



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

KONCEPT VODOHOSPODÁŘSKÉHO A TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ VD BĚLKOVICE

CONCEPT OF WATER MANAGEMENT AND TECHNICAL SOLUTION OF VD BĚLKOVICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eliška Grmelová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav vodních staveb
Studentka: **Bc. Eliška Grmelová**
Vedoucí práce: **prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: N0732A260025 Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Koncept vodohospodářského a technického řešení VD Bělkovice

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Současný generel lokalit pro umělou akumulaci vod (LAPV) poskytuje pouze základní technické a vodohospodářské parametry chráněných lokalit. Diplomová práce obsahuje:

- vodohospodářské řešení nádrže vodního díla (VD) Bělkovice
- koncepční technické řešení hráze a funkčního zařízení,
- ideový návrh manipulačního řádu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Koncept vodohospodářského a technického řešení nádrže vodního díla (VD) Bělkovice včetně ideového návrhu manipulačního řádu.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- [1] Směrný vodohospodářský plán ČSR. Vodní nádrže. Publikace SVP č. 34, 1988. MLVH, Praha.
- [2] Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území, MZe, MŽP, 9/2020, 190 s.
- [3] Plán dílčího povodí Moravy. 2016. Povodí Moravy, s.p.
- [4] Balvín, P., Vizina, A. 2018. Stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků v podmínkách ČR. In J. VTEI/ 2018/2.
- [5] Bíza, P. a kol. 2020. Vodohospodářská bilance povodí Moravy za rok 2019. Povodí Moravy, s.p.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 14. 3. 2023

L. S.

doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.
vedoucí ústavu

prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Současný generel lokalit pro umělou akumulaci vod (LAPV) poskytuje pouze základní technické a vodohospodářské parametry chráněných lokalit. Diplomová práce obsahuje koncept vodohospodářského a technického řešení nádrže vodního díla (VD) Bělkovice včetně ideového návrhu manipulačního řádu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vodohospodářské plánování, vodní nádrž, přehrada, manipulace s vodou

ABSTRACT

The current generation of sites for artificial water storage (LAPV) provides only the basic technical and water management parameters of the protected sites. The diploma thesis contains a concept of water management and technical design of the reservoir of the Bělkovice waterworks (WD) including the conceptual design of the handling regulations.

KEYWORDS

Water management planning, water reservoir, dam, handling with water

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRMELOVÁ, Eliška. *Koncept vodohospodářského a technického řešení VD Bělkovice*. Brno, 2024. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Jaromír Říha.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Koncept vodohospodářského a technického řešení VD Bělkovice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Eliška Grmelová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Koncept vodohospodářského a technického řešení VD Bělkovice* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2024

Bc. Eliška Grmelová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Jaromíru Říhovi, CSc. za vstřícný přístup, odborné vedení, cenné rady a diskuse, které mi poskytl během řešení mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Povodí Moravy, s. p. a České geologické službě za poskytnuté podklady. Děkuji také mým nejbližším za podporu během celého studia.

OBSAH

1.	ÚVOD	3
	SEZNAM PŘÍLOH	5
2.	VŠEOBECNĚ O PLÁNOVÁNÍ VODNÍCH DĚL.....	6
3.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O LOKALITĚ	8
4.	ANALÝZA DOSTUPNÝCH PODKLADŮ.....	10
4.1	KLIMATICKÉ A HYDROLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY	11
4.1.1	KLIMATICKÉ POMĚRY	11
4.1.2	HLÁSNÉ PROFILY.....	12
4.1.3	ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÁ DATA.....	12
4.1.4	EXTRÉMNÍ PRŮTOKY	14
4.1.5	POVODŇOVÉ VLNY	16
4.1.6	MINIMÁLNÍ ZŮSTATKOVÝ PRŮTOK	17
4.2	GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY	18
4.2.1	GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY	18
4.2.2	GEOLOGICKÉ POMĚRY	19
4.2.3	HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	22
4.2.4	INŽENÝŘSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY.....	24
4.2.5	DŮLNÍ DÍLA A PODDOLOVANÉ ÚZEMÍ.....	36
4.2.6	LOŽISKA NEROSTŮ	37
4.3	VYUŽITÍ ÚZEMÍ, DOPRAVNÍ A TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA	39
4.4	ÚDAJE O STAVU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	43
4.5	ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ A VODNÍ DÍLA V OKOLÍ	45
5.	NÁVRH A POSOUZENÍ KONCEPTU VD.....	46
5.1	STANOVENÍ PROFILU HRÁZE	46
5.2	STANOVENÍ ZDROJŮ MATERIÁLŮ	47
5.3	NÁVRH TĚLESA HRÁZE	51
5.4	KONCEPT PROVÁDĚNÍ	55

5.5	ZÁTOPA.....	56
5.6	CHARAKTERISTIKY NÁDRŽE	58
5.6.1	BATYGRAFIE.....	58
5.6.2	ROZDĚLENÍ PROSTORŮ V NÁDRŽI.....	58
5.6.3	ÚČINEK VĚTROVÝCH VLN	60
5.6.4	PLNĚNÍ NÁDRŽE.....	64
5.7	FUNKČNÍ ZAŘÍZENÍ.....	66
5.7.1	BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV	66
5.7.2	SPODNÍ VÝPUSTI.....	69
5.7.3	DALŠÍ ZAŘÍZENÍ.....	71
5.8	VLIV STAVBY NA OKOLÍ PROSTŘEDÍ.....	71
6.	KONCEPT MANIPULAČNÍHO ŘÁDU	72
6.1	ZÁSADY HOSPODAŘENÍ S VODOU	72
6.2	VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ NÁDRŽE.....	74
6.3	TRANSFORMAČNÍ ÚČINEK NÁDRŽE.....	82
6.4	BEZPEČNOST VODNÍHO DÍLA A ÚZEMÍ POD VODNÍM DÍLEM.....	87
6.5	MOŽNOSTI VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE.....	87
7.	VIZUALIZACE	88
8.	ZÁVĚR A HODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	90
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	92
10.	SEZNAM TABULEK	95
11.	SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ	96
12.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	102

1. ÚVOD

Rychle se měnící klimatické podmínky, projevující se častějším výskytem přírodních anomálií, extrémními teplotami, dlouhotrvajícími obdobími sucha nebo vydanými srážkami mají významné dopady v oblasti hospodaření s vodou. Pro udržení příznivého vodního režimu je nutné provést opatření přímo v krajině. V souvislosti s nedostatečným množstvím podzemních vod na našem území je třeba dbát na ochranu lokalit s kvalitní povrchovou vodou a její zadržování. Jedním z technických adaptačních opatření je výstavba nových vodních nádrží.

Jednou z dlouhodobě sledovaných území je i lokalita Bělkovice v povodí Moravy na Trusovickém potoce. Tato lokalita pro případnou výstavbu přehradní nádrže se nachází v údolí nad obcí Bělkovice-Lašťany, mezi městy Olomouc a Šternberk. [1]

Území bylo vymezeno ve Státním vodohospodářském plánu z let 1949-1953 [1] a i v současnosti je zahrnuto v Generelu území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území [2]. Navrhované vodní dílo (VD) spadá do kategorie A – lokalita pro vodárenskou nádrž. Hlavním účelem VD je zajištění zásoby pitné vody a případné nadlepšování průtoku v řece Moravě. V roce 1984 byla nádrž zahrnuta ve studii „Zásobování Pomoraví pitnou vodou“ zpracovávanou Výzkumným ústavem vodohospodářským T.G. Masaryka (VÚV TGM). Oblast nad Olomoucí se potýká v době sucha s nedostatkem vody. VD by sloužilo pro přímé či řízené posilování zdrojů pitné vody. Nadlepšení či udržování průtoků v Moravě má význam z hlediska ředících schopností řeky. [1], [2]

V rámci diplomové práce byla ověřena vybraná lokalita a navržen koncept vodohospodářského a technického řešení.

Předmětem práce je:

- shromáždění a analýza podkladů,
- průzkum lokality,
- stanovení přesného umístění hráze,
- odvození základních charakteristik vodního díla:
 - kóta koruny hráze,
 - kóta přelivné hrany bezpečnostního přelivu, typ a parametry přelivu
 - parametry spodních výpustí – počet, kóta osy výpustí, kapacita při různých kótách hladiny v nádrži,

- vodohospodářské řešení nádrže:
 - stanovení kóty hladiny pro: stálé nadržení, zásobní prostor a ochranný prostor,
 - hodnocení zabezpečení průtoku pod vodním dílem
- koncept manipulačního řádu pro řízení odtoků/odběrů z nádrže, předpis, jak by měl dispečer manipulovat s odtokem vzhledem k hladině v nádrži, případně přítokem do nádrže, předpokládané výjimečné manipulace,
- vizualizace vodního díla.

SEZNAM PŘÍLOH

- Č.1 Směrný vodohospodářský plán – karta lokality Bělkovice [1]
- Č.2 Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území – karta lokality Bělkovice [2]
- Č.3 Hydrologická data pro profil hráze poskytnutá Povodím Moravy, s.p. [6]
- Č.4 Stratigrafický výpis vrtů – Česká geologická služba [5]
- Č.5 Přehradní profil zpracovaný firmou GEOTEST v rámci Závěrečné zprávy o předběžném inženýrskogeologickém průzkumu pro vodní nádrž na Trusovickém potoce u Bělkovic [4]
- Č.6 Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR zpracovanou Českou geologickou službou [14]

2. VŠEOBECNĚ O PLÁNOVÁNÍ VODNÍCH DĚL

Již v počátcích využívání vody byly zpracovány vodohospodářské plány týkající se hospodaření s vodou. S rozvojem průmyslu a zvýšením potřeby vody se více rozšířilo soustavné plánování. V letech 1949-1953 byl vytvořen **Státní vodohospodářský plán republiky Československé**. Zaměřoval se na různé směry vodního hospodářství např. vodní zdroje na našem území, jakost vody, vodovody a kanalizace, úpravy odtokových poměrů, využití vodní energie, vodní bilance, ale také hlavní trendy vývoje potřeb vody. V rámci vodních nádrží bylo vybráno 581 možných přehradních profilů. V roce 1975 byl vydán **Směrný vodohospodářský plán (SVP)** [1], který byl druhým vydáním a obsahoval především detailní přešetření vybraných 581 přehradních profilů. Generálním dodavatelem byl Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka (VÚV TGM). Zahrnoval i prověření zdrojů vody, znečištění, potřeb vody, investiční a provozní náležitosti, legislativní problematiku. Výsledky z této rozsáhlé analýzy byly i podrobně popsány v Směrných vodohospodářských plánech jednotlivých povodí. [1]

Po roce 1989 byla vedena diskuse o vodohospodářském plánování a jeho dalším vývoji. Vyplývající změny byly promítnuty do **Vodohospodářského sborníku SVP ČR 1995**. Avšak přijetím **Rámcové směrnice o vodách** v rámci evropské legislativy byl vytvořen nový systém plánování v oblasti vod. Byl ustanoven vodní zákon a vytvořeny **Plány povodí**. V rámci plánu hlavních povodí byl počet vybraných přehradních profilů snížen na 186. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí v návaznosti na předchozí dlouhodobé územní hájení vybraných přehradních profilů vydaly v roce 2011 **Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základních zásad využití těchto území (LAVP)** [2]. Generel však uváděl už pouze 65 vybraných lokalit. V rámci aktualizace v roce 2020 byl počet lokalit zvýšen na 86. [2], [3]

Lokality jsou vybírány, aby byly geomorfologicky, geologicky a hydrologicky vhodné pro akumulaci povrchové vody. U řady lokalit došlo v průběhu plánování k optimalizaci jejich parametrů (např. rozsah zátopy, umístění hráze) za účelem minimalizace nežádoucích střetů. SVP i LAVP obsahuje karty jednotlivých území se stručným popisem, mapová schémata se zákresem ploch území a zařazení podle kategorie vodního díla.

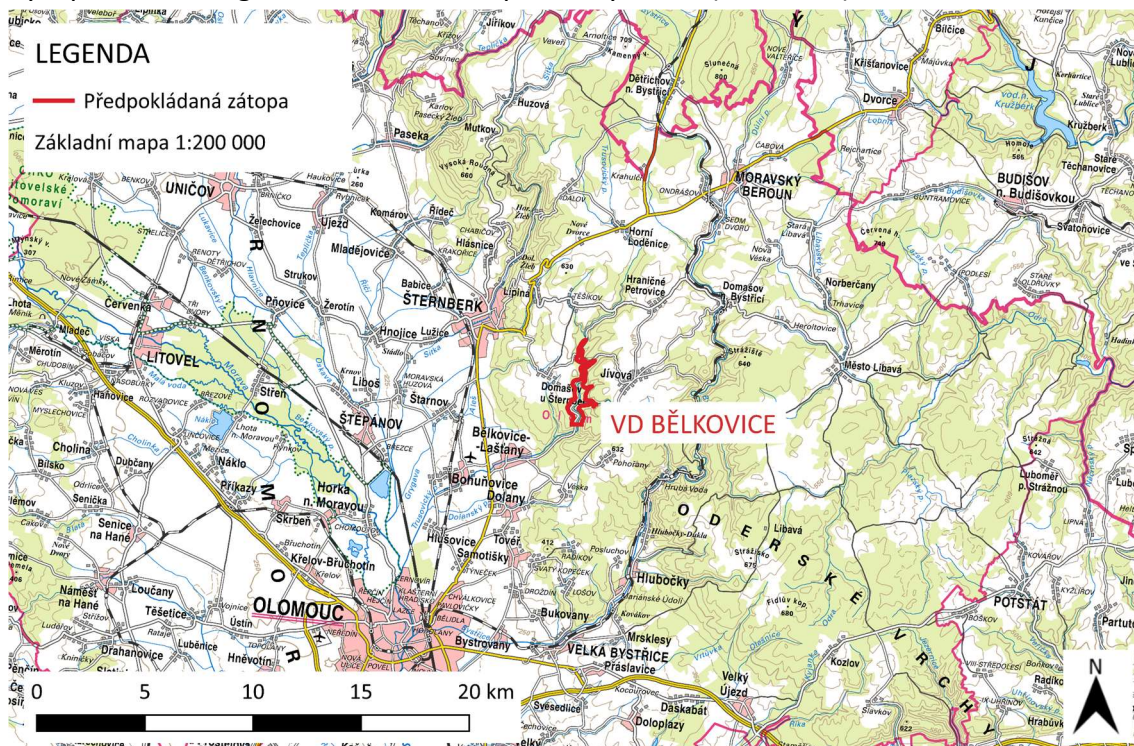
Rozdělení vymezených území podle jejich významu do kategorií: [1], [2]

KATEGORIE A: Jedná se o lokality pro vodárenské nádrže. Vodohospodářský význam spočívá především v potenciálu nádrže vytvořit či doplnit zdroje vody pro zásobování pitnou vodou. Využití těchto území závisí na vyhodnocení skutečné situace změny klimatu a případného nedostatku vody v regionech.

KATEGORIE B: Lokality pro víceúčelové nádrže. Území vhodné k zajištění dalších odběrů, nadlepšování průtoků a k podpoře prevence před povodněmi. Jsou to území, která svou polohou a parametry jsou vhodná k akumulaci vody.

3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O LOKALITĚ

Poloha uvažovaného vodního díla se nachází ve středu Olomouckého kraje, v okrese Olomouc (obr. 3.1). Vodní dílo Bělkovice je navrženo v údolí Trusovického potoka, nad obcí Bělkovice-Lašťany. Poloha díla je mezi 12. a 17. km vodního toku. Kilometráž toku byla převzata z Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD). [31]



obr. 3.1 Přehledná mapa lokality uvažovaného VD. Upraveno: [27]

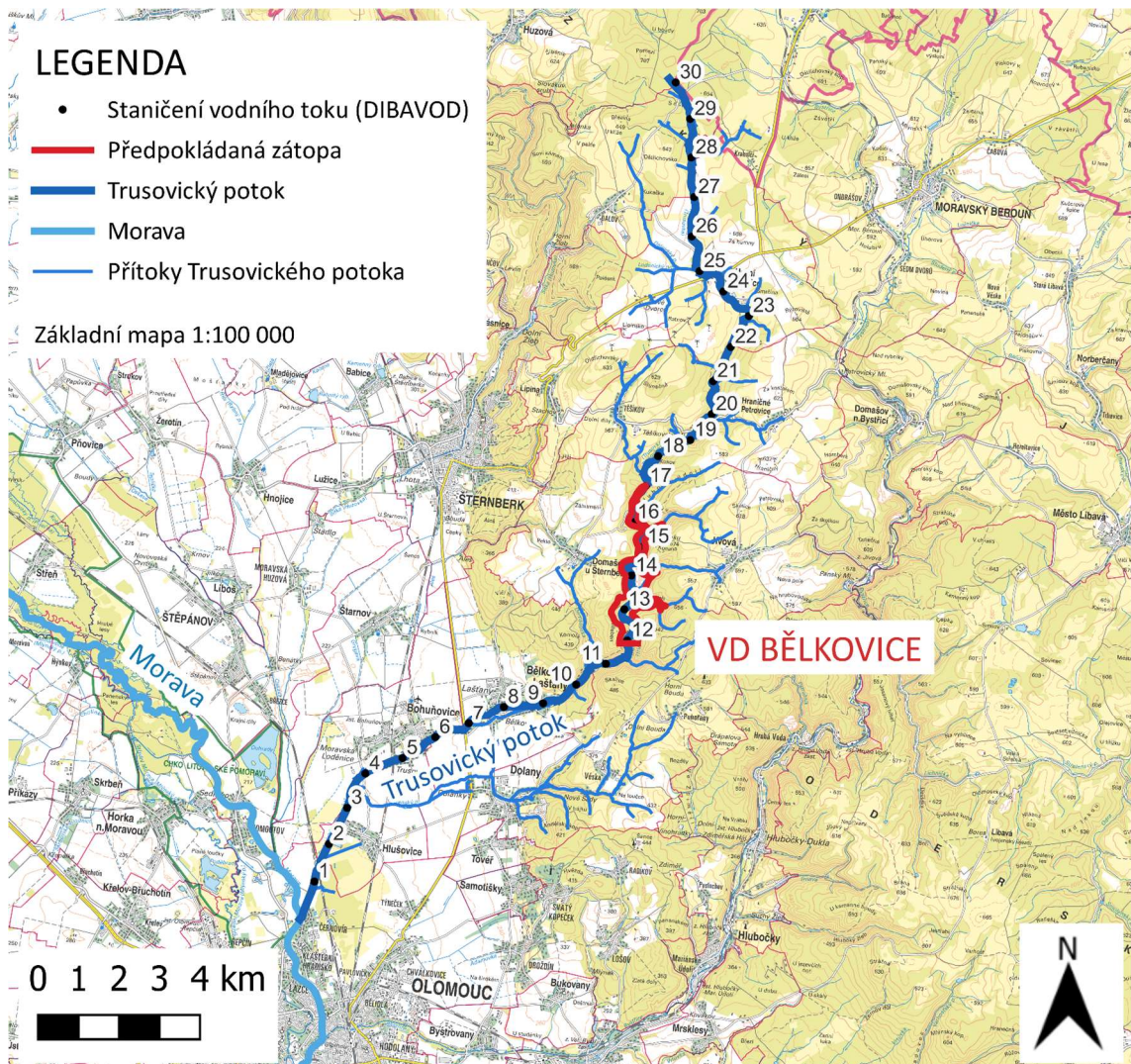
ÚDAJE O LOKALITĚ

Název lokality:	Bělkovice
Vodní tok:	Trusovický potok (Trusovka)
ID vodního toku:	10 100 157 (dle CEVT) 500 000 159 (dle DIBAVOD/HEIS)
Oblast povodí:	Dunaj
Dílčí povodí:	Morava a přítoky Váhu
Správce povodí:	Povodí Moravy, státní podnik
Číslo hydrologického pořadí:	4-10-03-0880-0-00
Kraj, okres:	Olomoucký kraj, okres Olomouc
Místo VD:	k.ú. Domašov u Šternberka, k.ú. Dolany, k.ú. Jívová, k.ú. Hraničné Petrovice

VODNÍ TOK

Trusovický potok (Trusovka) pramení na jihovýchodním svahu kopce Pomezí na území Přírodního parku Sovinecko v nadmořské výšce 678 m n. m. Jeho délka je 30,1 km a má několik přítoků (obr. 3.2). Okolo ř.km 20,2 na pravém břehu pramení Trusovická kyselka.

V horní části má tok spíše bystřinný charakter, v prostoru zátohy přechází potok do mírnějšího spádu a nad obcí Bělkovice teče regulovaným korytem otevřenou nížinnou krajinou. Trusovický potok je jedním z levostranných přítoků řeky Moravy, do které se vlévá v Olomouci v místní části Černovír. Správcem vodního toku je Povodí Moravy s.p. [26], [30]



obr. 3.2 Přehledná mapa umístění VD na Trusovickém potoce. Upraveno: [26], [30], [31]

4. ANALÝZA DOSTUPNÝCH PODKLADŮ

Výchozím podkladem je **Směrný vodohospodářský plán** [1] a **Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území** [2]. V rámci obou dokumentů byla zvolena koncepce uvažovaného vodního díla Bělkovice. Byl stanoven účel vodního díla, hydrologické charakteristiky, parametry hráze a nádrže. Karty vybrané lokality se základními charakteristikami a zakreslení předpokládané polohy díla jsou obsahem přílohy č.1 (SVP) a přílohy č.2 (LAPV).

V zájmové lokalitě byl v roce 1982 proveden **Předběžný inženýrskogeologický průzkum pro vodní nádrž na Trusovickém potoce u Bělkovic** [4]. Firma GEOTEST provedla 3 vrty situované v ose hráze, vodní tlakové zkoušky, geofyzikální měření a závěrečné inženýrskogeologické stanovisko. V oblasti zátopy bylo dříve provedeno několik **vyhledávacích průzkumů s cílem mapování ložisek nerostných surovin**, jelikož se zde nachází významné množství stavebního kamene.

Hydrologické charakteristiky pro profil hráze uvádí **SVP z roku 1975** [1]. Pro potřeby diplomové práce byly poskytnuty hydrologické charakteristiky **Povodím Moravy, s. p. z let 1981-2018** [6].

Pro vyhodnocení charakteristik nádrže a tvorby 3D modelu byl využit **Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)** [51] zajišťovaný Státní správou zeměměřictví a katastru.

Pro popis lokality a následné analýzy byly použity **mapové podklady z ověřených datových zdrojů**. Jedná se o následující soubory:

- Základní mapy ČR jako podkladní mapy
- Mapové aplikace České geologické služby - např. Geovědní mapy, hydrologická prozkoumanost, hydrogeologická rajonizace, vrtná prozkoumanost, důlní díla a poddolovaná území
- Digitální databáze vodohospodářských dat (DIBAVOD)
- Hydroekologický informační systém VÚV TGM (HEIS)
- Mapy chráněných krajinných oblastí, oblastí systému NATURA a prvky ÚSES

Podklady jsou doplněny o **vlastní průzkum lokality**. V rámci několikadenního průzkumu byl sledováno především místo přehradního profilu, okolní část zátopy a celkový charakter území.

4.1 KLIMATICKÉ A HYDROLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY

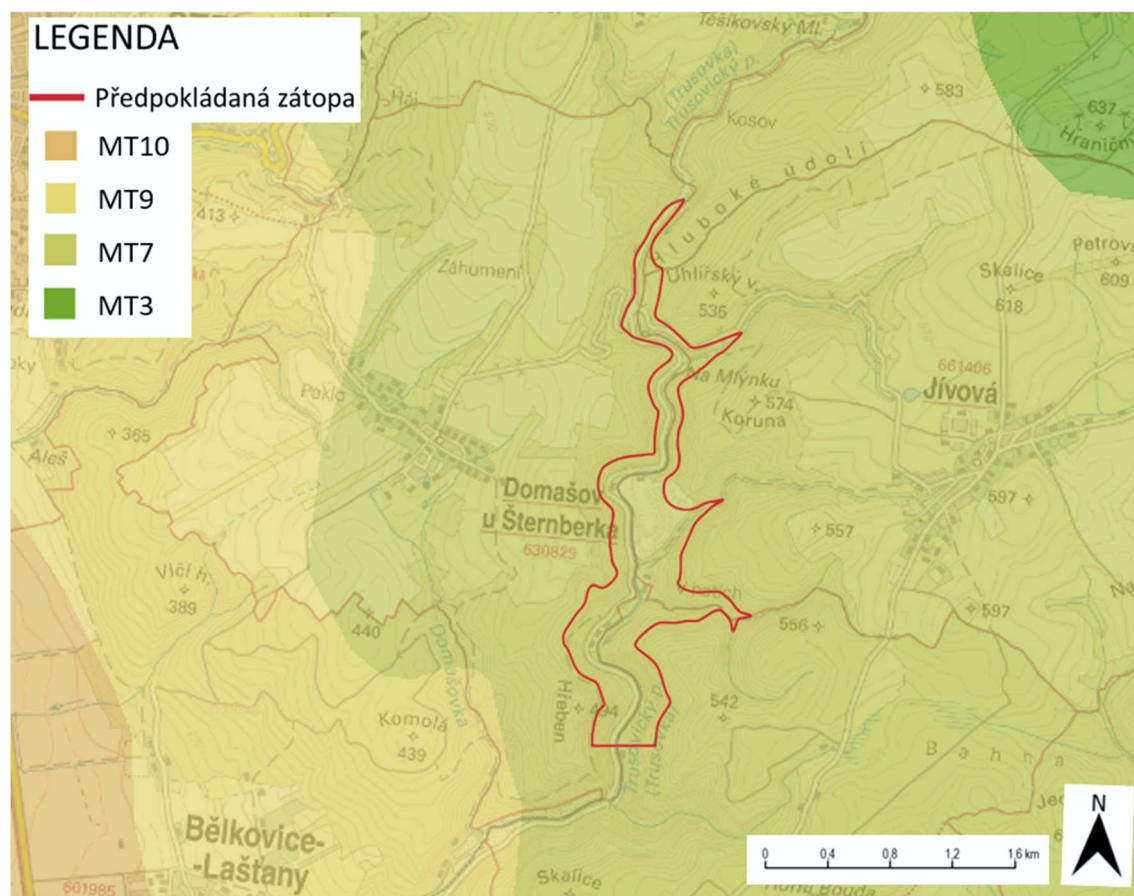
4.1.1 KLIMATICKÉ POMĚRY

Lokalita plánované nádrže se nachází v mírně teplé klimatické oblasti (MT). Toto klimatické pásmo převažuje na území České republiky a souhlasí se středními polohami.

Dle obr. 4.1 spadá zájmová lokalita do klimatické oblasti MT7. Klimatické charakteristiky jsou vypsány v Tab. 4.1. „Tato oblast není ničím výrazná. Jaro je krátké a mírné, léto mírně chladné až mírně suché. Podzim je mírný až dlouhý a zima chladná, suchá až mírně suchá.“ [9], [35]

Tab. 4.1 Klimatické charakteristiky oblasti MT7 [9]

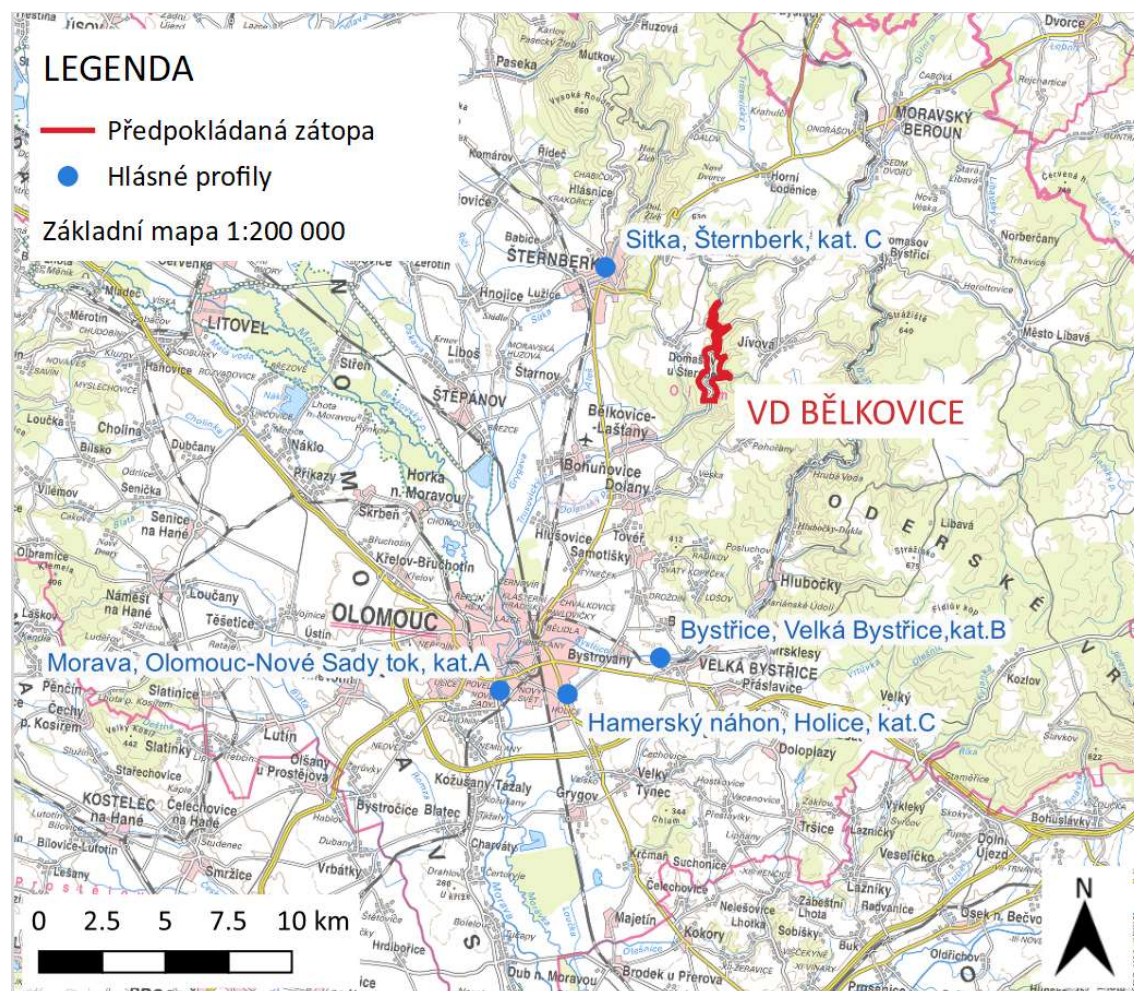
Oblast	MT7
Počet letních dní [dny]	30-40
Počet dní s prům. teplotou 10° C a více [dny]	140-160
Počet dní s mrazem [dny]	110-130
Suma srážek ve vegetačním období [mm]	400-450
Suma srážek v zimním období [mm]	250-300
Suma srážek celkem [mm]	650-750
Počet dní se sněhovou pokrývkou [dny]	60-80



obr. 4.1 Mapa klimatických oblastí. Upraveno: [35]

4.1.2 HLÁSNÉ PROFILY

V okolí zájmové lokality se nachází několik hlásných profilů. Pro analýzu s využitím podobnosti mohou být využity hydrologické charakteristiky z profilů: Sitka-Šternberk a Bystřice-Velká Bystřice. Jejich poloha je vyznačena na obr. 4.2.



obr. 4.2 Přehledná situace s vyznačenými hlásnými profily. Upraveno: [8], [27]

4.1.3 ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÁ DATA

Základní charakteristiky a hodnoty průtoků přímo pro profil plánované hráze VD Bělkovice jsou uvedeny ve SVP z roku 1975 [1]. Pro potřeby diplomové práce (DP) byly také poskytnuty Povodím Moravy, s.p. (PMO) [6]. Data jsou obsahem přílohy č. 3. V tabulkách Tab. 4.2, Tab. 4.3 a Tab. 4.4 jsou hydrologické charakteristiky ze zmíněných zdrojů přehledně porovnány. Součástí dat poskytnutých PMO je i řada průměrných měsíčních průtoků za 37 let, tj. od roku 1981 do 2018 (příloha č. 3).

Tab. 4.2 Hydrologické charakteristiky dle [1], [6]

			SVP [1]	Povodí Moravy [6]
Plocha povodí	F	[km ²]	45,20	47,28
Průměrný úhrn srážek	H_a	[mm]	682	739
Dlouhodobý průměrný průtok	Q_a	[m ³ .s ⁻¹]	0,300	0,435
Specifický průtok	q_a	[l.s ⁻¹ .km ²]	6,67	-

Tab. 4.3 Číselné charakteristiky m-denních průtoků

m-denní průtoky	Q_m [m ³ .s ⁻¹]	SVP [1]	Povodí Moravy [6]
	30	0,670	1,160
	60	-	0,714
	90	0,340	0,486
	120	-	0,355
	150	-	0,276
	180	0,180	0,219
	210	-	0,169
	240	-	0,132
	270	0,120	0,101
	300	-	0,077
	330	-	0,051
	355	0,070	0,030
	364	0,040	0,018

Tab. 4.4 Číselné charakteristiky N-letých průtoků

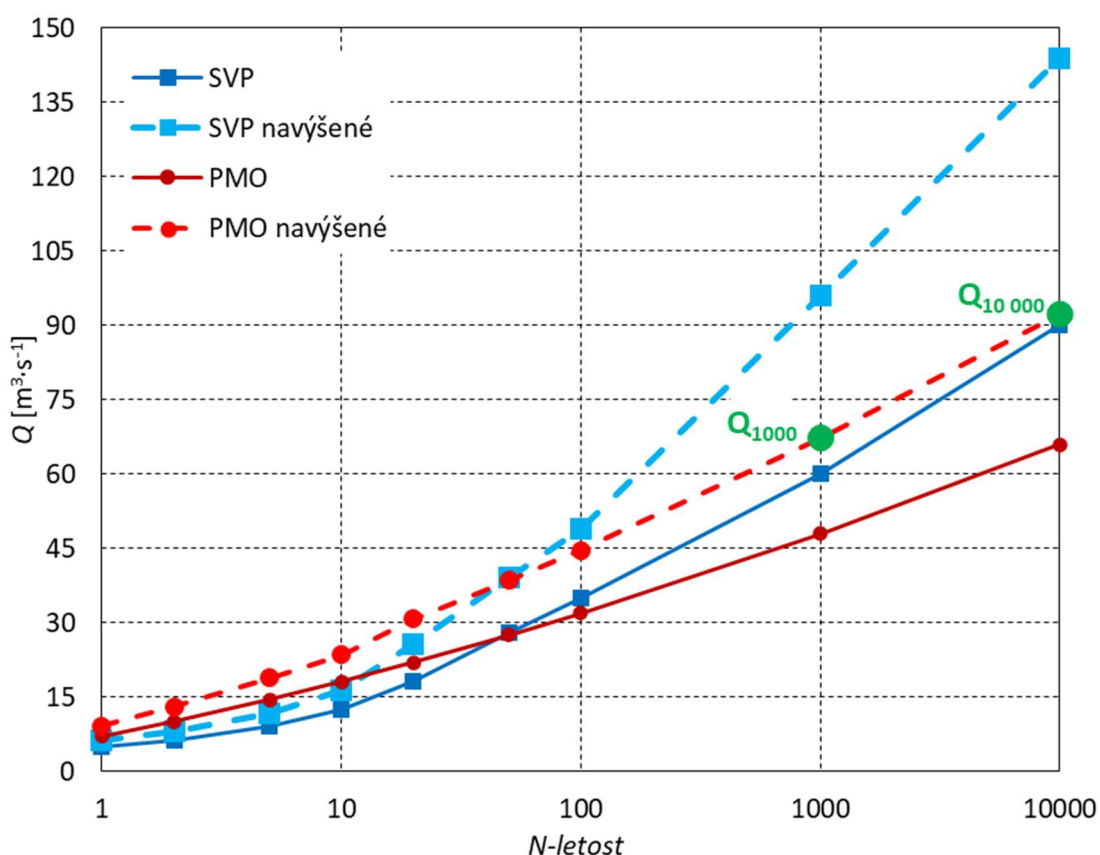
N-leté průtoky	Q_N [m ³ .s ⁻¹]	SVP [1]	Povodí Moravy [6]
	1	4,9	7,1
	2	6,3	10,1
	5	9,0	14,5
	10	12,5	18,1
	20	18,3	22,0
	50	28,0	27,5
	100	35,0	31,9

4.1.4 EXTRÉMNI PRŮTOKY

Data o extrémních průtocích nebyly dodány v rámci hydrologických charakteristik pro přehradní profil od PMO. Pro potřeby diplomové práce jsem extrémní průtoky stanovila extrapolací z N – letých průtoků. V případě dalšího stupně zpracování je nutné zajistit závazné hydrologické údaje poskytované Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ).

V obr. 4.3 jsou vykreslena dostupná a navýšená data o N-letých průtocích. Dle tříd přesnosti byly podle normy ČSN 75 1400 hodnoty průtoků navýšeny o orientační hodnoty chyby v procentech. Navýšením hodnot je získána určitá rezerva při návrhu funkčních objektů a zahrnuta chyba ve stanovení hodnot měření. V případě DP bylo uvažováno toto zvýšení jako zahrnutí určité rezervy při návrhu. Je na zvážení, zdali toto navýšení je dostatečné a potřebné. V případě následujících stupňů zpracování je třeba provést podrobnější analýzu stanovení extrémních průtoků.

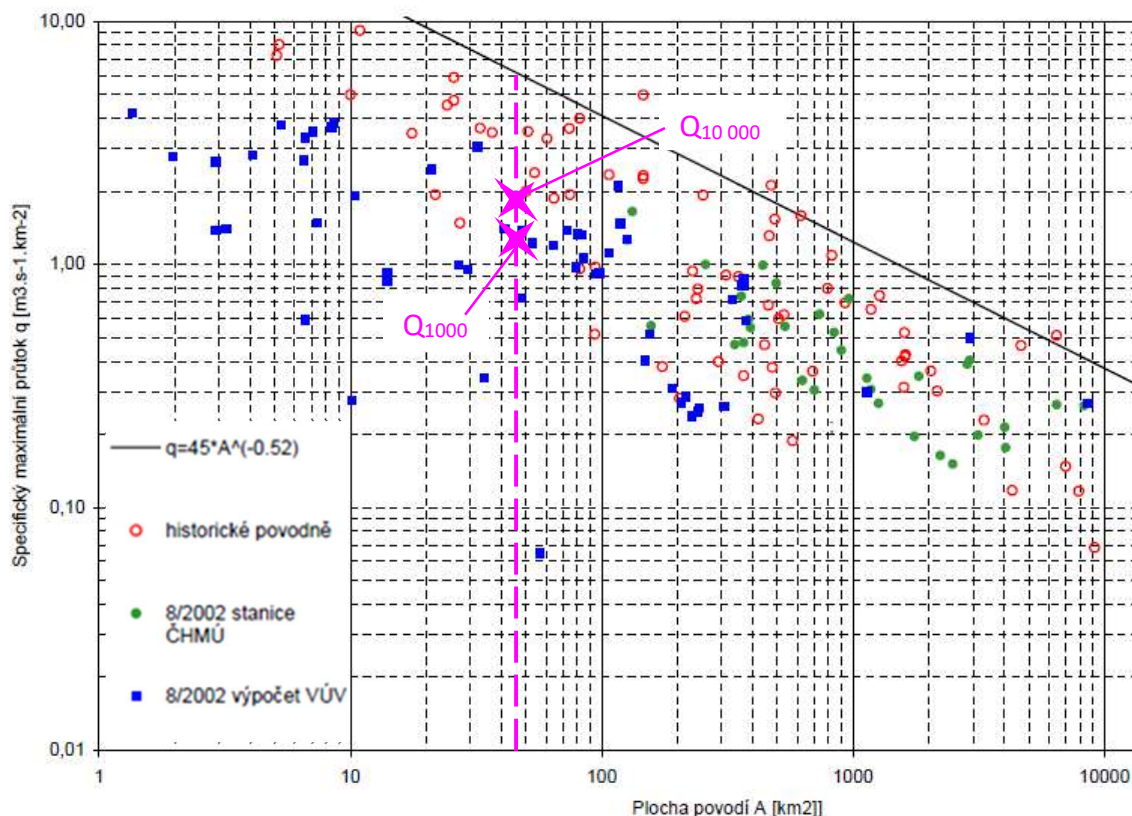
Rozdělení průtoků je značně asymetrické, proto lze použít logaritmicko-normální rozdělení. Extrapolované byly hodnoty Q_{1000} a $Q_{10\,000}$. Výsledné hodnoty (zobrazeny zeleně v obr. 4.3) byly upraveny, aby se zachovala plynulost odpovídající průtokové křivky (červená čárkovaná křivka).



obr. 4.3 Poskytnutá a navýšená data s extrapolací (dle třídy přesnosti) [1], [6]

Pro ověření, zda extrapolované průtoky extrémních průtoků řádově odpovídají danému povodí, byl využit přehled specifických průtoků na území České republiky (obr. 4.4). [13]

Q_{1000} při rozloze povodí 47,28 km² odpovídá specifickému maximálnímu průtoku 1,4 m³·s⁻¹·km⁻² a Q_{10000} odpovídá 1,95 m³·s⁻¹·km⁻² (zobrazeno fialově v obr. 4.4). Extrapolované průtoky jsou na pomezí hodnot historických povodí a hodnot vypočtených VÚV.



obr. 4.4 Přehled specifických maximálních průtoků na území České republiky a empirický vztah vymezující horní hranici. Upraveno: [13]

Výsledkem jsou stanovené hodnoty N-letých průtoků přehledně uvedené v Tab. 4.5.

Tab. 4.5 Extrapolované hodnoty průtoků s dobou opakování 1000 a 10 000 let

N-letý průtok	[m ³ ·s ⁻¹]
1000	67,2
10000	92,4

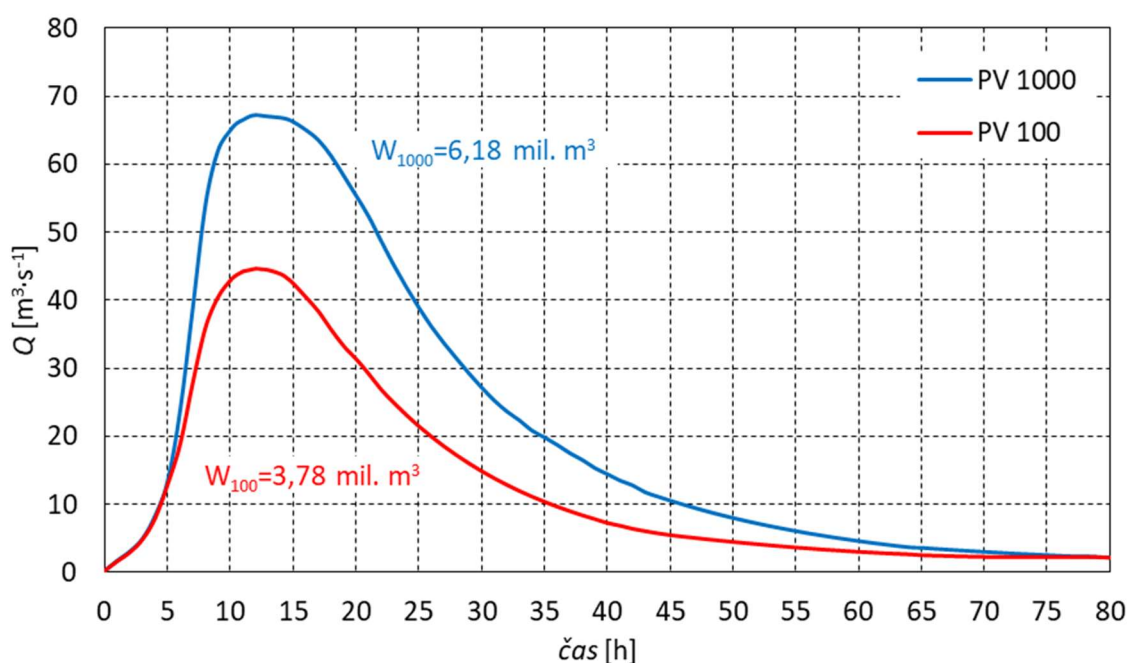
4.1.5 POVODŇOVÉ VLNY

V rámci diplomové práce jsem odvodila povodňové vlny s příslušnou N-letostí. Jejich průběh je patrný z grafu na obr. 4.5 níže. Odvození bylo provedeno zjednodušeným způsobem s přihlédnutím na analogické povodí. Zájmové povodí je spíše podlouhlého tvaru s délkou od rozvodnice ke konci vzdutí cca 13 km. Předpokládaný čas kulminace je 12 hodin.

Pro vytvoření povodňové vlny PV 100 byla brána dodaná hodnota průtoku a pro PV 1000 byla brána extrapolovaná hodnota kulminačního průtoku. Tyto povodňové vlny budou použity pro výpočet jejich transformace. Kulminační průtoky a objemy povodňových vln jsou přehledně uvedeny v Tab. 4.6. V případě následujícího stupně zpracování bude průběh vlny a její objem určen zvláštní studií od ČHMÚ.

Tab. 4.6 Hodnoty odvozených povodňových vln

Ozn.	Q [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	W [mil. m^3]
PV 100	44,7	3,78
PV 1000	67,2	6,18



obr. 4.5 Hydrogramy povodňových vln s dobou opakování 100 a 1000 let

4.1.6 MINIMÁLNÍ ZŮSTATKOVÝ PRŮTOK

Možným ekologickým přínosem vodního díla je i zajištění minimálního zůstatkového průtoku (MZP) v úseku Trusovického potoka do soutoku s řekou Moravou. Dle zákona o vodách č. 254/2001 Sb. „Je minimální zůstatkový průtok takový průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku.“ [10]

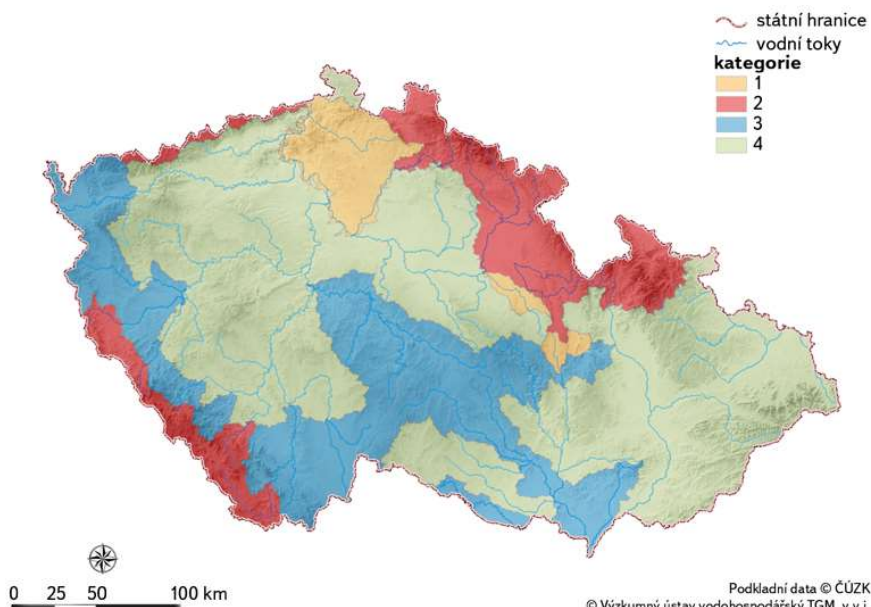
Pro určení MZP byly použity hodnoty průtoků poskytnuté Povodím Moravy. Stanovení jsem provedla podle původního metodického pokynu MŽP (Tab. 4.7) i podle nové metodiky (Tab. 4.8). Zájmová lokalita spadá dle regionálního rozložení do kategorie 4 (obr. 4.6), která definuje výpočetní vztah pro dvě různá období. [12]

Tab. 4.7 Stanovení dle původního metodického pokynu MŽP č.9/1998 [11]

Q_{355d} [$m^3 \cdot s^{-1}$]	podmínka	vzorec	MZP [$m^3 \cdot s^{-1}$]
0,03	< 0,05	Q_{330d}	0,051

Tab. 4.8 Stanovení dle nové metodiky: regionální rozdělení ČR [12]

sezóna		vzorec	MZP [$m^3 \cdot s^{-1}$]
hlavní	květen-leden	$(1 - Q_{355d}/Q_a) \cdot Q_{330d} \cdot 1,07$	0,0508
jarní	únor-duben	Q_{330d}	0,051



obr. 4.6 Členění ČR do 4 kategorií podle regionálního rozložení [12]

V následujícím vodohospodářském řešení je minimální zůstatkový průtok uvažován pro všechna období jednotně hodnotou **MZP= 0,051 m³/s**.

4.2 GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY

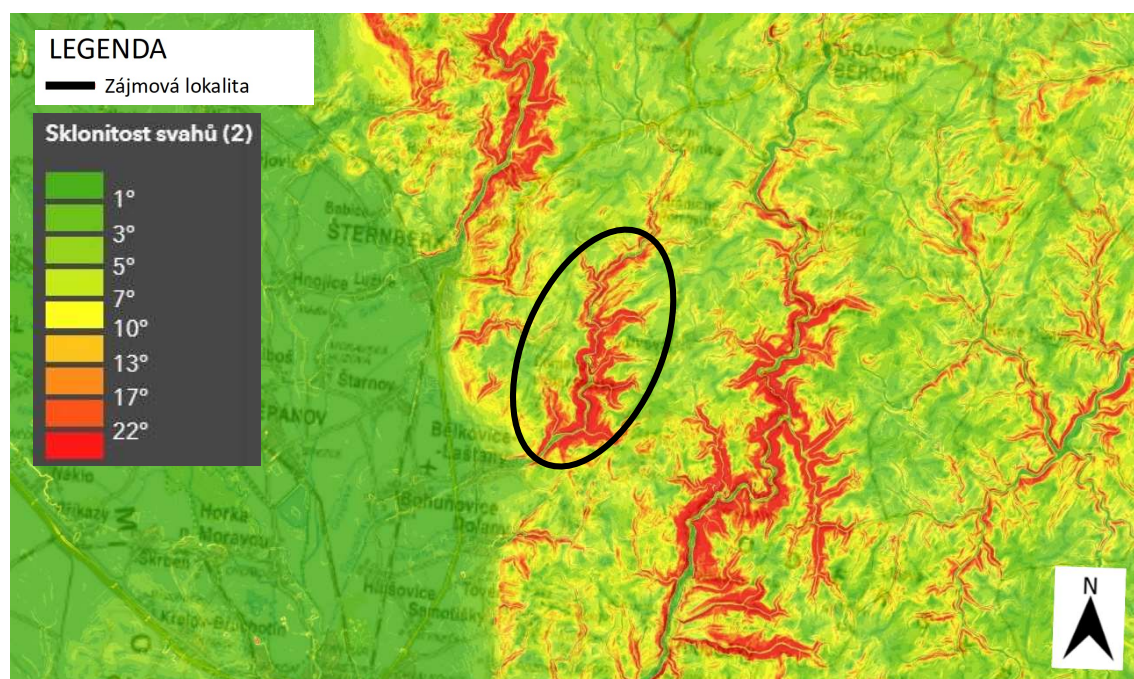
4.2.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Z hlediska geomorfologického členění se zájmová lokalita nachází v provincii Česká Vysočina, která zabírá převážnou část České republiky. Přehradní profil se nachází na okraji pohoří Nízkého Jeseníku, které nad Olomoucí přechází v Hornomoravský úval. V Tab. 4.9 je přesné geomorfologické zařazení zájmové lokality. [36]

Tab. 4.9 Geomorfologické zařazení zájmové lokality [36]

Systém:	Hercynský
Provincie:	Česká vysočina
Subprovincie:	Krkonošsko-jesenická soustava
Podsoustava:	Jesenická
Celek:	Nízký Jeseník
Podcelek:	Domašovská vrchovina
Okresek:	Jívovská vrchovina

Zájmová lokalita je situovaná před přechodem mezi Domašovskou vrchovinou a Uničovskou plošinou. Na obr. 4.7 lze vidět, že toky tvoří zaříznutá údolí před nástupem rovinatého terénu. Převýšení svahů na obou březích Trusovického potoka činí až 180 výškových metrů a sklony svahů se místy pohybují i nad 22°. Údolí trusovického potoka je svým tvarem vhodné pro vodní dílo, které při relativně malé ploše zatopení bude dosahovat velkých objemů. [36], [52]



obr. 4.7 Mapa sklonitosti s vyznačenou zájmovou lokalitou [52]

4.2.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová lokalita náleží k soustavě Českého masivu. Kvartérní pokryv je tvořen deluviálními a fluviálními sedimenty. Pod svrchní humózní vrstvou se nachází hlinitokamenitá suť tvořená úlomky skalních hornin. Oba svahy jsou tvořeny deluviem hornin paleozoika charakteru balvanitých, kamenitých a hlinitokamenitých zvětralin. Ve dně údolí se nachází především fluviální sedimenty, jejichž vrchní vrstva je tvořena hrubým a zahliněným štěrkem. [4], [5], [37]

Předkvartérní podloží je tvořeno spodně karbonskými horninami moravsko-slezské zóny Českého masivu. Z vrtů provedených v předpokládané ose hráze (příloha č. 4 – vrtů J1, J2, J3) je potvrzený výskyt sedimentárních hornin paleozoika Jesenického Kulmu – slepence, droby, břidlice moravického souvrství. Dále bylo potvrzeno, že směry puklin v těchto horninách jsou převážně ZSZ-VJV a další ve směru SSV-JJZ. Je pravděpodobné, že údolí v části zátopy a blízkém okolí je tektonicky predisponováno. [4], [5], [37]

Geologické podmínky jsou zobrazeny v obr. 4.9 s vyznačenou osou hráze a předpokládanou zátopou. Je patrné, že celá oblast zátopy má velmi podobné geologické podmínky. Na obr. 4.8 je uvedena legenda pro výřez z geologické mapy.




LEGENDA

— Předpokládaná zátopa

kvartér

KENOZOIKUM

KVARTÉR






	6	nivní sediment
	7	smíšený sediment
	13	kamenitý až hlinito-kamenitý sediment

moravskoslezská oblast




moravskoslezské paleozoikum

PALEOZOIKUM


KARBON

	491	jilovité břidlice, prachovce, droby
	492	droby
	488	droby
	489	slepence
	490	jilovité břidlice, prachovce, droby

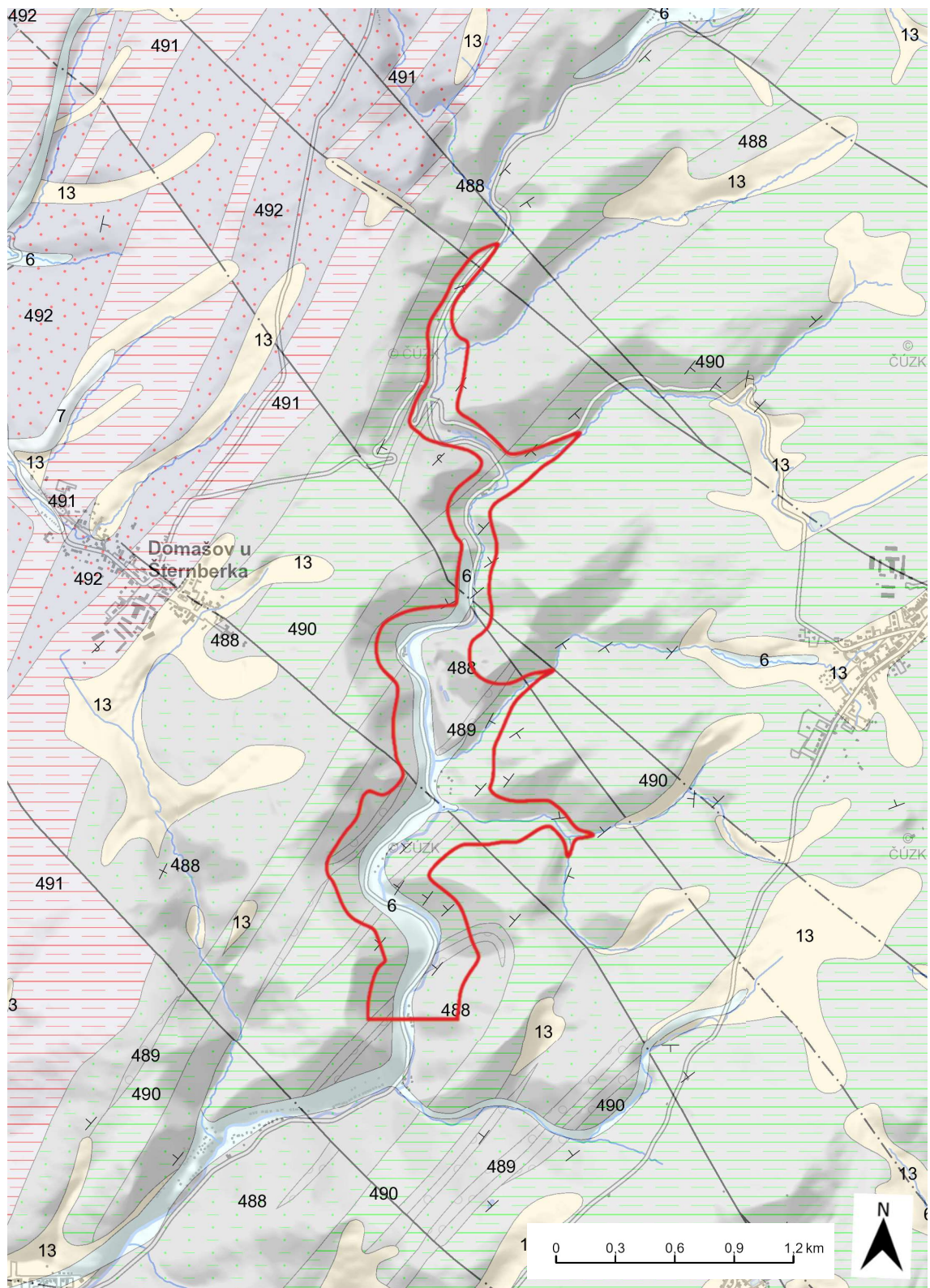
Tektonické linie GeoČR50

	zlom zjištěný
	zlom předpokládaný
	zlom zakrytý

Hranice hornin GeoČR50

	hranice zjištěná
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------

obr. 4.8 Legenda pro výřez geologické mapy s vyznačením zájmové lokality. Upraveno:[37]



obr. 4.9 Geologická mapa 1:50 000. Upraveno: [37]

VRTNÁ PROZKOUMANOST

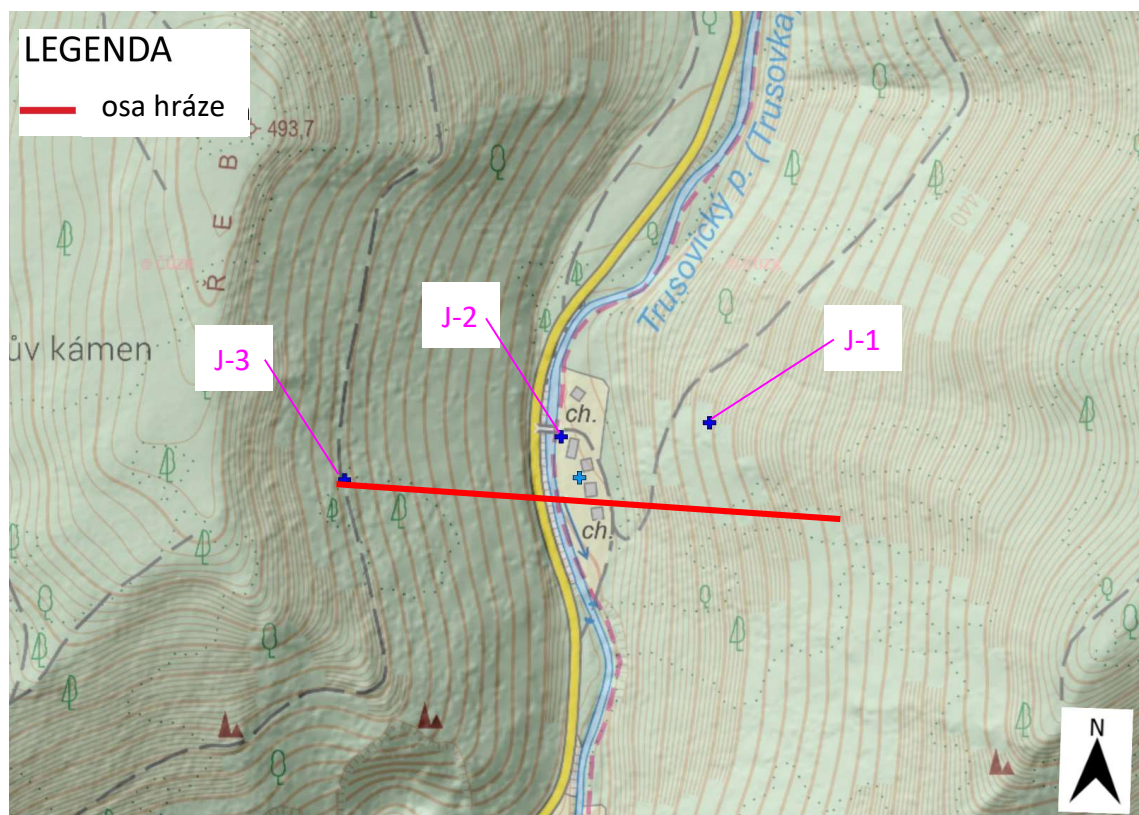
V roce 1982 byl proveden předběžný inženýrskogeologický průzkum pro vodní nádrž na Trusovickém potoce firmou Geotest národní podnik Brno [4]. Tento průzkum byl proveden v rámci aktualizace SVP a detailnějšího vyhodnocení vybraných přehradních profilů.

V rámci průzkumu byly provedeny 3 jádrové vrty v určeném přehradním profilu ze SVP (obr. 4.10). Na levém údolním svahu po směru toku se nachází vrt J-1, kde byly zastiženy droby do hloubky 29 m a dále až do konce vrtu 55 m břidlice střídací slepence. [5]

Ve dně údolí vrt J-2 potvrdil vrstvu fluviálních sedimentů – zahliněné šterky do hloubky 4 m. Dále byly zastiženy do hloubky 36 m droby, pak následuje pásmo slepenců o mocnosti 15,5 m, které vystřídaly do hloubky 56 m silně rozpukané droby. [5]

Na pravém údolím svahu ve vrtu J-3 byly zastiženy pod vrstvou sutí o mocnosti 1,5 m navětralé břidlice do hloubky 10 m. Do hloubkové úrovně 11,5 m se nacházela tmavě šedá droba. Od této hloubkové úrovně až do 66 m byly zastiženy vrstvy břidlice rozpukané, drobové, tmavě šedé až šedé. [5]

Přesný stratigrafický výpis archivních vrtů je obsahem přílohy č. 4 [5]. Výškové umístění vrtů je patrné z přílohy č. 5 Přehradní profil [4].

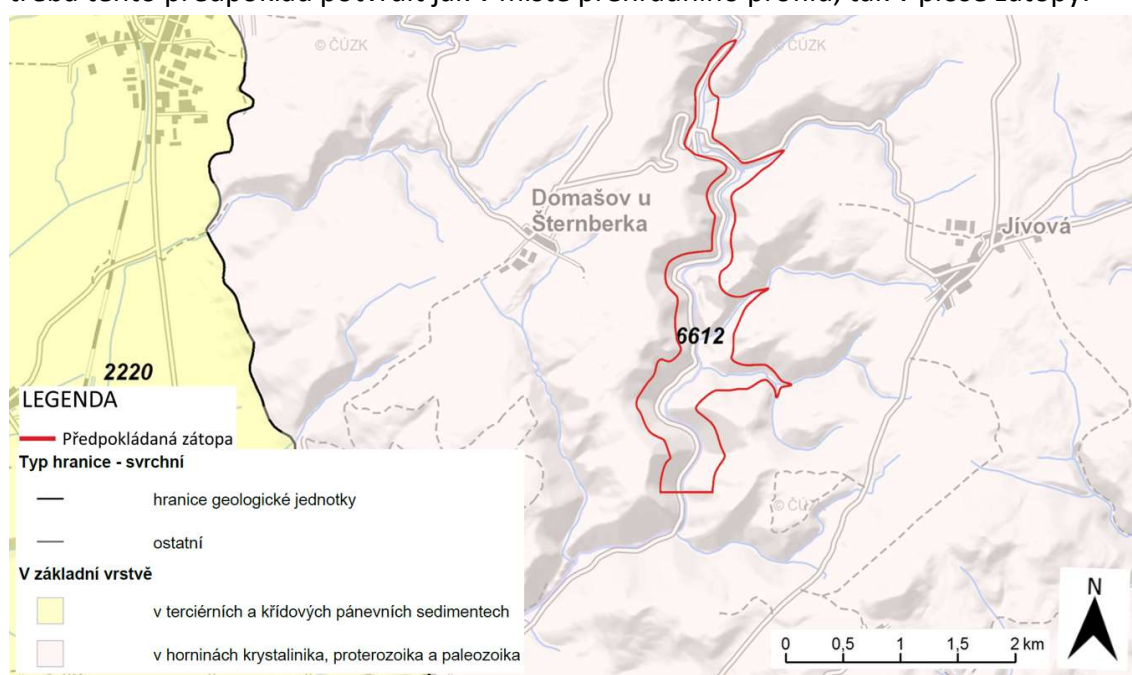


obr. 4.10 Umístění průzkumných prací v přehradním profilu. Upraveno: [25], [40]

4.2.3 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Hladina podzemní vody v údolí Trusovického potoka je závislá na stavu vody v korytě toku. Hladina podzemní vody byla zjištěna v rámci již zmíněných 3 průzkumných vrtů v rámci IGP. V údolí byla hladina podzemní vody potvrzena v hloubce 1,2 m, v levém svahu zastižena v hloubce 23 m a v pravém svahu v 17,5 m. V rámci IGP nebyly zjištěny žádné prameny vody. [4]

Zájmová lokalita náleží do hydrogeologického rajonu ID 6612 – Kulm Nížkého Jeseníku v povodí Moravy (obr. 4.11). Ten spadá do základní vrstvy HGR skupiny, který je charakteristický puklinovou propustností. Při následujících průzkumných etapách je třeba tento předpoklad potvrdit jak v místě přehradního profilu, tak v ploše zátopy.

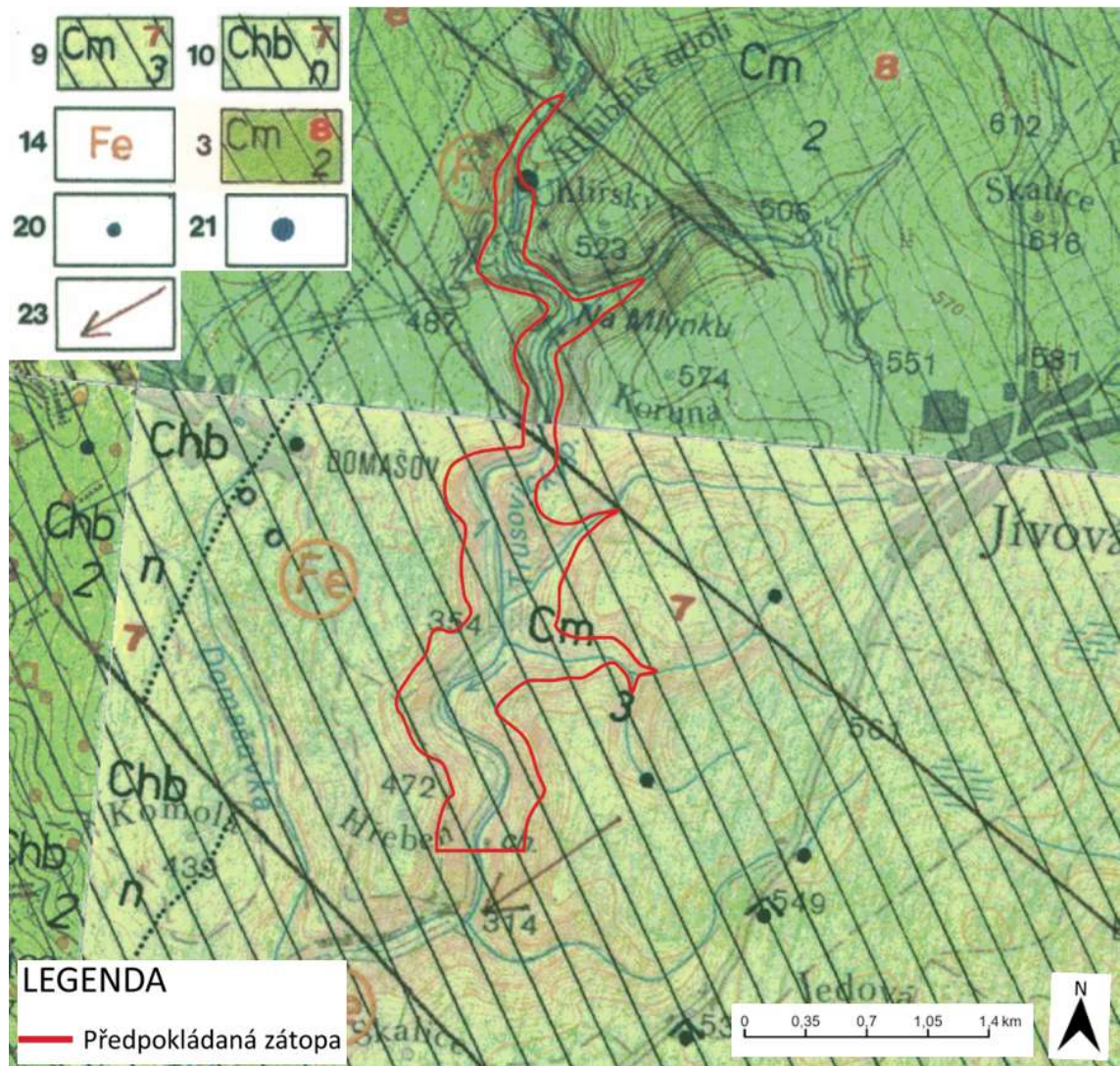


obr. 4.11 Mapa hydrogeologických rajonů. Upraveno: [38]

Podle hydrogeologické mapy 1:50 000 (vytvořená v letech 1985-1998) lze zařadit celou zájmovou oblast do typu hydrogeologického prostředí **Cm** (obr. 4.12). Toto prostředí je charakterizováno jako „*puklinový kolektor s proměnlivým podílem průlinové porozity v přípovrchové zóně zvětralin a rozevření puklin – břidlice, droby a slepence moravického souvrství*“ [39]. Lze tedy předpokládat, že dosažená hladina podzemní vody při již zmíněných průzkumných pracích byla voda puklinová. Hodnota transmisivity odpovídající typu Cm: $4,8 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ vypovídá o nízkém až velmi nízkém potenciálu využití podzemní vody dle Klasifikace podle Krásného (obr. 4.13). [39]

Dle hydrogeologické mapy se pramenné vývěry malé vydatnosti nachází v blízkosti zátopy a jeden na konci zátopy pod Hlubokým údolím viz. obr. 4.12.

Přestože je vodní dílo navrhováno pro akumulaci povrchové vody, lze předpokládat, že bude nutné ověřit jakost vody, jelikož v nejbližším okolí zájmové lokality je evidován výskyt železa a manganu v podzemní vodě.



TYP HYDROGEOLOGICKÉHO PROSTŘEDÍ A JEHO KVANTITATIVNÍ CHARAKTERISTIKA:

puklinový kolektor s proměnlivým podílem průlinové porozity v připovrchové zóně zvětralín a rozevření puklin: 9 - břidlice, droby a slepence moravického souvrství (Cm): $T 4,8 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $s_Y = 0,76$; 10 - droby a břidlice hornobřešovského souvrství (Chb): T (odhad) řádu $10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s_Y nelze stanovit;

3 - břidlice, prachovce a droby moravického souvrství (Cm): $T 8,84 \cdot 10^{-6} - 1,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $s_Y = 0,54$

PRAMENNÍ VYVĚRY (rozlišení podle průměrné vydatnosti Q [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]): 20 - Q do 0,1; 21 - Q 0,1 až 1

DYNAMIKA PODZEMNÍCH VOD: 22 - předpokládaný průběh hydroizohyps první zvodně [m n.m.]; 23 - směr proudění podzemní vody v první zvodni;

KVALITA PODZEMNÍ VODY Z HLEDISKA VYUŽITELNOSTI PRO ZÁSOBOVÁNÍ PITNOU VODOU

12 - území s výskytem podzemní vody vyžadující složitější úpravu (voda II. kategorie); 13 - území s výskytem málo vhodné nebo nevhodné podzemní vody (voda III. kategorie); 14 - symbol kritické složky podmiňující zhoršenou kvalitu podzemní vody v regionálním měřítku (Fe pro Fe+Mn, N pro NO_3); 15 - symbol kritické složky lokálně zhoršující o stupeň vymezenou kvalitu podzemní vody (T pro kyanidy, P pro HPO_4 , O pro ropné uhlovodíky, Ca pro Ca+Mg);

obr. 4.12 Výřez z hydrogeologické mapy s vyznačenou předpokládanou zátopou.

Upraveno: [39]

KLASIFIKACE HORNIN PODLE TRANSMISIVITY (upraveno podle Krásného 1986, 1990)

Barva v mapě	Koefficient transmissivity T		Odpovídající srovnávací regionální parametry		Označení transmissivity horninového prostředí	Vodohospodářský význam - výše transmissivity naznačuje prostředí s následujícími předpoklady využití podzemní vody	Přibližná vydatnost jednotlivých vrtů při snížení cca 5 m (l/s)
	m ² /s	m ² /d	specifická vydatnost q (l/s.m)	index transmissivity Y=log (10 ⁶ q)			
7 8	1.10 ⁻⁴	10	0,1	5,0	nizká	menší odběry pro místní zásobování (jednotlivé domy)	0,05-0,5
9 10	1.10 ⁻⁵	1	0,01	4,0	velmi nízká	jednotlivé malé odběry pro místní (individuální) zásobování při omezené spotřebě	0,005-0,05
	1.10 ⁻⁶	0,1	0,001	3,0			

obr. 4.13 Klasifikace hornin podle transmissivity [38]

4.2.4 INŽENÝŘSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY

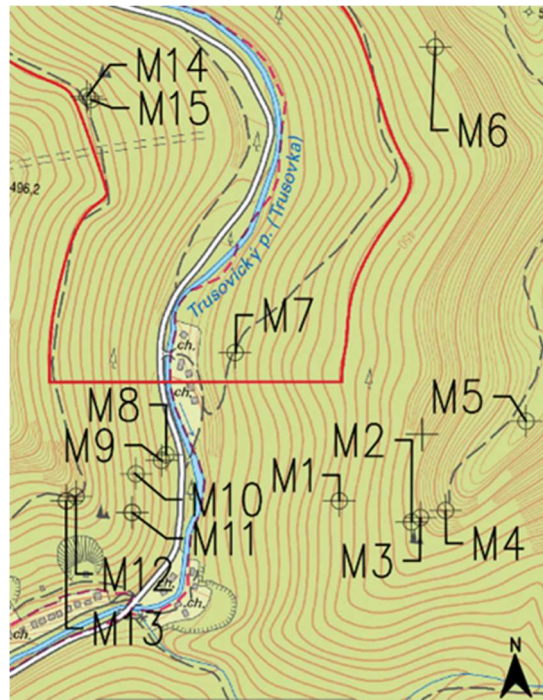
V rámci vlastního průzkumu lokality jsem v okolí přehradního profilu provedla mapování skalních výchozů. Byly sledovány převážně tektonické predispozice, tj. směry a úklony hlavních zlomů oblasti. Měření hlavních směrů bylo prováděno pomocí geologického kompasu typu Freiberg.

Na následujících stranách jsou souhrnně zobrazeny klíčové výchozy s jejich polohou v přehledové mapě. Pro vybrané výchozy jsou uvedeny v hornickém zápisu měřené směry a úklony ploch diskontinuit. Výchozy M1-M7 se nachází na levém svahu údolí, M8-M15 na pravém.

Naměřená data byla zpracována do vrstevnicové situace hráze (obr. 4.42) v podobě směrových růžicových diagramů. Naměřená data potvrzují směry hlavních zlomů oblasti uvedené v geologické mapě (obr. 4.9).



obr. 4.14 M1: (1) 170/78, (2) 262/45



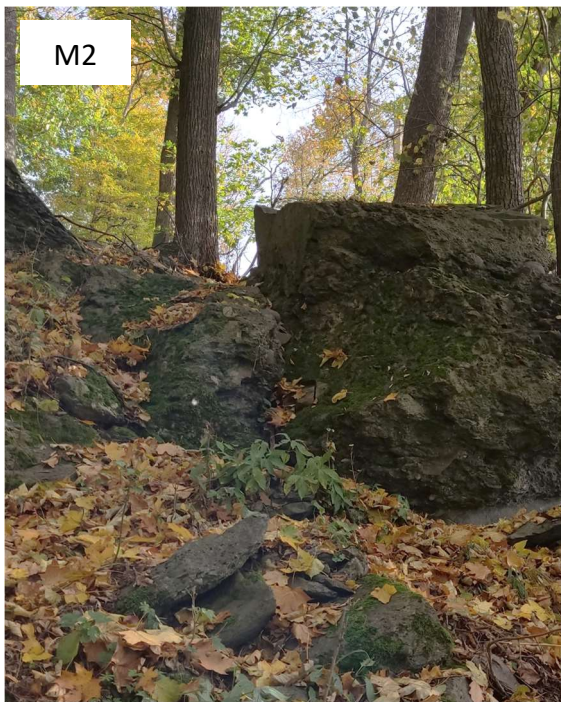
obr. 4.15 Poloha místa M1



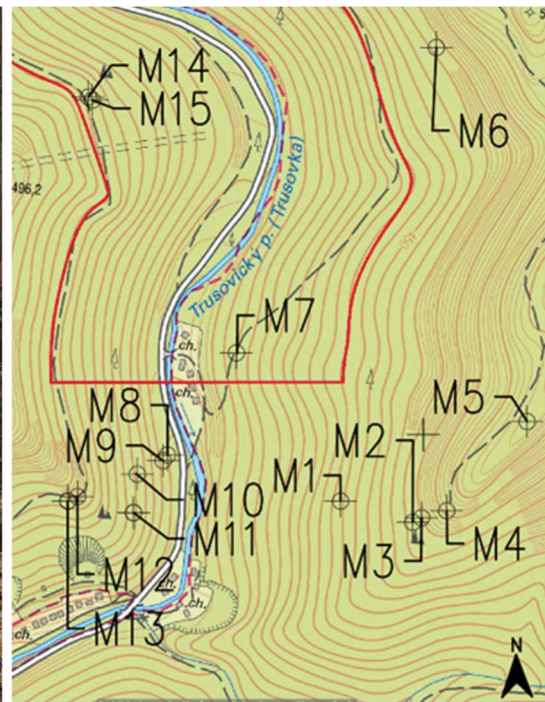
obr. 4.16 Pohled na měřenou plochu výchozu M1



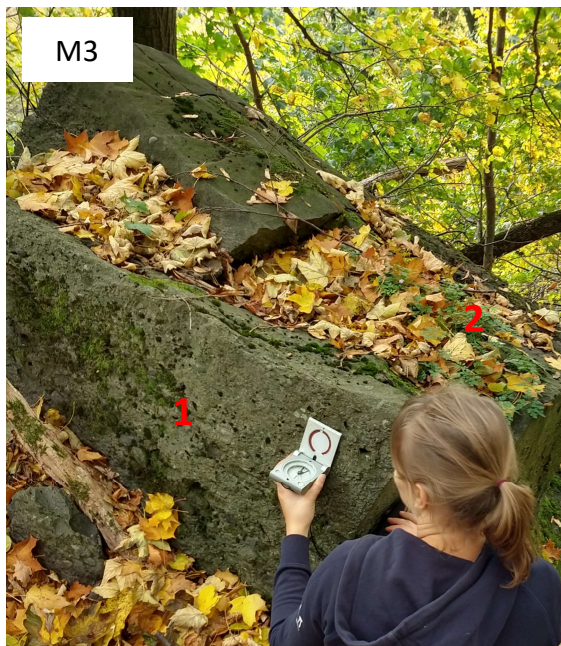
obr. 4.17 Pohled na výchoz M1



obr. 4.18 Pohled na výchoz M2



obr. 4.19 Poloha místa M2, M3, M4



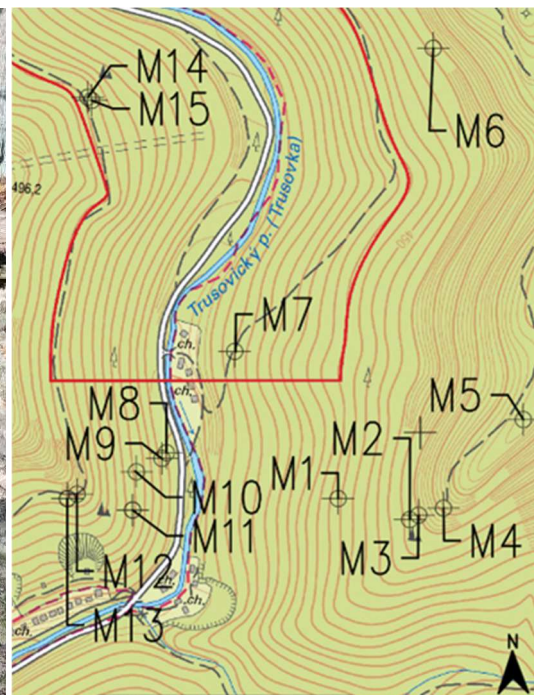
obr. 4.20 M3: (1) 101/26, (2) 270/33



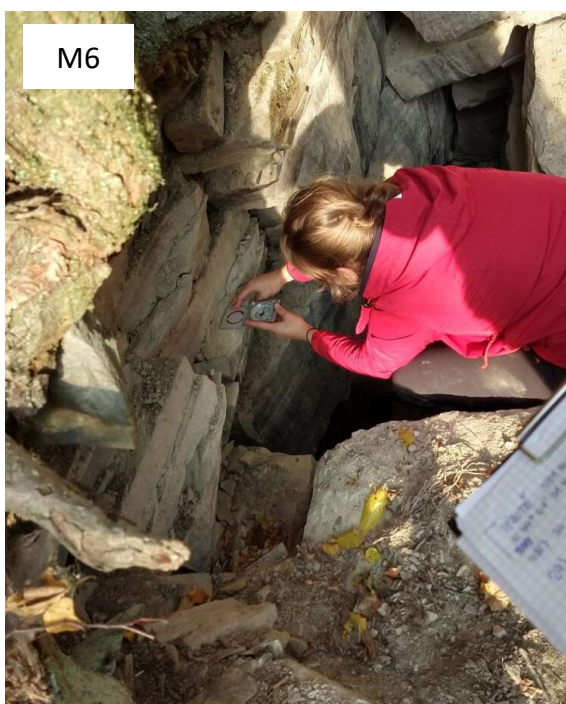
obr. 4.21 M4: (3) 352/78, (4) 273/80



obr. 4.22 M6: (1) 248/25 (2) 341/95



obr. 4.23 Poloha místa M6



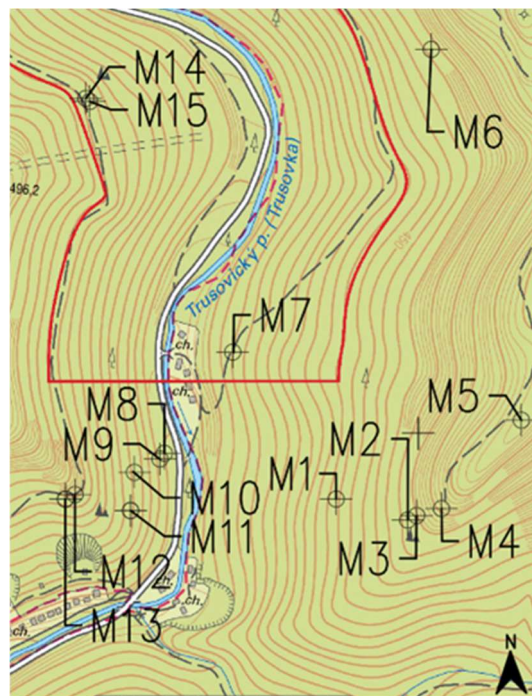
obr. 4.24 Pohled na měření M6



obr. 4.25 Pohled na plochy M6



obr. 4.26 M6: (1) 51/75



obr. 4.27 Poloha místa M5, M6

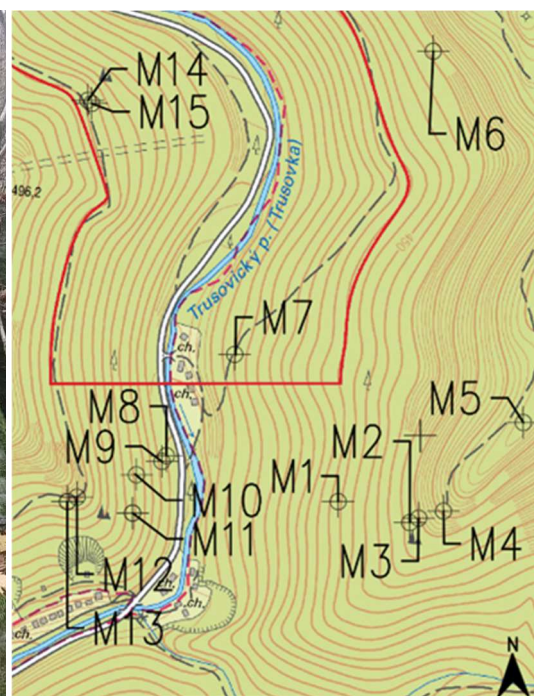


obr. 4.28 Pohled na výchoz M5



M8

obr. 4.29 M8: (1) 220/70, (2) 136/86



obr. 4.30 Poloha místa M8, M9, M10



M9

obr. 4.31 M9: (3) 123/82, (4) 210/86

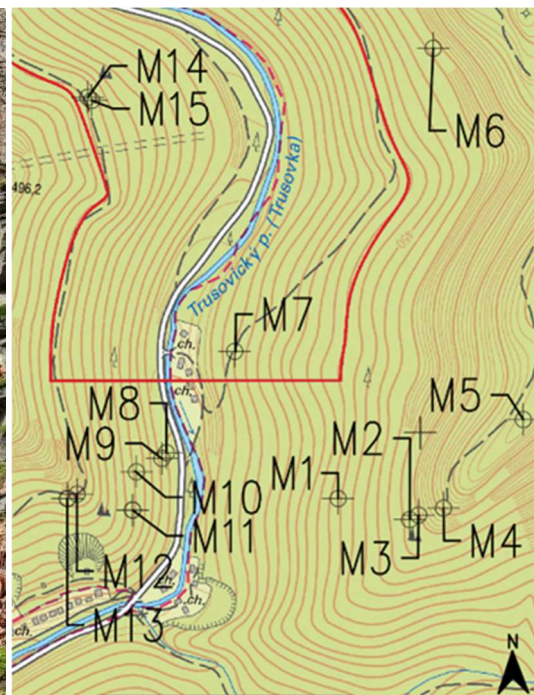


M10

obr. 4.32 Pohled na výchoz M10



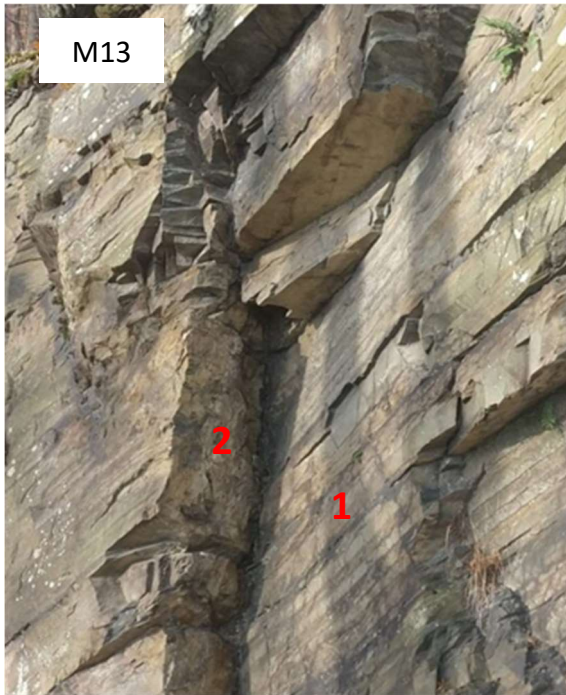
obr. 4.33 Pohled na výchoz M11



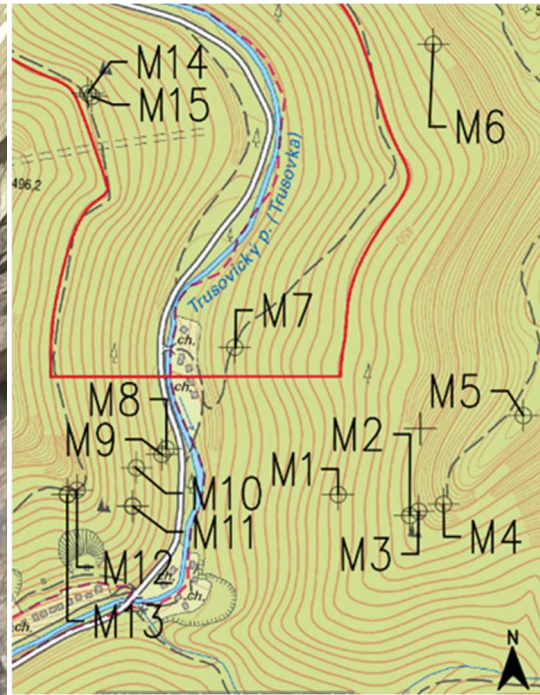
obr. 4.34 Poloha místa M11



obr. 4.35 M11: (1) 110/85



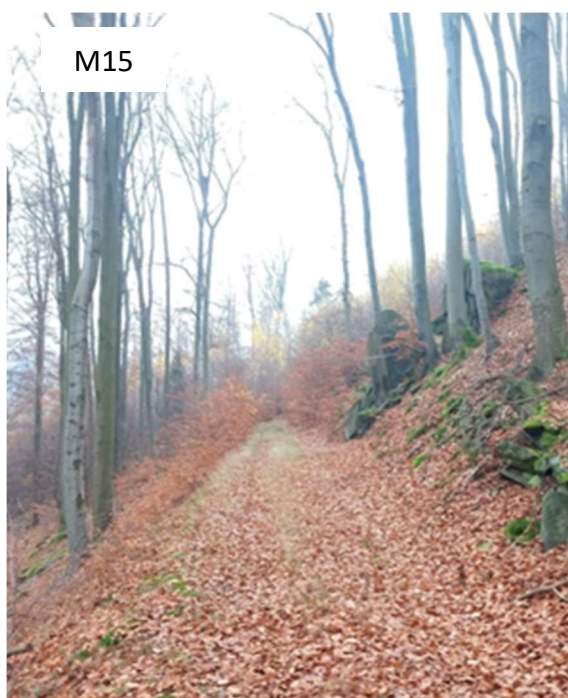
obr. 4.36 M13: (1) 204/80, (2) 280/75



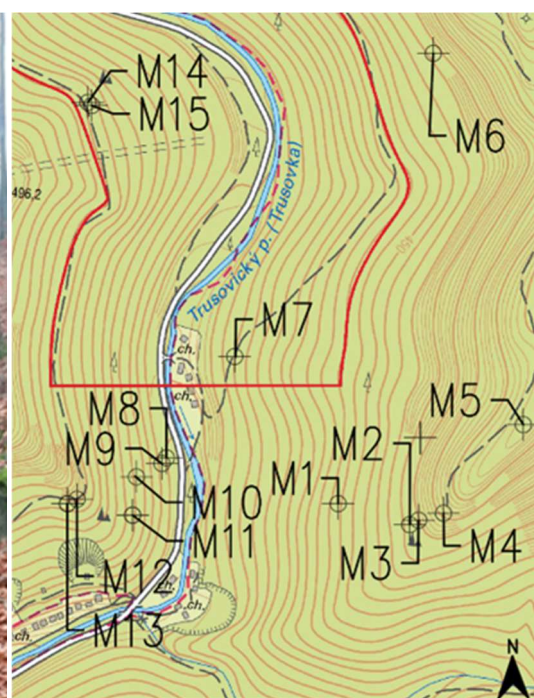
obr. 4.37 Poloha místa M13



obr. 4.38 Pohled na výchoz M13



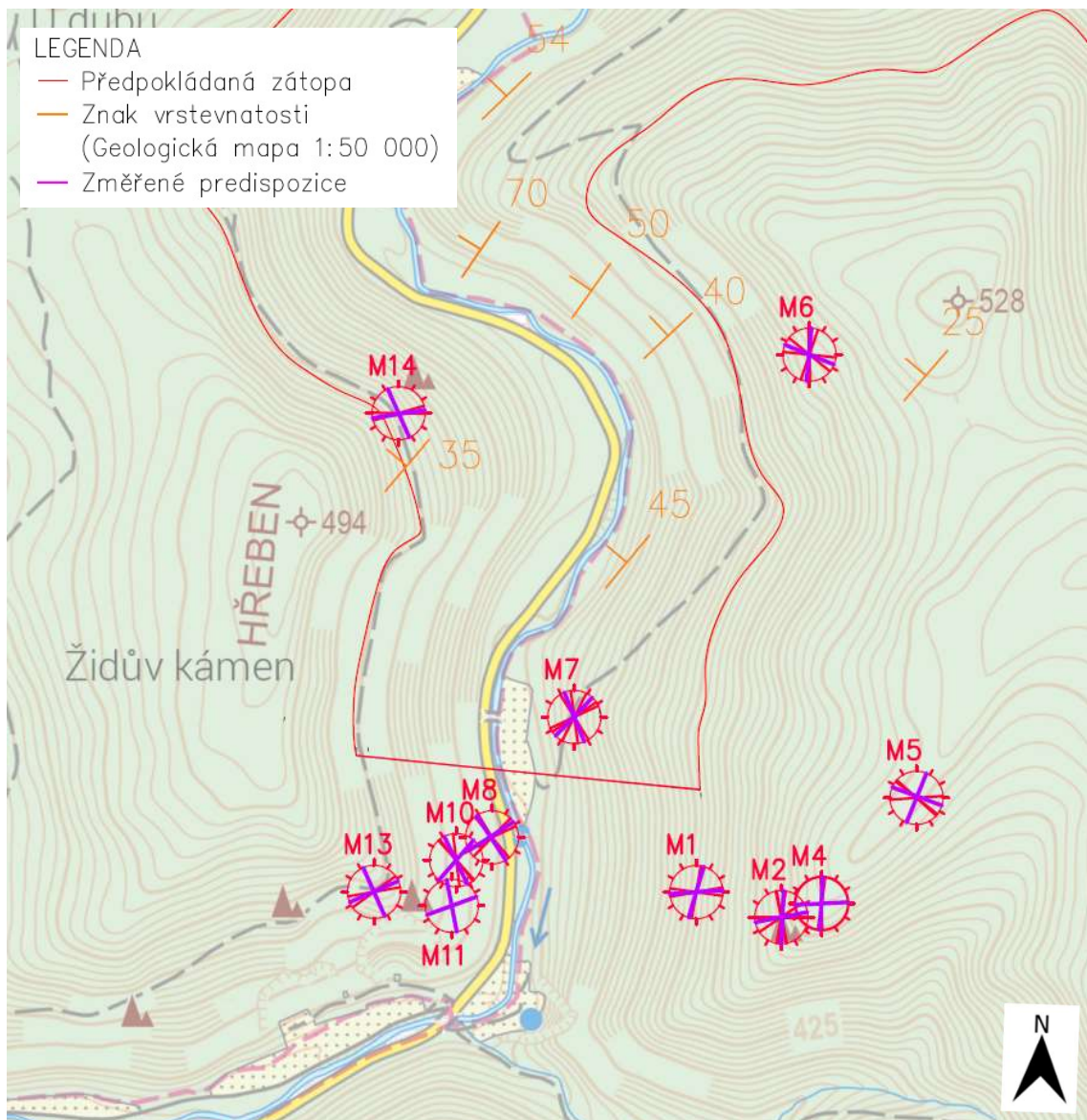
obr. 4.39 Pohled na výchoz M15



obr. 4.40 Poloha místa M15



obr. 4.41 M15: (1) 204/80, (2) 280/75



obr. 4.42 Přehledná situace měřených predispozic. Upraveno: [26]

PROPUSTNOST

V rámci předběžného IGP [4] byla zjišťována i orientační propustnost hornin skalního podkladu. Levý údolní svah v horní části tvořený drobou dosahoval střední propustnosti. Až ve větších hloubkách od 29 do 55 m se nachází slepencové podloží s vysokými hodnotami propustnosti. Ve dně údolí lze očekávat střední propustnosti masivu. Pravý svah je tvořen převážně břidlicemi a podle zkoušek je uveden jako málo propustný či nepropustný horninový masiv.

„Plochy břidličnatosti i vrstevnatosti tedy probíhají zhruba rovnoběžně se směrem údolí Trusovického potoka. Tato orientace základních ploch nespojitosti horninového masivu je nevýhodná z hlediska možného úniku vody z budoucí nádrže ve směru údolí.“ [4]

Vlastním měřením byly potvrzeny směry hlavních poruch oblasti. Z hlediska propustnosti je nepříznivý levý údolní svah (po směru toku).

SEISMICITA

V mapě seismických oblastí České republiky (obr. 4.43) náleží zájmová lokalita do kategorie s velmi malou seismicitou s referenční hodnotou zrychlení podloží $a_{gR}=0,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. [45]

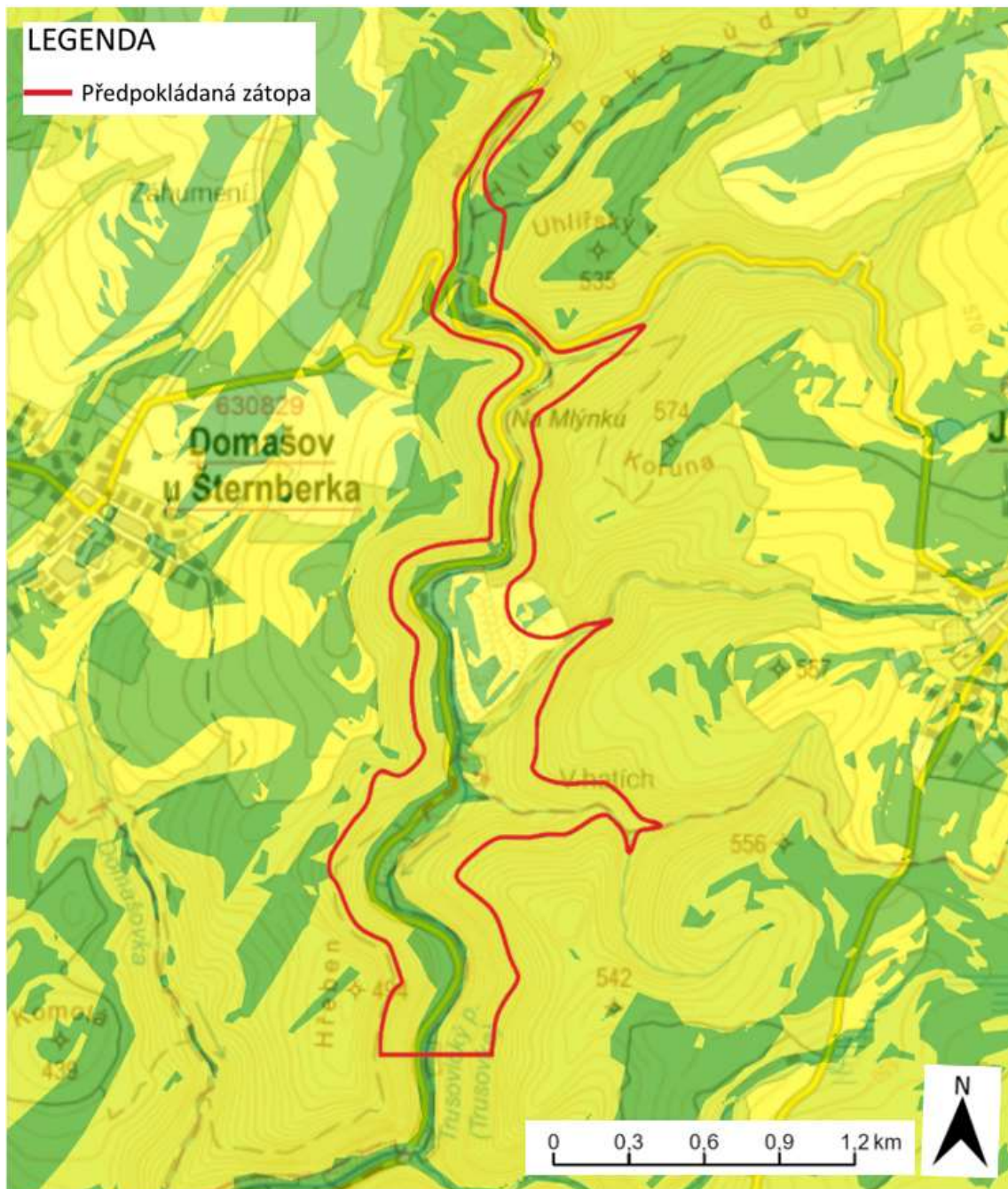


obr. 4.43 Mapa seismických oblastí ČR. Upraveno: [45]



STABILITNÍ POMĚRY

Dle mapy svahových nestabilit nejsou v přehradním profilu a zátopě evidované svahové nestability. [43] Avšak svahy v zájmové lokalitě jsou potencionálně ohroženy k sesouvání dle mapy svahových deformací (obr. 4.44). [44]

„V pravém údolním svahu, který má shodný směr sklonu a vrstevnatosti drob a slepenců může v případě menšího sklonu vrstev, než je sklon svahu, docházet k pohybu bloků hornin směrem po svahu.“ [4] Vlastním měřením byl potvrzen hlavní směr sklonu. Lze očekávat, že pravý svah (po směru toku) bude spíše nestabilní.



Náchylnost svahu k sesouvání

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 1 | Třída nízké náchylnosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti |
|  | 2 | Třída střední náchylnosti – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit |

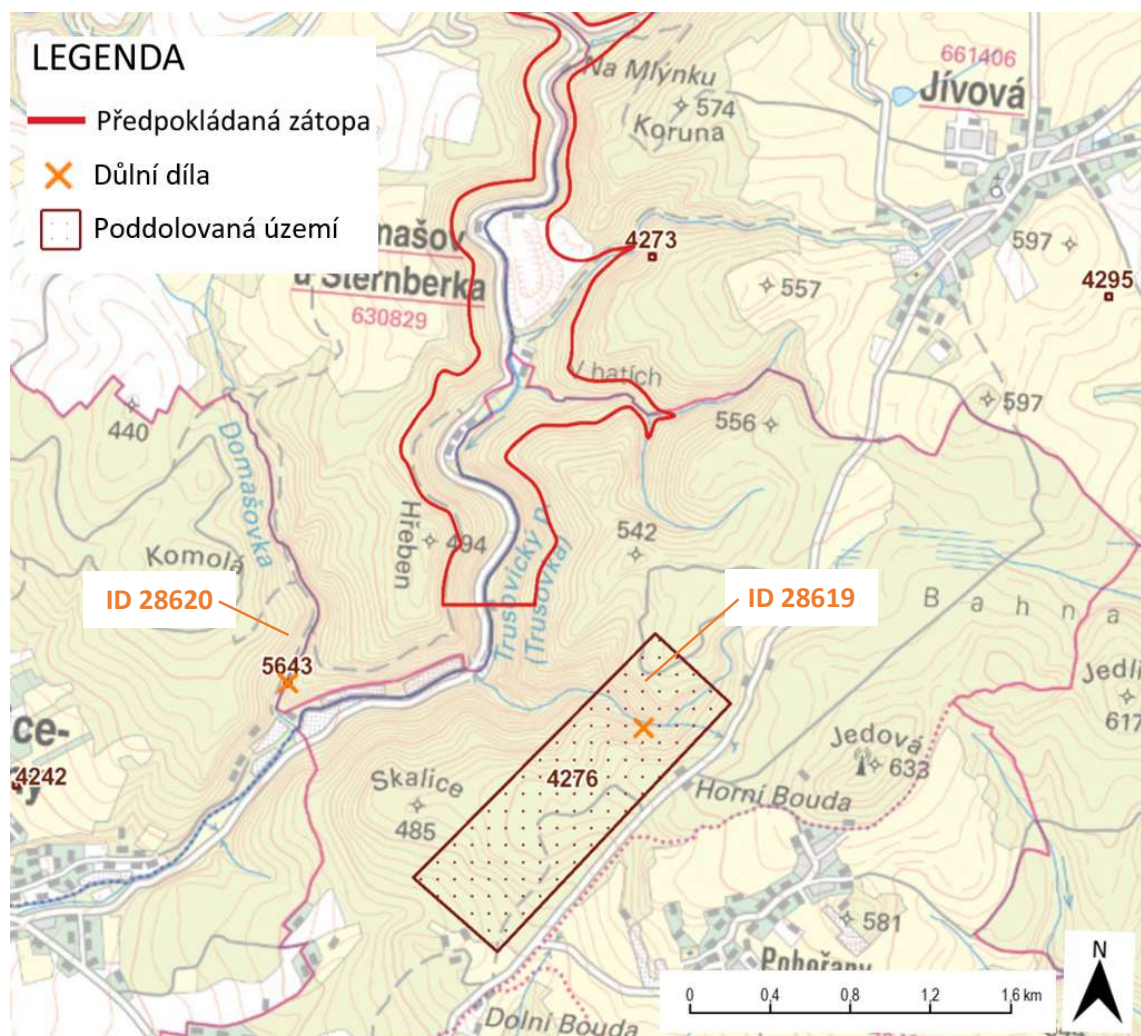
obr. 4.44 Mapa náchylnosti svahů k sesouvání. Upraveno: [44]

V následujících stupních je vhodné ověřit stabilitu přilehlých svahů včetně posouzení jejich propustnosti pro detailnější definici základových poměrů v přehradním profilu.

4.2.5 DŮLNÍ DÍLA A PODDOLOVANÉ ÚZEMÍ

V nejbližším okolí zájmové lokality se nachází dvě evidovaná důlní díla mimo provoz a tři poddolované oblasti (obr. 4.45). Žádné v místě přehradního profilu a plochy zátopy.

Na pravém svahu pod přehradním profilem se nachází důlní dílo ID 28620 Štola Lašťany, které bylo využíváno pro kámen na hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu. Projevy poddolované oblasti (5643) jsou zde spíše ojedinělé ve formě hald, ústí a propadlin. Velká poddolovaná oblast (4276) se nachází na levém břehu pod přehradním profilem, projevem jsou haldy. Byl zde těžen stavební kámen v důlním díle ve formě štoly ID 28619 Břidlicový důl Lašťany. Nejstarší poddolovanou oblastí je Jívová 1 Tepenec (4273), kde byly od 18. století těženy polymetalické rudy. Projevy poddolování jsou ojedinělé a drobného rozsahu. [41]



obr. 4.45 Mapa důlních děl a poddolovaných oblastí. Upraveno: [41]

4.2.6 LOŽISKA NEROSTŮ

V oblasti zátopy se nachází dobývací prostor těžený ID 70917 (obr. 4.47). Jedná se o činný lom Bělkovice – Jívová (obr. 4.46), kde je těžen stavební kámen – droba. Lom v současnosti vlastní firma Českomoravský štěrk, a.s. Kamenivo je: „... *použitelné do betonu, železobetonu, předpjatých betonů, prefabrikovaných dílců, vodostavebního betonu, cementobetonových krytů vozovek, pro drážní stavby, pro silniční stavby-do asfaltových vrstev, nestmelených vrstev, do posypů a zásypů, pod zámkovou dlažbu a další specifické použití.*“ [15] Také bylo použito pro asfaltobetonový plášť přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně. V příloze č.6, jsou uvedeny souhrnné informace o lomu z Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR zpracovanou Českou geologickou službou. [14], [42]



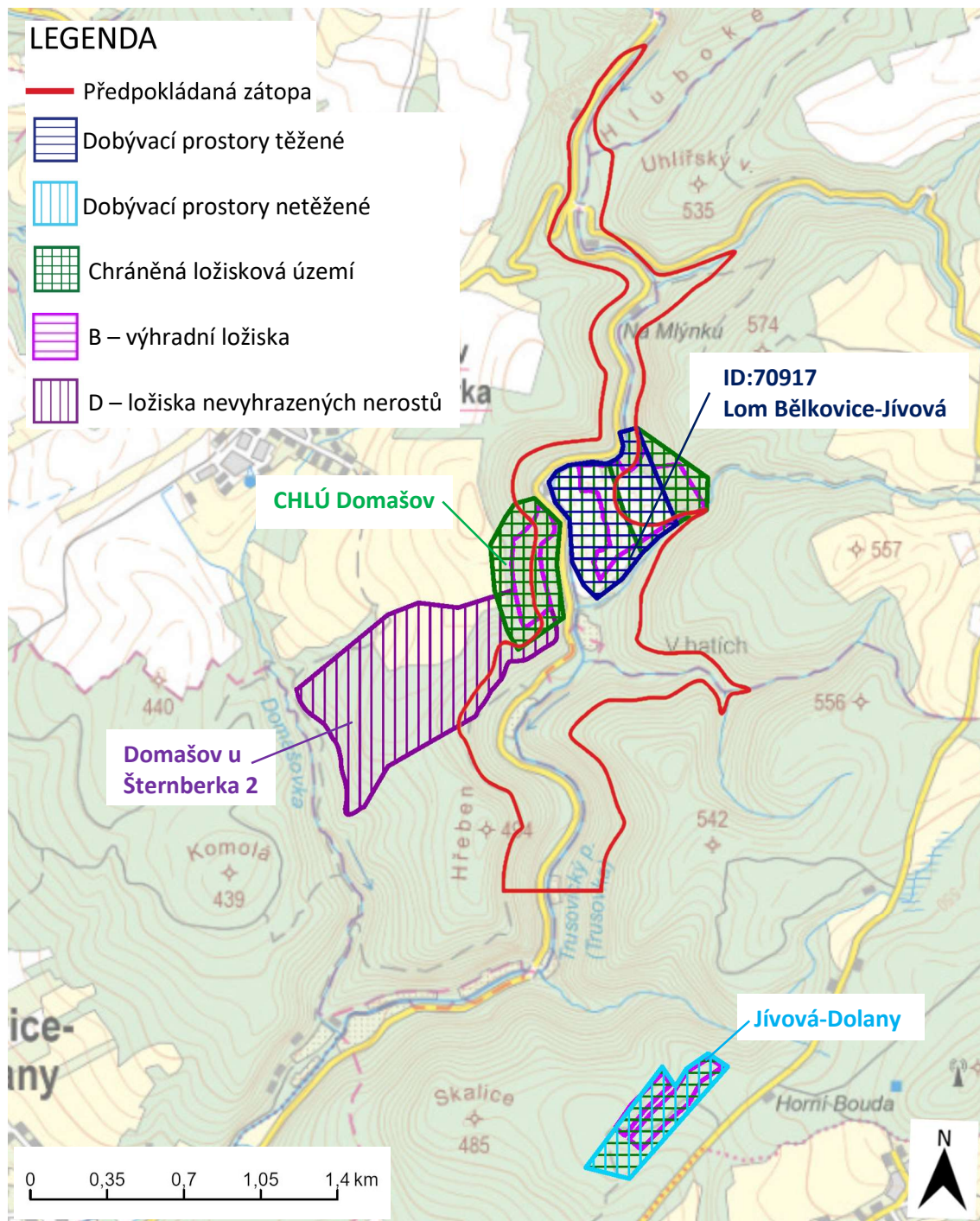
obr. 4.46 Letecký snímek lomu Bělkovice-Jívová [15]

Severovýchodní strana lomu je stanovena jako chráněné ložiskové území (CHLÚ) pro možnou budoucí těžbu, z velké části spadající do výhradního ložiska.

Na protějším západním svahu je také vyhrazené CHLÚ Domašov. Část CHLÚ je označeno jako výhradní ložisko suroviny – droba konglomerát patřící organizaci Českomoravský štěrk, a.s.

Směrem na jih je větší oblast ložiska nevyhrazených nerostů Domašov u Šternberka 2, kde byl proveden rozsáhlý geotechnický průzkum pro zjištění možných zásob suroviny – droba konglomerát.

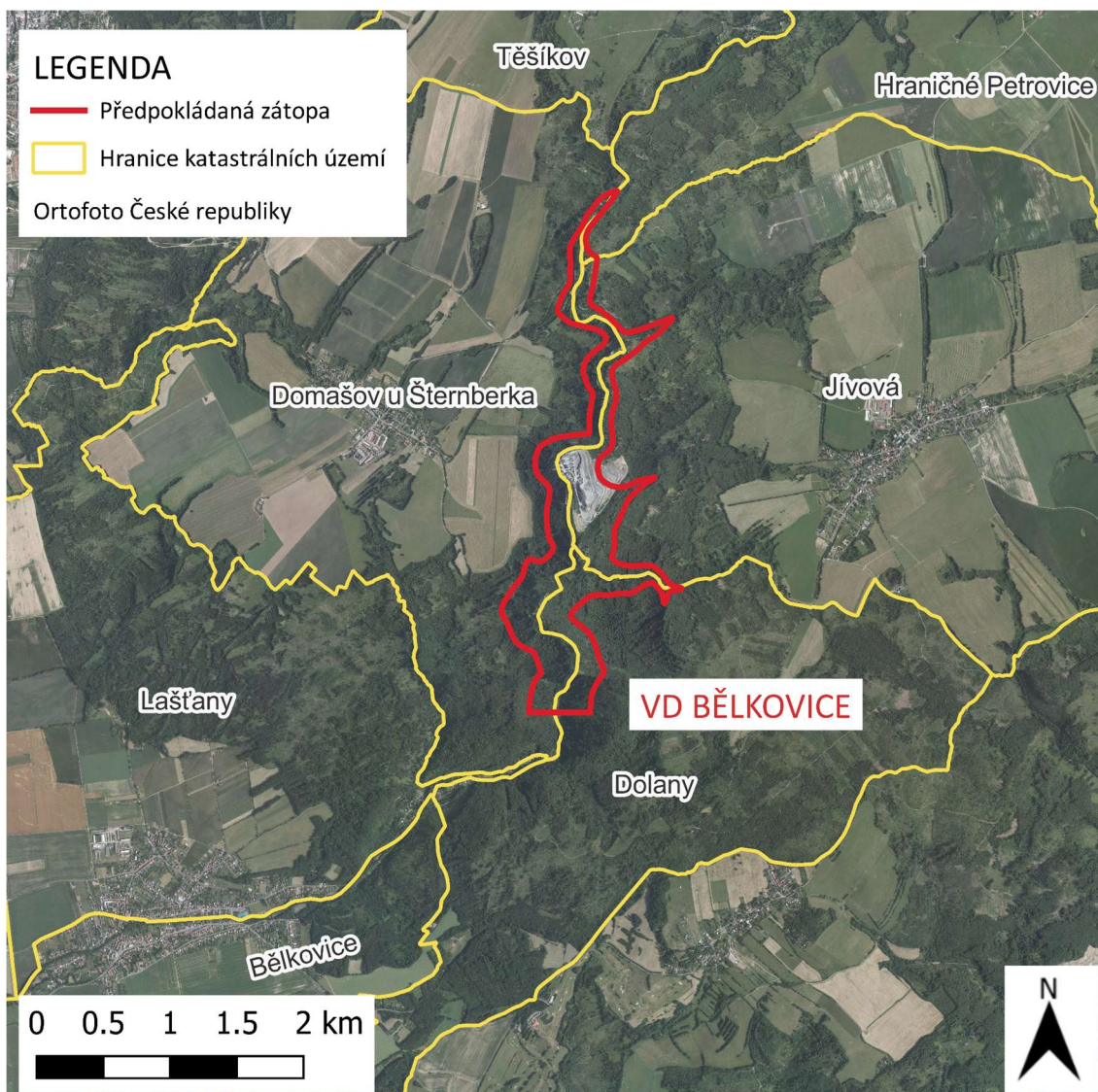
Na levém břehu pod přehradním profilem se nachází dobývací prostor Jívová – Dolany na stavební kámen. Jedná se zastavenou těžbu, která probíhala povrchově. Rozsahu těžby odpovídá již zmíněné poddolované území v 4.2.5.



obr. 4.47 Mapa ložiskových území. Upraveno: [42]

4.3 VYUŽITÍ ÚZEMÍ, DOPRAVNÍ A TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

Záměrem VD jsou dotčeny katastrální území okolních obcí (obr. 4.48): Dolany u Olomouce [628468], Domašov u Šternberka [630829], Jívová [661406], Hraničné Petrovice [647900] a Těšíkov [766755].



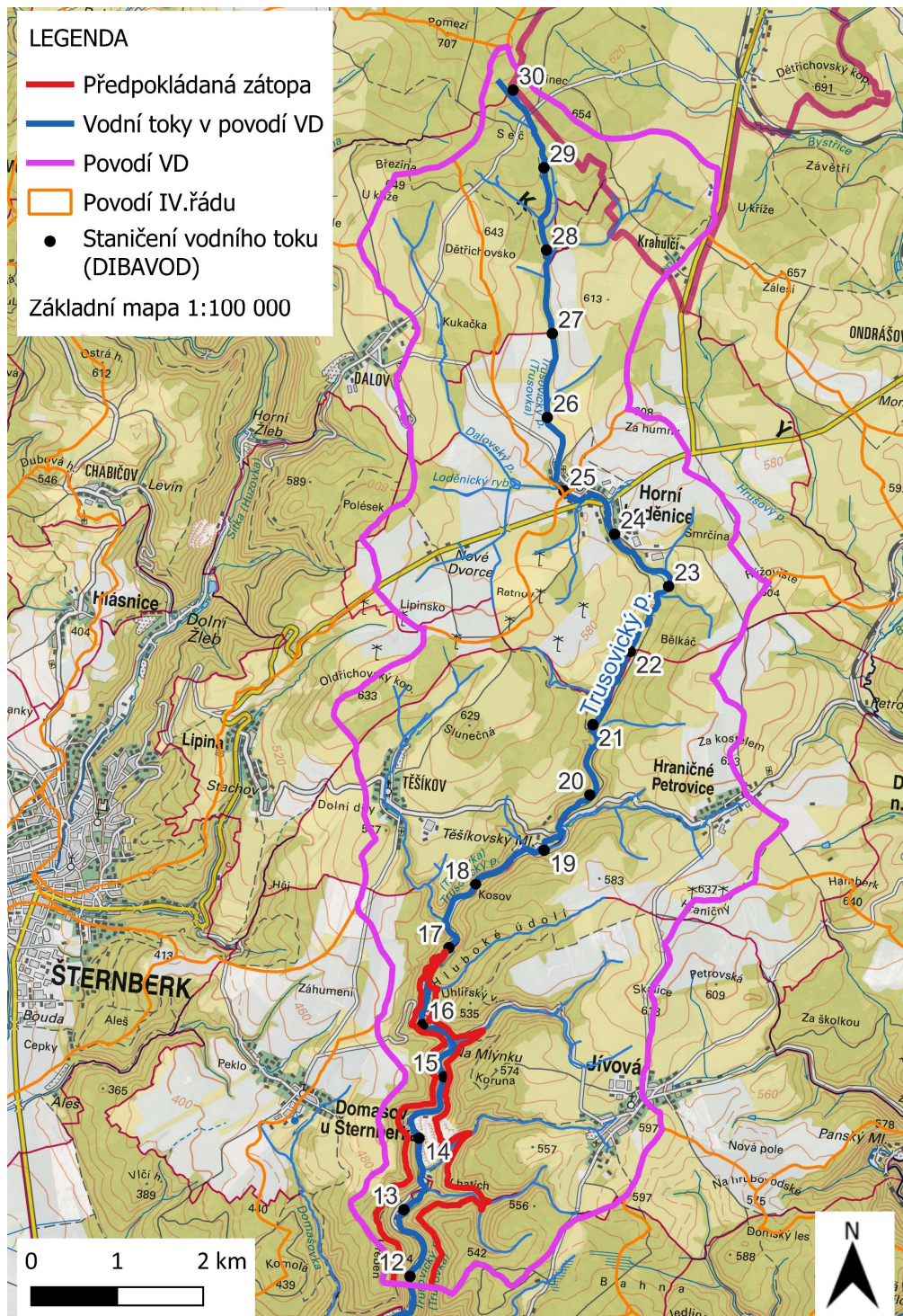
obr. 4.48 Přehledná mapa dotčených katastrálních území. Upraveno: [28], [29]

OBJEKTY DOTČENÉ VÝSTAVBOU VODNÍHO DÍLA

V předpokládané ploše maximální zátopy a prostorem pod objektem hráze po napojení skluzu do koryta Trusovického potoka bude dotčeno celkem 31 objektů. Jedná se o 1 objekt pro bydlení, 17 objektů pro rekreaci a 13 dalších typů jako je jiné využití či zastavěná plocha a nádvoří. V zájmové lokalitě se nenachází žádné kulturní či historické památky a památná místa. [46], [50]

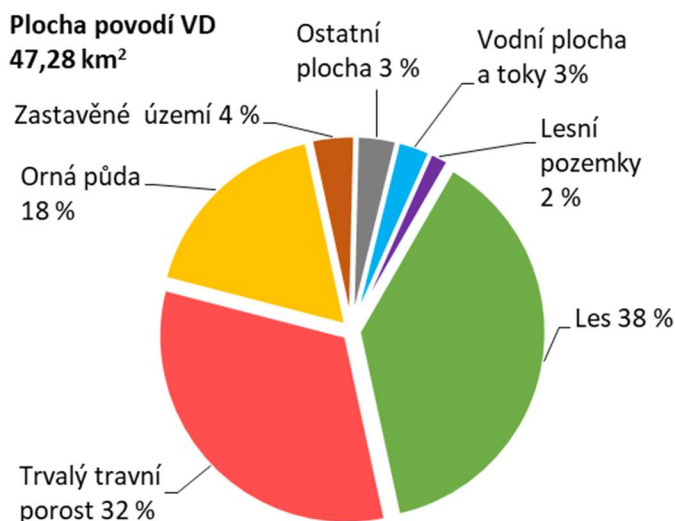
EKONOMICKÉ VYUŽITÍ ÚZEMÍ

Povodí k přehradnímu profilu má podlouhlý tvar, směřující ze severu na jih (obr. 4.49). V horní části povodí se nachází pouze vesnice Krahulčí, která je spíše chatovou osadou a obec Horní Loděnice, kterou prochází silnice I/46. Ve střední části pak malé obce Hraničné Petrovice a Těšíkov. V dolní části nad zátupou se nachází obec Jívová s největším počtem obyvatel (650).



obr. 4.49 Přehledná mapa povodí k VD. Upraveno: [27], [30], [31], [32]

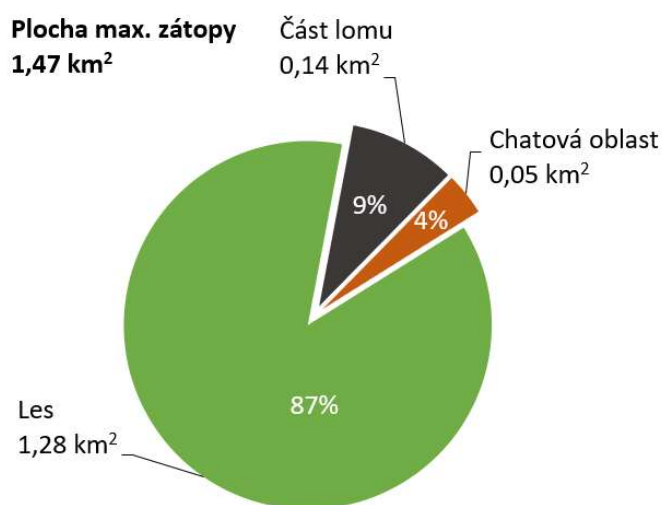
Převážná část povodí VD je tvořena přirozeným pokryvem – lesem (až 38 % dle obr. 4.50), lesními pozemky, trvalým porostem a z části obhospodařovanou ornou půdou. Plocha vodních ploch je tvořena malými rybníky a vodními toky v povodí. Průmysl je zastoupen pouze ojediněle. V povodí VD se spíše vyskytují zemědělské areály a farmy. [29], [46], [48], [50], [53]



obr. 4.50 Rozdělení kultur v povodí k VD [29], [46], [48], [50], [53]

V ploše zátopy se nachází pouze rozptýlená chatová zástavba. Převážná část zátopy je tvořena smíšenými lesy. Procentuální zastoupení je zobrazeno v obr. 4.51.

Pro vyhodnocení kultur v povodí byl využita evidence zemědělské půdy LPIS, BPEJ a katastr nemovitostí. Pro ověření zastavěných a průmyslových částí byly použity informace z portálu ZABAGED. [29], [46], [48], [50], [53]



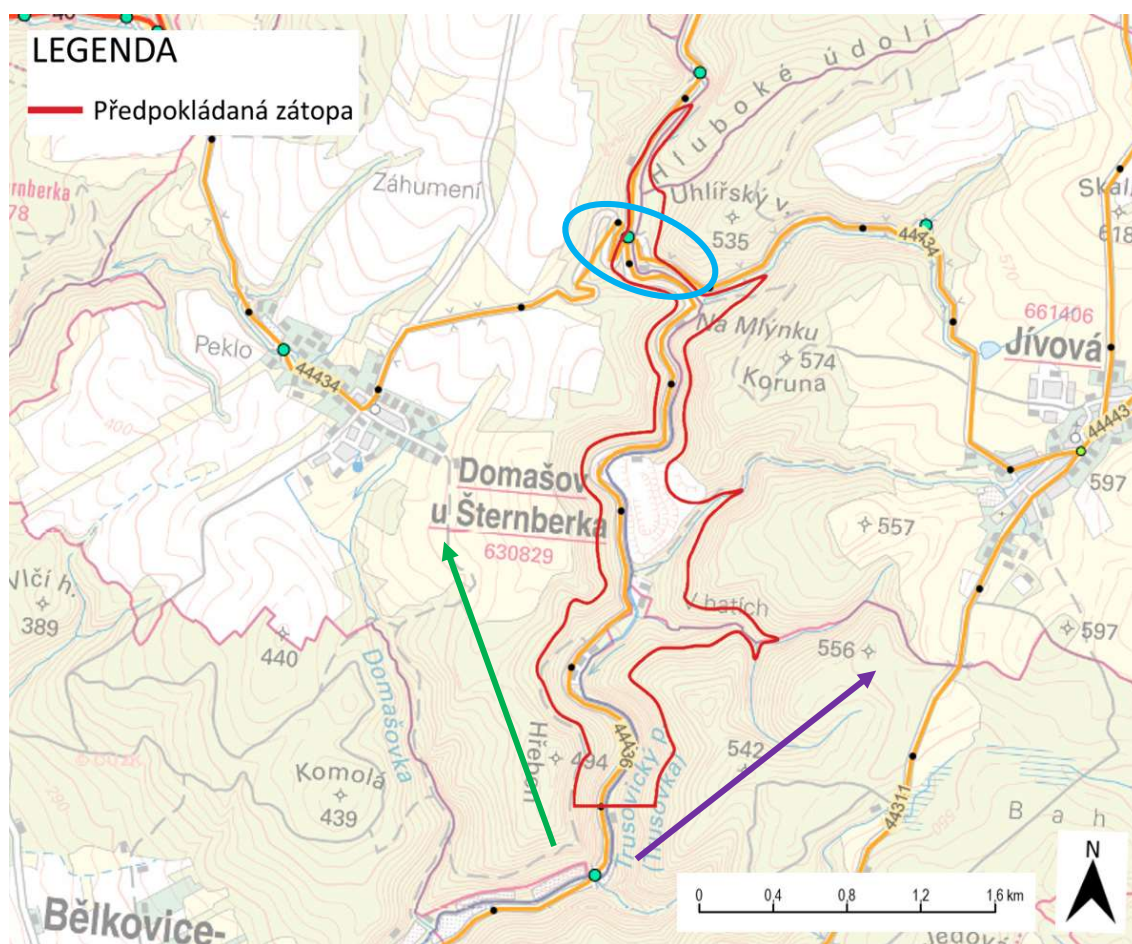
obr. 4.51 Rozdělení kultur v ploše zátopy [29], [46], [48], [50], [53]

DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURA

Výstavbou vodní nádrže budou dotčeny komunikace III. třídy (obr. 4.52). Komunikace 44436 vede údolím Trusovického potoka a je příjezdovou cestou pro činný lom v oblasti plánované zátopy. Na konci zátopy na křižovatce se silnicí III. třídy ozn. 44434 pokračuje dál směrem na Těšíkovský Mlýn, kde navazuje na silnici II. třídy.

V případě výstavby dojde z části k jejímu zániku a bude zachována jako příjezdová komunikace k patě hráze. Přeložka této komunikace může být vedena směrem na obec Jívová (fialová šipka) či na obec Domašov u Šternberka (zelená šipka). Přeložky musí být projednány z pohledu skutečné potřeby, vytížení a složitosti realizace.

Komunikace 44434 vedoucí koncem zátopy (modré označení v obr. 4.52) propojuje obec Domašov u Šternberka a obec Jívová. Bude nutné navrhnout její přeložení po nové trase. Možností je vytvoření nové objízdné trasy či přemostění zátopy.



obr. 4.52 Mapa dopravní infrastruktury. Upraveno: [48]

TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

Pro celou zájmovou lokalitu je třeba získat vyjádření od všech potencionálních správců inženýrských sítí. V rozsahu DP byly osloveni pouze významní správci.

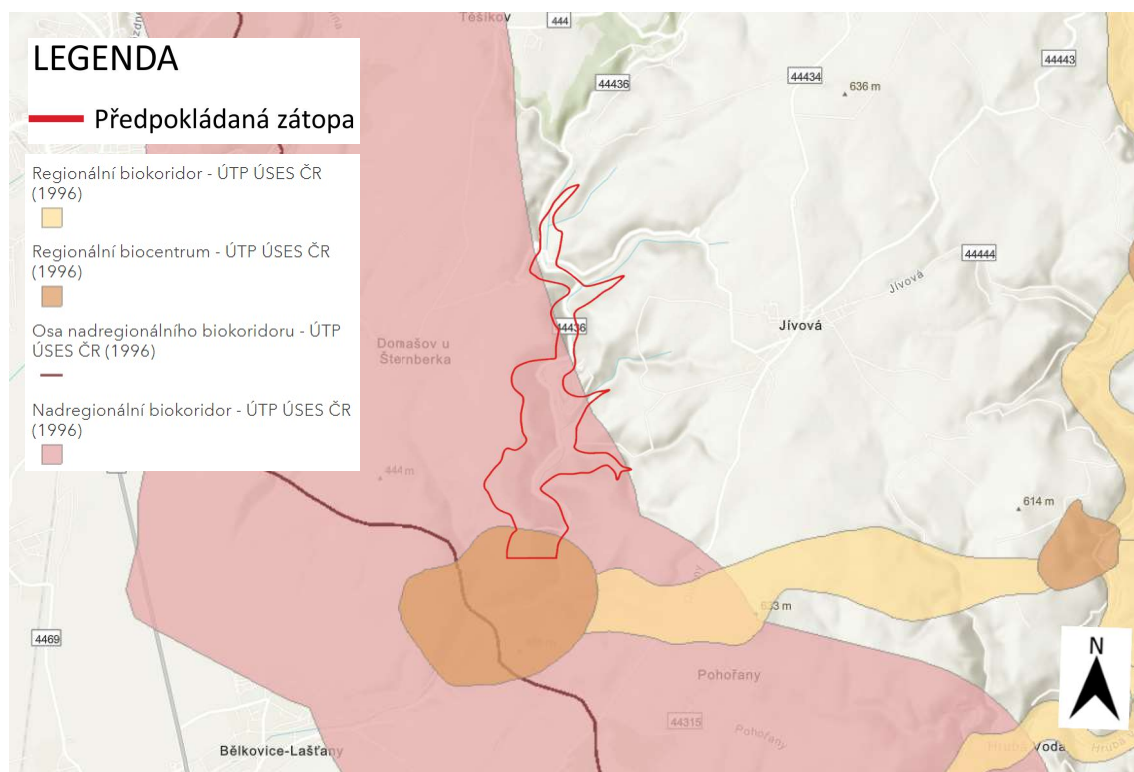
- Energetická infrastruktura:
ČEZ – v zájmové lokalitě se nachází podzemní vedení NN a nadzemní vedení NN
GASNET – nenachází se
- Telekomunikace (Cetin) - nenachází se
- Vodohospodářská infrastruktura – v zájmové lokalitě se nenachází vodovody ani kanalizace

4.4 ÚDAJE O STAVU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

V zájmové lokalitě se nenachází žádné chráněné území ze soustavy Natura 2000 ani Chráněná krajinná oblast. [54]

Avšak více jak polovina předpokládané zátopy se nachází v oblasti **nadregionálního biokoridoru**. Prostor hráze částečně zasahuje do regionálního biocentra (obr. 4.53). Jedná se o plochy spadající do územního systému ekologické stability (ÚSES). [47]

V navazujících stupních je důležitým podkladem pro přijetí konceptu VD stanovisko EIA (posuzování vlivů záměrů na životní prostředí).



obr. 4.53 Mapa biokoridorů se vyznačenou zájmovou lokalitou. Upraveno: [47]

V rámci LAPV při vyhodnocení ochrany přírody a krajiny byly evidovány:

- „kriticky ohrožené druhy: rak říční,
- silně ohrožené druhy: kulíšek nejmenší, čáp černý, holub doupňák, lejsek malý a vydra říční,
- ohrožené druhy: vranka pruhoploutvá, vír velký.“ [2]

MOŽNÉ VLIVY ZNEČIŠTĚNÍ

Převážná část povodí k VD je zalesněna, avšak nezalesněné plochy mohou být potencionálním zdrojem znečištění ze zemědělské činnosti.

V povodí se také nachází 3 obce, které způsobují komunální znečištění. Aktuální stav odkanalizování obcí podle Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Olomouckého kraje [55]:

- Jívová – navržena splašková kanalizace s čistírnou odpadních vod (ČOV)
- Hraničné Petrovice – bez dat
- Horní Loděnice – stávající splašková kanalizace s ČOV
- Těšíkov – bez dat

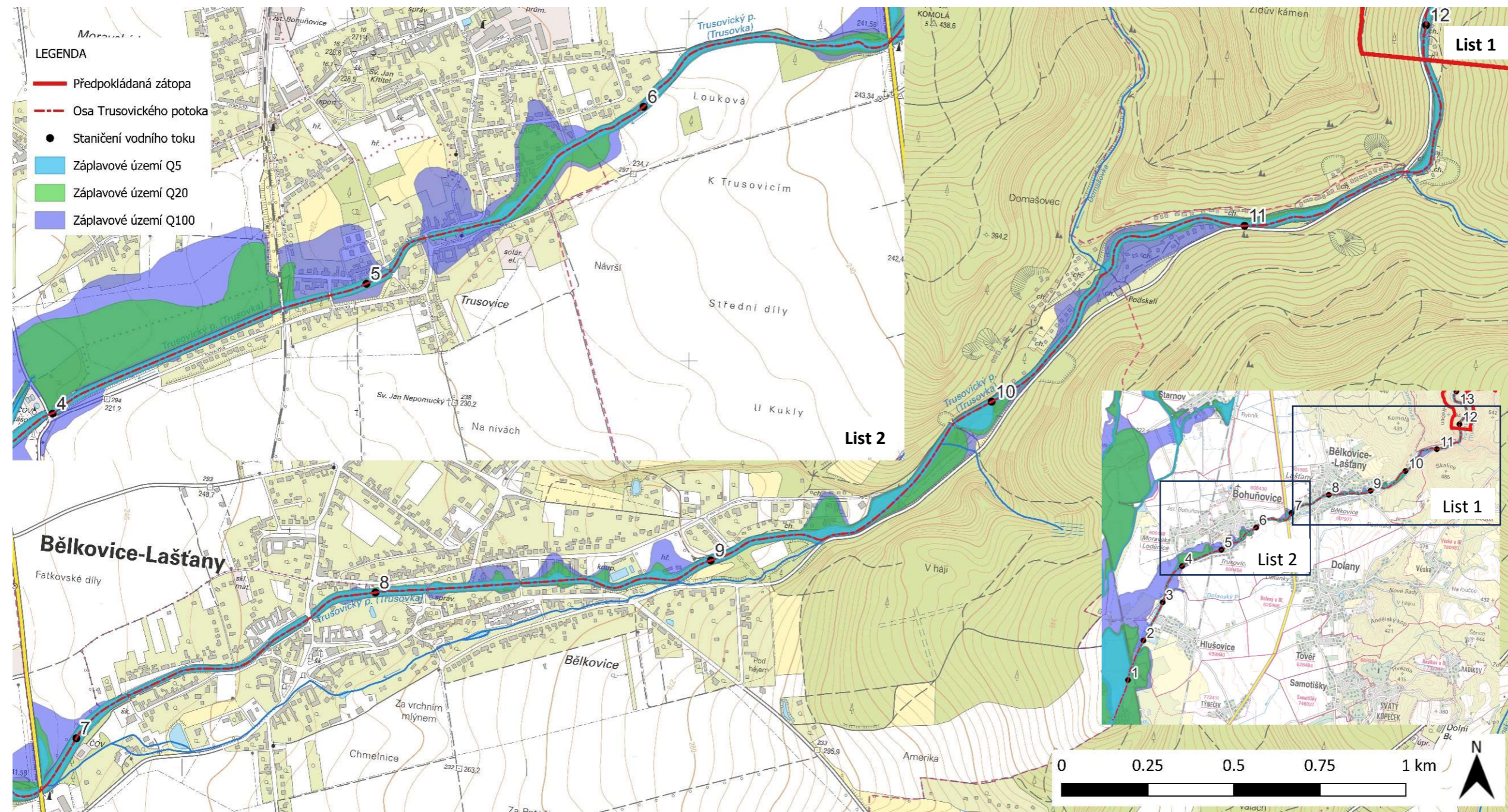
V dalším stupni zpracování je vhodné provést posouzení rozsahu možného znečištění od obcí. Vybudování splaškových kanalizací a ČOV by mělo být zahrnuto v rámci přípravy výstavby VD.

4.5 ZÁPLAVOVÁ ÚZEMÍ A VODNÍ DÍLA V OKOLÍ

Vodní nádrže se v okolí nevyskytují. Navrhované vodní dílo nebude součástí soustavy nádrží.

Záplavové území (ZÚ) jsou stanoveny pro Trusovický potok pro průtoky N – letosti Q_5 , Q_{20} , Q_{100} . ZÚ bylo vyhlášeno krajským úřadem Olomouckého kraje, obor životního prostředí a místě příslušným vodoprávním úřadem, opatřením obecné povahy. [34]

Pro potřeby návrhu VD je důležitá především kapacita stávajícího koryta pod nádrží. Na obr. 4.54 lze vidět, že kapacita koryta odpovídá zhruba průtoku Q_{20} . Nad obcí Bělkovice dochází k rozlivu Q_{20} v neobydlené části. V centru obce mezi ř. km 8,4 až 9,5 dochází k vybřežení Q_{20} do obydlených částí. Než tok ústí do řeky Moravy protéká ještě obcí Bohuňovice. Zde je opět úsek, kde vybřežení $0Q_{20}$ ohrožuje obydlené části obce. Pro návrh VD byla stanovena hodnota neškodného odtoku $Q_{NEŠ} = 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, který je zhruba průtokem s dobou opakování 20 let (viz kapitola 4.1.3 základní hydrologická data). V případě požadavku na vyšší neškodný odtok z nádrže, lze v rámci konceptu VD navrhnout související proti povodňové opatření zajišťující zvýšení kapacity koryta pod nádrží.

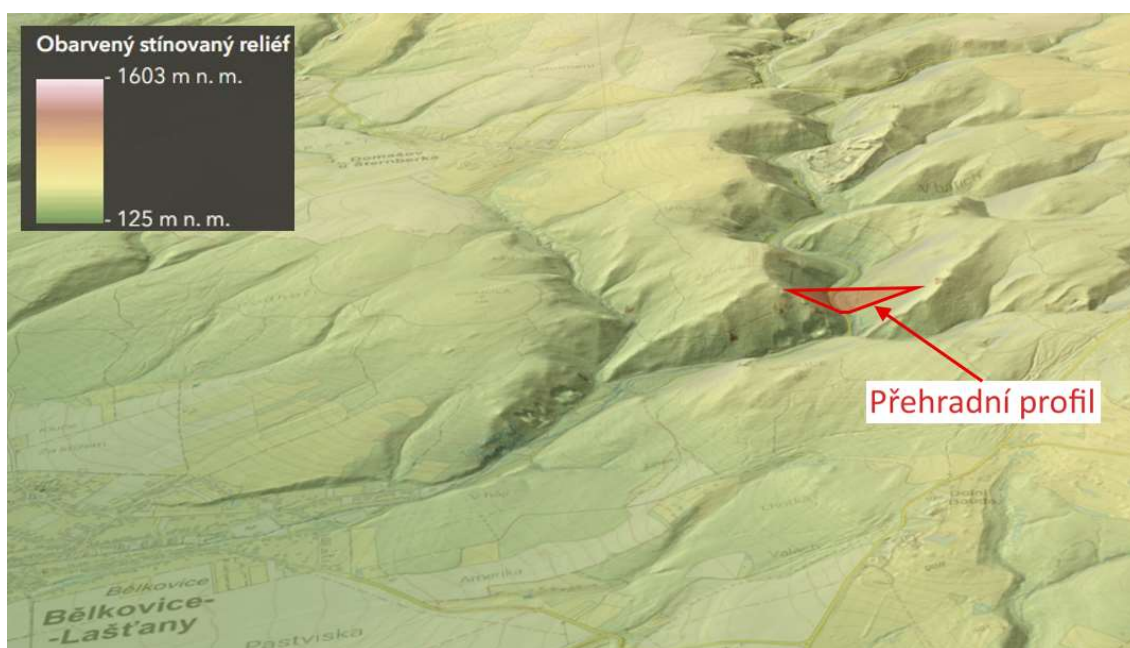


Obr. 4.54 Mapa záplavových oblastí. Upraveno: [26], [30], [31], [33], [34]

5. NÁVRH A POSOUZENÍ KONCEPTU VD

5.1 STANOVENÍ PROFILU HRÁZE

Pro umístění profilu hráze bylo vycházeno z původního návrhu SVP. Morfologicky bylo vybráno místo, kde je údolí symetrické a sevřené s relativně úzkým údolním dnem o šířce 30 m. V místě navrženého profilu jsou svahy příkré, levý svah má sklon 30-35° a pravý svah 35-40°. Svahy jsou místy prostoupeny výchozy skalních hornin. Vybraný profil je zobrazen v obr. 5.1, kde je viditelný přechod sevřeného údolí do rozevřeného terénu.

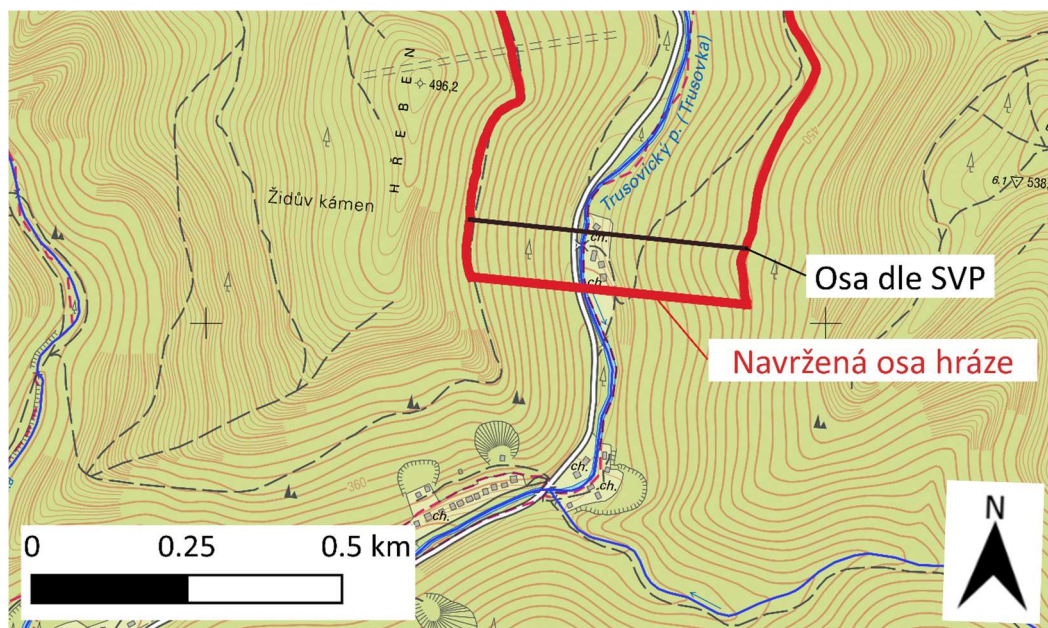


obr. 5.1 Přehradní profil vyznačený v obarveném reliéfu [26], [51]

Po následném terénním šetření a vymodelování tělesa hráze ve 3D bylo v rámci technického návrhu přistoupeno k posunutí osy hráze. Přehradní profil byl přemístěn o cca 20 metrů níže po toku (obr. 5.2). Údolí je plně využité a objem nádrže byl mírně navýšen od návrhu SVP. Změnou polohy hráze bylo docíleno příznivějšího tvaru tělesa viz kapitola 5.3. Posunutí profilu hráze také ovlivnilo délku skluzu, který nyní navazuje na přímý úsek Trusovického potoka místo do části oblouku.

Navrhované umístění hráze:

- Vodní tok: Trusovický potok
- Profil hráze dle staničení: ř.km 11,898 [DIBAVOD]
- S-JTSK (průsečík os toku a hráze): X: -538390,57, Y: -1111944,10



obr. 5.2 Umístění osy hráze. Upraveno: [1], [25]

5.2 STANOVENÍ ZDROJŮ MATERIÁLŮ

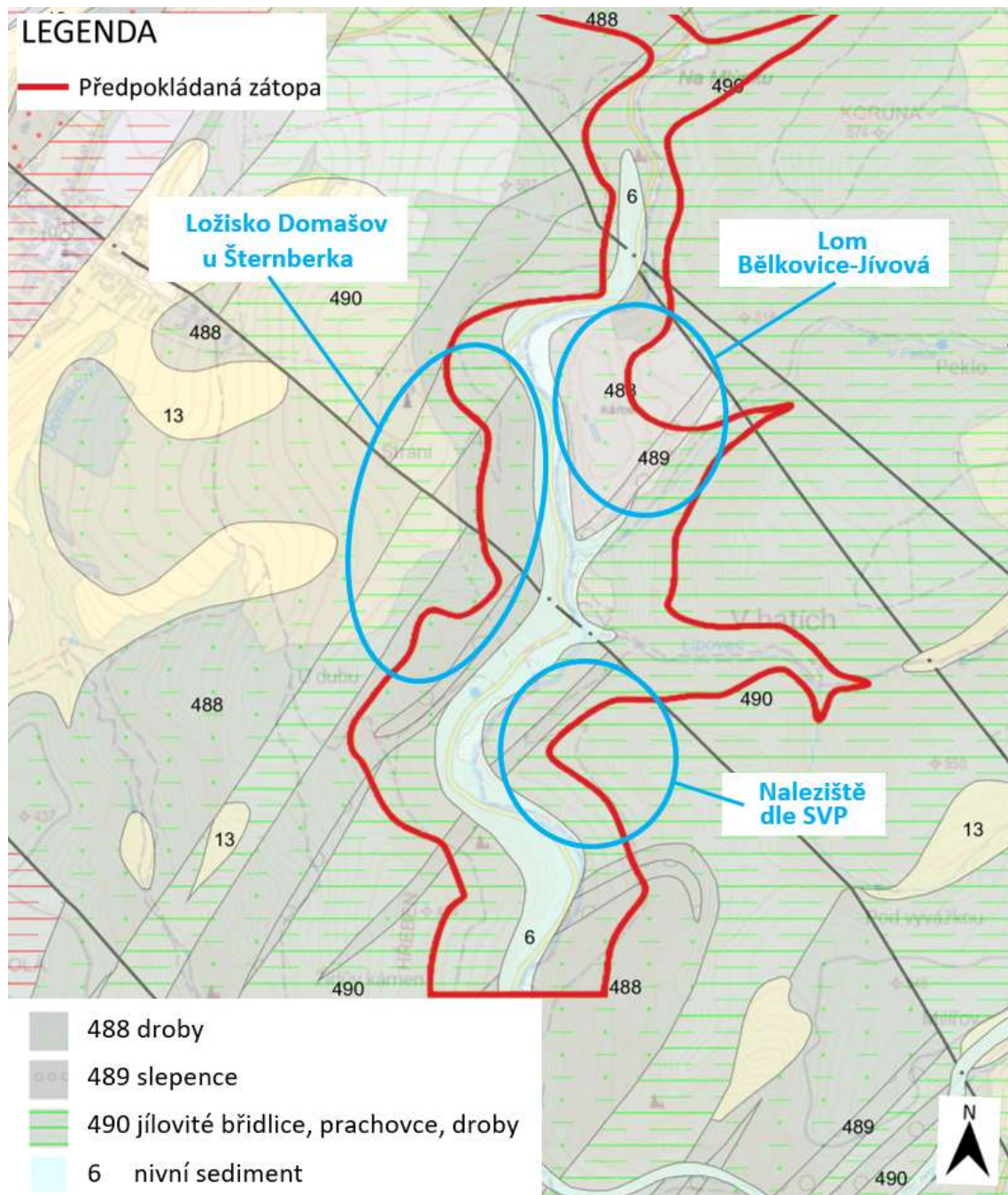
Pro výstavbu tělesa hráze je nezbytné zajištění dostatečného množství materiálu odpovídající kvality. Za předpokladu zemní hráze je hledáno naleziště především stabilizačního a těsnícího materiálu, který musí odpovídat nárokům uvedených v normě ČSN 75 2310. Vzhledem k rozsahu stavby je vhodné, aby zdroj materiálu byl v nedalekém okolí.

MATERIÁL PRO STABILIZAČNÍ ČÁST

V rámci SVP a **předběžného inženýrskogeotechnického průzkumu** bylo odhadnuto, že pro předpokládanou zemní kamenitou hráz lze využít materiál z oblasti zátopy a blízkého okolí. Nebyly však prováděny potvrzující průzkumní práce a bylo vycházeno ze zmíněných 3 vrtných profilů umístěných v přehradním profilu. Jako vhodný zdroj byl označen levý svah, který dle geologické mapy [37] a vrtu J-1 [5] je tvořen drobnými a slepenci. Dle průzkumu lze očekávat kvalitní materiál, který je od povrchu navětralý jen do malé hloubky. V případě využití materiálu z levého svahu lze očekávat prodloužení koruny hráze a nutné zajištění stability svahu. [1], [4]

Jelikož se přímo v zátopě nachází **aktivní lom Bělkovice-Jívová** nabízí se využití jeho využití. Těžená surovina – droba odpovídá technickým požadavkům na kamenivo do betonu, kamenivo pro asfaltové směsi, do liniových staveb a dále. Detailně uvedeno v příloze č. 6, kde jsou uvedeny souhrnné informace o lomu z Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR. Odhadnutá maximální roční kapacita lomu činí 800 tis. m³. [14]

Další z možných zdrojů je na protějším svahu od lomu Bělkovice. Jedná se o výhradní **ložisko Domašov u Šternberka** (ID 3031800), které zatím nebylo těženo, ale proběhl zde vyhledávací průzkum ložiskové oblasti a podrobný průzkum ložiskového tělesa. Byla zjištěna zásoba droby a břidlic. V roce 1973 byla v části ložiska ověřena droba vhodná k výrobě kameniva všeho druhu I. jakostní třídy (GF FZ005323). Předpokládané zásoby cca 3,3 mil. m³ suroviny. V roce 1977 bylo v rámci podrobného průzkumu navrženo ke schválení až cca 10 mil. m³ geologických zásob (GF P026344). Dle předběžného návrhu je objem stabilizační části 3,8 mil. m³. V případě, že bude potvrzena kvalita materiálu, lze předpokládat, že v místě stavby se nachází dostatečné množství zásob (obr. 5.3). [4], [5]

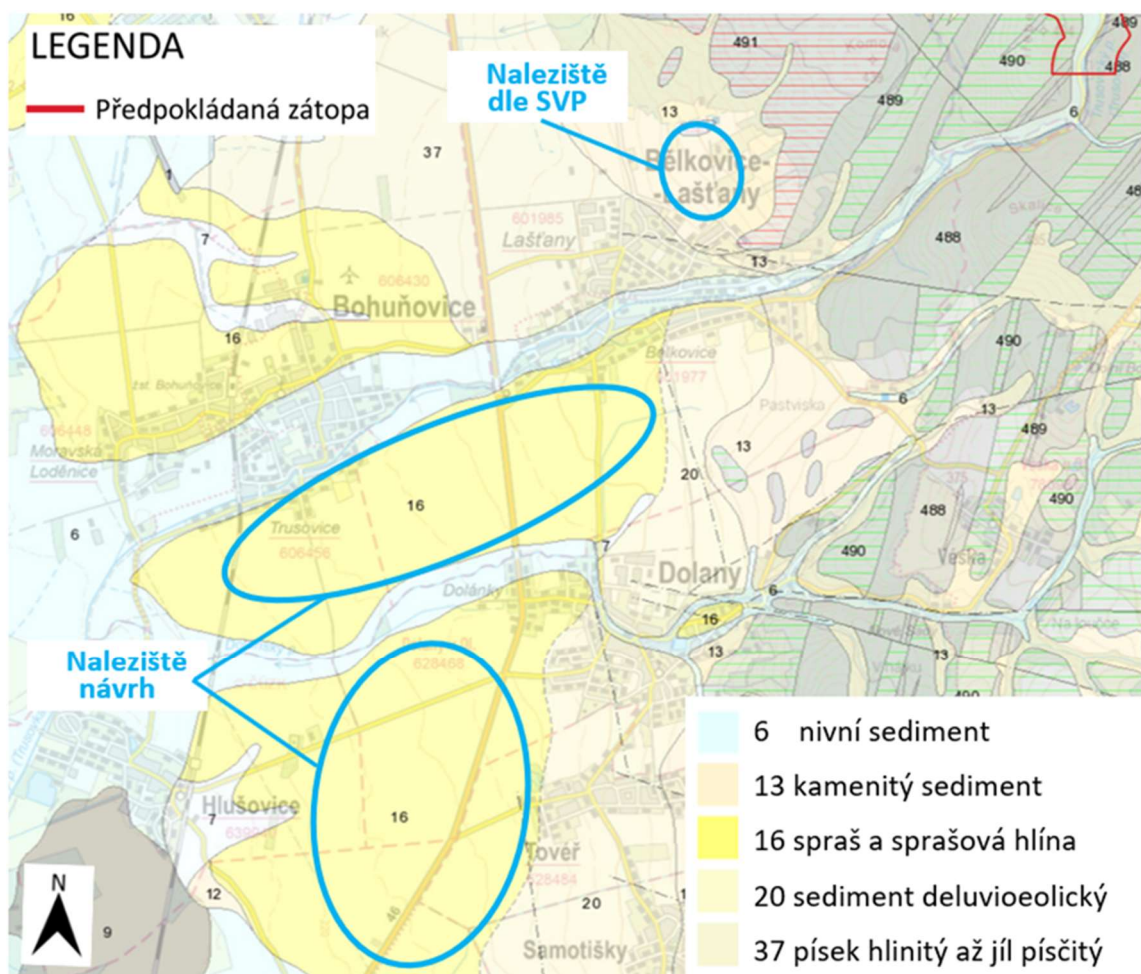


obr. 5.3 Přehledá situace nalezišť materiálu-stabilizační část hráze. Upraveno: [5], [37]

TĚSNÍCÍ ČÁST

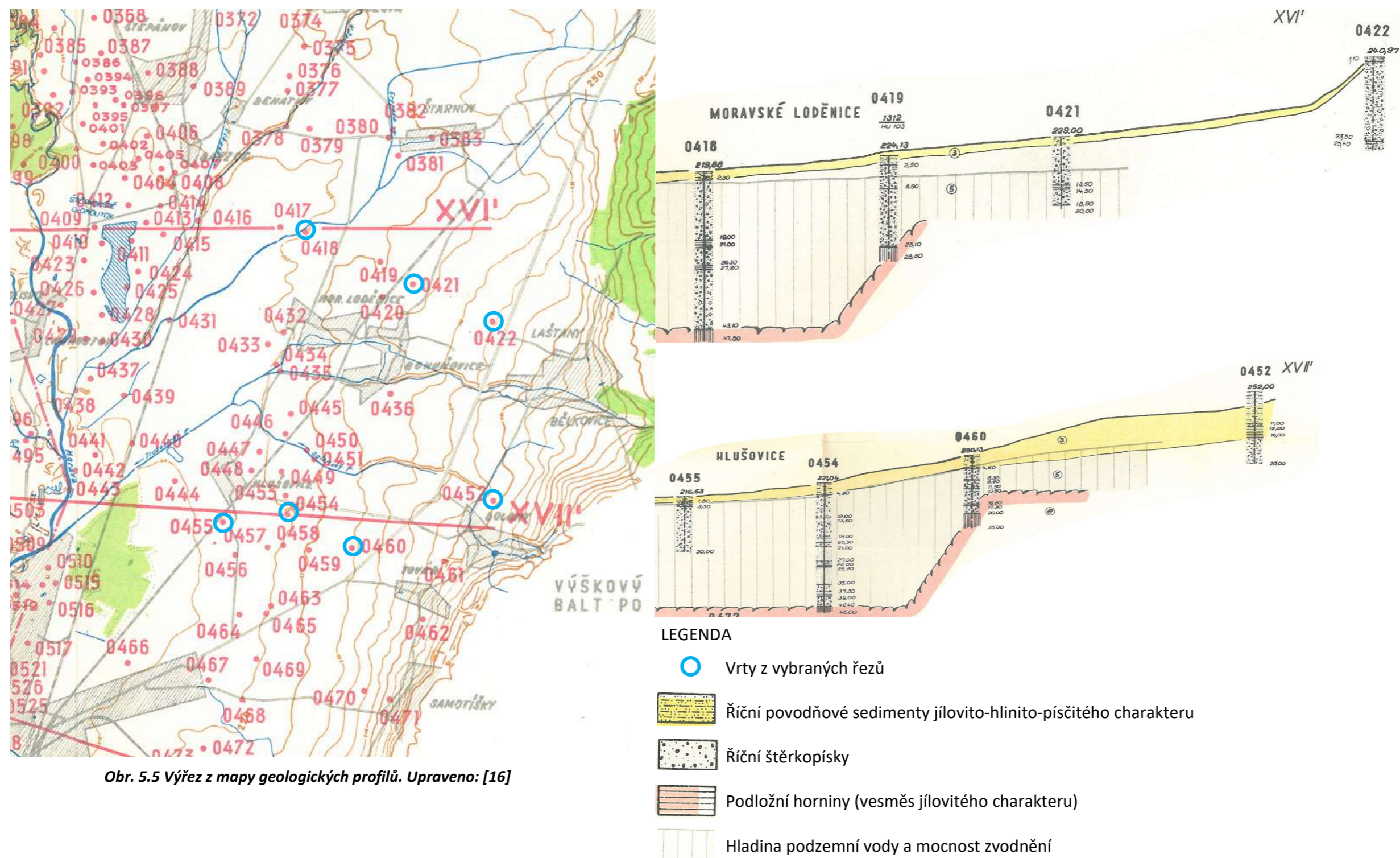
Přestože bylo těsnění hráze v **SVP** uvažováno jako návodní asfaltobetonové, v průzkumných pracích bylo vytipováno místo naleziště těsnícího materiálu. Pod VD se údolí rozevívá a obec Bělkovice se již nachází na okraji Hornomoravského úvalu. Lze tedy předpokládat výskyt sprašových sedimentů. Místo nebylo dále zkoumáno a nebyly provedeny průzkumné vrty. Dle geologické mapy, lze spíše očekávat kamenitý až hlinito-kamenitý sediment (obr. 5.4).

Dalším **navrhovaným nalezištěm** těsnícího materiálu je i údolí řeky Moravy (obr. 5.4). Pro přesnější stanovení byla využita publikace Podzemní vody údolí řeky Moravy z roku 1970, kde byla mapována údolní niva řeky Moravy od Šumperka po hranici ČR. Publikace obsahuje příčné geologické profily po ose toku Moravy (obr. 5.5). Na obr. 5.6 jsou zobrazeny vybrané nejbližší profily k zájmové lokalitě. Tyto geologické poměry byly ověřeny inženýrskogeologickým vrtem z roku 2001 GDO 641667 (příloha č. 3). Lze tedy očekávat, že se ve vybrané oblasti nachází vrstvy jílu o mocnosti až 7,5 m.



obr. 5.4 Přehledá situace nalezišť materiálu-těsnící část hráze. Upraveno: [5], [37]

Vybraná oblast se nachází mezi obcemi Dolany – Hlušovice – Bohuňovice. Vzhledem rozsáhlosti ploch spraší a sprašových hlín v geologické mapě, lze předpokládat dostatečnou zásobu materiálu. Předběžné množství potřebné pro těsnící část hráze činí 0,52 mil. m³. Je nezbytné ověřit parametry materiálu a potvrdit vhodnost jeho použití ro těsnící část tělesa hráze.



Obr. 5.5 Výřez z mapy geologických profilů. Upraveno: [16]

5.3 NÁVRH TĚLESA HRÁZE

Typ hráze byl zvolen na základě již provedených koncepčních úvah (SVP [1] a LAPV [2]). Jedná se o návrh sypané kamenité hráze. Geologické podmínky jsou na základně řešerše IG průzkumu méně vhodné a obecně je vhodný právě tížný typ hráze. [4]

V hrázi bylo původně uvažováno s umělým těsnícím prvem (pouze okrajově se středním těsněním). V rámci DP bylo zvoleno střední zemní těsnění. Typ hráze lze měnit na základě detailnějšího průzkumu lokality, výskytu místních materiálů, vlastnostech území atd. Pro volbu je třeba posouzení na základě technicko – ekonomické úvahy.

Sklony svahů vychází z provedených orientačních výpočtů stabilit. Dílčí závěry jsou zpracovány k jednotlivým stranám návodního a vzdušného líce. Cílem provedených stabilitních výpočtů bylo stanovit hrubý odhad minimálních smykových parametrů zemin pro volený sklon svahu. Filtrační kritéria zemin nebyla v DP řešena. Výpočet byl proveden jako ruční pomocí metody Petterson/Fellenius (zanedbání vlivu meziproužkových sil). Základní tvar hráze byl inspirován příčným řezem VD Slezská Harta.

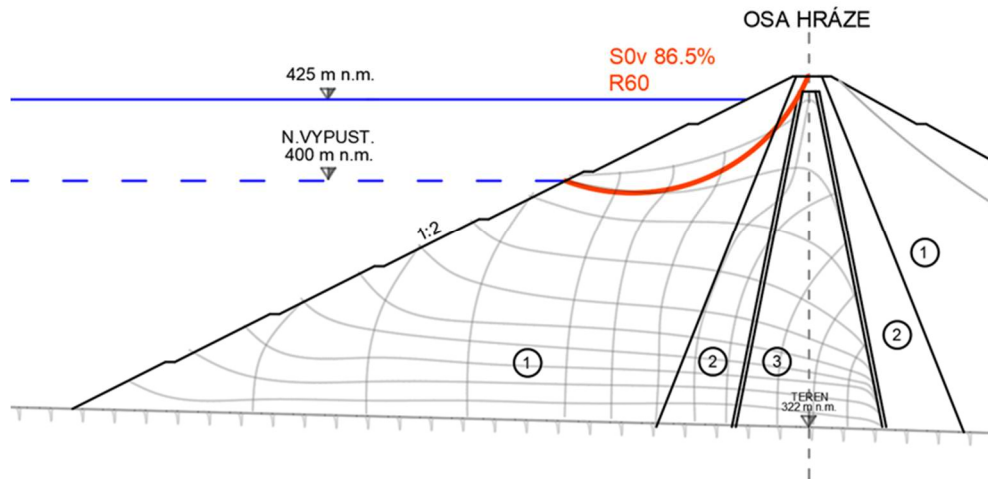
NÁVODNÍ SVAH HRÁZE

Varianta suchá nádrž / max. hladina v nádrži:

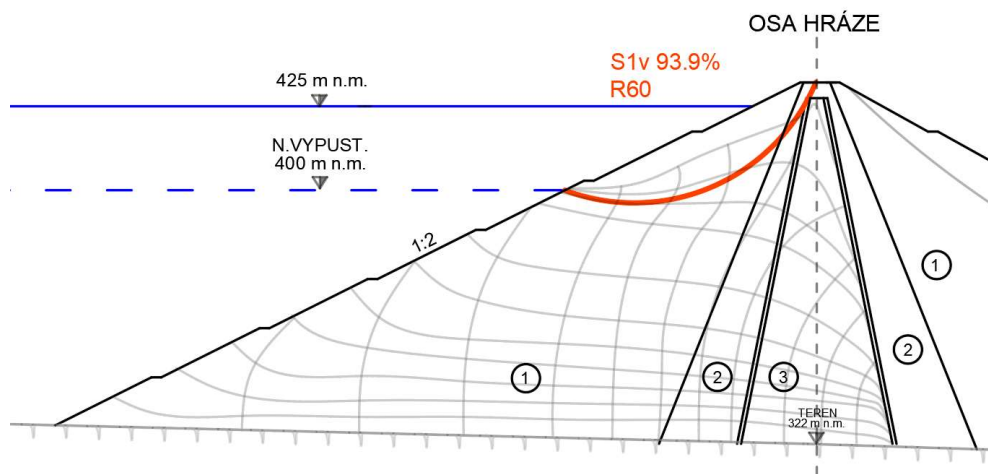
Poloha kritických smykových ploch závisí nejen na materiálu stabilizační části, ale také na vlastnostech těsnící a přechodové části. V koruně hráze jsou jednotlivé přechody vrstev v těsné blízkosti. Pokud těsnící část s přechodovou částí jsou výrazně smykově méně pevné než stabilizační část, výsledné kritické smykové plochy zasahují i do těsnící části a využití pevnosti v daných plochách byla i přes 85 % (bez vlivu vody). Toto využití lze snížit větší mocností stabilizační části před přechodovou, nebo výrazně zvýšit smykové pevnosti těsnící a přechodové části. Pro snížení celkového množství kubatur byla zvolena varianta pevnějších materiálů.

Varianta nouzového snížení hladiny o 25 m z plného stavu:

Dalším důležitým stavem pro stanovení hrubého odhadu sklonu návodního svahu je zahrnutí proudových tlaků při nouzovém snížení hladiny. Při vypouštění maximálním průtokem spodní výpusti $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je nutné vypustit cca 26,2 mil m^3 vody za dobu vypouštění cca 20ti dnů na výšku 400 m n.m. Pro tuto nadmořskou výšku hladiny byly stanoveny odhadem 2 varianty proudové sítě, příznivá **S0v** obr. 5.8 a nepříznivá varianta **S1v** obr. 5.7. Výsledné využití smykové plochy je **S0v** 86,5 % a **S1v** 93,9 %.



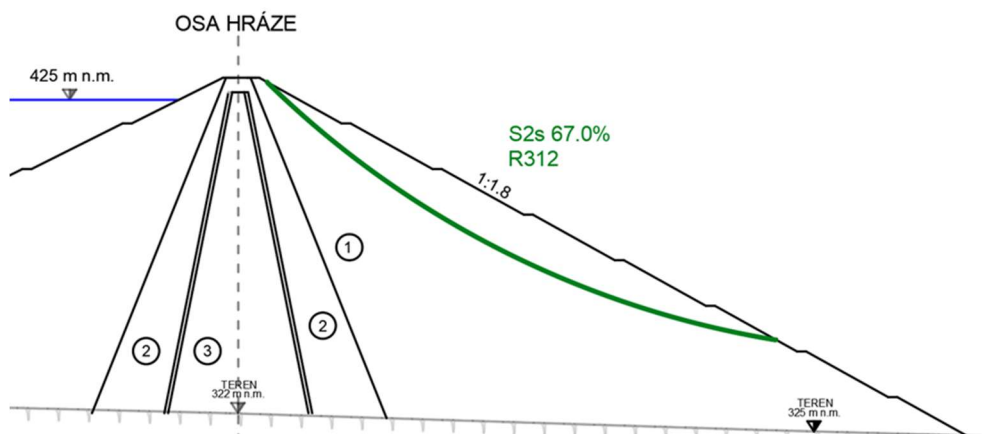
obr. 5.8 Návodní svah-příznivá varianta a odpovídající smyková plocha



obr. 5.7 Návodní svah-nepříznivá varianta s odpovídající smyková plocha

VDUŠNÍ SVAH HRÁZE

Při výpočtu smykových ploch nebyla zahrnuta možnost poruchy, tj. zanesení filtru i přechodové oblasti, která způsobí změnu proudové sítě a sníží tak celkovou stabilitu vzdušné strany. Optimalizací délky a rozestupů svahových lavic byl sklon ustálen na 1:1,18 s využitím do 67 %.



obr. 5.9 Vzdušný svah-smyková plocha

Pro výše volenou geometrii byly nalezeny příslušné potřebné smykové pevnosti zemin (Tab. 5.1). V následujícím stupni zpracování je nutné ověřit vybrané naleziště materiálů a ověřit jejich materiálové vlastnosti.

Tab. 5.1 Potřebné parametry zemin

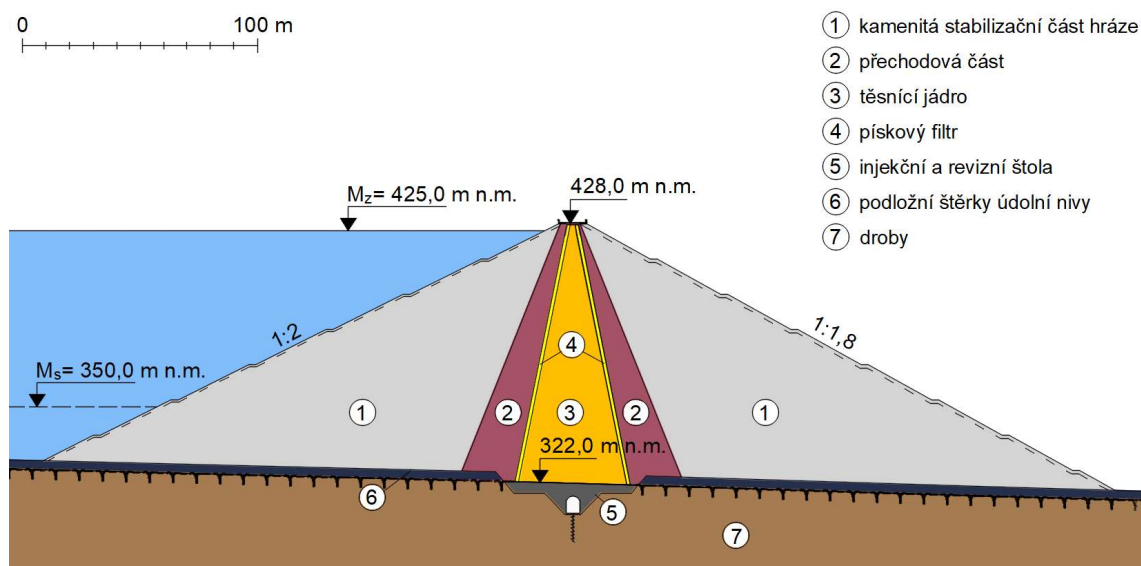
Část hráze		γ	γ_{sat}	ϕ'	C'
		[kN·m ⁻³]	[kN·m ⁻³]	[°]	[kPa]
Stabilizační	1	19	21	41	0
Přechodová	2	19	21	35	3
Těsnící	3	21	22	18	20

KORUNA HRÁZE

Úroveň koruny hráze byla stanovena s ohledem na zvolenou velikost zásobního objemu, výšku výběhu vlny a převýšení hráze. Změnou od původního návrhu ve SVP je mírné zvýšení koruny hráze. Délka koruny hráze vychází z výškového řešení a sklonů protějších svahů. Celková délka v ose tělesa činí cca 430 m. Šířka koruny hráze by měla vycházet ze stabilitního řešení tělesa hráze, návrhové kategorie silnice a provozních požadavků. Po koruně hráze bude vedena obslužná komunikace pro potřeby správce VD. Koruna hráze bude opatřena na návodní straně vlnolamem a na vzdušné straně zábradlím. Povrch koruny bude samostatně odvodněn a vyspádován směrem od návodní strany.

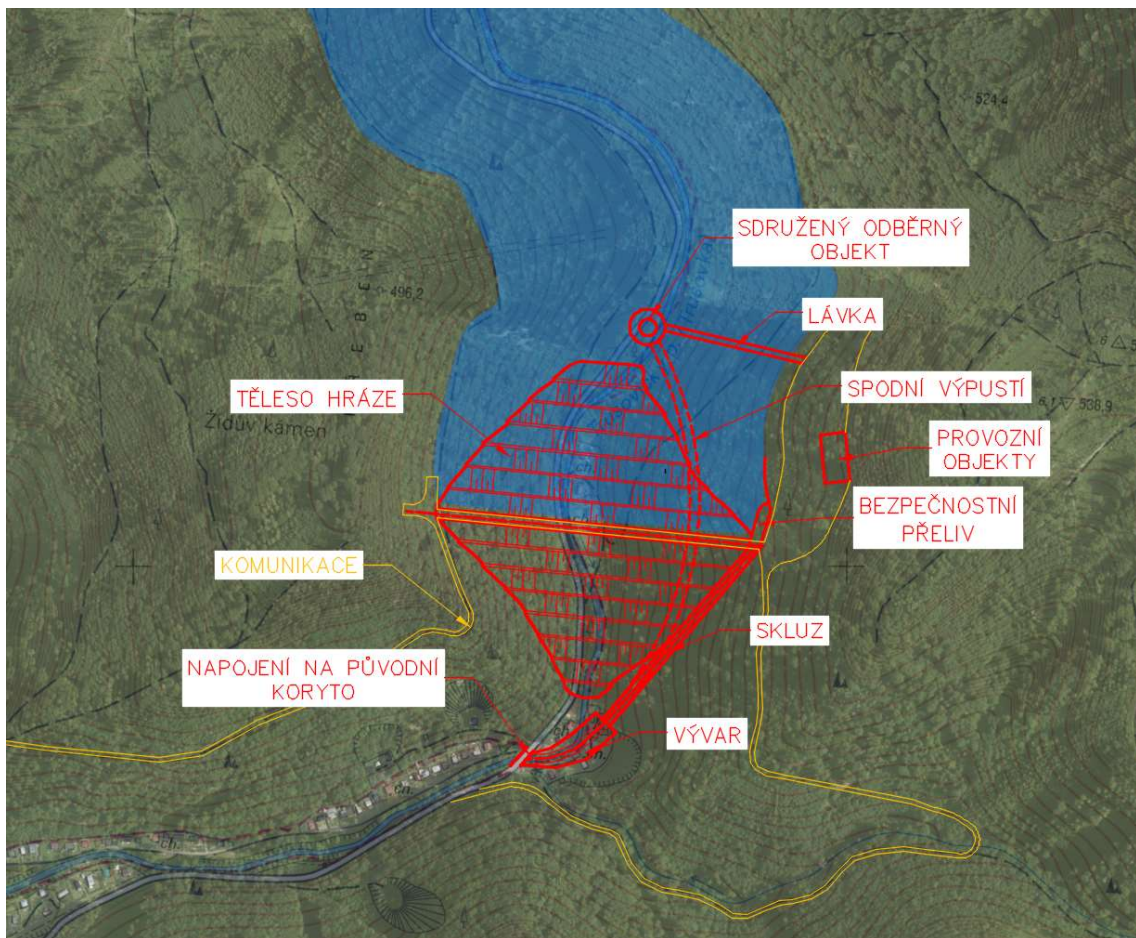
NAVRHOVANÉ PARAMETRY TĚLESA HRÁZE:

- Konstrukční typ hráze: sypaná kamenitá se středním zemním těsněním
- Kóta koruny hráze: 428 m n.m.
- Šířka koruny hráze: 10 m
- Délka koruny hráze: 430 m
- Výška hráze: 106 m
- Sklon návodní/vzdušný líc: 1:2/1:1,8
- Objem tělesa hráze: celkový- 4,95 mil. m³
stabilizační část- 3,80 mil. m³
těsnicí jádro- 0,52 mil. m³
přechodová část- 0,63 mil. m³



obr. 5.10 Schématický příčný řez hrází

Z obr. 5.11 je patrné umístění tělesa hráze. Bezpečnostní přeliv a skluz jsou navrženy na levém břehu. Stejně tak jsou vedeny spodní výpusti, které prochází horninovým masivem a ústí pod úrovní skluzu do vývaru. Spodní výpusti vedou ze sdruženého odběrného objektu nacházející se před tělesem hráze v blízkosti levého břehu.



obr. 5.11 Situace tělesa hráze a funkčních objektů. Upraveno: [28]

5.4 KONCEPT PROVÁDĚNÍ

Přesný návrh technologického provádění takto významného díla je předmětem navazujících stupňů návrhu. Předběžně lze navrhnout, že proces výstavby začíná vybudování obtokové štoly, do které bude následně osazena dvojice spodních výpustí. Obtoková štola bude při vlastním sypáním hráze sloužit k převádění průtoků Trusovického potoka.

5.5 ZÁTOPA

ODLESNĚNÍ PROSTORU ZÁTOPY

Před zahájením napouštění nádrže je třeba odlesnit prostor budoucí zátopy. Jedná se o 128 ha lesních porostů, které tvoří 87 % plochy zátopy (viz. 4.3. Odlesnění bude provedeno minimálně na kótu 428,0 m n. m. V prostoru možné oscilace hladiny v nádrži (od úrovně stálého nadržení) bude provedeno kácení včetně odstranění pařezů.

DEMOLICE STÁVAJÍCÍCH OBJEKTŮ A ÚPRAVY V NÁDRŽI

V území se nachází 31 objektů, které bude nutné odstranit. V prostoru nádrže bude také provedena skrývka ornice.

SPLAVENINOVÝ REŽIM

Přestože nejsou v současnosti data o splaveninovém režimu Trusovického potoka, nelze zanedbání nádrže opomenout. Převážná část povodí k VD je tvořena lesními porosty a lze očekávat zvýšenou koncentraci huminových látek. Pro zachycení splavenin lze umístit usazovací nádrž před vlastní nádrž a zajistit přemístování splavenin zpět do koryta pod nádrží (umělý převoz dopravními automobily, trubní převod nádrží, převod mimo nádrž). Možnou variantou je i řízené usazování, kdy by se materiál ukládal např. ve vytěženém lomu. V případě, že by do nádrže přitékalo i velké množství plavenin, lze spíše doporučit řízené proplachování nádrže. V dalším stupni projektu by měla být tato problematika spolu s návrhem opatření předmětem studie plaveninového a splaveninového režimu. [17]

STABILIZACE SVAHŮ V ZÁTOPĚ

Odlesnění svahů v zátopě v kombinaci s namáháním břehových partií způsobených oscilací vodní hladiny a změnou vodního režimu může způsobovat ztrátu stability svahů. V místech s případným odtěžením materiálu na těleso hráze a vytěžením lomu je toto riziko ještě více navýšené. Lze tedy očekávat nutnost zmapování celého prostoru zátopy a ověřit potencionálně riziková místa. Toto posouzení a případný návrh technických opatření je obsahem následujících stupňů projektu.

LITORÁLNÍ PÁSMO

Není běžné při návrhu VD uvažovat s provedením litorálních pásem. Avšak je to jedna z možností, jak účelně zlepšit poměry životního prostředí. V navazujícím stupni projektu mohou být vytipována místa, kde lze řešit litorální pásmo v břehových partiích. Vlastní

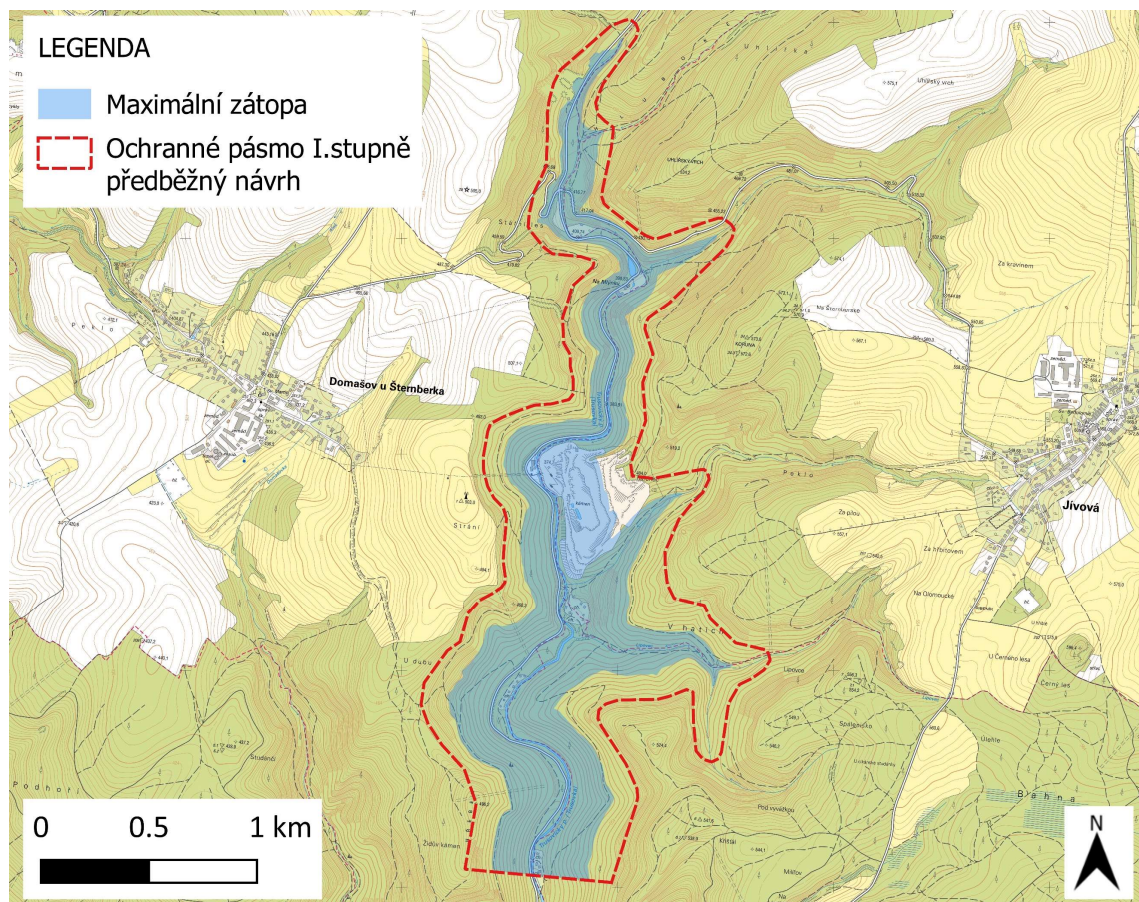
technický návrh však musí odolávat předpokládané oscilaci vodní hladiny. Možnosti mohou být např. podélné hrázky, přetékané a protékané konstrukce. [18]

OCHRANNÉ PÁSMO VODÁRENSKÉ NÁDRŽE

Ochranná pásma se stanovují na základě odborného posouzení stavu a potřeb ochrany vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti vodního zdroje. Ochranné pásmo I. stupně zajišťuje bezprostřední ochranu okolí jímacího či odběrného zařízení. [19]

V případě vodárenské nádrže je doporučeno minimální ochranné pásmo v úrovni hladiny maximálního vzduť. Rozšíření pásma se řídí charakterem a využitím okolních pozemků. Zájmová nádrž je z větší části lemována lesními pozemky, kterými jsou vedeny polní či lesní cesty a pěšiny. Nejbližší okolí nádrže je tvořeno strmými svahy. Na konci zátopy se nachází dopravní komunikace, které budou přeloženy. Předběžně bylo navrženo rozšíření ochranného pásma cca o 100 m od maximálního vzduť (obr. 5.12). V předběžně navrženém ochranném pásmu se nenachází další obytné budovy. [19]

Ochranné pásmo II. stupně se týká vybraných míst v území, kde hrozí zvýšené nebezpečí znečištění vodního zdroje. Lokalizace těchto míst je obsahem navazujících stupňů zpracování. [19]



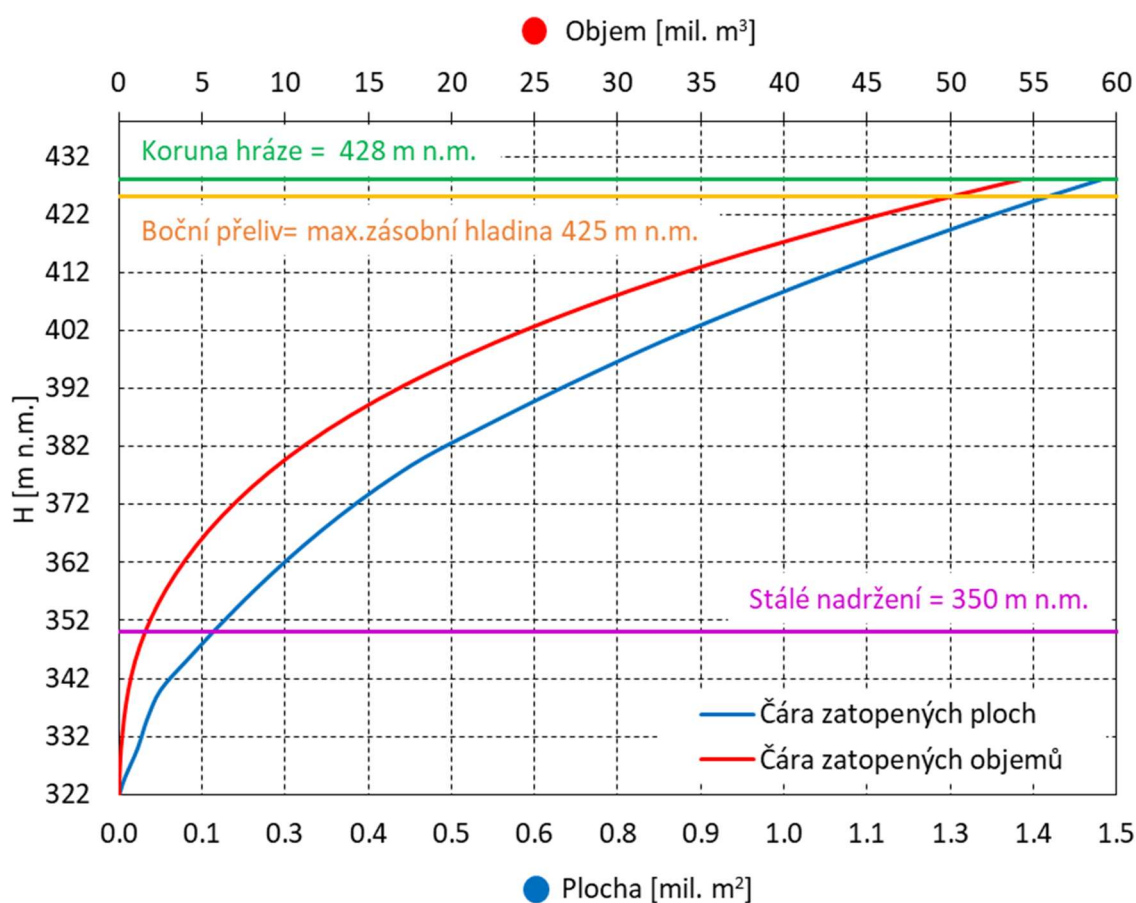
obr. 5.12 Navržené ochranné pásmo-schéma. Upraveno: [25]

5.6 CHARAKTERISTIKY NÁDRŽE

Základními charakteristikami nádrže jsou objemy a výškové úrovně jednotlivých prostorů nádrže. V rámci konceptu byly upřesněny čáry zatopených ploch a objemů (batygrafie), byly navrženy úrovně hladin jednotlivých prostorů a úroveň koruny hráze.

5.6.1 BATYGRAFIE

Batygrafie nádrže byla stanovena pro vymezený profil hráze s využitím digitálního modelu reliéfu 5. generace [49]. Hodnoty byly stanoveny za pomoci programu Autocad a Civil 3D. Čáry zatopených ploch a objemů jsou znázorněny na obr. 5.13 spolu s charakteristickými hladinami jednotlivých prostorů nádrže, stejně tak jsou obsahem přehledné Tab. 5.2.



obr. 5.13 Charakteristiky nádrže

5.6.2 ROZDĚLENÍ PROSTORŮ V NÁDRŽI

Při rozdělení jednotlivých prostorů bylo vycházeno z účelu nádrže, kterým je primárně zajištění zásobního objemu pitné vody. Jednotlivé objemy a zatopené plochy jsou přehledně uvedeny v Tab. 5.2.

Tab. 5.2 Přehledná tabulka prostorů v nádrži

Úroveň		Kóta	Zatopená plocha	Objem	Dílčí objem
		[m n.m.]	[ha]	[mil.m ³]	[mil.m ³]
Dno	-	322,00	-	-	
Stálé nadržení	V_s	350,00	1,4	3,4	3,4
Zásobní prostor	V_z	425,00	139,5	49,9	46,6
Neovladatelný prostor = po maximální hladinu	V_{rn}	426,13	142,5	51,7	1,7
Koruna hráze	-	428,00	147,7	54,3	-

PROSTOR STÁLÉHO NADRŽENÍ

Kóta hladiny stálého nadržení byla zvolena na základě zohlednění ekologických, hygienických a estetických hledisek, s ohledem na dobu zdržení a omezení prohřívání vody v nádrži. Hloubka prostoru činí 28 m a objem 3,4 mil. m³. Součástí je i mrtvý prostor, který je umístěn pod úrovní spodních výpustí. Objem mrtvého prostoru nelze gravitačně vyprázdnit.

ZÁSOBNÍ PROSTOR

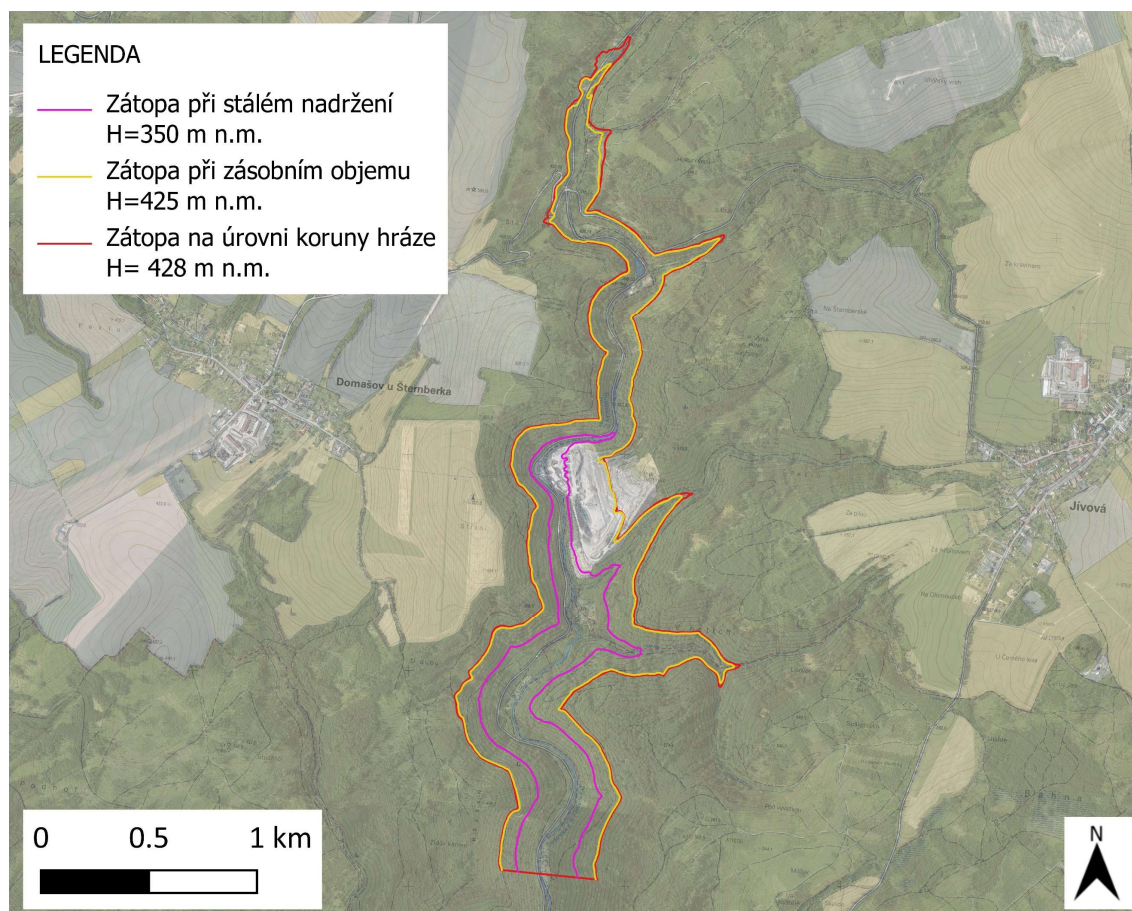
Jelikož se jedná o nádrž s vodárenským účelem bylo cílem dosáhnout co největšího zásobního prostoru. Kóta hladiny zásobního prostoru 425 m n.m. odpovídá úrovni přelivné hrany bezpečnostního přelivu. Zásobní objem je současně i celkový ovladatelný prostor. Ovládání průtoků je zajištěno dvojicí spodních výpustí. Hloubka prostoru činí 75 m a objem 46,6 mil. m³.

Při vodohospodářském řešení bylo vycházeno z daného objemu, ke kterému byly dopočteny možné odběry. Rozsah zátopy při zásobním prostoru sahá po souběh komunikací v Bělkovickém údolí (obr. 5.14).

OCHRANNÝ PROSTOR

Rozsah ochranného prostoru byl navržen s ohledem na ochranu území pod nádrží, kde se nachází bytová zástavba a plochy rekreace. Jelikož je primární účel nádrže akumulace pitné vody, je retenční prostor uvažován jako neovladatelný. Maximální hladina ochranného prostoru byla určena na základě požadavku na přepadovou výšku na

bezpečnostním přelivu $h = 1,19$ m pro návrhový průtok $Q_{10\ 000} = 92,40$ m³·s⁻¹. Hladina ochranného prostoru (maximální hladina) je na kótě 426,19 m n.m.



obr. 5.14 Rozsah zátopy při jednotlivých prostorech v nádrži. Upraveno: [26], [28]

5.6.3 ÚČINEK VĚTROVÝCH VLN

Pro stanovení výšky větrových vln se využívá norma ČSN 75 0255: „*Tato norma platí pro určování parametrů oscilačních vln a jejich působení na vodohospodářské stavby a jiné stavební objekty, na břehy nádrží a zdrží*“.

Účinky vln se vyšetřují z návrhové hladiny vody, která byla stanovena na úroveň $Q_{1\ 000}$ při 425,91 m n.m. Jelikož se jedná o hráz výšky 106 m předpokládáme pro stanovení parametrů větrových vln hluboké pásmo, kde dno neovlivňuje tvar a rozměry vln.

Stanovení parametrů vlny, výpočet výběhu vlny a výška výběhu vlny na svah byla stanovena dle vztahů a tabulek uvedených v ČSN 75 0255. U hlubokých nádrží se parametry určují z podmínek pro hluboké pásmo. Pro přehlednost jsou uvedeny pouze hlavní výpočetní vztahy a hodnoty jednotlivých uvažovaných parametrů vstupujících do výpočtu.

EFEKTIVNÍ DÉLKA ROZBĚHU VLNY

Nejprve se stanoví efektivní délka rozběhu vlny, vycházející z 15 radiál směřovaných od vyšetřovaného bodu na ose hráze (obr. 5.15). Radiály jsou rozmístěny v intervalu 6°. Naměřené hodnoty délek s výpočtem efektivní délky jsou obsahem Tab. 5.3.

Efektivní délka je pak určena dle vztahu (5-1):

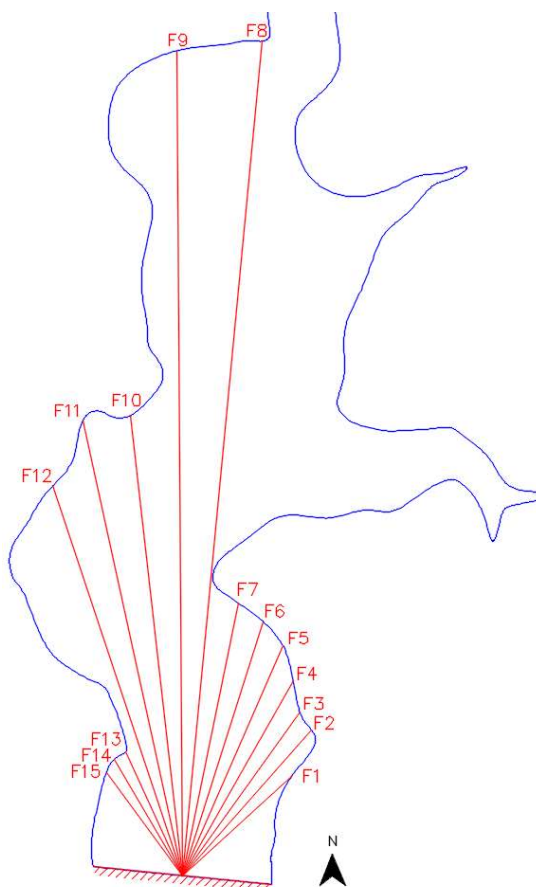
$$F_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} F_i \cdot \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i}, \quad (5-1)$$

kde F_i ...délka i-té radiály [m],

φ_i ... úhel, který svírá i-tá radiála s hlavním směrem větru [°].

Tab. 5.3 Výpočet efektivní délky rozběhu vlny

i	φ_i	F_i	$\cos \varphi_i$	$\cos^2 \varphi_i$	$F_i \cdot \cos^2 \varphi_i$
[-]	[°]	[m]	[-]	[-]	[-]
1	42	375.7	0.74	0.55	207.5
2	36	492.1	0.81	0.65	322.1
3	30	510.4	0.87	0.75	382.8
4	24	567.1	0.91	0.83	473.3
5	18	635.2	0.95	0.90	574.6
6	12	674.1	0.98	0.96	645.0
7	6	704.1	0.99	0.99	696.4
8	0	2120.9	1.00	1.00	2120.9
9	-6	2089.1	0.99	0.99	2066.3
10	-12	1171.7	0.98	0.96	1121.1
11	-18	1177.3	0.95	0.90	1064.9
12	-24	1039.4	0.91	0.83	867.4
13	-30	345.2	0.87	0.75	258.9
14	-36	340.9	0.81	0.65	223.1
15	-42	324.8	0.74	0.55	179.4
		Σ	13.5	Σ	11203.6



obr. 5.15 Schéma k výpočtu efektivní délky rozběhu větru

Výsledná efektivní délka

rozběhu vlny $F_{ef} = 829,2$ m.

PARAMETRY VLNY

Pro výpočet je použita normou navrhovaná průměrná rychlost ve výšce 10 m nad zemí při pravděpodobnosti překročení 1 %. Pro přepočet rychlosti větru nad hladinou v klidu a rychlostí měřenou nad přilehlým terénem je použit vztah:

$$w_{10v} = k \cdot w_{10z}, \quad (5-2)$$

kde $w_{10z} = 25$... rychlost větru 10 m nad zemí
 po dobu trvání 1 až 2 hod. [$m \cdot s^{-1}$],
 $k = 1,083$... součinitel závislý na efektivní délce F_{ef} .

Návrhová rychlost větru činí $w_{10v} = 27,08 m \cdot s^{-1}$.

Z grafů a tabulek obsahující ČSN byly určeny parametry:

$H = 103,91 m$... hloubka vody v klidu k vyšetřované hladině,
 $h_c = 0,75 m$... charakteristická výška vlny,
 $T_{0c} = 2,95 s$... perioda vlny,
 $\lambda_c = 13,6 m$... délka vlny,
 $c_c = 4,6 m \cdot s^{-1}$... postupová rychlost.

VÝŠKA VÝBĚHU VLNY NA SVAH

Účinek vln na svah byl stanoven dle výpočtu pro sklon plošší než 1:1. Výška výběhu vlny na svah s 1 % pravděpodobností je určena dle vztahu (5-3):

$$h_{v1\%} = k_d \cdot k_p \cdot h_{1\%}, \quad (5-3)$$

kde $h_{1\%} = 1,05$... charakteristická vlna přepočtena na pravděpodobnost překročení 1 % [m],
 $k_d = 0,8$... součinitel podle způsobu opevnění svahu,
 $k_p = 2,04$... součinitel závislý na $\frac{\lambda_c}{h_{1\%}}$,
 $\alpha = 26,6$... úhel sklonu svahu od vodorovné (návodní svah 1:2) [°].

Výška výběhu vlny na svah $h_{v1\%} = 1,71 m$. Pro přepočet výšky výběhu vlny na 13 % pravděpodobnost překročení byl použit součinitel $k_i = 0,85$. Následně je stanoven úhel β , který svírá fronta vlny s lícem svahu a vypočtena výška výběhu vlny na svah (v našem případě na objekt – těleso hráze).

$$h_{v13\%\beta} = k_\beta \cdot h_{v13\%}, \quad (5-4)$$

kde $h_{v13\%} = 1,35$... výška
 $k_\beta = 0,944$... součinitel dle úhlu β
 $\beta = 24$... vodorovný úhel mezi frontou vlny a břehovou čarou [°]

Výsledná výška výběhu vlny na těleso hráze $h_{v13\%\beta} = 1,37 m$.

VÝŠKA NAHNÁNÍ VODY VĚTREM KE BŘEHU NÁDRŽE

Zvýšení návrhové hladiny nahnáním vody větrem ke břehu nádrže stanoveno dle vztahu:

$$\Delta H = k_w \cdot \frac{w_{10v}^2 \cdot F_{ef}}{g \cdot H} \cdot \cos \delta, \quad (5-5)$$

kde	$k_w = 2,55 \cdot 10^{-6}$	... součinitel závislý na rychlosti větru,
	$w_{10v} = 27,08$	... návrhová rychlost větru [$m \cdot s^{-1}$],
	$F_{ef} = 829,2$	... efektivní délka rozběhu vlny [m],
	$g = 9,81$	... tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$],
	$H = 103,91$	... hloubka vody při hladině v klidu [m],
	$\delta_i = 90$	... úhel mezi podélnou osou nádrže a směrem větru [°].

Výška nahnání větrem je $\Delta H = 0,0015$ m.

CELKOVÁ VÝŠKA VLNY A BEZPEČNOSTNÍ REZERVA

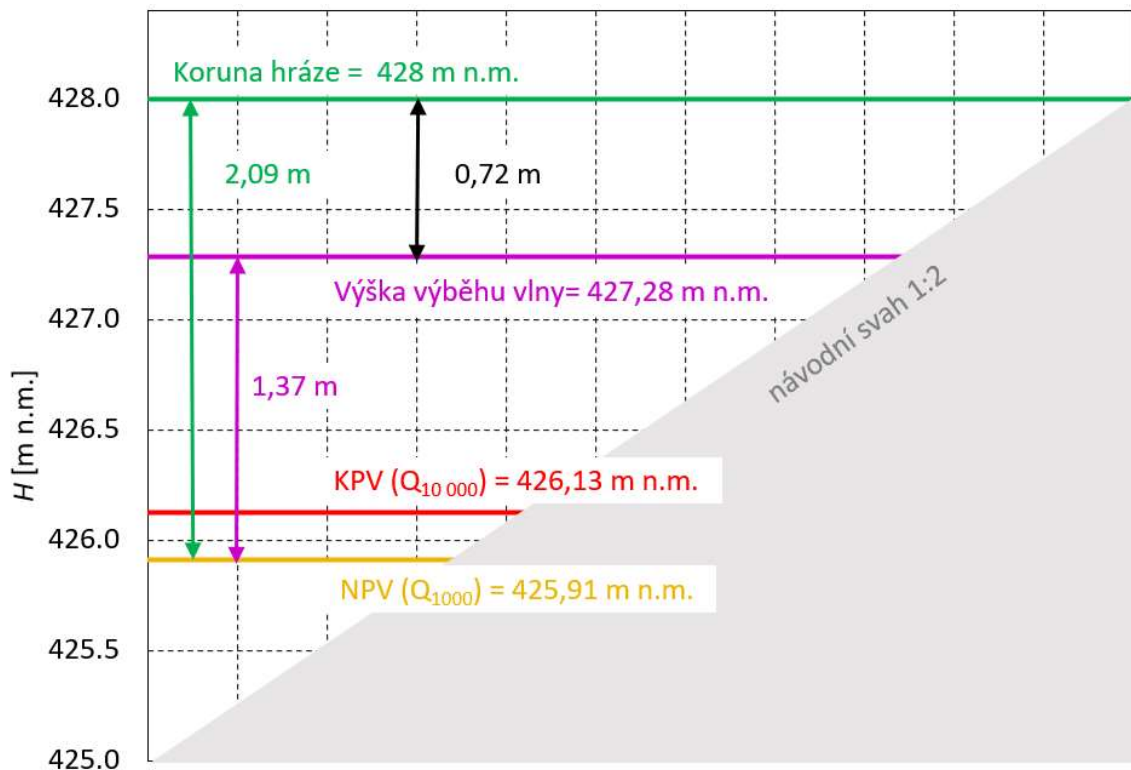
Celková výška vlny se vypočte dle:

$$H = \Delta H + h_{v13\% \beta}. \quad (5-6)$$

Výsledná výška činí $H = 1,37$ m. Byla stanovena od úrovně hladiny Q_{1000} odpovídající 425,91 m n.m. Stanovení výběhu vlny je pouze orientační. Pro přesnější stanovení a snížení nejistot při stanovení je třeba přesně stanovit hlavní směr větru dle větrné růžice.

Při stanovení bezpečnostní rezervy a převýšení hráze je přihlíženo právě k výpočtu výběhu vlny po návodním svahu hráze, druhu konstrukce hráze (u sypaných k výšce těsnícího prvku), kategorii vodního díla a dalším. Z normy ČSN 75 2340 je stanoveno, že převýšení koruny hráze nad návrhovou hladinou nesmí být menší než výška výběhu vlny.

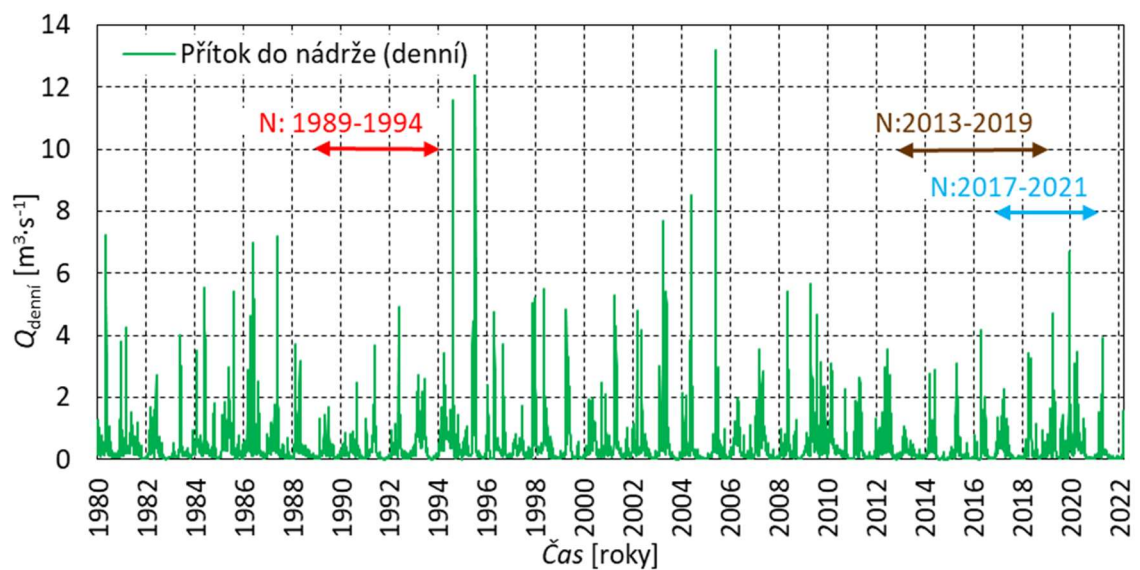
Celkové převýšení nad návrhovou hladinou je **2,09** m, z toho bezpečnostní rezerva činí **0,72** m (obr. 5.16).



obr. 5.16 Schéma výšek hladin v nádrži a výšky výběhu větrové vlny

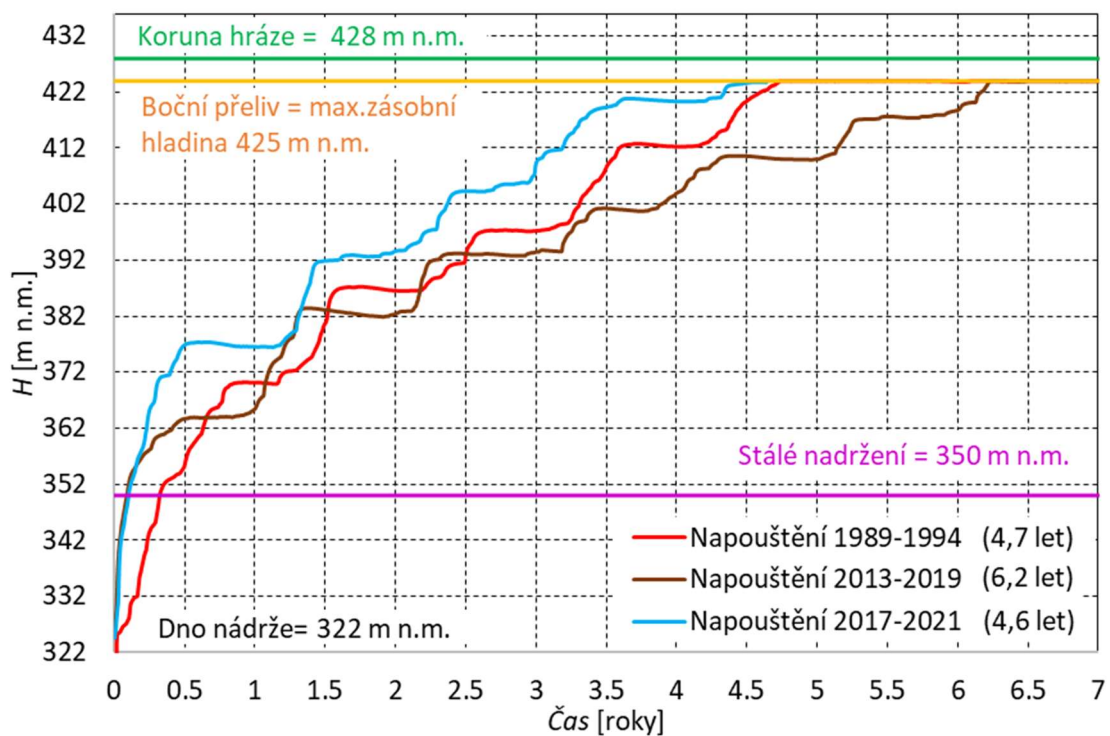
5.6.4 PLNĚNÍ NÁDRŽE

Pro orientační stanovení doby prvního napouštění nádrže byla použita řada m-denních průtoků. Výpočet vychází ze základní rovnice nádrže. Díky použití vlastního programu ve Visual Basic (MS Excel) byly do výpočtu zahrnuty ztráty výparem i zajištění MZP pod nádrží. Ztráty vsakem do podloží byly zanedbány. Plnění nádrže bylo simulováno v různých časových obdobích (obr. 5.17).



obr. 5.17 Časová osa provedených simulací napouštění nádrže

Byly vybrány 2 období s nižšími průtoky a období nejbližší současnosti. Přesné doby napouštění jsou porovnány v obr. 5.18. Průměrná doba prvního plnění činí 5,2 let.



obr. 5.18 První plnění nádrže v různých datových obdobích

5.7 FUNKČNÍ ZAŘÍZENÍ

Předpokládají se následující funkční zařízení:

- Bezpečnostní přeliv: boční v levém zavázání hráze, přelivná plocha ve tvaru půlkružnice.
- Spodní výpusti: dvojice výpustných potrubí DN 1100 mm.
- Odběrný objekt: samostatně stojící v prostoru před tělesem hráze v zátopě.
- Malá vodní elektrárna-předpokládá se využití MZP a zabezpečených průtoků.

5.7.1 BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV

Jedná se o boční bezpečnostní přeliv v levém zavázání hráze. Přelivná hrana má tvar půlkružnice. Půdorysný tvar je přímý, částečně ve tvaru oblouku. Objekt byl situován v návaznosti na zvolení trasy skluzu, který je navržen na levé straně údolí (poproudě).

Bezpečnostní přeliv je navržen na převedení návrhové povodně Q_{1000} ($67,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) s následným posouzením na převedení kontrolního průtoku odpovídající $Q_{10\,000}$ ($92,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Hodnoty N-letých průtoků jsou detailně odvozeny v kapitole 4.1.4. Pro návrh bezpečnostního objektu jsou uvažovány navýšené hodnoty dle třídy přesnosti poskytnutých dat o 40 %. Toto navýšení návrhových průtoků zároveň zajišťuje částečnou schopnost transformace povodňových průtoků. Použití navýšených hodnot také zahrnuje nejistoty ve stanovení extrémních průtoků. V následujících stupních pro přesně určené hodnoty návrhových průtoků lze provést přesný návrh velikosti objektu případně doplněn o modelový výzkum.

- Typ: boční
- Délka přelivné hrany: 31 m
- Poloměr zaoblení: 0,6 m
- Kóta koruny přelivu: 425 m n.m.
- Návrhová kapacita: $Q_{100} + KP Q_{10\,000}$

Vztahy použité pro výpočet:

Účinná délka přelivu [20]:

$$b_0 = b - 0,1 \cdot n \cdot \varepsilon \cdot h_0, \quad (5-7)$$

kde	$b = 31$	...délka přelivu [m],
	$n = 2$	... počet zúžení,
	$\varepsilon = 0.8$	... součinitel zúžení,
	h_0	... energetická přepadová výška [m].

Průtok při přepadu přes přeliv je stanoven dle vztahu [20]:

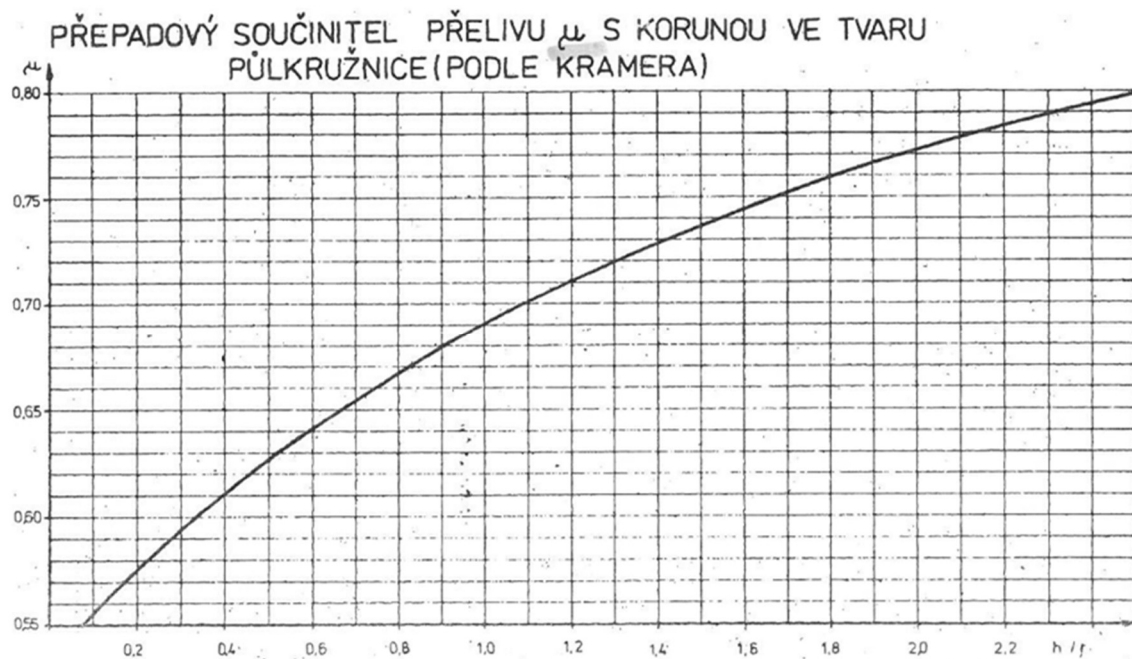
$$Q = m \cdot b_0 \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot h_0^{3/2}, \quad (5-8)$$

kde m ...součinitel přepadu (závislý na přepadové výšce h_0),
 b_0 ...účinná šířka přelivu [m],
 g ...tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$].

Energetická přepadová výška h_0 vychází z přítokové rychlosti a přepadové výšky h . Přítokovou rychlost zanedbáváme. Přepadová výška je rozdílem aktuální hladiny v kroku výpočtu a úrovní koruny přelivu. Součinitel přepadu m , který vstupuje do výpočtu byl stanoven dle nomogramu přepadového součinitele podle Kramera (obr. 5.19). Pro přepočet na součinitel přepadu se použije vztah [21]:

$$m = \frac{2}{3} \cdot \mu, \quad (5-9)$$

kde μ ...přepadový součinitel přelivu (odetčený z nomogramu).

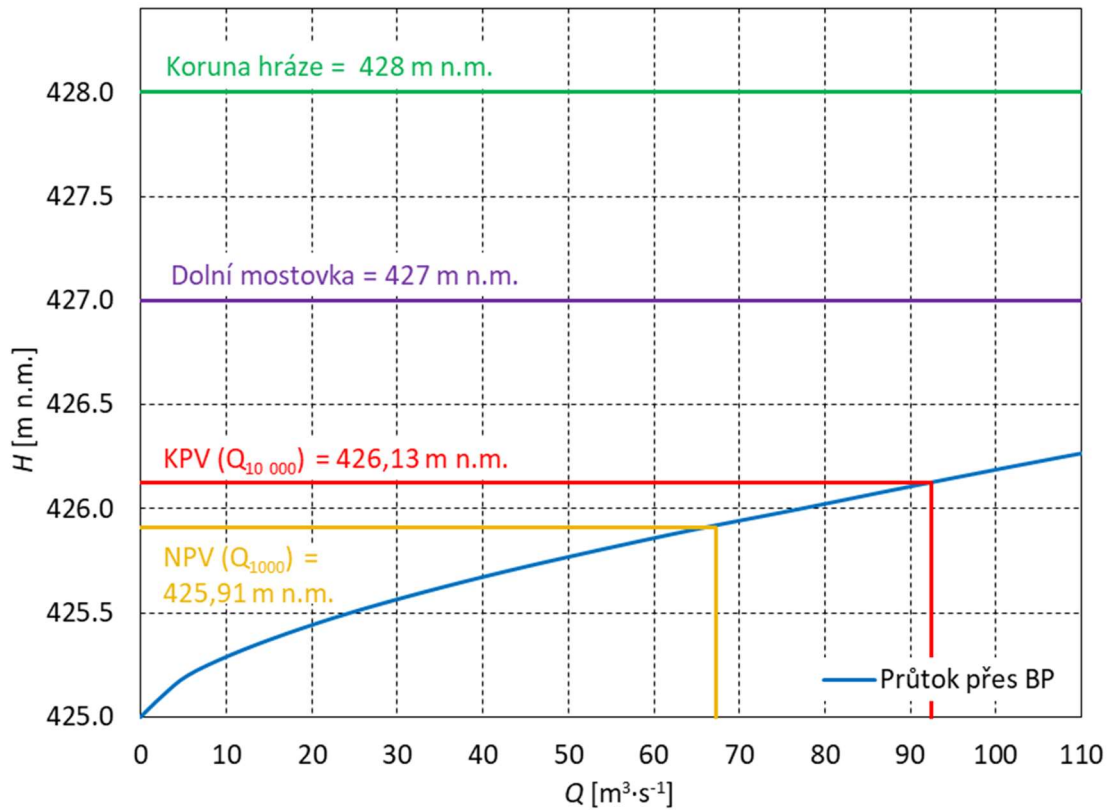


obr. 5.19 Nomogram přepadového součinitele, kde h -výška přepadového paprsku,
 r -poloměr zaoblení [21]

Tab. 5.4 Vypočtené hodnoty úrovní hladin při návrhovém a kontrolním průtoku

H	h	m	Q	
[m n.m.]	[m]	[-]	[$m^3 \cdot s^{-1}$]	N-letost
425,91	0,91	0,50	67,20	NPV Q_{1000}
426,13	1,13	0,50	92,40	KPV $Q_{10\,000}$

Měrná křivka přelivu je uvedena na obr. 5.21. Navržený tvar přelivu je stejného typu jako např. na vodním díle Morávka.



obr. 5.20 Měrná křivka přelivu



**obr. 5.21 Ukázka navrženého typu bezpečnostního přelivu –
VD Morávka před rekonstrukcí [22]**

5.7.2 SPODNÍ VÝPUSTI

Spodní výpusti tvoří dvojice potrubí o průměru $D=1100$ mm, délky cca 920 m, uložených ve sklonu 2 %. Výšková úroveň osy potrubí byla volena s ohledem na omezení zahlcení výtoku dolní vodou a minimalizaci mrtvého prostoru.

Pro výpočet spodních výpustí jsou uvažovány N-leté hodnoty průtoku bez navýšení. Kapacita spodních výpustí je navržena na neškodný odtok.

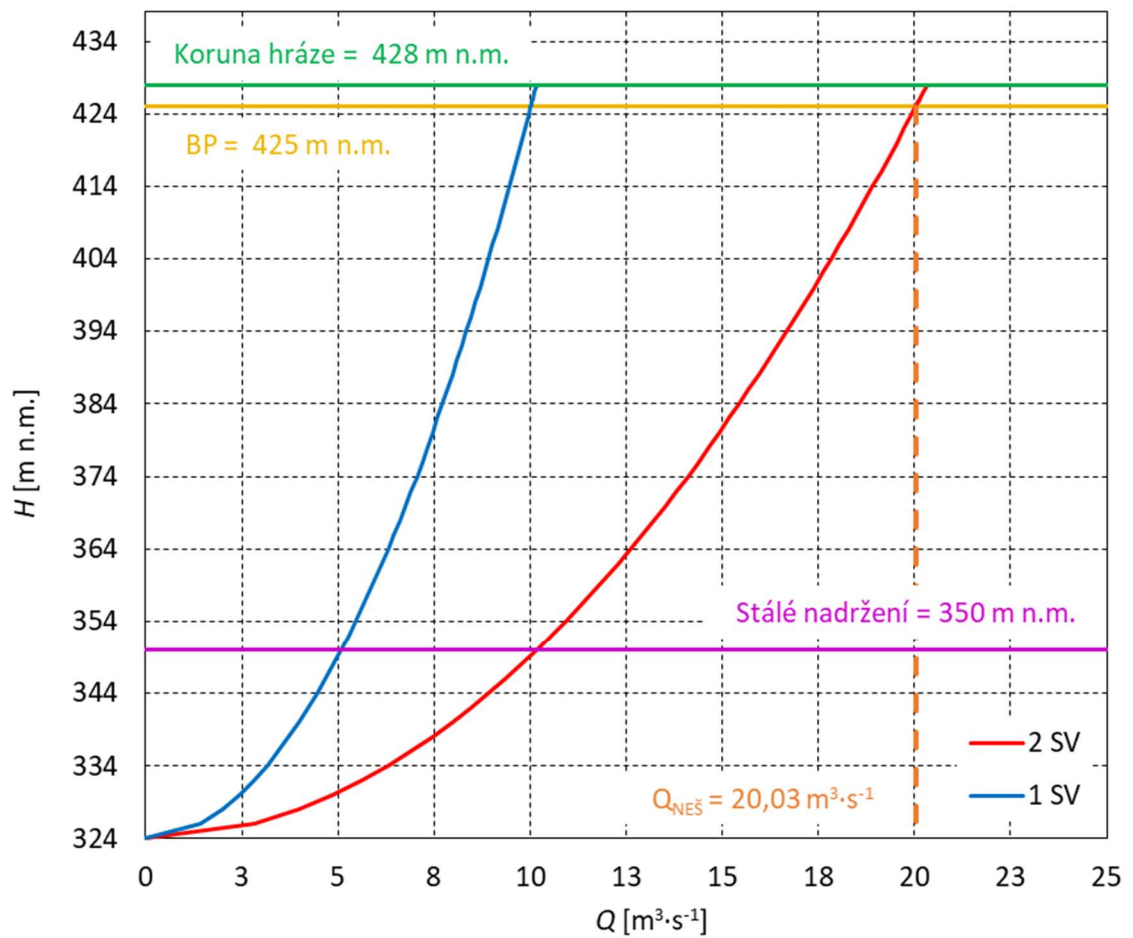
Výtokové potrubí se skládá z nátoky chráněného česlovým rámem, nátokového kusu, vlastního potrubí opatřeného revizním uzávěrem (tabulový osazený do drážek česlového rámu), provozního neregulačního (klapkového) a provozního regulačního uzávěru (rozstřikovacího). Pro výpočet kapacity jedné spodní výpusti byl použit vztah:

$$Q = \mu \cdot S_v \cdot (2 \cdot g \cdot H)^{1/2} \quad (5-10)$$

kde	$g = 9,81$	...tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$],
	H	...výška hladiny nad osou výtoku [m],
	$S_v = 0,95$	...průtočná plocha jedné výpusti na vtoku [m^2],
	$\mu = 0,24$	...výsledný výtokový součinitel, který je stanoven dle:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \sum \xi_i \frac{S_v^2}{S_i^2} + \lambda \frac{L}{D}}} \quad (5-11)$$

kde	$\alpha = 1,05$	...Coriolisovo číslo,
	ξ_i	...součinitel místních ztrát v i-té singularitě:
	$\xi_{\text{česle}} = 0,56$	...česle
	$\xi_{\text{vtok}} = 0,04$	...nátokový kus dle Lískovce,
	$\xi_{\text{nš}} = 0,1$	...nožové šoupě,
	$\xi_{\text{kš}} = 0,1$	...klínové šoupě,
	$\xi_{\text{roz}} = 0,5$	...rozstřikovací uzávěr,
	$\lambda = 0,19$	...koeficient tření,
	S_v	...plocha potrubí na výtoku [m],
	S_i	...průtočná plocha v i-té singularitě [m],
	$L = 920$ m	...délka potrubí,
	$D = 1,1$ m	...průměr potrubí.



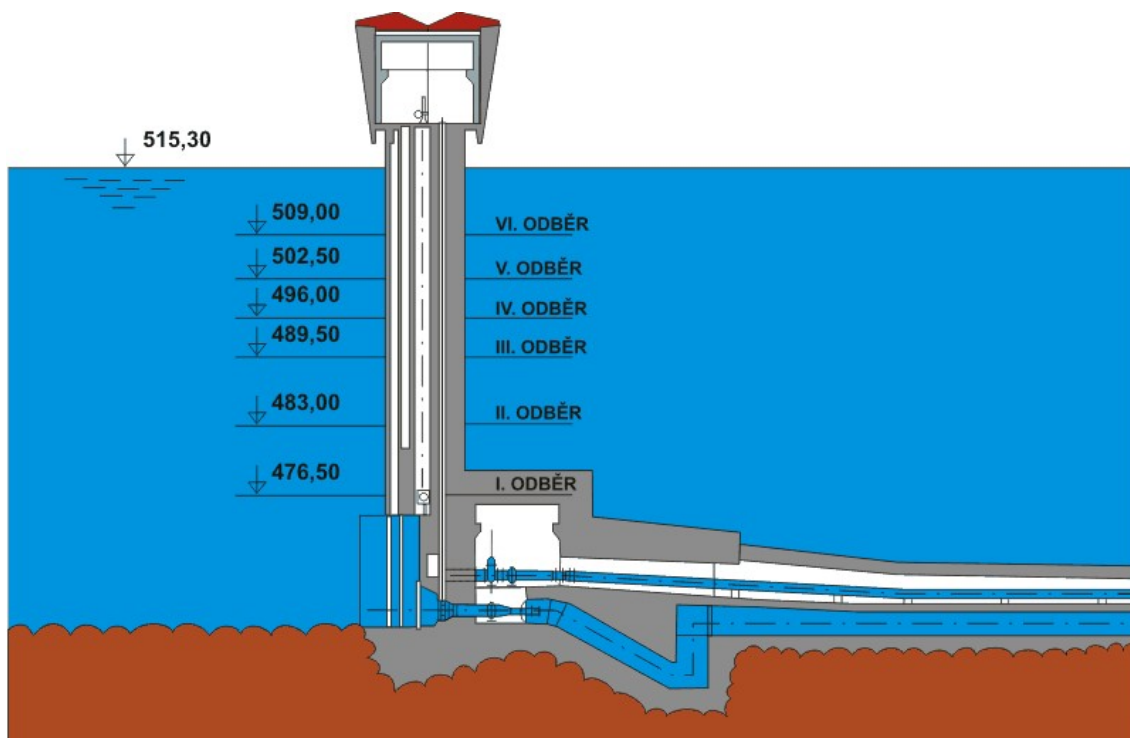
obr. 5.22 Měrná křivka spodních výpustí



obr. 5.23 Ukázka navrhovaného vyústění SV pod úrovní skluzu – VD Šance

5.7.3 DALŠÍ ZAŘÍZENÍ

Jednou z možností, jak odebírat vodu pro vodárenské účely je vybudování sdruženého odběrného objektu v prostoru zátopy. Věžový objekt je umístěn mimo těleso hráze. Ve spodní části je prováděn odběr MZP dvojicí spodních výpustí. Vodárenský odběr se předpokládá ve více etážích. Ukázkou může být sdružený odběrný objekt na vodním díle Stanovice (obr. 5.24). [23]



obr. 5.24 Ukázka možného řešení vodárenského odběru a SV [23]

5.8 VLIV STAVBY NA OKOLÍ PROSTŘEDÍ

Předpokládaný vliv stavby na okolí je pozitivní. Stavba VD nepřináší rozsáhlé přesídlování.

Lze konstatovat, že vybudováním VD dojde k zániku především lesních pozemků a části Trusovického potoka. Udržení vhodných biologických podmínek bude zajištěno MZP. Další možné nadlepení průtoků v toku pod nádrží závisí na množství odebírané vody pro vodárenské účely. V průběhu času se očekává také vytvoření nových biotopů v okolí nádrže.

6. KONCEPT MANIPULAČNÍHO ŘÁDU

6.1 ZÁSADY HOSPODAŘENÍ S VODOU

Účelem vodního díla Bělkovice je primárně zajištění pitné vody pro oblast Olomoucka a Šternberska a dodání minimálního zůstatkového průtoku do toku pod nádrží. Dalšími užitky může být snížení povodňových průtoků a využití hydroenergetického potenciálu MVE.

Způsob hospodaření s vodou a manipulace na vodním díle musí být voleny tak, aby za normálních okolností a provozních podmínek byl zajištěn účel VD a hladiny byly udržovány především v zásobním prostoru. Zásady hospodaření v jednotlivých prostorech nádrže jsou popsány níže. Základní rozdělení prostorů v nádrži a hlavní funkce vychází z normy ČSN 75 2405 Vodohospodářská řešení vodních nádrží.

PROSTOR STÁLÉHO NADRŽENÍ

Prostor stálého nadržení je vymezen mezi hladinou mrtvého prostoru a maximální úrovní stálého nadržení (350 m n.m.). Objem prostoru stálého nadržení je 3,4 mil m³, což činí 6,8 % objemu nádrže.

Prostor stálého nadržení musí zůstat trvale naplněn z důvodů ekologických, estetických, s ohledem na potřebnou dobu zdržení vody v nádrži, omezení prohřívání vody a zachování biologického života v nádrži. U vodárenských nádrží především pro zabránění hygienickým závadám.

Nepřipouští se využívání vody z tohoto prostoru pro účely, ke kterým slouží prostor zásobní. Ve zcela mimořádné situaci, v kritickém nedostatku vody, může příslušný vodoprávní úřad nařídít využití části objemu stálého nadržení pro zajištění minimálních zůstatkových průtoků. Snížení hladiny je možné také při ohrožení bezpečnosti vodního díla nebo území pod ním a při zvládnutí krizových stavů v souladu se zákonem. Z provozních důvodů (revize, opravy, TBD apod.) je snížení hladiny přípustné pouze na základě vodoprávního rozhodnutí.

Prostor stálého nadržení musí být naplněn ihned, jakmile pominou důvody pro snížení hladiny pod kótu 350 m n.m. Plnění probíhá zadržováním průtoků nad množství MZP. Při menším přítoku do nádrže se odtok z nádrže rovná přítoku s úbytkem výparu. Vodoprávní úřad může nařídít jiný postup manipulace.

ZÁSObNÍ PROSTOR

Zásobní prostor je vymezen mezi hladinou stálého nadržení (350 m n.m.) po korunu bezpečnostního přelivu (425 m n.m.). Objem zásobního prostoru je 46,6 mil m³, což činí cca 90 % objemu nádrže.

Hladina se udržuje dle přítokových poměrů. Nepřipouští se neúčelné vypouštění vod ze zásobního objemu. V případě vyšších přítoků, než je hodnota zabezpečeného odtoku dochází k plnění prostoru do úrovně bezpečnostního přelivu.

V zásobním prostoru je zajištěn MZP do toku (stanovení v 4.1.6) a odběr pro vodárenské účely. Podle třídy významnosti je navrženo množství celkového odtoku s příslušnou zabezpečeností (detailně v 6.2). Při dosažení hladiny zásobního prostoru a při vyšších přítocích do nádrže se do toku pod hrází vypouští voda spodní výpustí, a to až po hodnoty neškodného odtoku cca 20 m³·s⁻¹. Pokud přítoky dále stoupají, postupuje se dle manipulace v ochranném prostoru.

Mimo běžné povolené odběry vody ze zásobního objemu lze odebírat vodu ve výjimečných případech za obdobných podmínek jako v případě prostoru stálého nadržení.

OCHRANNÝ PROSTOR

Ochranný prostor je vymezen od úrovně bezpečnostního přelivu (425 m n.m.) po maximální hladinu při extrémním průtoku $Q_{10\ 000}$ (426,13 m n. m). Objem ochranného prostoru je 1,7 mil m³.

Ochranný prostor se plní pouze za průchodu povodňových průtoků přesahujících neškodný odtok cca 20 m³·s⁻¹ a nesmí být umělými zásahy používán k jiným účelům.

Při spolehlivé hydrologické předpovědi je možné před očekávaným příchodem nádrže zvětšit ochranný prostor nádrže snížením hladiny v zásobním prostoru. Je však nutné vyloučit riziko následného nenaplnění nádrže po opadnutí povodně.

Při nástupu povodně je snaha po co nejdelší dobu odpouštět neškodný průtok. Odpouštění probíhá nejprve pomocí spodních výpustí. Když hladina v nádrži překročí úroveň koruny bezpečnostního přelivu, začnou se plynule uzavírat spodní výpusti a voda začne přepadat přes přeliv. Po určité době je stále zajištěn neškodný průtok pod VD v kombinaci vypouštění spodních výpustí a přelivu. Po úplném uzavření spodních výpustí na vzestupné větvi hydrogramu povodně jsou povodňové průtoky převáděny pouze bezpečnostním přelivem bez možnosti další regulace. Prázdňení nádrže na sestupné větvi může být řešeno ponecháním uzavřených spodních výpustí, kdy veškerý odtok je

převáděn nadále přelivem. Možnou variantou je opětovné pozvolné otevření spodních výpusti, zajištění neškodného odtoku a urychlení snížení hladiny v nádrži na úroveň zásobního prostoru. Přesný průběh transformace povodňových průtoků je obsahem kapitoly 6.3.

OSTATNÍ MANIPULACE

V případě provozních zkoušek výpustních zařízení, při provozních kontrolách a komplexních prohlídkách lze výjimečně manipulovat s uzavěry spodních výpustí, popř. s hladinou v nádrži.

Dále lze provádět proplachování spodní výpusti za účelem pročištění a odkalení výpustních zařízení, popř. prostoru před výpustnými zařízeními.

V případě zhoršení jakosti vody v horní vrstvě (např. při výskytu vodního květu, nadměrného množství plavenin a jiného znečištění) a při příznivých vodohospodářských poměrech, kdy lze hladinu vody vzdout do ochranného prostoru nad kótu pevného přelivu (425 m n. m), se může v opodstatněných případech přistoupit k odpouštění závadné horní vrstvy přes bezpečnostní přeliv.

6.2 VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ NÁDRŽE

V rámci vodohospodářského řešení nádrže bylo vycházeno z navrženého rozdělení objemů v nádrži (5.6) a měrných křivek funkčních objektů (5.7). Hospodaření s vodou a velikost odběrů z nádrže je určována na zvoleném objemu nádrže vycházející z umístění osy hráze. Řešení je provedeno simulací provozu nádrže řady denních průtoků. Vodní dílo není součástí vodohospodářské soustavy.

ZÁKLADNÍ ZÁSADY PRO VH ŘEŠENÍ

Při vodohospodářském řešení bylo vycházeno z následujících zásad:

- Jako počáteční stav je uvažována plná nádrž s hladinou v úrovni zásobního prostoru tj. 425 m n.m.
- Odtok z nádrže je zajišťován dvojicí spodních výpustí. V případě přítoku převyšující kapacitu spodních výpustí je voda převáděna bezpečnostním přelivem.
- Odběr je navržen jako konstantní v rozsahu zásobního a retenčního prostoru.
- V zásobním prostoru (mezi úrovní zásobní hladiny a stálého nadržení) je zabezpečován minimální zůstatkový průtok v toku pod nádrží a vodárenský odběr.

- Při běžném režimu není povoleno snížení hladiny vody pod úroveň stálého nadržení.
- V případě dosáhnutí úrovně stálého nadržení je odtok z nádrže závislý na přítoku. Odběr není realizován. Do toku se vypouští rozdíl přítoku do nádrže a výparu odpovídající úrovni hladiny. Pokud je zajištěn MZP, nadbytek přítoku je ponechán v nádrži.
- Pokud dojde k navýšení objemu do neovladatelného retenčního prostoru (nad úroveň 425 m n.m.) je nadále zajišťován odběr. Vypouštěné množství do toku je rozdíl mezi přítokem a výparem. Vypouštění je primárně zajišťováno dvojicí spodních výpustí.
- Do výpočtu je zahrnut přibližný výpar z nádrže odvozený s využitím ČSN 75 2405. Pro nadmořskou výšku hladiny zásobního objemu 425 m n.m. byla odečtena hodnota ročního výparu z volné hladiny (717 mm) a přepočtena na jednotlivé měsíce dle Tab. 6.1.

Tab. 6.1 Rozdělení ročního úhrnu výparu na měsíce (ČSN 75 2405)

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
% z ročního výparu	1	2	6	9	12	14	16	15	11	7	5	2

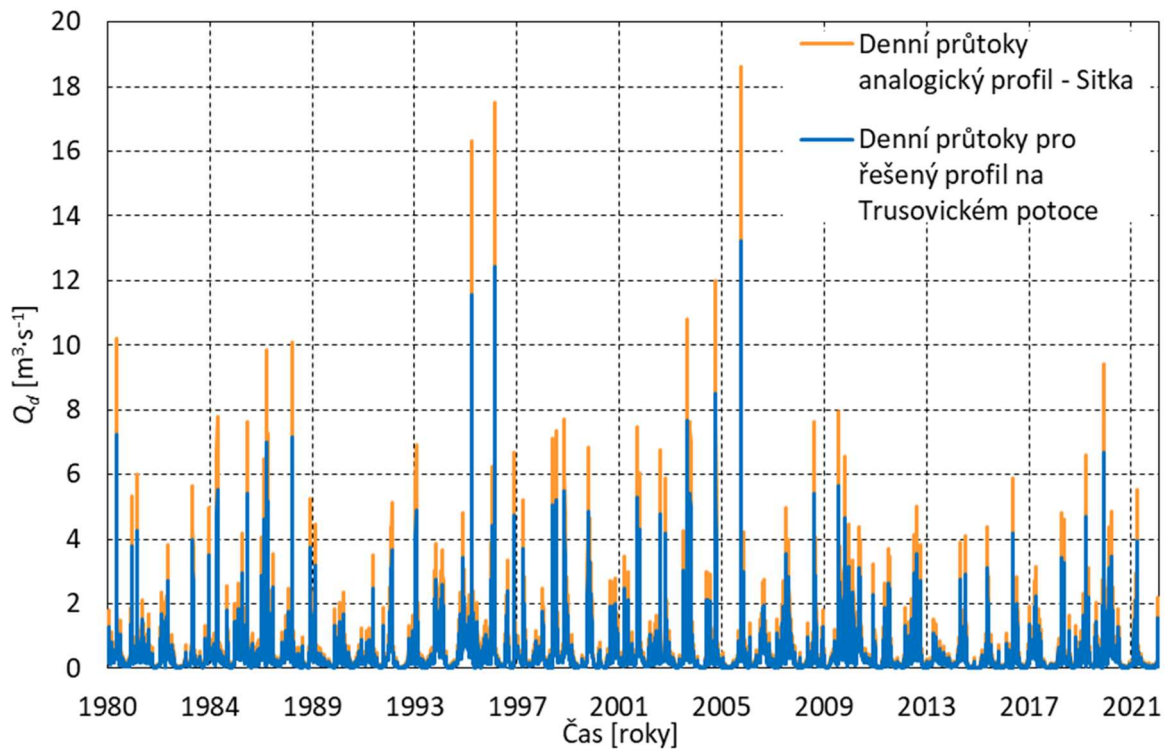
- Ve vodohospodářském řešení není zahrnuta transformace povodňových průtoků. Tento předpoklad nemá vliv na výslednou hodnotu zabezpečení odtoků z vodního díla.

STANOVENÍ DENNÍCH PRŮTOKŮ

Pro simulaci provozu řízení nádrže jsou zapotřebí data o denních průtocích. Pro profil hráze vodního díla není k dispozici řada denních průtoků a bylo přistoupeno k jejich odvození. Z nejbližšího okolí bylo vybráno povodí k profilu Sitka-Šternberk (poloha profilu zobrazena na obr. 4.2). Za předpokladu, že jsou povodí klimaticky a hydrologicky podobné, bylo provedeno odvození denních průtoků pro řešený profil.

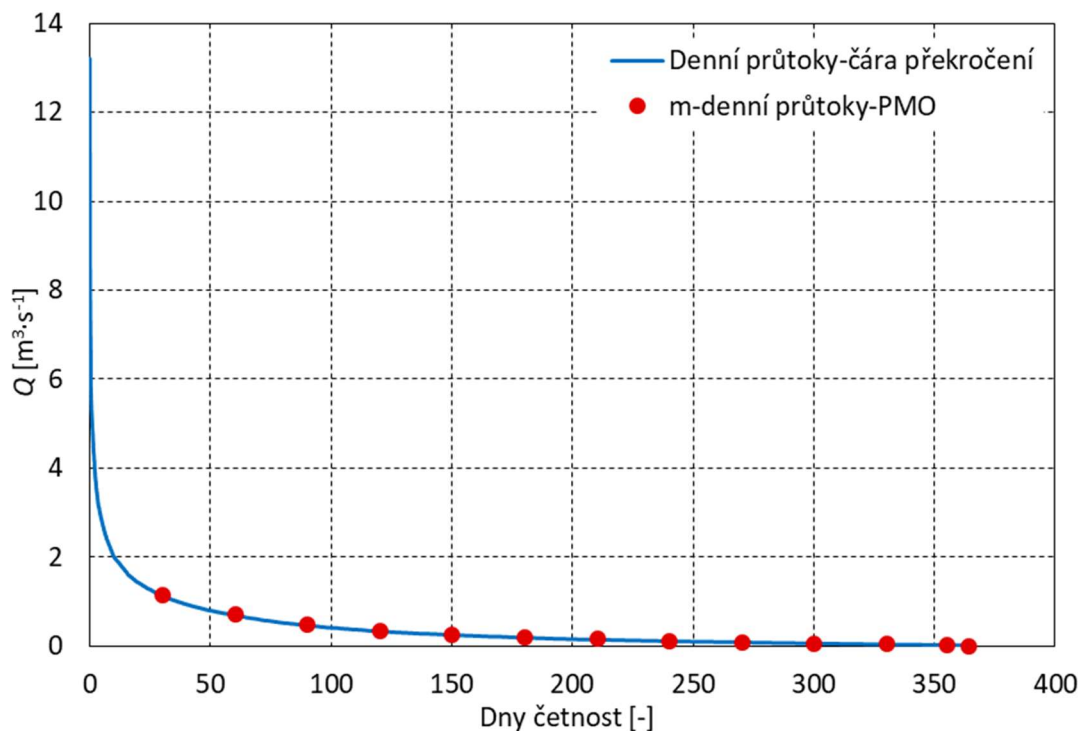
Byl využit poměr rozlohy povodí a poměr mezi hodnotami měsíčních průtoků povodí. Následně byly přepočtem získány denní průtoky pro řešený profil. Data pro profil Sitka byly staženy z portálu Českého hydrometeorologického ústavu. [7]

Na obr. 6.1 lze vidět řadu průtoků pro profil Sitka a odvozenou řadu pro přehradní profil na Trusovickém potoce pro necelých 42 let.



obr. 6.1 Časová řada denních průtoků profil Sitka a přehradní profil [7]

Pro kontrolu získané řady denních průtoků byla odvozena čára překročení m -denních přepočtených průtoků pro Trusovický potok, která byla porovnána s čarou překročení poskytnutou Povodím Moravy [6]. Odvozená řada odpovídá m -denním průtokům (obr. 6.2) a je dostatečně přesná pro následující využití.



obr. 6.2 Porovnání odvozených dat s m -denní řadou průtoků

STANOVENÍ MINIMÁLNÍHO ZŮSTATKOVÉHO PRŮTOKU

Minimální zůstatkový průtok pod vodním dílem byl stanoven (4.1.6) na hodnotu $MZP = 0,051 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

ODBĚRY

Hlavní funkcí VD Bělkovice je poskytování vody pro vodárenské účely. Z navrženého zásobního objemu jsou stanoveny možné hodnoty odběrů při různých procentech zabezpečení. Vodárenský odběr je předpokládán přímo z nádrže.

TŘÍDA VÝZNAMNOSTI

Hodnoty zabezpečení podle trvání vychází ze zatřídění nádrže dle kritérií z normy ČSN 75 2405. Třídou významnosti ovlivňuje ekonomický význam a předpokládané škody při nedodržení požadované funkce. Z umístění VD se předpokládá zásobování pitnou vodou pro 20 tisíc až 50 tisíc obyvatel v okolí Olomoucka. VD má taktéž zajistit MZP ve vodním toku pod nádrží. Dle těchto dvou podmínek je dílo zařazeno do **třídy B**, které odpovídá doporučenému zabezpečení podle trvání $\geq 98,5 \%$.

KAPACITA KORYTA POD NÁDRŽÍ

Kapacita koryta Trusovického potoka pod VD byla odhadnuta dle stanovených záplavových území (4.5). Neškodný průtok odpovídá kapacitě SV cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

ZABEZPEČENOST ODTOKŮ Z NÁDRŽE

Vodohospodářské řešení bylo provedeno simulací provozu nádrže pro cca 42 let dlouhé období s využitím odvozené chronologické řady průměrných denních průtoků od roku 1980 do roku 2022. Na základě těchto dat bylo provedeno posouzení zabezpečení dodávky vody z hlediska trvání poruchy a objemu nedodaného množství vody.

Vodohospodářské řešení bylo provedeno pro jeden scénář řízení odtoku, jehož cílem je **nepřipustit snížení hladiny pod úroveň hladiny stálého nadržení**. Byly dodržovány stanovené základní zásady výše.

V rámci VH bylo určeno, že MZP a vodárenský odběr mají **stejnou prioritu zabezpečení**. Hledáno bylo tedy takové řešení, kdy můžeme oba průtoky zajistit při zabezpečení podle trvání 98,5% vycházející ze třídy vodního díla.

Pro výpočet byl využit program MS Excel spolu s Visual Basic. Algoritmizace výpočtu zefektivnila výpočet z velkého objemu dat. Byla využita simulační metoda – postupně bilanční, která vychází ze základní rovnice nádrže [24]:

$$Q(t) + O(t) = \frac{dV(t)}{dt}, \quad (6-1)$$

kde $Q(t)$... přítok vody do nádrže,
 $O(t)$... odtok vody z nádrže,
 $\frac{dV(t)}{dt}$... okamžitá změna objemu vody v nádrži.

Jako přítok byly využity výše odvozené m -denní průtoky. V odtoku je zahrnut výpar, MZP a vodárenský odběr. Cílem výpočtu je stanovit počet dnů, kdy nejsme schopni zajistit odběr a MZP, aniž by nedošlo k zasažení do objemu stálého nadržení. Krok výpočtu vychází z řady přítoků do nádrže a je 1 den.

Zabezpečení odběrů je stanovena dle ČSN 75 2405 podle trvání dle Čegodajeva.

$$p = \frac{m-0,3}{n+0,4} \cdot 100, \quad (6-2)$$

kde m ... počet členů řady, ve kterých je splněn požadovaný účel,
 n ... počet členů celé řady.

Zabezpečení podle objemu vyjadřujeme jako relativní četnost dle vztahu:

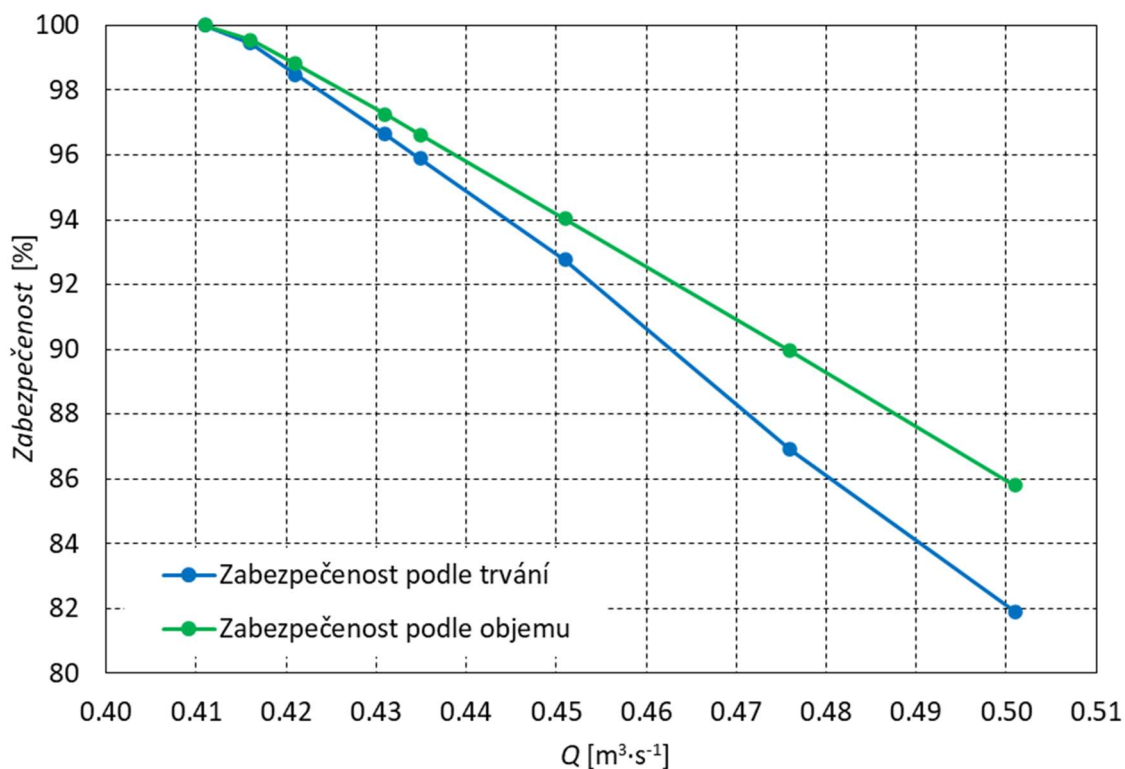
$$p = \frac{n-m}{n} \cdot 100, \quad (6-3)$$

kde m ... množství nedodané vody,
 n ... celkové požadované množství vody.

Na stanoveném zásobním objemu byla provedena analýza velikosti možných odběrů při různých hodnotách zabezpečení (Tab. 6.2). Hodnota MZP je neměnná. Pro jednotlivé výpočty byla měněna hodnota vodárenského odběru a dopočtena hodnota zabezpečení (obr. 6.3).

Tab. 6.2 Zabezpečení odtoků z nádrže

Celkový odtok [m ³ ·s ⁻¹]	MZP [m ³ ·s ⁻¹]	Odběr [m ³ ·s ⁻¹]	Zabezpečení [%]		
			odběru dle trvání	MZP dle trvání	dle objemu
0,411	0,051	0,360	100,0	100,0	100,0
0,416	0,051	0,365	99,5	99,5	99,5
0,421	0,051	0,370	98,5	98,5	98,8
0,431	0,051	0,380	96,6	96,6	97,3
$Q_o = 0,435$	0,051	0,384	95,9	95,9	96,6
0,451	0,051	0,400	92,8	92,8	94,0
0,476	0,051	0,425	86,9	86,9	90,0
0,501	0,051	0,450	81,9	81,9	85,8



obr. 6.3 Zabezpečení odtoků z nádrže podle trvání a podle objemu

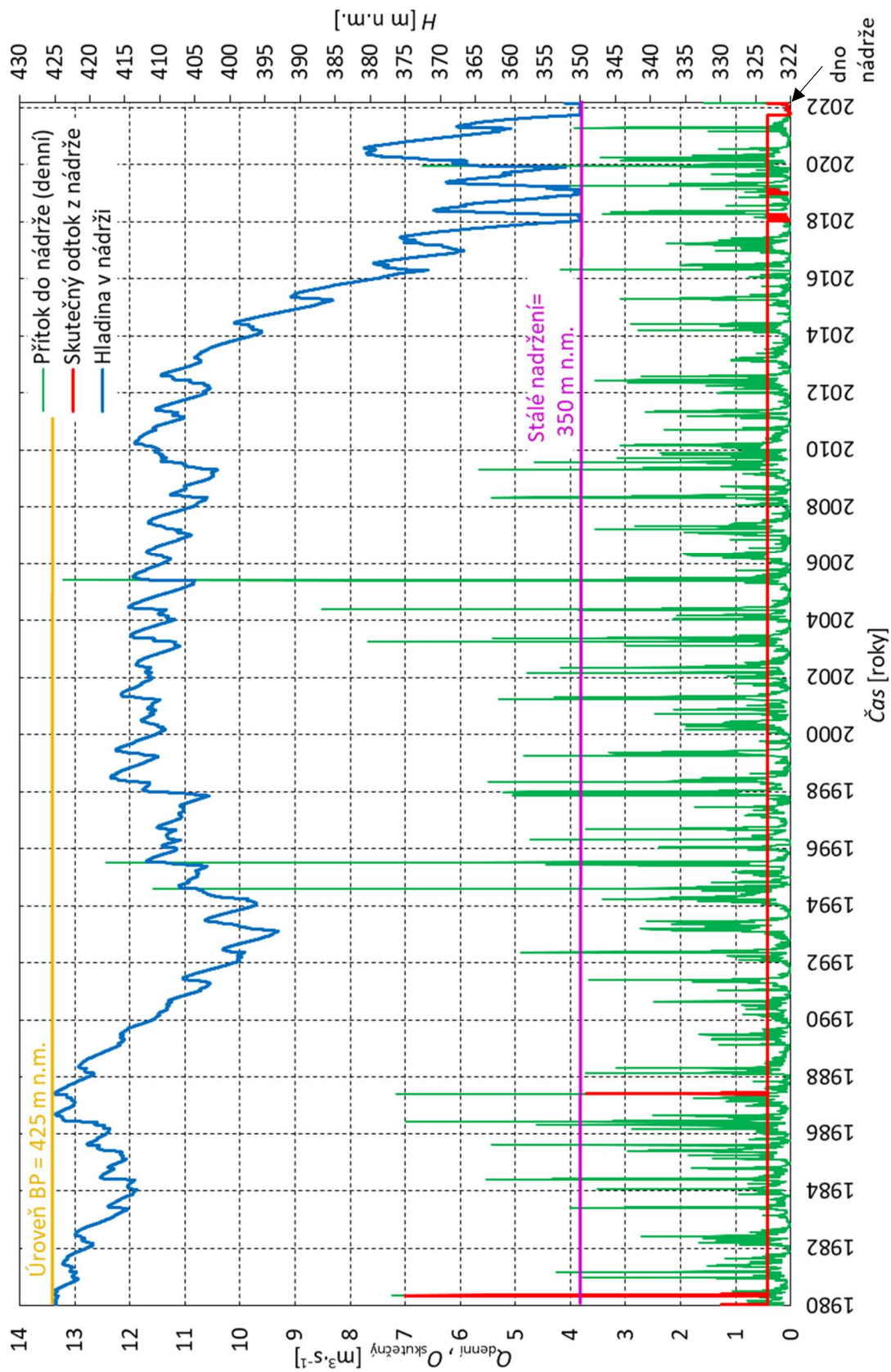
Na obr. 6.4 lze vidět navržené vodohospodářské řešení splňující podmínky zabezpečení podle třídy významnosti nádrže $\geq 98,5\%$. Z úrovně hladiny v nádrži v čase je znát, že v období mezi lety 2014-2022 dochází ke snížení hladiny až na úroveň stálého prostoru. V případě dalších stupňů zpracování lze doporučit přidání regulační úrovně, od které by byl odbírán menší odběr pro vodárenské účely.

Vybrané varianty velikosti odběru jsou zobrazeny v obr. 6.5. Největší pokles je opět v letech 2014-2022. Graf také ukazuje, že výrazný pokles hladiny v nádrži způsobuje odběr vyšší, než je průměrný denní přítok do nádrže ($0,435 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ – hnědá křivka).

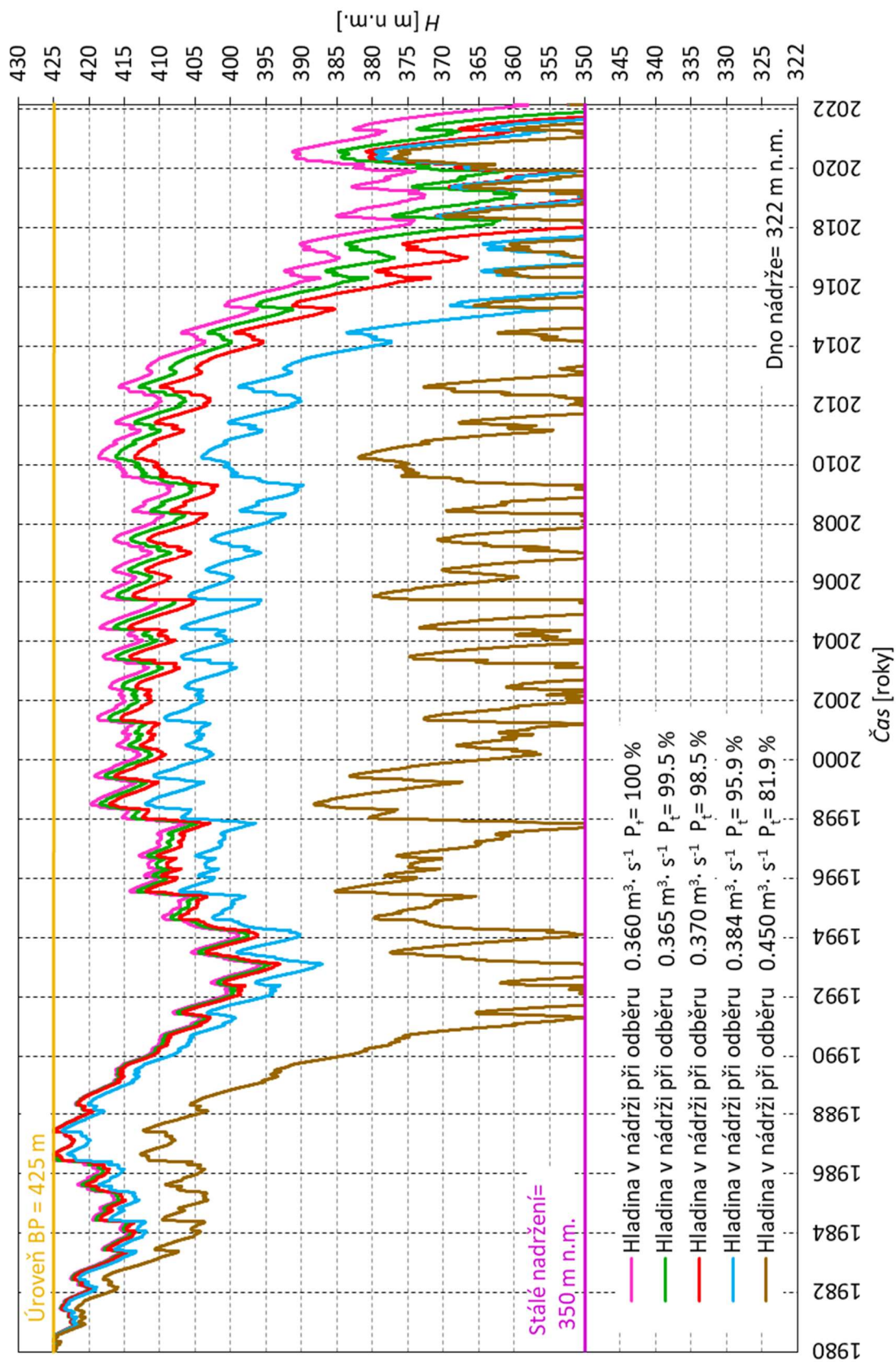
Z vodohospodářského řešení vychází, že objem dodávané vody pro vodárenské účely může poskytovat pitnou vodu pro 200-340 tis. obyvatel podle stanovení denní potřeby vody (Tab. 6.3). Podle předpokládaného počtu zásobovaných obyvatel lze navrhnout zařazení VD do třídy A s hodnotou zabezpečení vodárenského odběru $99,5\%$.

Tab. 6.3 Počet zásobovaných osob dle výšky vodárenského odběru

Zabezpečení	Odběr		potřeba vody	potřeba vody	potřeba vody
	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$[\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}]$	90 l/osobu	120 l/osobu	150 l/osobu
[%]			[osob]	[osob]	[osob]
100	0,360	31 104	345 600	259 200	207 360
99,5	0,365	31 536	350 400	262 800	210 240
98,5	0,370	31 968	355 200	266 400	213 120



obr. 6.4 Vodohospodářské řešení nádrže pro $P=98,5\%$



obr. 6.5 Vodohospodářské řešení nádrže pro různé zabezpečení

6.3 TRANSFORMAČNÍ ÚČINEK NÁDRŽE

V tomto konceptu není uvažováno s ochranným prostorem nádrže. Transformační účinek nádrže je zahrnut v kapacitě bezpečnostního přelivu, který je dimenzován na navýšené hodnoty extrémních průtoků. K transformaci povodňových vln bude využit pouze neovladatelný ochranný prostor.

Vstupem pro výpočet transformace je průběh povodňových vln, které byly odvozeny v kapitole 4.1.5. Dále do výpočtu vstupuje charakteristika nádrže (5.6) a měrné křivky funkčních objektů (5.7).

Simulaci jsem provedla obdobně jako vodohospodářské řešení nádrže pomocí programu MS Excel a Visual Basic. Pro výpočet bylo vytvořeno numerické řešení vycházející ze základní rovnice nádrže (6-1). Časový průběh přítoku do nádrže obecně nelze analyticky vyjádřit a diferenciální rovnici nelze řešit přímo. Výpočet je tedy proveden po časovém kroku 30 sekund. Tento krátký časový krok způsobuje velké množství výstupních dat. Naopak prodloužení kroku může způsobit snížení přesnosti a nestabilitu výpočtu. Právě využití vlastní aplikace ve Visual Basic zajistilo snížení časového kroku, ale zachovat plynulost výpočtu.

Vlastní výpočet probíhá tak, že v každém časovém kroku dojde k vyhodnocení bilance přítoku do nádrže, odtoku z nádrže a ze změny objemu je dopočtena úroveň hladiny v nádrži. Počáteční hladina při příchodu povodně je uvažována na úrovni zásobní hladiny (425 m n.m.).

Byly řešeny dva scénáře transformace povodňové vlny:

- V **prvním scénáři** bylo uvažováno, že odtok z nádrže je zajišťován nejprve dvojicí spodních výpustí. V době, kdy začne voda přepadat přes bezpečnostní přeliv dochází k uzavírání SV. Na vzestupné větvi je co nejdéle udržován neškodný odtok. Na sestupné větvi se nádrž prázdní pouze bezpečnostním přelivem zpět na úroveň zásobního prostoru. Spodní výpusti zůstávají zavřené.
- V **druhém scénáři** jsou na sestupné větvi opět otevřeny SV. Avšak stále v kombinaci s bezpečnostním přelivem je udržován neškodný odtok. Nádrž je prázdněna především SV. Při tomto scénáři dochází k rychlejšímu snížení hladiny vody v nádrži.

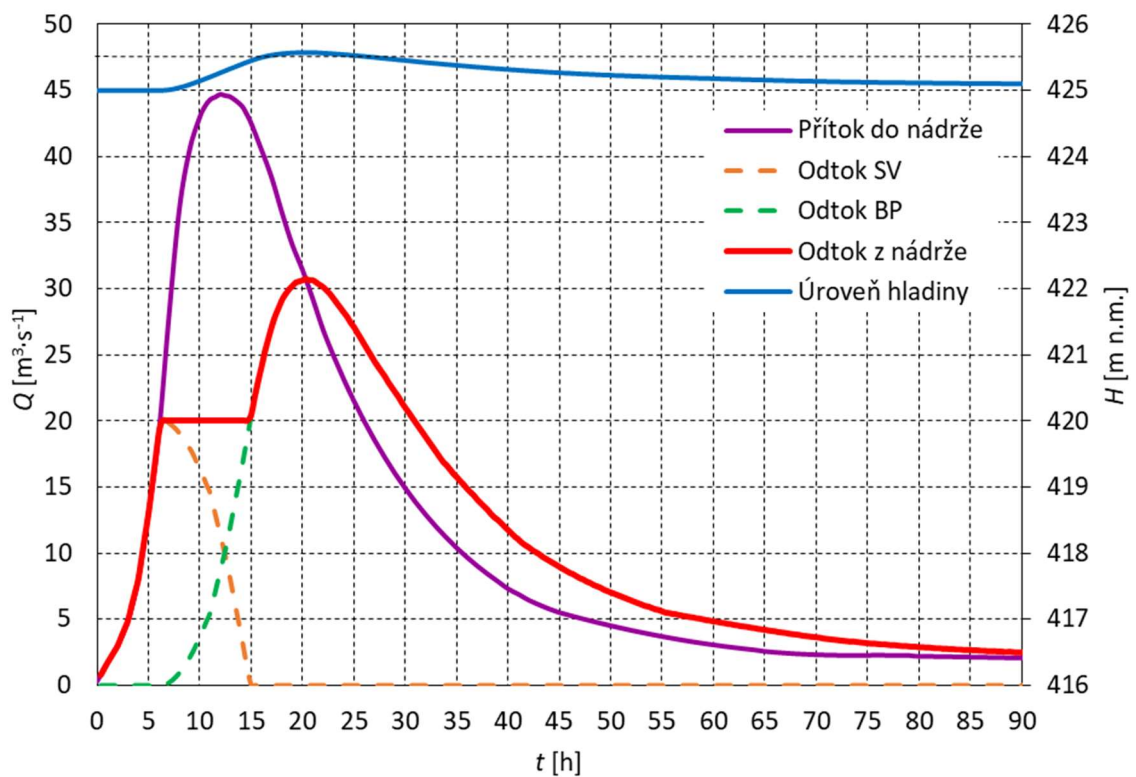
Transformace byla řešena pro povodňové vlny s dobou opakování 100 a 1000 let.

TRANSFORMACE PV100 – SCÉNÁŘ 1

Na obr. 6.6 je zobrazen průběh transformace PV100, kdy je průtok na sestupné větvi převáděn pouze bezpečnostním přelivem. V Tab. 6.1 je uveden přehled hlavních parametrů.

Tab. 6.4 Přehledné informace o transformaci PV100-scénář 1

Povodňová vlna	PV 100	
Počáteční úroveň hladiny	425.00	m n.m.
Výška retenčního objemu	0.00	m
Maximální dosažená hladina	425.573	m n.m.
Maximální přítok	44.70	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok SV	20.03	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok BP	30.73	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok	30.73	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Snížení kulminačního průtoku o	13.97	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Zpoždění kulminace	7.3	h
Transformační účinek	68.7	%



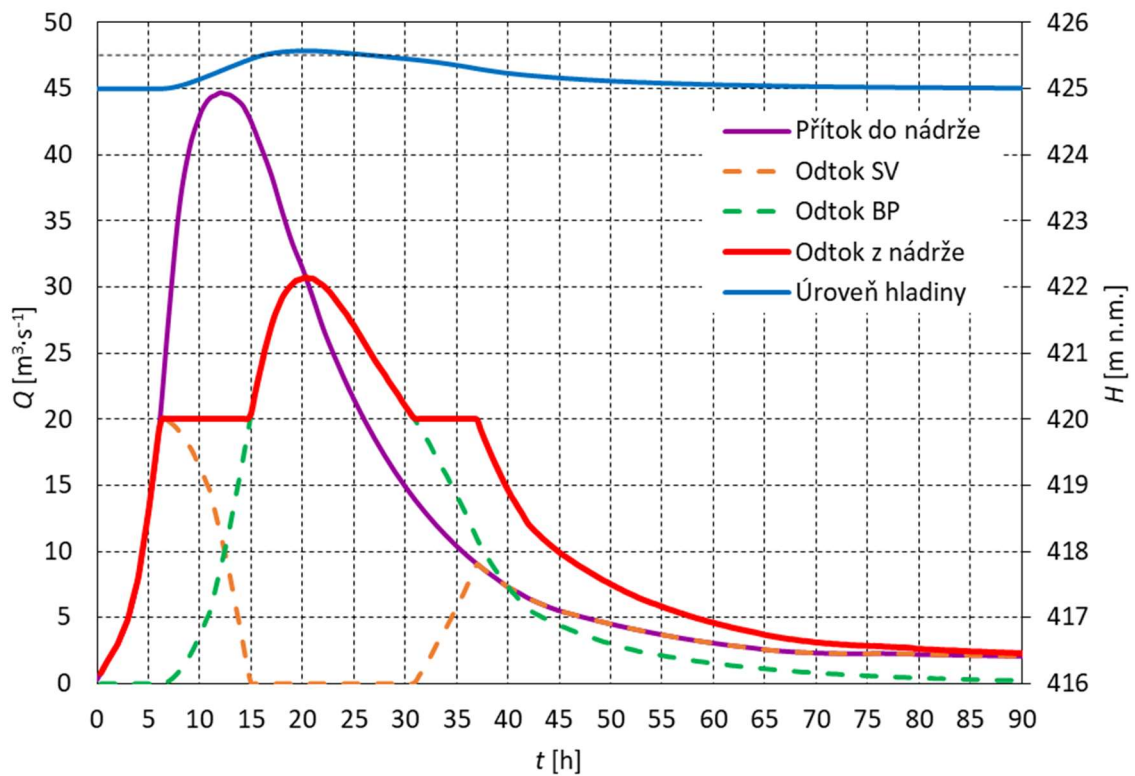
obr. 6.6 Transformace PV100 – scénář 1

TRANSFORMACE PV100 – SCÉNÁŘ 2

Na obr. 6.7 je zobrazen průběh transformace PV100, kdy je průtok na sestupné větvi převáděn jak bezpečnostním přelivem, tak spodními výpustěmi. V Tab. 6.5 je uveden přehled hlavních parametrů.

Tab. 6.5 Přehledné informace o transformaci PV100-scénář 2

Povodňová vlna	PV 100	
Počáteční úroveň hladiny	425.00	m n.m.
Výška retenčního objemu	0.00	m
Maximální dosažená hladina	425.573	m n.m.
Maximální přítok	44.70	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok SV	20.03	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok BP	30.73	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok	30.73	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Snížení kulminačního průtoku o	13.97	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Zpoždění kulminace	7.3	h
Transformační účinek	31.3	%



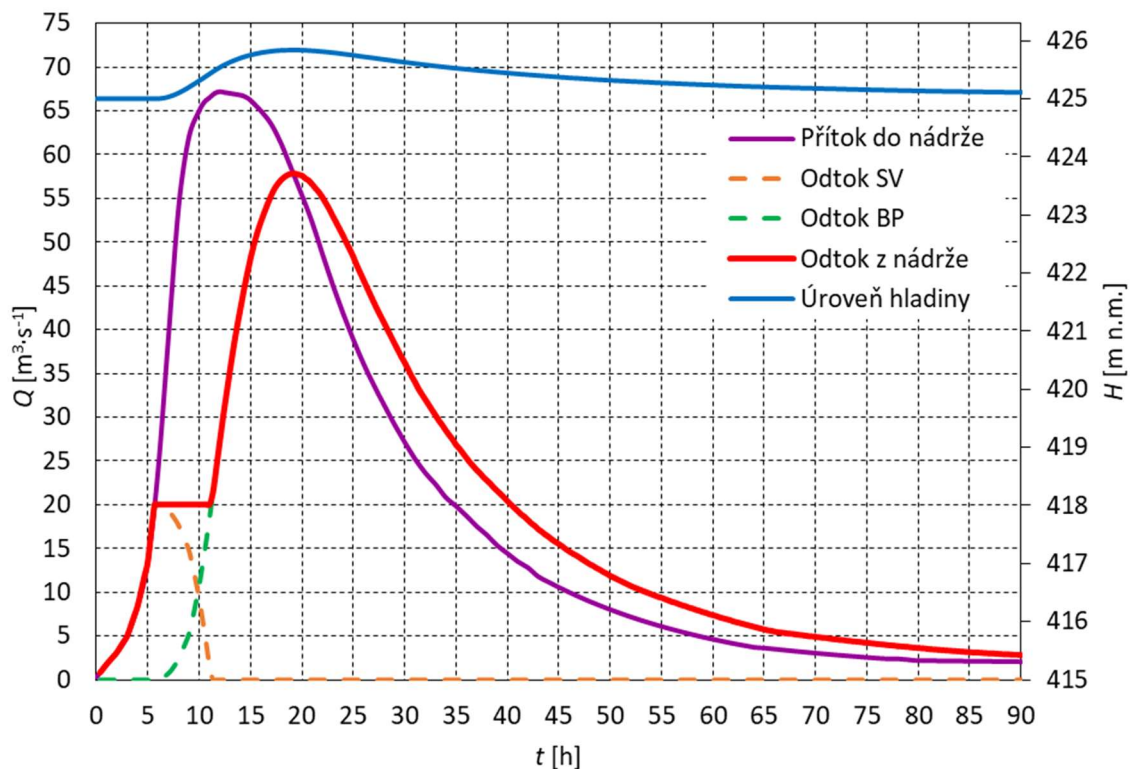
obr. 6.7 Transformace PV100 – scénář 2

TRANSFORMACE PV1000 – SCÉNÁŘ 1

Na obr. 6.8 je zobrazen průběh transformace PV1000, kdy je průtok na sestupné větvi převáděn pouze bezpečnostním přelivem. V Tab. 6.6 je uveden přehled hlavních parametrů.

Tab. 6.6 Přehledné informace o transformaci PV1000-scénář 1

Povodňová vlna	PV 100	
Počáteční úroveň hladiny	425.00	m n.m.
Výška retenčního objemu	0.00	m
Maximální dosažená hladina	425.84	m n.m.
Maximální přítok	67.20	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok SV	20.03	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok BP	57.83	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok	57.83	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Snížení kulminačního průtoku o	9.37	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Zpoždění kulminace	6.3	h
Transformační účinek	13.9	%



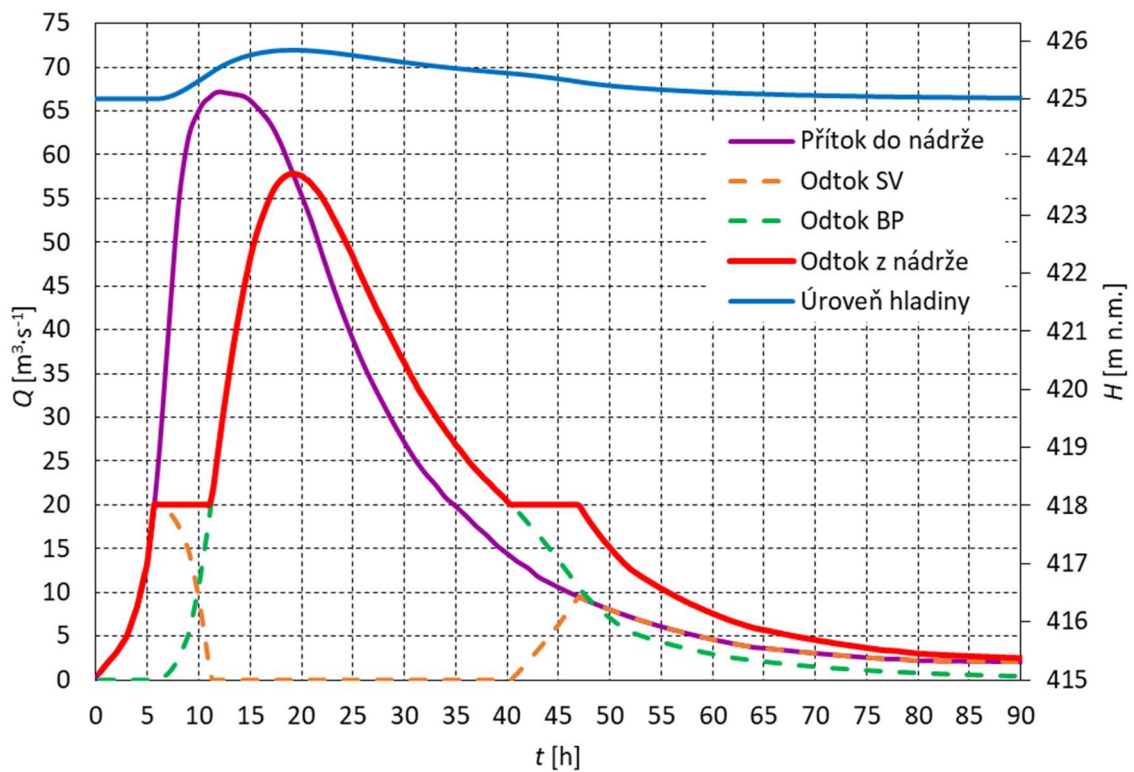
obr. 6.8 Transformace PV1000 – scénář 1

TRANSFORMACE PV1000 – SCÉNÁŘ 2

Na obr. 6.9 je zobrazen průběh transformace PV1000, kdy je průtok na sestupné větvi převáděn jak bezpečnostním přelivem, tak spodními výpustěmi. V Tab. 6.7 je uveden přehled hlavních parametrů.

Tab. 6.7 Přehledné informace o transformaci PV1000-scénář 2

Povodňová vlna	PV 100	
Počáteční úroveň hladiny	425.00	m n.m.
Výška retenčního objemu	0.00	m
Maximální dosažená hladina	425.84	m n.m.
Maximální přítok	67.20	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok SV	20.03	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok BP	57.83	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální odtok	57.83	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Snížení kulminačního průtoku o	9.37	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Zpoždění kulminace	6.3	h
Transformační účinek	13.9	%



obr. 6.9 Transformace PV1000 – scénář 2

Přestože nádrž nemá vyhrazený retenční objem, dojde k částečné transformaci PV a posunutí doby kulminace. V případě vyhrazení ovladatelného retenčního prostoru, lze zvýšit protipovodňový efekt nádrže. Tyto úvahy jsou ale předmětem následujícího stupně zpracování, kdy bude výpočet transformace proveden na povodňových vlnách stanovených vlastní studií nejčastěji ČHMÚ.

6.4 BEZPEČNOST VODNÍHO DÍLA A ÚZEMÍ POD VODNÍM DÍLEM

Při veškeré manipulaci nesmí dojít k ohrožení bezpečnosti vodního díla, a to především nesprávnou manipulací s výpustním zařízením.

Území pod vodním dílem nesmí být během běžného provozu ohrožováno nevhodnou manipulací, tj. náhlým zvýšením průtoků. Celkový ovladatelný odtok z nádrže dvojicí spodních výpustí je cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ při zásobní hladině 425 m n.m. Tento maximální odtok může částečně ohrožovat rekreační zástavbu pod vodním dílem (viz kapitola 4.5 Záplavová území). Maximální kapacita Trusovického potoka pod vodním dílem není přesně stanovena, předpokládá se cca $18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pro zajištění plné ochrany by v rámci návrhu VD měl být návrh na zvýšení kapacity Trusovického potoka. Jednalo by se pouze o dílčí části na toku. V případě navýšení kapacity na více než cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, je možné i navýšit kapacitu spodních výpustí a neškodný odtok.

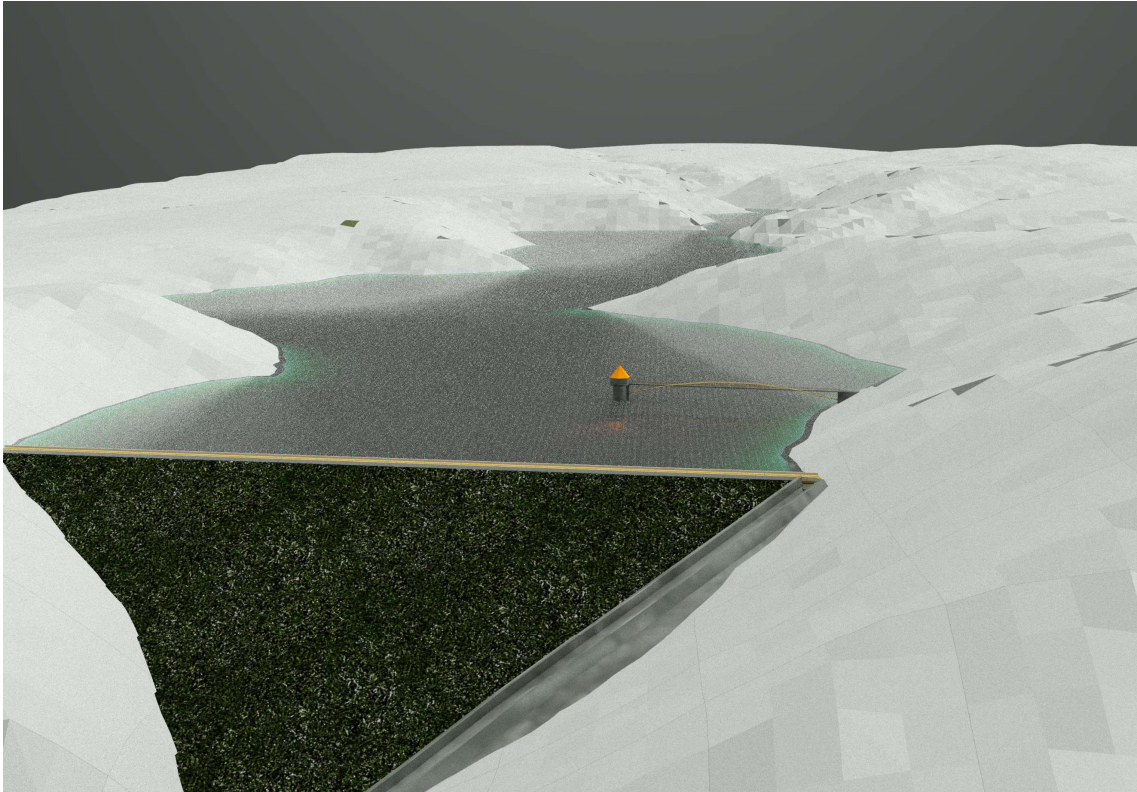
6.5 MOŽNOSTI VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE

Jelikož se jedná o VD většího rozsahu je zřejmé, že by měl být využit jeho energetický potenciál. Jedná se především o MZP a také o zabezpečený vodárenský odběr. MZP lze převádět přes MVE po celý rok.

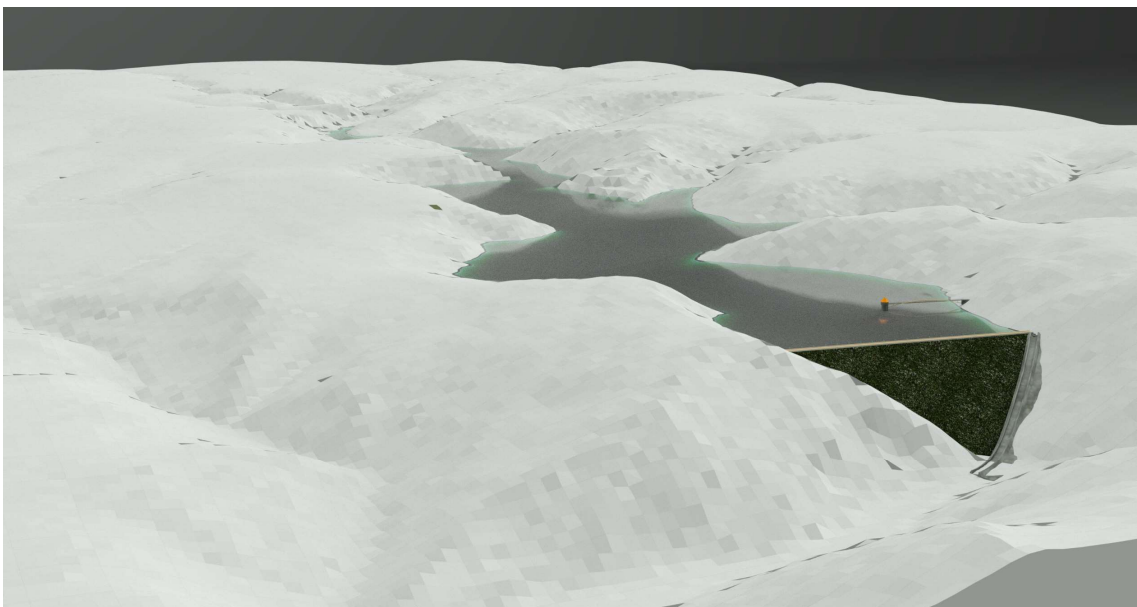
Při využití $MZP = 0,051 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ lze při maximálním spádu cca 98 m využívat výkon elektrárny cca 43 kW/h (1,03 MW/den). Při využití vodárenského odběru $O = 0,370 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ při spádu 70 m je pak výkon elektrárny cca 217 kW/h (5,208 MW/den). Snížený spád je brán s ohledem na možnou potřebu spádu pro dopravu vody na úpravnu vody. Požadavky na dopravu vody pro vodárenské využití nelze v této fázi určit. Jedná se o předběžný orientační výpočet, přesný návrh turbíny musí být ověřen hydroenergetickým výpočtem zahrnující přesné tlakové výšky a charakteristiky turbín.

7. VIZUALIZACE

Pro lepší představu o umístění vodního díla jsem vytvořila vizualizaci zájmové lokality. Stávající terén byl vytvořen z bodové sítě Digitálního modelu terénu (DMR 5G) a upraven softwarem Archibald. Těleso hráze a funkční objekty byly vymodelovány v programu Autocad 3D a CIVIL 3D.



obr. 7.2 Pohled proti toku na navržené VD



obr. 7.1 Pohled na navržené VD



obr. 7.3 Pohled po toku na zátopu (podkladní ortofoto mapa)



obr. 7.4 Pohled proti toku na zátopu (podkladní ortofoto mapa)



obr. 7.5 Pohled na navržené VD (podkladní ortofoto mapa)

8. ZÁVĚR A HODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

V překládané diplomové práci jsem zpracovala koncept technického a vodohospodářského návrhu vodního díla Bělkovice a ideový návrh manipulačního řádu.

Součástí práce byl i vlastní průzkum zájmové lokality. Celkově jsem zhodnotila geomorfologické poměry a charakter území. Jedná se o sevřené, dlouhé údolí s příkrými svahy a úzkým údolním dnem. Přehradní profil je morfologicky podmíněně vhodný. V rámci terénního průzkumu jsem měřila směry a úklony hlavních puklin horninových výchozů. Průzkum potvrdil mnou předpokládané hlavní směry tektoniky u obou svahů. Levý údolní svah je ohrožený z hlediska zvýšené propustnosti horninového masivu, kdy je možný únik vody z budoucí nádrže. Pravý údolní svah má vyšší předpoklady pro ztrátu stability a pohybu bloků hornin směrem do nádrže. Z hlediska geomorfologických podmínek je tedy vybraný přehradní profil méně vhodný. Proto navrhuji použít tížný typ hráze. V následujících stupních zpracování bude nutno provést podrobný geologický průzkum dané lokality a ověřit i celkové základové poměry.

Charakter povodí je vhodný pro zřízení vodárenské nádrže. Povodí VD je převážně tvořeno lesem a nachází se ve něm pouze pár obcí. V prostoru zátopy se nachází pouze chatové oblasti malého rozsahu.

Dále jsem určila přesné umístění osy hráze. Vyházela jsem z polohy přehradního profilu stanového ve SVP [1]. Z důvodu příznivějšího tvaru tělesa hráze a jeho objemu byl přehradní profil posunut o cca 20 m níže po toku. Typ tělesa hráze také vycházel ze SVP [1]. Avšak bylo vybráno střední zemní těsnění. Pro zajištění potřebných zdrojů jsem vytipovala i možná naleziště vhodných materiálů pro výstavbu tělesa hráze v nejbližším okolí lokality. Základním stabilitním výpočtem jsem určila minimální požadavky na parametry použitých materiálů. V následujících stupních zpracování bude třeba prověřit parametry všech zemních materiálů z vytipovaných lokalit a vyhodnotit vhodnost jejich použití.

V návaznosti na nově stanovený profil hráze jsem navrhla i rozmístění funkčních objektů a jejich parametry. Provedla jsem návrh bezpečnostního objektu a určila rovněž parametry spodních výpustí.

Pro potřeby zpracování charakteristik nádrže a objemu tělesa hráze jsem vytvořila digitální model terénu a 3D model tělesa hráze. Stanovila jsem výškové úrovně pro jednotlivé prostory v nádrži a celkovou výšku hráze. Při ploše zatopení 142,5 ha je objem nádrže 51,7 mil. m³. Z toho cca 50 mil. m³ bude dostupných pro vodárenské účely.

Vzhledem k velkému objemu dat, pro stanovení zabezpečení průtoků, jsem vytvořila účelovou aplikaci ve Visual Basic (MS Excel). Vlastní aplikací, do které byly zahrnuty všechny stanovené podmínky (vycházející z návrhu manipulačního řádu) jsem stanovila množství odebírané vody pro vodárenské použití a průtoku pod VD dle daných procent zabezpečení. Výpočty jsem určila, že je možné zabezpečit dodání pitné vody v množství $0,365 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Z tohoto množství lze odhadovat, že VD je schopno dodávat vodu pro 200-340 tis. obyvatel. Navrhla jsem rovněž ideový koncept manipulačního řádu, jak by měla probíhat manipulace s vodou při jednotlivých hladinách v nádrži.

Pro posouzení protipovodňové ochrany VD jsem dále provedla i výpočet transformace povodňových vln. Pro snížení chyby byl použit malý časový krok výpočtu, který však navýšil celkový objem dat. Proto jsem použita algoritmizace těchto dat zpracovanou ve Visual Basic (MS Excel), která zefektivnila celý výpočet. Transformaci jsem provedla pro 2 scénáře řízení.

Z řady m-denních průtoků jsem určila dobu prvního plnění nádrže. Výpočet vychází z rovnice nádrže. Díky použití vytvořeného vlastního programu ve Visual Basic (MS Excel) byl do výpočtu zahrnut i výpar a MZP. Orientační doba prvního napouštění bude cca 5 let.

Vytvořený digitální model terénu a 3D model tělesa jsem dále využila pro vytvoření vizualizace celého vodního díla, pro lepší představu umístění vodní nádrže v zájmové lokalitě.

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1 Přehledná mapa lokality uvažovaného VD. Upraveno: [27]	8
Obr. 3.2 Přehledná mapa umístění VD na Trusovickém potoce. Upraveno: [26], [30], [31]	9
Obr. 4.1 Mapa klimatických oblastí. Upraveno: [35]	11
Obr. 4.2 Přehledná situace s vyznačenými hlásnými profily. Upraveno: [8], [27]	12
Obr. 4.3 Poskytnutá a navýšená data s extrapolací (dle třídy přesnosti) [1], [6].....	14
Obr. 4.4 Přehled specifických maximálních průtoků na území České republiky a empirický vztah vymezující horní hranici. Upraveno: [13]	15
Obr. 4.5 Hydrogramy povodňových vln s dobou opakování 100 a 1000 let.....	16
Obr. 4.6 Členění ČR do 4 kategorií podle regionálního rozložení [12]	17
Obr. 4.7 Mapa sklonitosti s vyznačenou zájmovou lokalitou [52]	18
Obr. 4.8 Legenda pro výřez geologické mapy s vyznačením zájmové lokality. Upraveno:[37] ..	19
Obr. 4.9 Geologická mapa 1:50 000. Upraveno: [37]	20
Obr. 4.10 Umístění průzkumných prací v přehradním profilu. Upraveno: [25], [40]	21
Obr. 4.11 Mapa hydrogeologických rajonů. Upraveno: [38]	22
Obr. 4.12 Výřez z hydrogeologické mapy s vyznačenou předpokládanou zátopou.	23
Obr. 4.13 Klasifikace hornin podle transmisivity [38]	24
Obr. 4.14 M1: (1) 170/78, (2) 262/45	25
Obr. 4.15 Poloha místa M1	25
Obr. 4.16 Pohled na měřenou plochu výchozu M1	25
Obr. 4.17 Pohled na výchoz M1	25
Obr. 4.18 Pohled na výchoz M2	26
Obr. 4.19 Poloha místa M2, M3, M4.....	26
Obr. 4.20 M3: (1) 101/26, (2) 270/33	26
Obr. 4.21 M4: (3) 352/78, (4) 273/80	26
Obr. 4.22 M6: (1) 248/25 (2) 341/95	27
Obr. 4.23 Poloha místa M6	27
Obr. 4.24 Pohled na měření M6.....	27
Obr. 4.25 Pohled na plochy M6	27
Obr. 4.26 M6: (1) 51/75	28
Obr. 4.27 Poloha místa M5, M6.....	28
Obr. 4.28 Pohled na výchoz M5	28
Obr. 4.29 M8: (1) 220/70, (2) 136/86	29
Obr. 4.30 Poloha místa M8, M9, M10.....	29

Obr. 4.31 M9: (3) 123/82, (4) 210/86	29
Obr. 4.32 Pohled na výchoz M10	29
Obr. 4.33 Pohled na výchoz M11	30
Obr. 4.34 Poloha místa M11	30
Obr. 4.35 M11: (1) 110/85	30
Obr. 4.36 M13: (1) 204/80, (2) 280/75	31
Obr. 4.37 Poloha místa M13	31
Obr. 4.38 Pohled na výchoz M13	31
Obr. 4.39 Pohled na výchoz M15	32
Obr. 4.40 Poloha místa M15	32
Obr. 4.41 M15: (1) 204/80, (2) 280/75	32
Obr. 4.42 Přehledná situace měřených predispozic. Upraveno: [26]	33
Obr. 4.43 Mapa seismických oblastí ČR. Upraveno: [45]	34
Obr. 4.44 Mapa náchylnosti svahů k sesouvání. Upraveno: [44]	35
Obr. 4.45 Mapa důlních děl a poddolovaných oblastí. Upraveno: [41]	36
Obr. 4.46 Letecký snímek lomu Bělkovice-Jívová [15]	37
Obr. 4.47 Mapa ložiskových území. Upraveno: [42]	38
Obr. 4.48 Přehledná mapa dotčených katastrálních území. Upraveno: [28], [29]	39
Obr. 4.49 Přehledná mapa povodí k VD. Upraveno: [27], [30], [31], [32]	40
Obr. 4.50 Rozdělení kultur v povodí k VD [29], [46], [48], [50], [53]	41
Obr. 4.51 Rozdělení kultur v ploše zátopy [29], [46], [48], [50], [53]	41
Obr. 4.52 Mapa dopravní infrastruktury. Upraveno: [48]	42
Obr. 4.53 Mapa biokoridorů se vyznačenou zájmovou lokalitou. Upraveno: [47]	43
Obr. 4.54 Mapa záplavových oblastí	45
Obr. 5.1 Přehradní profil vyznačený v obarveném reliéfu [26], [51]	46
Obr. 5.2 Umístění osy hráze. Upraveno: [1], [25]	47
Obr. 5.3 Přehledná situace nalezišť materiálu-stabilizační část hráze. Upraveno: [5], [37]	48
Obr. 5.4 Přehledná situace nalezišť materiálu-těsnící část hráze. Upraveno: [5], [37]	49
Obr. 5.5 Výřez z publikace + řezy	50
Obr. 5.6 Řezy	50
Obr. 5.7 Návodní svah-nepříznivá varianta s odpovídající smyková plocha	52
Obr. 5.8 Návodní svah-příznivá varianta a odpovídající smyková plocha	52
Obr. 5.9 Vzdušní svah-smyková plocha	52
Obr. 5.10 Schématický příčný řez hrází	54
Obr. 5.11 Situace tělesa hráze a funkčních objektů. Upraveno: [28]	55

Obr. 5.12 Navržené ochranné pásmo-schéma. Upraveno: [25]	57
Obr. 5.13 Charakteristiky nádrže	58
Obr. 5.14 Rozsah zátopy při jednotlivých prostorech v nádrži. Upraveno: [26], [28].....	60
Obr. 5.15 Schéma k výpočtu efektivní délky rozběhu větru	61
Obr. 5.16 Schéma výšek hladin v nádrži a výšky výběhu větrové vlny	64
Obr. 5.17 Časová osa provedených simulací napouštění nádrže.....	64
Obr. 5.18 První plnění nádrže v různých datových obdobích	65
Obr. 5.19 Nomogram přepadového součinitele, kde h-výška přepadového paprsku,	67
Obr. 5.20 Měrná křivka přelivu	68
Obr. 5.21 Ukázka navrženého typu bezpečnostního přelivu –	68
Obr. 5.22 Měrná křivka spodních výpustí	70
Obr. 5.23 Ukázka navrhovaného vyústění SV pod úrovní skluzu – VD Šance.....	70
Obr. 5.24 Ukázka možného řešení vodárenského odběru a SV [23]	71
Obr. 6.1 Porovnání odvozených dat s m-denní řadou průtoků	76
Obr. 6.2 Časová řada denních průtoků profil Sitka a přehradní profil [7]	76
Obr. 6.3 Zabezpečení odtoků z nádrže podle trvání a podle objemu.....	79
Obr. 6.4 Vodohospodářské řešení nádrže pro P=98,5%	80
Obr. 6.5 Vodohospodářské řešení nádrže pro různé zabezpečení	81
Obr. 6.6 Transformace PV100 – scénář 1.....	83
Obr. 6.7 Transformace PV100 – scénář 2.....	84
Obr. 6.8 Transformace PV1000 – scénář 1.....	85
Obr. 6.9 Transformace PV1000 – scénář 2.....	86
Obr. 7.2 Pohled na navržené VD	88
Obr. 7.1 Pohled proti toku na navržené VD	88
Obr. 7.4 Pohled po toku na zátopu (podkladní ortofoto mapa)	89
Obr. 7.5 Pohled proti toku na zátopu (podkladní ortofoto mapa).....	89
Obr. 7.6 Pohled na navržené VD (podkladní ortofoto mapa)	89

10. SEZNAM TABULEK

Tab. 4.1 Klimatické charakteristiky oblasti MT7 [9]	11
Tab. 4.2 Hydrologické charakteristiky dle [1], [6]	13
Tab. 4.3 Číselné charakteristiky m-denních průtoků	13
Tab. 4.4 Číselné charakteristiky N-letých průtoků	13
Tab. 4.5 Extrapolované hodnoty průtoků s dobou opakování 1000 a 10 000 let.....	15
Tab. 4.6 Hodnoty odvozených povodňových vln	16
Tab. 4.7 Stanovení dle původního metodického pokynu MŽP č.9/1998 [11].....	17
Tab. 4.8 Stanovení dle nové metodiky: regionální rozdělení ČR [12]	17
Tab. 4.9 Geomorfologické začlenění zájmové lokality [36]	18
Tab. 5.1 Potřebné parametry zemin	53
Tab. 5.2 Přehledná tabulka prostorů v nádrži.....	59
Tab. 5.3 Výpočet efektivní délky rozběhu vlny	61
Tab. 5.4 Vypočtené hodnoty úrovní hladin při návrhovém a kontrolním průtoku.....	67
Tab. 6.1 Rozdělení ročního úhrnu výparu na měsíce (ČSN 75 2405)	75
Tab. 6.2 Zabezpečení odtoků z nádrže.....	78
Tab. 6.3 Počet zásobovaných osob dle výšky vodárenského odběru	79
Tab. 6.4 Přehledné informace o transformaci PV100-scénář 1	83
Tab. 6.5 Přehledné informace o transformaci PV100-scénář 2	84
Tab. 6.6 Přehledné informace o transformaci PV1000-scénář 1	85
Tab. 6.7 Přehledné informace o transformaci PV1000-scénář 2	86

11. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

VŠEOBECNÉ PODKLADY

- [1] *Směrný vodohospodářský plán ČSR*. Publikace č.34 vodní nádrže. MLVH, Praha, 1988.
- [2] *Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území*. MZE a MŽP, Praha, 2020.
- [3] *Vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989*. Online. In: EAGRI. Ministerstvo zemědělství, 2021. Dostupné z: [Vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989 | eAGRI](#). [cit. 2023-12-27].
- [4] GEOTEST národní podnik Brno, *Závěrečná zpráva o předběžném inženýrskogeologickém průzkumu pro vodní nádrž na Trusovickém potoce u Bělkovic*. Arch. č.: 04 79 0205. Brno, 1982. Dostupné z: Česká geologická služba-DB ASGI, data studentovi pro vypracování diplomové práce. [poskytnuté 20.11.2022].
- [5] Česká geologická služba – vrtná DB. *Stratigrafický vymezený výpis geologické dokumentace archivních vrtů* (ID GDO: 462961, 462962, 462963, GF PO26344, GF FZ005323). Dostupné z: Česká geologická služba – vrtná DB, data studentovi pro vypracování diplomové práce. [poskytnuté 8.12.2022].
- [6] Povodí Moravy, s.p. *Hydrologické podklady: N-leté a m-denní průtoky, průměrné m-denní průtoky 1981-2022*. Dostupné z: Povodí Moravy, s.p., data studentovi pro vypracování diplomové práce. [poskytnuté 11.10.2022].
- [7] ISVS – *Evidence množství povrchových vod, vodoměrná stanice: 36400 – Šternberk. Data ke stažení: průměrné denní průtoky, průměrné měsíční průtoky*. Online. In: ISVS CHMI, Český hydrometeorologický úřad, 2022. Dostupné z: [Množství povrchových vod - vodoměrná stanice \(chmi.cz\)](#). [cit. 26.10.2023].
- [8] ISVS – *Evidence hlásných profilů*. Online. In: ISVS CHMI, Český hydrometeorologický úřad, 2022. Dostupné z: [Hlásné profily \(chmi.cz\)](#). [cit. 24.11.2023].
- [9] HRUBAN, Robert. *Klimatické oblasti dle Evžena Quitta: Mírně teplá oblast*. Online. In: Moravske-Karpaty.cz, 2019. Dostupné z: [Klimatické oblasti dle Evžena Quitta \(moravske-karpaty.cz\)](#). [cit. 2023-02-26].

- [10] ČESKO. § 36 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) - znění od 1. 2. 2022. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 26. 2. 2023]. Dostupné z: [254/2001 Sb. Vodní zákon \(zakonyprolidi.cz\)](https://zakonyprolidi.cz/254/2001-Sb.-Vodni-zakon)
- [11] Metodický pokyn č. 9/1998 oboru ochrany vod MŽP ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích. MŽP ČR, Praha, 2011, 5 s. [online]. [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: [Věstník 5/98 - Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích \(mzp.cz\)](https://mzp.cz/vestnik-5-98-metodicky-pokyn-odboru-ochrany-vod-mzp-ke-stanoveni-hodnot-minimalnich-zustatkovych-prutoku-ve-vodnich-tocich)
- [12] BALVÍN, Pavel; VIZINA, Adam. *Stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků v podmínkách ČR*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2018, roč.60, č.2, str.8-13, ISSN 0322-8916 [online]. [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: [5858-VTEI-2-18-Stanoveni-hodnot-minimalnich.pdf](https://www.vodohospodarstvi.cz/5858-VTEI-2-18-Stanoveni-hodnot-minimalnich.pdf)
- [13] *Výsledná zpráva o projektu: Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002 a návrh úpravy systému prevence před povodněmi*. VÚV pro MŽP ČR, Praha, 2004 [online]. [cit. 20.6.2023]. Dostupné z: [Výsledná zpráva o projektu. Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu a návrh úpravy systému prevence před povodněmi - PDF Stažení zdarma \(docplayer.cz\)](https://www.docplayer.cz/10000000-Vysledna-zprava-o-projektu-vyhodnoceni-katastrofalni-povodne-v-srpnu-a-navrh-upravy-systemu-prevence-pred-povodnemi)
- [14] *Pasportizace lomů přírodního kameniva ČR*. Česká geologická služba, Praha 2015 [online]. [cit. 17.7.2023]. Dostupné z: [kamenivo.pdf.pdf \(rsd.cz\)](https://www.rsd.cz/kamenivo.pdf.pdf)
- [15] *Průvodce provoznou – Bělkovice*. Českomoravský štěrk, Heidelbergcement Group, 2020 [online]. [cit. 20.7.2023]. Dostupné z: <https://www.heidelbergcement.cz/sites/default/files/assets/document/fb/ca/pruvodce-provozovou-belkovice-10-2020-w.pdf>
- [16] KOUŘIL Zdeněk. *Podzemní vody údolí řeky Moravy-svazek II*. Československá akademie věd-geografický ústav Brno 1970.
- [17] ZACHOVAL, Zbyněk. *Splaveniny ve vodních tocích-modul 1*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2016. s. 1-155.
- [18] *Standart SPPK B02 007:2022 Výstavba a rekonstrukce malých vodních nádrží přírodě blízkým způsobem*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze 2022 [online]. [cit. 22.11.2023]. Dostupné z: [Standard MVN si gn.pdf \(nature.cz\)](https://www.nature.cz/standard-mvn-si-gn.pdf)
- [19] ČESKO. Vyhláška č. 137/1999 Sb., Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných

- pásem vodních zdrojů – znění od 1. 8. 1999. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010–2023 [cit. 29. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-137#cast1>
- [20] JANDORA, J.; ŠULC, J. *Hydraulika-modul 01*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. s.1-178.
- [21] DOLEŽAL, Petr. *Rybníky a účelové nádrže-modul 01*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2007. s.1-155.
- [22] VD Morávka-posouzení bezpečnosti za povodní-fotografie. In: Golík VH [online]. [cit. 19.12.2023]. Dostupné z: <https://www.golikvh.cz/vd-moravka-bezpecnost-za-povodni.html>
- [23] Vodní dílo Stanovice-obrázek řez sdruženým objektem. In: Povodí Ohře [online]. [cit. 10.12.2023]. Dostupné z: [Vodní dílo Stanovice: Povodí Ohře \(poh.cz\)](http://www.poh.cz)
- [24] STARÝ, M. *Nádrže a vodohospodářské soustavy-modul 01*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. s.1-120.

MAPOVÉ PODKLADY

- [25] *ZM10: Prohlížení služby – WMS*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/arcgis1/services/ZTM/ZTM10/MapServer/WMServer>
- [26] *ZM25: Prohlížení služby – WMS*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/arcgis1/services/ZTM/ZTM25/MapServer/WMServer>
- [27] *ZM100: Prohlížení služby – WMS*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/arcgis1/services/ZTM/ZTM100/MapServer/WMServer>
- [28] *Ortofoto: Prohlížení služby – WMS*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/arcgis1/services/ORTOFOTO/MapServer/WMServer>
- [29] *Katastrální mapy: Prohlížení služby – WMS*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a

- katastrální [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://services.cuzk.cz/wms/local-KM-wms.asp>
- [30] *A02 - vodní tok (jemné úseky): A - základní jevy povrchových a podzemních vod*. In: VÚV TGM Oddělení geografických informačních systémů a kartografie [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce – Odbor ochrany v. Dostupné z: https://www.dibavod.cz/download.php?id_souboru=1413
- [31] *A12 – kilometráž toku odvozená z DIBAVOD: A - základní jevy povrchových a podzemních vod*. In: VÚV TGM Oddělení geografických informačních systémů a kartografie [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce – Odbor ochrany v. Dostupné z: https://www.dibavod.cz/download.php?id_souboru=1423
- [32] *A07 – hydrologické členění-povodí IV.řádu: A - základní jevy povrchových a podzemních vod*. In: VÚV TGM Oddělení geografických informačních systémů a kartografie [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce – Odbor ochrany v. Dostupné z: https://www.dibavod.cz/download.php?id_souboru=1418
- [33] *D01-ZÚ pětileté vody, D02-ZÚ dvacetileté vody, D03-ZÚ stoleté vody: D – záplavová území*. In: VÚV TGM Oddělení geografických informačních systémů a kartografie [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce – Odbor ochrany v. Dostupné z: [VÚV T.G.Masaryka - Oddělení GIS - Struktura DIBAVOD](#)
- [34] *Záplavová území*. In: Hydroekologický informační systém VÚV TGM [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce. Dostupné z: [Záplavová území | HV Map for WebMap \(vuv.cz\)](#)
- [35] *Klimatické oblasti*. In: Digitální povodňový plán [online]. Hydrosoft Veleslavín, 2020 [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: <https://dpp.hydrosoft.cz/hvmap.dll?MU=001&MAP=7623&lon=17.3376885&lat=49.7584978&scale=100000>
- [36] *Geomorfologické členění ČR*. In: CENIA geomorfologie, národní geoportál INSPIRE [online]. Praha: Česká informační agentura životního prostředí. Dostupné z: [CENIA/cenia_geomorfologie \(MapServer\) \(gov.cz\)](#)
- [37] *Geologická mapa 1:50 000*. In: Geovědní mapy 1: 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Geovědní mapy 1 : 50 000 \(geology.cz\)](#)

- [38] *Hydrogeologická mapa 1:50 000 - regiony*. In: Geovědní mapy 1: 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Hydrogeologická mapa 1 : 50 000 – Regiony \(geology.cz\)](#)
- [39] *Podzemní voda – rajony, základní odtok a zranitelnost*. In: Hydrogeologická mapa 1: 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Podzemní voda \(geology.cz\)](#)
- [40] *Vrtná prozkoumanost*. In: Geologická prozkoumanost [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Vrtná prozkoumanost \(geology.cz\)](#)
- [41] *Důlní díla a poddolovaná území*. In: Poddolování a důlní díla [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Důlní díla a poddolování \(geology.cz\)](#)
- [42] *Surovinový informační systém (SurlS)*. In: Nerostné suroviny [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Surovinový informační systém \(geology.cz\)](#)
- [43] *Svahové deformace*. In: Inženýrská geologie [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 3.6.2022]. Dostupné z: [Svahové deformace \(geology.cz\)](#)
- [44] *Náchylnost svahů k sesouvání*. In: Svahové deformace [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 25.11.2023]. Dostupné z: [Svahové deformace \(geology.cz\)](#)
- [45] *Mapa seismicity ČR*. In: Nástroj pro stanovení oblastí zatížení [online]. Praha: Dlubal Software s.r.o. 2023. Dostupné z: [Seismické oblasti České republiky podle Eurokódu \(dlubal.com\)](#)
- [46] *Data LPIS-SPH za celou ČR: Rok 2022*. In: Registr půdy-LPIS [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 3.1.2023]. Dostupné z: [Data LPIS - SHP za celou ČR | eAGRI](#)
- [47] *ÚSES: ArcGIS online*. In: ÚSES [online]. AOPK ČR, 2023 [cit. 26.3.2023]. Dostupné z: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?url=http%3A%2F%2Fgis.nature.cz%2Farcgis%2Frest%2Fservices%2FObecnaOchrana%2FUSES%2FMapServer&source=sd>.
- [48] *Silniční a dálniční síť ČR*. In: Geoportál ŘSD [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic [cit. 26.2.2023]. Dostupné z: https://geoportal.rsd.cz/apps/silnicni_a_dalnicni_sit_cr_verejna/
- [49] *ZABAGED-Výškopis-DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5.generace v S-JTSK, Bpv. Data ke stažení*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 21.6.2023]. Dostupné z: [ČÚZK: Geoportál \(cuzk.cz\)](#)

- [50] *ZABAGED-Polohopis-WMS: Prohlížečské služby*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 21.6.2023]. Dostupné z: https://ags.cuzk.cz/arcgis/services/ZABAGED_POLOHOPIS/MapServer/WmsServer?
- [51] *Analýza výškopisu: Obarvený stínovaný reliéf*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 25.5.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/av/>
- [52] *Analýza výškopisu: Sklonitost svahů (2)*. In: Geoportál ČÚZK přístup k mapovým produktům a službám resortu [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 25.5.2023]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/av/>
- [53] *Aktuální databáze BPEJ ke stažení*. Státní pozemkový úřad 2023 [online]. [staženo 11.2.2023]. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2023/12/bpej_2023120113515.zip
- [54] *NATURA 2000*. In: Soustava chráněných území evropského významu [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR 2023. [cit. 1.10.2023]. Dostupné z: [\(1.2c\) Web - Natura 2000 \(arcgis.com\)](#)
- [55] *Kanalizace Olomoucko*. In: Mapy Olomouckého kraje [online]. Olomouc: Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Olomouckého kraje [cit. 11.12.2023]. Dostupné z: [Kanalizace | PRVK Olomouckého kraje \(olkraj.cz\)](#)

NORMATIVNÍ PODKLADY

ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů.

ČSN 75 0101 Vodní hospodářství – Základní terminologie.

ČSN 75 0120 Vodní hospodářství – Terminologie hydrotechniky.

ČSN 75 0255 Výpočet účinků vln na stavby na vodních nádržích a zdržích.

ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.

ČSN 75 2310 Sypané hráze.

ČSN 75 2340 Navrhování přehrad.

ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení nádrží.

ČSN 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodni.

TNV 75 2910 Manipulační řády vodohospodářských děl na vodních tocích

12. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SVP	Směrný vodohospodářský plán
LAPV	Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod a základní zásady využití těchto území
VÚV	Výzkumný ústav vodohospodářský
TEVN	Technicko-ekonomické vyhodnocení nádrže (studie na úrovni SVP)
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských map
ÚSES	Územní systém ekologické stability
DMR 5G	Digitální model reliéfu České republiky 5.generace
CHLÚ	Chráněné ložiskové území
TBD	Technicko-bezpečnostní dohled
VD	Vodní dílo
PV	Povodňová vlna
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
MZP	Minimální zůstatkový průtok
ZÚ	Záplavové území
ÚSES	Územní systém ekologické stability