



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava

Population Protection Downstream of Klíčava Hydraulic Structure

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Markéta Sittová

Vedoucí diplomové práce: kpt. PhDr. Ing. René Mildorf

Kladno 2022



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Sittová** Jméno: **Markéta** Osobní číslo: **503685**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava

Název diplomové práce anglicky:

Population Protection Downstream of Klíčava Hydraulic Structure

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude zpracování analýzy rizik a zhodnocení současného stavu ochrany obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava, stanovení rizikových oblastí a navržení možného řešení. Teoretická část bude obsahovat základní pojmy, problematiku vodních děl, jejich bezpečnost či možnost případné havárie, současný stav ochrany obyvatelstva ve vybraném území a komparaci povodňových plánů obcí pod vodním dílem. V praktické části bude provedena samotná analýza aktuálního stavu ochrany obyvatelstva pod vodním dílem. Budou použity metody SWOT analýza, WHAT IF a metoda HAZOP. Z výstupů použitých analýz budou navržena potřebná opatření, která mohou přispět ke zvýšení stávající ochrany obyvatelstva.

Seznam doporučené literatury:

- [1] ADAMEC, Vilém, Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva, V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, ISBN 978-80-7385-118-7
- [2] KUBEŠ, Jiří, Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody, České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013, ISBN 978-80-87472-49-1
- [3] ŘEHÁK, David a Libor FOLWARCZNY, Východiska technického a organizačního zabezpečení ochrany obyvatelstva, ed. 1, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, ISBN 9788073851170

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. PhDr. René Mildorf

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **22.09.2023**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Lánech dne 11.05.2022

.....
Bc. Markéta Sittová

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce panu kpt. PhDr. Ing. Renému Mildorfovi za odborné vedení, ochotu, cenné rady a připomínky, a hlavně trpělivost při vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu starostovi obce Zbečno za zodpovězení mých dotazů a dále panu hráznému vodní nádrže Klíčava, panu Jiřímu Kosovi, za jeho ochotu a poskytnutí důležitých dokumentů a informací pro zpracování všech analýz v diplomové práci.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá tématem „Ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava“ s cílem zjistit, zda je aktuální stav ochrany obyvatelstva dostačující nebo naopak.

V teoretické části práce jsou uvedeny základní pojmy v oblasti ochrany obyvatelstva, právní předpisy, ochrana před povodněmi a charakteristika území. Současně byly prostudovány povodňový plán obce Zbečno a plán ochrany území před zvláštní povodní pod vodním dílem Klíčava.

V praktické části práce jsou provedeny analýzy ohrožení vodního díla a území pod tímto vodním dílem. Z analýz jsou patrné hrozby a dopady jak na vodní dílo samotné, tak území pod vodním dílem. Na základě výsledků provedených analýz jsou zhodnocena možná rizika v souvislosti se vznikem zvláštní povodně a navržena vhodná doporučení pro využití v praxi.

Klíčová slova

Ochrana obyvatelstva; vodní dílo; zvláštní povodeň; záplavové území; evakuace.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the topic „Protection of population living in area under water dam Klíčava“. The aim is to verify if the current state of population protection is sufficient or vice versa.

The theoretical part of this thesis is devoted to basic concepts in the field of population protection, legislation, flood protection and territory characteristics. The flood plan of the municipality Zbečno and the plan of area protection against special floods under water dam Klíčava were studied at the same time as well.

The practical part of this thesis is focused on analysis of threat to the water dam and to territory under the dam. The analyzes show threats and impacts – both on the water dam itself and on the area below the dam. Based on the analyzes results the possible risks in connection with the occurrence of a special flood are evaluated and suitable recommendation for practical use are made.

Keywords

Population Protection; Water Dam; Special Flood; Floodplain; Evacuation.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce a hypotézy	11
3	Současný stav.....	12
3.1	Ochrana obyvatelstva.....	12
3.2	Základní pojmy	13
3.3	Právní předpisy.....	16
3.4	Ochrana před povodněmi	18
3.4.1	Povodně	19
3.4.2	Stupně povodňové aktivity	19
3.4.3	Účastníci ochrany před povodněmi	21
3.4.4	Povodňové orgány	22
3.4.5	Povodňová opatření.....	23
3.4.6	Povodňové plány	24
3.4.7	Vodní zdroje.....	26
3.5	Technickobezpečnostní dohled nad vodními díly.....	27
3.6	Charakteristika území.....	29
3.6.1	Vodní nádrž Klíčava	29
3.6.2	Lokalita vodního díla.....	32
3.6.3	Obec Zbečno.....	32
3.7	Povodňový plán obce Zbečno.....	34
3.8	Plán ochrany území před zvláštní povodní pod VD Klíčava.....	34
3.8.1	Nebezpečí vzniku zvláštní povodně	38
3.8.2	Varování a vyrozumění obce Zbečno a evakuace.....	38

3.8.3	Záplavová vlna	43
3.9	Historie poruch a oprav vodního díla	44
4	Metodika.....	46
4.1	Literární rešerše, popis a komparace	46
4.2	Deskriptivní explorace	46
4.3	SWOT analýza.....	46
4.4	WHAT-IF analýza	48
4.5	HAZOP analýza.....	48
5	Výsledky.....	49
5.1	Deskriptivní explorace	49
5.2	SWOT analýza.....	50
5.3	WHAT IF analýza	57
5.4	HAZOP analýza.....	60
6	Diskuze	62
7	Závěr	75
8	Seznam použitých zkratk.....	76
9	Seznam použité literatury	77
10	Seznam použitých obrázků	83
11	Seznam použitých tabulek.....	84

1 ÚVOD

„Voda je počátek všech věcí.“

Thalés z Milétu

Voda je jeden ze čtyř živlů, který dává Zemi život, ale umí také životy brát. Vodu uměli využít naši předci v zemědělství, potravinářství, v průmyslu, ale později také v energetice. Voda je pro život nesmírně důležitá, avšak je zapotřebí dát vodě jasný řád, aby byla pro člověka pomocníkem, nikoliv škůdcem – například výstavbou vodních nádrží.

Počátky výstavby prvních přehrad nalezneme už ve starém Egyptě. Ovšem historie moderních přehrad se datuje kolem roku 1936, kdy byla postavena Hooverova přehrada na řece Colorado ve Spojených státech amerických. Hlavním důvodem, proč se začaly stavět přehrady, bylo zadržování vody jako zdroj pitné vody, ochrana před povodněmi, vyrovnávání průtoků a výroba elektřiny. Přehrady mohou být rovněž využívány k rekreaci, rybolovu a podobně.

Jedním z výše uvedených, a také jedním z nejdůležitějších účelů, proč jsou vodní přehrady budovány, je ochrana obyvatelstva před povodněmi. Vzhledem k tomu, že trvale žijí v blízkosti vodního díla Klíčava, bylo pro mě toto vodní dílo v kombinaci s výše uvedeným účelem výstavby vodních nádrží – ochrana obyvatelstva před povodněmi – jasnou volbou jako téma mé diplomové práce. V případě vzniku zvláštní povodně pod vodním dílem Klíčava by mohlo dojít jak k materiálním škodám, tak v nejhorším případě i ztrátám na životech. Následky těchto povodní by měly na dané území velice katastrofální vliv, i když tato oblast není tak silně obydlena jako jiné obce pod dalšími vodními díly, ale obrovská masa vody ve vodní nádrži Klíčava by se nezastavila před značkou konce obce Zbečno, ale postupovala by dál a poškodila by další obce

ležící v údolí Berounky. Je ovšem nutné věnovat pozornost všem přehradám. Prevence a snaha o zmírnění možných následků by mohla být nejlepší ochranou před vznikem mimořádné události. Důležitá je také připravenost obyvatel pod vodním dílem, což je pro záchranu lidských životů jedna z nejdůležitějších podmínek.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je provést analýzu vodního díla Klíčava, určit rozsah ohrožení blízkého okolí, které by mohlo být zasaženo zvláštní povodní, a zjištění aktuálního stavu ochrany obyvatelstva. Na základě této analýzy dále určit ohroženou oblast, navrhnout její protipovodňovou ochranu a potvrdit či vyvrátit níže stanovené hypotézy. Pro vyhodnocení budou použity metody SWOT analýza, WHAT-IF analýza a analýza HAZOP.

Hypotézy:

Hypotéza č. 1

K ochraně životů, zdraví, majetku a životního prostředí obyvatel pod vodním dílem Klíčava je současná ochrana obyvatelstva před zvláštní povodní dostatečná.

Hypotéza č. 2

V současné době je obec Zbečno dostatečně připravena zvládnout povodňovou situaci následkem zvláštní povodně.

3 SOUČASNÝ STAV

V této kapitole jsou vysvětleny základní pojmy ochrany obyvatelstva, základní informace o vodních dílech, hlavní právní předpisy týkající se této oblasti, pojem povodně a charakteristika území s možnými riziky.

3.1 Ochrana obyvatelstva

Pojem ochrana obyvatelstva je často používán pro označení určitého sdruženého systému vztahů a konkrétních opatření k ochraně obyvatelstva a jeho majetku v nejrůznějších situacích, kdy může dojít k jejich ohrožení, počínaje každodenními negativními událostmi, přes nejrůznější katastrofy a nouzové situace až po ozbrojené konflikty. [1]

Ochrana obyvatelstva byla přetvářena z předválečné Civilní protiletdecké obrany až do současné podoby Integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“), jak ho známe dnes. [1]

V české legislativě je ochrana obyvatelstva zakotvena v zákoně č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. Jedná se zejména o varování a vyrozumění, evakuaci, ukrytí, nouzové přežití a další opatření, která vedou k ochraně zdraví, života a majetku. Tato opatření vykonávají především složky IZS, nejčastěji Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen „HZS ČR“).

3.2 Základní pojmy

Ochrana obyvatelstva – plní úkoly civilní ochrany, a to zejména varování a vyrozumění, evakuaci, nouzové přežití, ukrytí, individuální ochranu a další opatření k zabezpečení ochrany života, zdraví a majetku. [1, 2]

Integrovaný záchranný systém – koordinovaný postup všech složek IZS při přípravě na mimořádnou událost (dále jen „MU“) a při provádění záchranných a likvidačních prací (dále jen „ZaL práce“). [3, 4]

Mimořádná událost – škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, haváriemi a přírodními vlivy, které ohrožují životy, zdraví, majetek a životní prostředí (dále jen „ŽP“), vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. [4, 5]

Povodně – přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém je zaplaveno území mimo koryto vodního toku. [6, 7]

Varování – komplex organizačních, provozních a technických opatření, které zabezpečují včasné předání varovné informace obyvatelstvu o hrozícím nebezpečí. [4, 8]

Vyrozumění – komplex organizačních, provozních a technických opatření, které zabezpečují včasné předání informací orgánům krizového řízení a dalším osobám podle havarijních a krizových plánů, o hrozícím nebezpečí. [1, 4]

Záplavová území – určená území, která mohou být při přirozené povodni zaplavena vodou. [7, 9]

Evakuační zóna – ohraničené území, ze kterého je zapotřebí provést plošnou evakuaci obyvatelstva. [2, 10]

Evakuace – souhrn opatření zabezpečujících přemístění osob, zvířat a věcných prostředků, z ohroženého území na bezpečné místo. [2, 11]

Evakuační středisko – je místo, kde jsou evakuované osoby shromažďovány a informovány. Jde o výchozí bod pro přemístění evakuovaných osob bez možnosti vlastní přepravy a následné přepravy do příjmových území. [2, 12]

Kolektivní ochrana – organizační a materiální opatření, jejichž cílem je chránit skupiny osob před následky mimořádných událostí nebo krizových situací. Jde hlavně o evakuaci, případně ukrytí osob v improvizovaných nebo stálých úkrytech. [2, 13]

Záchranné práce – činnosti k odvrácení nebo zmírnění bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí. [1, 4]

Likvidační práce – činnosti k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí. [1, 4]

Povodňový plán – základní dokument ochrany před povodněmi. Slouží v době povodní ke koordinaci činností na daném území. [7, 9]

Povodňové orgány – zákonem vymezené orgány oprávněné k řízení, organizaci a kontrole opatření k ochraně před povodněmi. [7, 9]

Povodňová opatření – jde o zvládání povodňových rizik. Rozlišujeme přípravná opatření, opatření při nebezpečí povodně, opatření za povodně a opatření po povodni. [7, 9]

Povodí – oblast, ze které voda stéká do jedné konkrétní řeky nebo jezera. [7, 9]

Vodní dílo – stavba sloužící k zadržování, jímání nebo jinému nakládání s vodou. Slouží také k zamezení záplav a jiných škodlivých účinků vod pod vodním dílem. [7, 14]

Technickobezpečnostní dohled nad vodními díly – odborná činnost k zajištění technického stavu vodních děl, sloužících ke vzdouvání nebo zadržování vody. [9, 15]

Ochrana před povodněmi – činnosti a opatření k přecházení a následnému zvládnutí povodňového rizika na ohroženém území. [7, 9]

Plán ochrany území pod vodním dílem – součástí územně příslušných krizových plánů. Jde o co největší ochranu zdraví ohrožených obyvatel a snížení škod na majetku. [6]

Zranitelnost – způsobilost území negativně reagovat na působení nežádoucího jevu. [16]

Nebezpečí – jev s možností ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, který má za následek potenciál způsobit škodu. [16]

Riziko – očekávané negativní následky vlivem spuštění nebezpečí na daném území. [16]

3.3 Právní předpisy

V této části jsou vybrané některé právní předpisy, které se zabývají ochranou obyvatelstva, povodněmi a souvisejícími tématy.

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů – definuje IZS, stanoví jeho složky a působnost složek, dále působnost a pravomoc státních orgánů a také orgánů územních samosprávných celků, také práva a povinnosti právnických osob a fyzických osob při přípravě na mimořádnou událost, při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení krizových stavů. [4]

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů – definuje působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a také práva a povinnosti fyzických a právnických osob při přípravě na krizové situace, nesouvisející se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením a při ochraně kritické infrastruktury. [17]

Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů – vymezuje přípravu hospodářských opatření pro krizové stavy a přijetí hospodářských opatření po vyhlášení krizových stavů. Stanovuje pravomoc vlády a správních úřadů a také práva a povinnosti fyzických osob a právnických osob při přípravě a přijetí hospodářských opatření pro krizové stavy. [18]

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů – definuje pojmy: povodeň, zvládání povodňových rizik, povodňová opatření, záplavová území, území ohrožená zvláštními povodněmi, stupně povodňové aktivity, povodňové plány, povodňové prohlídky. Dále upravuje předpovědní a hláskou povodňovou službu, dokumentaci, záchranné a zabezpečovací práce při povodni, vyhodnocení povodní a také povodňové orgány na různých úrovních. [7]

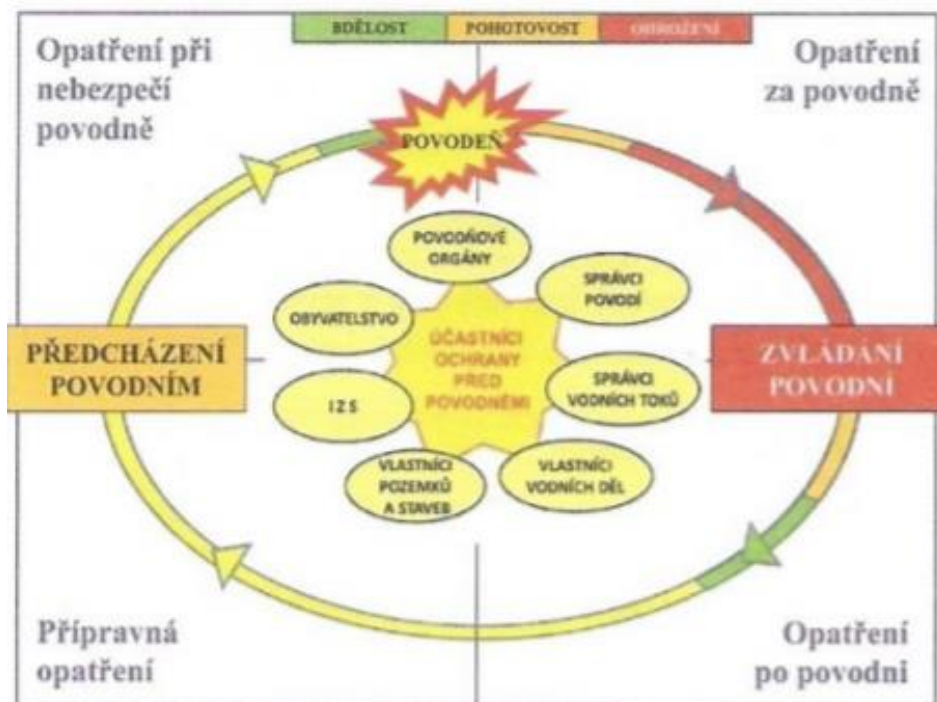
Zákon č. 12/2002 Sb., o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a o změně zákona č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů, (zákon o státní pomoci při obnově území) – upravuje zásady pro poskytnutí státní finanční pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a postup předcházející poskytnutí této státní pomoci. [19]

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly – stanovuje kritéria a postup pro zařazení do jednotlivých kategorií vodních děl, rozsah a četnost provádění technickobezpečnostního dohledu a náležitosti programu dohledu. [15]

Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva – vymezuje postup při zřizování zařízení civilní ochrany, způsob informování právnických a fyzických osob, způsob provádění evakuace, zásady postupu při poskytování úkrytů a způsob a rozsah kolektivní a individuální ochrany obyvatelstva a požadavky na územní plánování. [2]

3.4 Ochrana před povodněmi

Jde o opatření, která mají předcházet a zamezovat škodám při povodních, převážně na životech a majetku a na životním prostředí. Tato opatření jsou vytvářena prevencí, zvyšováním retenční schopnosti a ovlivňováním průběhu povodní. Fungování systému ochrany před povodněmi je znázorněno na obrázku č. 1. [6, 9]



Obrázek 1 Dvoufázová struktura povodňových rizik [9]

Při povodních bezprostřední ochrana zahrnuje činnost předpovědní povodňové služby a hlásné povodňové služby, varování při nebezpečí povodně, zřízení činnosti hlídkové služby, povodňové zabezpečení a záchranné práce. [20]

3.4.1 Povodně

Povodeň je přírodní jev způsobený přechodným výrazným zvýšením hladiny vodního toku nebo jiného vodního zdroje, který způsobuje zaplavení území mimo koryto vodního zdroje. Následkem mohou být různé velké škody na majetku, zdraví, životech nebo životním prostředí. Povodně rozdělujeme na přirozené a zvláštní. [7, 21]

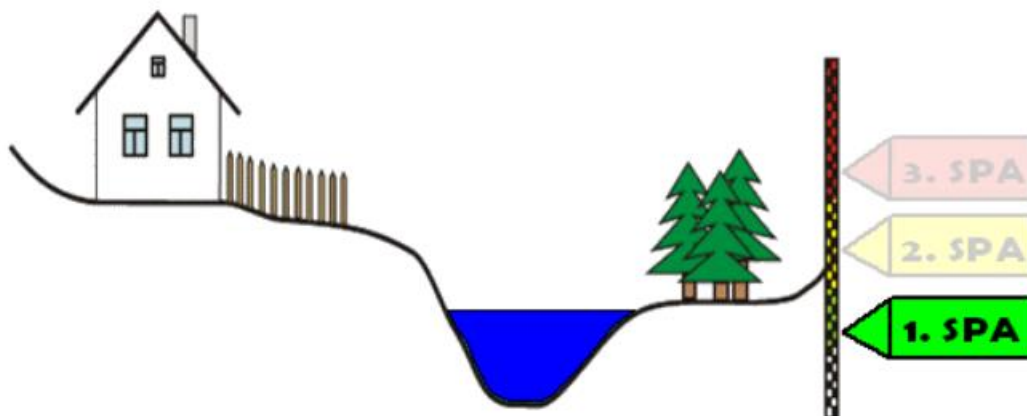
Přirozené povodně – přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků a jiných povrchových vod, které je způsobeno přírodními jevy (táním sněhu, dlouhotrvající srážky a další). [7, 9]

Zvláštní povodně – silně ovlivněné činností člověka, ale také v důsledku probíhající přirozené povodně (porucha vodního díla, úmyslné poškození zařízení, teroristický útok, nouzové řešení kritické situace a další). [7, 9]

3.4.2 Stupně povodňové aktivity

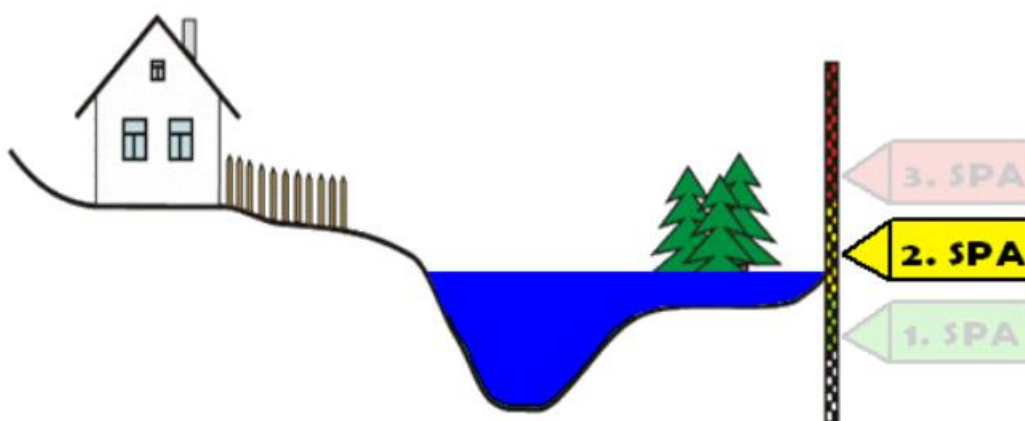
Stupně povodňové aktivity – označují míru povodňového nebezpečí. Jde o vymezení směrodatných limitů (průtoky v hlásných profilech, vodní stavy, vznik ledových nápěchů a další). Rozlišujeme tři stupně povodňové aktivity (dále jen „SPA“): stav bdělosti, stav pohotovosti a stav ohrožení. [7, 22, 23]

I. SPA stav bdělosti – nastává při nebezpečí vzniku přirozené povodně a zaniká, jakmile takové nebezpečí pomine. Nastává tedy při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti vodního díla (dále jen „VD“) nebo při zjištění mimořádných okolností, které by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně (obrázek č. 2). Činnost zahajuje hlásná a hlídková služba. [7, 23, 24]



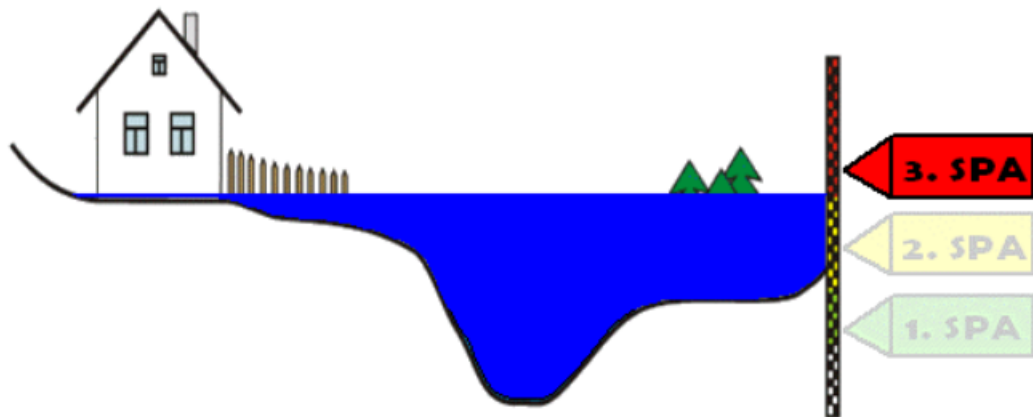
Obrázek 2 I. SPA – stav bdělosti [25]

II. SPA stav pohotovosti – vyhláší se v případě, že nebezpečí vzniku přirozené povodně přerůstá v povodeň samotnou anebo při překročení stanovených mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti na VD (obrázek č. 3). Svoji činnost zahájí povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi. [7, 23, 24]



Obrázek 3 II. SPA – stav pohotovosti [25]

III. SPA stav ohrožení – vyhláší se při nebezpečí vzniku ohrožení životů a majetku, škod většího rozsahu a také při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti na VD současně se zahájením nouzových opatření (obrázek č. 4). Provádějí se zabezpečovací práce a také záchranné práce a evakuace. [7, 23, 24]



Obrázek 4 III. SPA – stav ohrožení [25]

3.4.3 Účastníci ochrany před povodněmi

Do plnění povodňových opatření se zapojují jednotliví účastníci ochrany před povodněmi:

- povodňové orgány;
- správci povodí;
- správci vodního toku;
- vlastníci vodních děl;
- vlastníci pozemků a staveb ohrožených povodněmi;
- IZS;
- obyvatelstvo v územích ohrožených povodněmi. [7, 9, 23]

3.4.4 Povodňové orgány

Povodňové orgány jsou oprávněné k řízení, organizaci a kontrole opatření k ochraně před povodněmi. Rozdělujeme povodňové orgány na období mimo povodeň a na období po dobu povodně. [7, 9, 23]

V době mimo povodeň jsou povodňovými orgány:

- orgány obcí;
- obecní úřady obcí s rozšířenou působností (dále jen "ORP");
- krajské úřady;
- Ministerstvo životního prostředí. [7, 9, 23]

Po dobu povodně jsou povodňovými orgány:

- povodňové komise obcí;
- povodňové komise ORP;
- povodňové komise krajů;
- Ústřední povodňová komise. [7, 9, 23]

Povodňové komise jsou zřizovány k plnění mimořádných úkolů v době povodně jako výkonné složky. [20]

3.4.5 Povodňová opatření

Povodňová opatření se realizují, aby bylo možné zvládnout povodňová rizika. Tato opatření dělíme na přípravná opatření, opatření při nebezpečí povodně, opatření za povodně a opatření po povodni.

Přípravná opatření:

- stanovení záplavových území;
- vymezení směrodatných limitů SPA;
- povodňové plány;
- povodňové prohlídky;
- příprava hlásné a předpovědní služby;
- organizační a technická příprava;
- vytváření hmotných povodňových rezerv;
- příprava účastníků povodňové ochrany. [7, 9, 23]

Opatření při nebezpečí povodně:

- činnost předpovědní a hlásné povodňové služby;
- varování při nebezpečí povodně;
- zřízení a činnost hlídkové služby;
- vyklizení záplavových území;
- řízené ovlivňování odtokových poměrů;
- povodňové zabezpečovací práce a povodňové záchranné práce;
- zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní. [7, 9, 23]

Opatření během povodně:

- činnost předpovědní a hlásné povodňové služby;
- varování při nebezpečí povodně;
- zřízení a činnost hlídkové služby;
- vyklizení záplavových území;
- řízené ovlivňování odtokových poměrů;
- povodňové zabezpečovací práce a povodňové záchranné práce;
- zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní. [7, 9, 23]

Opatření po povodni:

- dokumentace a vyhodnocení povodní;
- odstranění povodňových škod;
- obnova území po povodni. [7, 9, 23]

3.4.6 Povodňové plány

Jsou dokumenty, které obsahují způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací, způsob zajištění včasného zahájení činnosti povodňových orgánů, zabezpečení hlásné a hlídkové služby, přípravy a organizace záchranných prací. [7, 24]

Povodňový plán obsahuje:

- **věcnou část** – obsahuje limity pro vyhlášení stupňů povodňové aktivity, situace objektu a jeho popis, popis objektu, obce nebo jiného územního celku z hlediska povodňové bezpečnosti. [7, 24]
- **organizační část** – obsahuje jmenné seznamy, adresy, odpovědné osoby, způsob spojení účastníků ochrany před povodněmi, úkoly pro jednotlivé účastníky včetně organizace hlásné a hlídkové služby, činnosti při jednotlivých stupních povodňové aktivity. [7, 24]
- **grafickou část** – obsahuje mapy a plány, na kterých jsou zakreslena záplavová území, evakuační trasy a shromaždiště osob, informační místa, hlásné profily, grafický řez objektem s aktuálním vyznačením hladiny I., II. a III. stupně povodňové aktivity. [7, 24]

Povodňové plány jsou povinny zpracovat obce, na jejichž území může dojít k povodni, orgány obcí s rozšířenou působností, orgány krajů ve spolupráci se správci povodí a Ministerstvo životního prostředí jako Povodňový plán České republiky. Povodňový plán jsou dále povinni zpracovat vlastníci objektů, které se nacházejí v záplavovém území a mohou zhoršit průběh povodně. O této povinnosti rozhoduje vodoprávní úřad. Při zpracování plánu ochrany území pod vybraným vodním dílem před zvláštní povodní, který je součástí územně příslušného krizového plánu, musí správce vodního díla zajistit údaje o parametrech možné zvláštní povodně. [6, 7]

3.4.7 Vodní zdroje

Základní požadavky na vodní zdroj jsou jeho vhodná dislokace v území a možnost dlouhodobé ochrany před kontaminujícími látkami. Oba tyto požadavky lze zajistit na základně územního plánování. [26]

Zásobování vodou se v našich podmínkách řeší ze zdrojů podzemní vody, povrchové vody a teoreticky i z vody srážkové. Největší zdroje vody se dají získat z povrchových vod, ale jako preferované jsou zdroje podzemních vod, které mívají lepší kvalitu. [7, 27]

Vodní zdroje dělíme podle charakteru jímání na:

Podzemní vody

- pramenní jímky;
- vertikální studny;
- horizontální jímací zářezy;
- studny s radiálními sběrači;
- umělá infiltrace;
- krasové a důlní vody. [27]

Povrchové vody

- odběry vody z toků řek a potoků;
- odběry vody ze stojatých vod – rybníky, jezera, vodárenské nádrže. [27]

V této práci se budeme zabývat posledním uvedeným zdrojem povrchové vody, a to konkrétně vodárenskou nádrží.

3.5 Technickobezpečnostní dohled nad vodními díly

Jde o odbornou činnost k zajišťování technického stavu vodních děl, která slouží k zadržování nebo vzdouvání vody, z hlediska jejich stability, bezpečnosti, možných příčin poruch a jejich následků. Hlavním cílem je předcházení poruchám a možným škodám nejen na díle samotném, ale i v území pod nimi, které jsou možnou poruchou ohroženy. Technickobezpečnostní dohled (dále jen „TBD“) je nedílnou součástí protipovodňové ochrany a prevencí před vznikem zvláštní povodně, které mohou vzniknout na vodních dílech. [9]

Vodní díla se zařazují do jednotlivých kategorií dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 471/ 2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly (tabulka č. 1). Vodní nádrž Klíčava je zařazena do II. kategorie.

Tabulka 1 Kritéria pro zařazení VD do kategorie [9]

Kategorie	Kritéria
I.	a) Ohroženy řádově tisíce až desetitisíce lidí a předpokládány velké ztráty na lidských životech.
	b) Velké škody na určeném VD, jehož následná obnova je velmi složitá a nákladná.
	c) V území na vodním toku pod určeným VD vzniknou rozsáhlé škody na obytné a průmyslové zástavbě, silniční a železniční síti. Ohrožena jsou další určená VD nebo jiná VD.
	d) Ztráty způsobené vyřazením určeného VD z provozu, z přerušení průmyslové výroby, dopravy apod. jsou velmi vysoké a těžko nahraditelné.
	e) Škody na ŽP jsou vysoké, překračují význam vyššího územního samosprávného celku, ekonomické důsledky se dotýkají celého státu.

II.	a) Ohroženy řádově stovky až tisíce lidí a předpokládány ztráty na lidských životech.
	b) Značné škody na určeném VD, jeho následná obnova je složitá a nákladná.
	c) V území na vodním toku pod určeným VD vzniknou škody na obytné a průmyslové zástavbě a dopravní síti. Ohrožena jsou další určená VD nebo jiná VD.
	d) Ztráty způsobené vyřazením určeného VD z provozu, z přerušení průmyslové výroby, dopravy nebo jiné ztráty jsou značné.
	e) Škody na ŽP překračují význam vyššího územního samosprávného celku.
III.	a) Ohroženy řádově desítky až stovky lidí, mohou být ztráty na životech.
	b) Poškození určeného VD, obnova je proveditelná.
	c) V území na vodním toku pod určeným VD vzniknou škody na obytné a průmyslové zástavbě i dopravní síti. Ohrožena mohou být další méně významná VD.
	d) Ztráty způsobené vyřazením určeného VD z provozu, z přerušení průmyslové výroby, dopravy nebo jiné ztráty jsou plně nahraditelné.
	e) Škody na ŽP nepřekračují význam vyššího územního samosprávného celku.
IV.	a) Ztráty na životech jsou nepravděpodobné.
	b) Poškození určeného VD, obnova je proveditelná.
	c) V území na vodním toku pod určeným VD jsou malé materiální škody.
	d) Ztráty způsobené vyřazením určeného VD z provozu jsou malé. Škody na ŽP jsou zanedbatelné.

3.6 Charakteristika území

3.6.1 Vodní nádrž Klíčava

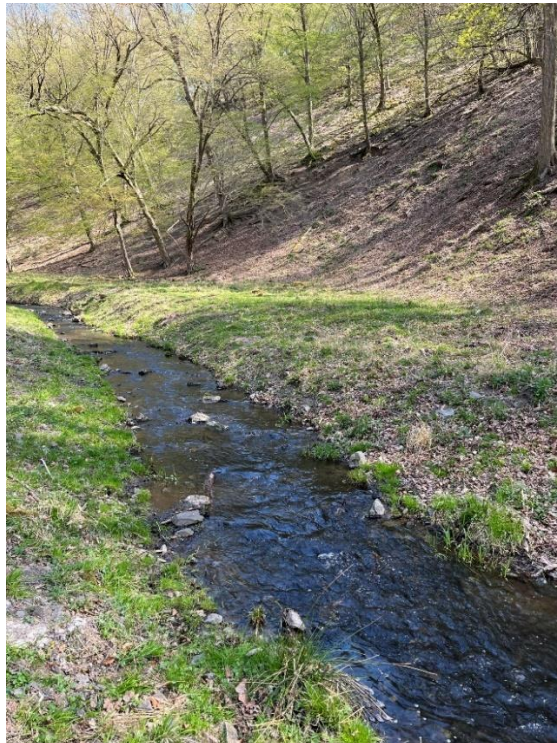
Vodní nádrž Klíčava (obrázek č. 5) patří jako jedna z mnoha nádrží do povodí řeky Vltavy. Byla postavena v letech 1949–1955 zejména proto, aby akumulovala vodu pro zásobování Kladenska pitnou vodou. Nachází se v úzkém skalním profilu u soutoku říčky Klíčavy (obrázek č. 6) a Lánského potoka (obrázek č. 7). Úpravna vody je umístěna nedaleko pod hrází. Následkem zvyšování počtu obcí, které byly zásobovány z Klíčavy pitnou vodou, došlo k potřebě navyšovat množství vody v Klíčavě z hlubinného dolu Nosek. Od roku 1990 se zásobování vodou z Klíčavy snižovalo až do roku 1999. Nádrž má ale stále značný význam jako rezerva pro období velmi suchého období. [14]



Obrázek 5 Hráz VD Klíčava [zdroj vlastní]

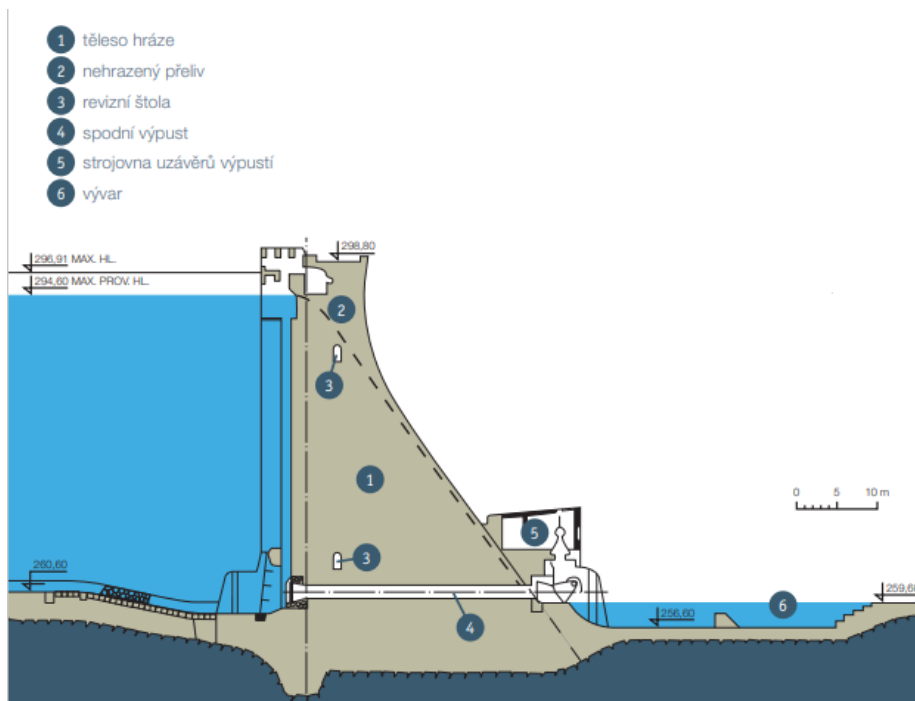


Obrázek 6 Hlavní přítok – Klíčava [zdroj vlastní]



Obrázek 7 Levostranný přítok – Lánský potok [zdroj vlastní]

Jde o betonovou gravitační tížnou hráz. Výška nad terénem je 37,2 m, šířka koruny je 6,7 m, délka hráze je 175,9 m a objem nádrže je 10,419 mil. m³ (tabulka č. 2). Má dvě spodní výpusti o průměru 1,1 m a jeden bezpečnostní přeliv v koruně hráze o šířce 16 m (obrázek č. 8). [14]



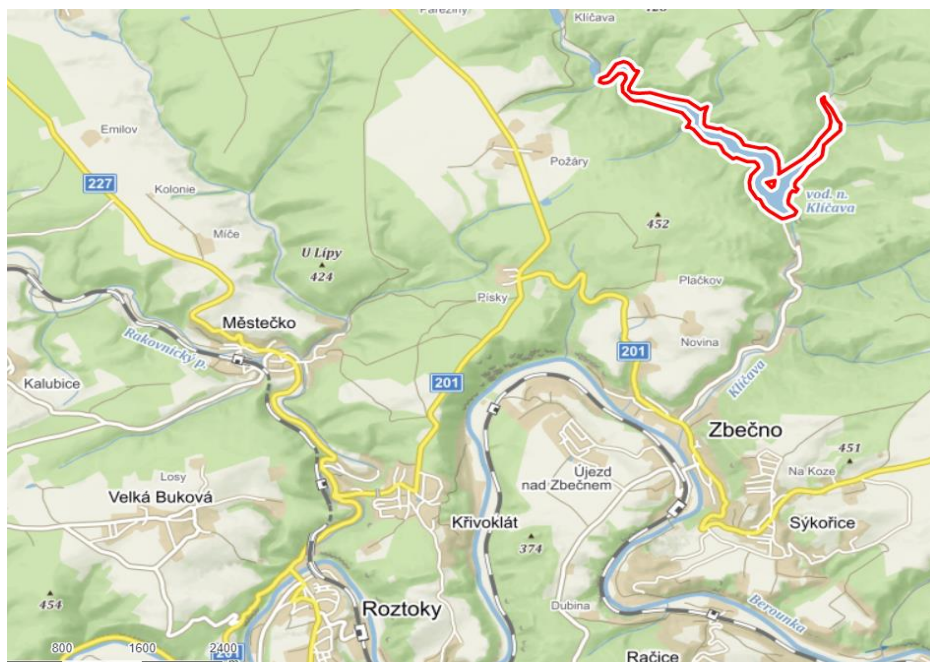
Obrázek 8 Příčný řez [28]

Tabulka 2 Parametry VD Klíčava [29]

Parametr	Množství	Jednotka
Délka hráze v koruně	175,9	m
Šířka koruny	6,7	m
Max. výška nádrže	50,2	m
Celkový objem nádrže	10,419 mil	m ³
Stálý objem nádrže	373 000	m ³
Zásobní objem nádrže	7 927 000	m ³
Maximální zatopená plocha	71,4	ha

3.6.2 Lokalita vodního díla

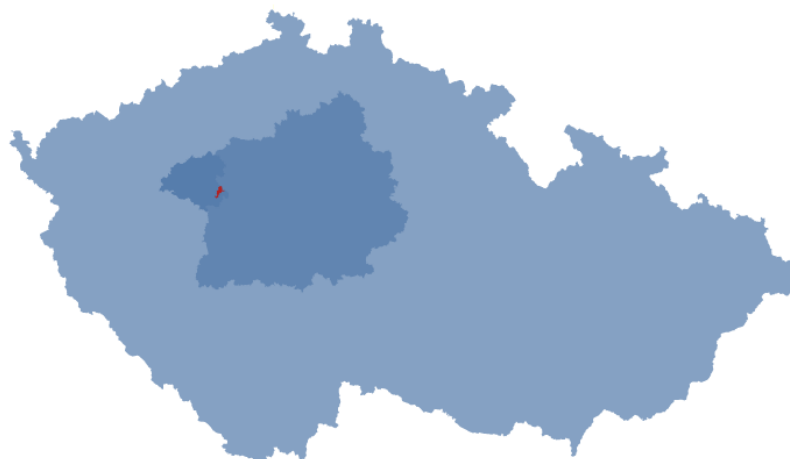
Vodní nádrž Klíčava se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Rakovník a leží na 13. říčním kilometru stejnojmenné říčky Klíčava (obrázek č. 9). Celé VD se nachází v Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko (dále jen "CHKO"), konkrétně v Lánské oboře, kterou spravuje Kancelář prezidenta republiky. Vodní dílo je ve správě státního podniku Povodí Vltavy.



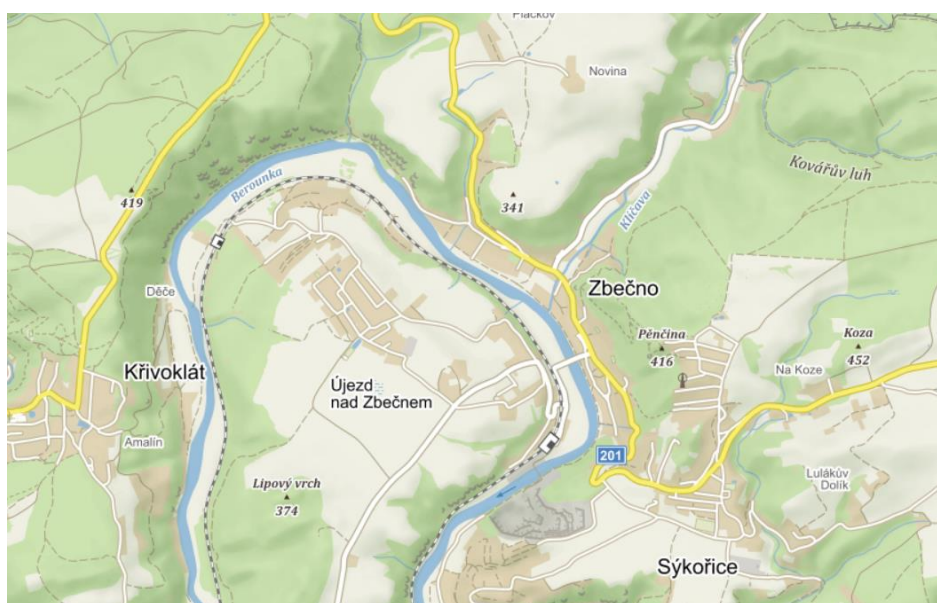
Obrázek 9 Obec Zbečno a vodní nádrž Klíčava [30]

3.6.3 Obec Zbečno

Obec Zbečno se nachází na obou březích údolí řeky Berounky, v okrese Rakovník ve Středočeském kraji, zhruba 15 km jihovýchodně od Rakovníku, 14 km severozápadně od Berouna a 18 km jihozápadně od Kladna (obrázek č. 10 a č. 11). K 1. 1. 2021 v obci žilo 570 obyvatel.



Obrázek 10 Obec Zbečno na mapě ČR [31]



Obrázek 11 Zbečno [30]

3.7 Povodňový plán obce Zbečno

Povodňový plán obce Zbečno počítá hlavně s povodní na řece Berounce. Zmínka o zvláštní povodni z vodní nádrže Klíčava není téměř žádná. Je zde uvedeno riziko možného vzniku zvláštní povodně z důvodu poruchy na vodním díle Klíčava. Dále vyčteme hodnoty hladiny odtoku, které jsou určující pro vznik konkrétních SPA.

- I. stupeň povodňové aktivity nastává při dosažení stavu 70 *cm* na odtoku z vodní nádrže Klíčava.
- II. stupeň povodňové aktivity se vyhláší při dosažení stavu 80 *cm* na odtoku z vodní nádrže Klíčava.
- III. stupeň povodňové aktivity se vyhláší při dosažení stavu 90 *cm* na odtoku z vodní nádrže Klíčava. [32]

U vodní nádrže Klíčava se nachází automatický srážkoměr. [32]

3.8 Plán ochrany území před zvláštní povodní pod VD Klíčava

Plán ochrany území před zvláštní povodní je součástí krizového plánu jako jeden z jeho operačních plánů. Obsahuje způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o možnosti vzniku a vývoji zvláštní povodně, vymezení ohroženého území a vyznačení do mapových podkladů, zajištění včasné aktivace povodňových orgánů a přípravu povodňových zabezpečovacích a záchranných prací. Vodní nádrž Klíčava není zařazena do hlásné a povodňové služby. Povodňová situace se určuje podle SPA v profilu vodočtu pod vodním dílem. V plánu ochrany území před zvláštní povodní jsou hodnoty vyhlásování SPA odlišné než v povodňovém plánu obce. [23, 33]

A to následovně:

- I. SPA nastává při výšce hladiny 80 cm a průtoku 5,19 m³/s;
- II. SPA nastává při výšce hladiny 100 cm a průtoku 9,50 m³/s;
- III. SPA nastává při výšce hladiny 120 cm a průtoku 14,7 m³/s. [23, 33]

Hlášení o výšce hladiny a stavu průtoků podává vedoucí hrázný:

- vodohospodářskému dispečinku Povodí Vltavy, s. p. – závodu Berounka;
- obecnímu úřadu Zbečno;
- úpravně vody Klíčava;
- Středočeským vodárnám, a.s. [23, 33]

Stanovené kritické hodnoty

I. SPA nastává při nepříznivém nebo neobvyklém vývoji jevů a skutečností, které mají vliv na bezpečnost díla. Jedná se o:

- dosažení mezních hodnot, jevů a skutečností, které by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně;
- výskyt nových trhlinek v tělese hráze nebo jejich zvětšování;
- nové výrony vody o ploše větší než 1 m² na vzdušném líci;
- několikanásobný výskyt výronů vody v jedné pracovní spáře;
- zakalená vytékající voda z vrtů s trubkami;
- projevy polohových změn gravitačních bloků na koruně hráze a tělese hráze;
- vznik velkých trhlin na skalním masívu na levém zavázání;
- nátrže terénu svahu na pravém zavázání;
- jiné jevy, které obsluha vodního díla pokládá za neobvyklé. [23, 33]

Při dosažení některé z uvedených skutečností, správce vodního díla neprodleně informuje hlavní pracovníky TBD, kteří se dostaví na VD a zjištěné skutečnosti prozkoumají a navrhnou další opatření. [23, 33]

Návrh pro vyhlášení II. SPA dávají hlavní pracovníci TBD případně obsluha VD při pokračujícím nepříznivém vývoji na bezpečnost díla, který vychází z hodnocených jevů a skutečností, příslušnému povodňovému orgánu. Účelem systému TBD je včas identifikovat a vyhodnotit charakter a vývoj jevů a skutečností, které mají souvislost s bezpečností VD, provést prognózu dalšího vývoje a případně navrhnout účinná nápravná opatření. [23, 33]

Směrodatné limity pro vyhlášení II. SPA

- Překročení mezních hodnot, jevů a skutečností, které by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně;
- výrazné zvětšování trhlin, nad 5 mm v délce nad 2 m, na vzdušném líci hráze;
- vytékání vody z trhlin;
- soustředěné výrony vody pod tlakem o vydatnosti nad 0,5 l/s na vzdušném líci nebo v prostorách hráze;
- koncentrace nových výronů vody ve vodorovné pracovní spáře;
- pokračující skalní sesuv na levém závázání;
- zvětšování nátrží terénu na pravém závázání a pod ním;
- zatopení revizní chodby;
- jiné jevy, které hlavní pracovníci TBD pokládají za nebezpečné. [23, 33]

Při vyhlášení II. SPA probíhají nouzová opatření na vodním díle za spolupráce hlavních pracovníků TBD a obsluhy díla. O těchto skutečnostech jsou informovány příslušné povodňové orgány. [23, 33]

III. SPA se vyhláší při vzniku kritických situací na VD, které mohou zapříčinit vznik zvláštní povodně. Tento SPA vyhláší příslušný povodňový orgán na základě podnětu od hlavních pracovníků TBD nebo obsluha VD, při dosažení kritických hodnot, jevů a skutečností. V případě vzniku kritické situace na VD využívá obsluha VD nouzová opatření stanovená hlavními pracovníky TBD. Hlavní pracovníci TBD informují, o nastalé situaci a odhadované prognóze dalšího vývoje, příslušný povodňový orgán. [23, 33]

Kritické situace

- Viditelné projevy pohybů na svislých dilatačních spárách v řádu centimetrů nebo porušení jejich těsnosti;
- trhliny o rozevření nad 10 cm průběžně v celé šíři konstrukčních částí na vzdušném líci, ze kterých vytéká voda;
- soustředěné výrony vody pod tlakem o vydatnosti nad 1 l/s;
- skalní sesuv na levém závězu v přímém styku s tělem hráze o kubatuře nad 10 m³;
- dojde-li za určitých podmínek k poruše segmentovaného uzávěru v otevřené poloze a nepůjde-li zároveň uzavřít tabulový uzávěr;
- nastane-li nutné mimořádné rychlé snižování hladiny nebo úplné vypuštění nádrže pomocí jedné nebo obou spodních výpustí při jejich úplném otevření. [23, 33]

Po celou dobu vyhlášení III. SPA oba hlavní pracovníci TBD hodnotí situaci a zajišťují ve spolupráci s obsluhou VD nouzová opatření. O těchto skutečnostech informují povodňovou komisi. [23, 33]

3.8.1 Nebezpečí vzniku zvláštní povodně

Příčiny vzniku zvláštní povodně:

- **Technická příčina.**
 - Narušení hráze vodního díla nebo jeho protržením.
 - Porucha hradící konstrukce bezpečnostních a výpustných zařízení.
 - Nezbytné mimořádné vypuštění vody z vodního díla.
- **Silné zemětřesení.**
- **Letecká katastrofa.**
- **Teroristický útok.**
- **Válečný konflikt.**
- **Kybernetický útok.**

Riziko vzniku těchto poruch je velice nízké, což vyplývá z velmi malé pravděpodobnosti jejich vzniku. [33]

3.8.2 Varování a vyrozumění obce Zbečno a evakuace

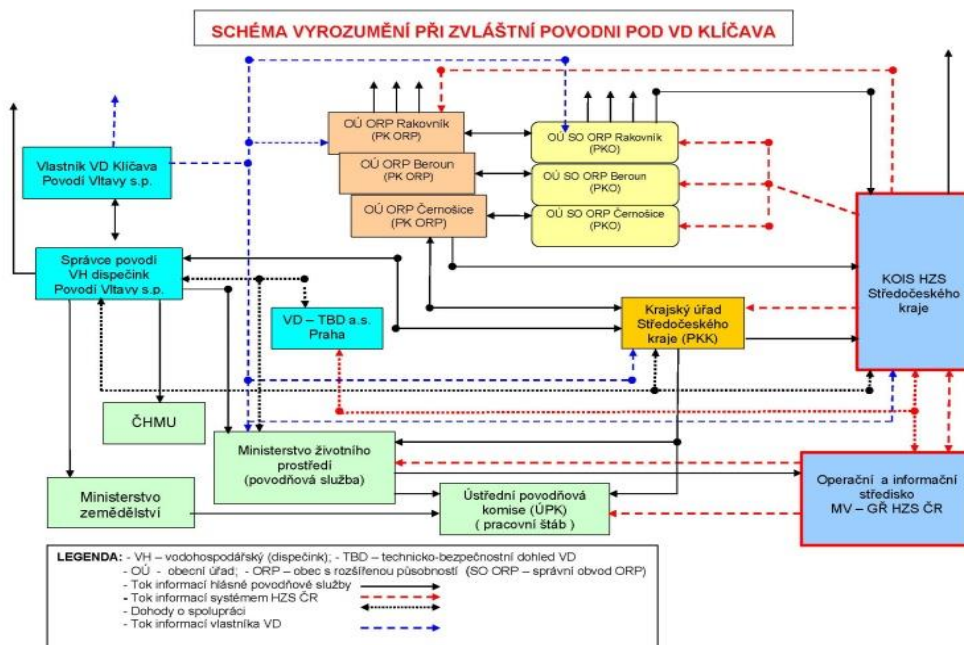
Vyrozumění

Vyrozumění jsou organizační a technická opatření zabezpečující včasné předání informací o hrozící nebo nastalé mimořádné události orgánům a osobám podle povodňového nebo krizového plánu. [23, 33]

Správce vodního díla při bezprostředním ohrožení nebo vývoji, který by mohl narušit funkci VD a hrozící zvláštní povodni, informuje o vývoji mimořádné události:

- povodňové orgány po vodním toku;
- správce povodí;
- krajské operační a informační středisko HZS (dále jen „KOPIS“);
- v případě nebezpečí z prodlení také bezprostředně ohrožené subjekty. [23, 33]

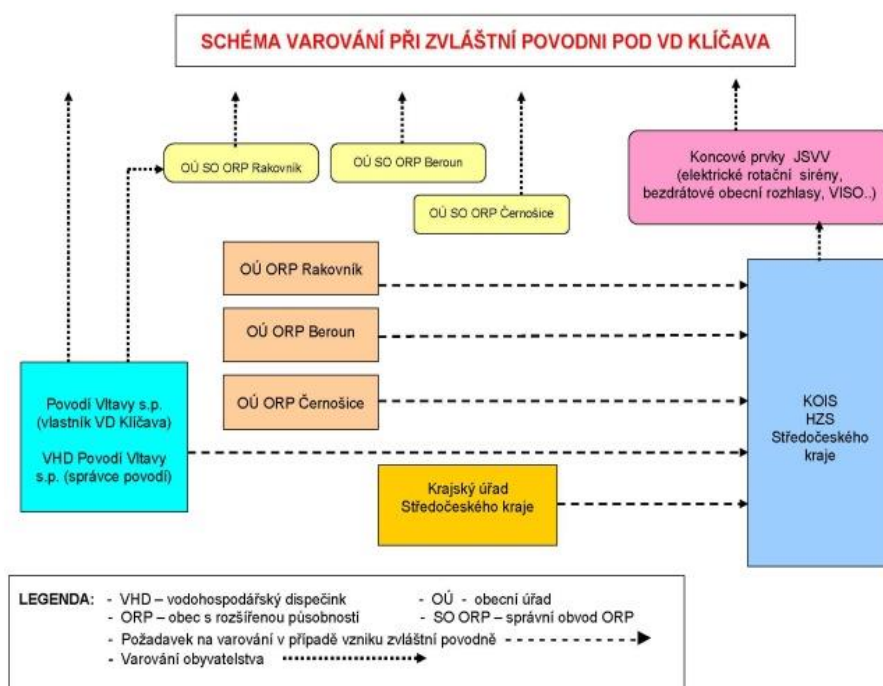
Krajské operační a informační středisko HZS kraje po obdržení informací o průběhu situace a vývoje MU na VD Klíčava, neprodleně informuje základní složky IZS, ohrožené sousední kraje prostřednictvím KOPIS HZS těchto krajů, dále zajišťuje informování územních povodňových orgánů prostřednictvím systému HZS. Podrobné předávání informací mezi konkrétními orgány nalezneme na obrázku č. 12. Vyrozumění při zvláštní povodni je vždy zdvojené a zajišťuje se jak systémem hlásné povodňové služby, která je zajišťována příslušnými územními povodňovými orgány, tak jednotným systémem varování a vyrozumění (dále jen „JSVV“). [23, 33]



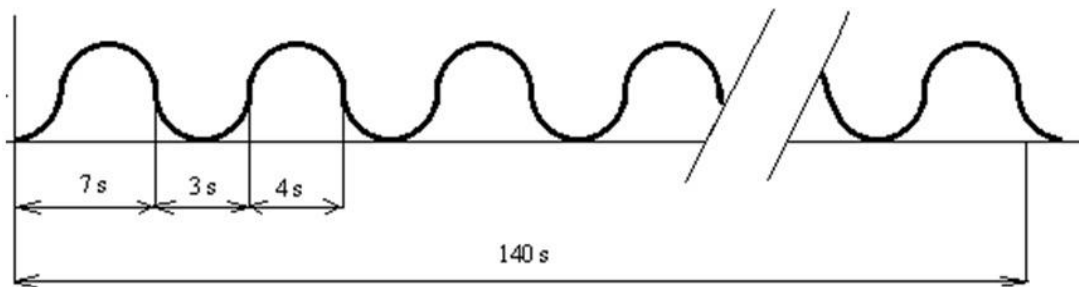
Obrázek 12 Schéma vyrozumění [33]

Varování

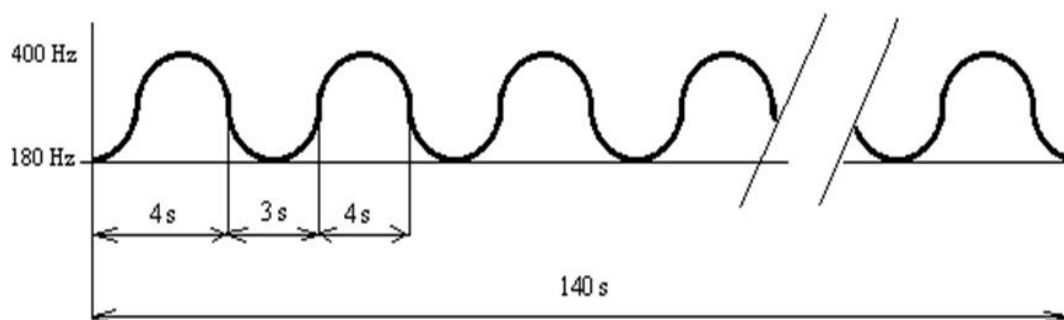
Varování jsou technické a organizační opatření zabezpečující včasné upozornění na nastalou mimořádnou událost pomocí vyhlášení varovného signálu nebo předání tísňové informace (obrázek č. 13). Správce VD provádí varování při vzniku zvláštní povodně aktivací vlastních sirén a oznámí toto nebezpečí na KOPIS HZS. KOPIS HZS provede varování obyvatelstva na ohroženém území pomocí koncových prvků JSVV. Povodňové orgány obcí varují obyvatelstvo obce před hrozícím nebezpečím všeobecnou výstrahou pomocí koncových prvků JSVV (obrázek č. 14 a obrázek č. 15) s doplňující informací „nebezpečí zátopové vlny“, místního rozhlasu a např. megafony a SMS bránou. [23, 33]



Obrázek 13 Schéma varování [33]



Obrázek 14 Všeobecná výstraha – rotační siréna [1]



Obrázek 15 Všeobecná výstraha – elektronická siréna / místní rozhlas [1]

Evakuace

Evakuace obyvatel obce Zbečno se provádí za pomoci vlastních prostředků nebo pomoci HZS a Policie České republiky (dále jen „PČR“).

Místo shromaždiště evakuovaných osob je u obecního úřadu (dále jen „OÚ“), který se nachází nedaleko Masarykova mostu přes Berouнку na adrese Zbečno č.p. 7, náhradní ubytování je dle povodňového plánu obce Zbečno v tělocvičně základní školy Zbečno naproti kostelu sv. Martina na adrese Zbečno č.p. 23. Dlouhodobé ubytování bude zajištěno operativně dle nastalé situace. [32]

Evakuační trasy nejsou dle Plánu ochrany území před zvláštní povodní pod VD Klíčava ani dle Povodňového plánu obce Zbečno stanoveny.

Evakuační zavazadlo:

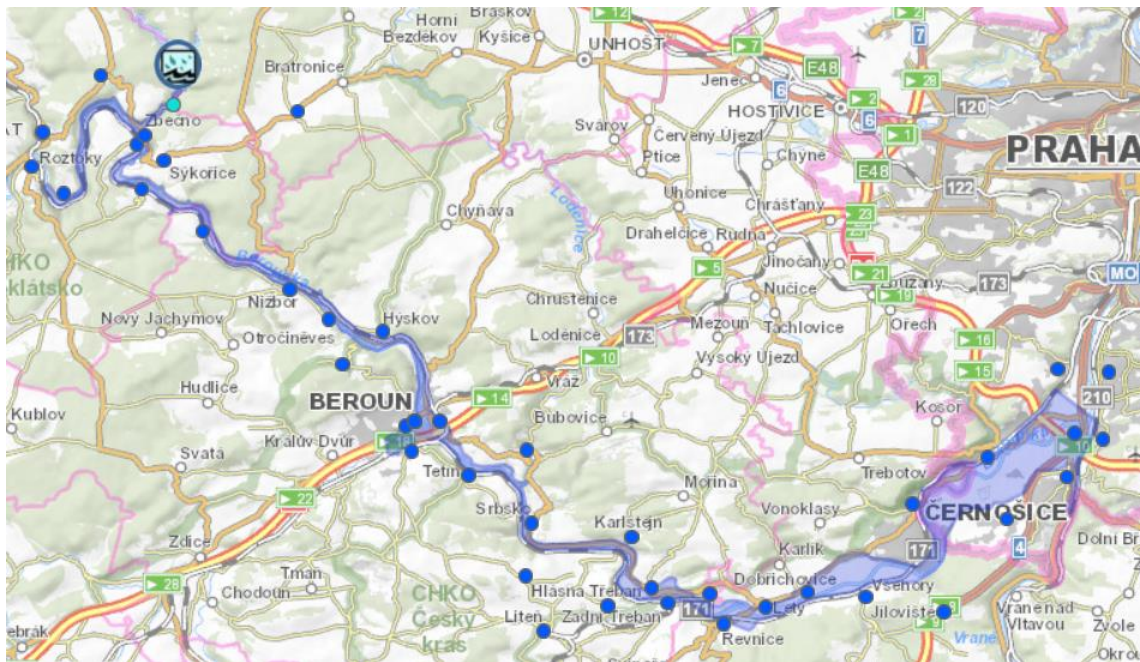
- základní trvanlivé potraviny, balený chléb a pitná voda nejlépe na 2–3 dny;
- předměty denní potřeby, jídelní miska a příbor;
- trvale užívané léky, toaletní a hygienické potřeby;
- osobní doklady, peníze, cennosti a důležité smlouvy;
- náhradní oděv a obuv, pláštěnka, spací pytel;
- přenosné rádio a svítilna s náhradními bateriemi, mobilní telefon, zápalky, nůž, a podobně (obrázek č. 16). [6]



Obrázek 16 Obsah evakuačního zavazadla [34]

3.8.3 Záplovová vlna

Podle Plánu ochrany území před zvláštní povodní pod VD Klíčava, při nejhorší variantě, bude čelo průlomové vlny v obci Zbečno za 14 minut a výška vlny bude 14 m. Nejvzdálenější zasaženou obcí od VD Klíčava bude obec Černošice za 520 minut, s výškou průlomové vlny 6,7 m. Celkem je ohroženo 23 obcí: Běleč, Beroun, Černošice, Dobřichovice, Hlásná Třebáň, Hýskov, Jíloviště, Karlštejn, Korno, Křivoklát, Lety, Liteň, Nižbor, Praha, Račice, Roztoky, Řevnice, Srbsko, Sýkořice, Tetín, Všenory, Zadí Třebáň a Zbečno (obrázek č. 17). [35]



Obrázek 17 Mapa ohrožených obcí [35]

3.9 Historie poruch a oprav vodního díla

Historie poruch na hrázi a celkově na vodním díle je velice jednoduchá. Nestala se žádná porucha ani havárie, která by kdy ohrozila její bezpečnost. Pokud by ovšem vznikla zvláštní povodeň, tak by v obci Zbečno nezůstal kámen na kameni. Celosvětově jsou gravitační hráze jedny z nejbezpečnějších hrází.

Pokud ale budeme jmenovat větší opravy, které se na hrázi prováděly, tak šlo o opravu koruny hráze, opravy degradovaných betonů na pohledových místech, jako jsou parapety zábradlí a oprava mostovky na koruně hráze. Na bezpečnost hráze však tato poškození a následné opravy neměly vliv. V roce 2001 proběhly opravy chodníků a při té příležitosti se odkryla izolační vrstva koruny hráze, aby nedocházelo k zatékání do revizní chodby. Při odkrytí se zjistilo, že na původní izolaci stojí voda, čímž docházelo k degradaci chodníkových betonů, a tak následovalo celkové odvodnění a napojení původní izolace.

Po dokončení stavby v roce 1955 došlo k překročení jediné hodnoty, které jsou stanoveny pro bezpečnost hráze. Byla překročena hodnota průsaků hráze krátce po napuštění nádrže. Tento stav brzy samovolně odezněl. Všechny průsaky jsou svedeny do kanálu v revizní šachtě a tento kanál je vyveden ven před hráz, kde se měří celkový průsak hráze. Celkový průsak hráze může být 0,5 l/s při plné nádrži. Dnešní hodnoty jsou však jen 0,04 l/s. [36]

Náklon a výkyv hráze se hlídá ve spodní revizní šachtě měřicím zařízením (obrázek č. 18). Hráz je stabilní, nedošlo nikdy k žádnému překročení hlídaných limitů.



Obrázek 18 Zařízení pro měření náklonu hráze [zdroj vlastní]

Pro zvýšení bezpečnosti hráze se v roce 2015 vybudovaly další uzávěry na výpustných potrubích. V každé výpusti jsou teď 3 uzávěry, 1 tabulový a 2 regulační. Možné ohrožení by mohlo nastat, kdyby byl otevřený segmentový uzávěr a nebylo možné s ním manipulovat, a současně by byl otevřený i tabulový uzávěr, čímž by došlo k maximálnímu průtoku. Tabulový uzávěr by už tlakem průtoku nešel uzavřít. Jedinou možností by bylo manuální uzavření. Tyto uzávěry jsou ale přes 30 m hluboko. Aby se takovému případu zabránilo, byl nainstalován druhý regulační uzávěr do spodní výpusti. Toto byl největší zásah do konstrukce hráze.

Další opravy jsou pak cyklické dílčí opravy betonů, chodníků, dlažby a vývaru pod hrází, který se musí čistit.

4 METODIKA

Pro zpracování diplomové práce byly použity následující metody – literární rešerše, popis, komparace, deskriptivní explorace, SWOT analýza, WHAT-IF analýza a HAZOP analýza.

4.1 Literární rešerše, popis a komparace

Literární rešerše – jde o shromažďování vhodné literatury k danému tématu pro vyhotovení teoretické části diplomové práce.

Popis – je metoda, pomocí které bude popsán současný stav území pod vodním dílem Klíčava z vybrané literatury do teoretické části diplomové práce.

Komparace – jde o porovnání vybraných vlastností nebo stavů. Může se jednat o porovnání povodňových plánů nebo konkrétních přehrad.

4.2 Deskriptivní explorace

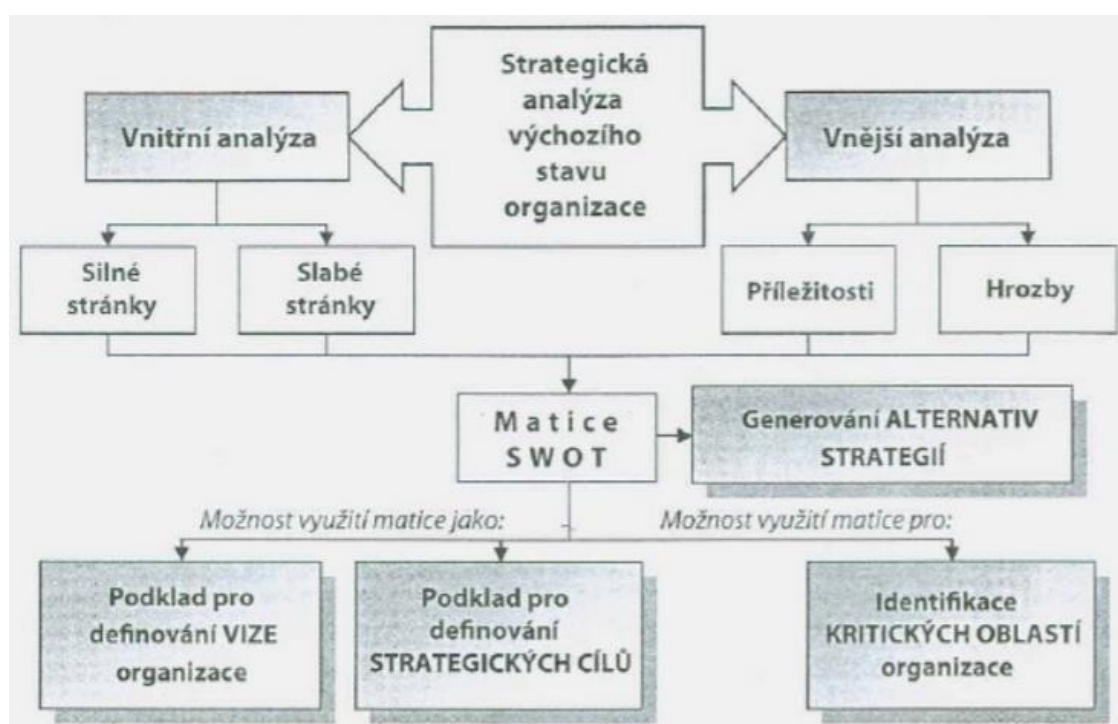
Deskriptivní explorace – jde o osobní terénní průzkum vodního díla a jeho okolí a následné popsání aktuálního stavu a vyzorovaných jevů.

4.3 SWOT analýza

Jde o komplexní metodu kvalitativního hodnocení. Spočívá v klasifikaci a hodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do čtyř základních skupin, takzvané **silné** a **slabé** stránky, a dále do faktorů vyjadřujících **příležitosti** a **hrozby**. [16]

Doporučený metodický postup:

- příprava na provedení SWOT analýzy;
- identifikace a hodnocení silných a slabých stránek (vnitřní analýza);
- identifikace a hodnocení příležitostí a hrozeb z vnějšího prostředí (vnější analýza);
- bodové hodnocení (1–10);
- tvorba matice SWOT (obrázek č. 19). [37]



Obrázek 19 Základní rámec SWOT analýzy [37]

4.4 WHAT-IF analýza

Analýza „Co se stane, když“ hledá možné nehody a dopady na vybraných provozních situacích. Jde o spontánní diskusi a hledání nápadů, ve které se kladou otázky nebo vyslovují úvahy o možných nehodách. Metoda se provádí formou pracovních porad, kde se zapisují všechny otázky a hledají se odpovědi na tyto otázky. [16, 38]

4.5 HAZOP analýza

Je to postup založený na pravděpodobnostním hodnocení ohrožení a z nich plynoucích rizik. Hlavním cílem je identifikace scénářů potenciálního rizika. Pracuje se formou brainstormingu. Jde o posouzení rizika a provozní schopnosti systému. Vyhodnocené neplánované nebo nepřijatelné dopady jsou formulovány v závěrečném doporučení, které směřuje ke zlepšení procesu (obrázek č. 20). [39, 40, 41]

Typ odchylky	Vodící slovo	Příklad
Negace	ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ	Žádné části zamýšleného cíle (funkce) se nedosáhlo, např. žádný průtok
Kvantitativní změna	VYŠŠÍ NIŽŠÍ	Kvantitativní nárůst, např. vyšší teplota Kvantitativní pokles, např. nižší teplota
Kvalitativní změna	A TAKÉ JAKOŽ I A ROVNĚŽ ČÁSTEČNĚ	Jsou přítomny nečistoty Současně se vykonává nějaká další operace/krok Dosahuje se pouze něco ze zamýšleného cíle, např. k zamýšlené přepravě kapaliny dochází pouze částečně.
Náhrada, záměna	OBRÁCENÝ ZPĚTNÝ JINÝ NEŽ	Vodící slovo se používá např. pro obrácený tok v potrubí a zpětnou chemickou reakci. Dosáhlo se jiného výsledku, než byl původní cíl, např. došlo k přenosu nesprávného materiálu.
Čas	PŘEDČASNÝ ZPOŽDĚNÝ	K něčemu, např. ke chlazení nebo filtraci, došlo relativně dříve vzhledem ke stanovenému času K něčemu, např. ke chlazení nebo filtraci, došlo relativně později vzhledem ke stanovenému času
Pořadí nebo posloupnost	PŘED PO	K něčemu, např. ke směšování nebo ohřevu, došlo v nějaké posloupnosti příliš brzy K něčemu, např. ke směšování nebo ohřevu, došlo v nějaké posloupnosti příliš pozdě

Obrázek 20 Klíčová slova pro metodu HAZOP [39]

5 VÝSLEDKY

5.1 Deskriptivní explorace

Z pozorování vyplynulo, že se obec Zbečno rozkládá na obou březích řeky Berounky, cca 3 km od vodního díla Klíčava, ke které se dostaneme údolím podél říčky Klíčava. Vodní dílo se nachází v Lánské oboře, kdy veřejnosti je přístupná pouze hráz nádrže. Při výstavbě nádrže nebyly zatopeny ani zbourány žádné objekty, v oblasti byla jen zemědělská půda, která se vykupovala. Nebylo nutné tedy vykupovat žádné objekty, jako tomu bylo např. na přehradě Pastviny, kde bylo vykoupeno 69 staveb. Bylo pouze nutné zbourat hájovnu Markýtu, která stála na místě současné hráze. V rámci terénního průzkumu bylo zjištěno, že se v údolí nachází několik desítek chat a dalších objektů určených k rekreačnímu účelu. Dotazováním bylo zjištěno, že v současné době je ohroženo zvláštní povodní z VD Klíčava 47 chat v údolí říčky Klíčava, 30 chat v centru obce a podél řeky Berounky a dalších 176 nemovitostí.

V obci se nachází jedna rotační siréna umístěna na obecním úřadu, která ovšem nemá dosah na celou rozlohu obce. Místní rozhlas se nachází pouze ve staré zástavbě obce, do nových zástaveb už není přiveden a obec ani neplánuje jeho rozšiřování. Obec pro informování svých občanů používá SMS bránu, která ovšem není plnohodnotným opatřením, jelikož v některých částech obce není mobilní signál a tato služba není povinná, nýbrž jde o dobrovolnost poskytnout obci své telefonní číslo.

Terénním průzkumem bylo zjištěno, že byl upravován svah nad levým břehem přehrady v délce 4,5 km. Tyto úpravy byly provedeny z důvodu sesuvů zeminy na komunikaci kolem nádrže, které vznikaly povrchovou erozí. Tyto sesuvy ale neohrožovaly bezpečnost přehrady, pouze její obslužnost. Nadále

bylo zjištěno, že se oblast nenachází v tektonicky aktivní oblasti a její podloží je velice stabilní.

5.2 SWOT analýza

Metoda SWOT analýza je zaměřena na ochranu území pod vodním dílem a bezpečnost vodního díla. V tabulce č. 3, 4, 5, 6 a 7 jsou slovně vydefinované silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby, a k nim určená váha kritéria a hodnocení. Tato analýza je provedena na základě teoretických úvah a možných ohrožení s využitím všech dostupných materiálů o ochraně obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava.

Tabulka 3 SWOT analýza [zdroj vlastní]

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Pravidelné prohlídky VD • Geologické podklady • Bezpečnostní dokumentace • Technicko-bezpečnostní dohled • Evakuační plán • Pravidelná kontrola a aktualizace bezpečnostní dokumentace • Plán ochrany území pod vodním dílem • Moderní systém varování 	<ul style="list-style-type: none"> • Členitost terénu • Obsluha VD • Objekty v záplavovém území • Podloží v okolí hráze • Narušení retence půdy • Nepokryté území JSVV
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Školení obyvatelstva • Školení zaměstnanců OÚ • Prohloubení koryta toku pod VD • Modernizace a rozšíření systému varování před povodněmi • Snížení ohrožení obyvatelstva a materiálních škod • Kontrola podloží v okolí hráze 	<ul style="list-style-type: none"> • Ohrožení obyvatelstva • Ohrožení majetku • Ohrožení životního prostředí • Sesuvy půdy • Klimatické změny • Eroze půdy v důsledku těžby dřeva • Usmýknutí podloží hráze • Místo shromaždiště v záplavové oblasti • Teroristický nebo kybernetický útok • Vliv zástavby na retenční schopnost půdy

Tabulka 4 SWOT analýza – silné stránky [zdroj vlastní]

Silné stránky	Váha kritéria	Hodnocení	Síla kritéria
pravidelné prohlídky VD	0,11	7	0,77
geologické podklady	0,09	6	0,54
bezpečnostní dokumentace	0,15	8	1,2
technickobezpečnostní dohled	0,09	7	0,63
evakuační plán	0,14	8	1,12
pravidelná kontrola a aktualizace bezpečnostní dokumentace	0,11	8	0,88
plán ochrany území pod vodním dílem	0,11	7	0,77
moderní systém varování	0,2	10	2
Součet	1	61	7,91

Z analýzy vyplynulo, že nejsilnější stránkou je moderní systém varování obyvatelstva před povodněmi a kvalitně zpracovaná a aktualizovaná bezpečnostní dokumentace společně s evakuačním plánem.

Tabulka 5 SWOT analýza – slabé stránky [zdroj vlastní]

Slabé stránky	Váha kritéria	Hodnocení	Síla kritéria
členitost terénu	0,05	-4	-0,2
obsluha VD	0,1	-6	-0,6
objekty v záplavovém území	0,2	-8	-1,6
podloží v okolí hráze	0,1	-5	-0,5
narušení retence půdy	0,15	-7	-1,05
nepokryté území JSVV	0,4	-9	-3,6
Součet	1	-39	-7,55

Mezi slabé stránky můžeme zařadit špatnou dostupnost informací prostřednictvím JSVV pro obyvatelstvo obce Zbečno, a rovněž pro objekty v údolí pod nádrží, kde nejsou žádné koncové prvky varování.

Tabulka 6 SWOT analýza – příležitosti [zdroj vlastní]

Příležitost	Váha kritéria	Hodnocení	Síla kritéria
školení obyvatelstva	0,2	8	1,6
školení zaměstnanců OÚ	0,15	6	0,9
prohloubení koryta pod VD	0,05	3	0,15
modernizace a rozšíření systému varování před povodněmi	0,3	10	3
snížení ohrožení obyvatelstva a materiálních škod	0,2	8	1,6
kontrola podloží v okolí hráze	0,1	5	0,5
Součet	1	40	7,75

Mezi příležitosti byla vybrána modernizace a rozšíření systému varování obyvatelstva, snižování ohrožení obyvatelstva a materiálních škod, a s tím souvisí také školení obyvatelstva v ohrožené oblasti.

Tabulka 7 SWOT analýza – hrozby [zdroj vlastní]

Hrozby	Váha kritéria	Hodnocení	Síla kritéria
ohrožení obyvatelstva	0,2	-10	-2
ohrožení majetku	0,11	-6	-0,66
ohrožení životního prostředí	0,15	-8	-1,2
sesuvy půdy	0,05	-4	-0,2
klimatické změny	0,05	-4	-0,2
eroze půdy v důsledku těžby dřeva	0,13	-7	-0,91
usmýknutí podloží hráze	0,05	-4	-0,2
místo shromaždiště v záplavové oblasti	0,1	-5	-0,5
teroristický nebo kybernetický útok	0,03	-3	-0,09
vliv zástavby na retenční schopnost půdy	0,13	-7	-0,91
Součet	1	-58	-6,87

Mezi hrozby bylo zařazeno ohrožení obyvatelstva zvláštní povodní a ohrožení životního prostředí. Nemalý vliv na průběh zvláštní povodně a potenciální hrozbou je i zástavba v údolí Klíčavy.

Tabulka 8 SWOT analýza – výsledná hodnota [zdroj vlastní]

Výsledná hodnota SWOT analýzy	
Interní	0,36
Externí	0,88
Výsledek	1,24

Po dosazení hodnocení a váhy kritérií do matice SWOT analýzy, jsou hodnoty síly kritéria následující: síla kritéria silných stránek 7,91, síla kritéria slabých stránek -7,55, síla kritéria příležitostí 7,75 a síla kritéria hrozeb -6,87. Výsledná hodnota SWOT analýza je 1,24 (tabulka č. 8). Výsledek je kladný a převažují tedy silné stránky a příležitosti.

5.3 WHAT IF analýza

Metoda WHAT-IF je zaměřena na 3 oblasti. První tabulka je zaměřena na SPA (tabulka č. 9), druhá tabulka (tabulka č. 10) je zaměřena na možné příčiny poruch a třetí tabulka (tabulka č. 11) na dopady v uvedených oblastech. Analýza je provedena na základě teoretických úvah a možných dopadů s využitím všech dostupných materiálů o ochraně obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava.

Tabulka 9 WHAT-IF analýza – z hlediska vyhlášení SPA [zdroj vlastní]

Co se stane když, ?	
Otázka	Odpověď
dojde k dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na VD?	Správce VD informuje pracovníky TBD. Nastává I. SPA – stav bdělosti.
dojde ke zjištění mimořádných okolností vzniku zvláštní povodně?	
dojde k překročení stanovených mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na VD?	Vlastník VD ihned ohlásí dosažené hodnoty příslušným povodňovým orgánům. Pracovníci TBD a vlastník VD provádějí nouzová opatření. Vyhlášení II. SPA – stav pohotovosti.
dojde k dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností na VD?	Vlastník díla nebo pracovníci TBD předávají informace příslušnému povodňovému orgánu. Po vyhlášení tohoto stavu nařídí zabezpečovací a záchranné práce, popřípadě evakuaci. Vyhlášení III. SPA – stav ohrožení.
dle vyhodnocení TBD dojde k možnému vzniku nebezpečné situace na VD?	

Pokud dojde k jakékoliv situaci z tabulky č. 9, jsou již předem specifikované úkoly, které je potřeba udělat. Tyto úkoly jsou uvedeny v plánu ochrany území před zvláštní povodní pod vodním dílem Klíčava.

Tabulka 10 WHAT-IF analýza – z hlediska příčin a následků [zdroj vlastní]

Co se stane když, ?	
Otázka	Odpověď
dojde k řízenému velkému odpouštění vody z VD z důvodu bezpečnosti?	Může dojít k výraznému zvýšení hladiny říčky Klíčavy a následnému rozliti mimo koryto.
dojde k poruše jednoho segmentového uzávěru spodní výpustě a současně otevřenému tabulovému uzávěru?	Nastane nebezpečí tvorby zvláštní povodně pod VD, jelikož maximální kapacita jedné spodní výpusti je $19 \text{ m}^3/\text{s}$ a maximální odtok při vyhlášení III. SPA je $14,7 \text{ m}^3/\text{s}$.
dojde k poruše obou segmentových uzávěrů spodní výpustě a současně otevřeným tabulovým uzávěrům?	Nastane velké nebezpečí tvorby zvláštní povodně pod VD, jelikož kapacita obou výpustí je $38 \text{ m}^3/\text{s}$ což je téměř 3x více než maximální odtok při vyhlášení III. SPA.
dojde tlakem k porušení hráze s vysunutím betonového bloku?	Může vzniknout průlomová vlna s výškou 14 m a rychlostí vyšší než 4 m/s . Vlna by měla katastrofální následky. V obci Zbečno by bylo na evakuaci maximálně 10–15 minut.
dojde k usmýknutí geologického podloží hráze?	Může dojít ke zřícení části hráze s následným únikem vody z VD s katastrofálními následky.
dojde k sesuvu velkého množství zemního masivu do nádrže?	Může dojít k přelivu vody přes hráz VD a způsobit velké škody. Předpokládaná výška vlny v obci Zbečno je 14 m a rychlost kolem $5,27 \text{ m/s}$.
dojde k pádu letadla nebo jiného tělesa na hráz VD?	Může dojít k narušení stability hráze VD a následnému zhroucení samotné hráze VD a tím katastrofální následky pro přilehlou oblast.

V případě některé nastalé situace dle tabulky č. 10, jsou následky již většího rozsahu. Pokud by došlo k řízenému odpouštění z nádrže nebo i poruchy na segmentových uzávěrech, byly by následky velice škodlivé, ale pořád by se daly zvládnout. Pokud by ovšem nastaly uvedené poruchy na samotné hrázi, následky by už byly katastrofální, jak pro obyvatelstvo, jejich majetek, tak i pro životní prostředí, a to nejen v obci Zbečno.

Tabulka 11 WHAT-IF analýza – z hlediska kategorií dopadů [zdroj vlastní]

Co se stane když, ?	
Dopad na ...	Odpověď
zdraví a životy osob?	Nejzásadnější dopady budou těžká zranění a úmrtí osob a poruchy psychiky. Další dopady budou infekční choroby a epidemie
majetek?	Vlivem průlomové vlny nastanou destrukce budov, mostů, silnic, inženýrských sítí, škody na pitné vodě a potravinách, úhyn volně žijící zvěře. Nastanou sesuvy půdy, devastace prostředí a škody v zemědělství, v energetice.
životní prostředí?	Nastane poškození krajiny, její znečištění a zanesení odpadem nebo nebezpečnými látkami.
ekonomika?	Může vzniknout zvýšení nezaměstnanosti, snížení nebo zastavení výroby v zasažené oblasti. Budou škody na majetku.
ostatní?	Nastane panika, hysterie, beznaděj, narušení veřejného pořádku a bezpečnosti, možnost šíření různých infekcí.

Škody způsobené podle tabulky č. 10 mají vliv na oblasti uvedené v tabulce č. 11. Všechny uvedené oblasti mezi sebou souvisí. Nejhorší následky jsou samozřejmě na životech a zdraví obyvatelstva. Náklady na obnovu území a všech sítí by se vyšplhaly k obrovským částkám. Mezi dlouhodobé následky pak určitě zařadíme vliv mimořádné události na psychiku zasažených osob.

5.4 HAZOP analýza

Pro vytvoření analýzy metodou HAZOP byla sestavena pracovní skupina ve složení: starosta obce, místostarosta obce, hrázný, správce vodního díla, technik hráze a zástupce úpravny vody.

Tabulka 12 Metoda HAZOP [zdroj vlastní]

Odchyłka	Příčina	Následky	Existující opatření	Doporučení
porucha segmentového uzávěru	velký únik vody z VD	katastrofální dopady na území pod VD	žádné	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu
nadměrné množství vody ve VD	velký únik vody z VD přelivem	nebezpečí pro území pod VD	varování obyvatelstva pomocí dostupných možností	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu
pád letadla, teroristický útok, pád meteoritu	destrukce hráze a nekontrolovatelný únik vody v VD	katastrofální dopady na území pod VD	žádné	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu
kybernetický útok	nepovolené otevření segmentových uzávěrů a vypuštění VD	katastrofální dopady na území pod VD	žádné	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu
vysoký tlak	vysunutí betonového bloku hráze a nekontrolovatelný únik vody z VD	katastrofální dopady na území pod VD	žádné	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu
usmýknutí geologického podloží	možné poškození celistvosti hráze a únik vody z VD	katastrofální dopady na území pod VD	žádné	napojení varování z VD na obecní rozhlas, sirénu a SMS bránu

Z analýzy dle tabulky č. 12 vyplývá, že nejúčinnější opatření v případě jakéhokoli úniku vody z vodního díla je rychlé předání varovné informace obyvatelstvu několika různými způsoby vyrozumívání, jelikož čas k evakuaci je řádově v minutách. Jde o napojení varování z hráze VD na obecní rozhlas, sirénu a odeslání SMS s varovnou informací pomocí obecní SMS brány.

6 DISKUZE

Cílem této práce bylo zjistit, zda je současná ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Klíčava dostatečná či nikoli, a zda je možné zvládnout povodňovou situaci nastalou zvláštní povodní. Na základě komparace povodňového plánu obce Zbečno, plánu ochrany území před zvláštní povodní pod vodním dílem Klíčava a manipulačního řádu pro vodní dílo Klíčava, byly analyzovány možné poruchy, příčiny a ohrožení hráze a dopad jejího poškození nebo selhání na území pod tímto vodním dílem.

Na základě prostudování těchto plánů bylo zjištěno, že v povodňovém plánu obce Zbečno jsou uvedeny pouze hodnoty hladiny, podle kterých se vyhlašují konkrétní SPA a o skutečnostech zvláštní povodni se v plánu neuvažuje. V případě protržení hráze neočekávanou okolností by bylo na tuto situaci velice obtížné okamžitě zareagovat. Plán ochrany území pod VD je již zaměřen konkrétně na zvláštní povodeň a jsou v něm uvedeny konkrétní postupy. Jde ovšem o situace, které ve většině případů nejsou okamžitého rázu. Co se týče aktuálnosti plánu, je určitě povodňový plán obce aktuálnější, jelikož obec má více možností a času tento plán aktualizovat. Plán ochrany území pod VD zpracovává kraj a na této úrovni už není aktualizace těchto dokumentů tak častá, jelikož se se zvláštní povodní počítá jako s velice nepravděpodobnou situací a prioritně se řeší závažnější a aktuálnější problémy. Kompromisem připravenosti na zvládnutí zvláštní povodně by bylo, zpracovat problematiku zvláštní povodně z VD Klíčava i do povodňového plánu obce a přínosem by byl také dálkový přístup pověřené osoby OÚ do plánu ochrany území pod VD, kde by mohly být aktualizovány potřebné údaje častěji. V souvislosti zpracování zvláštní povodně do povodňového plánu by bylo vhodné přehodnotit místo shromaždiště ze záplavové oblasti na bezpečnější místo. Dalším přínosem by byla připravenost povodňové komise obce na povodňovou situaci zvláštní povodně i na situaci mimo povodeň. Připravenost obyvatelstva pomocí školení,

přednášek, letáků nebo brožur, tak i přednášek ve škole, je dalším vhodným řešením. V rámci prevence vážných hrozeb, by měli mít obyvatelé obce povědomí o zásadách správného chování a postupů pro zvládnání mimořádné události.

Z toho vyplývá **vyvrácení** první hypotézy, zda je **současná ochrana obyvatelstva před zvláštní povodní dostatečná k ochraně životů, zdraví, majetku a životního prostředí**. Nad zvláštní povodní se uvažuje velice málo a není jí věnován větší prostor v povodňovém plánu obce Zbečno. Povodní je ohrožena celá obec včetně ohrožení zdraví, života a majetku. Občané na tuto situaci nejsou vůbec připraveni. A také vyvrácení druhé hypotézy, zda je **v současné době obec Zbečno dostatečně připravena zvládnout povodňovou situaci následkem zvláštní povodně**, jelikož se s ní v podstatě nepočítá a není uvedena v povodňovém plánu obce. Jde sice o velice nepravděpodobnou situaci, ale lépe je být připraven.

Ze SWOT analýzy vyšlo, že nejsilnější stránkou je moderní systém varování obyvatelstva před povodněmi, který může s předstihem varovat obyvatele Zbečna o blížící se povodňové vlně. Kvalitně zpracovaná a aktualizovaná bezpečnostní dokumentace společně s evakuačním plánem může přinést rychlé jednání v případě nastalé situace. Plán ochrany území pod vodním dílem je důležitý dokument, ve kterém jsou opatření, kritické hodnoty, zabezpečovací práce, varování a vyrozumění, záchranné práce a další údaje. Tento plán bohužel obec Zbečno nepoužívá. Bylo by však vhodné, kdyby byl plán aktualizován a obec by jej zapracovala do povodňového plánu obce. Technickobezpečnostní dohled je důležitou kontrolní složkou vodních děl. Provádění pravidelných prohlídek VD může vést k odhalení jakéhokoli nežádoucího jevu, ať to může být degradace betonu nebo poruch na segmentových uzávěrech. Geologické podklady by nám měly potvrdit dobré

vlastnosti skal v okolí hráze, jelikož se nachází na velice stabilním a pevném podloží.

Nej slabší stránkou je určitě špatné pokrytí JSVV v obci, kdy neproběhne varovná informace po celém jejím území a obyvatelstvo bude pozdě nebo nebude vůbec informováno, že se blíží nebezpečí. Mezi slabé stránky patří i objekty stojící v záplavovém území údolí, které mohou být záplavovou vlnou poškozeny nebo dokonce i zborceny. Narušení retence půdy rozrůstající se zástavbou může ohrozit vsakování vody do půdy. Obsluha VD je určitě slabým článkem, jelikož chyby lidského činitele jsou na běžném pořádku, ale i v případě, že by se člověk nemohl splést, hrozí, že, se mu například může přihodit nějaké vážné zranění, které mu neumožní včas vydat varování. Jelikož se VD nachází ve velice stabilní oblasti, je ohrožení podloží v okolí hráze sice slabým článkem, ale i tak je to velice malá pravděpodobnost. Členitost terénu může být problém snad jen pro složitější kontrolu celého vodního díla.

Nejvýznamnější příležitost pro zlepšení současné situace by byla modernizace, a hlavně rozšíření JSVV v celé obci i v chatové oblasti. To by mělo zásadní vliv na snížení ohrožení obyvatelstva a materiálních škod, a s tím souvisí také školení obyvatelstva v ohrožené oblasti. Obyvatelé obce by měli být dostatečně a pravidelně informováni o riziku vzniku zvláštní povodně, aby věděli, jak v danou chvíli zareagovat. Školení zaměstnanců by mělo být samozřejmostí, jelikož jsou to právě oni, kde budou obyvatelé Zbečna hledat pomoc a odpovědi na otázky. I v takto stabilní oblasti by byla přínosem občasná kontrola podloží v okolí hráze. Situaci by zlepšilo prohloubení koryta řeky pod VD a jeho vyčištění, čímž by se zajistil větší odvod vody z údolí bez rozlití z koryta řeky. Toto je ale úvaha, kdy by byl únik vody z nádrže cca 20 m³/s. Při větším množství vody nepomůže žádná úprava koryta.

Hrozbami je samozřejmě nejvíce ohroženo obyvatelstvo a životní prostředí. Na těchto dvou bodech jsou nejvíce patrné škody. Na obyvatelstvu jsou na zdraví a životech a na životním prostředí jde o kontaminaci půdy a vody. Nemalý vliv na průběh zvláštní povodně a na retenci půdy má zástavba v údolí Klíčavy. Ta se za poslední roky výrazně rozrostla. Hrozbou by mohla být i těžba dřeva v okolí přehrady, kdy by mohla vzniknout eroze půdy. Ohrožen bude i majetek, ale ten se dá relativně rychle obnovit. Za hrozbu lze považovat také místo shromaždiště, které je vytypováno jen v povodňovém plánu obce, ale současně se nachází v záplavové oblasti. Mezi méně pravděpodobné hrozby se mohou zařadit sesuvy půdy, klimatické změny, usmýknutí podloží hráze. Jako velice nepravděpodobnou hrozbu můžeme považovat teroristický nebo kybernetický útok, který je sice pro současný svět běžný, ale na takto malou nádrž v této oblasti, politicky nebo ekonomicky pro útočníka bezvýznamné.

Analýza WHAT-IF byla rozdělena do tří oblastí. Z hlediska vyhlášení SPA jsou již předem specifikované sledované hodnoty a k nim specifikované úkoly, které je potřeba udělat. Tyto úkoly jsou uvedeny v plánu ochrany území před zvláštní povodní pod vodním dílem Klíčava.

Druhá tabulka byla zaměřena na příčiny a následky. V případě řízeného velkého odpouštění vody z VD z důvodu bezpečnosti může dojít k výraznému zvýšení hladiny říčky Klíčavy a následnému rozlití mimo koryto. V tomto případě je ohrožena malá oblast. Jakmile už dojde k poruše jednoho segmentového uzávěru spodní výpustě, a současně otevřenému tabulovému uzávěru, nastane nebezpečí tvorby zvláštní povodně pod VD. Maximální kapacita jedné spodní výpusti je $19 \text{ m}^3/\text{s}$ a maximální odtok pro vyhlášení III. SPA je $14,7 \text{ m}^3/\text{s}$. V tomto případě už může dojít k zaplavení Klíčavského údolí. V případě poruchy obou segmentových uzávěrů spodní výpustě a současně otevřených obou tabulových uzávěrů se ohrožení zdvojnásobí

a nastane velké nebezpečí tvorby zvláštní povodně pod VD, jelikož kapacita obou výpustí dohromady činí 38 m³/s což je téměř 3x více než maximální odtok při vyhlášení III. SPA. V případě poruchy hráze tlakem vody může dojít k vysunutí betonového bloku. Tady mohou nastat dvě varianty: blok může být vysunut a zůstane ve vzniklém otvoru a bude činit překážku vytékající vodě nebo může být blok vytlačen ven a tlakem vody odnesen mimo vzniklý otvor a voda bude vytékat bez překážky. V těchto případech může vzniknout průlomová vlna s výškou 14 m a rychlostí vyšší než 4 m/s. Vlna by měla katastrofální následky na zástavbu a další stavby od přehrady až po soutok s Beroukou. V údolí pod nádrží by došlo pravděpodobně ke zničení všech staveb. V obci Zbečno by bylo na evakuaci maximálně 10–15 minut. Pokud by došlo k usmýknutí geologického podloží hráze, což se jeví jako velice málo pravděpodobné, tak by mohlo dojít ke zřícení části hráze nebo i celé hráze s následným obrovským únikem vody z VD s katastrofálními následky pro celou obec a výše zmíněné obce v údolí Berounky, které by mohla vlna zasáhnout. Pokud by se sesunulo velké množství zemního masivu do nádrže, pravděpodobně by došlo k přelivu vody přes hráz VD a tím by byly způsobeny velké škody hlavně na majetku. Pravidelnou kontrolou okolí hráze by mohlo být odhaleno toto nebezpečí a včas by se vyrozuměly všechny orgány a zahájili se příslušné kroky, od aktivování povodňové komise, evakuace až po zabezpečovací práce. Předpokládaná výška vlny v tomto případě by v obci Zbečno byla 14 m a rychlost kolem 5,27 m/s. V případě velice nepravděpodobné situace pádu letadla nebo jiného objektu na hráz VD, by došlo k narušení její stability a následnému zhroucení samotné hráze VD. Následky by byly katastrofální, jelikož by masa vody měla obrovský prostor pro vylití a zdevastování území pod VD.

V poslední tabulce analýzy WHAT-IF jsou vymezené dopady na konkrétní oblasti. Pokud by se jednalo o zdraví a životy obyvatelstva, nejzásadnější dopady budou těžká zranění a úmrtí osob a následné poruchy psychiky z prožitého traumatu, dále mohou nastat infekční choroby a epidemie mezi zasaženým obyvatelstvem. Vlivem průlomové vlny nastanou dopady na majetek, jako jsou destrukce budov, mostů, silnic, inženýrských sítí, bude zasažena dodávka pitné vody a potravin. Ve volné krajině mohou uhynout volně žijící zvířata, ale také hospodářská zvířata. Současně mohou nastat sesuvy půdy, devastace prostředí a škody v zemědělství a v energetice. Dopady na životní prostředí se projeví na poškození krajiny, jejím znečištění a zanesení odpadem nebo nebezpečnými látkami. Dopady ekonomické můžou vzniknout zvýšenou nezaměstnaností, pokud by zasažení obyvatelé následkem povodně přišli o práci. Dále to může být snížení nebo zastavení výroby v zasažené oblasti. Ekonomickými dopady budou samozřejmě i škody na majetku. Náklady na obnovu území a na pojistné události se tak mohou vyšplhat do astronomických čísel. Mezi ostatní dopady můžeme zařadit paniku, hysterii, beznaděj, narušení veřejného pořádku a bezpečnosti a také možnost šíření různých infekcí. Pokud se vrátíme k dopadům na zdraví a životy obyvatelstva, tak vliv mimořádné události na psychiku můžeme zařadit i do dlouhodobých následků.

Při metodě HAZOP se pracovní skupina shodla, že při všech odchylkách je nejvhodnějším doporučením napojení varování, které by bylo umístěné přímo u VD Klíčava, na obecní rozhlas, sirénu a případně i SMS bránu, kterou obec využívá. Takto by došlo k okamžitému předání varovné informace bez prodlení. Čas pro evakuaci v Klíčavském údolí je opravdu velice krátký, proto každá minuta prodlení by mohla mít katastrofální následky, hlavně na životech obyvatel.

V manipulačním řádu VD a na portálu krizového řízení jsou zpracovány různé varianty na poruchy hráze, které ale reálně nehrozí. Překlopení bloku a jeho uvíznutí ve vzniklém otvoru, překlopení bloku a jeho odplavení nebo porucha spodní výpusti. V celosvětovém měřítku jsou gravitační tížné hráze nejbezpečnější ze všech typů stavěných hrází. Dříve celé údolí pojalo 20 m³/s vody, což je objem jedné spodní výpusti – byl označován za bezpečný odtok. V současné době údolí díky zástavbě takový objem vody nepojme, aniž by nevznikly škody na majetku. Nynější bezpečný odtok je 6 m³/s vody z nádrže. Až do 70. let 20. století se prováděla funkční mokrá zkouška s odtokem 20 m³/s vody otevřením a zavřením jednoho segmentu. Později vlivem nedostatku vody a také zástavbou se začaly provádět jen suché zkoušky anebo zkoušky s odtokem 6 m³/s vody. Tyto zkoušky se provádějí pravidelně každé 3 měsíce. Koryto pod přehradou pobere 20 m³/s vody bez rozlivu, k rozlivu dojde až po cca 1 km, kde už koryto není tak hluboké a vylévá se ze břehů. V těchto místech už dochází ke škodám na majetku.

Jednou za 2 roky se dělá technickobezpečnostní prohlídka VD. Na této prohlídce se vyhodnocují a kontrolují všechna měření a bezpečnost. V případě vyskytnutí jakékoliv nesrovnalosti nebo závady, projednávají se návrhy na zlepšení nebo se vydávají příkazy k odstranění těchto závad. Návrhy na zlepšení se realizují také dle finančních možností. V současné době je celé VD zabezpečeno kamerovým systémem a elektronickým zabezpečovacím zařízením, napojeným na pult centrální ochrany. Dříve hrozilo, že by nevyžádaný vstup do strojovny ohrozil bezpečnost hráze. Stačilo pouze stisknout tlačítko a segmentové uzávěry by se otevřely, čímž by mohlo dojít k vypuštění nádrže. Nyní je ovládání segmentových uzávěrů napojeno na počítačové rozvaděče, kdy každá pověřená osoba má svůj unikátní kód (klíč) a tímto kódem může manipulovat se zařízením. Vodohospodářský podnik má takto přehled, kdo s čím manipuloval. Pro případ, že by nebyla v dosahu

obsluha VD, je kopie univerzálního klíče umístěna v metrové patroně v hrázi nádrže. Toto elektronické zabezpečení je připravené na to, aby se mohlo manipulovat se zařízením z centrálního dispečinku z Prahy. Což by se použilo v opravdu výjimečných situacích. Toto připojení zatím na Klíčavě není možné, jelikož je to oblast, kde není žádný mobilní ani internetový signál. Elektronické zabezpečení je ovšem příležitostí i pro kybernetický útok, kdy je tedy Klíčava zatím v bezpečí, jelikož nemá připojení k veřejné síti.

V případě, že by nastala nepříznivá situace, např. dlouhotrvající déšť, je možnost na stránkách povodí Vltavy kontrolovat stavy přítoků, tak i průtoků pod VD. Nyní je po dlouhé době přehrada zcela plná. V roce 2018 a 2019 nebyly do přehrady žádné přítoky. Od roku 2013 do roku 2019 byla přehrada ve srážkovém deficitu. Na této nádrži je tak spíše problém se suchem než s povodněmi.

Vodní nádrž Klíčavu postihly v historii celkem 3 povodně – přírodní povodně. První v roce 1981, kdy šlo o takzvanou 100letou vodu. Údolím teklo cca 18 m^3/s vody. Došlo tehdy už na škody na majetku, díky rozrůstající se zástavbě v údolí. Další povodeň byla v roce 2002. V té době se prováděly opravy na tabulových uzávěrech, byla snížena hladina cca o 2 m , aby bylo možné tabulové uzávěry vyzdvihnout na betonovou podestu a provádět opravy. Povodňovou vlnu Klíčava zadržela, jelikož opravy byly hotové a hladina vody byla v tu dobu stále snížena. V tu dobu se z nádrže nechalo odtékat 6 m^3/s , zbytek vody se zadržoval do prostoru nádrže. Ovšem pokud by se začalo vypouštět uvažovaných 12 m^3/s , pravděpodobně by nedošlo ani ke korunovému přelivu. Zasedající povodňová komise rozhodla, aby nedošlo k setkání kulminačních vln z Klíčavy a Berounky, že se bude pokračovat s nezvětšeným odtokem a půjde se až do retenčního prostoru nádrže, čímž se nechá vystoupat voda až na korunu přelivu, a tím bylo zadrženo 600 000 m^3

vody, což je zásobní prostor nádrže. Kulminační vlna z Klíčavy byla pozdržena o 16 hodin. V případě zvýšeného odtoku by sice voda nešla korunovým přelivem, ale zhoršila by se situace na začátku Klíčavského údolí, které už tou dobou bylo 2 m pod hladinou vody. Po vystoupení vody na korunový přeliv se uzavřela veškerá zařízení a došlo k neovladatelnému odtoku přelivem, který činil 18 m^3/s vody. V tu dobu byl odhadovaný přítok do nádrže přes 40 m^3/s vody. Hráz tedy splnila svůj účel ochrany před povodní. A zatím poslední povodeň byla v roce 2013. Proběhly diskuze po předešlé zkušenosti s povodní v roce 2002, zda nechat odtok z přehrady na bezpečném odtoku 6 m^3/s vody nebo zda odpouštět 10 m^3/s vody. Rozhodlo se, že se bude odpouštět stále 6 m^3/s , což se nakonec ukázalo málo a voda šla opět přes korunový přeliv, čímž se odtok zvýšil na 11 m^3/s a v podstatě už nedošlo ke zhoršení mimořádné události. Údolí to zvládlo bez větších škod na majetku.

Tyto povodňové situace jsou na Klíčavě celkem ojedinělé, více se nádrž potýká s nedostatkem vody. Otázkou ještě je, zda by zvýšenému odtoku ze 6 m^3/s na 12 m^3/s , nepomohl plný vodárenský odběr. Ale k tomuto kroku nikdy nedošlo, takže jde pouze o spekulaci.

Pokud se vrátíme k výše zmiňované opěrné zdi, kterou budovala Lesní správa Lány, jejím úkolem bylo zpevnění svahů na levém břehu nádrže. Stavbu opěrných zdí můžeme zařadit spíše mezi estetická opatření než ochranná. Při stavbě zdi šlo z hlediska bezpečnosti vodního díla spíše o ekologickou hrozbu, kdy mohl nastat únik provozních náplní do vody a tím znečištění vodního zdroje. V upravovaném úseku se projevuje povrchová eroze, kde se neudrží téměř žádná vegetace. Tento exponovaný úsek je orientovaný na jihozápad a vystaven po většinu dne slunečním paprskům. Tato eroze způsobovala komplikace na komunikaci kolem nádrže, kterou zasypávala. Docházelo taky k zanášení nádrže, ale v malém měřítku. Podloží je velice stabilní, nemůže dojít

k velkému sesuvu horniny. Následkem stavby zdí se zlepšila obslužnost nádrže. Pro zlepšení podmínek na exponovaných svazích, byly provedeny zásahy i nad opěrnými zdmi, aby měla vegetace možnost se uchytit a svahy zarostly. Pro zabezpečení výsevů byly úseky oploceny, aby je nemohla spásat zvěř. Tímto zásahem by se měla povrchová eroze zlepšit. Z hlediska bezpečnosti nádrže se pro povodí Vltavy nejevily opěrné zdi důležité.

Na základě všech provedených analýz a zjištěných poznatků jako nejlepší opatření dle mého názoru patří modernizace koncových prvků JSVV v celé obci Zbečno i se zavedením do nových zástaveb. Jelikož v okolí Zbečna je velice špatný mobilní signál, nejeví se mi jako dostatečný vyrozumívací prostředek pouze SMS brána, kterou obec Zbečno využívá. V důsledku mimořádné události může nastat výpadek sítě a nebude možné tuto variantu vůbec použít. Současně je to dobrovolná služba, kterou nemusí využívat všichni obyvatelé a chataři. Varování se rovněž nedostane k turistům, kteří budou v oblasti v době mimořádné události. Na toto opatření navazuje vytvoření skupinové adresy pro varování a vyrozumění v zadávacím terminálu Centrum s názvem „VD Klíčava“, kde by byly nastaveny všechny obce (Běleč, Beroun, Černošice, Dobřichovice, Hlásná Třebáň, Hýskov, Jíloviště, Karlštejn, Korno, Křivoklát, Lety, Liteň, Nižbor, Praha, Račice, Roztoky, Řevnice, Srbsko, Sýkořice, Tetín, Všenory, Zadní Třebáň a Zbečno), kterých se ohrožení zvláštní povodně z VD Klíčava týká a byly by informovány o nebezpečí zátopové vlny. V souvislosti s modernizací JSVV by pomohlo k ochraně obyvatel v údolí a dále po proudu, napojení zabezpečovacího zařízení hráze na JSVV, SMS bránu obce a obecní rozhlas, čímž by došlo k předání informace o blížící se zátopové vlně nejvíce prostředky. Takto by bylo zajištěno urychlení předání varovné informace o blížící se mimořádné události. Toto opatření by však patrně bylo v gesci vlastníka VD, s čímž souvisí náklady na vybudování takového zařízení. Dalším opatřením by mohlo být zapracování možnosti vzniku zvláštní povodně do

povodňového plánu obce Zbečno, případně dalších zainteresovaných obcí. S tím by souviselo zasvěcení obyvatelstva do tohoto problému a nápomocno by mohlo být i školení a informování obyvatel z ohrožených území o možném nebezpečí, zásadách chování v takovéto situaci a připravenosti. V případě povodně musí být evakuace a s ní spojené další kroky opravdu rychlé.

Pro komparaci bezpečnosti na Klíčavě poslouží srovnání s přehradou Vajont, která byla vybudována v italských Dolomitech na stejnojmenné řece Vajont v letech 1956-1961. Ve své době byla jednou z nejvyšších hrází na světě. Nalezneme ji cca 100 km severně od Benátek pod horou Monte Toc. Důvodem výstavby přehrady na tomto místě bylo zajistit výrobu elektrické energie pro velké průmyslové oblasti na severu Itálie. V roce 1949 proběhl důkladný geologický průzkum. Kontrolní úřady proti této stavbě protestovaly a zdůrazňovaly pochybnosti o geologickém podloží. I přes to se začalo v roce 1956 stavět, a to i bez souhlasu příslušného ministerstva. Několikrát upravený projekt dostal povolení ke stavbě až v červenci 1957. Po zahájení stavby došlo k menšímu zemětřesení a po provedení geologických průzkumů byly objeveny staré skalní sesuvy, které hrozily novými sesuvy do vodní nádrže. Tento průzkum byl ale zatajen. Projekt byl během stavby několikrát přepracován, jelikož došlo několikrát k menším sesuvům skalního masivu v místech, kde měla být vsazena hráz. Byla taky navýšena výška hráze z 202 m na 261 m a objem byl v tomto případě téměř ztrojnásoben z 58 mil. m³ na 168 mil. m³ vody. Od února 1960 docházelo k napouštění nádrže, kdy 4. listopadu 1960 došlo k sesuvu 700 000 m³ skalního masivu. Naštěstí to nezpůsobilo významné škody. V září roku 1963 si obyvatelé pod přehradou začali stěžovat na častější otřesy a zvuky vycházející z hory Monte Toc. Ke katastrofě došlo 9. října 1963 v nočních hodinách. Do nádrže se obrovskou rychlostí sesunula část hory o objemu 270 mil. m³ horniny. Tento sesuv způsobil obrovskou vlnu o výšce více než 250 m, která se převalila přes hráz, aniž by ji

poškodila, a zdevastovala městečko Longarone a několik dalších vesnic, jak pod přehradou, tak i nad přehradou. Tato katastrofa si vyžádala přes 2100 obětí. I tento velice smutný příklad dokládá, že betonové tížné hráze jsou velice stabilní a bezpečné. Nebezpečné jsou horniny, kde se hráze staví. [45, 46, 47]

Bohužel tragické události se dějí i na území České republiky. Jediná událost, která se u nás stala, je protržení přehrady na Bílé Desné. K této tragédii došlo 18. září 1916. Šlo nejdříve o malý pramínek tryskající vody z hráze, který se rychle zvětšoval. V tu chvíli již nešlo bezpečnostní uzávěru otevřít. Po 45 minutách od zpozorování tryskající vody se začala propadat dlažba na návodní straně a za další půl hodinu se propadla až ke dnu nádrže. Z nádrže se v tu chvíli začala valit obrovská masa vody a mířila na obec Bílá Desná. Obyvatelé byli upozorněni na zvýšený průtok vody korytem řeky, ale byli již na takové povodně zvyklí, a tak nezahájili žádné kroky k evakuaci. Později se k nim donesla informace o protržené hrázi, ale to už bylo pozdě. Obrovská masa vody devastovala obec a brala si životy obyvatel. O život přišlo 62 osob. Zde šlo o sypanou hráz, která z hlediska bezpečnosti není tak bezpečná, ale chyba nebyla ve špatně zhutněném stavebního materiálu. Tragédie se stala v důsledku vnitřní eroze, která nastala kolem propustné štoly, do které začala vnikat voda z nádrže. [43]

Ze všech uvedených analýz, průzkumů, komparací a osobních zkušeností musíme vyvodit, že celková bezpečnost VD Klíčava je na dobré úrovni. Nachází se na stabilním podloží v celkem odloučené krajině. Je pod kamerovým a elektronickým zabezpečovacím systémem chráněna proti neoprávněnému vniknutí. Co ale na dobré úrovni není, tak je informování a varování obyvatelstva pod tímto vodním dílem a jejich ochrana. Riziko vzniku zvláštní povodně je sice mizivé, ale i tak se nemůže tato hrozba zanedbávat nebo dokonce ignorovat. Na VD může vzniknout mimořádná událost v rámci

přirozené povodně, jak tomu již bylo v minulosti. I ta se může projevit jako velice nebezpečná a ani u ní si nemůže člověk být jistý, že to nebude velké riziko. Je proto nutné býti obezřetní a nepodceňovat jakékoli, i když absolutně minimální hrozby.

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zhodnocení ochrany obyvatelstva pod vodním dílem před zvláštní povodní. Komparace prokázala, že oba plány nejsou dostatečné, a to aktuálností a obsahem konkrétní mimořádné události. Řešením by byla elektronická verze plánu ochrany území pod VD, do kterého by mohly ohrožené obce ukládat a aktualizovat konkrétní data. Také by mohly čerpat z toho plánu do svých povodňových plánů obcí.

Současné varování v obci Zbečno je nedostatečné a zastaralé nebo nespolehlivé. Vybudování obecního rozhlasu v nových zástavbách a modernizace starého rozhlasu by byla největším přínosem v ochraně obyvatelstva před krizovými situacemi.

V práci byly stanoveny dvě hypotézy, které se nepotvrdily, resp. byly vyvráceny. Lze to tedy považovat za ukazatel toho, že na ochraně obyvatelstva je pořád co zlepšovat.

Tato práce by mohla posloužit pro zamyšlení se nad touto problematikou a aktualizací plánů a také pro zlepšení ochrany obyvatelstva v ohrožených obcích.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

HZS ČR – Hasičský záchranný sbor České republiky

CHKO – Chráněná krajinná oblast

IZS – Integrovaných záchranný systém

JSVV – Jednotný systém varování a vyrozumění

KOPIS – Krajské operační a informační středisko

MU – Mimořádná událost

ORP – Obec s rozšířenou působností

OÚ – Obecní úřad

PČR – Police České republiky

SaP – Síly a prostředky

SPA – Stupeň povodňové aktivity

TBD – Technickobezpečnostní dohled

VD – Vodní dílo

ZaL – Záchranné a likvidační práce

ŽP – Životní prostředí

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše. *Ochrana obyvatelstva*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-70-1.
2. Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., *k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: redakční uzávěrka*. Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN:978-80-7488-497-9.
3. ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Integrovaný záchranný systém*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-007-4.
4. Zákon č. 239/2000 Sb., *o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů*. *Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: redakční uzávěrka*. Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN:978-80-7488-497-9.
5. MARTÍNEK, Bohumír, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Řešení mimořádných událostí a krizových situací: příručka pro starosty obcí a referenty prevence Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska*. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006. ISBN 80-86640-64-7.
6. KOVÁŘ, Milan. *Ochrana před povodněmi: řešení přirozených a zolaštních povodní*. Praha: Triton, 2004. ISBN 80-7254-499-3.
7. Zákon č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve změně pozdějších předpisů*. *Životní prostředí: ochrana přírody a krajiny, ochrana ovzduší, zemědělský půdní fond, vodní hospodářství, horninové prostředí, odpady, obaly, posuzování vlivů, chemické látky, GMO, havárie, prevence znečištění, ekologická újma a další – celkem 28 zákonů: redakční uzávěrka*. Ostrava: Sagit, 2003-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-458-0.

8. ŘEHÁK, David a Libor FOLWARCZNY. *Východiska technického a organizačního zabezpečení ochrany obyvatelstva*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-117-0.
9. ADAMEC, Vilém. *Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-118-7.
10. FOLWARCZNY, Libor a Jiří POKORNÝ. *Evakuace osob*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-92-2.
11. KROUPA, Miroslav a Milan ŘÍHA. *Ochrana obyvatelstva*. Praha: Armex, 2006. Skripta pro střední a vyšší odborné školy. ISBN 80-86795-33-0.
12. PACINDA, Štefan a Ján PIVOVARNÍK. *Kolektivní ochrana obyvatelstva*. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-67-9.
13. HYLÁK, Čestmír a Ján PIVOVARNÍK. *Individuální a kolektivní ochrana obyvatelstva ČR*. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2016. ISBN 978-80-87544-18-1.
14. BROŽA, Vojtěch. *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Knihy 555, 2005. ISBN 80-86660-11-7.
15. Vyhláška č. 86/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/2010 Sb. *Sbírka zákonů Česká republika*. Břeclav: Moraviapress. ISSN 1211-1244.
16. KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.

17. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů. *Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: redakční uzávěrka. Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN:978-80-7488-497-9.*
18. Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů. *Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: redakční uzávěrka. Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN:978-80-7488-497-9.*
19. Zákon č. 12/2002 Sb., o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a o změně zákona č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů, (zákon o státní pomoci při obnově území). *Krizové zákony: Hasičský záchranný sbor; Požární ochrana: redakční uzávěrka. Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN:978-80-7488-497-9.*
20. MARTÍNEK, Bohumír. *Ochrana člověka za mimořádných událostí: příručka pro učitele základních a středních škol. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 80-86640-08-6.*
21. PLUCKOVÁ, Irena, Dušan VIČAR, Tomáš MILÉŘ, Petr SLÁDEK, Ivo SVOBODA, Kateřina ŠMEJKALOVÁ, Jiří ŠIBOR a Magdalena KONEČNÁ. *Jak se zachovat, když...: pro 2. stupeň ZŠ vztahující se k osvojování účelného chování při mimořádných událostech a při ohrožení v každodenních rizikových situacích. Brno: Nová škola, 2016. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-746-9.*
22. ČAMROVÁ, Lenka. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2007. ISBN 978-80-86684-48-2.*

23. SEHR, Jakub. *Analýza a evaluace rizik zvláštních povodní na území Středočeského kraje* [online]. Kladno, 2020 [cit. 2022-04-17]. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství. RnDr. Tomáš Holec, Dostupné na: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/91798/FBMI-DP-2020-Sehr-Jakub-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
24. ŘÍHA, Milan. *Živelní pohromy*. Praha: Armex, 2006. Skripta pro střední a vyšší odborné školy. ISBN 80-86795-32-2.
25. *Hlásná a předpovědní povodňová služba* [online]. [cit. 2022-4-22] Dostupné na: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/verejnost_povodnova_ochrana.html
26. KROČOVÁ, Šárka. *Strategie územního plánování v technické infrastruktuře*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-128-6.
27. KUBEŠ, Jiří. *Provozování a bezpečnost zdrojů, úpraven a rozvodů pitné vody*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013. ISBN 978-80-87472-49-1.
28. *Povodí Vltavy* [online]. [cit. 2021-11-9] Dostupné na: www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodni-dila-a-nadrze/klicava.pdf
29. *Středočeské vodárny* [online]. [cit. 2021-11-9] Dostupné na: <https://www.svas.cz/o-spolecnosti/z-historie/vodarenska-nadrz-klicava/>
30. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2022-2-11] Dostupné na: www.mapy.cz
31. *Kurzy.cz* [online]. [cit. 2022-4-29] Dostupné na: <https://www.kurzy.cz/obec/zbecno/mapy/>

32. *Povodňový plán obce Zbečno* [online]. [cit. 2022-4-24] Dostupné na: <https://www.obeczbecno.cz/obecni-urad/uredni-deska/povodnovy-plan-16578.html?kshow=1490>
33. *Plán ochrany území před zvláštní povodní pod VD Klíčava*. Krajský úřad Středočeského kraje: Hydrossoft Veleslavín, s.r.o., 2008.
34. *Město Český Těšín* [online]. [cit. 2022-4-30] Dostupné na: <https://www.tesin.cz/evakuacni-zavazadlo/d-9236>
35. *Portál krizového řízení* [online]. [cit. 2022-4-28] Dostupné na: <https://pkr.kr-stredocesky.cz/>
36. *Manipulační řád pro vodní dílo Klíčava*. Vodohospodářská dispečink Plzeň: Povodí Vltavy s.p., 2021.
37. GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a David ŘEHÁK. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0032-2.
38. *Metoda WHAT-IF* [online]. [cit. 2022-4-30] Dostupné na: <http://web.mit.edu/course/10/10.27/www/1027CourseManual/1027CourseManual-AppVI.html>
39. *Krizport. Přehled metodik pro analýzu rizik* [online]. [cit. 2022-4-27] Dostupné na: <https://www.krizport.cz/soubory/data/dokumenty/ar-prehled-metodik-grhzs-2004-pdf>
40. *ČSN EN 31010 (010352) Management rizik – Techniky posuzování rizik*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
41. *Metoda HAZOP* [online]. [cit. 2022-4-30] Dostupné na: https://pqri.org/wp-content/uploads/2015/08/pdf/HAZOP_Training_Guide.pdf

42. VASIL, Daniel. *Ochrana obyvatelstva pod vodním dílem Žermanice* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2022-05-2]. Diplomová práce. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství. doc. Dr. Ing. Aleš BERNATÍK. Dostupné na: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/105202/VAS328_FBI_N3908_3908T007_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
43. ŽÁK, Ladislav. *Jizerskohorské přehrady a katastrofa na Bílé Desné – protržená přehrada*. Liberec: Knihy 555, 2006. ISBN 80-86660-16-8.
44. TROJAN, Emil. *Přehrada Pastviny: výkup pozemků a budov, stavba viaduktu, přehradní hráze a nových komunikací v letech 1932-1938*. Mohelnice: Martin Vaňourek, 2011. ISBN 978-80-904588-1-9.
45. The Energy Library [online]. [cit. 2022-5-2] Dostupné na: <https://web.archive.org/web/20140502033310/http://www.theenergylibrary.com/node/13097>
46. Lomy a těžba [online]. [cit. 2022-5-2] Dostupné na: <https://www.lomyatezba.cz/2016/2016-1/item/678-diga-del-vajont-prehrada-s-tragickym-pribehem>
47. Lessons Learned [online]. [cit. 2022-5-2] Dostupné na: <https://damfailures.org/case-study/vajont-dam-italy-1963/>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Dvoufázová struktura povodňových rizik [9].....	18
Obrázek 2 I. SPA – stav bdělosti [25]	20
Obrázek 3 II. SPA – stav pohotovosti [25]	20
Obrázek 4 III. SPA – stav ohrožení [25].....	21
Obrázek 5 Hráz VD Klíčava [zdroj vlastní].....	29
Obrázek 6 Hlavní přítok – Klíčava [zdroj vlastní].....	30
Obrázek 7 Levostranný přítok – Lánský potok [zdroj vlastní].....	30
Obrázek 8 Příčný řez [28]	31
Obrázek 9 Obec Zbečno a vodní nádrž Klíčava [30]	32
Obrázek 10 Obec Zbečno na mapě ČR [31]	33
Obrázek 11 Zbečno [30]	33
Obrázek 12 Schéma vyrozumění [33]	39
Obrázek 13 Schéma varování [33]	40
Obrázek 14 Všeobecná výstraha – rotační siréna [1].....	41
Obrázek 15 Všeobecná výstraha – elektronická siréna / místní rozhlas [1].....	41
Obrázek 16 Obsah evakuačního zavazadla [34]	42
Obrázek 17 Mapa ohrožených obcí [35]	43
Obrázek 18 Zařízení pro měření náklonu hráze [zdroj vlastní].....	45
Obrázek 19 Základní rámeček SWOT analýzy [37]	47
Obrázek 20 Klíčová slova pro metodu HAZOP [39].....	48

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Kritéria pro zařazení VD do kategorie [9].....	27
Tabulka 2 Parametry VD Klíčava [29]	31
Tabulka 3 SWOT analýza [zdroj vlastní].....	51
Tabulka 4 SWOT analýza – silné stránky [zdroj vlastní]	52
Tabulka 5 SWOT analýza – slabé stránky [zdroj vlastní]	53
Tabulka 6 SWOT analýza – příležitosti [zdroj vlastní]	54
Tabulka 7 SWOT analýza – hrozby [zdroj vlastní]	55
Tabulka 8 SWOT analýza – výsledná hodnota [zdroj vlastní].....	56
Tabulka 9 WHAT-IF analýza – z hlediska vyhledávání SPA [zdroj vlastní]...	57
Tabulka 10 WHAT-IF analýza – z hlediska příčin a následků [zdroj vlastní].	58
Tabulka 11 WHAT-IF analýza – z hlediska kategorií dopadů [zdroj vlastní] .	59
Tabulka 12 Metoda HAZOP [zdroj vlastní]	60