



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Liptovská Mara ako potenciálne ohrozenie životov
a majetku v prípade havárie**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Adrián Fabiny

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Freitinger - Skalická, Ph. D.

České Budějovice 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem Liptovská Mara ako potenciálne ohrozenie životov a majetku v prípade havárie jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 4. 8. 2022

.....

podpis

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcej školiteľke Mgr. Zuzane Freitinger - Skalickej Ph. D. za jej čas, cenné rady a pripomienky počas vedenia mojej záverečnej práce.

Liptovská Mara ako potenciálne ohrozenie životov a majetku v prípade havárie

Abstrakt

Diplomová práca je zameraná na analýzu bezpečnostných prvkov vodného diela Liptovská Mara v prípade jeho narušenia spolu s analýzou dopadu na Vážsku kaskádu.

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je vypracovanie SWOT analýzy, v ktorej boli identifikované slabé a silné stránky vodného diela, hrozby prichádzajúce z vonkajšieho prostredia a príležitosti. V ďalšom kroku bola vypracovaná analýza rizík pomocou metódy „What if“. V tejto analýze boli posúdené všetky neočakávané udalosti a scenáre, ktoré môžu ohroziť obyvateľstvo prípadne vodné dielo. Po vyhodnotení oboch analýz bol vypracovaný návrh opatrení na zvýšenie úrovne zabezpečenia vodného diela Liptovská Mara. Je potrebné brať do úvahy, že sa jedná o strategický objekt štátu a jeho prípadné narušenie by malo obrovský dopad na obyvateľstvo.

Výsledky tejto práce poukázali na dôležitosť zabezpečenia vodného diela Liptovská Mara, predovšetkým kvôli nestabilnej geopolitickej situácii v Európe, stúpajúcemu napätiu medzi jednotlivými krajinami a kvôli prebiehajúcej energetickej kríze.

Kľúčové slová: vodné dielo, Liptovská Mara, priehrada, povodne, ochrana obyvateľstva

Liptovská Mara as a potential threat to lives and property in the event of an accident

Abstract

The diploma thesis is focused on the analysis of the safety elements of the Liptovská Mara waterworks in the event of its disruption, together with the analysis of the impact on the Vážska cascade.

The main goal of this diploma thesis is the development of a SWOT analysis, in which the weak and strong sides of the waterworks, threats coming from the external environment and opportunities were identified. In the next step, a risk analysis was developed using the "What if" method. In this analysis, all unexpected events and scenarios that may threaten the population or the waterworks were considered. After evaluating both analyses, a proposal for measures to increase the level of security of the Liptovska Mara water body was suggested. It is necessary to consider that this is a strategic object of the state, and its possible disruption would have a huge impact on the population.

The results of this work pointed to the importance of securing the Liptovská Mara waterworks. Mainly because of the unstable geopolitical situation in Europe, the rising tension between individual countries and the ongoing energy crisis.

Key words: water works, Liptovská Mara, reservoir, floods, population protection

Obsah

Obsah	6
Úvod.....	10
1 Súčasný stav	11
1.1 Charakteristika regiónu	11
1.1.1 Vlachy	11
1.1.2 Bešeňová	12
1.1.3 Liptovský Michal	13
1.1.4 Liptovská Teplá.....	13
1.1.5 Ivachnová	14
1.1.6 Lisková.....	15
1.1.7 Ružomberok	16
1.1.8 Likavka.....	17
1.1.9 Švošov	18
1.1.10 Hubová	19
1.1.11 Ľubochňa.....	20
1.1.12 Stankovany	21
1.2 Ochrana obyvateľstva pred povodňami	23
1.2.1 Povodeň.....	23
1.2.2 Stupne povodňovej aktivity.....	23
1.2.3 Ochrana pred povodňami	26

1.2.4	Riadenie a zabezpečovanie ochrany pred povodňami.....	27
2	Ciele práce a výskumná otázka	29
2.1	Ciele práce.....	29
2.2	Výskumná otázka	29
3	Metodika práce	30
3.1	SWOT analýza	30
3.1.1	Postup realizácie SWOT analýzy	30
3.2	„What if“ analýza.....	31
3.3	Postup pri tvorbe analýzy	31
4	Výsledky	32
4.1.1	Extrémne dlhotrvajúce zrážky.....	32
4.1.2	Extrémne dlhotrvajúce sucho	32
4.1.3	Dopravná nehoda.....	33
4.1.4	Teroristický útok	34
4.2	Povodie rieky Váh.....	35
4.2.1	Váh	36
4.2.2	Rieka Nitra	36
4.3	Vodné dielo Liptovská Mara.....	36
4.3.1	Legislatívna príprava.....	37
4.3.2	Presídlenie obcí	39
4.3.3	Orná pôda	39
4.3.4	Prekládka štátnej cesty 1/ 18	40

4.3.5	Prekládka železnice	41
4.3.6	Geologické podmienky.....	42
4.3.7	Zemné práce	43
4.3.8	Nádrž Liptovská Mara.....	43
4.3.9	Hlavné parametre nádrže.....	43
4.3.10	Priehrada Liptovská Mara	43
4.3.11	Hlavné parametre priehrady	44
4.3.12	Funkčné zariadenia priehrady	45
4.4	„What if“ analýza.....	46
4.5	Vodná elektrárň Liptovská Mara.....	46
4.5.1	Odpadný kanál vodnej elektrárne.....	48
4.6	Povodne počas výstavby	49
4.7	Riziká ovplyvňujúce prevádzku vodného diela	49
4.7.1	Hydrologické príčiny.....	50
4.7.2	Geotechnické príčiny.....	50
4.7.3	Iné príčiny.....	51
4.8	Povodne v povodí rieky Váh.....	51
4.9	Vodné dielo Bešeňová.....	53
4.9.1	Zemná hrádza	53
4.9.2	Parametre vyrovnávacej nádrže Bešeňová	54
4.9.3	Parametre priehrady	54
4.10	Združený objekt Bešeňová	54

4.10.1	Prívodný kanál.....	55
4.10.2	Odpadný kanál.....	55
5	Diskusia	56
5.1	Fyzická ochrana objektu	56
5.2	Obmedzenie vstupu na priehradný múr	56
5.3	Obmedzenie cestnej dopravy	57
5.4	Ochranná zóna.....	58
5.5	SWOT analýza, predmet analýzy: Vodné dielo Liptovská Mara	59
6	ZÁVER.....	64
7	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	66

Úvod

Ako tému diplomovej práce sme si zvolili „Liptovská Mara ako potenciálne ohrozenie životov a majetku prípade havárie“. Dôvodom prečo sme si vybrali túto tému je, že zmeny, ktoré nastávajú v klimatických podmienkach nám prinášajú extrémne výkyvy počasia, na ktoré sme neboli zvyknutí. Z tohto dôvodu sa treba zamýšľať aj nad tým, či sme pripravení zvládnuť prípadnú mimoriadnu udalosť, ktorá môže nastať kedykoľvek, pričom sa môže jednať aj o povodne veľkého rozsahu spôsobené haváriou na vodnom diele Liptovská Mara. Geopolitická situácia v Európe je nestabilná a napätie medzi jednotlivými štátmi sa stupňuje, čo so sebou prináša aj riziká vo forme možných teroristických útokov na strategické objekty štátu. Situáciu taktiež komplikuje prebiehajúca energetická kríza. Z tohto dôvodu je nutné premýšľať nad vhodným zabezpečením týchto objektov aby došlo k eliminácii rizík na čo najnižšiu úroveň.

V prvej časti tejto diplomovej práce bola podrobne popísaná výstavba Vodného diela Liptovská Mara a taktiež geografická charakteristika územia. Jednalo sa o projekt veľkého rozmeru s veľkým odpadom na región Liptov a jeho obyvateľov. Výstavba vodného diela so sebou prinášala aj zmeny vo vedení infraštruktúry, či už cestnej alebo železničnej. Informácie o prekládkach infraštruktúry, ako aj o vysídlení jednotlivých obcí sa taktiež nachádzajú v prvej časti tejto práce. Ochrane obyvateľstva pod vodným dielom bola venovaná samostatná kapitola tejto práce, nakoľko samotná havária vodného diela by mala na obyvateľstvo veľký rozsah a spôsobila by extrémne škody na ľudských životoch, ale aj finančné na majetku.

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vypracovanie SWOT analýzy vodného diela Liptovská Mara, ktorá si kládla za cieľ stanoviť silné a slabé stránky vodného diela a taktiež identifikovať potencionálne hrozby prichádzajúce z vonkajšieho prostredia a identifikovať príležitosti. Následne bola vypracovaná analýza rizík pomocou metódy „What if“ a po jej vypracovaní bol vypracovaný návrh opatrení na zvýšenie úrovne zabezpečenia vodného diela Liptovská Mara pred narušiteľmi z vonkajšieho prostredia.

1 Súčasný stav

1.1 Charakteristika regiónu

V regióne Liptov sa nachádza 12 obcí, ktoré sú ohrozené povodňami veľkého rozsahu v prípade vzniku mimoriadnej udalosti na vodnom diele Liptovská Mara. Ohrozené sú taktiež všetky objekty nachádzajúce sa v povodí rieky Váh. Ohrozenými obcami sú: Vlachy, Bešeňová, Ivachnová, Liptovský Michal, Liptovská Teplá, Lisková, Likavka, Hubová, Ružomberok, Švošov, Ľubochňa a Stankovany.

1.1.1 Vlachy

Obec Vlachy sa nachádza v tesnej blízkosti vodného diela Liptovská Mara a to bezprostredne vedľa priehradného múru, čo znamená, že sa jedná o najviac ohrozenú obec. Podľa štatistického úradu SR má v tejto obci trvalý pobyt 625 obyvateľov. Rozloha obce je 11, 224 km² a nachádza sa v nadmorskej výške 525 m. n. m. Obec tvoria miestne časti Krmeš, Vlašky a Vlachy. V obci sa nachádza obecný úrad, materská škola a dom kultúry. Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice so zastávkou pre osobné vlaky. Neďaleko obce sa taktiež nachádza diaľnica D1 (Mapy.cz).



Obrázok 1 Obec Vlachy

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.2 Bešeňová

Obec Bešeňová sa nachádza západne od obce Vlachy a východne od mesta Ružomberok. Rozloha obce je 4,297 km². Leží v nadmorskej výške 512 m. n. m. s počtom obyvateľov 720 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021). V obci sa nachádza aquapark, vďaka ktorému sa rozvíja cestovný ruch v obci. V obci sa taktiež nachádza obecný úrad, niekoľko ubytovacích zariadení, základná škola a dom kultúry. V tesnej blízkosti je prečerpávací nádrž Bešeňová, ktorá je súčasťou vodného diela Liptovská Mara. Obec Bešeňová nedisponuje železničnou zastávkou, pričom cez obec vedie hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice. Neďaleko obce sa nachádza diaľnica D1, ktorá zabezpečuje cestné spojenie v smere na Liptovský Mikuláš. V smere na Žilinu je zabezpečené cestné spojenie po ceste 1. triedy 1/18 (Mapy.cz).



Obrázok 2 Obec Bešeňová

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.3 Liptovský Michal

Obec Liptovský Michal sa nachádza východne od okresného mesta Ružomberok a južne od obce Bešeňová, s ktorou susedí. Počet obyvateľov obce je 301 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021). Rozloha obce je 1, 585 km² a leží v nadmorskej výške 526 m. n. m. V obci sa nachádza obecný úrad a dom kultúry. Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice pričom obec nedisponuje vlastnou železničnou zastávkou. Neďaleko obce sa nachádza prečerpávací nádrž Bešeňová, ktorá je súčasťou vodného diela Liptovská Mara (Mapy.cz).

Cestná doprava z obce v smere do Ružomberka je zabezpečená po ceste 1. triedy 1/ 18 a v smere na Liptovský Mikuláš zabezpečuje spojenie diaľnica D1, na ktorú sa dá napojiť z cesty 1/ 18, pričom privádzač sa nachádza hneď vedľa obce (Mapy.cz).



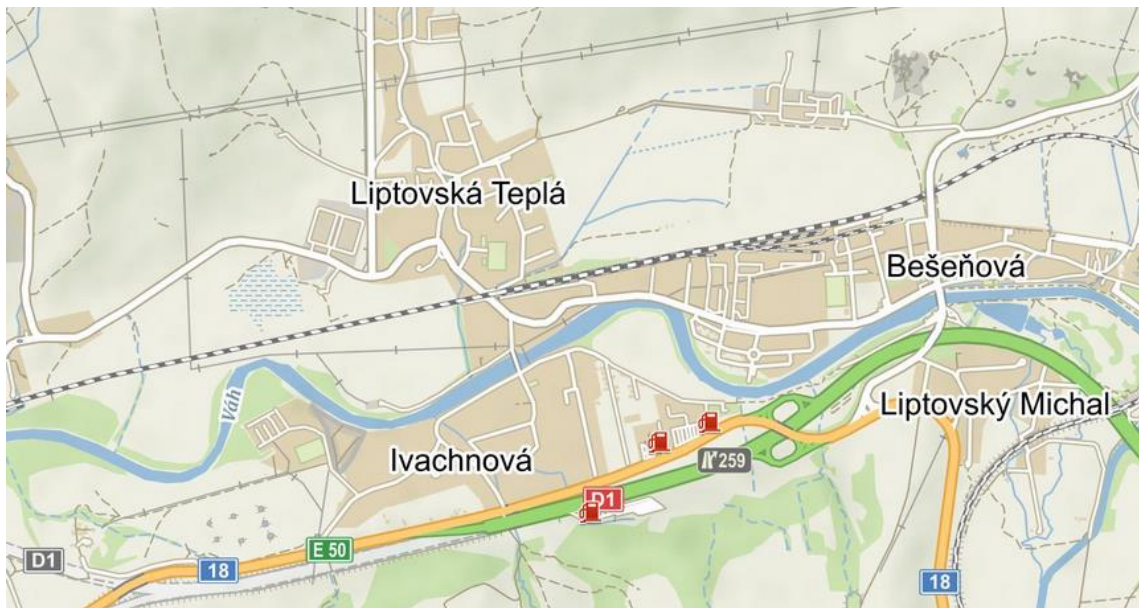
Obrázok 3 Obec Liptovský Michal

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.4 Liptovská Teplá

Obec Liptovská Teplá sa nachádza na západ od obce Bešeňová, s ktorou bezprostredne susedí a na sever od obce Ivachnová, s ktorou taktiež susedí. Obec má 1 035 obyvateľov (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021), rozlohu 9, 431 km² a leží v nadmorskej výške 510 m. n. m. Je najstaršou obcou v regióne Liptov (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, materská škola, dom kultúry a základná škola. Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice pričom obec disponuje vlastnou železničnou zastávkou pre osobné vlaky. Cestné spojenie je zabezpečené cestou 3. triedy v smere na Ružomberok a taktiež cestou 3. triedy v smere do obce Ivachnová, kde je možné napojenie na cestu 1. triedy 1/ 18 v smere do Ružomberka a na diaľnicu D1 v smere na Liptovský Mikuláš (Mapy.cz).



Obrázok 4 Obec Liptovská teplá

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.5 Ivachnová

Obec Ivachnová sa nachádza východne od mesta Ružomberok a západne od obce Liptovský Michal. Obec susedí s touto obcou a taktiež s Liptovskou teplou, ktorá sa nachádza na sever od obce Ivachnová. Obec má 686 obyvateľov (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021), rozlohu 5, 894 km² a leží v nadmorskej výške 508 m. n. m. (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, materská škola a dom kultúry. Cestné spojenie je zabezpečené po ceste 1. triedy 1/ 18 v smere na Ružomberok a taktiež v smere na Liptovský Mikuláš. Do obce Liptovská Teplá vedie cesta 3. triedy. V obci momentálne prebieha výstavba diaľnice D1, ktorá bude zabezpečovať cestné spojenie v smere

na Bratislavu. Na diaľnicu D1 je možné sa pripojiť v smere na Liptovský Mikuláš (Mapy.cz).



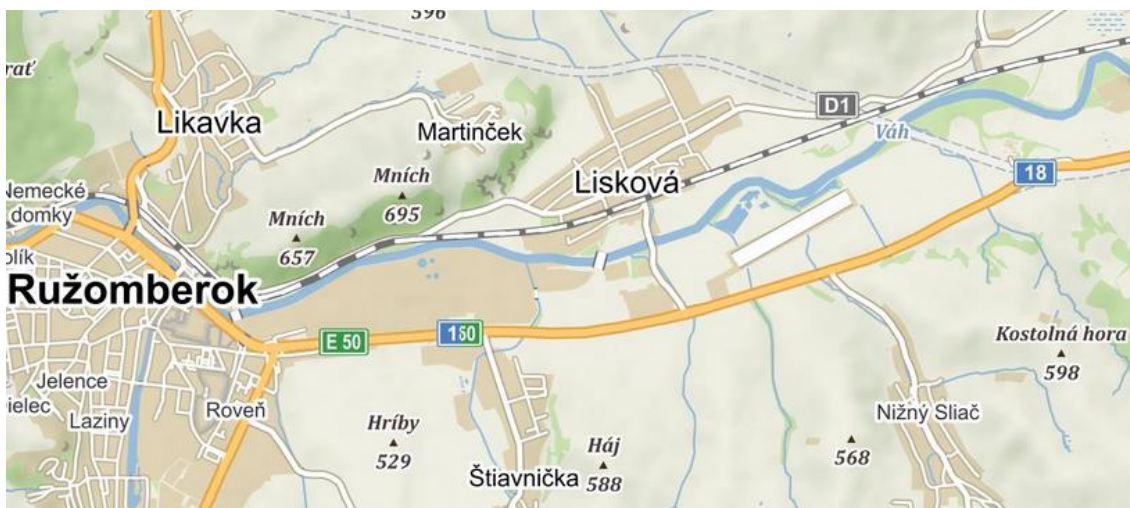
Obrázok 5 Obec Ivachnová

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.6 Lisková

Obec Lisková sa nachádza východne od mesta Ružomberok, s ktorým bezprostredne susedí a západne od obce Liptovská Teplá. Obec má 2 056 obyvateľov (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021), rozlohu 15,95 km² a leží v nadmorskej výške 484 m. n. m. (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, základná škola, materská škola a dom kultúry. Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom v obci sa nachádza železničná zastávka pre osobné vlaky. Cestné spojenie je zabezpečené po ceste 3. triedy do Ružomberka a taktiež existuje napojenie na cestu 1. triedy 1/18 v smere na Ružomberok alebo v smere na Liptovský Mikuláš (Mapy.cz).



Obrázok 6 Obec Lisková

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.7 Ružomberok

Okresné mesto Ružomberok sa skladá z prímestských častí Hrboltová, Černová a Rybárpole. Rozloha mesta je 126, 71 km², leží v nadmorskej výške 535 m. n. m. a má 27 043 obyvateľov (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021). Na území mesta sa nachádza mestský úrad, okresný úrad, dom kultúry, Ústredná vojenská nemocnica, 9 základných škôl, 15 materských škôl, 9 stredných škôl a 1 vysoká škola. Na území mesta sa nachádza výrobná celulózy a papiera, ktorá je významným zamestnávateľom v regióne (Mapy.cz).

Mesto Ružomberok predstavuje dopravný uzol cestnej dopravy. Z mesta je možné sa dostať po ceste 1. triedy 1/ 18 v smere na Bratislavu a taktiež v smere na Košice. Cesta 1. triedy 1/ 59 vedie z Ružomberka v smere na Banskú Bystricu a taktiež v smere na Dolný Kubín. Cez územie mesta prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom v meste sa nachádza železničná stanica so zastávkou pre rýchliky a osobné vlaky (Mapy.cz).



Obrázok 7 Obec Ružomberok

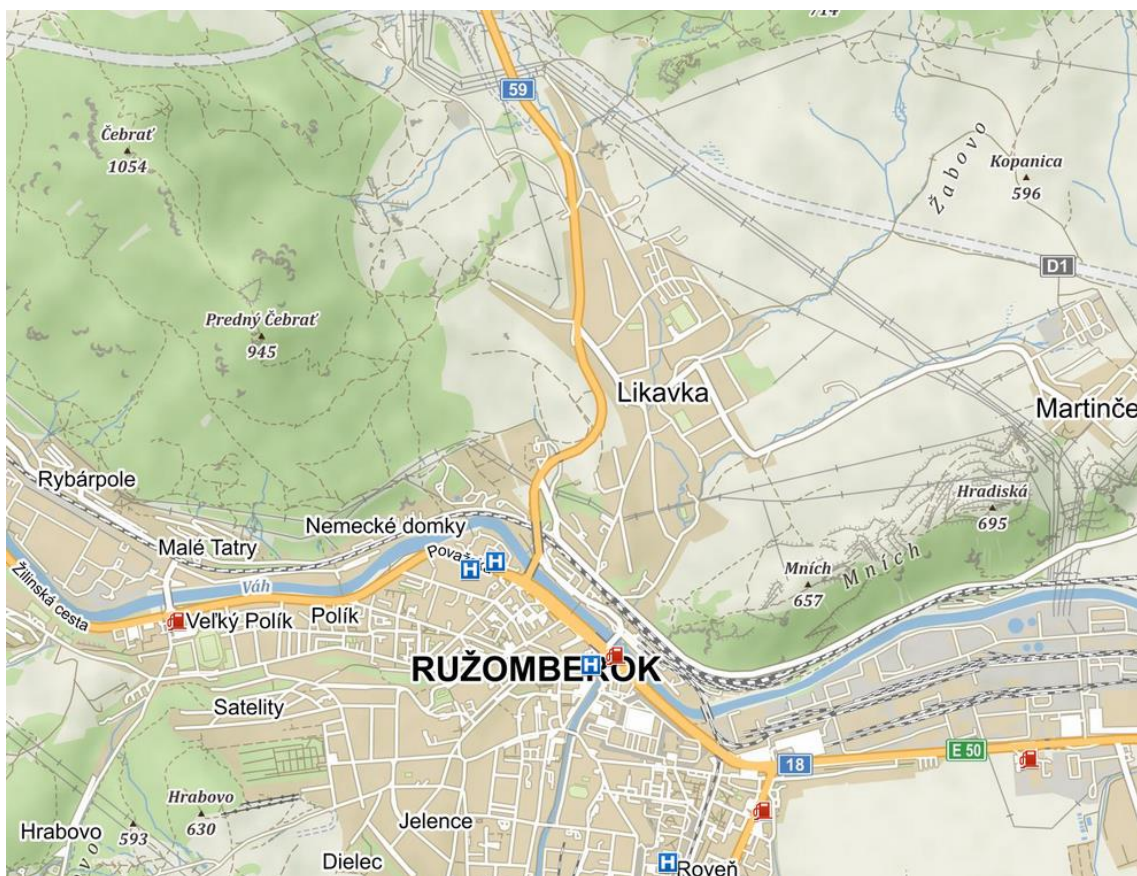
(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.8 Likavka

Obec Likavka sa nachádza severne od okresného mesta Ružomberok, pričom s týmto mestom bezprostredne susedí. Rozloha obce je 18, 261 km², leží v nadmorskej výške 520 m. n. m., s počtom obyvateľov 2945 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021) (Mapy.cz).

Na území obce sa nachádza obecný úrad, dom kultúry, materská škola a základná škola (Mapy.cz).

Cez obec prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom železničná zastávka pre osobné vlaky sa v obci nenachádza. Cestné spojenie zabezpečuje cesta 1. triedy 1/ 59 v smere do Dolného Kubína a taktiež v smere do Ružomberka (Mapy.cz).



Obrázok 8 Obec Likavka

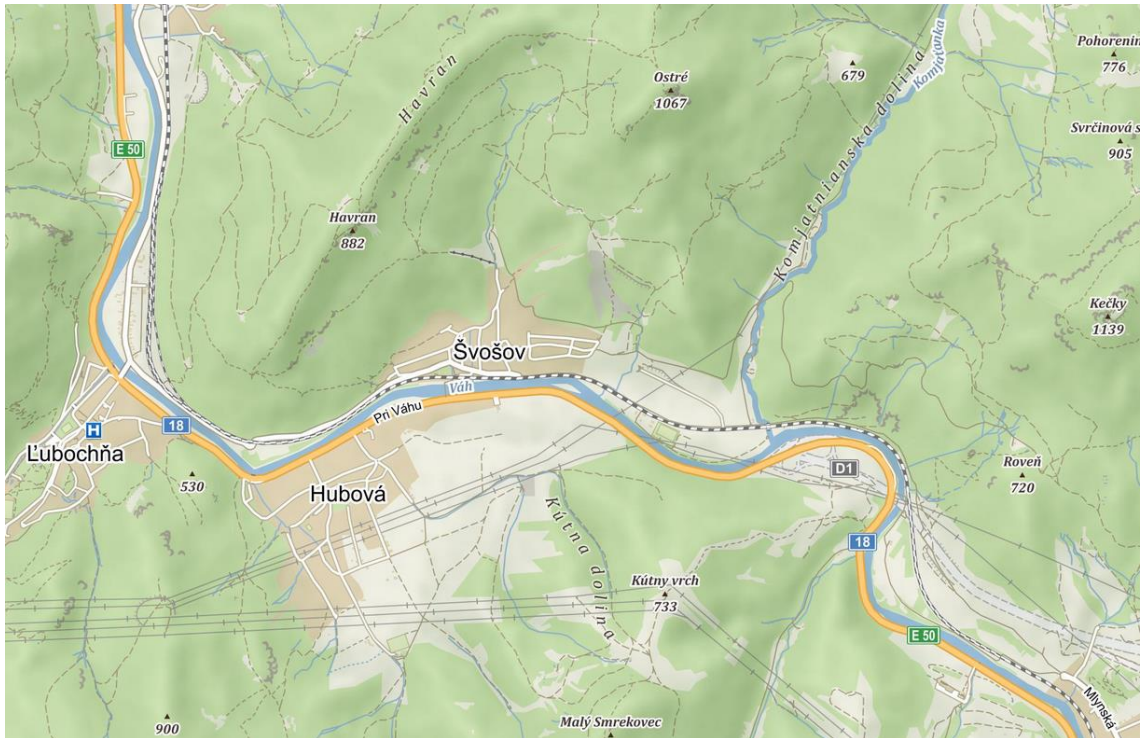
(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.9 Švošov

Obec Švošov sa nachádza západne od okresného mesta Ružomberok a východne od obce Stankovany. Rozloha obce je 4, 273 km², s počtom obyvateľov 866 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021) a leží v nadmorskej výške 454 m. n. m. (Mapy.cz).

Na území obce sa nachádza obecný úrad, dom kultúry, materská škola a základná škola (Mapy.cz).

Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom sa v obci nachádza železničná zastávka pre osobné vlaky. Cestnú dopravu zabezpečuje cesta 1. triedy 1/ 18 v smere do Ružomberka a taktiež v smere na Žilinu. Do okolitých obcí je cestná doprava zabezpečená cestami 3. triedy (Mapy.cz).



Obrázok 9 Obec Švošov

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.10 Hubová

Obec Hubová sa nachádza južne od obce Švošov a východne od obce Ľubochňa. Obec má rozlohu 16, 697 km², počet obyvateľov 1 066 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021) a leží v nadmorskej výške 450 m. n. m. (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, dom kultúry, materská škola a základná škola (Mapy.cz).

Cestná doprava na území obce je zabezpečená cestou 1. triedy 1/ 18 v smere na Žilinu a taktiež v smere na Ružomberok. Do okolitých obcí je doprava vedená po cestách 3. triedy. Momentálne na území obce prebieha výstavba diaľnice D1 (Mapy.cz).



Obrázok 10 Obec Hubová

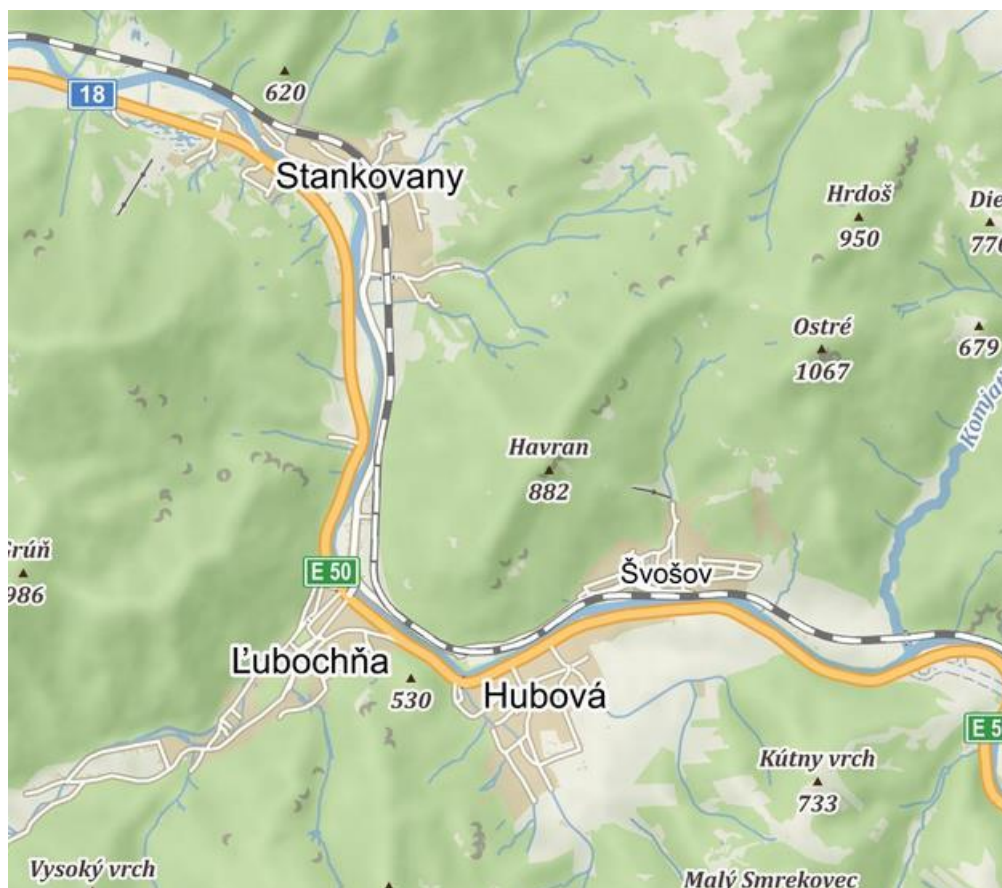
(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.11 Ľubochňa

Obec Ľubochňa sa nachádza západne od obce Hubová, s ktorou bezprostredne susedí a južne od obce Stankovany. Obec má rozlohu 113, 679 km², počet obyvateľov 1 055 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021) a leží v nadmorskej výške 451 m. n. m. (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, dom kultúry, materská škola, základná škola a Národný endokrinologický a diabetologický ústav (Mapy.cz).

Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom sa v obci nachádza železničná zastávka pre osobné vlaky. Cestnú dopravu zabezpečuje cesta 1. triedy 1/ 18 v smere do Ružomberka a taktiež v smere na Žilinu. Do okolitých obcí je cestná doprava zabezpečená cestami 3. triedy (Mapy.cz).



Obrázok 11 Obec Ľubochňa

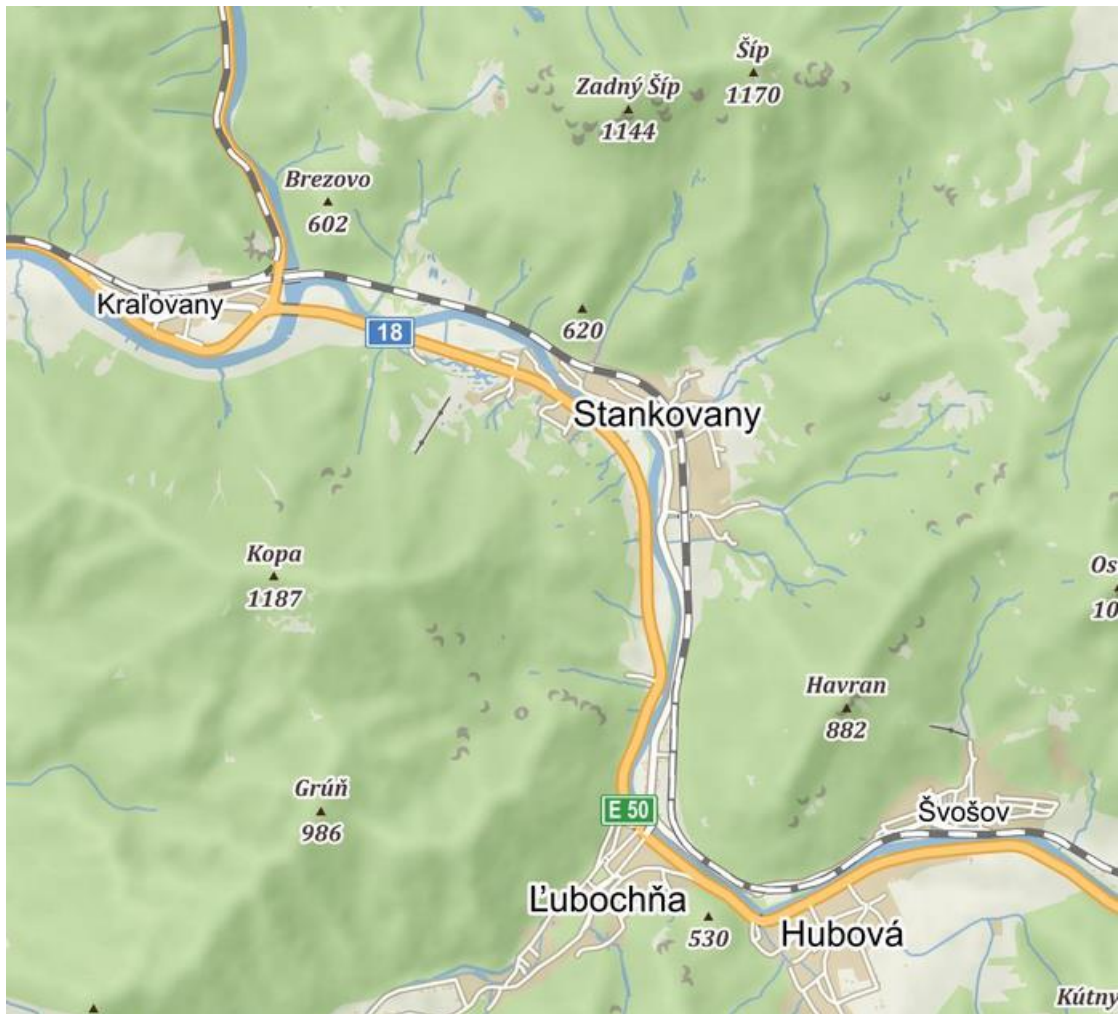
(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.1.12 Stankovany

Obec Stankovany sa nachádza severne od obce Ľubochňa a východne od obce Kľačany. Obec má rozlohu 12, 797 km², počet obyvateľov 1 140 (podľa štatistického úradu SR k 31. 12. 2021) a leží v nadmorskej výške 649 m. n. m. (Mapy.cz).

V obci sa nachádza obecný úrad, dom kultúry, materská škola a základná škola (Mapy.cz).

Cez územie obce prechádza hlavná železničná trať spájajúca Bratislavu a Košice, pričom sa v obci nachádza železničná zastávka pre osobné vlaky. Cestnú dopravu zabezpečuje cesta 1. triedy 1/ 18 v smere do Ružomberka a taktiež v smere na Žilinu. Do okolitých obcí je cestná doprava zabezpečená cestami 3. triedy (Mapy.cz).



Obrázok 12 Obec Stankovany

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

1.2 Ochrana obyvateľstva pred povodňami

Ochranu obyvateľstva pred povodňami upravuje Zákon č. 7/ 2010 Z. z. „Zákon o ochrane pred povodňami“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

1.2.1 Povodeň

„Povodeň je prírodný jav, pri ktorom voda dočasne zaplaví územie, ktoré zvyčajne nie je zaliate vodou. Povodeň vzniká v dôsledku

- a) Zväčšenia prietoku vody vo vodnom toku*
- b) Vzniku prekážky alebo tvorby prekážky vo vodnom toku, na brehu vodného toku alebo na stavbe, objekte alebo na zariadení križujúcom vodný tok, ktorá spôsobila vzdutie vody a jej vyliatie na priľahlé územie.*
- c) Dlhotrvajúcich zrážok alebo intenzívnych zrážok, topenia sa snehu po povrchu z priľahlej oblasti.*
- d) Prítoku vody zo zrážok alebo prítoku vody z topiaceho sa snehu povrchu z priľahlej oblasti.*
- e) Stúpnutia hladiny podzemnej vody nad povrch následkom dlhotrvajúceho vysokého stavu v priľahlom vodnom toku alebo následkom dlhotrvajúcich zrážok“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).*

1.2.2 Stupne povodňovej aktivity

„Stupne povodňovej aktivity charakterizujú mieru nebezpečenstva povodne, ktorá je vyjadrená určenými vodnými stavmi alebo prietokmi vo vodných tokoch a na vodných stavbách. V povodňových plánoch sú stanovené tri stupne povodňovej aktivity, pričom III. stupeň povodňovej aktivity charakterizuje najväčšie ohrozenie povodňou“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

I. Stupeň povodňovej aktivity nastáva

- a) „pri dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne a pri stúpajúcej tendencii hladiny vody; spravidla je to stav, keď*

- 1. sa voda vylieva z koryta vodného toku a dosahuje päťu hrádze pri ohrádzovanom vodnom toku; päťa*

hrádze je prienik líca hrádze s terénom a tiež časť hrádze pri tomto prieniku,

2. hladina vody stúpa a je predpoklad dosiahnutia brehovej čiary koryta neohradzovaného vodného toku,

b) na začiatku topenia snehu pri predpoklade zväčšovania odtoku podľa meteorologických predpovedí a hydrologických predpovedí,

c) pri výskyte vnútorných vôd, ak je hladina vody v priľahlých vodných tokoch vyššia ako hladina vnútorných vôd“ (Slovenská republika, Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

1. Stupeň povodňovej aktivity zaniká

a) „pri poklese hladiny vodného toku pod úroveň určenú povodňovým plánom a vtedy, keď má hladina vody klesajúcu tendenciu,

b) na neohradzovaných vodných tokoch, keď voda klesne pod brehovú čiaru,

c) pri výskyte vnútorných vôd, keď je hladina vody v priľahlých vodných tokoch nižšia ako hladina vnútorných vôd a vnútorné vody možno odvádzať samospádom“ (Slovenská republika, Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

II. Stupeň povodňovej aktivity sa vyhlasuje

a) „pri dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne a pri stúpajúcej tendencii hladiny vody; na neohradzovanom vodnom toku, ak hladina vody v koryte vodného toku dosiahne brehovú čiaru a má stúpajúcu tendenciu,

b) počas topenia snehu, ak podľa informácie poskytnutej predpovednou povodňovou službou možno očakávať rýchle stúpanie hladín vodných tokov,

c) vtedy, keď vodou unášané predmety vytvárajú v koryte vodného toku, na moste alebo na priepuste bariéru, pričom hrozí zatarasenie prietokového profilu a vyliatie vody z koryta vodného toku,

d) pri chode ľadov na vyššie položených úsekoch vodných tokov v povodí, keď sa predpokladá vznik ľadovej zátarasy, ľadovej zápchy a hrozba vyliatia vody z koryta vodného toku,

- e) *pri tvorbe vnútrovodného ľadu a zamrznutí vody v účinnom prietokovom profile, keď sa predpokladá vyliatie vody z koryta; účinný prietokový profil je časť prietokového profilu, v ktorom prúdi voda v smere odtoku,*
- f) *pri výskyte vnútorných vôd, ak sa prečerpávaním vody dodrží maximálna hladina vnútorných vôd stanovená v manipulačnom poriadku vodnej stavby“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).*

III. Stupeň povodňovej aktivity sa vyhlasuje

- a) *„pri dosiahnutí vodného stavu alebo prietoku určeného v povodňovom pláne,*
- b) *na neohrádzovanom vodnom toku pri prietoku presahujúcom kapacitu koryta vodného toku, ak voda zaplavuje priľahlé územie a môže spôsobiť povodňové škody,*
- c) *na ohrádzovanom vodnom toku pri nižšom stave, ako je vodný stav určený pre III. stupeň povodňovej aktivity, ak II. stupeň povodňovej aktivity trvá dlhší čas alebo ak začne premokať hrádza, prípadne nastanú iné závažné okolnosti, ktoré môžu spôsobiť povodňové škody,*
- d) *vtedy, keď vodou unášané predmety vytvorili v koryte vodného toku, na moste alebo priepuste bariéru a voda sa vylieva z koryta vodného toku a môže spôsobiť povodňové škody,*
- e) *pri chode ľadov po vodnom toku alebo vo vodnej nádrži, ak je priame nebezpečenstvo vzniku ľadovej zátarasy, ľadovej zápchy alebo ak sa zátarasa alebo zápcha už začala tvoriť a voda sa vylieva z koryta vodného toku a môže spôsobiť povodňové škody,*
- f) *pri výskyte vnútorných vôd, ak pri plnom využití kapacity čerpacej stanice a pri jej nepretržitej prevádzke voda stúpa nad maximálnu hladinu určenú manipulačným poriadkom vodnej stavby,*
- g) *pri privalových dažďoch extrémnej intenzity.*
- h) *pri záplave územia vodou z koryta vodného toku pod vodnou stavbou, ktorú spôsobila porucha alebo havária objektov alebo*

zariadení vodnej stavby“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

2. Stupeň povodňovej aktivity a 3. stupeň povodňovej aktivity sa odvoláva, keď

- a) „vodný stav a prietok klesne pod hladinu určenú v povodňovom pláne,*
- b) pominú dôvody, na základe ktorých sa vyhlásil II. stupeň povodňovej aktivity alebo III. stupeň povodňovej aktivity a vykonali sa nevyhnutné technické opatrenia na zamedzenie vzniku ďalších povodňových škôd“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).*

1.2.3 Ochrana pred povodňami

Ochranu pred povodňami upravuje Zákon č. 7/ 2010 Z. z. „Zákon o ochrane pred povodňami“ nasledovne.

- 1. „Ochrana pred povodňami sú činnosti, ktoré sú zamerané na zníženie povodňového rizika na povodňami ohrozovanom území, na predchádzanie záplavám spôsobovanými povodňami a na zmierňovanie nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť.“*
- 2.** Ochranu pred povodňami vykonávajú:
 - a) „orgány ochrany pred povodňami podľa § 22 ods. 1,*
 - b) ostatné orgány štátnej správy,*
 - c) orgány územnej samosprávy,*
 - d) povodňové komisie,*
 - e) správca vodohospodársky významných vodných tokov a správcovia drobných vodných tokov,*
 - f) vlastníci, správcovia a užívatelia pozemkov, stavieb, objektov alebo zariadení, ktoré sú umiestnené na vodnom toku alebo v inundačnom území,*
 - g) zhotovitelia stavieb, ktoré zasahujú do vodného toku alebo na inundačné územie,*
 - h) iné osoby.“*
- 3.** *„Každý je povinný vykonať opatrenia umožňujúce plynulý a neškodný odtok vody na pozemkoch, stavbách, objektoch a zariadeniach, ktoré má vo vlastníctve, v správe alebo v užívaní.“*

4. „Osoba, ktorá zistí nebezpečenstvo povodne alebo povodeň, je povinná to ihneď ohlásiť koordináčnemu stredisku integrovaného záchranného systému na jednotné európske číslo tiesňového volania 112. Koordináčné stredisko integrovaného záchranného systému informáciu o povodňovej situácii bezodkladne oznámi orgánu ochrany pred povodňami, obci ohrozenej povodňou, správcovi vodohospodársky významných vodných tokov, alebo správcovi drobného vodného toku. Osoba, ktorá vypracúva povodňový plán podľa § 10, oznamuje povodeň subjektom určeným v povodňovom pláne“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

Podľa Zákona č. 42/ 1994 Z. z. je každý prevádzkovateľ vodnej stavby povinný zabezpečiť prevádzku aj výstavbu systému varovania a vyrozumienia na ohrozenom území (Slovenská republika zákon 42/ 1994 Z. z.). Taktiež správca významného vodného toku vypracúva a každoročne aktualizuje povodňový plán zabezpečovacích prác (Slovenská republika vyhláška MŽP Slovenskej republiky č. 261/ 2010 Z. z.).

Evakuácia obyvateľstva je vykonávaná až po vyhlásení mimoriadnej situácie prípadne iného krízového stavu podľa ústavného zákona č. 227/ 2002 Z. z. (Slovenská republika Zákon č. 227/ 2002 Z. z.). Evakuácia je zabezpečovaná subjektami štátnej správy Slovenskej republiky v kooperácii so zložkami IZS (Buzalka, Hričková 2004). Je vykonávaná z dôvodu nevyhnutného časového obmedzenia pohybu osôb na ohrozenom území (Slovenská republika vyhláška MV Slovenskej republiky 75/ 1995 Z. z.). Dĺžka časového obmedzenia je určená až po vyhlásení mimoriadnej situácie (Seidl 2014).

1.2.4 Riadenie a zabezpečovanie ochrany pred povodňami

Podľa Zákon č. 7/ 2010 Z. z. orgány ochrany pred povodňami tvoria:

- Ministerstvo
- Okresné úrady v sídle kraja
- Okresné úrady

Obce zabezpečujú ochranu pred povodňami a ich riadenie.

Povodňové komisie sú zriaďované vládou, orgánmi ochrany pred povodňami a obcami. Povodňová komisia je zriaďovaná ako poradný a výkonný orgán.

Povodňové komisie tvoria:

- Ústredná povodňová komisia
- Krajská povodňová komisia
- Okresná povodňová komisia
- Povodňové komisie obcí

V prípade vyhlásenia 3. stupňa povodňovej aktivity môže okresný úrad a okresný úrad v sídle kraja zriadiť operačnú skupinu ochrany pred povodňami podľa § 11 ods. 11 písm. b) a c) . Jej činnosť je upravená pracovným poriadkom operačnej skupiny, ktorý je schválený prednostom okresného úradu alebo prednostom okresného úradu v sídle kraja (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

2 Ciele práce a výskumná otázka

Táto kapitola definuje stanovené výskumné ciele diplomovej práce spolu s výskumnou otázkou. Zodpovedaním výskumnej otázky by mali byť naplnené výskumné ciele tejto diplomovej práce.

2.1 Ciele práce

1. SWOT analýza bezpečnostných prvkov vodného diela.
2. Analýza dopadu na Vážsku kaskádu v prípade narušenia vodného diela.

2.2 Výskumná otázka

Aké sú možnosti zabezpečenia vodného diela pred vonkajšími narušiteľmi?

3 Metodika práce

Teoretická časť diplomovej práce bola vypracovaná na základe dostupnej literatúry a zdrojov. Na vyhľadanie odbornej literatúry a elektronických zdrojov bola využitá metóda rešerš, na základe ktorej mohlo dôjsť k analýze dostupných zdrojov a následne k ich syntéze.

V praktickej časti diplomovej práce bola po získaní potrebných informácií a na základe pozorovania vypracovaná SWOT analýza a analýza rizík pomocou metódy „What if“. Po vypracovaní a vyhodnotení týchto analýz bol vypracovaný návrh opatrení, ktoré si kládli za cieľ zvýšiť úroveň zabezpečenia vodného diela Liptovská Mara.

3.1 SWOT analýza

SWOT analýza je jednou z metód strategickej analýzy. Táto metóda je predovšetkým využívaná pri potrebách plánovania činnosti a rozvoja danej organizácie. Skratka SWOT je odvodená zo štyroch anglických slov: Strengths, Weaknesses, Opportunities a Threats. Tieto slová v preklade znamenajú: silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby (Synek 2011).

SWOT analýza sa graficky znázorňuje pomocou maticového grafu, ktorý zobrazuje základné väzby medzi jednotlivými zložkami. Slabé a silné stránky patria medzi interné záležitosti organizácie. Hrozby a príležitosti prichádzajú z vonkajšieho prostredia (Grasseová 2006).

Na základe zistení, ktoré vyplývajú z analýzy je nutné identifikovať problémové oblasti, ktoré chceme rozvíjať, prípadne udržať na rovnakej úrovni, definovať stav oblasti, ktorý chceme dosiahnuť a bude pre nás cieľový a stanoviť opatrenia, ktoré musia byť vykonané (Grasseová 2006).

3.1.1 Postup realizácie SWOT analýzy

Postup realizácie SWOT analýzy možno zhrnúť do troch nasledujúcich bodov:

1. Identifikácia a vyhodnotenie silných a slabých stránok organizácie.
2. Identifikácia a vyhodnotenie príležitostí a hrozieb prichádzajúcich z vonkajšieho prostredia.
3. Tvorba maticového grafu SWOT (Grasseová 2006).

3.2 „What if“ analýza

Je systematická analytická technika, ktorá však nemá príliš prísnu štruktúru. Využitie tejto metódy je pomerne univerzálne a jej výstupom je slovný popis potencionálnych problémov, prípadne rizík vrátane doporučení ako im predchádzať.

Pomocou otázok začínajúcich „What if ...?“ v preklade „Čo sa stane ak ...?“ formulujeme otázky a hľadáme odpovede na neočakávané udalosti, ktoré sa môžu vyskytnúť, pričom sa jedná o veľmi účinnú a efektívnu metódu. Vytváranie otázok závisí na skúsenosti osoby, ktorá túto analýzu vytvára a z tohto dôvodu by mala mať o danej problematike dostatočné vedomosti. Po generovaní otázky „Čo sa stane ak ...?“ sa odhadujú samotné následky udalosti, ktorá by nastala (Rizzi 2008).

Pred samotnou analýzou je dôležitá príprava, ktorá spočíva v zhromaždení všetkých dostupných podkladov súvisiacich s danou problematikou (Rizzi 2008).

3.3 Postup pri tvorbe analýzy

- Definovanie oblasti záujmu
- Určenie cieľov
- Vytvorenie otázok „Čo sa stane ak ...?“
- Vytvorenie odpovedí na otázky
- Vytvorenie opatrení na dané problémy (Rizzi 2008).

4 Výsledky

4.1.1 Extrémne dlhotrvajúce zrážky

Prípadný výskyt dlho trvajúcich zrážok by mal za následok zvýšenie vodnej hladiny vo vodnej nádrži Liptovská Mara. V prípade, že by sa dal tento jav predpokladať, respektíve predpovedať, tak by Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) vydal hydrologickú výstrahu, pričom jej stupeň by sa odvíjal od predpovede zrážok, ktoré by mali spadnúť. O vydaní hydrologickej výstrahy by bol vyzoomený prevádzkovateľ Vodného diela Liptovská Mara a ten by sa na danú situáciu mohol vopred pripraviť prijatím opatrení. V závislosti na predpovedi množstva zrážok a aktuálnej výšky hladiny na vodnom diele by došlo k prepočtu, či by mohlo dôjsť ku kompletnému naplneniu vodnej nádrže alebo či by existovalo potencionálne riziko vo forme preliatia. Pred samotnými zrážkami je možné hladinu vodného diela znížiť preventívnym vypustením vody a to tak, aby to bolo bezpečné pre obce nachádzajúce sa pod Vodným dielom Liptovská Mara. Týmto krokom by sa zabezpečila väčšia kapacita vodnej nádrže. Počas výskytu dlho trvajúcich zrážok dôjde k monitoringu výšky hladiny vo vodnej nádrži a taktiež k sledovaniu predpovedi počasia, ako aj samotnému vývoju počasia. Podľa aktuálnych podmienok dôjde k priebežnému znižovaniu vodnej hladiny, aby sa zabezpečil dostatočný rezervný objem vodnej nádrže.

V prípade zlého vývoja situácie, neustále sa zvyšujúcej hladiny vodnej nádrže a existencie rizika vzniku povodní prevádzkovateľ vodného diela informuje príslušné úrady a tie prijmu ďalšie opatrenia. Ak by došlo k maximálnemu naplneniu vodného diela, tak by mohlo dôjsť k preliatiu priehradného múru, čo by malo za následok nekoordinované pretekánie vody mimo koryta rieky. Tento jav by zapríčinil povodne a ohrozil obyvateľstvo nachádzajúce sa pod vodným dielom Liptovská Mara.

4.1.2 Extrémne dlhotrvajúce sucho

Klimatické zmeny čoraz častejšie zapríčiňujú extrémne výkyvy počasia a to aj v lokalitách, ktoré na to neboli v minulosti zvyknuté.

V prípade, že dôjde k obdobiu, počas ktorého sa nevyskytnú zrážky, dôjde k zníženiu prítoku vody do Vodnej nádrže Liptovská Mara a to by malo za následok postupné znižovanie vodnej hladiny vo vodnom diele. Znížená hladina vodného diela by

ohrozovala prevádzku Vodnej elektrárne Liptovská Mara a nakoľko táto elektráreň zásobuje veľkú časť územia Slovenska bolo by ohrozené veľké množstvo odberných miest. Znížená hladina vodného diela by mohla zapríčiniť nižšiu výrobu elektrickej energie a to by mohlo ohroziť stabilitu elektrickej siete. Ak by k takémuto javu došlo, tak by niektoré odberné miesta mohli ostať bez dodávok elektrickej energie, respektíve by mohlo dôjsť k takzvanému „blackout-u“. V prípade, že by bol možný výskyt takejto situácie, tak by prevádzkovateľ vodnej elektrárne informoval príslušné úrady a tieto by prijali niektoré z krízových opatrení, aby došlo k odvráteniu tejto situácie.

Vo vodnom diele sa nachádza množstvo vodných živočíchov a tieto by boli tak isto ohrozené a to v závislosti na výške vodnej hladiny vo vodnej nádrži. V znižujúcej sa hladine by došlo k postupnému úhynu týchto živočíchov.

4.1.3 Dopravná nehoda

Cez priehradný múr vodného diela prechádza verejne prístupná cesta pre motorové vozidlá. Prejazd vozidiel nie je kontrolovaný a to znamená, že sa na tejto ceste môže nachádzať ťažké vozidlo alebo vozidlo prevážajúce nebezpečnú látku.

V prípade, že dôjde k úniku nebezpečnej látky, ktorá by bola prevážaná po tejto ceste, tak môže dôjsť ku kontaminácii vodného toku, čím sa znehodnotí samotná voda, ale zároveň dôjde k úhynu vodných živočíchov nachádzajúcich sa vo vodnej nádrži. To by malo za následok vznik ekologickej katastrofy, ktorej rozsah by závisel od množstva a druhu látky, ktorá by unikala do okolia.

V prípade dopravenej nehody vozidla prechádzajúceho cez priehradný múr môže dôjsť k úniku ropných produktov do vodného toku, čo zapríčini ropnú haváriu a ekologickú katastrofu. Taktiež by došlo k potencionálnemu ohrozeniu samotného priehradného múru a to v prípade, že by vozidlo narazilo do časti múru alebo do jeho súčasti potrebného na prevádzku. Ak dôjde k požiaru samotného vozidla, respektíve látok, ktoré preváža, môže byť ohrozená prevádzka vodnej elektrárne, prípadne súčasti priehradného múru. V prípade pádu vozidla do vodnej nádrže by bolo nutné toto vozidlo z nádrže odstrániť, aby neohrozovalo prevádzku vodnej elektrárne.

4.1.4 Teroristický útok

Vodné dielo Liptovská Mara nie je nijakým spôsobom zabezpečené pred prípadným útokom, z čoho môžu vyplývať možné riziká spojené s teroristickým útokom na tento strategický objekt.

Teroristický útok môže mať viacero podôb. Ak dôjde k odpáleniu výbušniny vo vozidle, ktoré prechádza po ceste vedúcej cez priehradný múr môže dôjsť k narušeniu priehradného múru. Po tomto jave môže nastať úplné pretrhnutie priehradného múru, čo by znamenalo povodne veľkého rozsahu, nakoľko by došlo k vyliatiu časti, respektíve celého obsahu vodnej nádrže. V prípade deštrukcie priehradného múru taktiež dôjde k zastaveniu výroby elektrickej energie vo vodnej elektrárni a to zapríčiní nestabilitu elektrickej siete, prípadne obmedzenie dodávok elektrickej energie na niektoré odberné miesta.

Výbušnina môže byť umiestnená v ktorejkoľvek časti priehradného múru, nakoľko je voľne prístupný zo všetkých strán. V závislosti od množstva výbušnej látky môže dôjsť k čiastočnému alebo úplnému poškodeniu a následne k vyliatiu vody z vodnej nádrže. To by znamenalo povodne veľkého rozsahu a ohrozenie veľkej časti obyvateľstva. Ak by sa jednalo o čiastočné poškodenie priehradného múru, tak by vznikol čas na aktiváciu IZS a orgánov zabezpečujúcich krízové riadenie a mohlo by dôjsť k evakuácii ohrozeného obyvateľstva nachádzajúceho sa pod Vodným dielom Liptovská Mara.

Priehradný múr môže byť ostreľovaný z väčšej vzdialenosti, čím môže dôjsť k narušeniu priehradného múru prípadne aj k úplnej deštrukcii. Za následok by to malo vyliatie obsahu vodnej nádrže, povodne veľkého rozsahu a zastavenie výroby elektrickej energie.

V prípade cieleného útoku na vodnú elektrárňu môže dôjsť k obmedzeniu výroby elektrickej energie, čo by malo za následok nestabilitu elektrickej siete. Ak by došlo k úplnému zastaveniu výroby elektrickej energie, tak by došlo k prerušeniu dodávok elektrickej energie do odberných miest. V prípade kybernetického útoku na vodnú elektrárňu môže nastať „blackout“, prípadne môže útočník prevziať kontrolu nad vodnou elektrárnou.

Teroristický útok prichádza nečakane a nemožno sa na neho vopred pripraviť. To znamená, že po takomto útoku by boli aktivované zložky IZS, Polícia Slovenskej republiky, orgány krízového riadenia a taktiež ozbrojené zložky. Následky útoku na obyvateľstvo by záviseli od jeho rozsahu a taktiež stupňa poškodenia priehradného múru.

4.2 Povodie rieky Váh

Oblasť povodia zahŕňa dve čiastkové hydrologické povodia a to povodie Váh a Nitru. Tie sa ďalej delia na 16 základných povodí. Geograficky sa rozprestiera na severnej a západnej časti Slovenska. Na západnej strane krajiny susedí povodie Váhu s povodím Moravy. Váh s Nitrou ústi do Malého Dunaja pri obci Kolárovo. Hranica povodia končí pri sútoku s Dunajom v Komárne na kóte 107,0 m. n. B. (Abaffy a kol. 1979). Medzi prítoky Váhu patrí Orava, Rajčianka, Kysuca, Turiec, Malý Dunaj. Váh má podiel na celoslovenskej vodnosti približne 37 % (Pekárová a kol. 2018).

V povodí rieky Váh sa nachádzajú nasledujúce vodné diela (vybudované/
pripravované):

Tabuľka 1 Vodné diela v povodí rieky Váh

Orava	Tvrdošín	Čierny Váh	Liptovská Mara
Bešeňová	Krpelany	Sučany	Lipovec
Hričov	Mikšová	Považská Bystrica	Nosice Dolné Kočkovce – Ladce
Ilava	Dubnica	Skalka	Trenč. Biskupice
Nové mesto n. Váhom	Horná Streda	Drahovce – Madunice	Trenč. Teplice
Dubník	Dubník II.	Čerenec	Boleráz
Nitrianske Rudno	Nováky	Veľké Uherce	Duchonka
Jelšovce	Nitra	Kráľová	Neded
Zelenice	Chmelienec	Liptovská Teplá	Lisková
Ružomberok	Rybárpole	Hrboltová	Švošov
Ľubochňa	Rojkov	Oravská Polhora	Dierová
Turček	Žilina	Strečno	Hoskora
Riečky	Nová Bystrica	Tužina	Liešťany
Nitrianske Sučany			

(Zdroj: Abaffy a kol. 1979)

V povodí rieky Váh sa nachádza spolu 15 809 km tokov. Tieto toky spolu vytvárajú priemernú hustotu riečnej siete 0,094 km/ km² (Abaffy a kol. 1979).

Povodie Váhu je regulované vodnými nádržami Orava a Liptovská Mara. Prietok riekou je regulovaný tak, aby boli v rámci možnosti rešpektované záujmy všetkých užívateľov (Abaffy a kol. 1979).

4.2.1 Váh

Najvýznamnejšia a najdlhšia rieka na Slovensku je práve rieka Váh s dĺžkou 403 km, výškovým rozdielom 556 m a rozlohou povodia 19 696 km² (Pekárová a kol. 2018). Rieka vznikla sútokom Bieleho a Čierneho Váhu v oblasti nad Kráľovou Lehotou a končí pri Komárne, kde sa vlieva do Dunaja. Povodie sa delí na dve časti. Časť nad Žilinou sa označuje ako „horný Váh“. Nevyužitý úsek pod Hlohovcom sa označuje ako „dolný Váh“ (Abaffy a kol. 1979).

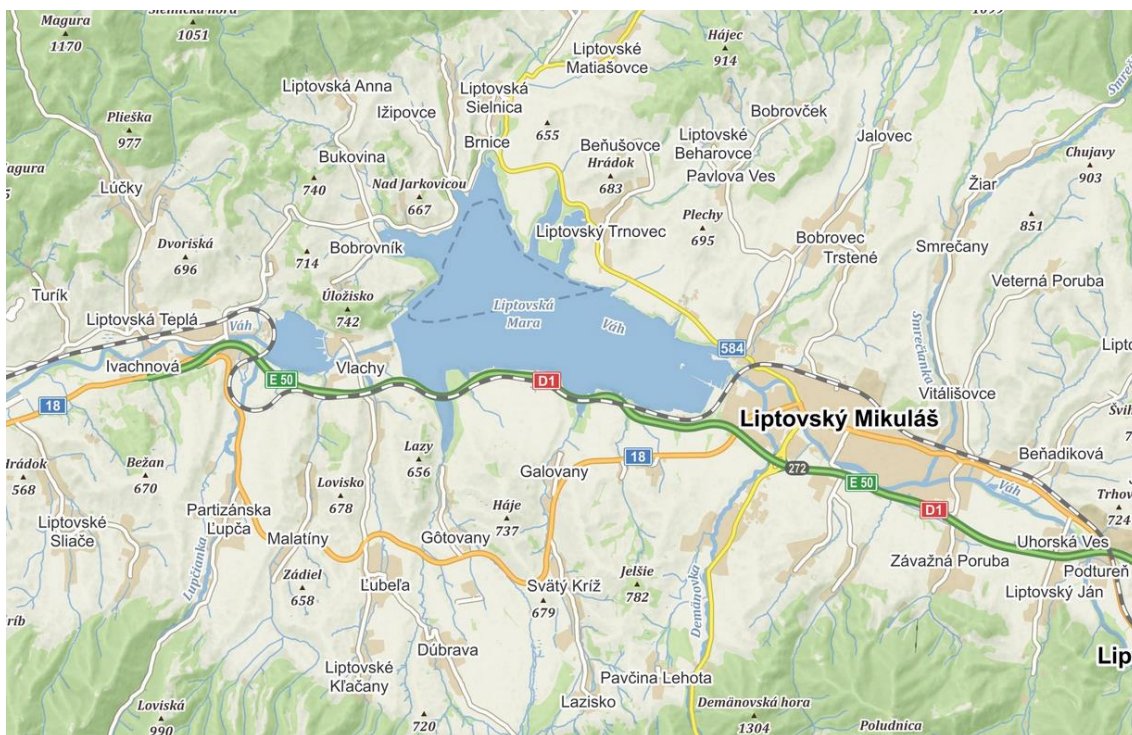
Prítoky sú prevažne pravostranné. Povodie má asymetrický, pretiahnutý a zakrivený tvar (Abaffy a kol. 1979).

4.2.2 Rieka Nitra

Rieka Nitra mala pôvodne 243 km. Vybudovaním prekládky do Váhu sa v roku 1950 skrátila na 170 km. Rieka prekonáva výškový rozdiel 691 m. Prítoky do rieky sú prevažne pravostranné. Najvýznamnejšími prítokmi rieky Nitra sú Handlovka, Bebrava, Radošinka, Dlhý kanál, Žitava (Abaffy a kol. 1979).

4.3 Vodné dielo Liptovská Mara

Vodné dielo Liptovská Mara sa nachádza v Liptovskej kotline na strednom Liptove, medzi mestom Liptovský Mikuláš a obcou Liptovská Teplá, na povodí rieky Váh. Na severovýchod od vodného diela sa nachádzajú Západné Tatry. Z južnej strany je obklopená Nízkymi Tatrami a na západnej strane sa nachádza Veľká, respektíve Malá Fatra. Chočské vrchy sa nachádzajú severozápadne od vodného diela (Bednárková 2010).



Obrázok 13 Geografická poloha vodného diela Liptovská Mara

(Zdroj: Mapy.cz, dostupné online: <https://mapy.cz>)

Výstavbu vodného diela Liptovská Mara zabezpečovala spoločnosť Váhostav, n. p. a to v rokoch 1965 – 1975. S celkovým objemom vodnej nádrže 361, 9 mil. m³ sa stala najväčšou vodnou nádržou na Slovensku.

4.3.1 Legislatívna príprava

V uznesení vlády ČSSR č. 669 zo dňa 16. 08. 1961 sa nachádza schválenie investičnej úlohy vodného diela Liptovská Mara s vodnou nádržou o objeme 360 mil. m³, spolu so zabezpečením priemerného prietoku pod priehradou o objeme 24,4 m³/s⁻¹. Ďalej sa v uznesení vlády ČSSR uvádza zníženie storočnej veľkej vody z 550 m³/s⁻¹ na 240 m³/s⁻¹. V úvahe bola aj elektrárň s výkonom 103 MW a vyrovnávacou nádržou o objeme 7,6 mil. m³ spolu s inštalovanou priebežnou elektrárnou s výkonom približne 4,5 MW. Celkové náklady na investíciu sa odhadovali na 1030 mil. Kčs (Chmelár 1979).

Uznesenie vlády taktiež nariad'ovalo využiť humus zo zátopovej oblasti, ktorý mal byť použitý na zúrodnenie pôdy štátnych majetkov a jednotných roľníckych družstiev (JRD). Náhradná bytová výstavba mala byť v súlade so zásadami pre výstavbu

socialistickej dediny a mali sa riešiť náhradné byty pre obyvateľov zátopovej oblasti (Chmelár 1979).

V roku 1963 bol schválený pôvodný projekt vodného diela v rozsahu uznesenia vlády ČSSR z roku 1961 (Chmelár 1979).

Dňa 27. 05. 1964 prijala vláda ČSSR uznesenie č. 288, v ktorom súhlasila so začatím stavebnej prípravy územia pre výstavbu Vodného diela Liptovská Mara, ktorá bola naplánovaná na rok 1965. Toto uznesenie riešilo aj problematiku výkupu nehnuteľností, presídlenia a využitia vody na zavlažovanie (Chmelár 1979).

Slovenská socialistická republika (SSR) v uznesení vlády č. 386 zo dňa 29. 12. 1969 k správe o výstavbe vodného diela Liptovská Mara berie na vedomie, že sa ku 01. 07. 1969 na vodnom diele preinvestovalo 3031, 7 mil. Kčs. Zároveň, že kontinuálne s výstavbou vodného diela pokračuje vysídľovanie obyvateľstva. S prihliadnutím na potreby národného hospodárstva a na efektívnosť, toto uznesenie nariaďuje urýchliť dokončenie vodného diela tak, aby bol prvý agregát spustený do skúšobnej prevádzky v októbri roku 1975 a zároveň štvrtý agregát uvedený do skúšobnej prevádzky v júli roku 1976 (Chmelár 1979).

Na vedomie sa bral fakt, že energetická bilancia SSR vyžadovala, aby sa nainštalovaný výkon vodného diela navýšil z pôvodnej hodnoty 100 MW na hodnotu 200 MW. Vzhľadom na zmenu výšky výkonu elektrárne, ktorá so sebou prinášala zmeny v technologických dodávkach a stavebných prácach sa menila aj výška rozpočtu na vybudovanie vodného diela. Upravený rozpočet na dostavbu bol 2 222 674 tis. Kčs (Chmelár 1979).

12. 12. 1972 prijalo podpredsedníctvo vlády ČSSR uznesenie č. 379 o sklátení výstavby vodného diela Liptovská Mara. Toto uznesenie ukladalo povinnosť vypracovať záväzný režim, aby bola možná montáž agregátov v priebehu roka 1975. Ďalej sa ukladala povinnosť zabezpečiť dodávku a montáž technologického zariadenia, dodávku strojov, preloženie železnice, výstavbu transformovne 400/ 110 kV (Chmelár 1979).

Dňa 10. 01. 1973 bolo prijaté uznesenie vlády SSR č. 4, ktoré určuje termíny stavebnej pripravenosti pre montáž agregátov nasledovne:

- K2 do 15. 05. 1974
- R2 do 15. 07. 1974
- K1 do 15. 10. 1974
- R1 do 15. 12. 1974

Uvedenie do prevádzky preložky železnice je naplánované do 31. 03. 1973. Prevedenie vody cez tunely dnových výpustov do 30. 04. 1973 a úplné dosypanie hrádze do 30. 06. 1975 (Chmelár 1979).

Dňa 28. 09. 1977 bolo prijaté vládne rozhodnutie SSR č. 333, ktoré riešilo rozpočtové náklady prác, ktoré neboli ukončené do uvedenia Vodného diela Liptovská Mara do trvalej prevádzky (Chmelár 1979).

4.3.2 Presídlenie obcí

Z dôvodu výstavby vodného diela bolo nutné presídliť dokopy 10 obcí a 3 osady. Jednalo sa o obce Dechtáre, Čemice, Bobrovník, Vrbie, Sokolče, Palúdzka, Ráztky, Parižovce, Liptovská Mara, Liptovská Sielnica a osady Sestrč, Nežitovce, Nižný zádiel (Chmelár 1979).

Čo sa týka nehnuteľností, tak bolo presídlených 732 rodinných domov, 94 verejných budov, 49 štátnych domov a 10 budov Jednoty. Dokopy bolo presídlených 826 rodín, čo predstavovalo približne 4 000 obyvateľov (Chmelár 1979).

Investor stavby v rokoch 1962 až 1967 vykúpil súkromné nehnuteľnosti, pričom výkupná cena bola 67 miliónov Kčs (Chmelár 1979).

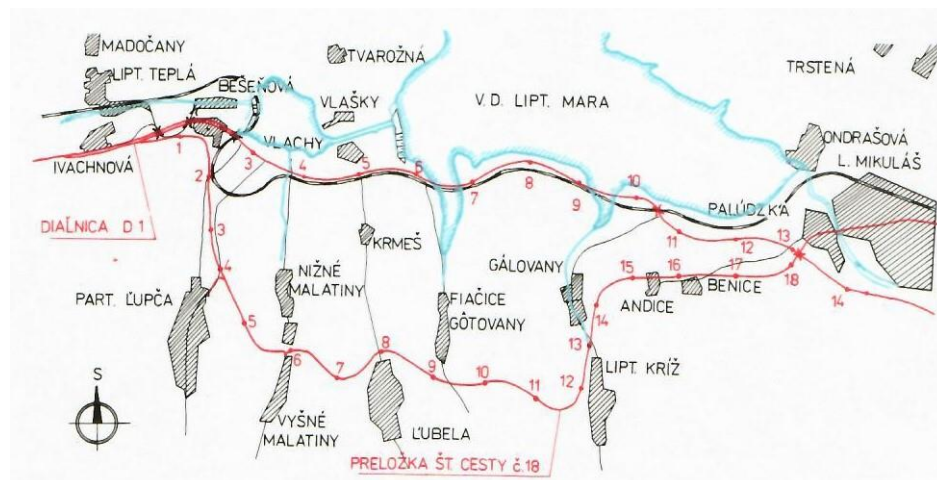
4.3.3 Orná pôda

V zmysle uznesenia vlády ČSSR bol odobratý humus z rozlohy 1 550 ha v celkovom množstve 480 000 m³. Tento humus bol použitý na vylepšenie pôdneho fondu a rekultiváciu existujúcich pozemkov v 14 liptovských lokalitách. V chotároch obcí Bešeňová, Parižovce a Čemice bolo vyťažených 150 000 m³ rašeliny, ktorá bola odkúpená Rašelinovými závodmi. Na jednej strane humus spod vodnej nádrže umožnil dosahovať vyššiu úrodnosť pôdy na Liptove. Na strane druhej zvýšený prietok Váhu

umožnil zavlažovať 110 000 ha pôdy na južnom Slovensku. Stratené výnosy na hornom povodí rieky Váh sa vrátili vo forme zvýšených výnosov na pôdach na južnom Slovensku (Chmelár 1979).

4.3.4 Prekládka štátnej cesty 1/18

Celkový úsek cesty, ktorý bol prekladaný mal dĺžku asi 13 km. Jednalo sa o preloženie cestného ťahu z údolia rieky Váh na svahy Nízkych Tatier, nad hladinu Vodnej nádrže Liptovská Mara a to v úseku od obce Liptovský Michal do Liptovského Mikuláša. Počas výstavby sa parametre cesty menili vzhľadom na postupný vývoj názorov na to, ako by mala byť cestná sieť vybudovaná. Pôvodná cesta 1. triedy v úseku Ivachnová – Liptovský Mikuláš sa nakoniec vybuďovala ako polovica diaľnice D1 (Chmelár 1979).



Obrázok 14 Prekládka štátnej cesty 1/18

(Zdroj: Chmelár 1979)

Druhá časť prekládky štátnej cesty 1/18 bola zamýšľaná ako druhá polovica diaľnice D1. Cestovný ruch však rástol nevídaným tempom a to by znamenalo, že prekládka štátnej cesty 1/18 by nemohla dlho slúžiť účelu, na ktorý bola projektovaná (Chmelár 1979).

V tom istom čase sa riešila prekládka cesty č. 4206 po severnej strane vodnej nádrže. Tranzit cez mesto Liptovský Mikuláš sa ukázal ako krajne nevyhovujúci pri dlhých trasách a do značnej miery to obmedzovalo a zaťažovalo obyvateľstvo. Z tohto dôvodu sa v priebehu výstavby vodného diela rozhodlo, že sa súčasne postaví diaľničný

úsek D1. Pri výstavbe boli zohľadnené stavebné kapacity, ktoré boli aktuálne k dispozícii a taktiež aj stavebné materiály, ktoré sa dali použiť. Na výstavbu by totižto bolo možné použiť materiál zo zátopovej oblasti vodného diela (Chmelár 1979).

Uznesenie vlády ČSSR č. 286 rozhodlo o novom úseku diaľnice D1 smerom na východ a začal sa budovať úsek Liptovský Mikuláš – Liptovský Ján (Chmelár 1979).

Novo budovaný diaľničný úsek v oblasti Liptovskej Mary ohraničujú dve križovatky a to v Ivachnovej a druhá v Liptovskom Mikuláši. Tým však vznikol opätovne problém preloženia zbernej komunikácie v oblasti vodného diela. Z tohto dôvodu bola vybudovaná nová prekládka štátnej cesty 1/ 18 v úseku Ivachnová – Liptovský Mikuláš v celkovej dĺžke približne 19,2 km. Daný úsek bol vyriešený veľmi účelne a navyše okrem dopravnej funkcie spĺňa aj estetickú funkciu v krajine (Chmelár 1979).

Tabuľka 2 Parametre prekládky cesty 1/ 18

Kategória	S 9,5/ 60 km
Dĺžka	19,1217 km
Zemné práce	729 000 m ³
Podsypné vrstvy	60 840 m ³
Cementová stabilizácia	40 560 m ³
Živičné stavby	47 101 m ³
7 mostov s plochou	1 865 m ²
Cena	169 412 000 Kčs

(Zdroj: Chmelár 1979)

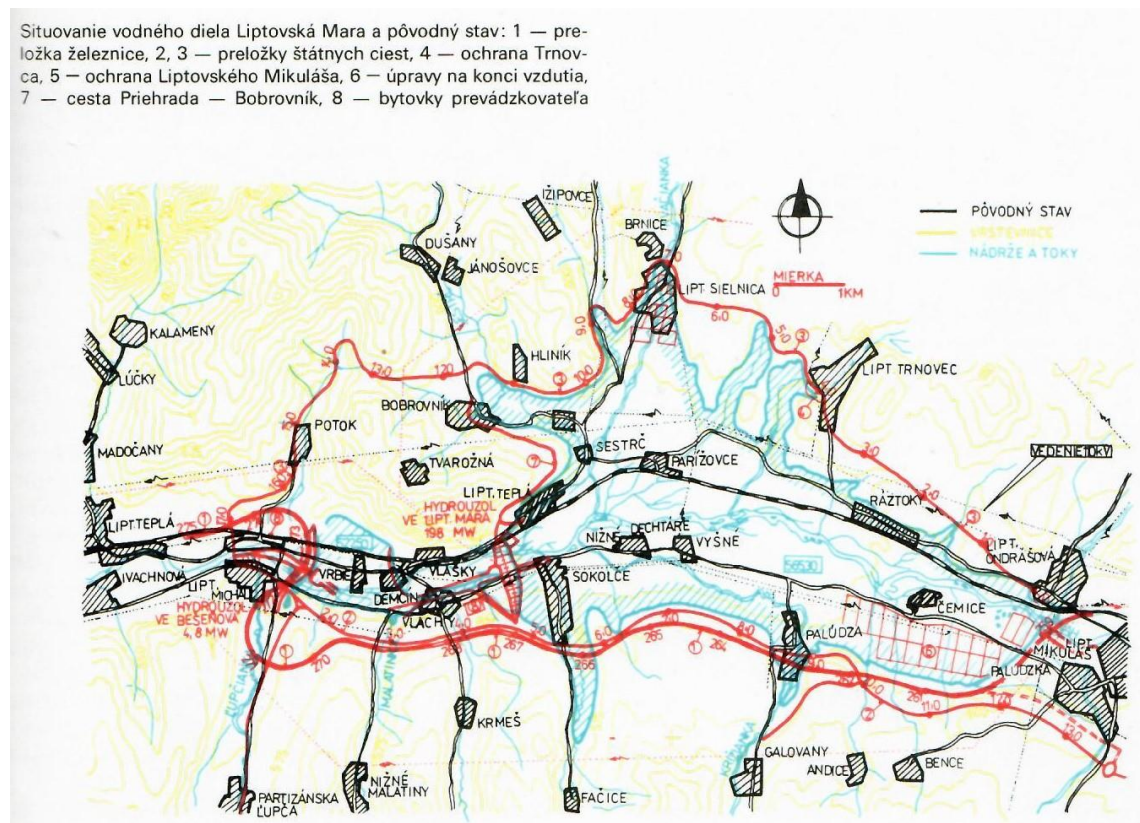
4.3.5 Prekládka železnice

Prekládka železničnej trate bola vykonaná v celkovej dĺžke 17 km. Viedla zo stanice Liptovská Teplá na ľavý breh nádrže, cez hrádzu Bešeňová. Križuje sa s prekládkou cesty 1/ 18 a spoločne s touto cestou sa tiahne až za obec Palúdzka, kde sa opätovne križuje s cestou. Následne prechádza cez rieku Váh a pripája sa do železničnej stanice Liptovský Mikuláš. Na trati sa nachádza 7 mostov, 2 železničné provizória, železničná zastávka v obci Vlašky a výhybňa v obci Palúdzka (Chmelár 1979).

4.3.6 Geologické podmienky

Veľkosť priehradného jazera nebola závislá od geologických a geomorfologických podmienok, ale od obmedzenia, ktoré vyplývalo zo sídliskovej aglomerácie na západnej strane mesta Liptovský Mikuláš (Abaffy, Lukáč 1991).

Zaujímavé je z geologického hľadiska najmä pravé zaviazanie. Priehradný profil nadväzuje na rozsiahle zväzlivé územie. Táto okolnosť na začiatku geologického prieskumu viedla k snahe vyhnúť sa zosuvom. Uvažovalo sa aj o splavení zosuvov. Pravostranné zaviazanie bolo vyriešené tým, že sa hrádza priehrady vklínila do neporušenej partie údolia medzi liptovsko - marský zosuv a druhý zosuv nad Vlaškami, na vzdušnej strane priehrady (Chmelár 1979). Prvoplánovo mali byť pri pravom zaviazaní gravitačné betónové bloky, na ktoré mali nadväzovať funkčné objekty (Kušnier 1970).



Obrázok 15 Situovanie vodného diela a pôvodný stav

(Zdroj: Chmelár 1979)

4.3.7 Zemné práce

Na Vodnom diele Liptovská Mara boli vykonané nasledujúce zemné práce:

Tabuľka 3 Rozsah zemných prác

Očistenie povrchu	133 000 m ³
Výkopy a odkopy	9 805 000 m ³
Násypy a zásypy	7 715 000 m ³
- Tesniace hliny	478 000 m ³
- Zahumusovanie	200 000 m ³
- Dlažba	245 000 m ³

(Zdroj: Chmelár 1979)

Celkový objem zemných prác bol počas stavby navýšený o stabilizačné prísypy zosuvných oblastí. Odstránenie a nahradenie nevhodných zemín a o ťažbu 5 mil. m³ štrkopieskov zo zatopenej oblasti.

4.3.8 Nádrž Liptovská Mara

Nádrž Liptovská Mara vznikla prehradením údolia Váhu. Vzduť nádrže zasahuje po mesto Liptovský Mikuláš a na vzdialenosť 8 km (ABAFFY a kol. 1979).

4.3.9 Hlavné parametre nádrže

Tabuľka 4 Hlavné parametre nádrže Liptovská Mara

Kóta max. hladiny: prevádzkovej/ retenčnej	565,3/ 566,0 m. n. B.
Výška zásobného objemu	25,3
Max. hĺbka	43,0 m
Max. hladina: plocha/ priemerná šírka	21,6 km ² / 2,7 km
Celkový ovládateľný objem nádrže	360,0 mil. m ³
Retenčný zásobný objem	14,5/ 320,5 mil. m ³

(Zdroj: ABAFFY a kol. 1979)

4.3.10 Priehrada Liptovská Mara

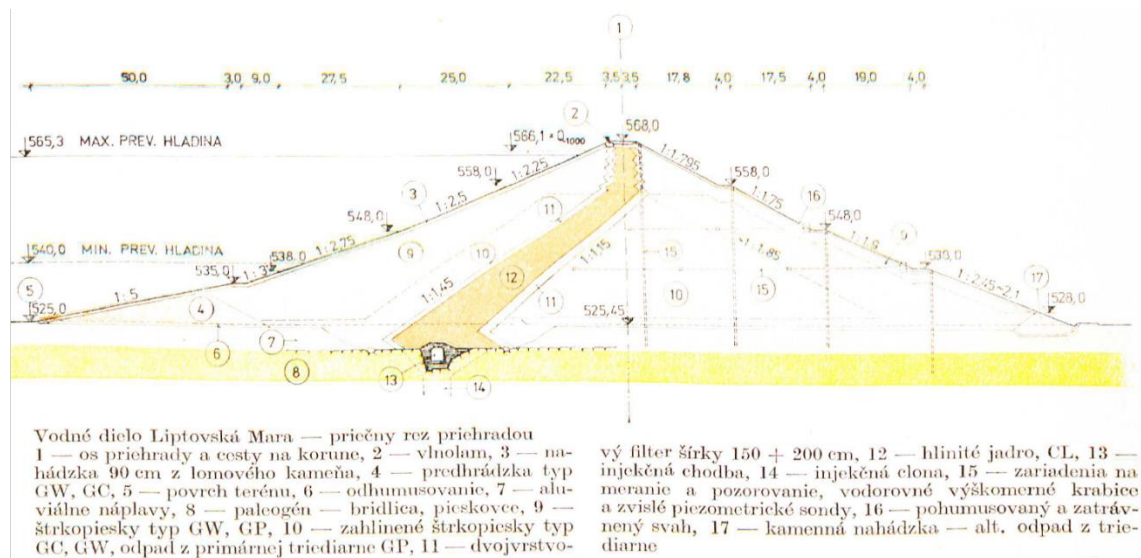
Priehrada sa nachádza na pravom brehu rieky Váh medzi obcami Vlašky a zaplavenou obcou Liptovská Mara. Je zviazaná do svahu medzi dvoma zosuvnými oblasťami. Nachádza sa nad obcou Vlašky, na ľavom brehu (Chmelár 1979). Priehrada je sypaná heterogénna priehrada so šikmým zalomeným tesnením na návodivej strane.

Na povrch skalného podložia sa napája hlinité tesnenie, do ktorého je zapustená injekčná štôlna (ABAFFY a kol. 1979).

2,7 m nad maximálnou prevádzkovou hladinou sa nachádza koruna priehrady, na ktorej je umiestnená verejná cesta.

Návodný svah je spevnený lomovým kameňom a je zakončený železobetónovým parapetným múrom s výškou 1 m. Vzdušný svah je zatrávnený a pohumusovaný. Nosná časť priehrady je tvorená štrkovitou zeminou vyťaženou z rieky Váh.

Retenčný priestor priehrady zachytí 100 ročný povodňovú vlnu so sploštením špičky z pôvodných $550 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ na $240 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. (Chmelár 1979).



Obrázok 16 Vodné dielo Liptovská Mara – pričný rez priehradou

(Zdroj: ABAFFY a kol., 1979)

4.3.11 Hlavné parametre priehrady

Tabuľka 5 Hlavné parametre priehrady Liptovská Mara

Koruna: šírka/ dĺžka v osi	7,0/ 1225,0 m
Výška priehrady: nad terénom/ nad základom	45,0/ 52,5 m
Kubatúra priehrady	3 600 000 m ³

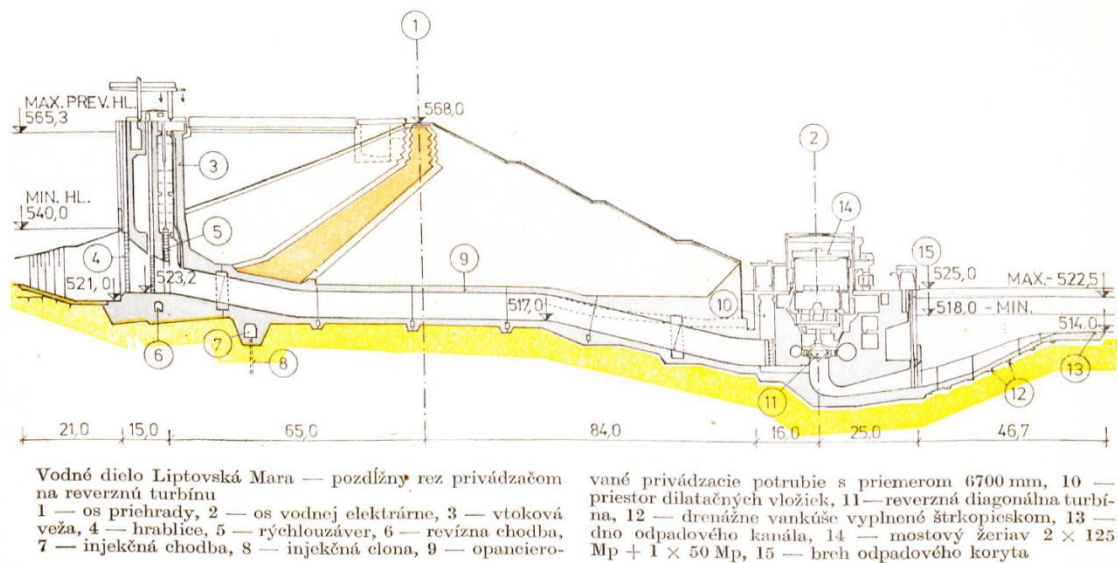
(Zdroj: ABAFFY a kol. 1979)

4.3.12 Funkčné zariadenia priehrady

Bezpečnostný prepad slúži na odvodnenie povodňových prietokov. Ten je situovaný na ľavom okraji priehrady spolu s prepadovou hranou na kóte 562,5 m n. B. Priepady o dĺžke 2 x 11 m hradia segmentové uzávery s hradiacou plochou 11,0 x 2,9 m, ktoré sa vyhradzuju pri prekročení maximálnej prevádzkovej hladiny priamou manipuláciou, prípadne pomocou diaľkového ovládania. Pri maximálnej retenčnej hladine je kapacita priepadu $240 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Do odpadového koryta vyúsťuje sklz, ktorý je zakončený odrazovým mostíkom a má dĺžku 750 m.

Do návodného svahu priehrady je zasunutý združený objekt vežovitého typu. Obsahuje uzáver dnového výpustu a uzávery vtokov štyroch privádzačov (Pavel 1991). Štyri privádzacie potrubia tvorené železobetónom o priemere 6700 mm vedú pod telesom priehrady a ich dĺžka je asi 150 m. Z tohto dôvodu neboli potrebné vyrovnávacie nádrže. Rýchlo uzáverom možno uzavrieť vtoky. Rýchlo uzávery majú hradiacu plochu $6,2 \times 8,6 \text{ m}$ a kapacita privádzačov je $4 \times 140 = 560 \text{ m}^3 \text{ za } \text{s}^{-1}$ (ABAFFY a kol. 1979).

Ďalšie dva tunely sa nachádzajú na pravej strane, pričom ich šírka je 5,0 m a vysoké 7,0 m. Dno sa nachádza na kóte 514,5 m n. B.. Tieto tunely slúžili počas výstavby vodného diela na prevedenie Váhu cez stavenisko. Dnový výpusť je vložený do vonkajšieho tunelu s priemerom 2900 mm a ten sa hradí tabuľovým uzáverom s rozmermi $6,2 \times 8,6 \text{ m}$ na návodnej strane s rozstrekovacím uzáverom na vzdušnej strane. Dnový výpusť má kapacitu $160 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Druhý tunel je uzavretý a prípadne, že hladina vody klesne pod kótu 540,0 m n. B. môže slúžiť na zrýchlené vypustenie vodnej nádrže (ABAFFY a kol. 1979).



Obrázok 17 Vodné dielo Liptovská Mara – pozdĺžny rez privádzacom na rezervnú turbínu

(Zdroj: ABAFFY a kol. 1979)

4.4 „What if“ analýza

Pomocou „What if“ analýzy sme identifikovali potenciálne riziká a hrozby, ktoré môžu mať vplyv na vznik mimoriadnej udalosti na Vodnom diele Liptovská Mara spolu s dopadom na Vážsku kaskádu. Cieľom tejto analýzy bolo stanovenie rizík a vypracovanie návrhu opatrení, ktoré by viedli k zvýšeniu zabezpečenia vodného diela, nakoľko sa jedná o strategický objekt štátu a vzniknutá mimoriadna udalosť by spôsobila škody veľkého rozsahu.

4.5 Vodná elektrárň Liptovská Mara

Vodná elektrárň sa nachádza na vzdušnej strane priehrady. Spolu s vežami je spojená železobetónovými tlakovými potrubiami s priemerom 6700 mm. Potrubia musia byť čo najkratšie, aby nebolo nutné budovať pred turbínami vyrovnávacie komory. Z tohto dôvodu sú vtokové veže aj elektrárň čiastočne zasunuté do telesa hrádzce (Chmelár 1979).



Obrázok 18 Vodná elektrárň Liptovská Mara

(Zdroj: <https://www.seas.sk/elektraren/pve-liptovska-mara/>)

Vodná elektrárň obsahuje štyri turbíny, z toho dve sú Kaplanové a ďalšie dve reverzibilné. Umiestnené sú striedavo v štyroch blokoch strojovne. Dvojica tunelov základových výpustov, cez ktoré sa previedla voda Váhu počas výstavby priehrady vedú vpravo od privádzačov a vodnej elektrárne pod hrádzou (Chmelár 1979).

Vzhľadom na čerpadlovú prevádzku sú osi turbín reverzibilných agregátov o 6,2 m hlbšie a to na kóte 508,80 a osi Kaplanových turbín sú na kóte 515,00. Adekvátne ku kótam sú aj základy blokov reverzibilných agregátov. Strojovňa vrátane montážneho bloku má dĺžku 124,3 m. Na oceľové špirály sú pripojené prírodné potrubia v komore dilatačných vložiek. Rýchlo uzávery uzatvárajú privod vody v odberných vežiach. Hala strojovne je po žeriavovú dráhu mostného žeriavu 2 x 125 t a zastrešenie nad žeriavovou dráhou je tvorené oceľovou konštrukciou. V suteréne elektrárne je umiestnená strojovňa, vykurovanie, sklady, akumulátor a iné pomocné zariadenia či priestory. Taktiež sa tu nachádza olejové hospodárstvo (Chmelár 1979).

Celkový inštalovaný výkon vodnej elektrárne je 198 MW pričom priemerná ročná výroba je 269 GWh. Prečerpávaním sa získava 191 GWh elektrickej energie (Chmelár 1979).

Slovenská elektrizačná a prenosová sústava a. s. (SEPS) plánuje v rokoch 2020 až 2029 modernizáciu elektrických staníc. Modernizácia spočíva v prechode na režim diaľkového ovládania a riadenia elektrárne, ktorý v súčasnej dobe nie je možný (SEPS 2019)

4.5.1 *Odpadný kanál vodnej elektrárne*

Dĺžka odpadného kanála je 2,01 km, šírka dna 46 m. Sklon svahov v palogéne 1 : 2, v alúviu 1 : 6 s maximálnou hydrostatickou hladinou v kanáli 522, 5 m. n. m. s maximom 518 m. n. m. Vyrovnávacia nádrž Vodnej elektrárne Liptovská Mara vedie kanál do vyrovnávacej nádrže Bešeňová, do ktorej kanál z hydrocentrály odvádza vodu alebo ju z nádrže Bešeňová prečerpáva naspäť do Vodnej elektrárne Liptovská Mara. Hladiny v kanáli sú rovnaké s maximálnou a minimálnou hladinou vyrovnávacej nádrže Bešeňová (Chmelár 1979).

4.6 Povodne počas výstavby

Počas výstavby vodného diela došlo k niekoľkým povodniam. Tá najhoršia bola dňa 30. 06. 1973. Jednalo sa o náhlu povodeň, ktorej predchádzal sled udalostí. Zvýšené vodné stavy, ktoré namáhali predhrádzku neboli nahlásené. Prvé narušenie vyriešila ťažká technika, keď bol nahrnutý štrk buldozénom. Zo stavebnej jamy boli presunuté stavebné mechanizmy. O 20. hodine a 40. minúte došlo k pretrhnutiu predhrádzky o dĺžke 10 až 12 m.

Povodeň vytvorila rozsiahle škody na stavbe a súčasne prispela k spomaleniu výstavby vodného diela. Voda prenikla do vnútorných priestorov rozostavaného vodného diela.

Na samotné odstránenie následkov povodne boli nasadené 3 rýpadlá, 2 buldozéry, 50 nákladných áut. Povodeň kulminovala o 3. hodine ráno s prietokom vody $177 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ (Chmelár 1979).

4.7 Riziká ovplyvňujúce prevádzku vodného diela

„Povodňové riziko je kombinácia pravdepodobnosti výskytu povodne a jej potenciálnych nepriaznivých dôsledkov na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť“ (Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z.).

Riziko porušenia vodného diela závisí od:

- a) Nepresného a nedostatočného odhadu následkov zdvihnutia hladiny vody vo vodnej nádrži
- b) Zložitosti prírodných podmienok v blízkosti vodného diela
- c) Úmyselného poškodenia zapríčineným ľudským faktorom pri rôznych stavebných činnostiach
- d) Nepriaznivého vplyvu okolia na vodné dielo
- e) Nedostatkov pri samotnom návrhu a prieskume, v čase výstavby a počas využívania vodného diela (Lukáč a kol. 2004).

V STN 73 6850 Sypané priehradné hrádze sa najčastejšie príčiny porúch na vodných dielach rozdeľujú do troch skupín:

- Hydrologické príčiny
- Geotechnické príčiny
- Iné

Počas samotnej výstavby vodného diela sa vyskytujú, respektíve môžu vyskytnúť riziká, ktoré nemožno eliminovať, respektíve ovplyvniť a riziká, ktoré sú zapríčinené zlyhaním ľudského faktora. Tieto riziká môžeme rozdeliť do dvoch skupín:

- Prírodné riziká
- Antropogénne riziká

Prírodné riziká sú nezávislé na ľudskej činnosti a vznikli v procesoch: tektonických, topologických, telurických a meteorologických (Zeleňáková 2009).

Antropogénne riziká majú súvislosť s vytváraním čo najlepších podmienok pre život človeka. Ľudstvo zasahuje do prírody a vytvára si samo pre seba lepšie životné podmienky, čím dochádza k ohrozeniu prírody a tým aj k vzniku samotných rizík, ktoré môžu byť zdrojom krízových javov (Šimák 2015).

4.7.1 Hydrologické príčiny

Sú závislé na dĺžke pozorovania a na matematickom a štatistickom spracovaní. Neistoty hydrologických podkladov pri navrhovaní funkčných objektov patria medzi najčastejšie hydrologické príčiny (Novák 2005). Okrem lokálnych faktorov ohrozujú vodné diela aj riziká spojené s globálnymi zmenami, medzi ktoré patrí: zemetrasenie, extrémne výkyvy teplôt, extrémne zrážky, a pod. Zhoršujúce sa meteorologické a klimatické pomery boli zistené na základe poznatkov z ekológie a environmentálnej vedy (Jurík 2018).

4.7.2 Geotechnické príčiny

Geotechnické príčiny súvisia s priesakom podložia, ale aj so samotným priesakom priehradného telesa. Prekročenie maximálnych povolených hodnôt filtračných rýchlostí a gradientov má za následok vznik filtračnej nestability a tá patri medzi prejavy pri priesakoch. Jedná sa hlavne o vodné diela vybudované na nevhodnom podloží. Pri

náhlych zmenách výšky vodnej hladiny vznikajú trhliny a zvyšuje sa riziko porušenia stability svahov (Abaffy, Lukáč 1991).

4.7.3 Iné príčiny

Tieto príčiny nie je možné ovplyvniť ľudskou činnosťou a jedná sa takzvané o „vyššiu moc“.

4.8 Povodne v povodí rieky Váh

V minulosti sme boli svedkami ničivých povodní vo vodných tokoch v povodí rieky Váh, ktoré sa vyskytovali pomerne často. Tento problém sa podarilo odstrániť vybudovaním vodohospodárskych nádrží Orava a Liptovská Mara (Poledňák, Orinčák 2011). Do doby pokiaľ boli dokončené tieto dve vodné diela sa povodeň väčšieho rozsahu vyskytovala priemerne raz za štyri roky. Kroniky obcí dokumentujú povodne v povodí rieky Váh od 16. storočia, pričom z údajov vyplýva, že sa Váh vylieval každoročne (Pekárová a kol. 2018).

V období od 19. storočia bola najkatastrofálnejšia povodeň v roku 1813. Táto povodeň si vyžiadala 287 ľudských životov. Hladina Váhu v Žiline kulminovala pri prietoku $3\,300\text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Povodeň spôsobila pomerne veľké materiálne škody na majetku občanov, spôsobila zosuv svahov, úroda na poliach bola zničená. Príčinou tejto ničivej povodne bolo stretnutie dvoch hlbokých tlakových porúch nad naším územím. Jednalo sa o povodeň veľkého rozsahu, pričom došlo k záplavám na území Poľska, Českej republiky a veľkej časti Slovenska. Podľa kroník na Slovensku boli zasiahnuté povodia riek Orava, Váh, Nitra, Hron, Torysa, Odra, Morava a Lužické Nisy. V Poľsku sa jednalo o povodie rieky Visla. V septembri toho istého roku došlo k druhej vlne povodní najmä na tokoch Dunaja, Spiša a Šariša (Pekárová a kol. 2018).



Obrázok 19 Povodeň v roku 1813 zasiahnuté územie

(Zdroj: Pekárová a kol. 2018)

V 19. a 20. storočí sa opakovane vyskytovali ničivé povodne. Tie najničivejšie okrem roku 1813 boli v rokoch 1845, 1894, 1958 (Pekárová a kol. 2018).

V júni roku 1958 bol maximálny prietok vody v Žiline približne o $1\,000\text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ menší ako v roku 1813 (Pekárová a kol. 2018).

Nakoľko sa vodné dielo Liptovská Mara radí medzi veľké vodné stavby, tak prípadná havária by mohla mať na svedomí tisíce až desaťtisíce ľudských životov (Kasana a kol. 2018).

4.9 Vodné dielo Bešeňová

Výstavba vodného diela mala za následok aj ďalšie investície, ktoré súviseli s presídlením obyvateľstva. Avšak najväčšími investíciami boli investície spojené s preložením a rozvojom infraštruktúry v regióne (Chmelár 1979).

Príprava územia na výstavbu prebiehala v rokoch 1965 až 1969. V prvej fáze výstavby bol rozhodujúci postup výstavby uzla Bešeňová so splnením termínov (Chmelár 1979).

Súčasne s výstavbou združeného objektu Bešeňová musela prebiehať aj výstavba pravej časti hrádze od združeného objektu. Po dokončení hrubej stavby združeného objektu čo predstavovalo prvú fázu výstavby bol vykopaný prírodný kanál pre rieku Váh a jeho tok bol presmerovaný cez nedostavaný objekt. Tento postup bol zvolený z dôvodu, že v tom čase nebol ovládnutý prietok rieky Váh. To by znamenalo, že prípadný katastrofálny prietok, ktorý by Liptovská Mara nesploštila, by mal za následok, že združený objekt by tento objem vody nebol schopný previesť. V ohrození by bola nedokončená hrádza Bešeňová (Chmelár 1979).

V druhej fáze došlo k dokončeniu ľavej strany hrádze dosypaním a utesnením. Taktiež sa dokončila stavba na železničnom zvršku. Prekládka železničnej trate bola odovzdaná do prevádzky 05. 04. 1973 (Chmelár 1979).

Provizórne hradidlá chránili združený objekt Bešeňová počas dokončovacích prác na vtokovej a výtokovej časti diela. Ako posledné boli namontované potrubia dnových výpustov. Stavebné práce pokračovali po preložení železničnej trate a po preložení rieky Váh do nových výpustov. Práce pokračovali v celej šírke na objektoch uzla Liptovská Mara (Chmelár 1979).

4.9.1 Zemná hrádza

Nachádza sa na východnom okraji obce Bešeňová a je situovaná vo vážskom km 335,2. Nádrž má rozlohu 193 ha, úžitkový obsah vody 7,78 mil. m³ a stály obsah nádrže je 2,45 mil. m³ vody. Hrádza má korunu o celkovej šírke 16,3 m, po ktorej vedie cesta široká 4 m. Dĺžka koruny je 1,34 km s najväčšou výškou od pôvodného dna rieky Váh je 13 m. Vedľa cesty bližšie k vzdušnému svahu vedie železničná trať. Vzdušný svah hrádze je zahumusovaný so sklonom 1 : 2 a je opretý o kamennú pätku. Návodný svah

má sklon 1 : 3,5. V rozsahu kolísania hladín je spevnený kamennou dlažbou (Chmelár 1979).

Úžitkový obsah Bešeňovej umožňuje vyrovnávať špičkový odtok z Vodnej elektrárne Liptovská Mara, pričom zabezpečuje dostatočné množstvo vody pre čerpadlovú prevádzku reverzibilných agregátov vodného diela v rozmedzí 4 – 7 hodín denne (Chmelár 1979).

4.9.2 Parametre vyrovnávacej nádrže Bešeňová

Tabuľka 6 Hlavné parametre vyrovnávacej nádrže Bešeňová

Max. hladina kóta	522, 5 m. n. B.
Plocha	1, 93 km ²
Výška pracovného + rezervného objemu	4, 5 + 0, 9 m
Max. hĺbka nádrže	9, 78 mil. m ³
Zásobný objem: pracovný/ rezervný	7, 33/ 0,9 mil. m ³
Celkový ovládateľný objem	9, 79 mil. m ³

(Zdroj: Abaffy a kol. 1979)

4.9.3 Parametre priehrady

Tabuľka 7 Hlavné parametre priehrady Bešeňová

Koruna: šírka/ dĺžka v osi	4/ 1343, 4 m
Max. výška zemnej časti: nad terénom/ nad základom	11, 5/ 12, 9 m
Kubatúra násypu	358 000 m ³
Max. výška združeného objektu: nad dnom/ nad základom	14, 5/ 24, 5 m

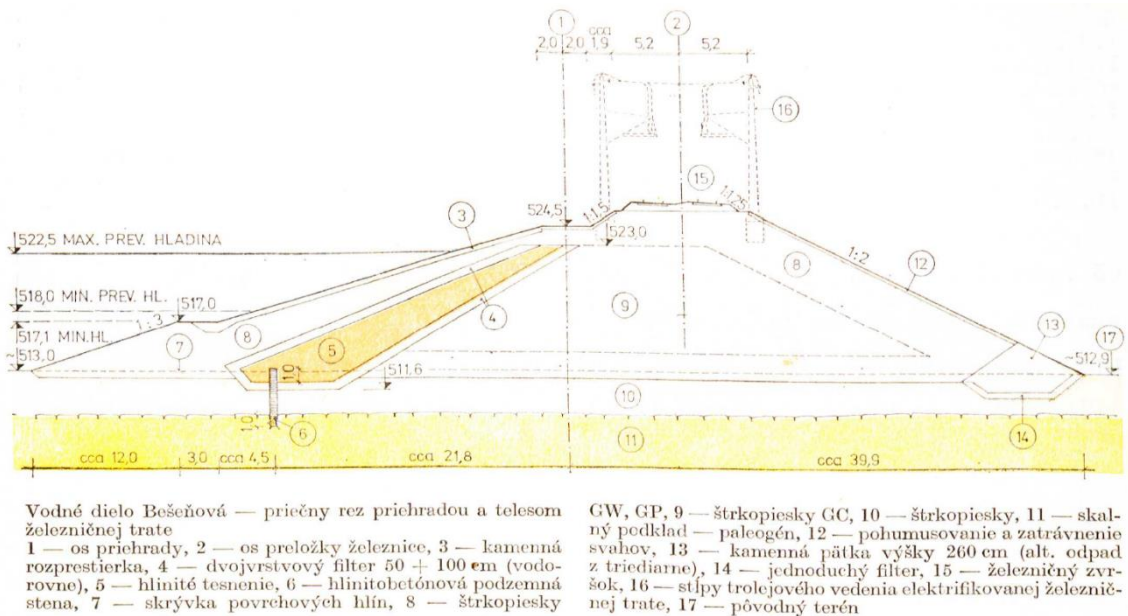
(Zdroj: Abaffy a kol. 1979)

4.10 Združený objekt Bešeňová

Celková dĺžka združeného objektu je 37, 4 m a tvorí súčasť priehrady. Je situovaný na pravom brehu rieky Váh približne 120 m od brehovej čiary. Objekt obsahuje prelievanú vodnú elektráreň (Abaffy a kol. 1979).

Do zemnej hrádze je včlenený a obsahuje dve priamopretočné horizontálne turbíny s hltnosťou 20 m³ za s⁻¹. Prepady s tromi poliami s priemerom 6,3 m sa nachádzajú nad stropom vodnej elektrárne Bešeňová sú prehradené oceľovými segmentami s výškou 6,8 m. Prah prepady sa nachádza na kóte 515, 7 m a horná hrana

zatvorených segmentov je na kóte 522, 5 m. Na kóte 504, 4m, v osi stredného poľa sa nachádzajú dve potrubia dnových výpustov s priemerom 1400 mm. Vyprázdnenie vyrovnávacej nádrže zabezpečujú dnové výpusty V osiach priepadových polí z pravej a z ľavej strany sa nachádzajú dve priamo prietokové turbíny s horizontálnym uložením s hltnosťou $20 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Ich inštalovaný výkon je $2 \times 2,4 \text{ MW}$. Mosty pre železničnú a automobilovú dopravu sa nachádzajú na vtokových krídlach združeného objektu so svetlosťou 22, 9 m (Chmelár 1979).



Obrázok 20 Vodné dielo Bešeňová priečny rez priehradou

(Zdroj: Abaffy a kol. 1979)

4.10.1 Prívodný kanál

Účel kanála bol iba provizórny v dobe výstavby. V tej dobe spájal vtoky združeného objektu s korytom rieky Váh (Abaffy a kol. 1979).

4.10.2 Odpadný kanál

Hrádze odpadného kanála boli skonštruované tak, aby ani prietok nesploštenej 100 ročnej vlny neohrozil Bešeňovú ako obec. Dno je široké 30 m so sklonmi svahov 1 : 2. Spevnenie predstavuje kamenná dlažba o hrúbke 50 cm (Abaffy a kol. 1979).

5 Diskusia

5.1 Fyzická ochrana objektu

Vodné dielo Liptovská Mara sa radí medzi strategické objekty štátu a vznik mimoriadnej udalosti by mal obrovský dopad na obyvateľstvo. Z tohto dôvodu by si tento objekt vyžadoval viac pozornosti a samotnej ochrane objektu by mala byť venovaná vyššia pozornosť zo strany kompetentných orgánov, ktoré by mali prihliadať aj na aktuálnu situáciu v Európe. Výsledkom nestabilnej geopolitickej situácie spolu s energetickou krízou by mala byť zvýšená ostražitosť a taktiež zvýšená úroveň ochrany takýchto objektov.

Z tohto dôvodu navrhujeme, aby Vodné dielo Liptovská Mara bolo permanentne fyzicky chránené príslušníkmi Ozbrojených síl Slovenskej republiky. Prítomnosť príslušníkov Ozbrojených síl Slovenskej republiky na vodnom diele by malo aj preventívny a odstrašujúci charakter, nakoľko sa jedná o ozbrojenú zložku štátu. S prihliadnutím na fakt, že príslušníci sú ozbrojení, v prípade pokusu o útok na vodné dielo by dokázali okamžite a bez časového zdržania aktívne brániť tento objekt tak, aby zamedzili jeho poškodeniu eventuálne zničeniu.

Využitie Ozbrojených síl Slovenskej republiky prináša aj ďalšiu výhodu v podobe Vojenského spravodajstva. Nakoľko Vojenské spravodajstvo patrí pod Ministerstvo obrany tak, ako aj Ozbrojené sily Slovenskej republiky a obe zložky prichádzajú do kontaktu s utajovanými skutočnosťami. To znamená, že v prípade zistenia informácií o prípadnom hroziacom útoku na vodné dielo by nemuselo dôjsť k presunu Ozbrojených zložiek na vodné dielo, nakoľko by sa tam permanentne nachádzali. Na druhej strane by nedošlo k panike medzi obyvateľstvom v prípade nečakaného výskytu ozbrojených zložiek na vodnom diele.

Okrem fyzickej ochrany by príslušníci mohli vykonávať aj ďalšie úlohy spojené s ochranou vodného diela v prípade ich permanentnej prítomnosti.

5.2 Obmedzenie vstupu na priehradný múr

Medzi ďalšie opatrenie navrhujeme zamedziť voľný prístup verejnosti na Vodné dielo Liptovská Mara ako aj do jeho blízkeho okolia.

V tomto prípade by bolo možné využiť prítomnosť ozbrojených síl Slovenskej republiky, ktoré by sa nachádzali na Vodnom diele Liptovská Mara. Príslušníci by mohli kontrolovať osoby pred vstupom na vodné dielo, pričom vstup by bol povolený len oprávneným osobám, ktoré na vodnom diele pracujú, vykonávajú dohľad na vodnom diele alebo vykonávajú iné práce potrebné k chodu vodného diela.

Na severnej a taktiež na južnej strane priehradného múru navrhujeme vybudovanie vrátnice spolu s technickým zariadením zamedzujúcim voľný vstup osobám na vodné dielo.

Vstup na vodné dielo by bol regulovaný a osoba by svoje oprávnenie vstúpiť na vodné dielo dokladovala vystaveným služobným preukazom.

5.3 Obmedzenie cestnej dopravy

Medzi ďalšie opatrenie zvyšujúce úroveň zabezpečenia vodného diela patrí zamedzenie vstupu motorových vozidiel civilným obyvateľstvom.

Toto opatrenie by taktiež mohli vykonávať príslušníci Ozbrojených síl Slovenskej republiky. Povolenie na vstup by mali len vozidlá IZS, Polície Slovenskej republiky, Ozbrojených síl Slovenskej republiky a vozidlá vykonávajúce práce na vodnom diele. Vozidlá civilného obyvateľstva by mali zamedzený vstup na priehradný múr čím by došlo k eliminácii vzniku prípadnej mimoriadnej udalosti, čím by došlo k zvýšeniu úrovne zabezpečenia vodného diela.

Regulácia vjazdu vozidiel by bola vykonávaná na severnej a južnej strane priehradného múru. Vozidlám vykonávajúce práce na vodnom diele by bol vstup na priehradný múr umožnený po predložení vopred vydaného povolenia na vstup. Neoprávnený a násilný vjazd vozidiel by bol zamedzený technickým zariadením nachádzajúcim sa na severnej a južnej strane priehradného múru. Technické zariadenie by zamedzovalo vjazd vozidlá, ktoré nemá oprávnenie na vjazd, a ktoré by sa pokúsilo o násilný vstup na priehradný múr.

5.4 Ochranná zóna

V okolí priehradného múru navrhujeme vybudovanie ochrannej zóny, ktorá by zamedzovala civilnému obyvateľstvu priblíženie k vodnému dielu.

Hranice zóny by boli stanovené technickým zariadením, ktoré by zamedzovalo vstupu osôb. Okrem technického zariadenia zamedzujúceho vstup do zóny by bola zóna kontrolovaná príslušníkmi Ozbrojených síl Slovenskej republiky.

Technické zariadenie na zamedzenie vstupu do blízkosti vodného diela navrhujeme vybudovať pod priehradným múrom zo západnej strany a medzi obcou Vlachy, časť Vlašky.

Okrem technického zariadenia, ktoré zamedzuje vstup do ochrannej zóny navrhujeme vybudovanie kamerového systému, ktorý by sledoval celé okolie vodného diela. K obrazu z kamier by malo prístup Vojenské spravodajstvo a obsluha Vodného diela Liptovská Mara. Spolu s vybudovaním kamerového systému navrhujeme aj vybudovanie centra, kde by sa nahrával obsah z kamier a zároveň by sa obraz prenášal na obrazovky. Centrum by zabezpečovalo nepretržitý vzdialený dohľad a kontrolu celej ochrannej zóny príslušníkmi Ozbrojených síl Slovenskej republiky. Týmto opatrením by došlo k monitorovaniu celého okolia Vodného diela, čo by nepochybne zvýšilo úroveň zabezpečenia vodného diela Liptovská Mara. Prípadný pokus o vstup do ochrannej zóny by bol včas odhalený a mohlo by dôjsť k okamžitému zamedzeniu vstupu do blízkosti vodného diela príslušníkmi zabezpečujúcimi ochranu.

5.5 SWOT analýza, predmet analýzy: Vodné dielo Liptovská Mara

Tabuľka 8 SWOT analýza vodného diela Liptovská Mara

	STRENGTHS (silné stránky)	WEAKNESSES (slabé stránky)
SÚČASNOSŤ	<ul style="list-style-type: none"> • Dobrý technický stav • Pravidelná údržba • Pod stálym dohľadom • Chránené kamerovým systémom • Systém včasného varovania 	<ul style="list-style-type: none"> • Vodné dielo prístupné verejnosti • Bez fyzickej ochrany • Cez vodné dielo vedie voľne prístupná cesta
BUDÚCNOSŤ	OPPORTUNITIES (príležitosti)	THREATS (hrozby)
	<ul style="list-style-type: none"> • Fyzická ochrana vodného diela <ul style="list-style-type: none"> - Prostredníctvom Ozbrojených síl SR • Zakázať vstup verejnosti <ul style="list-style-type: none"> - Eliminovať vstup nepovolánym osobám • Vytvoriť ochrannú zónu <ul style="list-style-type: none"> - Oblasť okolo vodného diela, do ktorého by mala verejnosť zakázaný vstup • Oplotenie <ul style="list-style-type: none"> - Pre zamedzenie vstupu do ochrannej zóny • Kamerový systém <ul style="list-style-type: none"> - Monitorovanie celého okolia vodného diela 	<ul style="list-style-type: none"> • Extrémne výkyvy počasia <ul style="list-style-type: none"> - Extrémne dlhotrvajúce zrážky, zemetrasenie, extrémne dlhotrvajúce sucho • Teroristický útok <ul style="list-style-type: none"> - Vyhlásený druhý stupeň teroristického ohrozenia • Nehoda motorového vozidla <ul style="list-style-type: none"> - Prechádzajúceho cez priehradný múr • Výpadok vodnej elektrárne <ul style="list-style-type: none"> - Následkom výpadku by došlo k nestabilite el. siete a možnému „blackout-u“

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Silné stránky

Medzi silné stránky vodného diela Liptovská Mara patrí dobrý technický stav priehrady. Priehrada je neustále monitorovaná správcom vodného diela. V prípade potreby tak dochádza k pravidelnej kontrole stavu vodného diela, ale aj k jeho údržbe. Dobrý technický stav je základom pre správne fungovanie vodného diela ako aj pre jeho spoľahlivosť.

Vodné dielo je pod permanentnou kontrolou pracovníkov obsluhy. To znamená, že v prípade mimoriadnej udalosti vedia okamžite zasiahnuť a urobiť všetky potrebné kroky pre ochranu zdravia a majetku obyvateľstva. Horná časť priehradného múru je pod kamerovou kontrolou, čo v prípade potreby umožňuje aj vzdialenú kontrolu. Vzdialená kontrola v prípade potreby je vykonaná rýchlejšie ako v prípade fyzického presunu osoby, ktorá by mala vykonať dohľad a tým sa zabezpečí skrátenie reakčného času na minimum.

Okrem dohľadu vykonávaného fyzicky, vodné dielo disponuje taktiež ochranou, ktoré zabezpečuje výpočtová technika. Ak informačný systém vyhodnotí poškodenie vodného diela, tak pracovník vykonávajúci dohľad do piatich minút musí po vykonaní okamžitej vizuálnej kontroly stavu vodného diela túto informáciu buď potvrdiť, čím sa spustí systém včasného varovania pre obyvateľstvo alebo túto správu zruší ako nedôvodnú a predíde tým zbytočnej aktivácii systému včasného varovania. Jedná sa tak o dvojitú ochranu pre prípad, zlyhania jedného z prvkov ochrany. Všetky tieto skutočnosti považujem za silné stránky vodného diela.

Slabé stránky

Cez priehradný múr Vodného diela Liptovská Mara vedie cesta pre motorové vozidlá, ktorá je prístupná verejnosti. Navyše celé vodné dielo ako aj jeho okolie je prístupné verejnosti. To považujem za najslabšiu stránku Vodného diela Liptovská Mara a to z dôvodu, že sa jedná o strategický objekt štátu. Poškodenie vodného diela môže nastať neúmyselne pri dopravnej nehode motorového vozidla, ktoré prechádza po priehradnom múre alebo by sa mohlo jednáť aj o úmysel. Geopolitická situácia v Európe je nestabilná a napätie medzi jednotlivými štátmi sa stupňuje. Hrozbu prípadných teroristických útokov je nutné eliminovať na čo najnižšiu možnú mieru. Objekt takého významu by nemal byť prístupný verejnosti a používanie cesty vedúcej cez priehradný

múr by malo byť pre verejnosť zakázané čím by došlo k eliminácii rizík. Fyzická ochrana vodného diela nie je zabezpečená a je voľne prístupné zo všetkých strán. V roku 2001 po teroristických útokoch v Spojených štátoch amerických vodné dielo dočasne strážili Ozbrojené sily slovenskej republiky. Tento stav by mal byť trvalý a verejnosť by sa nemala dostať k priehradnému múru. To znamená, že okolo vodného diela by bolo vhodné vytvoriť uzavretú zónu a tým zamedziť voľnému pohybu osôb.

Príležitosti

Najväčšiu príležitosť vodného diela Liptovská Mara vidím vo vytvorení ochrannej zóny okolo vodného diela. Túto zónu by tvorilo oplotenie, ktoré by tvorilo mechanickú prekážku a zamedzovali by ďalšiemu priblíženiu nepovolaných osôb. Týmto krokom by sa stalo vodné dielo pre verejnosť neprístupné, to znamená, že do tesnej blízkosti by sa dostali iba povolané osoby alebo osoby s vopred vydaným povolením na vstup. Došlo by teda k regulácii vstupu, ale aj k evidencii osôb, čo by malo za následok výraznú elimináciu rizík.

Vodné dielo ale aj jeho okolie by mohli strážiť Ozbrojené sily Slovenskej republiky tak, ako tomu bolo aj v minulosti. Ozbrojené sily Slovenskej republiky disponujú dostatočným počtom príslušníkov, aby stráženie zabezpečili a disponujú dostatočným materiálno – technickým vybavením. Vzhľadom na to, že sa jedná o ozbrojenú zložku tak by mohli vodné dielo v prípade potreby aktívne brániť. Samotná prítomnosť príslušníkov ozbrojených síl na vodnom diele by budila rešpekt, čo by pôsobilo preventívne. To by mohlo potencionálnych útočníkov odradiť, nakoľko dostať sa k samotnému priehradnému múru by bolo prakticky nemožné.

K ochrane vodného diela by taktiež mohlo prispieť permanentné monitorovanie vodného diela pomocou kamier. Obraz z kamier by bol prenášaný do monitorovacieho centra, kde by dochádzalo ku vzdialenej kontrole vodného diela, ale aj jeho okolia vrátane celej ochrannej zóny.

Hrozby

Za najväčšiu hrozbu pre Vodné dielo Liptovská Mara považujem možnosť teroristického útoku na vodné dielo, ktoré nie je chránené. Treba prihliadnuť na nestabilnú geopolitickú situáciu ako aj na stúpajúce napätie medzi jednotlivými

krajinami. Na Slovensku je vyhlásený druhý stupeň teroristického ohrozenia, čo znamená, že riziko takého prípadného útoku je vyššie. Vodné dielo je strategický objekt štátu a prípadný útok na tento objekt by zasiahol veľkú časť územia Slovenska a jeho dôsledky by napáchali obrovské škody na životoch a ekonomické škody na majetku obyvateľstva. Aj napriek vyhláseniu druhého stupňa teroristického ohrozenia štát nezabezpečil aktívne stráženie vodného diela ozbrojenými silami Slovenskej republiky. Na určité obdobie bola Slovenská republika bez funkčného systému protivzdušnej obrany po tom, ako bol náš systém S – 300 darovaný susednému štátu čím došlo k potencionálnemu ohrozeniu bezpečnosti a bol vytvorený priestor pre prípadný útok, ktorému by sme sa nedokázali brániť. V súčasnosti vzdušný priestor Slovenskej republiky bráni systém PATRIOT avšak iba dočasne a je pod kontrolou členských štátov NATO. To znamená, že Slovenská republika nebráni sama svoj vzdušný priestor a je otáznne kto bude chrániť náš vzdušný priestor, keď si členské štáty NATO zoberú naspäť systém PATRIOT, ktorý máme momentálne zapožičaný.

Cesta pre motorové vozidlá vedúca cez priehradný múr vodného diela je voľne prístupná verejnosti, čo predstavuje ďalšie potencionálne riziko pre vodné dielo. Vstup na túto cestu nie je regulovaný a môže tam vstúpiť akékoľvek vozidlo čo predstavuje veľkú mieru rizika, nakoľko sa nedá predpokladať o aké vozidlo sa bude jednať a čo bude prevážať. Potenciálne riziko spočíva pri prípadnej havárii vozidla, respektíve pri zrážke s iným vozidlom, ktoré bude taktiež prechádzať touto cestou v tom istom čase. Z toho vyplýva, že sa môže jednať o neúmyselnú nehodu, ale môže dôjsť taktiež k úmyselnému konaniu so zámerom poškodiť vodné dielo.

Európu sužujú extrémne výkyvy počasia na aké sme neboli zvyknutí. Tieto výkyvy počasia predstavujú riziko pre vodné dielo, nakoľko nie je možné vždy a presne predikovať vývoj počasia na danom území. Extrémne a dlhotrvajúce zrážky môžu predstavovať riziko pre vodné dielo, nakoľko kapacita vodnej nádrže Liptovská Mara je obmedzená. Nemožno zabudnúť ani na zemetrasenia, ktoré sa na území Slovenskej republiky vyskytujú. Jedná sa o lokálne makroskopické zemetrasenia z nízkou intenzitou a bez poškodenia majetku no nemožno tvrdiť, že zemetrasenie väčšieho rozsahu sa na území Slovenskej republiky neobjaví.

Vodná elektrárňa nachádzajúca sa vo vodnom diele Liptovská Mara má výkon 200 MW. Elektrická energia vyprodukovaná touto elektrárnou je distribuovaná aj

do vzdialených časti Slovenska pomocou Slovenskej elektrizačnej prenosovej sústavy (SEPS). V prípade vzniku mimoriadnej udalosti na vodnej elektrárni by mohlo dôjsť k dvom scenárom. V prvom prípade by sa mohlo jednať o zníženie produkcie elektrickej energie, čo by mohlo spôsobiť nestabilitu elektrickej siete a prípadné obmedzenie dodávok elektrickej energie do niektorých odberných miest. V druhom prípade by mohlo dôjsť k úplnému zastaveniu výroby elektrickej energie, čo by mohlo zapríčiniť nestabilitu elektrickej siete, obmedzeniu dodávok elektrickej energie do niektorých odberných miest, respektíve by mohol nastať aj takzvaný „blackout“. Na závažnosť a rozsah situácie by mala vplyv aj denná doba, v ktorej by došlo k prerušeniu výroby elektrickej energie. Ak by sa jedlo o dobu v takzvanej špičke, tak následky by boli omnoho závažnejšie ako mimo špičky respektíve „blackout“ by mimo špičku nastal neskôr.

6 ZÁVER

Táto diplomová práca bola zameraná na analýzu prvkov zabezpečenia Vodného diela Liptovská Mara pred potencionálnymi narušiteľmi a hrozbami prichádzajúcich z vonkajšieho prostredia.

Medzi hlavný cieľ tejto diplomovej práce patrilo vypracovanie SWOT analýzy, pomocou ktorej boli vyhodnotené silné a slabé stránky vodného diela a potencionálne riziká. Po analýze rizík pomocou metódy „What if“ bol vypracovaný návrh vhodných opatrení, ktoré by prispeli k zvýšeniu úrovne zabezpečenia a zároveň k eliminácii potencionálnych rizík.

Teoretická časť tejto práce obsahuje charakteristiku vodného diela Liptovská Mara ako aj regiónu, v ktorom sa nachádza, vodného toku rieky Váh spolu s Vážskou kaskádou, ktorej je súčasťou. Teoretická časť taktiež obsahuje legislatívnu prípravu vodného diela Liptovská Mara, ktorá predchádzala samotnej výstavbe spolu s popisom prekládky železničnej trate a prekládky cesty 1/ 18. V neposlednom rade sú spomenuté obce, ktoré museli byť pred samotnou výstavbou presídlené. Ďalej sa v tejto časti nachádza charakteristika povodní so stupňami povodňovej aktivity. Praktická časť tejto práce obsahuje SWOT analýzu Vodného diela Liptovská Mara a analýzu rizík vypracovanú pomocou metódy „What if“. Pomocou tejto analýzy bol vypracovaný návrh opatrení, ktoré si kladú za cieľ zvýšiť úroveň zabezpečenia vodného diela a eliminovať potencionálne riziká prichádzajúce z vonkajšieho prostredia a zároveň ochrániť obyvateľstvo nachádzajúce sa pod vodným dielom vzhľadom na fakt, že v prípade vzniku mimoriadnej udalosti by bolo zasiahnuté veľké územie a veľká časť obyvateľstva, čím by došlo nepochybne k obrovským škodám na ľudských životoch ale aj na majetku.

Z vypracovanej SWOT analýzy vyplýva, že samotné vodné dielo Liptovská Mara je v dobrom technickom stave s pravidelnou údržbou a pod neustálou kontrolou pracovníkov obsluhy. Priestor na zvýšenie zabezpečenia vodného diela je však pomerne veľký. Prístupnosť vodného diela pre verejnosť a automobilovú dopravu sa javí ako najväčší nedostatok týkajúci sa bezpečnosti. Tento nedostatok je však pomerne dobre riešiteľný v prípade kooperácie s Ozbromými silami slovenskej republiky.

Po analýze rizík metódou „What if“ je zrejmé, že vodné dielo nie je chránené pred prípadnými vonkajšími narušiteľmi prakticky žiadnym adekvátnym spôsobom. Z analýzy rizík vyplýva, že existuje pomerne veľa spôsobov ako efektívne zvýšiť úroveň zabezpečenia vodného diela. Dôležité je vybrať tie správne prvky zabezpečenia, aby bola dosiahnutá požadovaná úroveň ochrany. Uvedomujeme si, že finančné náklady na realizáciu návrhu opatrení nebudú zanedbateľné, a že ochrana objektu tohto typu je pomerne finančne náročná. Avšak pri racionálnom využití zdrojov, ktoré má štát k dispozícii je možné tieto náklady optimalizovať.

7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ABAFFY, A. a kol., 1979. Vodné diela na Slovensku, Bratislava: Príroda. ISBN 301-05-103

ABAFFY, A., Lukáč M. 1991. Priehrady a nádrže na Slovensku, Bratislava: ALFA. ISBN 80-05-00926-7

BEDNÁRIKOVÁ, E. a kol.. 2010. Priehradné stavitel'stvo na Slovensku. Bratislava: KUSKUS, spol. s. r. o. 205 s. ISBN 978-80-970428-0-6

BUZALKA, J., HIČKOVÁ, E.. 2004. OCHRANA OBYVATELSTVA – EVAKUÁCIA. Bratislava: Akadémia Policajného zboru SR, 84 s. ISBN 80-8054-314-3

CHMELÁR, V., 1979. Vodné dielo Liptovská Mara. Bratislava: ALFA. ISBN 63-228-79.

GRASSEOVÁ, M. Využití SWOT analýzy pro dlouhodobé plánování. In: Scholarly Journal [online]. Brno: Vol. 2006, Iss. 2, (2006): 48-55,85. Dostupné z: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/vyuziti-swot-analyzy-pro-dlouhodobé-plánování/docview/1018158870/se-2>. [cit. 2022-08-04]

JURÍK, L., 2018. Vodné stavby a malé vodné nádrže. Nitra: Vydavateľstvo SPU. ISBN 978-80-552-1942-4

KASANA, A. a kol., 2017. Povodňové prietoky a bezpečnosť vodných stavieb v SR. In: ACTA HYDROLOGICA SLOVACA. [online]. 2017 roč. 18, č. 2, 202 – 209 Dostupné na internete: http://147.213.100.3/ah_articles/2017_18_2_Kasana_202.pdf [cit. 2022-08-04]

KUŠNIER, V. a kol., 1970. Vodné dielo Liptovská Mara: príprava výstavby. Žilina: Váhostav

LUKÁČ, M., Bednáriková, E., 2006. Navrhovanie a prevádzka vodných stavieb. Bratislava: Jaga group, s. r. o. ISBN 80-8076-031-4

LUKÁČ, M. a kol., 2001. Vodné stavby. Bratislava: Slovenská technická univerzita. ISBN 80-227-1538-7

LUKÁČ, M. a kol., 2004. Poruchy priehrad a niektoré príklady ich sanácií vrátane využitia existujúcich profilov. In: Základní staveb. Brno: 2004, s. 147 – 152

Mapy.cz. [online]. Dostupné na internete: <https://mapy.cz>. [cit. 2022-08-04]

Mesto Liptovský Mikuláš. [online]. Dostupné na internete: <https://www.mikulas.sk/navstevnik//region-liptov/liptovska-mara/> [cit. 2022-08-04]

Mesto Ružomberok. [online]. Dostupné na internete: <https://visit.ruzomberok.sk/o-meste/> [cit. 2022-08-04]

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky., 2007. [online]: Plán manažmentu povodňového rizika v čiastkovom povodí Váhu. Dostupné na internete: <http://www.vuvh.sk/rsv2/download/PMPR/Vah/Plan.pdf> [cit. 2022-08-04]

NOVÁK, L. a kol., 2005. Krízové plánovanie. Žilinská univerzita v Žiline EDIS – vydavateľstvo ŽU. ISBN 80-8070-391-4

Obec Bešeňová. [online]. Dostupné na internete: <https://www.obecbesenova.sk/obec/o-obci/> [cit. 2022-08-04]

Obec Hubová. [online]. Dostupné na internete: <https://www.obechubova.sk/obec-2/zakladne-info/geograficke-udaje/> [cit. 2022-08-04]

Obec Ivachnová. [online]. Dostupné na internete: <https://www.obecivachnova.sk/> [cit. 2022-08-04]

Obec Likavka. [online]. Dostupné na internete: <https://www.likavka.sk/obec-1/zakladne-udaje-/> [cit. 2022-08-04]

Obec Lisková. [online]. Dostupné na internete: <https://www.liskova.sk/geograficka-poloha.html> [cit. 2022-08-04]

Obec Ľubochňa. [online]. Dostupné na internete: <http://www.lubochna.sk/historia.html> [cit. 2022-08-04]

Obec Vlachy. [online]. Dostupné na internete: <https://www.obecvlachy.sk> [cit. 2022-08-04]

Obec Stankovany. [online]. Dostupné na internete: <https://www.stankovany.sk/obec/o-obci/> [cit. 2022-08-04]

PAVEL a kol., 1991 1. vyd. Stavebníctvo na Slovensku: vodohospodárske stavby. Bratislava: Spektrum. ISBN 80-218-0089-5

PEKÁROVÁ a kol., 2018. Historické povodne na území Slovenska a ich význam v hydrológii, Bratislava: Veda. ISBN 978-80-224-1684-9

POLEDŇÁK, P., ORINČÁK, M., 2011. Riešenie prírodných krízových situácií. Žilina: Žilinská univerzita Edis. ISBN 978-80-554-0339-7

RIZZI, Stefano: What-If Analysis. [online]. 26-05-2008. [cit. 2022-01-08]. Dostupné na internete:
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.215.1728&rep=rep1&type=pdf>. [cit. 2022-08-04]

SEIDL, M. a kol., 2014. Evakuácia osôb, zvierat a vecí. Žilina: Žilinská univerzita Edis. ISBN 978-80-554-0939-9

Slovenská republika vyhláška MV SR 75/ 1995 Z. z. o zabezpečovaní evakuácie. Dostupné na internete: https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/1995/75/vyhlasene_znenie.html [cit. 2022-08-04]

Slovenská republika vyhláška MŽP SR 261/ 2010 Z. z. o obsahu povodňových plánov a postup ich schvaľovania. Dostupné na internete: <https://www.epi.sk/zz/2010-261> [cit. 2022-08-04]

Slovenská republika ústavný Zákon č. 227/ 2002 Z. z. Zákon o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu.

Slovenská republika Zákon č. 7/ 2010 Z. z. Zákon o ochrane pred povodňami. Dostupné na internete: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2010-7> [cit. 2022-08-04]

Slovenská republika Zákon č. 42/ 1994 Z. z. Zákon o ochrane obyvateľstva. Dostupné na internete: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/1994-42> [cit. 2022-08-04]

Slovenská republika Zákon č. 129/ 2002 Z. z. Zákon o integrovanom záchrannom systéme dostupné na internete: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2002-129> [cit. 2022-08-04]

Slovenská republika Zákon č. 315/ 2001 Z. z. Zákon o Hasičskom a záchrannom zbore dostupné na internete: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2001-315>[cit. 2022-08-04]

Slovenské elektrárne dostupné na internete: <https://www.seas.sk/elektraren/pve-liptovska-mara/> [cit. 2022-08-04]

Slovenská elektrizačná prenosová sústava. 2019. [online]. Desaťročný plán rozvoja prenosovej sústavy na roky 2020 – 2029. Dostupné na internete: <https://www.sepsas.sk/media/3730/dpr-ps-2020-2029.pdf> [cit. 2022-08-04]

SYNEK, M., 2011. Manažérska ekonomika 5., aktualizované a doplnené vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2494-1

ŠIMÁK, L., 2015. Krízový manažment vo verejnej správe – učebnica 2. prepracované vydanie. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline. ISBN 978-80-554-1165-1

Štatistický úrad Slovenskej republiky dostupné online: <https://mojaobec.statistics.sk> [cit. 2022-08-04]

ZELEŇÁKOVÁ, M., 2009. Posudzovanie povodňového rizika. Košice: technická univerzita, Stavebná fakulta. ISBN 978-80-553-0315-4

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Obec Vlachy	11
Obrázok 2 Obec Bešeňová.....	12
Obrázok 3 Obec Liptovský Michal.....	13
Obrázok 4 Obec Liptovská teplá.....	14
Obrázok 5 Obec Ivachnová.....	15
Obrázok 6 Obec Lisková.....	16
Obrázok 7 Obec Ružomberok.....	17
Obrázok 8 Obec Likavka	18
Obrázok 9 Obec Švošov.....	19
Obrázok 10 Obec Hubová.....	20
Obrázok 11 Obec Ľubochňa	21
Obrázok 12 Obec Stankovany.....	22
Obrázok 13 Geografická poloha vodného diela Liptovská Mara	37
Obrázok 14 Prekládka štátnej cesty 1/ 18	40
Obrázok 15 Situovanie vodného diela a pôvodný stav	42
Obrázok 16 Vodné dielo Liptovská Mara – priečny rez priehradou.....	44
Obrázok 17 Vodné dielo Liptovská Mara – pozdĺžny rez privádzačom na rezervnú turbínu.....	46
Obrázok 18 Vodná elektráreň Liptovská Mara.....	47
Obrázok 19 Povodeň v roku 1813 zasiahnuté územie	52
Obrázok 20 Vodné dielo Bešeňová priečny rez priehradou	55

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Vodné diela v povodí rieky Váh.....	35
Tabuľka 2 Parametre prekládky cesty 1/ 18	41
Tabuľka 3 Rozsah zemných prác	43
Tabuľka 4 Hlavné parametre nádrže Liptovská Mara	43
Tabuľka 5 Hlavné parametre priehrady Liptovská Mara.....	44
Tabuľka 6 Hlavné parametre vyrovnávacej nádrže Bešeňová.....	54
Tabuľka 7 Hlavné parametre priehrady Bešeňová.....	54
Tabuľka 8 SWOT analýza vodného diela Liptovská Mara	59

ZOZNAM SKRATIEK

ČSSR – Československá socialistická republika

MW - Megawatt

Kčs – Koruna česko-slovenská

JRD – Jednotné roľnícke družstvo

SSR – Slovenská socialistická republika

kV - Kilovolt

Km – kilometer

GWh – Gigawatt hodina

Z. z. – Zbierka zákonov

MŽP – Ministerstvo životného prostredia

SR – Slovenská republika

m - meter

CMP – Critical Path Method

CO – Civilná ochrana

SPA – Stupeň povodňovej aktivity

ha – hektár

č. – číslo

OÚ ŽP – Obvodný úrad životného prostredia

SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav

RÚVZ – Regionálny úrad verejného zdravotníctva

ÚVN – Ústredná vojenská nemocnica

KS IZS – Koordinačné stredisko integrovaného záchranného systému

SSE – Stredoslovenská energetika

ČOV – Čistička odpadových vôd

SAD – Slovenská autobusová doprava

SPP – Slovenský plynárenský priemysel