



**VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA**  
**Nábr. arm. gen. L. Svobodu č. 5, 812 49 Bratislava 1**



**Riešiteľ:**

**Ing. Marek Čomaj**

**Názov úlohy:**

**Prehodnotenie kapacity  
bezpečnostného priepadu  
VN Liptovská Mara**

**Interné číslo úlohy:**

**21020**

**Gestor:**

**Ing. Juraj Šiatkovský**



**Bratislava December 2021**

**Generálna riaditeľka ústavu:**

**Ing. Katarína Holubová, PhD.**

**Riaditeľ odboru:**

**Ing. Dušan Abaffy, PhD.**

**Vedúci oddelenia:**

**Ing. Marek Čomaj**

**Zodpovedný riešiteľ:**

**Ing. Marek Čomaj**

**Spolupracovníci:**

**Ing. Vladimír Polák**

**Ing. Michal Puškáč**

**Ing. Jakub Polák**

**Rastislav Rybka**

## **Obsah**

1. Úvod .....	3
2. Popis vodnej stavby .....	3
3. Dodané podklady .....	4
4. Stavba modelu a merania .....	7
5. Meranie kapacity priepadu .....	8
6. Výpočty transformácie povodňových vln .....	13
7. Záver .....	17
Príloha 1 - Aktuálne hydrologické podklady N ročných maximálnych prietokov .....	19
Príloha 2 - Merná krivka bezpečnostného priepadu .....	20
Príloha 3 - Merná krivka bezpečnostného priepadu .....	21

## 1. ÚVOD

V rámci plánu hlavných úloh pre rok 2021 bola na VÚVH pridelená výskumná úloha prehodnotenia kapacity bezpečnostného priepadu vodných nádrží pre aktualizované povodňové prietoky s vypracovaním podľa Metodického pokynu odboru manažmentu povodí a ochrany pred povodňami sekcie vôd Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, Posúdenie bezpečnosti priehrad a odkalísk počas povodňového zaťaženia v rámci technicko - bezpečnostného dohľadu. Na základe dohody pracovnej skupiny pre tvorbu metodického pokynu bolo zvolené prehodnotenie bezpečnosti vodnej nádrže VN Liptovská Mara.

## 2. POPIS VODNEJ STAVBY A OBJEKTOV

Vodná nádrž Liptovská Mara je nádrž I. kategórie a sa nachádza na toku Váh v rkm 338,400. Vodná nádrž má funkciu akumulovať vodu s ročným vyrovnávacím cyklom s nadlepšovaním prietokov pre hydroenergetickú sústavu Vážska kaskáda, poskytovať špičkový a polo špičkový režim výroby elektrickej energie vo vodnej elektrárni, transformáciu vln pre protipovodňovú funkciu ochrany nižšie položeného územia Považia, rekreačnú, športovú a rybochovnú funkciu.

Priehradu tvorí heterogénna hrádza výšky 45 metrov so šikmým hlinitým tesnením na návodnej strane v hornej časti zalomené do zvislého. Návodný svah má odstupňovaný sklon 1:5 - 1:3 - 1:2,25 smerom od päty hrádze ku korune. Vzdušný svah má sklon 1:1.8 a každých 10 m výšky je prerušený lavičkami. Dĺžka koruny je 1225 m, šírka koruny je 7 m na výškovej úrovni 567,59 m n. m Bpv.

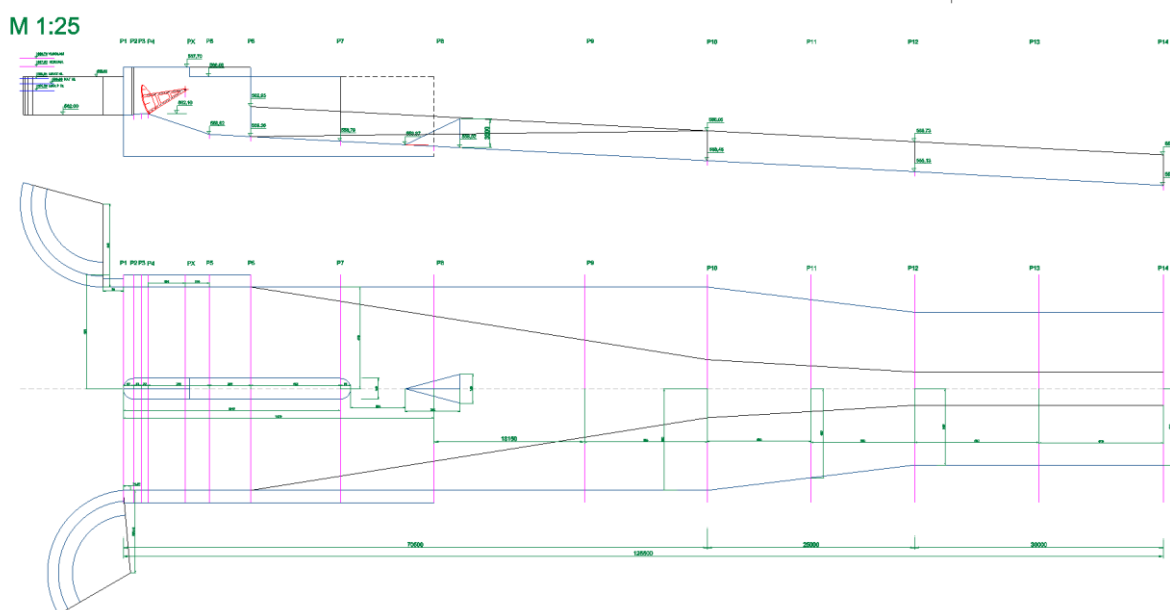
Hlavný vežový združený funkčný objekt je situovaný približne v strede šírky hrádze v trase odtokového koryta. Združený objekt obsahuje 2 vtokové objekty pre Kaplanové turbíny, 2 vtokové objekty pre reverzibilné Francisové turbíny a 2 vtokové objekty dnových výpustov. Vežové vtoky sú vybavené hrablicami a hradené stavidlami. Dnové výpusty 5 x 7 m sú realizované ako prechodné klenbová štôlna, v jednej štôlni je umiestnené tlakové potrubie priemeru 2900 mm s rychlouzáverom na vtoku a rozstrekovacím ventilom na výtoku. Jeho výpustná kapacita je 40 – 120 m<sup>3</sup>/s v závislosti od hladiny vody v nádrži. Na vtokový objekt s napojenou prečerpávacou vodnou elektrárnou s prietokovou kapacitou 2x 140 m<sup>3</sup>/s pre Kaplanové turbíny, 2 x 130 m<sup>3</sup>/s pre reverzibilné turbíny, ktoré môžu slúžiť aj ako spätné čerpadlá s kapacitou 2x 107 m<sup>3</sup>/s.

Bezpečnostný priepad tvorí haťový objekt v ľavom rohu priehradného telesa s následným sklzom po ľavom svahu. Haťový objekt tvoria dve haťové polia šírky 11 m oddelené pilierom šírky 3,5 m. Úroveň prahu priepadu je 562,09 m n. m. Haťové polia sú hradené zdvižnými segmentami hradiacej výšky 3,60 m. Hať je šikmo premostená v trase koruny priehrady. Kapacita bezpečnostného priepadu je 240 m<sup>3</sup>/s pri maximálnej retenčnej hladine a 268,5 m<sup>3</sup>/s pri katastrofickej hladine.

### 3. Dodané podklady

#### 3.1 Geodetické podklady

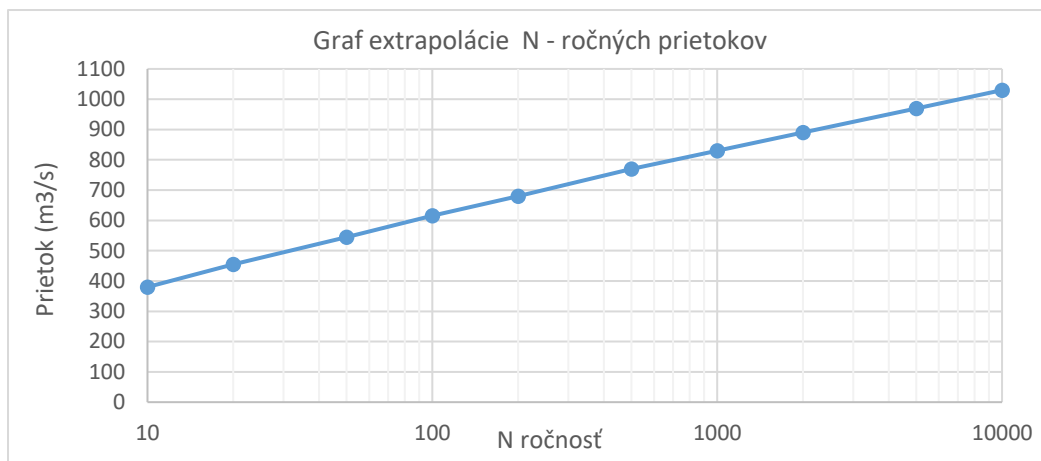
Od správcu vodnej stavby nám boli poskytnutý aktuálny manipulačný poriadok vodnej stavby, ktorý obsahoval aj parametre a výkresy jednotlivých objektov. Na vodnej stavbe sme vykonali aj vlastné meranie stavu realizácie bezpečnostného priepadu a sklzu pomocou 3D skeneru a geodetickej stanice GPS. Vzhľadom na to že vodná stavba bola postavená vo výškovom systéme Jadran, tak prepočítané hodnoty systémom Balt = Jadran - 0,41 m sa nie úplne zhodujú s nameranými údajmi. Namerané odchýlky do 5 cm mohli byť spôsobené aj nepresnosťou pri výstavbe prípadne miernym sadnutím stavby po čase od výstavby.



#### 3.2 Hydrologické podklady

V dodanom manipulačnom poriadku vodnej stavby boli uvedené hydrologické údaje o N ročných prietokoch z roku 2018. Aktuálne N ročné prietoky z roku 2021 dodané od SHMU boli identické. Interpoláciou a extrapoláciou uvedených hodnôt sme odvodili približné prietoky aj pre 200, 500, 2000, 5000 a 10 000 pravdepodobnosť výskytu povodňovej udalosti.

ROK	1	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10 000
2018	130	300	380	455	545	615			815			
2021	130	300	380	455	545	615	680	770	815	890	970	1030



Dodatočné hydrologické údaje z manipulačného poriadku:

Priemerný ročný prietok v profile priehrady aj s prítokmi do nádrže je 25,950 m<sup>3</sup>/s.  
 Minimálny zostatkový prietok pod priehradou je 15,0 m<sup>3</sup>/s (10 m<sup>3</sup>/s na vyžiadanie).

Minimálna prevádzková hladina je na úrovni 539,59 m n. m.

Prah hradeného bezpečnostného priepadu je na úrovni 562,09 m n. n.

Maximálna prevádzková hladina je na úrovni 564,89 m n. m.

Katastrofálna hladina je stanovená na úrovni 565,69 m n. m.

Mimoriadne prípustná katastrofálna hladina je na úrovni 566,34 m n. m.

#### 4. VÝSTAVBA FYZIKÁLNEHO MODELU MERANIE

Zmenšený fyzikálny model bezpečnostného priepadu bol vybudovaný v Hydrotechnických laboratóriách VÚVH v modelovej mierke 1:25 podľa Froudeových zákonov modelovej podobnosti pre zachovanie prepočtových pravidiel meraných fyzikálnych veličín.

Fyzikálny model bol postavený podľa projektovej dokumentácie, do ktorej boli zahrnuté aj reálne odchýlky vyhotovenia zamerané podľa terénneho merania. Pre vyhotovenie modelu bezpečnostného priepadu bolo vyrezaných 15 profilov z plastových dosiek. Profily boli do modelového bazéna osadené podľa presnej polohovej a výškovej nivelácie s presnosťou do 1 mm. Priestor medzi osadenými profilmi bol vyplnený betónom a natreté vode odolnou farbou.

Prítok vody do modelového bazénu zabezpečuje prírodné potrubie DN200 s prietokovou kapacitou 145 l/s. Presný prietok vody sa meria pomocou kalibrovaného prietokomera E+H Promag DN 200 osadenom na prírodnom potrubí. Presnosť prietokomera je 0,5% meraného prietoku. Hladina vody v nádrži nad bezpečnostným priepadom sa meria pomocou hrotového merítka s posuvným meradlom s presnosťou 0,1 mm v mernom valci spojenom s nádržou na princípe spojených nádob. Odber vody v nádrži je v predpísanej dostatočnej vzdialenosti od hate, kde už hladina nie je ovplyvnená prepadom vody cez priepad.



## 5. MERANIE NA FYZIKÁLNYM MODELÍ

Cieľom merania na fyzikálnom modeli bolo stanoviť presnú mernú krivku kapacity priepadu v celom teoreticky možnom rozsahu až po úroveň koruny hrádze. Jednotlivé prietoky mernej krivky boli merané ako ustálené stavy prietokov a hladín v nádrži, t.j. bez vplyvu transformačného účinku vodnej nádrže.

Q <sub>model</sub> (l/s)	Q <sub>realne</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Hrot.mer. (cm)	Hladina (m n.m.)	Prepad. hĺbka (m)	Q súčasné (m <sup>3</sup> /s)
0.00	0.00	49.68	562.10	0.00	0
6.24	19.50	52.27	562.75	0.65	21
16.72	52.25	54.46	563.30	1.20	52
27.65	86.41	56.39	563.78	1.68	86
39.19	122.47	58.09	564.21	2.11	120
44.23	138.22	58.80	564.38	2.28	136
50.83	158.84	59.72	564.61	2.51	157
58.89	184.03	60.64	564.84	2.74	179
66.57	208.03	61.55	565.07	2.97	201
73.48	229.63	62.26	565.25	3.15	219
82.76	258.63	63.35	565.52	3.42	249
87.73	274.16	63.77	565.63	3.52	260
94.00	293.75	64.5	565.81	3.71	281
102.26	319.56	65.34	566.02	3.92	305
107.31	335.34	65.81	566.14	4.03	319
115.05	359.53	66.49	566.31	4.21	339
118.35	369.84	66.77	566.38	4.27	347
122.98	384.31	67.25	566.50	4.39	362
127.12	397.25	67.64	566.59	4.49	374
130.45	407.66	67.95	566.67	4.57	384
135.56	423.63	68.47	566.80	4.70	400
138.59	433.09	68.74	566.87	4.77	413
142.19	444.34	69.12	566.96	4.86	425
150.00	468.75	69.9	567.16	5.06	451
160.00	500.00	70.9	567.41	5.31	485
170.00	531.25	71.85	567.65	5.54	517
175.00	546.88	72.4	567.78	5.68	537

Vysvetlivky k tabuľke:

Qmodel: Prietok cez bezpečnostný priepad na fyzikálnom modeli v (l/s)

Qrealne: Reálny prietok cez priepad, prepočítaný cez mierkovú podobnosť na skutočnosť v (m<sup>3</sup>/s)

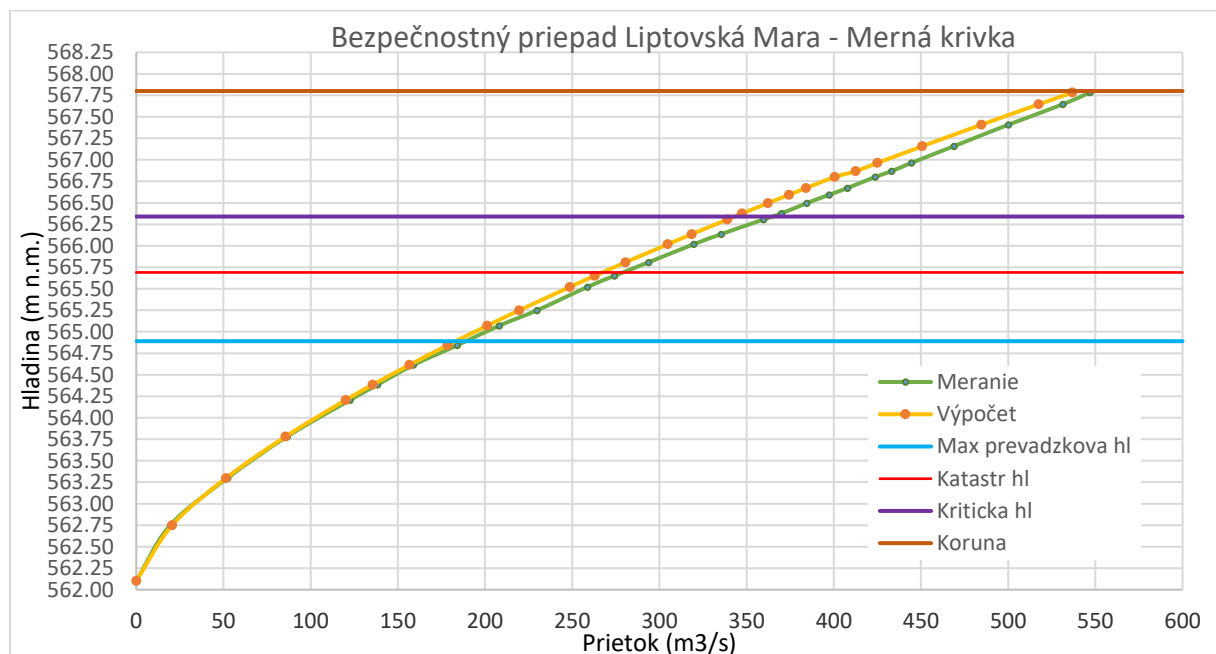
Hrot.mer. Meranie výšky hladiny v nádrži na fyzikálnom modeli v (cm)

Hladina: Reálna výška hladiny v zdrži prepočítaná cez mierkovú podobnosť v (m n. m.)

Priepad hĺbka: Výška vodného stĺpca nad priepadovou hranou v (metroch)

Q súčasné: Kapacitný prietok odpovedajúci hladine podľa údajov z manipulačného poriadku (m<sup>3</sup>/s)

Vzhľadom na to že prívodné potrubie na model poskytlo max prietok 142 l/s, nebolo možné zamerať kapacitu priepadu až po korunu hrádze. Fyzicky bolo možné zamerať mernú krivku priepadu po bod prietoku 444,3 m<sup>3</sup>/s a odpovedajúcej hladine 567,16 m n. m., ktorá je výrazne vyššie ako stanovená Mimoriadna katastrofická hladina 566,34 m n. m., ktorá sa podľa manipulačného poriadku nesmie prekročiť za žiadnych okolností. Oranžovou farbou sú do tabuľky doplnené extrapolované body mernej krivky. Mernú krivku v tomto prípade je možné extrapolovať, pretože pri prevádzaní vyšších prietokov ako modelovaných nemôže prísť k zahľteniu haťových poli ani zmene prietočného profilu.



Z porovnania meraní kapacity bezpečnostného priepadu a aktuálnej kapacitnej krivky podľa manipulačného poriadku vyplýva, že aktuálne zameraná merná krivka má mierne vyššiu kapacitu ako pôvodne stanovená. Aj pôvodná krivka bola stanovená podľa výsledkov z fyzikálneho modelu priepadu testovaného v hydromechanických laboratóriách VÚVH v roku 1963 pred výstavbou vodného diela. Vtedy bol fyzikálny model v polovičnej mierke teda 1:50 a bolo možné merať len kolenovým prietokomerom s presnosťou 5%. V rámci vtedajších možností je možné konštatovať zhodný priebeh krivky v rámci meracej presnosti.

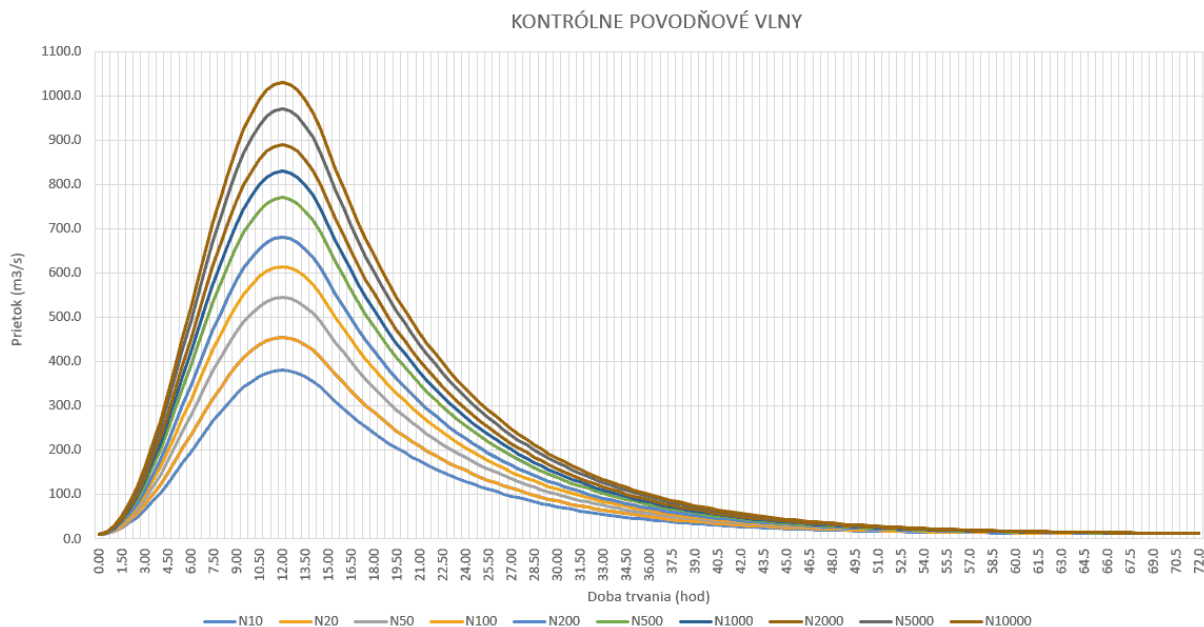
Z meraní vyplýva že bezpečnostný priepad cez obe vyhradené haťové polia je schopný previesť prietok 184 m<sup>3</sup>/s pri maximálnej prevádzkovej hladine, čo odpovedá niečo menej ako 2 ročnému povodňovému prietoku. Pri stanovenej katastrofálnej hladine na úrovni 565,69 m n. m sa podľa meraní prevedie prietok 275 m<sup>3</sup>/s, čo spadá medzi 4,5 ročný povodňový prietok bez predpokladu transformácie povodňovej vlny v nádrži. Pri stanovenej mimoriadne katastrofálnej hladine na úrovni 566,34 m n. m. je možné vyhradeným bezpečnostným priepadom previesť prietok 365 m<sup>3</sup>/s ktorý odpovedá 9 ročnému prietoku. Hypoteticky pri hladine na úrovni hrádze

567,80 m n. m. je možné previesť prietok 550 m<sup>3</sup>/s čo by odpovedalo údaju tesne nad 50 ročný povodňový prietok bez uvažovania vplyvu transformácie povodňovej vlny.

## 6. VÝPOČET TRANSFORMÁCIE POVODŇOVÝCH VLŇ

Pre zistenie miery transformácie povodňových vlŇ nádržou a regulačnými objektami bol zostavený hydrodynamický numerický model nádrže s objektami. Nádrž je v modeli definovaná čiarou zatopených objemov prevzatou z manipulačného poriadku extrapolovanou až po úroveň koruny hrádze. Regulačné objekty boli definované aktuálne stanovenou mernou krivkou priepadu a dnového výpustu až po úroveň koruny hrádze.

Tvary kontrolných povodňových vlŇ sú stanovené na základe veľkosti N ročných povodňových prietokov a dotokových charakteristík povodia. Doba nárastu povodňovej vlny bola stanovená na 12 hodín a doba poklesu vlny bola stanovená na 60 hodín. Celková doba povodňových vlŇ je teda 72 hodín. Vlny boli pomenované N10-N10000.



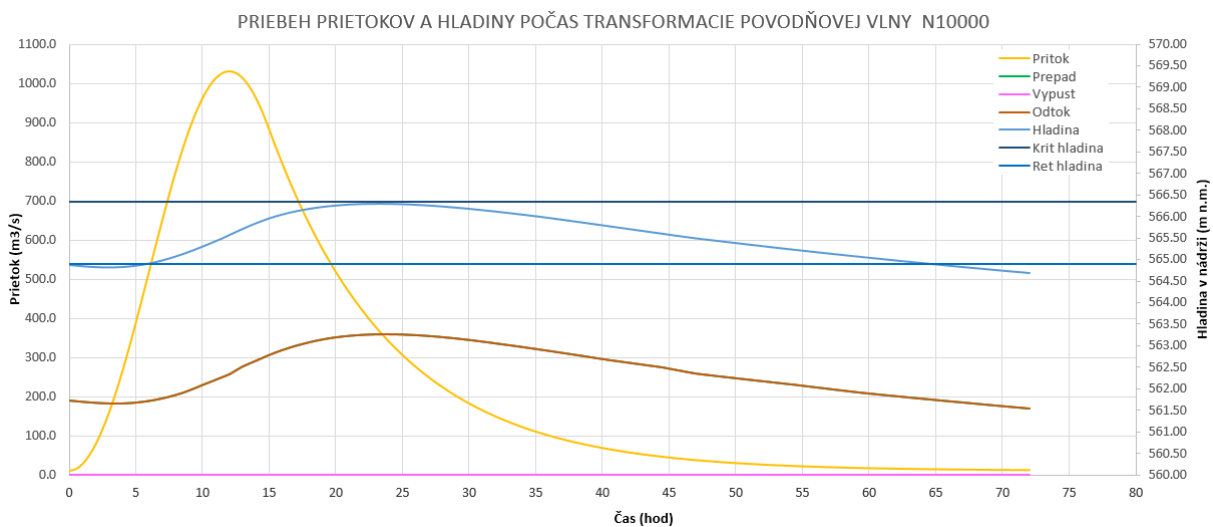
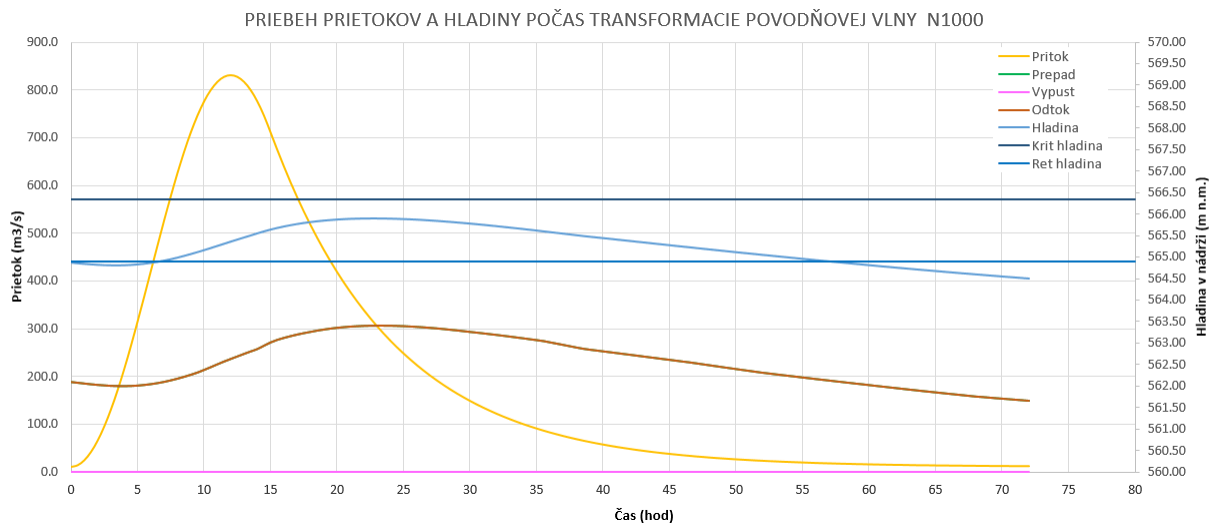
Tabuľka kulminačných prietokov a objemov povodňových vlŇ

VLNA	Qn (m <sup>3</sup> /s)	Objem (m <sup>3</sup> )
N10	380	24 984 880
N20	455	29 499 977
N50	545	34 918 094
N100	615	39 132 185
N200	680	43 045 269
N500	770	48 463 386
N1000	830	52 075 464
N2000	890	55 687 542
N5000	970	60 503 645
N10000	1030	64 115 723

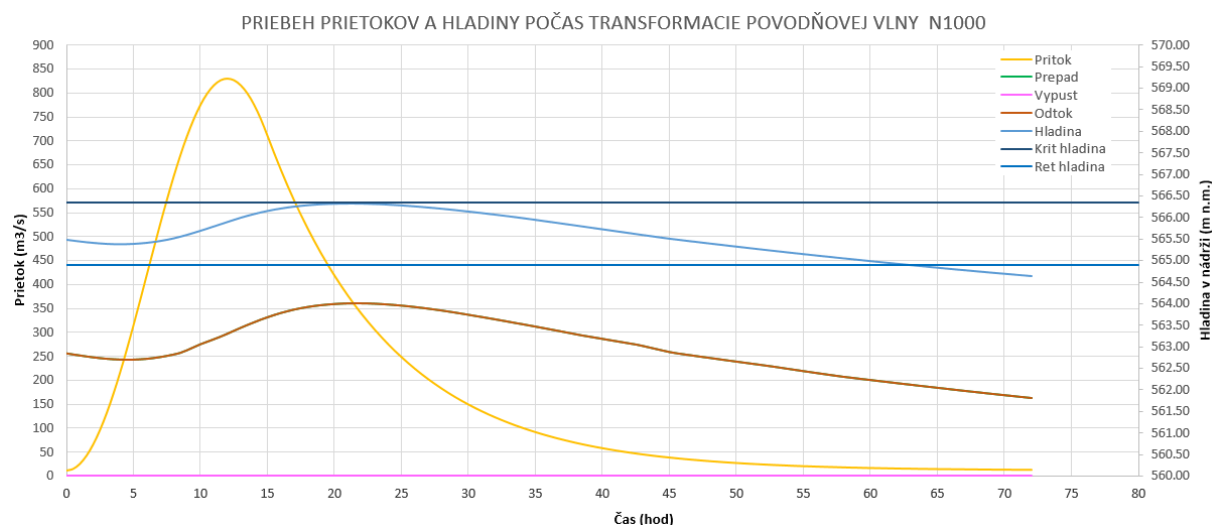


Počiatkový stav zaplnenia vodnej nádrže bol predpokladaný ako najhorší prevádzkový stav na úrovni maximálnej prevádzkovej hladiny 564,89 m n. m. Pre stav manipulácie objektami boli testované dva scenáre. Prvý scenár je prevod povodňovej vlny výlučne pomocou bezpečnostného priepadu. Druhý scenár je podľa pokynov manipulačného poriadku, zapojenia bezpečnostného priepadu a po prekročení maximálnej retenčnej hladiny aj s núdzovým zapojením dnového výpustu. Prechodom vlny cez nádrž sa časť vlny zachytí v retenčnom (resp aj zásobnom objeme nádrže) a časť vlny sa prevedie objektami v závislosti podľa ich kapacity a dosiahnutej hladiny.

Pri testovaní varianty 1 použitia výhradne bezpečnostného priepadu sa kontrolná povodňová vlna N1000 transformuje tak, že sa dosiahne medzná hladina 565,91 m n. m. ktorá je 0,43 m nižšie pod úrovňou kritickej hladiny totožnou s mimoriadne katastrofálnou hladinou. Miera transformácie kolmínáčného prietoku je veľmi veľká 63% a z nádrže odtoká vlna s maximálnym prietokom 306 m<sup>3</sup>/s čo odpovedá približne 5 ročnému prietoku. Pri testovaní prechodu kontrolnej povodňovej vlny N10000 hladina vody v nádrži dosiahne medznú úroveň 566,30 m n.m. čo je 0,04 m pod úrovňou kritickej hladiny. Miera transformácie vlny je 65% a kulmináčny prietok odtokovej vlny je 359 m<sup>3</sup>/s čo odpovedá 8 ročnému prietoku.



Vzhľadom na to že pri transformácii vlny N1000 nebola dosiahnutá úroveň kritickej hladiny v nádrži, bol hľadaná taká počiatočná úroveň naplnenia nádrže, pri ktorej by sa dosiahla. Pri počiatočnej úrovni hladiny 565,54 m n. m. sa pri transformácii uvedenej kontrolnej povodňovej vlny N1000 dosiahne medzná hladina 566,34 m n. m. na úrovni kritickej hladiny.



Kompletná tabuľka parametrov transformácie všetkých testovaných kontrolných povodňových vln za predpokladu štartu z maximálnej prevádzkovej hladiny je uvedená nižšie.

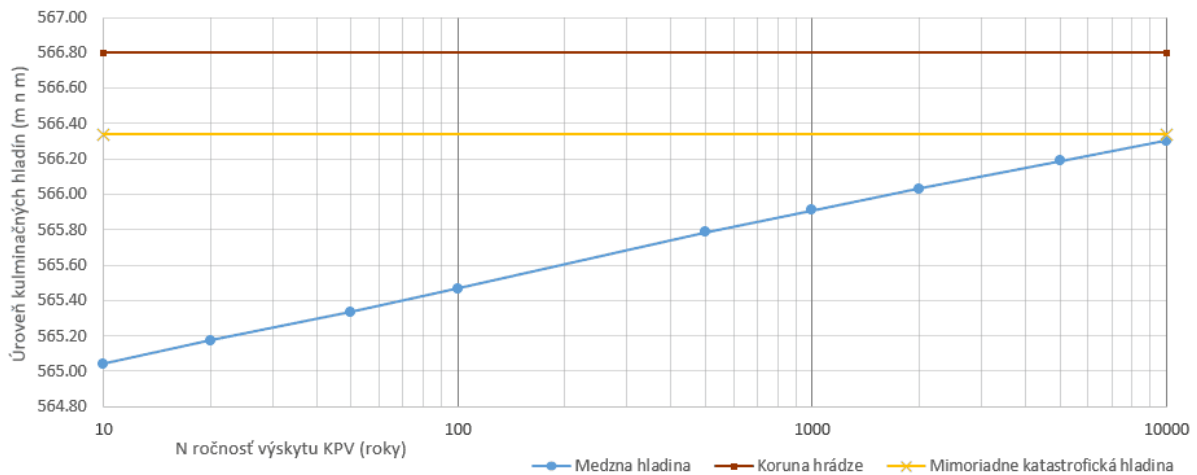
Tabuľka dosiahnutých parametrov prevodu povodňových vln výlučne priepadom

VLNA	Npv	Hstart	Qi	Qv	Qp	Qo	Vpr	TR	Ntrp	MH	dH+	dH-	Tph	Trh	Tkh	Tq100
(rok)	(rok)	(mnm)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(tis m3)	(%)	(rok)	(mnm)	(m/hod)	(m/hod)	(hod)	(hod)	(hod)	(hod)
N10	10	564.89	380	0.00	204.91	204.91	24 985	46%	2	565.04	0.03	-0.03	72.50	19.50	0.00	0.00
N20	20	564.89	455	0.00	220.59	220.59	29 500	52%	2	565.17	0.04	-0.03	72.50	27.00	0.00	0.00
N50	50	564.89	545	0.00	239.05	239.05	34 918	56%	3	565.34	0.06	-0.03	72.50	34.50	0.00	0.00
N100	100	564.89	615	0.00	252.83	252.83	39 132	59%	3	565.47	0.07	-0.03	72.50	39.50	0.00	0.00
N500	500	564.89	770	0.00	291.21	291.21	48 463	62%	5	565.78	0.09	-0.03	72.50	48.00	0.00	0.00
N1000	1000	564.89	830	0.00	306.24	306.24	52 075	63%	5	565.91	0.10	-0.04	72.50	51.00	0.00	0.00
N2000	2000	564.89	890	0.00	321.50	321.50	55 688	64%	6	566.03	0.11	-0.04	72.50	53.50	0.00	0.00
N5000	5000	564.89	970	0.00	342.79	342.79	60 504	65%	7	566.19	0.13	-0.04	72.50	57.00	0.00	0.00
N10000	10000	564.89	1030	0.00	359.24	359.24	64 116	65%	8	566.30	0.15	-0.04	72.50	59.00	0.00	0.00

Vysvetlivky: Vlna - názov vlny, Npv – N ročnosť výskytu prítokovej vlny, Hstart – štartovacia hladina, Qi – max prietok prítokovej vlny, Qv – max prietok výpustom, Qp – max prietok priepadom, Qo - max odtokový prietok, Vpr – objem prítokovej vlny, TR – účinnosť transformácie, Ntr – N ročnosť max odtokového prietoku, MH – dosiahnutá medzná hladina, dH+ - max dosiahnutá rýchlosť stúpania hladiny, dH- - max dosiahnutá rýchlosť poklesu hladiny, Tph – doba trvania vyššej ako max prevádzkovej hladiny, Trh – doba trvania vyššej ako retenčnej hladiny, Tkh – doba trvania vyššej ako kritickej hladiny, Tq100 – doba trvania vyššieho ako 100 ročného prietoku na odtoku

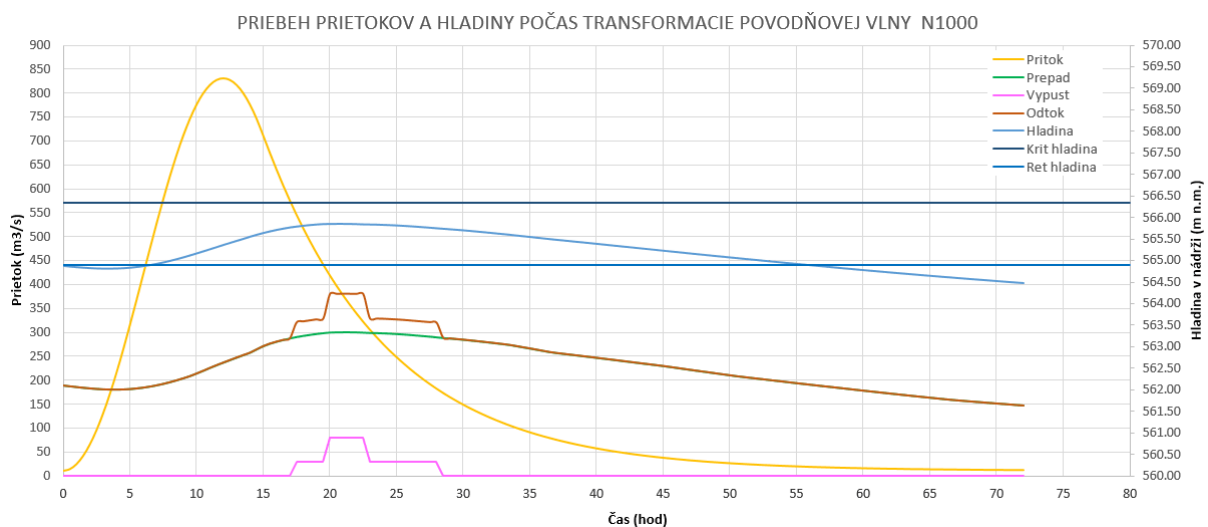
Výsledný graf dosiahnutých medzných hladín testovaných povodňových vln vzhľadom na úroveň kritickej hladiny a koruny hrádze s predpokladom prevodu povodne výlučne cez bezpečnostný priepad.

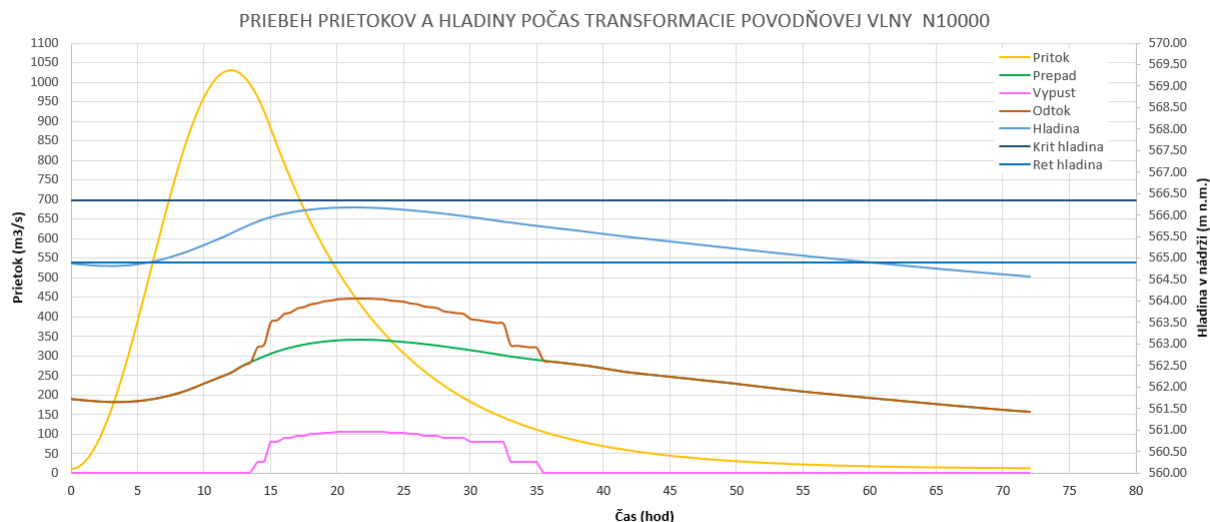
GRAF DOSIAHNUTÝCH MEDZNÝCH HLADÍN



V prípade variantu 2 pri predpokladanom postupnom zapojení jedného dnového výpustu (s tlakovým potrubím) po výraznom prekročení maximálnej retenčnej hladiny je priebeh vln N1000 a N10000 zobrazený v nasledujúcich grafoch. Algoritmus otvárania dnového priepustu nie je v manipulačnom poriadku presne uvedený, preto bol zvolený nasledovne. Ak hladina v nádrži prekročí priemernú úroveň medzi max retenčnou hladinou a kritickou hladinou, začne sa s otváraním dnového výpustu po určitých krokoch s tým že plnej kapacity sa dosiahne pri úrovni kritickej hladiny.

Z priebehu grafu je vidieť že pri teste transformácie vlny N1000 so zapojením priepadu aj priepustu sa dosiahla max medzná hladina na úrovni 565,89 m n. m. čo je len o 2 cm nižšie ako bez použitia priepustu ale odtokový kulminačný prietok vzrástol na 380 m<sup>3</sup>/s (80 m<sup>3</sup>/s cez priepust a 300 m<sup>3</sup>/s priepad) čo odpovedá 10 ročnému povodňovému prietoku. Miera transformácie vlny je 59%. Pri teste prevodu vlny N10000 zo zapojením priepustu sa dosiahla medzná hladina 566,18 m n. m. čo je 0,16 m pod úrovňou kritickej hladiny. Celkový odtokový kulminačný prietok dosiahol hodnotu 446 m<sup>3</sup>/s čo predstavuje 18 ročný povodňový prietok. Miera transformácie sa znížila na 57%.

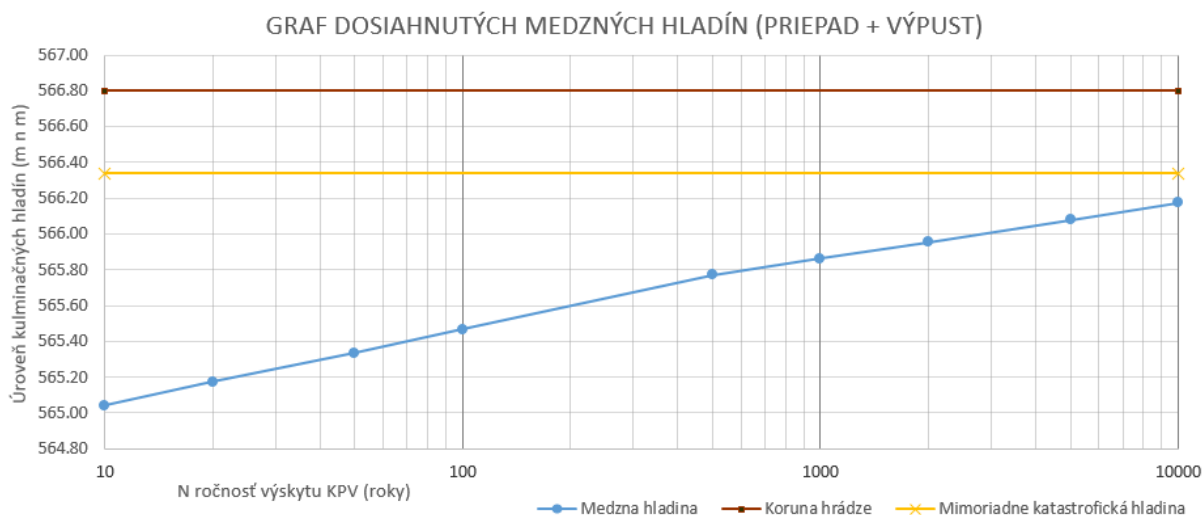




Kompletná tabuľka parametrov transformácie všetkých testovaných kontrolných povodňových vln pri zapojení priepadu aj dnového výpustu sú uvedené nižšie. Pribeh medzných hladín mierne klesol a od vlny N500 je vidieť zlom trendu pri zapojení dnového výpustu.

Tabuľka dosiahnutých parametrov pri prevoze povodňových vln priepadom aj priepustom

VLNA (rok)	Npv (rok)	Hstart (mm)	Qi (m <sup>3</sup> /s)	Qv (m <sup>3</sup> /s)	Qp (m <sup>3</sup> /s)	Qo (m <sup>3</sup> /s)	Vpr (1000 m <sup>3</sup> )	TR (%)	Ntrp (rok)	MH (mm)	dH+ (m/hod)	dH- (m/hod)	Tph (hod)	Trh (hod)	Tkh (hod)	Tq100 (hod)
N10	10	564.89	380		204.91	204.91	24 985	46%	2	565.04	0.03	-0.03	72.50	19.50	0.00	0.00
N20	20	564.89	455		220.59	220.59	29 500	52%	2	565.17	0.04	-0.03	72.50	27.00	0.00	0.00
N50	50	564.89	545		239.05	239.05	34 918	56%	3	565.34	0.06	-0.03	72.50	34.50	0.00	0.00
N100	100	564.89	615		252.83	252.83	39 132	59%	3	565.47	0.07	-0.03	72.50	39.50	0.00	0.00
N500	500	564.89	770	29.94	289.98	319.92	48 463	58%	6	565.77	0.09	-0.03	72.50	47.50	0.00	0.00
N1000	1000	564.89	830	79.93	300.65	380.58	52 075	54%	10	565.86	0.10	-0.03	72.50	50.00	0.00	0.00
N2000	2000	564.89	890	80.00	311.84	391.84	55 688	56%	11	565.95	0.11	-0.04	72.50	51.00	0.00	0.00
N5000	5000	564.89	970	96.13	327.57	423.70	60 504	56%	15	566.08	0.13	-0.04	72.50	53.50	0.00	0.00
N10000	10000	564.89	1030	105.25	341.05	446.29	64116	57%	18	566.18	0.15	-0.05	72.50	54.50	0.00	0.00



## 7. ZÁVER

Vodná nádrž Liptovská Mara bezpečne prevedie všetky testované kontrolne povodňové vlny v rozsahu N10 – N10 000 pri dosiahnutí nižších medzných hladín ako je kritická hladina stanovená na úrovni mimoriadnej katastrofickej hladiny podľa manipulačného poriadku.

