

## NÁDRŽE V SYSTÉME PROTIPOVODŇOVÝCH A PROTIERÓZNYCH OPATRENÍ V POVODÍ HORNÍ OPAVY

Miriam Dzuráková , Karel Drbal

Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, v.v.i., Mojžírovo nám.16  
612 00 Brno, Česká republika  
miriam\_dzurakova@vuv.cz  
karel\_drbal@vuv.cz  
www.vuv.cz

**Abstrakt.** Ochranné nádrže sa navrhujú ako účinné protipovodňové a protierózne opatrenia na akumuláciu, retenciu, retardáciu a infiltráciu povrchového odtoku a na usadzovanie naplavených sedimentov. Často sú navrhované vo forme záverečných prvkov protipovodňovej a protieróznej ochrany v systéme komplexných ochranných opatrení v ploche daného povodia spolu s ďalšími prvkami, ako sú biotechnické a technické líniové riešenia, agrotechnické a organizačné opatrenia. Tieto navyše výraznou mierou prispievajú k úprave splaveninového režimu, zvýšeniu retenčnej schopnosti krajiny a jej ekologickej stability. V záujmovom území tzv. horní Opava boli posudzované návrhy prietochných ochranných nádrží v subpovodiach vybraných tokov. Technické parametre nádrží boli navrhované na maximálnu ochranu pred dôsledkami javov s dobou opakovania 100 rokov, ktoré príčinne vyplývajú z privalových zrážok. Priestorové vymedzenie vyplynulo z radu štúdií, ktoré boli spracované k povodňovej problematike a tematike erózných javov v povodí Opavy v období rokov 1998 – 2005. Prostredie GIS a jeho nástroje boli využité na výpočet a stanovenie základných smerodajných charakteristík a parametrov všetkých navrhovaných nádrží, ako aj na posúdenie vhodnosti daných lokalít z hľadiska ich väzieb, či prípadných kolízií s ďalšími funkciami územia záujmovej oblasti. Na základe takto získaných charakteristík a ďalších z nich odvodených parametrov nádrží bolo vypracované hodnotenie ich efektivity a kategorizácia a realizovaný výber finálne doporučených profilov nádrží.

**Klíčová slova:** protipovodňové opatrenia, protierózne opatrenia, horní Opava, ochranné nádrže, privalové zrážky, GIS

**Abstract.** Reservoirs at the flood and erosion control system in the Upper Opava river basin. Flood-control reservoirs are designed as a effective part of flood and erosion control systems for accumulation, retention, retardation and infiltration of surface runoff and suspended matter sedimentation. In the most cases, they are designed as final elements of the erosion and flood control system in the selected river basin area. The other components of this system are biotechnical and technical line solutions, agricultural and organizing disposals. They contribute to sediment regime regulation, to increasing of a surface retention of a region and its ecological stability. Suitability and efficiency of proposals of flow flood-control reservoir profiles in the selected watercourses river-basins was explored in the area of interest so-called the Upper Opava. The reservoirs technical parameters were designed in view of maximal protection against one hundred years repetition period effects which result from the rainstorms. The spatial delimitation of these profiles ensue from a number of the flood control and erosion effect studies in the

Opava river basin in the years 1998 – 2005. GIS environment and its tools were used for determination of decisive characteristics and parameters for all proposed reservoirs and also for evaluation of reservoir locations in light of their relations or eventual collision with other area functions of the interest area. The reservoirs effectiveness evaluation, categorization and the final choice of recommended reservoir profiles were realized on the basis of these acquired reservoirs characteristics and other derived data.

**Keywords:** flood control, erosion control, Upper Opava, flood-control reservoirs, rainstorms, GIS

## 1 Úvod

Plán hlavních povodí České republiky ukládá vypracovat koncepcie přírode blízkých protipovodňových opatření pro vybrané prioritné oblasti. Jednou z nich je i povodie Opavy.

V náväznosti na plnenie uznesenia vlády ČR č. 220 zo dňa 12.3.2007 k návrhu postupu realizácie opatrení na ochranu pred povodňami v povodí horného toku rieky Opavy bol Ministerstvom životního prostředí ČR zadaný k riešeniu projekt “Návrh strukturálního řešení protierozních a protipovodňových opatření v povodí horní Opavy“. Súčasťou tohto komplexného návrhu opatrení je i návrh systému ochranných retenčných nádrží na danom území.

## 2 Vymedzenie územia

Zájmové územie tzv. horní Opavy je vymedzené hranicami povodia rieky Opavy od záverečného profilu na sútoku Opavy s riekou Moravice. Dielčie povodie rieky Moravice nie je súčasťou záujmovej oblasti.

Najväčšími mestami v sledovanom území sú Opava, Krnov, Město Albrechtice a Vrbno pod Pradědem.

## 3 Suché ochranné nádrže

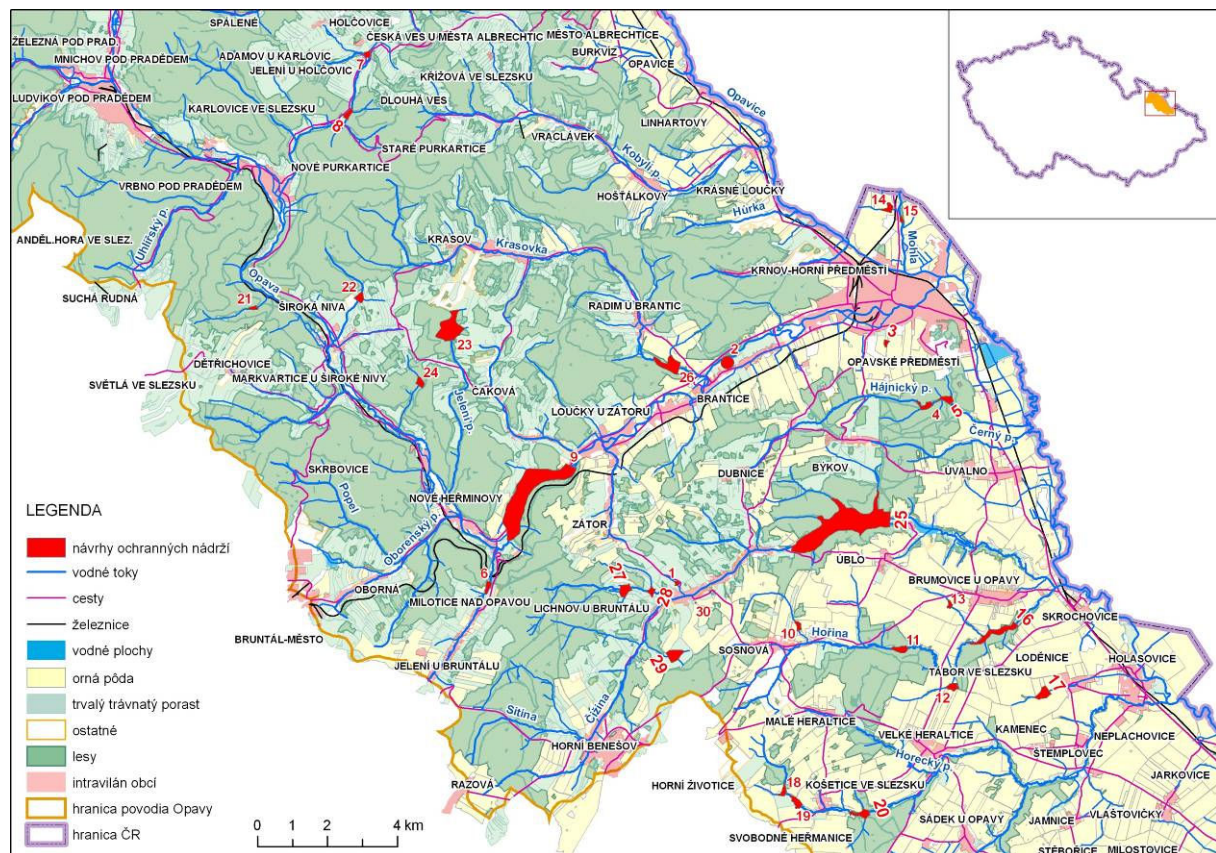
Ochranné nádrže sú najčastejšie navrhované vo forme záverečných prvkov protipovodňovej a protieróznej ochrany v systéme komplexných ochranných opatrení v danom povodí spolu s ďalšími prvkami protipovodňovej ochrany. Pri ich projektovaní je nutné, aby ich záchytný priestor bol dostatočne veľký na zadržanie príslušného objemu vody z príválových zrážok alebo jarného topenia sa snehu, pretože ich hlavnou úlohou je znižovať dočasne zvýšený povrchový odtok, a tým obmedzovať záplavy nižšie položených území, hlavne zastavaných častí obcí a tiež zachytávať transportované splaveniny.

V prípade návrhu nádrží bol uprednostnený ochranný účinok na teoretické zaťaženie s dobou opakovania 100 rokov, ktoré môže vyplývať z príválových zrážok.

### 3.1 Priestorové vymedzenie navrhovaných nádrží

Priestorové vymedzenie profilov hrádzi uvažovaných suchých ochranných nádrží v povodí horní Opavy vyplývalo z radu štúdií spracovaných k problematike povodní a erózných javov v povodí Opavy v období rokov 1998-2005.

Celkovo bola posudzovaná vhodnosť a efektivita návrhov 29 prietochných ochranných nádrží v subpovodiach 24 tokov záujmovej oblasti a jednej nádrže situovanej na občasnom toku (Obr. 1.).



**Obr. 1.** Priestorové vymedzenie návrhov profilov suchých ochranných nádrží v povodí horní Opavy

### 3.2 Stanovenie parametrov nádrží

Pre každú posudzovanú nádrž bolo nevyhnutné vypočítať vybrané parametre a charakteristiky, ktoré následne slúžili k primárnemu výberu doporučených ochranných nádrží.

Prehľad hodnotených parametrov nádrží:

- Účel nádrže, resp. význam z hľadiska ochrany pred účinkami povodní: 1 – kľúčový prvok, 2 – prvok lokálneho významu, 3 – sprievodný prvok
- Plocha povodia k profilu hrádze (subpovodie ovládané nádržou)
- Plocha a objem nádrže (priestoru akumulácie)
- Parametre hrádze: výška hrádze a objem násypu
- Objemový súčiniteľ: pomer objemu nádrže k objemu hrádze
- Objem priameho odtoku (SCS – povrchový a hypodermický odtok)
- Kvantifikácia odnosu splavenín
- Ochrana sídiel: väzby a kolízie s intravilánom obcí a rozptýlenou zástavbou
- Väzby, príp. kolízie s ďalšími funkciami územia (infraštruktúra, chránené územia, záplavové čiary pri  $Q_{100}$ )

**Objem priameho odtoku.** V navrhovaných profiloch boli realizované hydrologické výpočty, pomocou ktorých boli kvantifikované základné charakteristiky priameho odtoku, predovšetkým *objem priameho odtoku a kulminačný prietok*. Na výpočet bola použitá metóda čísiel odtokových kriviek, a to jednak v klasickej podobe a tiež v modifikácii hydrologického modelu DesQ.

Na odhad N-letých návrhových prietokov a priebehov povodňových vln v podmienkach subpovodí s plochou nad 10 km<sup>2</sup>, ktoré môžu byť ovládané navrhovanými nádržami, boli použité postupy hydrologickej analógie, ktoré využívajú poznatky o hodnotách špecifických odtokov predovšetkým s dobou opakovania 100 rokov.

**Parametre nádrží získané analýzou a výpočtami v prostredí GIS.** Hodnoty plôch subpovodí ovládaných nádržami, plochy a objemy nádrží a základné parametre hrádzi boli stanovené analýzou a výpočtami v prostredí GIS, konkrétne využitím nástrojov ArcEditoru 9.2 a jeho nadstavieb 3D Analyst a Spatial Analyst.

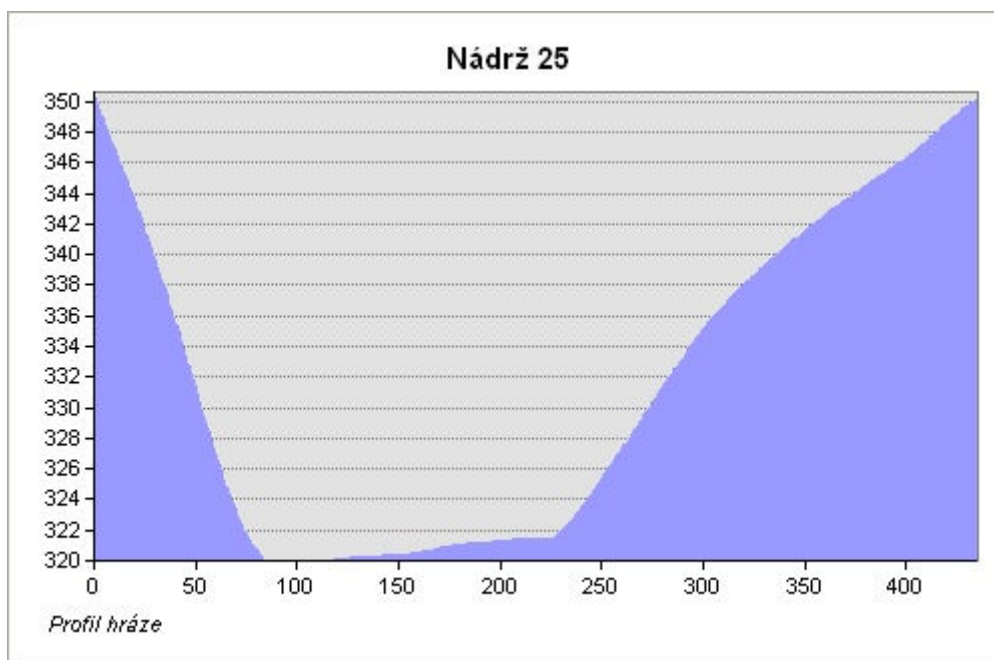
*Plocha a objem nádrže*, ktoré exaktne vyjadrujú mieru vhodnosti morfológických podmienok na akumuláciu vody nielen počas povodňovej situácie, boli stanovované vždy pre rôzne výšky hrádze. Výpočet vychádzal z informácií o teréne obsiahnutých v digitálnom modeli DMT TOPOGRID (s veľkosťou bunky 10x10m) odvodenom z vrstevníc ZABAGED.

Pri výpočte charakteristík hrádze – *výšky hrádze* a približného *objemu násypu* v definovaných profiloch boli uvažované tieto základné parametre hrádze: šírka v korune hrádze 5m, sklony vzdušného a návodného líca rovnako 1:2,5.

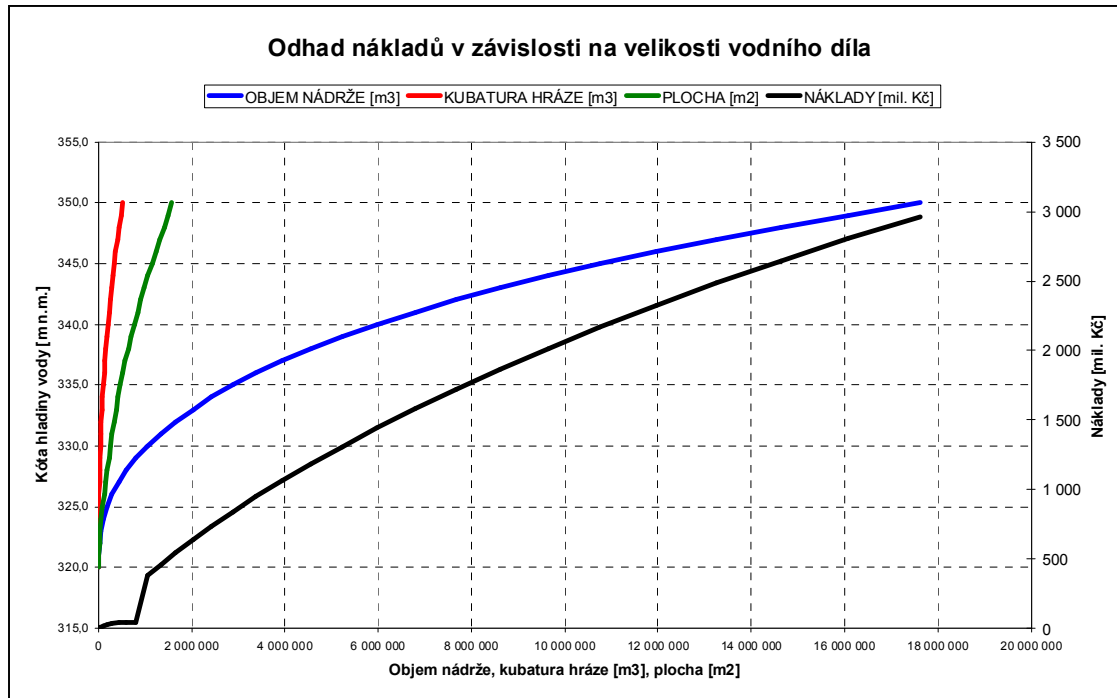
Na základe týchto parametrov bol stanovený hrubý *odhad nákladov* na výstavbu nádrží v závislosti od zvolenej veľkosti vodného diela.

**Tabuľka 1.** Základné parametre navrhovanej nádrže č. 25 – Pocheň (u Lichnova)

Nadmorská výška (m)	Výška hrádze (m)	Dĺžka hrádze (m)	Kubatúra hrádze (m <sup>3</sup> )	Plocha nádrže (m <sup>2</sup> )	Objem nádrže (m <sup>3</sup> )
330	10	221,1	45912,38	262212,24	1060287,06
331	11	228,6	56156,83	300688,12	1343016,26
332	12	236,2	67574,77	331231,87	1658980,34
333	13	244,2	80203,17	388349,36	2026360,27
334	14	252,3	94081,66	427381,75	2434432,06
335	15	261,3	109251,25	475920,82	2887821,25
336	16	270,8	125757,15	523751,58	3387064,91
337	17	280,9	143646,29	580708,35	3939763,41
338	18	291,4	162968,31	639399,23	4548918,65
339	19	302,3	183776,12	710379,4	5230023,48
340	20	307	206125,65	776297,19	5971629,39

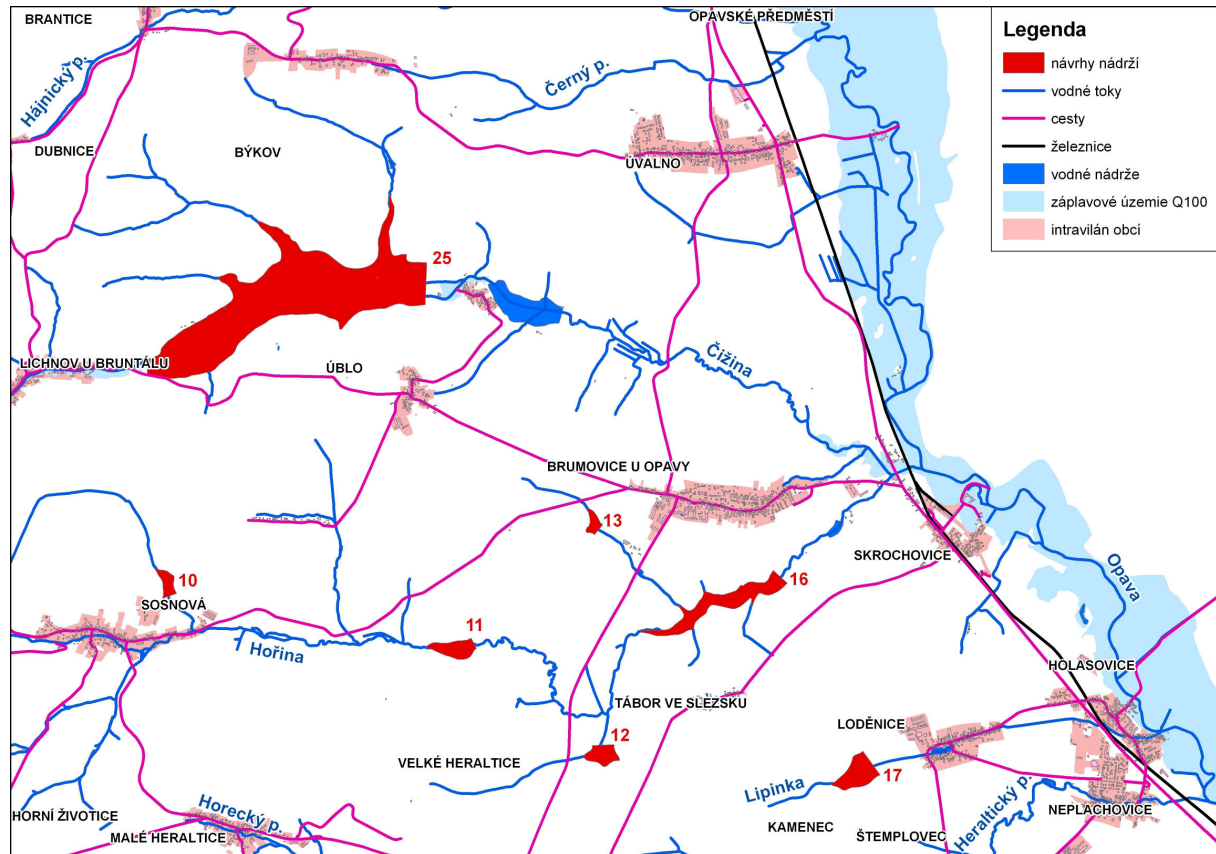


**Obr. 2.** Priečný rez profilom lokalizácie hrádze navrhovanej nádrže č. 25 – Pocheň (u Lichnova)



**Obr. 3.** Odhad nákladov na výstavbu navrhovanej nádrže č. 25 – Pocheň (u Lichnova) v závislosti na zvolenej veľkosti vodného diela

Vhodnosť vybraných lokalít z hľadiska ich väzieb, či prípadných konfliktov s ďalšími funkciami územia bola posudzovaná s využitím vybraných tematických vrstiev ZABAGED (intravilán obcí, rozptýlená zástavba, infraštruktúra územia), vrstiev chránených území a záplavovej čiary pri  $Q_{100}$ .



**Obr. 4.** Priestorová lokalizácia návrhov nádrží vzhľadom k zástavbe, infraštruktúre a zaplavenému územiu pri  $Q_{100}$

### 3.3 Výber doporučených profilov nádrží

Všetky vyššie uvedené stanovované parametre a charakteristiky navrhovaných nádrží boli následne zohľadnené v procese primárneho výberu doporučených nádrží. Bola zhodnotená efektivita a vhodnosť navrhovaných profilov, realizovaná ich kategorizácia a vybrané návrhy nádrží boli doporučené k ďalšiemu podrobnejšiemu spracovaniu (Tabuľka 2, Obr. 5).

Z ďalšieho riešenia boli tiež vyňaté návrhy nádrží č. 9 – Nové Heřminovy a č. 26 – Radim, ktoré v danom záujmovom území môžu plniť kľúčovú funkciu z hľadiska ochrany pred povodňami, a preto ich ďalšie štúdie boli zahrnuté do prác pre Plán oblasti povodí Odry.

**Tabuľka 2.** Prehľad hodnotených parametrov doporučených návrhov profilov suchých nádrží

#	Nádrž	Tok	Druh nádrže	Riečny km	Predp. účel	Plocha povodia [km <sup>2</sup> ]
3	Krnov I	občasný tok	prietočná	občasný tok	2-3	1,1
5	Hájnický potokII	Hájnický potok	prietočná	2,52	2-3	9,6
8	Jelení II	Kobylí potok	prietočná	4,13	3	8,0
16	Brumovice II	Hořina	prietočná	1,68	1	30,3
17	Loděnice	Lipinka	prietočná	3,11	2	2,0
20	Košetice III	Heraltický potok	prietočná	13,75	1	11,5
25	Pocheň (u Lichnova)	Čižina	prietočná	6,67	1	59,7
27	Lichnov II	Tetřevský potok	prietočná	1,32	2	5,3
28	Lichnov III	Tetřevský potok	prietočná	0,61	2	8,1
29	Lichnov IV	občasný tok	prietočná	0,85	2	1,4

**Tabuľka 2.** Pokračovanie

#	Nádrž	Výška hrádze [m]	Objem násypu [tis.m <sup>3</sup> ]	Objem nádrže celkový [tis.m <sup>3</sup> ]	Objemový súčiniteľ [-]	Chránená obec [-]	Vzd. nádrž – obec [km]
3	Krnov I	9,28	18,77	54,6	2,91	Krnov	0,36
5	Hájnický potokII	10,50	34,37	254,3	7,40	Brantice	4,73
8	Jelení II	8,20	22,18	125,88	5,67	Karlovice	2,9
16	Brumovice II	14,00	53,86	1 129,17	20,97	Skrochovice, Holasovice	1,68
17	Loděnice	6,50	13,21	116,19	8,80	Loděnice,Holasovic e	0,5
20	Košetice III	10,50	33,29	374,24	11,24	Velké Heraltice	2,55
25	Pocheň (u Lichnova)	14,00	94,08	2 026,36	21,54	Pocheň	0,36
27	Lichnov II	10,95	24,88	137,33	5,52	Lichnov u Bruntálu	1,13
28	Lichnov III	12,50	73,45	225,64	3,07	Lichnov u Bruntálu	0,42
29	Lichnov IV	5,50	9,69	43,15	4,45	Lichnov u Bruntálu	1,18

**3.4 Zdroje používaných dát**

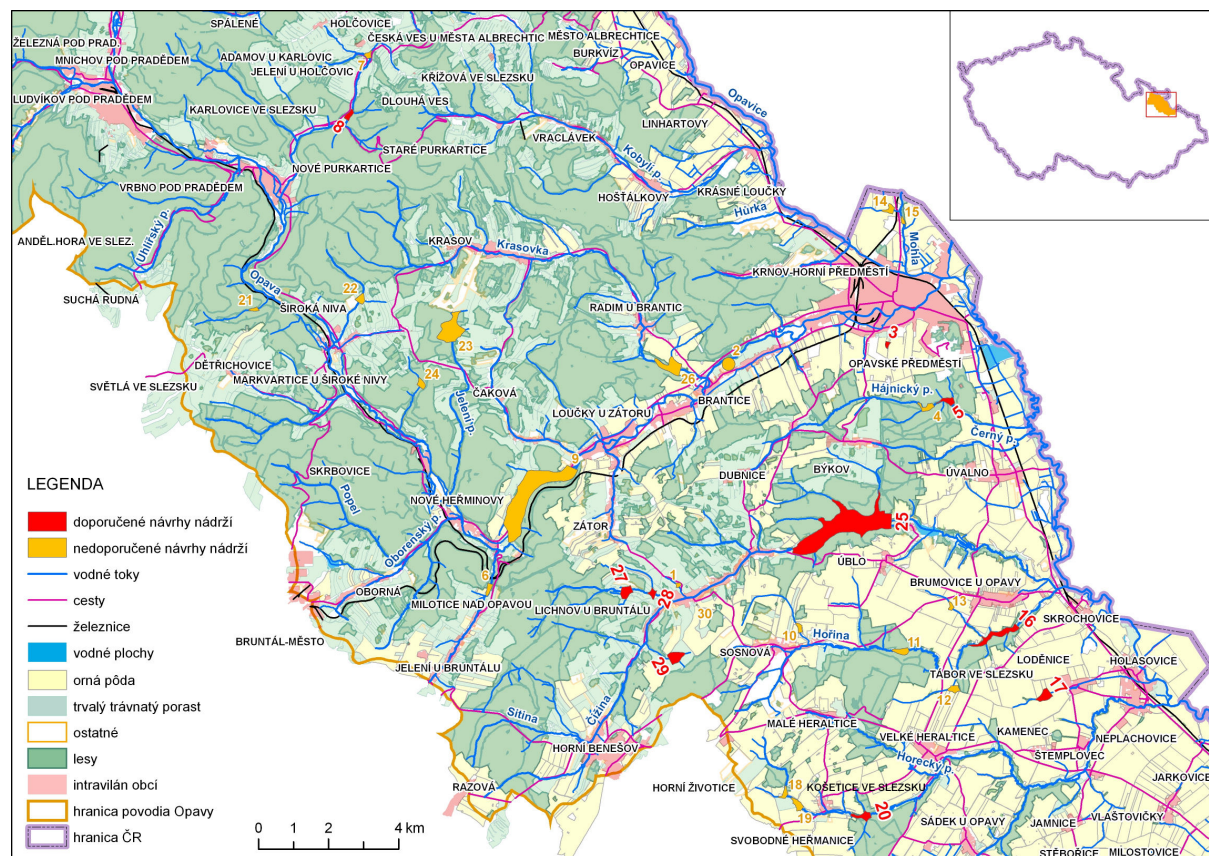
- ZABAGED: ČÚZK
- DIBAVOD: VÚV T.G.M., v.v.i.
- ortofotomapy: EKOTOXA, GEODIS
- LPIS: MZe

## 4 Záver

System ochranných nádrží bol navrhnutý ako súčasť komplexu ochranných opatrení v ploche daného povodia spolu s ďalšími plošnými i líniovými prvkami protipovodňovej a protieróznej ochrany.

V ďalšom kroku riešenia projektu boli doporučené profily nádrží s konkrétnymi navrhnutými parametrami podrobené hodnoteniu z hľadiska ich účinnosti proti povodňovému ohrozeniu z privalových a regionálnych zrážok pomocou matematického modelu zostavenom nad celým povodím Opavy nad Moravicí.

Z týchto analýz vyplynulo, že ochranné nádrže tak, ako boli nadimenzované, sú určené predovšetkým na lokálnu ochranu územia pred povodňami z privalových zrážok, tzn. zo zrážok s veľmi krátkou dobou trvania, vysokou intenzitou a pomerne malou zasiahnutou plochou. Účinnosť nádrží pri povodniach spôsobených regionálnymi zrážkami je relatívne nízka.



**Obr. 5.** Priestorové vymedzenie doporučených profilov suchých ochranných nádrží v povodí horní Opavy

## Referencie

1. Bratt, S., Booth, B. *Using ArcGIS 3D Analyst*. ESRI, 2001, Redlands, USA. ISBN 1-58948-004-X.
2. Drbal, K. *Vyvinutí metody pro odhad odezvy říční sítě na spadlé srážky pro povodí, kde nejsou kalibrované předpovědní modely*. VUV T.G.M., 2002, Praha
3. McCoy, J., Johnston, K. *Using ArcGIS Spatial Analyst*. ESRI, 2001, Redlands, USA. ISBN 1-58948-005-8.
4. *Aplikace modelu DesQ*. 1997, Praha



5. ČSN 75 2410 *Malé vodní nádrže*
6. *Hydrometeorologická zpráva o povodni v květnu 1996*. ČHMÚ, 1996, Praha
7. *Hydrologické podklady studií AQUATIS, VÚMOP, PŮYRY*. ČHMÚ, 2000–2004, 2007
8. *Hodnocení a modelování srážko-odtokových vlastností povodí*. VÚV T.G.M., 2000, Praha
9. *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997*. MŽP, 1998, Praha