



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch
a přírodu

Odborná podpora pro omezování rizika povodní - zvláštní povodně

Ministerstvo životního prostředí ■ Státní fond životního prostředí ČR
www.opzp.cz ■ [zelená linka 800 260 500](tel:800260500) ■ dotazy@sfzp.cz

Problematika zvláštních povodní

- **zvláštní povodeň (ZPV)** je definována jako povodeň způsobená umělými vlivy - to jsou situace, jež mohou nastat při stavbě nebo provozu vodních děl, která vzdouvají nebo mohou vzdouvat vodu, zejména při:
- narušení vzdouvacího prvku vodního díla (označení **ZPV typu 1**)
- poruše hradicích konstrukcí bezpečnostních nebo výpustných zařízení vodních děl (označení **ZPV typu 2**)
- nouzovém řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla (označení **ZPV typu 3**)

Vazba technickobezpečnostního dohledu na ZPV

- v České republice je v současné době více než **25 000** funkčních malých vodních nádrží (MVN). Z toho počtu je převážná většina historických rybníků, se zemními, sypanými hrázemi
- vznik **ZPV** přímo souvisí s bezpečností a stabilitou hráze a souvisejících objektů, svoji roli zde má také spolehlivá funkce objektů a zařízení. Bývá často spojen se **zanedbáním povinností technickobezpečnostního dohledu nad vodními díly (TBD)**.
- TBD nad vodními díly je prevencí před vznikem ZPV a tak je i nedílnou součástí komplexní protipovodňové ochrany.

Vazba technickobezpečnostního dohledu na ZPV

- stanovení směrodatných limitů pro stupně povodňové aktivity při nebezpečí ZPV u VD I. – III. kategorie je nedílnou součástí výkonu TBD
- SPA z hlediska ZPV jsou uvedeny v Programech TBD
- analýza možností vzniku a průběhu ZPV, stanovení jejich účinku v profilu VD a stanovení území ohroženého ZPV (povinnost vlastníků určených vodních děl I. až III. kategorie – vlastník musí znát, jaká rizika VD představuje)

SMĚRODATNÉ LIMITY PRO TŘÍSTUPŇOVÉ VYJÁDŘENÍ MÍRY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ VE VAZBĚ NA NEBEZPEČÍ VZNIKU ZPV

I. SPA, STAV BDĚLOSTI

- SPA nastává při neobvyklém nebo nepříznivém vývoji jevů a skutečností, které mají vztah k bezpečnosti díla
- podkladem pro hodnocení je platný Program TBD (pro VD I. – III. kategorie), který pro sledované jevy a rozhodující okolnosti obsahuje seznam veličin včetně kvantifikovaných mezních hodnot pro vybrané jevy a skutečnosti
- pro díla IV. kategorie jsou kritéria uvedena v platném MŘ

I. SPA, STAV BDĚLOSTI

- dosažení I. SPA - stavu bdělosti vyhodnocují hlavní pracovníci TBD (HPTBD). Hodnocení, zda již tato situace pominula (např. na podkladě posouzení výsledků doplňujících měření a průzkumů, nebo obratu ve vývoji směrodatných jevů) provádí rovněž HPTBD
- součástí Programu TBD je organizační zabezpečení výkonu TBD, povinnosti jednotlivých účastníků a řešení zastupitelnost

II. SPA, STAV POHOTOVOSTI

- podnět pro vyhlášení II. SPA dávají příslušnému povodňovému orgánu HPTBD¹⁾, případně obsluha díla při pokračujícím nepříznivém vývoji bezpečnosti díla, který se odvozuje podle hodnocení jevů a skutečností sledovaných v rámci výkonu TBD
- posouzení stavu díla a podnět pro vyhlášení II. SPA provádějí HPTBD v rámci odborné činnosti TBD, na podkladě komplexní analýzy výsledků provedených řádných i doplňkových měření, pozorování, zkoušek, průzkumů a všech dalších souvislostí, po eliminaci ovlivňujících skutečností, které nemají vliv na bezpečnost díla

¹⁾ Předpokládá se přítomnost HPTBD na díle. Obsluha díla je aktivizuje dostupnými spojovacími prostředky již při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností.

Příklady typických jevů a situací, které je možno, považovat za směrodatné limity pro vyhlášení II. SPA na díle z hlediska nebezpečí vzniku zvláštních povodní pro Metelský rybník:

- dosažení limitní hladiny v nádrži na k. 503,56 m n.m. (kulminační hladina při Q_{100} dle MŘ) při pokračující nepříznivé prognóze vývoje přítoků do nádrže (nebo při omezení funkce bezpečnostního přelivu)
- nárůst průsaků v odvodnění patních drénů nad součtovou hodnotu 4 l.s^{-1} s dalším nepříznivým vývojem množství a zákalu průsakových vod, výnosem materiálů z hráze či podloží
- soustředěný výron vody ze vzdušního svahu hráze nebo v podhrází u paty hráze nad hodnotu $1,0 \text{ l.s}^{-1}$ s dalším nepříznivým zvětšováním průsakového množství, zejména vody zemitě zbarvené, zakalené nebo vynášející zemní materiál
- propad nebo pokles koruny, povrchu svahů hráze nebo přilehlého terénu na hloubku přes 0,5 m na ploše přes 10 m^2

III. SPA, STAV OHROŽENÍ

- III. SPA se vyhláší při vzniku kritických situací na VD, se kterými je spojeno reálné nebezpečí vzniku ZPV. Podnět k vyhlášení dávají příslušnému povodňovému orgánu HPTBD, případně obsluha díla při dosažení kritických hodnot jevů a skutečností sledovaných v rámci výkonu TBD.

Jako kritické situace jsou pro Metelský rybník a uvedeny tyto příklady rozhodujících skutečností:

- dosažení hladiny v nádrži 503,90 m n.m., tj. 90 cm nad přelivnou hranou a 80 cm pod min. kótou koruny hráze
- sesuv (zřícení) svahů hráze progresivního charakteru postihující stabilitu a bezpečnost hráze, zejména spojený s masivními vývěry vody
- náhlé a zcela markantní propadnutí koruny nebo svahů hráze na hloubku přes 1,0 m
- závažná porucha sdruženého objektu, která ohrožuje jeho bezpečnost a stabilitu (např. jeho viditelný náklon), trhliny v betonech sdruženého objektu, posuny na jeho dilatačních spárách šířky několika desítek mm, zvláště jsou-li doprovázené značným výronem vody nebo výnosem materiálu
- soustředěný výron či vývěr vody ze vzdušního svahu hráze nebo v oblasti paty hráze v hodnotách několika $l \cdot s^{-1}$, který v čase vykazuje vzrůstající trend, je zakalený a vynáší materiál hráze nebo podloží

Varovná a nouzová opatření, jejichž užití přichází pro Metelský rybník v úvahu při dosažení III. SPA:

- okamžité informování povodňových orgánů a Hasičského záchranného sboru ČR podle příslušných povodňových plánů pro ohrožené území pod vodním dílem všemi dostupnými prostředky;
- snižování hladiny vody v nádrži (není však obecně vhodné při sesuvech na návodní části hráze, které mohou být snižováním hladiny urychleny);
- ve spolupráci s Policií ČR zajistit uzavření vstupu na korunu hráze pro nepovolané osoby;
- zvýšení odolnosti hráze proti vnitřní erozi zřízením vhodných přitěžovacích prvků (lavic) v oblasti vzdušné paty hráze a vzdušného svahu u paty z polopropustných (netěsnících) materiálů;
- v případě stoupání hladiny vody při povodňové situaci, kdy by hrozilo bezprostřední nebezpečí přelití koruny hráze, se může odstranit hrazení (dřevěné trámy v drážkách) původního, dnes pojistného bezpečnostního přelivu v levém závázání

Kritéria pro stanovení ZPV

- vyhodnocení účinku zvláštní povodně v zasaženém území, pokud povodňové průtoky převyšují hodnotu **100leté** přirozené povodně a rozsah záplavového území, musí být řešeno odděleně od přirozených povodní z důvodu specifického průběhu povodňových vln, jiného způsobu varování a předpokladu významnější evakuace obyvatel.
- situace pro vyhlášení SPA z hlediska ZPV svým rozsahem vyžadují krizové řízení a musí být řešeny podle krizových plánů (zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení)

Povodňové plány

- analýza možností vzniku a průběhu ZPV, stanovení jejich účinku v profilu VD a stanovení směrodatných limitů pro SPA při nebezpečí ZPV se uvádí v povodňových plánech územních celků a v Plánech ochrany před ZPV a to podle metodického pokynu MŽP č. 14/05.

Typy ZPV pro stanovení ohroženého území

- v případě řešení kvantifikace parametrů zvláštních povodní na vodním díle III. a IV. kategorie a stanovení území ohroženého zvláštní povodní pod tímto dílem se zpravidla řeší zvláštní povodeň typu 1, která by vznikla při protržení hráze vodního díla (ÚO ZPV se řeší, pokud je významně větší než stanovené záplavové území od Q100 - viz VZ)
- výjimkou by byla situace, kdy by parametry zvláštní povodně typu 2 nebo 3 na daném vodním díle přesahovaly parametry zvláštní povodně typu 1. Tyto případy mohou nastat výjimečně na některých VD vyšší kategorie, s velkou plochou profilů hrazených bezpečnostních a vypustných zařízení

Nejčastější příčiny vzniku ZPV typu 1

- nejčastější příčinou destrukce sypané hráze podle statistik je její **přelití** při povodních v důsledku **nedostatečné kapacity** nebo poruchy bezpečnostních a výpustných zařízení
- špatný technický stav nebo nedostatečnou kapacitu bezpečnostních zařízení vykazuje velká část historických MVN v České republice – podle statistik vyhovuje pouze 30 – 40 %
- vnitřní eroze hráze nebo jejího podloží je podle statistik v pořadí druhá nejčastější příčina destrukce sypaných hrází

Bezpečnost VD při povodních

- základním legislativním předpisem je ČSN 75 2935 „Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních“
- požadovaná míra bezpečnosti vodního díla, vyjádřená pravděpodobností překročení kulminačního průtoku KPV $p \in (0; 1)$, je uvedena odstupňovaně pro jednotlivé skupiny vodních děl v tabulce 1 ČSN 75 2935

Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posuzování VD

Kategorie vodního díla	Pravděpodobné škody při hypotetické havárii vodního díla	Hodnotící hlediska podle potenciálního rozsahu škod při hypotetické havárii vodního díla		Požadovaná míra bezpečnosti VD	
		Potencionální rozsah celkových škod	Uvažované ztráty lidských životů	p = 1/N	N [let]
I.	velmi vysoké	mimořádně vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
II.	vysoké	vysoké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu, případně státu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,0001	10 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,0005	2 000
III.	střední	značné ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu	ztráty lidských životů se předpokládají	0,001	1 000
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,005	200
IV.	nízké	nízké ekonomické škody, škody na životním prostředí a sociální dopady lokálního rozsahu	předpokládají se ojedinělé ztráty lidských životů	0,005	200
			ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,01	100
		nízké ekonomické škody pouze u vlastníka VD, ostatní škody jsou nevýznamné	ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,05	20

Požadovaná míra bezpečnosti pro návrh a posuzování VD III. a IV. kategorie

Kategorie vodního díla	Hodnotící hlediska podle potenciálního rozsahu škod při hypotetické havárii vodního díla	Požadovaná míra bezpečnosti VD	
	Uvažované ztráty lidských životů	$p = 1/N$	N [let]
III.	ztráty lidských životů se předpokládají	0,001	1 000
	ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,005	200
IV.	předpokládají se ojedinělé ztráty lidských životů	0,005	200
	ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,01	100
	ztráty lidských životů jsou nepravděpodobné	0,05	20

Příklady vzniku ZPV – Metelský rybník



Metelský rybník – základní informace

- kraj: Jihočeský (u obce Metly)
- tok: Metelský potok
- dílo III. kategorie (vyhláška č. 471/2001)
- hlavní účely VD:
 - rybochovný
 - kajinotvorný
 - hygienický
 - ochranný
- při povodni v roce 2002 na dvou místech protrženo těleso hráze – následná destrukce obytných budov a významné škody na infrastruktuře v obcích pod vodním dílem (Metly a Předmíř)

Příčiny protržení hráze v roce 2002

- zejména přelití tělesa hráze v důsledku kombinace přirozených extrémních průtoků s přívalovou povodní způsobenou protržením tělesa hráze výše položeného rybníka Melín (zvláštní povodeň typu 1) a **nedostatečnou kapacitou bezpečnostních přelivů**

pozn.: primární příčinou protržení hráze rybníka Melín (IV. kategorie) byla rovněž **nedostatečná kapacita bezpečnostních přelivů**

- **spolupůsobením dalších negativních faktorů** (přelévání koruny hráze větrovými vlnami, „přelitím“ těsnicího prvku tělesa hráze, vyplavování materiálu vzdušné stabilizační části do netěsných dřevěných potrubí, nedůslednou údržbou tělesa hráze, jejímž výsledkem byla místa s nižší niveletou koruny hráze a poklesy vzdušního svahu)

Následky protržení tělesa hráze

- Těleso hráze protrženo na dvou místech
- Kulminační průtok průrvami $550 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Objem vody odteklé průrvami 2,30 mil. m^3
(Zdroj: Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc., Posouzení příčin porušení hrází rybníků Metelský a Melín v srpnu 2002)
- Jen včasná evakuace osob z ohroženého území zachránila mnoho lidských životů, přesto zahynul jeden občan, který se odmítl evakuovat.
- Významné materiální škody v území pod vodním dílem, část obce Metly zcela zničena.

Metelský rybník v roce 2002



VODNÍ DÍLA - TBD a.s., září 2014

Metelský rybník v roce 2002



Metelský rybník v roce 2002



Oprava vodního díla

- Investor: Rybářství Lnáře s.r.o.
- Projektant: Hydroprojekt CZ a.s.
(projektová dokumentace zpracována v prosinci 2002)
- Dodavatel: Šindler s.r.o.
- Technický dozor investora: VODNÍ DÍLA – TBD a.s.
- Doba trvání stavebních prací: srpen 2003 až říjen 2004

Popis opravy vodního díla

- Těleso hráze:

Po celé délce hráze bylo na návodní svah, po odstranění původního kamenného opevnění svahu, uloženo jílové těsnění. Obě průrvy byly sanovány zemními materiály ze zemníků ze zátopy rybníku a z přilehlého okolí.

- Nový sdružený objekt:

Součástí nově vybudovaného sdruženého objektu jsou dvě spodní výpusti, bezpečnostní přeliv, přístupová lávka a požerák.

- Související opravy: celková rekonstrukce výše položeného rybníka Melín (IV. kategorie) s důrazem na bezpečnost při povodních

Návrh parametrů jednotlivých částí vodního díla

bezpečnostní přeliv:

- původní návrh délky hrany bezpečnostního přelivu v projektové dokumentaci opravy vodního díla byla $2 \times 3,65$ m;
- z důvodu bezpečnosti vodního díla při povodních byla délka přelivné hrany prodloužena na 2×8 m (VODNÍ DÍLA – TBD a.s., TDI).

těleso hráze:

- kóta koruny hráze navýšena oproti projektové dokumentaci o 20 cm (z 505,50 m n.m. na 505,70 m n.m.).

Požadavek na ochrannou funkci nádrže, tzn. maximálního využití retence a zmírnění účinků hydrologických povodní pod vodním dílem, musí být vždy podřízen bezpečnosti díla při povodních (zamezení přelití těsnicího prvku, tělesa hráze a následné havárie).

Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku



Oprava Metelského rybníku

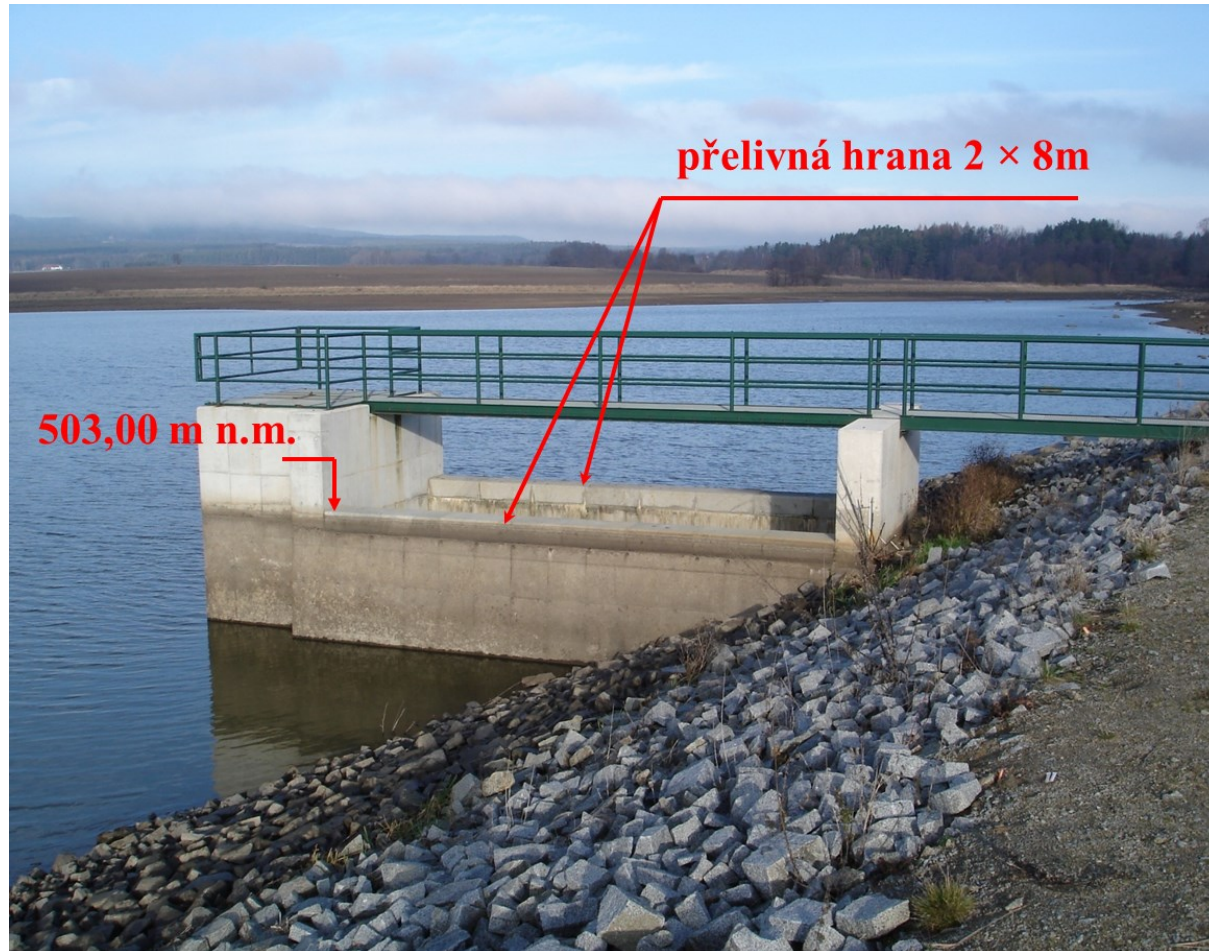


Metelský rybník – současný stav



VODNÍ DÍLA - TBD a.s., září 2014

Nový sdružený objekt s bezpečnostním přelivem



Původní bezpečnostní přeliv



Technické parametry Metelského rybníku po opravě

hráz:

- typ hráze: zemní sypaná s návodním jílovitým těsněním
- kóta koruny hráze: 504, 70 m n.m.
(původní min. kóta koruny hráze před havárií 503,52 m n.m.)
- max. výška hráze nad základovou spárou: 8,2 m
- šířka hráze v koruně/patě: 6,6 m / max. 40 m
- délka hráze v koruně: 380 m
- sklon návodního / vzdušního svahu: 1:3 / 1:25

objekty:

- sdružený objekt (požerák, spodní výpusti, bezpečnostní přeliv)
- pojistný bezpečnostní přeliv (před havárií v roce 2002 jediný bezpečnostní přeliv na vodním díle)

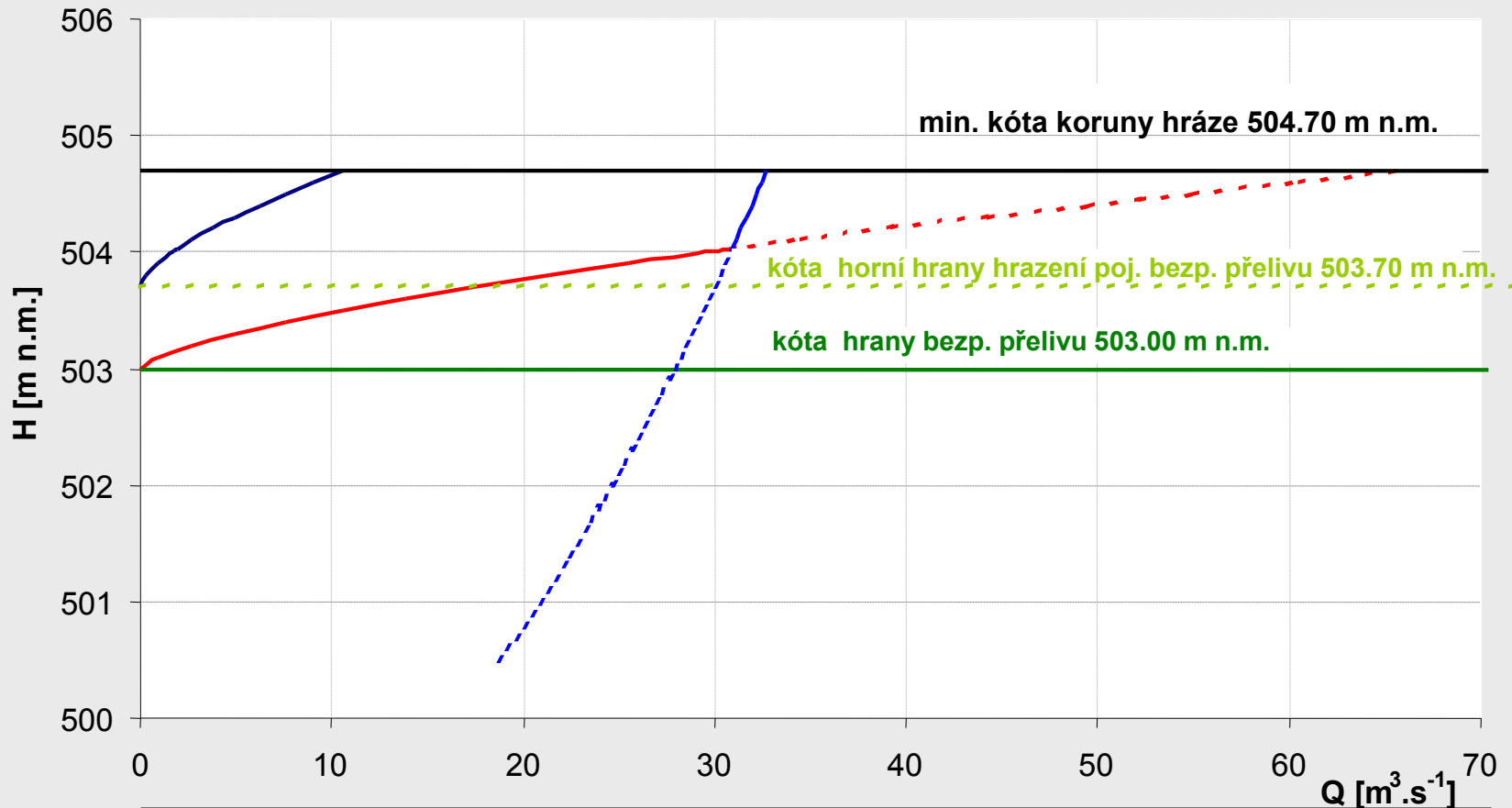
Bezpečnostní přeliv

- součástí sdruženého objektu
- konstrukční typ přelivu: kašnový
- kóta přelivné hrany: 503,00 m n.m.
- délka hrany: 2 × 8 m
- kapacita přelivu při hladině 504,00 m n.m.: 29,9 m³.s⁻¹
504,70 m n.m.: 32,7 m³.s⁻¹
- šířka spadiště: 3 m
- sklon spadiště a odpadní štoly: 4 %
- rozměry odpadní chodby: 2 × 2 m

Pojistný bezpečnostní přeliv (původně jediný bezpečnostní přeliv)

- konstrukční typ přelivu: boční přeliv
- kóta přelivné hrany 503,05 m n.m.
- po rekonstrukci navýšen dřevěnými trámy v drážkách objektu
- kóta navýšení přelivu dubovými trámy: 503,70 m n.m.
- délka přelivné hrany: 8,6 m
- kapacita přelivu při hladině 504,00 m n.m.: $1,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
504,70 m n.m.: $10,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Konsumpční křivka jednotlivých bezpečnostních zařízení

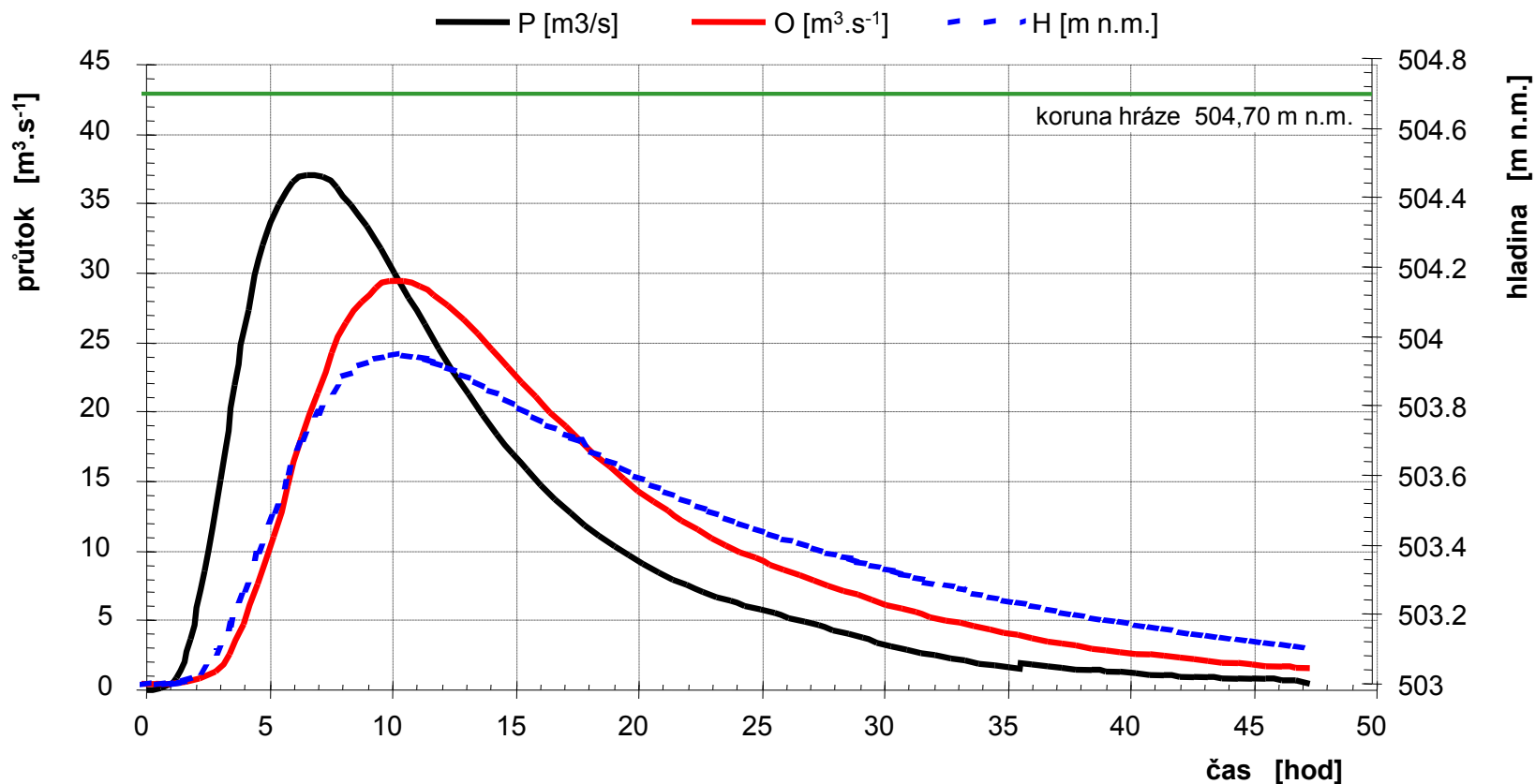


- pojistný přeliv (původně jediný bezpečnostní přeliv na vodním díle)
- nový bezpečnostní přeliv
- konsumpční křivka odpadní chodby od bezpečnostního přelivu

Bezpečnost VD při povodních

- základním legislativním předpisem je ČSN 75 2935 „Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních“
- Požadovaná míra bezpečnosti vodního díla při povodni :
Metelský rybník je ve smyslu § 61 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů z hlediska technickobezpečnostního dohledu zařazen do III. kategorie.
Při havárii tělesa hráze: značné ekonomické škody, předpokládají se ztráty na lidských životech, škody na životním prostředí a sociální dopady v rozsahu regionu.
S ohledem na tyto skutečnosti je pro dílo III. kategorie požadovaná míra bezpečnosti stanovena dobou opakování kontrolní povodňové vlny (KPV) $N = 1\ 000$ let, resp. pravděpodobnost překročení $p = 1/N = 0,001$.
- $Q_{1000} = 37,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ $W_{PV1000} = 1,772 \text{ mil. m}^3$ (ČHMÚ)

Časový průběh transformace KPV 1000



výsledky řešení TPV:

$$O_{\max} = 29,10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$H_{\max} = 503,95 \text{ m n.m.}$$

$$T_{\max} = 10,40 \text{ hod}$$

Max. hladina při TPV je 0,75 m pod min. kótou koruny hráze 504,70 m n.m. (rezerva na výběh větrových vln).

Výsledek posouzení vodního díla při povodních

- po stavebních úpravách z let 2003 – 2004 dílo převede bez přelití koruny bezpečně dostatečnou rezervou kontrolní povodňovou vlnu s dobou opakování $N=1000$ let (KPV1000)
- Metelský rybník vyhovuje požadavkům bezpečnosti při povodních ve smyslu ČSN 75 29 35 – „Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních“.

Kvantifikace parametrů zvláštních povodní

- Cíl prací:
- vypracování podkladů pro doplnění povodňových plánů územních celků a vybraných objektů pod VD Metelský rybník o kategorii zvláštních povodní ve smyslu příslušných ustanovení zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů, zákonů č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému, č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a vyhlášky č. 328/2001 o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému.
- doplnění stupňů povodňové aktivity při nebezpečí vzniku zvláštních povodní do Programu TBD (základní dokument technickobezpečnostního dohledu).

Způsoby vzniku ZPV na VD

- po stavebních úpravách z let 2003 – 2004 dílo převede bez přelití koruny bezpečně dostatečnou rezervou kontrolní povodňovou vlnu s dobou opakování $N=1000$ let (KPV1000) – destrukce tělesa hráze jejím přelitím je nepravděpodobná
- destrukce vlivem vnitřní eroze tělesa hráze (ZPV 1 - varianta č. 1 a 2)
- VD leží v seismicky klidné oblasti – destrukce vlivem seismické činnosti je nereálná
- ZPV typu 2 a 3 - vlivem konstrukce a kapacity bezpečnostních zařízení zúženo jen na vypouštění a prázdnění nádrže jednou či dvěma SV

Stanovení časového průběhu ZPV

- ZPV 1:
- časová závislost průtoku průrvou stanovena dle matematického modelu eroze zemního tělesa
- model založen na hydraulických a transportních rovnicích:
- Manning (proudění), Darcy (tření), Strickler (drsnost), Mayer-Peter a Müller (transport sedimentů)
- různé varianty vypočtených variant o odlišných parametrech (počáteční hladina, přítok, umístění poruchy, fyzikální vlastnosti materiálů hráze)
- jako reprezentativní vybrány varianty č. 1 a 2 (rozpětí výsledků popisuje celý řešený interval)

Stanovení časového průběhu ZPV

- ZVP 2 a ZPV 3:
- hydrogramy stanoveny programem pro prázdnění nádrží (vstupy byly zadány pomocí konsumpčních křivek jednotlivých zařízení, charakteristikami nádrže a omezujícími podmínkami)

ZPV 1 - varianta č. 1

- destrukce hráze vlivem průsaková eroze podél sdruženého objektu
- na kótě 479,50 m n.m. a přítoku Q_a

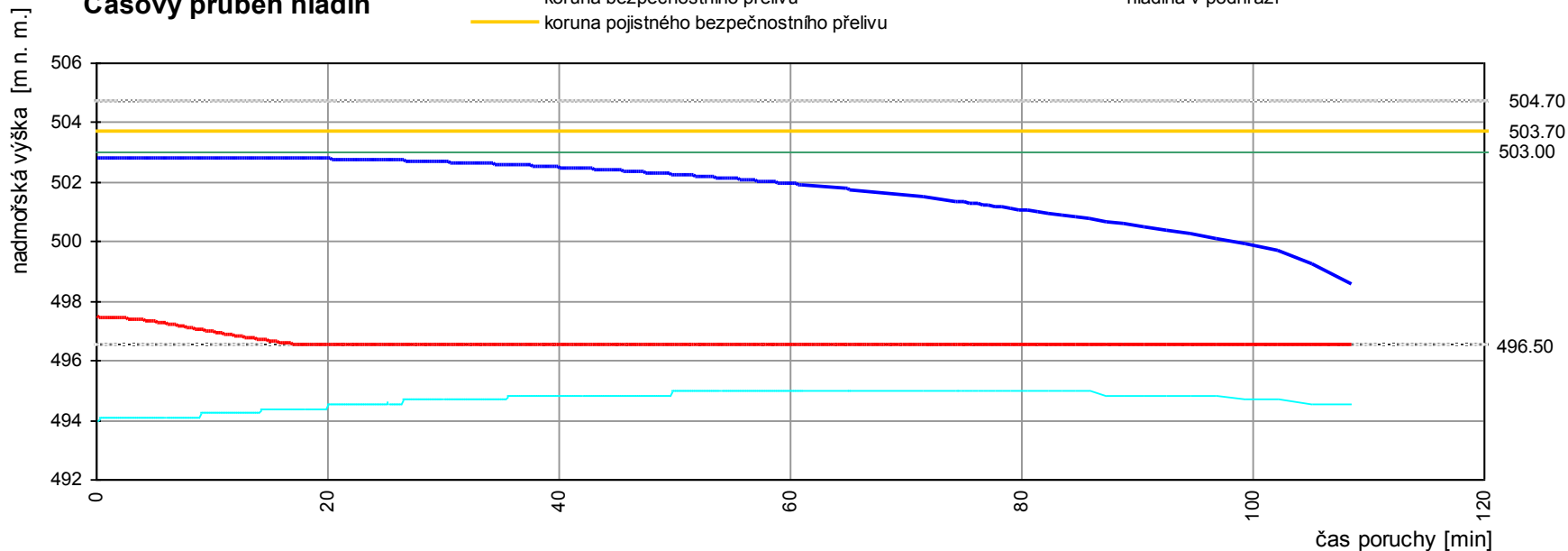
- koruna hráze: 504,70 m n.m.
- kóta přepadové hrany bezpečnostního přelivu: 503,00 m n.m.
- kóta přepadové hrany pojistného přelivu: 503,70 m n.m.
- odtok funkčními objekty - spodní výpusti uzavřené
- počáteční hladina v nádrži: 502,80 m n.m.
- počáteční úroveň poškození hráze vnitřní erozí: 497,50 m n.m.
- počáteční hloubka předurčené erozní rýhy : 0,10 m
- přítok do nádrže během poruchy: $Q_a=0,082 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- vliv dolní vody je vzhledem k rozměrům údolí je zanedbatelný

Metelský rybník, varianta 1

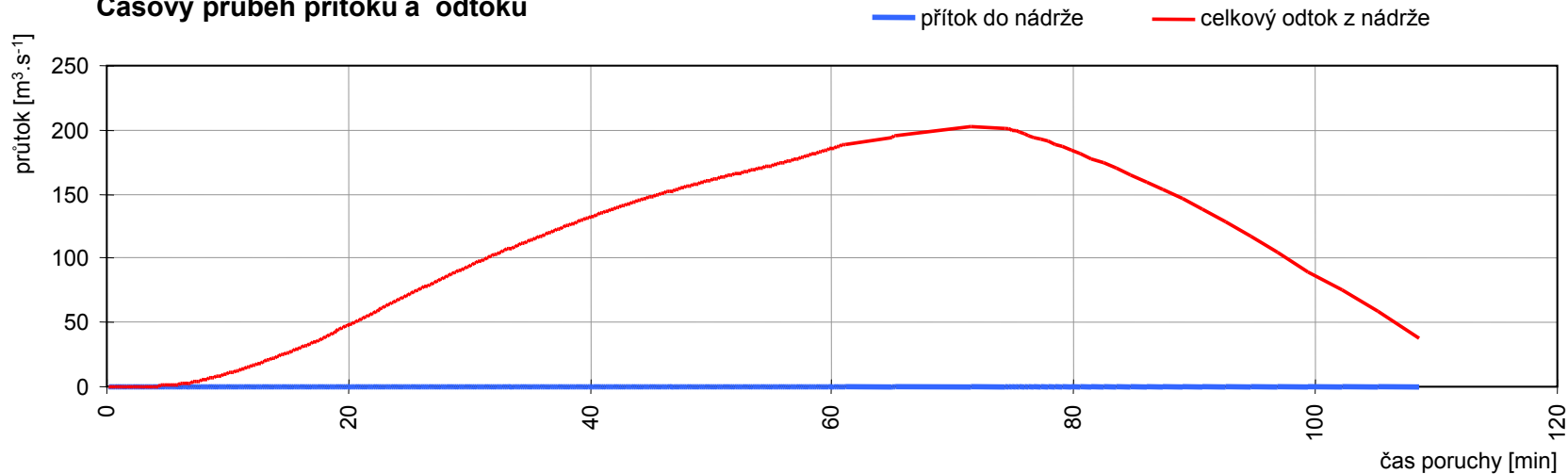
vnitřní eroze – počátek eroze na kótě 497.50 m n.m., výchozí hl.502.80 m n.m., přítok Qa

- koruna hráze
- dolní hranice dna otvoru
- koruna bezpečnostního přelivu
- koruna pojistného bezpečnostního přelivu
- hladina v nádrži
- kóta dna průrvy
- hladina v podhráží

Časový průběh hladin



Časový průběh přítoku a odtoku



ZPV 1 - varianta č. 2

havárie tělesa hráze vlivem vnitřní eroze vzniklé ve vyšších partiích hráze při průchodu PV 1000

- koruna hráze: 504,70 m n.m.
- kóta přepadové hrany bezpečnostního přelivu: 503,00 m n.m.
- kóta přepadové hrany pojistného přelivu: 503,70 m n.m.
- odtok funkčními objekty - spodní výpusti uzavřené
- počáteční hladina v nádrži
(kulminační hladina při KPV 1000): 503,95 m n.m
- počáteční úroveň poškození hráze vnitřní erozí: 502,00 m n.m
- počáteční hloubka předurčené erozní rýhy : 0,10 m
- přítok do nádrže během poruchy: PV_{10000} ($Q_{1000} = 37,1 \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

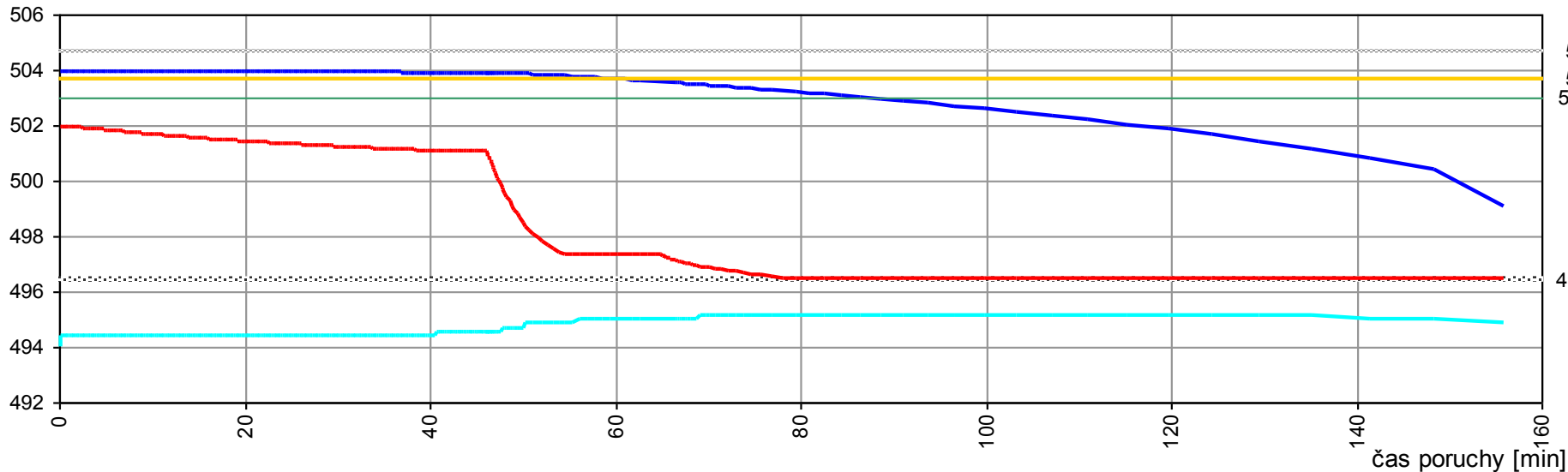
Metelský rybník, varianta 2

vnitřní eroze – počátek eroze na kótě 502.00 m n.m., výchozí hl. 503.95 m n.m., přítok Q_{1000}

nadmořská výška [m n. m.]

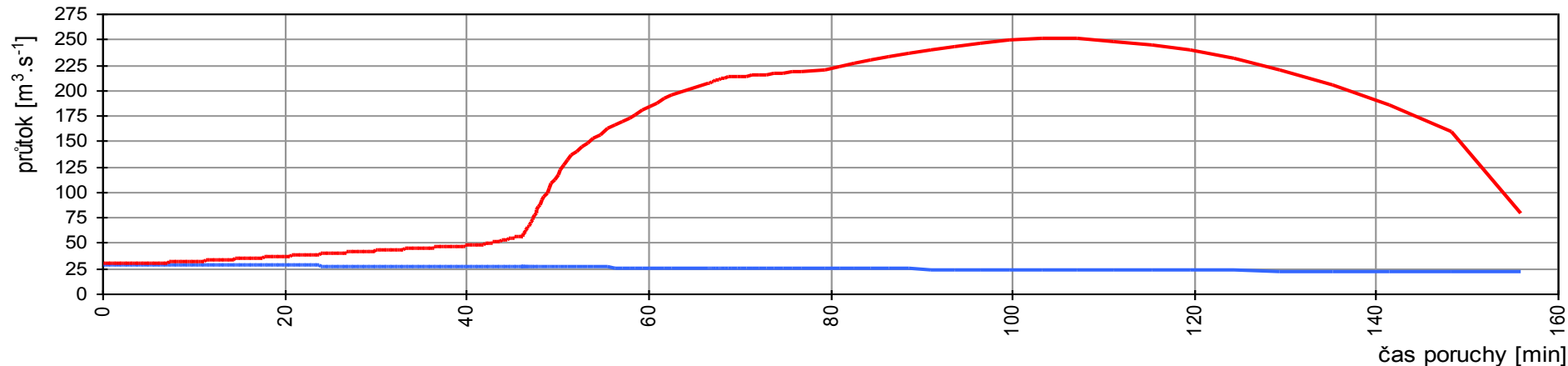
Časový průběh hladin

- koruna hráze
- dolní hranice dna otvoru
- koruna bezpečnostního přelivu
- koruna pojistného bezpečnostního přelivu"
- hladina v nádrži
- kóta dna průrvy
- hladina v podhráží



Časový průběh přítoku a odtoku

- přítok do nádrže
- celkový odtok z nádrže



Výsledky ZPV 1:

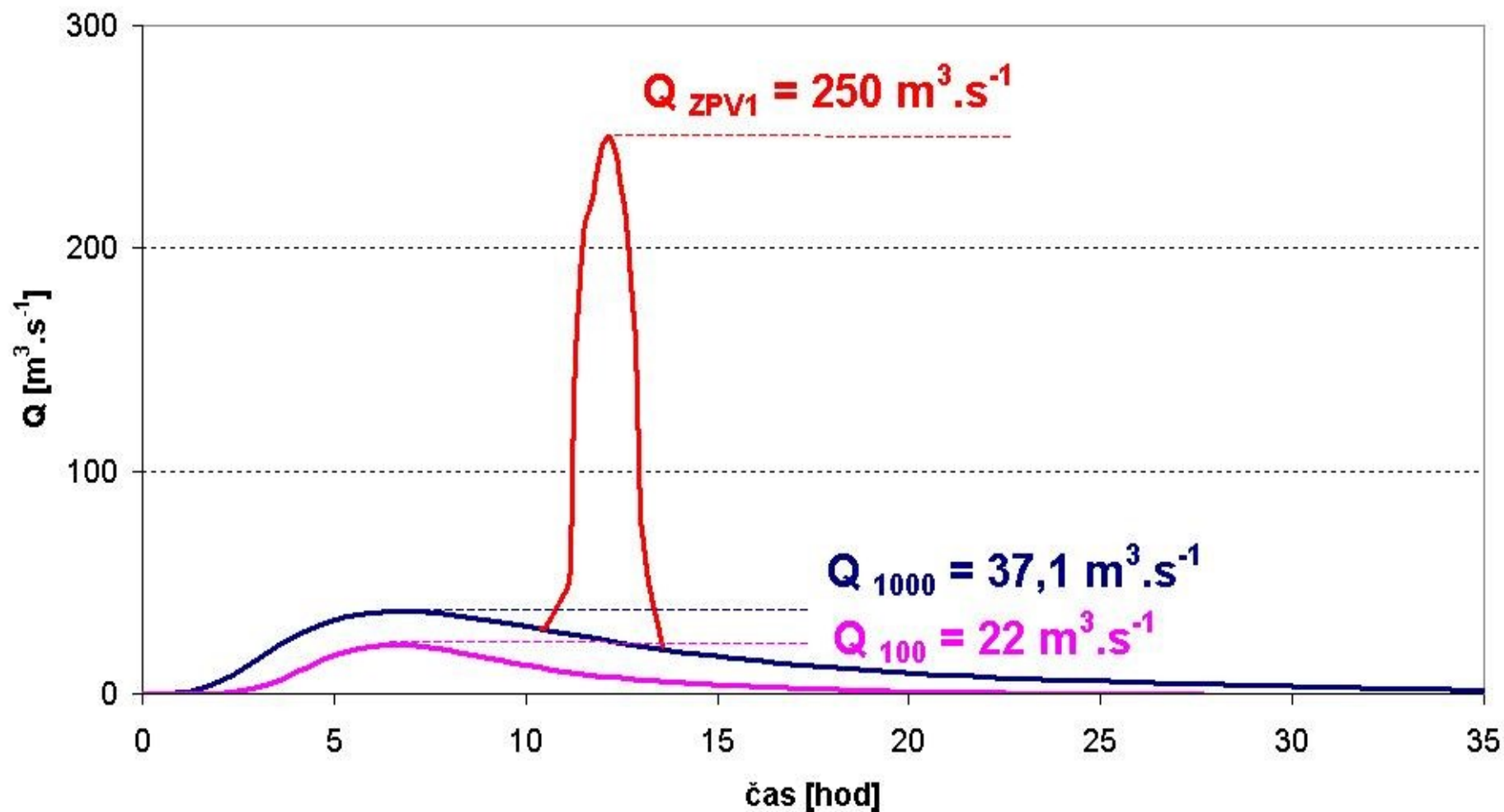
varianta č. 1:

doba vzestupné větve ZPV	kulminace ZPV 1	objem vody odteklý z nádrže do konce simulace	hladina v nádrži na konci simulace
(min)	($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	(mil. m^3)	(m n.m.)
72	202	0,745	498,56

varianta č. 2:

doba vzestupné větve ZPV	kulminace ZPV 1	objem vody odteklý z nádrže do konce simulace	hladina v nádrži na konci simulace
(min)	($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	(mil. m^3)	(m n.m.)
103	250	1,414	499,09

Porovnání průběhu zvláštní povodně typu 1 a povodní hydrologických na Metelském rybníku



Výsledky ZPV 2 a 3:

■ ZPV typu 2

- předpoklad poruchy uzávěru jedné spodní výpusti
- při vypouštění nádrže plnou kapacitou jedné SV dojde k vyprázdnění nádrže za 148 hodin
($Q_{\max} = 1 \times 1,52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{\text{NEŠ}} = 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- nemůže dojít ke vzniku ZPV 2

■ ZPV typu 3

- při vypouštění nádrže plnou kapacitou obou SV dojde k vyprázdnění nádrže za 72 hodin
($Q_{\max} = 2 \times 1,52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 3,04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{\text{NEŠ}} = 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- při respektování povoleného poklesu hladiny dojde k vyprázdnění za 26 dnů
- nemůže dojít ke vzniku ZPV 3

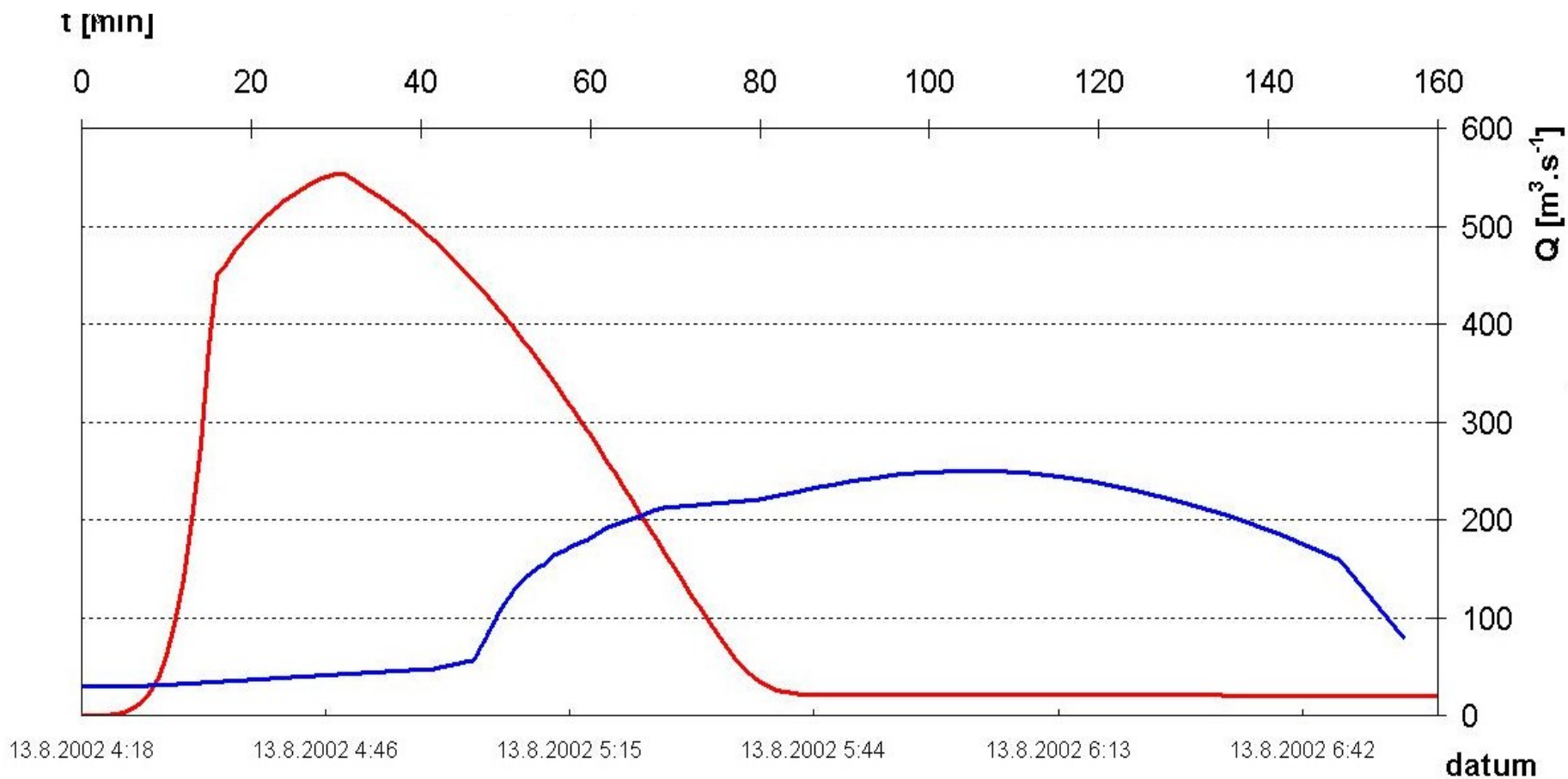
Shrnutí studie výpočtu ZPV

- pro řešení účinků zvláštních povodní pod vodním dílem bylo doporučeno použít hydrogram ZPV 1 varianty č. 2 (destrukce hráze vnitřní erozí při extrémním naplnění a zatížení hráze hydrologickou povodní PV1000)

Kulminace průlomového průtoku $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

- vznik ZPV typu 2 není považován na VD Metelský rybník za reálný jelikož max. kapacita SV $< Q_{\text{NEŠ}}$
($Q_{\text{max}} = 1 \times 1,52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{\text{NEŠ}} = 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
- vznik ZPV typu 3 je nereálný (max. kapacita obou SV $< Q_{\text{NEŠ}}$)
($Q_{\text{max}} = 2 \times 1,52 = 3,04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{\text{NEŠ}} = 9,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Porovnání hydrogramu ZPV typu 1 s reálným hydrogramem odvozeným při poruše tělesa hráze v roce 2002



— odtok při poruše v roce 2002

— odvozený průběh ZPV 1

Stanovení území ohroženého ZPV

- **Území ohrožené zvláštními povodněmi**
 - Území, které může být při výskytu zvláštní povodně zaplaveno vodou (§ 69, zák. č. 254/2001 Sb., o vodách).
- **Záplavová čára**
 - Křivka odpovídající průsečnici hladiny vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní (§ 2 vyhl. č. 236/2002 Sb.).
- **Záplavové území**
 - Administrativně určené území, které může být při výskytu přirozené povodně zaplaveno vodou (§ 66, odst. 1 zák. č. 254/2001 Sb.)
 - Území vymezené záplavovou čárou (§ 2 vyhl. č. 236/2002 Sb.).
- **Inundační území**
 - Území přilehlé k vodnímu toku, které je zaplavováno při průtocích přesahující kapacitu koryta vodního toku (§ 2 vyhl. č. 236/2002 Sb.).

Zadání studie území ohroženého ZPV

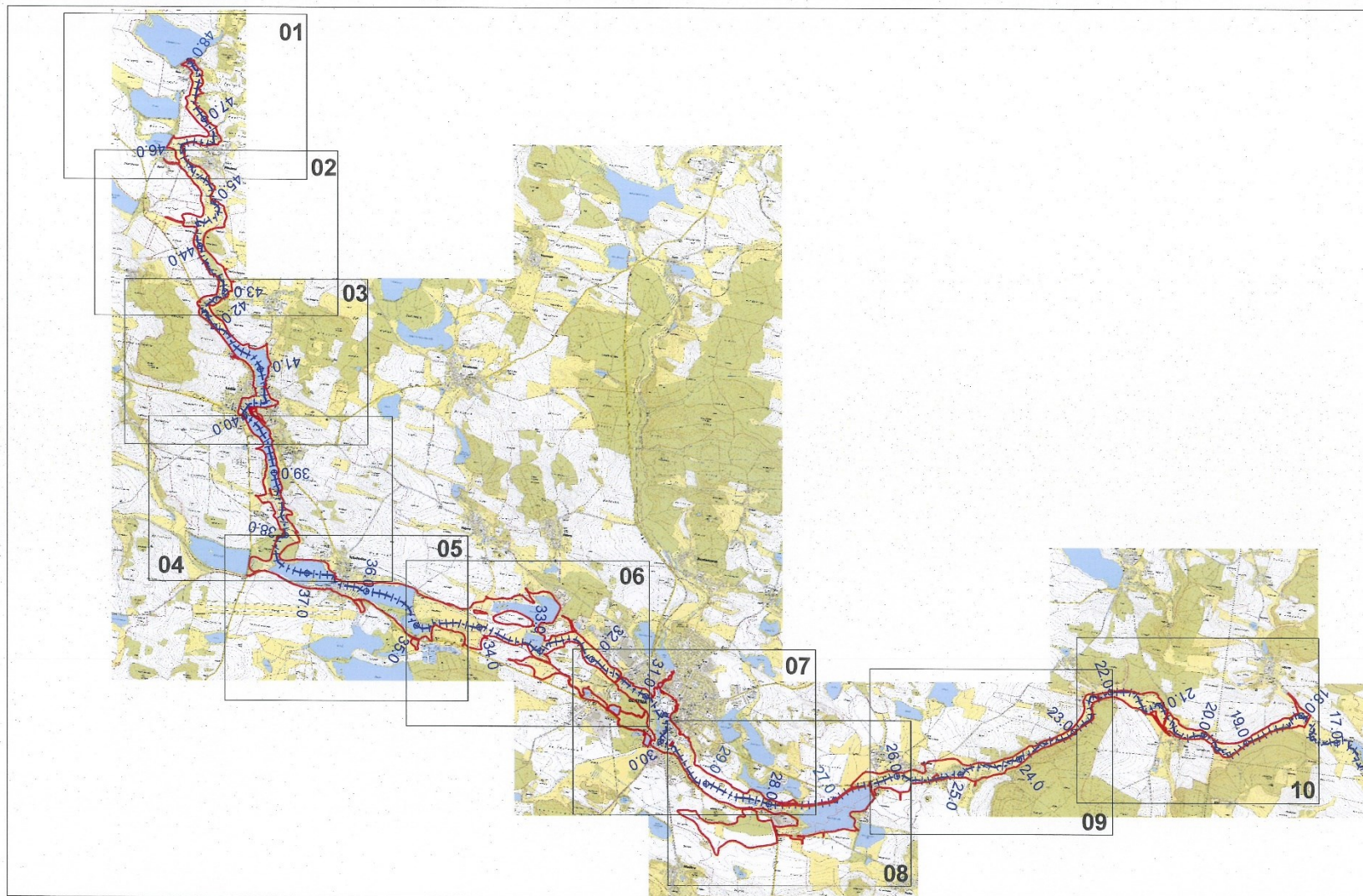
- **Hlavní cíle studie jsou:**
 - vytvořit hydrodynamický jednorozměrný model zájmového území pod Metelským rybníkem pro řešení nerovnoměrného neustáleného proudění
 - pomocí vytvořeného modelu simulovat průběh vybraného typu zvláštní povodňové vlny vzniklé havárií (protržením hráze) vodního díla (ZPV – typ 1)

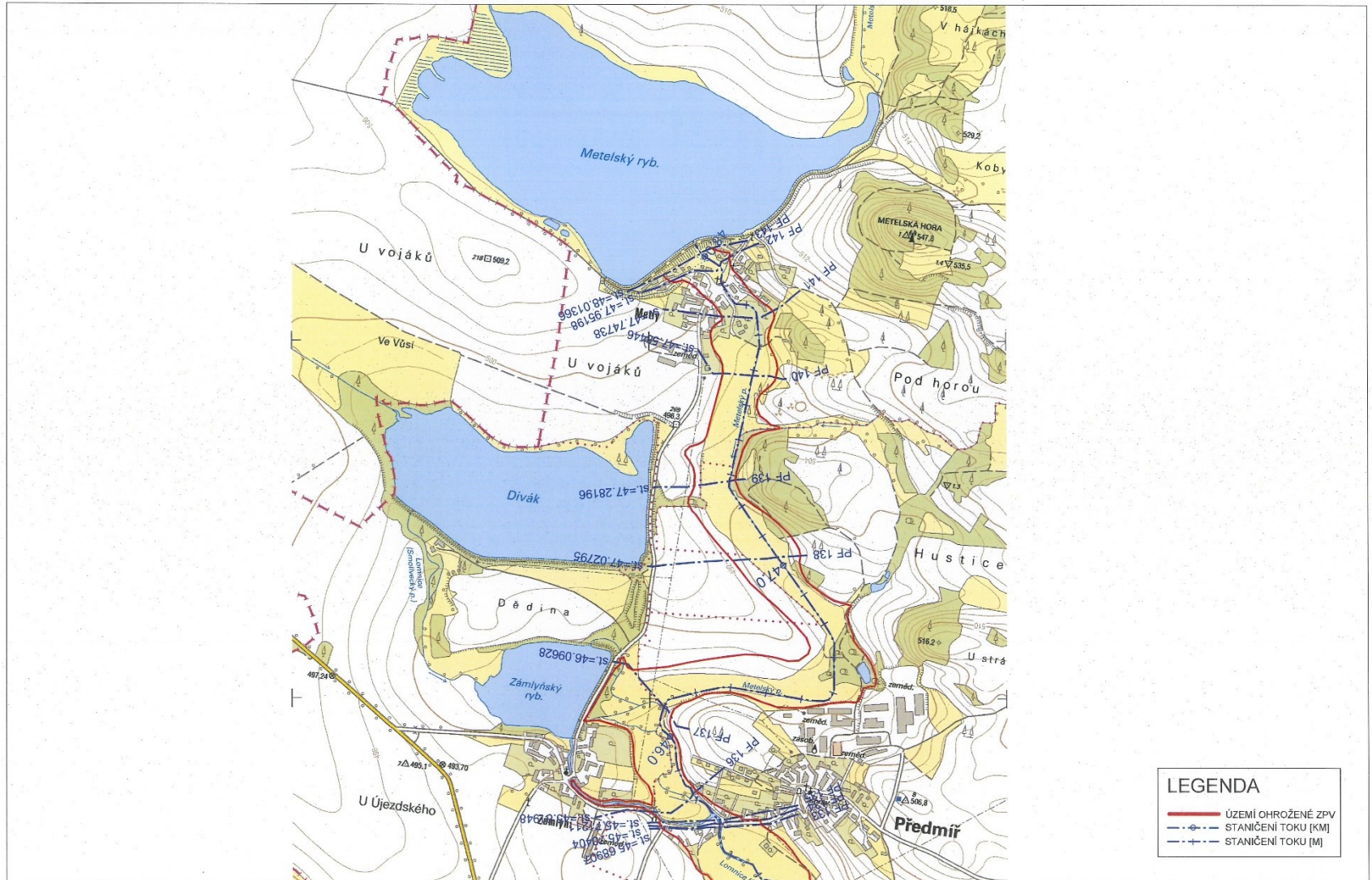
Výstupy studie území ohroženého ZPV

- výsledky zpracovat do následujících výstupů v tištěné a digitální formě:
 - technická zpráva
 - ověřené parametry ZPV 1
 - situace 1:10 000 se zakreslenou čarou vybraného typu zvláštní povodně
 - psaný podélný profil řešeného území s časovým průběhem zvláštní povodně

Vymezení ohroženého ZPV

- zájmovým územím se rozumí území pod vodním dílem, ve kterém se povodňová vlna zvláštní povodně, vzniklá havárií vodního díla, ztransformuje na parametry nižší než hydrologická povodeň PV_{100} , tj. průtok klesne pod Q_{100} a úroveň hladiny pod H_{100}
- využití digitálních rastrových barevných základních map ČR 1:10 000 (Český úřad zeměměřičský) a geodetického zaměření charakteristických příčných profilů toku a objektů pod vodním dílem

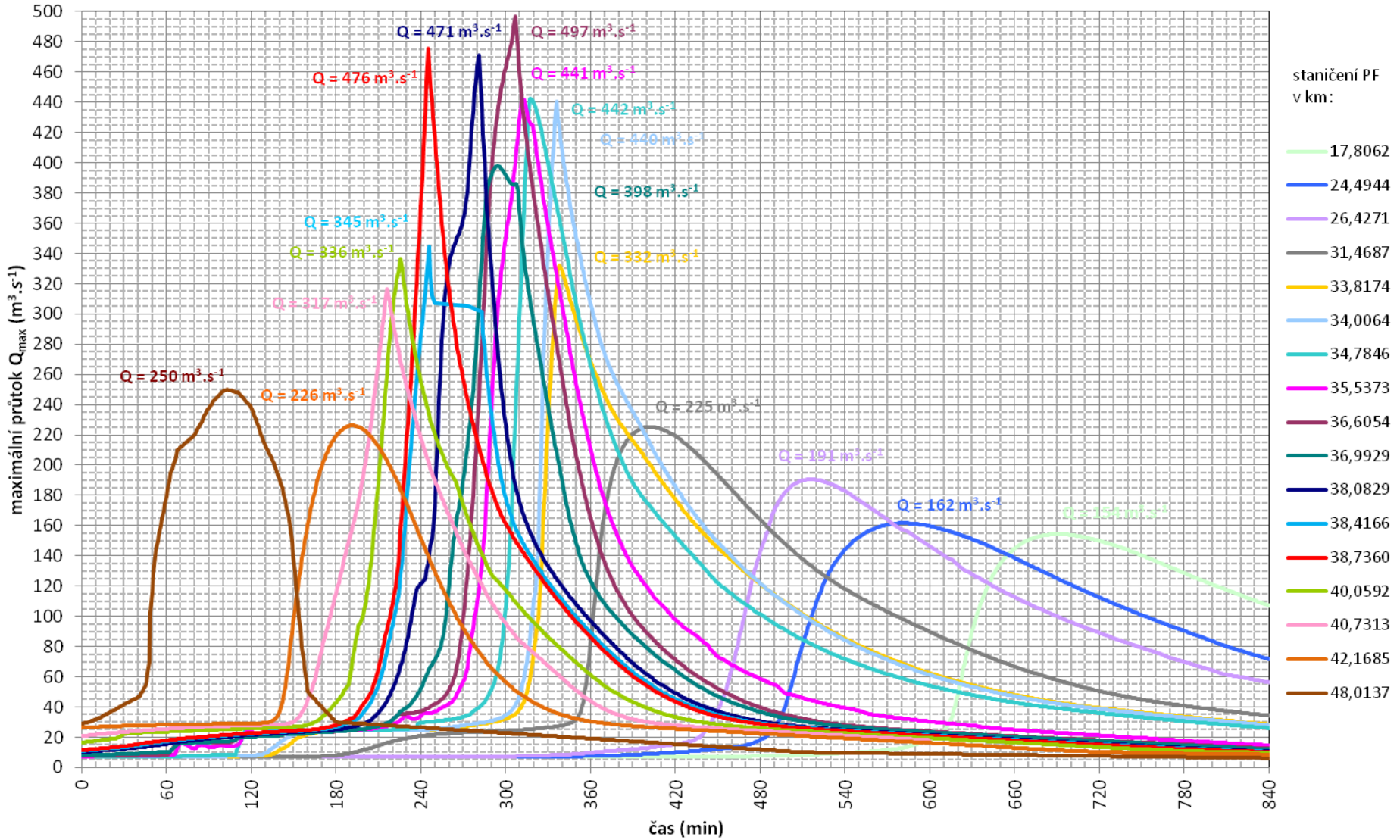




Studie ohroženého území zvláštní povodní z Metelského rybníka - psaný podélný profil

		Přirozená povodeň	Zvláštní povodeň					
		ZPV 1 (Typ 1 / Varianta č.2)						
	Staničení	DI.úseku	Q ₁₀₀	Q _{ZPV 1/Var č.2}	H _{ZPV 1/Var č.2}	T _{OZPV 1/Var č.2}	T _{HZPV 1/Var č.2}	Popis
	[km]	[m]	[m ³ .s ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m]	[hod]	[hod]	
Tok :	Metelský potok							
Úsek :	km 45.73667 ÷ 48.04122		Čas T = 0:00 je zvolen v okamžiku náhlého zvětšení projevu poruchy hráze Metelského rybníka					
H 1	48,0412		22,0	250,00		1:43	1:43	hráz Metelského rybníka
PF143	48,0137	28		250,00	499,07	1:43	1:43	
PF142	47,9520	62		249,77	498,62	1:44	1:44	
PF141	47,7474	205		249,56	496,72	1:46	1:46	
PF140	47,5845	163		249,45	494,86	1:47	1:48	
PF139	47,2820	303		248,60	493,22	1:52	1:54	
PF138	47,0280	254		247,97	491,14	1:56	1:58	
PF137	46,0963	932		245,92	485,62	2:10	2:10	
PF136	45,8195	277		245,72	483,69	2:12	2:13	
SOUTOK	45,7367	83						soutok Metelského potoka a Lomnice
Tok :	Lomnice							
Úsek :	km 20.81769 ÷ 45.73667		Čas T = 0:00 je zvolen v okamžiku náhlého zvětšení projevu poruchy hráze Metelského rybníka					
SOUTOK	45,7367							soutok Metelského potoka a Lomnice
PF135	45,7121	25		245,57	483,18	2:13	2:15	
PF134 - MOST	45,7040	8		245,57	483,15	2:13	2:15	silniční most Předmří
PF133	45,6891	15		245,57	483,12	2:13	2:15	
PF132	45,0642	625		242,40	480,61	2:22	2:27	
PF131	44,5460	518		235,33	478,29	2:37	2:39	
PF130	44,2139	332		233,98	476,08	2:43	2:47	
PF129	42,8459	1368		228,26	472,19	3:02	3:05	
PF128	42,7006	145		227,70	471,68	3:04	3:07	
PF127	42,1685	532		226,08	470,03	3:12	3:14	

Postup kulminace ZPV zájmovým územím



Závěr

- v současné době je kvantifikaci parametrů ZPV a stanovení území ohroženého ZPV pod vodními díly věnována zvýšená pozornost
- provedeno pro všechna VD I. a II. kategorie, velkou část VD III. kategorie
- s kvantifikací parametrů ZPV přímo souvisí posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních
- u existujících vodních děl je prověřováno, zda bezpečnostní a výpustná zařízení, z hlediska jejich parametrů, typu a stavu, odpovídají současným zvýšeným nárokům na bezpečnost VD při povodňových situacích



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch
a přírodu

Děkuji za pozornost



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 – Technická pomoc
financovaná z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí ■ Státní fond životního prostředí ČR
www.opzp.cz ■ [zelená linka 800 260 500](tel:800260500) ■ dotazy@sfzp.cz