STRATEGIE ADAPTACE NA HYDROLOGICKÉ DOPADY ZMĚNY KLIMATU

ROMANA SLÁMOVÁ¹⁾, MARTA MARTÍNKOVÁ²⁾, VALENTINA KRYSAKOVA³⁾

¹⁾Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v.v.i., Praha, Česká republika; Mailto: kosrom@seznam.cz

²⁾Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika.

³⁾Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Německo.

V současnosti se v souvislosti s diskutovanou globální změnou klimatu stále zvyšuje důraz na požadavek adaptability metodik uplatňovaných ve vodním hospodářství. Z tohoto důvodu byl v šesti vybraných světových povodích uskutečněn a vyhodnocen dotazníkový průzkum mezi oslovenými experty se zaměřením na chápání důsledků klimatické změny a na zjištění aktuálního stavu implementace adaptačních opatření v povodí. Šlo o povodí Labe, Rýna, Guadiany, Amudarji, Orange a Nilu. Dotazník byl rozdělen do několika sekcí týkající se např. očekávaných dopadů klimatické změny, adaptačních opatření, podnětů pro návrh strategie adaptace, bariér adaptace atd. Dotazníky byly vyhodnocovány pomocí bodování a stanoveny vždy dominantní odpovědi a seznamy priorit. Výsledky byly vyhodnoceny vždy z obecného hlediska i v rámci konkrétního povodí a vzájemně porovnány. Významným přínosem bylo, že průzkum byl založen na závěrech a zkušenostech expertů, nikoli na klimatických scénářích. Ukázalo se, že ve všech povodích bylo dosaženo pochopení problému dopadu klimatické změny, jen přístup k vlastní adaptaci je částečně odlišný. Záleží rovněž na historickém vývoji vodního hospodářství v daném regionu.

KLÍČOVÁ SLOVA: vodní hospodářství, klimatická změna, strategie adaptace, dotazníkový průzkum.

Romana Slámová, Marta Martínková, Valentina Krysanova: ADAPTATION STRATEGY TO HYDROLOGICAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE. J. Hydrol. Hydromech., 58, 2010, 4; 6 Refs., 5 Figs., 4 Tabs.

In the context of discussed global climate change the emphasis is placed mainly on the adaptability of the water management methodology at present time. Therefore a questionnaire inquiry oriented to the perception of the climate change impact and current state of adaptation strategies implementation was carried out and evaluated. The research was realised among the water management experts in six large transboundary basins: Elbe, Rhine, Guadiana, Amudaria, Orange and Nile. The questionnaire was divided into six parts concerning for example: expected climate change impacts, adaptation measures, drivers for development of adaptation strategy, adaptation barriers etc. Responses were evaluated with rating and the dominant answers and lists of priority were established. Results were evaluated looking for overall conclusions in all or almost all regions, as well as conclusions for each region. The main benefit of the research lies in the evaluation based principally on the opinions of policy makers, stakeholders and water managers in the river basins not on the climate scenarios. The outcomes have proved understanding of the climate change impact issue over all six basins, only the approach to adaptation is partly different. The historical development of water management in the basin influences the perception as well.

KEY WORDS: Water Management, Climate Change, Adaptation Strategy, Questionnaire Inquiry.

Úvod

V souvislosti s nedávným výskytem hydrologických extrémních jevů jako jsou povodně, ať již regionální či přívalové (1997, 2002, 2009) nebo výrazná období sucha (2003, 2008), se otázky klimatických změn dostávají do popředí zájmu zejména v souvislosti s plánováním potřebných adaptačních opatření. V tomto směru roste i jejich důleži-

tost vzhledem k předpovídaným rozsáhlým společenským dopadům a ve spojení s dlouhodobou politickou strategií Evropské unie. Z hlediska řízení vodních zdrojů byl v minulosti většinou uplatňován předpoklad neměnných a stabilních hydrologických podmínek. Ovšem pokud vezmeme v úvahu možnost klimatické změny, je tento předpoklad dále neudržitelný a je nezbytné do stávajících vodohospodářských metodik zapracovat i předpovídanou

vyšší nejistotu společně s návrhem odpovídajících adaptačních strategií (Milly et al., 2008). Otázkou zůstává, jak vlastně definovat adaptační strategii a konkrétní adaptační opatření na dopady klimatické změny. Nazveme tak pouze nově definovaná opatření protipovodňové ochrany či snížení rizika zásobování vodou nebo sem zahrneme i kombinace dosud běžně praktikovaných opatření s uplatněním větší adaptivnosti v rámci těchto metod? Adaptivita byla vždy součástí vodohospodářských metodik, není to žádný nový přístup. Ukazuje se jen, že je třeba se v souvislosti s nejistotami nově plynoucími z nestacionárních podmínek klimatické změny zabývat otázkou adaptivity opatření důsledněji a zahrnout do nich i neočekávané situace, které nemohou být nikdy naprosto přesně definovány. Vždy je nezbytné k řešení problémů v rámci návrhu strategií adaptace zajistit integraci všech dotčených odvětví a to v rozsahu celého povodí jako nedělitelného celku.

Vzhledem k dosud nejednoznačným předpovědím i názorům na klimatickou změnu, které se obecně v celosvětovém měřítku projevují, byla připravena v rámci evropského projektu FP6 NeWater studie, která se podrobněji zaměřila na vyhodnocení současného přístupu k otázkám chápání důsledků klimatických změn i návrhu strategií adaptace v různých oblastech světa. Jednalo se o porovnání situace v šesti velkých světových povodích: Labe, Guadiany, Rýna (Evropa), Orange a horního povodí Nilu (Afrika) a Amudarji (Asie). Cílem bylo vyhodnotit aktuální situaci při plánování strategie adaptace ke klimatickým změnám, vyhodnotit a porovnat adaptivní kapacitu různých vodohospodářských režimů v různých regionech. Důležitým aspektem této studie je, že vyhodnocení vlivu klimatické změny nebylo uskutečněno na základě výsledků scénářů globálních cirkulačních modelů, ale hlavně na základě názoru oslovených expertů z oborů souvisejících se správou povodí a vodohospodářským plánováním. Nicméně nelze vyloučit, že publikované skutečnosti týkající se klimatické změny nemohly ovlivnit jejich úsudek. Tento článek se podrobně zaměřuje na výsledky získané v povodí Labe a na obecné porovnání s hodnocením hlavních aspektů v ostatních povodích. Podrobné výsledky ze všech povodí jsou (anebo budou) uvedeny v chystaných publikacích projektu NeWater (Krysanova et al., 2008; Krysanova et al., 2009, submitted, www.newater.info).

Metodika

V každém z vybraných povodí byly distribuovány dotazníky, které byly sestaveny tak, aby pokud možno pokryly všechny aspekty týkající se vyhodnocení strategií adaptace na klimatické změny. Dotazníky byly sestaveny tak, že otázky (viz dále) vždy tvořily širší rámec zahrnující i předdefinované možnosti volby:

1. *Nastává klimatická změna? Které změny jsou v regionech očekávány?*

Tato otázka byla zaměřena na vyhodnocení vnímání klimatické změny v regionu a jejím cílem bylo tuto změnu konkrétněji definovat. Odpověď na její první část byla buď kladná, záporná a nebo umožňovala zvolit možnost „nejasné“. Druhá část zahrnovala možnost volby sedmi očekávaných změn jako například: tepleji a méně srážek, změna sezonality, atd...

2. *Jaké jsou očekávané dopady klimatické změny?*

Druhá otázka se zaměřila na vyhodnocení očekávaných dopadů změn klimatu na vodní režim, vodní hospodářství a související sektory v regionu. Respondenti mohli volit ze 16 předdefinovaných možností. U každé z voleb bylo možno indikovat i očekávanou intenzitu dopadu: silný dopad, určitý vliv, neočekává se.

3. *Jaké aspekty podporují návrh adaptačních opatření?*

Třetí otázka se týkala podnětů (angl. drivers) návrhu adaptačních strategií. Bylo možno zvolit 9 předdefinovaných voleb.

4. *Jaké jsou překážky pro návrh adaptačních opatření?*

Čtvrtá otázka zahrnovala vyhodnocení hlavních překážek adaptace. Celkem bylo definováno 17 možností. Opět bylo možno volit mezi mírou vlivu překážky: silná překážka, nepříliš silná překážka, není na překážku.

5. *Jaká adaptační opatření v regionu jsou třeba, existují nebo jsou plánována?*

V rámci páté otázky bylo specifikováno 36 vodohospodářských opatření rozdělených do 8 hlavních kategorií (využití klimatických dat, infrastruktura, opatření v zemědělství, územní plánování, technická opatření ve vodním hospodářství, netechnická opatření ve vodním hospodářství, opatření v sociální sféře a opatření týkající se informovanosti, komunikace a výuky), které mohl respondent zvolit. Každé opatření bylo vyhodnoceno z hlediska jeho potřeby v regionu (potřebné či nepotřebné) a z hlediska stupně jeho implementace: existující a plně implementované, existující a plánované, exis-

tující a neplánované, neexistující, ale plánované, neexistující a neplánované. V tomto případě byly do vyhodnocení otázky zahrnuty váhy jednotlivých opatření reprezentované stupněm implementace opatření a v rámci každé kategorie bylo vždy stanoveno hlavní zvolené opatření. Vyhodnocována byla pouze ta opatření, která jako potřebné zvolilo více než 66 % respondentů.

6. *Specifikace strategií adaptace v regionu, definice všeobecně uznávaných problémů, existence sdílené vize adaptace a existence plánu či programu adaptací.*

Šestá otázka se dělila na čtyři podotázky:

- Je v regionu sdílen podobný náhled na klimatickou změnu a s tím spojené problémy?
- Je v regionu sdílena vize strategie adaptace a plánu akcí?
- Existuje v regionu definovaný Program/Plán akcí a opatření v souvislosti s klimatickou změnou?
- Proběhly nebo jsou plánovány v souvislosti s klimatickou změnou jakékoliv institucionální změny (změny v zákonech, pravidlech, politice, rozhodovacím procesu)?

Respondenti mohli opět volit z možností: ano, nějaké v procesu, ne.

7. *Jaký je současný stav implementace strategie adaptace v regionu?*

Poslední otázka se týkala stavu implementace adaptačních opatření v regionu. Respondenti měli možnost zvolit jednu z následujících možností:

- je uplatňováno pouze tradiční vodní hospodářství, žádné náznaky ke změnám z důvodu klimatické změny,
- adaptace na klimatickou změnu začala, ale probíhá pomalu,
- pokrok je viditelný: existuje strategie adaptace, některá opatření jsou implementována, jiná plánována.

Ve všech šesti povodích bylo osloveno dohromady 71 expertů z oboru vodního hospodářství, vodohospodářského plánování nebo výzkumu ve vodním hospodářství, ovšem většinou nikoliv expertů zabývajících se klimatickou změnou. Zpracování dotazníků proběhlo pomocí obodování odpovědí (počet bodů se rovnal počtu zvolených odpovědí), vždy byly definovány převažující odpovědi a stanoven seznam priorit. Na základě vyhodnocení těchto dotazníků byla následně identifikována všeobecná doporučení většiny expertů platná obecně pro všechny regiony, a také specifická doporučení vhodná k aplikaci pouze v rámci daných regionů. Dominantní odpovědi a seznamy priorit byly identifikovány pomocí metodiky robustní kvalitativní

analýzy (angl. robust qualitative analysis), pomocí vypočtených relativních podílů odpovědí všech expertů na každou jednotlivou otázku. Za dominantní byla označena ta odpověď, kde shoda byla více než 66 %, do seznamu priorit zařazena volba se shodou mezi 34 a 66 %. Stejná či mírně modifikovaná metoda byla využita pro vyhodnocení všech sedmi otázek i jejich podotázek.

Výsledky pro povodí Labe

Jak vyhodnocení dotazníku ukázalo, na některé otázky odpovídají experti vcelku jednoznačně ve všech povodích, jinde se odpovědi odlišují i v lokálním měřítku. Je možné rozeznat jasný trend související s mírou vyspělosti vodního hospodářství v povodí, s možnostmi dlouhodobého monitoringu povodí i s metodikami uplatňovanými při řízení povodí.

Povodí Labe se rozkládá ze dvou třetin v Německu a jedné třetiny v České republice. K povodí náleží i minimální plochy v Polsku a Rakousku. Je to tedy mezinárodní povodí o celkové výměře 148 268 km² s přibližně 25 miliony obyvatel a velkými metropolemi jako Berlín, Hamburk a Praha. Samotný tok měří celkem 1092 km. Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek na povodí činí 659 mm. Dlouhodobý průtok je 712 m³ s⁻¹ v ústí u Neu Darchau, dlouhodobý specifický odtok je pak 5,4 l s⁻¹, což je zhruba 26 % průměrné srážky.

Ankety v povodí Labe se zúčastnilo celkem 21 expertů, z toho 9 respondentů pracovalo v oboru plánování a státní sféry, 3 byli z nestátních organizací a 9 se věnovalo výzkumu v oblasti vodního hospodářství. Ve srovnání s ostatními uvedenými povodími se tak výzkumu účastnil zhruba dvojnásobný počet expertů. V české části povodí Labe odpovídalo na dotazy ve formuláři 14 expertů – 5 z oboru plánování a státní sféry a 9 výzkumníků z oboru vodního hospodářství.

Vyhodnocení dotazníků zahrnující celé povodí Labe včetně německé části

V odpovědi na první otázku se ukázalo, že respondenti hodnotí situaci v povodí Labe tak, že pochopení otázky klimatické změny v oblasti bylo dosaženo. Jasně se rovněž vyjádřili ke změnám, které lze v povodí pravděpodobně očekávat: tepleji a více srážek v povodí a stejně tak tepleji a méně srážek v povodí, více srážek v zimě, více v létě, změněnou sezonalitu srážek, vyšší frekvenci a intenzitu povodní a sucha. Jediné očekávání, které

nebylo – celkem logicky – v povodí Labe naplněno, je ústup ledovců.

V otázce hodnocení dopadů klimatické změny se respondenti jednoznačně shodli pouze v některých bodech. Jako dopady, které nelze v povodí Labe očekávat, vyhodnotili: snížené možnosti zajištění potravy, zvýšenou míru dezertifikace území a vyšší výskyt chorob. Za dominantní odpověď nebyl považován ani případ, kdy část expertů označila dopad jako silný a zbývající část jen jako určitý vliv. Šlo o pokles dostupnosti vody v rámci roku, zvýšenou frekvenci a intenzitu povodní a sucha, snižující se kvalitu vody, sníženou produkci plodin a sníženou dostupnost vody pro závlahy. Další dopady byly vyhodnoceny pouze jako určitý vliv: zvýšená eroze, nedostatek v dodávce pitné vody, snížený potenciál výroby elektrické energie, snížená dostupnost vody pro chladicí účely a problémy ve vnitrozemské plavbě. Jako určitý vliv nebo žádný dopad byly vyhodnoceny možnosti: zvýšená frekvence lesních požárů, ztráta přirozených prostředí a biodiverzity. V povodí Labe nebyla žádná z výše uvedených možností vyhodnocena jako dominantní odpověď s definovaným silným dopadem.

V třetí otázce, která se týkala podnětů vývoje strategie adaptace na klimatickou změnu, všech 21 expertů jednoznačně zvolilo nabídku pohrom spojených s klimatem. Velká většina respondentů rovněž označila za podnět národní a mezinárodní politiku (19), institucionální změny (15) a změny ve využívání pozemků (16). Méně expertů se přiklonilo ke globalizaci a změnám obchodu (10), příležitostí financování (10) a dynamice populace (8). Jen menšina označila za podnět politické změny (7) a strukturu spotřeby (5).

Čtvrtá otázka se vztahovala k překážkám adaptace na klimatickou změnu. V tomto případě byly některé odpovědi vyhodnoceny jako dominantní, to znamená, že tuto možnost zvolila většina expertů. Tyto dominantní odpovědi zahrnovaly prostorové a časové nejistoty ohodnocené jako silné bariéry a nedostatek znalostí a různé vnímání rizika klimatické změny ohodnocené jako nepříliš silné překážky. Nízká míra povědomí o klimatické změně, nedostatek adekvátních finančních zdrojů, nedostatek horizontální kooperace, převládající lokální a sub-regionální zájmy a různé preference byly vyhodnoceny jako silná bariéra, nedostatečný regulační rámec, problémy v organizaci, nedostatečná přeshraniční spolupráce, nedostatečné zapojení dotčených subjektů a nedostatek lidských zdrojů jako slabá bariéra. Nedostupnost potřebných technologií, neexistence právních předpisů, nedostatečná verti-

kální spolupráce a otázky menšin, chudoby a pohlaví pro adaptaci na klimatickou změnu nepředstavují bariéru.

Pro vyhodnocení adaptačních opatření bylo navrženo široké spektrum možností. Aplikace některých z nich se může v některých regionech ukázat jako nová. Celkově byla opatření rozdělena do osmi kategorií: 1. klimatické informace, 2. infrastruktura, 3. zemědělství, 4. územní plánování, 5. vodohospodářská technická opatření, 6. vodohospodářská netechnická opatření, 7. sociální opatření, 8. opatření v šíření informovanosti a vzdělání. Konkrétní rozpis všech nabídek je uveden v následující části týkající se vyhodnocení odpovědí v české části povodí Labe (viz tab. 1), v Synthesis Product 6 projektu NeWater, Appendix II (<http://www.newater.info/index.php?pid=1049>). Možnosti byly prvotně hodnoceny jako v regionu potřebné či nepotřebné a následně obodovány podle míry jejich implementace, kdy opatření, definované jako existující a plně implementované bylo obodováno 5 body, opatření existující a plánované 4 body, opatření existující, ale dále neplánované 3 body, opatření neexistující, ale plánované 2 body a jedním bodem bylo hodnoceno opatření neexistující a neplánované. Výsledné skóre navrhovaného opatření bylo získáno jako vážený průměr, kdy vahami byly počty odpovědí respondentů. Obr. 5 v části věnované srovnání lokalit uvádí porovnání jednotlivých povodí a výsledné celkové bodování v jednotlivých kategoriích i pro povodí Labe. Jak je ze zpracování vidět, stav existujících i navrhovaných opatření je v povodí Labe celkem rovnoměrný, nejvíce je kladen důraz na opatření ve sféře infrastruktury, územního plánování, na sociální opatření a opatření v informovanosti a vzdělávání. Nejméně se naopak uplatňují netechnická vodohospodářská opatření a opatření v zemědělství.

Strategie adaptace ke klimatické změně v regionu byla specifikována jednoznačně tak, že v povodí Labe je sdílen společný náhled na problémy, které mohou vyplynout z důsledků klimatické změny. Na druhé straně se ukazuje, že zatím nedošlo ke sdílení společné vize strategie. Je zatím pouze částečně nastíněna, nebo spíše neexistuje. Rovněž definované programy či plány souvisejících aktivit jsou zatím pouze rozpracovány nebo spíše neexistují. Pozitivně se jeví to, že v souvislosti s klimatickou změnou již proběhly nebo jsou uskutečňovány alespoň nějaké institucionální změny a adaptace. Jedná se zejména o aplikaci nových zákonných a právních předpisů, rozhodovacích procedur a nového přístupu v politice. Stav zavádění

opatření v rámci adaptace na klimatickou změnu respondenti charakterizovali jako začínající, ale postupující pomalu.

Výsledky dotazníků v české části povodí Labe

12 expertů se shodlo, že v české části povodí Labe je obecně přijímán fakt, že dochází ke změně klimatu. Pouze jeden respondent soudí, že situace v chápání klimatické změny je dosud nejasná. Ukazuje se, že odborníci očekávají téměř všechny nabídnuté možnosti změn klimatu kromě ústupu ledovců. Část expertů (celkem 8) se přiklonila k poznámce, že změna klimatu je přirozený proces, který je částečně ovlivněn člověkem. Celkově mínění o chápání klimatické změny odpovídá vyhodnocení dotazníků pro celé území povodí Labe.

V případě očekávaných dopadů klimatické změny (viz obr. 1) se experti opět téměř shodují

s výsledky vyhodnocení pro celé povodí Labe. V případě jevů, které nelze očekávat, je možné všechny odpovědi označit za dominantní. Hodnocení dalších nabízených možností je obdobné, jen lze odlišit vyšší počet odpovědí hodnocených jako dominantní: jedná se o silný vliv v případě poklesu dostupnosti vody v rámci roku a zvýšenou frekvenci a intenzitu povodní a možnost určitého dopadu pro nedostatek v dodávce pitné vody, snížené produkci plodin a zvýšenou frekvenci lesních požárů.

Vyhodnocení otázky, která se týkala podnětů vývoje strategie adaptace (viz obr. 2) je opět v souladu s výsledky pro celé povodí. Sto procent respondentů označilo za podnět pohromy spojené s klimatem, což logicky odpovídá situaci, kdy se na území ČR v posledních letech vyskytlo více katastrofálních povodní. Dominantní odpověď je rov-

Obr. 1. Vyhodnocení odpovědí týkajících se očekávaných dopadů klimatické změny pro českou část povodí Labe.
Fig. 1. Evaluation of responses concerning expected climate change impacts in the Czech part of the Elbe River basin.

Obr. 2. Vyhodnocení odpovědí týkajících se podnětů vývoje strategie adaptace pro českou část povodí Labe.
Fig. 2. Evaluation of responses concerning drivers for development of adaptation strategy in the Czech part of the Elbe River basin.

něž označení národní a mezinárodní politiky. Jinak seznam priorit opět odpovídá celkovému hodnocení v povodí Labe. Někteří respondenti navrhli další podněty: eutrofizaci, vzdělávání a šíření znalostí a změnu životního stylu.

Podobně jako v předchozích tematických okruzích byl obdobně zachován i trend priorit v případě vyhodnocení bariér adaptace (viz obr. 3). V české části povodí Labe se na rozdíl od vyhodnocení celého povodí Labe projeví čtyři dominantní odpovědi, z nichž některé jsou shodné – prostorové a časové nejistoty jako silná bariéra a různé vnímání rizika jako slabá bariéra. Oproti výsledkům z celého povodí Labe však dominantní odpovědi odlišně zahrnují rovněž nedostatek adekvátních finančních zdrojů jako silnou bariéru a nedostatek finančních zdrojů jako silnou bariéru a nedostatečný regulační rámec jako slabou bariéru. Volbu ne-

dostatek znalostí není možné v rámci vyhodnocení odpovědi v české části povodí Labe hodnotit jako dominantní odpověď. Ukázalo se, že v případě ČR nelze podle mínění expertů zcela vyloučit žádnou možnost jako potenciální bariéru pro adaptaci na klimatickou změnu, jen zhruba polovina respondentů soudí, že otázky menšin, chudoby a pohlaví a nedostupnost potřebných technologií nepředstavují bariéru.

Vyhodnocení části dotazníku týkající se navrhovaných a existujících adaptačních opatření (obr. 4) prokázalo jisté odlišnosti v důrazu na oblast uplatňovaných opatření oproti celému povodí Labe. Prioritou zůstávají plány v oblasti informovanosti a vzdělávání, infrastruktury a územním plánování, na

Obr. 3. Vyhodnocení odpovědí týkajících se bariér adaptace pro českou část povodí Labe.
Fig. 3. Evaluation of responses concerning adaptation barriers in the Czech part of the Elbe River basin.

Obr. 4. Vyhodnocení odpovědí týkajících se implementace vodohospodářských opatření pro osm definovaných kategorií pro českou část povodí Labe.
Fig. 4. Evaluation of responses concerning implementation of the water management measures in eight categories defined in the Czech part of the Elbe River basin.

druhé straně klesá důraz na opatření v sociální sféře a na uplatňování vodohospodářských technických zásahů (srovnej obr. 4 a 5).

Tab. 1 ukazuje shrnutí odpovědí všech respondentů v české části povodí Labe týkající se navrhovaných adaptačních opatření. Je vidět, že experti vyhodnotili velkou většinu jako zásahy v povodí Labe potřebné, do kategorie nepotřebné zahrnuli převod vody z externích zdrojů, zavádění nezemědělského způsobu života v oblastech postižených suchem a logicky odsolování mořské vody. Odpověď týkající se opatření v oblasti systému oceňování vody, kvót a subvencí, zákonných opatření je nejednoznačná. Rovněž většina možností byla hodnocena jako existující a rovněž plánovaná, pouze tři možnosti byly vyhodnoceny jako existující a plně implementované. Jde o územní dělení (vyčlenění záplavových území), sestavení komise pro případ nouze a obnovu (rovněž přeshraniční) a o zlepšení přeshraniční spolupráce (monitoring, včasné varování). Jistá část respondentů (5 odpovědí) se domnívá, že zavádění nezemědělského způsobu života v oblastech zasažených suchem v české části povodí Labe neexistuje a ani není plánováno.

Co se týče stavu implementace adaptačních opatření v české části povodí Labe, vyjádřili se všichni poměrně shodně. Adaptace na klimatickou změnu začala, ale pokračuje kupředu jen velmi pomalu. Pokrok je částečně viditelný, existují hydrologické modely, ovšem vzhledem k nejistotám není jasné, která adaptační opatření budou třeba. Někteří respondenti soudí, že v současnosti je uplatňován spíše tradiční přístup k vodnímu hospodářství, což není pro adaptaci na klimatickou změnu dostačující.

Zjednodušené porovnání s ostatními povodími

Očekávané klimatické změny

Ve zbývajících pěti povodích se průzkumu zúčastnilo poněkud méně expertů, celkem za všech šest povodí 71 respondentů. Z celkového vyhodnocení vyplynuly dva hlavní závěry. Podle názoru expertů, ve všech šesti povodích panuje přesvědčení, že změna klimatu nastává, počet skeptiků se pohybuje v rozmezí 0–25 %. Ve všech šesti povodích se předpokládá teplejší podnebí s menším množstvím srážek (ovšem v některých částech se zvýšením vlhkosti), změna sezonality a vyšší frekvence a intenzita období sucha. Tento druhý předpoklad nebyl v některých povodích (Amudarja a Rýn) potvrzen většinou všech respondentů (více

než 66 %). V některých povodích se na některých navržených možnostech respondenti zcela neshodli, v následující tab. 2 jsou proto uvedeny pouze možnosti, kde souhlasila většina 66 % respondentů. Zde je možné porovnat názory odborníků s předpovídanými klimatickými scénáři.

Shodu expertů pouze v jednom z bodů v povodí Amudarji lze vysvětlit vysokou odlišností předpovědi globálních cirkulačních modelů pro tento region, kdy některé udávají nárůst a některé naopak pokles srážek (Krysanova et al., 2008). Výsledky v povodí Labe plně odpovídají predikcím (Krysanova et al., 2005; Hatterman et al., 2008). Závěry pro povodí Guadiany byly velice pravděpodobně ovlivněny obecným předpokladem, že toto povodí je nejvíce zasaženým povodím na území Španělska. Závěr expertů v NEL (the Nile Equatorial Lakes) regionu týkající se teplejšího podnebí a méně srážek není v souladu s předpověďmi pěti GCM (globálních cirkulačních modelů), které indikují zvýšení ročních srážek oproti pouhým dvěma, které předpokládají jejich pokles. Předpoklady respondentů v povodí Orange byly v průběhu projektu NeWater potvrzeny modelováním klimatu, které prokázalo rovněž možné ovlivnění průtočného režimu. Předpoklady pro povodí Rýna jsou v souladu s předpovídaným ústupem ledovců.

Očekávané dopady změny klimatu

Ve velké většině sledovaných povodí je možné na základě mínění expertů očekávat zejména sníženou roční vydatnost zdrojů, zvýšenou frekvenci/intenzitu sucha se sníženým rozsahem povodní, sníženou produkci plodin, sníženou dostupnost vodních zdrojů pro závlahy a ztrátu přírodních prostředí a biodiverzity. Tab. 3 uvádí silné dopady a dopady s určitým vlivem v šesti regionech.

Podněty vývoje strategie adaptace

Na základě rozboru všech odpovědí byly určeny jako obecně platné prioritní podněty pohromy působené klimatickými faktory a implementace národních a mezinárodních politik. Dalšími významnými podněty jsou institucionální změny, změny využití území a příležitosti financování. V průběhu vyhodnocení se ukázalo, že další z nabídnutých možností: politické změny, dynamika populace, struktura spotřeby a globalizace nebyly chápány jako podněty adaptace. Tab. 4 ukazuje,

T a b u l k a 1. Očekávaná opatření proti účinkům změny klimatu v zájmových územích podle vyhodnocených odpovědí expertů.
T a b l e 1. Expected measures against effects of climate change in selected areas according to the answers of the respondents.

Kategorie opatření	Opatření	Bodové ohodnocení						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Klimatické informace	regionální scénáře změny klimatu	0	8	0	9	0	0	0
	zlepšení monitoringu, předpovědí, aplikace a využívání modelů pro zásobování vodou a vodní hospodářství	0	8	1	11	0	0	0
	systémy protipovodňové ochrany včetně předpovědí, včasného varování, evakuace a popovodňové obnovy	0	8	3	9	0	0	0
	systémy včasného varování pro výskyt sucha	0	8	0	10	1	2	1
Infrastruktura	údržba a posílení infrastruktury (přehrady, hráze, říční opevnění)	0	8	0	13	0	0	0
	údržba a posílení vodních nádrží	0	8	1	12	0	0	0
Zemědělství	zlepšení způsobu využívání pozemků v zemědělství: změna plodin a rozmístění plodin, změna vegetačního krytu ke snížení evapotranspirace	0	9	0	10	0	3	0
	užití zemědělských postupů snižujících odtok (plodiny zadržující vodu, neuzítí nevyužívaných úhorů)	0	10	0	9	0	3	0
	přizpůsobení termínů výsadby a rozmanitosti plodin	0	9	0	9	0	4	0
	plány využití území počítající s vyšší frekvencí výskytu extrémních jevů	0	10	0	10	2	1	0
Územní plánování	územní dělení (vyčlenění záplavových území s nízkou mírou infrastruktury)	0	8	8	3	2	0	0
	zajištění odpovídajících metod výstavby v záplavových územích	0	8	0	13	0	0	0
	zvýšení zásobní kapacity povrchových a podzemních zdrojů vody	0	8	0	12	0	1	0
	propojené využívání povrchových a podzemních vod	0	8	0	12	0	0	0
Vodohospodářská technická opatření	převod vody z externích zdrojů (z jiných povodí)	8	1	0	0	2	2	0
	zvýšení přirozené retence území a vodních zásob v povodích (rozšíření záplavových území, vytvoření mokřadů a poldrů)	0	8	0	13	0	0	0
	zvýšení infiltrace a zpoždění odtoku (zmenšení nepropustných ploch, tvorba zásobáren podzemní vody)	0	8	0	13	0	0	0
	opětovné využití vody a recyklace vody	0	8	0	9	0	3	1
	zvýšené využívání dešťové vody	0	9	0	8	2	0	2
	odsolování mořské vody	9	0	0	0	0	0	4
	zlepšení efektivity využití vody v různých oborech	0	8	0	12	1	0	0
	vývoj strategií rozdělování vody mezi protichůdné nároky, změna práv k vodám	2	5	0	4	0	3	1
Sociální opatření	plánování pro neočekávaný výskyt sucha: omezení využívání vod, přidělová schémata, speciální tarify odběru vody, omezení méně důležitých odběrů	2	5	0	8	0	1	0
	systém oceňování vody, kvót a subvencí, zákonných opatření	4	4	0	3	0	4	0
	vytvoření postupů průmyslové výroby pomocí systémů úspory vody	0	8	0	13	0	0	0
	komise pro případ nouze a obnovu (rovněž přeshraniční)	0	8	8	5	0	0	0
Opatření v informovanosti a vzdělávání	zavádění nezemědělského způsobu života v oblastech postižených suchem	8	0	0	0	0	0	5
	příprava akcí a opatření v domácnostech	0	8	0	12	0	1	0
	metody rozložení rizika: pojištění spojené s nebezpečím působeným klimatickými faktory	0	8	2	9	0	0	2
	tvorba kapacit (zlepšení povědomí o klimatické změně, zlepšení porozumění a připravenosti)	0	9	0	9	0	3	0
Opatření v informovanosti a vzdělávání	zvýšení povědomí populace o problematice klimatické změny	0	8	3	8	0	2	0
	informace a vzdělávání v oblasti krizového využívání vodních zdrojů	0	8	4	9	0	0	0
	informace a vzdělávání v oblasti ochrany před povodněmi	0	8	4	9	0	0	0
	informace a vzdělávání v oblasti zavádění lepších zemědělských postupů	0	8	4	9	0	0	0
	zlepšení přeshraniční spolupráce (monitoring, včasné varování)	0	8	11	2	0	0	0
	aplikace nových technologií: výkonné chladicí systémy, vylepšená sadba, odsolovací technologie atd.	0	10	0	9	0	1	2

Pozn.: 1. opatření v povodí Labe nepotřebná
2. opatření v povodí Labe potřebná
3. opatření existující a plně implementovaná
4. opatření existující a plánovaná
5. opatření existující a dále neplánovaná
6. opatření neexistující, ale plánovaná
7. opatření neexistující a neplánovaná

T a b u l k a 2. Očekávané projevy změny klimatu v zájmových územích podle vyhodnocených odpovědí expertů; (NEL – the Nile Equatorial Lakes region).

T a b l e 2. Expected exposures of climate change in selected areas according to the answers of the respondents; (NEL – the Nile Equatorial Lakes region).

Projevy změny klimatu	Zájmová povodí					
	Amudarja	Labe	Guadiana	NEL	Orange	Rýn
Ústup ledovců	x	–	–	x	–	–
Více srážek v zimě, méně srážek v létě	–	x	–	–	–	x
Změna sezonality	–	x	x	x	–	–
Vyšší frekvence/intenzita povodní a sucha	–	x	–	x	–	x
Teplejší klima a méně srážek			x	x		
Vyšší frekvence/intenzita sucha			x			
Teplejší klima a méně srážek na západě, ale vlhčeji na východě					x	
Vyšší intenzita povodní a sucha					x	

T a b u l k a 3. Očekávané dopady změny klimatu v šesti sledovaných povodích.

T a b l e 3. Expected climate change impacts in six selected basins.

Očekávaný dopad na:	Zájmová povodí					
	Amudarja	Labe	Guadiana	NEL	Orange	Rýn
sucha	XX	x	x	XX	x	x
závlahy	XX	x	XX	x	–	–
dostupnost vodních zdrojů	x	x	XX	XX	XX	x
plodiny	–	x	XX	XX	x	–
biodiverzitu	x	–	XX	x	–	–
erozi	–	–	x	XX	–	–
výrobu elektrické energie	–	–	–	XX	–	–
pítnou vodu	x	–	–	x	XX	–
kvalitu vody	x	x	–	–	–	–
vysychání území	x	–	x	x	–	–
povodně	–	x	–	x	x	x
lesní požáry	–	–	x	–	x	–
zajištění zdrojů potravy	–	–	–	x	x	–
šíření chorob	–	–	–	x	–	–
dostupnost chladicí vody	–	–	–	–	–	x

Pozn.: XX – silný dopad
x – dopad s určitým vlivem

T a b u l k a 4. Podněty vývoje strategie adaptace v šesti povodích.

T a b l e 4. Drivers for development of adaptation strategy in six selected basins.

Nejdůležitější podněty adaptace	Zájmová povodí					
	Amudarja	Labe	Guadiana	NEL	Orange	Rýn
Pohromy	x	x	x	x	x	x
Příležitosti financování	x	–	–	x	–	–
Národní a mezinárodní politiky	–	x	x	x	–	x
Změny využití území	–	x	–	x	–	–
Institucionální změny	–	x	x	–	–	–

jak byly hodnoceny nejdůležitější podněty v rámci jednotlivých povodí.

Bariery adaptace

V průzkumu byly rovněž vyhodnocovány bariéry adaptace, jednak jako všeobecně platné bariéry a jednak jako bariéry vznikající pouze v konkrétních

povodích. Mezi nejdůležitější všeobecně platné bariéry můžeme řadit prostorové a časové nejistoty klimatických scénářů, nedostatek adekvátních finančních zdrojů a nedostatek horizontální spolupráce. Dalšími důležitými bariérami jsou: odlišné chápání rizika, nedostatek lidských zdrojů, nedostatek přeshraniční spolupráce, nedostatečná vertikální spolupráce, nedostatečný regulační rámec, problé-

my s organizací horizontální a vertikální spolupráce, nízká míra všímatosti a nedostupnost potřebných technologií. Při stanovování bariér v rámci jednotlivých povodí se ukázalo, že v povodí Rýna, Labe, Orange a Guadiany respondenti hodnotili bariéry hlavně jako mírné. Oproti tomu v povodí Amudarji a v NEL regionu byly některé bariéry vyhodnoceny jako silné. Šlo o nedostatek potřebných technologií v povodí Nilu, nedostatečný regulační rámec v povodí Amudarji, nedostatečnou přeshraniční spolupráci v obou povodích, nedostatečnou přeshraniční spolupráci v povodí Amudarji, nedostatečnou spolupráci dotčených subjektů v povodí Amudarji a otázky pohlaví, chudoby a minorit v povodí Nilu.

Adaptační opatření

Výsledky analýzy adaptačních opatření lze shrnout do následujících závěrů. Klimatické informace jsou dostupné ve všech sledovaných povodích s výjimkou NEL regionu, kde je nedostatek klimatických dat, ale je plánován jejich sběr. Podle odpovědí je možné hodnotit infrastrukturu jako dobře vyvinutou v povodí Rýna, Labe, Guadiany a Orange, nižší je v povodí Amudarji, v NEL regionu je spíše plánována, než existuje. Zemědělská opatření ve vztahu k vodnímu hospodářství a adaptaci na změnu klimatu v podstatě neexistují, pouze v povodí Labe je možné částečně nějaké vysledovat. Územní plánování je nejvíce rozvinuté v povodí Labe a následně v povodí Rýna, nějaké existuje v povodí Orange, v ostatních je třeba pod-

pořít jeho rozvoj. Technická opatření ve vodním hospodářství jsou nejvíce uplatňována v povodí Labe, dále v povodí Amudarji a Rýna, v ostatních povodích jsou hlavně ve fázi plánování. Regulační opatření existují a jsou plánována zejména v povodí Orange a Rýna, následována povodími Labe a Guadiany. V NEL regionu a v povodí Amudarji zatím dosáhly pouze úrovně plánování. Sociální opatření jsou dobře rozvinuta v povodí Labe a Rýna, jinde nejsou plánována. Podobně je tomu s opatřeními ve sféře informovanosti a vzdělání, kde lze vysledovat lepší situaci ještě v povodí Orange, nějaká existují v povodí Guadiany a Amudarji, v NEL regionu jsou plánována. Obr. 5 uvádí srovnání jednotlivých regionů a výsledné celkové bodování v jednotlivých kategoriích.

Strategie adaptace a stav její implementace

Ukazuje se, že podle mínění respondentů došlo k uznání problémů klimatické změny v povodí Labe, Guadiany, Orange a Rýna, v nižší míře v povodí Amudarji a NEL regionu. Sdílená vize strategie adaptace je rozeznatelná pouze v povodí Rýna, některé aspekty v dalších povodích s výjimkou povodí Amudarji. Program nebo plán aktivit a opatření v souvislosti s klimatickou změnou je již zahrnut v Plánu povodí Rýna, Labe, Guadiany, Amudarji a NEL regionu, nikoli v plánu povodí Orange. Podle mínění respondentů některé institucionální adaptace probíhají v povodí Labe, Guadiany, Rýna a NEL regionu, ale žádné v povodích Amudarji a Orange. Závěrem je možné konstatovat že adaptace

Obr. 5. Vzájemné porovnání implementace vodohospodářských opatření v šesti sledovaných povodích pro osm definovaných kategorií.

Fig. 5. Cross-comparison of the implementation of water management measures in six selected basins in eight defined categories.

na klimatickou změnu začala ve všech povodích, ale její postup je poněkud pomalý. Jistý vývoj je vidět v povodí Rýna a v NEL regionu.

Závěr

Ze závěrů této studie je jasné, že ve všech sledovaných regionech existuje obecné povědomí o nastávající klimatické změně a o nutnosti reagovat na její dopady návrhem odpovídajících adaptačních strategií. Důležité bariéry implementace adaptačních opatření představují zejména nedostatečná komunikace mezi jednotlivými aktéry a neochota ke změnám. Velmi často jsou jako překážka k adaptaci na klimatickou změnu zmiňovány nedostatečné informace, ale je třeba podotknout, že tato skutečnost je často užívána pouze jako záminka. Nicméně vůle ke spolupráci stále stoupá, také kvůli častému výskytu klimatických extrémů, které zvyšují zájem laické veřejnosti o klimatickou změnu. Ukazuje se, že ve všech šesti povodích se očekává zvýšení frekvence a intenzity sucha, nicméně v některých regionech pouze s mírným vlivem. Oproti tomu v případě zvýšeného výskytu a intenzity povodní se obecně očekává pouze částečný dopad. Jako nejdůležitější podněty pro vývoj strategie adaptace se ukázaly přírodní pohromy a implementace národních a mezinárodních politik. Mezi nejdůležitější bariéry lze zahrnout časové a prostorové nejistoty, nedostatek potřebných finančních zdrojů a nedostatečnou horizontální spolupráci. Ukazuje se, že přestože adaptace na klimatickou změnu ve všech sledovaných povodích začala, postupuje pouze pomalu.

Poděkování. Výzkum byl uskutečněn za podpory projektu EU NeWater č. 511179, projektu GA AV ČR IAA300600901 a projektu MŽP č. SP/2e7/229/07.

LITERATURA

- HATTERMANN F.F., POST J., KRYSA NOVA V., CONRADT T., WECHSUNG F., 2008: Assessment of Water Availability in a Central-European River Basin (Elbe) Under Climate Change. *Advances in Climate Change Research*, Article ID: 1673-1719 (2008) Suppl.-0042-09.
- KRYSA NOVA V., HATTERMANN F., HABECK A., 2005: Expected changes in water resources availability and water quality with respect to climate change in the Elbe River basin (Germany). *Nordic Hydrology*, 36, 4-5, 321–333.
- KRYSA NOVA V. et al., 2008: Practices and Lessons Learned in Coping with Climatic Hazards at the River-Basin Scale: Floods and Droughts. *Ecology and Society*, 13, 2, 32.
- KRYSA NOVA V. et al., 2009: NeWater Synthesis Product 6: Cross-comparison of Climate Change Adaptation Strategies Across Regions; <http://www.newater.info/index.php?pid=1049>
- KRYSA NOVA V. et al., 2009: Cross-Comparison of Climate Change Adaptation Strategies across Large River Basins in Europe, Africa and Asia. *Water Resources Management*, submitted.
- MILLY P.C.D et al., 2008.: Stationarity is dead: whither water management? *Science*, 319, 573–574.
- Další aktualizované rozsáhlejší materiály lze nalézt na internetových stránkách projektu www.newater.info.
- Došlo 29. oktobra 2009
Prijaté 23. júna 2010
- ADAPTATION STRATEGY TO HYDROLOGICAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE
- Romana Slámová, Marta Martínková,
Valentina Krysanova
- According to long-term observations, the global climate has been changing during the several past decades. Most of the scientists accept the fact that the impact of global warming represents serious issue of water management. To deal with the situation the adaptation strategy against should be applied. An integrated approach to water management needs to be forced to decrease vulnerability and increase the adaptive capacity of river basin as whole. Therefore cross-comparison study based on questionnaire inquiry focused on climate change adaptation strategies in selected regions has been carried out. The study was performed in the scope of the NeWater project, including six large river basins Elbe, Guadiana, Rhine, upper Nile, Orange and Amudarya as case study areas. The objective of this study was evaluation of the state of adaptation strategies to climate change in the Czech part of the Elbe River basin based on the evaluation of questionnaire responses and comparison with six large river basins.
- The adaptation strategies to climate change were evaluated considering the following issues:
- understanding of expected climate change in the basin,
 - expected climate change impacts in the basin,
 - drivers for development of adaptation strategy,
 - barriers for development of adaptation strategy,
 - state of implementation of a range of water management measures in the basin, and
 - status of adaptation strategy planning and implementation in the basin.
- The evaluation is based mainly on the opinions of policy makers, water managers and water management experts in the case study river basins, and also involve recent national reports and related literature. The analysis of the results in the Czech part of the Elbe basin includes the first part of this paper. Second part of this paper is focused on the comparison of the outcomes achieved in the Elbe basin and the other basins.

The evaluation proved: there is understanding that climate change is happening, sceptics represent the minority. Expected climate change impacts can be described as strong or moderate depending on the region. The priority climate change impact list includes: decreasing annual water availability, increasing frequency/intensity of droughts, reduced crop production, reduced water availability for irrigation, loss of natural habitats and biodiversity. As drivers for development of climate change adaptation has been mainly indicated climate-related disasters, national and international policies, institutional changes and land use change. The most important barriers for adaptation to climate change rep-

resent: spatial and temporal uncertainties in climate scenarios, lack of adequate financial resources, lack of horizontal cooperation. In the study 36 water resource management measures divided into 8 categories were evaluated. The study concluded that adaptation to climate change has started in all basins but progress seems to be different.

There are some important differences in perception on adaptation measures among water managers. Up to now the technical issues has been mainly applied. The short-term issues are preferred in the contrary to the long-term process of the climate change.