

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Obnova zaniklých nádrží
jako součást opatření proti suchu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Keken, Ph.D.

Autor diplomové práce: Barbora Mansfeldová

Praha, 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Barbora Mansfeldová

Krajinné a pozemkové úpravy

Název práce

Obnova zaniklých nádrží jako součást opatření proti suchu

Název anglicky

Restoration of extinct ponds as part of drought management

Cíle práce

Zjištění potenciálu zaniklých vodních nádrží, z mapových podkladů II. vojenského mapování, jako součást opatření proti suchu.

Metodika

Literární rešerše je zaměřena na rozbor problematiky adaptačních strategií opatření proti suchu a úloha vodních nádrží v nich. Identifikace vodních nádrží na mapách II. vojenského mapování a následně zjištění retenční kapacity těchto útvarů v krajině na základě digitálního modelu reliéfu 5. generace. Zdrojem dat je DMR 5G dostupný online (v rozlišení 2x2 m) na geoportálu ČÚZK a DMR 5G poskytnutým ČÚZK s vyšší úrovní podrobnosti. Výsledkem jsou potenciální místa vhodná pro obnovu nádrží.

Doporučený rozsah práce
cca 50 stran textu

Klíčové slova

management sucha, malá vodní nádrž, II. vojenské mapování, DMR 5G

Doporučené zdroje informací

- IPCC, BATES B.C., Z.W. KUNDZEWICZ, WU S. AND PALUTIKOF J. P., ED.S., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE), 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2015a: Národní Akční Plán Adaptace na Změnu Klimatu, Implementační dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. MŽP, Česká Republika.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2015b: Strategie Přizpůsobení se Změně Klimatu v Podmínkách ČR. MŽP, Česká Republika.
- PRETEL J., METELKA L., NOVICKÝ O., DAŇHELKA J., ROŽNOVSKÝ J., JANOUŠ D. ET. AL., 2011: Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. ČHMÚ, Praha.

Předběžný termín obhajoby
2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Keken, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2018

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „*Obnova zaniklých nádrží jako součást opatření proti suchu*“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Zdeňka Kekena, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

Data pro zpracování práce zapůjčil Zeměměřický úřad.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 18. 4. 2017

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu Ing. Zdeňku Kekenovi, PhD. za odborné vedení, ochotu a trpělivost.

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na shrnutí řešení problematiky sucha na světové úrovni a v České republice. Vodní nádrže jsou uváděny jako jeden ze spektra prvků napomáhajících retenci vody v krajině. Na základě toho se diplomová práce soustředí na možnosti obnovy dříve zaniklých vodních nádrží a to z období druhého vojenského mapování (z let 1836 – 1852). V prostředí ArcMap 10.2 byly tyto zaniklé nádrže identifikovány a vektorizovány. Řešenou oblastí je povodí III. řádu 1-04-02 Cidlina po Berounku s celkovou rozlohou 600 km². Vektorizované nádrže podléhaly kritériu rozlohy vodní hladiny větší než 0,5 ha a posouzeno bylo také umístění zaniklé vodní nádrže mimo současné zastavěné území. Tyto nádrže byly následně podloženy volně dostupným digitálním modelem terénu 5. generace v rozlišení 2x2 m, dostupným na ČUZK. Zároveň byla část územní vybrána a stejný postup byl aplikován s podrobným modelem digitálního modelu terénu 5. generace v podrobnějším rozlišení poskytnutým ČUZK. Výsledkem je číselný údaj vypovídající o potenciálním objemu vody, který by byl v nádržích zadržen. Současně je porovnána přesnost vstupních údajů v rozdílném rozlišení a tři metody výpočtů aplikované v programu ArcMap pro zjištění akumulčního prostoru nádrže. Práce může posloužit jako výchozí bod pro zkoumání možností reálné obnovy těchto vodních objektů.

Klíčová slova: management sucha, malá vodní nádrž, II. vojenské mapování, digitální model reliéfu 5. generace

Abstract

The diploma thesis is focused on summarizing the solution of drought problems on the world level and in the Czech Republic. Water tanks are listed as one of the elements aids water retention in the landscape. Based on this, the diploma thesis is focused on the possibilities of restoration of formerly destroyed water reservoirs from the period of the 2nd Austrian military survey (1836 - 1852). Extinct reservoirs were identified and vectorized in the ArcMap 10.2 environment. The study area is catchment basin 1- 04-02 Cidlina - Berounka with a total area of 600 km². These vectorized reservoirs were subjected to a surface water criterion of more than 0,5 ha and the location of these extinct reservoirs was outside built-up area. These reservoirs were analyzed with support of online available digital model of relief 5th generation on geoportal ČUZK. Selected parts of study area were analyzed same methods with detailed resolution digital model of the 5th generation provided also by ČUZK. The result is a numerical figure indicating the potential volume of water that would be retained in the reservoirs. There were also compared the accuracy of input data, which were in different resolution three methods, which were applied to determine the reservoir accumulation space in the ArcMap program. Work can be used as a starting point for exploring the possibilities of restoration of these extinct water objects.

Key words: drought management, small water reservoir, 2nd Austrian military survey, digital model of relief 5th generation

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce	11
3. Literární rešerše	12
3. 1 Problematika nedostatku vody ve světě	12
3. 1. 1 <i>Srovnání opatření proti suchu a management sucha ve světě</i>	<i>12</i>
3. 2 Aktuální bilance vodního režimu v ČR.....	16
3. 2. 2 <i>Možnosti řešení zvýšení retence vody v krajině.....</i>	<i>18</i>
3. 3 Vodní nádrže	21
3. 3. 1 <i>Vodní nádrže a jejich vliv na povodí a okolní prostředí</i>	<i>22</i>
5. Metodika	24
5.1 Charakteristika studijního území.....	24
5. 2 Zdroje dat	25
5. 3 Zpracování dat.....	26
6. Výsledky	34
7. Diskuze	42
7.1 Výpočet objemu nádrží – porovnání metod a mapových podkladů	42
7.2 Výpočet objemu nádrží – porovnání vstupních dat a využití DM5 5G.....	43
7.3 Diskuze vývoje krajinného pokryvu a obnovy zaniklých nádrží	44
8. Závěr.....	47
9. Literatura.....	49
10. Přílohy	58

1. Úvod

V současné době jsou médii, odbornými kruhy i laickou veřejností nadužívány pojmy „globální oteplování“ a „skleníkový efekt“ (z anglického originálu greenhouse effect; dále GHE) (SVOBODA ET AL., 2003). Nicméně, jak uvádí SVOBODA ET AL. (2003) ve Velké knize o klimatu zemí Koruny české, jeho projevy jsou nejasné a matematické modely vypovídají víceméně o odlišných průvodních jevech. Na druhé straně je ovšem skutečností, že mezi doprovodné projevy GHE se řadí časté střídání klimatických extrémů. Autoři zmíněné publikace datují počátky pozorování prodlužujících se zim a vlhké letní sezóny k roku 1995. Avšak také upozorňují na obdobné projevy klimatu, které se dají z kronik vysledovat již v polovině 16. století, kdy ovlivňování životního prostředí antropogenní činností nebylo zdaleka tolik rozsáhlé.

Pakliže připouštíme, že se extrémní projevy počasí stávají běžnými událostmi, zřejmě nikde jinde není znát dopad těchto událostí než ve vodním koloběhu. Hydrologické proměnné, jako jsou srážky, průtoky řek, půdní vlhkost, hladina podzemní vody, vykazují výraznou nestálost a časovou variabilitu. Pozorovány jsou extrémně nízké nebo vysoké hodnoty a jejich nepříznivé dopady na společnost a ekosystémy. Extrémní události související s vodní bilancí - povodně a sucha - jsou hlavním zdrojem obav od počátku lidské civilizace. Předpokládá se, že 21. století bude obdobím nedostatku vody (KUNDZEWICZ ET AL., 2007). Proměnlivost klimatu a extrémní projevy počasí má vliv na populace napříč světem a jak dokládají dlouhodobé výstupy pozorování, značí vzrůstající tendenci k opakování extrémních událostí (BLUNDEN AND ARNDT, 2012).

Proaktivní postoj ve vytváření opatření proti suchu a rizikový management lze označit za významný krok napomáhající ke snížení ekonomických ztrát a nákladů spojených s nápravou škod a obnovou původního stavu. Zároveň se zkušeností s aplikací opatření proti suchu ve světě se otevírají možnosti, pro hodnocení postupů, hledání vhodných preventivních kroků. Tento trend tak pokládá pomyslné základní stavební kameny pro zlepšení managementu klimatické změny a připravenosti na ni (GUTIÉRREZ ET AL., 2014).

Jezera a umělé nádrže jsou klíčovým komponentem pevninského hydrologického systému (ZAJAC ET AL., 2017). Soustavy a funkce sladkovodních ekosystémů jsou úzce spjaty s povodím, jehož jsou součástí. Říční sítě, jezera, vodní nádrže, mokřady a propojené podzemní vody mohou být též označeny za záchytné

body v terénu, do kterých je voda v krajině sváděna. Tato soustava krajinné drenáže je silně ovlivněna terestrickými procesy dopadů antropogenní činnosti, hospodaření s půdou a vodou v krajině (BARON ET AL., 2002).

Diplomová práce se zaměřuje na způsoby řešení následků extrémních projevů počasí (nedostatku vody) v oblasti hydrologie ve světě a v České republice. Zkoumá úlohu vodních nádrží a jejich účinnost, pokud jsou užívány jako jedno z opatření ke zmírnění dopadů sucha. Konkrétně efektivitu v rámci zpomalení a zadržení odtoku vody z krajiny v rámci povodí. Jak uvádí BARON ET AL., (2002), činnost člověka má zásadní vliv na využívání vodních zdrojů. Z historie máme jak negativní (napřimování vodních toků za účelem zrychlení odtoku), tak pozitivní příklady (třeboňská rybniční soustava), kterými člověk přetvářel vodní prvky v životním prostředí. Práce je zaměřena na ověření, zda je vhodné využití údajů o zaniklých vodních nádržích identifikovaných z map druhého vojenského mapování ke zvýšení retence vody ve vybraném povodí.

2. Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na sestavení přehledu adaptačních strategií řešících problematiku změn klimatu. Záměrem je zjistit, jaký je potenciál v zaniklých nádržích, které by mohly po své obnově sloužit ke zvýšení retence vody v povodí. Úkolem je zaniklé nádrže identifikovat (vytvořit vektorovou vrstvu v programu ArcMap) na mapách druhého vojenského mapování v měřítku 1: 28 800, které proběhlo v letech 1836 - 1852 na území Čech, Moravy a Slezska. Následně provést zjištění kubatury zadržené vody v povodí III. řádu 1-04-02 Cidlina po Berounku, pokud bychom uvažovali obnovu těchto zaniklých nádrží, při využití digitálního modelu reliéfu 5. generace. Tento DMR 5G je poskytován jako služba ČUZK online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c) a s vyšší úrovní přesnosti (GEOPORTAL ČUZK, 2010d). Cílem je porovnat, do jaké míry má podrobnost vstupních dat DMR 5G vliv na kalkulaci kubatury. Akumulační prostor zaniklé nádrže lze pak vypočítat v programu ArcMap několika způsoby, jejichž výsledky má práce za cíl porovnat. Práce není zaměřena pouze na pouhé zaznamenání zaniklých vodních rezervoárů, ale je také posouzena i vhodnost opětovné obnovy těchto objektů. Proto jsou nádrže přednostně vybrány v nezastavěných částech extravilánu obcí a v souvislosti s tím má práce za cíl porovnání vývoje krajinného pokryvu daných lokalit po zániku malé vodní nádrže a to na leteckých snímcích 50. let minulého století a současných.

3. Literární rešerše

Literární rešerše se zabývá problematikou klimatických změn, zejména důsledkům v oblasti vodního hospodářství a vodních zdrojů. „Drought management“ neboli „management sucha“. Jako reakce na hrozby sucha jsou připravovány adaptační strategie, které se tak stávají jedním z nástrojů, jakými jsou řešeny důsledky klimatických změn. Následující kapitoly obsahují shrnutí projevů klimatických výkyvů, přehled opatření vedoucích ke zmírnění jejich účinků na životní prostředí a zajištění udržitelného rozvoje společnosti.

3. 1 Problematika nedostatku vody ve světě

Všeobecně rozšířenou dokumentací v záležitostech týkajících se klimatických změn jsou publikace vydávané Mezivládním panelem pro změny klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Dle Strategie Přizpůsobení se Změně Klimatu v Podmínkách ČR (2015b) se změnou klimatu rozumí veškeré dlouhodobé změny i přirozené různorodosti klimatu a změny zapříčiněné lidskou činností, přičemž přirozenou a antropogenní složku klimatické změny od sebe nelze zcela rozlišit. IPCC dává změny klimatu především do souvislosti s antropogenní činností. Informace obsažené v technické zprávě IPCC jsou zde využity k celkovému přehledu spíše než k hodnocení, zda jsou příčinou probíhajících environmentálních změn činnosti člověka, či nikoliv.

3. 1. 1 Srovnání opatření proti suchu a management sucha ve světě

Polární oblasti jsou zóny, ve kterých se očekávají první významné klimatické změny. Kryosféra je v polárních oblastech výrazně ovlivněna hydrologickými procesy a vodními zdroji. Ačkoliv existují zjištění, že sladkovodní ekosystémy byly schopné se přizpůsobit rozsáhlým proměnám klimatu, nicméně se jednalo o vleklé periody (RUHLAND ET AL., 2003). V současnosti vyvstávají komplikace s přijetím adaptačních strategií severními národy, které jsou silně vázány na tradiční využívání vodních zdrojů (MCBEAN ET AL., 2005).

Jiný přístup v řešení adaptačních strategií a vědeckých studií vyžadují malé ostrovy ve srovnání s kontinenty. Mnohé z malých ostrovních států začaly investovat do implementace strategií, odsolování vody, zmírnění současného a budoucího nedostatku vody. Strategie se svými cíli soustředí na problematiku absence

demografických a spolehlivých socio-ekonomických scénářů, včetně plánování (IPCC, 2008).

Kontinent Afriky se zmiňuje zejména v souvislosti s rostoucí populací a kolísáním množství vodních zdrojů. ASHTON (2002) uvádí odhad, kdy ze 47 % populace postižené nedostatkem vody může za stávajících okolností toto číslo vzrůst až na 65 % k roku 2025. Významné je také nerovnoměrné rozložení vodních zdrojů, které pochází v 85 % z velkých povodí a sdíleny jsou mezi několika zeměmi. Zejména aridní a semi-aridní oblasti jsou ohroženy konflikty vyplývající z poptávky vody. Existuje jen velmi málo informací o výši nákladů na nápravu důsledků v oblasti vodních zdrojů v Africe způsobených klimatickými změnami (IPCC, 2008). Nicméně počáteční hodnocení uplatnění adaptačních opatření v Jižní Africe na řece Berg ukazuje, že flexibilní a efektivní management stojí méně, nežli financování náprav škod (STERN, 2007).

Jižní polokoule je ovlivňována především jevem zvaným Jižní oscilace El Niño a méně známým přidruženým jevem La Niña, které jsou v technické zprávě IPCC O KLIMATICKÉ ZMĚNĚ A VODĚ (2008) zmiňovány v souvislosti s Asií, Jižní Amerikou a Austrálií. TRENBERTH AND HOAR (1997) asociují extrémní výkyvy počasí s jevem El Niño, který je dle jejich údajů intenzivnější posledních 20 let. Frekventovanější intenzivní srážky působí v mnoha částech Asie povodně, sesuvy půd, zatímco celkový počet deštivých dnů se snižuje.

V případě Asie shrnuje IPCC ve své zprávě (2008) několik záchytných bodů pro adaptační strategie, které spojuje eliminace neefektivního využívání vodních zdrojů:

- modernizace stávajících zavlažovacích systémů s cílem optimalizovat fyzickou a ekonomickou efektivnost využití vody a recyklování vody v oblastech s nedostatkem vody;
- veřejný integrovaný přístup k vodním zdrojům v souladu se životním prostředím, podpora šetrného využívání a distribuce vody v zemědělství;
- snaha o dosažení požadavků na pitnou vodu a plán pro následné využívání přečištěné/recyklované vody pro mokřady a příbřežní stanoviště.

Jedním z dalších průvodních jevů změn Jižní oscilace El Niño (vyšší srážkové úhrny a vzdušná vlhkost) jsou nová plísňová onemocnění úrody kukuřice, brambor, pšenice a fazole, která jsou pozorována v Peru, Latinské Americe. Na straně druhé

existují zprávy o pozitivních dopadech změn o zvýšení úrody v Argentině a Uruguay (IPCC, 2008). Státní organizace, Rada pro pitnou vodu v Argentině, prosazuje především investice do systémů dodávek vody, ochrany a recyklace vody. Dále se zaměřuje na optimalizaci spotřeby vody (COHIFE, 2003). Problémy ve vzdělání a službách veřejného zdraví jsou uváděny jako základní překážky adaptačních strategií uplatňovaných v případech extrémních událostí (např. záplavy a sucho) ve venkovských oblastech (VILLAGRÁN DE LEÓN ET AL., 2003).

Austrálie a Nový Zéland se též nachází pod vlivem Jižní oscilace El Niño, která ovlivňuje variabilitu kontinentu. Především východní státy a jihozápadní region jsou pod vlivem sucha od roku 2002. Kombinace dopadů klimatických změn a dalších ne-klimatických trendů ohrožuje udržitelný rozvoj Austrálie (IPCC, 2008). Hlavním kvalitativním problémem vodního hospodářství je pak eutrofizace (DAVIS, 1997).

Severní Amerika zaznamenává pokles sněhové pokrývky a zvýšení dešťových srážek v období zimy vyvolává na holé půdě erozi a působí dopady na kvalitu vody v zemědělských oblastech. Praktikovaný management půd (např. ponechání zbytků plodin na ornici) neposkytuje dostatečnou protierozní ochranu obilnému pásu proti budoucím možným intenzivním srážkám a povrchovému odtoku (HATFIELD AND PRUGER, 2004). USA a Kanada jsou rozvinuté ekonomiky s rozsáhlou infrastrukturou a vyspělými institucemi s významnou regionální úrovní (LEMMEN AND WARREN, 2004). Většina studií zaměřených na adaptační strategie je čerpajících ze zkušeností s uplynulými výkyvy počasí (PAAVOLA AND ADGER, 2002). Klíčové je implementování „mainstreamových“ klimatických záležitostí do rozhodovacího procesu. Adaptační strategie obsahují již konkrétní příklady a cíle, které pomáhají zlepšit výhled do budoucna (IPCC, 2008).

Evropa zahrnuje na svém území rozsáhlé oblasti nížin a je zavlažována stálými řekami, které proudí z centrálních částí kontinentu vně. Hlavními klimatickými typy jak uvádí IPCC (2008) jsou přímořské, přechodné, kontinentální, polární a středomořské; vegetačními typy jsou tundra, jehličnatá tajga (boreální lesy), opadavé smíšené lesy, stepy a vegetace středomoří. Relativně velký podíl Evropské krajiny je klasifikován jako úrodný a využíván k zemědělství, obilniny jsou převládající pěstovanou plodinou. Klíčové environmentální záležitosti jsou vztaženy

k biodiverzitě, krajině a degradaci půdy, lesů, přírodní rizika, vodní management a rizika spojená s turistickou rekreací (IPCC, 2008).

Opakujícím problémem, jak poukazují studie, je zde opět zvýšení toků v průběhu zimy a snížení letních odtoků (MIDDELKOOP ET AL., 2001). Opět se zde predikuje zvýšení extrémních výkyvů počasí (vysoké teploty a sucha) (BENISTON ET AL., 2007), které jsou příčinou variability výnosů (JONES ET AL., 2003b) a snížení průměrných ročních výnosů (TRNKA ET AL., 2004). Konkrétně, v oblasti středomořského regionu, dochází během zvýšení extrémních klimatických událostí k vývoji specifík úrody (způsobuje je například tepelný stres v průběhu kvetení, deštivé dny v době výsevu). Letní úroda se touto příčinou snižuje (IPCC, 2008). Dle studií bylo období 2002 a 2011 tím nejteplejším v Evropě (MŽP, 2015a).

Změna klimatu přispěje k mnoha ekonomickým a společenským výzvám, kterým již čelí vodní hospodářství v zemědělských oblastech (IGLESIAS ET AL., 2011). Trendy vývoje evropského zemědělství v sobě zahrnují pohyb vhodné úrodné zóny směrem na sever; zvýšení produktivity úrody v severní Evropě, naopak redukcí v jižní. Lze tedy obecně pozorovat postupnou diferenciaci v dostupnosti vodních zdrojů mezi severní a jižní Evropou, přičemž je tento fakt spíše příznivý pro sever (FALOON ET AL., 2009). Potenciální přínosy, např. zvýšené výnosy plodin a růst lesů, více energie z vodních zdrojů či méně energie potřebné na vytápění v severní Evropě, jsou však značně nejisté (EVROPSKÁ KOMISE, 2013).

Dle Strategie Evropské unie pro přizpůsobení se změně klimatu (Evropská komise, 2013) se dopady změn klimatu v Evropě liší v závislosti na klimatických, zeměpisných a sociálně-ekonomických podmínkách. Změně klimatu jsou v EU vystaveny všechny země, některé regiony jsou však ohroženy více než jiné. Vzhledem k nestabilitě dostupnosti vodních zdrojů jako sekundární efekt lze předpokládat růst cen, kontroly odběru, efektivnosti spotřeby vody a potřebu ochranných opatření v zemědělství (ENVIRONMENTAL AGENCY, 2007; dle IPCC, 2007).

Cílem strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu (2013) je dosáhnout koordinace a soudržnosti na různých úrovních plánování a řízení. Důraz je také kladen na lepší informované rozhodování a podporu přizpůsobení v klíčových zranitelných odvětvích, které jsou dále jmenovány Strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (MŽP, 2015b). Funkce Evropské unie pro jednotlivé členské státy spočívá ve vytváření koordinačního rámce pro spolupráci jednotlivých

států. Dalším faktorem je financování skrze strukturální a investiční fondy, které podporují na státní, regionální a městské úrovni investice do programů zaměřených na přizpůsobení.

Vodní management je zaměřen v Evropě na dvě hlavní problematiky: vyřešení rostoucího nedostatku vody v jihovýchodní Evropě a opatření proti hrožícím povodním. Tyto dvě výzvy dobře dokumentuje Adaptační strategie (IPCC, 2001b). Nádrže a přehradby bývají vnímány jako hlavní strukturální komponent v ochraně před povodněmi jak na vysočině, tak v nížinách (HOOIJER ET AL., 2004). Nicméně adaptační strategie též zahrnují opatření, jako jsou rozšířená nivní (záplavová) území (HELMS ET AL., 2002), pohotovostní povodňové nádrže (SOMLYÓDY, 2002), ochranné oblasti pro provedení povodňových vod (SILANDER ET AL., 2006) a systém varování před povodněmi (zvláště pak těmi bleskovými). Víceúčelové nádrže splňují upotřebení v období sucha i záplav. Přesto jsou zde překážky ve výstavbě nových vodních nádrží v prostředí Evropy, zejména se jedná o příčiny plynoucí z environmentálních regulací (BARREIRA, 2004) a vysokých investičních nároků (SCHRÖTER ET AL., 2005).

IGLESIAS ET AL. (2015) ve své studii charakterizují hlavní rizika v evropských regionech a hodnocení Adaptačních strategií prostřednictvím přezkumu více než 168 relevantních publikací, které se objevily v posledních 15 letech (1999 – 2014). Výsledky ukazují, že nejzajímavější možnosti adaptačních strategií, pokud jde o poměr počátečního úsilí a přínosu, spočívají ve zlepšování koordinace plánování, stanovení jasných priorit využívání vody (změny požadavků na spotřebu vody) a zvýšení přidělení vody pro ekosystémy. Tyto tři priority by měly být uplatňovány na politické úrovni. Právě implementace strategií vyžaduje modernizaci stávající vodní politiky, edukace zemědělců a patřičné finanční zdroje.

3. 2 Aktuální bilance vodního režimu v ČR

Od počátku 90. let se i v České republice věnuje pozornost problémům spojeným s nedostatkem vody způsobeným klimatickými změnami (BERAN ET AL., 2016). Škody napáchané nedostatkem vody v krajině se vyvíjejí pomalu a jsou rozloženy do větší zeměpisné oblasti oproti škodám způsobených jinými přírodními katastrofami a proto je sucho často v tuzemsku podceňovaným jevem (v porovnání s problematikou sucha rozvojových států) (MŽP, 2015a). Národní akční plán

adaptace na změnu klimatu (dále Akční plán) (MŽP, 2015a) identifikuje hlavní dopady a rizika změny klimatu, z nich většina souvisí s vodním režimem v krajině:

- dlouhodobé sucho;
- povodně a přívalové povodně;
- zvyšování teplot;
- extrémní meteorologické jevy – vydatné srážky, extrémně vysoké teploty, extrémní vítr;
- přírodní požáry.

CRITCHFIELD (1983) vymezuje pojem sucha následovně: „Sucho je deficit, který nastává, když půdní vlhkost nestačí pokrýt požadavky půdní potenciální evapotranspirace (celkový výpar)“. Dle SOBÍŠKA (1993) lze sucho zařadit do čtyř kategorií; sucho meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické. Tyto tři pojmy jsou úzce provázané. Sucho meteorologické je determinováno především pomocí meteorologických prvků – srážek a jejich deficitu a za tímto účelem vztahovaného k tzv. klimatologickému normálu (charakteristika získaná z pozorování probíhajících zpravidla 30 a více let). Toto meteorologické sucho působí skrze faktory (nadnormální teplota vzduchu, nižší relativní vlhkost vzduchu, zmenšená oblačnost a delší trvání slunečního svitu) zmenšování vlhkosti půdy a tím sucho agronomické. Sucho hydrologické je určováno pomocí průtoku povrchových vodních toků. Socioekonomické sucho je pak výsledkem působení výše zmíněných such. Významnou roli zde hrají antropogenní faktory, rychlost socioekonomického vývoje a vodohospodářská opatření. TREML (2012) ve svém příspěvku vyzdvihuje extrémní sucha z let 1904, 1921, 1947, 1953, 1959, 1983, 1992 a 2003. Dle TREMLA (2012) nebyla novodobá sucha z 90. let tolik významná v porovnání s těmi z 1. poloviny 20. století, nicméně pokud by nastaly opět podobné extremity velkých such, byly by následky významnější.

Povodněmi se označuje povrchový odtok v oblastech (v otevřené krajině i urbanizovaných lokalitách), kde se voda za běžných okolností nevyskytuje. Poslední významné povodně v Praze jsou datovány k roku 2002. Od této události je věnována protipovodňové ochraně, land use a managementu v záplavových oblastech větší pozornost. Geografický výskyt povodní je v poslední době méně předvídatelný, vzhledem k přívalovým (bleskovým) povodním, které se vyskytují

na začátku povodňových událostí. Bleskové povodně mohou být popsány jako události na ploše od 100 ha do 10 km². V České republice je každoročně pozorováno více než 60 bleskových povodní. Tento typ povodní má větší dopad na životní prostředí než běžné povodně, protože obce jsou ve většině případů připraveny pro „obvyklé povodně“ (HALOUNOVÁ ET AL., 2014). Metodiky zaměřené na zjišťování povodní umožňují určení záplavových oblastí, jejich analýzou posílit resilienci daného území za účelem ochrany prostředí a lidských životů. Metodiky zaměřené na následky povodní řeší budoucí výdaje na rekultivace a rekonstrukce. HALOUNOVÁ ET AL. (2014) sledují ve své studii souvislost bleskových záplav půdního krytu. Hlavní myšlenkou je, že hlavní nebezpečí nepochází z řeky, ale ze svahů kolem městských oblastí.

PRETEL ET AL. (2011) poukazuje na rychlejší úbytek vody z povodí v důsledku evapotranspirace. Pozorované zvýšení teploty vede v ročním průměru o 5 – 10% zvýšení evapotranspirace (totožné zvýšení lze konstatovat pro jaro i léto). O více než 20% je pozorován nárůst evapotranspirace v zimě důsledkem nárůstu počtu dnů s kladnými teplotami vzduchu.

Velmi silná intenzita deště a sněžení vystihuje vydatné srážky. Z hlediska bleskových srážek jsou ohroženy v urbanizovaných oblastech kanalizační systémy (MŽP, 2015a).

3. 2. 2 Možnosti řešení zvýšení retence vody v krajině

STRATEGIE PŘIZPŮBENÍ SE ZMĚNĚ KLIMATU V PODMÍNKÁCH ČR (dále Adaptační strategie) schválena vládou (2015b) je dokumentem, který obsahuje shrnutí dopadů změny klimatu se zaměřením na návrhy konkrétních adaptačních opatření v rámci různých odvětví, legislativní a částečnou ekonomickou analýzu, aj.. V dokumentu jsou také zohledněny požadavky a podmínky plynoucí ze stanoviska SEA ke Strategii a rozboru důsledků koncepce na životní prostředí a veřejné zdraví. Opatření se dle Adaptační strategie dělí do dvou skupin: 1. mitigační - za účelem snížení emise skleníkových plynů a 2. adaptační - přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému reálné nebo předpokládané změně klimatu zahrnující její dopady.

Adaptační strategie ČR uvažuje o projevech změny klimatu a opatřeních v následujících sektorech:

- lesní hospodářství;
- zemědělství;
- vodní režim v krajině a vodní hospodářství;
- urbanizovaná krajina;
- biodiverzita a ekosystémové služby;
- zdraví a hygiena;
- cestovní ruch;
- doprava;
- průmysl a energetika;
- mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí.

Výstavba, revitalizace vodních nádrží se jako opatření adaptační strategie promítá do téměř všech jmenovaných oblastí a do jisté míry ovlivňuje fungování všech socio-ekonomických sektorů včetně zdravotnictví.

V lesním hospodářství se počítá zejména s kompenzací změny vodního režimu, realizací přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině, obnovou mokřadů, výstavbou malých vodních nádrží či poldrů apod.

Zemědělství je přímo závislé na dostatečném množství vody, načež se předpokládá zvyšování požadavků vzhledem k pozorovaným frekvencím suchých epizod.

Zemědělství úzce souvisí s oblastí vodního hospodářství. Produkce v zemědělství je nejčastěji ovlivňována přívalovými srážkami a suchem. Cílem je minimalizace negativních účinků meliorací a retardace odtoku vody z krajiny. Nové odvodnění zemědělských pozemků je možné provádět pouze s kompenzací změny vodního režimu obnovou mokřadů, výstavbou poldrů a revitalizací nádrží. Adaptační strategie uvádí jako výrazné opatření budování malých vodních nádrží pro účely závlah a retence v zemědělské krajině. Zpomalený odtok z povodí napomáhá také vsakování do podzemních vod.

Naopak vodní režim v krajině a vodní hospodářství je ovlivněno, zejména splachy půdy a živin ze zemědělské půdy, vedoucími k zanášení a eutrofizaci vodních těles. Zhoršení kvality vody v nádržích přispívá zvýšení teploty (nárůst

průměrné teploty vzduchu přibližně o 1,7 až 2,8 °C do roku 2050) a zvyšování výparu (evapotranspirace). Částečně tento jev může zapříčinit mírný nárůst celkového ročního srážkového úhrnu (do 10 % k výhledovému období 2070 – 2099), který se však bude projevovat především v zimním období, zatímco v letním období je třeba počítat i s možným poklesem srážek. Cílem adaptačních opatření ve vodním hospodářství je právě stabilizace vodního režimu v krajině, posilování vodních zdrojů a jejich ochrana, efektivní využívání vodních zdrojů a zvládnání extrémních hydrologických jevů – povodní a dlouhotrvajícího sucha.

Nesporná vazba je také mezi vodním hospodářstvím a průmyslem, kdy je voda využívána mimo jiné ke chlazení a v pozměněném stavu (teplotou) bývá vrácena do oběhu. Pro plánování adaptační strategie je také nutná predikce výhledových potřeb na vodní zdroje.

Jedním z doporučení provádění simulačních modelování a matematických optimalizací, výsledky se mohou promítat do úprav manipulačních řádů vodních děl. Významným ze jmenovaných opatření se pak stává obnova malých vodních nádrží a zvyšování jejich spolehlivosti. Jako problematický se v adaptační strategii jeví chov ryb - redukce chovu ryb v původních závlahových nádržích přispěje k posílení disponibilních povrchových vodních zdrojů pro případ vyšších nároků na vodu pro závlahu. Přehodnocení současných a obnova vodohospodářských funkcí nádrží a soustav, optimalizace jejich managementu může pomoci plnit nově definované nároky na dodávky vody i do budoucnosti. Důvodem, kdy jsou potlačeny vodohospodářské funkce malých vodních nádrží, je většinou jejich špatný technický stav či upřednostnění druhotnému využití pro chov ryb.

Špatný technický stav představuje také riziko v kombinaci s přívalovými srážkami, které ohrožují stabilitu hrází. V urbanizované krajině napomáhá realizace retenčních objektů (průlehy, zasakovací rýhy, vegetační zasakovací pásy, poldry a retenční nádrže) ke zlepšení mikroklimatu.

Jelikož je Česká republika vnitrozemským státem, jsou hlavním zdrojem vody atmosférické srážky (MŽP, 2015a). Akční plán (MŽP, 2015a) uvádí konkrétní seznam cílů vedoucích k minimalizaci dopadů klimatických změn mimo jiné na vodní režim v krajině:

- ochrana a obnova přirozeného vodního režimu v lesích;
- zlepšení hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích a jejich využíváním;

- zvýšení přirozené retenční schopnosti vodních toků a niv;
- efektivní ochrana a využívání vodních zdrojů.

3.3 Vodní nádrže

Výstavba vodních nádrží má v českém prostředí dlouhou tradici. FRAJER ET AL. (2013) uvádí, že v minulosti bylo téměř 76 000 rybníků rozptýlených v české krajině s rozlohou přibližně 160 000 hektarů, z čehož dvě třetiny byly vyčerpaný během 18. a 19. století. V minulosti, středověku, byl důležitý především chov ryb, s rozvojem kultury a hospodářství začal převažovat účel zásobní (závlahy, požární nádrže, hospodářské nádrže). Postupem času se začalo spektrum funkcí nádrží rozšiřovat až do dnešní podoby (VRÁNA ET AL., 1998).

Česká státní norma 75 2410 je dokumentem shrnujícím normativy pro navrhování, výstavbu, obnovy a chod vodních nádrží se sypanými hrázemi, u kterých jsou splněny současně tyto podmínky:

a) objem nádrže po hladinu ovladatelného prostoru (tzv. normální hladinu) není větší než 2 mil. m³;

b) největší hloubka nádrže nepřesahuje 9 m.

Tato norma rozděluje malé vodní nádrže podle jejich účelů (viz. příloha č. I). Převládající většina malých vodních nádrží je víceúčelových, plní funkci primární a dále funkce vedlejší (ŠÁLEK IN HANÁK ET AL., 2008).

Dále se vodní nádrže dělí na nově vystavěné a revitalizované. Revitalizací (z lat. znovuoživení) je procesem návratu vybraného krajinného prvku do přirozeného nebo přírodě blízkého stavu. Revitalizace může probíhat buď přirozenou cestou, nebo za pomoci technických opatření. „Revitalizace malých vodních nádrží je činnost, kterou se obnovují narušené, popř. změněné základní ekologické funkce malých vodních nádrží“ (ČSN 75 2410, 1997).

Malé vodní nádrže jsou taktéž rozdělovány z hlediska způsobu dotování vodou (TLAPÁK IN HANÁK ET AL., 2008). Pramenité nádrže jsou napájeny vodou přímo z pramene. Zdrojem jsou vývěry podzemní vody ve dně nádrže a na břehových svazích. Důležité je sledovat vydatnost tohoto zdroje především na jaře, kdy je nádrž zásobena tající sněhovou pokrývkou. Po celý rok je dalším vodním zdrojem pro nádrž srážková voda. Nebeské nádrže jsou zásobeny vodou z atmosférických srážek (rozptýleným povrchovým přítokem), známé také pod

názvem dešťové. Jako opatření proti nadměrnému výparu a průsaku vody do podloží mívají nebeské nádrže v průměru hloubku nejméně 2 m, menší rozlohu hladiny, nepropustné dno a strmé břehové svahy. Nebeské nádrže napomáhají akumulovat vodu z jarního tání sněhu a přívalových dešťů, které jsou příčinou půdní eroze. Potoční a říční nádrže mají soustředěný povrchový přítok, kterým je potok nebo řeka. V tomto případě bývá zdroj vody stálý a vydatný.

Podle umístění ke svému vodnímu zdroji jsou nádrže rozděleny na průtočné, obtokové a boční. (VRÁNA ET AL., 1993). Průtočné nádrže jsou stavěny přímo na vodním toku, čímž dochází k jeho fragmentaci a likvidaci určitého úseku koryta. Nádrž tohoto typu může napomáhat tlumení povodňových vln velkých vod. V oblasti povrchového přítoku do nádrže se může tvořit po celé šířce údolí mělké litorální pásmo. U obtokových nádrží je přítok regulován a tím se do určité míry chrání nádrž před znečištěnou vodou, splaveninami a přívaly studené povrchové vody (JUST ET AL., 2003).

3. 3. 1 Vodní nádrže a jejich vliv na povodí a okolní prostředí

Antropogenní zásahy, mezi které patří výstavba vodních děl, představují podstatné přímé ovlivnění přirozeného hydrologického režimu vodních toků (SKLENÁŘ ET AL., 2012). Jezera a nádrže ovlivňují časování a velikosti průtoku a proto by se měly zahrnout mezi vstupní prvky hydrologických modelů, zejména v souvislosti s globální předpovědí povodní (ZAJAC ET AL., 2017).

Zejména soustavy malých vodních nádrží a mokřadů představují podstatnou úlohu ve stabilizaci hladiny podzemní vody a ovlivňují mikroklima dané lokality. Vodní režim v krajině je také pod vlivem způsobu zemědělského hospodaření, které může dopadnout na kvalitu vody, stanovištní a druhovou diverzitu v okolí vodních nádrží a mokřadů. U vodních a vegetačních ploch je pozorován tzv. „klimatizační efekt“ na přilehlou oblast. Tento efekt je významný v urbanizovaných oblastech, intravilánu měst. Vodní plochy (toky, nádrže) spolu se sídelní zelení nabízí potenciál k adaptaci měst na klimatickou změnu (MŽP, 2015b).

Vodní nádrže jsou tudíž důležitou součástí ekologické stabilní krajiny (BIGGS ET AL., 2005), kde splňují úlohu významných biotopů, regionálních biocenter a účastní se formování charakteru krajiny.

BARTHEL ET AL. (2008) také zdůrazňuje důležitost zahrnutí socio-ekonomického faktoru do hydrologických simulačních modelů predikujících vývoj změn klimatu. Socio-ekonomický faktor je pak vhodným ukazatelem, pokud se uvažuje v regionálním měřítku.

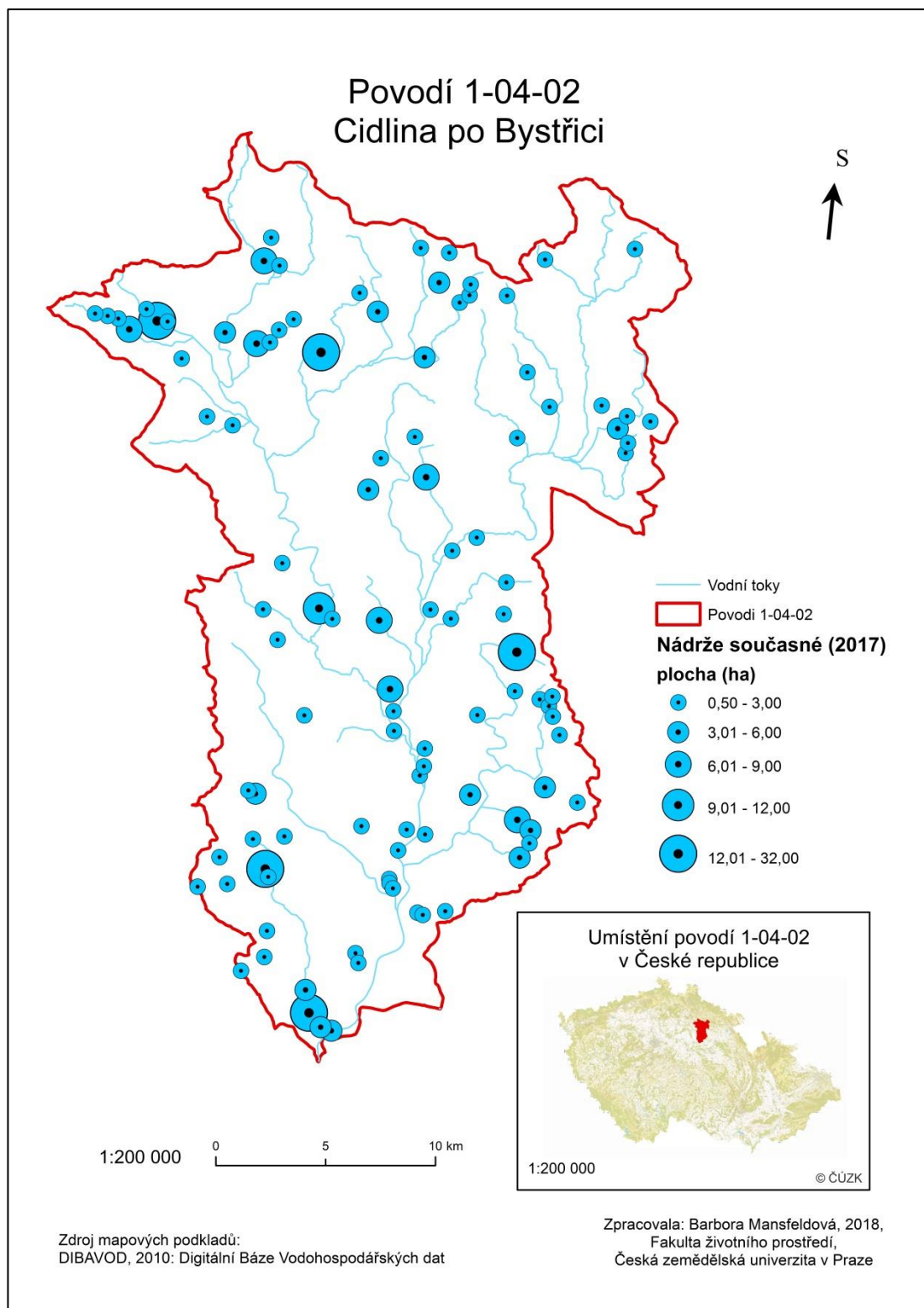
5. Metodika

Cílem práce je získat informaci o tom, jakou měrou by se změnilo množství zadržené vody ve vybraném povodí za předpokladu obnovení nádrží, které v průběhu minulých let zanikly. Protože diplomová práce vychází z obdobné studie (DAVID AND DAVIDOVÁ, 2015), bylo jako studijní území vybráno povodí třetího řádu 1-04-02 Cidlina po Berounku, které se svou rozlohou blíží povodí ve vzorové studii.

5.1 Charakteristika studijního území

Studijním územím bylo povodí třetího řádu 1-04-02 Cidlina po Berounku s celkovou rozlohou 600 km². Toto povodí se nachází pod pohořím Krkonoš, geomorfologicky spadá do útvaru Krkonošského podhůří, Jičínské pahorkatiny a Východolabské tabule (DEMEK ET AL., 2006). Cidlina pramení u vesnice Košov, poblíž Lomnice nad Popelkou, na svazích vrchu Tábor v nadmořské výšce okolo 565 m. V rámci povodí má Cidlina celkovou délku 58,25 km. Bystřice je levostranný, celkově největší přítok řeky Cidliny v Královéhradeckém kraji. V místě, kde se Bystřice vlévá do Cidliny je nejnižnější bod hranice povodí.

Reliéf je mírně kopcovitý. Dle podkladové mapy CORINE Land Cover se na území nachází převážně orné půdy zemědělského využití, jehličnaté lesy a smíšené lesy (v severní části směrem k pohoří Krkonoš). Významnými sídelními jednotkami v rámci povodí jsou Jičín, Nový Bydžov, Lázně Bělohrad. Od hlavního města České republiky se povodí nachází přibližně 100 km severo-východně. Níže na obr. č. 1 je přehledová mapa zobrazující vybrané povodí a jeho umístění na mapě České republiky.



Obr. č. 1: Přehledová mapa povodí 1-04-02 a lokalizace v rámci území ČR

5. 2 Zdroje dat

Zaniklé nádrže byly identifikovány na mapách druhého vojenského mapování (CENIA, 2008), současné nádrže byly převzaty z Digitální báze vodohospodářských

dat (DIBAVOD, 2010). Vstupními daty pro analýzu pak byly digitální model reliéfu 5. generace dostupný online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c). Pro menší část studijního území byl poskytnut digitální model reliéfu 5. generace v podrobnějším rozlišení (GEOPORTAL ČUZK, 2010d) a bylo provedeno porovnání vlivu podrobnosti vstupních dat s vyšší úrovní podrobnosti na výpočet kubatury.

5.3 Zpracování dat

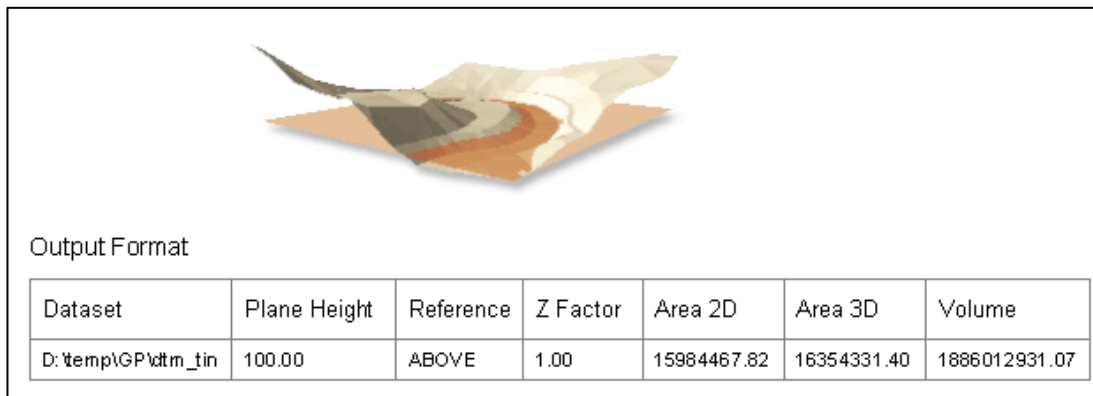
Vektorizace historických nádrží, následná analýza a vytvoření výsledné mapy bylo realizováno v programu ArcGIS od společnosti ESRI v souřadnicovém systému S - JTSK. Nutné je před analýzou zapnout extenzi 3D Analyst. V prvním kroku byla provedena vektorizace zaniklých vodních útvarů identifikovaných na mapách druhého vojenského mapování (CENIA, 2008). Porovnáním se současným stavem na ortofotomapách (GEOPORTAL ČUZK, 2010b), byly rozpoznány zaniklé vodní plochy. Kritériem, pro zahrnutí vodní nádrže do analýzy, byla rozloha zmíněné vodní plochy a to větší jak 0,5 ha (tak jak uvádí DAVID AND DAVIDOVÁ, 2015). Zaniklé nádrže menší rozlohy než 0,5 ha nebyly zahrnuty do analýzy z důvodu možného vzniku odchylky během vektorizace (PAVELKOVÁ ET AL., 2016). Vektorizace byla provedena v měřítku 1:500 a výsledkem byly jednotlivé polygony nádrží kopírující tvar zaniklé nádrže (obr. č. 3: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové mapě II. vojenského mapování). Dle DMR 5G byla provedena přibližná korekce tvaru nádrže (viz. obr. č. 6: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové mapě DMR 5G).

Dalším krokem byla kontrola umístění každé jednotlivé nádrže a to na základní mapě ČR 1:10 000 (GEOPORTAL ČUZK, 2010a) (Obr. č. 4: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové Základní mapě ČR) a ortofoto mapy (GEOPORTAL ČUZK, 2010b) a to z důvodu změn v krajině, které proběhly v uplynulých více než 100 letech – zejména pak rozšíření zástavby (obr. č. 5: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové ortofoto mapě). Tímto postupem bylo v povodí zjištěno 32 zaniklých nádrží, jež byly vhodné pro další analýzu.

Funkce *Extract by Mask* extrahuje buňky rastru, které odpovídají oblastem definovaným maskou. Vstupní rastr, ze kterého budou buňky extrahovány, je tedy rastr DMR 5G dostupný online jako webová služba ČUZK.

Nádrže, které se v povodí nachází v současnosti, byly převzaty z DIBAVOD (2010). Z tohoto stejného zdroje byla získána i hranice povodí a také vodní toky.

V programu ArcGIS byly aplikovány dva způsoby pro odhadnutí potenciálního objemu vody zadržného v identifikovaných nádržích. První použitou funkcí byla *Surface Volume* (obr. č. 2: Vizualizace funkce Surface Volume a výstup s informacemi o vybrané ploše (zdroj: ESRI, ArcGis, Tool help), která počítá plochu rastru a objem rastru, triangulované nepravidelné sítě (triangulated irregular network; TIN) nebo povrch datové sady a to *nad* (anglicky: *above*) nebo *pod* (anglicky: *bellow*) referenční rovinou. V případě vodní nádrže byly vybrány dvě referenční roviny – vodní hladina (nejvyšší místo dotyku vodní plochy k terénu) a nejnižší bod vodní nádrže – dno. Výstupem byla tabulka formátu txt. obsahující údaj o referenční rovině, informace o ploše rastrové vrstvy nádrže 2D, ploše rastrové vrstvy 3D a Volume – objem.



Obr. č. 2: Vizualizace funkce Surface Volume a výstup s informacemi o vybrané ploše (zdroj: ESRI, ArcGis, Tool help)

Dalším způsobem, který byl aplikován pro zjištění objemu zaniklých nádrží, byly Zonální funkce, které lze rozdělit na statistické a geometrické (BŘEHOVSKÝ AND JEDLIČKA, 2002). V případě statistických funkcí (*Zonal Statistic as Table*) jde o statistické zpracování hodnot analyzované rastrové vrstvy, která patří do zóny druhé informační vrstvy. Statistickými funkcemi jsou průměr, suma, minimum, maximum... Tyto hodnoty rastru jsou sumarizovány do výsledné tabulky.

Suma v tabulce udává součet výšek/hloubek v nádrži, nikoliv nadmořských výšek. Z toho důvodu je nutné udělat úpravu a od rastru každé nádrže odečíst (funkcí *Minus*) rastrovou vrstvu s hodnotou nadmořské výšky hladiny.

Druhá část analýzy byla provedena se vstupními daty DMR 5G s vyšší úrovní podrobnosti, která poskytl v podobě mapových listů Zeměměřický úřad (GEOPORTAL ČUZK, 2010d) (obr. č. 6: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 a DMR 5G na mapovém listě poskytnutém ČUZK a obr. č. 7: Místo, kde se nádrž č. 25 původně nacházela a Lukavecký potok, viz. příloha č. II). Úplná střední chyba v odkrytém terénu dosahuje 0,18 m a střední chyba v zalesněném terénu 0,30 m. Poskytovaný datový soubor je ve formátu XYZ, proto je nutné provést nezbytnou úpravu pro načtení dat. Pomocí *ASCII 3D to Feature Class* lze importovat 3D funkce z jednoho nebo více souborů ASCII uložených ve formátech XYZ, XYZI nebo GENERATE do nové třídy funkcí. Výsledkem je přímé načtení XYZ souboru do ArcMapu bez nutnosti jakékoliv úpravy vstupního souboru. Následuje tvorba nepravidelné trojúhelníkové sítě nástrojem *Create TIN*. Triangulated irregular network – TIN reprezentuje terén jako soubor trojúhelníků, které jsou definovány třemi spojenými body umístěnými nepravidelně v prostoru. Tato trojúhelníková síť uchovává topologické vztahy (BŘEHOVSKÝ AND JEDLIČKA, 2002). Posledním krokem je vytvoření rastru funkcí *TIN to raster*. Pro vybrané nádrže nacházející se na mapových listech s rastrem podrobného DMR 5G byla opět vypočítána kubatura.

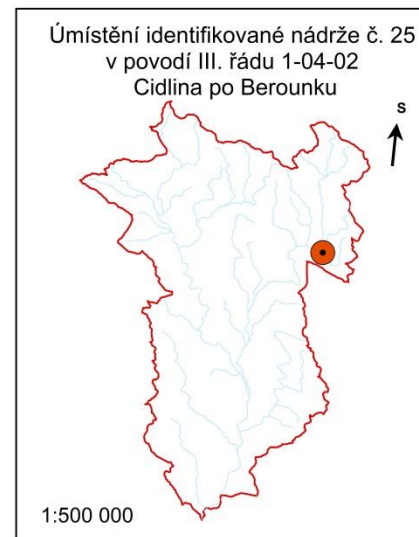
Nádrže byly v posledním kroku podrobeny analýze vývoje krajinného pokryvu. Na leteckých snímcích 50. let (GEOPORTAL ČUZK, 2010e) a současných ortofotomapách byl určen druh krajinného pokryvu (obr. č. 8: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové ortofotomapě 50. let). Na základě kategorií CORINE Land Cover 2012 (CENIA, 2017) byly popsány typy krajinného pokryvu v místě zaniklých nádrží (viz. příloha č. II: Třídy CORINE Land Cover).

Identifikovaná zaniklá nádrž č. 25 na podkladové mapě II. vojenského mapování



■ ■ ■ ■ ■ Zaniklá nádrž č. 25

Podkladová mapa:
II. vojenské mapování



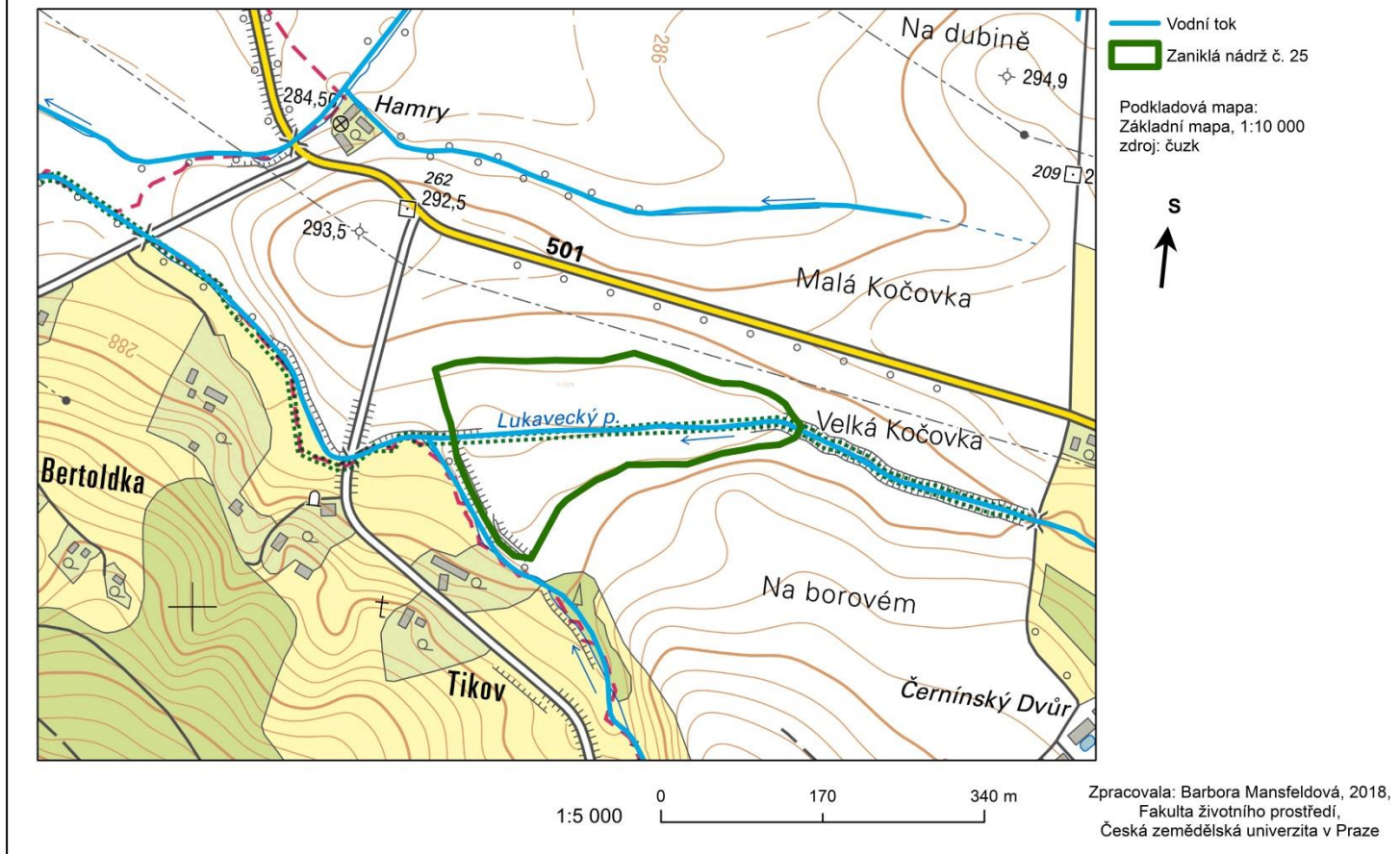
1:7 000

0 200 400 m

Zpracovala: Barbora Mansfeldová, 2018,
Fakulta životního prostředí,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Obr. č. 3: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové mapě II. vojenského mapování

Identifikovaná zaniklá nádrž č. 25 a Základní mapa ČR 1:10 000



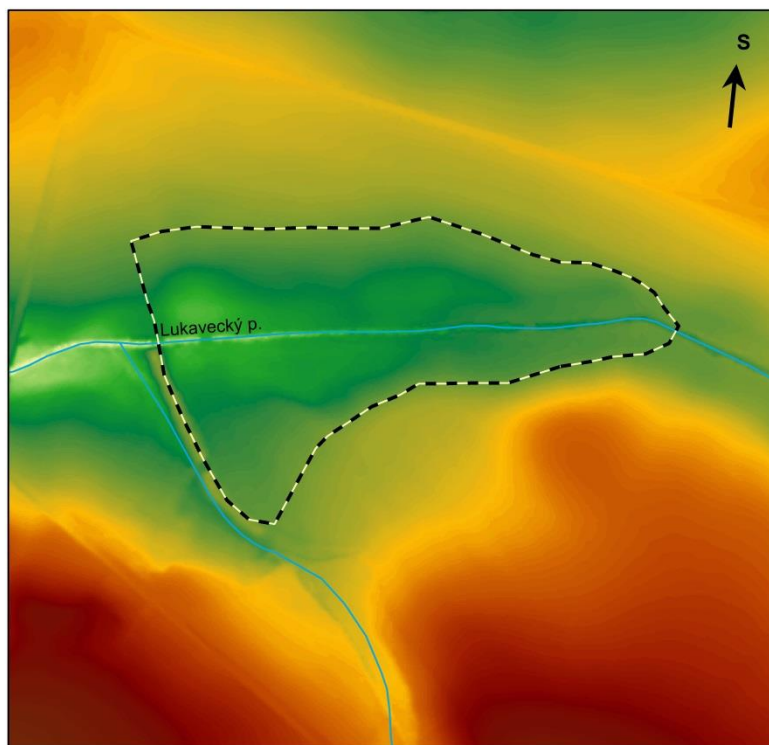
Obr. č. 4: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové Základní mapě ČR

Identifikovaná zaniklá nádrž č. 25 a ortofoto mapa lokality



Obr. č. 5: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové ortofoto mapě

Identifikovaná zaniklá nádrž č. 25



— Vodní tok
 - - - - - Zaniklá nádrž č. 25
DMR 5G
hodnota
 m.n.m.: 450
 m.n.m.: 278

1:3 500

0 120 240 m

Zdroj mapových podkladů:
 DIBAVOD, 2010: Digitální Báze Vodohospodářských dat
 mapové listy DMR 5G poskytnuté ČUZK

Zpracovala: Barbora Mansfeldová, 2018,
 Fakulta životního prostředí,
 Česká zemědělská univerzita v Praze



Obr. č. 7: Místo, kde se nádrž č. 25 původně nacházela a Lukavecký potok

Obr. č. 6: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 a DMR 5G na mapovém listě poskytnutém ČUZK

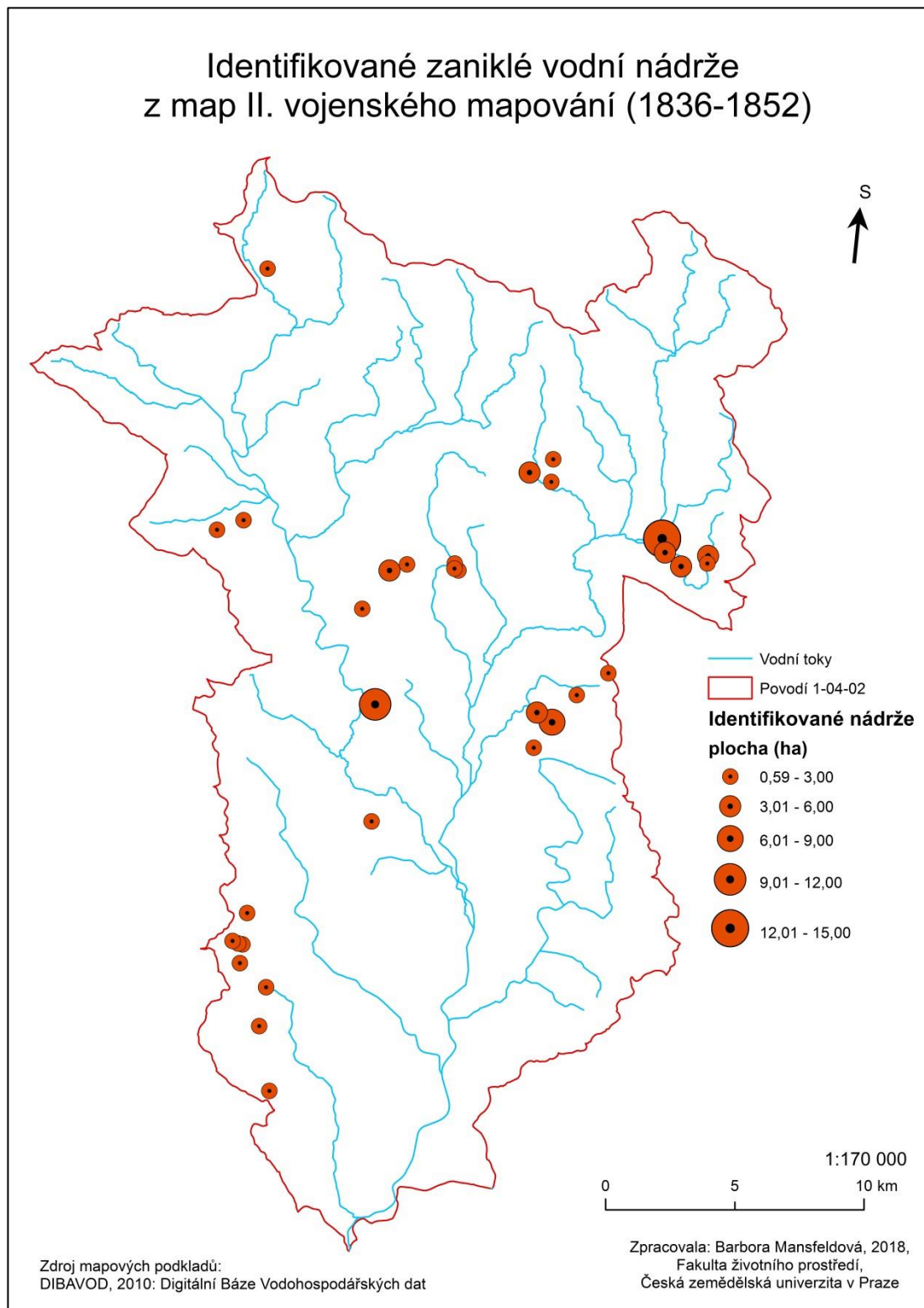
Identifikovaná zaniklá nádrž č. 25 na ortofoto snímku z 50. let



Obr. č. 8: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové ortofotomapě 50. let

6. Výsledky

Celkem bylo identifikováno 32 nádrží, které by bylo možné realizovat na studijním území (obr. č. 9: Identifikované zaniklé vodní nádrže).



Obr. č. 9: Identifikované zaniklé vodní nádrže

V programu ArcMap byly identifikované nádrže doplněny o atributy – rozloha vodní hladiny. Vodní plocha nádrží se průměrně pohybuje okolo 27 964 m², nádrž s nejmenší vodní plochou hladiny dosahuje 5 901 m², což je o 901 m² více, než bylo zvolené kritérium (0,50 ha) pro zahrnutí nádrže do analýzy. 146 768 m² má nádrž s největší rozlohou vodní plochy. Z rastrů jednotlivých nádrží lze pak získat údaje o hloubce, která byla důležitá pro následné výpočty potenciálního akumulčního prostoru nádrže. Průměr nejvyšších dosažených hloubek analyzovaných nádrží je 3,00 m, přičemž nejmělejší nádrž identifikována v terénu má maximální hloubku 0,84 m a nejhlubší nádrž dosahuje maximální hloubky 9,57 m. V současnosti se dle DIBAVOD (2010) nachází v zájmovém území 107 nádrží s rozlohou vodní hladiny nad 0,50 ha. V případě, že by se tyto stávající nádrže doplnily o identifikované zaniklé nádrže, mohl by se počet vodních útvarů navýšit o necelou jednu třetinu.

U identifikovaných 32 nádrží byl zjištěn objem třemi zvolenými metodami; *Surface Volume Bellow*, *Surface Volume Above*, *Zonal Statistic as Table*. Výsledky těchto tří metod jsou zobrazeny v tabulce č. 2: Přehled identifikovaných nádrží a zjištěných objemů. Tyto objemy byly spočítány pomocí DMR 5G dostupného online na internetových stránkách ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010c). Objemy dosažené použitím jednotlivých výše uvedených metod byly sečteny. Nejnižší výsledný průměrný objem, 44 878,98 m³, byl výsledkem výpočtů funkce *Surface Volume Bellow* – tedy metoda, která počítá objem prostoru od zvolené vodní hladiny ke dnu. Vyššího průměrného výsledného čísla dosáhla metoda *Surface Volume Above*, počítající objem od dna nádrže; 47 421,93 m³ (od první metody se liší o 2 542,98 m³). Pomocí zonální statistiky bylo dosaženo nejvyšších průměrných hodnot, 48 440,51 m³. Od první metody (*Surface Volume Bellow*) se průměrně liší o 14 086,23 m³ a o 11 543,27 m³ od druhé (*Surface Volume Above*).

Tabulka č. 4 uvádí výsledky, kterých bylo dosaženo při aplikaci tří metod výpočtů na mapové listy DMR 5G s vyšší přesností poskytnutého ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d). I v těchto výsledcích se opakuje pozorovaný trend vzrůstání hodnoty výsledků funkcí *Surface Volume Bellow* (1 013 684,09 m³) < *Surface Volume Above* (1 061 418,00 m³) < *Zonal Statistic as Table* (1 093 628,33 m³). Potenciální objem akumulčního prostoru nádrží byl u konkrétních 21 nádrží porovnán a v případě funkce *Surface Volume Bellow* a *Zonal Statistic as Table* bylo dosaženo vyšších hodnot na DMR 5G s vyšší

přesností. Rozdíl funkce *Surface Volume Bellow* byl mezi DMR 5G dostupným online a poskytnutým ČUZK 16 701,92 m³. Mnohem menší rozdíl výsledku byl shledán ve výpočtech zonální statistiky a to 1 462,83 m³. Funkce *Surface Volume Above* ukazuje výsledek, který je v případě DMR 5G s vyšší úrovní přesnosti nižší o 8 827,74 m³.

Poslední tabulka č. 6 shrnuje, jakými změnami prošel krajinný pokryv na časové ose určené ortofoto snímky z 50. let minulého století a současných ortofoto snímcích (GEOPORTAL ČUZK, 2010b). Na leteckých snímcích 50. let jasně převládá zemědělské využití ploch zaniklých vodních nádrží – pokryv je reprezentován především mozaikou orné půdy. Nelesní vegetace v lokalitách většinou lemuje vodní tok, který byl původně zdrojem vody zaniklé nádrže. Na současných leteckých snímcích je patrná homogenizace mozaiky orné půdy, polí, zároveň však větší podíl ploch rozrostlé nelesní vegetace a také luk/pastvin.

Tab. č. 1: Přehled identifikovaných nádrží a zjištěných objemů z DMR 5G dostupného online

identifikovaná nádrž	rozloha (m ²)	Surface Volume - bellow plane heigh objem (m ³)	Surface Volume - above plane heigh objem (m ³)	Zonal Statistic as Table objem (m ³)
1	5 901,33	8 207,44	6 233,57	6 472,05
2	7 667,28	5 457,78	5 642,61	5 950,92
3	7844,59	5 792,31	9 712,55	10 232,86
4	7 890,80	5 496,43	10 322,14	10 905,03
5	9 010,40	11 914,41	9 633,84	10 052,80
6	10 115,97	6 994,36	7 152,82	7 354,35
7	8 846,43	10 521,38	10 631,03	11 280,87
8	9 242,64	9 691,38	17 164,81	17 913,37
9	13 496,71	14 575,00	10 687,04	10 993,00
10	12 865,08	9 601,22	13 173,52	13 648,87
11	19 765,77	15 620,70	24 229,09	24 776,82
12	15 196,20	15 182,57	20 643,47	21 452,19
13	15 442,54	3 371,09	9 101,11	9 370,42
14	17 696,73	29 310,90	25 985,01	26 595,98
15	17 616,12	86 101,61	76 188,84	79 147,30
16	17 909,77	20 254,86	17 821,05	18 334,83
17	19 502,73	34 362,15	19 820,69	20 482,34
18	20 754,17	19 560,18	13 413,18	13 731,98
19	23 881,53	24 392,13	27 654,93	28 322,28
20	14 898,45	17 547,80	34 757,04	35 984,83
21	20 695,84	32 727,93	31 302,73	32 224,82
22	30 048,09	129 020,88	95 879,11	98 316,06
23	27 095,23	34 755,47	16 091,05	16 382,47
24	38 114,94	55 931,67	109 135,73	111 803,41
25	43 639,22	93 827,31	88 773,96	89 774,66
26	32 647,87	42 072,61	38 366,73	39 271,55
27	14 295,96	8 627,71	11 059,04	11 396,19
28	31 312,54	32 196,17	90 457,15	93 285,81
29	51 488,09	59 087,37	109 787,24	111 971,44
30	70 838,44	119 118,85	79 485,69	80 579,41
31	92 231,78	153 548,09	137 861,77	139 340,75
32	146 767,90	321 257,55	339 333,38	342 746,76
suma:		1 436 127,30	1 517 501,91	1 550 096,39
průměr:		44 878,98	47 421,93	48 440,51
minimum:		3 371,09	5 642,61	5 950,92
maximum		321 257,55	339 333,38	342 746,76

Tab. č. 2: Odchyly mezi jednotlivými způsoby výpočtů potenciálního akumulčního prostoru nádrží

identifikovaná nádrž	rozdíl mezi Zonal Statistic as table – Surface Volume Bellow	rozdíl mezi Zonal Statistic as table – Surface Volume Above	rozdíl mezi Surface Volume Above - Surface Volume Bellow
1	-1 735,40	238,48	-1 973,87
2	493,14	308,31	184,83
3	4 440,55	520,31	3 920,24
4	5 408,60	582,89	4 825,71
5	-1 861,61	418,96	-2 280,57
6	359,99	201,53	158,46
7	759,50	649,84	109,65
8	8 221,99	748,56	7 473,43
9	-3 582,00	305,96	-3 887,96
10	4 047,64	475,35	3 572,30
11	9 156,12	547,72	8 608,39
12	6 269,62	808,72	5 460,90
13	5 999,33	269,31	5 730,02
14	-2 714,92	610,97	-3 325,89
15	-6 954,31	2 958,46	-9 912,77
16	-1 920,03	513,78	-2 433,81
17	-13 879,81	661,66	-14 541,46
18	-5 828,20	318,80	-6 147,00
19	3 930,15	667,35	3 262,80
20	18 437,03	1 227,78	17 209,24
21	-503,11	922,09	-1 425,20
22	-30 704,82	2 436,95	-33 141,77
23	-18 373,00	291,43	-18 664,42
24	55 871,74	2 667,68	53 204,05
25	-4 052,65	1 000,70	-5 053,35
26	-2 801,06	904,82	-3 705,88
27	2 768,47	337,15	2 431,33
28	61 089,64	2 828,65	58 260,98
29	52 884,07	2 184,20	50 699,87
30	-38 539,44	1 093,72	-39 633,16
31	-14 207,34	1 478,98	-15 686,33
32	21 489,21	3 413,38	18 075,83
průměr:	3 561,53	1 018,58	2 542,96

Tab. č. 3: Porovnání DMR 5G poskytnutého ČUZK

Objem vypočítán s použitím DMR 5G poskytnutého ČUZK			
identifikovaná nádrž	Surface Volume - bellow plane heigh objem (m³)	Surface Volume - above plane heigh objem (m³)	Zonal Statistic as Table objem (m³)
1	8 926,88	6 053,22	6 525,01
2	5 658,24	5 720,26	6 068,78
3	6 249,02	10 511,78	10 181,42
4	5 741,30	10 631,63	11 011,37
5	12 757,98	9 562,47	10 023,89
8	10 009,69	17 362,81	18 037,02
9	15 843,52	10 234,74	11 106,52
10	10 084,57	13 288,66	13 778,00
12	15 657,27	21 082,62	21 492,29
16	21 575,97	17 750,47	18 340,04
18	19 860,31	13 660,54	13 883,03
19	25 353,65	28 318,78	28 617,92
20	17 728,13	27 114,33	35 996,95
21	33 002,94	32 008,62	32 112,13
22	132 497,93	97 625,35	98 515,07
25	96 082,97	89 112,13	89 780,23
26	43 096,95	40 202,66	39 168,40
28	32 821,02	72 471,55	93 696,02
29	59 872,73	106 344,02	111 885,18
30	129 482,86	79 097,41	80 598,21
32	311 380,17	353 263,94	342 810,84
suma:	1 013 684,09	1 061 418,00	1 093 628,33
průměr:	48 270,67	50 543,71	52 077,54

Tab. č. 4: Porovnání DMR 5G poskytnutého ČUZK online

Průměr objemů vypočítaných s použitím DMR 5G poskytnutého ČUZK online			
	Surface Volume - bellow plane heigh objem (m³)	Surface Volume - above plane heigh objem (m³)	Zonal Statistic as Table objem (m³)
suma:	996 982,17	1 070 245,74	1 092 165,50
průměr:	47 475,34	50 964,08	52 007,88

Tab. č. 5: Změny krajiny

nádrž	50. léta	současnost
1	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
2	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
3	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
4	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
5	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, lesní plochy (okrajově)	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, lesní plochy (okrajově)
6	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	louky
7	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
8	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
9	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
10	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, lesní plochy
11	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
12	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	orná půda, nelesní dřevinná vegetace
13	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
14	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, louky
15	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace

16	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
17	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
18	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, Ovocné sady a keře	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
19	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
20	Lesy	Lesy
21	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, louky	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, louky, pastviny, nelesní dřevinná vegetace
22	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, louky	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, louky
23	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
24	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
25	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
26	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
27	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Orná půda mimo zavlažovaných ploch
28	louky, lesy	louky, lesy
29	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, lesy	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, lesy
30	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, lesy (okrajově)	Orná půda mimo zavlažovaných ploch, lesy (okrajově)
31	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace
32	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace

7. Diskuze

Diskuze je rozdělena do tří částí. První část se věnuje výchozímu zpracování mapových podkladů a porovnání metod, které byly využity pro výpočet objemu identifikovaných nádrží, druhá část hodnotí vliv rozlišení DMR 5G na výsledný vypočtený objem vybraných nádrží. Poslední část diskuze je věnována problematice vývoje krajinného pokryvu a obnovy těchto zaniklých nádrží.

7.1 Výpočet objemu nádrží – porovnání metod a mapových podkladů

Pro identifikaci a vektorizaci zaniklých vodních ploch byly použity mapy II. vojenského mapování dostupné přes WMS služby. K určení stavu a lokace krajinných prvků a hodnocení změn se osvědčují digitalizované historické mapy jako vhodný zdroj informací pro studie jak v tuzemsku, tak v zahraničí (SKALOŠ AND BENDÍKOVÁ, 2009; SENANAYAKE ET AL. 2012; SAN-ANTONIO-GÓMEZ ET AL., 2014). Mapové podklady nemusí být vždy dostupné jako WMS služba, ale jako rastrové podklady ve formátu JPG, TIFF, GIF, PNG a další. V takovém případě je potřeba skenované mapy v programu ArcMap georeferencovat, transformovat do souřadnicového systému podkladové mapy, čímž mohou vznikat nesrovnalosti a odchylky. I z těchto příčin je důležité provést úpravy tvaru nádrže i v návaznosti na další analýzu a práci s digitálním modelem terénu (DAVID AND DAVIDOVÁ, 2015)

K výpočtu objemu akumulčního prostoru v ArcMap bylo použito tří metod. Ať už při práci s digitálním modelem reliéfu dostupným online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c) nebo v mapových listech poskytnutých ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d) byl pozorován ve výsledcích trend, kdy funkce *Surface Volume Bellow* poskytovala nejnižší výsledné hodnoty. Tato funkce počítala objem retenčního prostoru nádrže od zvolené úrovně hladiny ke dnu, tedy hodnotě blížíci se nule. *Surface Volume Above* kalkulovala objem ode dna, kde se hodnota rastru blížila nule, po výšku vodní hladiny. Tento druhý způsob poskytoval výsledek v průměru o 2 542,96 m³ vyšší než předchozí způsob (viz. tab. č. 2: Odchylky mezi jednotlivými způsoby výpočtů potenciálního akumulčního prostoru nádrží). Tento rozdíl není zanedbatelný a mohl by se rovnat objemu některé z menších nádrží. Nejvyšší průměrné výsledky propočítávala funkce *Zonal Statistic as Table*. Od první metody (*Surface Volume Bellow*) se průměrně liší o 3 561,53 m³ a o 1 018,58 m³ od druhé (*Surface Volume Above*). Zonální statistika sčítá jednotlivé

hodnoty buněk – informace o hloubkách nádrže – rastru. Oproti tomu funkce *Surface Volume* propočítává vzdálenosti mezi body nesoucími informaci nikoliv buňkami. Jak je vysvětleno v popisu funkce v programu ArcMap, vzhledem k tomu, že tento výpočet je založen na bodech, nikoliv na buňkách (jako tonální statistika), je objem propočítán s odlišnou výslednou hodnotou, a to může být jeden důvodů nižších výsledných hodnot kalkulace objemu prostoru funkcí *Surface Volume*.

Při podrobném náhledu na dosažené výsledky byly také zjištěny výrazné odchylky u konkrétních nádrží při použití *Surface Volume Bellow*. Menší odchylky jsou pozorovány mezi funkcemi *Zonal Statistic as Table* a *Surface Volume Above*. Výsledky reflektují patrné rozdílné algoritmy, na jejichž základě probíhají propočty objemu. Dalším aspektem je vývoj terénu, který proběhl od momentu zániku nádrží. Často v místě zanikl výpustný objekt, hráz. Z toho důvodu mnohdy netvoří identifikovaná nádrž ideální uzavřený tvar v terénu, následkem čehož jsou výsledky funkcí *Surface Volume* nepřesné. Pro lepší odhad kubatury retenčních prostorů nádrží lze použít tyto tři způsoby i jako eventuální kontrolu výsledků.

7.2 Výpočet objemu nádrží – porovnání vstupních dat a využití DM5 5G

Využití DMR 5G pro vodohospodářské účely prezentují jako vhodné různé studie zaměřené na modelování v oblasti ochrany povrchových i podzemních vod, zpracování projektů a plánovacích dokumentací pro výstavbu retenčních nádrží (jako ochranných protipovodňových opatření atd.) (UHLÍŘOVÁ AND ZBOŘIL, 2009). Také v případě kalkulace retenčního prostoru zaniklých nádrží byla provedena na základě rastru digitálního modelu reliéfu, a to dostupném online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c) a mapových listů poskytnutých ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d). Vyšší podrobnost dat se odrazila na výsledcích – retenční prostor nádrží byl v případě poskytnutých dat odhadnut větší, vyjma výsledků funkce *Surface Volume Above* (viz. tab. č. 5).

Tab. č. 6: Porovnání výsledků s dosažením DMR 5G poskytnutého ČUZK a online

Dosažené rozdíly			
	Surface Volume - below plane height objem (m³)	Surface Volume - above plane height objem (m³)	Zonal Statistic as Table objem (m³)
rozdíl:	16 701,92	-8 827,74	1 462,83

Rozdíl úrovní přesnosti DMR 5G dostupném online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c) a mapových listů poskytnutých ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d) s přihlédnutím k dalším okolnostem, jako jsou změny v terénu (zánik hráze), které proběhly od momentu zániku nádrže, není tolik zásadní. FRAJER ET AL. (2013) uvádí jako další možnost výzkumu v oblasti rekonstrukce těchto zaniklých vodních útvarů využití DMR 5G k průzkumu změny terénu a dna zaniklé vodní nádrže a k identifikaci pozůstatků hráze a výpustných zařízení. Díky tomuto DMR 5G lze tyto zbytky hrází a objektů identifikovat. Mimo to je však nutné přijmout i skutečnost, že DMR 5G odráží současný nikoliv historický stav a to s sebou nese nepřesnosti, které se odráží i ve výše popsané problematice výpočtů.

7.3 Diskuze vývoje krajinného pokryvu a obnovy zaniklých nádrží

Identifikované zaniklé nádrže vstupující do analýzy již podléhaly kritériu výběru – především rozloze vodní plochy a vhodnosti umístění vzhledem k současnému stavu krajinného pokryvu v lokalitě. Zejména bylo bráno na zřetel rozšíření zástavby. Toto posouzení se zakládalo na ortofoto snímcích 50. let a současných leteckých snímcích (GEOPORTAL ČUZK, 2010b). Druhé vojenské mapování (1836 – 1841) od současnosti dělí více jak 170 let. Nicméně pro detailnější posouzení změn mohou být zahrnuty i další mapové podklady (což souvisí i se vstupními podklady pro analýzu). HAVLÍČEK ET AL. (2014) ve studii zaměřené na dlouhodobý vývoj vodních ploch v povodí Kyjovky a Trkmanky v kontextu využití krajiny užívá tyto mapové podklady:

- 2. vojenské mapování v měřítku 1:28 800 (1836 – 1841);
- 3. třetí vojenské mapování v měřítku 1:25 000 (1876);
- Československé vojenské topografické mapování v měřítku 1:25 000 (1953 – 1955);

- Československé vojenské topografické mapování v měřítku 1:25 000 (1991);
- České základní mapy v měřítku 1:10 000 (2010).

Především vojenské topografické mapování po druhé světové válce (1953 – 1955) může poskytnout podrobnější informace o změnách v krajině vyvolaných v důsledku kolektivizace zemědělství nebo naopak poukazují na obnovu vodních útvarů (HAVLÍČEK ET AL., 2014). Právě postmoderní evropská krajina, jak ji popisuje VOS AND MEEKES (1999), je na konci 20. století popisována jako komplexní mozaika různých krajinných typů s rozdílnými úrovněmi antropogenních vlivů na krajinnou transformaci. V České republice jsou s rozvojem krajinného pokryvu jasně spojeny vývoj společnosti a antropogenního působení na hospodaření v krajině. Do období 50. let spadají výrazné změny struktury krajinné mozaiky (SKALOŠ AND KAŠPAROVÁ, 2012). Obecně se kolektivizace a intenzifikace zemědělství spolu s poptávkou po technických plodinách po druhé světové válce dává do souvislosti se scelováním orné půdy, kdy majitelé velkých pozemků reagovali na tento trend odvodněním rybníků (DEMEK ET AL., 2009). Tyto důsledky potvrzují provázanost sociologického rozměru s vodním hospodářstvím. Pokud se soustředíme na konkrétní studijní oblast, lze tyto indikátory propojit i s individuálním rozvojem průmyslu a zemědělství dané lokality. Konkrétní příkladem může být například nádrž č. 19, v jejíž blízkosti se nacházelo JZD, nyní zemědělský komplex. Od devadesátých let je i ze strany vlády ČR směřováno úsilí vedoucí k nápravě škod způsobených jednostrannými technickými zásahy a nevhodným zemědělským a vodohospodářským hospodařením. ROZKOŠNÝ ET AL. (2014) zmiňuje, v rozporu s optimistickou vizí využití údajů o plochách zaniklých historických rybníků, případ 13 povodí, z nichž 6 prošla revitalizacemi se zaměřením na výstavbu nových malých vodních nádrží a mokřadů, nikoliv však s využitím ploch zaniklých historických rybníků. Jako důvody uvádí současné využití území, majetkoprávní poměry, které jsou spojené se zadavatelem revitalizace. Jak v této práci, tak ve studii ROZKOŠNÝ ET AL. (2014), vyplývá, že celá řada zaniklých vodních útvarů by potenciál k obnově měla, ať už jako chovných rybníků či malých vodních nádrží, které jsou víceúčelové a plní funkci hlavní a další funkce vedlejší (protipovodňová/retenční funkce, zvýšení biodiverzity, rekreace, ...) (ŠÁLEK IN HANÁK ET AL., 2008). Šálek (IN ROZKOŠNÝ ET AL. (2014) shledává, že bez zásadních nákladných úprav lze využít cca 10–15 % ploch malých vodních nádrží, které zanikly v různém období. Identifikované zaniklé

nádrže, které splňovaly kritéria pro další analýzu, zejména současný stav lokality, kam se nerozšířila zástavba, se naprosté většině případů nachází vně intravilánu obce. S ohledem na tento společný jmenovatel lze zmínit pozemkové úpravy. Jedním z možných řešení problematiky majetkoprávních vztahů by bylo zahrnutí obnovy zaniklých nádrží do realizací pozemkových úprav. Lokality zaniklých nádrží se především nachází na orné půdě a zemědělských území s příměsí přirozené vegetace, která jsou řešeným územím v rámci obvodu pozemkových úprav. Součástí pozemkových úprav je obnova katastrálního operátu (VLASÁK AND BARTOŠKOVÁ, 2007). VLASÁK AND BARTOŠKOVÁ (2007) zmiňují mapy zjednodušené evidence (mapy pozemkového katastru, přidělového, scelovacího řízení a evidence nemovitostí) s některými vlastnickými hranicemi, které v katastrální mapě chybí.

8. Závěr

Problematicke strategií a opatření proti suchu je věnována stále větší pozornost. Rozsah obnovy a ochrana jednotlivých vodních útvarů se stává hojně diskutovaným tématem, zejména pokud se zařadí jako prvek mezi opatření proti suchu (RHOADS ET AL. 1999). Vodní režim v krajině a vodní hospodářství jsou jedním ze sektorů, na který se soustředí Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (2015b). Významným projektem je také od roku 1992 Program revitalizace říčních systémů, zaměřený na zvýšení retenční schopnosti krajiny a mimo jiné zachycení vody v rybnících, mokřadech a malých nádržích. Bezesporu je otázka obnovy a revitalizace nádrží důležitým předmětem výzkumu.

Práce poskytuje několik výchozích bodů, na které je možné dál navázat. Jedná se o zpřesnění výpočtů ke zjištění retenčního prostoru zaniklých vodních nádrží a také doplnění analýzy o další informace týkající se například údajů z terénu, vzdálenosti vodních toků, které by přiváděly vody do lokalit zaniklých nádrží a další terénní průzkumy zaměřené na stav lokalit, pozůstatky například hráze.

Kromě identifikace zaniklých nádrží potenciálně vhodných pro obnovu jako součást opatření působící proti suchu jsou zde další otázky, které se váží k problematice. Jak již bylo naznačeno v diskuzi, pakliže by se inventarizované nádrže měly obnovit, v první řadě by se musely vyřešit vlastnické vztahy na dotčených pozemcích a stejně tak by obnoveným nádržím ustoupil současný krajinný pokryv. To se může jevit jako jedna z překážek, protože nejen v záležitostech vodního hospodářství je mnohdy snazší prosadit stavbu na tzv. na zelené louce. Inventarizované zaniklé vodní nádrže ve vybraných katastrálních území by se mohly stát součástí realizace pozemkových úprav.

Na území povodí třetího řádu 1-04-02 Cidlina po Berounku s celkovou rozlohou 600 km² bylo identifikováno 32 nádrží, které prošly následnou analýzou s cílem odhadu zadržené kubatury a jsou potenciálně vhodné pro obnovu. Pro část nádrží byl porovnán vliv podrobnosti DMR 5G dostupného online (GEOPORTAL ČUZK, 2010c) a v podobě mapových listů poskytnutých ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d) na výpočet retenčního prostoru. Těchto 32 nádrží tvoří necelou jednu třetinu ze 107 vodních útvarů v zájmovém území povodí. Zároveň je odhadováno, že se v současnosti na území České republiky nalézají přibližně 22 –24 tisíc malých vodních nádrží, což je přibližně třetina z odhadovaných 75 tisíc rybníků z počátku 17. století (ŠARAPATKA ET AL. 2014). Identifikované zaniklé vodní útvary

na historických podkladech mohou pomoci jak ke zvýšení povědomí o vývoji vodního hospodářství a krajiny, tak v současnosti přispět k řešení problematiky sucha v krajině.

9. Literatura

- ASHTON J. P., 2000: *Avoiding Conflicts over Africa's Water Resources*. *Ambio* 31/3: 236-242.
- BARON J. S., POFF N. L., ANGERMEIER P. L., DAHM C. N., GLEICK P. H., HAIRSTON N. G., JR., JACKSON R. B., JOHNSTON C. A., RICHTER B. D., STEINMAN A. D., 2002: *Meeting ecological and Societal needs for freshwater*. *Ecological Applications*, 12(5): 1247–1260.
- BARREIRA A., 2004: *Dams in Europe. The Water Framework Directive and the World Commission on Dam Recommendations: A Legal and Policy Analysis*. online: <http://assets.panda.org/downloads/wfddamsineurope.pdf> cit. 11.11.2018
- BARTHEL, R., JANISCH, S., SCHWARZ, N., TRIFKOVIC, A., NICKEL, D., SCHULZ, C., MAUSER, W., 2008: *An integrated modelling framework for simulating regional-scale actor responses to global change in the water domain*. *Environmental Modelling & Software* xx: 1-27.
- BERAN A., HANEL M., NESLÁDKOVÁ, M., VIZINA A., 2016: *Increasing water resources availability under climate change*. *Procedia Engineering* 162: 448 – 454.
- BIGGS J., WILLIAMS P., WHITFIELD M., NICOLET P., WEATHERBY A. 2005: *15 Years of pond assessment in Britain: Results and lessons learned from the work of Pond Conversation*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15, 6, 693–714.
- BLUNDEN J., ARNDT D. S., EDS., 2013: *State of the Climate in 2012*. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 94 (8), S1–S238.
- BŘEHOVSKÝ M., JEDLIČKA K., 2000: *Úvod do Geografických informačních systémů. Přednáškové texty*. Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd. Plzeň.
- CENIA, ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2017: *Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR v letech 1990–2012*. Praha, online: https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKewiXqvS2jbjaAhVKOJoKHQlyAlcQFghLMAQ&url=http%3A%2F%2Finvenio.nusl.cz%2Frecord%2F361852%2Ffiles%2Fnusl-361852_1.pdf&usg=AOvVaw1Sf3DKb1DneMPO-6lJ-H4r cit. 12.1.2018

- COHIFE, 2003: *Principios rectores de Política Hídrica de la República Argentina. Acuerdo Federal del Agua, Consejo Hidrico Federal, COHIFE 8, Argentina.*
- CRITCHFIELD H. J. 1983: *General Climatology.* Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.
- ČESKO. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011: *ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže.* Praha.
- ČSN 75 2410, 1997: *Malé vodní nádrže.* Český Normalizační Institut, Praha.
- DAVID V., DAVIDOVÁ T., 2015: *Analysis of available retention volume in extinct ponds – case study for Blanice river catchment.* Agriculture and Agricultural Science Procedia 4: 79 – 87.
- DAVIS J.R., ED., 1997: *Managing Algal Blooms. Outcomes from CSIRO's Multi-Divisional Blue-Green Algae Program.* CSIRO Land and Water, Canberra.
- DEMEK J., HAVLÍČEK M., MACKOVČIN P., 2009: *Landscape Changes in the Dyjsko-svratecký and Dolnomoravský Grabens in the period 1764–2009 (Czech Republic).* Acta Pruhoniana, No. 91, p. 23–30.
- DEMEK, J., MACKOVČIN P., BALATKA B., BUČEK A., CIBULKOVÁ P., CULEK M., ČERMÁK P., DOBIÁŠ D., HAVLÍČEK M., HRÁDEK M., KIRCHER K., LACINA J., PÁNEK T., SLAVÍK P., VAŠÁTKO J., 2006: *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR.* MŽP ČR, Brno.
- EVROPSKÁ KOMISE, 2013: *Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu.* Evropská Unie, Brusel.
- FALLOON P., BETTS R., 2009: *Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation—The importance of an integrated approach.* Science of the Total Environment 408: 5667–5687.
- FRAJER J., KLADIVO P., GELETIČ J., 2013: *Reconstruction of extinct ponds using old maps, historical cadastres and the Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 5th Generation.* Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geographica 44 (1), 59–69.
- HALOUNOVÁ L., HOLUBEC V., 2014: *Assessment of flood with regards to land cover changes.* Procedia Economics and Finance 18: 940 – 947.

- HANÁK K., KUPČÁK V., SKOUPIL J., ŠÁLEK J., Tlapák V., ZUNA J., 2008: *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Informační Centrum ČKAIT, Praha.
- HATFIELD J.L. AND PRUGER J.H., 2004: *Impacts of changing precipitation patterns on water quality*. J. Soil Water Conserv. 59: 51-58.
- HAVLÍČEK M., PAVELKOVÁ R., FRAJER J., SKOKANOVÁ H., 2014: *The long-term development of water bodies in the context of land use: The case of the Kyjovka and Trkmanka River Basins (Czech Republic)*. Moravian Geographical Reports, Vol. 22, No. 4, p. 39–50.
- HELMS M., BÜCHELE B., MERKEL U., IHRINGER J., 2002: *Statistical analysis of the flood situation and assessment of the impact of diking measures along the Elbe (Labe) river*. Journal of Hydrology, 267: 94-114.
- HOOIJER M., KLIJN F., PEDROLI G.B.M., VAN OS A.G., 2004: *Towards sustainable flood risk management in the Rhine and Meuse river basins: synopsis of the findings of IRMA-SPONGE*. River Res. Appl., 20: 343–357.
- IGLESIAS A., GARROTE L., 2015: *Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe*. Agricultural Water Management 155: 113–124.
- IGLESIAS A., QUIROGA S., DIZ A., 2011: *Looking into the future of agriculture in a changing climate*. Eur. Rev. Agric. Econ. 38 (3): 427–447.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE), 2001b: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, BATES B.C., Z.W. KUNDZEWICZ, WU S. AND PALUTIKOF J. P., EDS., 2008: *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Secretariat, Geneva.
- JONES P.D., LISTER D.H., JAGGARD K.W., PIDGEON J.D., 2003b: *Future climate impact on the productivity of sugar beet (Beta vulgaris L.) in Europe*. Climatic Change, 58, 93–108.
- JUST T., ŠÁMAL V., DUŠEK M., FIŠER D., KARLÍK P., PYKAL J., 2003: *Revitalizace vodního prostředí*. AOPK, Praha.

- KUNDZEWICZ Z. W., BUDHAKOONCHAROEN S., BRONSTERT A., HOFF H., LETTENMAIER D., MENZEL L., SCHULZE R., 2002: *Coping with variability and change: Floods and droughts*. Natural Resources Forum 26: 263–274.
- LEMMEN D. S. AND WARREN F. J., EDS., 2004: *Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective*. Climate Change Impacts and Adaptation Directorate, Natural Resources Canada. Ottawa, Canada.
- MCBEAN G. AND CO-AUTHORS, 2005: *Arctic Climate: past and present*. Arctic Climate Impacts Assessment (ACIA), Cambridge University Press, Cambridge.
- MIDDELKOOP H., DAAMEN K., GELLENS D., GRABS W., KWADIJK J. C. J., LANG H., PARMET B. W. A. H., SCHÄDLER B., SCHULLA J., WILKE K., 2001: *Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin*. Climatic Change, 49, 105-128.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2015a: *Národní Akční Plán Adaptace na Změnu Klimatu, Implementační dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. MŽP, Česká Republika.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2015b: *Strategie Přizpůsobení se Změně Klimatu v Podmínkách ČR*. MŽP, Česká Republika.
- PAAVOLA J. AND ADGER W., 2002: *Justice and Adaptation to Climate Change*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich.
- PAVELKOVÁ R., FRAJER J., HAVLÍČEK M., NETOPIL P., ROZKOŠNÝ M., DAVID V., DZURÁKOVÁ M., ŠARAPATKA B., 2016: *Historical ponds of the Czech Republic: an example of the interpretation of historic maps*. Journal of Maps, 12:sup1, 551-559.
- PRETEL J., METELKA L., NOVICKÝ O., DAŇHELKA J., ROŽNOVSKÝ J., JANOUŠ D., 2011: *Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření*. ČHMÚ, Praha.
- RHOADS B. L., WILSON D., URBAN M., HERRICKS E. E., 1999: *Interaction between scientists and nonscientists in community-based watershed anagement: emergence of the concept of stream naturalization*. Environmental Management 24: 297–308.
- ROZKOŠNÝ M., DZURÁKOVÁ M., PAVELKOVÁ CHMELOVÁ R., KONVIT I., 2014: *Development of small water reservoirs with water management restoration of*

the landscape with regard to areas of abandoned ponds. Acta Pruhoniana 107: 15–25.

- RUHLAND K. M., PRIESNITZ A., SMOL J. P., 2003: *Paleolimnological evidence from diatoms for recent environmental changes in 50 lakes across Canadian Arctic treeline. Arct. Antarct. Alp. Res.* 35: 110–123.
- SAN-ANTONIO-GÓMEZ C., VELILLA C., MANZANO-AGUGLIARO F., 2014: *Urban and landscape changes through historical maps: The Real Sitio of Aranjuez (1775–2005), a case study. Computers, Environment and Urban Systems*, 44, p. 47–58.
- SENANAYAKE I., DISSANAYAKE D., PUSWEWALA U., 2012: *Analysis of the abundance of abandoned tanks in Hambantota District, Sri Lanka using GIS techniques. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 15, p. 143–150.
- SCHRÖTER D., CRAMER W., LEEMANS R., PRENTICE I. C., ARAÚJO M. B., ARNEL N. W., BONDEAU A., BUGMANN H., CARTER T. R., GRACIA C. A., VEGALEINERT DE LA A. C., ERHARD M., EWERT F., GLENDINING M., HOUSE J. I., KANKAANPÄÄ S., KLEIN R. J. T., LAVORELL S., LINDER M., METZGER M. J., MEYER J., MITCHELL T. D., REGINSTER I., ROUNSEVELL M., SABATÉ S., SITCH S., SMITH B., SMITH J., SMITH P., SYKES M. T., THONICKE K., THUILLER W., TUCK G., ZAEHLE S., ZIERL B., 2005: *Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. Science*, 310: 1333–1337.
- SILANDER J., VEHVILÄINEN B., NIEMI J., AROSILTA A., DUBROVIN T., JORMOLA J., KESKISARJA V., KETO A., LEPISTÖ A., MÄKINEN R., OLLIHA M., PAJULA H., PITKÄNEN I., SAMMALKORPI I., SUOMALAINEN M., VEIJALAINEN N., 2006: *Climate Change Adaptation for Hydrology and Water resources. FINADAPT Working Paper 6, Finnish Environment Institute Mimeographs 336, Helsinki.*
- SKALOŠ J., BENDÍKOVÁ L., 2009: *Analýza vlivu výsadeb porostů rychle rostoucích dřevin na strukturu krajiny – návrh metody s využitím starých map a leteckých snímků. Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 35–44.
- SKALOŠ J., KAŠPAROVÁ I., 2012: *Landscape memory and landscape change in relation to mining. Ecological Engineering* 43. S. 60-69.
- SKLENÁŘ J., BRÁZDIL R., 2012: *Vliv vodní nádrže Víř na maximální roční a povodňové průtoky na horní Svratce. Geografie* 2: 117.

- SOBÍŠEK B. ED., 1993: *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Academia, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.
- SOMLYÓDY. L., 2002: *Strategic Issues of the Hungarian Water Resources Management*. Academy of Science of Hungary, Budapest.
- STERN N., 2007: *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SVOBODA J., VAŠKŮ Z., CÍLEK V., 2003: *Velká kniha o změně klimatu zemí Koruny české*. Regia, Praha.
- ŠARAPATKA B., PAVELKOVÁ CHMELOVÁ R., FRAJER J., 2014: *The Development of Pond-Management as an Integral Part of the Cultural Inheritance of the Czech Republic Focusing on the Situation from the Mid-19th Century*. *Životné prostredie*, 2014, 48, 1, p. 29 – 32.
- ŠMRHALOVÁ, Z., 2014: *Lakes and man-made reservoirs are key components of terrestrial hydrological systems*. Diplomová práce. Vedoucí práce: RNDr. Jan Kocum, Ph.D., Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie. Praha.
- TREML P., 2012: *Největší hydrologická sucha 20. století*. Patery 2012 – Extrémní hydrologické jevy v povodích, Workshop Adolfa, Brno.
- TRENBERTH K. E. AND HOAR T. E., 1997: *El Niño and climate change*. *Geophysical Research Letters* 24/ 23: 3057-3060.
- TRNKA M., DUBROVSKI M., ZALUD Z., 2004: *Climate change impacts and adaptation strategies in spring barley production in the Czech Republic*. *Climatic Change*, 64, 227–255.
- UHLÍŘOVÁ K., ZBOŘIL A., 2009: *Možnosti využití laserového skenování povrchu pro vodohospodářské účely*. *VTEI* 51 (6), 11–15.
- VILLAGRÁN DE LEÓN J., SCOTT J., CÁRDENAS C. AND THOMPSON S., 2003: *Early Warning Systems in the American Hemisphere: Context, Current Status, and Future Trends*. Final Report. Hemispheric Consultation on Early Warning, Antigua.
- VLASÁK J., BARTOŠKOVÁ K., 2007: *Pozemkové úpravy*. ČVUT, Praha.
- VOS V., MEEKES H., 1999: *Trends in European cultural land-scape development: perspectives for a sustainable future*. *Landscape and Urban Planning* 46: 3–14.

- VRÁNA K., DOSTÁL T., ZUNA J., KENDER J., 1998: *Krajinné Inženýrství*. Informační Centrum ČKAIT, Praha.
- VRÁNA, K.; BERAN, J. 1993: *Rybníky a účelové nádrže*. ČVUT, Praha.
- ZAJAC Z., REVILLA-ROMERO B., SALAMON P., BUREK P., FEYERA A. HIRPA F. A., BECK H., 2017: *The impact of lake and reservoir parameterization on global streamflow simulation*. Journal of Hydrology 548: 552–568.

mapové podklady:

- CENIA, 2008: II. vojenské mapování, česká informační agentura životního prostředí, Praha, online: zdroj: http://cenia.cz/web/www/web-nav2.nsf/newstable_archive cit. 11.2.2018
- DIBAVOD, 2010: *Digitální Báze Vodohospodářských dat. A-05 Vodní nádrže*. T. G. Masaryk Water Research Institute, public research institution, Praha, online: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27&PHPSESSID=5fd2582be7a014e6740516672208c848> cit. 11.2.2018
- GEOPORTAL ČUZK, 2010a: *Prohlížečí služba WMS - ZM 10*. Praha, online: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(ooqqdaus3evlyitzgs0ocauv\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZM10-P&metadataXSL=metadata.sluzba&menu=3115](http://geoportal.cuzk.cz/(S(ooqqdaus3evlyitzgs0ocauv))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ZM10-P&metadataXSL=metadata.sluzba&menu=3115) cit. 11.2.2018
- GEOPORTAL ČUZK, 2010b: *Ortofoto České republiky – úvod*. Praha, online: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(wz4uy12vqdpr55uxci31qa1h\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto](http://geoportal.cuzk.cz/(S(wz4uy12vqdpr55uxci31qa1h))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto) cit. 11.2.2018
- GEOPORTAL ČUZK, 2010c: *Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)*. Praha, online: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(w2sqvojpbahndphcrkxzs2oh\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](http://geoportal.cuzk.cz/(S(w2sqvojpbahndphcrkxzs2oh))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302) cit. 11.2.2018
- GEOPORTAL ČUZK, 2010d: *Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)*. Praha, mapové listy HORI31_5g, HORI32_5g, HORI33_5g, HORI41_5g, HORI42_5g, HORI43_5g, HORI50_5g, HORI60_5g, HORI86_5g, HORI87_5g, JICI18_5g, JICI19_5g, JICI28_5g,

JICI29_5g, JICI59_5g, JICI69_5g, online:

[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(w2sqvojpbahndphcrkxzs2oh\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](http://geoportal.cuzk.cz/(S(w2sqvojpbahndphcrkxzs2oh))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302) cit. 11.2.2018

· GEOPORTAL ČUZK, 2010e: *Ortofoto snímky 50. léta, Česká republika – úvod*. Praha, online:

[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(0arqb5yv3ayvap35jx4vqbtq\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto](http://geoportal.cuzk.cz/(S(0arqb5yv3ayvap35jx4vqbtq))/default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto) cit. 11.2.2018

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. č. 1: Přehledová mapa povodí 1-04-02 a lokalizace v rámci území ČR

Obr. č. 2: Vizualizace funkce Surface Volume a výstup s informacemi o vybrané ploše (zdroj: ESRI, ArcGis, Tool help)

Obr. č. 3: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové mapě II. vojenského mapování

Obr. č. 4: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové Základní mapě ČR

Obr. č. 5: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové Základní mapě ČR

Obr. č. 6: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 a DMR 5G na mapovém listě poskytnutém ČUZK

Obr. č. 7: Místo, kde se nádrž č. 25 původně nacházela a Lukavecký potok

Obr. č. 8: Mapový výstup zobrazující vektorový tvar identifikované zaniklé nádrže č.: 25 na podkladové ortofotomapě 50. let

Obr. č. 9: Identifikované zaniklé vodní nádrže

SEZNAM TABULEK:

Tab. č. 1: Přehled identifikovaných nádrží a zjištěných objemů z DMR 5G dostupného online

Tab. č. 2: Odchytky mezi jednotlivými způsoby výpočtů potenciálního akumulčního prostoru nádrží

Tab. č. 3: Porovnání DMR 5G poskytnutého ČUZK

Tab. č. 4: Porovnání DMR 5G poskytnutého ČUZK online

Tab. č. 5: Změny krajiny

Tab. č. 6: Porovnání výsledků s dosažením DMR 5G poskytnutého ČUZK a online

10. Přílohy

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha č. I: Tab.: Rozdělení malých vodních nádrží podle ČSN 2410

Příloha č. II: Tab.: Třídy CORINE Land Cover

Příloha č. III: Mapové listy DMR 5G poskytnuté ČUZK (GEOPORTAL ČUZK, 2010d)

Příloha č. IV: Identifikované zaniklé nádrže (II. vojenské mapování) a současné nádrže (2017)

Příloha č. V: Zbytky hráze zaniklé nádrže č. 25 (v levé části fotografie, navazující na levý břeh Lukaveckého potoka)

Příloha č. VI: Lokalita zaniklé nádrže č. 25

Rozdělení malých vodních nádrží podle ČSN 2410

<p>Zásobní nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - vodárenské - průmyslové - závlahové - energetické - kompenzační - zálohové - retardační - aktivizační 	<p>Ochranné (retenční) nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - suché retenční (poldry) - retenční nádrže s malým zásobním prostorem - protierozní - dešťové - vsakovací (infiltrační) - nárazové
<p>Nádrže upravující vlastnosti vody</p> <ul style="list-style-type: none"> - chladicí - přehřívací - usazovací - aerobní biologické - anaerobní biologické - dočišťovací biologické 	<p>Rybochovné nádrže (speciální rybníky)</p> <ul style="list-style-type: none"> - výtěrové a třecí rybníky - plůdkové výtažníky - komorové rybníky - hlavní rybníky - hlavní rybníky - speciální komory - sádky - karanténní rybníky
<p>Hospodářské nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - proti požární - pro chov drůbeže - pro pěstování vodních rostlin - napájecí a plavící - výtopové zdrže 	<p>Speciální účelové nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - recirkulační - vyrovnávací - přečerpávací - rozdělovací - splavovací (klauzury) - závlahové vodojemy
<p>Asanační nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - záchytné - skladovací - otevřené vyhnívací - rekultivační - laguny 	<p>Rekreační nádrže</p> <ul style="list-style-type: none"> - přírodní koupaliště - pro plavání a vodní sporty
<p>Nádrže krajinnotvorné a v obytné zástavbě</p> <ul style="list-style-type: none"> - hydromeliorační - okrasné - návesní rybníčky - umělé mokřady 	<p>Nádrže na ochranu bioty</p> <ul style="list-style-type: none"> - na ochranu flory - na ochranu fauny

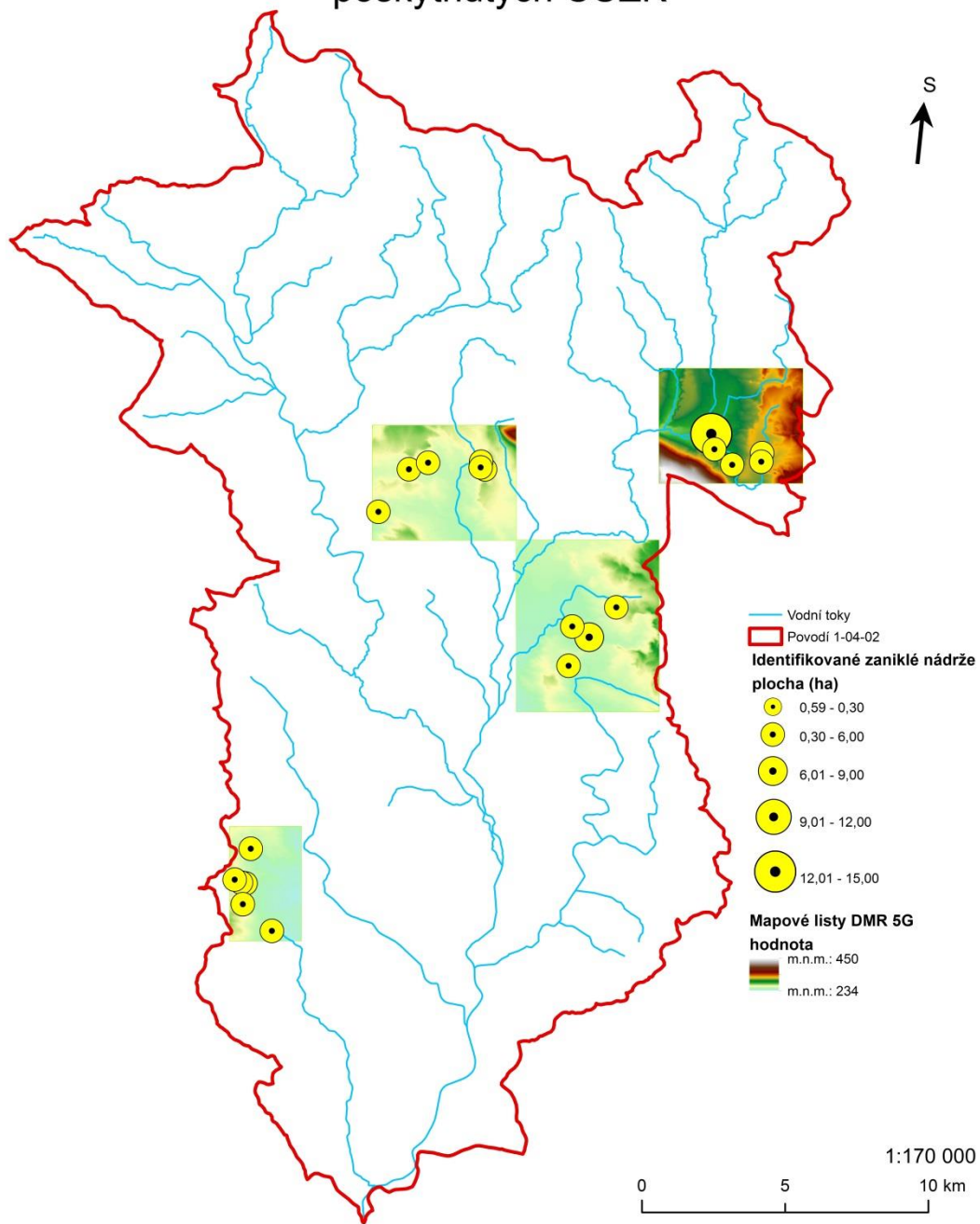
Třídy CORINE Land Cover

1 Urbanizovaná území	1.1 Obytné plochy	1.1.1 Městská souvislá zástavba	
		1.1.2 Městská nesouvislá zástavba	
	1.2 Průmyslové a obchodní zóny, komunikační síť	1.2.1 Průmyslové nebo obchodní zóny	
		1.2.2 Silniční a železniční síť a přilehlé prostory	
		1.2.3 Přístavní zóny	
		1.2.4 Letiště	
	1.3 Doly, skládky a staveniště	1.3.1 Těžba hornin	
		1.3.2 Skládky	
		1.3.3 Staveniště	
	1.4 Plochy umělé, nezemědělské zeleně	1.4.1 Plochy městské zeleně	
		1.4.2 Zařízení pro sport a rekreaci	
	2 Zemědělské plochy	2.1 Orná půda	2.1.1 Orná půda mimo zavlažovaných ploch
			2.1.2 Plochy stále zavlažované
2.1.3 Rýžová pole			
2.2 Stálé kultury		2.2.1 Vinice	
		2.2.2 Ovocné sady a keře	
		2.2.3 Olivové porosty	
2.3 Pastviny		2.3.1 Louky	
2.4 Různorodé zemědělské plochy		2.4.1 Roční kultury přidané ke stálým kulturám	
		2.4.2 Komplexní systémy kultur a parcel	
		2.4.3 Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	
		2.4.4 Území zemědělskolesnická	

3 Lesy a polopřirodní oblasti	3.1 Lesy	3.1.1 Listnaté lesy
		3.1.2 Jehličnaté lesy
		3.1.3 Smíšené lesy
	3.2 Plochy s křovinnou a travnatou vegetací	3.2.1 Přírodní pastviny
		3.2.2 Slatiny a vřesoviště, křovinaté formace
		3.2.3 Sklerofylní vegetace
		3.2.4 Přechodová stadia lesa a křoviny
	3.3 Otevřené plochy s malým zastoupením vegetace nebo bez vegetace	3.3.1 Pláže, duny, písky
		3.3.2 Holé skály
		3.3.3 Oblasti s řídkou vegetací
		3.3.4 Vypálené oblasti
		3.3.5 Ledovce a věčný sníh
4 Humidní území	4.1 Vnitrozemská humidní území	4.1.1 Vnitrozemské bažiny
		4.1.2 Rašeliniště
	4.2 Přímořská humidní území	4.2.1 Přímořské bažiny
		4.2.2 Slané bažiny
		4.2.3 Příbřežní zóny
	5 Vodní plochy	5.1 Pevninské vody
5.1.2 Vodní plochy		
5.2 Mořské vody		5.2.1 Laguny
		5.2.2 Ústí řek
		5.2.3 Moře a oceány

Příloha č. II

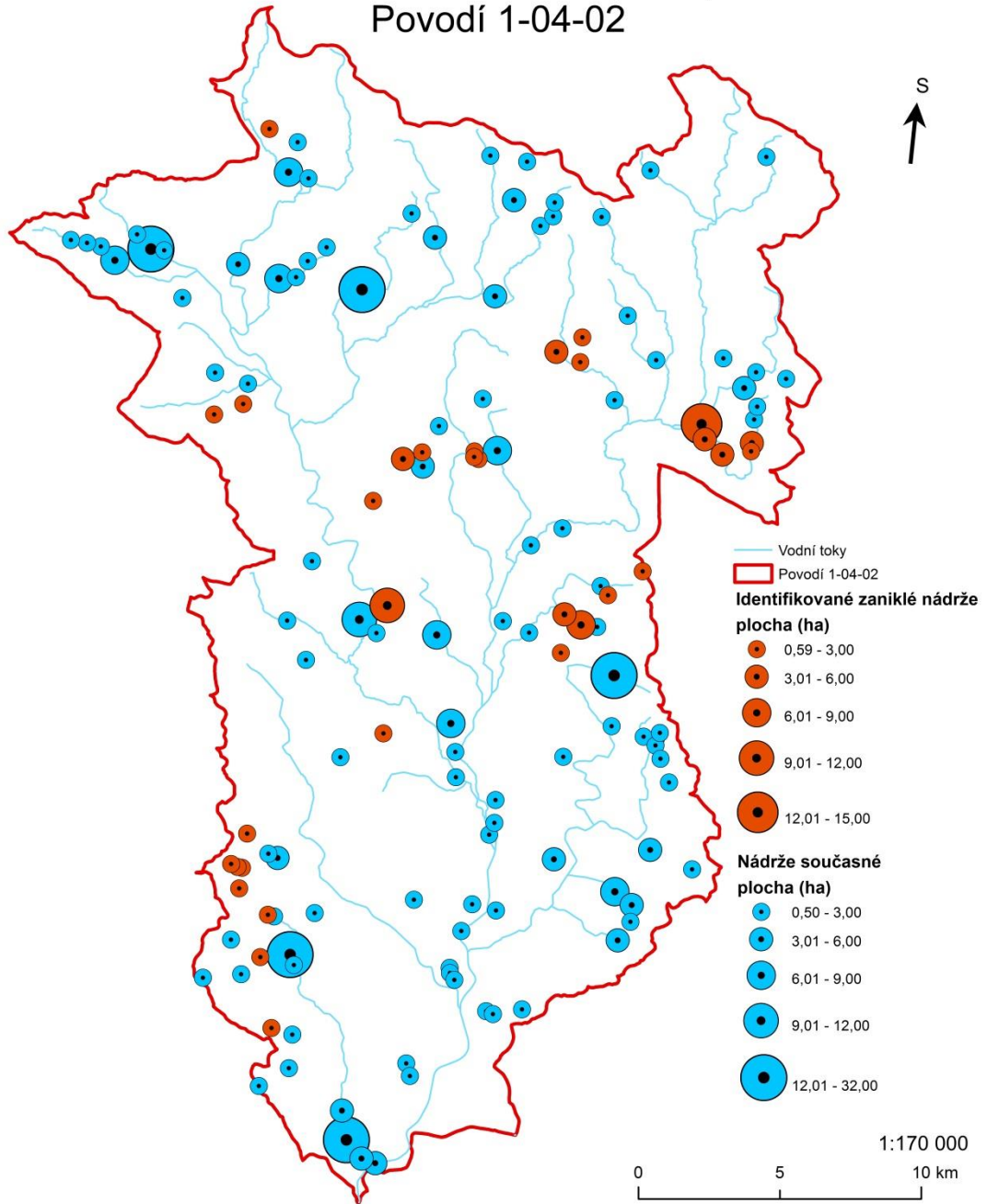
Nádrže nacházející se na mapových listech DMR 5G poskytnutých ČUZK



Zdroj mapových podkladů:
DIBAVOD, 2010: Digitální Báze Vodohospodářských dat
mapové listy DMR 5G poskytnuté ČUZK

Zpracovala: Barbora Mansfeldová, 2018,
Fakulta životního prostředí,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Identifikované zaniklé (II. vojenské mapování)
a současné nádrže (2017)
Povodí 1-04-02



Zdroj mapových podkladů:
DIBAVOD, 2010: Digitální Báze Vodohospodářských dat

Zpracovala: Barbora Mansfeldová, 2018,
Fakulta životního prostředí,
Česká zemědělská univerzita v Praze

Příloha č. IV



Příloha č. V



Příloha č. VI