

Číslo úkolu: 3702.12

**ČINNOSTI K PODPOŘE VÝKONU STÁTNÍ SPRÁVY V PROBLEMATICE SUCHO
V ROCE 2016 – ÚKOL 3702.12**

**HYDROLOGICKÉ A VODOHOSPODÁŘSKÉ ASPEKTY PŘEVODŮ VODY A ZÁSAHŮ
DO HYDROGRAFICKÉ SÍTĚ V DOBĚ SUCHA**

Název a sídlo organizace:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 65, 100 10 Praha 10

Zástupce zadavatele:

Ing. Tereza Davidová, Ph.D.

Zahájení a ukončení úkolu:

9/2016 – 12/2016

Místo uložení zprávy:

TGM VÚV, v.v.i.

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Ing. Anna Hrabánková

Hlavní řešitel:

Ing. Magdalena Nesládková

Spoluřešitelé:

Ing. Jiří Šajer

Obsah

Souhrn	6
1 Úvod	9
1.1 Historie převodů vody v ČR	9
1.2 Převody vody a stávající legislativa	10
1.2.1 Požadavky vyplývající ze zákona č. 254/2001 Sb. o vodách	10
1.2.2 Požadavky vyplývající ze zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí 14	
2 Převody vody plánované v jednotlivých oblastech povodí	15
2.1 Povodí Ohře.....	15
2.1.1 Převod vody z nádrže Nechanice do povodí vodních toků Blšanka a Rakovnický potok 15	
2.1.2 Převod vody z nádrže Horka do povodí Svatavy	15
2.1.3 Převod vody do povodí Úštěckého potoka	15
2.2 Povodí Labe	16
2.2.1 Převod vody z Jeleního potoka a nádrže Bedřichov do nádrže Josefův Důl.....	16
2.2.2 Převod vody z Metuje do VD Rozkoš – posílení akumulární a ochranné funkce nádrže 18	
2.2.3 Posouzení možnosti převodu vody z Bělé do Dědiny v souvislosti s výstavbou nádrže Skuhrov 19	
2.2.4 Převody vody do povodí Cidliny	20
2.3 Povodí Odry.....	21
2.4 Povodí Moravy.....	21
2.5 Povodí Vltavy.....	21
Shrnutí	21
3 Hodnocení environmentálních dopadů převodu vody	22
3.1 Hodnocení vlivu záměru na existující vodohospodářskou infrastrukturu.....	22
3.1.1 Vliv převodu na povolená vypouštění odpadních vod	22
3.1.2 Vliv převodu na odběry povrchových vod	23
3.1.3 Vliv převodu na vodní elektrárny	23
3.1.4 Vliv převodu na oblasti se specifickými požadavky na jakost vody.....	23
3.2 Hodnocení vlivu záměru na stav vodních útvarů	23
3.2.1 Hodnocení vlivu záměru na chemický stav vodních útvarů	24
3.2.2 Hodnocení vlivu záměru na ekologický stav vodních útvarů	25
Hodnocení vlivu záměru na biologické složky.....	25

Posouzení vlivu záměru na chemické a fyzikálně-chemické složky podporující biologické složky.	26
Posouzení dopadů převodu na hydromorfologické ukazatele dotčených útvarů.....	27
3.3 Stanovení dopadů převodu vody na hydrogeologické poměry	28
3.4 Vliv záměru na plnění cílů vyplývajících ze zákona o ochraně přírody a krajiny	29
4 Hydrologické a vodohospodářské aspekty převodů vody – rešerše literatury	30
4.1 Potenciální environmentální dopady	30
4.2 Úprava práv, povinností a poplatků mezi provozovatelem infrastruktury a jejím uživatelem	31
5 Potenciál využití hydraulických a bilančních modelů	32
5.1 Příprava hydraulických a hydrologických dat	34
5.2 Příprava vstupních dat pro jakost.....	34
5.3 Výpočet látkového odnosu a množství vypouštěných látek	34
5.4 Plošné a difúzní znečištění a samočištění.....	35
5.5 Odběry a vypouštění	36
5.6 Příprava dat pro kalibraci a verifikaci modelu.....	36
5.7 Nejistoty související s modelováním jakosti vody	37
5.7.1 Nejistota daná strukturou modelu	37
5.7.2 Nejistota vstupních dat	37
5.7.3 Nejistota parametrů modelu.....	37
5.8 Shrnutí	37
6 Nejistoty navrženého řešení.....	38
7 Pilotní aplikace	38
7.1 Převody vody do nádrže Hubenov	38
7.1.1 Modelování vlivu převodu vody z Jiřínského potoka na jakost vody v Maršovském potoce s uplatněním jednoduchého bilančního modelu	40
7.2 Převod vody z Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka.....	50
7.2.1 Hodnocení dopadů záměru na stav vodních útvarů	52
8 Shrnutí a závěr	59
LITERATURA.....	61

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma vodárenského komplexu Jizerských hor. Zdroj: Posílení kapacity vodárenské nádrže Josefův Důl - studie proveditelnosti, zhotovitel: VRV, a.s., objednatel: Povodí Labe, s.p., 2016	17
Obrázek 2 Schéma variant možných převodů v povodí VN Bedřichov do povodí VN Josefův Důl. Zdroj: Posílení kapacity vodárenské nádrže Josefův Důl – studie proveditelnosti, zhotovitel: VRV, a.s., objednatel: Povodí Labe, s.p., 2016	17
Obrázek 3 Přehledná situace záměru na převod vody z Metuje do nádrže Rozkoš	18
Obrázek 4 Varianty převodu vody z nádrže Skuhrov na Bělé do povodí Dědiny, zdroj: Posouzení možností převodu vody z Bělé do Dědiny v souvislosti s výstavbou VN Skuhrov, zhotovitel: ČVUT, VÚV TGM, objednatel: Povodí Labe, s.p.	20
Obrázek 5 Roční odběry vody z nádrže Hubenov.....	39
Obrázek 6 Vývoj koncentrace celkového fosforu v profilech sledování jakosti vody Rantiřov na Jihlavě a Hubenov na Maršovském potoce v letech 2010–2015	41
Obrázek 7 Převody vody do nádrže Hubenov	42
Obrázek 8 Schéma modelu jakosti vody v Maršovském potoce	44
Obrázek 9 Odchylna modelovaných a měřených hodnot konduktivity v profilu JPTHu001 v roce 2013	45
Obrázek 10 Závislost samočistícího efektu na době zdržení a na velikosti koeficientu degradace k ...	47
Obrázek 11 Závislost doby zdržení na průtoku Jiřínským přivaděčem.....	47
Obrázek 12 Závislost doby zdržení na průtoku v úseku mezi profilem JPTHu004 a JPTHu001	48
Obrázek 13 Závislost koncentrace plošných a difúzních zdrojů na neovlivněném přírůstku průtoku pro celkový fosfor	48
Obrázek 14 Odchylna modelované koncentrace celkového fosforu od mediánu pozorování pro různé hodnoty koeficientu degradace	49
Obrázek 15 Porovnání mediánů ukazatelů jakosti vody v profilu JPTHu001 za jednotlivá dvouletí.....	49
Obrázek 16 Schéma navrhované soustavy převodů z povodí Ohře až do povodí Rakovnického potoka (Zdroj: SWECO Hydroprojekt, Studie proveditelnosti, 2016).	51
Obrázek 17 Porovnání koncentrací rozpuštěného kyslíku v jednotlivých měsících (v profilu na Ohři pod Nechranicemi v září bylo k dispozici pouze jedno pozorování).....	55
Obrázek 18 Porovnání teplotního režimu ve zdrojovém a v dotovaných útvarech povrchových vod .	55
Obrázek 19 Porovnání velikosti (teoretické) dotace do povodí a průtoku v dotovaném profilu pod nádrží Vidhostice	56
Obrázek 20 Oblast se vzdáleností do 2 km od tras převodů vody a od dotovaných toků.	58

Souhrn

Anotace

V souvislosti se významným hydrologickým suchem v roce 2015 a rovněž v souvislosti s plněním úkolů vzešlých z Usnesení vlády č. 620 z roku 2015 připravují správci povodí projekty nových převodů vody. Budování převodů vody má na území ČR bohatou historii a souviselo s rozvojem klíčových hospodářských činností dané doby. Převody vody jsou jedním z technických vodohospodářských opatření, které má zásadní potenciál pro řešení dlouhodobých problémů v oblastech, kde dostupné vodní zdroje nejsou dostatečné pro zabezpečení požadavků na vodu s dostatečnou spolehlivostí.

Převody vody představují novou trvalou změnu fyzikálních poměrů a pro jejich realizaci bude nutné uplatnění výjimky dle paragrafu 23a Vodního zákona a bude nutné doložit, že jsou splněny podmínky stanovené v § 23a odstavcích 7 a 8 Vodního zákona. První podmínkou je odůvodnění projektu – musí se jednat o nadřazený veřejný zájem, nebo musí být přínosy pro životní prostředí a společnost při dosahování cílů ochrany vod převáženy přínosy nových změn pro lidské zdraví, udržení ochrany obyvatel nebo udržitelný rozvoj. Druhou podmínkou pro udělení výjimky je, že prospěšné cíle, které z těchto změn nebo úprav vodního útvaru vyplývají, nelze z důvodů technické neproveditelnosti nebo pro neúměrné náklady dosáhnout jinými prostředky, jež by byly z hlediska životního prostředí významně lepší. Třetí podmínkou je, že musí být navržena zmírňující opatření, která eliminují nepříznivé dopady projektu na chemický a ekologický stav (nebo potenciál) dotčených vodních útvarů. Opatření, na které se vztahuje výjimka z dosahování environmentálních cílů, musí být uvedena a zdůvodněna v plánu povodí.

S realizací převodů vody je spojena řada environmentálních rizik. Patří sem např. riziko zhoršení jakosti vody ve zdrojovém vodním toku v úseku pod odběrem pro převod v souvislosti s dlouhodobým snížením vodnosti a snížením ředící kapacity toku, zhoršení migrační prostupnosti v ochuzeném úseku toku v málovodných obdobích a zvýšení zranitelnosti zdrojového toku vůči suchu, změna chemických a fyzikálně-chemických ukazatelů jakosti v dotovaném toku nebo nádrži, která může nepříznivě ovlivnit stávající oživení, riziko rozšíření invazivních druhů do nově propojených oblastí, ovlivnění splaveninového režimu dotčených vodních toků a další.

Z rešerše literatury vyplývají následující doporučení při navrhování nových převodů vody:

- 1) snížit požadavky na vodu v dotované oblasti, zavést recyklaci odpadních vod, pokusit se zajistit dodávku vody z místních zdrojů, teprve následně uvážit výstavbu převodu jako poslední možnost,
- 2) provést analýzu nákladů a přínosů pro zdrojovou i dotovanou oblast s uvážením celého spektra sociálních, ekonomických a environmentálních dopadů,
- 3) vypořádat se s riziky, která jsou s realizací projektu spojena,
- 4) projednat projekt s lidmi, kteří jsou přímo nebo nepřímo záměrem ovlivněni, ještě předtím, než bude projekt přijat k realizaci, aby bylo možné vyjádřit další potenciální dopady nebo rizika.

Zmírňující opatření, která mohou snížit dopad převodu vody na stav dotčených vodních útvarů, zahrnují kontrolu zachování minimálního zůstatkového průtoku ve zdrojovém vodním toku, revitalizaci nebo renaturaci zdrojového úseku toku, aby byla zajištěna dostatečná morfologická

členitost s úkryty pro organismy, pokud možno průběžný provoz převodu vody, aby bylo eliminováno významné kolísání hladin v dotčených útvarech, navržení odběrného objektu s ohledem na zachování podélné prostupnosti koryta aj. Jakost převáděné vody by neměla představovat riziko pro organismy žijící v dotovaném vodním útvaru. Je vhodné zajistit odstranění hrubých nečistot, vyrovnaní teploty převáděné vody, okysličení.

Uplatnění nových převodů vody v ČR se dá očekávat především v souvislosti s propojováním vodohospodářských soustav pro zvýšení zabezpečení dodávky vody pro zásobování obyvatelstva a průmyslu a pravděpodobně rovněž s obnovou a rozvojem zemědělské závlahy.

Hlavní výsledky DÚ

1) Závěrečná zpráva k projektu

Název:

Vodohospodářské a hydrologické aspekty převodů vody a zásahů do hydrografické sítě

Popis:

Zpráva obsahuje základní informace k nově připravovaným převodům vody, rozbor legislativních aspektů převodů vody, návrh metodiky pro hodnocení dopadů nově plánovaného převodu vody na stav dotčených útvarů povrchových vod, rozbor problematiky uplatňování hydraulických a hydrologických modelů při posuzování dopadů na stav vodních útvarů a ověření metod pro dva pilotní projekty převodů vody.

Místo uložení:

VÚV TGM, v.v.i., MŽP, odbor ochrany vod

Způsob využití: správci povodí, vodoprávní úřady

2) Výsledky z DÚ do návrhu koncepce 3. d) v)

Převody vody jsou jedním z klíčových technických vodohospodářských opatření, které má zásadní potenciál pro řešení dlouhodobých problémů v oblastech, kde dostupné vodní zdroje nejsou dostatečné pro zabezpečení požadavků na vodu s dostatečnou spolehlivostí. Jejich realizace ale představuje novou změnu fyzikálních a s tím souvisí požadavek na posouzení dopadů na stav vodních útvarů a případně uplatnění výjimky dle paragrafu 23a Vodního zákona. Aby bylo možné výjimku udělit je nutno doložit, že pro daný záměr jsou splněny podmínky stanovené v paragrafu 23a odstavcích 7 a 8 Vodního zákona. Tato podmínka platí pro všechna opatření, která představují trvalé změny fyzikálních poměrů na útvarech povrchových vod nebo změny hladin útvarů podzemních vod (nové nádrže, umělá infiltrace povrchových vod do vod podzemních aj.).

3) Definování nejistot řešení a navazující práce (bodově-max. 10 záznamů) – co by bylo potřeba udělat, aby se nejistoty v řešení omezily

4) Nejistota plynoucí z chybějící prováděcí metodiky k otázce uplatňování výjimek dle článku 4.7 Rámcové směrnice pro vodní politiku. Na úrovni Evropské Komise v rámci Společné implementační strategie (CIS) Rámcové směrnice pro vodní politiku vznikla pracovní skupina, jejímž cílem bude připravovat metodický dokument pro členské země k uplatňování článku 4.7 Rámcové směrnice. Metodika, která vznikla v rámci řešení tohoto úkolu tak bude muset projít revizí v okamžiku, kdy bude k dispozici prováděcí metodika CIS.

5) Vypsát seznam projektů, ze kterých řešení vycházelo

- Posílení kapacity vodárenské nádrže Josefův Důl – studie proveditelnosti, zhotovitel: VRV, a.s., objednatel: Povodí Labe, s.p., 2016

- Převodění vody z povodí Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka – studie, zhotovitel: SWECO Hydroprojekt, a.s. a VRV, a.s., objednatel Povodí Ohře, s.p. a Povodí Vltavy, s.p., 2016

1 Úvod

Předložená studie se zabývá analýzou vodohospodářských aspektů převodů vody a zásahů do hydrografické sítě v kontextu platné legislativy ve vodním hospodářství, včetně stanovení postupů pro hodnocení environmentálních dopadů plánovaného záměru pro posouzení vlivu záměru na cíle ochrany vod jako složky životního prostředí. Výstupy studie budou uplatněny při přípravě koncepce ochrany před následky sucha na území České republiky.

Převodem vody rozumíme technickou infrastrukturu, která zajišťuje přivedení vody z místa, kde je jí dostatek, do místa, kde se jí nedostává (při hydrologickém suchu), nebo odvedení části povodňového odtoku do toku nebo nádrže, kde neškodí. Může se jednat o umělé vodní toky, kdy se převádí voda v říční síti (označované rovněž jako kanály, stoky, řeky, přivaděče aj.), převod může mít rovněž podobu trubního propojení – zpravidla v rámci vodárenských systémů (Hanel, 2011). Převod vody může probíhat nejen z toku do toku, ale rovněž s uplatněním nádrže na jedné, na druhé nebo na obou stranách.

Účely převodu vody mezi dvěma povodími mohou být následující:

- a) zabezpečení potřeby vody pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou, průmysl, energetiku, zemědělství, ředění vypouštěných odpadních vod, obecné nakládání s vodami, turismus a jiné hospodářské aktivity,
- b) ochrana při povodních,
- c) zajištění ekologické funkce toku v málovodném období.

1.1 Historie převodů vody v ČR

Budování převodů vody má na území České republiky bohatou historii, souviselo vždy s rozvojem klíčových hospodářských činností dané doby. Už od počátku 14. století byl využíván hydroenergetický potenciál vodního proudu v mlýnech a hamrech s uplatněním uměle vytvořených náhonů. Příkladem jedné z nejstarších vodohospodářských staveb tohoto typu je Mlýnská strouha (Dyjsko-mlýnský náhon) na Dyji z počátku 14. století. Řada významných vodohospodářských staveb vznikla v souvislosti s rozvojem rybníkářství. Uvedme například Opatovický kanál na Labi (přelom 15. a 16. stol.), původně napájející soustavu rybníků Viléma z Pernštejna, Sánský kanál propojující Cidlinu a Mrlinu, Zlatou stoku (poč. 16. stol.) pro napájení třeboňské rybníční soustavy vodou z Lužnice nebo Novou řeku (konec 16. stol.), která plní funkci ochrannou i zásobní a propojuje Lužnici a Nežárku.

Umělé vodní kanály byly budovány pro potřeby těžby kovových rud a související výroby. Příkladem je tzv. Dlouhá stoka z první poloviny 16. století, která sloužila k zajištění dostatečného množství vody pro propírání rud, pohon mechanických zařízení a dopravu dřeva v historické oblasti těžby cínových rud v okolí Krásna a Horního Slavkova (Ležatka, 2010). Významným převodem vody z nedávné historie, jehož vznik souvisel s těžbou hnědého uhlí v severních Čechách, je přivaděč Ohře – Bílina. Jedná se o soubor staveb Přivaděče průmyslové vody, Podkrušnohorského přivaděče a čerpací stanice Rašovice, který byl vybudován v letech 1957–1982 a slouží k odvádění povrchových vod z oblasti hnědouhelných dolů a zásobování průmyslu a energetiky Chomutovska a Mostecká (Blažek, 2006).

Umělé vodní kanály byly rovněž budovány pro plnění plavebních účelů, např. Schwarzenberský kanál na Šumavě z 18. století (Ležatka, 2010). Příkladem novodobé vodní cesty může být tzv. Bařův kanál, který umožňuje plavbu po Moravě v úseku od Otrokovic po Rohatec, který byl dostavěn v roce 1938.

Příkladem převodu vody v podobě umělého vodního toku, jehož účelem je ochrana před povodněmi, je odlehčovací rameno Moravy v úseku Ostroh – Vnorovy nebo tzv. Malá Bečva, která odvádí povodňové průtoky z Bečvy do Mostěnky. Povodňové průtoky z Úpy jsou převáděny umělým vodním tokem z profilu Zlích do nádrže Rozkoš.

Od 19. století se začínají převody vody uplatňovat především pro zajištění dostatečných zdrojů pitné vody a jejich přivedení do spotřebiště. Významným převodem vody s vodárenským účelem je přivaděč propojující úpravnu vody Želivka s vodojemem Jesenice o délce téměř 52 km, zajišťující 74 % potřeby pitné vody v Praze. Přes rozvodí Ohře a Berounky je voda převáděna z povodí Teplé do vodní nádrže Mariánské Lázně, ze které jsou zásobovány Mariánské Lázně pitnou vodou. Dalšími příklady převodu vody pro vodárenské účely může být např. převod vody z nádrže Křižanovice do úpravy vody Monaco a dále na Chrudimsko a Pardubicko nebo např. přivaděč z nádrže Fláje do úpravy vody Meziboří a dále na Mostecko a Teplicko. Převádět je možné i vodu podzemní. Příkladem takového řešení je odběr z jímacího území Litá v povodí Dědiny a převod této vody do Hradce Králové (Blažek, 2006). Jednotlivé prvky vodárenské infrastruktury jsou pomocí přivaděčů propojovány do komplexních vodárenských soustav.

Na základě uvedeného historického kontextu je zřejmé, že budování převodů vody jakožto technického řešení pro zajištění nejrůznějších potřeb lidského konání je od nepaměti na území ČR uplatňováno a má svoji kontinuitu. Vždy se jednalo o projekty, které byly jedinečné, a mnohdy vyžadovaly uplatnění na svou dobu pokročilých znalostí a technologií. Některé objekty jsou v současné době chráněny jako technické památky.

1.2 Převody vody a stávající legislativa

1.2.1 Požadavky vyplývající ze zákona č. 254/2001 Sb. o vodách

Přijetím Rámcové směrnice pro vodní politiku v roce 2000 udala Evropská komise nový směr ve vodním hospodářství. S vědomím, že vodní zdroje jsou zranitelné a omezené, je hlavním cílem směrnice ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů a přispění k trvale udržitelnému, vyrovnanému a umírněnému využívání vody. Z dosavadních aktivit, které byly nasměrovány zpravidla na uspokojování potřeb člověka, se přesouvá pozornost na ochranu a zlepšování stavu podzemních a povrchových vod a vodních a na vodu vázaných ekosystémů. U povrchových vod je sledován chemický a ekologický stav daného vodního útvaru, u podzemních vod kvantitativní a chemický stav vodního útvaru.

Cíle Rámcové směrnice pro vodní politiku:

- a) zlepšení stavu vodních zdrojů,
- b) udržitelné využívání vodních zdrojů,
- c) snížení účinků povodní a sucha.

Konkrétní cíle v oblasti ochrany životního prostředí:

- a) dosažení dobrého stavu vodních útvarů a chráněných území do roku 2015 (resp. 2027),
- b) zamezení zhoršování stavu vodních útvarů,
- c) omezení vstupu prioritních látek a zamezení vstupu nebezpečných látek.

Budování převodů vody je jedním z vodohospodářských opatření, které má potenciál pro řešení dlouhodobých problémů v oblastech, kde dostupné vodní zdroje nejsou dostatečně vydatné nebo dostatečně spolehlivé pro zabezpečení požadavků na vodu. Jedná se ale zároveň o opatření, které

představuje novou změnu fyzikálních poměrů v dotčených útvarech povrchových vod a může ovlivnit chemický a ekologický stav těchto vodních útvarů nebo může zabránit v dosažení dobrého stavu.

Realizace převodů vody, které představují významný antropogenní vliv spojený s novou změnou fyzikálních poměrů. Z hlediska dosahování cílů ochrany vod v souladu s Rámcovou směrnicí o vodní politice 2000/60/ES bude pro realizaci nových převodů vody nutné posoudit jejich potenciální vliv na stav dotčených vodních útvarů. V případě, že hrozí zhoršení jejich ekologického stavu nebo potenciálu, je třeba posoudit, zda bude možné uplatnění výjimky z plnění těchto cílů podle paragrafu 23a bodu 7 zákona č. 254/2001 Sb. o vodách v platném znění (dále jen Vodní zákon) u dotčených útvarů povrchových vod (viz Box 1).

Požadavek na uplatnění výjimky pro daný záměr uvádí správce povodí ve svém stanovisku správce povodí (podle § 54 odst. 4 Vodního zákona). Základní postup pro udělování výjimek z dosažení cílů ochrany vod je popsán v metodickém pokynu Ministerstva zemědělství ČR čj.: 20380/2016-MZE-15120 k posouzení možnosti vlivu záměru na stav dotčeného vodního útvaru při vydávání povolení, souhlasů a závazných stanovisek vodoprávních úřadů. Na základě ustanovení § 106 odst. 1 Vodního zákona je k řízení o udělení výjimky příslušný vodoprávní úřad obecního úřadu obce s rozšířenou působností, vyjma záměrů uvedených v ustanovení § 107 Vodního zákona, pro které je k udělení výjimky příslušný krajský úřad.

Podrobná metodika pro posuzování dopadů plánovaného opatření na stav vodních útvarů a pro rozhodování o udělení výjimky podle § 23a Vodního zákona zatím není k dispozici. V této oblasti teprve podpůrné dokumenty vznikají (a to jak na úrovni Evropské komise, tak na národní úrovni). Kapitola 3 této zprávy, která se problematice posuzování vlivu plánovaného převodu na stav vodních útvarů věnuje, tedy představuje předběžný přehled problémů, které s realizací nových převodů vody souvisejí a které by měly být podrobněji zpracovány do metodiky pro podporu třetího kola plánování v oblasti vod.

Box 1. Znění paragrafu 23a odstavců 7–9 Vodního zákona o výjimkách z cílů ochrany vod.

(7) Dobrého stavu podzemních vod, dobrého ekologického stavu, dobrého ekologického potenciálu nebo předcházení zhoršování stavu útvaru povrchové nebo podzemní vody nemusí být dosaženo v důsledku nových změn fyzikálních poměrů v útvaru povrchové vody nebo změn hladin útvarů podzemních vod. Ke zhoršení stavu útvaru povrchové vody z velmi dobrého na dobrý může dojít v důsledku nových trvalých lidských činností.

(8) Uplatnění výjimek podle odstavce 7 je možné, pouze pokud

- a)** jsou učiněny všechny schůdné kroky k omezení nepříznivých vlivů na stav vodního útvaru,
- b)** důvody těchto změn nebo úprav jsou výslovně uvedeny a vysvětleny v plánu povodí podle § 24 a dané cíle se každých šest let přezkoumávají,
- c)** důvody těchto změn nebo úprav vyplývají z nadřazeného veřejného zájmu nebo pokud jsou přínosy pro životní prostředí a společnost při dosahování cílů podle odstavce 1 převáženy přínosy nových změn pro lidské zdraví, udržení ochrany obyvatel nebo udržitelný rozvoj a
- d)** prospěšné cíle, které z těchto změn nebo úprav vodního útvaru vyplývají, nelze z důvodů technické neproveditelnosti nebo pro neúměrné náklady dosáhnout jinými prostředky, jež by byly z hlediska životního prostředí významně lepší.

(9) Výjimky podle odstavců 5 až 7 lze uplatnit, pouze pokud nedojde k trvalému vyloučení nebo ústupkům při dosahování cílů ochrany vod jako složky životního prostředí v jiných vodních útvarech ležících v téže oblasti povodí a jejich použití je v souladu s cíli ochrany životního prostředí.

K žádosti o udělení výjimky žadatel předkládá podklady, kterými prokáže splnění podmínek pro uplatnění výjimky podle ustanovení § 23a odst. 8 Vodního zákona. Klíčovým podkladem rozhodovacího procesu pro to, zda bude nebo nebude opatření přijato k realizaci, je odůvodnění plánovaného záměru. Pro udělení výjimky je přijatelné takové opatření, které sleduje nadřazený veřejný zájem nebo pokud jsou přínosy pro životní prostředí a společnost převáženy přínosy nových změn pro lidské zdraví, udržení ochrany obyvatel nebo udržitelný rozvoj. Rozhodnutí o tom, co je a co není nadřazený veřejný zájem, nemůže vycházet ze subjektivního názoru tvůrce dokumentu, ale mělo by vycházet z rozhodnutí vlády. Za udržitelný rozvoj se považují takové aktivity, které zajistí potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo splnění potřeb generací příštích, a aniž by se to dělo na úkor jiných národů (zprávy Komise OSN pro životní prostředí a rozvoj - tzv. Zpráva Brundtlandové z r. 1987).

Nalepšování minimálních zůstatkových průtoků v období sucha pro zlepšení stavu vodních útvarů (mimo úseků ovlivněných nádržemi) není Rámcovou směrnicí požadováno a není vhodným argumentem pro zdůvodňování nových fyzikálních změn na útvarech povrchových vod. V kontextu přípravy opatření pro zvládání sucha a nedostatku vody je dobré vzít v úvahu, že platné znění Vodního zákona v souladu s Rámcovou směrnicí pro vodní politiku umožňuje uplatnění výjimky z dosažení environmentálních cílů v případech, které byly zapříčiněny okolnostmi přírodní povahy nebo vyšší mocí, které jsou výjimečné a které nemohly být rozumně předpovídaný, jako v případě extrémních povodní, déletrvajících sucha nebo v důsledku havárií (viz Box 2).

Součástí podkladových materiálů musí být posouzení, zda neexistuje lepší řešení, které by vedlo ke stejným přínosům a zároveň představovalo menší vliv na životní prostředí za srovnatelných nákladů. Podkladové dokumenty dále musí obsahovat návrh zmírňujících opatření, která povedou k eliminaci nepříznivých důsledků nově realizovaného opatření na stav vodních útvarů. Návrhy zmírňujících opatření, která přicházejí v úvahu v souvislosti s převody vody, jsou uvedeny v kapitole 3. Výčet opatření, u kterých bude uplatněna výjimka z dosažení environmentálních cílů, a jejich zdůvodnění je třeba uvést v plánu povodí.

Box 2. Znění paragrafu 26 odstavce 5 Vodního zákona o výjimkách z cílů ochrany vod.

(5) V případech dočasného zhoršení stavu vodních útvarů daného okolnostmi přírodní povahy nebo vyšší mocí, které jsou výjimečné nebo nemohly být rozumně předvíhány, jako v případě extrémních povodní nebo období déletrvajícího sucha nebo v důsledku havárií, je nutné splnit tyto podmínky:

- a) přijmout všechna vhodná opatření s cílem předejít dalšímu zhoršování stavu a neustoupit od dosažení cílů ochrany vod podle § 23a odst. 1 u ostatních vodních útvarů neovlivněných těmito mimořádnými okolnostmi,
- b) podmínky, za kterých mohou být okolnosti označeny za mimořádné nebo rozumně nepředpověditelné, jsou uvedeny, včetně zavedení příslušných ukazatelů, v plánu povodí,
- c) opatření, která mají být přijata za takovýchto mimořádných okolností, jsou zahrnuta do programů opatření a nebudou oslabovat obnovu jakosti daného vodního útvaru po skončení mimořádných okolností,
- d) důsledky mimořádných nebo rozumně nepředpověditelných okolností se každoročně přezkoumají a s ohledem na důvody prodloužení lhůt stanovené v § 23a odst. 5 a stanovení méně přísných cílů v § 23a odst. 6 se přijmou všechna proveditelná opatření s cílem v co možná nejkratším čase obnovit ve vodním útvaru stav, který byl před mimořádnou okolností, a
- e) souhrn důsledků mimořádných okolností a opatření, která byla nebo mají být přijata v souladu s písmeny a) a d), se uvedou v nejbližší aktualizaci plánu povodí.

Box 3. Znění paragrafu 4, odstavce 1 zákona č. 100/2001 o posuzování vlivů na životní prostředí .

(1) Předmětem posuzování podle tohoto zákona jsou

- a) záměry uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu kategorii I a změny těchto záměrů, pokud změna záměru vlastní kapacitou nebo rozsahem dosáhne příslušné limitní hodnoty, je-li uvedena; tyto záměry a změny záměrů podléhají posuzování vždy,
- b) změny záměru uvedeného v příloze č. 1 k tomuto zákonu kategorii I, které by mohly mít významný negativní vliv na životní prostředí, zejména pokud má být významně zvýšena jeho kapacita a rozsah nebo pokud se významně mění jeho technologie, řízení provozu nebo způsob užívání a nejedná-li se o změny podle písmene a); tyto změny záměrů podléhají posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení,
- c) záměry uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu kategorii II a změny těchto záměrů, pokud změna záměru vlastní kapacitou nebo rozsahem dosáhne příslušné limitní hodnoty, je-li uvedena, nebo které by mohly mít významný negativní vliv na životní prostředí, zejména pokud má být významně zvýšena jeho kapacita a rozsah nebo pokud se významně mění jeho technologie, řízení provozu nebo způsob užívání; tyto záměry a změny záměrů podléhají posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení,
- d) záměry uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu, které nedosahují příslušných limitních hodnot, jsou-li uvedeny (dále jen „podlimitní záměr“) a příslušný úřad stanoví, že budou podléhat zjišťovacímu řízení; tyto záměry podléhají posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení,
- e) stavby, činnosti a technologie, které podle stanoviska orgánu ochrany přírody vydaného podle zvláštního právního předpisu^{2a}) mohou samostatně nebo ve spojení s jinými významně ovlivnit území evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti; tyto stavby, činnosti a technologie podléhají posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení,
- f) změny záměru, které by podle závazného stanoviska příslušného úřadu vydaného podle § 9a odst. 4 mohly mít významný negativní vliv na životní prostředí; tyto změny záměrů podléhají posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení.

1.2.2 Požadavky vyplývající ze zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí

Otázkou dopadů záměrů staveb a koncepcí na životní prostředí se zabývá zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí) č. 100/2001 Sb. Zákon uvádí v paragrafu 4, odstavci 1, které záměry nebo změny záměrů podléhají posuzování dopadů na životní prostředí (viz Box 3).

V příloze č. 1 tohoto zákona jsou definovány jednotlivé kategorie záměrů. Do kategorie I patří převod vody mezi povodími nebo mezi dílčími částmi povodí, pokud množství odebírané nebo převáděné vody přesahuje 100 mil. m³/rok nebo pokud dlouhodobý průměrný průtok v povodí, odkud se voda převádí, přesahuje 2 000 mil. m³ za rok v případě, že objem převedené vody přesahuje 5 % tohoto průtoku. Pro takové projekty je vyžadováno posouzení vlivů na životní prostředí vždy.

Do kategorie II patří převod vody mezi povodími nebo mezi dílčími částmi povodí, pokud je množství odebírané nebo převáděné vody od 10 do 100 mil. m³/rok, nebo pokud dlouhodobý průměrný průtok v povodí, odkud se voda převádí, je od 200 do 2 000 mil. m³/rok v případě, že objem převedené vody přesahuje 5 % tohoto průtoku. To jsou záměry, u kterých bude probíhat zjišťovací řízení, na základě kterého bude rozhodnuto, zda bude nutné provést posuzování vlivů na životní prostředí.

Při zjišťovacím řízení příslušný úřad na základě dostupných podkladů a informací zjišťuje, zda a v jakém rozsahu může záměr vážně ovlivnit životní prostředí a obyvatelstvo. Používá přitom kritéria, která charakterizují na jedné straně vlastní záměr a příslušné zájmové území, na druhé straně z toho vyplývající významné potenciální vlivy na obyvatelstvo a životní prostředí. Kritéria jsou uvedena v příloze č. 2 zákona č. 100/2001 Sb. a zahrnují kritéria popisující

- 1) charakteristiku záměru – velikost, kumulaci jeho vlivů s vlivy jiných známých záměrů (realizovaných, připravovaných, uvažovaných), využívání přírodních zdrojů, produkci odpadů, znečišťování životního prostředí a rušivé vlivy, rizika havárií zejména vzhledem k navrženému použití látek a technologií,
- 2) umístění záměru - dosavadní využívání území a priority jeho trvale udržitelného využívání, relativní zastoupení, kvalitu a schopnost regenerace přírodních zdrojů a schopnost přírodního prostředí snášet zátěž se zvláštní pozorností na:
 - a) územní systém ekologické stability krajiny,
 - b) zvláště chráněná území,
 - c) území přírodních parků,
 - d) významné krajinné prvky, mokřady a horské oblasti a lesy,
 - e) území historického, kulturního nebo archeologického významu,
 - f) území hustě zalidněná,
 - g) území zatěžovaná nad míru únosného zatížení (včetně starých zátěží),
- 3) charakteristiku předpokládaných vlivů záměru na obyvatelstvo a životní prostředí:
 - a) rozsah vlivů (zasazené území a populaci),
 - b) povahu vlivů vzhledem k jejich přesahování státních hranic,
 - c) velikost a složitost vlivů,
 - d) pravděpodobnost vlivů,
 - e) dobu trvání, frekvenci a vratnost vlivů.

2 Převody vody plánované v jednotlivých oblastech povodí

V souvislosti s Usnesením vlády č. 620 z července 2015 a s plněním úkolů vzešlých z tohoto usnesení je připravována řada projektů na nové převody vody. Informace o těchto projektech poskytli jednotliví správci povodí. Níže uvádíme stručný popis chystaných záměrů.

2.1 Povodí Ohře

2.1.1 Převod vody z nádrže Nechanice do povodí vodních toků Blšanka a Rakovnický potok

V povodí Ohře probíhá příprava převodu vody z nádrže Nechanice do povodí vodních toků Blšanka, Liboc, Hasina a Smolnický potok v povodí Ohře a do Rakovnického potoka v povodí Vltavy. Účelem projektu je zvýšit zabezpečení minimálních zůstatkových průtoků a odběrů vody pro zemědělskou závlahu v dotovaných povodích. Nádrž Nechanice představuje robustní zdroj vody i při uvážení dopadů klimatické změny. Podle studie proveditelnost (SWECO a VRV, 2016) bude voda čerpána z odtoku nádrže Nechanice pomocí čerpací stanice Stranná a přivaděčem vedena do nádrže Vidhostice v povodí Blšanky. Z nádrže Vidhostice byly navrženy dvě varianty řešení trasování přivaděče dále do Rakovnického potoka. Jedna varianta vede z nádrže Vidhostice do Velkého Jesenického rybníka v povodí Rakovnického potoka, druhá varianta vede z nádrže Vidhostice do povodí Kolečovického potoka v povodí Rakovnického potoka do některého z profilů vhodných pro vybudování nové malé vodní nádrže. Zaústění přivaděčů do nádrží má přispět k vyrovnaní teploty vody odebrané pod nádrží Nechanice a v dotovaných tocích. Potenciální dopady navrhovaného projektu jsou dále rozebrány v kapitole 7.2.

2.1.2 Převod vody z nádrže Horka do povodí Svatavy

V povodí Ohře je dále uvažováno s převáděním vody z vodní nádrže Horka do povodí Svatavy. Povodí Svatavy je jedním z negativně hodnocených povodí ve výhledových studiích potřeb a zdrojů vody (Vyskoč, 2009, 2010). Navíc aktuálně jsou registrovány problémy se zabezpečením vody pro město Kraslice. Cílem je propojení vodohospodářských soustav vodních děl, resp. vodárenských soustav, za účelem posílení vodních zdrojů k překlenutí období sucha.

2.1.3 Převod vody do povodí Úštěckého potoka

Uplatnění převodů vody bylo uvažováno rovněž ve studii zaměřené na vyhodnocení potenciálu vodních zdrojů v povodí Úštěckého potoka. Horní část povodí Úštěckého potoka je klasifikována jako území s vysokým rizikem ohrožení suchem, dolní část povodí dokonce jako území s mimořádným rizikem. Podle vodohospodářské bilance je v profilu Vědlíce na Úštěckém potoce vyhodnoceno střední zatížení vodního toku. Povodí Úštěckého potoka je přitom významným zdrojem vody pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Cílem studie je vyhodnotit stávající stav vodního režimu v povodí a v jeho bezprostředním okolí, využívání povrchových a podzemních vod, výhled vývoje do budoucna a návrh opatření vedoucích ke stabilizaci či zlepšení vodních poměrů při zajištění potřeb uživatelů vod a zajištění dalších funkcí vodních toků v povodí. Ve studii jsou zvažovány možné převody ze sousedních (Labe) i vzdálenějších (Ploučnice) povodí, ty ovšem nejsou v současné době vzhledem ke stavu povodí a potřebám vody řešiteli studie doporučovány.

V rámci studie Zajištění vodního zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje je sestavován model vodohospodářské soustavy, který uvažuje s novým převodem vody z Ohře do VD Březová a

z výhledové nádrže Skřiváň na stejnojmenném vodním toku do nádrže Tatrovice. Při modelování bude rovněž uváženo zatápnění těžebních jam Jiří, Družba a Poříčí.

2.2 Povodí Labe

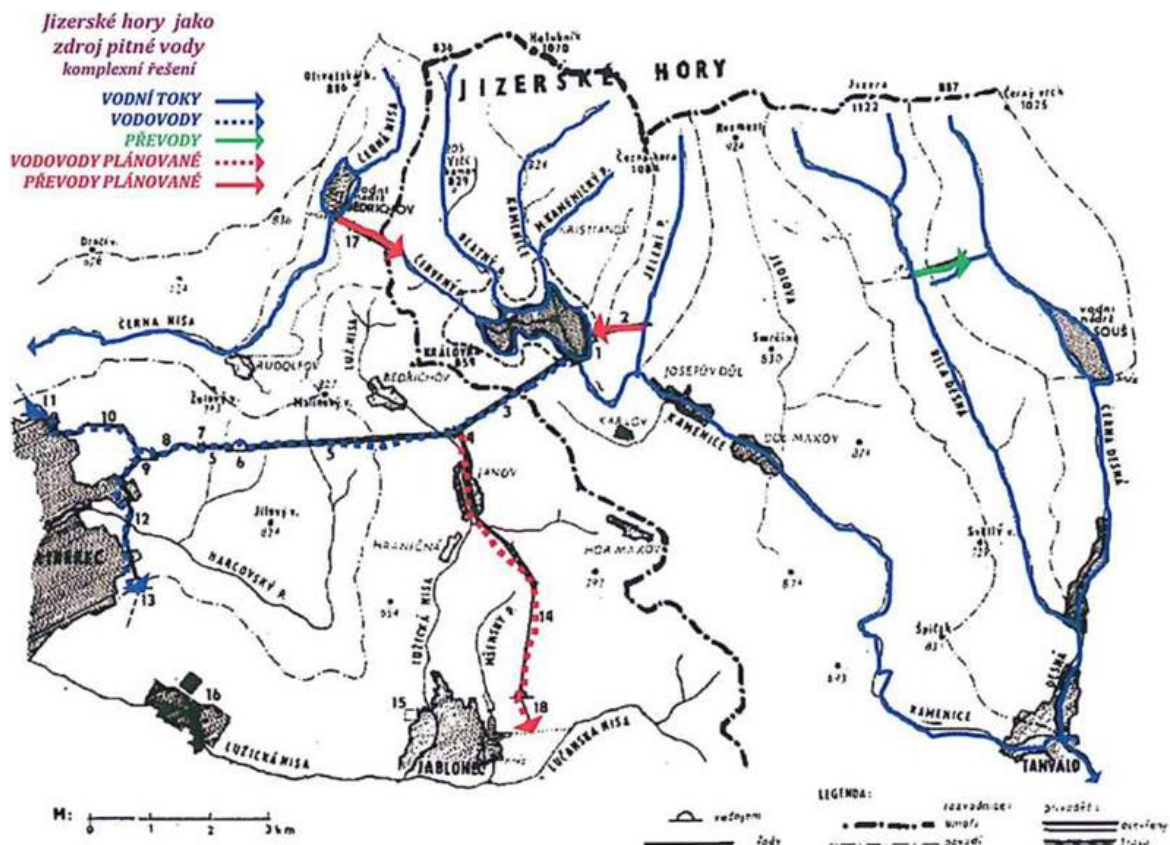
2.2.1 Převod vody z Jeleního potoka a nádrže Bedřichov do nádrže Josefův Důl

Podstatou záměru je dokončení výstavby celého vodárenského komplexu vodního díla Josefův Důl, tak jak byl v 70. letech minulého století navržen (viz Obrázek 1). Jedná se o výstavbu převodu vody z odtoku vodního díla Bedřichov do VD Josefův Důl a výstavbu převodu vody z Jeleního potoka do VD Josefův Důl. Dále by mělo být realizováno napojení Jablonecké vodárenské soustavy na úpravnu vody Bedřichov. Došlo by tak k propojení Liberecké a Jablonecké vodárenské soustavy. Takové propojení bude umožňovat variantní zajištění požadavků na vodu v Jablonecké vodárenské soustavě a tím i snížení požadavků na odběry z VD Souš. Uvolněná kapacita VD Souš bude představovat určitou rezervu pro Frýdlantsko, kde jsou dostupné vodní zdroje dlouhodobě ohroženy těžbou v hnědouhelném dole Turów na polském území. Opatření má své opodstatnění rovněž s ohledem na očekávané dopady klimatické změny, které mohou vést ke snížení vydatnosti stávajících vodních zdrojů.

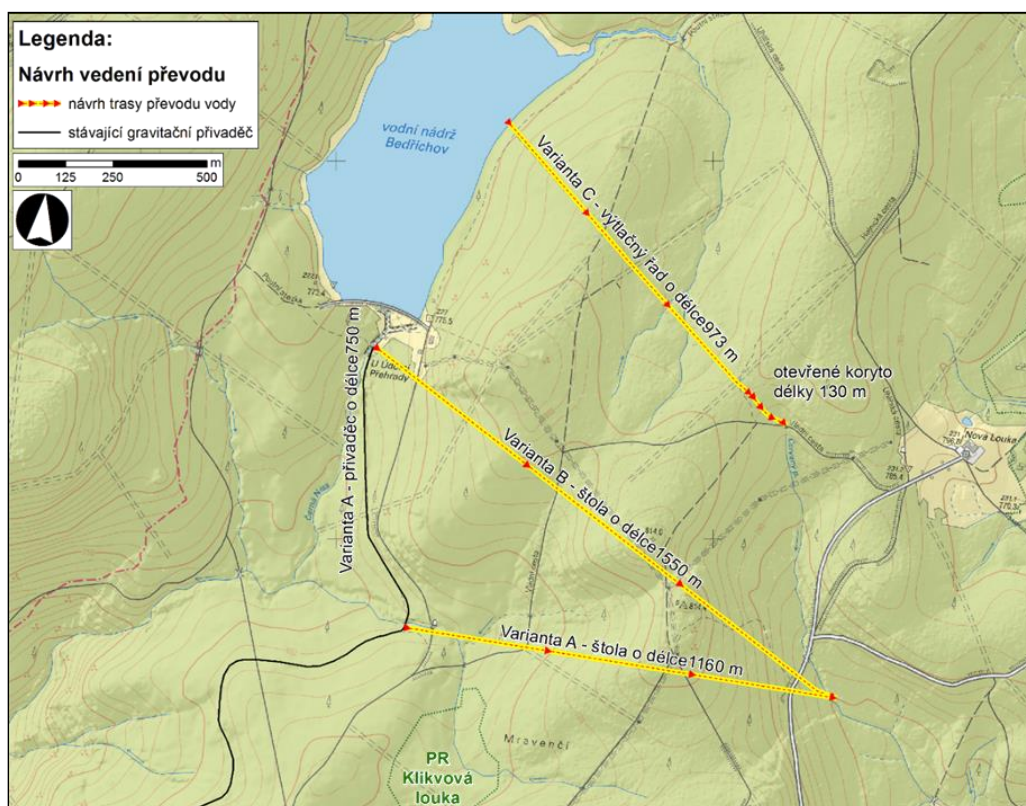
Zpracovaná studie proveditelnosti předkládá několik variant, které by umožnily vytvořit dostatečné rezervy pro předpokládané nepříznivé situace. První z rozpracovaných záměrů počítá s převodem z Jeleního potoka do Hlubokého potoka a dále do VD Josefův Důl. Průměrný odběr z Jeleního potoka je uvažován na úrovni cca 70 l/s. Návrh technického řešení je zpracován pro maximální převod 500 l/s. Technické řešení předpokládá odběrný objekt s potrubím vedeným ve stávající šterkové cestě. Vyústění do Hlubokého potoka je zvoleno přibližně 100 m od jeho ústí do vodárenské nádrže. Projekt počítá s výstavbou malé vodní elektrárny, která by zajišťovala regulaci množství převáděné vody, zajistila by tlumení kinetické energie a zužitkovala by hydroenergetický potenciál. Celková délka tlakového přivaděče je 1570 m.

Další tři varianty uvažují s převodem z Černé Nisy pod Bedřichovskou nádrží nebo přímo z Bedřichovské nádrže do Červeného potoka a dále do nádrže Josefův Důl. Povodí nádrže Josefův Důl by se tímto způsobem zvětšilo o 4,3 km². Jednalo by se o převod mezi dvěma úmořími. Jednotlivé varianty zachycuje Obrázek 2. Varianty A a B dle stávající předprojektové dokumentace povedou jen k minimálním zásahům do krajiny a varianta B umožňuje převádění vyšších průtoků. U varianty C jsou výhodou nižší investiční náklady, ale její realizace předpokládá výraznější zásah do krajiny a stálé provozní náklady.

Záměr na dostavbu převodů vody do nádrže Josefův Důl koliduje se zájmy ochrany přírody a životního prostředí, neboť je umístěn ve zvláště chráněném území CHKO Jizerské hory. Dále se záměr dotýká oblasti NATURA 2000, ptačí oblasti Jizerské a dále nadregionálního biokoridoru a dvou regionálních biokoridorů. Celá oblast se nachází v CHOPAV Jizerské hory. V rámci studie proveditelnosti proběhlo posuzování dopadů realizace záměru na přírodní poměry, na hospodářské a jiné zájmy (osídlení, ekonomické využití území, vodohospodářskou infrastrukturu) a na jakost vody a její oživení včetně rybích společenstev. Studie posloužila jako podklad pro návrh hodnocení dopadů převodů vody na životní prostředí, který je rozepsán v kapitole 3.



Obrázek 1 Schéma vodárenského komplexu Jizerských hor. Zdroj: Posílení kapacity vodárenské nádrže Josefův Důl - studie proveditelnosti, zhotovitel: VRV, a.s., objednatel: Povodí Labe, s.p., 2016

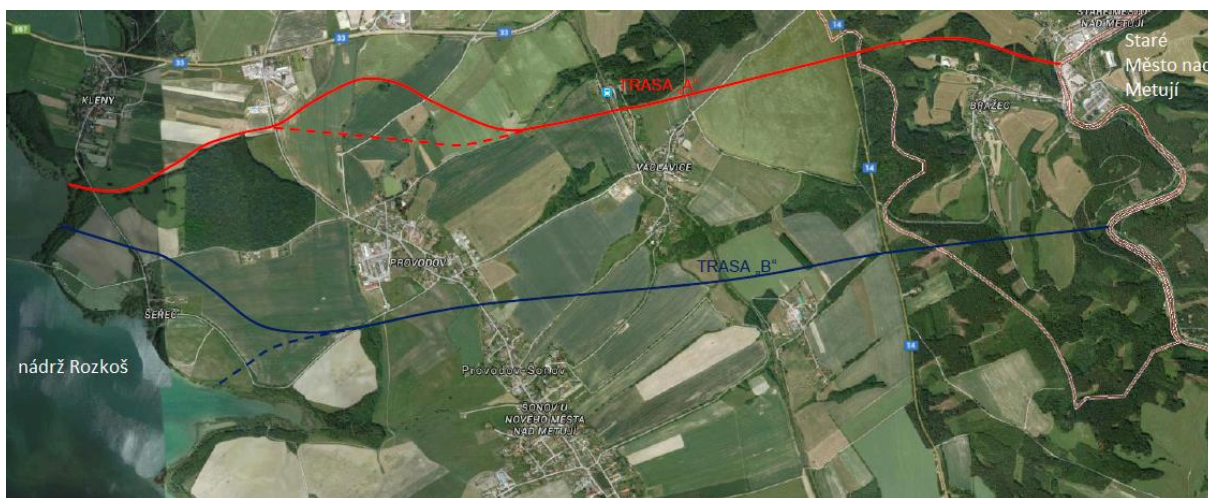


Obrázek 2 Schéma variant možných převodů v povodí VN Bedřichov do povodí VN Josefův Důl. Zdroj: Posílení kapacity vodárenské nádrže Josefův Důl – studie proveditelnosti, zhotovitel: VRV, a.s., objednatel: Povodí Labe, s.p., 2016

2.2.2 Převod vody z Metuje do VD Rozkoš – posílení akumulční a ochranné funkce nádrže

V povodí Labe je dalším uvažovaným záměrem převod vody z Metuje do nádrže Rozkoš. Byla vypracována hydrologické studie (VÚV T.G.M., v.v.i) zaměřená na vyhodnocení velikosti nalepšení z nádrže Rozkoš do profilu Opatovice nad Labem, kde odbočuje Opatovický kanál a přivaděč vody pro elektrárnu Opatovice. Součet požadavků na odběry a minimálního zůstatkového průtoku v profilu Opatovického jezu činí $14,43 \text{ m}^3/\text{s}$. Velikost nalepšení byla stanovena pro stávající stav s převodem vody z Úpy pro stávající hydrologické poměry a pro varianty posílení převodem vody z Metuje i pro výhledové poměry ovlivněné klimatickou změnou. Dále byla zpracována studie proveditelnosti zaměřená především na technické řešení pro dvě varianty. Varianta A preferuje zásobní funkci nádrže, varianta B preferuje ochrannou funkci v kombinaci se zásobní funkcí. Trasování navrhovaného převodu zachycuje Obrázek 3.

Varianty se liší především kapacitou převodu vody, kdy při řešení zásobní funkce je kapacita převodu dimenzována na max. $5 \text{ m}^3/\text{s}$, u ochranné funkce je uvažováno s kapacitou až $100 \text{ m}^3/\text{s}$. S tím souvisí i technické parametry stavby a odhadované náklady. U obou variant je v místě odběru z Metuje v Náchodě – Bražci navržen vakový jez pro vzduť hladiny a vtokový objekt, na který navazuje ražený přivaděč délky 2,6 km. U zásobní funkce následuje vyrovnávací nádrž, hloubený přivaděč a výtokový objekt do severní části nádrže. Při řešení ochranné funkce navazuje na ražený přivaděč vývar, hloubený přivaděč a výtokový objekt. Součástí studie je také vyhodnocení energetického využití a finanční analýza stavby.



Obrázek 3 Přehledná situace záměru na převod vody z Metuje do nádrže Rozkoš

Z výsledků studie vyplývá, že při současné hydrologické situaci by převod z Metuje do Rozkoše nepřinesl významné snížení poruch při nalepšování průtoků do opatovického uzlu, a to ani při variantě, kdy v Metuji bude ponechán pouze průtok na úrovni $Q_{330d} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (trvání poruchy nalepšování se během období 54 let sníží z 92 dní na 74 dní, zabezpečnost se zvýší z 99,53 % na 99,63 %). Ponechání pouze minimálního průtoku v korytě Metuje by navíc znamenalo významné omezení stávajících vodních elektráren na Metuji pod odběrným objektem, jejichž hltnost se pohybuje od 2 do $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Při předpokladu nepříznivého vývoje podle klimatických scénářů zabezpečnost nalepšování především pro vzdálenější období výrazně klesá a vliv převodu z Metuje by se v tomto období projevil více. Otázkou je, zda by v tomto období zůstal zachován požadavek na minimální zůstatkový průtok

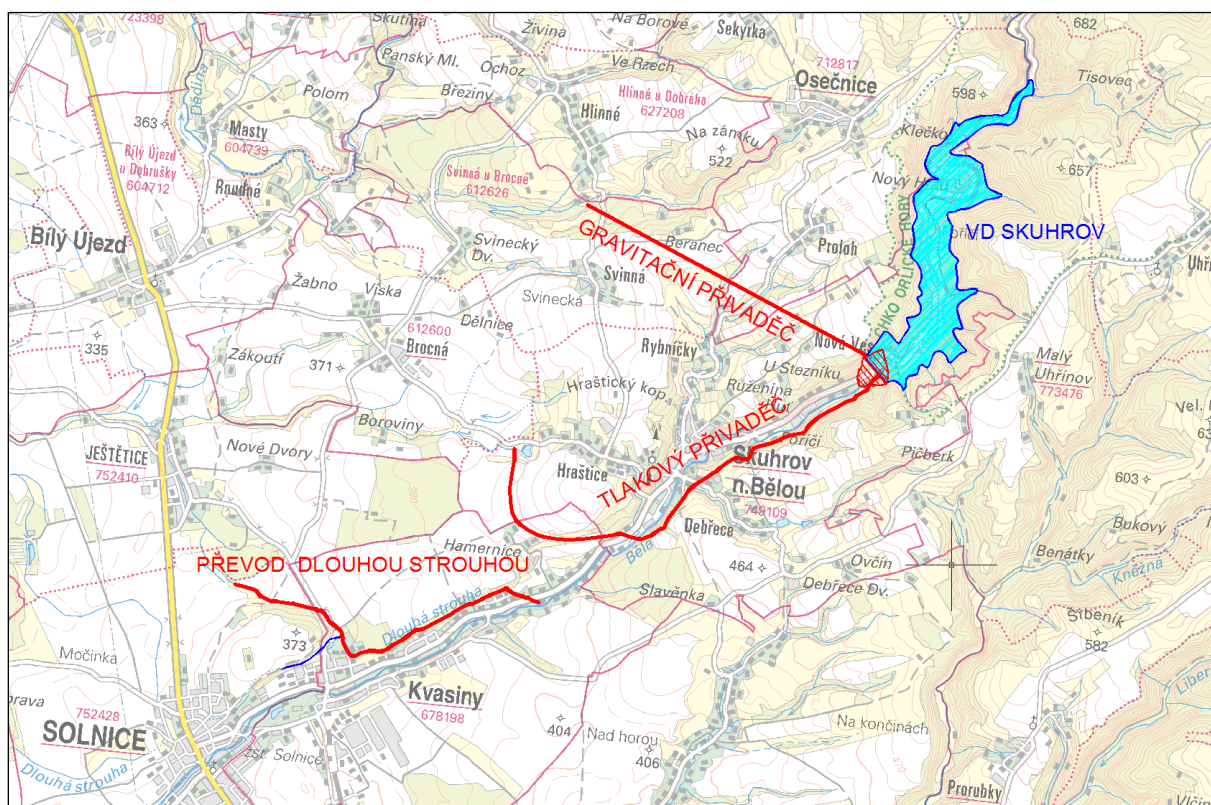
v Opatovicích na stejné úrovni jako dnes. Například snížení požadavku o $2 \text{ m}^3/\text{s}$ na $10 \text{ m}^3/\text{s}$ by znamenalo, že i v nejbližším období klimatické změny (2015 – 2044) by bylo zachováno bezporuchové zabezpečení nalepšování i bez převodu z Metuje.

2.2.3 Posouzení možnosti převodu vody z Bělé do Dědiny v souvislosti s výstavbou nádrže Skuhrov

V povodí Dědiny se nachází jímací území Litá – významný zdroj podzemní vody pro Hradec Králové. Vzhledem k odběrům podzemní vody, která by jinak byla drénována do vodního toku, dochází v období sucha v dolní části povodí k infiltraci povrchových vod do vod podzemních. Povodí Dědiny je tak zranitelné vůči dopadům hydrologického sucha. Pro zlepšení vodohospodářské bilance této oblasti a pro zajištění ochrany povodí Bělé před povodněmi byla navržena nová nádrž v lokalitě Skuhrov na Bělé v jedné z hájených lokalit pro výhledovou akumulaci povrchových vod.

V rámci vypracované studie bylo provedeno technické řešení nádrže Skuhrov, včetně vodohospodářského řešení, vyhodnocení nalepšovacího účinku nádrže a posouzení technických možností převodu do povodí Dědiny. Navrhovaný zásobní objem nádrže činí $24,45 \text{ mil. m}^3$, celkový retenční objem činí $6,01 \text{ mil. m}^3$. Retenční objem nádrže byl navržen tak, aby umožnil transformaci návrhové povodňové vlny průtoku $Q_{100} = 76,1 \text{ m}^3/\text{s}$ na neškodný průtok pod nádrží $Q_2 = 11,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Byla rovněž posouzena transformace extrémní historické povodně z roku 1998, kdy byl dosažen kulminační průtok $129 \text{ m}^3/\text{s}$. I tuto extrémní povodeň dokáže nádrž snížit na úroveň Q_5 . Zásobní funkce nádrže byla posouzena na 50-ti leté řadě průměrných měsíčních průtoků ze stanic Kvasiny (1966 – 2007) a Skuhrov (2008 – 2015). V tomto období by objem zásobního prostoru nádrže zajistil 100% zabezpečení nalepšovacího průtoku $0,934 \text{ m}^3/\text{s}$. Tento průtok je přibližně o 65 % větší než součet minimálních zůstatkových průtoků (MZP) na Bělé pro profil Skuhrov na Dědině pro profil Mitrov (odpovídá průtoku Q_{280d} na obou tocích).

Obrázek 4 zachycuje varianty převodu vody z povodí Bělé do povodí Dědiny. V současné době je možné využít historického kanálu Dlouhá strouha a dále vést převod přes rozvodí do přítoku Ještětického potoka. Problémem takového řešení je nedostatečná kapacita Dlouhé strouhy. Významné zvýšení její kapacity v případě výstavby VN Skuhrov je však značně problematické vzhledem k prostorovým podmínkám, a také proto, že Dlouhá strouha je technickou památkou. Kapacitu strouhy by bylo možné zvýšit přibližně o 50 l/s , což je v případě stavby nádrže nedostatečné pro nalepšování průtoků do povodí Dědiny. Další variantou je výstavba tlakového potrubí o kapacitě 700 l/s mezi VN Skuhrov a Hraštickým potokem pod obcí Hraštice, což je řešení, ke kterému se přiklání řešitelé studie. Poslední variantou, je gravitační převod raženým tunelem.



Obrázek 4 Varianty převodu vody z nádrže Skuhrov na Bělé do povodí Dědiny, zdroj: Posouzení možností převodu vody z Bělé do Dědiny v souvislosti s výstavbou VN Skuhrov, zhotovitel: ČVUT, VÚV TGM, objednatel: Povodí Labe, s.p.

2.2.4 Převody vody do povodí Cidliny

V povodí Labe byla vypracována koncepční studie zmenšení účinků hydrologického sucha pomocí převodů vody a akumulačních nádrží v povodí Cidliny (Kašpárek, L. a kol., 2016). Povodí Cidliny bylo v roce 2015 významně postiženo hydrologickým suchem, kdy průtoky z povodí o velikosti 456 km² dosahovaly úrovně Q_{364d} , tj. 92 l/s. Byly zaznamenány problémy se zajištěním zásobování obyvatel pitnou vodou v oblastech závislých na lokálních zdrojích podzemní vody a docházelo k omezování odběrů vody pro zemědělskou závlahu. V rámci studie byly identifikovány lokality vhodné pro nové vodní nádrže a byly zkoumány možnosti převodu vody do těchto lokalit z Jizery nebo z Labe. Řešení bylo provedeno na základě pozorovaných průtokových řad a modelovaných řad podle scénářů klimatické změny pro období 2030, 2050 a 2080.

Z výsledků vodohospodářského řešení lze usuzovat, že pro zmenšení hydrologického sucha v tocích Javorka, Bystřice a Cidlina od zaústění Javorky po Sány by při nezměněných hydrologických poměrech přispěly akumulační prostory větších nádrží na Javorce nad Horní Novou Vsí, na Chotečském potoce u Šárovcovy Lhoty na Chotečském potoce, na Bystřici u Hořic a na Králickém potoce. Tyto nádrže by postačily k tomu, aby zde průměrné měsíční průtoky nepoklesly pod úroveň Q_{355d} . Pro horní část toku Cidliny až po přítok Úlibického potoka se vhodnou lokalitu pro větší nádrž nepodařilo nalézt, za úvahu stojí posoudit využití rybníku Valcha pro tento účel.

Při posuzování funkce nádrží v podmínkách předpokládané změny klimatu bylo zjištěno, že pro výhledové období se středem v roce 2030 dochází k poklesu nalepšení průtoků oproti stávajícím hydrologickým poměrům přibližně o 6 %. Pro výhledové období 2050 ale činí pokles nalepšení již přibližně 21 % a odpovídá stavu, kdy je možné udržet průtoky nad hodnotami Q_{355d} jen na Javorce a

Bystřici. Pro výhledové období se středem v roce 2080 již pokles nalepšení dosahuje 71 % hodnoty vypočtené pro současné hydrologické poměry a pro zajištění minimálních průtoků bylo by potřeba hledat další zdroje vody.

Potřebné vodní zdroje by bylo možné získat pomocí převodů vody z Labe nebo z Jizery. Pro zvládnutí hydrologického sucha, které zpravidla postihuje současně povodí Labe, Jizery i Cidliny je třeba uplatnit převod vody zároveň s akumulací v povodí Cidliny. Problémem takového řešení je, že navržené převody překonávají značný výškový rozdíl. Studie doporučuje možné doplnění převodů o akumulační prostory ve vrcholové části, kam by se voda čerpala v době přebytku elektrické energie a o malou vodní elektrárnu na výtoku z přivaděče. Stávající dokumentace neřeší dopady záměrů na životní prostředí.

2.3 Povodí Odry

V povodí Odry je prověřována možnost připojit subsystém povodí Olše na vodohospodářskou soustavu povodí Odry, a to propojením nádrží Těrlicko na řece Stonávce s Žermanicemi na řece Lučině. Je zkoumáno variantní řešení – ražený přivaděč nebo hloubený přivaděč, s maximálním převáděným průtokem 1 m³/s obousměrně, s délkou převodu 4 km, spádem mezi hladinami 15 m (směrem ze Žermanic do Těrlicka). Studie proveditelnosti a investiční záměr k této akci bude k dispozici koncem roku 2016. O dalším využití se rozhodne pravděpodobně podle dalšího vývoje odběrů v povodí Olše (zde se předpokládá bilanční nadbytek) a Lučiny (bilanční stagnace, případně růst) ve vazbě na výsledky modelování podle nových umělých průtokových řad a ověření zlepšovacích účinků zejména nádrží Olešná a Žermanice, které spolupracují na zásobení hutního a papírenského průmyslu.

2.4 Povodí Moravy

V povodí Moravy v současné době není plánován žádný nový převod vody. Byl vypracován investiční záměr na rekonstrukci přivaděčů z Jiřínského potoka a z Jedlového potoka do nádrže Hubenov. Vodárenská nádrž Hubenov je nepostradatelným zdrojem pitné vody pro krajské město Jihlava a jeho okolí, s možností dodávky pitné vody do obce Kostelec a dále i do skupinového vodovodu Velký Beranov – Luka nad Jihlavou. Jedná se o jeden z nejvýznamnějších vodárenských zdrojů Povodí Moravy. Za rok 2014 byl objem odebrané surové vody 3,72 mil. m³. Nádrž je napájena Maršovským potokem, který zejména v posledních letech není dostatečně vydatný na to, aby bylo možné zabezpečit stávající odběry surové vody. Přivaděče ze sousedních povodí byly v minulosti odstaveny vzhledem ke špatné kvalitě převáděné vody. V roce 2007 byl z důvodů nedostatku vodních zdrojů obnoven provoz Jedlovského přivaděče a v roce 2014 byl obnoven i provoz Jiřínského přivaděče. Pro zlepšení jakosti převáděné vody je nutné zajistit nepropustnost objektů, do kterých prosakují kontaminované drenážní vody. Blíže se tomuto záměru věnuje kapitola 7.

2.5 Povodí Vltavy

Povodí Vltavy, s. p., se podílí na přípravě převodu vody z nádrže Nechanice do povodí Rakovnického potoka. Další projekty převodů vody nejsou připravovány.

Shrnutí

Z rešerše studií proveditelnosti a podkladů poskytnutých jednotlivými podniky povodí vyplynulo, že stávající předprojektové dokumenty řeší především technické a ekonomické parametry projektů

zaměřených na převody vody. Hodnocení dopadů záměru bylo provedeno zpravidla s ohledem na stávající infrastrukturu. Šest z devíti připravovaných záměrů souvisí s posílením zdrojů pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Tři projekty řeší primárně bilanční nerovnováhu v povodí. Dopady na životní prostředí obecně byly posouzeny jen u některých projektů. Stávající podklady poskytnuté správci povodí neobsahují hodnocení vlivu záměru na ekologický stav dotčených vodních útvarů, neobsahují návrh zmírňujících opatření ani prověření posouzení alternativních možností řešení daného vodohospodářského problému jiným způsobem, který by byl šetrnější k životnímu prostředí. Studie neobsahují porovnání přínosů a nákladů navrhovaných opatření. Dá se předpokládat, že otázka vlivu plánovaných záměrů na dosahování cílů ochrany vod bude teprve podrobněji řešena u projektů, které budou vybrány pro další stupeň přípravy.

3 Hodnocení environmentálních dopadů převodu vody

Kapitola obsahuje návrh dílčích posouzení, která je vhodné provést v rámci předprojektové přípravy s cílem odvodit možné nepříznivé důsledky realizace připravovaného převodu vody na životní prostředí. Dále nerozlišujeme, zda je dané posouzení požadováno ze zákona č. 254/2001 Sb. o vodách nebo ze zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí.

3.1 Hodnocení vlivu záměru na existující vodohospodářskou infrastrukturu

Převod vody mění hydrologické poměry a jakost vody v dotčených úsecích vodních toků. Pokud se v těchto úsecích uskutečňuje již povolené nakládání s vodami (odběry, vypouštění, využívání hydroenergetického potenciálu atd.), musí být posouzeno, jakým způsobem plánovaný záměr ovlivní provádění povolených nakládání. Jedná se o aspekt, který může vést k dopadům na životní prostředí sekundárně při nasčítání vlivu nového a stávajícího užívání.

3.1.1 Vliv převodu na povolená vypouštění odpadních vod

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech stanovuje pro povolená vypouštění odpadních vod emisní limity s uplatněním tzv. kombinovaného přístupu. Kombinovaný přístup představuje způsob stanovení emisních limitů při současném nepřekročení emisních standardů na základě ukazatelů vyjadřujících stav povrchové vody, norem environmentální kvality a požadavků na užívání vod podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení a cílového stavu povrchových vod. Podkladem pro stanovování emisních limitů kombinovaným přístupem je stav vody ve vodním toku, a to nejen ve vodním útvaru, do kterého k vypouštění dochází, ale i k vodním útvarům následujícím dále v povodí. Normy environmentální kvality a obecné požadavky na užívání vod jsou uvedeny jako roční průměrné koncentrace a nejvyšší přípustné hodnoty sledované látky v toku.

Snížení vodnosti ve zdrojovém vodním toku v úseku pod odběrem pro převod vody tak může vést k překročení hodnot přípustného znečištění a norem environmentální kvality v místě vypouštění. Nejvíce postižené mohou být menší toky, kde je nízký poměr mezi vypouštěním a průměrným dlouhodobým průtokem ve vodoteči. Pro posouzení rizika překročení norem environmentální kvality vlivem sníženého ředění je vhodné provést odhad očekávané koncentrace potenciálně rizikové látky pomocí dostupných modelových nástrojů – např. pomocí zjednodušeného bilančního modelu založeného na směšovací rovnici nebo s uplatněním matematického modelu jakosti vody – viz

kapitola 5. Pokud se jeví značné zhoršení jakosti vody v dotčeném vodním toku jako reálné, je třeba navrhnout vhodná zmírňující opatření s cílem eliminovat vliv převodu vody na stav vodního útvaru (viz kapitola 3.2).

3.1.2 Vliv převodu na odběry povrchových vod

Převod vody představuje pro zdrojový vodní tok významný odběr, který mění hydrologické podmínky v úseku pod odběrným objektem pro převod. Minimální zůstatkový průtok pod místem převodu musí být stanoven tak, aby byly zohledněny povolené odběry v dotčeném úseku a zároveň aby bylo umožněno obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku. Velikost minimálního zůstatkového průtoku stanovuje vodoprávní úřad v povolení k nakládání s vodami. Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku budou stanoveny v nařízení vlády (vydání nařízení se očekává v roce 2017).

3.1.3 Vliv převodu na vodní elektrárny

Existence vodních elektráren na toku, ze kterého má být realizován odběr vody pro převod, představuje komplikaci především v podobě střetu zájmů mezi provozovateli stávající a nově plánované infrastruktury. K nepříznivému dopadu převodu vody na životní prostředí by mohlo dojít v případě, kdy se na úseku toku pod odběrem vody pro převod nachází vodní elektrárna s derivačním kanálem, který rovněž odvádí vodu z hlavního koryta toku. I v tomto případě je tedy nutné vzít v úvahu již povolená nakládání s vodami při stanovování minimálního zůstatkového průtoku v profilu pod odběrným objektem pro převod vody.

3.1.4 Vliv převodu na oblasti se specifickými požadavky na jakost vody

Při hodnocení dopadů plánovaného záměru je třeba vzít v úvahu, zda jsou v dotčených úsecích vodních toků vymezeny oblasti se specifickými požadavky na jakost vody z důvodů ochrany vodních zdrojů. Jedná se o ochranná pásma vodních zdrojů, zranitelné a citlivé oblasti, povrchové vody využívané ke koupání – tzv. koupací vody – a oblasti zajišťující podporu života ryb – tzv. rybné vody.

V případě, kdy je převáděná voda využívána pro úpravu na vodu pitnou, pro koupání osob nebo se jedná o rybné vody, je třeba posoudit, zda jakosti vody v dotčeném vodním útvaru vyhoví požadavkům na jakost stanoveným v tabulkách 1a až 1c v příloze č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015. Tabulka 1a zahrnuje všeobecné ukazatele, mikrobiologické ukazatele a ukazatele radioaktivity, tabulka 1b obsahuje normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod pro prioritní látky a některé další znečišťující látky. Tabulka 1c obsahuje normy environmentální kvality pro specifické znečišťující látky pro útvary povrchových vod a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod užívaných pro vodárenské účely, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou. Vymezení a požadavky na jakost rybných vod podrobněji stanovuje nařízení vlády č. 71/2003 o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod.

3.2 Hodnocení vlivu záměru na stav vodních útvarů

V kapitolách 3.2.1 a 3.2.2 jsou uvedeny aspekty, které je doporučeno vzít v úvahu při hodnocení dopadů převodu vody na stav dotčených vodních útvarů v souladu s požadavky Rámcové směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES, která byla transponována do národní legislativy (do Vodního zákona a navazujících legislativních dokumentů). Vzhledem k tomu, že převodem vody dochází k novým trvalým změnám fyzikálních poměrů útvarů povrchových vod, bude pro tento záměr pravděpodobně

potřeba získat výjimku z plnění environmentálních cílů podle § 23a odst. 7 Vodního zákona. Z výsledků posouzení dopadů záměru na stav vodních útvarů vyplynou podněty pro návrh zmírňujících opatření, která budou součástí projektu nového převodu vody.

Proces hodnocení stavu útvarů povrchových vod je stanoven ve vyhlášce č. 98/2011 Sb. o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. Proces hodnocení stavu vodních útvarů je dále popsán v Metodice hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů povrchových vod kategorie řeka pro druhý cyklus plánů povodí v ČR (Durčák a kol., 2014) a v navazujících metodikách pro hodnocení jednotlivých složek stavu vodních útvarů, které jsou zveřejněny na internetových stránkách Ministerstva životního prostředí ČR (http://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod).

Připravovaný převod vody může být realizován v rámci dvou vodních toků, vodního toku a nádrže na jedné nebo na druhé straně, nebo mezi dvěma nádržemi. Propojované prvky mohou být klasifikovány jako útvary povrchových vod tekoucích nebo stojatých anebo se nemusí jednat o vodní útvary. Přesto i v případě, že se plánovaný záměr nebude přímo dotýkat vodního útvaru, dojde k ovlivnění souvisejícího útvaru níže po toku.

Pro posouzení environmentálních dopadů záměru je třeba mít k dispozici výsledky předchozích hodnocení stavu dotčených vodních útvarů, výsledky monitoringu ukazatelů jakosti vody pro hodnocení jednotlivých složek stavu vodních útvarů ze situačního a provozního monitoringu, data o užívání vod (odběry, vypouštění, vzdouvání, využívání hydroenergetického potenciálů atd.), data o hydrologickém režimu a informace o územích, na která se vztahují další požadavky v souvislosti s cíli ochrany přírody. Vzhledem k tomu, že data o stavu vodních útvarů jsou k dispozici v tzv. referenčních profilech vodních útvarů, doporučujeme provést doplnění alespoň jednoletého účelového měření ukazatelů jednotlivých složek chemického a ekologického stavu v profilech odběru a vypouštění plánovaného převodu vody.

3.2.1 Hodnocení vlivu záměru na chemický stav vodních útvarů

Před realizací převodu vody je třeba posoudit, jakým způsobem bude ovlivněn chemický stav dotčených vodních útvarů. Převod vody by neměl vést k překročení norem environmentální kvality ani u jedné z prioritních látek na dotčených vodních útvarech. Převod vody by neměl vést ke vstupům prioritních nebezpečných látek do dotovaného vodního útvaru. Normy environmentální kvality pro prioritní a prioritní nebezpečné látky v matrici voda a v matrici biota jsou uvedeny v metodice hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod (Durčák, 2013). Sledované ukazatele zahrnují těžké kovy, pesticidy, průmyslové znečišťující látky a další znečišťující látky a jejich seznam je uveden v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v příloze č. 6.

Pokud je chemický stav zdrojového vodního útvaru hodnocen jako dobrý, lze předpokládat, že nedojde ke zhoršení chemického stavu dotovaného vodního útvaru. Může ovšem nastat i situace, kdy dojde ke kontaminaci převáděné vody průsakem z okolního prostředí podél trasy přivaděče. Potenciální kontaminace vody při převodu je riziko, které je třeba mít na paměti při návrhu trasování převodu a rovněž při návrhu technického řešení přivaděče. Tento problém byl zaznamenán na převodech vody do nádrže Hubenov v povodí Moravy. Preventivním opatřením je uvážení rizika kontaminace při návrhu trasování převodu a uplatnění nepropustného materiálu v konstrukci přivaděče. Dále je třeba věnovat pozornost dopadům snížené ředící kapacity toku, pokud se na

zdrojovém vodním toku v úseku pod odběrem pro převod vody dochází k vypouštění odpadních vod, jak již bylo popsáno v kapitole 3.1.1.

3.2.2 Hodnocení vlivu záměru na ekologický stav vodních útvarů

Hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod, které nebyly vymezeny jako silně ovlivněné nebo umělé, probíhá v souladu s přílohami č. 4, 5 a 6 vyhlášky č. 98/2011 Sb., kde jsou definovány kvalitativní charakteristiky ukazatelů pro velmi dobrý, dobrý a střední ekologický stav. Definice maximálního, dobrého a středního ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod v kategorii řeka a jezero jsou uvedeny v příloze č. 7 vyhlášky č. 98/2011 Sb.

Určitou představu o dopadech plánovaného převodu vody na ekologický stav propojovaných útvarů lze získat z porovnání stávajících výsledků hodnocení ekologického stavu těchto vodních útvarů. Dalším pokladem pro zhodnocení potenciálních dopadů převodu je porovnání kategorií a typů vodních útvarů, které budou převodem propojeny. Typologie vodních útvarů je stanovena v plánech povodí připravených v rámci plánování v oblasti vod. Čím jsou si propojované vodní útvary typologicky bližší, tím menší dopady na ekologický stav lze očekávat a naopak.

Hodnocení vlivu záměru na biologické složky

Při úvahách o převodu části vody z jednoho útvaru do jiného je u obou profilů nezbytné posoudit možný vliv tohoto převodu na biologické složky ekologického stavu: makrozoobentos, fytoobentos, makrofyta, fytoplankton a ryby. Pro posouzení je třeba mít k dispozici data o oživení propojovaných vodních útvarů. Je možné vycházet z výsledků situačního a provozního monitoringu v referenčních profilech. Pokud není takové pozorování k dispozici nebo referenční profily nejsou relevantní, je vhodné provést alespoň jednoletý monitoring těchto ukazatelů již v průběhu předprojektových příprav v profilu nad plánovaným odběrem a ve výpustním profilu. Harmonogram odběrů, výběr míst i metodika odběru a zpracování vzorků by měly odpovídat metodikám publikovaným Ministerstvem životního prostředí ČR.

U složky fytoobentos by měly být k dispozici výsledky ze 3 – 4 odběrů ročně, a to z každého ročního období s případným vynecháním zimy (konkrétní data musejí být volena s ohledem na polohu a nadmořskou výšku lokalit, např. v horských oblastech je jarní aspekt opožděn a zima přichází dříve). Obdobně, 3x – 4x ročně s možným vynecháním zimního období, by měl být odebrán a studován fytoplankton a zooplankton u stojatých vod. U složky makrozoobentos broditelných toků je doporučen jarní a letní aspekt, ideálně ze stejných dat jako údaje o fytoobentosu (v případě makrozoobentosu velkých řek jeden odběr koncem června či v červenci) a u makrofyt také jeden, letní, odběr. U složky makrozoobentos je důležité odebírat v denních hodinách, kdy nedochází k driftu. Stav společenstva ryb se zjišťuje v rámci odborně provedeného ichtyologického průzkumu.

Na základě znalosti druhového zastoupení živých organismů v nově propojovaných vodních útvarech je zásadní ověřit výskyt invazních druhů, které by v důsledku nové infrastruktury mohly proniknout do dalších oblastí. Seznamy invazních druhů jsou k dispozici na internetových stránkách Agentury ochrany přírody a krajiny (<http://invaznidruhy.nature.cz/odkazy/>).

Pro všechny složky vodních ekosystémů je mimořádně důležité, aby ve zdrojovém toku zůstal stále zachován minimální zůstatkový průtok, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku (§ 36 Vodního zákona). Dále je třeba zajistit, aby ani ve zdrojovém, ani v dotovaném toku nedocházelo k významnějšímu kolísání hladin, které nesouvisí

s přirozeným hydrologickým režimem. Pro snížení nepříznivého důsledku odběru vody ze zdrojového vodního toku je zmírňujícím opatřením revitalizace nebo renaturace dotčeného úseku toku, aby byla zajištěna dostatečná morfologická členitost s úkryty pro organismy, místy pro jejich odpočinek a rozmnožování i v málovodném období. Ideálně by se ani poměry v dotovaném toku neměly v důsledku převodu vody změnit natolik, aby došlo k výrazné kvalitativní a kvantitativní změně v jeho oživení/biologické složce.

Posouzení vlivu záměru na chemické a fyzikálně-chemické složky podporující biologické složky

Pro představu o potenciálních dopadech zamýšleného převodu vody je třeba věnovat pozornost jakosti vody ve zdrojovém i v dotovaném vodním toku z hlediska chemických a fyzikálně-chemických ukazatelů. Patří sem všeobecné fyzikálně-chemické ukazatele a dále koncentrace specifických znečišťujících látek. Odhad dopadu záměru na dotovaný tok může být stanoven bilančně s uplatněním směšovací rovnice. Další možností pro stanovení očekávaného vlivu převodu na jakost vody v dotčených vodních útvarech je využít modelů jakosti vody. Především při řešení dopadů převodu vody na jakost vody v nádrži bude třeba přistoupit k uplatnění modelových nástrojů. Modelování jakosti vody při uplatnění převodů je věnována kapitola 5.

1) Všeobecné fyzikálně-chemické ukazatele

Na základě vyhodnocení očekávané změny fyzikálně-chemických ukazatelů v dotovaném profilu je možné najít klíčový ukazatel nebo více ukazatelů, u kterých dojde po realizaci plánovaného záměru k významné změně. Dále je třeba posoudit, jak změna těchto ukazatelů ovlivní stav biologických složek, zda se v dotčených vodních útvarech nenachází organismy, které by byly takovou změnou zásadně postihnuty. Tyto podklady jsou rozhodující pro návrh zmírňujících opatření, která by měla potenciální rizika eliminovat. Principem zmírňujících opatření v případě fyzikálně-chemických ukazatelů je vyrovnaní těchto parametrů u převáděné vody před vypuštěním do dotovaného toku – např. sedimentace hrubého znečištění v uklidňovacím nátokovém objektu, úprava teplotního režimu v nádrži, provzdušnění aj.

Ze zkušeností s provozem tlakového převodu povrchové vody v průmyslovém vodovodu Nechanice vyplynulo, že může dojít k nárazové nepříznivé změně jakosti převáděné vody v souvislosti s rychlou změnou průtoku v systému. Dojde tak k propláchnutí nejnižších míst přivaděče, kde dochází k sedimentaci nerozpuštěných látek a rozkladu organických látek. Dá se očekávat, že nepříznivý vliv na jakost převáděné vody u tlakových systémů by mělo i dočasné pozastavení průtoku. Snížit toto riziko u tlakových systémů je možné návrhem kontinuálně provozovaného převodu, návrhem odkalovacích objektů na přivaděči, případně úpravou jakosti převáděné vody.

Všeobecné fyzikálně-chemické ukazatele:

- teplotní poměry,
- kyslíkové poměry (nasycení vody kyslíkem, medián BSK₅),
- solnost (elektrická vodivost),
- acidobazický stav (rozsah hodnot pH, kyselinová neutralizační kapacita KNK_{4,5}),
- živinové podmínky (celkový fosfor, ortofosforečnanový fosfor, dusičnanový, dusitanový a amoniakální dusík),
- u kategorie útvarů povrchových vod stojatých jezero průhlednost měřená Secchiho deskou.

2) Specifické znečišťující látky

Normy environmentální kvality pro specifické znečišťující látky, které by neměly být převodem vody porušeny ani ve zdrojovém ani v dotovaném vodním útvaru, jsou uvedeny v tabulce 1c v příloze 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Posouzení dopadů převodu na hydromorfologické ukazatele dotčených útvarů

Mezi hydromorfologické ukazatele podporující biologické složky ekologického stavu vodních útvarů patří hydrologický režim (velikost a dynamika proudění vod, propojení na útvary podzemních vod, u kategorie jezero velikost vodní plochy, doba zdržení), kontinuita toku a morfologické podmínky (proměnlivost hloubky a šířky koryta, struktura a substrát dna, struktura příbřežní zóny, u jezer proměnlivost hloubky jezera, velikost a struktura substrátu dna, struktura břehů).

Pro hodnocení hydromorfologie vodních toků byla přijata metodika HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer a kol., 2014). Princip hodnocení stavu hydromorfologie toku uplatněný v metodice je založen na základních požadavcích Rámcové směrnice pro vodní politiku, kdy nejvyšší hydromorfologické kvality je dosaženo tehdy, pokud stav toku odpovídá potenciálně přirozeným podmínkám při nejvyšší variabilitě odpovídající charakteristice daného prostředí. Uplatnění převodu vody v tomto kontextu představuje antropogenní ovlivnění hydromorfologie dotčených vodních útvarů. Problematice míry ovlivnění je věnována norma ČSN EN 15843 Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek.

1) Hydrologický režim

Norma ČSN EN 15843 k otázce hodnocení míry ovlivnění proudění v souvislosti s provedenou úpravou v povodí uplatňuje skórování uvedené v Tabulka 1, které vychází z porovnání přirozeného (původního) hydrologického režimu a režimu ovlivněného úpravou. Pro vyhodnocení stupně modifikace hydromorfologie řek je třeba mít k dispozici časové řady průměrných denních průtoků v místě předpokládaného odběru a rovněž v místě předpokládaného zaústění převodu vody. Pokud pro tyto profily není možné průtokovou řadu sestavit na základě dostupných pozorování, doporučujeme již ve fázi předprojektové přípravy zřídit v obou profilech účelové měření průtoků. I krátkodobé pozorování může významně přispět ke zpřesnění hydrologických podkladů a snížit tak nejistoty navrhovaného řešení. Pro výpočet velikosti ovlivnění je třeba znát i průtok převodem.

Tabulka 1 Hodnocení stupně modifikace hydromorfologie řek pro kategorii 5b Proudění – vlivy úprav v povodí na přirozený charakter proudění dle ČSN EN 15843.

% denních průtoků odlišných od přirozených průtoků na jaře, v létě, na podzim nebo v zimě (nejhorší)	<20	20-40	40-60	60-80	>80
<5% snížení nebo <10% zvýšení průtoků	1	1	1	2	2
5 až méně než 15% snížení nebo 10-50% zvýšení	1	2	2	3	3
15 až méně než 30% snížení nebo 50-100% zvýšení	1	2	3	3	4
30 až méně než 50% snížení nebo 100-500% zvýšení	1	2	3	4	5
více než 50% snížení nebo více než 500% zvýšení	2	3	4	5	5

Hodnoty 1–2 představují přírodě blízký průtok, hodnota 3 odpovídá stavu, kdy je průtok středně změněn, hodnoty 4–5 jsou dosaženy, pokud je průtok velmi změněn. Přestože hodnocení uvedené

v tabulce 1 nebylo navrženo primárně pro účely hodnocení ekologického stavu nebo potenciálu vodních toků ve smyslu Rámcové směrnice pro vodní politiku, doporučujeme, aby navrhovaný záměr nevedl ke zvýšení stupně modifikace hydromorfologie řek zdrojového a dotovaného vodního toku o více než dva stupně. V praxi to znamená upřednostnit kontinuální provoz převodu menšího množství vody před nárazovým převodem velkého množství vody.

Je-li převodem vody dotčena vodní nádrž (nebo více vodních nádrží), je třeba věnovat pozornost míře kolísání hladiny v souvislosti s převodem vody. Výraznější kolísání hladiny nádrže může negativně ovlivnit benthickou složku nádrží, především v jejich litorálech, a následně i vyšší trofické úrovni (benthické organismy jsou základní složkou potravy ryb). Vlivem vyšší fluktuace hladiny a v důsledku toho i vyšší míry odnosu organického materiálu z povodí by mohlo dojít také k mírnému zvýšení úživnosti vody, což může za současných pozměněných klimatických podmínek vyvolat nečekané důsledky v podobě výskytu nových druhů a nebo mimořádného namnožení druhů profitujících z nových podmínek.

Posouzení dopadů záměru na hydrologický režim je vhodné provést i pro hydrologické poměry ovlivněné klimatickou změnou pro referenční scénáře a pro výhledová období až k roku 2100 (s ohledem na životnost stavby). Podrobný postup je popsán např. v publikaci Hanel a kol. (2011).

Otázku možného ovlivnění propojení útvarů povrchových vod s útvary podzemních vod, které by mohlo být způsobeno realizací převodu vody, je třeba zodpovědět v rámci hydrogeologického posudku.

2) Vliv na kontinuitu toku

Realizace převodu vody by neměla vést k nepříznivým dopadům na podélnou kontinuitu zdrojového toku. Parametry projektu by měly tento požadavek vzít v úvahu již od samého počátku přípravy. Legislativně je tento požadavek zakotven v § 36 Vodního zákona stanovením minimálního zůstatkového průtoku.

Zmírňujícím opatřením, které by mohlo zabránit nepříznivým dopadům na kontinuitu zdrojového toku, je umístění řídicího zařízení, které umožní operativně upravovat množství převáděné vody v závislosti na dostupných vodních zdrojích a na požadovaném užívání. Odběrný objekt by neměl představovat příčnou překážku v toku, případně by měl být doplněn vhodným rybím přechodem.

3) Vliv na morfologické podmínky

Změna fyzikálních poměrů související s převodem vody povede k ovlivnění stávajících morfologických poměrů na obou dotčených vodních útvarech. Je pravděpodobné, že se změnou vodnosti obou dotčených vodních toků dojde ke změně v procesu transportu a sedimentace splavenin v dotčených úsecích vodních toků. Je tedy vhodné provést odborné posouzení vlivu záměru na splaveninový režim. Odběrný objekt a zaústění převodu je třeba navrhnout s ohledem na hydromorfologii propojovaných toků tak, aby nebyla ohrožena stabilita břehů a dna koryta. Zmírňujícím opatřením může být umístění zpomalovacího objektu na zaústění převodu do dotovaného vodního toku nebo nádrže.

3.3 Stanovení dopadů převodu vody na hydrogeologické poměry

Změna vodnosti ve vodních tocích může vést k ovlivnění úrovně hladin podzemní vody v okolním území. Většinou se změny hydrogeologických poměrů v souvislosti s realizací převodu vody budou

týkat mělké zvodně, v některých případech ale není vyloučeno ani ovlivnění hlubších zvodní (např. u ražených přivaděčů).

V případě, že má převod formu nového úseku vodního toku s hydraulickým propojením s okolním půdním a horninovým prostředím, může dojít ke změnám proudění podzemní vody mělkého oběhu v okolí nového úseku toku. Rovněž u řešení, které uvažuje s trubním převodem vedeným ve štole nebo ve výkopu bez přímého kontaktu převáděné vody s okolním prostředím, je třeba provést posouzení dopadů výstavby těchto objektů na proudění podzemní vody, neboť může dojít k drénování podzemní vody a tím i ke změně úrovně její hladiny. U podzemních přivaděčů i přivaděčů v úrovni terénu vedených napříč směru proudění podzemní vody může dojít k navýšení hladiny podzemní vody na nátokové straně a k jejímu zaklesnutí na straně druhé. U gravitačních podzemních převodů vody je třeba posoudit, do jaké míry mohou okolní podzemní vody prosakovat do přivaděče. V případě, že se jedná o převod vody pro vodárenské účely, je většinou vhodné takovým průsakům zabránit, neboť by mohly nepříznivě ovlivnit jakost převáděné vody.

V rámci posudku je nutné zhodnotit, do jaké míry mohou předpokládané změny ovlivnit stávající objekty jímání podzemní vody. Z ekologického hlediska může dojít k ohrožení ekosystémů, které jsou na vyšší hladinu podzemních vod vázány (například k odvodnění mokřadů), nebo které naopak nejsou ke zvýšené hladině podzemní vody tolerantní.

Dalším důležitým hlediskem je kvantitativní stav útvarů podzemních vod, který může být plánovanou výstavbou a provozem převodu vody nepříznivě ovlivněn. V rámci přípravy je vhodné vytipovat vhodné stávající hydrogeologické objekty a/nebo vybudovat nové pozorovací hydrogeologické vrty, které budou sloužit pro sledování změn hladiny podzemních vod. V rámci předcházení možným budoucím sporům je vhodné sledovat roční kolísání hladin podzemních vod v důležitých hydrogeologických objektech ještě před vybudováním uvažovaného vodního díla, nejlépe kontinuálním sledováním tak, aby bylo možné následně dostatečně prokázat vliv projektovaného vodního díla na podzemní vody a důležité stávající objekty jímání podzemních vod. V rámci zhodnocení by měl být uvážěn vliv realizace záměru na jakost podzemních vod.

3.4 Vliv záměru na plnění cílů vyplývajících ze zákona o ochraně přírody a krajiny

Důležitým aspektem, který je třeba vzít v úvahu při plánování převodu vody, jsou cíle ochrany přírody stanovené v souladu se zákonem č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Podle tohoto zákona jsou vymezena zvláště chráněná území, lokality soustavy NATURA 2000 a prvky územního systému ekologické stability, kde jsou stanoveny omezující podmínky pro zásahy do hydrologického režimu. Například v národních parcích je zakázáno měnit stávající vodní režim pozemků a stavět nové plavební kanály a dálkové produktovody (§ 16). Orgány státní správy vydávající rozhodnutí podle zvláštních předpisů (např. vodní zákon, zákon o lesích, stavební zákon aj.), jimiž mohou být dotčeny zájmy chráněné tímto zákonem, tak činí jen po dohodě s orgánem ochrany přírody, není-li v zákoně předepsán jiný postup (§ 65).

Obecně platná zmírňující opatření:

- zavedení účelového monitoringu ukazatelů stavu dotčených vodních útvarů (chemických a biologických složek), monitoring průtoku ve fázi předprojektové přípravy, případně zavedení monitoringu hladiny podzemní vody
- ochrana jakosti převáděné vody po délce trasy převodu před potenciální kontaminací průsaky z okolního prostředí a případně opatření pro omezení nepříznivých procesů spojených se stagnací vody v přivaděči u tlakových systémů
- zachování minimálního zůstatkového průtoku ve zdrojovém vodním toku
- kontrola výskytu invazních a nepůvodních druhů organismů v propojovaných vodních útvarech
- zachování nebo opětovné vytvoření (např. revitalizací, renaturací) dostatečné morfologické členitosti dotčených úseků vodních toků (tůní, meandrů aj.) - míst pro úkryt, odpočinek a rozmnožování živočichů a podmínek pro přirozený vývoj koryta, který k takové členitosti vede
- zachování podmínek pro přirozené břehové porosty – při poklesu hladiny a obnažení břehů mohou břehové pásy zarůstat náletovou či ruderalní vegetací včetně invazních druhů rostlin
- operativní řízení odběru vody v závislosti na aktuálním průtoku ve zdrojovém vodním útvaru (vodním toku nebo nádrži) a v závislosti na požadovaném užívání vody v dotovaném vodním útvaru, opatření může být zakotveno v manipulačním řádu stavby a technicky umožněno automatickým uzávěrem na odběrném objektu
- úprava jakosti převáděné vody před vypuštěním do dotovaného vodního útvaru – odstranění plavenin průtokem přes česle, sedimentace hrubého znečištění v uklidňovacím nátokovém objektu, provzdušnění, úprava teplotního režimu v nádrži
- odběrný objekt a zaústění převodu je třeba navrhnout s ohledem na hydromorfologii propojovaných toků tak, aby nebyla ohrožena stabilita břehů a dna koryta, nesmí představovat příčnou překážku v toku omezující podélnou prostupnost vodního toku

4 Hydrologické a vodohospodářské aspekty převodů vody – rešerše literatury

4.1 Potenciální environmentální dopady

Převody vody jsou často prezentovány jako robustní řešení pro zajištění rostoucí poptávky po vodě, pro podporu ekonomického rozvoje a případně zajištění potravy pro rychle rostoucí populaci v oblastech, kde je přirozených vodních zdrojů nedostatek. Ve zprávě World Wild Fund for Nature (WWF, 2007) jsou popsány dopady velkých projektů převodů vody. Tyto projekty sice mají potenciál vyřešit problém s nedostatkem vody, ale častou jsou spojeny s podstatnými náklady. Kromě přímých nákladů navíc vedou k nákladům nepřímým souvisejícím s dopady na společnost a životní prostředí zpravidla jak v povodí zdrojovém, tak v povodí dotovaném.

Společným jmenovatelem zdokumentovaných příkladů převodů vody ve zprávě WWF je zájem podpořit rozvoj zemědělství závislého na závlahovém systému v oblastech chudých na vodu. Zpravidla neproběhl pokus posoudit alternativní možnosti řešení situace bez uplatnění převodu vody zaměřené např. na řízení poptávky po vodě, opatření směřující ke snižování potřeby vody, recyklaci vody atd. Dochází k vytvoření závislosti dotované oblasti na vodě z vnějšího zdroje. U zdokumentovaných projektů se často opakovaly problémy vyplývající z nedostatečného veřejného

projednání v přípravné fázi projektu a nedostatečné uvážení dopadů opatření na životní prostředí, společnost a její kulturu v obou povodích, zdrojovém i dotovaném.

Zatímco převody vody pro zajištění zásobování pitnou vodou mají své opodstatnění, u projektů zaměřených na podporu ekonomického rozvoje v dotované oblasti jsou však dle této zprávy přínosy zpochybnitelné. V minulosti většina projektů převádějících vodní zdroje mezi povodími způsobila neúměrnou škodu na ekosystémech vázaných na dotčené vodní zdroje v porovnání s přínosy.

Při navrhování nových převodů vody je ve zprávě WWF doporučeno provést následující kroky:

- 1) snížit požadavky na vodu v dotované oblasti, zavést recyklaci odpadních vod, pokusit se zajistit dodávku vody z místních zdrojů, teprve následně uvážit výstavbu převodu jako poslední možnost
- 2) provést analýzu nákladů a přínosů pro zdrojovou i dotovanou oblast s uvážením celého spektra sociálních, ekonomických a environmentálních dopadů
- 3) vypořádat se s riziky, která jsou s realizací projektu spojena
- 4) projednat projekt s lidmi, kteří jsou přímo nebo nepřímo záměrem ovlivněni, ještě předtím, než bude projekt přijat k realizaci, aby bylo možné vyjádřit další potenciální dopady nebo rizika

Voda je zpravidla odebírána z oblastí, které jsou přirozeně na vodu bohaté a ekologicky cenné. Nebo mohou být převodem vody ochuzeny oblasti níže po toku, jejichž společenstva byla vázána na původní na vodu bohatý hydrologický režim. Kinsford (2000) popsal dopady vodních nádrží a převodů vody na mokřady záplavových oblastí v Austrálii. Mokřady záplavových oblastí jsou cenné pro svoji mimořádnou biodiverzitu zahrnující populace vodních ptáků, původních druhů ryb, bezobratlých živočichů, vodních rostlin a mikroorganismů. Projekty na výstavbu nových nádrží spojené s převody vody za účelem zemědělské závlahy málokdy zahrnují modelování ekologických a hydrologických dopadů na mokřady záplavových oblastí dotčených výstavbou. Aby nedocházelo k dalším ztrátám mokřadů a jejich ekosystémů, je klíčové zlepšovat naše porozumění problematice interakce mezi říčním tokem a mokřady a rovněž problematice environmentálních dopadů stávající vodohospodářské praxe.

Při posuzování proveditelnosti převodu vody jsou často upřednostňovány otázky spojené s ekonomickou stránkou projektu. Ekologickým souvislostem je zpravidla věnováno velmi málo pozornosti. Jedním z důvodů je nedostatek znalostí o ekosystémech dotčených vodních toků. Pro získání představy o potenciálních dopadech plánovaného převodu vody jsou rozhodujícím podkladem data o biotě obou propojovaných vodních prvků (Grant, 2012).

4.2 Úprava práv, povinností a poplatků mezi provozovatelem infrastruktury a jejím uživatelem

Při pojmenovávání vodohospodářských aspektů převodů vody nelze pominout otázku uspořádání práv a povinností provozovatele nově vybudovaného systému vůči budoucím odběratelům a vůči životnímu prostředí a otázku ceny převáděné vody. Parametry smluvních uspořádání mezi provozovatelem a odběrateli úzce souvisí s výsledným technickým řešením připravované infrastruktury. Jedná se o načasování, velikost a spolehlivost dodávky vody. Při rozhodování o nastavení těchto parametrů hraje klíčovou roli míra rizika, kterou je budoucí odběratel ochoten akceptovat a jaký charakter bude jeho odběr mít, zda bude odebírat až v okamžiku, kdy jeho vlastní

zdroje jsou již vyčerpány a bude tedy požadovat nárazové pokrytí celé své potřeby, nebo zda bude odebírat průběžně menší množství vody i za cenu většího celkového množství převedené vody (Caldwell, Characklis, 2014). Až na základě těchto informací je možno přistoupit k dimenzování stavby a k odhadování investičních a provozních nákladů a následně k ceně převáděné vody. Ve své podstatě se jedná o iterativní proces, kdy je hledáno řešení přijatelné pro všechny smluvní strany. Obecně platí, že čím větší ochota odběratele nést riziko, tím nižší náklady na stavbu a provoz infrastruktury a naopak. Nastavení smluvních požadavků a parametrů infrastruktury je možno optimalizovat s využitím modelu vodohospodářské soustavy pro proměnné hydrologické podmínky.

5 Potenciál využití hydraulických a bilančních modelů

Posuzování environmentálních vlivů plánovaného převodu vody s ohledem na cíle ochrany vod je komplexní proces. Matematické simulační modely jakosti vody v říční síti představují nástroj, pomocí kterého je možné rámcově odhadnout budoucí změny jakosti vody způsobené plánovaným záměrem. Pro některé oblasti povodí existují simulační modely jakosti vody, které jsou využívány pro hodnocení očekávané účinnosti opatření připravovaných v rámci procesu plánování v oblasti vod.

Jako příklad lze uvést Simulační model jakosti vod oblasti povodí Horního a středního Labe, pro který byl použit jako software Mike BASIN 2008, MB Preprocessor, ArcGIS 9.2, MS Access, MS Excell, VBA (Hála, R., 2011). Model počítá simulaci pro dvanáct měsíčních charakteristických hodnot pro následující látky: BSK₅, CHSK, amoniakální dusík, dusičnanový dusík, celkový dusík a celkový fosfor. Model byl kalibrován na datech z období 2000–2008, s měsíčním časovým krokem a dobou simulace 1 rok. Do modelu byla zavedena všechna relevantní opatření schválená v rámci plánu oblasti povodí. Na základě porovnání výsledků simulace bez opatření a s jejich uplatněním je možné vyhodnotit jejich efekt formou změny koncentrace příslušné sledované látky. Model je implementován do robustního informačního systému zvaného PLANOP (webová aplikace), jež obsahuje celý plán oblasti povodí a který je propojen s datovými zdroji Povodí Labe, s.p.

Povodí Moravy, s.p. má k dispozici jakostní model povodí Jihlavy nad VD Dalešice, který bude do konce roku 2016 rozšířen pod VD Dalešice až po VD Nové Mlýny (Hanák, 2015) a který je zaměřen na ukazatele celkového dusíku, celkového fosforu a CHSK_{Cr}.

Až na některé odlišnosti bývají simulační modely jakosti založeny na podobném principu. Do simulačního modelu vstupují data hydraulická, hydrologická, klimatická a údaje o jakosti vody (na počátku úseku, bočních přítoků, bodových a plošných zdrojů). Používá se stacionární model šíření znečištění, který předpokládá doznění všech přechodných jevů týkajících se kvality vody. Při nezměněných okrajových podmínkách pak již je proces odbourávání znečištění v toku v důsledku samočištění ustálen a v jednotlivých profilech toku nedojde s narůstajícím časem k žádné kvalitativní změně. Koncentrace znečišťující látky je tedy pouze funkcí prostoru.

Plánované převody vody se do simulačního modelu dají vložit jako nový odběr a nové vypouštění. V případě, že se jedná o převod v délce několika kilometrů, je vhodné modelovat i změny jakosti vody během převodu. Může se například projevit vliv plošných a difúzních zdrojů nalézajících se v blízkosti přivaděče.

Pokud oblast, ve které se plánuje převod vody, doposud není podchycena v simulačním modelu, lze pro modelování dopadu převodu vody na jakost vody v toku, ze kterého je voda převáděna, a jakost

vody v toku, do kterého je voda převáděna, uplatnit postup podrobněji popsany v publikaci Modelové řešení úloh jakosti vody v síti vodních toků (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001). Postupuje se přitom explicitní metodou „po úsecích“ od nejvyšších částí povodí směrem k soutokům jednotlivých menších toků s toky vyššího řádu. Vlastní řešení se provádí postupným výpočtem hmotnostního průtoku směrem po proudu a postupně se načítají jednotlivé zdroje znečištění. Pro další analýzy se přitom doporučuje rozlišovat příspěvek od jednotlivých skupin znečišťovatelů s členěním např. na komunální, průmyslové, zemědělské, difuzní, resp. další typy znečištění.

Vzhledem k nejistotám modelování se může v některých případech také osvědčit jednoduchý bilanční model založený na soustavě směšovacích rovnic se zanedbáním vlivu objemových změn nebo pouhé modelování jakosti vody v kontrolních profilech zahrnutých do modelu bez uvážení vlivu samočištění. Při bilančním modelování jakosti vody v rozsáhlejší síti toků lze matematický model podstatně zjednodušit. Základním nosným médiem znečištění v tocích je voda. Předpokládá se její konstantní hustota neovlivněná nesenými částicemi a rozpuštěnými látkami. Dalším předpokladem je aproximace časoprostorového proudění jednorozměrným ustáleným nerovnoměrným modelem proudění, kdy výsledné veličiny odpovídají příslušnému v čase konstantnímu hodnocenému průtokovému stavu (např. Q_a , Q_{270d} , Q_{355d} apod.).

Oblast řešení je vymezena sítí vybraných vodních toků, na níž se provádí modelování. Důležité je rozlišení přítoků na ty, na nichž je prováděna simulace, a na ty, které jsou do modelu zahrnuty pouze jako bodové přítoky. Pro daný účel obvykle postačí hrubý popis tvaru a stavu koryta s uvedením veličin ovlivňujících rychlost vody a také její samočistící schopnost (odhad průměrné hloubky koryta, průměrné šířky koryta, spádu a drsnosti). U objektů je důležitý jejich popis, základní tvarové a rozměrové údaje a odhad zatopených ploch a objemů zdrží, popř. nádrží.

V případě transportního modelu je základním předpokladem zanedbání změny koncentrace ve směrech kolmých na převládající směr proudění. Předpokládá se dobré promísení látek v příčném profilu toku tak, že je možné koncentraci v příčném řezu považovat za konstantní.

S ohledem na charakter sestavovaného modelu, který řeší dlouhodobou bilanci znečištění v celém povodí, dále pak se zřetelem na neznalost časového režimu zdrojů znečištění při poměrně řídké četnosti vzorkování nelze obvykle postihnout krátkodobé změny koncentrací v čase. Obvykle lze zanedbat jak vliv nestacionarity zdrojů znečištění, tak i vliv disperze. Při tomto předpokladu se vychází ze skutečnosti, že při poměrně malých gradientech koncentrace v podélném profilu a při běžných rychlostech vody (řádově desetiny m/s a vyšší) je vliv podélné hydrodynamické disperze řádově nižší než vliv advektivní složky.

Vliv disperze se uplatní pouze lokálně v místech zaústění větších zdrojů znečištění, a to zejména ve směru kolmém na směr toku, kdy dochází k vyrovnání koncentrace v příčném řezu. Nepřesnost vzniklá zanedbáním podélné hydrodynamické disperze je několikanásobně menší než nepřesnosti ostatních vstupních dat a analýz vzorků vody pro kalibraci a verifikaci modelu (Říha, J., 2008). Celková schematizace modelu oblasti povodí obvykle vychází z rozmístění vodoměrných stanic, ze sítě monitorovacích stanic jakosti a z evidence uživatelů vody (Hála, R., 2011).

Níže uvádíme jednotlivé fáze modelování jakosti vody v říční síti, jak je popsali Hála (2011) a Říha a Ošlejšková (2001).

5.1 Příprava hydraulických a hydrologických dat

V uzlových bodech modelu je nutno doplnit průměrné profilové rychlosti odpovídající modelovaným hydrologickým poměrům charakterizovaným Q_a a Q_{355} . Průměrné profilové rychlosti je možno získat odečtem z kalibrovaných měrných křivek průtoků nebo hydraulickým výpočtem ověřeným měřením v terénu. V úsecích toku, kde se nacházejí přehrážky, jezové zdrže a rybníční nádrže je nutno provést výpočet tak, aby profilové rychlosti charakterizovaly dobu zdržení v daném úseku toku (zdrže, nádrže) (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001). V některých modelech byly nádrže zjednodušeny – model byl v místě hráze přerušen a vlastní odtok z nádrže byl nahrazen vypouštěním (Hála, R., 2011). Základními daty pro kalibraci hydrologie se obvykle používají průměrné denní průtoky. Dále se používají data z vodoprávní evidence užívání za stejné období (měsíční množství).

5.2 Příprava vstupních dat pro jakost

V rámci jakosti jsou zpravidla v simulačním modelu sledovány následující látky: BSK_5 , CHSK, $N-NH_4$, $N-NO_3$, Ncelk, Pcelk, CHSKCr, celkový dusík a některé konzervativní ukazatele jako například rozpuštěné látky, chloridy, sírany a podobně. Přesnost kalibrace modelu u jakosti úměrně závisí na množství a přesnosti použitých dat, hustotě sítě profilů jakosti a pravidelnosti měření během roku. Vychází se z profilů s měřením kvality vody pro všechny sledované látky. Pro modelování jakosti vody je výhodné, pokud profil sledování jakosti odpovídá profilu měření průtoků. Na základě naměřených koncentrací jednotlivých látek a k nim měřených nebo stanovených průtoků se pro každý měsíc vypočtou látkové toky profilem (g/s) a ty pak následně za předpokladu lineární závislosti látkového toku na průtoku bývají přepočteny dle charakteristického průtoku na charakteristické měsíční látkové toky.

5.3 Výpočet látkového odnosu a množství vypouštěných látek

Pro výpočet průměrného látkového odnosu kontrolním profilem nebo průměrného množství vypouštěných látek ze zdroje znečištění se často používá rovnice, kdy se průměrný látkový odnos počítá jako součin průměrného průtoku (průměrného množství odpadních vod) a průměrné koncentrace. Použití této rovnice však není korektní. Správně se má pro výpočet průměrného látkového odnosu použít rovnice, kdy se průměrný látkový odnos počítá jako průměr z jednotlivých látkových odnosů (Nesměrák, I., 2005). Proložíme-li v grafu závislosti látkového odnosu na průtoku jednotlivými hodnotami látkového odnosu regresní přímku, pak správně vypočtený průměrný látkový odnos odpovídá na regresní přímce průměrnému průtoku vypočtenému z průtoků příslušných k jednotlivým hodnotám. Vztah mezi průměrnou koncentrací C_{pr} , průměrným látkovým odnosem L_{pr} a průměrným průtokem Q_{pr} je dán rovnicí 1, kde $Cov(Q;C)$ je kovariance mezi průtokem (množstvím odpadních vod) a koncentracemi.

$$L_{pr} = Q_{pr} * C_{pr} + Cov(Q;C) \quad (\text{rov. 1})$$

Kovariance může mít znaménko plus, jestliže s vyšším průtokem (množstvím odpadních vod) je vyšší i koncentrace, nebo minus, jestliže s vyšším průtokem (množstvím odpadních vod) je koncentrace nižší. Kovariance určuje chybu výpočtu.

5.4 Plošné a difúzní znečištění a samočištění

Na zatížení vodních toků se kromě bodových zdrojů znečištění podílejí také plošné a difúzní zdroje znečištění. V Rámcové směrnici pro vodní politiku se tyto zdroje nazývají souhrnně difúzní (Nesměrák, I., 2005). Za účelem identifikace plošného a difúzního znečištění je vhodné shromáždit údaje o zemědělských difúzních zdrojích, skládkách odpadů, zdrojích plošného znečištění závislých na způsobu využívání zemědělské půdy a systému hnojení atd. Ke zpracování shromážděných informací o plošných a difúzních zdrojích znečištění lze pak následně použít odborný odhad, popřípadě další model, který je zaměřen na tuto problematiku (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001).

Pro řešení úkolu pro MZe „Ověření imisně-emisního přístupu. Posouzení možnosti dosažení imisního standardu pro celkový fosfor v tocích ČR“ byla vypracována metoda, která umožňuje odhad velikosti plošných a difúzních zdrojů znečištění a odhad velikosti ztráty „samočištěním“. Metoda je založena na aplikaci jednoduchého aproximativního modelu na výsledek měření jakosti vody v zájmovém profilu (denní pozorování ukazatele jakosti vody a průtoku vody) s využitím znalosti bilance vypouštěného znečištění z evidovaných bodových zdrojů znečištění. Je-li evidence bodových zdrojů znečištění neúplná (evidují se bodové zdroje nad určitou velikost), pak se „nevidované zdroje „přesouvají“ do kategorie difúzních zdrojů znečištění (Nesměrák, I., 2007).

Podmínkou metody je především dobrá bilance znečištění nad zájmovým profilem. Použití jednoduchého regresního modelu předpokládá, že je k dispozici měření jakosti vody v zájmovém profilu/úseku, které je doplněno měřením průtoků vody v době odběru vzorků vody pro analýzu jakosti vody. Takové měření by mělo být nejméně za dvouleté a lépe za tříleté období. K dispozici musí být evidence bodových zdrojů pro stejné období. Jako jednoduchý regresní model se doporučuje použít rovnici 2.

$$LO - B = b \cdot Q^n + \frac{D}{Q^m} \quad (\text{rov. 2})$$

LO – látkový odnos zájmovým profilem (v g/s)

Q – průtok vody zájmovým profilem (v m³/s)

b, D – regresní součinitele

B – bilance vypouštěného znečištění v povodí nad zájmovým profilem Σ(BZ) (v g/s)

m, n – exponenty

Regresní rovnice 2 popisuje závislost hodnot látkových odnosů zájmovým profilem LO na průtocích vody Q. Proměnná B představuje látkový vnos do mezipovodí – součet bodových zdrojů v mezipovodí, včetně látkového odnosu z horního profilu (Hála, 2011). Výraz $b \cdot Q^n$ v rovnici 2 popisuje velikost zatížení znečištěním z plošných a difúzních zdrojů a výraz D/Q^m pak úbytek (ztrátu) množství znečištění přirozenými procesy v toku. Součinitel D by měl vyjít záporný (předpokládáme úbytek způsobený přirozenými procesy v toku). Hodnoty exponentů m, n mohou být pro jednotlivé ukazatele jakosti vody různé. Budou se pohybovat pravděpodobně mezi 1 a 2. V první fázi se používá hodnota 1. Rovnice dobře vyhovuje pro popis závislosti látkových odnosů na průtoku. Pro případnou závislost koncentrace na průtoku by bylo třeba najít jinou rovnici.

Celkový fosfor, celkový dusík a chemická spotřeba kyslíku podléhají procesům kinematiky prvního řádu (exponenciální rozpad). V Simulačním modelu jakosti vod oblasti povodí Horního a středního Labe (Hála, R., 2011) je uvedena rovnice 3 pro výpočet koeficientu degradace.

$$K \cdot t = \ln \left(\frac{B + P_{char}}{Q_{char}} \right) \quad (\text{rov. 3})$$

K – koeficient degradace

t – doba zdržení v úseku

B – látkový vnos do mezipovodí – součet bodových zdrojů v mezipovodí, včetně látkového odnosu z horního profilu

P_{char} – plošné a difúzní znečištění

LO_{char} – charakteristický látkový odtok dolním profilem

Vliv teploty na biologické procesy lze modelovat změnou hodnot koeficientu degradace podle rovnice 4 (Říha, J., 2008).

$$K = K_{20} \cdot \theta^{(T-20)} \quad (\text{rov. 4})$$

K – koeficient degradace při teplotě T

T – teplota

Θ – teplotní koeficient

K_{20} – koeficient degradace při teplotě 20°C

5.5 Odběry a vypouštění

Údaje o odběrech a vypouštění pro bilanční model je možno získat vlastním měřením, vyžádáním dat přímo od subjektů nebo z vodní (vodohospodářské) bilance. Rozsah ohlašovaných údajů pro vodní bilanci podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci. Odběratelé povrchových nebo podzemních vod, jakož i ti, kteří využívají přírodní léčivé zdroje nebo zdroje přírodních minerálních vod a vody, které jsou vyhrazenými nerosty, a dále ti, kteří vypouštějí do vod povrchových nebo podzemních, vody odpadní nebo důlní v množství přesahujícím v kalendářním roce 6 000 m³ nebo 500 m³ v kalendářním měsíci.

5.6 Příprava dat pro kalibraci a verifikaci modelu

Pro kalibraci jakosti je nutné spočtený látkový vnos v jednotlivých mezipovodích rozdělit mezi evidované bodové zdroje znečištění a ostatní zdroje znečištění (zjednodušeně plošné zdroje) a odhadnout míru samočištění (degradační koeficient k) (Hála, R., 2011).

Při kalibraci i verifikaci modelu je vhodné minimalizovat vliv okamžitého průtoku v době vzorkování, a proto je vhodnější použít pro kalibraci nebo verifikaci místo koncentrace sledovaného ukazatele, která je objemovým průtokem vody dominantně ovlivněna, hmotnostní průtok. Příprava dat pro kalibraci pak spočívá v tom, že se pro dva charakteristické stavy (zhruba Q_a a zhruba Q_{355d}) na základě podrobného rozboru hodnot koncentrací jednotlivých látek a průtokových poměrů v době vzorkování stanoví hodnoty hmotnostního průtoku, které v daném říčním profilu co nejlépe reprezentují naměřené hodnoty sledovaných ukazatelů získané v jednotlivých měřeních. Je třeba rozhodnout, které soubory dat z výsledku monitoringu budou použity pro kalibraci a které pro verifikaci. Obecně by měla být data pro verifikaci (která mají potvrdit správnost kalibrace), převzata z jiných, nezávisle získaných měření, a to zejména v jinou dobu odběru, případně v jiných měrných profilech (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001).

5.7 Nejistoty související s modelováním jakosti vody

5.7.1 Nejistota daná strukturou modelu

Obecně jsou numerické modely zatíženy nejistotami vyplývající ze skutečnosti, že v modelu dochází ke zjednodušení nebo zanedbání řady přírodních (fyzikálních, chemických, biologických) procesů. S rostoucí složitostí modelu roste počet parametrů, které je nutno nakalibrovat a tím se komplikuje proces optimalizace modelu. Při hledání maxima nebo minima objektivní funkce je třeba ověřovat, do jaké míry se hodnoty parametrů pohybují ve fyzikálně realistickém rozmezí modelovaného systému.

5.7.2 Nejistota vstupních dat

Mediány koncentrací jednotlivých modelovaných ukazatelů v daném roce jsou zpravidla stanovovány na základě dvanácti pozorování ročně (jeden vzorek měsíčně). Tyto vzorky, ač se jedná o okamžité a bodové odběry, reprezentují daný profil v daném měsíci. Výsledná nejistota takto stanovených statistických charakteristik je tedy v řádu prvních desítek procent. Rovněž laboratorní metody stanovení koncentrací sledovaných látek mají své meze přesnosti. Nejistotu na straně vstupních dat zvyšují chybějící údaje ze skupiny sledovaných parametrů, místo odběru vzorků vody pro stanovení jakosti se nemusí shodovat s profilem, kde jsou měřeny průtoky.

5.7.3 Nejistota parametrů modelu

Platí, že složitější modely nemusí dát vždy lepší výsledky. Pro bilanční modelování jakosti vody v povodí střední velikosti se jeví naopak vhodnější použití jednoduchých modelů. Přesnost výsledků modelování nemůže být vyšší, než je přesnost vstupních dat pro kalibraci a verifikaci modelu (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001).

5.8 Shrnutí

Při sestavování matematického modelu doporučujeme nejprve provést kalibraci modelu pro alespoň pro jeden konzervativní ukazatel (například rozpuštěné anorganické soli, konduktivitu apod.). Ověří se tím správnost určení průtoků v profilech, ve kterých není prováděno měření průtoků. Na rozdíl od některých jiných ukazatelů jsou rozpuštěné anorganické soli uváděny prakticky u všech evidovaných vypouštění ve vodní bilanci.

Při modelování nekonzervativních ukazatelů dát přednost celkovému fosforu, celkovému dusíku a chemické spotřebě kyslíku, které podléhají procesům kinematiky prvního řádu (exponenciální rozpad). Čím více parametrů se při modelování používá, tím větší je nejistota výsledků a zvyšuje se obtížnost kalibrace.

Ověřený matematický model je vhodnou pomůckou pro koncepční rozhodování, a to především ve studiích zaměřených na dokumentaci změn jakosti povrchových vod v síti vodních toků. Výstupy z řešení poskytují podklad pro rozhodování o opatřeních v povodí s cílem zlepšit jakost vody při hospodárném a účelném vynaložení finančních prostředků. Pomocí modelu je možno odhadnout výhledový stav vodních útvarů po realizaci navržených opatření. V některých případech se vzhledem k nejistotám modelu může osvědčit prostá bilance vstupů a výstupů. Mohou se při tom testovat kombinace různě účinných opatření. Pomocí známého účinku a investičních nákladů pak lze najít nejefektivnější sestavu opatření pro určitý vodní útvar.

6 Nejistoty navrženého řešení

Jak bylo uvedeno v kapitole 1.2.1, metodika k procesu přípravy opatření v povodí, které budou vyžadovat výjimku z cílů ochrany vody jako složky životního prostředí podle 23a Vodního zákona, je aktuálně připravována v rámci Společné implementační strategie Rámcové směrnice pro vodní politiku na úrovni Evropské komise. Přístup popsáný v předložené zprávě tedy bude nutno sladit s tímto materiálem.

Proces posuzování budoucích dopadů zamýšleného opatření na jednotlivé složky chemického a ekologického stavu je spojený s velkou mírou nejistoty, která může být snížena provedením dílčích odborných analýz založených na výsledcích monitoringu v obou potenciálně dotčených vodních útvech (např. hydrobiologický průzkum, ichtyologický průzkum, hydrogeologické posouzení atd.). Pro tyto účely mohou být uplatněny matematické modely jakosti vody, proudění podzemní vody a další modelovací nástroje, které mohou přispět ke zpřesnění představy o výsledných změnách v území.

7 Pilotní aplikace

Pro zdokumentování principů popsáných ve zprávě byly vybrány dva záměry na stavbu nebo rekonstrukci převodů vody z připravovaných projektů podniků povodí. Níže bude blíže rozebrána situace na Maršovském potoce v povodí Moravy a převod vody z Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka (převod vody mezi povodím Ohře a povodí Vltavy).

7.1 Převody vody do nádrže Hubenov

Povodí Moravy, s.p., plánuje provést rekonstrukci převodů vody z Jiřínského potoka a z Jedlového potoka do Maršovského potoka a do nádrže Hubenov. Jak bylo uvedeno v kapitole 2.4, vodní nádrž Hubenov představuje klíčový zdroj pitné vody pro město Jihlavu a okolí. Vzhledem k nepříznivému vývoji v množství dostupných vodních zdrojů, vývoji jakosti vody v nádrži i rostoucím požadavkům na odběry vody z nádrže, je třeba této lokalitě věnovat pozornost.

Maršovský potok od pramene po vzdutí nádrže Hubenov je vodní útvar DYJ_0830. Z výsledků hodnocení ekologického stavu tohoto útvaru pro druhý cyklus plánování v oblasti vod vyplývá, že tento útvar nedosahuje dobrého ekologického stavu z důvodů nevyhovujícího chemického stavu. Prioritní látka, která způsobuje nedosažení dobrého chemického stavu je kadmium a jeho sloučeniny. Nádrž Hubenov je silně ovlivněný vodní útvar povrchových vod stojatých DYJ_0845_J. Ekologický potenciál nádrže byl vyhodnocen jako poškozený, vzhledem k výsledku hodnocení fytoplanktonu v nádrži. Chemický stav nádrže není vyhovující. Látky, které způsobují nedosažení dobrého stavu, jsou benzo[ghi]perylen a nikl a jeho sloučeniny. Maršovský potok se vlévá do Jihlavy – do útvaru povrchových vod tekoucích Jihlava od toku Třeštský po tok Jihlávka včetně toku Maršovský potok od hráze nádrže Hubenov DYJ_0850. Ekologický stav útvaru byl hodnocen jako střední, kritickými ukazateli byly složky makrozoobentos a kyslíkové poměry. Chemický stav útvaru je dobrý.

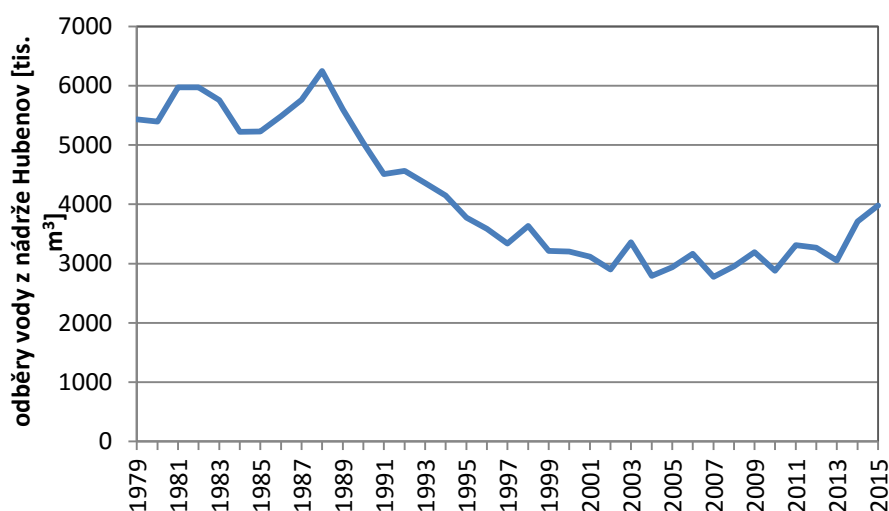
Povodí Moravy, s. p., připravuje rekonstrukci přivaděčů ze sousedních povodí Jedlovského a Jiřínského potoka, které byly vybudovány v 70. letech pro posílení vodnosti Maršovského potoka. Jedlovský přivaděč převádí vodu z Jedlovského potoka z profilu u obce Boršov do bezejmenného přítoku nádrže Hubenov. Jiřínský přivaděč odebírá vodu z Jiřínského potoka v úseku mezi

Krumplovým Mlýnem a silničním mostem mezi Šimanovem a Hlávkovem a ústí do Maršovského potoka nad obcí Ježená. Trasování převodů zachycuje Obrázek 7. V mapě je dále zakresleno umístění profilů s vypouštěním přečištěných odpadních vod, profily měření jakosti vody a vodoměrné stanice. Množství a jakost vypouštěné vody uvádí Tabulka 4.

V minulosti nebyly přivaděče využívány, protože nebylo posílení vodnosti Maršovského potoka nutné a Jiřínský přivaděč prokazoval zhoršenou jakost převáděné vody. V posledních letech bylo nezbytné kvůli hydrologicky nevyrovnaným poměrům odběry do přivaděčů zprovoznit, neboť Maršovský potok nebyl dostatečný pro zajištění vodárenského odběru. V roce 2007 byl obnoven provoz Jedlovského přivaděče a v roce 2014 byl zprovozněn i přivaděč Jiřínský. Během hydrologického sucha v roce 2015 se na nádrži Hubenov podařilo zajistit požadované vodárenské odběry pouze díky oběma přivaděčům. V letech 2013 až 2015 se objem vodárenského odběru z VN Hubenov navíc zvýšil o přibližně třetinu oproti odběrům z let po roce 2000, jak zachycuje Obrázek 5. K nepříznivému vývoji dochází v ukazatelích jakosti vody v nádrži. Roste koncentrace chlorofylu naměřená v epilimniu u hráze, v létě a na podzim dochází k eutrofizaci nádrže díky vnosu fosforu z komunálních zdrojů znečištění, mění se složení fytoplanktonu, objevují se sinice (Kosour, 2016).

Kamerovými zkouškami provedenými Povodím Moravy, s.p., v roce 2011 byly zjištěny četné netěsnosti na mnohých místech obou přivaděčů, kterými dochází k pronikání drenážních vod z okolního půdního horizontu. Během pravidelného monitoringu jakosti vody na přítoku do nádrže a na vyústění přivaděčů bylo zjištěno, že dochází k obohacování látek, které jsou z vodárenského hlediska vysoce závadné, zejména dusičnanů a kadmia, železa, manganu, barya, beryllia, niklu, zinku a olova. Dalšími látkami, které se s průsaky dostávají do přivaděčů, jsou pesticidní látky - metabolity terbuthylazinu a atrazinu. Pro zlepšení jakosti surové vody tak byla navržena rekonstrukce přivaděčů, kdy do původního betonového potrubí bude umístěno samonosné PE potrubí.

Je otázkou, do jaké míry navržené opatření přispěje ke zlepšení jakosti vody přitékající do nádrže Hubenov a ke zlepšení stavu jakosti vody v nádrži Hubenov a dále také jaké dopady budou mít převody na jakost vody v potocích Jedlovském a Jiřínském pod odběry vody pro převod. Pro optimalizaci parametrů převodů vody a pro jejich operativní provoz, který by zohlednil aktuální hydrologickou situaci, by bylo vhodné sestavit matematický model množství a jakosti vody pro všechna tři dotčená povodí včetně nádrže Hubenov a části toku Jihlavy.



Obrázek 5 Roční odběry vody z nádrže Hubenov

7.1.1 Modelování vlivu převodu vody z Jiřínského potoka na jakost vody v Maršovském potoce s uplatněním jednoduchého bilančního modelu

V rámci řešení tohoto úkolu proběhlo ilustrativní modelování vlivu převodu vody z Jiřínského potoka na jakosti vody v Maršovském potoce s uplatněním zjednodušeného bilančního modelu pro ukazatel celkový fosfor. Model byl nejprve sestaven a nakalibrován pro konzervativní ukazatel vodivosti a následně proběhl výpočet koncentrací celkového fosforu. Koncentrace celkového fosforu jsou rozhodující faktor pro rozvoj vodního květu v nádrži Hubenov v letním období. Schéma modelu povodí Maršovského potoka a povodí Jiřínského potoka zachycuje Obrázek 8.

Průtoky v Maršovském potoce jsou měřeny ve vodoměrných stanicích Hubenov nad nádrží 465100 a Hubenov pod nádrží 466000. Jakost vody je monitorována v profilu JPTHu001 v místě vodoměrné stanice 465100 nad nádrží, v profilu JPTHu004 nad zaústěním Jiřínského přivaděče a v profilu pod nádrží Hubenov JPTHu003. Na Jiřínském potoce probíhá monitoring jakosti vody v profilu JPTHu007 v Šimanově. Nejblížešším referenčním profilem na Jihlavě je profil Rantířov JPPJi019. Mediány hodnot fyzikálně-chemických parametrů jakosti vody stanovené pro období 2010–2015 uvádí Tabulka 2. Průměrné hodnoty celkového fosforu v jednotlivých letech uvádí Tabulka 3.

Tabulka 2 Ukazatele jakosti vody v profilech sledování jakosti povrchových vod, medián 2010 – 2015

Ukazatel - medián 2010-2015	jedm.	Hubenov ústí JPTHu001		Hubenov odtok JPTHu003		Hubenov Ježená JPTHu004		Šimanov JPTHu007		Rantířov JPPJi019	
		med	Poč.	med	počet	med	počet	med	počet	med	Poč.
pH vody v laboratoři (25°C)	-	7.5	67	7.3	36	7.4	32	7.25	20	7.6	72
teplota vody v terénu	°C	9.6	69	10.15	36	9.9	32	5.35	20	10.35	72
kyslík rozpuštěný v terénu	mg/l	10.6	67	10.55	36	11.35	32	11.45	20	10.85	72
nasycení kyslíkem v terénu	%	99	67	99	36	101	32	95.5	20	100	72
dusík amoniakální	mg/l	0.02	67	0.195	36	0.02	32	0.06	20	0.05	72
dusík dusitanový	mg/l	0.013	67	0.018	36	0.013	32	0.029	20	0.032	72
dusík dusičnanový	mg/l	3.2	67	0.985	36	2.575	32	3.655	20	3.145	72
fosfor celkový	mg/l	0.069	67	0.055	36	0.063	32	0.062	20	0.143	72
fosfor fosforečnanový	mg/l	0.016	67	-	-	0.011	20	0.026	20	0.044	72
chloridy	mg/l	6.1	43	-	-	-	-	-	-	15.85	24
sírany	mg/l	28.3	43	-	-	-	-	-	-	30	24
konduktivita v laboratoři	mS/m	18.6	67	18.65	36	18	32	18.55	20	26.1	72
CHSK	mg/l	19	67	13.1	36	19.95	32	18.9	20	25.15	72
BSK	mg/l	1.7	67	1.35	36	1.95	32	2.25	20	4	72
uhlík celkový organický	mg/l	6.29	67	-	-	6.37	20	5.515	8	6.965	72
kys. neutralizační kap. do pH 4,5	mmol/l	0.605	20	-	-	-	-	-	-	0.96	24

Tabulka 3 Koncentrace celkového fosforu v profilech sledování jakosti vody v jednotlivých letech

	JPPJi019		JPTHu004		JPTHu003		JPTHu001		JPTHu007	
Rok	P _{celk} [mg/l]	poč.	P _{celk} [mg/l]	poč.	P _{celk} [mg/l]	poč.	P _{celk} [mg/l]	poč.	P _{celk} [mg/l]	poč.
2010	0.088	12	-	-	-	-	0.070	8	-	-
2011	0.126	12	-	-	-	-	0.089	11	-	-
2012	0.185	12	-	-	-	-	0.064	12	-	-
2013	0.148	12	0.037	8	0.030	12	0.044	12	0.052	8

2014	0.168	12	0.064	12	0.065	12	0.072	12	-	-
2015	0.162	12	0.082	12	0.064	12	0.079	12	0.084	12

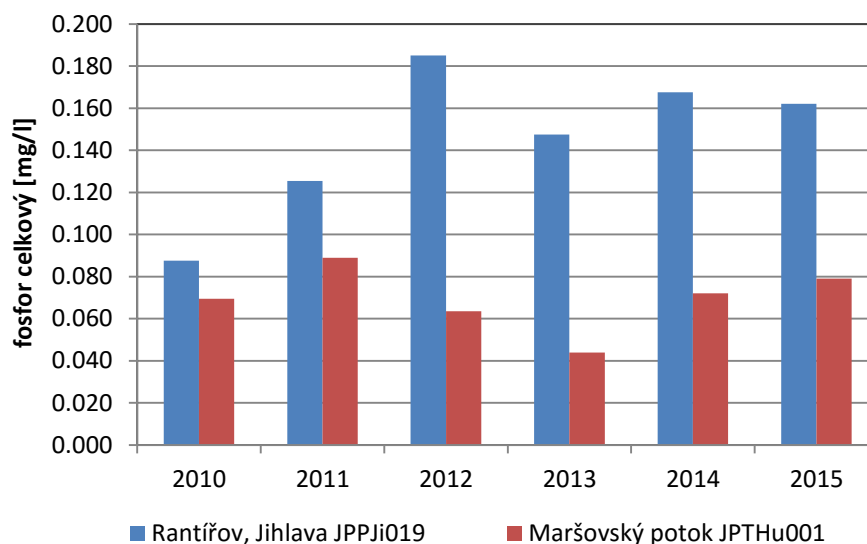
JPPJi019 – profil Rantířov, Jihlava

JPTHu004 Hubenov, Ježená, Maršovský potok, nad zaústěním Jiřínského přivaděče

JPTHu003 Hubenov odtok, Maršovský potok

JPTHu001 Hubenov ústí, Maršovský potok

JPTHu007 Šimanov, Jiřínský potok

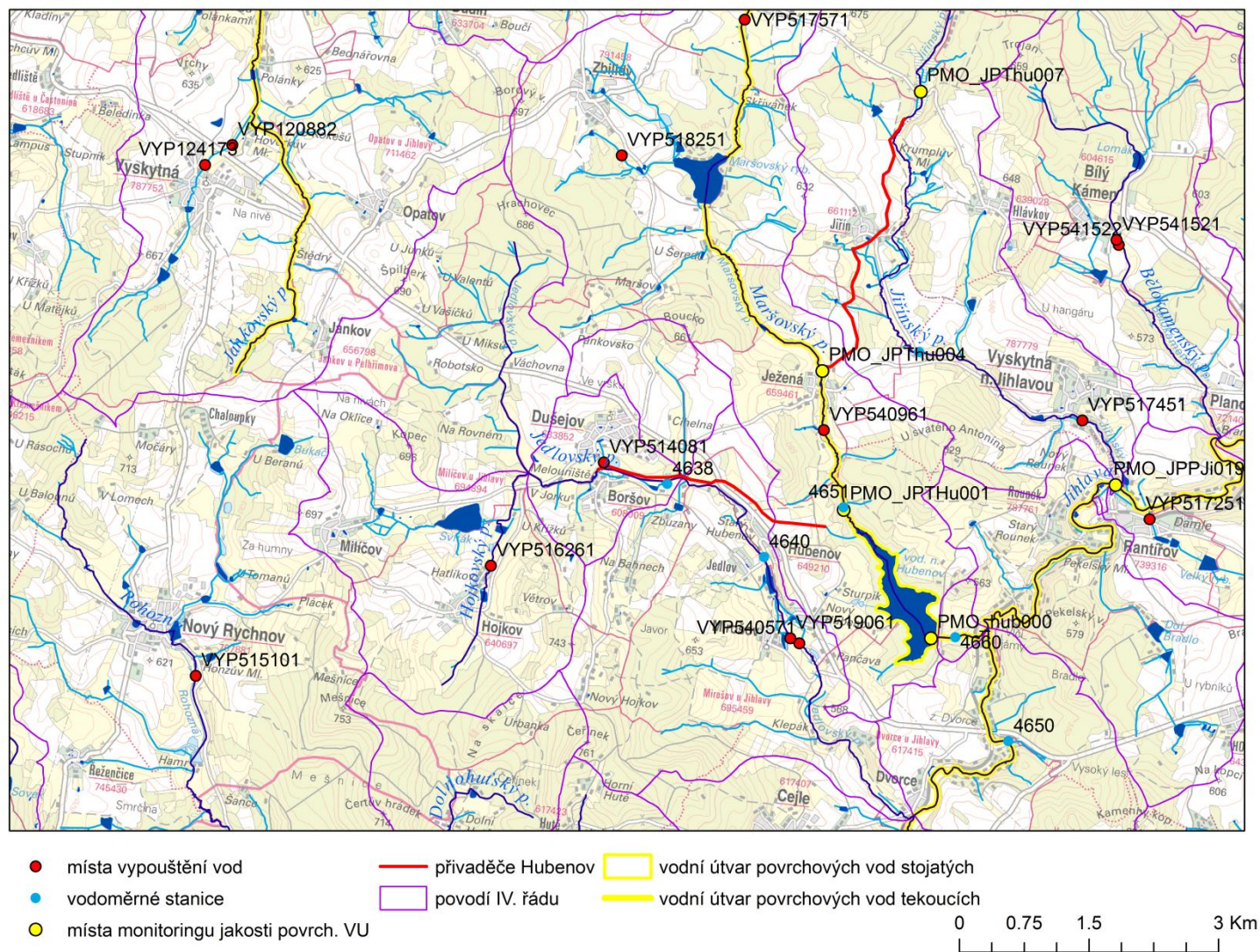


Obrázek 6 Vývoj koncentrace celkového fosforu v profilech sledování jakosti vody Rantířov na Jihlavě a Hubenov na Maršovském potoce v letech 2010–2015

Plocha povodí vodního útvaru Maršovský potok je 16,17 km² a dlouhodobý průměrný roční průtok v závěrném profilu je $Q_a = 0,104 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zdroj: Povodí Moravy s.p.). Plocha povodí vodoměrné stanice 465100 je 15,64 km². Průtoku $Q_a = 0,104 \text{ m}^3/\text{s}$ v závěrném profilu vodního útvaru odpovídá ve vodoměrné stanici přibližně průtoku $Q_4 = (15,64/16,17) \cdot 0,104 = 0,101 \text{ m}^3/\text{s}$. Plocha mezipovodí mezi profilem JPTHu004 a JPTHu001 činí přibližně 2,52 km². Po odečtení od plochy nad profilem JPTHu001 byla získána plocha nad profilem JPTHu004.

Při sestavování modelu byla uplatněna data o jakosti vody a průtoky za rok 2013 – tedy z období, ve kterém přivaděče nebyly v provozu a nebyla v provozu ani čistírna v obci Ježená. Průtoky byly sledovány pouze v profilu JPTHu001. Při stanovení průtoky v profilu JPTHu004 se vycházelo z předpokladu, že poměr neovlivněného průtoky v profilu JPTHu004 k neovlivněnému průtoky v profilu JPTHu001 je přibližně stejný jako poměr plochy povodí nad profilem JPTHu004 k ploše povodí nad profilem JPTHu001.

V povodí nad vodoměrnou stanicí 465100, která se nachází v místě profilu JPTHu001, není evidován žádný povrchový odběr vody, ale nalézají se zde čtyři vypouštění odpadních vod: Obec Šimanov – ČOV, VODAK Humpolec - Zbilidy ČOV, Obec Ježená ČOV. Parametry jakosti vypouštěné vody uvádí Tabulka 4.

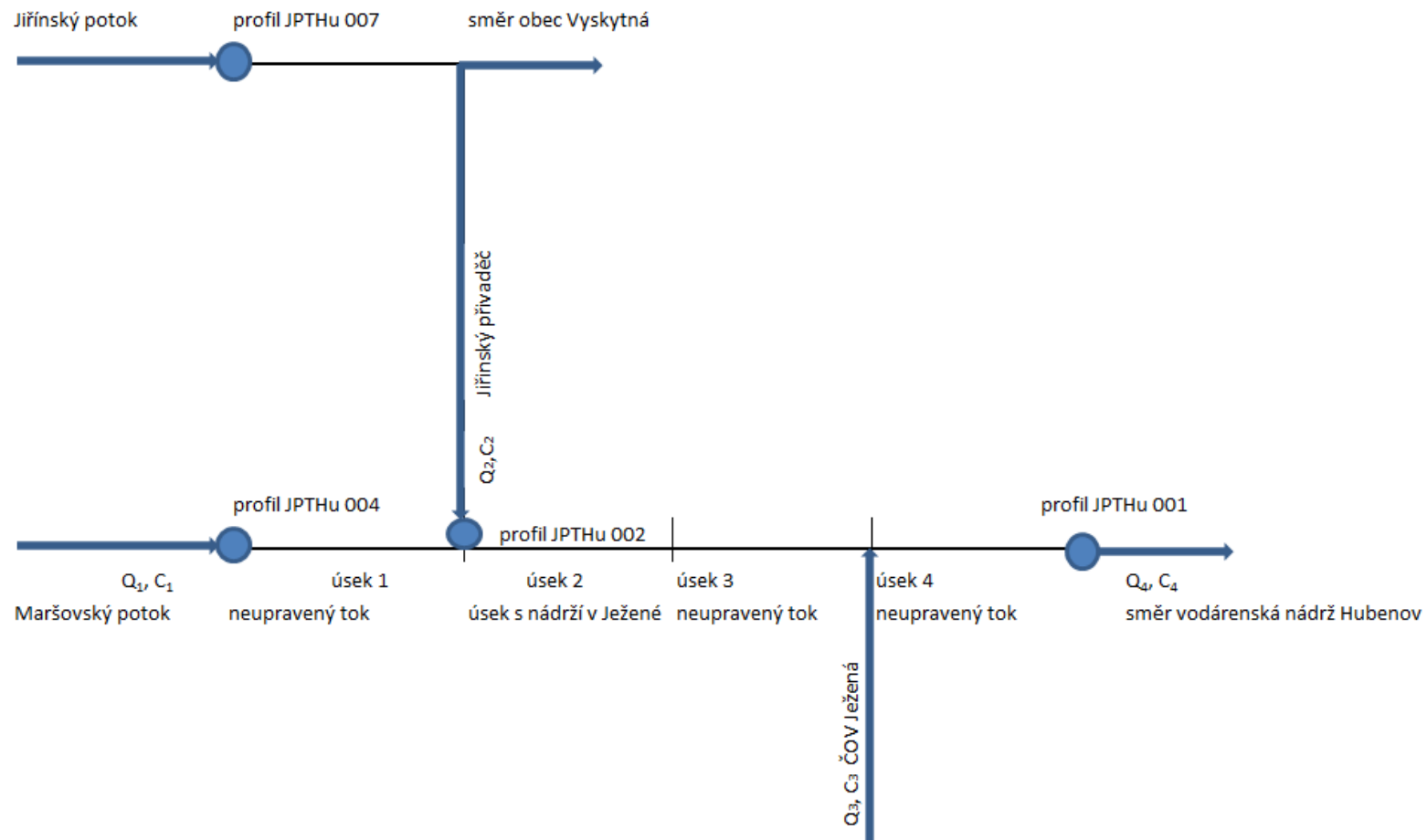


Obrázek 7 Převody vody do nádrže Hubenov

Tabulka 4 Vypouštění odpadních vod v povodí Maršovského, Jedlovského a Jiřínského potoka

IČ	objekt, tok	rok	množství [tis. m ³ /rok]	[l/s]	BSK [mg/l]	CHSK [mg/l]	NL [mg/l]	N _{NH4} [mg/l]	P _{CELK} [mg/l]	BSK5 _{PRO} * [mg/l]	CHSK _{PRO} [mg/l]	NL _{PRO} [mg/l]	N _{NH4_PRO} [mg/l]	P _{CELK_PRO} [mg/l]
515781	VAS Jihlava - Větrný Jeníkov ČOV, Jiřínský potok	2013	88.86	2.8	2.8	26.0	8.7	0.1	0.86	108.8	213.1	75.9	10.3	2.30
		2014	103.94	3.3	2.8	22.1	5.3	0.1	1.77	219.8	328.3	182.1	14.7	4.65
		2015	98.98	3.1	3.2	18.1	4.9	0.6	2.40	246.7	347.9	129.0	18.9	4.30
517571	Obec Šimanov - ČOV, Maršovský potok	2013	119.27	3.8	4.9	42.0	13.0							
		2014	80.43	2.5	6.1	29.0	6.5							
		2015	102.28	3.2	3.9	29.5	7.5	0.7		49.0	84.0	60.0	5.5	
517451	Obec Vyskytná nad Jihlavou - VK, Jiřínský potok	2013	17.70	0.6	7.8	28.9	12.8			7.8	28.9	12.8		
		2014	17.66	0.6	9.0	32.8	7.6			9	32.8	7.6		
		2015	20.17	0.6	3.4	32.1	4.8			3.4	32.1	4.8		
516261	Obec Hojkov - biolog. rybníky, Hojkovský p.	2013	4.50	0.1	2.6	27.7	15.2							
		2014	4.70	0.1	4.1	26.8	19.2			200	350	210		
		2015	4.70	0.1	10.6	53.1	17.0			200	350	210		
514081	VAS Jihlava - Dušejov ČOV, Jedlovský potok	2013	139.74	4.4	3.2	27.3	8.5	2.5		30.2	60.3	33	10.6	
		2014	90.63	2.9	6.6	44.4	22.2	10.2		58.1	125.6	64.6	15.5	
		2015	105.40	3.3	3.4	12.9	6.6	2.1		133.7	272.0	134.0	25.5	
519061	Obec Mirošov - VK, Jedlovský potok	2013	13.40	0.4	20.8	65.7	20.5			20.8	65.7	20.5		
		2014	13.50	0.4	7.2	41.7	14.5			7.2	41.7	14.5		
		2015	19.00	0.6	9.7	42.2	29.8			9.7	42.2	29.8		
518251	VODAK Humpolec - Zbiliby ČOV, Maršovský potok	2013	70.20	2.2	4.3	20.8	5.8	0.8	0.80	25.4	132.6	58	3.8	2.3
		2014	50.88	1.6	6.7	26	8.5	2.4	1.20	19	103.6	20	7.3	1.5
		2015	58.14	1.8	5.2	25.8	9.2	1.5	1.20	33.6	76.4	30	8.7	1.9
540961	Obec Ježená ČOV, Maršovský potok	2015	5.53	0.2	16.5	50.7	4.6	6.1	2.20	299.6	690.9	380.3		11.8
540571	Obec Hubenov VK, Jedlovský potok	2015	8.60	0.3	8.2	43.0	7.8			8.15	43	7.8		

*PRO – produkovaná hodnota



Obrázek 8 Schéma modelu jakosti vody v Maršovském potoce

K ověření, zda byly průtoky v modelu stanoveny správně, byla provedena kalibrace modelu za použití souboru dat konzervativního ukazatele - konduktivity. U konzervativního ukazatele nedochází k procesu samočištění a proto je možno v regresní rovnici 3 vypustit na pravé straně člen představující vliv samočištění a na pravé straně zůstane pouze člen vyjadřující plošné a difúzní zdroje. Jedná se v podstatě o součin koncentrace a neovlivněného přírůstku přítoku mezi profily JPTHu004 a JPTHu001. Pomocí regresní analýzy byla zjištěna lineární závislost levé stany rovnice 3 na neovlivněném přírůstku průtoku Q_{pneovl} mezi profily JPTHu004 a JPTHu001 s koeficientem determinace 0,995. Je dána rovnicí 6.

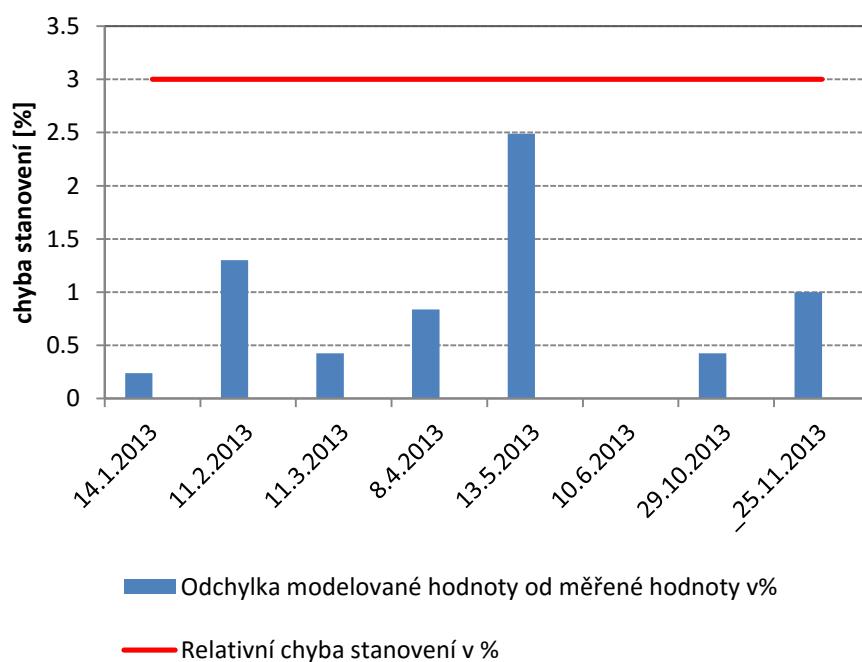
$$LO - B = 23,799Q_{pneovl} + 0,0038 \quad (\text{rov. 6})$$

Charakteristickou koncentraci plošných a difúzních zdrojů představuje v této rovnici hodnota 23,8 mS/m.

Pro verifikaci této hodnoty byl použit soubor dat z profilů JPTHu001 a JPTHu004 za rok 2013 a klasická směšovací rovnice 7. V roce 2013 byly průtoky Q_2 a Q_3 rovny nule.

$$C_4 = \frac{(Q_1 \cdot C_1 + (Q_4 - Q_1 - Q_2 - Q_3) \cdot 23,8 + Q_2 \cdot C_2 + Q_3 \cdot C_3)}{Q_4} \quad (\text{rov. 7})$$

Byla k tomu účelu k dispozici data pouze z osmi dnů z roku 2013. Ve zdrojové databázi je uvedena u ukazatele konduktivity relativní chyba stanovení 3 %. Obrázek 9 zachycuje rozdíl mezi výsledky rovnice 7 a měřenými daty pro jednotlivé dny v %. Výsledek nasvědčuje tomu, že odhad velikosti průtoku v profilu JPTHu004 i hodnota konduktivity pro plošné a difúzní zdroje byly stanoveny správně.



Obrázek 9 Odchylka modelovaných a měřených hodnot konduktivity v profilu JPTHu001 v roce 2013

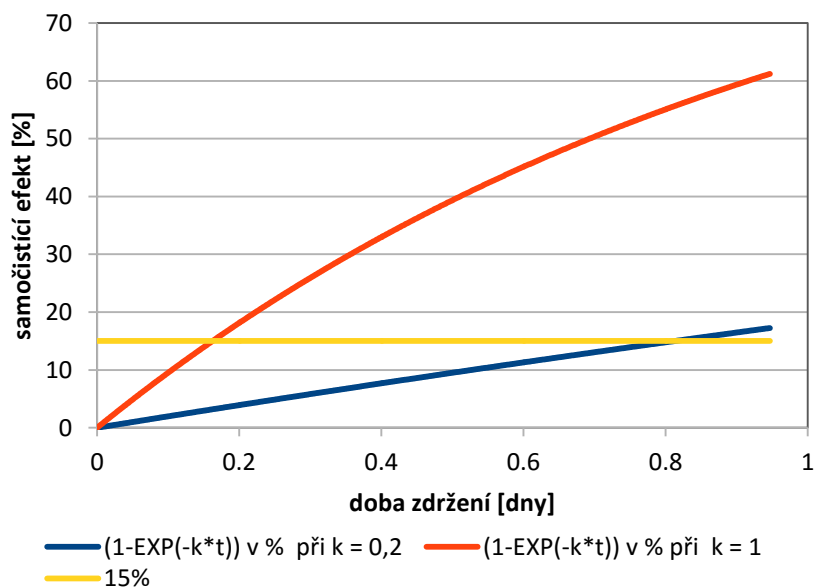
Modelování koncentrací celkového fosforu

U nekonzervativního ukazatele, jakým je například celkový fosfor, postup uvedený v předchozí kapitole nemusí být vždy postačující, protože v průběhu času dochází ke změně koncentrace. Je třeba brát v úvahu přirozené procesy, které ovlivňují koncentraci dané látky ve vodě, např. degradaci a sedimentaci fosforu. Na druhou stranu možný nárůst koncentrace fosforu může souviset s přeměnou biomasy na fosfor. Za tím účelem je nutno znát dobu zdržení v jednotlivých úsecích při modelovém průtoku. Doba zdržení je možno zjednodušeně stanovit z podílu délky úseku a střední profilové rychlosti. Doba zdržení se uvádí ve dnech. Výpočet střední profilové rychlosti v otevřeném korytě lze provést na základě znalosti rozměrů koryta, podélného sklonu toku a druhu povrchu - drsnosti.

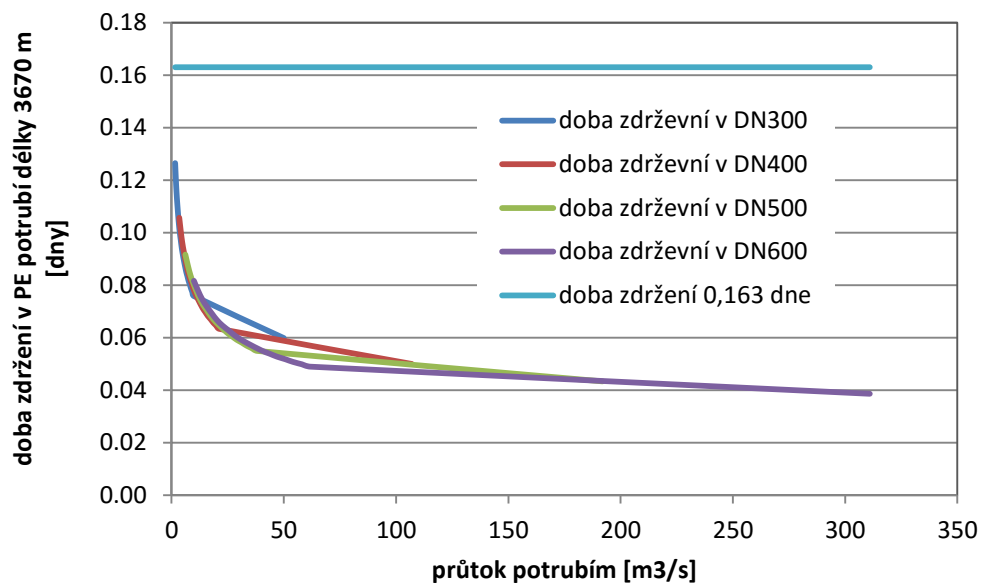
Kóta dna Maršovského potoka pod rybníkem v Ježeně je 548,89 m n. m. Odtud je vzdálenost k vodoměrné stanici Hubenov nad nádrží přibližně 1548 m. Nadmořská výška vodočtu je 525,71 m n. m. Tomu odpovídá průměrný spád v daném úseku 15 ‰. Jedná se o neupravený vodní tok šířky zhruba jeden metr. Závislost hloubky na průtoku můžeme převzít z vodoměrné stanice v profilu JPTHu001. Drsnost povrchu je ovšem nutné odhadnout. Podle fotografického katalogu drsností zaměřeného na řeky na Moravě (Smelík, L. a kol., 2012) byla odhadnuta drsnost v Maršovském potoce $n = 0,085$.

Na základě uvedených údajů byly odvozeny vztahy pro výpočet doby zdržení v úsecích 1, 3 a 4. Jednotkou používanou pro dobu zdržení je den. V úseku 2 byla teoretická doba zdržení odhadnuta jako podíl objemu Ježenské nádrže a průtoku. Při modelování jakosti ve vodních tocích v říční síti v povodí řeky Jihlavy se koeficient degradace pro celkový fosfor pohyboval v rozmezí 0,2 až 1 (Říha, J., Ošlejšková, J., 2001). Ve zdrojové databázi pro profily JPTHu001, JPTHu004 a JPTHu007 jsou uvedeny u ukazatele celkový fosfor relativní chyby výsledku chemických analýz většinou 15 %. Závislost samočistícího efektu, který plyne z rovnice 4, na době zdržení v libovolném modelovaném úseku je znázorňuje Obrázek 10.

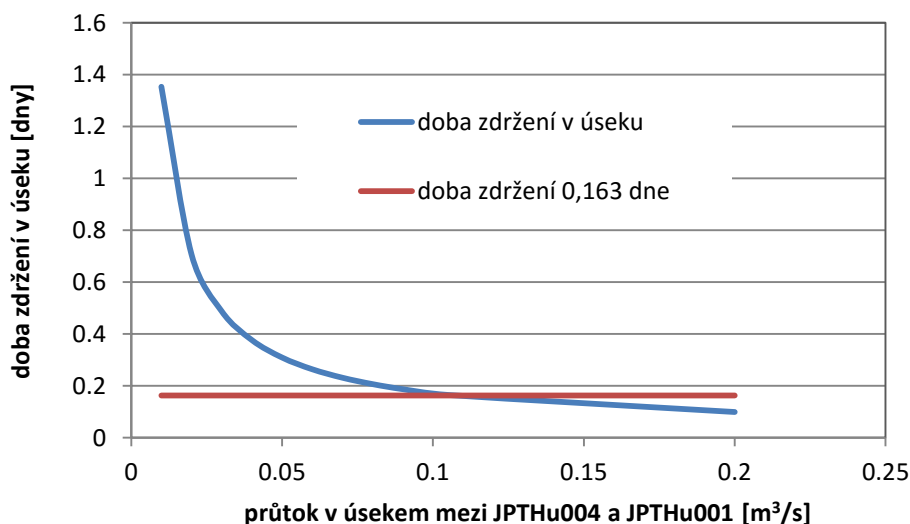
Z obrázku 10 plyne, že pokud je doba zdržení v úseku menší než 0,163 dne, nemá vzhledem k přesnosti chemických analýz smysl zahrnovat samočistící efekt do výpočtů. To platí i pro úsek Jiřínského přivaděče, u kterého se v budoucnosti předpokládá provedení rekonstrukce z PE potrubí. Závislost doby zdržení na průtoku Jiřínským přivaděčem pro předpokládanou délku potrubí 3670 m, drsnost potrubí 5 mm a podélný spád potrubí 0,002 znázorňuje Obrázek 11. Pro úsek mezi JPTHu004 a JPTHu001 je závislost doby zdržení v úseku na průtoku znázorněna na obrázku 12.



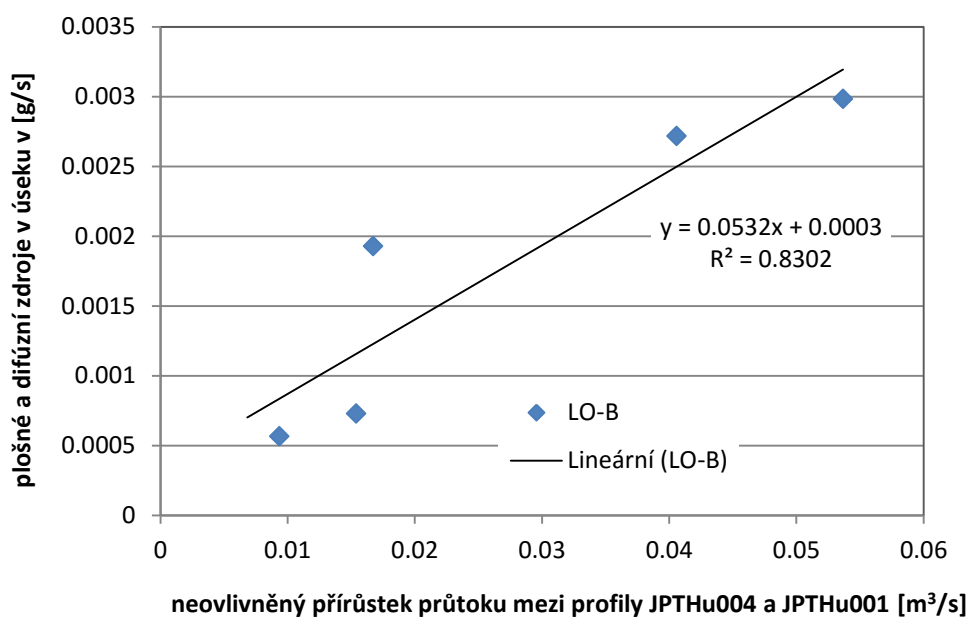
Obrázek 10 Závislost samočistícího efektu na době zdržení a na velikosti koeficientu degradace k



Obrázek 11 Závislost doby zdržení na průtoku Jiřínským přivaděčem



Obrázek 12 Závislost doby zdržení na průtoku v úseku mezi profily JPTHu004 a JPTHu001



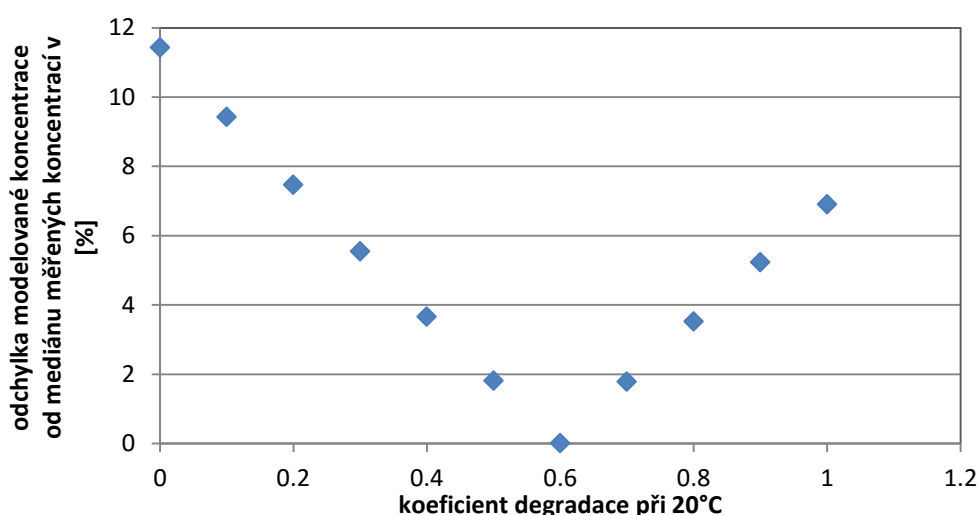
Obrázek 13 Závislost koncentrace plošných a difúzních zdrojů na neovlivněném přírůstku průtoku pro celkový fosfor

V první fázi byl model sestaven pro průtoky, u kterých je možno vzhledem k přesnosti chemických analýz vliv samočištění zanedbat. Za tím účelem byly ze zdrojové databáze vybrány pouze údaje o koncentraci celkového fosforu při vyšších průtocích. Jedna odlehlá hodnota z nich byla vyloučena. Zbývající hodnoty byly použity pro stanovení plošných a difúzních zdrojů. Z Obrázku 13 vyplývá, že koncentrace celkového fosforu připadající na plošné a difúzní zdroje v úseku mezi profily JPTHu004 a JPTHu001 je přibližně 0,053 mg/l.

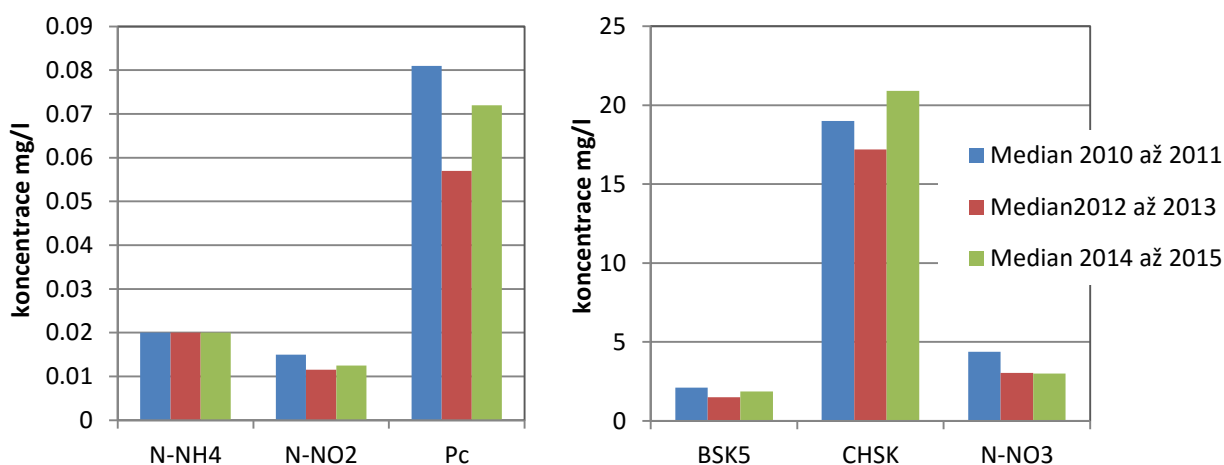
Pro kalibraci simulačního modelu pro ukazatel celkový fosfor lze z dat, která máme k dispozici, použít pouze data z roku 2013 a z roku 2015. Údaje z ostatních let jsou neúplné. Nejdříve byly vypočteny

mediány hodnot pro roky 2013 a 2015. Pro stanovení koeficient degradace při 20°C byly do modelu vloženy mediány koncentrací a průtoků v profilech JPTHu004 a JPTHu007 za rok 2015, údaje o vypouštění za rok 2015, koncentrace plošných a difúzních zdrojů 0,053 mg/l, teplota vody 9,68°C a teplotní koeficient 1,047. Dosazováním různých hodnot koeficientu degradace do modelu pak byl vyhledán takový koeficient degradace, při kterém byla minimální odchylka modelové koncentrace v profilu JPTHu001 od mediánu měřených koncentrací v témže profilu za rok 2015. Znázorněno je to na obrázku 14, podle kterého se jeví jako nejvhodnější pro koeficient degradace při 20°C hodnota 0,6. Před využitím takto sestaveného modelu pro predikci koncentrace celkového fosforu v Maršovském potoce pro různé varianty převodu vody Jiřínským přivaděčem by bylo vhodné model ještě verifikovat na nezávislém souboru dat.

V letech 2010 až 2013 by Jiřínský přivaděč mimo provoz. V letech 2014 a 2015 byl již Jiřínský přivaděč opět v provozu. Jiřínským přivaděčem se běžně se převádí cca 10–50 l/s. V roce 2015 je už evidováno ve vodní bilanci vypouštění z ČOV Ježená. Na Obrázku 15 jsou pro informaci porovnány mediány koncentrací různých ukazatelů v profilu JPTHu001 za jednotlivá dvoutletí.



Obrázek 14 Odchylka modelované koncentrace celkového fosforu od mediánu pozorování pro různé hodnoty koeficientu degradace



Obrázek 15 Porovnání mediánů ukazatelů jakosti vody v profilu JPTHu001 za jednotlivá dvoutletí

7.2 Převod vody z Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka

V povodí Ohře je připravován projekt převodu vody z Ohře v profilu pod nádrží Nechranice do povodí vodních toků Liboc, Blšanka, Hasina, Smolnický potok a Rakovnický potok. Záměrem projektu je zajištění vodohospodářských potřeb – nalepšování průtoků ve vodních tocích, zajištění dobrého ekologického stavu vodních toků a vodních útvarů, zajištění vody pro zemědělství a průmysl (SWECO Hydroprojekt a VRV, a.s., 2016). Schéma navrhovaného systému převodů zachycuje Obrázek 16.

Záměr stavby převodu vody vychází ze studií potřeb vody v povodí Blšanky a Liboce (Mrkvičková, Kašpárek a kol., 2012) a v povodí Rakovnického potoka (Kašpárek a kol., 2011). V těchto studiích bylo toto opatření uvažováno pro posílení dostupných vodních zdrojů v dotovaných povodích v případě postupujících dopadů klimatické změny.

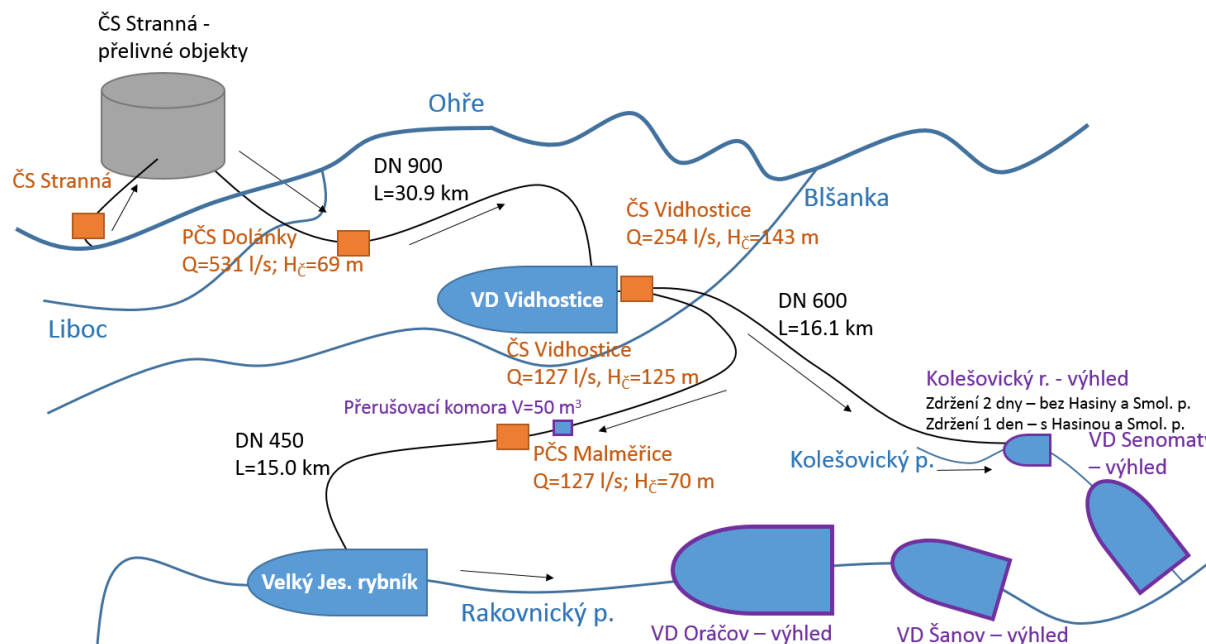
Navržené technické řešení zahrnuje přivaděč z čerpací stanice Stranná, kam je voda čerpána z odtoku nádrže Nechranice, do nádrže Vidhostice v povodí Blšanky. Z této trasy u obce Dolánky odbočuje varianta I přivaděče do povodí Hasiny a Smolnického potoka. Dále byly navrženy dvě varianty převodu vody z nádrže Vidhostice dále do povodí Rakovnického potoka. Jižní trasa je vedena z nádrže Vidhostice do Velkého Jesenického rybníka v horní části povodí Rakovnického potoka, severní trasa směřuje z nádrže Vidhostice do Kolečovického potoka (přítoku Rakovnického potoka nad Rakovníkem). Na tuto trasu navazuje varianta II převodu vody do povodí Hasiny a Smolnického potoka.

Parametry navrhované infrastruktury (SWECO Hydroprojekt a VRV, a.s., 2016):

- 1) trasa ČS Stranná - VD Vidhostice
přivaděč DN 900, délka potrubí 30,9 km, maximální převáděné množství 531 l/s, dotčené obce: Březno (ORP Chomutov); Nové Sedlo (ORP Žatec); Podbořany, Vroutek (ORP Podbořany)
- 2) „jižní“ trasa VD Vidhostice - Velký Jesenický rybník (Rakovnický potok)
přivaděč DN 450, délka potrubí 15 km, maximální převáděné množství 127 l/s, dotčené obce: Jesenice, Krty (ORP Rakovník); Blatno, Kryry, Lubenec, Vroutek (ORP Podbořany)
- 3) „severní“ trasa VD Vidhostice - Kolečovický potok (Rakovnický potok)
přivaděč DN 600, délka 16,1 km, maximální převáděné množství 254 l/s, dotčené obce: Hořovičky, Kolečov, Kolečovice, Oráčov (ORP Rakovník); Kryry, Vroutek (ORP Podbořany)

Technické parametry přivaděčů do povodí Hasiny nebyly v této fázi přípravy projektu navrženy. Ve studii proveditelnosti zpracované k záměru byly uvažovány na straně požadavků na vodu minimální zůstatkové průtoky v Blšance v profilu Trnovany, v Rakovnickém potoce v profilu Rakovník a v Liboci v profilu Libočany, potřeba vody pro závlahu chmelnic v povodích Liboce, Blšanky, Rakovnického potoka, Hasiny a Smolnického potoka v měsících květen až srpen a odběr vody pro umělou infiltraci povrchových vod do vod podzemních. Hodnoty potřeb vody pro jednotlivá povodí jsou uvedeny v Tabulka 5. Uvažovaná závlahová dávka pro chmel činila 150 mm za vegetační období, do výpočtu potřeb vody byly uvažovány aktuální plochy chmelnic v dotovaných povodích. Na straně zdrojů byly uvažovány průměrné měsíční průtoky stanovené pro výhledové období 2071–2100 pro klimatický scénář rSCEN2. Investiční náklady na stavbu přivaděče z ČS Stranná do nádrže Vidhostice byly odhadnuty na 1142,1 mil. Kč, pro přivaděč z nádrže Vidhostice do Velkého Jesenického rybníka (jižní

varianta) činí 296,6 mil. Kč, pro přivaděč z nádrže Vidhostice do Kolečovického potoka (severní varianta) 362,5 mil. Kč.



Obrázek 16 Schéma navrhované soustavy převodů z povodí Ohře až do povodí Rakovnického potoka (Zdroj: SWECO Hydroprojekt, Studie proveditelnosti, 2016).

Tabulka 5 Potřeby vody pro dotovaná povodí stanovené ve studii proveditelnosti (SHDP, VRV, 2016)

Dotované povodí	QMZP		Závlahy	Infiltrace
	květen - leden	únor - duben	květen-srpen	celoročně
	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]
Rakovnický potok - Rakovník	0.186	0.153	0.119	-
Blšanka - Trnovany	0.220	0.208	0.166	0.015
Liboc - Libočany	0.182	0.184	0.018	-
Hasina a Smolnický p.	-	-	0.103	-

Připravovaný záměr bude pravděpodobně vyžadovat získání výjimky z cílů ochrany vod podle § 23a Vodního zákona, neboť převod vody představuje nové fyzikální poměry v dotovaných vodních útvarech. K rozhodnutí o udělení výjimky je třeba doložit zdůvodnění projektu. Zdůvodnění pro udělení výjimky se stane součástí plánu povodí. Jak bylo uvedeno v kapitole 1.2.1, pro udělení výjimky je přijatelné takové opatření, které sleduje nadřazený veřejný zájem nebo pokud jsou přínosy pro životní prostředí a společnost převáženy přínosy nových změn pro lidské zdraví, udržení ochrany obyvatel nebo udržitelný rozvoj. Dále je třeba doložit posouzení, zda pro realizaci záměru nelze využít nějakou jinou možnost, která by představovala lepší řešení z hlediska potenciálních dopadů na životní prostředí za přijatelných nákladů. Vodní zákon dále požaduje, aby byly učiněny všechny schůdné kroky k omezení nepříznivých vlivů na stav vodního útvaru. V rámci studie proveditelnosti (SWECO Hydroprojekt a VRV, a.s., 2016) nebyly tyto požadavky řešeny.

7.2.1 Hodnocení dopadů záměru na stav vodních útvarů

Níže jsme provedli porovnání výsledků hodnocení chemického a ekologického stavu propojovaných vodních útvarů. Výsledky hodnocení stavu útvarů povrchových vod uvádí Tabulka 6, Tabulka 8 uvádí výsledky hodnocení jednotlivých složek ekologického stavu útvaru povrchových vod.

Tabulka 7 obsahuje mediány fyzikálně-chemických ukazatelů jakosti vody za období 2010–2015. Na základě poznatků o možných dopadech záměru na stav vodních útvarů je možné přistoupit k návrhu zmírňujících opatření.

Dopady na chemický stav vodních útvarů

Z výsledku hodnocení chemického stavu vyplývá, že koncentrace prioritních látek ve zdrojovém vodním toku Ohři pod VD Nechanice splňují hodnoty v nařízení vlády č. 401/2015 Sb., a při nalepšování průtoků do vodních toků Liboc a Rakovnický potok by mohlo dojít ke zlepšení výsledků hodnocení jejich chemického stavu díky snížení koncentrací prioritních látek vyskytujících se v těchto dotovaných tocích.

Dopady na ekologický stav vodních útvarů

Z hlediska všeobecných fyzikálně-chemických ukazatelů vykazuje jakost vody v Ohři pod VD Nechanice nižší koncentrace živin, než u monitorovaných dotovaných toků, což může působit příznivě na proces eutrofizace nádrží na dotovaných tocích. Na obrázcích Obrázek 17 a Obrázek 18 je vykresleno porovnání ročního chodu teploty vody a koncentrace rozpuštěného kyslíku v jednotlivých měsících (medián hodnot za období 2010–2015). Rozdíl v teplotě vody v Ohři a v Blšance v měsících květen až srpen, kdy se předpokládá provoz převodu, činí v průměru téměř 6 °C. Rozdíl mezi teplotou vody v Ohři a v Rakovnickém potoce činí průměrně 7 °C. Převáděnou vodu je tedy třeba před vypuštěním do vodních toků prohřát v nádrži. Stávající návrh trasování počítá s využitím nádrže Vidhostice na Blšance a s Velkým Jesenickým rybníkem na Rakovnickém potoce. Teplotní režim nádrže bude převodem vody ovlivněn.

Z Obrázek 17 Porovnání koncentrací rozpuštěného kyslíku v jednotlivých měsících vyplývá, že v měsících srpen, září a říjen dochází k výraznému poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku ve zdrojovém úseku toku pod nádrží Nechanice, což by mohlo vést k nepříznivému vlivu na vodní organismy v dotovaných tocích v tomto období.

Z biologických složek jsou na dotčených vodních útvarech sledovány makrofyta a makrozoobentos. Pro další studie dopadů záměru na ekologický stav by bylo vhodné rozšířit monitoring biologických složek na další složky pro posouzení dopadů změn fyzikálně-chemických poměrů na stávající ekosystémy. Transport živých organismů systémem se nepředpokládá vzhledem k tomu, že převod je koncipován jako vysokotlaký trubní.

Tabulka 6 Útvary povrchových vod potenciálně propojené novou infrastrukturou a hodnocení jejich stavu (zdroj: www.heis.cz).

Označení	Útvar povrchových vod		ekologický stav	chemický stav
OHL_0580	Ohře od hráze nádrže Nechranice po Liboc	zdrojový útvar povrchových vod (ÚPV)	střední, specifické látky: halogeny adsorbovatelné organicky vázané	dobrý
OHL_0610	Liboc od toku Leska po ústí do Ohře	dotovaný ÚPV	střední stav, fyto-bentos, fosfor, specifické znečišťující látky: halogeny adsorbovatelné organicky vázané, MCPA, uhlovodíky C10-C40	nevyhovující, prioritní látky: rtuť a její sloučeniny - rozpuštěná
BER_0740	Rakovnický potok od pramene po Kolečovický potok	dotovaný ÚPV	poškozený: složka makrozoobentos poškozená, specifické látky: železo	dobrý
BER_0770	Rakovnický potok od toku Kolečovický po ústí do toku Berounka	dotovaný ÚPV	střední: makrozoobentos, fyto-bentos, dusík, fosfor, specifické látky: halogeny adsorbovatelné organicky vázané a železo	nevyhovující, prioritní látky: benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranthren, benzo[ghi]perylene, benzo[k]fluoranthren, fluoranthren
OHL_0630	Blšanka od pramene po Očihovecký potok	dotovaný ÚPV	poškozený: makrozoobentos, kyslíkové poměry, živinové poměry – dusík, fosfor, specifické znečišťující látky halogeny adsorbovatelné organicky vázané a metabolity alachloru	dobrý
OHL_0650	Blšanka od toku Očihovecký potok po ústí do Ohře	dotovaný ÚPV	střední – fyto-bentos, živinové podmínky – dusík, specifické znečišťující látky bisfenol A, halogeny adsorbovatelné organicky vázané, uhlovodíky C10-C40, železo	dobrý

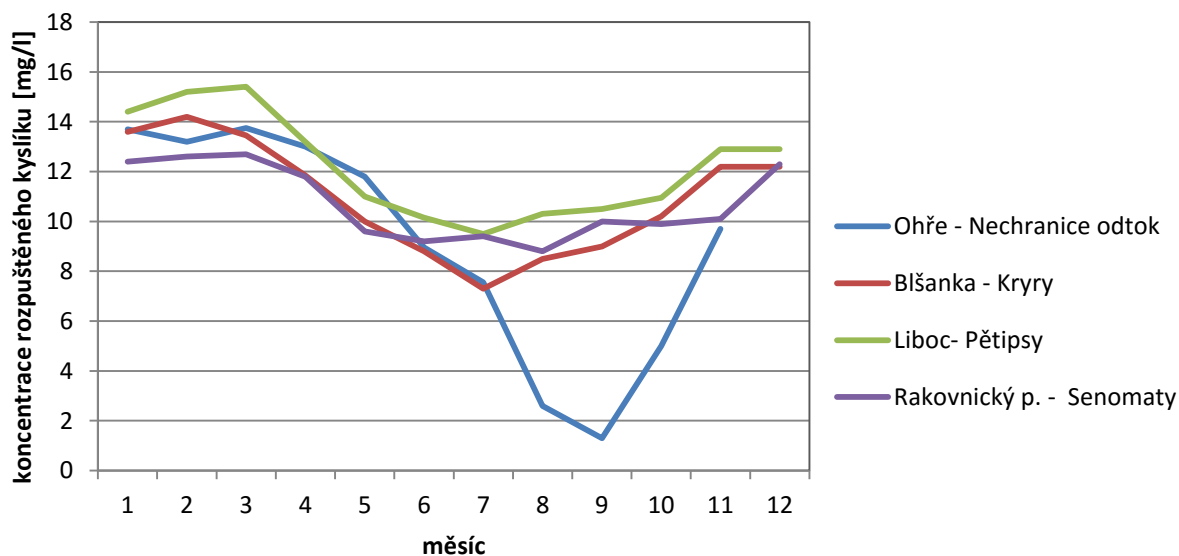
Tabulka 7 Fyzikálně-chemické ukazatele jakosti vody pro vybrané útvary povrchových vod – mediány hodnot za období 2010–2015 (zdroj: IS ARROW, ČHMÚ)

ukazatel jakosti vody	jedn.	Ohře - Nechranice odtok		Blšanka - Kryry		Senomaty - Rakovnický p.	
pH vody v terénu	-	7.50	30	7.7	72	7.9	60
teplota vody v terénu	°C	8.20	30	9.35	72	10.3	72
kyslík rozpuštěný v terénu	mg/l	9.75	30	10.7	72	10.2	36
nasycení kyslíkem v terénu	%	83.50	30	93.5	72	92.5	72
dusík amoniakální	mg/l	0.07	30	0.325	72	0.09	72
dusík dusitanový	mg/l	0.01	30	0.064	72	0.0415	36
dusík dusičnanový	mg/l	2.05	30	4.2	72	5.201	72
fosfor celkový	mg/l	0.05	30	0.2055	72	0.095	71

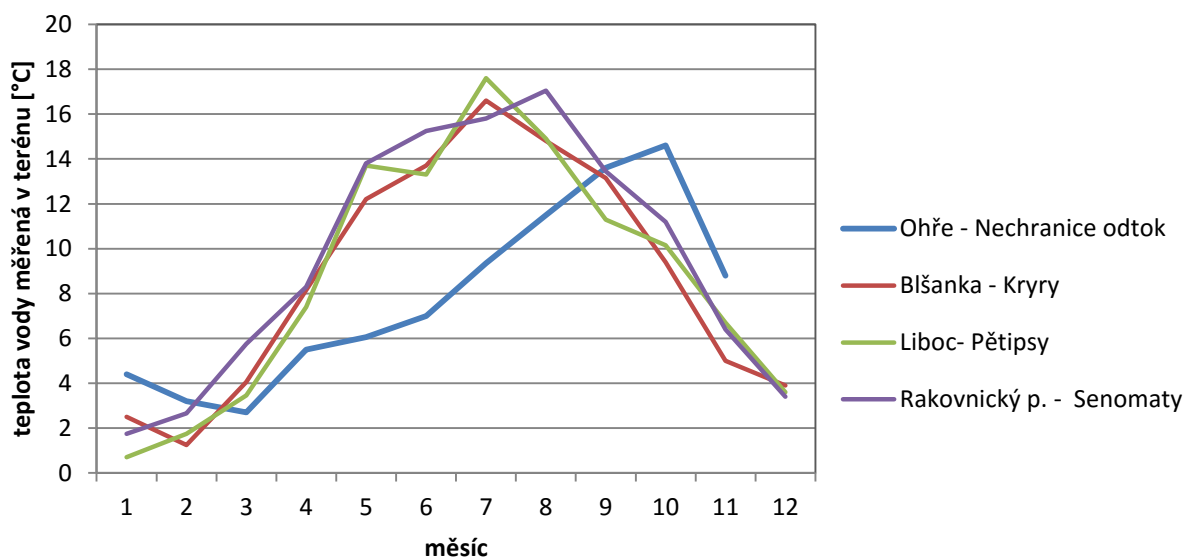
fosfor fosforečnanový	mg/l	0.03	30	0.115	36	0.025	60
chloridy	mg/l	-		46	36	-	
sírany	mg/l	-		86.5	36	-	
pH vody v laboratoři (25°C)	-	-		7.9	1	7.67	12
konduktivita v laboratoři	mS/m	-		70.9	72	-	
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	-		20	72	16.5	36
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	-		3.45	60	2.2	60
uhlík celkový organický	mg/l	-		9.95	36	7.3	36
kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5	mmol/l	-		4.175	36	-	

Tabulka 8 Výsledky hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod potenciálně propojených novou infrastrukturou (zdroj: www.heis.cz)

Ekologický stav	Ohře od hráze nádrže Nechranice po Liboc	Blšanka od pramene po Očihovecký potok	Rakovnický potok od pramene po Kolečovický potok
biologie: fytoplankton	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
biologie: macroalgae	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
biologie: angiosperm	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
biologie: makrofyta	velmi dobrý stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
biologie: fytoobentos	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
biologie: makrozoobentos	dobrý stav	poškozený stav	poškozený stav
biologie: ryby	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
hydromorfologie: režim průtoku	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
hydromorfologie: kontinuita toku	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
hydromorfologie: morfologické podmínky	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: průhlednost vody	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav	neklasifikovaný stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: teplotní poměry	velmi dobrý stav	velmi dobrý stav	dobrý stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: kyslíkové poměry	velmi dobrý stav	střední stav	dobrý stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: slanost	dobrý stav	dobrý stav	neklasifikovaný stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: acidobazický stav	velmi dobrý stav	velmi dobrý stav	velmi dobrý stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: živinové podmínky - dusík	dobrý stav	střední stav	střední stav
všeobecné fyzikálně chemické složky: živinové podmínky - fosfor	velmi dobrý stav	střední stav	dobrý stav
specifické znečišťující látky	střední stav	střední stav	střední stav



Obrázek 17 Porovnání koncentrací rozpuštěného kyslíku v jednotlivých měsících (v profilu na Ohři pod Nechanicemi v září bylo k dispozici pouze jedno pozorování)



Obrázek 18 Porovnání teplotního režimu ve zdrojovém a v dotovaných útvarech povrchových vod

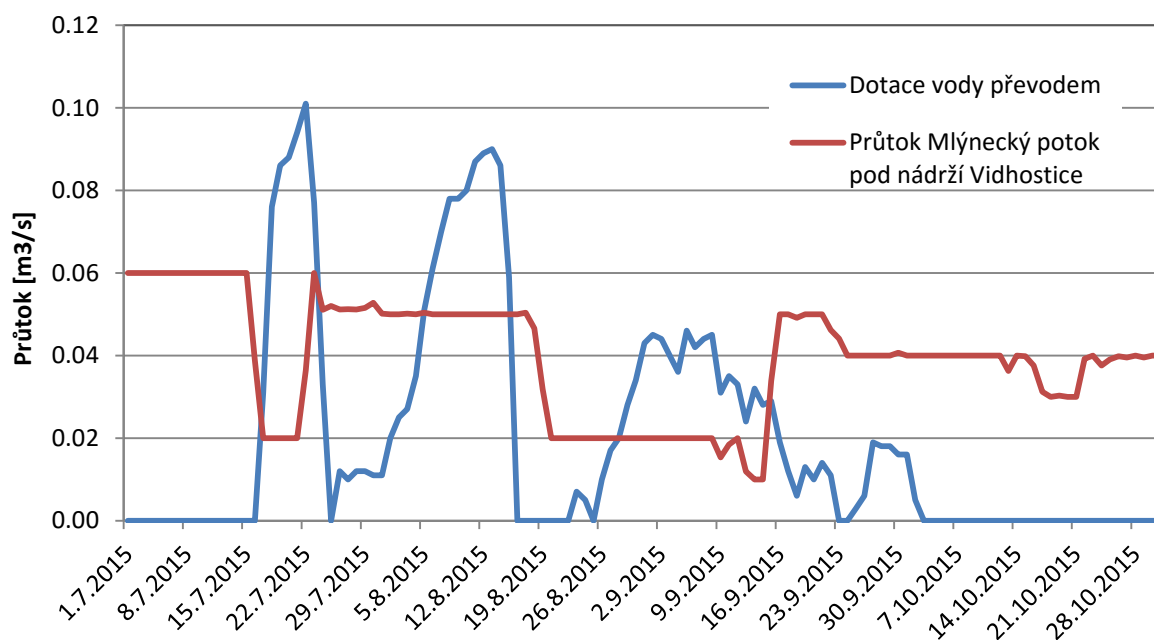
Dopady na hydrologický režim

Stávající řešení uplatňuje na straně potřeby vody hodnotu minimálního zůstatkového průtoku v dotovaných tocích v uzavěrových profilech vodních toků. Dotace, která má doplnit hodnotu průtoku v závěrovém profilu, má být v případě povodí Blšanky a Rakovnického potoka jižní varianty vypouštěna v horních částech dotovaných vodních toků, nebo do přítoku (v případě severní varianty do Kolečovického potoka). Dotace tak může činit i řádově více, než je aktuální průtok v dotovaném profilu. Toto tvrzení dokládá Obrázek 19, kde je porovnán průměrný denní průtok pod nádrží Vidhostice (ovlivněný nalepšováním z nádrže) a velikost teoretické dotace, která by měla zajistit

dosažení minimálního zůstatkového průtoku v profilu Stránky na Blšance (bez uvažování ztrát břehovou infiltrací) v létě a na podzim roku 2015. V praxi nepředpokládáme denní změny průtoku přivaděčem, tento příklad však ilustruje potenciální dopad takto navrženého způsobu nalepšování průtoků na přirozený hydrologický režim v dotovaném úseku vodního toku.

Nástroj minimálního zůstatkového průtoku slouží především pro ochranu před nadměrným využíváním vodních zdrojů, ale neukládá správci vodního toku takový průtok zajistit umělým navyšování průtoků v přirozených nádržemi neovlivněných úsecích toků. V úsecích pod nádržemi je velikost minimálního zůstatkového průtoku stanovována na základě hydrologických poměrů v profilu pod nádrží. Uplatnění minimálního zůstatkového průtoku stanoveného k uzávěrovému profilu pro celý dotovaný tok je tedy značně schematické. V případě navrhované stavby neúměrně zvyšuje její dimenze a tím i náklady na realizaci a provoz systému. Způsob nalepšování uvažovaný ve stávající studii proveditelnosti by vedl k nepříznivým důsledkům pro ekosystém toku a mohl by ovlivnit splaveninový režim toku.

Doporučujeme uvažovat na straně požadavků na vodní zdroje pro nalepšování průtoků v dotovaných povodích hodnotu zajišťující ředění vypouštěných odpadních vod, obecné nakládání s vodami a udržení kontinuity toku. Velikost dotace by měla být proporcionální k velikosti přirozeného průtoku v dotovaném profilu vodního toku v době nalepšování.



Obrázek 19 Porovnání velikosti (teoretické) dotace do povodí a průtoku v dotovaném profilu pod nádrží Vidhostice

Uplatnění akumulace převáděné vody v dotovaných oblastech

Stávající řešení nepočítá s akumulací vody v dotovaných povodích. Byl navržen tlakový systém, který bude schopen svojí kapacitou zajistit celý chybějící průtok právě v okamžiku vzniku jeho deficitu. Uvažovaná pravděpodobnost zabezpečení požadavků na vodu na úrovni 95 % vede ke stavu, kdy po většinu času bude míra využití kapacity systému tvořit pouze zlomek z jeho celkové kapacity. Takové

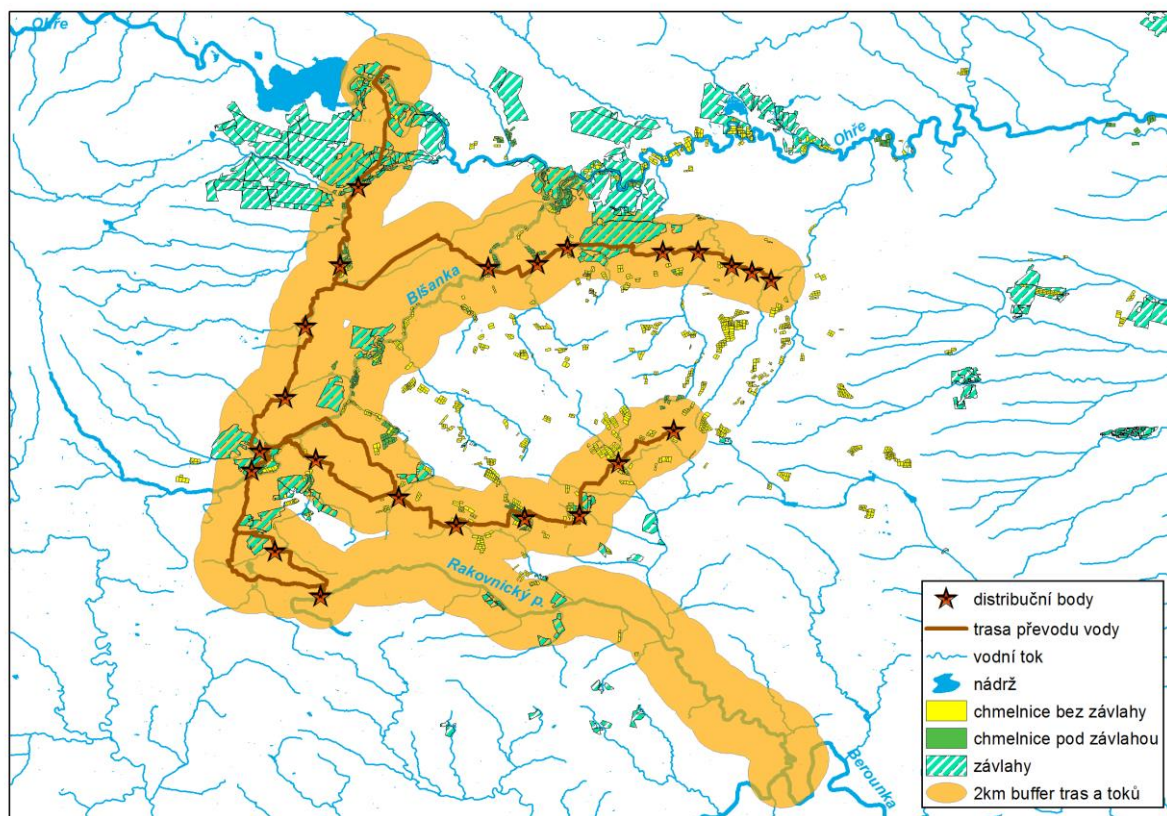
řešení opět směřuje k velkým dimenzím potrubí a technologických zařízení, vede k neúměrným investičním a provozním nákladům a zvyšuje technologickou i ekonomickou rizikovost stavby.

S uplatněním akumulace v dotovaných povodích by bylo možné snížit velikost kapacitního průtoku systémem a prodloužit jeho reálný provoz. Místo operativního řešení aktuálního nedostatku vody by docházelo k průběžnému plnění nádrží v dotovaných povodích. S tím souvisí otázka, zda bude prakticky a ekonomicky výhodnější řešit akumulaci formou jedné velké vodní nádrže (např. v hájeném profilu Kryry), nebo několika malými vodními nádržemi (Šanov, Senomaty, Oráčov) a nebo větším počtem účelových závlahových nádrží budovaných na úrovni jednotlivých zemědělských podniků.

Provedení průzkumu zaměřeného na optimalizaci návrhu stavby s ohledem na potřeby vody a na cenu převáděné vody

Stávající potřeby vody pro závlahu byly stanoveny z požadavků na závlahu chmele v rozsahu aktuálních ploch chmelnic v dotovaných povodích (2016). Nebylo řešeno, zda je převáděná voda pro tyto plochy dosažitelná za přiměřených nákladů na navazující prvky závlahové soustavy. Nebylo provedeno vyhodnocení potřeb vody pro další plodiny pěstované v dotované oblasti. Na obrázku Obrázek 20 je zachycena oblast ve vzdálenosti do 2 km od navržených tras přivaděče a od dotovaných vodních toků. Orientačně byl vyhodnocen podíl ploch chmelnic, které by do této oblasti náležely. (Hodnota 2 km byla stanovena orientačně jako maximální vzdálenost pro připojení navazujících závlahových prvků soustavy.) Pokud vezmeme v úvahu teoretickou situaci, kdy budou zrealizovány všechny trasy přivaděčů, ocitne se v této oblasti přibližně 60 % chmelnic v povodí Liboce, Blšanky, Rakovnického potoka, Hasiny a Smolnického potoka. Aktuálně se jedná přibližně o 2000 ha. V oblasti do 2 km od navržených tras přivaděčů leží přibližně 5490 ha zemědělské půdy, která byla historicky zavlažována. Jedná se přibližně o 4 % z celkové plochy, která byla v ČR historicky zavlažována.

Vzhledem k tomu, že je obtížné odhadnout velikost budoucích požadavků na vodu v dotované oblasti, navrhuje se, aby se dimenze stavby optimalizovaly i s ohledem na investiční a provozní náklady s uvážením výsledné ceny dodávané vody. Pokud se podaří zajistit v povodí dostatečnou akumulaci v povodí, je možné prodloužit dobu provozu přivaděče a tím zajistit potřebné množství vody i s uplatněním menších dimenzí přivaděče. Další projektové práce by měly pokračovat v souladu s požadavky subjektu, který bude provoz systému zajišťovat. Náklady na provoz systému by se měly rozdělit v souladu s podílem využití pro dotaci vodních toků (veřejný zájem) a pro další odběratele.



Obrázek 20 Oblast se vzdáleností do 2 km od tras převodů vody a od dotovaných toků.

Tabulka 9 Plochy chmelnic v dosahu do 2 km od tras přivaděčů nebo dotovaných vodních toků

GIS vrstva	převody - komplet		Rakovnický od Jesen.		Blšanka od VD Vidhost.		celkem	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
plochy chmelnic (L, BL, RP, H, SM)	1516	41.4	31	0.8	551	15.0	1880.6	36.8
z toho chmelnice pod závlahou	375	47.6	0	0.0	295	37.4	582.9	58.9
z toho chmelnice bez závlahy	1142	39.7	31	1.1	256	8.9	1298	31.5
zavlažovatelné plochy (ČR)	4023	2.7	181	0.1	1289	0.9	5029.5	3.4
zavlažovatelné plochy (L, BL, RP, H, SM)	4023	23.2	181	1.0	1289	7.4	5029.5	29

8 Shrnutí a závěr

Převody vody jsou jedním z klíčových technických vodohospodářských opatření, které má zásadní potenciál pro řešení dlouhodobých problémů v oblastech, kde dostupné vodní zdroje nejsou dostatečné pro zabezpečení požadavků na vodu s dostatečnou spolehlivostí. Uplatnění nových převodů vody v ČR se dá očekávat především v souvislosti s propojováním vodohospodářských soustav pro zvýšení zabezpečení dodávky vody pro zásobování obyvatelstva a průmyslu a pravděpodobně rovněž s obnovou a rozvojem zemědělské závlahy.

Převody vody představují novou trvalou změnu fyzikálních poměrů v propojovaných vodních útvarech. Pro jejich realizaci bude pravděpodobně nutné uplatnit výjimku dle paragrafu 23a Vodního zákona a splnit podmínky stanovené v § 23a odstavcích 7 a 8 Vodního zákona. První podmínkou je odůvodnění projektu – musí se jednat o nadřazený veřejný zájem, nebo musí být přínosy pro životní prostředí a společnost při dosahování cílů ochrany vod převáženy přínosy nových změn pro lidské zdraví, udržení ochrany obyvatel nebo udržitelný rozvoj. Druhou podmínkou pro udělení výjimky je, že prospěšné cíle, které z těchto změn nebo úprav vodního útvaru vyplývají, nelze z důvodů technické neproveditelnosti nebo pro neúměrné náklady dosáhnout jinými prostředky, jež by byly z hlediska životního prostředí významně lepší. Třetí podmínkou je, že musí být navržena zmírňující opatření, která eliminují nepříznivé dopady projektu na chemický a ekologický stav (nebo potenciál) dotčených vodních útvarů. Opatření, na které se vztahuje výjimka z dosahování environmentálních cílů, musí být uvedena a zdůvodněna v plánu povodí. Dá se předpokládat, že zavádění těchto opatření bude spojeno se zvýšenou pozorností kontrolních úřadů Evropské komise.

V rámci přípravy projektu je tedy třeba posoudit alternativní způsoby řešení vzniklé potřeby, zásahu do trasy vodního toku atd. z hlediska proveditelnosti a ekonomických nákladů, věnovat pozornost potenciálním dopadům projektu na chemický a ekologický stav (potenciál) dotčených vodních útvarů a následně navrhnout potřebná zmírňující opatření. Na úrovni Evropské komise vznikla v roce 2016 pracovní skupina v rámci Společné implementační strategie Rámcové směrnice pro vodní politiku, která má za úkol připravit společnou metodiku pro uplatňování výjimky z cílů ochrany vod podle článku 4.7 Rámcové směrnice (§ 23a Vodního zákona). Kromě posouzení dopadů plánovaného převodu vody na stav vodních útvarů v souladu s požadavky Vodního zákona bude pro některé projekty relevantní hodnocení dopadů v souladu se zákonem č. 100/2001 Sb. o posuzování dopadů na životní prostředí.

Pro snížení nejistot při posuzování potenciálních dopadů plánovaného záměru na životní prostředí a zároveň i pro návrh zmírňujících opatření doporučujeme provést doplnění alespoň jednoletého účelového měření ukazatelů jednotlivých složek chemického a ekologického stavu v profilech odběru a zaústění plánovaného převodu vody a rovněž měření průtoků v těchto profilech. Pro vyhodnocení dopadů a návrh zmírňujících opatření může být využit matematický model jakosti vody, do kterého bude převod vody zaveden jako nový odběr a nové vypouštění, případně jako nový úsek vodního toku. Jedním z rozhodujících podkladů pro vyhodnocení potenciálních dopadů projektu jsou výsledky projednání záměru s dotčenými orgány státní správy a samosprávy (s obecními úřady, krajskými úřady, orgány ochrany přírody, institucemi zajišťujícími správu infrastruktury atd.) případně zápis z veřejného projednání projektu. Z tohoto projednání mohou vyplynout i návrhy zmírňujících opatření.

Byla identifikována následující environmentální rizika související s převody vody:

- zhoršení jakosti vody ve zdrojovém vodním toku v úseku pod odběrem pro převod v souvislosti s dlouhodobým snížením vodnosti a snížením ředící kapacity toku,
- zhoršení migrační prostupnosti v ochuzeném úseku toku během málovodných období a zvýšení zranitelnosti zdrojového toku vůči suchu,
- změna chemických a fyzikálně-chemických ukazatelů jakosti v dotovaném toku nebo nádrži, která může nepříznivě ovlivnit stávající oživení,
- nepřírozené kolísání průtoků v obou dotčených vodních tocích v souvislosti s převodem vody, zvýšené kolísání hladiny vody v dotčených nádržích a tím nepříznivé ovlivnění břehových a litorálních společenstev, nepříznivé ovlivnění jakosti vody vlivem břehové eroze,
- riziko rozšíření invazivních druhů do nově propojených oblastí,
- zhoršení jakosti převáděné vody v přivaděči podél trasy převodu vlivem průsaků z vnějšího prostředí nebo vlivem stagnace vody v systému a následného proplachu při vyšším průtoku (u tlakových systémů),
- ovlivnění splaveninového režimu dotčených vodních toků,
- ovlivnění hladin podzemní vody a charakteru jejího proudění v souvislosti se změnou hydrologického režimu v dotčené oblasti,
- nepříznivý vliv na jakost vody v dotčených vodních útvarech během výstavby.

Obecně platná zmírňující opatření pro snížení nepříznivých dopadů převodu vody na životní prostředí

- 1) Pro všechny složky vodních ekosystémů je mimořádně důležité, aby ve zdrojovém toku zůstal stále zachován minimální zůstatkový průtok, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku (§ 36 Vodního zákona).
- 2) Pro snížení nepříznivého důsledku odběru vody ze zdrojového vodního toku je pro některé typy vodních toků zmírňujícím opatřením revitalizace nebo renaturace dotčeného úseku toku, aby byla zajištěna dostatečná morfologická členitost s úkryty pro organismy, místa pro jejich odpočinek a rozmnožování i v málovodném období.
- 3) Navrhnout provoz převodu tak, aby bylo eliminováno významné kolísání hladin v dotčených útvarech, které nesouvisí s přirozeným hydrologickým režimem (např. upřednostnění kontinuálního provozu před nárazovým).
- 4) Technické řešení převodu vody by mělo umožňovat operativní změny převáděného množství v závislosti na stavu vodního zdroje a na aktuální potřebě vody.
- 5) Odběrný a vypouštěcí objekt musí být navržen v souladu s hydromorfologií dotčených toků, aby nedošlo k ohrožení stability břehů a dna propojovaných vodních toků. Odběrný objekt by neměl tvořit překážku v toku snižující podélnou prostupnost vodního toku, případně musí být doplněn rybím přechodem.
- 6) Technické řešení převodu musí zajistit ochranu jakosti převáděné vody proti kontaminaci z vnějšího okolí a případně eliminovat nepříznivé procesy spojené se stagnací vody v přivaděči u tlakových systémů.
- 7) Je třeba ověřit, zda se v propojovaných vodních útvarech nevyskytují invazní druhy organismů, které by se mohly díky převodu rozšířit dále do nových oblastí.
- 8) Jakost převáděné vody by neměla představovat riziko pro organismy žijící v dotovaném vodním útvaru. Je vhodné její jakost zbavit hrubých nečistot, zajistit vyrovnaní teploty, okysličení.

LITERATURA

- BLAŽEK, V., NĚMEC, J. a HLADNÝ, J. (eds.). Voda v České republice. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903482-1-1.
- CALDELL, C. a CHARACKLIS, G. W. Impacts of Contract Structure and Risk Aversion on Interutility Water Transfer Agreements. *Journal of water resources planning and management*. 2014. doi:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000317
- DURČÁK, M. a kol. *Metodika hodnocení chemického a ekologického stavu útvarů povrchových vod kategorie řeka pro druhý cyklus plánů povodí v ČR*. Praha, 2014. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. 2014. Dostupná online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_ekologicky_stav-20140505.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_ekologicky_stav-20140505.pdf)
- DURČÁK, M. a kol. *Metodika hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod*. Praha, 2013. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Dostupná online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_stav-20140221.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-hodnoceni_chemicky_stav-20140221.pdf)
- GRANT, E. H. C., LYNCH H. J., MUNEEPEERAKUL, R., ARUNACHALAM, M., RODRIGUEZ-ITURBE, I., et al. Interbasin Water Transfer, Riverine Connectivity, and Spatial Controls on Fish Biodiversity. 2012. PLoS ONE 7(3): e34170. doi:10.1371/journal.pone.0034170
- HÁLA, R. Simulační model jakosti vod oblasti povodí Horního a středního Labe Nástroj pro posuzování efektivity programu opatření schváleného v plánech oblasti povodí. *Vodní hospodářství*. 2011, roč. 61(1), s. 1 – 7. ISSN 1211-0760.
- HANÁK, R. Rekapitulace Jakostního modelu povodí Jihlavy, jeho aktualizace a rozšíření pod VD Dalešice. 2015. Online ke stažení: <http://docplayer.cz/19513900-Rekapitulace-jakostniho-modelu-povodi-jihlavy-jeho-aktualizace-a-rozsireni-pod-vd-dalesice-3-12-2015-ing-roman-hanak.html>
- HANEL, M., a kol. *Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., 2011. ISBN 978-80-87402-22-1.
- KAŠPÁREK, L., NOVÁKOVÁ, H. a HANEL, M. *Koncepční studie zmenšení účinků hydrologického sucha pomocí převodů vody a akumulčních nádrží v povodí Cidlina*. Praha, 2016. Výzkumná zpráva. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
- KAŠPÁREK, L. a kol. Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulčních schopností v povodí Rakovnického potoka. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2011. ISBN 978-80-87402-14-6.
- KINGSFORD, R. T. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia – Review. *Austral Ecology*. 2000, 25, 109–127.
- KOČÍ, M. a kol. *Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrofyta*. Praha, 2011. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Dostupná online:

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-Metodika_hodnoceni_ekol_stavu_makrofyta-20140820.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-Metodika_hodnoceni_ekol_stavu_makrofyta-20140820.pdf)

KOSOUR, D. a kol., Monitoring kvality vody přivaděčů do VN Hubenov, prezentace pro seminář Vodárenská biologie. 2016. Dostupné online:

http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/18_kosour.pdf

LEŽATKA, L. *Úloha umělých vodních toků v soudobém městě* [online]. Brno, 2010 [cit. 12.11.2016].

Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta architektury. Dostupné z

https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=46376

MRKVIČKOVÁ, M. a kol. Navrhování adaptačních opatření pro snižování dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., 2012. ISBN978-80-87402-25-2

Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích. (Věstník MŽP, r. 1998, částka 5).

NESMĚŘÁK, I. Nejistoty výpočtů při ochraně jakosti vod, *Vodní hospodářství*. 2007a, roč. 57(9), s. 315 – 318. ISSN 1211-0760.

NESMĚŘÁK, I. Tři metody globálního odhadu velikosti plošných a difúzních zdrojů znečištění a jejího přičínku do zájmového profilu. *Vodní hospodářství*. 2007b, roč.57(3),s. 69-72. ISSN 1211-0760.

NESMĚŘÁK, I. Metodické poznámky k aplikaci Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., *Vodní hospodářství*, 2005a, roč. 55(12), s. 361 – 365. ISSN 1211-0760.

NESMĚŘÁK, I. Tvorba metodického pokynu k Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. - *Vodní hospodářství*, 2005b, roč. 55(5), s. 111 – 114. ISSN 1211-0760.

OPATŘILOVÁ, L. a kol. *Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentos*. Praha, 2011. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. Dostupné online:

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV-Makrozoobentos-20130129.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV-Makrozoobentos-20130129.pdf)

ŘÍHA, J., OŠLEJŠKOVÁ, J. *Modelové řešení úloh jakosti vody v síti vodních toků*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2001. Práce a studie, sešit 198. ISBN: 80-85900-38- 6.

ŘÍHA, J. Bilanční model jakosti vody v síti vodních toků, *Vodní hospodářství*, 2008, roč. 58(6), s. 188 – 193. ISSN 1211-0760.

SMELÍK, L., UHMANNOVÁ, H., FOLTÝNOVÁ, L. (2012) Fotografický katalog drsností. Dostupné online: <http://www.utok.cz/sites/default/files/data/USERS/u24/Drsnost%20koryt.pdf>

SWECO HYDROPROJEKT, a.s. a VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA, a. s., Převedení vody z povodí Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka – Průvodní a souhrnná technická zpráva. Praha, 2016.

VYSKOČ, P. a kol. Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. a Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2009.

VYSKOČ, P. a kol. Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. a Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2010.

WWF, Global Freshwater Programme. *Pipedreams? Interbasin water transfers and water shortages*. 2007. Dostupné na: https://www.wwf.or.jp/activities/lib/pdf_freshwater/freshwater/pipedreams_27_june_2007_1.pdf