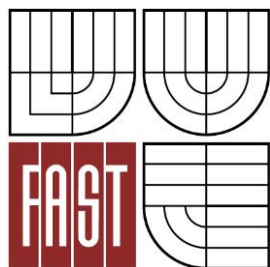




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ ZÁSOBNÍHO OBJEMU VODNÍ NÁDRŽE HANUŠOVICE

A WATER MANAGEMENT ANALYSIS OF THE HANUŠOVICE RESERVOIR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN HAVLÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. DANIEL MARTON, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Havlík
Název	Vodohospodářské řešení zásobního objemu vodní nádrže Hanušovice
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

M. Starý, Nádrže a vodohospodářské soustavy, Education Tutorial, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Brno 2006.

M. Starý, Hydrologie, Education Tutorial, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Brno 2006.

MARTON, D. SOFTWARE ZFNAD JAKO VÝSTUP ŘEŠENÉHO PROJEKTU FRVŠ. In Sborník anotací Juniorstav 2010. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2010. s. 1-5. ISBN: 978-80-214-4042- 5.

Zásady pro vypracování

Tématem bakalářské práce je vodohospodářské řešení zásobního objemu vodní nádrže Hanušovice na řece Morava/Krupá. Student provede výpočet zásobního objemu uvažované nádrže, která je v Generelu lokalit pro akumulaci povrchových vod LAPV vedena jako výhledová vodárenská nádrž pro severní a střední Pomoraví. Dále si osvojí práci se softwarem, který umožní výpočty zásobního objemu nádrže provést. Cílem práce bude analýza variantního řešení zásobního objemu nádrže, která bude provedena na aktuální hydrologické podmínky v povodí a aktuální požadavky vznesené státním podnikem Povodí Moravy.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Tématem práce je vodohospodářské řešení zásobního objemu vodní nádrže Hanušovice na řece Morava/Krupá. V rámci práce se provede výpočet zásobního objemu uvažované nádrže, která je v Generelu lokalit pro akumulaci povrchových vod LAPV vedena jako výhledová vodárenská nádrž pro severní a střední Pomoraví. Použije se software, který umožní výpočty zásobního objemu nádrže provést. Cílem práce je analýza variantního řešení zásobního objemu nádrže, která je provedena na aktuální hydrologické podmínky v povodí a aktuální požadavky vznesené státním podnikem Povodí Moravy.

Klíčová slova

Vodohospodářské řešení, zásobní objem, vodní nádrž

Abstract

Theme of the work is a water management analysis of the Hanušovice reservoir on the river Morava/Krupá. In the framework will be make to calculating of the thinking reservoir, which in Generel locals for accumulation surface waters LAPV is conduction as perspective water-supply reservoir for north and central Pomoraví. Software will be used, which calculating analysis reservoir enable carry out. Target of the work is analysis variable reservoir, which is conduction on actually hydrologic conditions in river basin a actual lay requisition national company Povodí Moravy.

Keywords

Water management analysis, active capacity, water reservoir

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Martin Havlík *Vodohospodářské řešení zásobního objemu vodní nádrže Hanušovice*. Brno, 2016. 63 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Daniel Marton, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17.5.2016

.....
podpis autora
Martin Havlík

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval všem, kteří mi při práci poskytli cenné rady, především pak vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Danielu Martonovi, Ph.D., za poskytnutí odborných rad a přínosných připomínek.

Obsah

1. ÚVOD	10
2. CÍL PRÁCE.....	11
3. METODA.....	11
3.1. Batygrafické čáry	11
3.2. Vodohospodářské řešení zásobního objemu nádrže (úloha 1 $V_z(O_p, P=100\%)$).....	12
3.3. Prázdňení nádrže, dimenzování výpustí.....	13
4. VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ ZÁSOBNÍHO OBJEMU NÁDRŽE HANUŠOVICE	15
4.1. Informace o obci.....	15
4.2. Kritické body soutoku řek Krupá – Morav, katastru Hanušovice	16
4.2.1. Zájmy ochrany přírody a krajiny	16
4.3. ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE	16
4.3.1. Habartice	16
4.3.2. Vlaské.....	18
4.3.3. Raškov	20
4.3.4. Klimatické podmínky	22
4.4. Umístění profilů	22
4.5. BATYGRAFICKÉ ČÁRY	25
4.6. ÚLOHA TYPU 1: $V_z(O_p, P=100\%)$ – početní a grafické řešení.....	31
4.6.1. Profil A (Morava – Vlaské + Krupá – Habartice)	31
4.6.2. Profil B (Krupá – Habartice)	32
4.6.3. Profil C (Morava – Habartice).....	33
4.7. Výstupy programu ZFN - početní+grafické řešení.....	34
4.7.1. Profil A	34
4.7.2. Profil B	39
4.7.3. Profil C	44
4.8. PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE, DIMENZOVÁNÍ VÝPUSTÍ.....	49
4.8.1. Profil A	49
4.8.2. Profil B	50
4.8.3. Profil C	51
4.9. VODOHOSPODÁŘSKÉ SCHÉMA NÁDRŽE.....	52
4.9.1. Profil A	52
4.9.2. Profil B	53
4.9.3. Profil C	55
5. ZÁVĚR.....	57
6. POUŽITÁ LITERATURA.....	59

Seznam tabulek.....	60
Seznam obrázků	61
Seznam grafů.....	63

1. ÚVOD

Lidé už od dávných dob měli možnost pozorovat a pozorovali vývoj klimatu a jeho střídání obzvlášť v ročních obdobích. V posledních letech se začala výrazněji projevovat klimatická změna. Jde především o střídání extrémních výkyvů počasí a to povodní a sucha.

Od roku 1997 do 2010 zasáhlo Moravu 7 povodňových událostí (1997, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010). Celkové náklady na odstranění povodňových škod za tu dobu byly vyčísleny na necelých 3,5 miliardy korun. Nejhorší povodňovou událostí byla povodeň z roku 1997. Při této povodni na území povodí Moravy zahynulo 25 osob. Celkové škody v povodí Moravy a Dyje byly odhadnuty na více než 20 miliard korun. V oblasti Závodu Horní Morava byly průtoky Q_{100} výrazně přesaženy, místy se jednalo až o Q_{800} . [1]

V minulosti se na území České republiky vyskytla sucha (1904, 1921, 1947, 1953, 1983, 1992, 2003), v roce 2015 ovšem celou republiku zasáhlo extrémní sucho. Na většině toků v povodí Moravy se pohyboval průtok v rozmezí 8-30% průměrného měsíčního průtoku Q_a . Stejně tak byly pozorovány i nejteplejší zimy za poslední dekády například zima roku 2013/2014. Zásoba vody ve formě sněhové pokrývky byla v posledních letech minimální a zdroje povrchových a podzemních vod byly výrazně deficitní.

Proto Ministerstvo ŽP vydalo v říjnu 2015 vládní dokument „Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR“. Na základě tohoto dokumentu byl vydán pokyn k aktualizaci Generelu pro akumulaci povrchových vod, ve kterém je vytipováno a posouzeno přibližně 60 oblastí k řešení a vybudování vodního díla. V současné době jsou nejvíce diskutované 4 profily (Povodí Labe-1, Povodí Moravy 2, Povodí Odry-1). Poté VUT oslovilo Povodí Moravy o provedení dohledu nad technicko-ekonomickou studií variant nádrže vodního díla Hanušovice v údolí vodních toků Morava a Krupá. Vybudování tohoto díla by mělo v budoucnu zajišťovat a udržovat dostatečné zásobování pitnou vodou v případě dlouhotrvajícího sucha a naopak regulaci průtoků při povodňových situacích.

Tématem bakalářské práce bylo zpracování vodohospodářské studie variant nádrže vodního díla Hanušovice v údolí vodních toků Morava a Krupá, tj. na území vyplývajícím z Generelu území chráněných pro akumulaci povrchových vod (Generel LAPV, Praha, září 2011).

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce je analýza variantního řešení zásobního objemu nádrže Hanušovice, která bude provedena na aktuální hydrologické podmínky v povodí a aktuální požadavky vznesené státním podnikem Povodí Moravy.

3. METODA

Ke splnění cílů práce bylo nutné sestavit batygrafické čáry nádrže, provést výpočty zásobního objemu nádrže, plnění prázdnění nádrže a dimenzování spodních výpustí. Na závěr bylo ještě zapotřebí provést vykreslení vodohospodářského schématu nádrže.

3.1. Batygrafické čáry

Morfologii údolí popisujeme pomocí barygrafických čar, tj. čáry zatopených ploch a čáry zatopených objemů, které se rovněž nazývají charakteristikami nádrže. Čára zatopených ploch udává závislost mezi výškou plnění nádrže H a příslušnou plochou hladiny F odpovídající plnění. Čára zatopených objemů udává závislost mezi výškou plnění nádrže H a příslušným zatopeným objemem V . Při konstrukci těchto čar je prvotní čára zatopených ploch. Jako podklad pro její stanovení je nutno použít mapy pro podrobnou situaci zátopu, které nesmějí být v měřítku menším než 1:5 000. Postup je následující. V nejnižším místě nádrže, vytvořené předpokládanou hrází a stěnami údolí, takže vzniká uzavřený útvar, je položena výška plnění nádrže H_0 . Výška plnění se udává buď v reálných výškách $H_0=0$, nebo přímo v nadmořských výškách v metrech nad mořem. Této výšce plnění odpovídá plocha hladiny $F_0=0$.

Vlastní čáru získáme spojením těchto bodů buď pomocí křivítka, nebo přímkou. Konstrukce je přibližná a závisí na měřítku použitých podkladů a na volbě velikosti ΔH . Odvození čáry zatopených objemů je následující. Necht' v diskrétním bodě výšky plnění H_i je dána zatopená plocha F_i a odpovídající objem plnění nádrže V_i . Zvětšíme-li plnění nádrže na hodnotu H_{i+1} , při dané zatopené ploše F_{i+1} , je dán odpovídající objem plnění nádrže hodnotou V_{i+1} , která je přibližně rovna

$$V_{i+1} = V_i + \frac{F_i + F_{i+1}}{2} (H_{i+1} - H_i) \quad (1)$$

Tabulka 1 - Ukázka výpočtu batygrafických čar

H _i (m.n.m.)	h (m)	h _i (m)	F ^D (m ²)	F ^H (m ²)	ΣF ^H (m ²)	F _i (m ²)	V _i (m ³)	ΣV _i (m ³)
403	0	0	0	0	0	0	0	0
405	2	2	0	5962	5962	2981	5962	5962.00
410	7	5	5962	33855	39817	22889.5	114447.5	120409.50
415	12	5	33855	53417	93234	66525.5	332627.5	453037.00
420	17	5	53417	65642	158876	126055	630275	1083312.00
425	22	5	65642	91824	250700	204788	1023940	2107252.00

[2]

3.2. Vodohospodářské řešení zásobního objemu nádrže (úloha 1 $V_z(O_p, P=100\%)$)

Vodohospodářské řešení se provádí v jediné variantě jednorázovou simulací provozu nádrže pomocí základní rovnice nádrže v součtovém tvaru.

$$V_n = V_0 + \sum (Q_i - O_i(V_i)) \cdot \Delta t \quad (2)$$

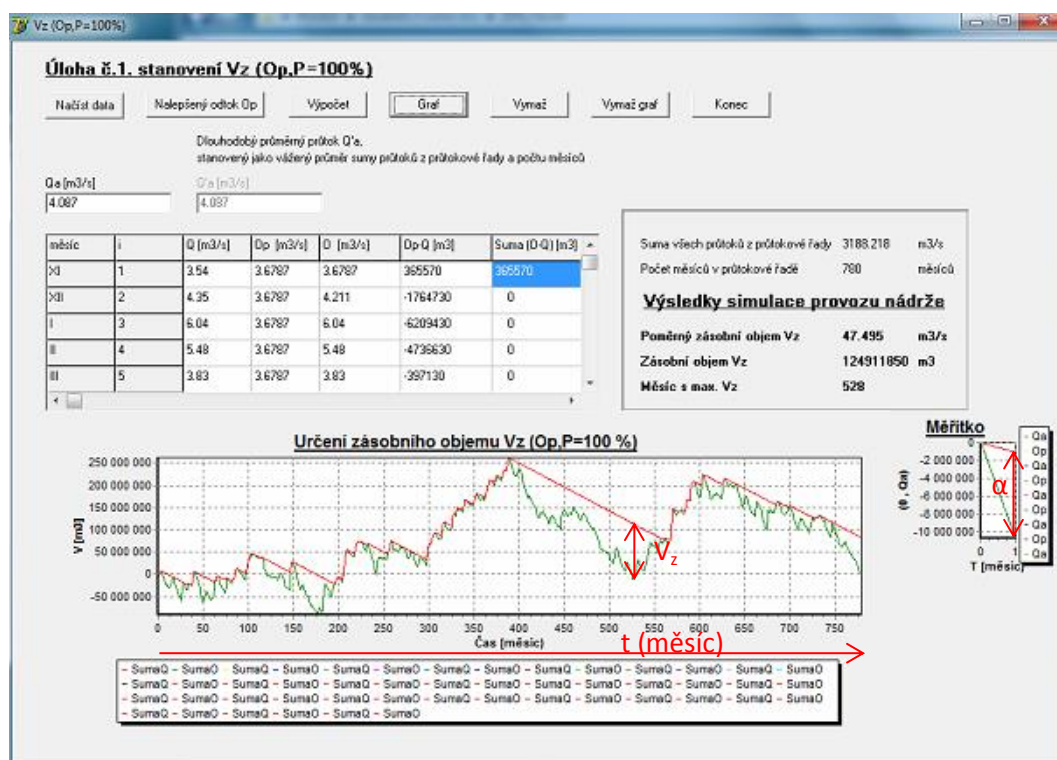
kde V_0 je počáteční objem, Q_i a $O_i(V_i)$ jsou střední hodnoty $Q(t)$ a $O(V(t))$ na časovém intervalu Δt_i a n je n -tý interval Δt .

Řešení je vhodné uspořádat tabelárně následujícím způsobem pro $\Delta t = 1 \text{ měs.} = 2,63 \cdot 10^6 \text{ s}$. V tabulce je znázorněno řešení ve zkráceném období. Počáteční podmínkou je plná nádrž (nulové prázdnění). Okrajovou podmínkou jsou pak přítoky vody do nádrže. Odtok z nádrže je řízen „na plánovaný odtok“. Údaje ve sloupcích 1 až 5 jsou zřejmé z tabulky. V 7. sloupci je provedena bilance mezi požadovaným nalepšeným odtokovým množstvím $O_p \cdot \Delta t$ a přítokovým množstvím $Q \cdot \Delta t$ postupně v každém měsíci. V 8. sloupci je znázorněna simulace prázdnění nádrže. Pokud v daném měsíci $O_p > Q$, nádrž se prázdní a pokud $O_p < Q$, nádrž se plní. Změna prázdnění nádrže na konci každého měsíce je získána tak, že dílčí bilanci mezi požadovaným odtokem a přitekým objemem vody přičteme ke stavu prázdnění na konci předchozího měsíce. Řízení na plánovaný odtok je uplatňováno následujícím postupem. Pokud je nádrž plná (prázdnění je nulové) a platí, že přítok v daném měsíci je větší než požadovaný nalepšený odtok, nádrž není možno dále plnit, což se projeví vynuceným zvětšením skutečného odtoku oproti plánu – sloupec 6, $i=3,4,5$. Ve sloupci 8 v takovém případě píšeme automaticky nulu. Dojde-li k naplnění nádrže v průběhu měsíce (pak by vyšlo při mechanickém uplatňování daného algoritmu záporné číslo, což není možné), píšeme

rovněž v 8. Sloupci nulu. Skutečný odtok O v takovém měsíci zvětšíme o tolik, aby bylo dosaženo naplnění nádrže právě na konci měsíce (intervalu Δt), jinak je roven O_p . [2]

Tabulka 2 - Ukázka výpočtu zásobního objemu nádrže

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	rok	měsíc	O_p (m^3/s)	Q (m^3/s)	O (m^3)	$(O_p - Q) \cdot \Delta t$ (m^3)	$\sum (O_p - Q) \cdot \Delta t$ (m^3)	
							0,0	Plná nádrž
1	1931	I	10,0	10,3	10,3	$-0,3 \cdot \Delta t$	$0,0 \cdot \Delta t$	
2	1931	II	10,0	8,6	10,0	$1,4 \cdot \Delta t$	$1,4 \cdot \Delta t$	
3	1931	III	10,0	42,6	41,2	$-32,6 \cdot \Delta t$	$0,0 \cdot \Delta t$	Vynucený zvýšený odtok



Obrázek 1 - Ukázka stanovení zásobního objemu pomocí ZFN

3.3. Prázdnění nádrže, dimenzování výpusť

Po stanovení jednotlivých prostorů (mrtvý, stálé nadržení, zásobní, retenční) si určíme výškový krok, který nejdříve přičteme k výšce mrtvého prostoru a poté k následujícím hodnotám. Tak získáme výšku H_i k pomyslné hladině, kterou musíme zredukovat o polovinu výškového kroku a dostáváme výšku h_i . Z této výšky odečítám z batygrafických čar objem

zatopení ΔV_i . Poté platí, že $V_i = \sum(\Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_i)$. V dalším kroku si stanovíme odtok vypouštění O_i , který získáme jako součin plochy výpustě S a rychlosti vypouštění v_i . Rychlost vypouštění z nádrže vychází ze vztahu

$$v_i = \mu \cdot \sqrt{2gh} \quad (3)$$

kde μ je výtokový součinitel, g je gravitační zrychlení a h výška od hladiny k hladině mrtvého prostoru. Dobu vypouštění daného úseku vypočteme dle následujícího vztahu $\Delta t_i = \Delta V_i / (O_i - Q)$, kde Q je přítok do nádrže. Následným součtem jednotlivých dob vypouštění získáme celkovou dobu vypouštění nádrže.

Tabulka 3 - Ukázka výpočtu prázdnění nádrže a dimenze výpustí

i	h_i (m)	H_i (m)	v_i (m/s)	ΔV_i (m ³)	ΣV_i (m ³)	O_i (m ³ /s)	Δt_i (s)	Σt_i (s)	μ	ξ
1	1.25	4.00	4.185	18658	18658	7.396	5639	5639	0.8452	0.4
2	5.25	6.50	8.578	91558	110216	15.158	8271	13909	0.8452	0.4
3	7.75	9.00	10.422	155405	265620	18.417	10845	24755	0.8452	0.4
4	10.25	11.50	11.985	166314	431934	21.180	9730	34485	0.8452	0.4

4. VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ ZÁSOBNÍHO OBJEMU NÁDRŽE HANUŠOVICE

4.1. Informace o obci

- město cca 15 km severně od Šumperka, na soutoku říčky Branné a řeky Moravy
- významná železniční křižovatka
- pivovar Holba
- výměra 36,81 ha
- 3290 obyvatel
- nadmořská výška od 400 m.n.m.

-kulturní památky

Kostel sv. Mikuláše s farou a sochami – jednolodní barokní kostel z roku 1656 (upravený 1738)

Fara č.p.57 – empírová stavba 1833-1834

Socha sv.Jana Nepomuckého – pozdně barokní socha (1754)

Sloup se sochou Panny Marie – empírová kamenická práce (1825)

Kaple Obětování Panny Marie – drobná barokní stavba (1725)

Kříž u kaple – kamenická práce (1827)

Kostel sv.Linharta ve Vysokých Žibřidovicích u Hanušovic

Správní území: pod správu Hanušovic spadají Branná, Hanušovice, Jindřichov, Kopřivná, Malá Morava, Staré Město, Šléglov, Vikantice

Části obce: Hanušovice, Hynčice nad Moravou, Potůčník, Vysoké Žibřidovice, Žleb

Vybavenost: mateřská a základní škola, zdravotní středisko, knihovna, kino, dům kultury, MARWIN v.o.s. (chov ovcí, krav a koní-Hynčice nad Mor.), Česká pošta, Úřad práce, fotbalové hřiště, ČOV

[3]

4.2. Kritické body soutoku řek Krupá – Morava, katastru Hanušovice

Podél pravého břehu řeky je vedena železniční trať, výhybka je v místě možného provedení hradidla varianty A. Na levém břehu řeky je umístěna silnice II.třídy číslo 446. Silnice kříží vodní tok Krupá těsně nad soutokem těchto dvou toků, kde je umístěna křižovatka. Druhá část silnice vede podél levého břehu toku Morava a na pravém břehu řeky Morava je železniční trať. Hned vedle toku Krupá a soutoku s Moravou je místní kamenolom.

4.2.1. Zájmy ochrany přírody a krajiny

Lokalita zasahuje do ptačí oblasti Králický Sněžník a nadregionálního biocentra.

Je evidován výskyt kriticky ohrožené zmije obecné a silně ohrožených druhů - vydra říční, ledňáček říční, mlok skvrnitý, čolek horský, ještěrka obecná, ještěrka živorodá, ledňáček říční, chřástal polní, křepelka obecná, pisík obecný, čáp černý, bekasina otavní, rejsek horský, myšivka horská.

Jedná se o vodní tok s dochovaným přírodě blízkým charakterem koryta a údolní nivy.

Poznámka

Je evidován písemný nesouhlas s výstavbou nádrže obcí Malá Morava. [4]

4.3. ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE

Jako podklad k výpočtům zásobního objemu nádrže byly k dispozici průtokové řady průměrných měsíčních průtoků Q_m v období roků 1950-2014 v měrných profilech Habartice, Vlaské. Tyto podklady poskytl ČHMÚ, pobočka Ostrava.

4.3.1. Habartice

Plocha povodí	109,35 km ²	
Staničení	2,3 km	
Průměrný roční stav	56 cm	
Průměrný roční průtok	2,12 m ³ /s	
Nejvyšší zaznamenané stavy:	250 cm	7.7.1997 (V.-XI.)
	115 cm	11.3.1967 (XII-IV.)

N-leté průtoky

Tabulka 4 - N-leté průtoky - Krupá

N-leté	m³/s
1	14.1
5	33.4
10	45.2
50	81.1
100	101

m-denní průtoky

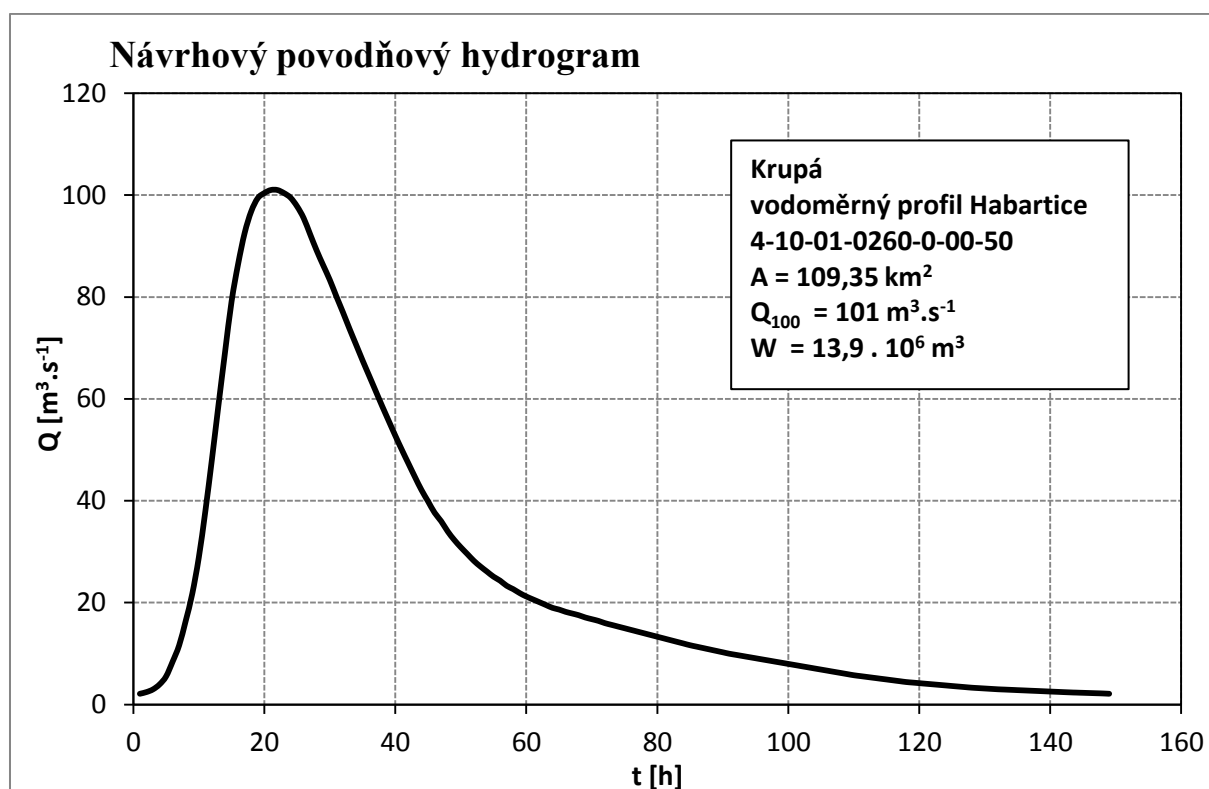
Tabulka 5 - m-denní průtoky - Krupá

m-denní	m³/s
30	3.04
90	1.84
180	1.15
270	0.72
330	0.46
355	0.31
364	0.18

Nula vodočtu 431,16 m.n.m.

Procento plochy povodí toku 97,0

Návrhový povodňový hydrogram



Obrázek 2 – Návrhový povodňový hydrogram - Habartice

4.3.2. Vlaské

Plocha povodí	96,55 km ²	
Staničení	331,20 km	
Průměrný roční stav	132 cm	
Průměrný roční průtok	1,88 m ³ /s	
Nejvyšší zaznamenané stavy:	218 cm	13.8.2002 (V.-XI.)
	236 cm	9.3.2000 (XII.-IV.)

N-leté průtoky

Tabulka 6 - N-leté průtoky - Morava

N-leté	m³/s
1	10.7
5	26.1
10	34.7
50	59.6
100	72.5

m-denní průtoky

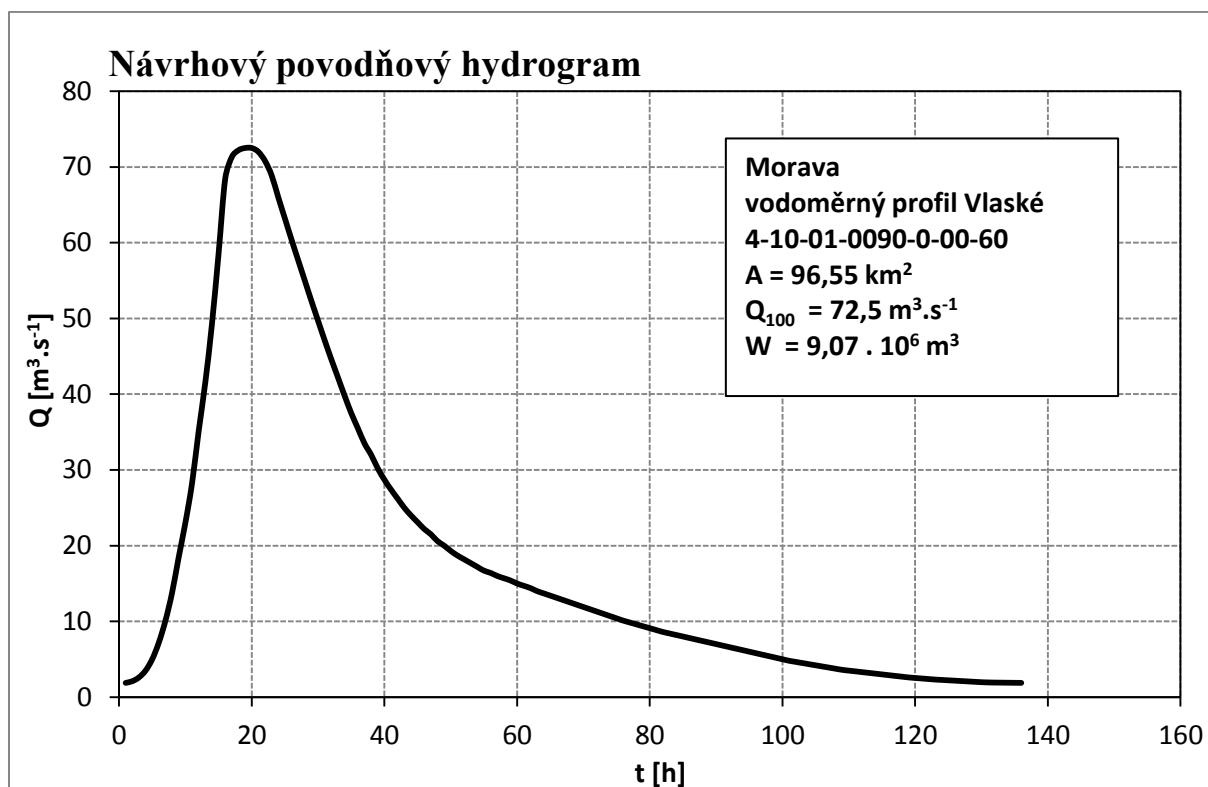
Tabulka 7 - m-denní průtoky - Morava

m-denní	m³/s
30	4.12
90	2.45
180	1.51
270	0.96
330	0.62
355	0.43
364	0.29

Nula vodočtu 428,01 m.n.m.

Procento plochy povodí toku 0,4

Návrhový povodňový hydrogram



Obrázek 3 – Návrhový povodňový hydrogram – Vlaské

4.3.3. Raškov

Tato měrná stanice je nejbližší stanicí pod soutokem Moravy a Krupé a její hodnoty hydrologických údajů jsou přibližně rovné skutečným hodnotám variantního umístění závěrového profilu A. Proto byla vybrána pro stanovení hydrologických údajů.

Plocha povodí	349,79 km ²	
Staničení	322,80 km	
Průměrný roční stav	156 cm	
Průměrný roční průtok	6,29 m ³ /s	
Nejvyšší zaznamenané stavy:	392 cm	7.7.1997 (V.-XI.)
	314 cm	8.2.1946 (XII.-IV.)

N-leté průtoky

Tabulka 8 - N-leté průtoky - Raškov

N-leté	m³/s
1	38.3
5	76
10	97.2
50	158
100	189

m-denní průtoky

Tabulka 9 - m-denní průtoky - Raškov

m-denní	m³/s
30	13.6
90	7.58
180	4.49
270	3.06
330	2.19
355	1.69
364	1.39

Nula vodočtu 362,37 m.n.m.

Procento plochy povodí toku 8,0

Objem teoretické povodňové vlny byl dán jako součet povodňové vlny Vlaské+Habartice.

$$W_{\text{Raškov}} = W_{\text{Vlaské}} + W_{\text{Habartice}} = 13,9 \cdot 10^6 + 9,07 \cdot 10^6 = 22,97 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Stanovení MZP (minimální zůstatkový průtok)

Pro návrh metodiky byly pořízeny statistické charakteristiky průtoků ze 185 vodoměrných stanic po celé ČR, po kontrole ovlivnění byly dále využity data pro 155 stanic. Povodí v ČR byla rozdělena do 4 oblastí podle K_{99} – 1.oblast ($K_{99} > 0,18$) – křídová povodí

2.oblast ($K_{99} > 0,15$) – horská povodí

3.oblast ($K_{99} 0,1$ až $0,15$)

4.oblast ($K_{99}<0,1$)

Návrh stanovení MZP vychází z rešerše studií stanovení MZP pomocí expertní metody IFIM, PHABSIM – pro ryby je potřeba průtok kolem Q_{330d} , řešeno většinou pro lokality v oblastech 2 a 3. Průtok Q_{330d} se pro oblast 2 a 3 pohybuje kolem hodnoty 25-30% Q_a – výchozí požadavek pro stanovení MZP. [5]

Hanušovice - oblast: 2

$$\text{návrh: } MZP=0,3*Q_a$$

Stanovení

$$\text{Profil A – } MZP=0,3*4,087=\underline{1,226 \text{ m}^3/\text{s}} \quad Q_a=4,087 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Profil B – } MZP=0,3*2,156=\underline{0,647 \text{ m}^3/\text{s}} \quad Q_a=2,156 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Profil C – } MZP=0,3*1,931=\underline{0,579 \text{ m}^3/\text{s}} \quad Q_a=1,931 \text{ m}^3/\text{s}$$

Odběr

Maximální povolený odběr byl stanoven jako rozdíl nalepšeného odtoku do nádrže a minimálního zůstatkového průtoku (MZP).

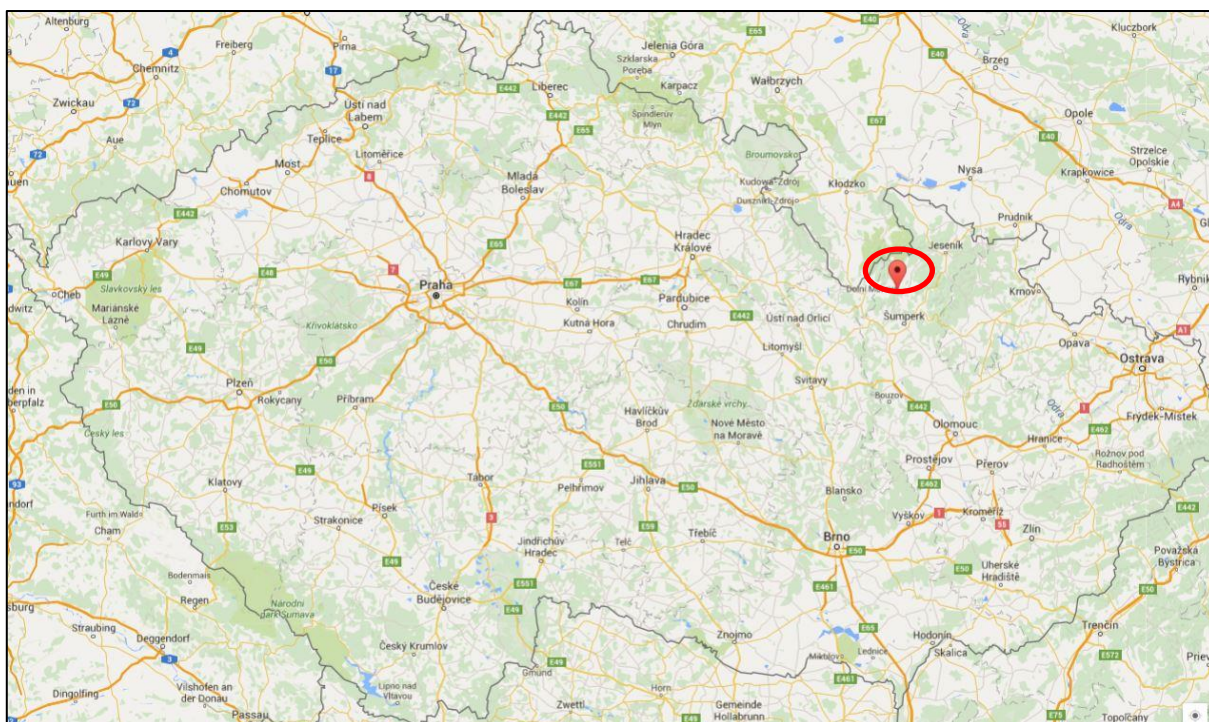
$$O = O_p - MZP \quad (4)$$

4.3.4. Klimatické podmínky

Z hlediska klimatu území Hanušovic spadá do oblasti mírně teplé, okresek mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinný. Maximum srážek bývá v letních měsících, průměrný roční úhrn srážek kolísá mezi 700-800 mm. Průměrná roční teplota se v posledních letech pohybuje mezi 7-8 °C. [4]

4.4. Umístění profilů

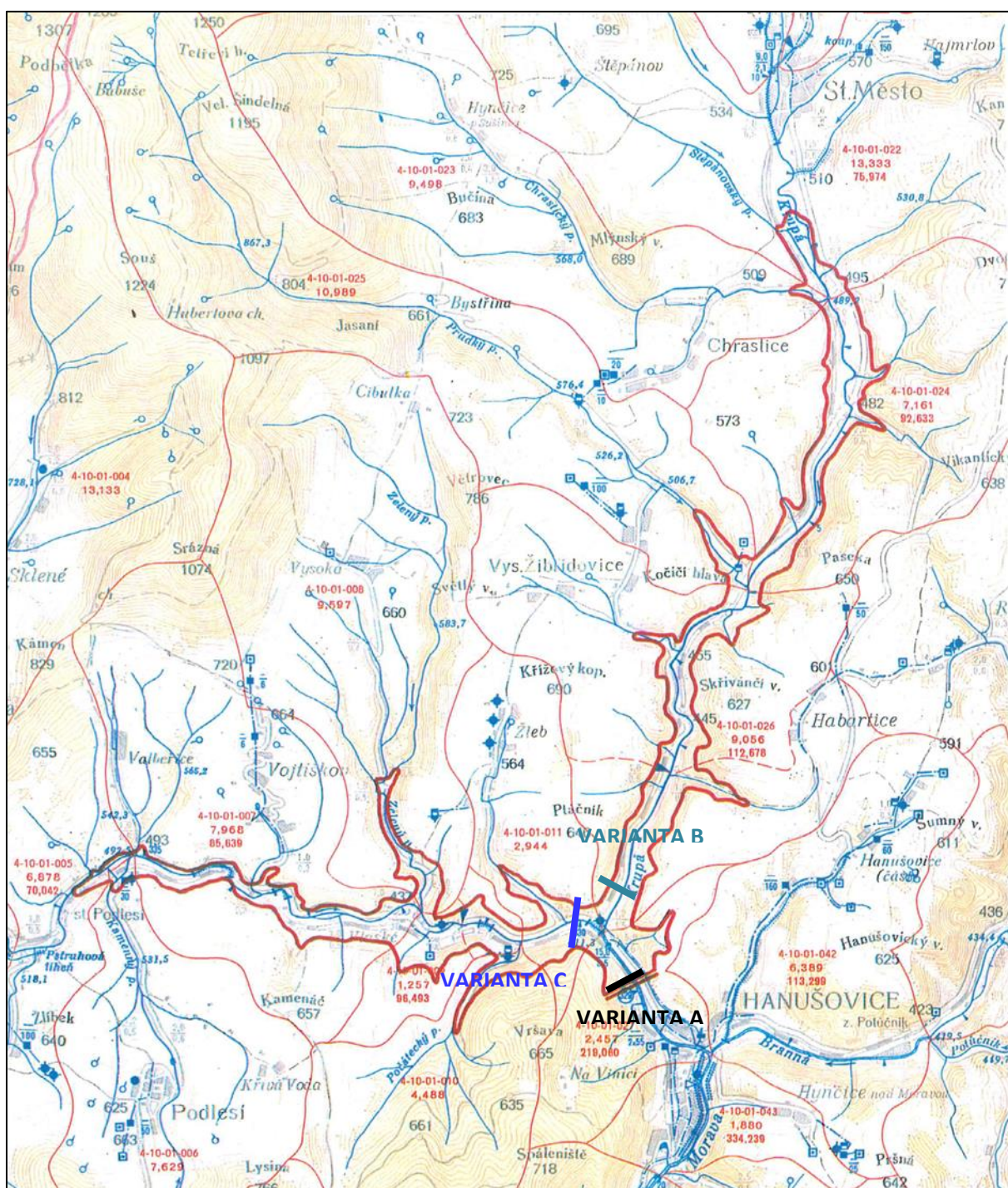
Hanušovice leží v severní části olomouckého kraje, okres Šumperk. Nachází se 15 km severně od Šumperka na soutoku říčky Branné a řeky Moravy a zhruba 14 km od polských hranic. Posuzovány byly 3 varianty umístění závěrových profilů, první (varianta A) pod soutokem Moravy a Krupé, druhý (varianta B) na řece Krupá a třetí (varianta C) na řece Moravě. Profil A je umístěn pod soutokem řek Moravy a Krupé ve vzdálenosti 508,9 m na řece Moravě, profil B ve vzdálenosti 406,6 m od soutoku na řece Krupé a profil C ve vzdálenosti 246,1 m na řece Moravě.



Obrázek 4 – Mapa umístění nádrže Hanušovice



Obrázek 5 - Mapa umístění nádrže Hanušovice 2

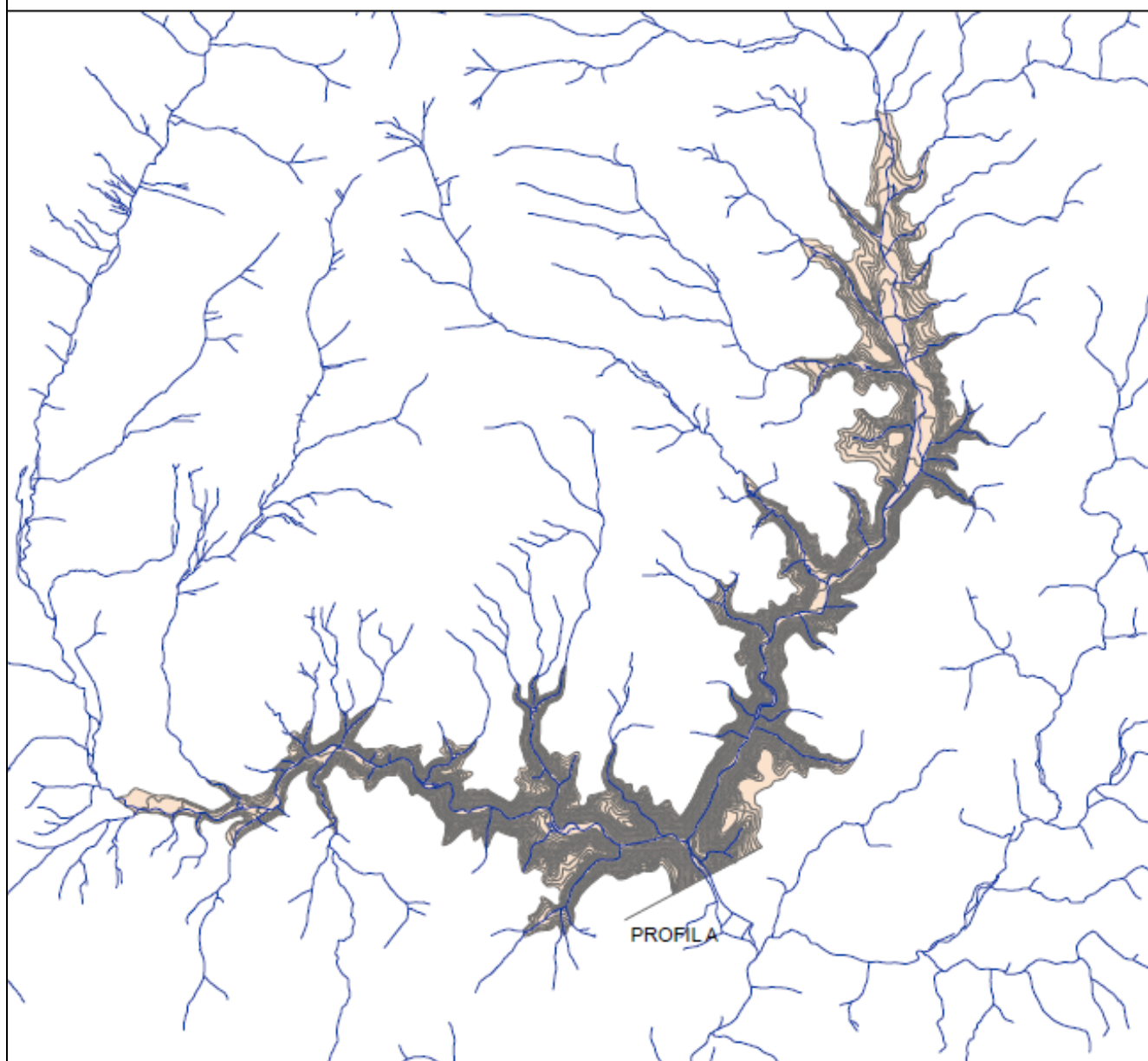


Obrázek 6 - Umístění jednotlivých profilů nádrže

4.5. BATYGRAFICKÉ ČÁRY

PROFIL A - MORAVA (VLASKÉ), KRUPÁ (HABARTICE)

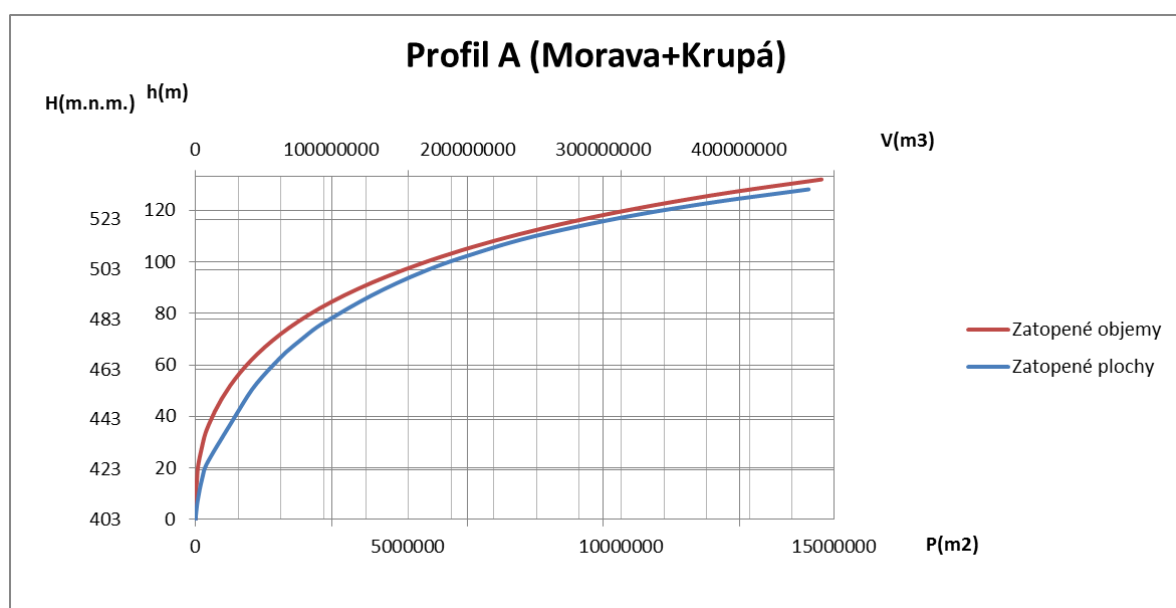
1:70 000



Obrázek 7 - Zatopené plochy nádrže - profil A

Tabulka 10 - Batygrafické čáry – profil A

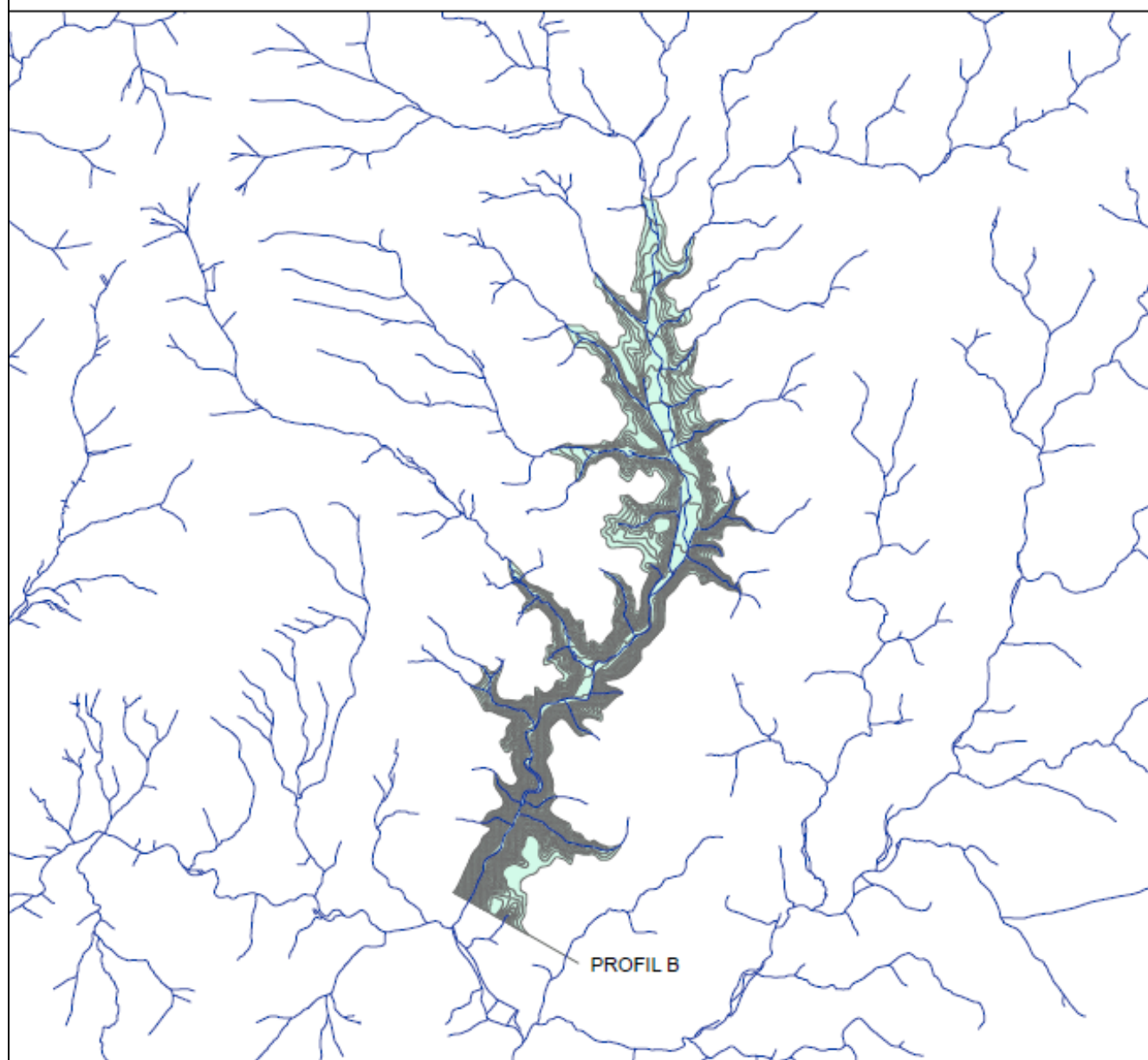
Profil A (Morava/Krupá)								
H(m.n.m.)	h(m)	h(m)	P ^D (m ²)	P ^H (m ²)	ΣP ^H (m ²)	P(m ²)	V(m ³)	ΣV(m ³)
403	0	0	0	0	0	0	0	0
405	2	2	0	5962	5962	2981	5962	5962.00
410	7	5	5962	33855	39817	22889.5	114447.5	120409.50
415	12	5	33855	53417	93234	66525.5	332627.5	453037.00
420	17	5	53417	65642	158876	126055	630275	1083312.00
425	22	5	65642	91824	250700	204788	1023940	2107252.00
435	32	10	91824	342402	593102	421901	4219010	6326262.00
440	37	5	342402	180908	774010	683556	3417780	9744042.00
445	42	5	180908	177535	951545	862777.5	4313887.5	14057929.50
450	47	5	177535	179040	1130585	1041065	5205325	19263254.50
455	52	5	179040	191272	1321857	1226221	6131105	25394359.50
460	57	5	191272	236340	1558197	1440027	7200135	32594494.50
465	62	5	236340	274902	1833099	1695648	8478240	41072734.50
470	67	5	274902	291366	2124465	1978782	9893910	50966644.50
475	72	5	291366	356275	2480740	2302602.5	11513013	62479657.00
480	77	5	356275	372212	2852952	2666846	13334230	75813887.00
485	82	5	372212	482969	3335921	3094436.5	15472183	91286069.50
490	87	5	482969	508087	3844008	3589964.5	17949823	109235892.00
495	92	5	508087	567110	4411118	4127563	20637815	129873707.00
500	97	5	567110	635565	5046683	4728900.5	23644503	153518209.50
505	102	5	635565	734122	5780805	5413744	27068720	180586929.50



Graf 1 - Batygrafické čáry - profil A

PROFIL B - KRUPÁ (HABARTICE)

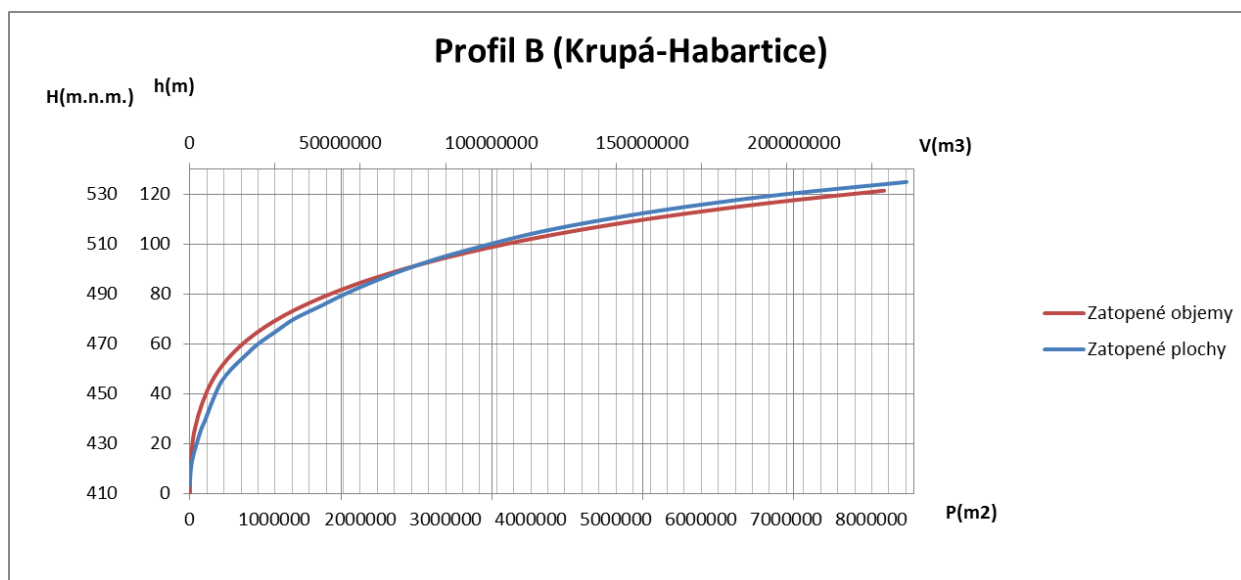
1:70 000



Obrázek 8 - Zatopené plochy nádrže - profil B

Tabulka 11 - Batygrafické čáry – profil B

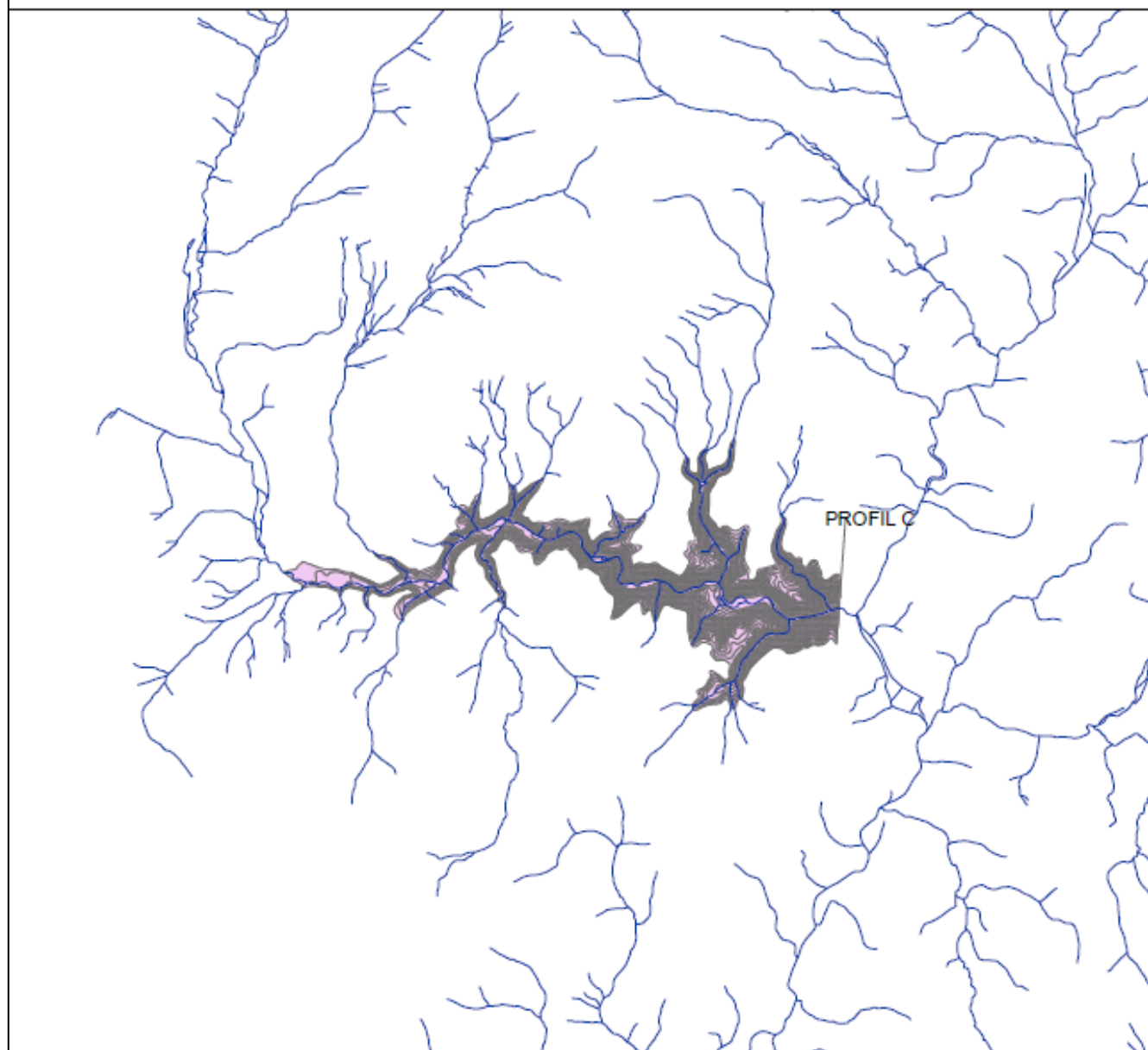
Profil B (Krupá-Habartice)								
H(m.n.m.)	h(m)	h(m)	P ^D (m ²)	P ^H (m ²)	ΣP ^H (m ²)	P(m ²)	V(m ³)	ΣV(m ³)
413.5	0	0	0	0	0	0	0	0
415	1.5	1.5	0	647	647	323.5	485.25	485.25
420	6.5	5	647	11212	11859	6253	31265	31750.25
425	11.5	5	11212	25257	37116	24487.5	122437.5	154187.75
435	21.5	10	25257	87271	124387	80751.5	807515	961702.75
440	26.5	5	87271	60837	185224	154805.5	774027.5	1735730.25
445	31.5	5	60837	53998	239222	212223	1061115	2796845.25
450	36.5	5	53998	59528	298750	268986	1344930	4141775.25
455	41.5	5	59528	71813	370563	334656.5	1673282.5	5815057.75
460	46.5	5	71813	116934	487497	429030	2145150	7960207.75
465	51.5	5	116934	151481	638978	563237.5	2816187.5	10776395.25
470	56.5	5	151481	159624	798602	718790	3593950	14370345.25
475	61.5	5	159624	209766	1008368	903485	4517425	18887770.25
480	66.5	5	209766	213020	1221388	1114878	5574390	24462160.25
485	71.5	5	213020	299898	1521286	1371337	6856685	31318845.25
490	76.5	5	299898	294343	1815629	1668457.5	8342287.5	39661132.75
495	81.5	5	294343	336740	2152369	1983999	9919995	49581127.75
500	86.5	5	336740	380024	2532393	2342381	11711905	61293032.75
505	91.5	5	380024	445023	2977416	2754904.5	13774523	75067555.25



Graf 2 - Batygrafické čáry - profil B

PROFIL C - MORAVA (VLASKÉ)

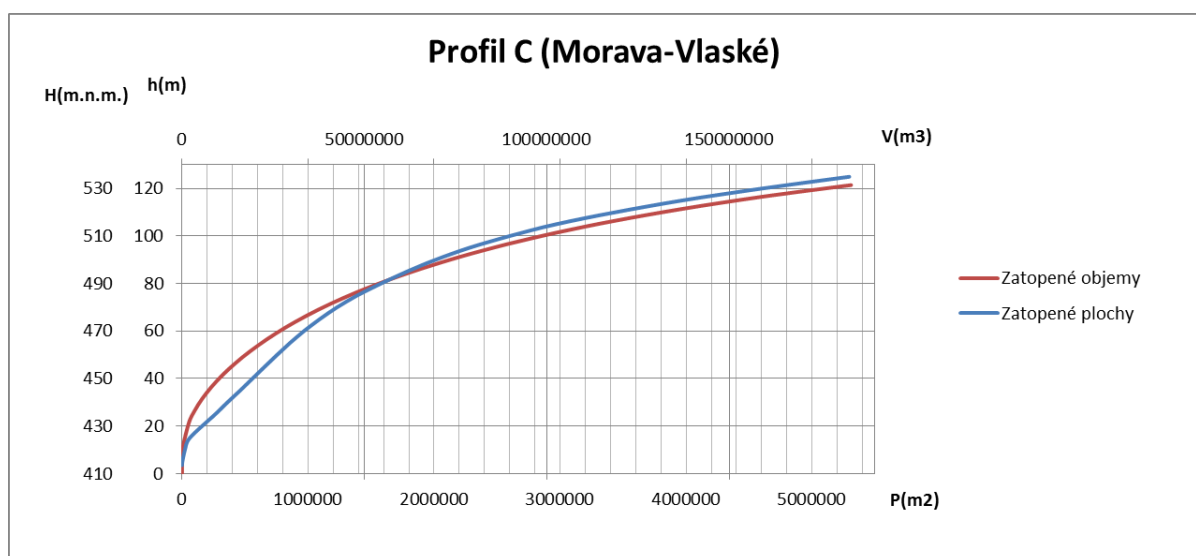
1:70 000



Obrázek 9 - Zatopené plochy nádrže - profil C

Tabulka 12 - Batygrafické čáry – profil C

Profil C (Morava-Vlaské)								
H(m.n.m.)	h(m)	h(m)	P ^D (m ²)	P ^H (m ²)	ΣP ^H (m ²)	P(m ²)	V(m ³)	ΣV(m ³)
413.5	0	0	0	0	0	0	0	0
415	1.5	1.5	0	2504	2504	1252	1878	1878.0
420	6.5	5	2504	20127	22631	12567.5	62837.5	64715.5
425	11.5	5	20127	38025	60656	41643.5	208217.5	272933.0
435	21.5	10	38025	202488	263144	161900	1619000	1891933.0
440	26.5	5	202488	96813	359957	311550.5	1557752.5	3449685.5
445	31.5	5	96813	101070	461027	410492	2052460	5502145.5
450	36.5	5	101070	97154	558181	509604	2548020	8050165.5
455	41.5	5	97154	97430	655611	606896	3034480	11084645.5
460	46.5	5	97430	97906	753517	704564	3522820	14607465.5
465	51.5	5	97906	102527	856044	804780.5	4023902.5	18631368.0
470	56.5	5	102527	110800	966844	911444	4557220	23188588.0
475	61.5	5	110800	124888	1091732	1029288	5146440	28335028.0
480	66.5	5	124888	137182	1228914	1160323	5801615	34136643.0
485	71.5	5	137182	160087	1389001	1308957.5	6544787.5	40681430.5
490	76.5	5	160087	188525	1577526	1483263.5	7416317.5	48097748.0
495	81.5	5	188525	203259	1780785	1679155.5	8395777.5	56493525.5
500	86.5	5	203259	228769	2009554	1895169.5	9475847.5	65969373.0
505	91.5	5	228769	264938	2274492	2142023	10710115	76679488.0



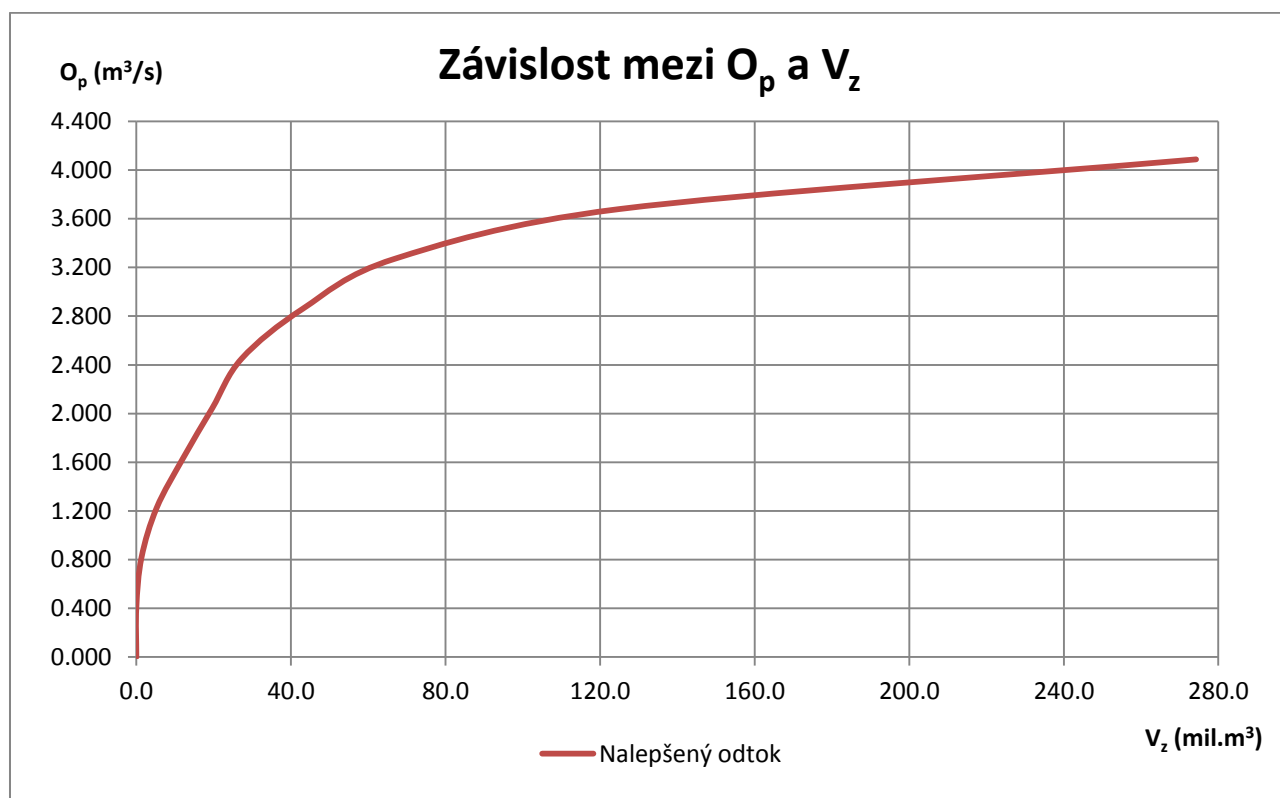
Graf 3 - Batygrafické čáry - profil C

4.6. ÚLOHA TYPU 1: $V_z(O_p, P=100\%)$ – početní a grafické řešení

4.6.1. Profil A (Morava – Vlaské + Krupá – Habartice)

Tabulka 13 - Profil A - Úloha typu 1

O_p (m ³ /s)	α	V_z (m ³)	V_z (m ³ *10 ⁶)
0.000	0.0	0.00	0.000
0.409	0.1	0.00	0.000
0.817	0.2	1333366.84	1.333
1.226	0.3	5274270.78	5.274
1.635	0.4	12121367.89	12.121
2.044	0.5	19646379.86	19.646
2.452	0.6	27296122.62	27.296
2.861	0.7	43113243.38	43.113
3.270	0.8	66763281.01	66.763
3.679	0.9	124806959.53	124.807
4.087	1.0	274232197.26	274.232

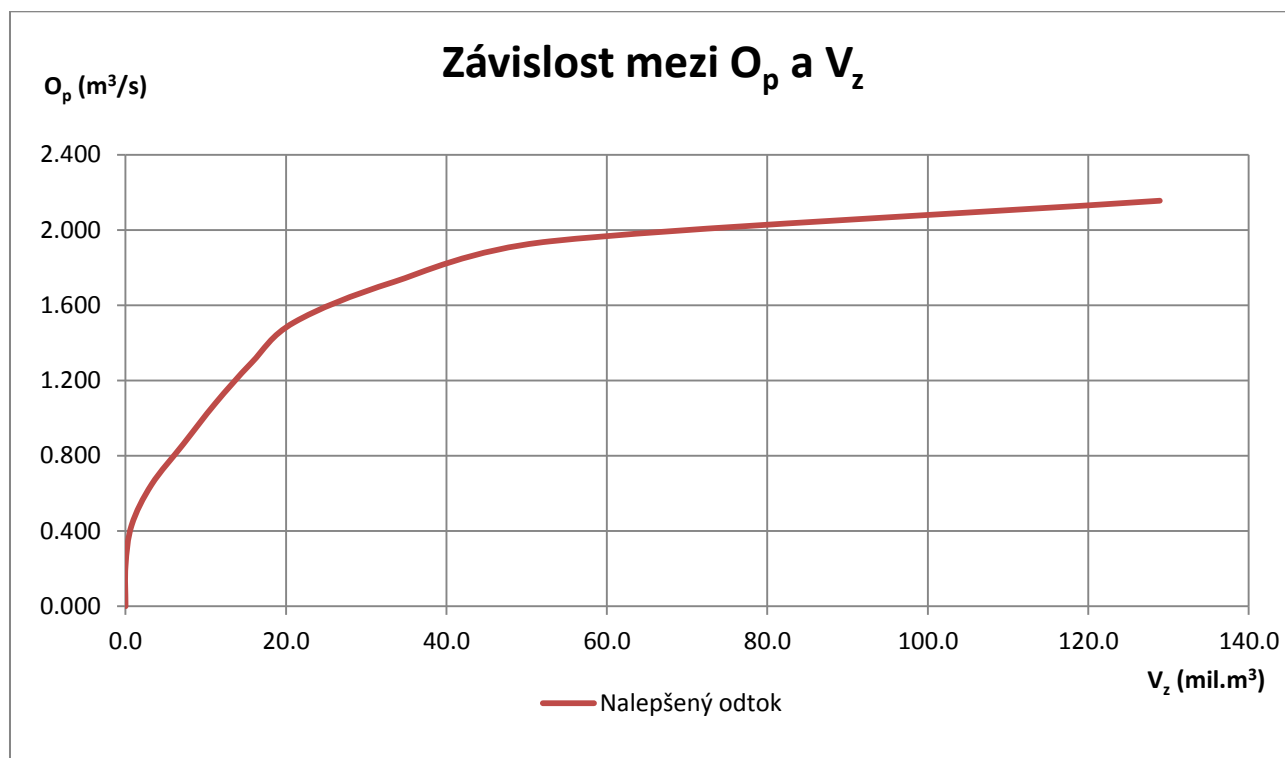


Graf 4 - Závislost mezi O_p a V_z – profil A

4.6.2. Profil B (Krupá – Habartice)

Tabulka 14 - Profil B - Úloha typu I

O_p (m ³ /s)	α	V_z (m ³)	V_z (m ³ *10 ⁶)
0.000	0.0	0.00	0.000
0.216	0.1	0.00	0.000
0.431	0.2	761434.90	0.761
0.647	0.3	3240750.74	3.241
0.863	0.4	7210494.32	7.210
1.078	0.5	11180237.90	11.180
1.294	0.6	15685918.83	15.686
1.509	0.7	21003128.75	21.003
1.725	0.8	33479465.71	33.479
1.941	0.9	52984101.38	52.984
2.156	1.0	128920887.13	128.921

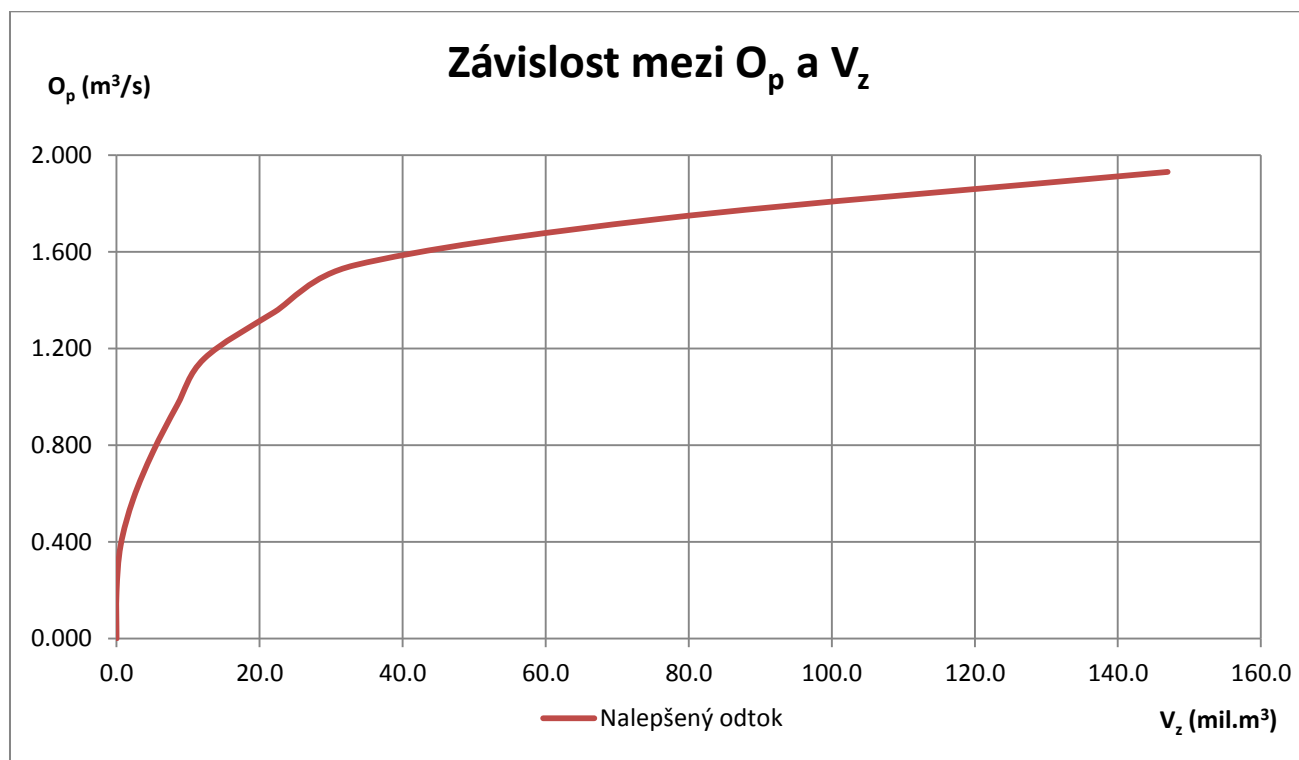


Graf 5 - Závislost mezi O_p a V_z - profil B

4.6.3. Profil C (Morava – Habartice)

Tabulka 15 - Profil C - Úloha typu I

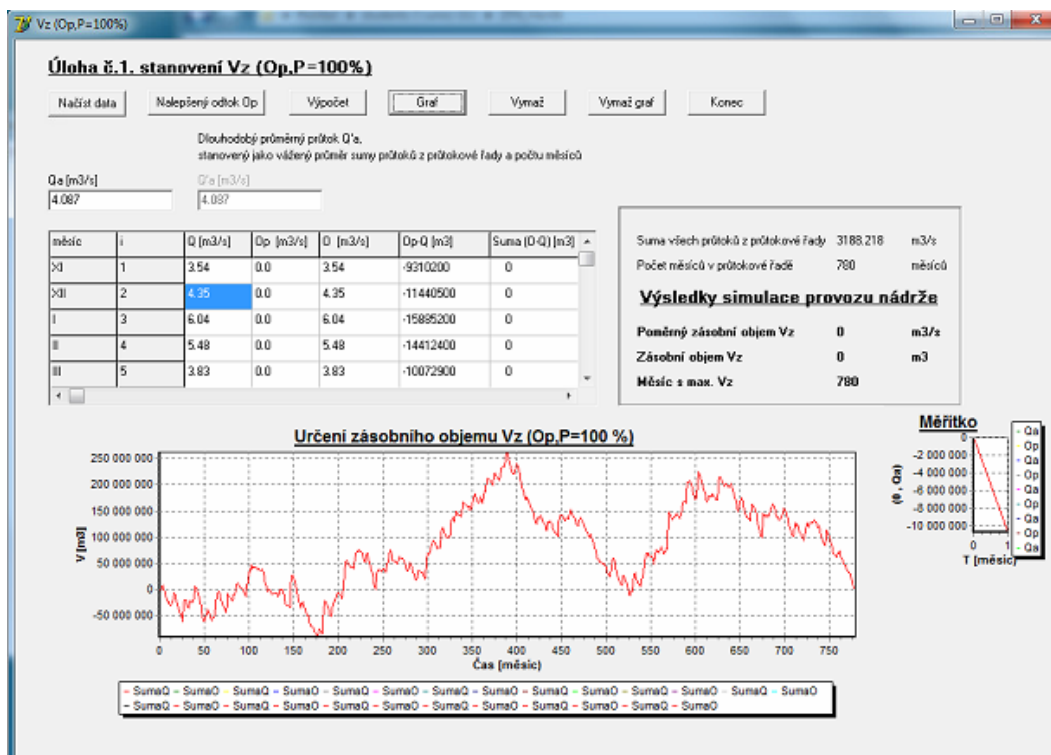
O_p (m ³ /s)	α	V_z (m ³)	V_z (m ³ *10 ⁶)
0.000	0.0	0.00	0.000
0.193	0.1	0.00	0.000
0.386	0.2	571931.94	0.572
0.579	0.3	2353172.27	2.353
0.772	0.4	5085861.63	5.086
0.966	0.5	8466141.96	8.466
1.159	0.6	12256516.17	12.257
1.352	0.7	22110114.63	22.110
1.545	0.8	33283815.29	33.284
1.738	0.9	76362861.25	76.363
1.931	1.0	146960333.62	146.960



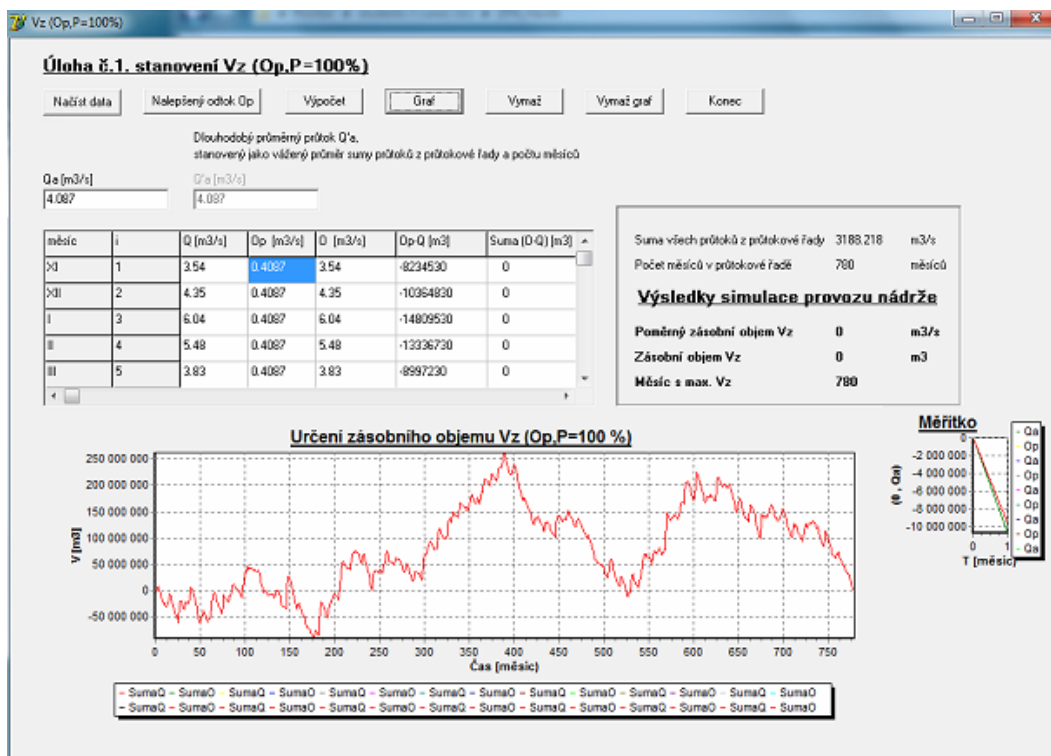
Graf 6 - Závislost mezi O_p a V_z - profil C

4.7. Výstupy programu ZFN - početní+grafické řešení

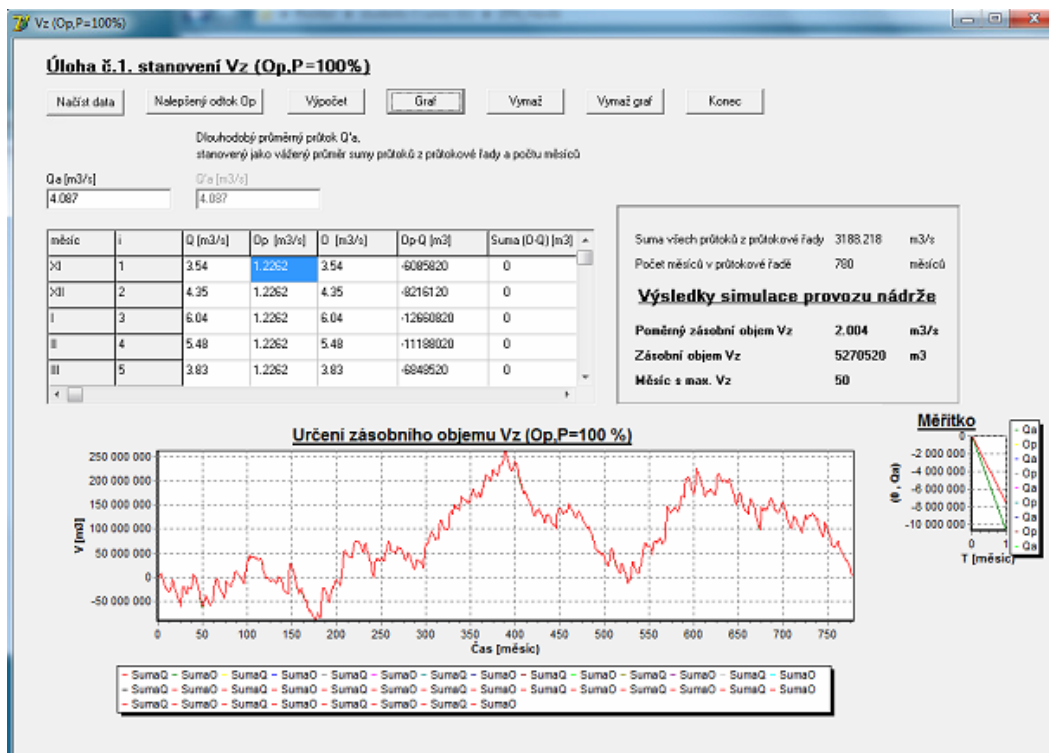
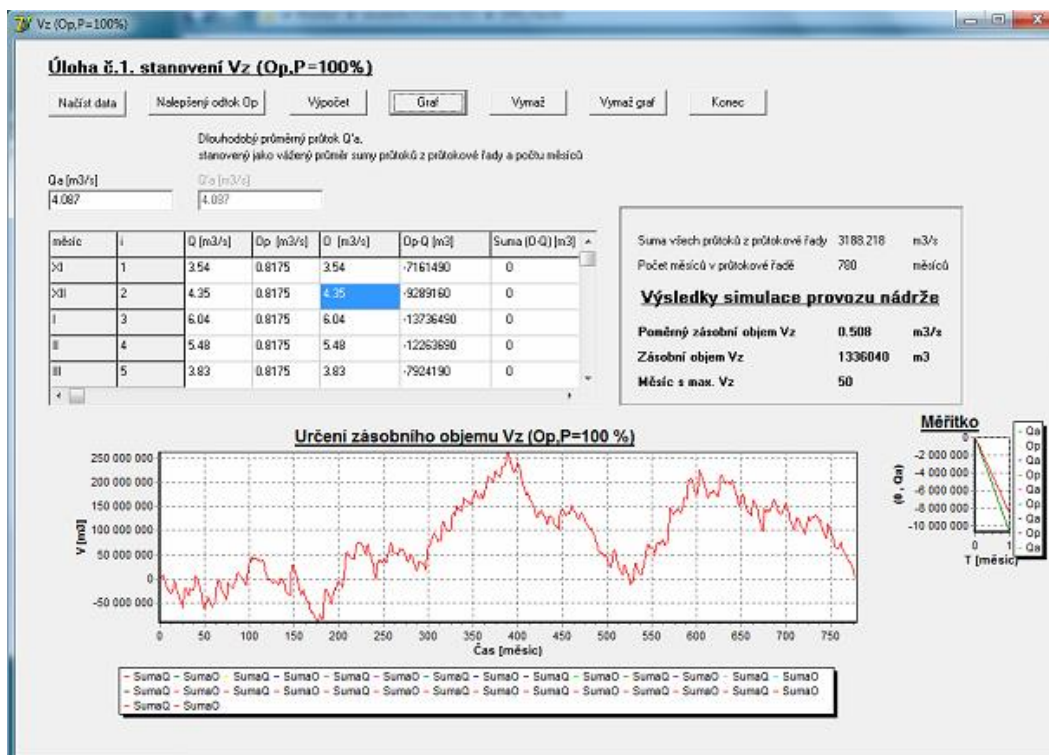
4.7.1. Profil A

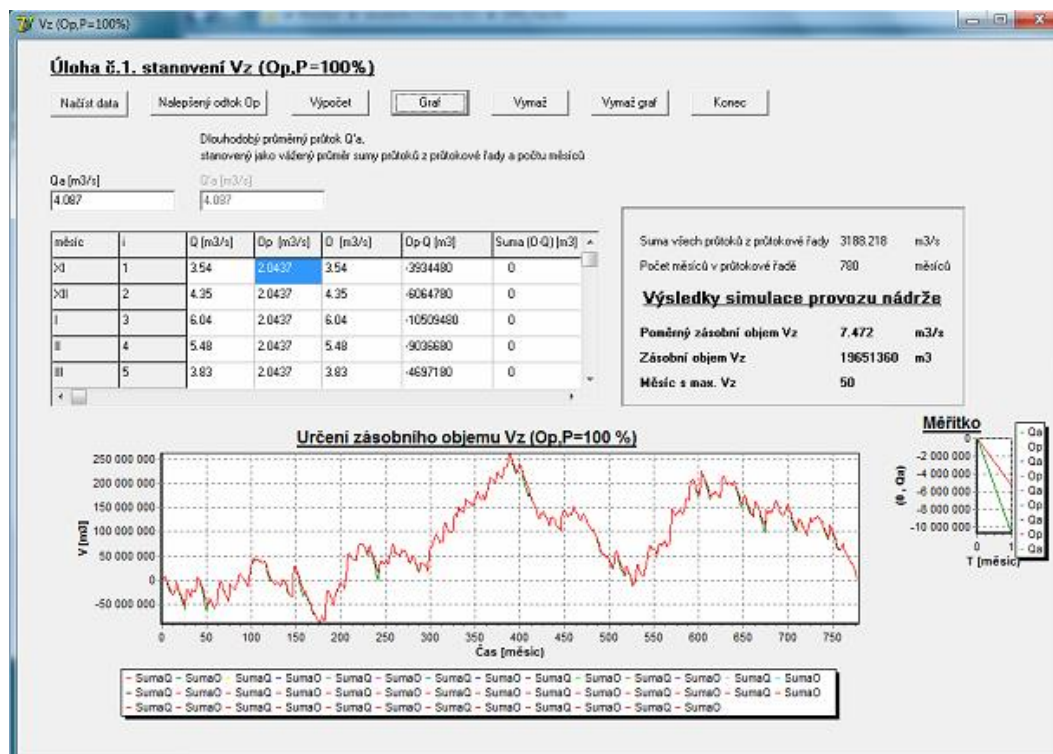
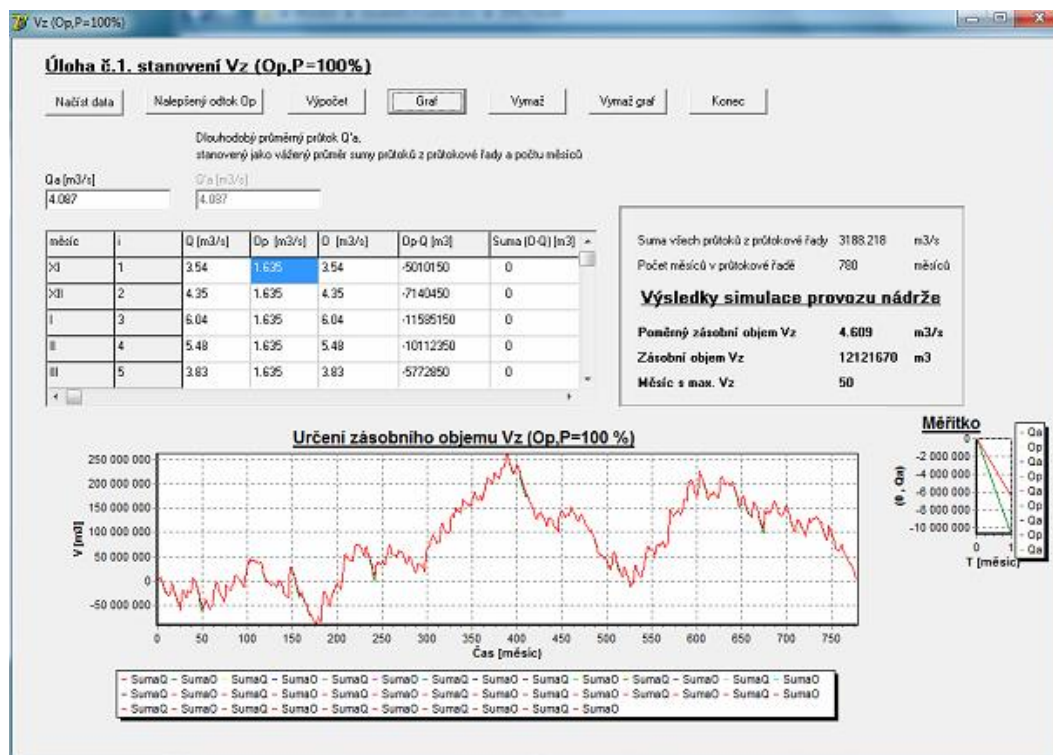


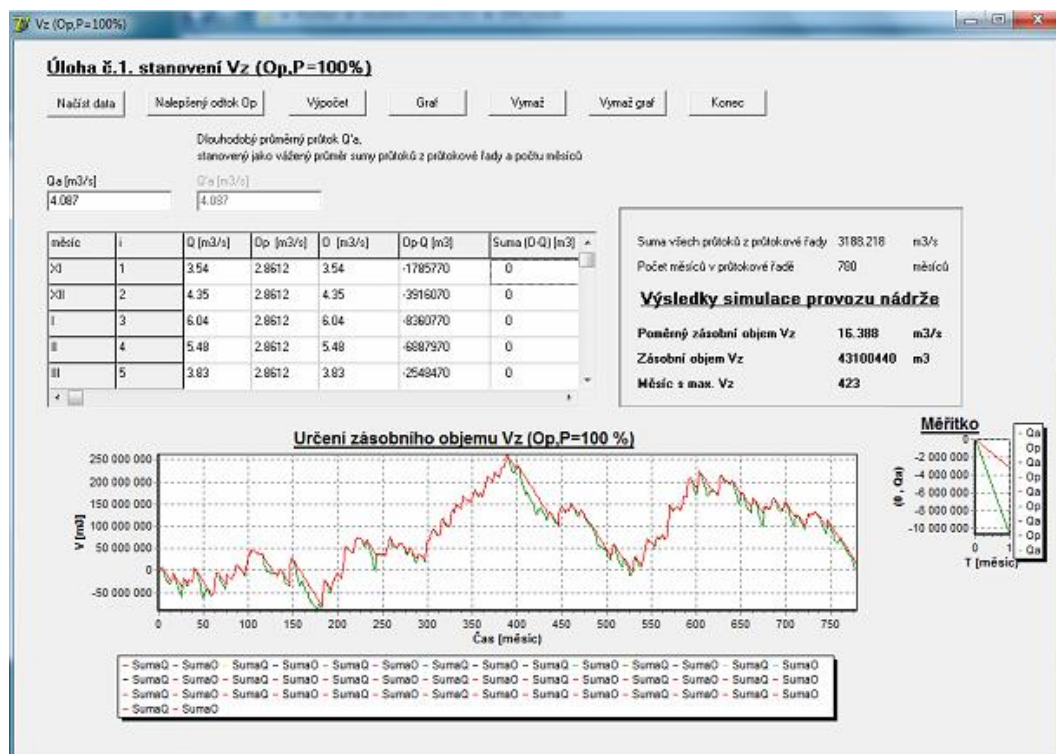
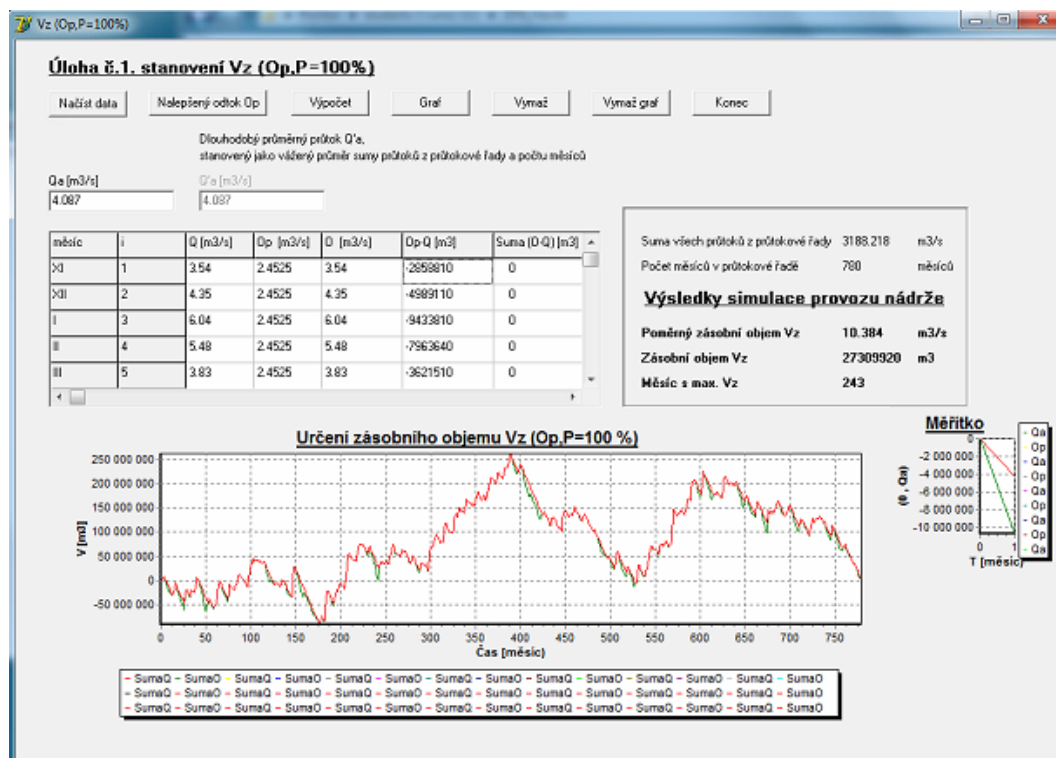
Obrázek 10 - Vz ($O_p=0,0$) - profil A

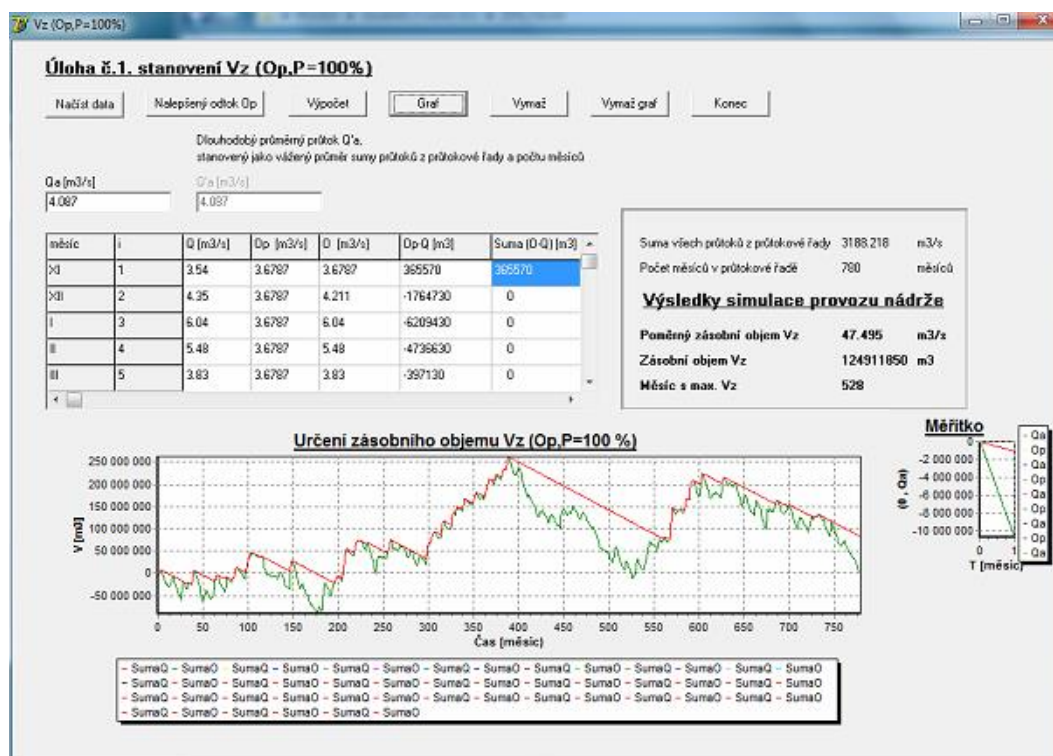
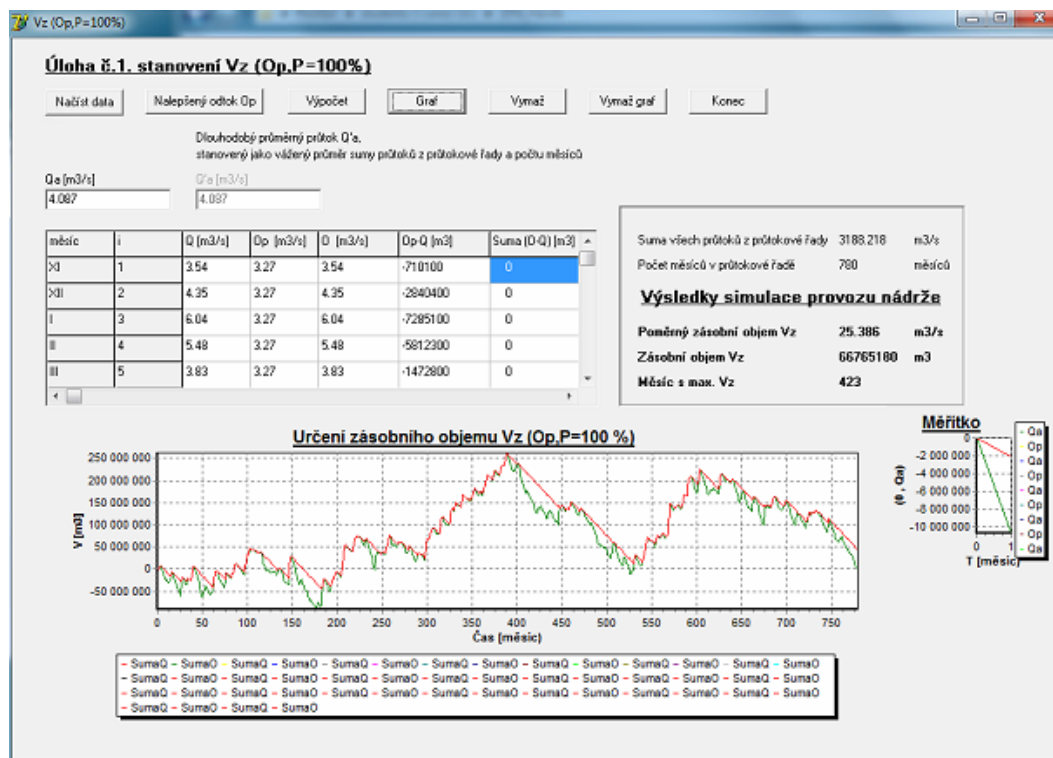


Obrázek 11 - Vz ($O_p=0,409$) - profil A

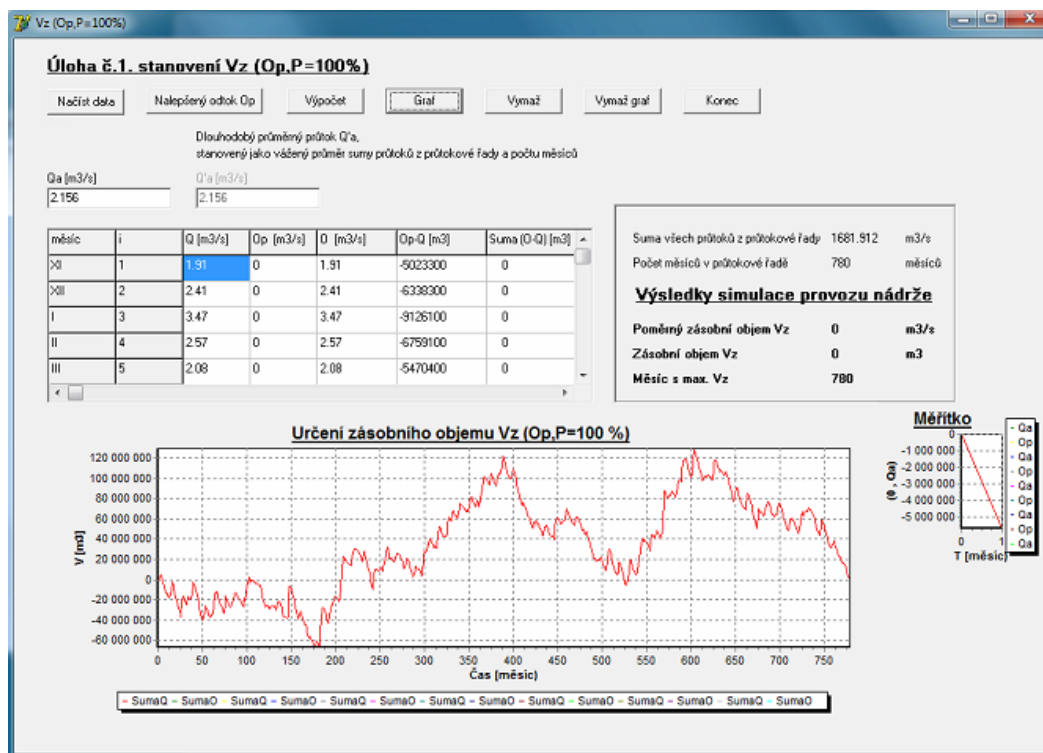




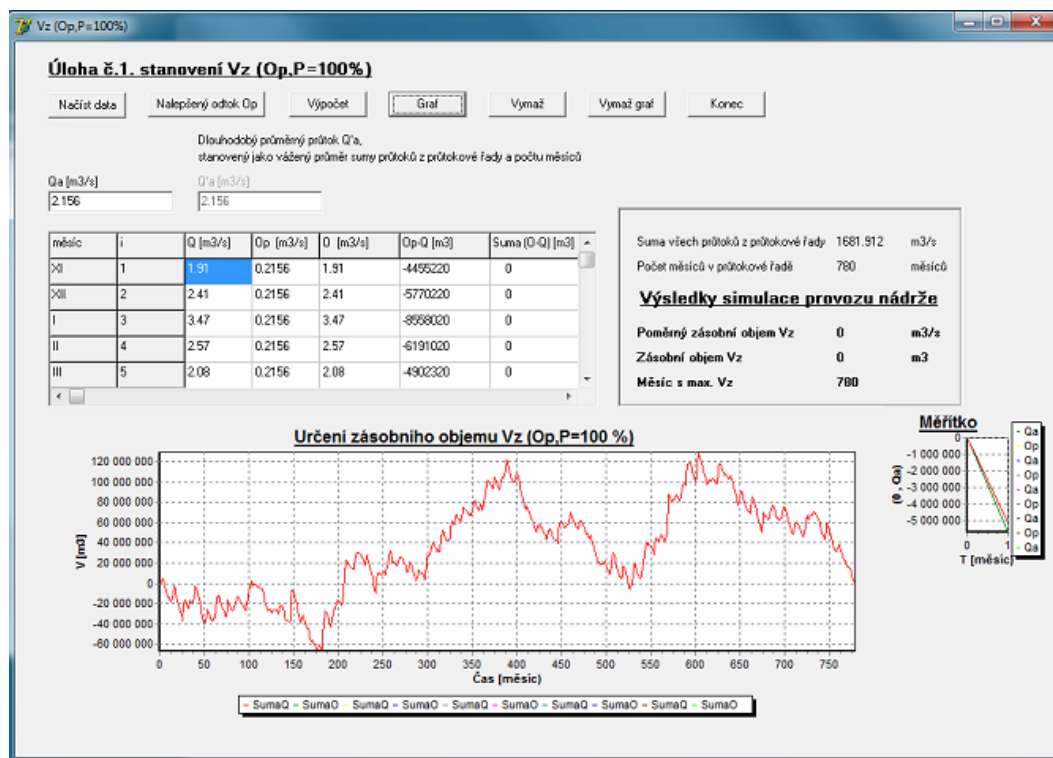




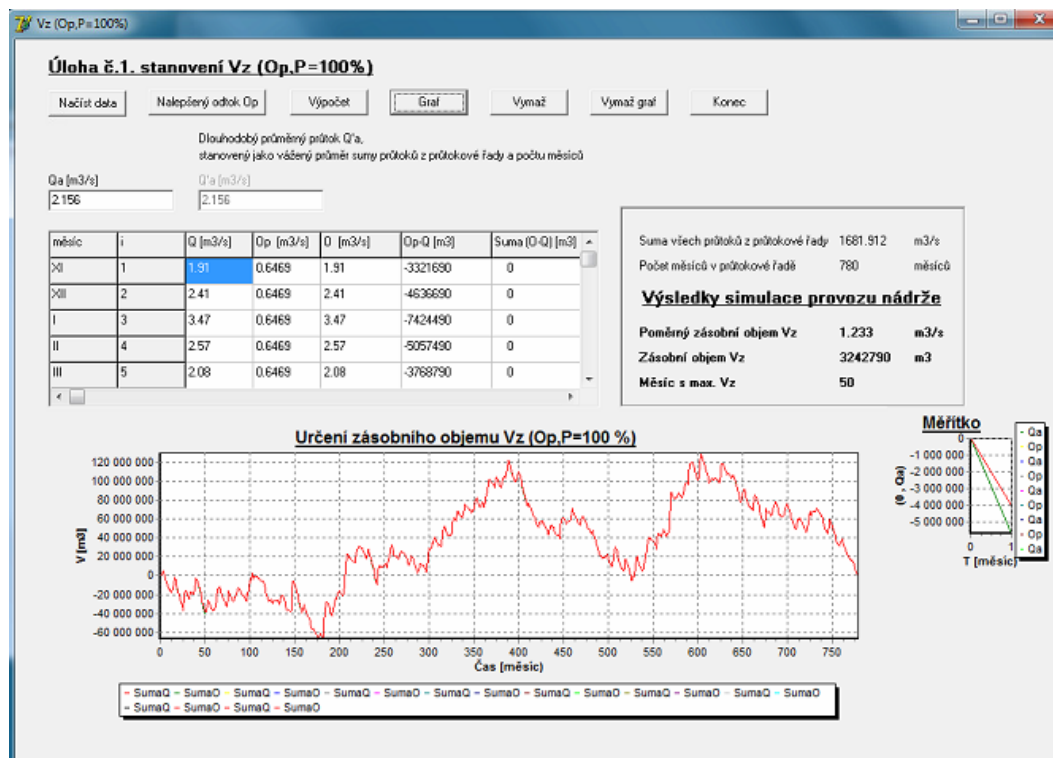
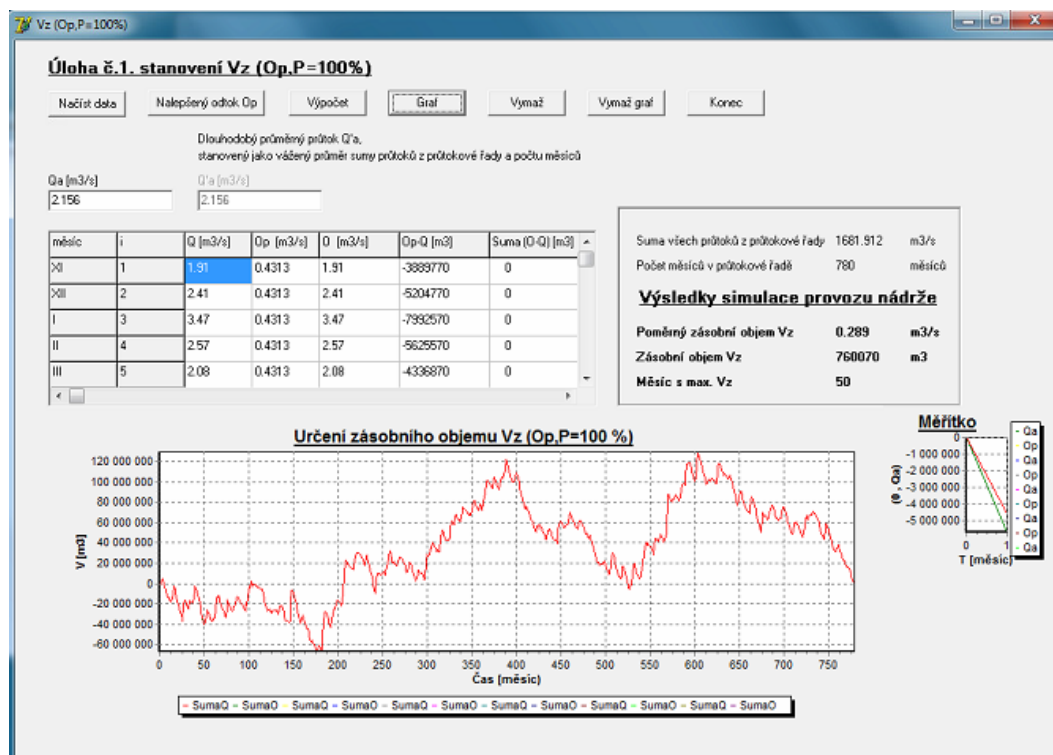
4.7.2. Profil B

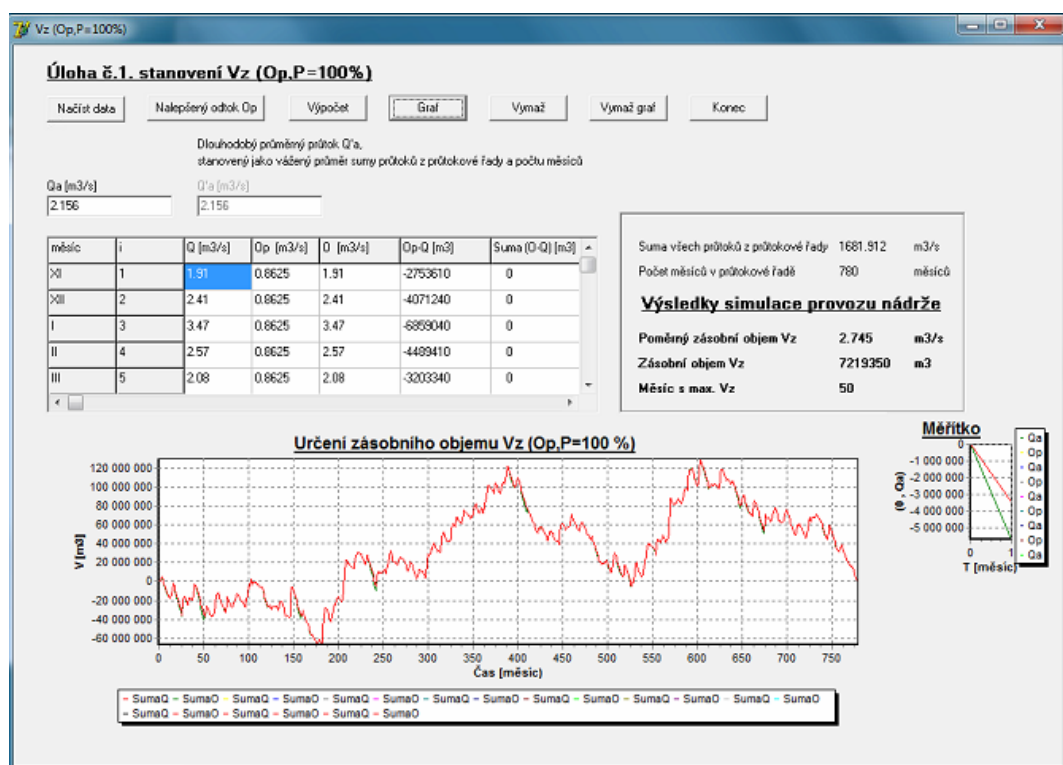


Obrázek 20 - $V_z (O_p=0,0)$ - profil B

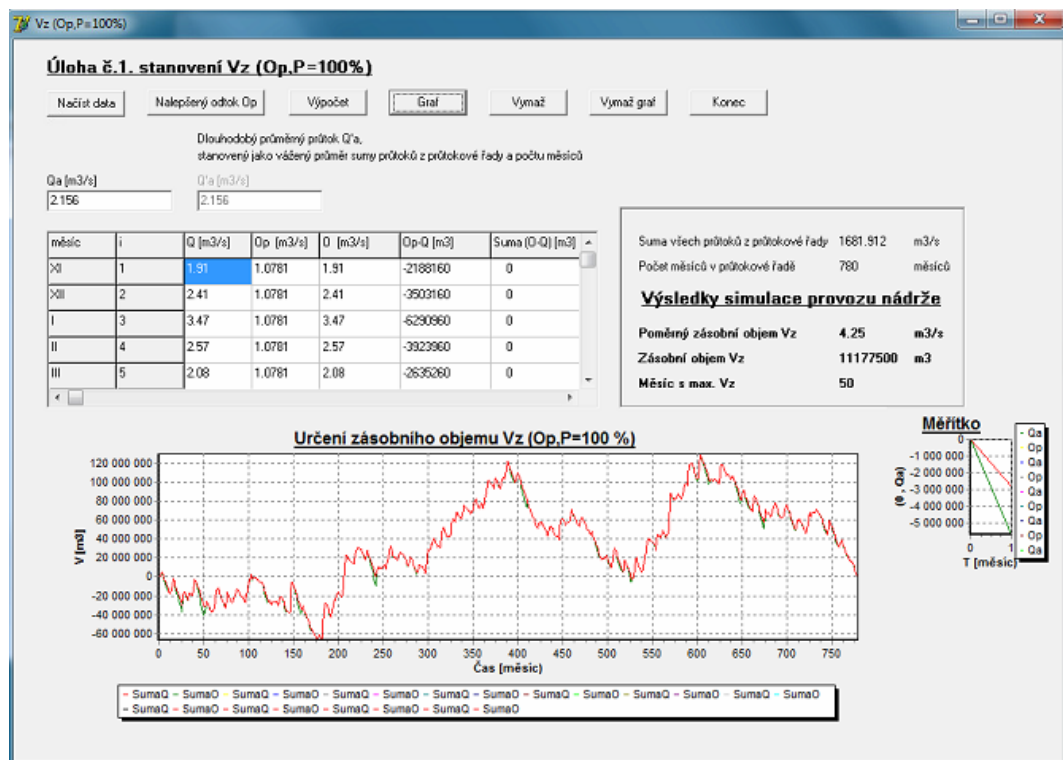


Obrázek 21 - $V_z (O_p=0,216)$ - profil B

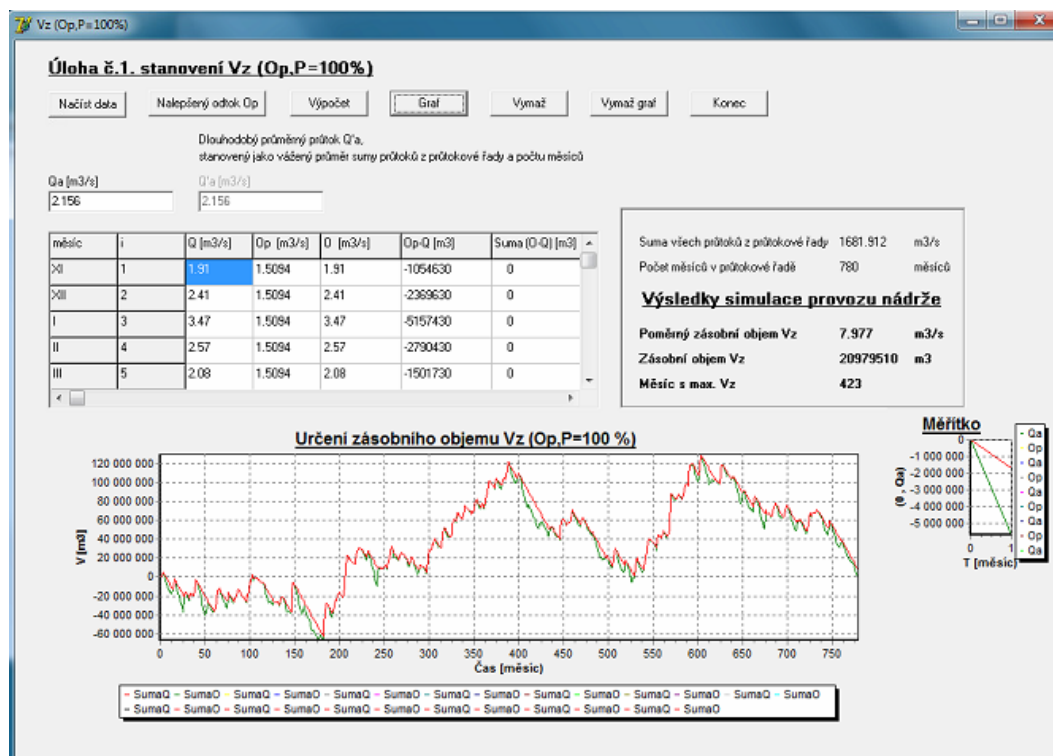
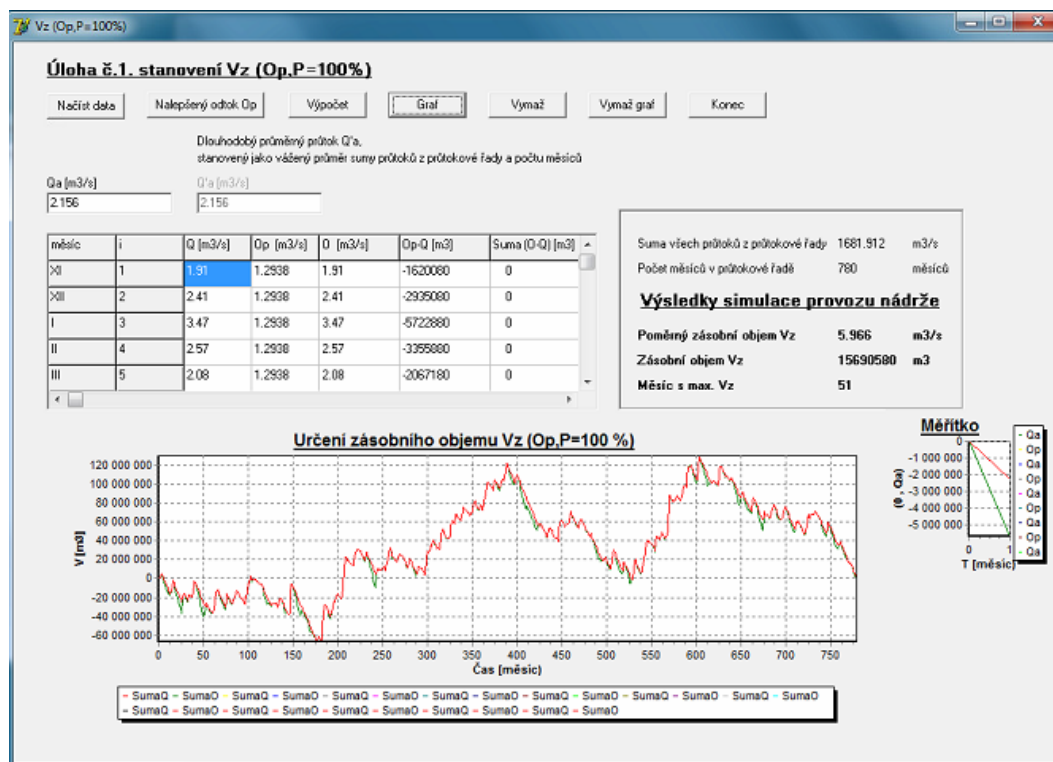


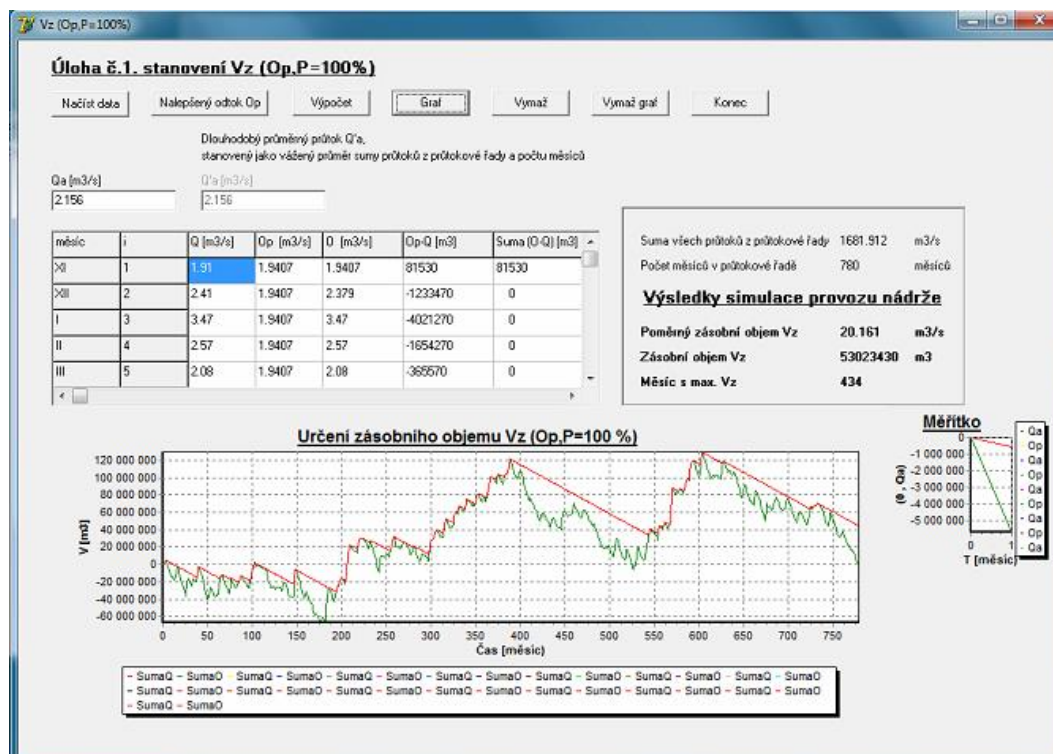
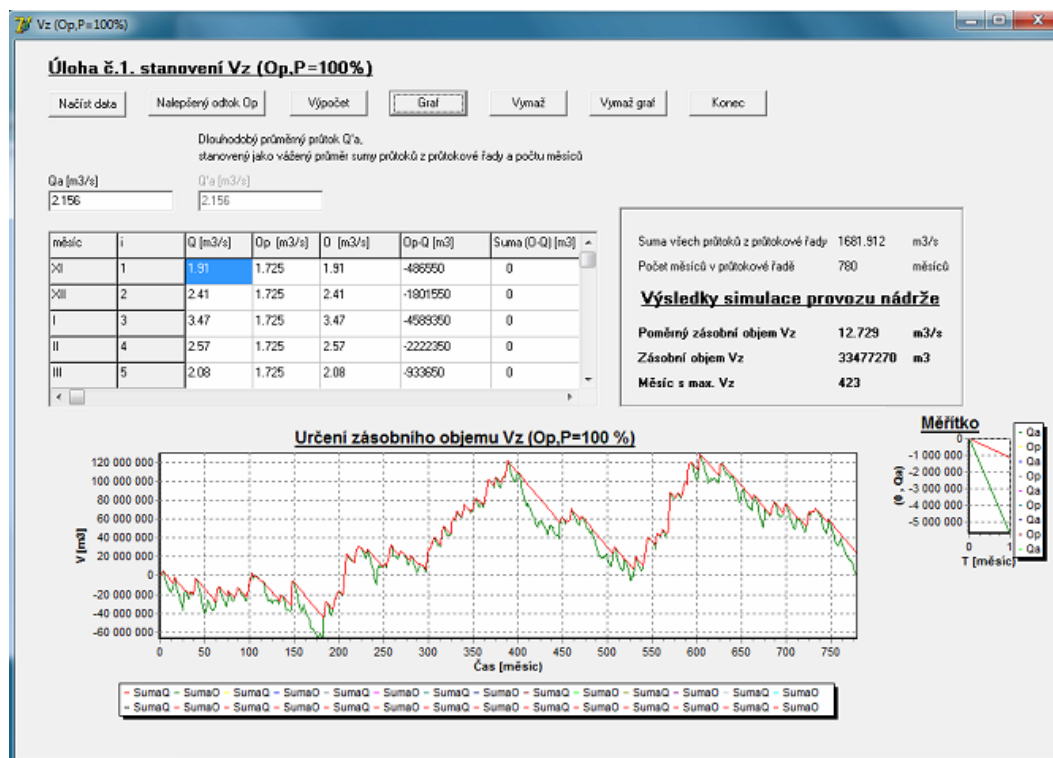


Obrázek 24 - Vz ($O_p=0,863$) - profil B

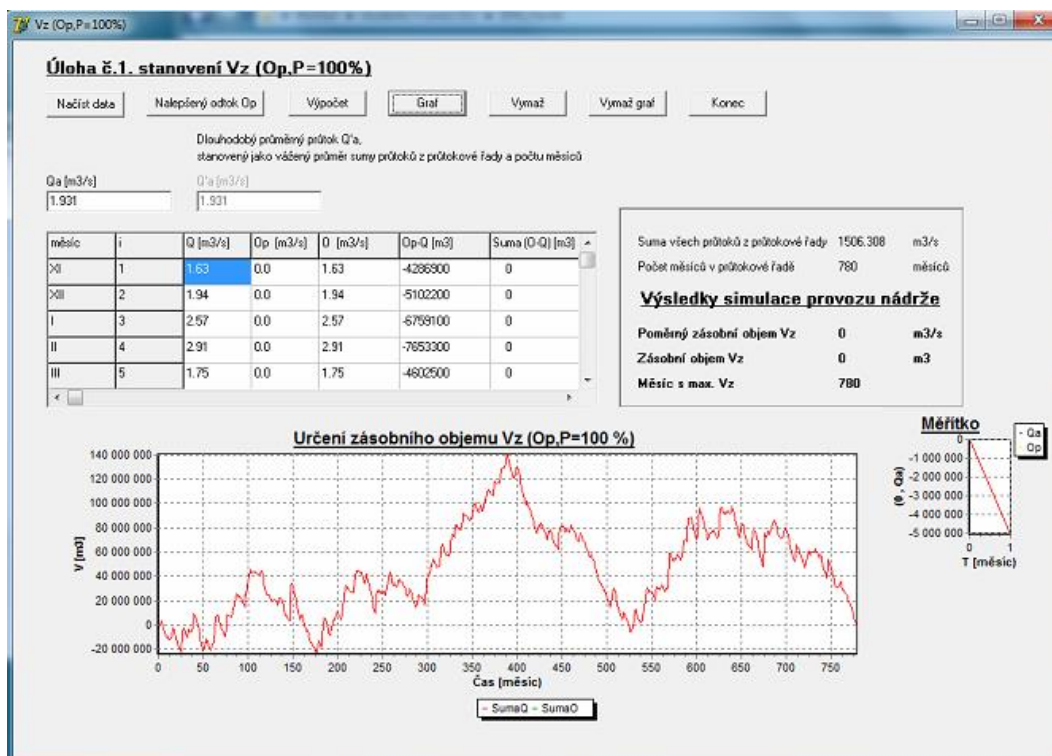


Obrázek 25 - Vz ($O_p=1,078$) - profil B

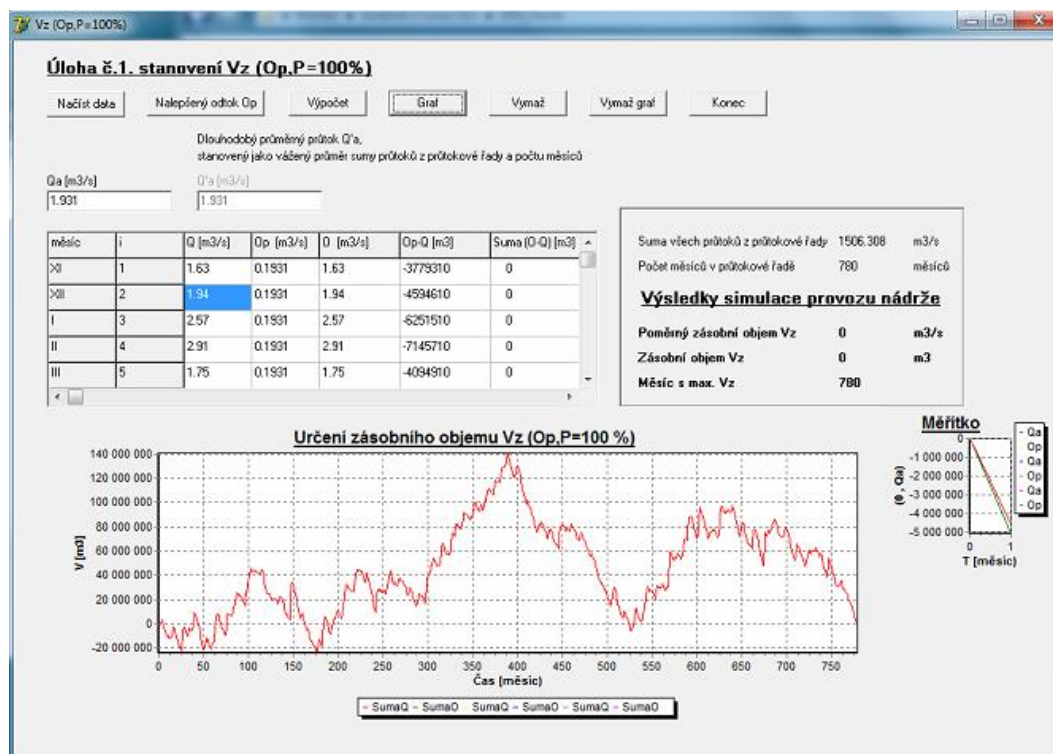




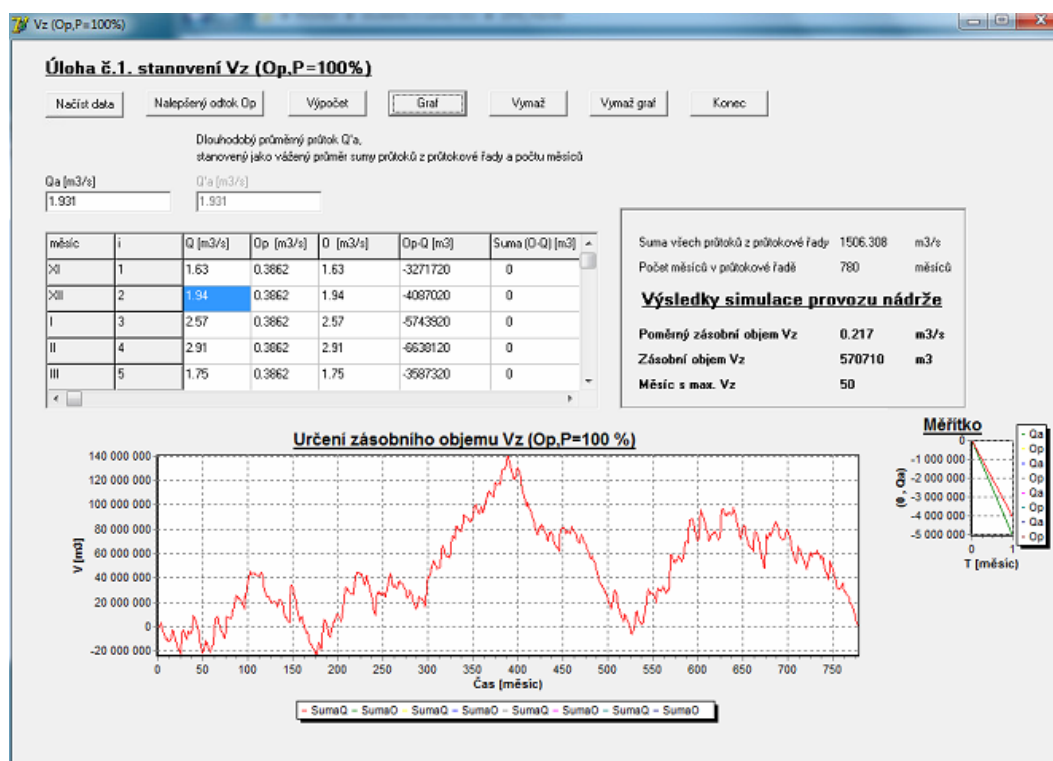
4.7.3. Profil C



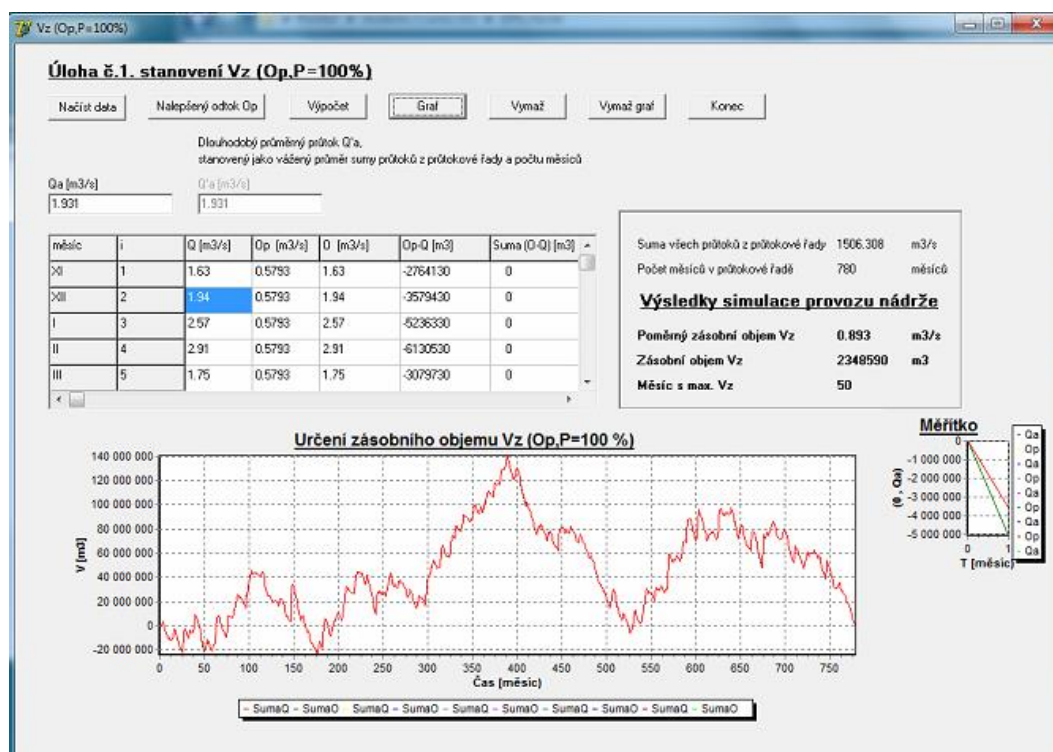
Obrázek 30 - V_z ($O_p=0,0$) - profil C



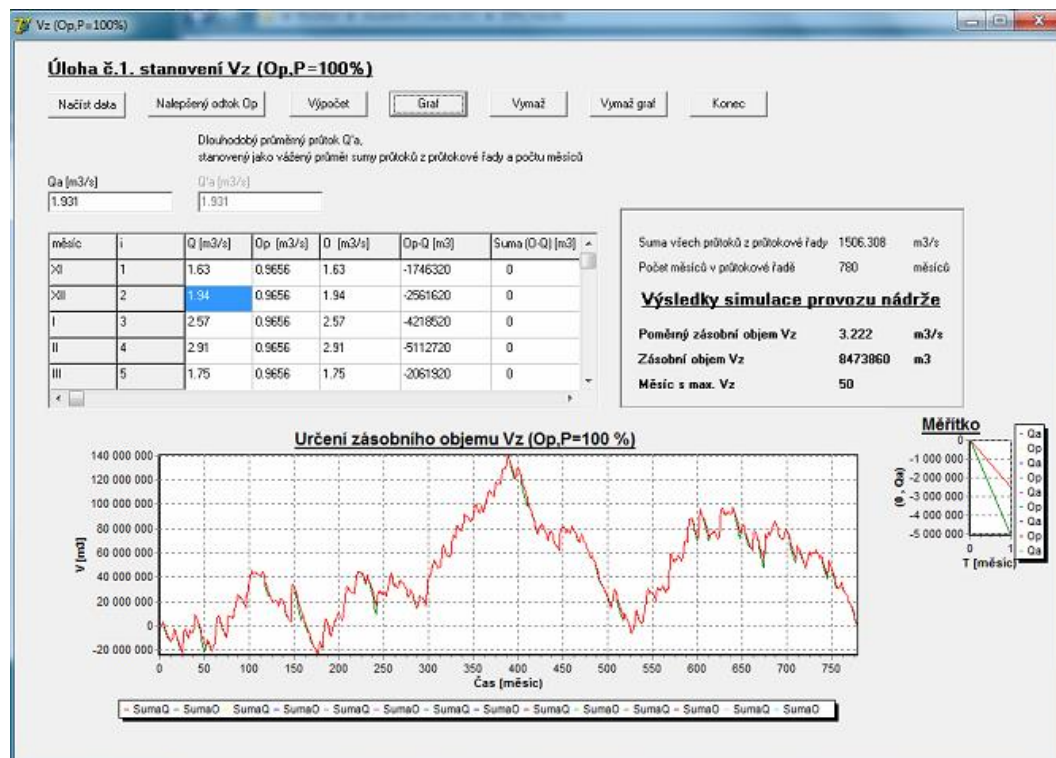
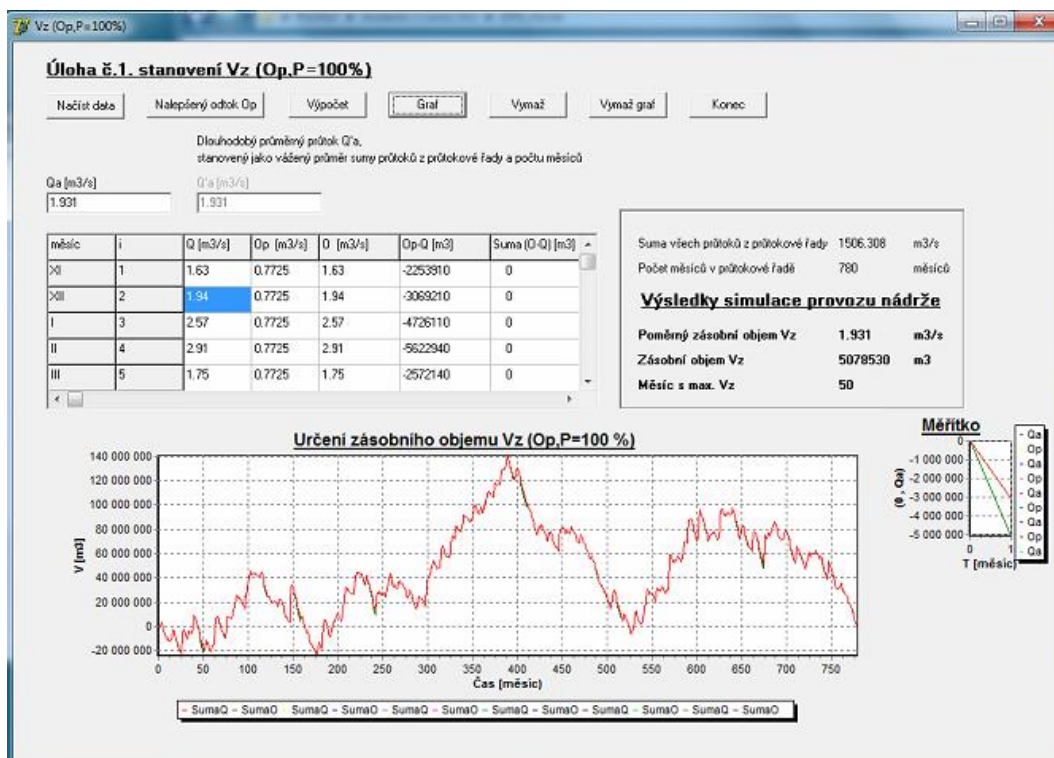
Obrázek 31 - V_z ($O_p=0,193$) - profil C

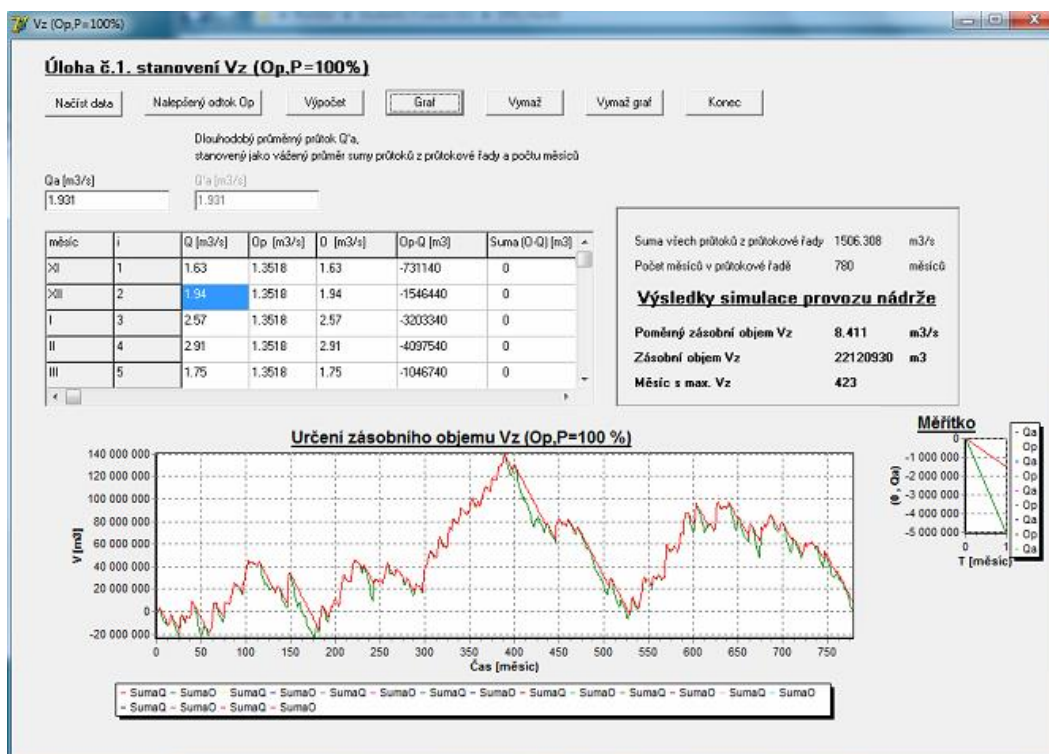
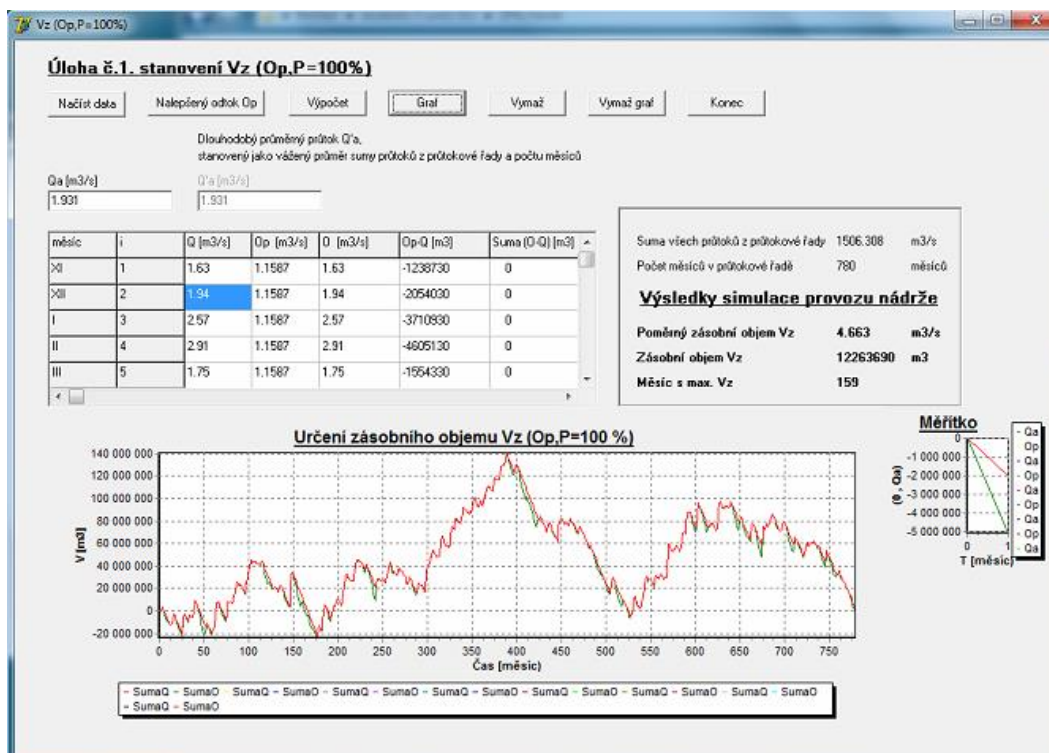


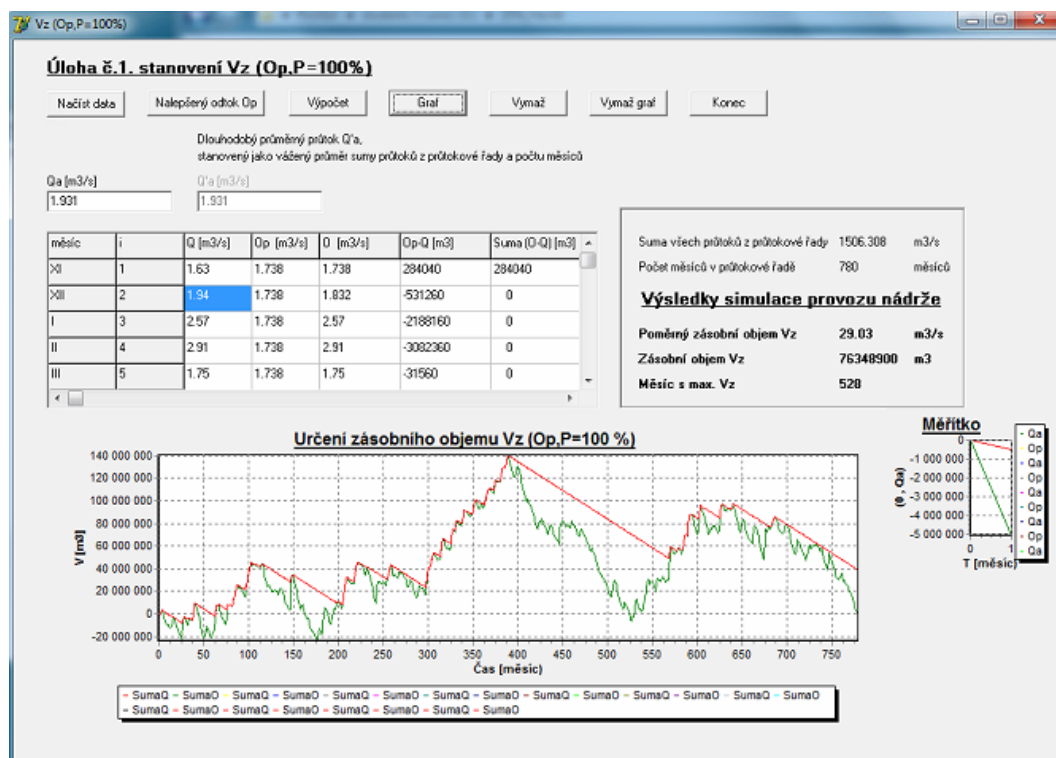
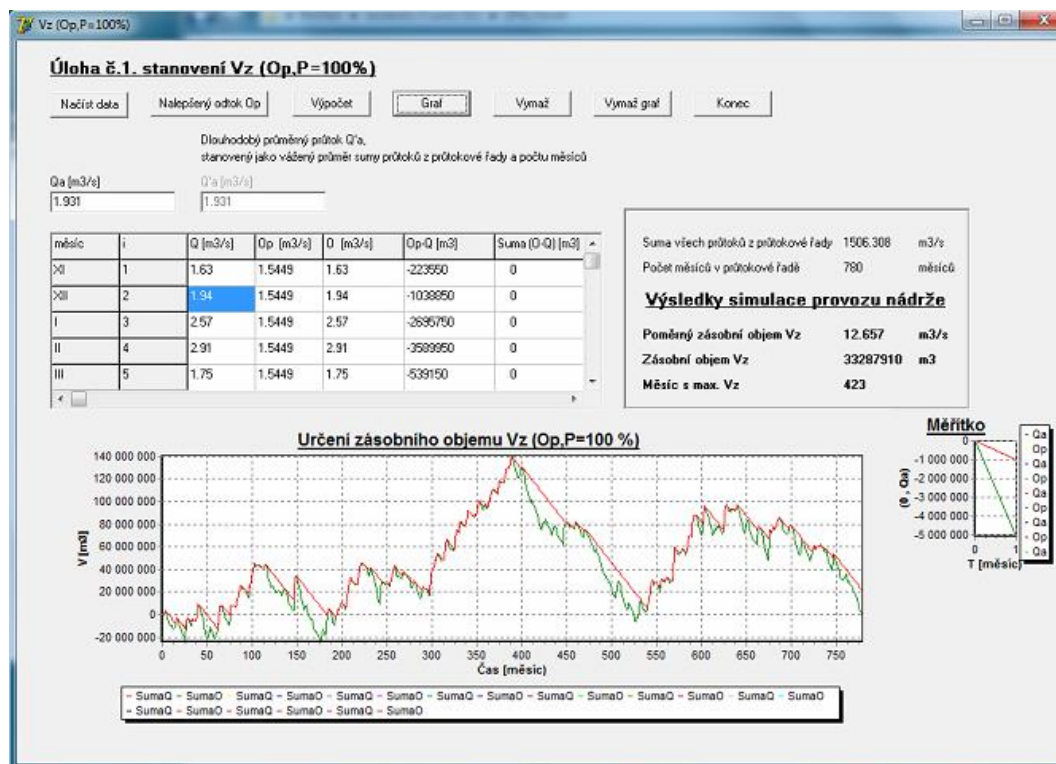
Obrázek 32 - V_z ($O_p=0,386$) - profil C



Obrázek 33 - V_z ($O_p=0,579$) - profil C







4.8. PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE, DIMENZOVÁNÍ VÝPUSTÍ

4.8.1. Profil A

Tabulka 16 - Dimenzování výpustí - profil A

					D= 1.50 m		Q _a = 4.087 m ³ /s			
					H 2.5 m		S= 1.767 m ²			
i	h _i (m)	H _i (m)	v _i (m/s)	ΔV _i (m ³)	ΣV _i (m ³)	Q _i (m ³ /s)	Δτ _i (s)	Στ _i (s)	μ	ξ
1	1.25	4.00	4.185	18658	18658	7.396	5639	5639	0.8452	0.4
2	5.25	6.50	8.578	91558	110216	15.158	8271	13909	0.8452	0.4
3	7.75	9.00	10.422	155405	265620	18.417	10845	24755	0.8452	0.4
4	10.25	11.50	11.985	166314	431934	21.180	9730	34485	0.8452	0.4
5	12.75	14.00	13.367	300255	732189	23.622	15371	49856	0.8452	0.4
6	15.25	16.50	14.619	315138	1047327	25.834	14491	64347	0.8452	0.4
7	17.75	19.00	15.772	492287	1539614	27.871	20698	85045	0.8452	0.4
8	20.25	21.50	16.846	511970	2051584	29.769	19935	104980	0.8452	0.4
9	22.75	24.00	17.856	1000474	3052058	31.554	36426	141406	0.8452	0.4
10	25.25	26.50	18.811	1054753	4106810	33.242	36178	177584	0.8452	0.4
11	27.75	29.00	19.720	1054753	5161563	34.849	34288	211872	0.8452	0.4
12	30.25	31.50	20.590	1054753	6216315	36.385	32658	244530	0.8452	0.4
13	32.75	34.00	21.424	1643476	7859792	37.859	48665	293195	0.8452	0.4
14	35.25	36.50	22.226	1708890	9568682	39.277	48563	341757	0.8452	0.4
15	37.75	39.00	23.001	2112138	11680820	40.646	57774	399532	0.8452	0.4
16	40.25	41.50	23.750	2156944	13837764	41.970	56937	456469	0.8452	0.4
17	42.75	44.00	24.477	2558091	16395854	43.254	65313	521782	0.8452	0.4
18	45.25	46.50	25.182	2602663	18998517	44.501	64401	586184	0.8452	0.4
19	47.75	49.00	25.869	3019264	22017780	45.714	72533	658717	0.8452	0.4
20	50.25	51.50	26.537	3065553	25083333	46.895	71613	730329	0.8452	0.4
21	52.75	54.00	27.189	3546616	28629949	48.047	80679	811008	0.8452	0.4
22	55.25	56.50	27.826	3600068	32230016	49.173	79850	890858	0.8452	0.4
23	57.75	59.00	28.449	4175215	36405231	50.273	90401	981259	0.8452	0.4
24	60.25	61.50	29.058	4239120	40644351	51.350	89694	1070953	0.8452	0.4
25	62.75	64.00	29.655	4876172	45520523	52.404	100921	1171874	0.8452	0.4
26	65.25	66.50	30.240	4946955	50467478	53.438	100242	1272116	0.8452	0.4
27	67.75	69.00	30.813	5675551	56143029	54.452	112690	1384806	0.8452	0.4
28	70.25	71.50	31.377	5756506	61899535	55.447	112082	1496887	0.8452	0.4
									17 dnů	

4.8.2. Profil B

Tabulka 17 - Dimenzování výpustí - profil B

					D= 1.20 m		Q= 2.156 m ³ /s			
					H 2.5 m		S= 1.131 m ²			
i	h _i (m)	H _i (m)	v _i (m/s)	ΔV _i (m ³)	ΣV _i (m ³)	O _i (m ³ /s)	Δτ _i (s)	Στ _i (s)	μ	ξ
1	1.25	4.00	4.185	7816	7816	4.734	3032	3032	0.8452	0.4
2	5.25	6.50	8.578	29571	37387	9.701	3919	6952	0.8452	0.4
3	7.75	9.00	10.422	61219	98606	11.787	6357	13308	0.8452	0.4
4	10.25	11.50	11.985	75285	173890	13.555	6604	19913	0.8452	0.4
5	12.75	14.00	13.367	201879	375769	15.118	15575	35487	0.8452	0.4
6	15.25	16.50	14.619	201879	577648	16.534	14041	49528	0.8452	0.4
7	17.75	19.00	15.772	201879	779527	17.838	12874	62402	0.8452	0.4
8	20.25	21.50	16.846	220392	999919	19.052	13044	75446	0.8452	0.4
9	22.75	24.00	17.856	387014	1386933	20.194	21455	96901	0.8452	0.4
10	25.25	26.50	18.811	401368	1788301	21.275	20993	117894	0.8452	0.4
11	27.75	29.00	19.720	530558	2318858	22.303	26334	144228	0.8452	0.4
12	30.25	31.50	20.590	544748	2863607	23.286	25780	170008	0.8452	0.4
13	32.75	34.00	21.424	672465	3536072	24.229	30465	200473	0.8452	0.4
14	35.25	36.50	22.226	688883	4224954	25.137	29976	230449	0.8452	0.4
15	37.75	39.00	23.001	836641	5061595	26.013	35068	265518	0.8452	0.4
16	40.25	41.50	23.750	860235	5921830	26.861	34820	300338	0.8452	0.4
17	42.75	44.00	24.477	1072575	6994405	27.683	42018	342356	0.8452	0.4
18	45.25	46.50	25.182	1106127	8100532	28.480	42019	384375	0.8452	0.4
19	47.75	49.00	25.869	1408094	9508626	29.257	51958	436333	0.8452	0.4
20	50.25	51.50	26.537	1446982	10955608	30.013	51944	488277	0.8452	0.4
21	52.75	54.00	27.189	1796975	12752583	30.750	62844	551121	0.8452	0.4
22	55.25	56.50	27.826	1843149	14595731	31.471	62875	613995	0.8452	0.4
23	57.75	59.00	28.449	2258713	16854444	32.175	75244	689239	0.8452	0.4
24	60.25	61.50	29.058	2311561	19166005	32.864	75276	764515	0.8452	0.4
25	62.75	64.00	29.655	2787195	21953200	33.539	88813	853329	0.8452	0.4
26	65.25	66.50	30.240	2851310	24804509	34.200	88981	942309	0.8452	0.4
27	67.75	69.00	30.813	3428343	28232852	34.849	104864	1047174	0.8452	0.4
									12 dnů	

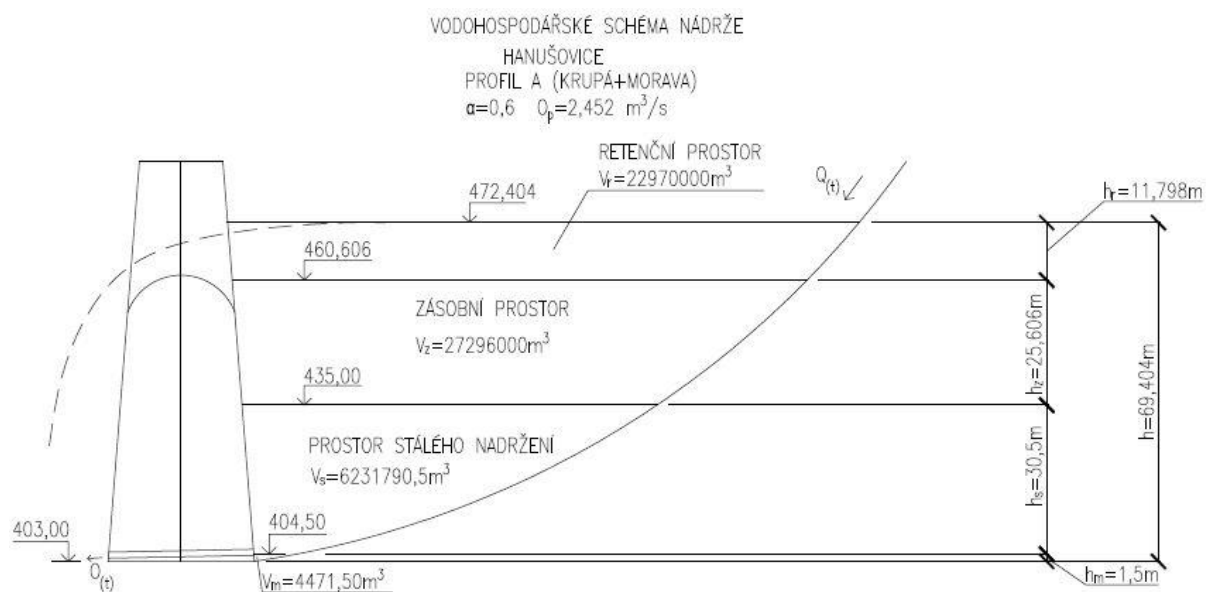
4.8.3. Profil C

Tabulka 18 - Dimenzování výpustí - profil C

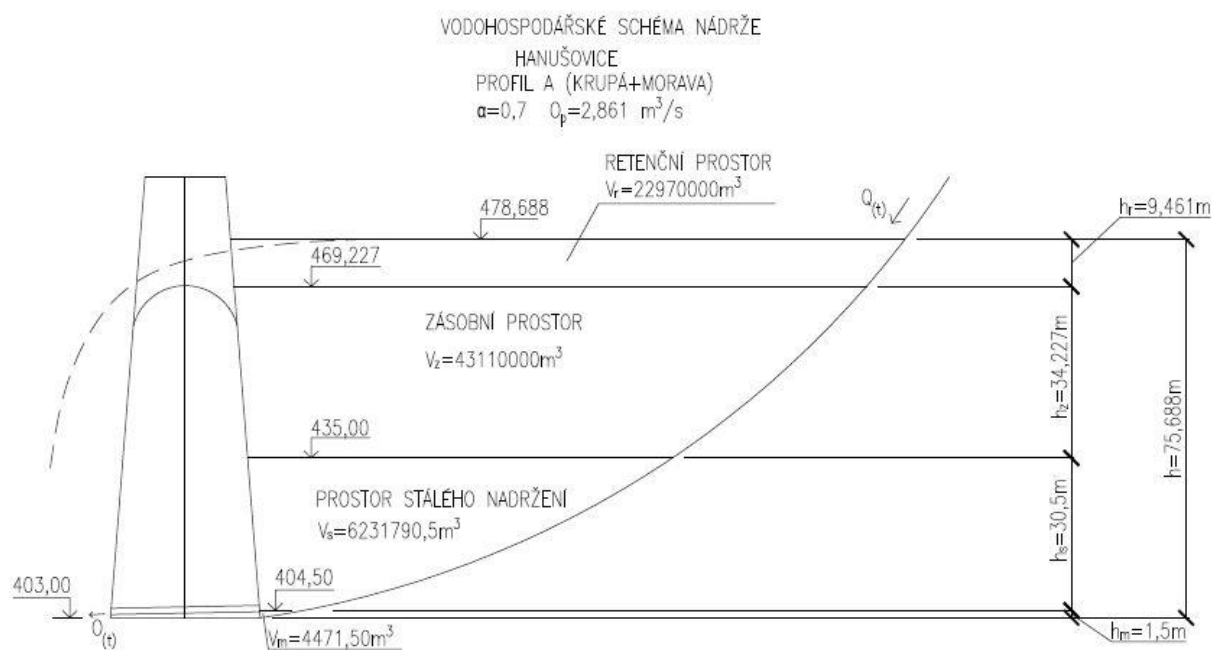
					D= 1.20 m		Q= 1.931 m ³ /s			
					H= 2.5 m		S= 1.131 m ²			
i	h _i (m)	H _i (m)	v _i (m/s)	ΔV _i (m ³)	ΣV _i (m ³)	O _i (m ³ /s)	Δt _i (s)	Σt _i (s)	μ	ξ
1	1.25	4.00	4.185	15709	15709	4.734	5605	5605	0.8452	0.4
2	5.25	6.50	8.578	57539	73248	9.701	7405	13011	0.8452	0.4
3	7.75	9.00	10.422	104109	177357	11.787	10563	23574	0.8452	0.4
4	10.25	11.50	11.985	134173	311530	13.555	11543	35117	0.8452	0.4
5	12.75	14.00	13.367	404750	716280	15.118	30693	65810	0.8452	0.4
6	15.25	16.50	14.619	404750	1121030	16.534	27717	93527	0.8452	0.4
7	17.75	19.00	15.772	404750	1525780	17.838	25445	118973	0.8452	0.4
8	20.25	21.50	16.846	442163	1967943	19.052	25825	144798	0.8452	0.4
9	22.75	24.00	17.856	778876	2746819	20.194	42647	187445	0.8452	0.4
10	25.25	26.50	18.811	803612	3550431	21.275	41543	228988	0.8452	0.4
11	27.75	29.00	19.720	1026230	4576661	22.303	50374	279362	0.8452	0.4
12	30.25	31.50	20.590	1051008	5627669	23.286	49215	328577	0.8452	0.4
13	32.75	34.00	21.424	1274010	6901679	24.229	57134	385712	0.8452	0.4
14	35.25	36.50	22.226	1298333	8200012	25.137	55948	441659	0.8452	0.4
15	37.75	39.00	23.001	1517240	9717252	26.013	63002	504661	0.8452	0.4
16	40.25	41.50	23.750	1541657	11258909	26.861	61840	566501	0.8452	0.4
17	42.75	44.00	24.477	1761410	13020319	27.683	68400	634901	0.8452	0.4
18	45.25	46.50	25.182	1786464	14806783	28.480	67288	702189	0.8452	0.4
19	47.75	49.00	25.869	2011951	16818734	29.257	73629	775818	0.8452	0.4
20	50.25	51.50	26.537	2038617	18857351	30.013	72596	848414	0.8452	0.4
21	52.75	54.00	27.189	2278610	21135961	30.750	79065	927479	0.8452	0.4
22	55.25	56.50	27.826	2308071	23444032	31.471	78135	1005614	0.8452	0.4
23	57.75	59.00	28.449	2573220	26017252	32.175	85083	1090697	0.8452	0.4
24	60.25	61.50	29.058	2605979	28623231	32.864	84247	1174944	0.8452	0.4
25	62.75	64.00	29.655	2900808	31524038	33.539	91776	1266720	0.8452	0.4
26	65.25	66.50	30.240	2937966	34462004	34.200	91046	1357765	0.8452	0.4
27	67.75	69.00	30.813	3272394	37734398	34.849	99410	1457175	0.8452	0.4
									17 dnů	

4.9. VODOHOSPODÁŘSKÉ SCHÉMA NÁDRŽE

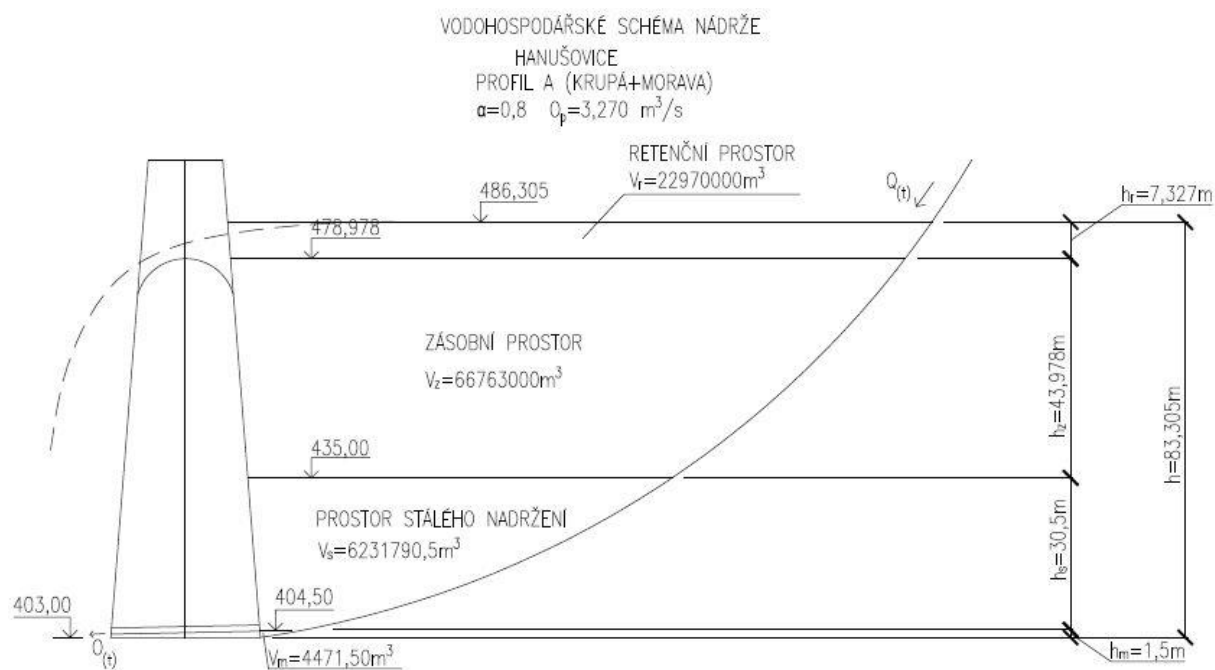
4.9.1. Profil A



Obrázek 40 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=2,452$)

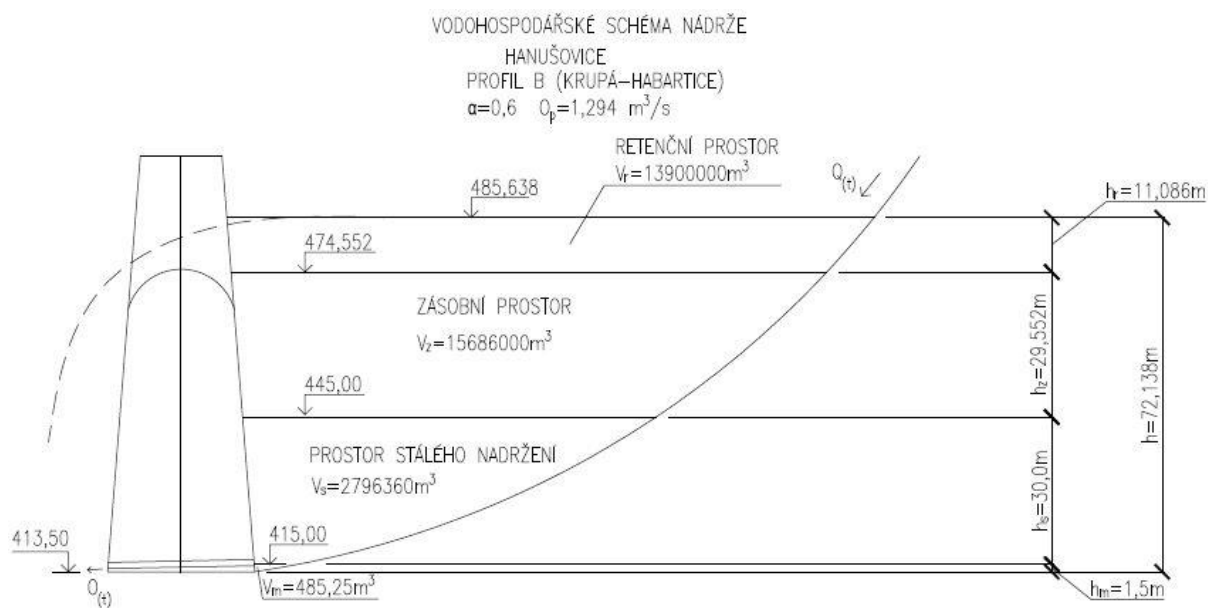


Obrázek 41 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=2,861$)

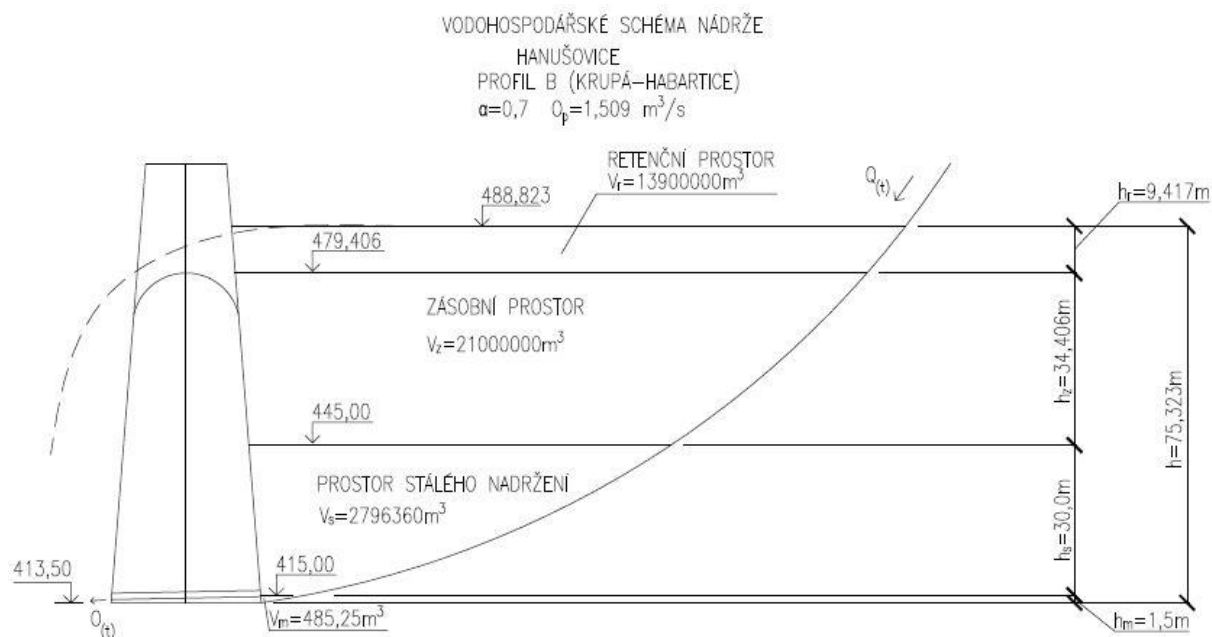


Obrázek 42 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=3,27$)

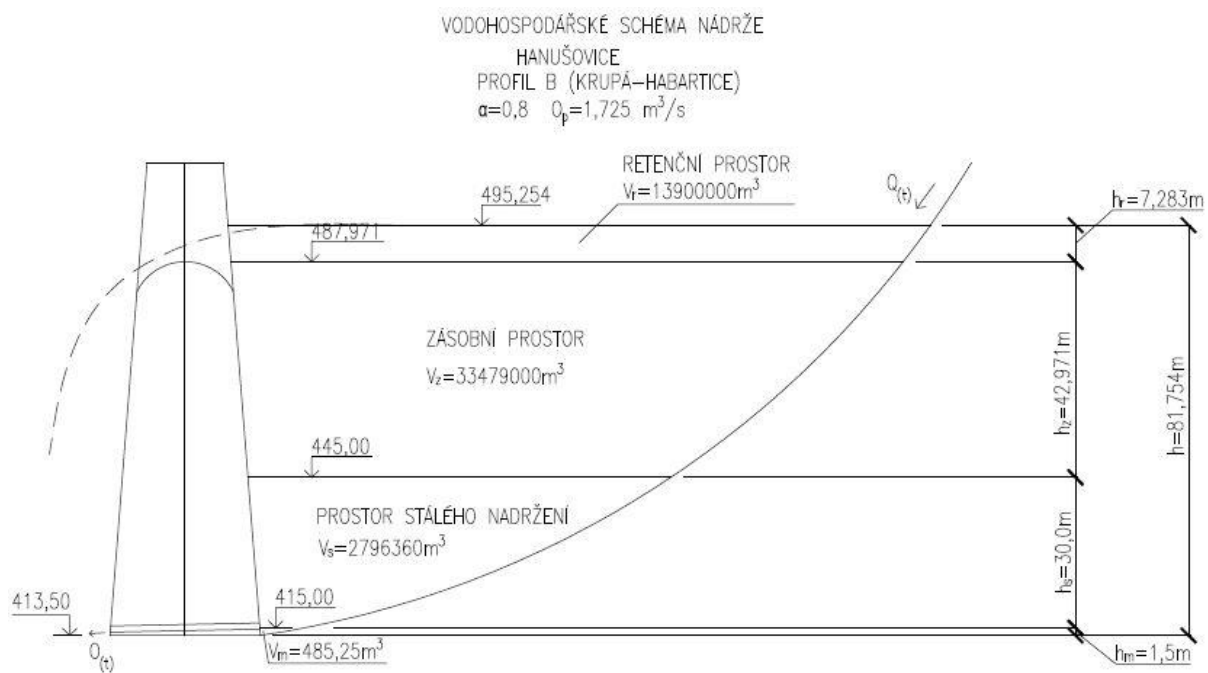
4.9.2. Profil B



Obrázek 43 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,294$)

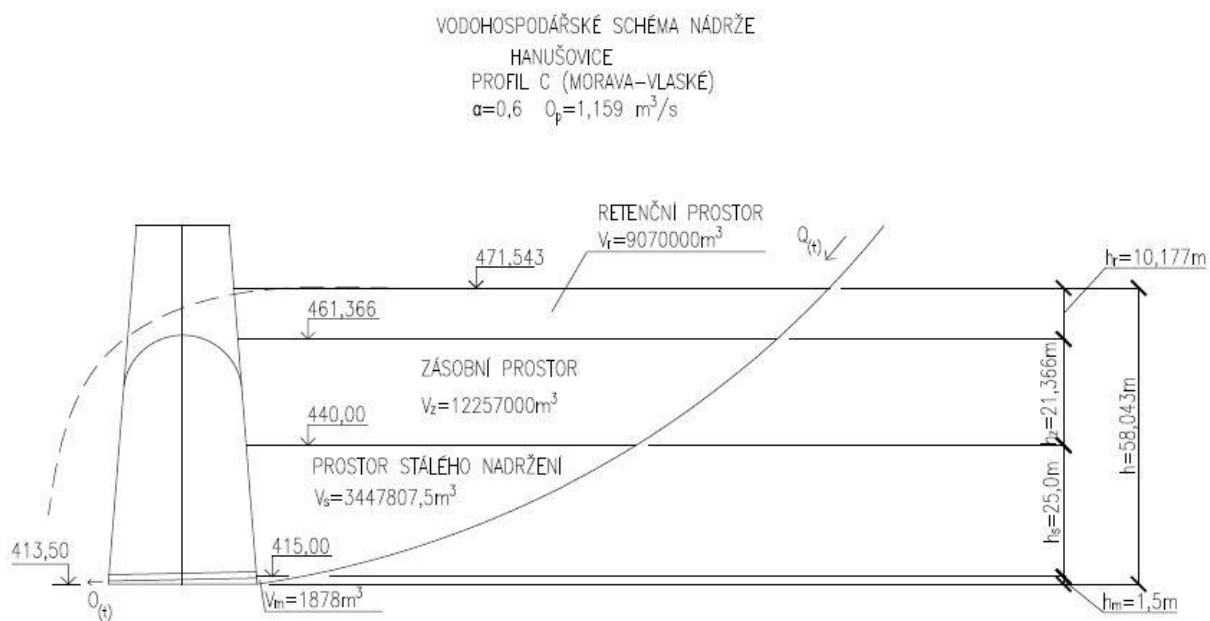


Obrázek 44 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,509$)

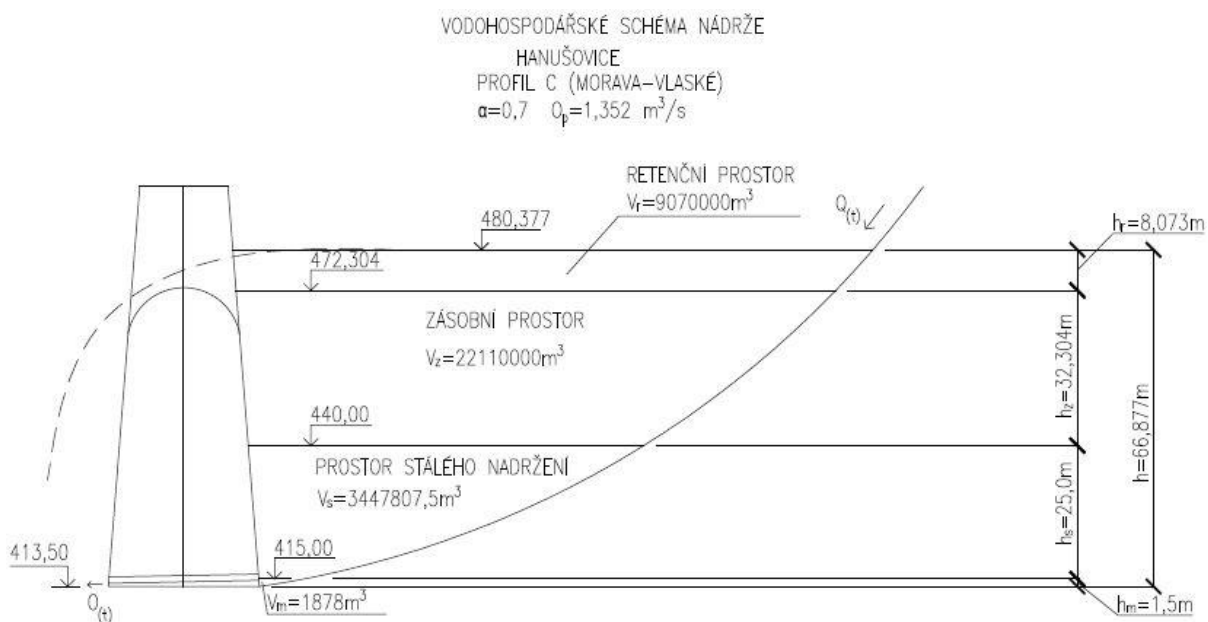


Obrázek 45 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,725$)

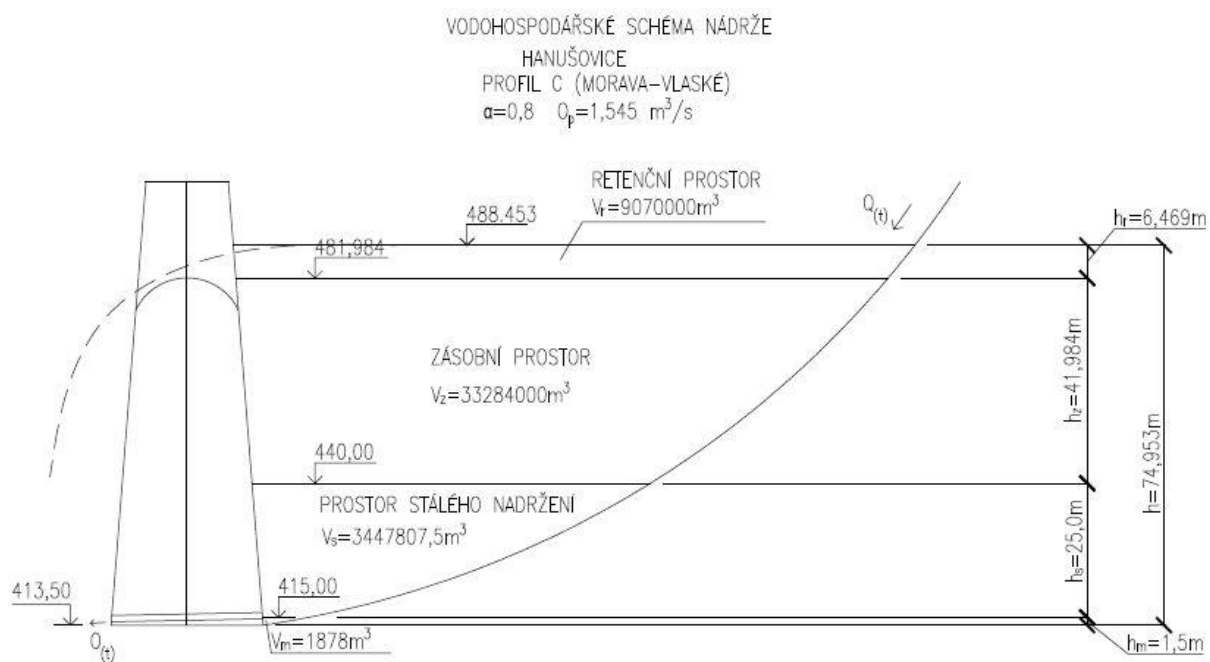
4.9.3. Profil C



Obrázek 46 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,159$)



Obrázek 47 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,352$)



Obrázek 48 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,545$)

4.10. Odběry

Tabulka 19 - Odběry

profil	α	O_p	MZP	Odběr	Objem nádrže
	-	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3
A	0,6	2,452	1,226	1,226	56502262
	0,7	2,861	1,226	1,635	72316262
	0,8	3,270	1,226	2,044	95969262
B	0,6	1,294	0,647	0,647	32382845.25
	0,7	1,509	0,647	0,862	37696845.25
	0,8	1,725	0,647	1,078	50175845.25
C	0,6	1,159	0,579	0,579	24776685.5
	0,7	1,352	0,579	0,773	34629685.5
	0,8	1,545	0,579	0,966	45803685.5

5. ZÁVĚR

V této práci byly zpracovány a vypočteny batygrafické čáry, výpočty zásobního objemu nádrže pro měnící se nalepšený odtok O_p a maximální povolený odběr, který se mění v závislosti na součiniteli nalepšení α .

Dimenzování spodních výpustí bylo provedeno na maximální otevření jedné výpusti, druhá výpust' bude sloužit jako rezervní, která bude fungovat při případné poruše hlavní výpusti.

Pro profil A (Morava+Krupá) je $MZP=1,226 \text{ m}^3/\text{s}$, maximální povolený odběr tedy vychází $1,635 \text{ m}^3/\text{s}$. Objem nádrže je $72\,316\,262 \text{ m}^3$. DN spodních výpustí byla navržena na 1500 mm, z výpočtů pak vychází, že doba vypouštění je při této světlosti 17 dnů s uvažováním přítoku do nádrže $Q_a=4,087 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pro profil B (Krupá) je $MZP=0,647 \text{ m}^3/\text{s}$, maximální povolený odběr tedy vychází $0,862 \text{ m}^3/\text{s}$. Objem nádrže je $37\,696\,845,25 \text{ m}^3$. DN spodních výpustí byla navržena na 1200 mm, z výpočtů pak vychází, že doba vypouštění je při této světlosti 12 dnů s uvažováním přítoku do nádrže $Q_a=2,156 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pro profil C (Morava) je $MZP=0,579 \text{ m}^3/\text{s}$, maximální povolený odběr tedy vychází $0,773 \text{ m}^3/\text{s}$. Objem nádrže je $34\,629\,685,5 \text{ m}^3$. DN spodních výpustí byla navržena na 1200 mm, z výpočtů pak vychází, že doba vypouštění je při této světlosti 17 dnů s uvažováním přítoku do nádrže $Q_a=1,931 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cílem bakalářské práce bylo stanovení zásobního objemu nádrže Hanušovice. Řešení ochranné funkce nádrže je v této fázi provedeno jen zjednodušeně. Pro stanovení objemu retenčního prostoru byl použit podklad teoretické povodňové vlny Q_{100} . Ten byl získán jako příloha v grafickém i početním řešení od ČHMÚ, pobočka Ostrava. Pro profil B na řece Krupé je retenční prostor $13,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, pro profil C na řece Moravě $9,07 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ a pro profil A na soutoku těchto dvou řek $22,97 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. S předběžných výpočtů je však jasné, že retenční objem může být navýšen i pro objemy vyšší než u návrhového hydrogramu. Zde je pak nutné brát v úvahu i ekonomické aspekty vodohospodářského řešení nádrže Hanušovice. Maximální doba vypouštění nádrže je 30 dnů. Návrh spodních výpustí vychází značně pod touto hodnotou. Manipulací (uzavíráním, otevíráním) výpustí lze tuto dobu prodloužit, příp. zkrátit. Doba vypouštění bude ovlivňována požadavky provozovatele nádrže a únosností hráze a kapacitou koryta toku pod nádrží.

Práce do budoucna je tedy jasná. Půjde především o detailní návrh ochranné funkce nádrže a ekonomiku celého návrhu. Dále může přicházet v potaz zvažování výpočtu nádrže v umělých průtokových řadách, resp. hydrologických vstupů upravených podle aktuálních verzí klimatických scénářů.

6. POUŽITÁ LITERATURA

[1] <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/15-let-od-povodni-1997/>

[2] M. Starý, Nádrže a vodohospodářské soustavy, Education Tutorial, Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Brno 2006

[3] <http://www.hanusovice.info/>

[4]

http://www.hanusovice.info/e_download.php?file=data/editor/224cs_2.pdf&original=Textov%C3%A1+%C4%8D%C3%A1st+-+od%C5%AFvodn%C4%9Bn%C3%AD.pdf

[5] http://voda.chmi.cz/sucho_2013/prezentace_pdf/Sucho_C1_Balvin.pdf

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ukázka výpočtu batygrafických čar.....	12
Tabulka 2 - Ukázka výpočtu zásobního objemu nádrže.....	13
Tabulka 3 - Ukázka výpočtu prázdnění nádrže a dimenze výpustí.....	14
Tabulka 4 - N-leté průtoky - Krupá.....	17
Tabulka 5 - m-denní průtoky - Krupá	17
Tabulka 6 - N-leté průtoky - Morava	19
Tabulka 7 - m-denní průtoky - Morava	19
Tabulka 8 - N-leté průtoky - Raškov.....	21
Tabulka 9 - m-denní průtoky - Raškov	21
Tabulka 10 - Batygrafické čáry – profil A	26
Tabulka 11 - Batygrafické čáry – profil B	28
Tabulka 12 - Batygrafické čáry – profil C	30
Tabulka 13 - Profil A - Úloha typu 1	31
Tabulka 14 - Profil B - Úloha typu 1	32
Tabulka 15 - Profil C - Úloha typu 1	33
Tabulka 16 - Dimenzování výpustí - profil A.....	49
Tabulka 17 - Dimenzování výpustí - profil B	50
Tabulka 18 - Dimenzování výpustí - profil C	51
Tabulka 19 - Odběry	56

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Ukázka stanovení zásobního objemu pomocí ZFN.....	13
Obrázek 2 – Návrhový povodňový hydrogram - Habartice	18
Obrázek 3 – Návrhový povodňový hydrogram – Vlaské.....	20
Obrázek 4 – Mapa umístění nádrže Hanušovice	23
Obrázek 5 - Mapa umístění nádrže Hanušovice 2.....	23
Obrázek 6 - Umístění jednotlivých profilů nádrže	24
Obrázek 7 - Zatopené plochy nádrže - profil A	25
Obrázek 8 - Zatopené plochy nádrže - profil B.....	27
Obrázek 9 - Zatopené plochy nádrže - profil C.....	29
Obrázek 10 - $V_z (O_p=0,0)$ - profil A.....	34
Obrázek 11 - $V_z (O_p=0,409)$ - profil A.....	34
Obrázek 12 - $V_z (O_p=0,818)$ - profil A.....	35
Obrázek 13 - $V_z (O_p=1,226)$ - profil A.....	35
Obrázek 14 - $V_z (O_p=1,635)$ - profil A	36
Obrázek 15 – $V_z (O_p=2,044)$ – profil A	36
Obrázek 16 - $V_z (O_p=2,453)$ - profil A.....	37
Obrázek 17 - $V_z (O_p=2,861)$ - profil A.....	37
Obrázek 18 - $V_z (O_p=3,27)$ - profil A.....	38
Obrázek 19 - $V_z (O_p=3,679)$ - profil A.....	38
Obrázek 20 - $V_z (O_p=0,0)$ - profil B	39
Obrázek 21 - $V_z (O_p=0,216)$ - profil B	39
Obrázek 22 - $V_z (O_p=0,431)$ - profil B	40
Obrázek 23 - $V_z (O_p=0,647)$ - profil B	40
Obrázek 24 - $V_z (O_p=0,863)$ - profil B	41
Obrázek 25 - $V_z (O_p=1,078)$ - profil B	41
Obrázek 26 - $V_z (O_p=1,294)$ - profil B	42
Obrázek 27 - $V_z (O_p=1,509)$ - profil B	42
Obrázek 28 - $V_z (O_p=1,725)$ - profil B	43
Obrázek 29 - $V_z (O_p=1,941)$ - profil B	43
Obrázek 30 - $V_z (O_p=0,0)$ - profil C	44
Obrázek 31 - $V_z (O_p=0,193)$ - profil C	44
Obrázek 32 - $V_z (O_p=0,386)$ - profil C	45

Obrázek 33 - V_z ($O_p=0,579$) - profil C	45
Obrázek 34 - V_z ($O_p=0,773$) - profil C	46
Obrázek 35 - V_z ($O_p=0,966$) - profil C	46
Obrázek 36 - V_z ($O_p=1,159$) - profil C	47
Obrázek 37 - V_z ($O_p=1,352$) - profil C	47
Obrázek 38 - V_z ($O_p=1,545$) - profil C	48
Obrázek 39 - V_z ($O_p=1,738$) - profil C	48
Obrázek 40 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=2,452$)	52
Obrázek 41 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=2,861$)	52
Obrázek 42 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil A ($O_p=3,27$)	53
Obrázek 43 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,294$)	53
Obrázek 44 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,509$)	54
Obrázek 45 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil B ($O_p=1,725$)	54
Obrázek 46 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,159$)	55
Obrázek 47 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,352$)	55
Obrázek 48 - Vodohospodářské schéma nádrže - profil C ($O_p=1,545$)	56

Seznam grafů

Graf 1 - Batygrafické čáry - profil A.....	26
Graf 2 - Batygrafické čáry - profil B.....	28
Graf 3 - Batygrafické čáry - profil C.....	30
Graf 4 - Závislost mezi O_p a V_z – profil A	31
Graf 5 - Závislost mezi O_p a V_z - profil B.....	32
Graf 6 - Závislost mezi O_p a V_z - profil C.....	33