z vodní hladiny gradientem 0,027, což znamená nárůst průměrné denní hodnoty výparu za desetileté období o 0,27 mm. Nárůst průměrného sezonního výparu za rok lze očekávat přibližně o 5 mm.

Ke změně hodnot výparu během roku nedochází rovnoměrně. Statistickou analýzou jednotlivých měsíců je možné interpretovat tak, že nejzásadnější změny se projevují v jarních a podzimních měsících. Výsledek analýzy koresponduje s klimatickým scénářem, jenž počítá se změnou přírodních podmínek především v zimních měsících. Je logické předpokládat, že růst hodnot výparu je důsledkem růstu teploty vzduchu, teploty povrchu vody, zvýšené radiace, popřípadě nižší hodnoty vlhkosti vzduchu. Studie problematiky vztahů výparu a ostatních meteorologických veličin budou pokračovat v návaznosti na analýzu časových řad výparu.

Magdalena Mrkvičková
VÚV T.G.M., v. v. i.
e-mail: magdalena_mrkvickova@vuv.cz
Lektoroval prof. Ing. Vojtěch Broža, DrSc., květen 2007

Key words
evaporation from free water surface, Hlasivo evaporation station, statistical testing of time series in the Change and Trend Problem Analysis (CTPA) computer program, trends in time series of evaporation, expected progession of evaporation



Obr. 4. Průběh průměrné hodnoty výparu v květnu a jeho lineární spojnice trendu

Obr. 5. Průběh průměrné hodnoty výparu v září a jeho lineární spojnice trendu

Assessment of measurement on Hlasivo evaporation station (Mrkvičková, Magdalena)

Statistical analysis of seasonal evaporation series (May to October), which was obtained from the measurements on the Hlasivo evaporation station during the years 1957 to 2005, showed that since middle eighties this series involves statistically significant trend. Gradient of the trend line is relevant to annual increase in the evaporation by 5 mm. The observed increase is not distributed equally during the year. Analysis of data from individual months showed that the increase is statistically significant during spring and autumn. The causal factors of the increase therefore probably include air temperature, water temperature and air humidity.

JAKÝ STRATEGICKÝ VÝZKUM JE PODLE ODBORNÍKŮ ZAPOTŘEBÍ NA ČESKÉM A NĚMECKÉM ÚZEMÍ POVODÍ LABE?

Marta Martínková[1], Šarka Blažková[1], Cornelia Hesse[2], Valentina Krysanova[2], Romana Košková[3]

Klíčová slova
povodí Labe, adaptivní režim, vodní hospodářství, směry výzkumu

Souhrn

Text shrnuje výsledky dotazníkového průzkumu, který proběhl mezi odbornou veřejností v oboru řízení vodního hospodářství v povodí Labe na území ČR a SRN. Průzkum se uskutečnil v rámci evropského projektu NeWater souběžně v české a německé části povodí Labe. Dotazník obsahoval dvě otázky, které vyplynuly z předcházejícího dotazníkového průzkumu – první se zabývala dopady změny klimatu, druhá jakostí vody ve vztahu k její kvantitě. Jde o následující požadované výsledky nebo směry výzkumu: údaje o míře nejistoty předpovědí objemu srážek, odhad indexů spotřeby vody pro dílčí povodí, frekvence výskytu povodní podle hlavních scénářů klimatické změny a vyhodnocení spolehlivosti těchto předpovědí, stanovení poměrného zastoupení zdrojů nutrientů, analýza zatížení prostředí ostatními polutanty, scénáře vlivu využití pozemků, zemědělství a změn v souvisejících odvětvích na jakost vody a analýza efektivnosti nákladů.

1. Úvod

Adaptace vodního hospodářství, tzn. schopnost řízení ve vodním hospodářství přizpůsobit se měnícím se vnějším podmínkám, se stává v poslední době významným tématem řady odborných prací – např. [1]. Na toto téma reaguje i projekt Evropské unie NeWater.

V roce 2005 byl v rámci řešení projektu NeWater proveden první dotazníkový průzkum v povodí Labe. Z tohoto výzkumu vyplynulo, že veřejnost zainteresovaná ve vodním hospodářství (šlo o různorodou skupinu uživatelů –„stakeholderů" především z hlediska oborů činnosti v povodí Labe) považuje za nejpotřebnější tyto směry výzkumu [2], [3]:

- začlenění otázky změny klimatu do vodního hospodářství na území povodí Labe,
- začlenění otázky jakosti vody ve vztahu k její kvantitě do vodního hospodářství na území povodí Labe.

Na tento dotazníkový průzkum navázal v roce 2006 další dotazníkový průzkum zaměřený na užší skupiny „stakeholderů" – šlo zejména o odborníky v oboru řízení ve vodním hospodářství. Dotazník obsahoval pouze dvě otázky, první byla zaměřena na problematiku vlivu změny klimatu na vodní hospodářství na území povodí Labe, druhá na kvalitu vody ve vztahu k její kvantitě na území povodí Labe (*tabulky 1 a 2*). Svou formou se sice tento dotazník blíží spíše interview – avšak respondenti volili z jednotlivých možností. Předpokládali jsme, že své odpovědi opatří komentáři. Většina respondentů poskytla velmi podrobná zdůvodnění a vysvětlení. V následujícím textu jsou uvedeny výsledky tohoto dotazníkového průzkumu a závěry, které z něho vyplynuly.

2. Materiál a metody

Dopisem byli osloveni vybraní odborníci se zkušenostmi z oboru vodního hospodářství a řízení ve vodním hospodářství. V německé

části povodí Labe šlo především o pracovníky z oboru řízení vodního hospodářství z ministerstev jednotlivých spolkových zemí. V české části byli osloveni odborníci se zkušenostmi z oboru řízení ve vodním hospodářství. Potenciální respondenti obdrželi dotazník s průvodním dopisem. Součástí zásilky byla ofrankovaná obálka se zpáteční adresou, aby vyplnění dotazníku bylo pro respondenty co nejsnazší. Vzhledem k formě dotazníkového průzkumu, kde respondenti připojovali dopisy s komentáři, nebyl průzkum přísně anonymní.

2.1 Struktura respondentů

V povodí Labe existují různé skupiny respondentů, a proto je nutno počítat s tím, že tyto skupiny budou mít protichůdné zájmy. V tomto průzkumu byli osloveni pouze odborníci z oboru vodního hospodářství. Respondenti jsou v tomto průzkumu dále považováni za zástupce jedné skupiny „stakeholderů" v rámci povodí Labe. Předpokládáme, že jen faktor, zda jsou z české nebo německé části povodí Labe, mohl ovlivnit rozdílnost jejich odpovědí.

2.2 Struktura dotazníku

Dotazník byl přizpůsoben předpokladu, že na něj budou odpovídat odborníci; obsahoval sice pouze dvě otázky, nicméně s velmi podrobně vypracovanými možnostmi odpovědí, ze kterých respondenti volili. U každého oddílu obou otázek byl prostor k vypsání dalších možností odpovědi, popřípadě komentářů (*tabulky 1 a 2*). Dotazník neměl žádný speciální název, protože potenciální respondenti o něm byli předem informováni a nebyl na rozdíl od předchozího dotazníkového průzkum předpoklad, že by respondenti poskytli dotazník svým kolegům.

Otázka č. 1 (*tabulka 1*) se zabývala problematikou klimatické změny. Respondenti byli dotazováni na to, jaké výsledky výzkumu jsou podle jejich názoru potřebné pro lepší začlenění otázky klimatické změny do vodního hospodářství na území Labe. Otázka č. 1 byla rozdělena na čtyři oddíly: „Klima", „Voda v závislosti na klimatických scénářích" včetně časových období a referenčních období, „Extrémní jevy" a „Jiné?".

Otázka č. 2 (*tabulka 2*) se zabývala kvalitou vody ve vztahu k její kvantitě. Respondenti byli dotazováni na to, jaké informace nebo výsledky výzkumu jsou podle jejich názoru potřebné pro lepší začlenění otázky jakosti vody ve vztahu k její kvantitě do vodního hospodářství na území povodí Labe. Otázka č. 2 byla rozdělena na tři oddíly: „Zdroje znečištění", „Analýzy a scénáře" a „Jiné?".

2.3 Způsob vyhodnocení průzkumu

Obdržené dotazníky byly zpracovány kvantitativně (respondenti vybírali jednu z nabízených odpovědí) i kvalitativně (zpracování komentářů respondentů), a to zvlášť v německé a české části povodí Labe.

Zvýšený důraz byl kladen na zpracování komentářů a doprovodných dopisů od respondentů.

3. Výsledky průzkumu

Respondenti tvoří poměrně homogenní skupinu vzhledem k oboru činnosti. Protože tento dotazníkový průzkum navazoval na předcházející [2, 3] a protože byli osloveni pouze odborníci z oboru vodního hospodářství, mohly být otázky velmi podrobné a konkrétně zaměřené. Celkem odpovídalo 36 respondentů (shodně po osmnácti v české a německé části povodí Labe).

3.1 Jaké informace/jaké výsledky výzkumu jsou podle názoru respondentů potřebné pro lepší začlenění otázky klimatické změny do vodního hospodářství na území povodí Labe?

Z odpovědí respondentů z prvního oddílu „Klima" vyplynula nejvýrazněji skutečnost, že respondenti považují za důležité údaje o míře nejistoty předpovědí srážek při klimatické změně a informace o nejpravděpodobnějších srážkových trendech (tuto možnost označili všichni respondenti z německé části povodí Labe a většina respondentů z české části).

Většina respondentů v české i německé části povodí Labe považuje za důležité údaje o míře nejistoty předpovědí teplot při klimatické změně a informace o nejpravděpodobnějších teplotních trendech. V tomto oddíle dotazníku nevyplynulo žádné konkrétní časové období, pro které považují respondenti za důležité vytváření klimatických scénářů. Respondenti by uvítali například informace o meziroční změně ve srážkách a teplotách a informace o dopadech předpokládané změny klimatu na spotřebu vody.

Z odpovědí v druhém oddíle otázky č. 1 vyplynulo, že respondenti shodně v české i německé části povodí Labe považují za nejdůležitější „odhad trendů indexu spotřeby vody" (vztahu dostupnosti vodních zdrojů a nároků na vodu) v subpovodích (nebo subregionech) povodí Labe se zahrnutím vlivu změny klimatu a socio-ekonomických změn". Respondenti navrhují delší než desetileté referenční období – nejčastěji se objevovalo třicetileté období. Žádné desetileté časové období pro scénáře změn (*tab. 1*) nebylo označeno respondenty za nejdůležitější.

Třetí oddíl otázky č. 1 se zabýval extrémními jevy v povodí Labe. Respondenti považují za důležité informace o frekvenci výskytu povodní a sucha podle hlavních scénářů klimatické změny a vyhodnocení spolehlivosti těchto předpovědí (tuto možnost označila většina respondentů v české i německé části povodí Labe). V komentářích k tomuto oddílu otázky č. 1 se objevil požadavek na odpovědné vyhodnocení výsledků v této oblasti výzkumu. Respondenti navrhují také vypracovat scénáře socio-ekonomických dopadů povodní a sucha a vypracovat analýzy možných změn vegetačního pokryvu. Také se objevil návrh na orientaci výzkumu na možnosti udržitelného rozvoje.

Tabulka 1. Otázka č. 1: „Jaké informace/jaké výsledky výzkumu jsou podle Vašeho názoru potřebné pro začlenění otázky klimatické změny do vodního hospodářství na území povodí Labe?"

Klima Jiné?	☐ **Klimatické scénáře** pro období do roku *2010/ 2020/ 2030/ 2040/ 2050* ☐ Údaje o míře nejistoty předpovědí **teplot** při klimatické změně a informace o nejpravděpodobnějších teplotních trendech ☐ Údaje o míře nejistoty předpovědí **srážek** při klimatické změně a informace o nejpravděpodobnějších srážkových trendech
Voda v závislosti na klimatických scénářích Časové období Jiné?	☐ Mapy 5 nebo 10letých průměrů ročních (nebo sezonních) hodnot **přímého odtoku** (přímý odtok = srážky – evapotranspirace minus – podzemní vody) ☐ Mapy diferencí budoucích **přímých odtoků** vztažené k referenčnímu období ☐ Mapy 5 nebo 10letých průměrů ročních (nebo sezonních) hodnot dotace **podzemních vod** ☐ Mapy diferencí budoucí dotace **podzemních vod** vztažené k referenčnímu období ☐ Mapy 5 nebo 10letých průměrů ročních (nebo sezonních) hodnot **klimatické vodní bilance** (klimatická vodní bilance = srážky – potenciální evapotranspirace) ☐ Mapy diferencí budoucí **klimatické vodní bilance** vztažené k referenčnímu období ☐ 5 nebo 10leté průměry ročních hodnot **průtoků/ úrovní hladin vody** v hlavních měrných profilech v povodí Labe ☐ Odhad trendů **indexu spotřeby vody** (vztahu dostupnosti vodních zdrojů a nároků na vodu) v subpovodích (nebo subregionech) povodí Labe se zahrnutím vlivu změny klimatu a socio-ekonomických změn **Období** pro scénáře změn: do roku ☐2010 ☐2020 ☐2030 ☐2040 ☐2050 **Referenční období** ☐1970–1980 ☐1980–1990 ☐1990–2000
Extrémní jevy Jiné?	☐ **Frekvence výskytu povodní podle hlavních scénářů klimatické změny a vyhodnocení spolehlivosti těchto předpovědí** ☐ **Frekvence výskytu sucha** podle hlavních scénářů klimatické změny a vyhodnocení spolehlivosti těchto předpovědí ☐ **Míra nejistoty** ve vztahu k předpovědím frekvence výskytu povodní? ☐ **Míra nejistoty** ve vztahu k předpovědím frekvence výskytu sucha?
Jiné?	

3.2 Jaké informace/jaké výsledky výzkumu jsou podle Vašeho názoru potřebné pro lepší začlenění otázky jakosti vody ve vztahu k její kvantitě do vodního hospodářství na území povodí Labe?

První oddíl otázky č. 2 byl zaměřen na zdroje znečištění. Většina respondentů v české i německé části označila jako důležité stanovení poměrného zastoupení zdrojů nutrientů (dělených podle různých bodových a difuzních zdrojů) ve vybraných subpovodích využitím dynamických nebo statistických modelů. Analýzu zatížení prostředí jinými znečišťujícími látkami označila také většina respondentů v obou částech povodí Labe.

Tabulka 2. Otázka č. 2: „Jaké informace/jaké výsledky výzkumu jsou podle Vašeho názoru potřebné pro lepší začlenění otázky jakosti vody ve vztahu k její kvantitě do vodního hospodářství na území povodí Labe?"

Zdroje znečištění	☐ Stanovení poměrného zastoupení zdrojů nutrientů (dělených podle různých bodových a difuzních zdrojů) ve vybraných reprezentativních subpovodích (nebo pro všechna subpovodí) využitím dynamických procesně založených modelů nebo statických modelů ☐ Analýza zatížení prostředí jinými znečišťujícími látkami (těžké kovy, organické znečištění, pesticidy) v celém povodí Labe nebo ve vybraných subpovodích
Jiné?	
Analýzy a scénáře	☐ Analýza vlivů **extrémních jevů** (např. povodní) na ukazatele jakosti vody (např. nutrienty, těžké kovy, organické znečištění)? ☐ Analýza **funkce břehových zón** podél říčních toků ve snižování množství znečišťujících látek ☐ Scénáře vlivu **změny užívání pozemků** (např. zvýšení výměry pozemků ležících ladem, zalesňování, urbanizace) na kvalitu vody ☐ Scénáře vlivu **zemědělského hospodaření** na pozemcích (např. rotace plodin, hnojení) na kvalitu vody ☐ Scénáře vlivu **vodního hospodářství** (např. efektivnější čistění odpadních vod) na kvalitu vody ☐ Scénáře vlivu **hydrotechnických zásahů** (např. napřimování toků, budování nádrží) na kvalitu vody ☐ Scénáře dopadu **změny klimatu** na kvalitu vody ☐ Scénáře vlivu změn v **souvisejících odvětvích** (zemědělství, rekreace, plavba, urbanistika atd.) ☐ Vliv **socio-ekonomických změn** (např. hustoty populace) na regionální nároky na vodu ☐ **Analýza efektivnosti nákladů** pro různá opatření sledující snižování zatížení nutrienty
Jiné?	Výzkum je potřebný pro následující znečišťující látky: ☐ *nutrienty* / ☐ *těžké kovy* / ☐ *organické znečištění* / ☐ *pesticidy* / ☐ *anorganické znečištění*
Jiné?	

Další oddíl otázky č. 2 se zabýval analýzami a scénáři vlivu různých faktorů na jakost vody a různými typy znečištění vody. Celkově vyplynulo, že respondenti v obou částech povodí Labe považují za potřebné scénáře vlivu využití pozemků na jakost vody a scénáře vlivu zemědělského hospodaření na jakost vody. Scénáře vlivu změn v souvisejících odvětvích (zemědělství, rekreace, plavba, urbanistika atd.) na jakost vody a analýza efektivnosti nákladů pro různá opatření sledující snižování zatížení nutriety byly též většinou respondentů v obou částech povodí Labe označeny za potřebné.

Vliv socio-ekonomických změn (např. hustota populace) na regionální nároky na vodu byl bod, ve kterém byly odpovědi respondentů z české a německé části povodí Labe nejvíce rozdílné. Tento bod označilo čtrnáct respondentů z české a devět z německé části povodí Labe.

Podle respondentů je potřebný výzkum především pro tyto znečišťující látky: nutrienty a organické znečištění. Respondenti také navrhují zaměřit se na endokrinně účinné látky a na rozptýlené drobné, avšak významné zdroje znečištění.

4. Závěr

Zde popisovaný dotazníkový průzkum v povodí Labe měl jako hlavní cíl získání podnětů od odborníků z oboru vodního hospodářství, aby byly prohloubeny a konkretizovány požadavky na směry výzkumu v hydrologii a souvisejících oborech. Průzkum probíhal souběžně na území povodí Labe v SRN a v ČR.

Motivací byl hlavní cíl projektu Evropské unie NeWater, což je vývoj adaptivního a integrovaného vodního managementu. Z dotazníkového průzkumu vyplynuly tyto požadavky na výsledky výzkumu pro lepší začlenění otázky klimatické změny do vodního hospodářství v povodí Labe:

- údaje o míře nejistoty předpovědí objemu srážek,
- odhad indexů spotřeby vody,
- frekvence výskytu povodní a sucha podle hlavních scénářů klimatické změny a vyhodnocení spolehlivosti těchto předpovědí.

Pro scénáře vlivu klimatické změny na dostupnost vody by mělo být použito delší (třicetileté) referenční období, nejčastěji se v odpovědích objevovalo období 1970 až 2000.

Pro lepší začlenění otázky jakosti vody ve vztahu k její kvantitě je podle respondentů potřebné:

- stanovení poměrného zastoupení zdrojů nutrientů,
- analýza zatížení prostředí jinými znečišťujícími látkami,
- scénáře vlivu využití pozemků na jakost vody, vlivu zemědělského hospodaření na jakost vody a vlivu změn v souvisejících odvětvích na jakost vody.

Celkově se odpovědi v české a německé části povodí Labe shodovaly. Největší rozdíly mezi respondenty v ČR a SRN byly v názoru na to, zda je potřebná analýza vlivu socio-ekonomických změn (např. hustoty obyvatelstva) na regionální nároky na vodu. Tuto možnost označila většina respondentů v české části povodí Labe a jen polovina respondentů v německé části.

Poděkování

Dotazníkový průzkum byl financován z projektu EU NeWater. Autorky velice děkují všem, kteří věnovali svůj čas a dotazník vyplnili.

Literatura

[1] Rivers-Moore, NA. and Jewitt, GPW. Adaptive management and water temperature variability within a South African river system: What are the management options?. Journal of Environmental Management, 82, 2007, p. 39–50.

[2] Hesse, C., Krysanova V., Blažková, Š, Martínková, M., Košková, R., Möllenkamp, S., Gräfe, P. und Wechsung, F. Stakeholder-Befragung im Elbeeinzugsgebiet: Fragebogen zu wesentlichen Problemen sowie Forschungsbedarf. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 2007, v tisku.

[3] Martínková, M., Blažková, Š., Hesse, C., Krysanova, V. a Košková, R. Jaký průzkum je potřeba v povodí Labe? VTEI, 48, 2006, č. 2, s. 7–10, příloha Vodního hospodářství 6/2006.

[1] VÚV T.G.M., v.v.i., tel.: 220 197 286, 220 197 534
[2] Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.
[3] Ústav pro hydrodynamiku AV ČR

Lektoroval Ing. Josef Hladný, CSc., duben 2007

Key words

Labe catchment, adaptive water management, stakeholder participation, questionnaires

Questionnaire research for stakeholders – specialists in water management – on research needs in the Czech and German part of the Elbe basin (Martínková, M., Blažková, Š., Hesse, C., Krysanova, V., Košková, R.)

Presented text summarized Questionnaires for water management stakeholders in the Elbe basin (project NeWater). First question was about climate change impact scenarios and related water problems. Second question was about what kind of research results do stakeholders need in order to better integrate water quality with water quantity in water management in the Elbe basin. These kind of research or results followed: information about uncertainty ranges in prediction of precipitation under climate change, estimation of trends in water use index for the Elbe subbasins, frequency of floods according to major climate change scenarios, and reliability of such predictions, source apportionment of nutrient load for subbasins using dynamical process-based models or statistical models, analysis of pollution load for other pollutants, scenarios of land use change effects, scenarios of agriculture management, scenarios of changes in water-related sectors and cost-effectiveness analysis.

CO PŘINESL DRUHÝ ROK ŘEŠENÍ VÝZKUMNÉHO ZÁMĚRU „VÝZKUM PRO HOSPODAŘENÍ S ODPADY V RÁMCI OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A UDRŽITELNÉHO ROZVOJE“

Věra Hudáková, Marie Kulovaná

Klíčová slova
odpad, nakládání s odpady, úprava, recyklace, odstranění, PCB, elektroodpad, vozidla s ukončenou životností, BRO, PVC, nebezpečný odpad, kontaminované místo, skládka, kal, opětovné použití, stavební odpad, baterie, zpětný odběr

Souhrn

Článek informuje o pracích na jednotlivých subprojektech, které byly v roce 2006 v rámci výzkumného záměru „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení)“ provedeny. V úvodu je shrnut jejich přehled a dále jsou stručně popsány informace o průběhu řešení a získaných výstupech. Jde o celou škálu odpadů – biologicky rozložitelné, nebezpečné odpady, PCB, elektroodpady, autovraky – a o postupy jak analytické, tak i o technologie zabývající se odpady.

V druhém roce řešení výzkumného záměru „Odpady“, tj. v roce 2006, byla výzkumná činnost organizována do subprojektů, z nichž některé byly ještě dále členěny podle řešené problematiky.

V oblasti nakládání s odpady byly i v roce 2006 v Evropské unii přijímány nové předpisy, které tuto oblast upravují, a proto je v rámci všech subprojektů trvale sledován i vývoj a aktuální stav právních předpisů nejen v EU, ale i v České republice. Odbornou podporu jednotlivým řešitelům vytvářejí nejen všichni pracovníci Centra pro hospodaření s odpady (CeHO), ale i pracovníci jiných odborů VÚV T.G.M.,v.v.i. V rámci subprojektů zaměřujících se na sledování vlastností nebo složení odpadů jsou to hlavně pracovníci laboratoří, které jsou zázemím CeHO. Současně probíhala i setkání s odborníky jak z ČR, tak ze zahraničí.

Přehled řešených subprojektů v roce 2006

1. Problematika biologicky rozložitelných odpadů
   - 1A. Biologicky rozložitelné odpady;
   - 1B. Provozní pokus posouzení vlivu kuchyňských drtičů na složení kalu;
   - 1C. Problematika kalů z čistíren odpadních vod;
2. Zpracování databázové podoby technologií úprav odpadů;
3. Vybrané odpady – autovraky a elektroodpad a výzkum v oblasti plastů;
4. Hodnocení složení a vlastností odpadů
   - 4A. Hodnocení ekotoxicity odpadů;
   - 4B. Stanovení kyselinové neutralizační kapacity a organického uhlíku;
   - 4C. Metodické pokyny v odpadovém hospodářství;
5. Výzkum v oblasti nebezpečných odpadů;
6. Evidence a hodnocení skládek a starých zátěží
   - 6A. Evidence starých zátěží;
   - 6B. Průzkum a hodnocení ekologických zátěží včetně starých skládek;
   - 6C. Problematika PCB ve starých zátěžích;
   - 6D. Lokalizace a pasportizace zařízení na odstranění a zneškodnění odpadů;
7. Výzkum v oblasti termického zneškodňování a energetického využívání odpadů;
8. Výzkum v oblasti problematiky PCB;
9. Výzkum v oblasti LCA (životního cyklu výrobku).

Dále budou stručně popsány práce a výsledky provedené v rámci jednotlivých subprojektů v roce 2006.

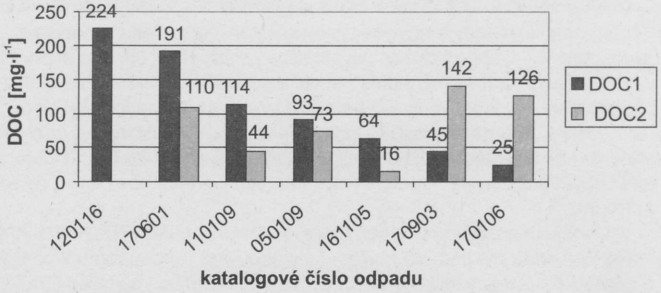
Problematika biologicky rozložitelných odpadů (BRO) je velmi široká a v současné době jde o velmi diskutované téma. V rámci výzkumného záměru byly shromážděny některé údaje o potenciálních rizicích přenosu bakteriálních infekcí při kompostování BRO a byl vypracován stručný přehled systémů mechanicko-biologické úpravy v Evropě. Jako geograficky strukturovaný přehled jsou zpracovávány informace o zařízeních a technologiích pro BRO, v roce 2007 by měl přehled obsáhnout informace za celou ČR. Již od roku 2005 probíhalo dlouhodobé sledování vlivu používání drtičů kuchyňského odpadu na funkci a provoz malé čistírny odpadních vod (ČOV). Byla sledována kvalita a množství odpadních vod, kvalita kalů a provozní parametry ČOV. Cílem řešení bylo získat podklady pro objektivní posouzení vlivu používání drtičů kuchyňského odpadu na kvalitu odpadních vod a následně na kvalitu kalu vznikajícího na malých ČOV. Získány byly i další údaje o složení kalů z komunálních ČOV, které zkvalitnily informace o možnostech dalšího nakládání a využívání kalů. Problematice kalů z ČOV se věnoval i samostatný podsubprojekt, ve kterém byly zpracovány, prověřeny a vyhodnoceny údaje o produkci a nakládání s kaly z ČOV. Byly pořízeny souhrnné údaje pro pět hlavních a vzhledem k reportingu pro EU požadovaných způsobů využití a odstranění kalů z ČOV, odpovídajících zpřesněné produkci.

V průběhu roku 2006 byla „Databáze technologií úprav odpadů“, přístupná na internetových stránkách VÚV T.G.M., v.v.i. (http://www.vuv.cz), průběžně aktualizována a doplňována o další zařízení na využití a úpravu odpadů.

V rámci subprojektu Vybrané odpady bylo zahájeno dlouhodobé sledování obsahu Pb, Hg, Cd, Cr^{6+} v odpadech vznikajících zpracováním autovraků a elektroodpadů. U elektroodpadů byl sledován i obsah PBB (polybromované bifenyly) a PBDE (polybromované difenylétery). Toto dlouhodobé sledování vychází z požadavků směrnic EU, které u motorových vozidel (kategorie M1, N1, tříkolová) vyrobených po 1. 7. 2003 zakazují používat materiály s obsahem Pb, Hg, Cd, Cr^{6+} a u elektrozařízení vyrobených po 1. 7. 2006 zakazují ještě navíc používat i PBB a PBDE. Účelem tohoto sledování je získat informace o obsahu nebezpečných látek ve výrobcích, u kterých se při výrobě ještě neprojevil zákaz jejich používání. Tím se získá pomyslná maximální hranice obsahů Pb, Hg, Cd, Cr^{6+}, PBB, PBDE; u odpadů z výrobků vyrobených po stanovených termínech by obsahy sledovaných ukazatelů měly být již nižší. V rámci subprojektu byl v roce 2006 dokončen návrh postupu pro „Stanovení obsahu Hg, Cd a Pb v odpadech elektrochemických článků“. Při ověřování různých způsobů rozkladu baterií potvrdily analýzy provedené v laboratořích VÚV T.G.M., v.v.i., že obsah rtuti byl u všech analyzovaných tužkových baterií (typ AA) od různých výrobců nižší než 0,0001 % hm. Hodnoty tedy vyhovují požadavkům uvedeným v nově přijaté směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/66/ES, o bateriích a akumulátorech a odpadních bateriích a akumulátorech.

Hodnocení skutečných vlastností odpadů je sama o sobě velmi rozsáhlá oblast. V rámci výzkumného záměru byla řešena problematika hodnocení ekotoxicity odpadů. Byly provedeny sady testů ekotoxicity na šesti vybraných vzorcích odpadů. Na základě porovnání citlivosti skupiny akvatických a kontaktních testů toxicity bylo zjištěno, že provádění pouze akvatických testů toxicity k charakterizaci environmentálních rizik spojených s uvolňováním toxických látek z odpadů do prostředí není vhodné, neboť nejsou dostatečně citlivé na toxické látky ve vodě málo rozpustné či hydrofobní. Ukázalo se, že kontaktní testy toxicity zaznamenaly přítomnost toxických látek u 83 % vzorků, zatímco akvatické pouze u 33 % vzorků. Bylo zjištěno, že v současnosti používaná sada čtyř akvatických testů toxicity je nedostatečná ve své citlivosti i ekologické relevanci. Souhrnně z výsledků vyplývá potřeba zavedení kontaktních testů toxicity do hodnocení pevných odpadů a potřeba inovace akvatické sady tzv. standardních testů toxicity.

Vyhláška č. 294/2005 Sb. při implementaci Rozhodnutí Rady 2003/33/ES převzala i možnost úpravy hodnocení DOC (rozpuštěný organický uhlík) při stanovení v rozmezí pH 7,5–8. Z experimentálních výsledků však vyplývá, že tato možnost úpravy hodnocení není pro všechny odpady vhodná. U některých odpadů došlo ke snížení hodnoty DOC, u některých se naměřené hodnoty pohybovaly na stejné úrovni a u některých odpadů došlo dokonce ke zvýšení této hodnoty, někdy řádově i o desítky procent. Je zřejmé, že samotné stanovení DOC nebo TOC (celkový organický uhlík) ještě zcela neřeší otázku původu organického uhlíku. Pro další hodnocení vlivu tohoto ukazatele na životní prostředí by patrně bylo nutno dále specifikovat jeho zdroj. Na *obr. 1* jsou porovnány výsledky stanovení DOC metodou podle ČSN EN 1484 (75 7515), které jsou označeny DOC1, a výsledky získané v řízeném výluhu (po přidání kyseliny nebo zásady do pH 7,5–8) jsou označeny DOC2.



Zdroj: CeHO

Obr. 1. Výsledky měření DOC – srovnání DOC1 a DOC2

V rámci subprojektu 4C byly připraveny podklady pro aktualizaci stávajícího metodického pokynu – „Metodický pokyn k hodnocení ekotoxicity" a pro vydání nového dokumentu – „Metodický pokyn pro zpracování Základního popisu odpadu". U „Metodického pokynu ke vzorkování odpadů" probíhala koncem roku 2006 příprava podkladů pro jeho aktualizaci především s ohledem na vydání nových evropských, ale i českých norem. Současně se uskutečnila i příprava podkladů pro inovovaný „Metodický pokyn k hodnocení přijatelnosti odpadů ukládaných na skládky a při jejich využívání na povrchu terénu".

Výzkum v oblasti nebezpečných odpadů se zaměřil na odpady s obsahem POPs (perzistentní organické znečišťující látky) s výjimkou PCB (polychlorovaných bifenylů). Při zjišťování informací o nakládání s odpady s obsahem POPs byly zohledněny novinky v evropské legislativě (nařízení č. 850/2004 o POPs). Česká republika s těmito odpady nakládá v souladu s tímto právním předpisem, i když u nás dosud není právně zakotven. Byly zjištěny nedostatky při hlášení dat do ISOH (Informační systém odpadového hospodářství) u odpadu 02 01 08N; odstraňování nedostatků bude v rámci ISOH pokračovat i v příštím roce. Na základě získaných analytických výsledků agrochemických odpadů (velmi nízké koncentrace organochlorovaných pesticidů – OCP) lze usuzovat, že OCP nebudou v České republice patřit mezi POPs, které představují závažný problém.

Svým rozsahem velký subprojekt vztahující se k evidenci a hodnocení skládek a starých zátěží byl dále členěn na čtyři části – 6A až 6D.

Seznamy priorit kontaminovaných míst tak, jak byly vytvářeny do roku 2002, obsahovaly některé nepřesnosti a omezení. V roce 2003 byla vytvořena alternativní metodika určování priorit, která byla zatím použita pouze na části kontaminovaných míst uvedených v systému SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst). V roce 2005 byly tyto dva způsoby v rámci řešení výzkumného záměru popsány a analyzovány a v roce 2006 byl vypracován návrh jak propojit stávající hodnocení rizika v databázi SEKM s hodnocením podle „metodiky 2003".

V rámci subprojektu se výsledky hodnocení prioritizace podle „metodiky 2003" v případě lokalit zátěží typu komunální skládka ukázaly jako nespolehlivé, protože tato metodika nerozlišuje mezi lokalitami s nedostatkem dat a lokalitami s prokázaným ohrožením všech sledovaných složek prostředí. Není proto možné využít „metodiku 2003" pro lokality typu komunální skládka databázovým způsobem. To znamená, že nelze propojit stávající kategorizaci rizik s „metodikou 2003" podle atributů záznamů. Jediná možnost by byla určovat prioritu jednotlivých lokalit typu stará skládka pomocí terénní rekognoskace, rešeršních prací apod., což by bylo neefektivní vzhledem k tomu, že velké množství základních informací je v databázi SEKM již obsaženo. Z těchto důvodů není perspektivní „metodiku 2003" dále používat.

Důležitou, velmi pozitivní charakteristikou navrhovaného systému prioritizace je to, že hodnota kategorie rizika a priority v rámci kategorie rizika je vždy dynamická a může se průběžně měnit podle toho, k jakému vývoji dochází na daném kontaminovaném místě. Po úspěšném provedení sanace se např. kontaminované místo dostává z kategorie A do kategorie P.

Z aplikace návrhu propojení mezi rizikovostí systému SEKM a navrhovaným systémem prioritizace vyplynulo, že je potřeba v systému SEKM vést řádně záznamy o prováděných sanacích a jejich výsledcích – tabulka Sanace databáze SEKM. Též by bylo vhodné v tabulce Archiv literatury provést revizi pole „typ", kde v mnoha případech chybí záznam. Možnosti využití RPZZ (Registr průmyslových zdrojů znečištění) pro aktualizaci dat o kontaminovaných místech jsou velmi omezené.

Byly vytvořeny tzv. hot spot mapy pro ukazatele NEL (nepolární extrahovatelné látky) a PCB. Podrobnější mapa zatížení pro pilotní území bude vytvořena v roce 2007. Jako pilotní území bylo vybráno území okresu Ostrava-město.

V rámci sjednocení a odstraňování duplicit starých skládek v databázi SEKM bylo označeno jako duplicitní 24 % záznamů v geografické vrstvě skládky ČGS (České geologické služby). Z prací na odstraňování duplicit databáze SEKM vyplynulo, že v případě některých lokalit by byla efektivní terénní rekognoskace.

Byly zpracovány tři případové studie problematických lokalit s ekologickou zátěží. Lokalita bývalé skládky Ledce u Plzně je silně kontaminována, zejména anorganickými polutanty, podle provedených prací však k výraznému šíření kontaminace nedochází. Lokalita obalovny Holostřevy u Stříbra je kontaminována PCB, šíření kontaminace snižuje nová čistírna odpadních vod. Lokalita bývalé obalovny Milevsko je kontaminována PCB a ropnými uhlovodíky, v areálu jsou skladovány i odpadní zeminy s PCB, kontaminace se šíří do povrchových vod. V rámci problematiky PCB ve starých zátěžích byly identifikovány a evidovány další lokality kontaminované PCB. Získané informace byly zhodnoceny z pohledu platných právních předpisů a byla rozšířena databáze míst kontaminovaných PCB. V současnosti se v evidenci nachází 32 lokalit ekologických zátěží s koncentrací PCB převyšující 50 mg.kg^{-1}.

V České republice je v současnosti v provozu 143 skládkových zařízení ostatního odpadu (S-OO). Počet skládek v jednotlivých krajích je vidět v *tabulce 1*. U všech těchto zařízení byly doplněny a upřesněny informace potřebné pro databázi ISOH.

Tabulka 1. Počet skládek ostatního odpadu

Kraj	Počet skládek S-OO
Praha	1
Středočeský	20
Karlovarský	6
Ústecký	10
Liberecký	8
Pardubický	9
Královéhradecký	5
Plzeňský	12
Jihočeský	16
Vysočina	10
Jihomoravský	12
Olomoucký	12
Zlínský	9
Moravskoslezský	13

Zdroj: CeHO

V rámci subprojektu byly lokalizovány všechny skládky s kapacitou nad 25 000 m^3, které se vyskytují na území ČR. U všech byly určeny přesné souřadnice jejich umístění a zaneseny do map jednotlivých krajů, což je důležité, zvláště vyskytují-li se v blízkosti povrchových či podzemních vodních toků, nebo v jiných rizikově významných lokalitách. Na základě map ČR a jednotlivých krajů lze konstatovat, že celoplošné rozmístění skládek S-OO v České republice je rovnoměrné. Snímky pořízené z ortofotomap dávají přehled o geografické poloze a vzhledu jednotlivých skládek S-OO v daném regionu. Tyto mapy jsou přílohou celé zprávy.

Výzkum v oblasti termického zneškodňování a energetického využívání odpadů byl v roce 2006 doplněn o podklady související s problematikou spalování odpadů a výroby a spalování tuhých alternativních paliv. Legislativně daný proces v oblasti výroby a použití tuhých alternativních paliv – od volby potenciálních složek paliva až po jeho ověření a schválení pro dané spalovací zařízení – je značně náročný a komplikovaný.

Do budoucna je zřejmé, že spalovny odpadů a zařízení spoluspalující odpad pro energetické využití budou mít své nezastupitelné místo v managementu nakládání s odpady, stejně jako jiné způsoby nakládání s odpady. Ve srovnání s vyspělými státy, kde je termicky zpracováváno přibližně dvacet až třicet procent odpadů, se v ČR v roce 2004 spálilo pouze 2,5 procenta všech produkovaných odpadů. Ve prospěch spaloven rovněž hovoří skutečnost, že celá řada vysoce nebezpečných a hygienicky závadných odpadů se prakticky nedá odstranit jiným způsobem než právě spálením.

Ve spolupráci s Výzkumným ústavem pro hnědé uhlí, a. s., Most byla v první fázi výzkumu ověřena možnost výroby tří vzorků alternativního paliva složeného z hnědého prachového uhlí, biomasy a komunálního kalu z ÚČOV Ostrava-Přívoz (*obr. 2*). Při výrobě byl zvolen postup peletizace na prstencovém lisu s plochou matricí. Při lisování pelet nedocházelo k závažnějším technickým problémům.

Použití stabilizovaných kalů z ČOV pro výrobu alternativního paliva tímto postupem se pro další výzkum jeví jako velice vhodné. Čistírenské kaly mají pozitivní dopad na průběh lisování a samotný proces lisování vzorků pelet s použitím kalů z ČOV bylo možné realizovat bez přídavku pojiv. Kvalita vylisovaných pelet z hlediska jejich pevnosti a tvrdosti byla velmi dobrá.

V rámci subprojektu 8, který řešil problematiku nakládání s PCB, byl na základě analyzovaných materiálů a rešerší vypracován návrh plánu

Obr. 2. Peleta ze vzorku připraveného homogenizací upraveného kalu z ČOV, biomasy (obilná sláma) a hnědého uhlí

odstranění PCB v ČR, který je opět samostatnou přílohou konečné zprávy za rok 2006.

Subprojekt zabývající se životním cyklem výrobků (LCA – Life Cycle Assessment) popisuje teorii postupů a principů metody LCA se zaměřením na jednotlivé fáze LCA v souladu s dostupnými normativním předpisy (normy řady ČSN ISO 14040–14043). Současně byly popsány i ostatní metody týkající se LCM (Life Cycle Management), a to zejména LCC (Life Cycle Costing).

Jako hodnocená komodita metodou LCA byla vybrána standardní pneumatika o rozměrech 175/70 R13 (výrobce Barum Continental, spol. s r. o., Otrokovice). Pro zpracování LCA studie pneumatiky byl vybrán specializovaný softwarový produkt Boustead Model firmy Boustead Consulting Ltd. z Velké Británie. Tento model byl podrobně charakterizován a byly popsány možnosti jeho použití pro studie LCA. Jako cíl studie LCA pneumatiky bylo stanoveno porovnání jednotlivých způsobů nakládání s ELT (End-of-life Tyre – opotřebovaná pneumatika) jako s odpadem pomocí aplikace metod LCA.

Výrobce poskytl všechna potřebná data a další odbornou podporu pro účely řešení, která se týkala spotřeby surovin, energií a vody ve výrobě, dopravy materiálů do výroby a výstupů z výroby (emise do ovzduší a vody a produkce tuhých odpadů). Zpracovatelům úkolu byla rovněž umožněna odborná exkurze do jednotlivých technologických celků výroby pneumatik.

Výsledkem posouzení životního cyklu výrobku nebo služby je zjištění celkového působení životního cyklu na životní prostředí. Na základě podrobností zpracovávaných dat mohou ze studie vyplynout i jednotlivé negativní vlivy na životní prostředí, které umožní cíleně zasáhnout většinou do procesu výroby nebo těžby a tento negativní vliv eliminovat, nebo zmírnit. Pokud porovnáváme více konkurenčních výrobků, je výsledkem porovnání celkového působení negativních vlivů v životních cyklech sledovaných výrobků. Závěrečnému posouzení předchází dílčí srovnání konkurenčních výrobků podle jednotlivých kritérií. Kritéria jsou stanovena podle důležitosti; hodnotí se velikost negativních vlivů na životní prostředí.

Protože témata řešená v rámci výzkumného záměru jsou velmi obsáhlá a tento článek má omezený rozsah, mohou se všichni, které tato stručná informace zaujala, s řešenými problematikami detailněji seznámit v závěrečné zprávě výzkumného záměru za rok 2006, která je uložena v knihovně VÚV T.G.M., v.v.i., Praha.

Ing. Věra Hudáková
Ing. Marie Kulovaná
VÚV T.G.M., v.v.i., CeHO
tel.: 220 197 470, e-mail: vera_hudakova@vuv.cz
tel.: 220 197 327, e-mail: marie_kulovana@vuv.cz

Key words
waste, waste management, treatment, recycling, disposal, PCB, WEEE, end-of-life vehicles, biodegradable waste, PVC, hazardous waste, contaminated site, landfill, sewage sludge, reuse, construction waste, batteries, take-back

Results of the second year solution of research programme "Research of Waste Management within the Frame of Environmental Protection and Sustainable Development (Prevention and Minimization of Waste Occurance and its Classification)" (Hudáková, V., Kulovaná, M.)

This article introduces information about works on individual subprojects which was implemented during 2006 in the framework of research programme "Research of Waste Management within the Frame of Environmental Protection and Sustainable Development (Prevention and Minimization of Waste Occurance and its Classification)". Introduction includes survey of subprojects and information about course of their solution and gathered outputs. Programme is concerned to great range of wastes – biodegradable, hazardous, PCB, WEEE, end-of life vehicles, analytical methods and waste management technologies.

PUBLIKACE VÚV T.G.M., v.v.i.

Sborník prací VÚV T.G.M. 2006
(editorka Ing. Šárka Blažková, DrSc.)
Praha : VÚV T.G.M., 2006, 138 s.

Publikace obsahuje následující práce:

Kvalita vody v zemědělském povodí Smržovského potoka při různých srážkoodtokových situacích *(Kulasová, A., Blažková, Š., Lochovský, P., Hlaváček, J. a Ruprecht, D.)*
Mapování nasycených ploch pro hodnocení nasycenosti povodí *(Blažková, Š., Kulasová, A. a Beven, K.)*
Odolnost a provozní bezpečnost mostních objektů nad vodními toky jako součástí pozemních komunikací *(Balvín, P. a Polenka, E.)*
Možnosti dosažení imisních standardů pro celkový fosfor v tocích ČR *(Nesměrák, I.)*
Souhrnné zhodnocení doby platnosti a doby vydání vodoprávních rozhodnutí podle údajů získávaných na základě vyhlášky č. 431/2001 Sb. a vyhlášky č. 428/2001 Sb. *(Kult, A.)*
Sledování přítomnosti specifických organických polutantů v pevných vzorcích vodních ekosystémů a potencionálních emisních zdrojů kontaminace *(Kužílek, V., Pospíchalová, D., Očenášková, V., Svobodová, A., Tolma, V. a Jursíková, K.)*
Využití vodní dopravy v odpadovém hospodářství *(Hudáková, V. a Kulovaná, M.)*
Informační kampaně v odpadovém hospodářství – podpora osvěty pro veřejnou správu a veřejnost a výuky *(Poláková, K.)*

Baudišová, D.
Současné metody mikrobiologického rozboru vody
Příručka pro hydroanalytické laboratoře
Praha : VÚV T.G.M., v.v.i., 2007, 104 s.

Metody mikrobiologického rozboru vody zaznamenaly v posledním desetiletí výrazné změny, zejména v souvislosti v přechodem na mezinárodní normy z řad ISO a EN.

Publikace, která má sloužit jako příručka pro hydroanalytické laboratoře, shrnuje současné znalosti o mikrobiologických ukazatelích používaných při kontrole jakosti vody (heterotrofní mikroorganismy, koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, *Escherichia coli*, intestinální enterokoky, salmonely, *Clostridium perfringens*, bakteriofágy a enteroviry a vybrané patogenní mikroorganismy jako *Pseudomonas aeruginosa*, legionely, stafylokoky, *Campylobacter*, atypická mykobakteria a další). Uvedeny jsou charakteristiky jednotlivých ukazatelů, metody jejich stanovení a výskyt ve vodním prostředí. Všechny kapitoly jsou doprovázeny příklady výsledků získaných při praktickém ověřování nově zaváděných metod.

Nedílnou součástí publikace je shrnutí známých skutečností týkajících se validace mikrobiologických metod a systému jakosti v mikrobiologické laboratoři, včetně nejčastějších a nejzávažnějších chyb vyskytujících se při mikrobiologickém rozboru vody. Jako doplněk je uveden receptář médií používaných při standardizovaném stanovení základních mikrobiologických ukazatelů.

Publikace lze objednat na adrese: VÚV T.G.M., v.v.i., Podbabská 30, 160 62 Praha 6, tel. 220 197 260, e-mail: zuzana_kuckova@vuv.cz.

Redakce

VTEI VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Ročník 49 **ISSN 0322 - 8916**

Kontakt: Mgr. Sylva Garcíová – redaktorka
Tel.: 220 197 282, fax: 233 333 804
e-mail: garciova@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Podbabská 30
160 62 Praha 6

Redakční rada: Ing. Jiřina Barchánková, RNDr. Dana Baudišová, PhD., Ing. Václav Bečvář, CSc., Ing. Šárka Blažková, DrSc., RNDr. Blanka Desortová, CSc., Ing. Jana Hubáčková, CSc., RNDr. Josef Fuksa, CSc., Ing. Ladislav Kašpárek, CSc., Ing. Ivan Koruna, CSc., Ing. Václav Matoušek, DrSc., RNDr. Hana Mlejnková, PhD., Ing. Věra Očenášková, Ing. Dagmar Sirotková, Ing. Václav Šťastný, Ing. Naďa Wannerová, Ing. Václav Zeman