

**VD HNĚVKOVICE – ZABEZPEČENÍ VD PŘED ÚČINKY
VELKÝCH VOD:**

**PŘEHLED ČINNOSTÍ VEDOUCÍCH K VARIANTĚ OBSAŽENÉ
V DSP**

STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

Přehled činností vedoucích k variantě obsažené v DSP

DATUM:

6/2017



POVODÍ VLTAVY, STÁTNÍ PODNIK



HYDROPRO CZ

Ing. Filip Kysnar, Ph.D.
Boženy Němcové 12/2, České Budějovice 1
www.hydropro.cz

ČÍSLO ZAKÁZKY: 17-013-0100
ARCHIVNÍ ČÍSLO: 000001/17/013

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ÚPLNÝ NÁZEV AKCE (PROJEKTU):

VD HNĚVKOVICE – ZABEZPEČENÍ VD PŘED ÚČINKY VELKÝCH VOD:
PŘEHLED ČINNOSTÍ VEDOUCÍCH K VARIANTĚ OBSAŽENÉ V DSP

DATUM:

6/2017

PODNÁZEV:

STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

OBJEDNATEL:

Povodí Vltavy, státní podnik

ADRESA:

Holečkova 3178/8, 150 00 Praha 5 - Smíchov

ZHOTOVITEL:

Ing. Filip Kysnar, Ph.D. – HYDROPRO CZ

ADRESA:

Boženy Němcové 12/2, 370 01 České Budějovice 1

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

strana

1	Úvodní údaje, předmět a účel předkládané dokumentace.....	6
2	Identifikační údaje akce, investora a zhotovitele	6
3	Seznam zkratk	7
4	Přehled podkladů	8
4.1	Soupis hlavních stupních podkladů.....	8
4.2	Rešerše vstupních podkladů	8
4.2.1	Hydrologická studie pro VD Hněvkovice stanovující TPV $Q_{10\,000}$	9
4.2.2	Ověření konzumních křivek na fyzikálním modelu	9
4.2.3	Hydrologická studie odvození průběhu TPV pro $Q_{1\,000}$	10
4.2.4	Studie proveditelnosti zabezpečení VD před účinky velkých vod z roku 2015.....	10
4.2.5	Aktualizace fyzikálního modelového výzkumu z 2016	11
4.2.6	Dokumentace pro stavební povolení	12
5	Popis technických variant posuzovaných ve Studii proveditelnosti.....	14
5.1	Varianta 1 – Zkapacitnění současných přelivů	14
5.1.1	Technické řešení	14
5.1.2	Hydraulické parametry	15
5.1.3	Ekonomické zhodnocení	15
5.1.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	15
5.2	Varianta 2 – Dodatečná výstavba šachtového přelivu	16
5.2.1	Technické řešení	16
5.2.2	Hydraulické parametry	16
5.2.3	Ekonomické zhodnocení	16
5.2.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	16
5.3	Varianta 3 – Nový hrazený bezpečnostní přeliv na levém břehu	17
5.3.1	Technické řešení	17
5.3.2	Hydraulické parametry	17
5.3.3	Ekonomické zhodnocení	18
5.3.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	18
5.4	Varianta 4 – Nový nehrazený bezpečnostní přeliv na pravém břehu	18
5.4.1	Technické řešení	18
5.4.2	Hydraulické parametry	19
5.4.3	Ekonomické zhodnocení	19
5.4.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	19
5.5	Varianta 5 – Nový hrazený bezpečnostní přeliv na pravém břehu	20
5.5.1	Technické řešení	20
5.5.2	Hydraulické parametry	20
5.5.3	Ekonomické zhodnocení	21
5.5.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	21
5.6	Varianta 6 – Úprava konstrukce plavební komory formou předsazeného uzávěru	21
5.6.1	Technické řešení	21
5.6.2	Hydraulické parametry	21
5.6.3	Ekonomické zhodnocení	22
5.6.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	22
5.7	Varianta 7 – Úprava konstrukce plavební komory a výměna dolních vrat....	22
5.7.1	Technické řešení	22
5.7.2	Hydraulické parametry	23
5.7.3	Ekonomické zhodnocení	23
5.7.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	23
5.8	Varianta 8 – Zvýšení kapacity objektu plavební komory	24

5.8.1	Technické řešení	24
5.8.2	Hydraulické parametry	24
5.8.3	Ekonomické zhodnocení	25
5.8.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	25
5.9	Varianta II – Převádění povodňových průtoků přes plavební komoru a zvýšení kapacity bezpečnostního přelivu	25
5.9.1	Technické řešení	25
5.9.2	Hydraulické parametry	25
5.9.3	Ekonomické zhodnocení	26
5.9.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	26
6	Popis technického návrhu uvedeného v DSP	27
6.1	Analýza technického návrhu	27
6.2	Popis technického řešení v DSP	29
6.2.1	Technické řešení	30
6.2.2	Hydraulické parametry	31
6.2.3	Ekonomické zhodnocení	31
6.2.4	Zhodnocení pozitiv a negativ varianty	31
6.3	Organizace výstavby	32
6.3.1	Dopravní omezení	32
6.3.2	Provozní omezení	33
7	Přílohy	35
7.1	Obecné výstupy – N-leté průtoky grafická interpretace	35
7.2	Obecné výstupy – Průběhy teoretické povodňové vlny s kulminačním průtokem s pravděpodobností překročení $pQ=0,0001$	36
7.3	Obecné výstupy – Průběhy teoretické povodňové vlny s kulminačním průtokem s pravděpodobností překročení $pQ=0,001$	37
7.4	Obecné výstupy – Čára zatopených ploch	37
7.5	Obecné výstupy – Čára zatopených objemů	38
7.6	Obecné výstupy – Konzumční křivka N-letých vod dolní vody	39
7.7	Modelový výzkum 2013 – Situační zakres poloh měření hladin – Varianta II	40
7.8	Modelový výzkum 2013 – Konzumční křivka VD Hněvkovice – Varianta II ..	41
7.9	Modelový výzkum 2013 – Zatížení středního přelivného bloku přepadovým paprskem – Varianta II	42
7.10	Modelový výzkum 2013 – Vliv dolní hladiny na měřené hodnoty tlaků – Varianta II	43
7.11	Modelový výzkum 2016 – Situační zakres poloh měření hladin	44
7.12	Modelový výzkum 2016 – Porovnání konzumčních křivek VD Hněvkovice pro různé úpravy horního záporníku	45
7.13	Modelový výzkum 2016 – Průběh hladiny v horní vodě PK při horním záporníku na 353,60	46
7.14	Modelový výzkum 2016 – Průběh hladiny v horní vodě PK při horním záporníku na 354,60	47
7.15	Modelový výzkum 2016 – Průběh hladiny v horní vodě PK při horním záporníku na 355,60	48
7.16	Modelový výzkum 2016 – Průběh hladiny v horní vodě PK při horním záporníku na 356,60	49
7.17	Modelový výzkum 2016 – Průběh hladiny v horní vodě PK při horním záporníku na 357,60	50
7.18	Modelový výzkum 2016 – konzumční křivka při záporníku horní ohlavi na 359,60	51
7.19	Studie proveditelnosti – Varianta 1 – Situace	52
7.20	Studie proveditelnosti – Varianta 1 – Konzumční křivka	53
7.21	Studie proveditelnosti – Varianta 3 – Situace	54
7.22	Studie proveditelnosti – Varianta 3 – Konzumční křivka	55
7.23	Studie proveditelnosti – Varianta 4 – Situace	56

7.24	Studie proveditelnosti – Varianta 4 – Konzumční křivka	57
7.25	Studie proveditelnosti – Varianta 5 – Situace	58
7.26	Studie proveditelnosti – Varianta 5 – Konzumční křivka	59
7.27	Studie proveditelnosti – Varianta 6 – Půdorys	60
7.28	Studie proveditelnosti – Varianta 6 – Konzumční křivka	61
7.29	Studie proveditelnosti – Varianta 7 – Půdorys	62
7.30	Studie proveditelnosti – Varianta 7 – Konzumční křivka	63
7.31	Studie proveditelnosti – Varianta 8 – Půdorys	64
7.32	Studie proveditelnosti – Varianta 8 – Konzumční křivka	65
7.33	Studie proveditelnosti – Varianta II – Situace	66
7.34	Studie proveditelnosti – Varianta II – Konzumční křivka	67

1 ÚVODNÍ ÚDAJE, PŘEDMĚT A ÚČEL PŘEDKLÁDANÉ DOKUMENTACE

Tato dokumentace byla zpracována na základě smlouvy o dílo č. objednatele 1102//2017, resp. č. zhotovitele 17-013-0100 ze dne 24. 5. 2017 uzavřené mezi Povodím Vltavy, státní podnik (dále PVL) a společností HYDROPRO CZ (dále HDP).

Předmětem plnění je zpracování dokumentace popisující a shrnující činnosti v rámci dosavadní přípravy akce „VD Hněvkovice – zabezpečení VD před účinky velkých vod“ vedoucí k variantě rozpracované v rámci dokumentace pro stavební povolení (dále jen DSP) zpracované firmou Sweco Hydroprojekt, a.s. v 11/2016.

Předpokládaný rozsah dokumentace:

- uvedení výsledků modelových výzkumů provedených za účelem ověření konzumní křivky VD a za účelem ověření návrhů ze studie proveditelnosti akce,
- uvedení výsledků variant studie proveditelnosti (Sweco Hydroprojekt, a.s., 05/2015),
- uvedení výsledků výsledné varianty řešené v rámci DSP,
- uvedení parametrů alternativních variant pro řešení v rámci DSP (tj. úprava jednoho přelivného pole a úprava tří přelivných polí stávajícího bezpečnostního přelivu).

2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE AKCE, INVESTORA A ZHOTOVITELE

Název akce:	VD Hněvkovice – zabezpečení VD před účinky velkých vod: Přehled činností vedoucích k variantě obsažené v DSP
Místo:	VD Hněvkovice – ř. km 210,390
Kraj	Jihočeský
Stupeň dokumentace:	Přehled činností vedoucích k variantě obsažené v DSP
Objednatel:	Povodí Vltavy, státní podnik Holečkova 3178/8 150 00 Praha 5 – Smíchov IČ:70889953 DIČ: CZ70889953 Ing. Ondřej Hrazdira – oprávněn technicky jednat
Zpracovatel dokumentace:	Ing. Filip Kysnar, Ph.D. – HYDROPRO CZ Boženy Němcové 12/2, 370 01 České Budějovice IČ:05691877 Ing. Filip Kysnar, Ph.D. – (HIP) oprávněn technicky jednat
Termín zpracování dokumentace:	06/2017

3 SEZNAM ZKRATEK

Pro lepší orientaci v předkládaném textu je níže uveden seznam použitých zkratk:

BP	Bezpečnostní přeliv
CHMU	Český hydrometeorologický ústav
ČS	Čerpací stanice (Jaderné elektrárny Temelín)
DMR 5g	Digitální model reliéfu 5. generace
DOP	Dolní okrajová podmínka matematického modelu
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DV	Dolní voda
HDP	HYDROPRO CZ
HOP	Horní okrajová podmínka matematického modelu
HV	Horní voda
KK	Konzumční křivka
KMH	Kontrolní maximální hladina
LB	Levý břeh
MBH	Mezní bezpečná hladina
MŘ	Manipulační řád vodního díla
PB	Pravý břeh
PK	Plavební komora
PS	Provozní soubor
PVL	Povodí Vltavy, státní podnik
ŘVC	ŘVC ČR (Ředitelství vodních cest České republiky)
SHDP	Sweco Hydroprojekt a.s. (dříve Hydroprojekt CZ a.s.)
SO	Stavební objekt
SoD	Smlouva o dílo
SPS	Státní plavební správa
TBD	Vodní díla-TBD a.s.
VD	Vodní dílo
VE	Vodní elektrárna
VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.
VUV	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka veřejná výzkumná instituce
ŽP	Odbor životního prostředí místně příslušného stavebního úřadu

4 PŘEHLED PODKLADŮ

4.1 SOUPIS HLAVNÍCH STUPNÍCH PODKLADŮ

Soupis hlavních vstupních podkladů představuje výčet stěžejních podkladů, z nichž je v rámci předkládané dokumentace obsahově čerpáno. Celkový seznam vstupních podkladů použitý v rámci dílčích dokumentací je mnohem širší a je uveden v příslušných seznamech vstupních podkladů níže uvedených dokumentací.

- [1] Šourek, M. a kol.: Vodní dílo Hněvkovice – Kořensko, Prováděcí projekt, Hydroprojekt, Praha, 08/1986
- [2] Dolejší, Z.; Endlicher, J.: Manipulační řád pro vodní díla Hněvkovice (ř. km 210,390) Kořensko (ř. km 200,405) na Vltavě, VD TBD a.s. & Povodí Vltavy, s.p., České Budějovice, 03/2014
- [3] Kocourková, H.; Polcar, P.: Hydrologická studie pro vodní dílo Hněvkovice – Průběhy teoretických povodňových vln s kulminačním průtokem s pravděpodobností překročení $p_Q=0,0001$ a s podmíněnými pravděpodobnostmi překročení objemu, ČHMÚ, České Budějovice, 10/2010
- [4] Motl, O.; Šepelák, J.: VD Hněvkovice – Ověření konzumních křivek na fyzikálním modelu, VÚV TGM v.v.i., Praha, 10/2013
- [5] Boháč, M.; Kulasová, B.: Hydrologická studie – Odvození průběhu teoretických povodňových vln s pravděpodobností kulminačního průtoku $p_Q=0,001$ VD Hněvkovice-Vltava, ČHMÚ, Praha-Komořany, 03/2015
- [6] Kysnar, F. a kol.: VD Hněvkovice, zabezpečení VD před účinky velkých vod, Studie proveditelnosti, Sweco Hydroprojekt a.s., 09/2015
- [7] Bagal, Z., Balvín, P., Hlom, J.: Aktualizace fyzikálního modelového výzkumu provedené na VUV TGM v.v.i., 06/2016
- [8] Kysnar, F. a kol.: VD Hněvkovice, zabezpečení VD před účinky velkých vod, Dokumentace pro stavební povolení, Sweco Hydroprojekt a.s., 11/2016

4.2 REŠERŠE VSTUPNÍCH PODKLADŮ

Z výše uvedeného soupisu hlavních vstupních podkladů je v následujících kapitolách uvedena stručná rekapitulace náplně jednotlivých dokumentů. Cílem popisu není komplexně formulovat veškeré posuzované varianty, postupy výpočtu či závěry, ale přehledně a stručně identifikovat cíle, pro které byly dílčí dokumentace zpracovávány a uvést jaké výstupní závěry byly následně aplikovány při zpracování dokumentace pro stavební povolení.

Samostatnou dokumentací ve výčtu hlavních vstupních údajů je původní projektová dokumentace z doby výstavby vodního díla. Tato dokumentace není v následujících kapitolách detailně rozebírána, neboť se předpokládá, že náplň realizační dokumentace je všeobecně známa. Cílem studia realizační dokumentace (jak z doby výstavby, tak z doby dokončení plavební cesty) bylo seznámení se s jednotlivými návrhovými aspekty vodního díla, technickým řešením a dílčími technickými vazbami mezi jednotlivými konstrukcemi.

Obdobně je v rámci rešerše vstupních podkladů přistoupeno k hodnocení a popisu manipulačního řádu. Účel dokumentu manipulačního řádu je obecně znám odborné veřejnosti a není proto nutné popisovat, co je v rámci manipulačního řádu řešeno. Postačí jen, že z hlediska hlavní formulace vstupních dat použitých v technické dokumentaci byly využity údaje charakteristiky nádrže s adekvátním doplněním hodnot využívající mapového podkladu DMR 5g.

4.2.1 HYDROLOGICKÁ STUDIE PRO VD HNĚVKOVICE STANOVUJÍCÍ TPV $Q_{10\,000}$

Již v září 2010 byla ČHMÚ pobočkou v Českých Budějovicích zpracována pro profil VD Hněvkovice na Vltavě studie nazvaná „Průběh teoretických povodňových vln s kulminačním průtokem s pravděpodobností překročení $pQ = 0,0001$ a s podmíněnými pravděpodobnostmi překročení objemu“.

Vlastnímu odvození teoretických povodňových vln předcházela příprava vstupních dat s využitím archivních materiálů (historické ročenky, měsíční vodočetné zprávy, limnigrafy). K odvození teoretických povodňových vln pro VD Hněvkovice bylo použito pozorování z vodoměrných stanic České Budějovice a Hluboká nad Vltavou. Pro vytvoření kompletního souboru povodňových průtoků byla využita všechna data od roku 1900 do roku 2009, tj. 110-letá řada jak pro letní, tak zimní soubor průtokových stavů. Navíc byly k dispozici údaje o povodních ze září 1890 a 1899. Všechny průtoky z období po 1960 byly očištěny od vlivu VD Lipno. Do přípravy vstupních dat byla zahrnuta detailní analýza průběhu dvojvlny největší pozorované povodně z roku 2002, zahrnující transformační efekt budějovické pánve se zohledněním bilančního výpočtu průchodu vlny vodní nádrží Hněvkovice.

V průběhu postupu zpracování vstupních dat byla analyzována sezonalita průtokového režimu s následným odvozením kulminačních průtoků pro požadovanou pravděpodobnost překročení. Pro profil VD Hněvkovice je za letní pololetí odvozena hodnota $Q_{10\,000} = 2\,600\text{ m}^3/\text{s}$. Následně byl proveden výpočet regresního vztahu mezi odtokovou výškou daného trvání a výškou odtoku v hodině kulminace a stanovením průběhu teoretických vln s objemem určeným podle regresního vztahu. Následnou analýzou odchylek pozorovaných odtokových výšek od regresních odhadů bylo provedeno stanovení průběhu teoretických povodňových vln s objemem zvolené podmíněné pravděpodobnosti překročení. Na základě zkušeností zpracovatelů byly vybrány podmíněné pravděpodobnosti objemu $ppW = 0,4$ (40%) a $ppW = 0,5$ (50%). Po vyhlazení tvaru povodňových vlny byly tyto záznamy teoretických povodňových vln extrapolovány z profilu Hluboká nad Vltavou do profilu VD Hněvkovice. Objem TPV při $ppW = 0,4$ byl vyčíslen hodnotou 566 mil. m^3 , zatímco při $ppW = 0,5$ je 530,4 mil. m^3 .

Pro následné zpracování technických návrhů a výpočtu transformace povodňové vlny byla použita TPV se stanovením kulminační hodnoty průtoku $2\,600\text{ m}^3/\text{s}$ a podmíněnou pravděpodobností překročení objemu $ppW = 0,4$.

4.2.2 OVĚŘENÍ KONZUMČNÍCH KŘIVEK NA FYZIKÁLNÍM MODELU

Cílem výzkumu zpracovaném v říjnu 2013 bylo na vybudovaném hydraulickém modelu vyšetřit souhrnnou konzumční křivku bezpečnostních přelivů při plném otevření segmentových uzávěrů a konzumční křivku přeléváných konstrukcí plavební komory až do úrovně mostovky vodního díla, a to pro různé zadané úrovně hladiny vody v korytě pod vodním dílem. Součástí výzkumu bylo dále zjištění hodnot tlaku přetížení přelivných bloků od přepadající vody, typu vodního skoku pod vodním dílem a vlivu dolní hladiny na zatížení vodního díla. Zpracovatelem veškerých prací na fyzikálním modelu byly pracovníci VUV TGM v.v.i.

Proveření dané problematiky zahrnovalo výstavbu fyzikálního modelu celého vodního díla a přilehlých partií jak v prostoru nádrže, tak dispozičních parametrů koryta vodního toku Vltavy pod vodním dílem. Pro daný model umístěný v dolní hale malé hydraulické laboratoře bylo zvoleno měřítko geometrické podobnosti $M_l = 50$. Celková délka modelu byla 8,8 m (odpovídá ve skutečnosti 440 m), šířka modelu 3,6 m (odpovídá 180 m).

Vlastní měření konzumční křivky a doprovodných měření na fyzikálním modelu bylo rozděleno do dvou variant. Ve variantě I nebylo do konstrukce vodního díla jakkoliv zasahována. Voda tak při vystoupání nad hladinu 372,60 začala nekontrolovatelně přepadat otvory v hrázi. Naproti tomu ve variantě II byly veškeré prostupy nad úrovní 372,60 dočasně zaslepeny a tím byla vyšetřena konzumční křivka bezpečnostního přelivu neovlivněného tvarovým řešením mezi korunou hráze a mostovkou silnice. Součástí obou variant bylo vyhodnocení tlakových poměrů na středním přelivném bloku a citlivostní analýza naměřených hodnot konzumční křivky ve vztahu ke zvoleného dolní okrajové podmínce, tj. hladině dolní vody. Nezanedbatelným přínosem výstupů měření na fyzikálním modelu byl situační zakres hladin v prostoru přilehlém k vodnímu dílu, čerpací stanici a v prostoru nádrže vodního díla. Z uvedených situačních záznamů

naměřených poloh hladin bylo zjevné významné ovlivnění průběhu hladin v důsledku deprese hladiny přepadajícího paprsku vody přes bezpečnostní přeliv vodního díla.

Z hlediska doprovodných činností prováděných na fyzikálním modelu lze konstatovat, že od průtoku $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ dochází v horní části přelivné plochy k mírnému zvýšení podtlaků od přepadajícího paprsku. Charakter vodního skoku při převádění povodňového průtoku pouze přes objekt bezpečnostního přelivu a částečně přes objekt plavení komory zůstal nezměněn a ve všech případech se jednalo o vodní skok vzdutý. Hodnota provzdušnění proudu vody nebyla měřena a byla odhadnuta v rozmezí 5 – 10% v závislosti na převáděném průtoku. Ve vztahu k prověření citlivosti volby výškového nastavení dolní okrajové podmínky lze konstatovat, že na hladinu v nádrži nemá volba hladin dolní vody v posuzovaném rozmezí žádný vliv.

Ve vazbě na navazující projektové úkoly technického řešení zabezpečení vodního díla bylo v součinnosti s objednatелеm akce rozhodnuto, že pro další činnosti budou využity výsledky měření na fyzikálním modelu pouze pro variantu II, tj. se zahrnutím předpokladu nepřevádění části povodňových průtoků otvory v profilu VD Hněvkovice mezi korunou hráze a mostovkou. Z konzumní křivky je zřejmé, že při dosažení hladiny na úrovni plata PK, resp. koruny hráze (372,60) byla hodnota převáděného množství vyčíslena hodnotou $1\,700 - 1\,770 \text{ m}^3/\text{s}$. Hodnota $Q_{10\,000}$ tj. při průchodu průtoku $2\,600 \text{ m}^3/\text{s}$ byla naměřena hladina na úrovni 374,92 m n. m. Maximální kapacita profilu vodního díla Hněvkovice po dosažení úrovně mostovky na úrovni 376,32 je $3\,190 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2.3 HYDROLOGICKÁ STUDIE ODVOZENÍ PRŮBĚHU TPV PRO $Q_{1\,000}$

V rámci hydrologické studie zpracované ČHMÚ v březnu 2015 byly pro profil VD Hněvkovice na Vltavě odvozeny průběhy teoretických povodňových vln s kulminačním průtokem $Q_{1\,000}$ (s pravděpodobností překročení $pQ=0,001$) a podmíněnými pravděpodobnostmi překročení objemu $ppW = 0,4$ a $ppW = 0,5$.

K odvození teoretických povodňových vln pro VD Hněvkovice bylo použito pozorování z vodoměrných stanic České Budějovice a Hluboká nad Vltavou. Jako základ pro rekonstrukci řad průtoků byla využita stanice Hluboká. Chybějící časové úseky před zahájením a po ukončení jejího provozu byly doplněny z pozorování v Českých Budějovicích. Průměrné denní průtoky jsou v databázi ČHMÚ k dispozici ve stanici Hluboká nad Vltavou za období 1941 – 1991, ve stanici České Budějovice za období 1989 – 2013.

Součástí hydrologické studie bylo posouzení sezonality průtokového režimu a odvození kulminačních průtoků pro požadovanou pravděpodobnost překročení. V profilu VD Hněvkovice byla za letní pololetí odvozena výsledná hodnota $Q_{1\,000} = 1650 \text{ m}^3/\text{s}$. Hodnota kulminačního průtoku za zimní pololetí vyčíslená hodnotou $Q_{1\,000} = 665 \text{ m}^3/\text{s}$ podporuje rozhodnutí odvozovat teoretické povodňové vlny pouze pro letní sezónu. Následně byly formou regresního vztahu mezi odtokovou výškou daného trvání a výškou odtoku v hodině kulminace odvozeny objemové parametry teoretické povodňové vlny. V závěru hydrologické studie byly vytvořeny průběhy letních teoretických povodňových vln s kulminačním průtokem $Q_{1\,000}$ a podmíněnými pravděpodobnostmi překročení objemu $ppW = 0,5$ a $0,4$.

Pro následné zpracování technických návrhů byly stěžejním výstupem kvantifikace hodnoty kulminačního průtoku hodnotou $Q_{1\,000} = 1650 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2.4 STUDIE PROVEDITELNOSTI ZABEZPEČENÍ VD PŘED ÚČINKY VELKÝCH VOD Z ROKU 2015

V lednu 2015 bylo investorem zadáno zpracování variantní studie. Cílem studie bylo navrhnout taková technická opatření, kterými bude zajištěno bezpečné převedení kontrolní povodně přes VD Hněvkovice. Navrhovaná opatření lze docílit buď snížením úrovně kontrolní maximální hladiny (dále KMH) pod současnou maximální bezpečnou hladinu (dále MBH), tj. zkapacitněním zařízení pro převádění povodňových průtoků nebo zvýšením úrovně MBH nad současnou KMH, tj. zajištěním stability tělesa hráze. V rámci navrhovaných opatření byly současně řešeny také úpravy stávající konstrukce, kterými bude zamezeno vnikání vody do

tělesa hráze a do průjezdu na pravém břehu. Všechny navrhované varianty technických opatření vedoucí k zabezpečení VD Hněvkovice byly následně indikativně ekonomicky ohodnoceny.

V rámci variant snižující úroveň kontrolní maximální hladiny byly prověřeny níže uvedené návrhy:

- Varianta 1 – Zkapacitnění současných přelivů
- Varianta 2 – Dodatečná výstavba šachtového přelivu
- Varianta 3 – Nový hrazený bezpečnostní přeliv na levém břehu
- Varianta 4 – Nový nehrazený bezpečnostní přeliv na pravém břehu
- Varianta 5 – Nový hrazený bezpečnostní přeliv na pravém břehu
- Varianta 6 – Úprava konstrukce plavební komory formou předsazeného uzávěru
- Varianta 7 – Úprava konstrukce plavební komory a výměna dolních vrat
- Varianta 8 – Zvýšení kapacity objektu plavební komory

V rámci variant zvyšující úroveň mezní bezpečné hladiny byly prověřeny níže uvedené návrhy:

- Varianta A – Kotvení hrázových bloků do podloží
- Varianta B – Přetížení tělesa hráze
- Varianta C – Zamezení vztlaků na základovou spáru tělesa hráze

V průběhu projednání dílčích výstupů navrhovaných opatření s investorem byl původní rozsah rozšířen o tzv. kombinované varianty. V rámci tohoto rozšíření byly zpracovány tyto varianty technického návrhu:

Varianta I – Převádění povodňových průtoků přes plavební komoru s doprovodným kotvením

Varianta II – Převádění povodňových průtoků přes plavební komoru a zvýšení kapacity bezpečnostního přelivu.

Již na základě zhodnocení základního kritéria, kterým je zajištění požadovaného převedení kontrolní povodně, resp. zajištění zvýšení MBH bylo možno vyloučit varianty 2, 6 a 7, kterými nebylo dosaženo požadované kapacity upraveného konstrukce vodního díla. Následně v průběhu projednání koncepce přístupu k řešení problematiky zabezpečení vodního díla bylo ze strany investora rozhodnuto varianty zvyšující MBH dále nesledovat a věnovat se pouze variantám zvyšující KMH.

Do vlastního procesu výběru vhodných variant bylo zohledněno ekonomické hledisko předpokládaných investičních nákladů jednotlivých variant návrhu. Zejména v případě Variant 1, 3, 4 a 5 přesunuly výsledné ekonomické hodnoty posuzované technické návrhy do souboru ekonomicky neefektivních a dále nesledovaných variant.

Z výše uvedeného je zřejmé, že kritickou analýzou výběru optimální varianty byla vybrána pouze ta technická řešení, která byla řešena v rámci Varianty 8, resp. Varianty II. Právě tyto varianty se staly předmětem další analýzy a simulace na fyzikálním modelu. Přestože obě tyto varianty i na základě měření v laboratoři splňují požadované zadání zabezpečení vodního díla, bylo v případě Varianty 8 od technického řešení ustoupeno z důvodu poměrně bouřlivému charakteru proudění v prostoru plavební komory a oprávněnému riziku doprovodných negativních dopadů na stávající konstrukce vodního díla.

Závěrem studie proveditelnosti byla identifikace optimální varianty technického návrhu kombinující úpravu konstrukce bezpečnostního přelivu a plavební komory s cílem zvýšení celkové průtočné kapacity profilu vodní díla Hněvkovice. Studie proveditelnosti se následně stala jedním z podkladů pro formulaci zadání doplňkového fyzikálního výzkumu VD Hněvkovice.

4.2.5 AKTUALIZACE FYZIKÁLNÍHO MODELOVÉHO VÝZKUMU Z 2016

Na výzkumný úkol z října 2013 bylo v laboratořích VUV TGM navázáno doplňující činností, v rámci které byly provedeny další práce související s návrhem rekonstrukce VD Hněvkovice. Cílem výzkumu bylo proměření dalších veličin na základě předchozích výsledků výzkumu a ve vazbě na výstupy Studie proveditelnosti [6].

V samotném úvodu prací bylo provedeno prověření možnosti převádění části povodňového průtoku přes objekt plavební komory, jejíž průtoková kapacita byla upravena instalací třech nátokových oken umístěných v levé zdi PK dle Studie proveditelnosti [6] a popisu Varianty 8. Bylo ověřeno, že průtokové poměry v objektu PK lze charakterizovat jako velmi bouřlivé a na základě vizuálního pozorování charakteru proudění bylo po dohodě investora se zpracovatelem modelového výzkumu od této varianty zkapacitnění PK upuštěno. Výstupní hodnoty, jakožto formulace postupu simulačních prací nebyly do finální podoby zprávy modelového výzkumu zahrnuty.

Následně byla vyšetřována souhrnné konzumní křivka bezpečnostních přelivů při plném otevření segmentových uzávěrů, zároveň plném otevření dolních a horních vrat plavební komory, přičemž spodní okraj horního záporníku dolních vrat byl upraven na úroveň 364,30. Dále byla prováděna simulace různých výškových úprav dolního záporníku horních vrat od úrovně úplného ubourání až po stav aktuální na vodním díle. Proměřovány byly také hladiny v definovaných bodech modelu při jednotlivých průtocích. Zahrnuty byly i tři body v prostoru osy plavební komory. Celkem byly do výčtu proměřených variant úprav dolního záporníku horních vrat zahrnuty výškové úrovně horního okraje záporníku na 353,60; 354,60; 355,60; 356,60; 357,60 a 359,60. Ve všech variantách úprav záporníku byla vždy měřena souhrnná konzumní křivka plně otevřené plavební komory a plně vyhrazených segmentových uzávěrů na objektu stávajícího bezpečnostního přelivu.

Z výsledků modelového výzkumu lze pak konstatovat, že ani maximální teoretické ubourání dolního záporníku horních vrat při současném plně vyhrazeném bezpečnostním přelivu nedosahuje požadovaných hodnot průtočné kapacity nutné pro převedení $Q_{10\,000}$. Při převádění kontrolního povodňového průtoku dosahuje hladina vody v nádrži hodnot od 372,86 – 373,66 v závislosti na míře úprav betonového záporníku horních vrat. Případné úpravy konstrukce bezpečnostního přelivu za účelem zajištění požadované kapacity profilu vodního díla nebylo součástí simulovaných variant provedených na fyzikálním modelu.

Veškeré simulace byly prováděny za předpokladu zahrazení všech prostupů mezi korunou hráze a mostovkou. Bilanční hodnocení kapacit jednotlivých objektů vodního díla (bezpečnostní přeliv, plavební komora) nebylo do výzkumného úkolu zahrnuto. Analýza kapacit dílčích objektů byla provedena formou konzervativních výpočetních postupů v rámci Dokumentace pro stavební povolení.

Nad rámec požadovaného rozsahu bylo na dotaz projektanta zpětnou analýzou vyhodnocen orientační průběh hladin pod segmentovými uzávěry s konstatováním, že ani při průchodu průtoku $Q_{10\,000}$ nedošlo ke kontaktu horní obálky přepadového paprsku a dolního břitu segmentového uzávěru. Tím bylo verifikováno graficko-výpočetní stanovení předpokládaného průběhu hladin zpracované v rámci DSP a současně vyhodnocení fotografií z povodně 2002 pořízené hrázným vodního díla.

4.2.6 DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

V průběhu dokončovacích prací aktualizace fyzikálního výzkumu bylo ze strany investora formulováno zadání navazující projektové dokumentace a to konkrétně dokumentace pro stavební povolení. Finální dokončení aktualizace fyzikálního výzkumu bylo provedeno na konci června 2016, zatímco dokončení smluvní agenda a vlastní zahájení prací na dokumentaci pro stavební povolení je datováno na polovinu června téhož roku. Tento postup byl zvolen na základě předpokladu volby optimálního technického řešení. Tímto řešením je myšlena snaha zkapacitnit stávající konstrukci bezpečnostního přelivu a současně nově provést taková opatření, kterými bude možno využít převedení části povodňového průtoku přes objekt plavební komory. Je nutno však současně uvést, že zadání technických parametrů úprav stávajících konstrukcí pro následné rozpracování do podrobnosti DSP formulováno nebylo a jejich identifikace byla provedena v rámci analýzy dílčích výstupů fyzikálního modelové výzkumu a znalostní hydrotechnické báze na úrovni jakési vložené studie, která byla provedena v rámci DSP.

Podrobnější popis vlastního procesu vložené studie, na základě které byly formulovány parametry technických úprav vodního díla, je uveden v samostatné kapitole, v rámci které je popsáno navrhované technické řešení vodního díla. Z hlediska finálně zvolených a oboustranně

odsouhlasených parametrů úprav vodního díla lze uvést rozsah zpracovaný v rámci DSP následovně:

- Úprava koruny přelivné hrany středního a pravého pole bezpečnostního přelivu na úroveň 362,85 m n.m. (ubourání o 1,5 m) včetně doprovodných úprav v oblasti revizního uzávěru
- Demontáž a návrh nového uzávěru středního a pravého pole bezpečnostního přelivu včetně pohybovacího mechanismu a doplnění revizního uzávěru
- Úprava dolního záporníku horních vrat na úroveň 355,60 (ubourání o 6,0 m) včetně doprovodného vertikálního kotvení stěn plavební komory
- Návrh nového kombinovaného hradicího uzávěru horních vrat včetně revizních uzávěrů a pohybovacího mechanismu
- Úprava horního záporníku dolních vrat na úroveň 364,30 (ubourání o 2,2 m) včetně opěrné konstrukce dolních vrat řešené jako součást nově navrhovaného zastřešení pohonů dolních vrat PK
- Demontáž a návrh nových dolních vrat včetně pohybovacího mechanismu
- Doprovodná opatření a posílení elektro rozvodů, úprav signalizace a řídicího systému

Projektová dokumentace zohledňovala jak návrh stavební, tak technických a technologických částí (strojní a elektro část).

5 POPIS TECHNICKÝCH VARIANT POSUZOVANÝCH VE STUDII PROVEDITELNOSTI

Jak již bylo uvedeno v kapitole přehledu podkladů byla v roce 2015 zpracována Studie proveditelnosti [6]. Cílem této studie bylo navrhnout rozsáhlé portfolio možných variant technického řešení zabezpečení vodního díla Hněvkovice. Byla provedena analýza různých technických přístupů, od téměř nereálných, technicky komplikovaných či extrémně ekonomicky náročných, až po ty, které byly doporučeny k dalšímu sledování. V průběhu projednání výstupů Studie [6] bylo ze strany investora rozhodnuto dodržovat koncepční přístup v otázce zabezpečení vodních děl na převedení kontrolní povodně aplikovaný na všech vodních dílech ve správě PVL. To ve svém důsledku znamená věnovat úsilí variantám, při nichž dochází ke zvýšení stávající průtočné kapacity daného profilu a tedy snížení úrovně KMH pod současnou MBH. I přestože byl v rámci Studie [6] splněn požadovaný rozsah daný formulací předmětu plnění, jsou v případě přehledu činností vedoucích k výsledné variantě technického návrhu rozpracovaného v rámci DSP [8] dále uváděny pouze ty varianty technického řešení, kterými bylo sledováno požadované snížení úrovně KMH. Stručnou formou je popsáno technické řešení, přístup při stanovení hydraulických parametrů včetně uvedení souhrnné konzumční křivky ve formě tabelárního záznamu, uvedení ekonomických výstupů, které byly stanoveny v rámci zpracování indikativního rozpočtu navrhovaných opatření a v neposlední řadě souhrnné zhodnocení příslušných variant. Podrobnější popis jednotlivých variant je uveden ve Studii [6].

Popis variant zvyšující MBH včetně příslušné výkresové části nebyl pro následné zpracování dokumentace DSP [8] dále sledován a lze jej dohledat v projektové dokumentaci Studie [6].

5.1 VARIANTA 1 – ZKAPACITNĚNÍ SOUČASNÝCH PŘELIVŮ

5.1.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V rámci Varianty 1 byla řešena možnost zvýšení stávající kapacity korunových hrazených přelivů s cílem převést přes přelivy kontrolní povodeň $Q_{10\,000}$. Zvýšení kapacity ve svém důsledku znamená kompletní demontáž stávajících segmentových uzávěrů, stavební úpravu betonové konstrukce přelivné konstrukce a montáž nových uzávěrů.

V rámci technického řešení byla zvažována možnost úpravy jednoho pole a všech třech polí. Na základě hydraulického posouzení lze konstatovat, že scénář stavebních úprav pouze na jednom poli by vedl prakticky ke kompletní destrukci celého dilatačního bloku. Úroveň, po kterou by bylo nutno provést stavební zásah, by klesla pod hodnotu 355,95, což je úroveň předprsí přelivného bloku. Z tohoto důvodu byla v dalších fázích rozpracování technického řešení uvažována pouze varianta úprav všech třech polí.

Výsledná podoba zásahu do stavebních konstrukcí objektu bezpečnostního přelivu představuje ubourání stávající spodní stavby o 3,15 m na všech polích bezpečnostního přelivu.

Technické řešení úpravy současných přelivů však kromě stavební části zahrnovalo i návrh nové technologie. Vzhledem k prostorovým možnostem v oblasti korunových přelivů, kde je zásadní limitující konstrukcí silniční most při vyhrazení hradicí konstrukce nad hladinu návrhové povodně, lze pro jejich zahrazení typologicky uvažovat s dvojitým segmentovým uzávěrem, dvojitým stavidlovým uzávěrem a segmentem s nasazenou klapkou. Dvojitý segment se jako hradicí konstrukce použil na několika vodních dílech na Váhu. Z těchto i dalších aplikací uvedených v literatuře je patrné použití bočních štítů nesených dolním segmentem. Zadání úprav na VD Hněvkovice vedlo k vynalezení řešení bez bočních štítů jako součásti spodního segmentu. Dělený stavidlový uzávěr by reprezentoval tradiční konstrukci bez velkých nároků na točivé součásti jako u segmentů. Stavidla by však vyžadovala vysoký portál s pohony pro jejich vytažení nad hladinu návrhové povodně. Takové konstrukce by zcela změnily charakteristický pohled na vodní dílo, neboť by vyčnívaly vysoko nad silniční most. Segment s nasazenou klapkou představuje i přes zkušenost s daným typem uzávěru na českých dílech komplikované řešení, zejména z důvodu prostorové kolize bočních štítů a konstrukce mostovky. Další komplikací bylo přivedení pohonu klapky na konstrukci segmentu.

Po dohodě s investorem byla pro účely Studie [6] zvolena varianta dvojitého segmentového uzávěru.

Součástí technického návrhu bylo posouzení konstrukce vývaru a prověření stability upraveného dilatačního bloku. V obou případech bylo nutno zahrnutou modifikaci objektů do výčtu technického popisu. Konstrukce vývaru, s ohledem na zásadně změněné návrhové parametry uvažované z původního projektu, by doznala zásadních změn. Zatímco hloubka vývaru je při převádění návrhové povodně vyhovující, délku vývaru by bylo nutno upravit. Při porovnání různých výpočetních postupů byla stanovena nově požadovaná délka vývaru na 58,10 m, což odpovídá prodloužení o cca 14 m.

Z důvodu snížení velikosti hlavní stabilitní složky zatěžovacího obrazce, tj. ubourání části betonové konstrukce přelivů, bylo provedeno předběžné stabilitní posouzení nově upraveného bloku. Závěrem tohoto výpočtu byla konstatována nutnost přikotvení upraveného dilatačního bloku. Předpokládá se provedení jedné linie 4-pramencových svislých kotev o jednotkové kotvící síle cca 280 kN/bm šířky přelivného pole. Celkem se tedy v návrhu uvažuje s provedením 36 kotev. Současně je však zmíněna zkušenost ze zahraničních projektů, kde byly aplikována vhodnější parametry pramencových kotev, čímž by bylo možno docílit optimálních parametrů kotvení.

5.1.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Z hlediska kapacity nově upravovaných přelivných bloků, resp. návrhu nové úrovně přelivné hrany bylo v prvním kroku výpočtu nutné stanovit teoretickou maximální kapacitu stávajícího přelivu při dosažení kóty koruny hráze (372,60). Tato hodnota byla pomocní klasických hydraulických výpočetních postupů vyčíslena hodnotou 1746 m³/s. Dále byla provedena korelace s výstupy fyzikálního modelu s konstatováním dobré shody výstupních hodnot.

V druhém kroku byla výpočetně stanovena hodnota nově upravené přelivné hrany jezových dilatačních bloků, při které by kapacita bezpečnostního přelivu byla rovna hodnotě kontrolní povodně, tj. $Q_{10\,000} = 2\,600$ m³/s. Stanovení nově upravené koruny bylo provedeno pro dvě tvarová uspořádání a to pro širokou korunu a pro Scimemiho bezpodtlakovou přelivnou plochu. Upravená koruna přelivu při hydraulické analii přepadu vodu přes širokou korunu, resp. po Scimemiho přelivné ploše je na kótě 358,90 (snížení o 5,70 m), resp. 361,50 (snížení o 3,10 m). I přes určitou větší náročnost provedení hydraulicky příznivější konstrukce bylo zejména s ohledem na vyšší korunu přelivu a tedy menšího zásahu do stávající konstrukce v dalším zpracování Varianty 1 sledováno řešení s proudnicovou Scimemiho přelivnou plochou s kótou koruny na úrovni 361,50 m n. m.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu 1 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,00	370,10	370,20	370,60	371,00	371,40	371,80	372,20	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	60	740	1 813	1 940	2 070	2 202	2 336	2 472	2 610

5.1.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 1 vyčísleny částkou 413,2 mil. Kč, přičemž cca 300,8 mil. Kč zahrnovaly náklady strojní a technologické části, cca 53,8 mil. Kč bylo vyhrazeno pro stavební část a částkou 58,6 mil. Kč byly určeny náklady spojené s opravou objektu vývaru.

5.1.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Při formulování hodnocení navrhovaného technického řešení je nutno vzít v potaz rozsah zásahu do objektu, který v době výstavby byl projektován na výrazně odlišné hydraulické poměry. Zásah do všech třech polí snížením přelivné hrany o 3,15 m představuje poměrně razantní zásah do centrální a tedy dominantní konstrukce vodního díla. Jednoznačným pozitivním aspektem je zajištění požadované kapacity bezpečnostního přelivu. Naproti tomu předpokládané investiční

náklady, masivní zásah do stávajících konstrukcí s vlivem na estetické vnímání vodního díla, návrh potenciálně provozně náročného typu hradičí konstrukce, způsob jímkování, nutné úpravy konstrukce vývaru a požadavek dodatečného kotvení upravených dilatačních přelivných bloků lze zařadit spíše do výčtu potenciálních negativních aspektů navrhovaného technického řešení.

5.2 VARIANTA 2 – DODATEČNÁ VÝSTAVBA ŠACHTOVÉHO PŘELIVU

5.2.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V rámci Varianty 2 byla prověřena možnost výstavby nového bezpečnostního přelivu ve formě šachtového přelivu. Cílem bylo navrhnout potenciální rozměry navrhované konstrukce a prověřit dispoziční možnosti dané lokality.

Na základě dispozičních možností v prostoru nádrže před hrázovým objektem lze v maximální teoretické rovině uvažovat s prostorem při pravém břehu. Konstrukce šachtového přelivu by neměla negativně ovlivňovat běžný provoz vodního díla, tedy konkrétně provoz VE, stávajících přelivů a ČS JETE. Obdobně nelze akceptovat situování šachtového přelivu do prostoru plavební dráhy. Na základě analýzy dispozičních možností lze předběžně uvažovat s výstavbou šachtového přelivu o poloměru koruny přelivu cca 9,7 m. Následně byl navrhnut průměr odpadní šachty 8 m. Na základě těchto hlavních návrhových parametrů byl proveden výpočet konzumní křivky objektu. Lze konstatovat, že výsledná kapacita šachtové přelivu se při dosažení hladiny na úrovni koruny hráze (372,60) pohybuje okolo 236 m³/s. Požadovaná kapacita je však výrazně vyšší (okolo 850 m³/s).

Nemalou technickou komplikací by zároveň bylo provedení odtokové štol. Snaha provést štolu o průměru 8 m vodním dílem by znamenalo jeho praktickou destrukci. Trasa odpadní štol by tedy musela být koncipována při levém břehu s následným výtokem za objektem VE. V porovnání s hlavními parametry VD Hněvkovice se takovéto řešení jeví spíše megalomanské, než technicky racionální.

5.2.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Při návrhu hlavních parametrů navrhované konstrukce byl zaveden předpoklad konstrukčního uspořádání klasického kruhového vodorovného přepadu s proudnicovou přelivnou plochou. Hydraulické posouzení bylo provedeno pro návrh vlastní přelivné hrany a pro návrh odpadní štol.

Pro vlastní návrh šachtové přelivu bylo primárně důležité navrhnout úroveň přelivné hrany. Ta byla s ohledem na stávající provozní požadavky zvolena na kótě 371,0 m n. m., tj. 90 cm nad stávající maximální provozní hladinou vodního díla 370,10 m n. m. Celková kapacita šachtového přelivu se při dosažení hladiny na úrovni koruny hráze pohybuje okolo 236 m³/s.

Opět lze konstatovat, že ani návrhem dvojice šachtových přelivů nebylo dosaženo požadované kapacity. Proto bylo po dohodě s investorem dohodnuto tuto variantu v dalších fázích projektu nesledovat.

5.2.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Po dohodě s investorem nebylo ve vazbě na výsledné technicko-hydraulické parametry ekonomické zhodnocení provedeno.

5.2.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Uvedenou Variantu 2 lze s ohledem na rozsah technického zásahu s očekávatelnými ekonomickými požadavky a nedostatečnou průtokovou kapacitu hodnotit pouze negativně. Zpracování Varianty 2, resp. zpracování konceptu základních technických parametrů však posloužilo v rámci výsledného procesu výběru optimální varianty technického řešení a podpořilo ucelenost portfolia prověřených technických možností zabezpečení vodního díla.

5.3 VARIANTA 3 – NOVÝ HRAZENÝ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV NA LEVÉM BŘEHU

5.3.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V rámci Varianty 3 byla prověřena možnost výstavby nového doplňkového hrazeného bezpečnostního přelivu na levém břehu VD Hněvkovice. Jedná se o prostor mezi levostranným zavázáním hráze VD a objektem ČS. I přes jisté dispoziční limity bylo cílem prověřit možnost navrhnout doplňkový bezpečnostní přeliv, kterým by byla doplněna kapacita stávajících segmentových uzávěrů na korunovém přelivu. Na konstrukci hrazeného bezpečnostního přelivu by navazoval skluz, který by byl veden při levém svahu vedle vodní elektrárny, pod kterou by byl do koryta Vltavy následně zaústěn.

Konstrukce doplňkového bezpečnostního přelivu byla navržena o dvou polích s přelivnou hranou tvarovanou jako Jamborův práh. Osa bezpečnostního přelivu je provedena ve směru šikmém na osu toku, vzájemně svírají úhel zhruba 70°. Kóta koruny bezpečnostního přelivu byla zvolena v úrovni 364,60 m n. m. Tato úroveň je volena ve stejné úrovni jako přelivná hrana stávajícího BP. Světlná šířka jednoho navrhovaného pole BP je 12,0 m. Celková světlná šířka obou polí BP je pak 24,0 m. Hrazení obou polí BP je uvažováno segmentovým uzávěrem.

Na objekt bezpečnostního přelivu navazuje v horní partii úsek koryta délky 33,9 m. Sklon dna koryta skluzu je v celé trase je 4,4%, šířka plynule přechází z 2x 12,0 m na 2x 9,5 m. V celém horní partii bude koryto obdélníkového průřezu se zastropením. Konstrukce koryta je navržena jako železobetonový polorám. Po překonání profilu hráze VD Hněvkovice je koryto skluzu vedeno v oblouku o poloměru 52,0 m a délce 31,75 m a poté v přímém směru v délce zhruba 45,00 m. Koncový úsek koryta skluzu délky zhruba 50,0 m před napojením do koryta Vltavy má obdélníkový tvar s šířkou ve dně 20,0 m, který se na konci koryta plynule rozšiřuje. Podélný sklon dna zůstává zachován 4,4%. V místě křížení koryta s účelovou komunikací k VE je navrženo přemostění.

Nedílnou součástí technického řešení je návrh přeložek inženýrských sítí a zajištění prostupu navrhovaného objektu skluzu profilem vodního díla včetně nutnosti napojení jak výškových poměrů, tak zajištění bezpečnosti průchodu (těsnost).

5.3.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Hydraulický návrh nového levobřežního bezpečnostního přelivu je proveden na základě standardních výpočtů klasické hydraulické analogie přepadu přes Jamborův práh. Vlastní rozměry Jamborova prahu, resp. vlastního přelivu odpovídají požadované kapacitě pro dosažení celkového množství 2 600 m³/s, tzn. kapacita doplňkového bezpečnostního přelivu na levém břehu by měla být cca 854 m³/s. Za předpokladu přepadové výšky dané rozdílem MBH (372,60) a korunou Jamborova prahu (364,60) je návrhová kapacita plně vyhrazených segmentových uzávěrů dána hodnotou cca 884 m³/s.

Hydraulické posouzení proudění na skluzu bylo provedeno zejména s ohledem na stanovení charakteru proudění a předpokládané úrovně hladiny při průchodu návrhové povodně. Výpočet byl proveden na základě výpočetních postupů nerovnoměrného proudění. Z výsledků lze konstatovat, že po délce skluzu se bude vyskytovat plně vyvinuté bystřinné proudění, které po cca 56 m se napojí na hydrostatickou dolní hladinu. Na základě očekávatelných vysokých rychlostí lze po délce skluzu očekávat silné turbulentní proudění, provzdušněný proud, vlny na hladině. Dále je nutno upozornit, že vlivem řešení skluzu v oblouku (v horní partii) může docházet ke vzniku příčných vln, střetávání proudu apod., což stanovení přesné polohy hladiny znesnadňuje. Nezbytnost případného prověření hydraulických poměrů uvedené varianty modelovým výzkumem je nezpochybnitelná.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu 3 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,20	370,40	370,60	371,00	371,40	371,80	372,20	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	1 487	1 528	1 613	1 699	1 871	2 052	2 236	2 425	2 626

5.3.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 3 vyčísleny částkou 628,1 mil. Kč, přičemž cca 64,1 mil. Kč zahrnovaly náklady strojní a technologické části, cca 122,1 mil. Kč bylo vyhrazeno pro stavební část a částkou 441,9 mil. Kč byly určeny náklady spojené s výstavbou objektu skluzu.

5.3.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Cílem Varianty 3 bylo prověřit možnost výstavby doplňkového bezpečnostního přelivu na levém břehu v prostoru mezi stávajícím objektem čerpací stanice JETE a objektem hráze. Lze konstatovat, že na levém břehu je možno situovat objekt doplňkového bezpečnostního přelivu, kterým bude zvýšena kapacita vypustných zařízení až po hodnotu kontrolní povodně. Naproti tomu je nutno uvést, že nemalou technickou komplikací bude představovat průchod skluzu profilem vodního díla, resp. výstavba skluzu na povodňové straně a to v relativně strmém levobřežním svahu. Z hlediska hydraulických poměrů by v případě volby dané varianty technického řešení bylo nezbytné prověření kapacity a režimu proudění na fyzikálním modelu.

Mezi negativní aspekty navrhovaného technického řešení je možno mj. hodnotit vyčíslené předběžné investiční, které zohledňují předpokládané technicky komplikované řešení a jsou jednou z nejvyšších hodnot z posuzovaných variant.

5.4 VARIANTA 4 – NOVÝ NEHRAZENÝ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV NA PRAVÉM BŘEHU

5.4.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V rámci Varianty 4 bylo řešeno umístění doplňkového nehrazeného bezpečnostního přelivu na pravém břehu hrázového profilu VD Hněvkovice. Jedná se o prostor na pravém břehu mezi plavební komorou a vlastním zavázáním tělesa hráze.

Základním aspektem, který ovlivnil volbu tvarového řešení přelivné hrany, byl v první řadě nedostatek prostoru pro vybudování například klasického nehrazeného přelivu. Určujícím parametrem výběru technického řešení přelivné hrany byla v tomto ohledu zejména hodnota celkové světlé šířky přelivu. Po zvážení řady možných alternativ řešení nehrazeného přelivu bylo přistoupeno ke konečnému návrhu konstrukce bezpečnostního přelivu s přelivnou hranou tvarovanou jako labyrintový přeliv.

Umístění objektu bezpečnostního přelivu a nátokového koryta bylo voleno v prakticky jediném možném prostoru tj. v prostoru čekacích stání v horní rejdě a přiléhající zpevněné manipulační plochy. Osa bezpečnostního přelivu je navržena ve směru kolmém na osu toku. Přelivná hrana je tvarována jako labyrintový přeliv se sedmi cykly. Půdorysný tvar jednotlivých cyklů přelivu je lichoběžníkový. Kóta koruny bezpečnostního přelivu byla zvolena v úrovni 370,60 m n. m. Tato úroveň je volena 50 cm nad stávající maximální provozní hladinou vodního díla 370,10 m n. m. V návrhu výškové úrovně bylo dále zohledněno potřebné převýšení přelivné hrany nad maximální provozní hladinou v nádrži, které za běžných provozních podmínek vyliminovaly přelévání konstrukce vlnami vznikajícími provozem plavidel nebo účinkem větru.

Koryto skluzu bezpečnostního přelivu bylo k prostorovým omezením voleno v horním a středním úseku obdélníkového průřezu. Přejít na lichoběžníkový průřez koryta byl navržen až v dolním koncovém úseku, kde byl dostatek prostoru pro rozvinutí průtočného průřezu.

Přejížděvací úsek koryta skluzu mezi BP a hrází VD Hněvkovice je uvažován jako horní úsek koryta skluzu. Příčný úsek koryta je délky 56,4 m, sklonu dna 5,4 % a proměnné šířce, která přechází z 59,0 m až na 25,0 m. Konstrukce koryta je navržena jako železobetonový polorám obdélníkového průtočného průřezu. S ohledem na provozní aspekty je horní úsek navržen zakrytý.

Úsek koryta skluzu v místě profilu hráze je charakterizován jako střední úsek koryta skluzu. V úseku délky 10,0 m za profilem hráze bude provedeno snížení nivelety dna pomocí

stupňovitého přechodového úseku se sklonem 25,0%. Koryto je obdélníkového profilu šířky 25,0 m a kromě zmíněné kaskády délky cca 10,0 m s konstantním se sklonem dna 5,4 %. Po překonání profilu hráze VD Hněvkovice je koryto skluzu vedeno v přímém směru v délce 88,0 m a poté přechází do mírného směrového oblouku o poloměru 150,0 m délky 35,8 m. Koryto je navrženo jako otevřené obdélníkového průřezu s šířkou 25,0 mm. V místě křížení s účelovou komunikací sportovní plavby bude koryto přemostěno.

Koncový úsek koryta skluzu před napojením do koryta Vltavy má lichoběžníkový tvar s šířkou ve dně 25,0 m a svahy ve sklonu 1:1,5. Podélný sklon dna je 0,1% s plynulým napojením na dno koryta Vltavy.

Stávající prostor čekacích stání by bylo nutné přesunout zhruba o 75,0 m výše proti proudu.

5.4.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Hydraulický návrh labyrintového přelivu byl proveden na základě dostupné odborné literatury uváděné především v zahraničních periodikách. Na základě předpokladu požadované kapacity přelivu a pro zvolenou úroveň přelivné hrany byl navržen nehrazený přeliv o celkové světlé šířce cca 59 m s navrhovaným úhlem rozevření 10° . Celková rozvinutá délka přelivné hrany L_c je 232,5 m a je tvořena celkem 7 cykly. Tvar přelivné hrany je navržen půlkruhový, výška stěny je v rámci předkládané studie uvažována hodnotou 4,5 m. V rámci výpočtu bylo zjištěno, že takto navržená přelivná hrana má při dosažení hladiny 372,60 m n. m. maximální kapacitu 871 m³/s, což splňuje požadovanou minimální kapacitu přelivu 854 m³/s.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu 4 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,20	370,40	370,60	371,00	371,40	371,90	372,20	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	952	980	1 038	1 096	1 327	1 651	2 060	2 287	2 613

5.4.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 4 vyčísleny částkou 920,6 mil. Kč, přičemž cca 185,9 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady na konstrukci přelivu a nátokového koryta, cca 720,6 mil. Kč bylo vyhrazeno pro objekt skluzu, cca 8,2 mil. Kč byl vyčíslen náklad v rámci přeložek inženýrských sítí a částkou cca 6 mil. Kč byly určeny náklady spojené s přeložkou čekacího stání.

5.4.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Cílem Varianty 4 bylo prověřit dispoziční možnosti pro výstavbu nového bezpečnostního (doplňkového) přelivu a následné odvedení části povodňového průtoku pod profil hráze vodního díla. Nově budovaný objekt na pravém břehu je koncipován jako nehrazený přeliv v konstrukčním uspořádání labyrintového přelivu. Pozitivním aspektem navrhované varianty je zajištění požadované kapacity. To je však na straně výčtu negativních aspektů vyvážené poměrně rozsáhlým zásahem do stávajících konstrukcí a ploch přilehlých k vodnímu dílu, což se následně odráží ve vyšší investičních nákladech. I přesto, že aplikací vhodného technického řešení přelévané konstrukce ve formě labyrintového přelivu je optimalizován stavební rozsah a tedy investiční náklady v místě přelivu, je naprosto stěžejní výsledné vyčíslení předpokládaných investičních nákladů spojených s konstrukcí skluzu. Doprovodným negativním aspektem je zásah do stávajících konstrukcí plavby.

5.5 VARIANTA 5 – NOVÝ HRAZENÝ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV NA PRAVÉM BŘEHU

5.5.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Cílem Varianty 5 je prověřit dispoziční možnosti na pravém břehu a to konkrétně v místě čekacího stání pro případnou výstavbu dodatečného hrazeného bezpečnostního přelivu.

Technický návrh hrazeného doplňkového bezpečnostního přelivu, situovaném na pravém břehu, byl ideově inspirován obdobnou konstrukcí navrhovanou již v rámci Varianty 3. I na pravém břehu se tedy navrhuje objekt skládající se ze dvou polí hrazených segmenty dosedající na Jamborův práh, který tvoří spodní stavbu BP. Obdobně jako v případě Varianty 3 je volena šířka jednoho pole 12 m.

Umístění objektu bezpečnostního přelivu a nátokového koryta bylo voleno v prakticky jediném možném prostoru a to v místě stávajícího čekacího stání v horní rejdě a přiléhající zpevněné manipulační plochy. Osa bezpečnostního přelivu je provedena ve směru šikmém na osu toku, vzájemně svírají úhel zhruba 50°. Kóta koruny bezpečnostního přelivu byla zvolena v úrovni 364,60 m n. m. Světla šířka jednoho navrhovaného pole BP je 12,0 m. Šířka mezilehlého pilíře je v ose koruny Jamborova prahu 4,7 m. Celková lomená šířka BP včetně krajních pilířů je pak 39,4 m. Jednotlivá pole jsou od centrální osy odkloněna ve směru dostředném o cca 5°.

Oproti technickému řešení skluzu u Varianty 4 je odpad od BP ve formě skluzu navržen s maximální snahou o zkrácení délky konstrukce. Je-li u Varianty 4 celková délka skluzu cca 400 m, je délka skluzu u Varianty 5 navrhována na cca 225 m. Koryto skluzu bezpečnostního přelivu bylo vzhledem k již dříve zmíněným prostorovým omezením voleno obdélníkového průřezu v celé trase skluzu. Obdobně jsou pro celou trasu skluzu navrhovány konstantní parametry šířky, resp. podélného sklonu dna. Šířka je konstantně volena 20 m, sklon v horní a střední partii je konstantně 2,5%. Délka horní části skluzu v úseku od BP po hráz VD Hněvkovice je 90,9 m. Horní úsek je situován v prostoru stávající zpevněné manipulační plochy a sjezdu k objektům technického vybavení plavební komory. Pro obnovení přístupu k plavební komoře je navrženo zastropení tohoto koryta v délce 23,5 m. Podélný sklon dna koncového úseku koryta skluzu přechází z původních 2,5% na hodnotu 0,1% a je zakončený konstrukcí odrazného můstku na konci koryta. Koryto skluzu v místě zakončení výškově navazuje na korunu opěrné nábrežní zdi dolní rejdy.

Vlastní konstrukce skluzu je navržena jako betonový polorám.

5.5.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Stanovení hydraulických parametrů uvedené varianty v zásadě kopíruje výpočetní postup aplikovaný v rámci Varianty 3. Zatímco návrh konstrukce spodní stavby hrazeného přelivu je prakticky totožný, je nutno v rámci hydraulických poměrů zohlednit rozdílnou konstrukci odpadního skluzu. V rámci technického řešení Varianty 5 bylo snahou co nejvíce zkrátit délku skluzu.

Předpokládaná úroveň dolní vody při průchodu kontrolní povodně je na úrovni 361,99 m n. m., tedy v místě zakončení skluzu bude při průchodu kontrolní povodně vystavena hladina cca 5,26 m nad korunou zdi. Uvedená hloubka sice přímo nedosahuje svým statickým vzduším na korunu Jamborova prahu, nicméně lze očekávat poměrně významné ovlivnění průtokových poměrů úrovní dolní vody. Úroveň hladiny, resp. propagace relativně bouřlivého průběhu hladiny od vlastních korunových přelivů představuje další z nejistot hydraulického posouzení navrhované varianty.

Tabelární zápis souhrnné konzumční křivky zpracované pro Variantu 5 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,20	370,40	370,60	371,00	371,40	371,80	372,20	372,60
Q _{celk}	[m³/s]	1 487	1 528	1 613	1 699	1 871	2 052	2 236	2 425	2 626

5.5.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 5 vyčísleny částkou 665,5 mil. Kč, přičemž cca 115,4 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady na stavební konstrukci přelivu, částkou cca 64,1 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií, cca 477,5 mil. Kč bylo vyhrazeno pro objekt skluzu, cca 5 mil. Kč byl vyčíslen náklad v rámci přeložek inženýrských sítí a částkou cca 3,4 mil. Kč byly určeny náklady spojené s přeložkou čekacího stání.

5.5.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Návrh technické řešení popsaném ve Variantě 5 v zásadě koreluje s hodnocením uvedeným v popisu Varianty 3. Hlavním pozitivním aspektem je zajištění požadované kapacity pro souhrnné převedení kontrolní povodně. Určitou formu nejistoty představuje interakce dolní hladiny pod vodním dílem na průtokové poměry, resp. hydraulické poměry v celém systému odvedení části povodňových průtoků navrhovanou konstrukcí doplňkového bezpečnostního přelivu. Přesto lze uvést do výčtu potenciálních negativních aspektů primárně výši předpokládaných investičních nákladů a residuálně i negativní dopad na objekty spojené s plavbou

5.6 VARIANTA 6 – ÚPRAVA KONSTRUKCE PLAVEBNÍ KOMORY FORMOU PŘEDSAZENÉHO UZÁVĚRU

5.6.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Na základě aktuálně platného MŘ není plavební komora technicky uzpůsobena k přímému převádění povodňových průtoků. Za povodňových průtoků jsou v rámci provozu PK provedeny manipulace, díky kterým jsou trvale uzavřena horní vrata, resp. dolní vrata jsou vyhrazena. Při dosažení limitních úrovní hladin daných kótou 371,60, resp. 371,90 dochází k nekontrolovatelnému přepadu vody přes horní vrata a následnému odtoku vody pod zdviženými dolními vraty do dolní vody. Z výše uvedeného postupu manipulace je tedy zřejmé, že otevřením vrat v horním ohlavi by došlo ke zvýšení kapacity VD při převádění velkých vod. Jelikož vrata jak v horním, tak dolním ohlavi nejsou konstruována pro možnost manipulace do průtoku je v rámci Varianty 6 prověřena možnost dodatečné instalace uzávěru v horní vodě, pod jejichž ochranou by bylo možno otevřít stávající horní vrata, nový uzávěr umožňující manipulaci do průtoku následně sklopit, a tím docílit převádění části povodňového průtoku plavební komorou.

Popisovaná varianta ponechává stávající technologické celky PK beze změny. V nově prodlouženém horním ohlavi o cca 18 m je instalován klapkový uzávěr šířky 7,0 m o hrazené výšce 10,0 m. Vzhledem k enormně vysoké hodnotě potřebného ovládacího momentu uzávěru, je navržen oboustranný lanový (řetězový) mechanismus, který navíjením lana (řetězu) upevněného v blízkosti přelivné hrany klapky otvírá a zavírá uzávěr. Vzhledem k rozložení hydrostatických i hydrodynamických sil působících na plochu uzávěru je tento způsob ovládání uzávěru při odpovídajícím dimenzování principiálně vhodný pro manipulaci do průtoku. Při běžných vodních stavech je klapkový uzávěr trvale ve sklopené poloze a PK je provozována běžným způsobem.

5.6.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Stanovení hydraulických parametrů bylo provedeno na základě aplikace hydraulické analogie přepadu přes širokou korunu. Je-li dno předsazené části betonové konstrukce po úplném sklopení poklopového uzávěru shodné se stávající úrovní dna v horním ohlavi, tedy na kótě 361,60 m je při hladině na úrovni koruny hráze (koruny zdí PK) hodnota přepadového paprsku rovna 11,0 m. Do výpočetního stanovení převáděného množství významně zasahuje i tvarové řešení široké koruny, což v případě dodatečných stavebních úprav je uvažováno

s ostrohrannou návodní hranou. Jedná se tedy o provedení hydraulicky nejméně příznivé, avšak stavebně nejsnáze proveditelné. I přes relativně velkou přepadovou výšku je výsledné množství převáděné PK při hladině na úrovni 372,60 dáno hodnotou cca 312 m³/s.

Přihlédneme-li k předpokladu maximální kapacity stávajících korunových přelivů (1 746 m³/s) není kapacita nátoky do PK v horním ohlavi dostatečná, aby byla garantována celková kapacita rovna kontrolní povodni, tj. 2 600 m³/s. Pro dosažení požadované kapacity jednotlivých objektů je tedy stále nutno zajistit převádění cca 540 m³/s. Lze tedy konstatovat, že navrhovanou variantu dojde ke zvýšení schopnosti převádět povodňové průtoky přes VD, nikoliv však v požadované hodnotě, která zajistí snížení KMH na požadovanou úroveň 372,60.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu 6 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,20	370,40	370,60	371,00	371,40	371,80	372,20	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	1 163	1 195	1 261	1 327	1 459	1 600	1 745	1 893	2 054

5.6.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 6 vyčísleny částkou cca 132,7 mil. Kč, přičemž cca 89,9 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady a částkou cca 42,7 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií.

5.6.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Cílem Varianty 6 bylo prověřit technické možnosti úpravy PK pro možnost převádění části povodňových průtoků přes PK a to za předpokladu minimalizace zásahu do stávajících uzávěrů plavební komory. Na základě výstupů hydraulického posouzení nelze formulovat pozitivní aspekty, neboť nebyl splněn základní požadavek na požadované navýšení průtočné kapacity vodního díla. Navíc se dá očekávat, že výsledná kalkulovaná kapacita plavební komory by byla ovlivněna depresním účinkem přepadového paprsku na konstrukcích bezpečnostního přelivu. Uvedený negativní aspekt nedostatečné kapacity je dále doplněn o technické hledisko, kdy je navrhována masivní ocelová konstrukce trvale zatopená vodou, z čehož mohou pramenit provozní komplikace v dlouhodobějším měřítku. Dále by bylo provádění technického řešení negativně ovlivněno interakcí plavebního režimu a zásahu do konstrukcí, které byly v nedávné době ekonomicky podpořeny dotačními tituly EU.

5.7 VARIANTA 7 – ÚPRAVA KONSTRUKCE PLAVEBNÍ KOMORY A VÝMĚNA DOLNÍCH VRAT

5.7.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V návaznosti na Variantu 6 bylo dále prozkoumáno alternativní řešení zprovoznění PK pro převádění velkých vod. Cílem bylo navrhnout takové stavební úpravy, kterými by bylo docíleno maximální průtočné kapacity profilu PK při minimálních zásazích do konstrukce PK.

Z hlediska technického návrhu je v rámci Varianty 7 sledována možnost výměny vrat v dolním ohlavi, kterými by bylo možno manipulovat do proudící vody. Tím by odpadla nutnost dodatečně instalovat předsazený uzávěr v horním ohlavi. Z možných variant řešení dolních vrat byla jako nejvhodnější zvolena varianta počítající s kompletní výměnou technologie dolních stavidlových opěrných vrat za vrata typu Stoney umožňujících manipulaci při plné horní hladině. Vrata typu Stoney by byla vybaveny bočními pojezdy v drážkách, kterými je umožněna manipulace s uzávěrem při plném tlaku vody. Předpokládá se kompletní výměna stávajících vrat včetně ovládacího mechanismu.

Zároveň je nutno navrhnout takové úpravy PK, kterými by byla zvýšena kapacita nátoky vody do vlastní PK. Pro zvýšení přítoku vodu do plavební komory až po maximální kapacitu plně otevřených vrat v dolním ohlavi je navržen systém nátokových otvorů v levé boční zdi PK.

Navrhují se celkem 3 otvory o rozměrech 5,0 x 5,0 m. Tyto otvory budou hrazeny stavidlovými uzávěry s kolovými podvozky.

Za normálního běžného provozu by byla tato stavidla plně zahrazena a neovlivňovala by nautické podmínky v plavební komoře. Manipulace s nimi by byla pouze v období potřeby převádět povodňové průtoky nad úroveň kapacity bezpečnostního přelivu. Z hlediska provádění navrhovaných otvorů by bylo vhodné koncipovat tyto otvory v horní partii zdi PK a to zejména s ohledem na rozsah bouracích prací. Současně by však bylo vhodné z hlediska bezpečnosti při povodních, aby vyhrazené tabule nevyčnívaly nad korunu zdi PK. Navržené uzávěry ve stěně PK by byly konstruovány na manipulaci do průtoku a byly by vybaveny odpovídajícím podvozkem. Jednotlivá stavidla jsou vybavena provizorním hrazením na návodní straně PK (případně v prostoru zdi PK), aby byla možná jejich údržba.

5.7.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

V úvodu stanovení hydraulických parametrů bylo nutno provést kvantifikaci maximální „teoretické“ kapacity plně otevřené PK. Požití termínu „teoretické“ je zvoleno v důsledku zvolené schematizace dané problematiky a následné kalkulaci kapacity plavební komory použitím analogie výtoku otvorem. Na základě hydraulického posouzení stávajícího otvoru při plně vyhrazených dolních vratech lze vyčíslit max. teoretickou hodnotou cca 664 m³/s. Ve vazbě na teoretickou kapacitu bezpečnostního přelivu by teoretická výsledná kapacita byla 1746+664 = 2410 m³/s, což je pro převod kontrolní povodně nedostatečné. Takto stanovené průtokové množství by však nebylo možností docílit vzhledem k menší kapacitě PK v prostoru horního ohlaví.

Doplněním konstrukce plavební komory o trojici nátokových oken o rozměrech 5,0 x 5,0 m je navýšena kapacita na nátok vody do plavební komory. I přes navýšení kapacity nebylo požadované celkové kapacity v důsledku limitní kapacity v prostoru dolního ohlaví docíleno. Navíc se jedná o prostorově komplikovaný souběh několika vzájemně se ovlivňujících hydraulických jevů a uvedenou celkovou konzumní křivku technického řešení stanoveném v rámci Varianty 7 by bylo nutno dále upřesnit na fyzikálním modelu vodního díla. Uvedené hydraulické parametry však představovaly podpůrné technické řešení pro následné formulování zásad požadovaných úprav PK pro docílení požadovaných průtokových parametrů.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu 7 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,47	370,74	371,02	371,30	371,71	372,26	372,53	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	1 642	1 698	1 780	1 865	1 951	2 084	2 269	2 365	2 410

5.7.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 7 vyčísleny částkou 64,7 mil. Kč, přičemž cca 11 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady a částkou 53,7 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií.

5.7.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

V rámci Varianty 7 byly prověřeny teoretické možnosti vycházející ze stávající dispozice plavební komory. Při hodnocení Varianty 7 je nutno konstatovat, že nebyl splněn základní požadavek a to navýšení průtočné kapacity objektu vodního díla pro dosažení celkové kapacity 2 600 m³/s. I přes tento negativní aspekt v rámci formulace hodnocení, je však vhodné uvést, že celková kapacita stávajícího stavebního otvoru v prostoru bezpečnostního přelivu a plnohodnotné využití průtočného potenciálu objektu plavební komory je požadované hodnotě již blízka. Pozitivem této varianty je tak získání pomocných poznatků pro následné formulování technického přístupu pro docílení potřebného navýšení kapacity objektu PK. Obdobně lze v porovnání i s ostatními řešeními variantami technického návrhu kladně hodnotit i výši předpokládaných investičních nákladů. Naproti tomu nelze opomenout zásah do stávajících konstrukcí sloužící

k plavebním účelům, které byly nedávno pod finanční podporou dotačních titulů EU uvedeny do provozu.

5.8 VARIANTA 8 – ZVÝŠENÍ KAPACITY OBJEKTU PLAVEBNÍ KOMORY

5.8.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Finální variantou, která byla v rámci prověření objektu PK posouzena, byla spojena s návrhem technické úpravy PK tak, aby ve spolupráci s provozem stávajících korunových přelivů bylo docíleno celkové průtočné kapacity 2 600 m³/s. Technické řešení popisované v rámci Varianty 8 s drobnými nuancemi přímo navazuje na Variantu 7.

Stávající rozměrové uspořádání v prostoru dolního ohaví (6,0 x 10,4 m) bylo v rámci hydraulického posouzení v předchozí alternativě shledáno, jako nevyhovující. Stávající kapacita prostoru dolního ohlaví byla výpočtetně určena 664 m³/s, zatímco požadovaná kapacita by měla být min. 854 m³/s. Tomuto požadavku by vyhovoval otvor v prostoru dolního ohlaví o výšce 12,60 m, tj. s dolním okrajem horního záporníku dolních vrat na úrovni 364,30 m n. m., což je o cca 2,2 m vyšší úroveň než u stávající konstrukce.

Z hlediska technického řešení je uvažován obdobný přístup jako v předchozí variantě. Stávající vrata v dolním ohlaví budou vyměněna za vrata typu Stoney vystrojená klapkami v dolní části vrat pro možnost obsluhovat PK dle stávajících manipulačních pravidel. S ohledem na úpravu stavební konstrukce bude nutno osadit dolní vrata o rozměrech cca 6,0 x 12,9 m. Součástí výměny dolních vrat a úpravy stavební konstrukce bude nutno uzpůsobit i pohybovací mechanismus.

Kromě již zmíněné stavební úpravy v prostoru dolního ohlaví je nutno provést stavební úpravy na objektu PK za účelem navýšení nátokové kapacity. Navýšení nátokové kapacity je navrhováno obdobně jako v předchozí variantě, tedy formou nátokových oken situovaných v levé stěně plavební komory. Navrhována jsou tři pole o rozměrech 5,0 x 5,0 m hrazené stavidlovými uzávěry s možností manipulace do průtoku. Jednotlivá stavidla musí být vybavena provizorním hrazením na návodní straně, aby byla možná jejich údržba.

5.8.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

V rámci hydraulického posouzení byla provedena jakási rozvaha nad citlivostí jednotlivých vstupních veličin hydraulického výpočtu a je nutno upozornit na skutečnost, že například rozdíl pouze dvou setin (0,02) u parametru výtokového součinitele resultuje v rozdíl i 30 cm v požadované výšce průtočného otvoru. Je proto naprosto zásadní kapacitu plavební komory prověřit na fyzikálním modelu s následnou možností oddělit konzumční křivku přelivu a konzumční křivku PK. V rámci doplňkových prací na fyzikálním modelu [7] však nebyla tato problematika prořešena a konzumční křivka samostatné PK byla bilanční metodou odvozena až v rámci DSP [8].

Z hlediska hydraulických poměrů je současně nutno upozornit na reálnou možnost vysoce provzdušněného proudění v objektu plavební komory a celkově poměrně bouřlivé proudění. To může následně výslednou kapacitu objektu plavební komory ovlivnit. Obdobně by měl být ověřen předpoklad hladinových poměrů PK, na základě nichž je aplikována hydraulická analogie výtoku otvorem. V rámci prací na fyzikálním modelu by tak mělo být provedeno jak ověření kapacity, tak i charakteru proudění.

Tabelární zápis souhrnné konzumční křivky zpracované pro Variantu 8 je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,34	370,77	371,05	371,34	371,62	371,94	372,21	372,59
Q _{celk}	[m ³ /s]	1 792	1 865	1 995	2 084	2 176	2 269	2 365	2 462	2 603

5.8.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty 8 vyčísleny částkou 72,5 mil. Kč, přičemž cca 11,3 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady a částkou 61,2 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií.

5.8.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Varianta 8 představuje finální podobu optimalizace úvah o využití objektu PK pro částečné převádění povodňových průtoků. Při formulaci pozitiv a negativ Varianty 8 je logické, že hlavní pozitivem dané varianty je zajištění požadované průtočnosti profilem vodního díla. Z hlediska hodnocení ekonomických parametrů je možno konstatovat, že i v tomto směru lze v porovnání ostatních posuzovaných variant technického řešení nahlížet na tuto variantu pozitivně. Z negativních aspektů je pak nutno zmínit zásah do plavebních objektů a nutnosti koordinovat jak vlastní proces projektové přípravy, tak i proces výstavby.

5.9 VARIANTA II – PŘEVÁDĚNÍ POVODŇOVÝCH PRŮTOKŮ PŘES PLAVEBNÍ KOMORU A ZVÝŠENÍ KAPACITY BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU

5.9.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Varianta II představuje finální technické řešení resultující z dílčího poznání výstupních hodnot všech zpracovaných variantních technických návrhů. V rámci Varianty II byla provedena kombinace technického řešení uvedeného ve Variantě 1 s technickým řešením uvedeným v popisu Varianty 7. Jedná se tedy o kombinaci variant, jimiž je zvýšena průtočná kapacita vypouštěcích zařízení na VD Hněvkovice a tedy ve svém důsledku snížení KMH pod stávající MBH.

Výpočtem stanovená teoreticky dosažitelná kapacita otvoru plně otevřených dolních vrat stávající PK je při úrovni hladiny na 372,60 dána hodnotou 664 m³/s. Pro dosažení této kapacity však není dostatečně kapacitní prostor horního ohlavi a proto se z tohoto důvodu doplňuje konstrukce PK o tři nápusťná okna situována ve zdi PK. Nátoková okna ve zdi plavební komory jsou hrazena stavidlovým uzávěrem s možností manipulace do průtoku.

Do požadované kapacity dané hodnotou kontrolní povodně je nutno zvýšit kapacitu stávajícího přelivu. Navýšení průtočné kapacity je dáno hodnotou průtoku cca 190 m³/s. Na toto navýšení byl proveden návrh stavebně technických úprav na přelivu, přičemž se předpokládá provedení úprav pouze na středním poli bezpečnostního přelivu. Přelivná hrana středního přelivného pole byla snížena o 2,2 m na kótu 362,40. V interakci na koncepci nově navrhovaných hradicích uzávěrů v oblasti korunových přelivů bylo i v případě Varianty II uvažováno s instalací nového uzávěru v provedení dvojitého segmentu.

5.9.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Stanovení hydraulických parametrů navrhované Varianty II bylo provedeno v několika krocích. Nejprve byla výpočtetně stanovena kapacita plně vyhrazeného bezpečnostního přelivu při hladině na úrovni 372,60. Následně byla stanovena kapacita stávajícího otvoru dolního ohlavi PK. Poté bylo přistoupeno k výpočtetnímu určení upravené koruny spodní stavby bezpečnostního přelivu. Výpočet koruny přelivu byl určen za předpokladu přepadu přes nově konstruovaný přeliv se Scimemiho přelivnou plochou. Jde tedy v hlavních návrhových parametrech o stanovení nové hodnoty návrhového průtoku. V případě úpravy pouze jednoho (středního) pole je nutno snížit korunu o 2,2 m na kótu 362,40, zatímco v případě úpravy všech polí je potřeba snížit korunu pouze o 1,0 m na kótu 363,60 m n. m. S ohledem na očekávané ekonomické dopady spojené

s výměnou všech tří uzavěrů je při výsledném posouzení uvažováno pouze s úpravou středního přelivného bloku.

Tabelární zápis souhrnné konzumní křivky zpracované pro Variantu II je uveden níže:

Hladina	[m n.m.]	370,10	370,20	370,40	370,60	371,00	371,40	371,80	372,20	372,60
Q _{celk}	[m ³ /s]	1 861	1 880	1 923	1 966	2 056	2 148	2 351	2 478	2 604

5.9.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě indikativní ekonomické analýzy byly předběžné investiční náklady Varianty II vyčísleny částkou cca 238,7 mil. Kč, přičemž cca 91,7 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady a částkou cca 147 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií.

5.9.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Varianta II spojuje dva rozdílné přístupy při zkapacitňování profilu vodního díla. Je navrhována jak úprava na stávajícím korunovém přelivu, tak i na objektu plavební komory. Oproti snaze separátně řešit zkapacitnění pouze jednoho objektu je logicky zásah do dvou rozdílných objektů vodního díla méně masivní. To se následně promítlo i do stanovených investičních nákladů. Z hlediska formulování pozitivních aspektů navrhované varianty lze jednoznačně konstatovat, že byl splněn základní požadavek na převedení průtoku kontrolní povodně. Současně je splněn požadavek na převedení návrhové povodně ($Q_{1\,000}$) při nepřekročení hladiny na úrovni 371,60. Jako spíše neutrální lze hodnotit ekonomické hledisko. Naproti tomu při formulování negativních aspektů je v důsledku úprav objektu plavební komory ovlivněna plavba. Současně je nutno zohlednit i technologickou náročnost dané varianty, která v porovnání s ostatními přístupy zahrnuje jak změnu technologie plavební komory, tak technologie bezpečnostního přelivu. S tím je spojeno i hledisko implementace navrhovaného řešení, v rámci něhož bude nutno citlivě koordinovat dílčí aktivity, aby nebyly narušeny jak provozní stavy na vodním dílem při předpokladu převádění velkých vod, tak i z hlediska provozních stavů lodní dopravy.

Celkově je však možno danou variantu, resp. její myšlenku technického řešení ve formě kombinace úpravy PK a BP vnímat jako optimální. Na základě porovnání jednotlivých variant technického návrhu provedené ve Studii proveditelnosti [6] byla tato varianta doporučena k dalšímu detailnímu sledování s využitím poznatků na fyzikálním modelu. Níže v textu je uveden popis úpravy myšlenky řešení technického návrhu do podoby, která byla následně zpracována v rámci DSP [8].

6 POPIS TECHNICKÉHO NÁVRHU UVEDENÉHO V DSP

6.1 ANALÝZA TECHNICKÉHO NÁVRHU

Na základě výstupů fyzikálního modelu [4, 7] a projednání studie [6] bylo ze strany investora zadáno zpracování dokumentace pro stavební povolení. V samotném úvodu prací však bylo nutno provést analýzu dostupných podkladů a vyhodnocení závěrů předchozích stupňů projektové přípravy včetně poznatků z modelového výzkumu. Cílem této analýzy bylo definovat jasné parametry úprav objektu VD Hněvkovice s následným rozpracováním do požadované podrobnosti dané stupněm projektové dokumentace. Následující popis tak představuje souhrn logického postupu vyhodnocení výstupů a formulování úvah vedoucích k definování parametrů finálního technického návrhu. S ohledem na charakter tvůrčího postupu návrhu technického řešení je celý postup analýzy popsán v samostatných bodech, namísto souvislého textu.

- Vodní dílo Hněvkovice bylo v době svého zrodu projektováno a stavěno na základě jiných bezpečnostních předpokladů (rozumějme jiné hodnoty návrhové a kontrolní povodně), než na jaké je nutno vodní díla zajišťovat nyní. V době přípravy realizace díla byl profil vodního díla volen s ohledem na tehdejší podmínky ekonomicky úsporného návrhu, tedy v relativně sevřeném údolí bez nutnosti výstavby velkého množství samostatných tížných bloků hrázové tělesa přetínající údolí řeky Vltavy.
- Tento fakt se projevil při snaze navrhnout doplňkové objekty přelivů v jejich vysoké ekonomické náročnosti z důvodu masivního zásahu do okolního terénu a stávajících konstrukcí. Zjednodušeně řečeno by se dalo konstatovat, že v údolním profilu není dostatek volného místa, které by bylo ekonomicky efektivně využitelné pro výstavbu nového objektu umožňující převádění části povodňového průtoku kontrolní povodně.
- Na základě závěrů Studie [6] bylo konstatováno, že optimální technické řešení spočívá pravděpodobně v kombinovaném zásahu do objektu plavební komory a bezpečnostního přelivu. Koncepce tohoto řešení byla nastíněna ve Variantě II a byla předána k dalšímu prověření na fyzikálním modelu díla.
- Ve Studii [6] bylo kromě vlastního návrhu technické koncepce spojení kapacit BP a PK provedeno výpočetní určení konzumní křivky BP s následnou verifikací výstupními hodnotami stanovenými na modelu [4] s dobrou shodou výstupních hodnot.
- Modelovým výzkumem [7] byly proměřeny průtokové poměry ve vazbě na různý zásah do horního ohlaví PK.
- Samostatná KK plavební komory nebyla stanovena, z čehož plyne přetrvávající nejistota ve stanovení kapacity PK při různém ovlivnění tvaru hladiny depresí přepadající vody přes korunový přeliv s různou mírou úpravy BP. Bude nezbytné výsledné technické řešení opět prověřit na fyzikálním modelu.
- Na základě výstupů doplňkového modelového výzkumu [7] lze konstatovat, až ani úplným ubouráním záporníku v horním ohlaví nedojde k dosažení požadované průtokové kapacity profilem vodního díla. Z tohoto závěru vyplývá nutnost rozšířit technický zásah i do okolních konstrukcí díla.
- Investor na základě vizuálního pozorování v průběhu prací na modelu [7] požadoval vyjmutí nátokových oken situovaných ve zdi PK z technické koncepce a to kvůli bouřlivému charakteru proudění a obavám z interakce účinků proudění na okolní konstrukce.
- Z důvodu nejasnosti požadovaného zásahu do PK, bylo provedeno variantní proměření různých úprav dolního záporníku horních vrat. Pro různé hodnoty úrovně dolního záporníku byla vždy stanovena souhrnná konzumní křivka vodního díla a to při plném vyhrazení segmentových uzávěrů bezpečnostního přelivu.
- V rámci analýzy finálního technického řešení bylo nutno takto získané souhrnné konzumní křivky „očistit“ od KK bezpečnostního přelivu, jehož KK byla měřena prvním modelovým výzkumem [4] a výpočetně vyčíslena ve Studii [6].

- V dalším kroku byly pro jednotlivé hodnoty úprav horního ohlavi výpočetně stanoveny požadované zásahy do objektu BP při splnění požadované souhrnné kapacity vodního díla dané hodnotou kontrolní povodně.
- Poté do analýzy vstoupila indikativní kvantifikace technického řešení a z něj vyplývající ekonomické parametry investiční nákladovosti.
- Na základě projednání možností aplikovaného technického řešení bylo ze strany investora formulován požadavek instalace jednoduchého segmentového uzávěru při současném dispozičním omezení dané stávající konstrukcí mostovky. Současně byl formulován ze strany investora požadavek na neprovádění demontáže části objektu mostovky (například zábradlí) při potřebě manipulace s novými uzávěry korunového přelivu.
- Dále bylo konstatováno, že objekt dolního záporníku horních vrat nesmí být z provozních důvodů a zajištění spolehlivosti objektu PK ubourán až na úroveň dna předpolí PK, tj. na úroveň 353,60.
- Poté, co byly pro dílčí hodnoty úprav horního ohlavi dopočteny požadované úpravy BP na jednom, dvou a všech třech polích bylo přistoupeno k indikativnímu ohodnocení předpokládaných nákladů spojených s instalací nových uzávěrů a stavebních zásahů.
- K tomuto účelu byla využita odbornostní databáze jak expertů z problematiky strojní, tak z oblasti stavební. Vliv na elektro část byl uvažován v porovnání s předpokládanými náklady stavebně-strojní části jako méně důležitý a s mírnými diferencemi v podstatě shodný pro všechny posuzované varianty.
- Odbornostní databáze byla stanovena na základě dostupné literatury a známých hodnot investičních nákladů získaných z projektů obdobných typů konstrukce z posledních několika let. U technologických prvků byla přes vyčíslenou hodnotu hrazené plochy odhadnuta hmotnost jednotlivých variant velikostí uzávěrů s následným přepočtem jednotkové ceny oceli na celkovou orientační cenu uzávěru. Obdobně bylo přistupováno v případě nacenění stavebních činností. Z dříve provedených akcí byla vyčíslena kumulativní jednotková cena bouracích a betonářských prací vždy vztažena na jednotku objemu materiálu. Je zjevné, že se do celkové analýzy výběru „optimální“ technické varianty vnesla určitá forma zjednodušení a současně i určitá míra nepřesnosti. Výsledné hodnoty ekonomických výstupů dané analýzy, tak nelze brát z pozice absolutních hodnot, jako spíše z pozice procentuálních rozdílů mezi jednotlivými variantami technického návrhu.
- Je zjevné, že daná analýza výběru optimální technické varianty je poměrně citlivá na vstupní hodnoty. Proto byla provedena variantní volba úpravy vstupních předpokladů a byly sledovány procentuální difference mezi jednotlivými variantami. Na základě citlivostní analýzy se ukázalo, že z hlediska stavebních činností má největší váhu položka bouracích prací. V případě volby technologie bylo na základě porovnání výsledků reálných segmentů instalovaných na jiných vodních dílech zvolena hodnota jednotkové hmotnosti vztažené k hrazené ploše na horním okraji doporučeného rozmezí.
- Při formulování ekonomických výstupů lze konstatovat, že ekonomicky nepříznivější vycházejí alternativy úprav vždy pouze jednoho pole BP a to to z nejmenším zásahem do konstrukce přelivné plochy.
- Například u varianty úpravy záporníku na hodnotu 355,60 byla varianta úpravy pouze jednoho pole BP o cca 24% levnější než varianta s úpravou dvou polí. Naproti tomu varianta úpravy všech třech polí BP byla o 26% dražší než varianta úpravy dvou polí.
- To však není v souladu s ostatními technickými omezeními. Tím prvním je, jak již bylo uvedeno výše, ponechání dolního záporníku horních vrat nad úrovní předpolí PK. Více limitující se však jevil požadavek na zachování jednoduchého segmentové uzávěru bez doprovodné destrukce mostovky. Právě tento faktor byl rozhodující při hledání optimální alternativy návrhu. Na základě dispoziční analýzy byl formulován okruh možných konstrukcí nového uzávěru.
- Na základě dispoziční analýzy instalace segmentového uzávěru při současném ponechání drážek revizních uzávěrů na BP a bez destrukce konstrukce mostovky se dospělo k závěru, že by míra ubourání přelivné hrany neměla přesáhnout hodnotu cca 1,5 m.

- V souladu s tímto zjištěním byly z výsledného okruhu potenciálních alternativ řešení vyjmuty návrhy počítající s úpravou pouze jednoho přelivného pole, neboť rozsah bouracích prací výrazně převyšuje limitní hodnotu 1,5 m.
- Při následné analýze možného postupu provádění bylo dále zjištěno, že dilatační bloky bezpečnostního přelivu nejsou konstrukčně shodné. Levé pole bezpečnostního přelivu bylo stavěno v jiné etapě výstavby než blok střední a pravý a konstrukce postrádá do prostoru nádrže vytažená nátoková křídla s drážkami provizorního uzavření. Ty naopak nechybí právě na středním a pravém poli, neboť těmito nátokovými křídly byla přiváděna voda k prostupům v dilatačních blocích, jimiž byla v době výstavby převáděna voda. Právě konstrukce těchto křídel umožňuje efektivněji řešit problematiku jímkování a proto bylo po dohodě investora a projektanta dohodnuto, že rekonstrukční práce v oblasti bezpečnostního přelivu budou navrhovány pouze ve středním a pravém přelivném poli.
- To bylo navíc podpořeno výstupy ekonomické analýzy, ve které bylo potvrzeno, že snaha výměny všech třech uzávěrů je více nákladná, než výměna uzávěrů pouze na dvou polích v celém spektru posuzovaných alternativ.
- Na základě výše uvedených vazeb bylo konstatováno, že pro finální řešení mohou být z technického hlediska zvoleny alternativy úpravy horního ohlavi na úrovni 354,60 a 355,60. Hodnota požadovaného ubourání BP na dvou polích byla při kótě dolního záporníku na 354,60 o 1,25 m, zatímco při úrovni záporníku na 355,60 by bylo nutno snížit korunu přelivu o 1,5 m.
- V případě porovnání výše uvedených technicky vyhovujících variant bylo provedeno předběžné orientační ekonomické vyhodnocení s konstatováním, že varianta s úpravou záporníku na úrovni 355,60 a rekonstrukcí dvou polí je o 3% levnější než varianta úpravy záporníku na úrovni 354,60 a obdobné rekonstrukce dvou polí. Jakákoliv další varianta oproti variantě „PK na 355,60 + 2 pole BP“ byla ekonomicky dražší o více jak 20%.
- Z výše uvedených alternativ vychází technicko-ekonomicky příznivá alternativa s úpravou dna PK v oblasti horního ohlavi na úrovni 355,60 a úpravou dvou polí (střední, pravé) snížením přelivné hrany o 1,5 m.
- Uvedená alternativa technického řešení splňuje jak všechny výše uvedené technické požadavky, tak současně poskytuje nejnižší předpokládané investiční náklady.

Alternativa ubourání dolního záporníku na úroveň 355,60 a současně ubourání dvou polí bezpečnostního přelivu o 1,5 m byla oběma stranami odsouhlasena k dalšímu rozpracování v podrobnosti projektové dokumentace DSP.

Po zpracování DSP nebyla provedena tzv. reverzní analýza, ve které by se upravili vstupní předpoklady analýzy na základě reálně stanoveného rozpočtu stavby.

6.2 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ V DSP

Dokumentace pro vydání stavebního povolení byla zpracovaná podle Přílohy č. 5 k vyhlášce 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., obsahující části:

A Průvodní zpráva

B Souhrnná technická zpráva

C Situační výkresy

D Dokumentace stavebních a technických a technologických zařízení

E Dokladová část

s tím, že rozsah a obsah jednotlivých částí je přizpůsoben druhu a významu stavby nebo zařízení a podmínkám v území.

Projektová dokumentace byla zpracována společností Sweco Hydroprojekt pod vedením hlavního projektanta Ing. Filipa Kysnara, Ph.D. ve spolupráci se zpracovatelem strojní části společností ČKD Blansko Engineering, a.s. pod vedením Ing. Františka Svěráka a zpracovatelem elektro části společností ELPAK spol. s r.o. pod vedením Ing. Petra Kalandry. Externím konzultantem v rámci realizačního týmu byl Ing. Jan Kareis, Ph.D.

Rozsah činností popsaných v DSP byl rozdělen do níže uvedených hlavních stavebních objektů (SO) a provozních souborů (PS):

- SO 01 – Stavební úpravy bezpečnostního přelivu
- SO 02 – Stavební úpravy horních vrat plavební komory
- SO 03 – Stavební úprava dolních vrat plavební komory
- SO 04 – Stavební jímky
- SO 05 – Elektro stavební instalace
- SO 06 – Uzemnění, hromosvod
- PS 01 – Výměna uzávěrů bezpečnostního přelivu
- PS 02 – Výměna horních vrat plavební komory
- PS 03 – Výměna dolních vrat plavební komory
- PS 04 – Systém řízení BP
- PS 05 – Systém řízení PK

6.2.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Účelem stavby je rekonstrukce a stavební úprava na středním a pravém přelivném poli bezpečnostního přelivu a na horním a dolním ohlaví plavební komory. V současnosti jsou všechna pole bezpečnostního přelivu hrazena segmentovými hradicemi uzávěry o hradici výšce 7 m a plavební komora je vystrojena uzávěry, které neumožňují převádět povodňové průtoky přes plavební komoru. Hradicí výška horních vrat je 10,5 m, dolní vrata jsou instalována o výšce 10,7 m.

V rámci stavby budou z technologického hlediska stávající segmentové uzávěry na dvou polích bezpečnostního přelivu vyměněny, horní vrata budou doplněna o dolní vrátně a dolní vrata budou kompletně vyměněna za nová.

Ubouráním betonové konstrukce přelivné hrany v oblasti korunových přelivů dojde k navýšení hrazené výšky segmentu na výslednou hodnotu 8,5 m. Šířka segmentového uzávěru zůstává zachována, tj. 12 m. Hradicí uzávěr je navrhován jako jednoduchý segment s jednostranně vedeným Gallovým řetězem. Poloha ložiska je u nového uzávěru posunuta více na povodňovou stranu pilíře. Z důvodu odstranění stávajícího ložiska bylo nutno přesunout i přístupový žebřík k ložisku segmentu. Při plném vyhrazení segmentových uzávěrů je konstrukce segmentu nad úrovní stávající mostovky. Dochází tak při plném vyhrazení ke změně oproti stávajícímu stavu, kdy byly uzávěry schovány pod úrovní konstrukce mostovky. Horní okraj nově navržených pohonů segmentových uzávěrů výškově odpovídá úrovni mostovky, resp. výškové úrovni chodníků. Na koruně pilířů přelivu je navrhována pro konstrukci pohonů segmentových uzávěrů, vysokých cca 3,5 m obslužná přístupová plošina. Ubouráním konstrukce přelivné hrany bylo nutno zohlednit i v prodloužení drážek revizních uzávěrů a vhodném doplnění příslušných tabulových hradidel.

Doplněná spodní vrátně horních vrat plavební komory dosedá na novou úroveň dolního záporníku, který je z původních 361,60 ubourán o 6 m na novou úroveň 355,60. Tvarové řešení záporníku je zachováno dle původní konstrukce. Výška spodní vrátně horních vrat je adekvátně tomu ubourání rozměrově uzpůsobena, tj. výška 6,02 m, šířka 6,53 m. Adekvátně je o 6 m prodloužena drážka revizního uzávěru s doplněním nových dílců (tabulí) revizních uzávěrů. Ve vazbě na nově navrhovanou dolní vrátně bude nutné provést úpravy stávajících horních vrat, které v novém uspořádání tvoří horní vrátně. Konstrukčně je nová vrátně v zásadě shodná se stávajícími vrtly, bude však nutné provést kloubní napojení v dolní partii stávajících vrat a úpravu technologického vystrojení umožňující propojení, resp. rozpojení obou vrátní. Dno nově upraveného záporníku je dále vystrojeno kalovou jímkou a celý prostor je doplněn novým žebříkem umožňující vstup do prostoru vymezeném revizním a provozním uzávěrem horního ohlaví. Masivní zásah do stavebních konstrukcí v prostoru horního ohlaví negativně ovlivňuje statiku zdí plavební komory v dilatačním dílu I. Proto bylo navrženo provedení celkem 33 pramencových svislých kotev.

Dolní vrata jsou kompletně nahrazena novou konstrukcí s možností manipulace do průtoku. Dále je navrhováno ubourání dolního okraje horního záporníku dolních vrat o 2,2 m z původní úrovně 362,10 nově na úroveň 364,30 m n. m. Součástí úprav horního záporníku je posunutí obslužné lávky umístěné na povodňové lici PK na úroveň 364,59. Z hlediska velikosti otvoru při

plném vyhrazení dolních vrat tak vznikne prostor o rozměrech 6 x 12,6 m. Nová výška dolních vrat je 12,89 m. Při plném vyhrazení jsou vrata zasunuta za horní záporník, který přesahuje nad úroveň plata PK (korunu hráze) o 4,7 m. Betonová konstrukce horního záporníku dolních vrat je součástí demontovatelného zastřešení pohonů dolních vrat. Koruna objektu zastřešení pohonu dolních vrat je na úrovni 381,55 a přesahuje dolní okraj střechy velínu PK o 3,55 m. Konstrukce zastřešení pohonů PK je v těsné blízkosti mostovky vedené přes vodní dílo.

Detailní technický popis navrhovaného řešení v rámci DSP – viz dokumentace [8].

6.2.2 HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Z hlediska formulování hydraulických parametrů navrhovaných úprav dojde v případě jednoho pole bezpečnostního přelivu k navýšení průtočné kapacity z původních 582 m³/s (při hladině na úrovni 372,60 m n. m.) na průtočnou kapacitu 697 m³/s. Celková kapacita upraveného bezpečnostního přelivu 1975 m³/s. V případě plavební komory dojde vlivem návrhových úprav ke kompletní změně charakteru provozování při extrémních povodňových stavech, čímž bude zajištěna průtočná kapacita 625 m³/s. Při hladině 372,60 m n. m. je celková kapacita plně vyhrazených segmentových uzávěrů bezpečnostního přelivu a otevřené plavební komory 2 600 m³/s.

Zatímco v případě výše uvedených popisů variant technického řešení Studie [6] byla uváděná souhrnná konzumní křivka, jež vstupovala do navazujícího výpočtu transformace povodňové vlny, je v případě projektu DSP [8] situace jiná. Cílem navrhovaných technických řešení bylo navrhnout takovou úpravu stávajících konstrukcí, aby byla docílena výsledná hodnota průtoku rovného kontrolní povodni na úrovni koruny hráze, tj. 372,60. Předpokládá se, že navrhovaný zásah do technických objektů vodního díla povede k přehodnocení postupu manipulace a z toho vyplývající i změně konzumní křivky na odtoku z vodního díla. Současně se předpokládá, že konzumní křivka bude v souladu s předpoklady nové manipulace na vodním díle ověřena fyzikálním modelem v hydraulické laboratoři.

6.2.3 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Na základě rozpočtu stavby v CÚ II/2016 byly investiční náklady technického řešení DSP vyčísleny částkou cca 151,5 mil. Kč, přičemž cca 750 tis. Kč představují náklady spojené s projektovými a průzkumnými pracemi, cca 31,7 mil. Kč zahrnovaly stavební náklady a částkou cca 106,2 mil. Kč byly vyčísleny náklady spojené s technologií. Zbývající část investičních nákladů ve výši 12,9 mil. Kč jsou zahrnuty do vedlejších rozpočtových nákladů.

6.2.4 ZHODNOCENÍ POZITIV A NEGATIV VARIANTY

Do výsledné koncepce technického řešení byly promítnuty výstupy Studie proveditelnosti [6] a obou dílčích zpráv z fyzikálního modelování [4, 7]. Z hlediska hodnocení pozitiv a negativ se dá konstatovat, že v rámci okrajových podmínek technických, provozních, ekonomických a zejména bezpečnostních představuje koncepce uvedená v dokumentaci DSP [8] optimální technické řešení.

Ve vazbě na strukturu hodnotících kapitol předkládané zprávy lze tedy pozitivně hodnotit splnění požadavku na převedení kontrolní povodně ($Q_{10\,000}$) při současném nepřekročení MBH, převedení nové návrhové povodně ($Q_{1\,000}$) při nepřekročení hladiny na úrovni 371,60. Jako neutrální lze hodnotit stanovení celkových investičních nákladů dané akce. Z hlediska formulování případných negativních aspektů by bylo možno upozornit na nutnost koordinace rekonstrukčních prací s objekty a provozem říční plavby a v neposlední řadě na obecně komplikované technické řešení jímkování při současném zachování provozu vodního díla v době prováděné rekonstrukce.

6.3 ORGANIZACE VÝSTAVBY

Již v úvodu projekčních úvah bylo zřejmé, že problematika technického návrhu zabezpečení vodního díla neobsahuje pouze popis technického řešení zvýšení bezpečností vodního díla, ale zahrnuje současně i návrh postupu vlastní realizace. Ve finální podobě technického řešení popsaného v DSP se jedná o poměrně masivní zásah do stávajících konstrukcí. Vlastní postup výstavby a související vazby na okolní stavební objekty a jejich provoz představuje jednu z hlavních technických disciplín úspěšné realizace záměru. Ve vztahu k organizaci výstavby lze problematiku rozdělit na dva hlavní okruhy – dopravní omezení a provozní omezení. Ve skutečnosti by bylo možno identifikovat okruhů více, nicméně s ohledem na stručnou ucelenost předkládané dokumentace budou v navazujících kapitolách popsány výše uvedené okruhy. Detailněji je daná problematika rozpracována v dokumentaci DSP.

Vlastní skladba jednotlivých etap výstavby je variabilní a plně odvislá od harmonogramu dodavatele stavby, resp. od ročního období zahájení výstavby. Specifickou pozornost je potřeba věnovat objektu pro převádění velkých vod, tedy konstrukci bezpečnostního přelivu. V rámci vlastního plánování rekonstrukce bezpečnostního přelivu je nutno vzít do úvahy jak související práce na plavební komoře, tak dále zohlednit statistickou pravděpodobnost výskytu vyšších vodních stavů. S ohledem na zásah do objektu určeného pro převádění velkých vod se jeví více než doporučitelné, aby stavební a montážní práce byly striktně rozděleny mezi jednotlivá pole bezpečnostního přelivu. Tomuto předpokladu je přizpůsobena i skladba stavebních objektů uvedená v příloze Souhrnná zpráva DSP.

6.3.1 DOPRAVNÍ OMEZENÍ

Místo stavby je přístupné po silnici III. třídy č. 12220 z Březí do Týna nad Vltavou. Komunikace přes vodní dílo Hněvkovice přechází mostem č. 12220-1.

Vlastním prováděním rekonstrukčních prací bude po dobu realizace dotčena jak vlastní přístupová komunikace, konstrukce mostu, tak na pravém břehu v bezprostředním pravostranném závězu vodního díla situovaný sjezd do prostoru horní rejdy plavební komory, případně levostranná odbočka do vjezdu areálu provozu Povodí Vltavy vzdálené cca 100 m od uzamykatelné brány k horní rejdě ve směru jízdy na obec Břežky a dále k Týnu nad Vltavou.

Nejzásadněji z hlediska silniční dopravy se předpokládá omezení v prostoru konstrukce mostu přes hráz VD Hněvkovice (evidenční číslo 12220-1), ze kterého se budou provádět demontážní, resp. montážní práce. I přestože se uvažuje s využitím speciální těžké jeřábové techniky, dle zkušeností z realizace vystrojení PK provedené v nedávné době, může být při montáži a demontáži zejména segmentových uzávěrů využívána doplňková jeřábová technika podporující jemnou manipulaci. I bez ohledu na volbu jeřábové techniky, je s ohledem na charakter rekonstrukčních prací na korunovém přelivu nutno s omezením dopravy po mostě přes vodní dílo počítat. Očekávatelná doba výstavby obou polí bezpečnostního přelivu je odhadována v součtu dobou trvání v délce 38 týdnů.

Z hlediska říční dopravy je VD Hněvkovice zahrnuto do dlouhodobého projektu splavnění vltavské vodní cesty. V rámci vlastního vodního díla byly nedávno dokončeny činnosti spojené s vystrojením plavební komory, stavebními činnostmi horní rejdy a v září 2016 byly navigační práce na VD Hněvkovice dokončeny realizací dolní rejdy.

Dle zákona č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, je vodní část toku Vltavy od ř. km 239,6 (České Budějovice) po ř. km 91,5 (Třebeň) využíván pro plavidla do 300 tun. V této části vodního toku leží VD Hněvkovice.

Po dobu provádění úprav na plavební komoře bude plavební komora mimo provoz a tato plavební trasa bude zkrácena k VD Hněvkovice (ř. km 210,39), tedy o cca 29 km. Informace o uzavření plavební komory spolu s předpokládanou dobou uzavírky (harmonogram prací) musí zhotovitel stavby oznámit v dostatečném předstihu správci plavební cesty.

Přerušeni plavby je možné v období 1. 11. – 30. 3., v této době tedy musí proběhnout výměna vrat plavební komory a související stavební činnosti. S ohledem na zimní režim a zejména objekty ochranných stavebních jímek se jeví reálné rozdělit rekonstrukční práce do dvou samostatných mimoplavebních období, vždy pro každý uzávěr samostatně. Z hlediska provádění prací je jednodušší situace v případě dolního ohlaví, kde lze využít stávající horní vrata jako ochranu

stavenišť. Naopak v případě rekonstrukčních prací v horním ohlavi je nutno uvažovat s nutností zajištění dočasné ochranné jímky. Parametry ochranné jímky jsou odvislé od harmonogramu prací vybraného zhotovitele a výstupním projednáním dočasné manipulace na vodním díle v součinnosti s požadavky všech uživatelů vodního díla.

6.3.2 PROVOZNÍ OMEZENÍ

Zatímco dopravní omezení představuje jasně identifikovatelný aspekt ovlivnění pouze silniční a vodní dopravy, je problematika omezení provozu vodního díla komplexnější.

VD Hněvkovice představuje strategický prvek v měřítku celorepublikové energetické soustavy. Jedním z hlavních účelů vodního díla je, kromě zajištění průtokových poměrů (ve spolupráci s VD Lipno 1) ve vodním toku Vltavy, součinnost s provozem JE Temelín a provoz vodního díla tak nesmí být přerušen. Na základě provozních zkušeností je tedy žádoucí udržovat hladinu v nádrži na horních limitech daných MŘ. Naproti tomu je objekty BP a PK plánované rekonstrukce vzhledem ke své funkci trvale pod hladinou vody. Návrh na snížení hladiny v nádrži po dobu prací je tak logickým vyústěním snah formulace způsobu provádění, resp. snah o návrh jímkování v co nejmenším rozsahu. Úroveň vodní hladiny po dobu rekonstrukce je tak zásadním faktorem ovlivňující provoz hned několika dílčích objektů vodního díla, nebo k vodnímu dílu přiléhající.

Z hlediska platného manipulačního řádu jsou provozní hladiny v rozsahu zásobního prostoru nádrže definovány takto:

- Horní provozní hladina – 370,10 m n. m.
- Minimální provozní hladina – 364,60 m n. m.

Vodní dílo bylo projektováno v případě rozšíření JE Temelín pro maximální provozní hladinu na úrovni 371,60 m n. m. Na VD je stanovena tzv. dispečerská hladina, již je vymezen prostor řízené a volné manipulace. Dispečerská hladina byla stanovena na úrovni 365,85 m n. m.

Přestože je možno dle aktuálně platného MŘ snížit hladinu až na úroveň 364,60, je tato kóta skutečně spíše teoretickou hodnotou. Z nedávné doby, kdy bylo v rámci stavebních činností na VD přistoupeno ke krátkodobému snížení vodní hladiny, byly zpětně vyhodnoceny ekonomické důsledky z takto provedené řízené manipulace. Mezi dotčené subjekty v důsledku předpokládané snahy snížení hladiny v nádrži lze uvést mj. JE Temelín, dále VE Hněvkovice a dá se očekávat, že snížení hladiny v nádrži by mělo dopad i na provozní stavu MVE Hluboká nad Vltavou. Zejména problematika úpravy vody pro provoz JE Temelín je složitá a představuje poměrně nákladný proces. Přestože je plánovaný záměr zabezpečení vodního díla velkou investicí a její význam převyšuje běžné provozní situace, je poměrně reálné při očekávané délce realizace, že by náklady na úpravy vody při významném snížení hladiny v nádrži mohly významně narůstat, například až do obdobných hodnot jako vlastní realizace zabezpečení VD. Úroveň vodní hladiny v nádrži po dobu rekonstrukčních prací tak představuje poměrně citlivé téma, kde nalezení optima je předmětem konsensu více subjektů (např. PVL, ČEZ, odbor ŽP aj.).

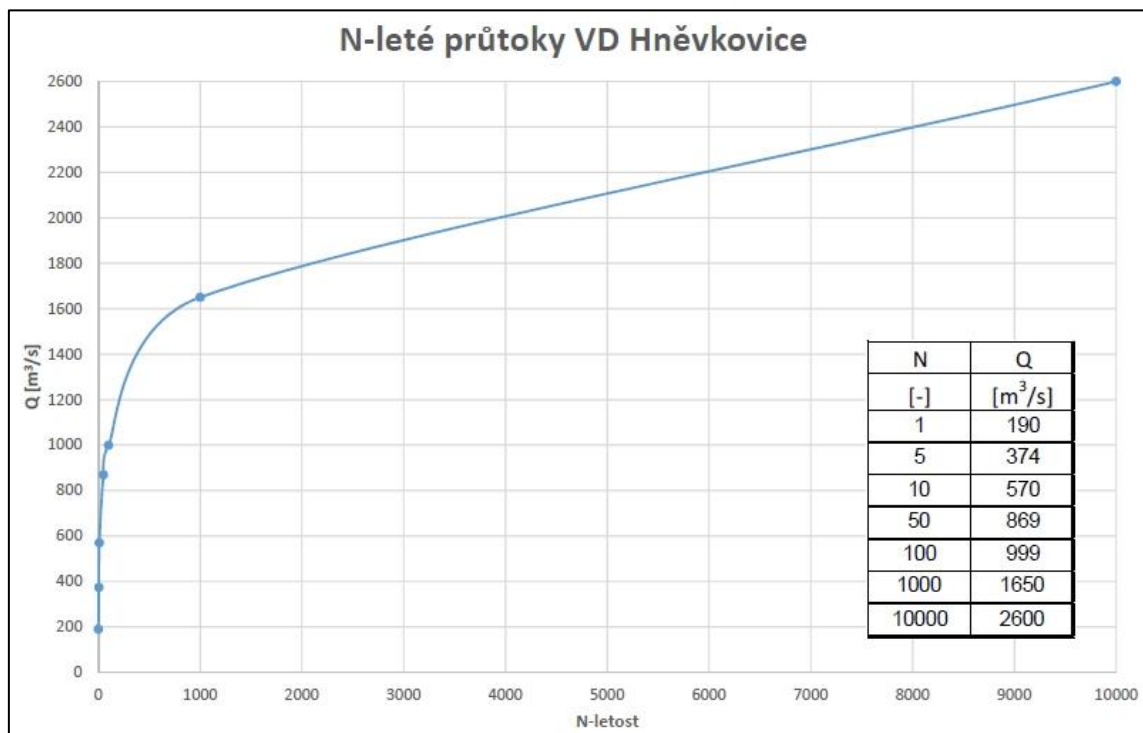
Ve studii proveditelnosti [6] byla pro všechny varianty uvažována ochranná jímka navržena na hodnotu dispečerské hladiny s bezpečnostním převýšením 50 cm. Tím byla zaručena jakási porovnatelnost posuzovaných variant technického návrhu. V následné odborné diskuzi projektanta a provozovatele vodního díla bylo konstatováno, že možnosti snížení hladiny na úroveň dispečerské hladiny jsou spíše optimistické, než reálně prosaditelné. V rámci DSP [8] byla konstrukci ochranných jímek věnována logicky větší pozornost a jejich konstrukční řešení bylo rozpracováno do větších podrobností. Návrhová hladina byla v průběhu prací DSP dohodnuta na hodnotu 368,90 s bezpečnostním převýšením 50 cm. Stále však platí, že snížení návrhové hladiny ochranných jímek po dobu rekonstrukce vede k nižším investičním nákladům ochranných jímek, menším stavebním činnostem a tedy ve svém konečném důsledku i nižším hodnotám celkových investičních nákladů. Předpokládá se, že předmětem návrhové hladiny ochranných jímek bude věnována pozornost za účasti PVL, ČEZ a vybraného dodavatele rekonstrukčních prací.

Omezení provozu vodního díla je z výše uvedeného popisu zřejmé a to jak přímo na prováděných stavebních objektech plánované rekonstrukce, tak nepřímo na ostatních objektech v důsledku předpokládané dočasné manipulace s vodní hladinou v prostoru nádrže. Při snaze souhrnného formulování ovlivnění provozu hlavních objektů přímo na vodním díle lze konstatovat následující:

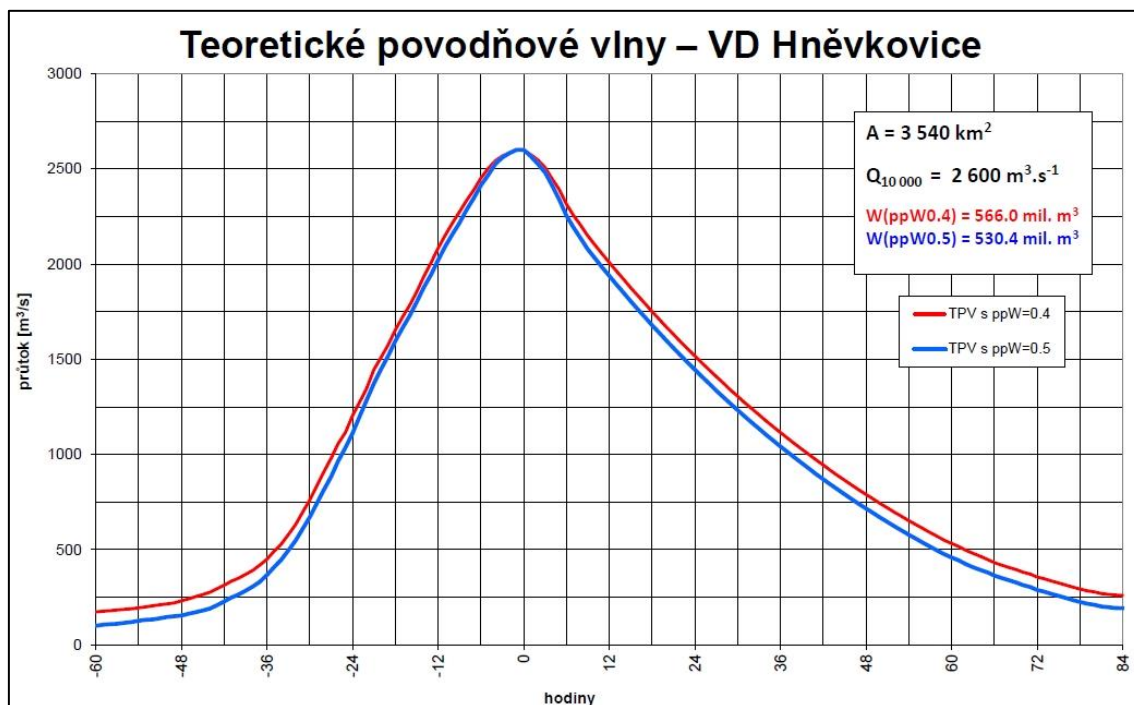
- Objekt bezpečnostního přelivu bude po dobu rekonstrukce provozně omezen snížením kapacity. Z bezpečnostních důvodů se důrazně doporučuje provádět rekonstrukční práce vždy pouze na jednom poli a zahájení prací na dalším poli provádět až po úplném dokončení kompletní demontáže ochranné jímky a uvedení dokončeného pole do provozu.
- Objekt plavební komory bude provozně omezen pouze v době mimo-plavebního období.
- Objekt ČS, resp. koncový odběratel JE Temelín bude při snížení provozní hladiny po dobu rekonstrukčních prací provozně dotčen zvýšenými nároky na údržbu vody.
- Objekt VE bude v případě snížení provozní hladiny po dobu rekonstrukčních prací provozně dotčen snížením spádových poměrů s negativním dopadem na výkonové parametry soustrojí.

7 PŘÍLOHY

7.1 OBECNÉ VÝSTUPY – N-LETÉ PRŮTOKY GRAFICKÁ INTERPRETACE

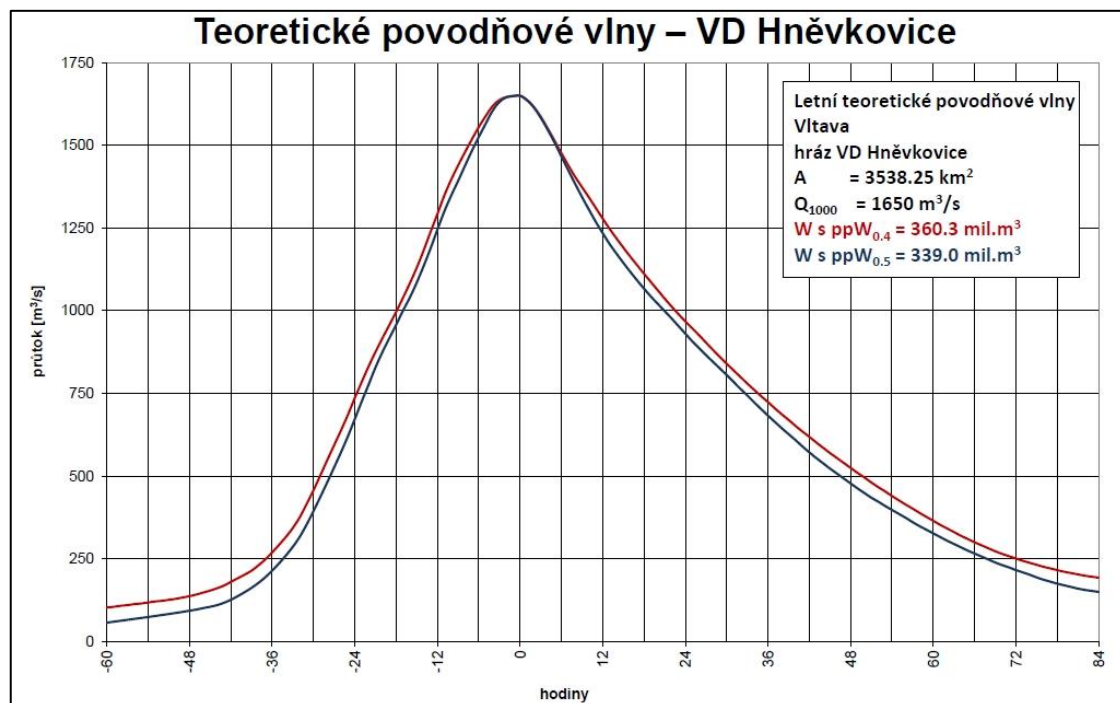


7.2 OBECNÉ VÝSTUPY – PRŮBĚHY TEORETICKÉ POVODŇOVÉ VLNY S KULMINAČNÍM PRŮTOKEM S PRAVDĚPODOBNOSTÍ PŘEKROČENÍ $PQ=0,0001$



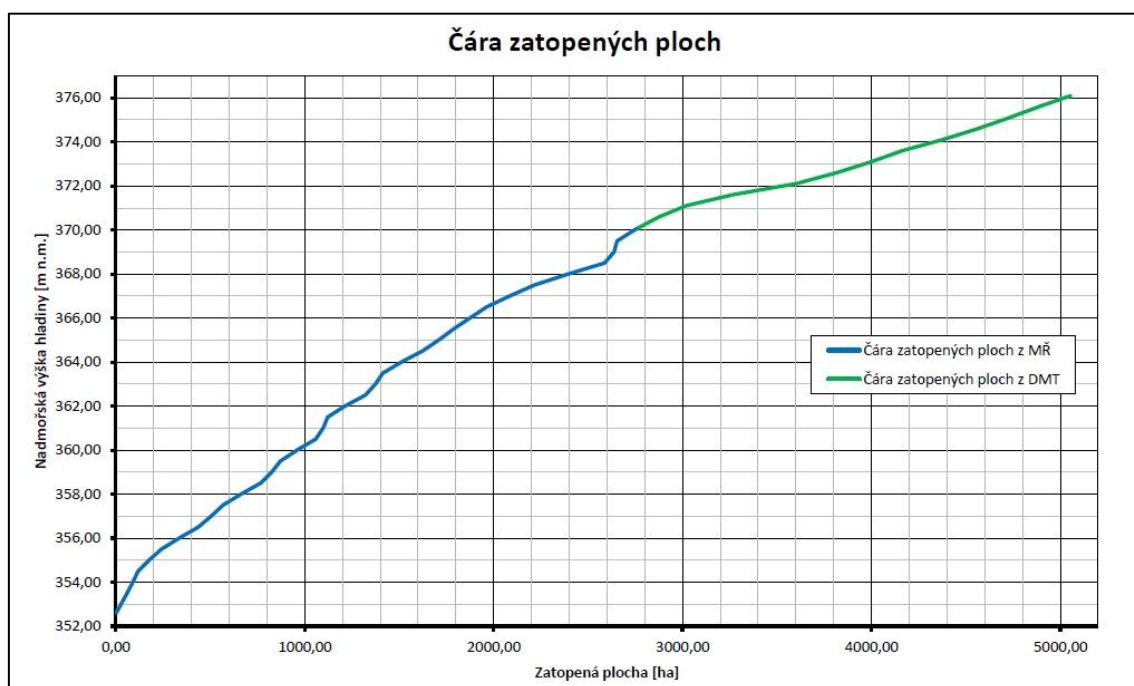
Zdroj: [3]

7.3 OBECNÉ VÝSTUPY – PRŮBĚHY TEORETICKÉ POVODŇOVÉ VLNY S KULMINAČNÍM PRŮTOKEM S PRAVDĚPODOBNOSTÍ PŘEKROČENÍ $PQ=0,001$



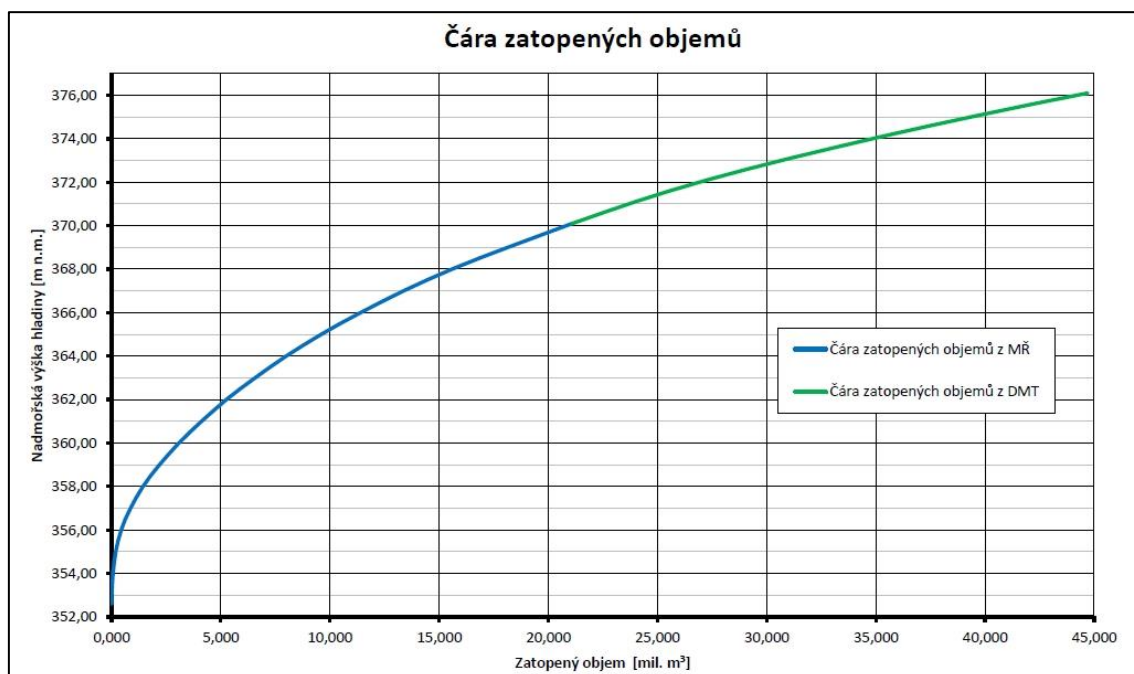
Zdroj: [5]

7.4 OBECNÉ VÝSTUPY – ČÁRA ZATOPENÝCH PLOCH



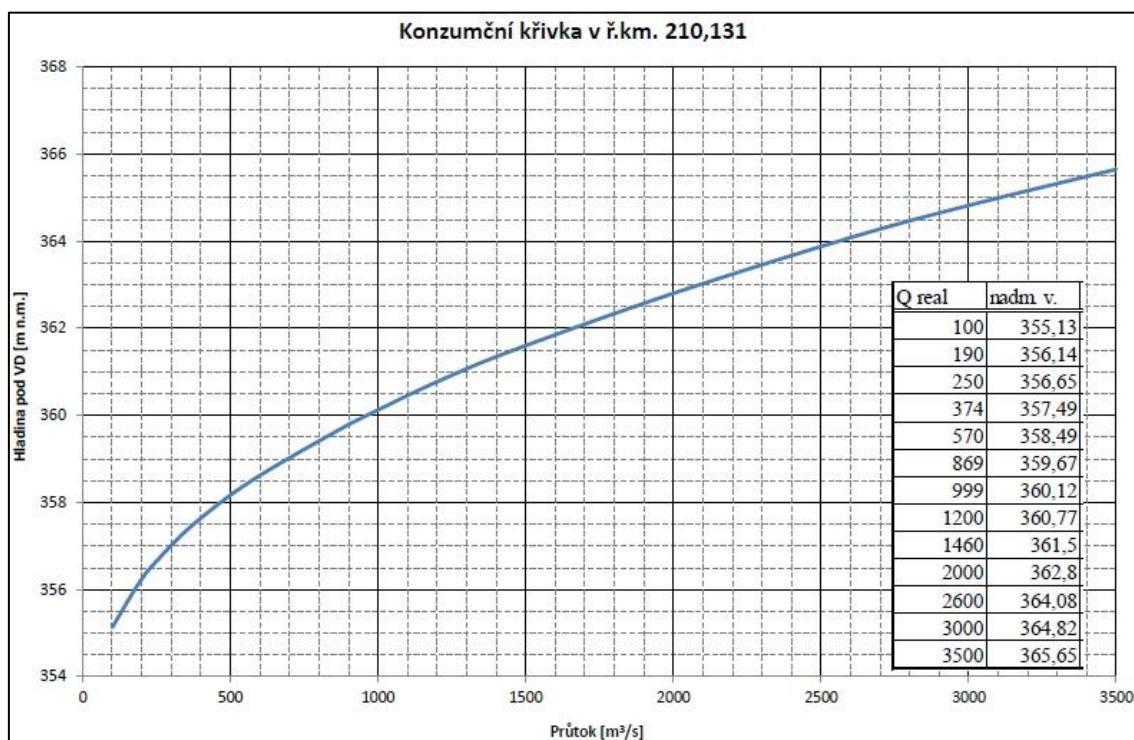
Zdroj: [2, 6]

7.5 OBECNÉ VÝSTUPY – ČÁRA ZATOPENÝCH OBJEMŮ



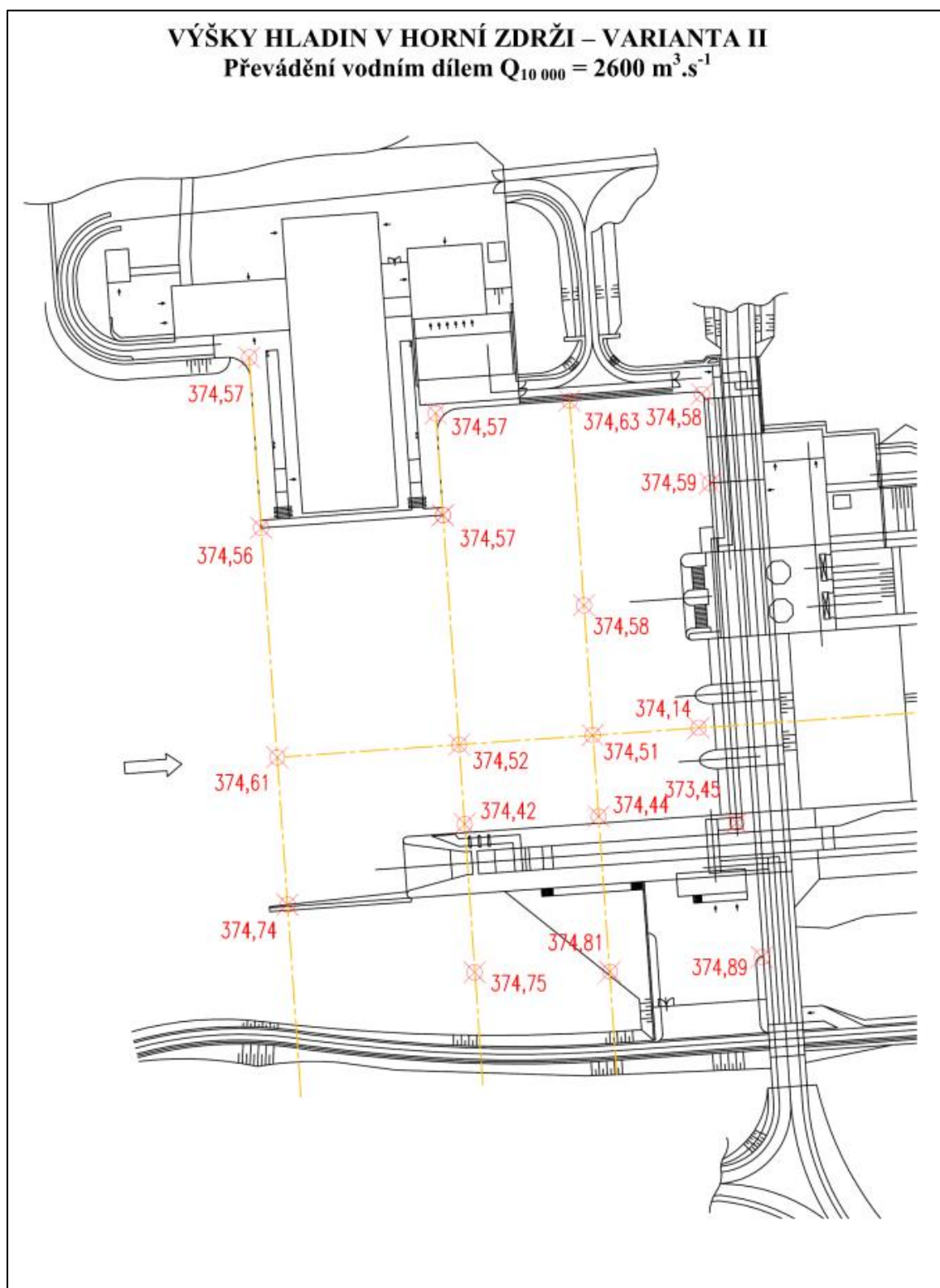
Zdroj: [2, 6]

7.6 OBECNÉ VÝSTUPY – KONZUMČNÍ KŘIVKA N-LETÝCH VOD DOLNÍ VODY



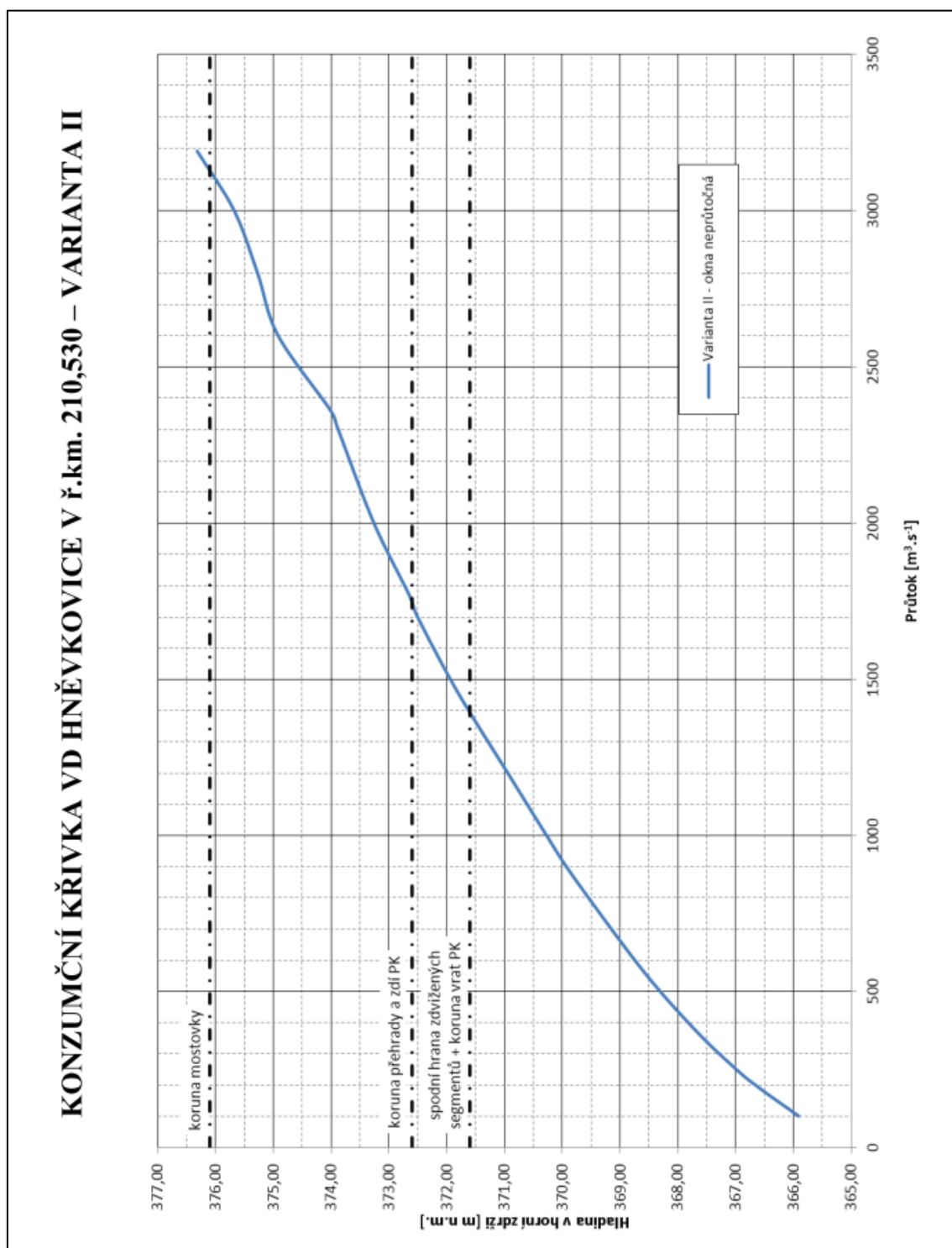
Zdroj: [2, 4, 7]

7.7 MODELOVÝ VÝZKUM 2013 – SITUAČNÍ ZÁKRES POLOH MĚŘENÍ HLADIN – VARIANTA II



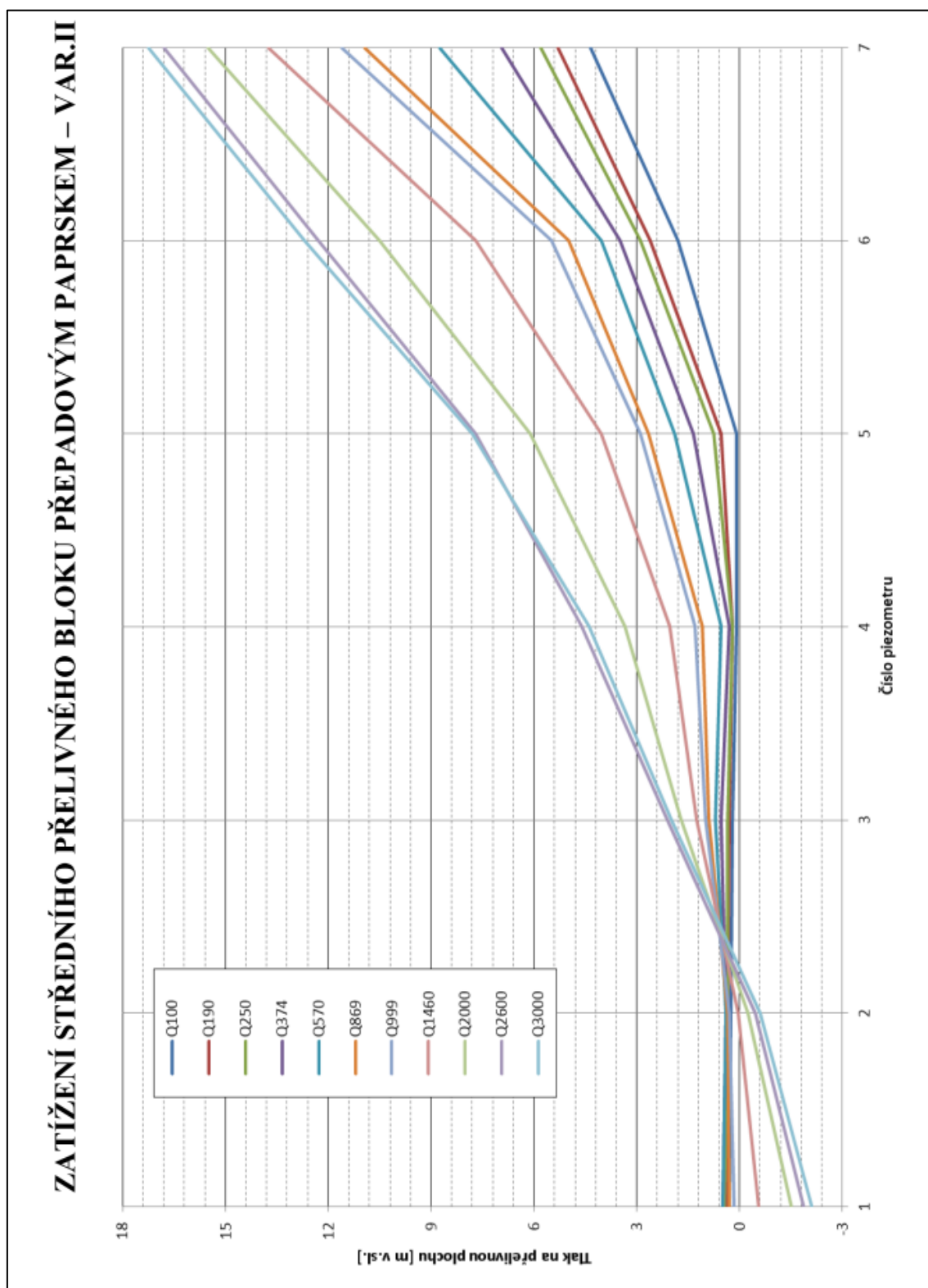
Zdroj: [4]

7.8 MODELOVÝ VÝZKUM 2013 – KONZUMČNÍ KŘIVKA VD HNĚVKOVICE – VARIANTA II



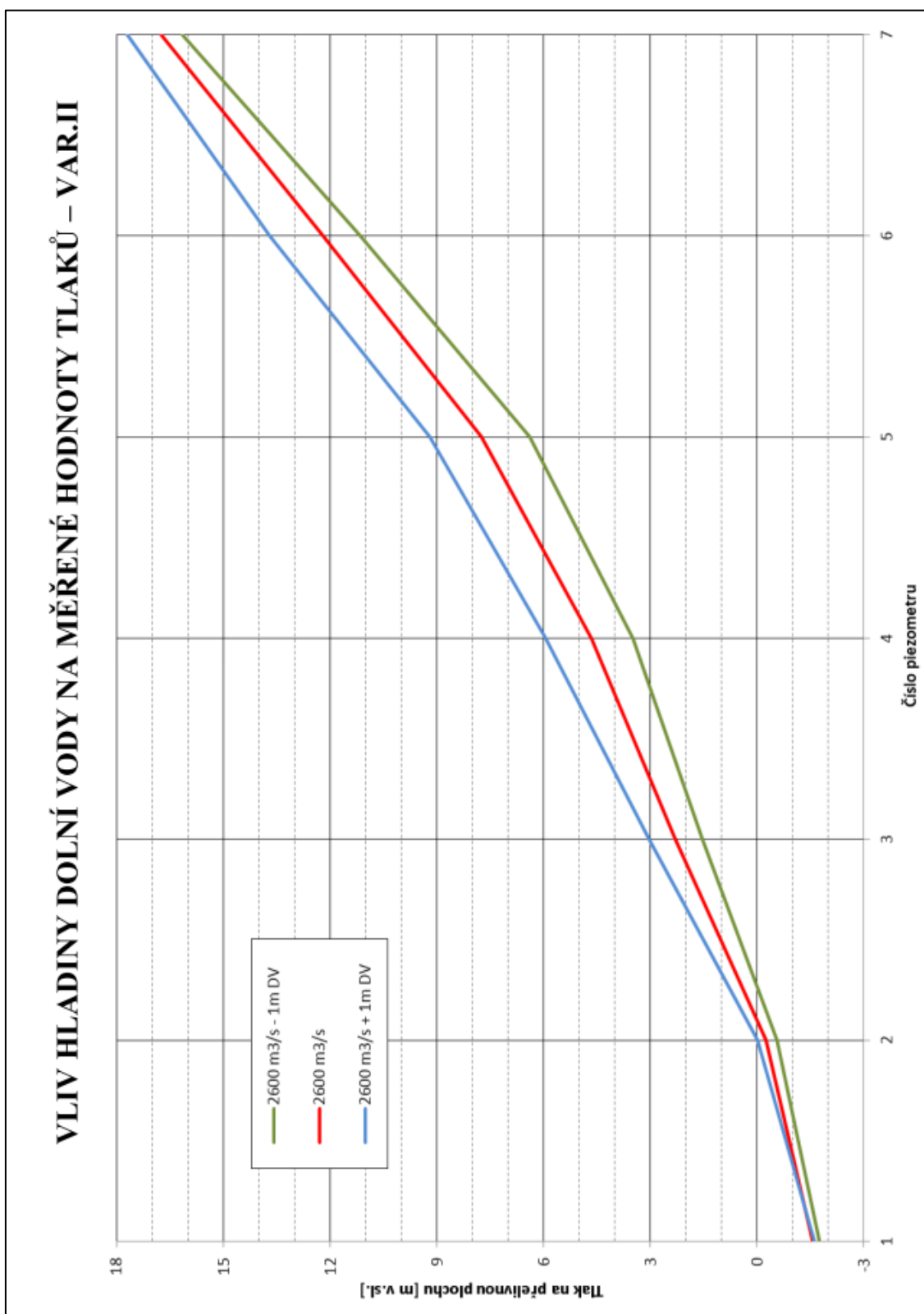
Zdroj: [4]

7.9 MODELOVÝ VÝZKUM 2013 – ZATÍŽENÍ STŘEDNÍHO PŘELIVNÉHO BLOKU PŘEPADOVÝM PAPSKEM – VARIANTA II



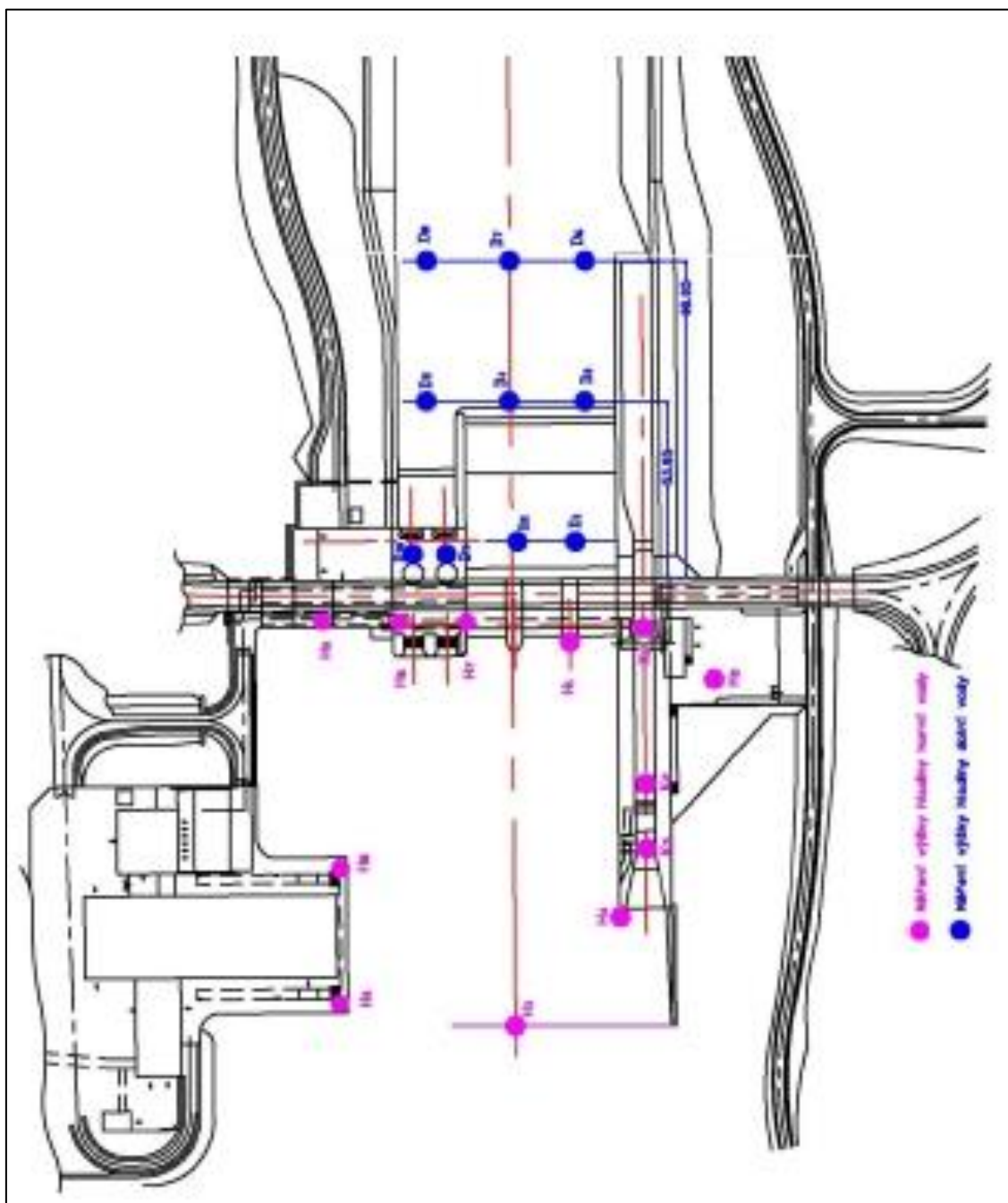
Zdroj: [4]

7.10 MODELOVÝ VÝZKUM 2013 – VLIV DOLNÍ HLADINY NA MĚŘENÉ HODNOTY TLAKŮ – VARIANTA II



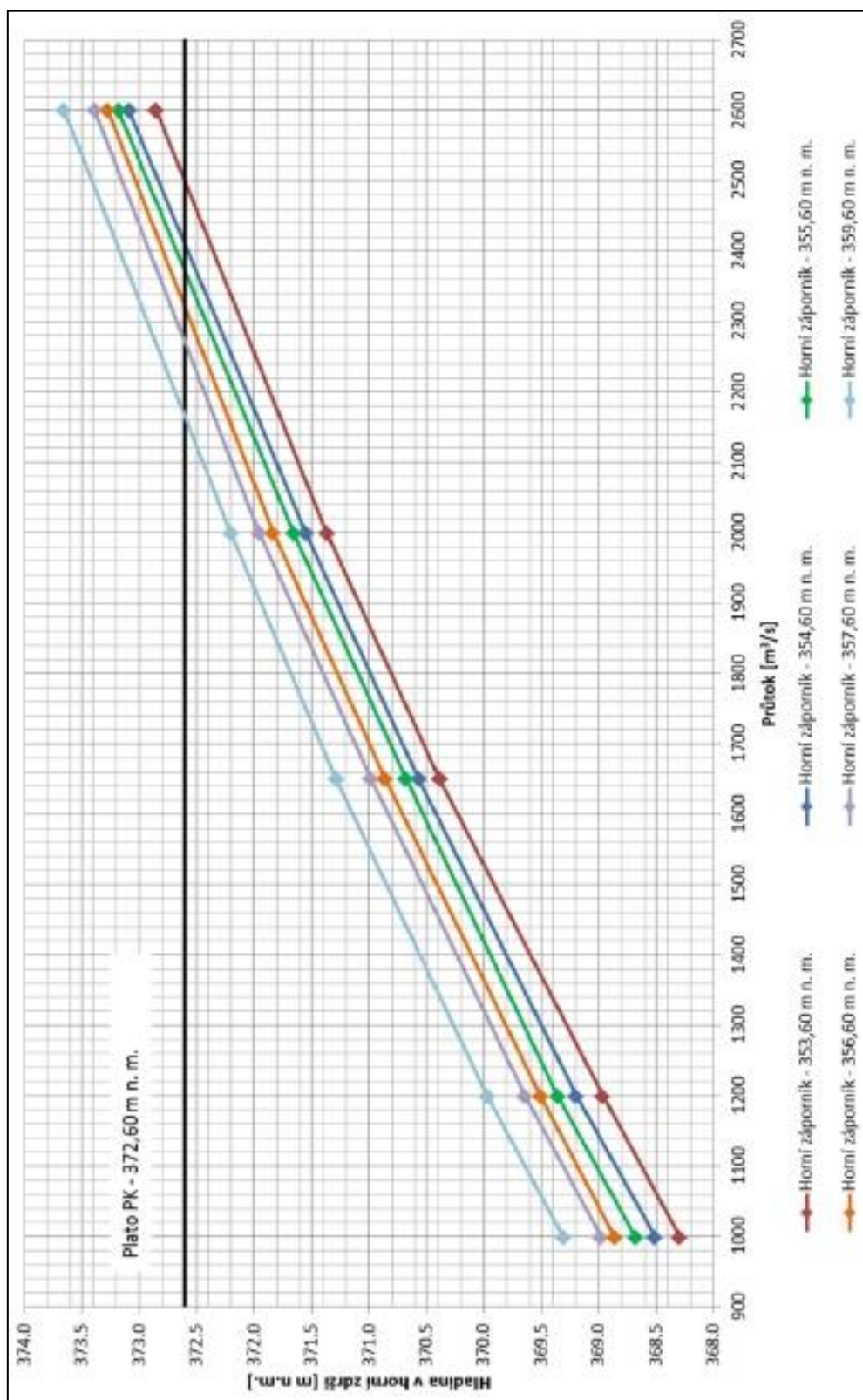
Zdroj: [4]

7.11 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – SITUAČNÍ ZÁKRES POLOH MĚŘENÍ HLADIN



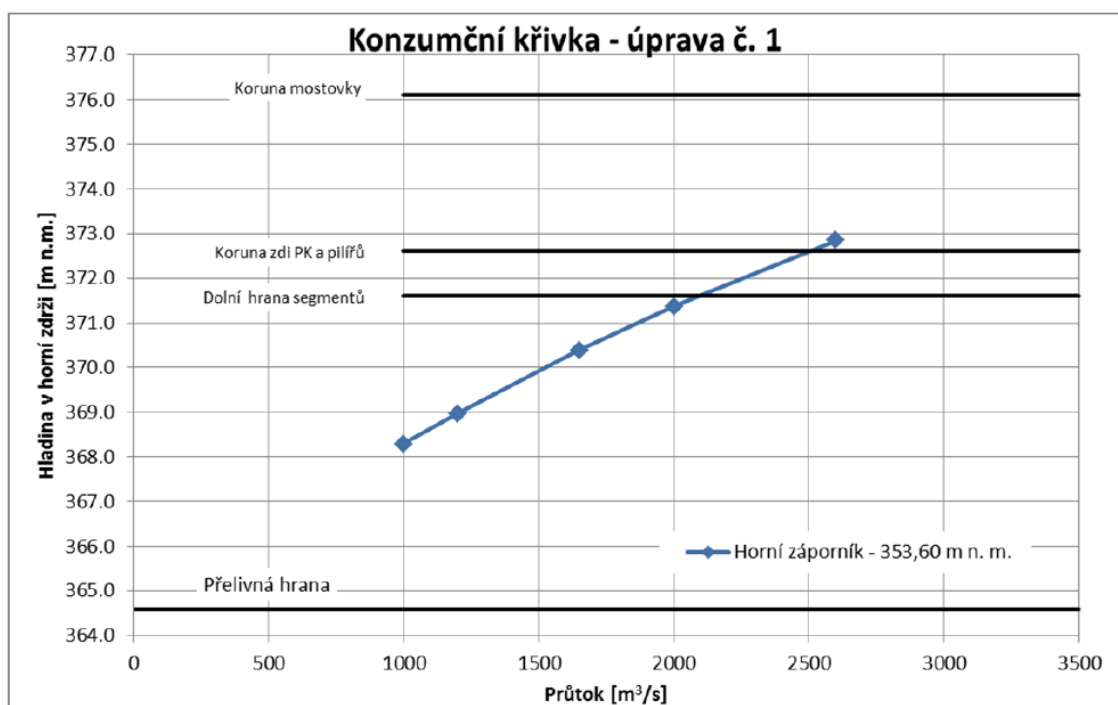
Zdroj: [7]

7.12 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – POROVNÁNÍ KONZUMČNÍCH KŘIVEK VD HNĚVKOVICE PRO RŮZNÉ ÚPRAVY HORNÍHO ZÁPORNÍKU



Zdroj: [7]

7.13 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – PRŮBĚH HLADINY V HORNÍ VODĚ PK PŘI HORNÍM ZÁPORNÍKU NA 353,60



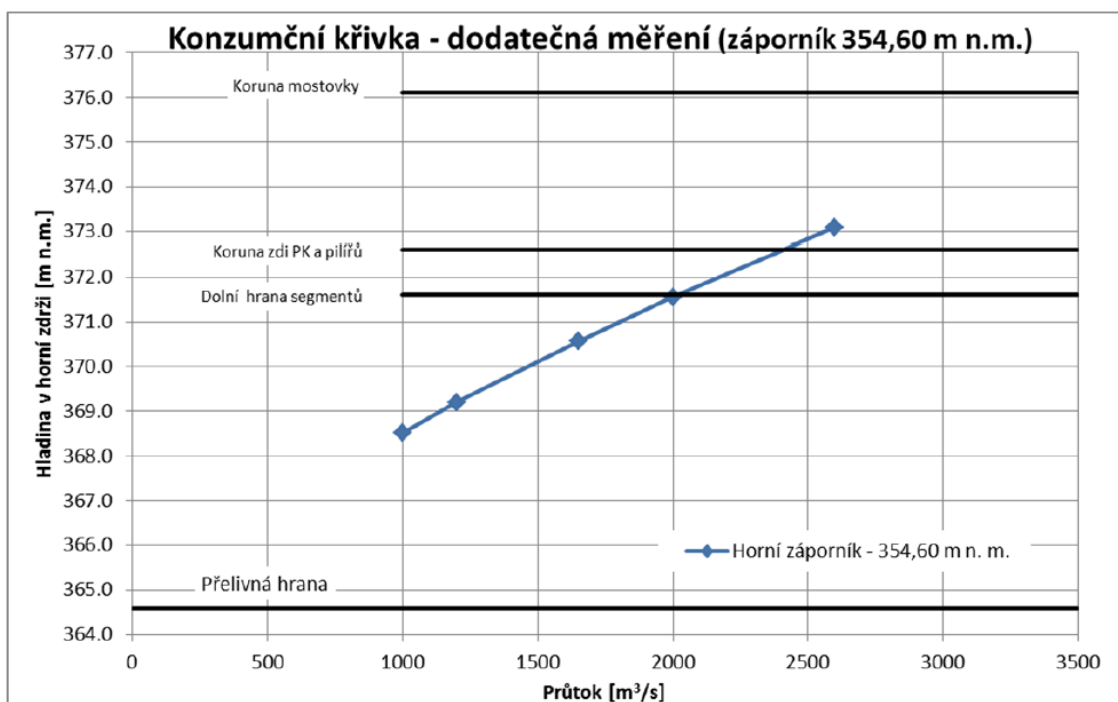
Zdroj: [7]

Tab. 1 - Konzumční křivka – záporník 353,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m³/s]	Hladina [m n. m.]
Q ₁₀₀	999	368,30
-	1200	368,97
Q _{1 000}	1650	370,39
-	2000	371,37
Q _{10 000}	2600	372,86

Zdroj: [7]

7.14 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – PRŮBĚH HLADINY V HORNÍ VODĚ PK PŘI HORNÍM ZÁPORNÍKU NA 354,60



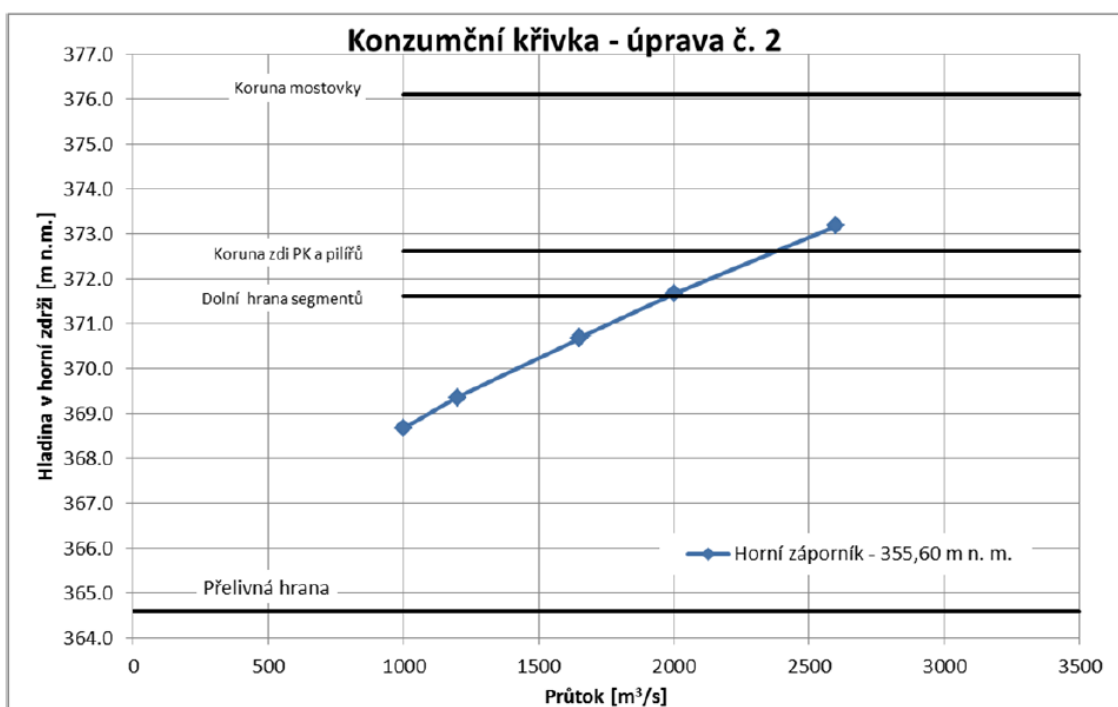
Zdroj: [7]

Tab. 2 - Konzumční křivka – záporník 354,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m³/s]	Hladina [m n. m.]
Q ₁₀₀	999	368,51
-	1200	369,20
Q _{1 000}	1650	370,57
-	2000	371,55
Q _{10 000}	2600	373,09

Zdroj: [7]

7.15 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – PRŮBĚH HLADINY V HORNÍ VODĚ PK PŘI HORNÍM ZÁPORNÍKU NA 355,60



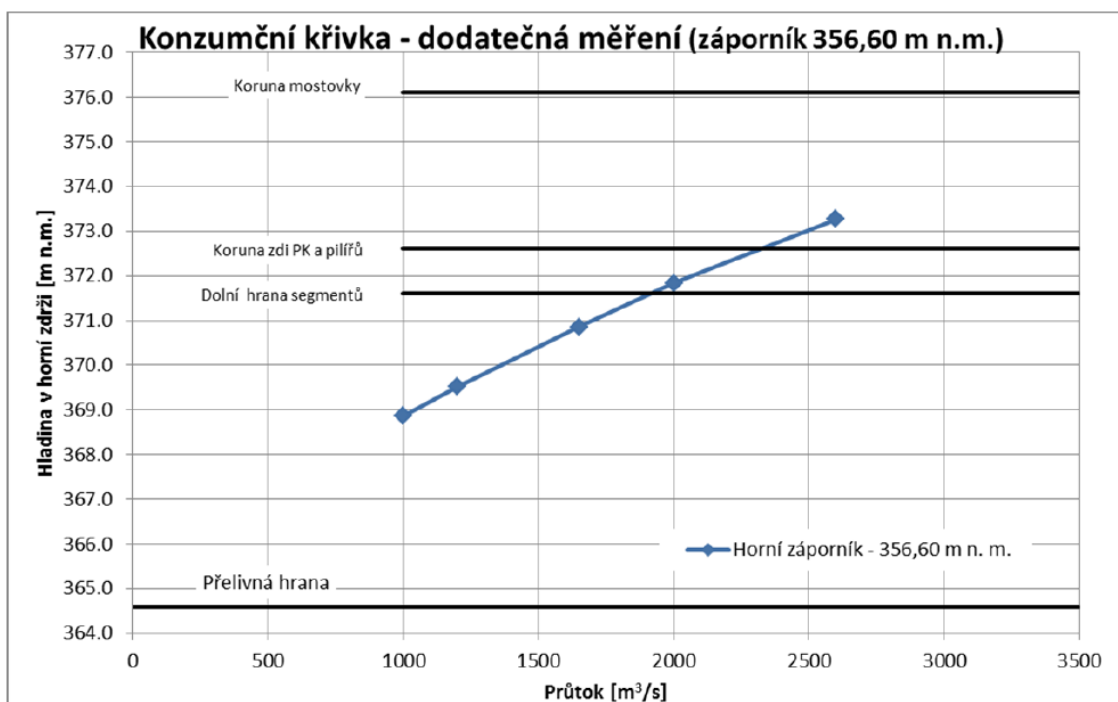
Zdroj: [7]

Tab. 3 - Konzumční křivka – záporník 355,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m^3/s]	Hladina [m n. m.]
Q_{100}	999	368,68
-	1200	369,36
$Q_{1\,000}$	1650	370,68
-	2000	371,66
$Q_{10\,000}$	2600	373,18

Zdroj: [7]

7.16 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – PRŮBĚH HLADINY V HORNÍ VODĚ PK PŘI HORNÍM ZÁPORNÍKU NA 356,60



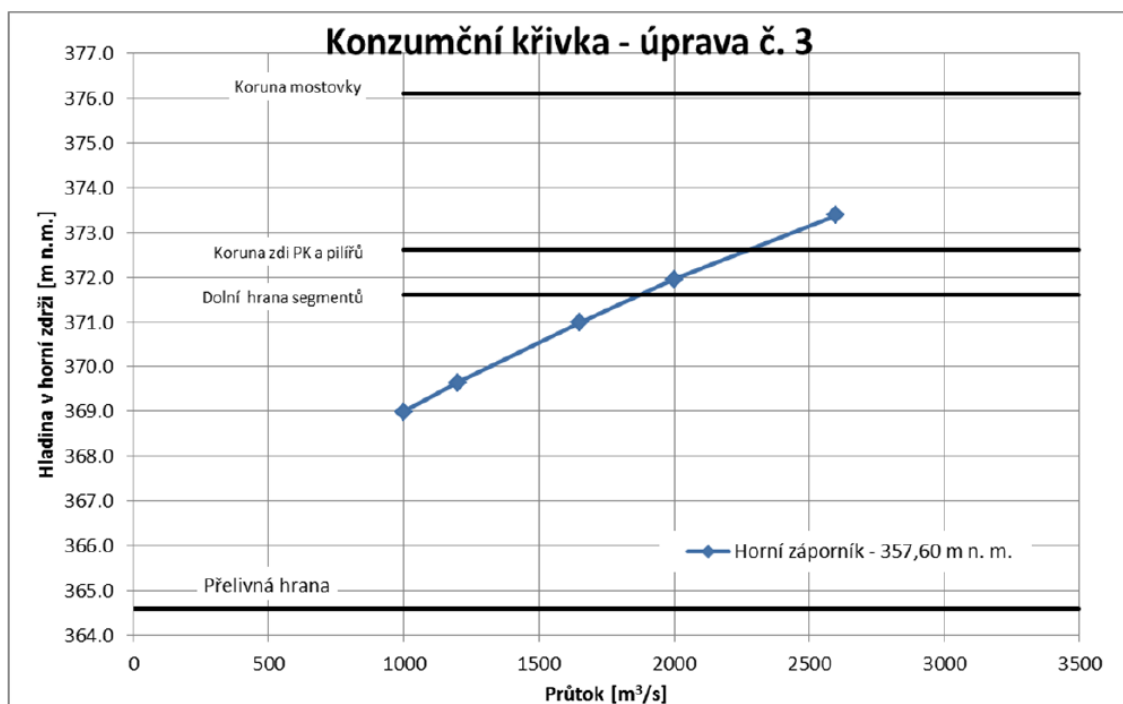
Zdroj: [7]

Tab. 4 - Konzumční křivka – záporník 356,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m³/s]	Hladina [m n. m.]
Q ₁₀₀	999	368,87
-	1200	369,51
Q _{1 000}	1650	370,86
-	2000	371,84
Q _{10 000}	2600	373,28

Zdroj: [7]

7.17 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – PRŮBĚH HLADINY V HORNÍ VODĚ PK PŘI HORNÍM ZÁPORNÍKU NA 357,60



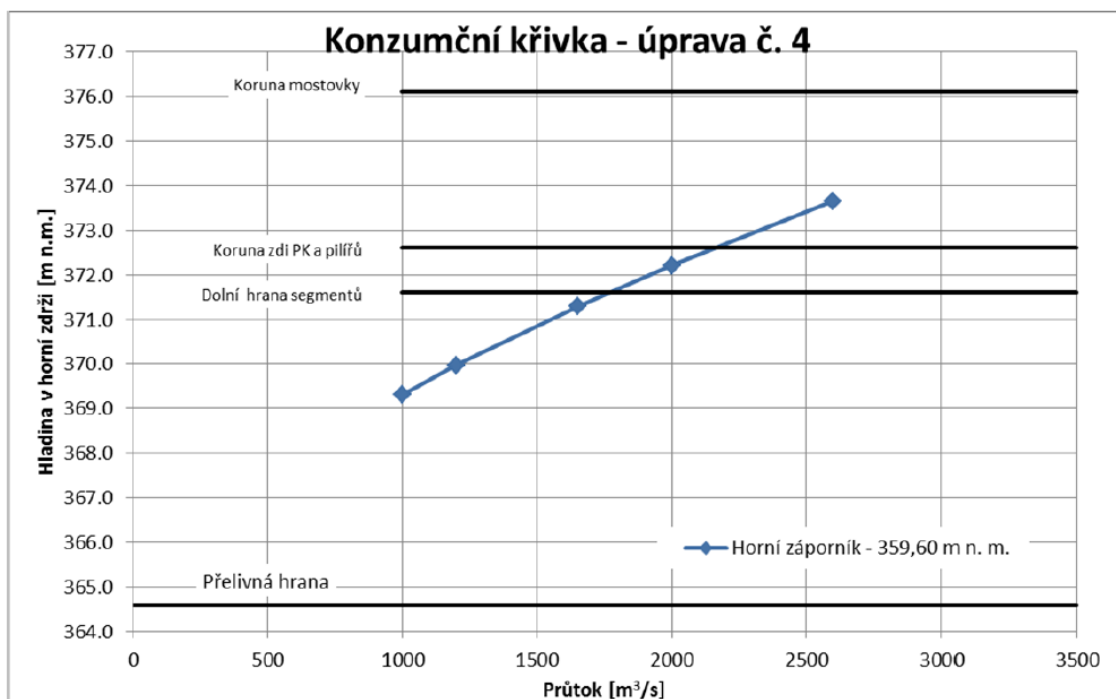
Zdroj: [7]

Tab. 5 - Konzumční křivka – záporník 357,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m³/s]	Hladina [m n. m.]
Q ₁₀₀	999	368,99
-	1200	369,65
Q _{1 000}	1650	370,99
-	2000	371,96
Q _{10 000}	2600	373,39

Zdroj: [7]

7.18 MODELOVÝ VÝZKUM 2016 – KONZUMČNÍ KŘIVKA PŘI ZÁPORNÍKU HORNÍ OHLAVÍ NA 359,60



Zdroj: [7]

Tab. 6 - Konzumční křivka – záporník 359,60 m n. m.

Označení průtoku	Průtok [m³/s]	Hladina [m n. m.]
Q ₁₀₀	999	369,31
-	1200	369,97
Q _{1 000}	1650	371,29
-	2000	372,21
Q _{10 000}	2600	373,66

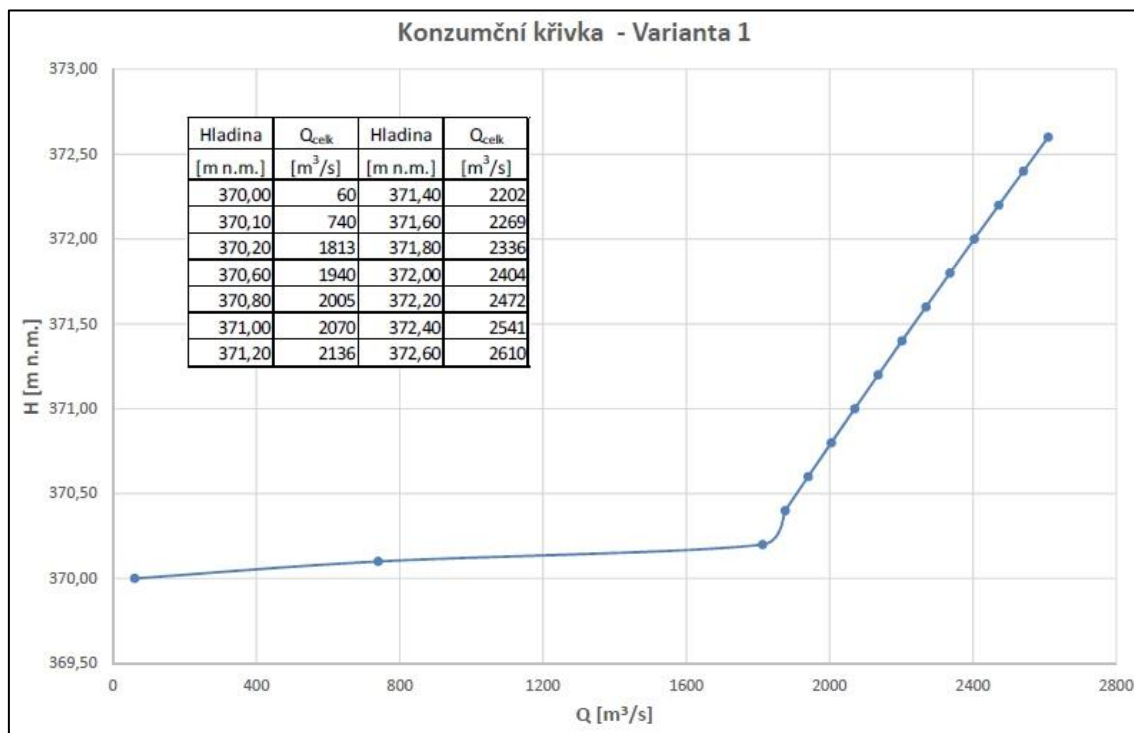
Zdroj: [7]

7.19 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 1 – SITUACE



Zdroj [6]

7.20 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 1 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

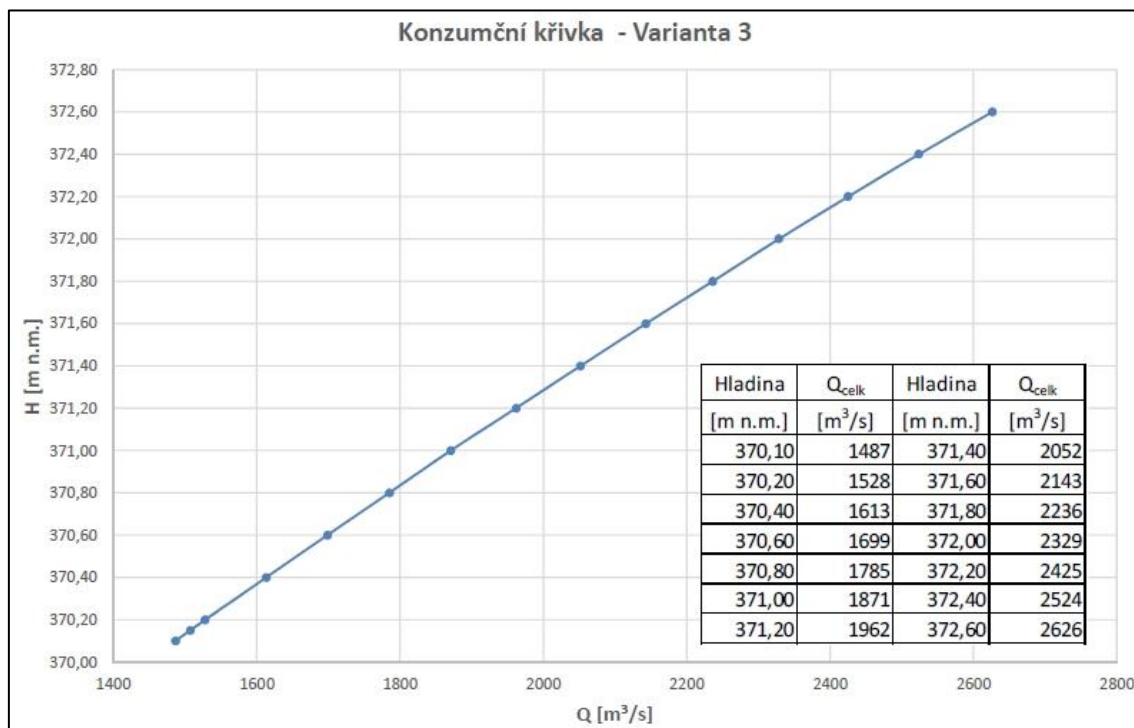


7.21 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 3 – SITUACE

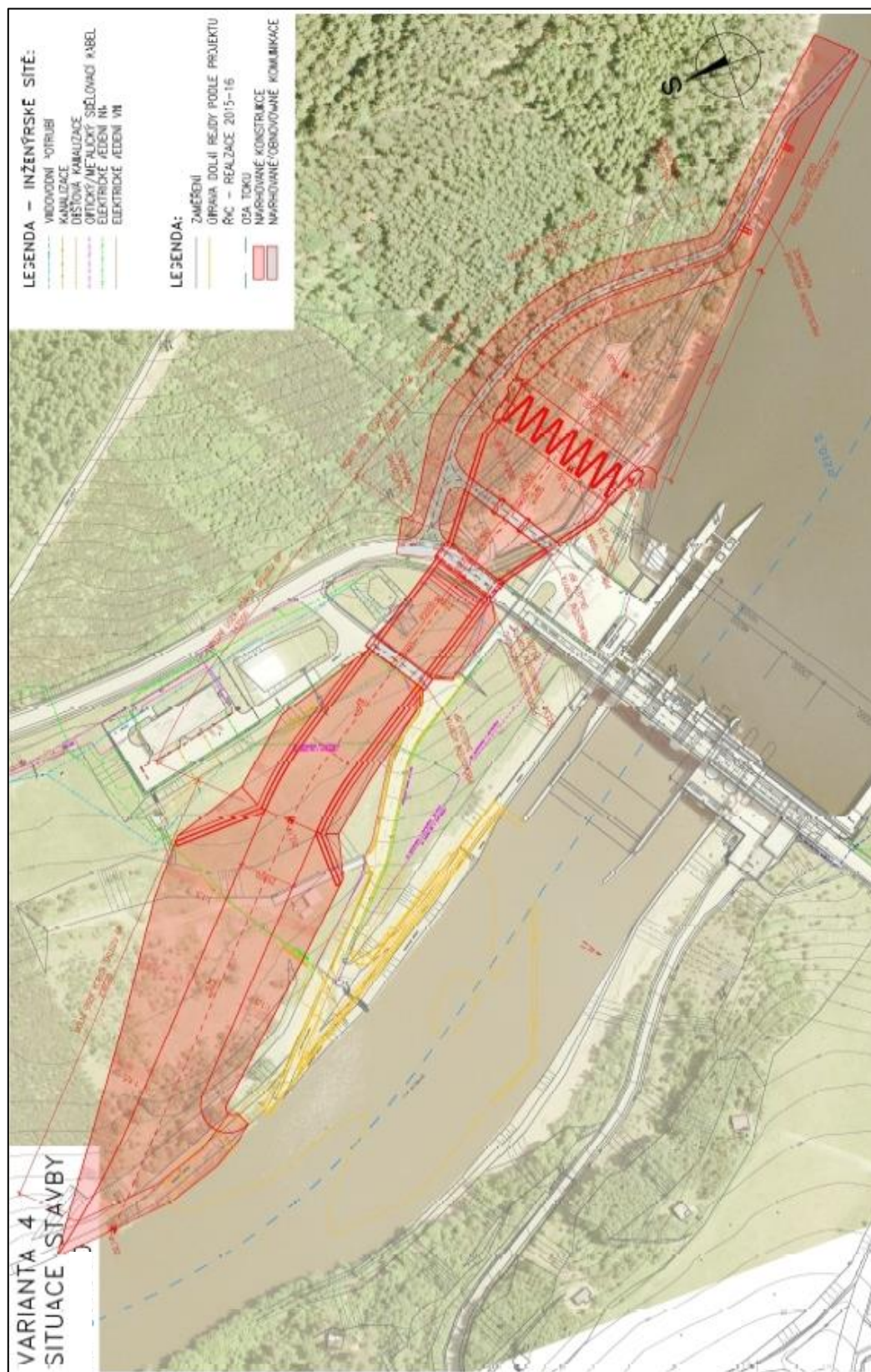


Zdroj [6]

7.22 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 3 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

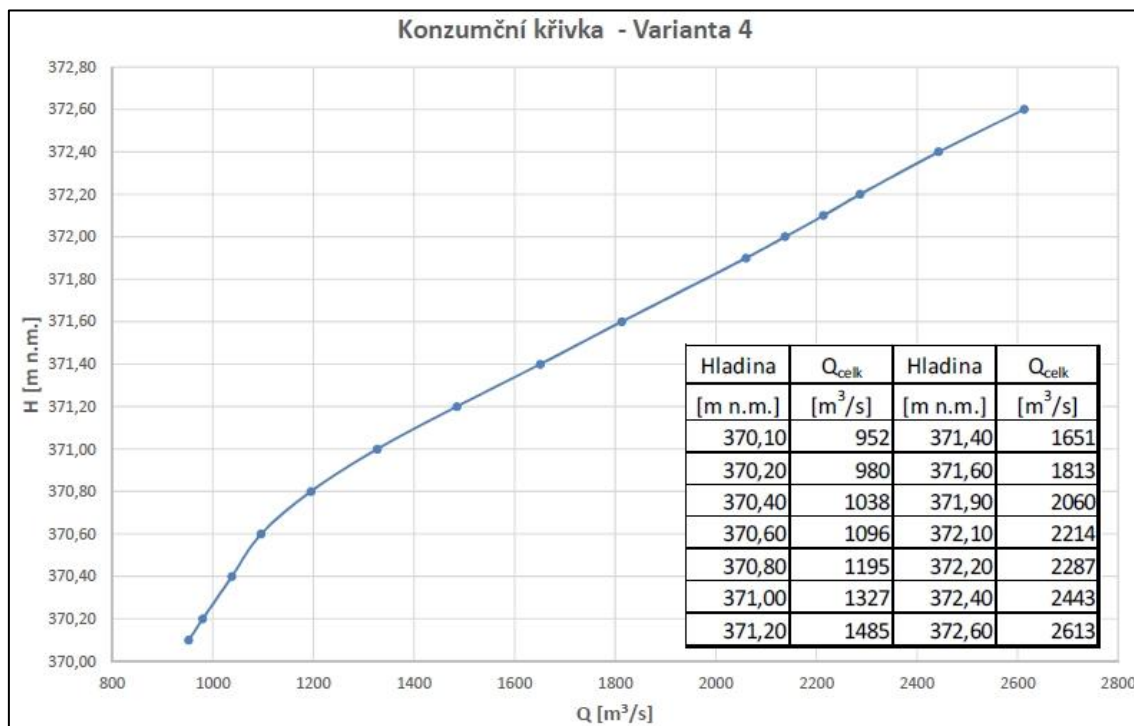


7.23 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 4 – SITUACE

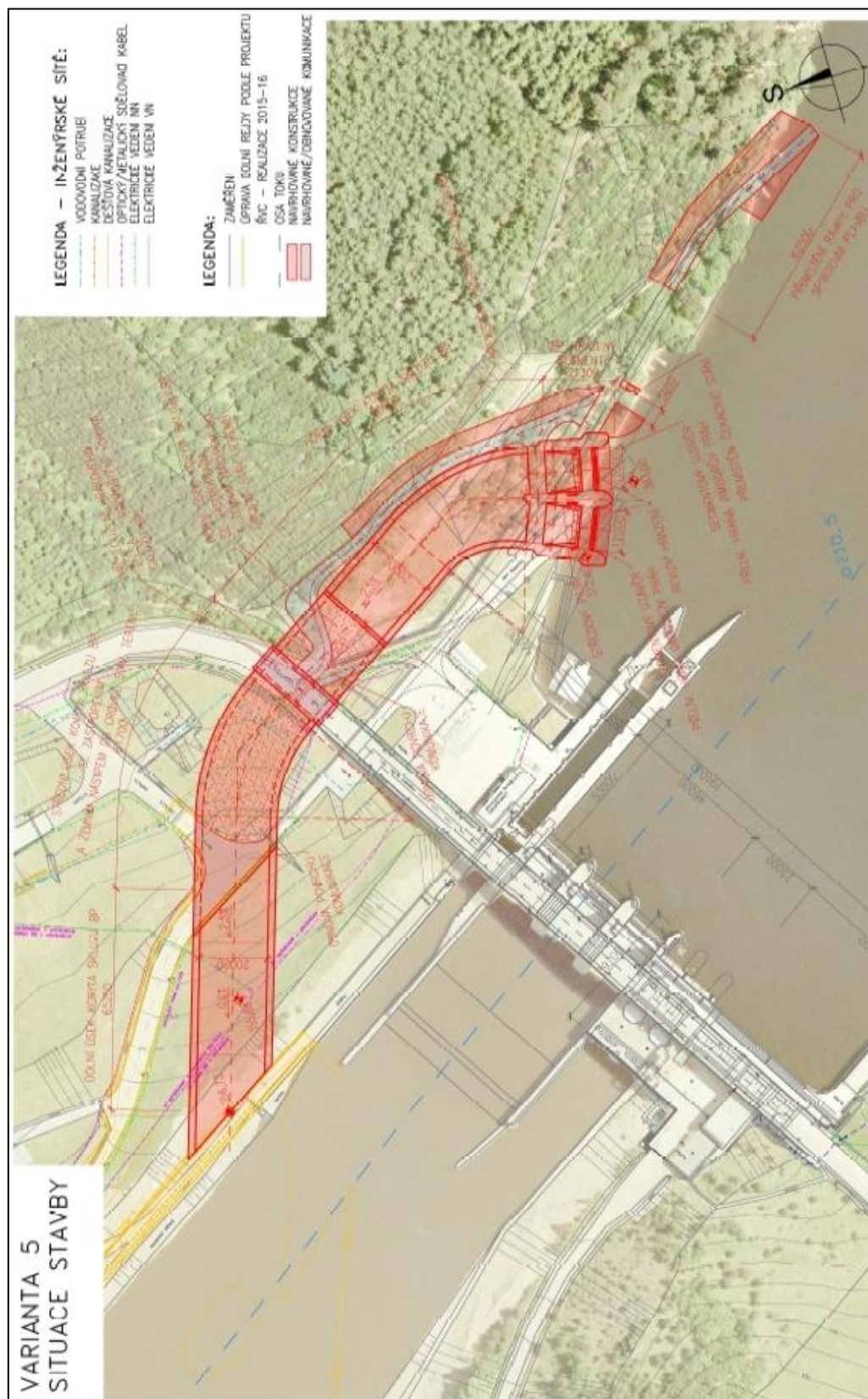


Zdroj [6]

7.24 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 4 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

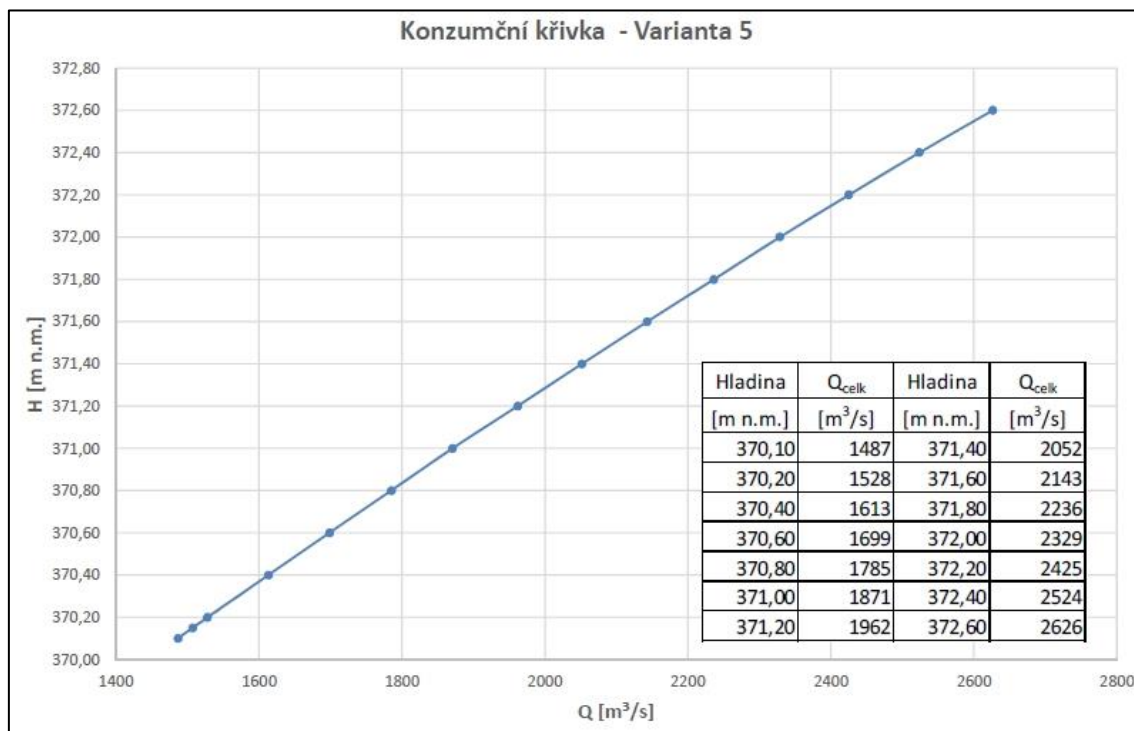


7.25 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 5 – SITUACE

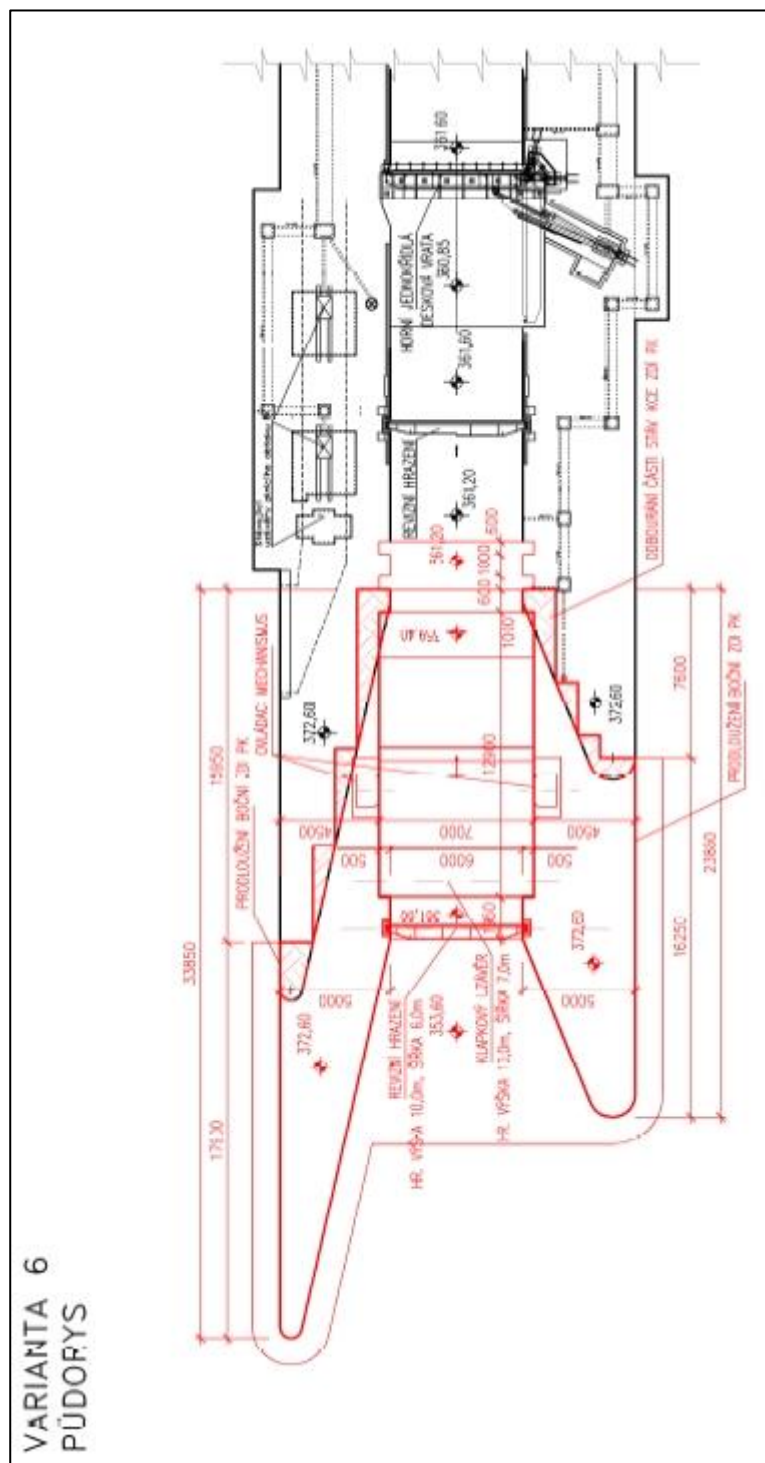


Zdroj [6]

7.26 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 5 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

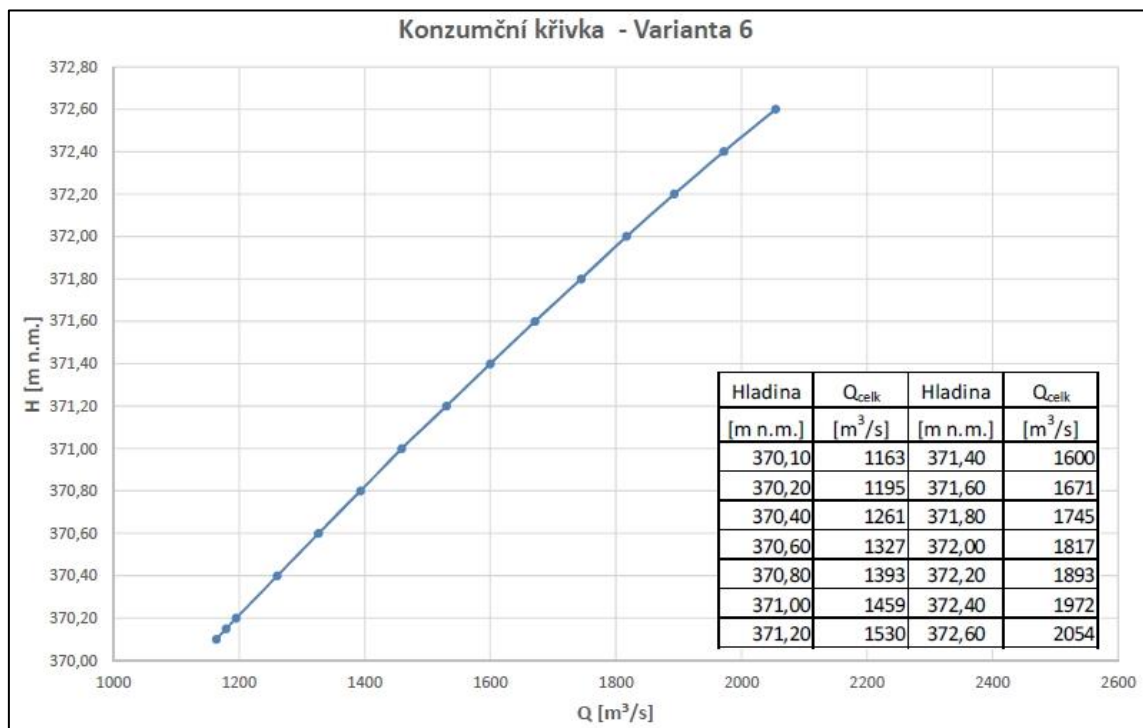


7.27 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 6 – PŮDORYS

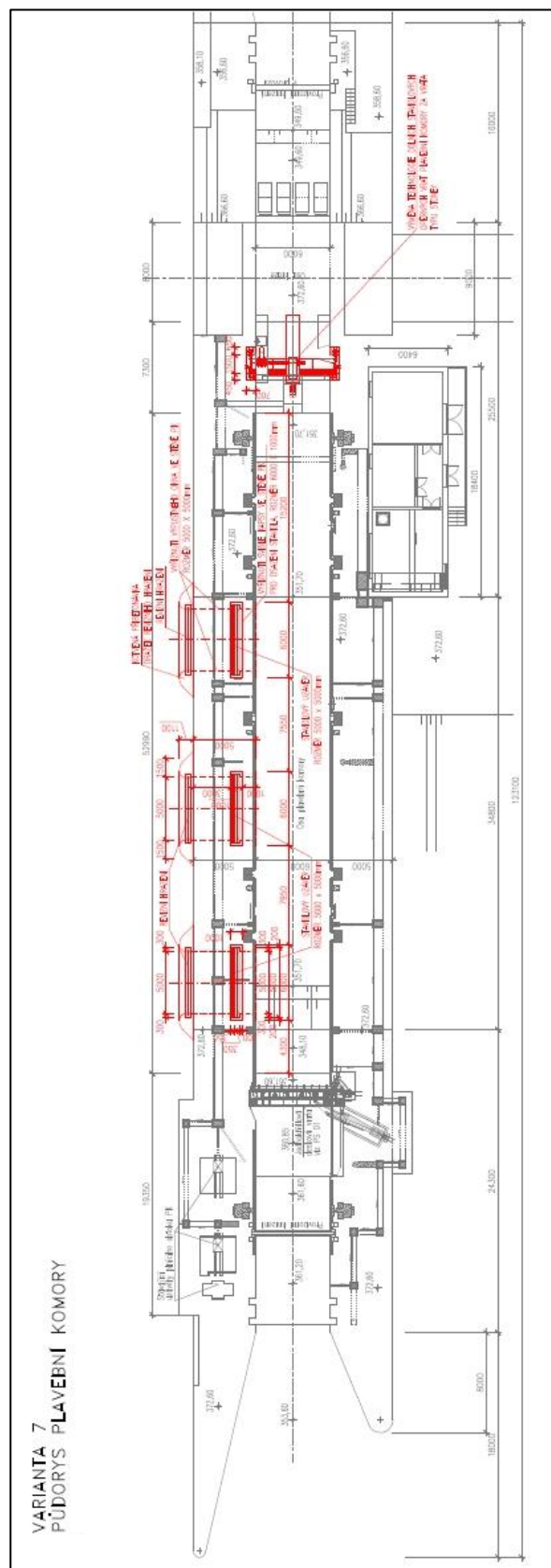


Zdroj [6]

7.28 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 6 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

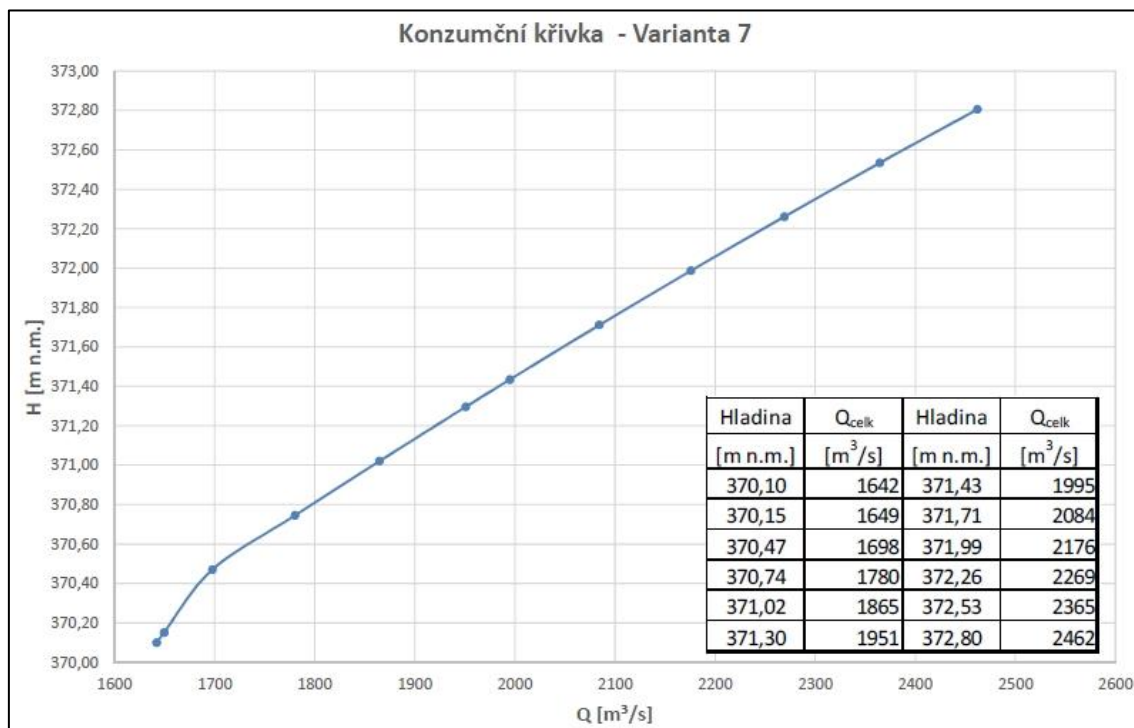


7.29 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 7 – PŮDORYS

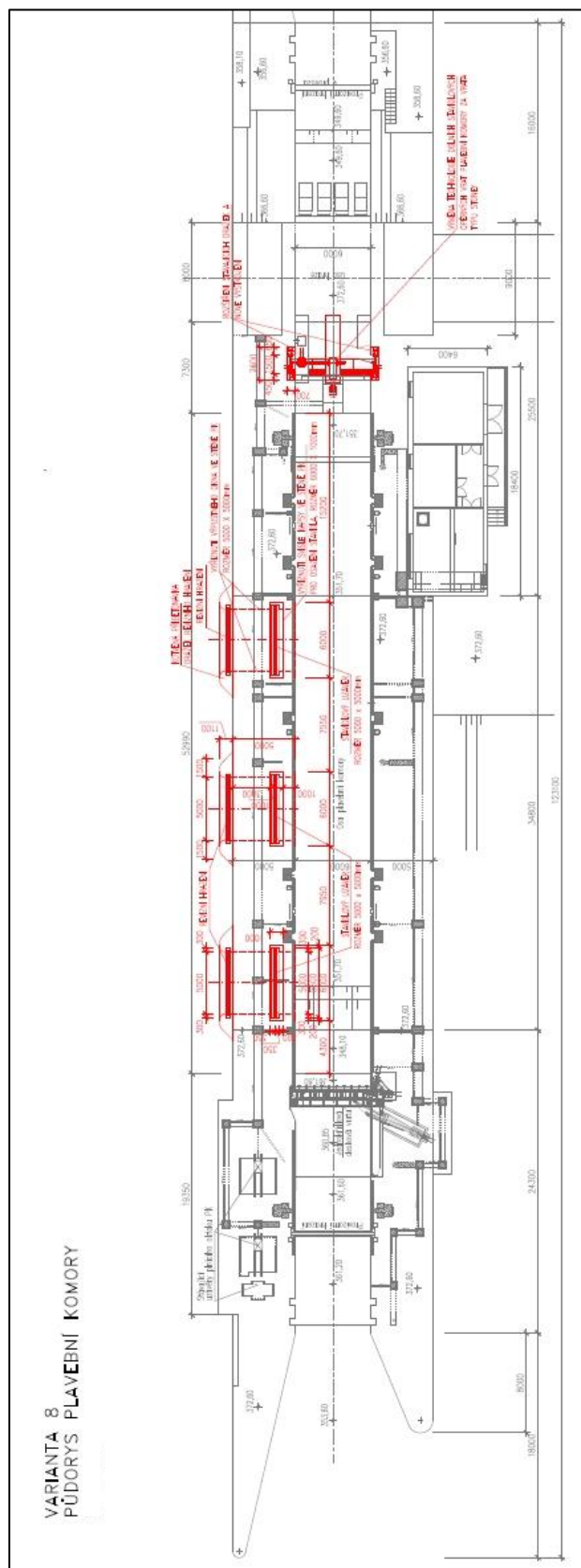


Zdroj [6]

7.30 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 7 – KONZUMČNÍ KŘIVKA

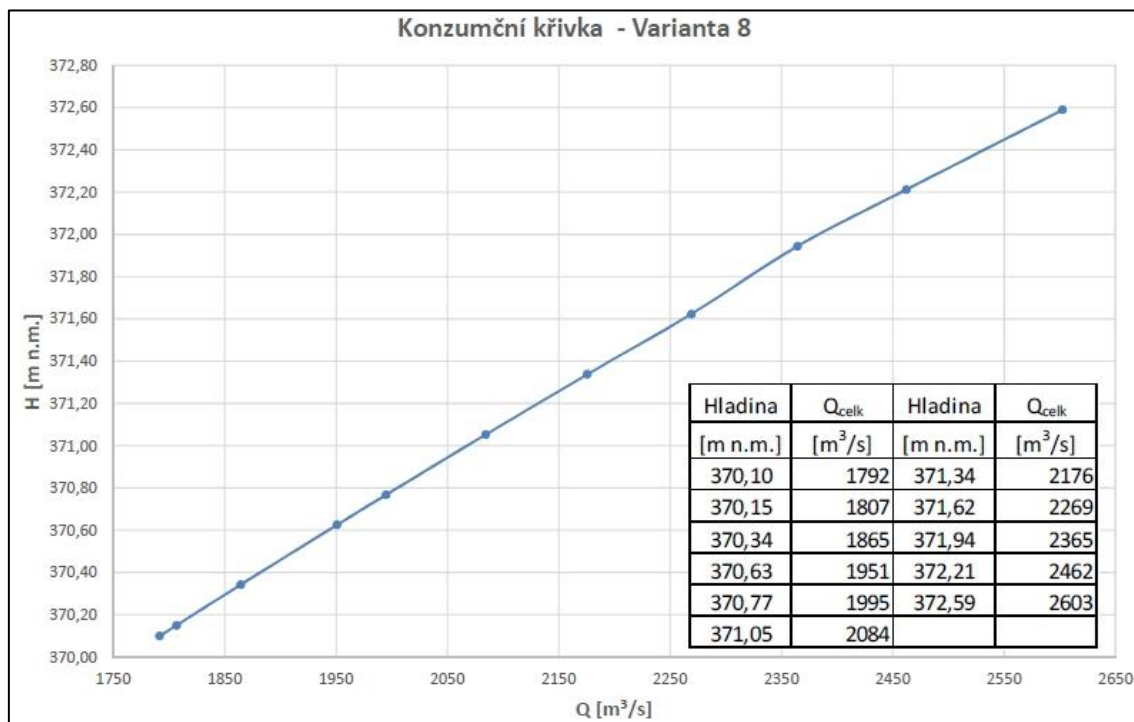


7.31 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 8 – PŮDORYS

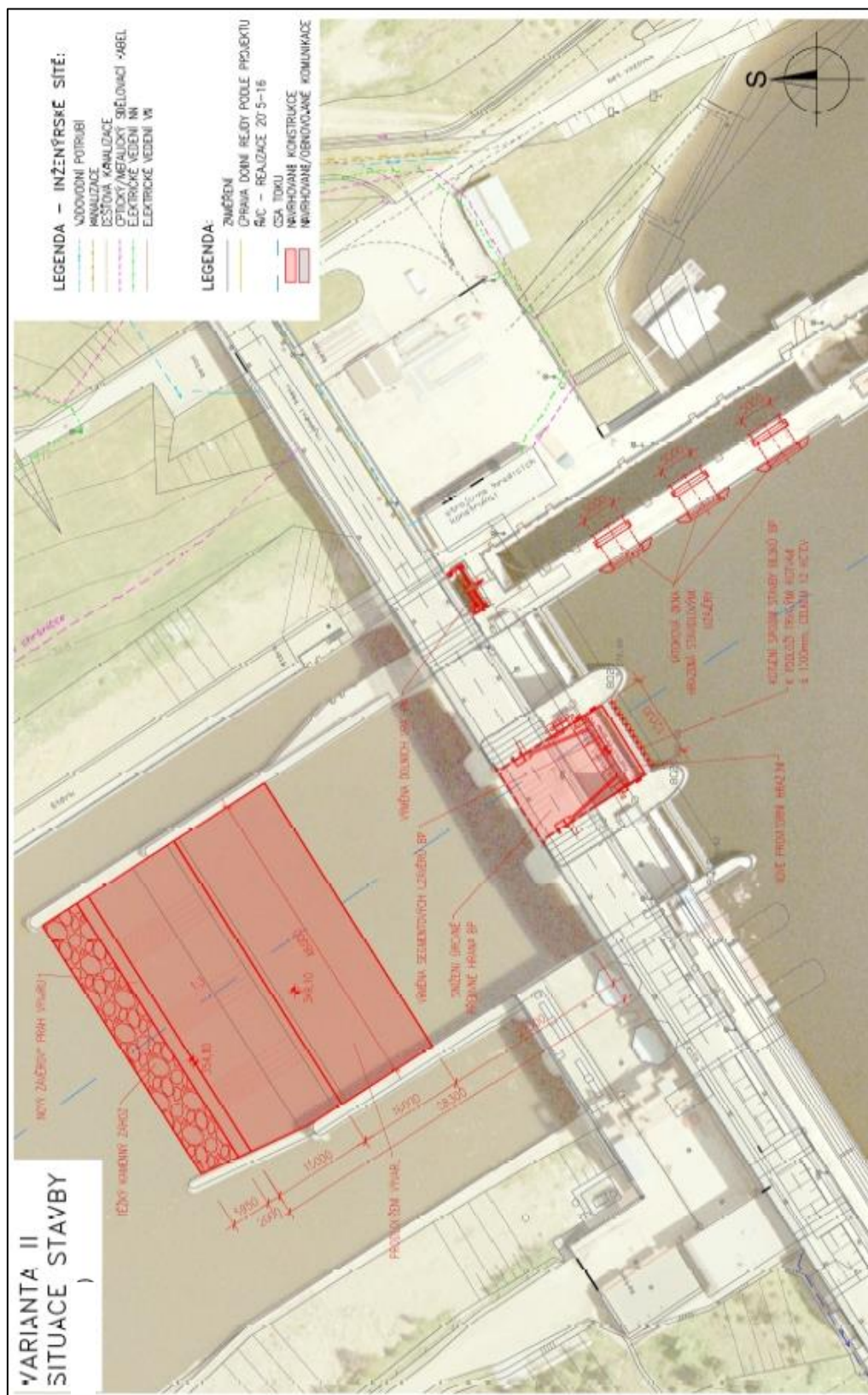


Zdroj [6]

7.32 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA 8 – KONZUMČNÍ KŘIVKA



7.33 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA II – SITUAČE



Zdroj [6]

7.34 STUDIE PROVEDITELNOSTI – VARIANTA II – KONZUMČNÍ KŘIVKA

