



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Setkání se zástupci ústředních orgánů státní správy
a dalších partnerů podílejícími se na spolupráci
v oblasti bezpečnostního výzkumu

SPIRITKA – 19. 03. 2025

Zvýšení odolnosti přehrad a nádrží jako klíčových prvků vodohospodářské infrastruktury

Příjemce: České vysoké učení technické v Praze

Řešitel: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.

Řešitelský tým: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CS.
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Dr. Ing. Petr Nowak
Ing. Martin Králík, Ph.D.
Ing. Milan Zuka, Ph.D.

Projekt – motivace

Audit národní bezpečnosti - nepřijatelná úroveň rizika

- narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu
- zvláštní povodně

Absence souborných materiálů k hodnocení

Antropogenní ohrožení vodních děl (přehrad)

- bezpečnostní situace ve světě
- dostupnost zneužitelných technologií a znalostí



Projekt a jeho cíle - výsledky

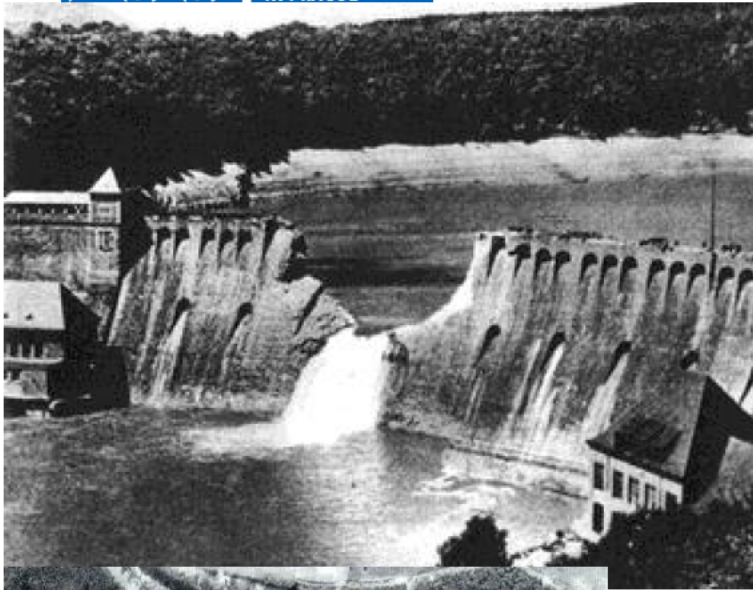
Zvýšení bezpečnosti klíčových infrastruktur a zdrojů ve vodním hospodářství navržením objektivního hodnocení zranitelnosti přehrad a nádrží vůči antropogenním hrozbám, které umožní optimální alokaci dostupných prostředků pro zavedení efektivních preventivních opatření.

Hlavní výsledky:

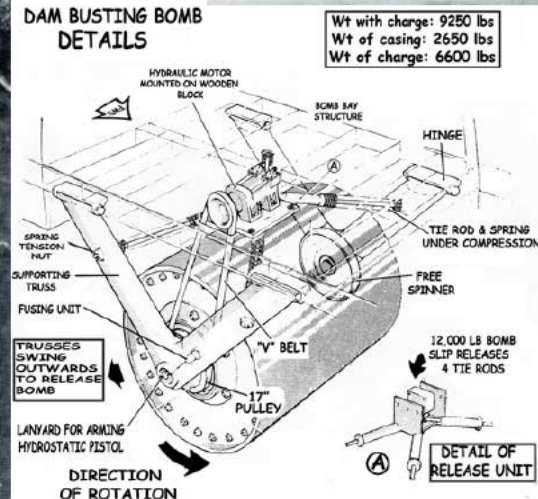
3 Metodiky certifikované oprávněným orgánem (N_{metC})

1. Stanovení *celkových dopadů zvláštních povodní* (průlomových vln) s ohledem na antropogenní hrozby
2. Hodnocení zranitelnosti *stavební části vodních děl* při mimořádných antropogenních událostech
3. Hodnocení zranitelnosti *naplňování účelu vodních nádrží* při mimořádných antropogenních událostech

Antropogenní hrozby – historická zkušenost



**DAM BUSTING BOMB
DETAILS**

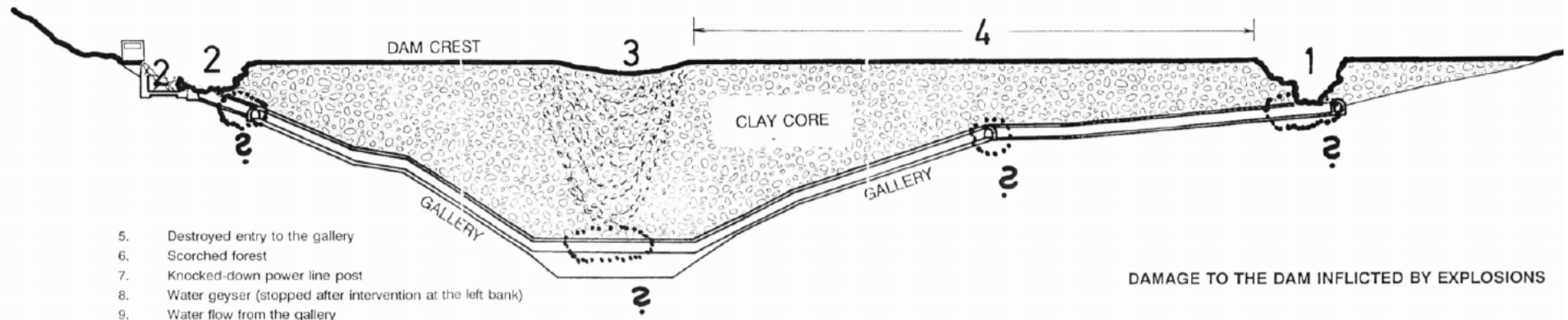
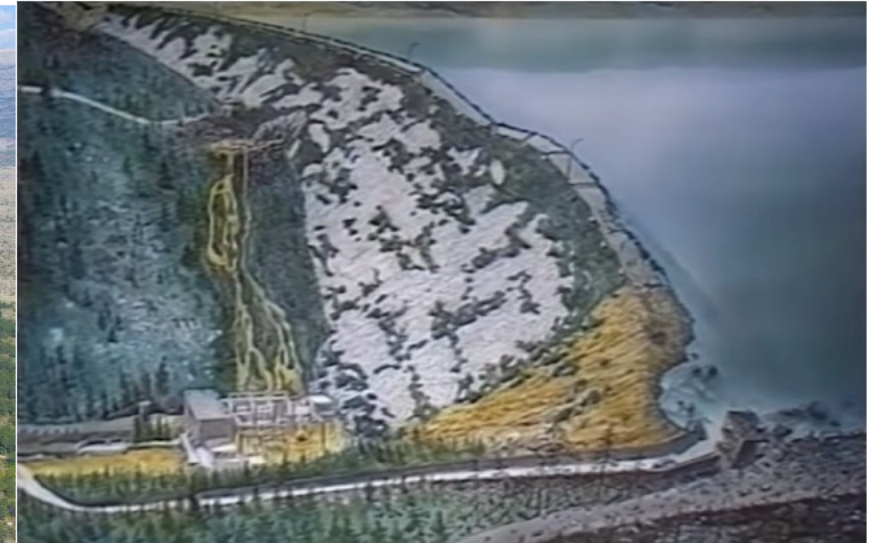


Přehrada Peruča

28. leden 1993

63 m vysoká kamenitá se
středním zemním těsněním

Trhaviny v injekční chodbě
20–30 tun TNT ekv. – dle seismografu



Dněperská vodní elektrárna

43 m vysoká betonová tížná (1928 – 1931)

Obnovena 1944 -1950

- 200 m délky hráze poškozeno 09/1941 ustupujícími Sovětskými vojsky (20 tun trhavin)
- 1942 dokončena oprava
- 1943 ustupující nacistická vojska úspěšně ničí část hráze (300 tun, část deaktivována)



Bundesarchiv, B 145 Bild-FD10107-0008
Foto: o. Ang. | 1942 Sommer



Karachun

(24 m vysoká, zemní sypaná hráz)
14. 8. 2022 – zvl. povodeň 2. typu
cca $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; +2,0 m v zasaženém území

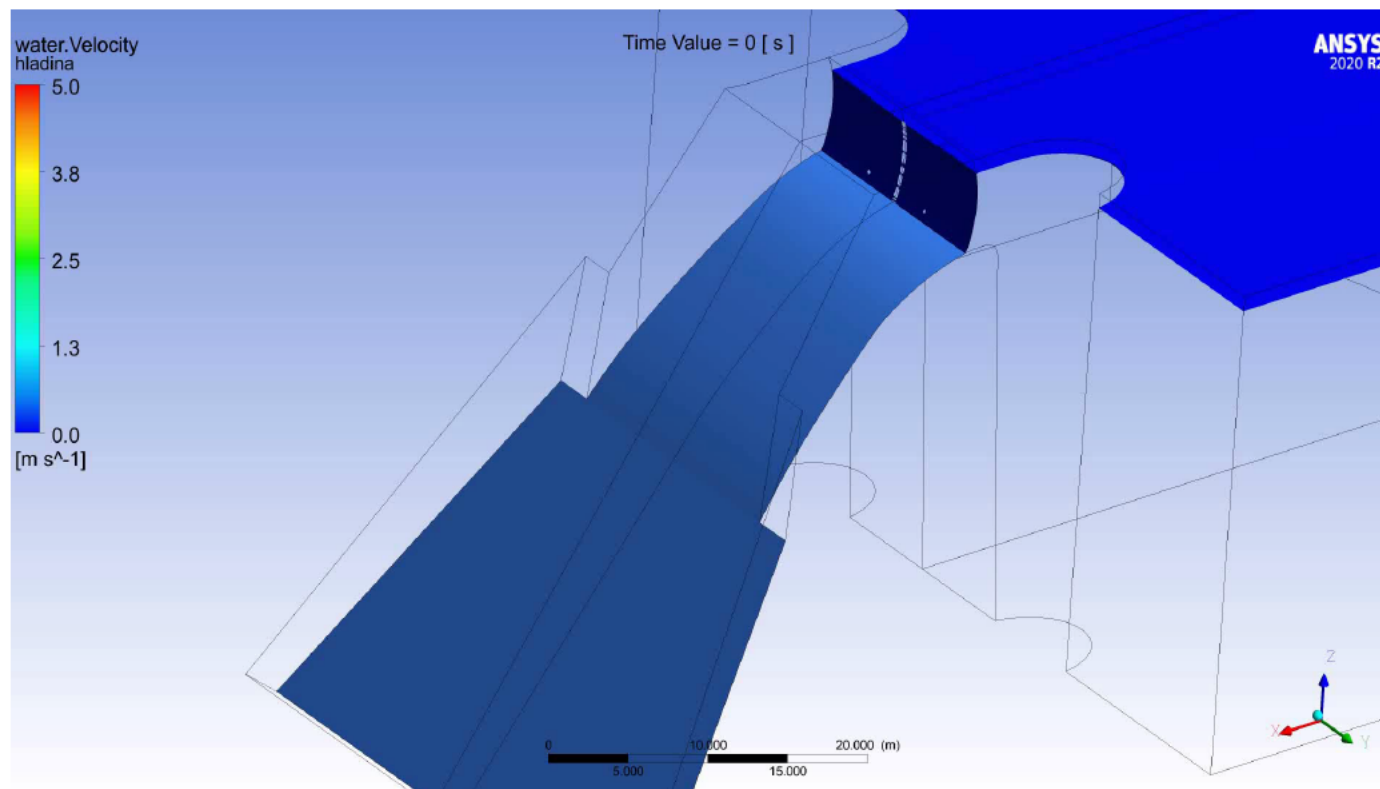


Banqiao 8. 8. 1975 letecký úder - neúspěšný (přelití)

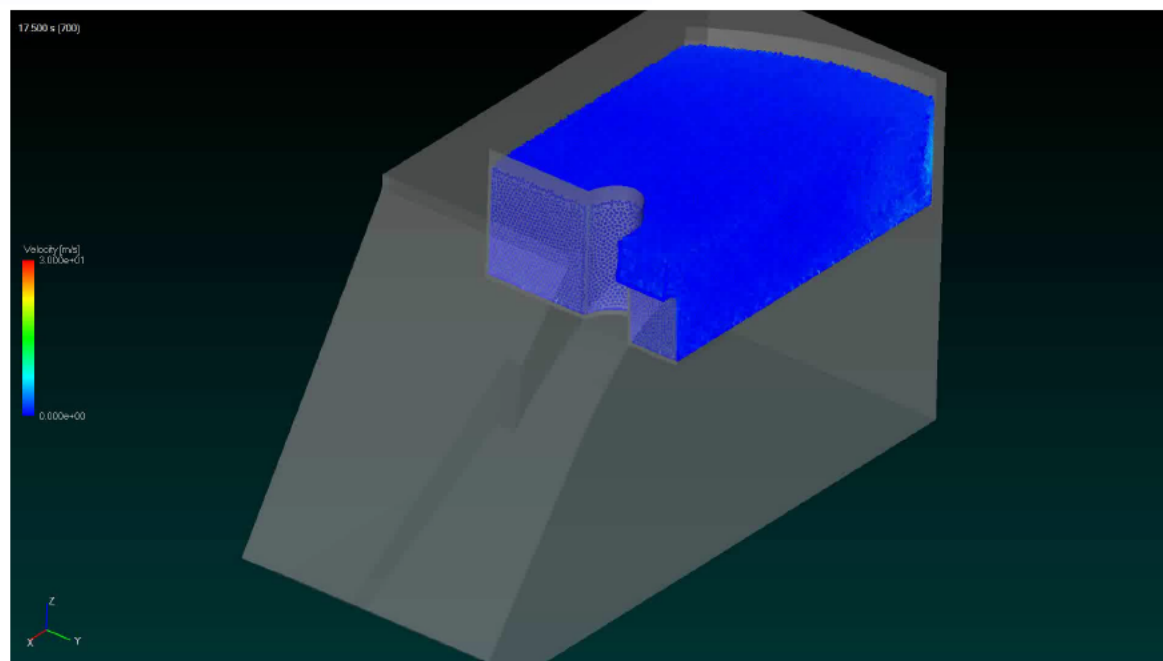
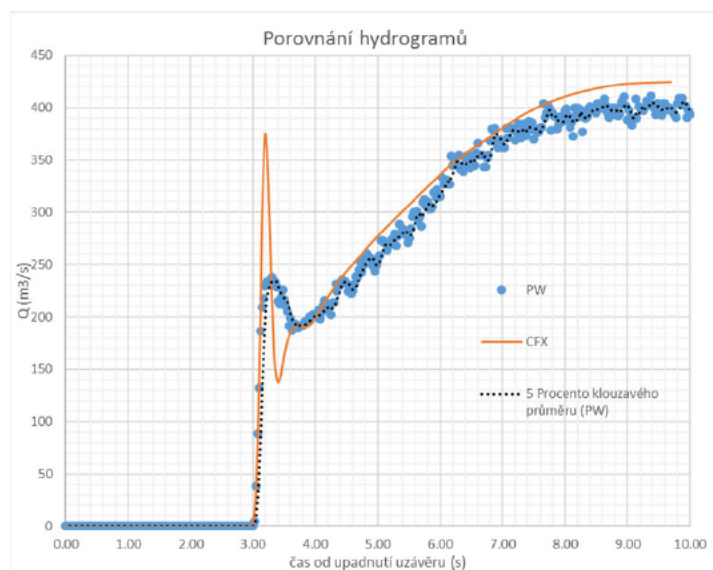


Condit Dam – záměrná destrukce (38 m vysoká; betonová tížná, 1911-2012)





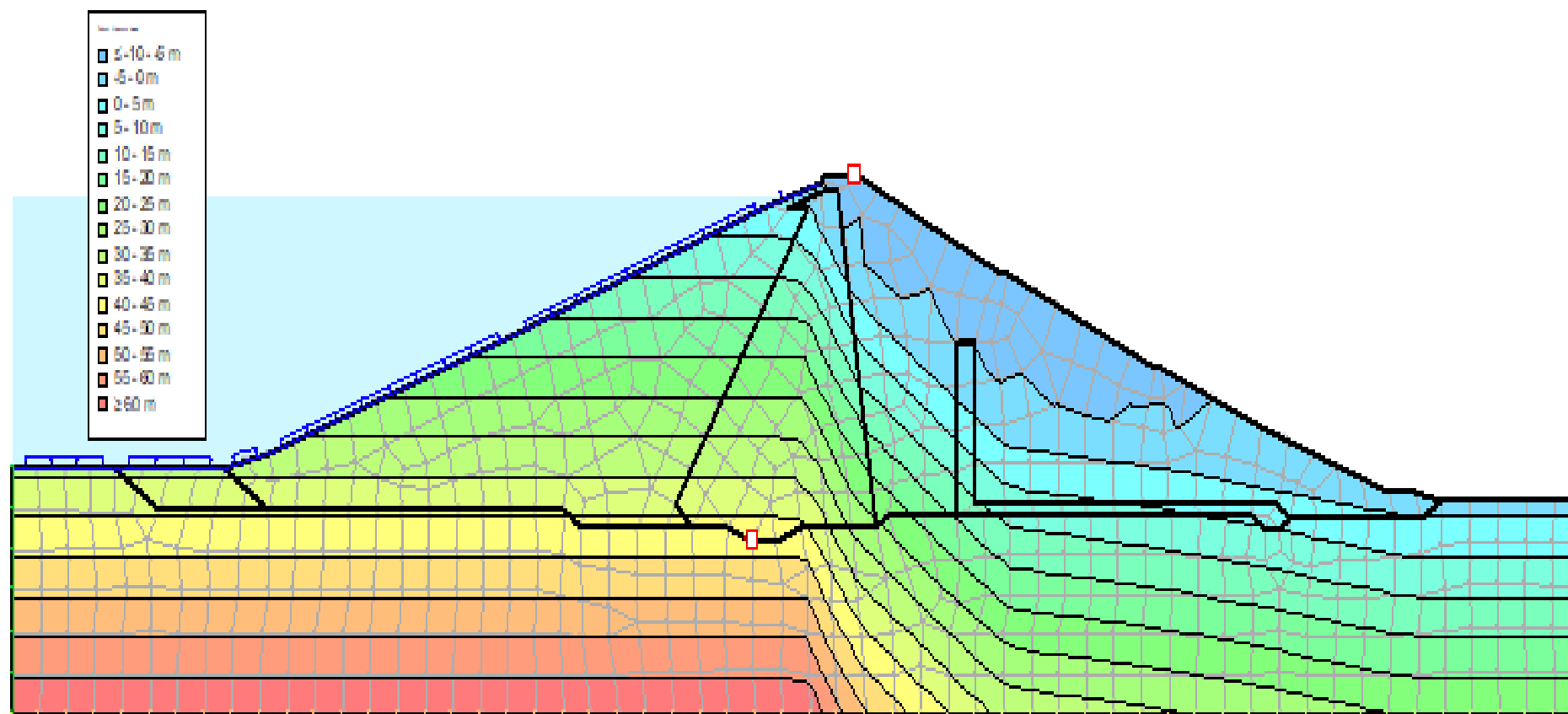
do 2,5% od fyzikálního modelu





CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE



VD Oroville

„aktuální“ ohrožení (2017) ve srovnatelné lokalitě



Analýza evakuace

- 70 % obyvatelstva uposlechlo
- 70% do 1 hodiny; 83% do 2 hodin

Důvod pro neevakuační rozhodnutí	% z občanů, kteří zůstali v ohrožené lokalitě
Předpokládali, že nedojde ke vzniku zvláštní povodně	19
Mysleli si, že nejsou v ohrožených oblastech	33
Domnívali se, že pro ně evakuační příkaz neplatil	14
Zůstali z důvodu ochrany majetku	10
Zůstali, aby mohli vykonávat práci	2
Neměli k evakuaci prostředky	6
Fyzicky neschopní k evakuaci	3
Další (většinou odrazení dopravními zácpami v důsledku evakuace)	13

VD Teton

havárie 5. 6. 1976

- Zásadní rozdíl v odezvě evakuace
- 10:43 – 12:00
- 14 obětí z 30.000 ohrožených



1. Metodika stanovení celkových dopadů zvláštních povodní – průlomových vln

- http://hydrotechnika.fsv.cvut.cz/mv/Met_stanoveni_dopadu_ZP.pdf
- **Smlouva o uplatnění - Povodí Vltavy, státní podnik**

Popisuje celý cyklus vyhodnocení dopadů zvláštních povodní

- Stanovení hydrogramu průlomové vlny
Mechanismy porušení pro antropogenní původ dle typu zvláštní povodně
- Výpočet charakteristik povodní v ohroženém území
- Hodnocení povodňového ohrožení
- Způsob stanovení dodatečných škod a následků zvláštní povodně

Umožňuje hodnocení bezpečnosti dle přijatelného rizika

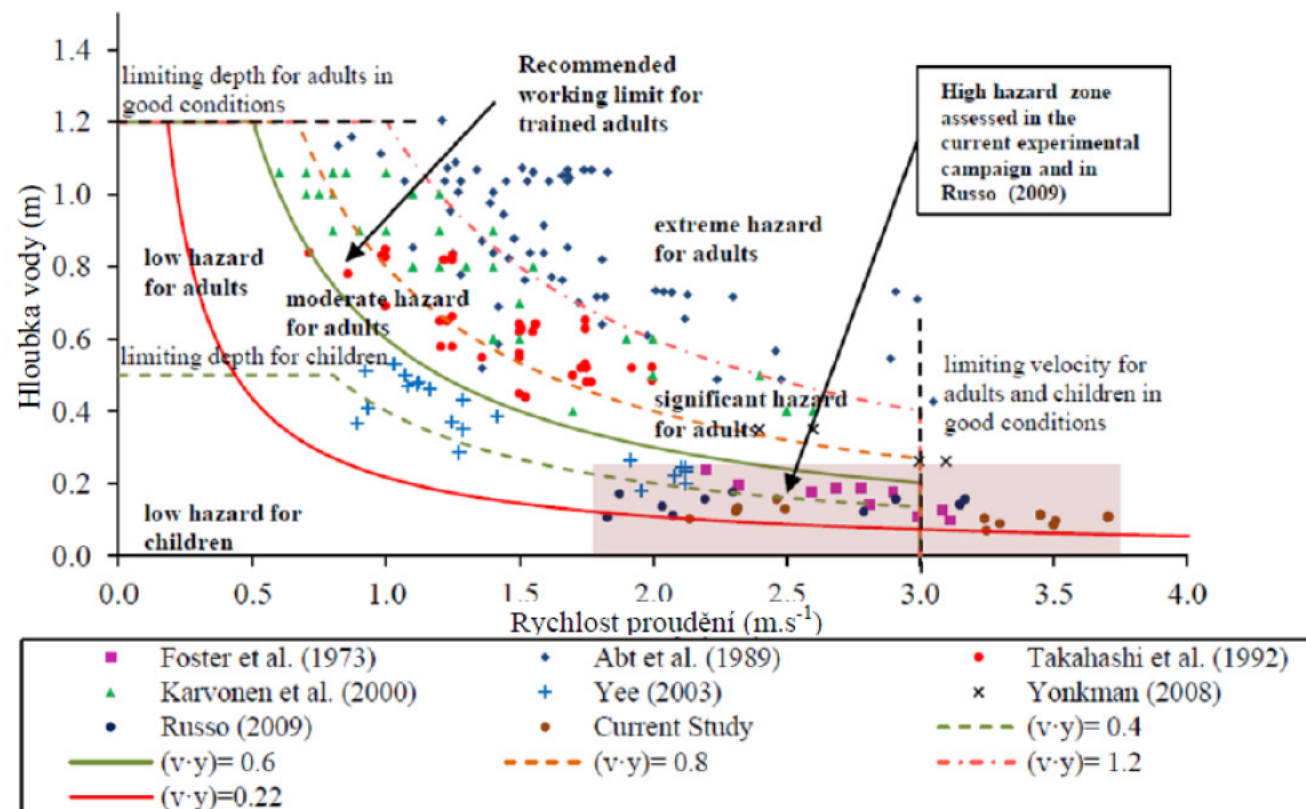
Stanovení celkových dopadů zvláštních povodní (průlomových vln) s ohledem na antropogenní hrozby

Certifikovaná metodika

Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.
doc. Ing. Ladislav Šatrapa, CSc.
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Ing. Martin Králík, Ph.D.
Dr. Ing. Petr Nowak
Ing. Martin Horský, Ph.D.
Ing. Milan Zukal, Ph.D.



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra hydrotechniky



území s vážným ohrožením oblasti překračující následující charakteristiky:

- hloubka vody překračuje 1,2 m
- rychlost vody překračuje 1,9 m.s⁻¹
- součin hloubky a rychlosti přesahuje 1,2 m².s⁻¹

Pro zařazení do kategorie postačí splnění jedné podmínky.

Oblasti se středním ohrožením jsou definovány součinem hloubky a rychlosti v rozmezí 0,6 až 1,2 m².s⁻¹.

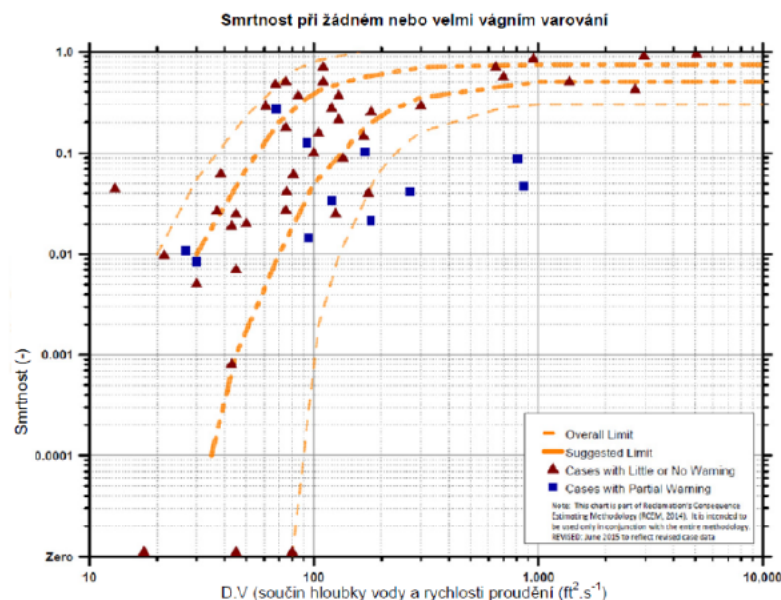
Zbývající část zátopy je pro dospělé osoby pokládána za oblast s nízkým ohrožením.

Ztráty na životech

Odhad počtu ohrožených obyvatel

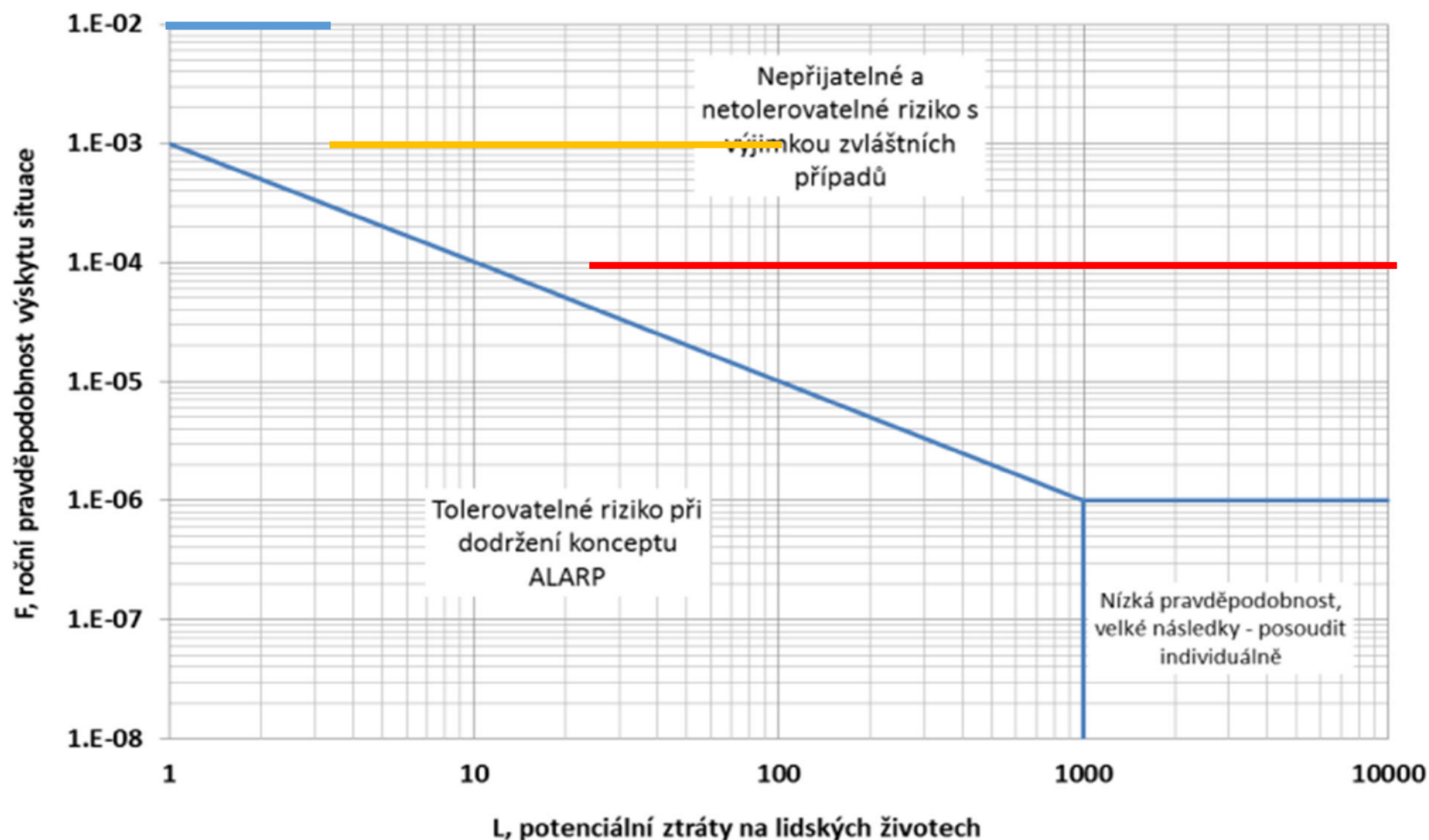
Odhad počtu obětí na životech

- jednodušší přístup (vztahy pro území s vyšší a nižší smrtností)
- složitější přístup (přesnější) – oblasti dle součinu hloubek a rychlostí dle varování



D.V (m ² .s ⁻¹)	Dostatečné varování		Nedostatečné varování	
	horní limit	dolní limit	horní limit	dolní limit
1	0,0002	0	0,0002	0
2	0,0006	0	0,0015	0
3	0,001	0	0,01	0,0001
4	0,002	0	0,03	0,0004
6	0,003	0,00002	0,1	0,005
10	0,006	0,0002	0,35	0,05
20	0,012	0,0005	0,6	0,23
50	0,02	0,0008	0,7	0,3
100	0,025	0,001	0,8	0,5

Hodnocení bezpečnosti VD dle přijatelného rizika



Hlavní výsledky

2. Metodika hodnocení zranitelnosti *stavební části vodních děl* při mimořádných antropogenních událostech

- Smlouva o uplatnění - Povodí Vltavy, státní podnik

Základní podklad pro informovaný způsob rozhodování v oblasti alokace prostředků za účelem snížení zranitelnosti:
stanovením prioritních vodních děl
zhodnocením přínosu vybraných opatření

Zranitelnost vodního díla vůči antropogenním hrozbám vyjadřuje míru obtížnosti úmyslného vyvolání zvláštní povodně.

Zjednodušený vs. komplexní přístup (kvantifikovaná zranitelnost)

Zranitelnost je suma podílu následků (tříd následků) a ochrany (úrovně ochrany) jednotlivých specifikovaných částí

Hodnocení zranitelnosti stavební části
vodních děl při
mimořádných antropogenních událostech

Certifikovaná metodika

Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.
doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Ing. Martin Králík, Ph.D.
Dr. Ing. Petr Nowak
Ing. Milan Zukaš, Ph.D.



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra hydrotechniky

3. Metodika hodnocení zranitelnosti *naplňování účelu vodních nádrží* při mimořádných antropogenních událostech

- Smlouva o uplatnění - Povodí Vltavy, státní podnik

Zranitelnost nádrží vůči antropogenním hrozbám vyjadřuje míru obtížnosti úmyslného přerušení plnění všech účelů nádrže při zohlednění její významnosti a prvků odolnosti v podobě obnovitelnosti, adaptability a zálohování.

Dopady rozlišují KI, třídy nádrží A-D
Rozlišení kvalitativního a kvantitativního narušení plnění účelů
Aplikace korekčních součinitelů

Zjednodušený vs. komplexní přístup (kvantifikovaná zranitelnost)

Hodnocení zranitelnosti naplňování účelu
vodních nádrží při
mimořádných antropogenních událostech

Certifikovaná metodika

Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.
doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Ing. Martin Králík, Ph.D.
Dr. Ing. Petr Nowak
Ing. Milan Zúkal, Ph.D.



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra hydrotechniky

Shrnutí

Hlavní výsledky projektu - Metodiky certifikované oprávněným orgánem (N_{metC})

- unikátní i na mezinárodní úrovni
- aplikace v praxi přinese zvýšení bezpečnosti klíčových infrastruktur a zdrojů ve vodním hospodářství pomocí objektivního hodnocení zranitelnosti, které dále umožní optimální alokaci dostupných prostředků pro zavedení efektivních preventivních opatření.

Ministerstvo zemědělství
Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí
Tělnov 17, 117 03 Praha 1

vydává

OSVĚDČENÍ
01/2023

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Hodnocení zranitelnosti stavební části vodních děl při mimořádných antropogenních událostech**

Autor: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D., doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Ing. Martin Králík, Ph.D., Dr. Ing. Petr Nowak, Ing. Milan Zukal, Ph.D.

Název organizace: **České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2023**

Metodika byla vypracována v rámci projektu výzkumu a vývoje řešeného v programu **Bezpečnostní výzkum České republiky č. VIZ0192022121** a názvem **Zvýšení odolnosti přehrad a nádrží jako klíčových prvků vodohospodářské infrastruktury**

Jedno zástupce odborného útvaru státní správy:
Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

V Praze dne

Ing. Daniel Pokorný
ředitel odboru

podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZE:

V Praze dne

podpis ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání

Ministerstvo zemědělství
Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí
Tělnov 17, 117 03 Praha 1

vydává

OSVĚDČENÍ
02/2023

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Hodnocení zranitelnosti naplňování účelu vodních nádrží při mimořádných antropogenních událostech**

Autor: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D., doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Ing. Martin Králík, Ph.D., Dr. Ing. Petr Nowak, Ing. Milan Zukal, Ph.D.

Název organizace: **České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2023**

Metodika byla vypracována v rámci projektu výzkumu a vývoje řešeného v programu **Bezpečnostní výzkum České republiky č. VIZ0192022121** a názvem **Zvýšení odolnosti přehrad a nádrží jako klíčových prvků vodohospodářské infrastruktury**

Jedno zástupce odborného útvaru státní správy:
Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

V Praze dne

Ing. Daniel Pokorný
ředitel odboru

podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZE:

V Praze dne

podpis ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání

OSVĚDČENÍ
MZE-41064/2022-15112

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107, a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Stanovení celkových dopadů zvláštních povodní (průlomových vln) s ohledem na antropogenní hrozby

Autor / autoři: Ing. Miroslav Brouček, Ph.D., doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Ing. Martin Králík, Ph.D., Dr. Ing. Petr Nowak, Ing. Martin Horský, Ph.D., Ing. Milan Zukal, Ph.D.

Název organizace: **České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2022**

Metodika byla vypracována v rámci projektu výzkumu a vývoje „Zvýšení odolnosti přehrad a nádrží jako klíčových prvků vodohospodářské infrastruktury č. VIZ0192022121“ řešeného v rámci programu **Bezpečnostní výzkum České republiky 2015-2022**.

Projekt nevyužívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví, rybolov“.

Razítko odborného orgánu státní správy:

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Daniel Pokorný

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: ředitel odboru

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy:

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZE:

Datum a podpis ředitele odboru:

V Praze dne

Mgr. Jan Dvořák

- Metodiky byly představeny a projednány
 - Odbor bezpečnostní politiky a krizového řízení MZe
 - Odbor vodohospodářské politiky MZe
 - Generální ředitel Povodí Vltavy, státní podnik
 - Další subjekty působící v oblasti technickobezpečnostního dohledu
- uzavřeny smlouvy o uplatnění

Smlouva o uplatnění metodiky pro stanovení celkových dopadů zvláštních povodní (průlomových vln) s ohledem na antropogenní hrozby

zpracované v rámci řešení výzkumného projektu č. V120192022121
Zvýšení odolnosti přehrad a nádrží jako klíčových prvků vodohospodářské infrastruktury

uzavřená podle ustanovení § 1746 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník

Smluvní strany:

- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební
se sídlem Thákovova 7, Praha 6, 166 29
IČ: 68407700
DIČ: CZ68407700
zastoupený prof. Ing. Jiří Mísa, CSc., děkan fakulty
(dále jen „poskytovatel metodiky“)
- Povodí Vltavy, státní podnik
se sídlem Holečkova 3178/8, 150 00 Praha 5 – Smíchov
IČ: 70889953
DIČ: CZ70889953
zastoupený Ing. Jiří Pechar, ředitel sekce technické
(dále jen „uživatel metodiky“)

Článek 1
Předmět smlouvy

1.1. Předmětem této smlouvy je možnost uplatnění metodiky (dále jen „metodika“) zpracované v rámci řešení výzkumného projektu č. V120192022121 s názvem „Stanovení celkových dopadů zvláštních povodní (průlomových vln) s ohledem na antropogenní hrozby“.

Článek 2
Autentství metodiky a cíl uplatnění metodiky

2.1. Autorem metodiky jsou Ing. Miroslav Brouček, Ph.D., doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc., doc. Dr. Ing. Pavel Fořumpair, Ing. Martin Králík, Ph.D., Dr. Ing. Petr Nowak, Ing. Martin Horský, Ph.D. a Ing. Milan Zůkal, Ph.D.

Zástupcem autorského týmu je Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.

2.2. Cíl uplatnění metodiky je vyplnit prostor v oblasti metodických postupů pro stanovení celkových dopadů zvláštních povodní, jejichž vznik není podmiňován mimořádnou situací přírodního původu (např. přirozené povodně, sesuv). Metodika poskytuje strukturovaný soubor postupů pro celý cyklus vyhodnocení dopadů zvláštních povodní. V oblasti stanovení základních vstupů do analýzy škod nabízí metodika konkrétní doporučení pro stanovení hydrogramu průlomové vlny a její postup územním pod vodním dílem s ohledem na rozvoj možnosti numerického modelování. V oblasti ohrožení a kvantifikaci škod představuje

5.3. Jakékoliv změny a doplnění této smlouvy mohou být provedeny pouze po sobě dohodaných dodatky k této smlouvě, podepsanými zmocněnými zástupci smluvních stran.

5.4. Závazky, práva a povinnosti vyplývající z této smlouvy předcházejí na eventuelní právní nástupce smluvních stran.

5.5. Tato smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem podpisu obou smluvních stran.

5.6. Tato smlouva se vyhotovuje ve třech stejnopisech, z nichž každý má platnost originálu. Každá smluvní strana obdrží jeden stejnopis. Jeden stejnopis obdrží poskytovatel účelové podpory na řešení výzkumného projektu, v rámci níž byla metodika zpracována.

5.7. Název a zaměření metodiky je součástí této smlouvy. Poskytovatel metodiky předá uživateli př. postupu smlouvy podle této metodiky v elektronické podobě.

5.8. Metodika je poskytována uživateli metodiky bezplatně.

5.9. Údaje o uplatnění metodiky pro evidenci v Registru informací o výsledcích (RIV) dodá příslušný poskytovatel účelové podpory.

5.10. Tato smlouva bude uvedena ve zprávě o řešení výzkumného projektu za rok 2022.

Za autora metodiky (za autorský tým)

V Praze dne: 03. 08. 2022

Ing. Miroslav Brouček, Ph.D.

Podpisy smluvních stran

Za poskytovatele metodiky

V..... dne:

prof. Ing. Jiří Mísa, CSc., děkan fakulty
(podepsáno elektronicky)

Za uživatele metodiky

V..... dne:

Ing. Jiří Pechar, ředitel sekce technické
(podepsáno elektronicky)



Děkuji za pozornost

