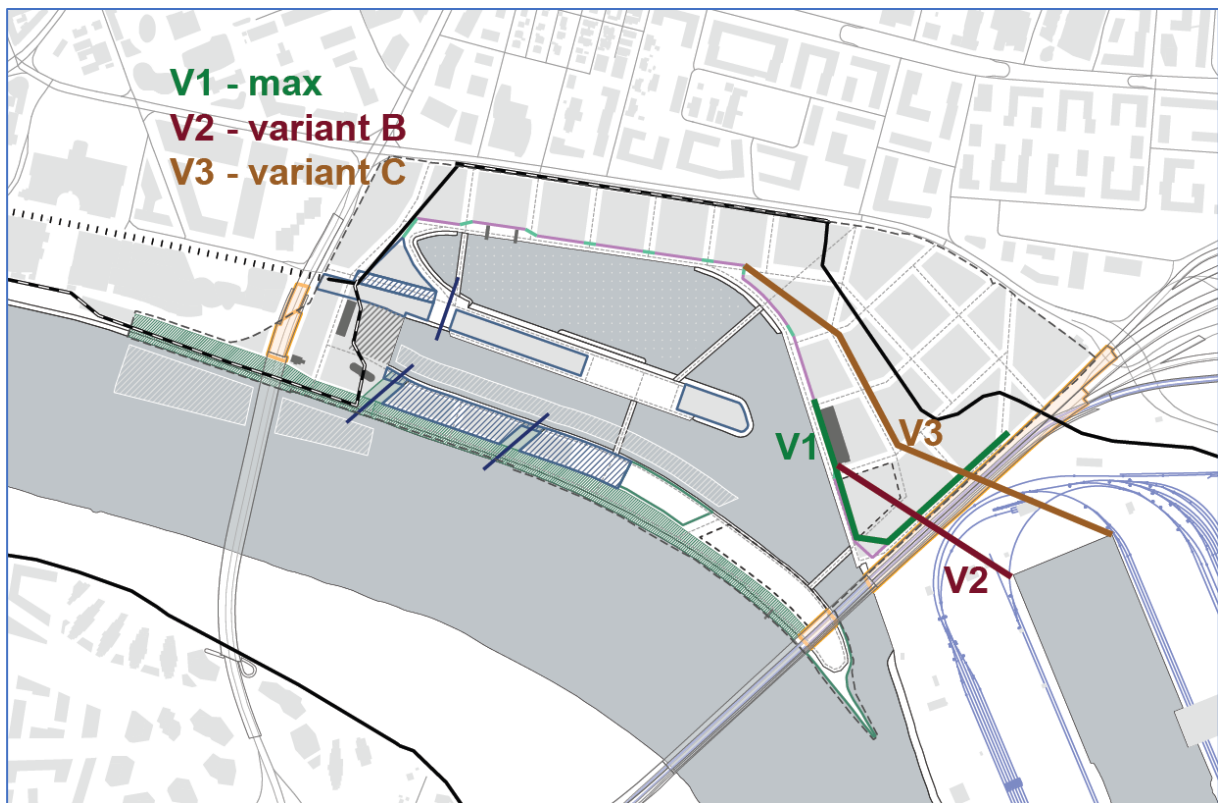




## Preverenie a vyhodnotenie variantov stratégie kontrolovaného odtoku povodňových vôd pre územie Zimný prístav



November 2025

Názov projektu: **Preverenie a vyhodnotenie variantov stratégie kontrolovaného odtoku povodňových vôd pre územie Zimný prístav**

Názov dokumentu: **Technická správa**

Objednávateľ : **Metropolitný inštitút  
Bratislavy  
Primaciálne námestie 429/1  
814 99 Bratislava**



Spracovateľ : **DHI SLOVAKIA, s.r.o.  
Hattalova 12  
831 03 Bratislava**



Číslo zmluvy:

- Objednávateľa: **Z-153/25/2025**
- Spracovateľa: **33800593**

Autori: **Ing. Martin Mišík, PhD., Ing. Marián Kučera, Ing. Stanislav Grand**

Dátum: **13.1.2026**

Verzia **2.0 Finálna**

ISO 9001  
DHI Business  
Management System

Vypracované v súlade so  
systémom riadenia kvality  
certifikovaného spoločnosťou  
Bureau Veritas.



## Obsah

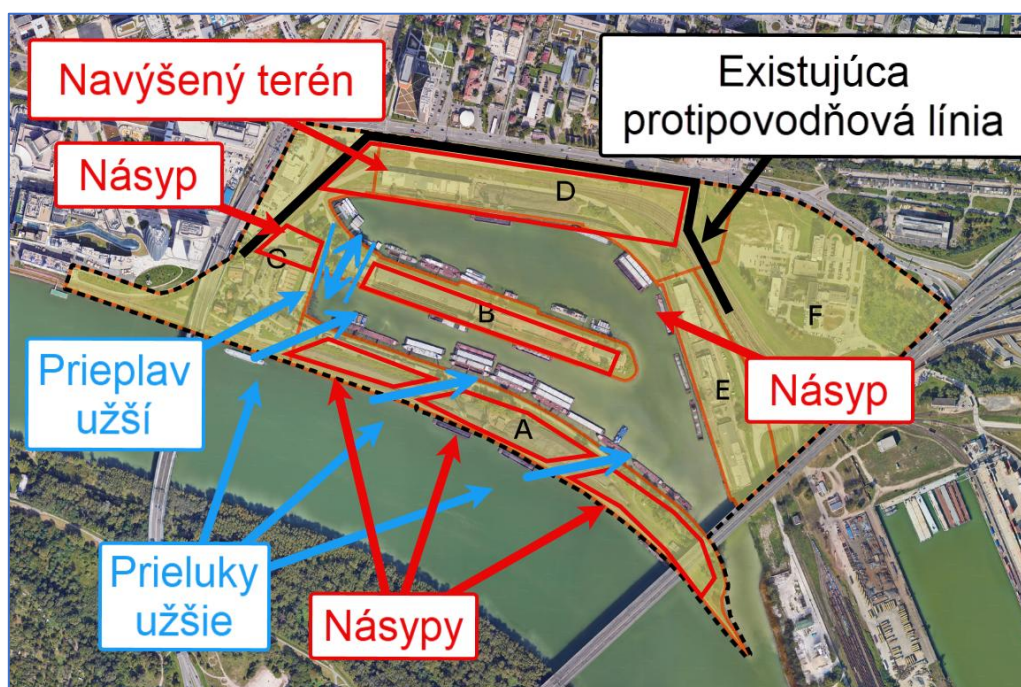
1	Úvod.....	4
2	Zadanie a metóda posúdenia .....	4
3	Súčasný stav .....	6
4	V1 - max.....	10
5	V2 – variant B.....	14
6	V3 – variant C.....	18
7	Porovnanie výšky hladiny pre posudzované varianty.....	22
8	Potreba zahrnutia riešenia prístavu Pálenisko a širšieho úseku Dunaja .....	26
9	Návrhová povodňová hladina so zarátaním vplyvu zmeny klímy .....	29
10	Priemerné a nízke hladiny vody.....	32
11	Záver a odporúčania.....	34
12	Odporúčania pre architektonické tímy.....	36
12.1	Maximálna plavebná hladina.....	36
12.2	Preverenie vplyvu navrhnutých blokov na povodňovú hladinu.....	36

## 1 Úvod

Túto prácu „Preverenie a vyhodnotenie variantov stratégie kontrolovaného odtoku povodňových vôd pre územie Zimný prístav“ vypracovala spoločnosť DHI SLOVAKIA, s.r.o. na základe zmluvy o dielo s Metropolitným inštitútom Bratislavy. Cieľom posudku je formou textového zhodnotenia a mapového výstupu popísať výsledky matematického modelovania troch variantov zastavania územia z pohľadu kontrolovaného odtoku veľkých vôd a protipovodňovej ochrany. Táto práca nadväzuje na odborný posudok pre projekt Zimný prístav - Opis povodňového ohrozenia ako popis súčasnej situácie z dostupných zdrojov a meraní, DHI, marec 2025 a na správu Zimný prístav – Nultý koncept: Zhodnotenie variantov protipovodňovej ochrany, DHI, máj 2025. V rámci tohto nadväzného posúdenia sa preveroval vplyv rozsahu zastavaného územia a umiestnenia protipovodňovej línie na výtok zo Zimného prístavu v okolí Prístavného mosta.

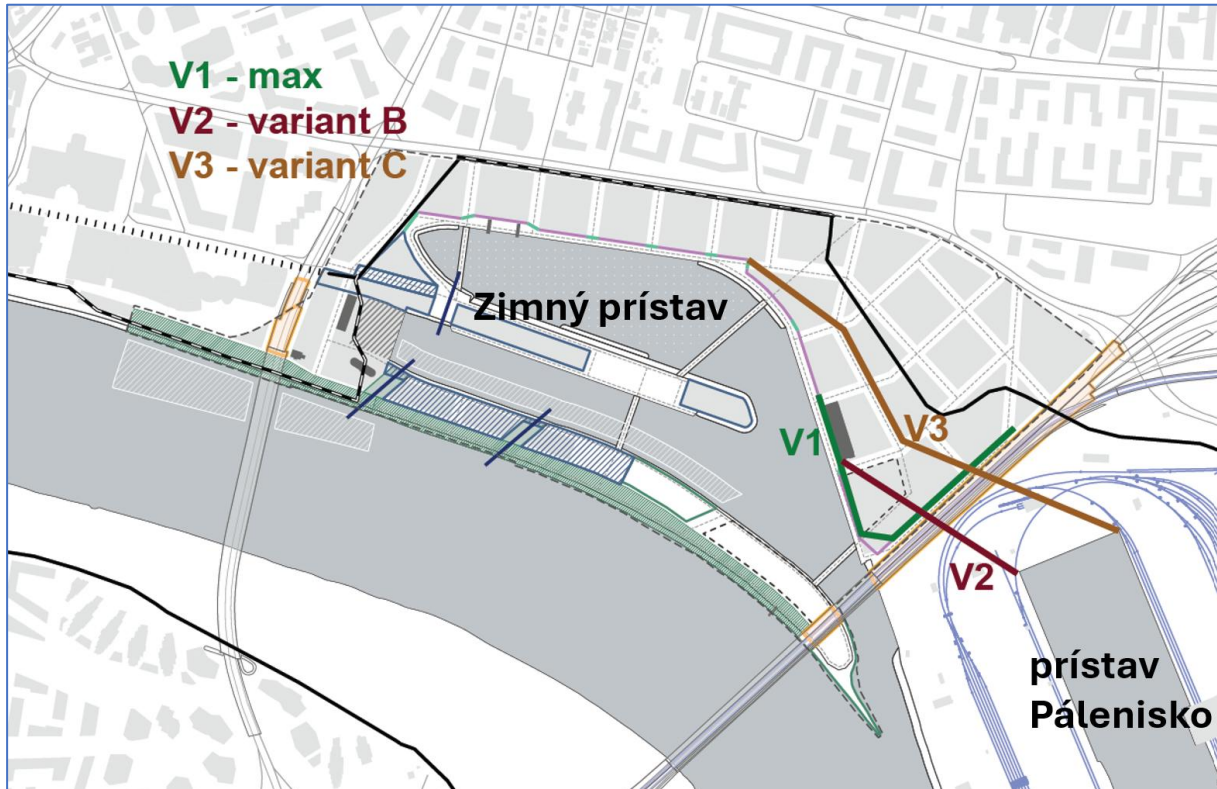
## 2 Zadanie a metóda posúdenia

Na základe výsledkov predchádzajúceho posúdenia v rámci nultého konceptu návrhu zmeny Zimného prístavu na novú urbanizovanú štvrť (DHI, máj 2025) sa zistilo, že pre bezpečnú protipovodňovú ochranu Bratislavy je potrebné, aby cez územie Zimného prístavu aj po jeho transformácii dokázala voda pri povodniach kontrolovaná a bezpečne pretekať. Na ten účel boli v novej zástavbe navrhnuté prieluky na umožnenie kontrolovaného pretekania vody z Dunaja do bazénov Zimného prístavu (Obr. 2.1). Pri súčasnom stave územia voda zo Zimného prístavu následne vyteká, časť späť do koryta Dunaja cez vjazd do prístavu a ďalšia časť preteká do prístavu Pálenisko. Toto posúdenie preveruje aký vplyv na povodňové hladiny bude mať miera zastavania územia v sektoroch E a F Zimného prístavu (Obr. 2.1.), kadiaľ počas povodní časť vody preteká smerom do prístavu Pálenisko.



Obr. 2.1 – Posunutá PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prieplav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.

Zadávateľ, Metropolitný inštitút Bratislavy, zadefinoval na preverenie tri varianty rozsahu zástavby a polohy línie protipovodňovej ochrany v sektoroch E a F Zimného prístavu (Obr. 2.2). Variant V1 – max je z pohľadu rozsahu zástavby maximalistický. V ďalších dvoch variantoch V2 – variant B a V3 – variant C zástavba a línia protipovodňovej ochrany ustupuje od bazéna Zimného prístavu a ponecháva viac priestoru pre pretekánie povodňovej vody medzi Zimným prístavom a prístavom Pálenisko (Obr. 2.2).



Obr. 2.2 - Riešená lokalita a preverované tri varianty zástavby Zimného prístavu na Dunaji v Bratislave

Pre zhodnotenie variantov protipovodňovej ochrany (PPO) je využitý dvojrozmerný matematický model (2D model) MIKE21 FM, ktorý má DHI v tejto lokalite zostavený .

Do modelu boli zadané plochy plánovanej novej zástavby a posunutá línia protipovodňovej ochrany v troch variantoch, s výškou prevyšujúcou hladinu 1000-ročnej povodne.

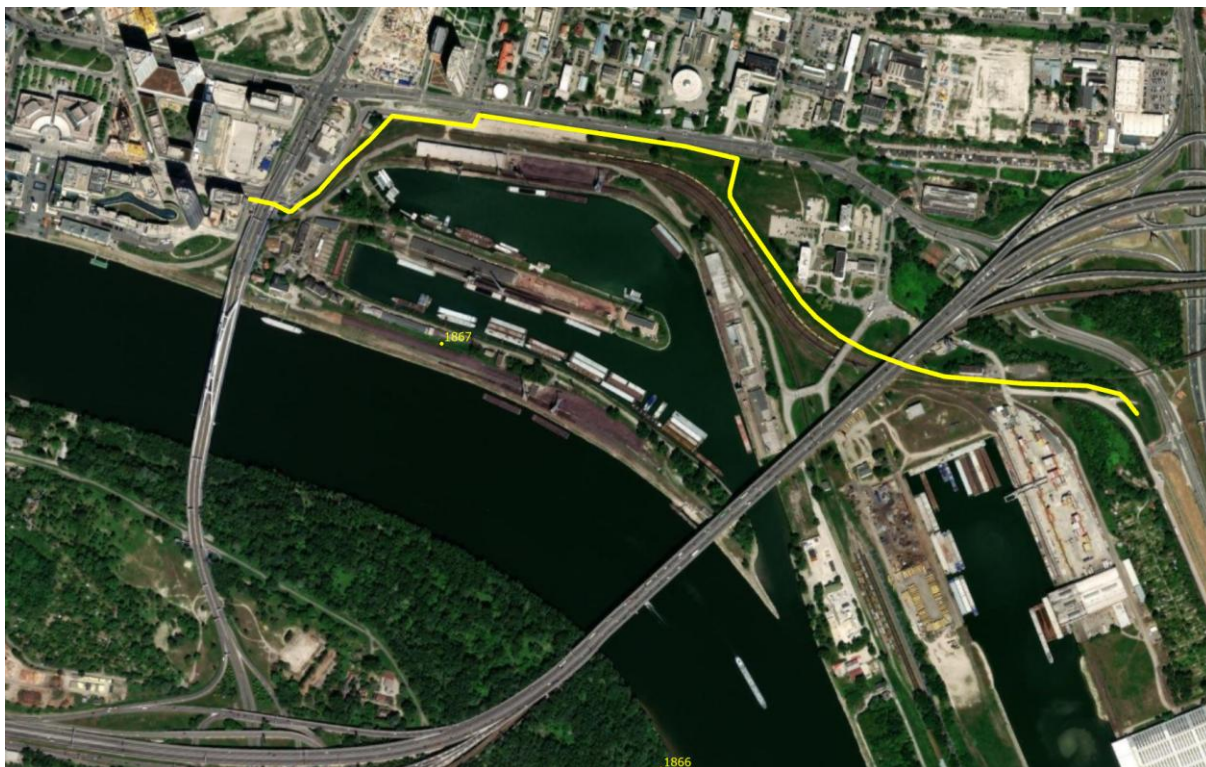
Pre tri posudzované varianty posunutej línie protipovodňovej ochrany (Obr. 2.2) sme namodelovali priebeh hladiny, rýchlosť a smery prúdenia pri 100-ročnej a 1000-ročnej povodni. Varianty sme porovnali so súčasným stavom a navzájom.

Výsledky boli znázornené graficky vo forme obrázkov s výškami hladiny a rýchlosťou prúdenia v záujmovom území pre jednotlivé varianty, ako aj vo forme porovnania výšky hladiny v referenčných bodoch.

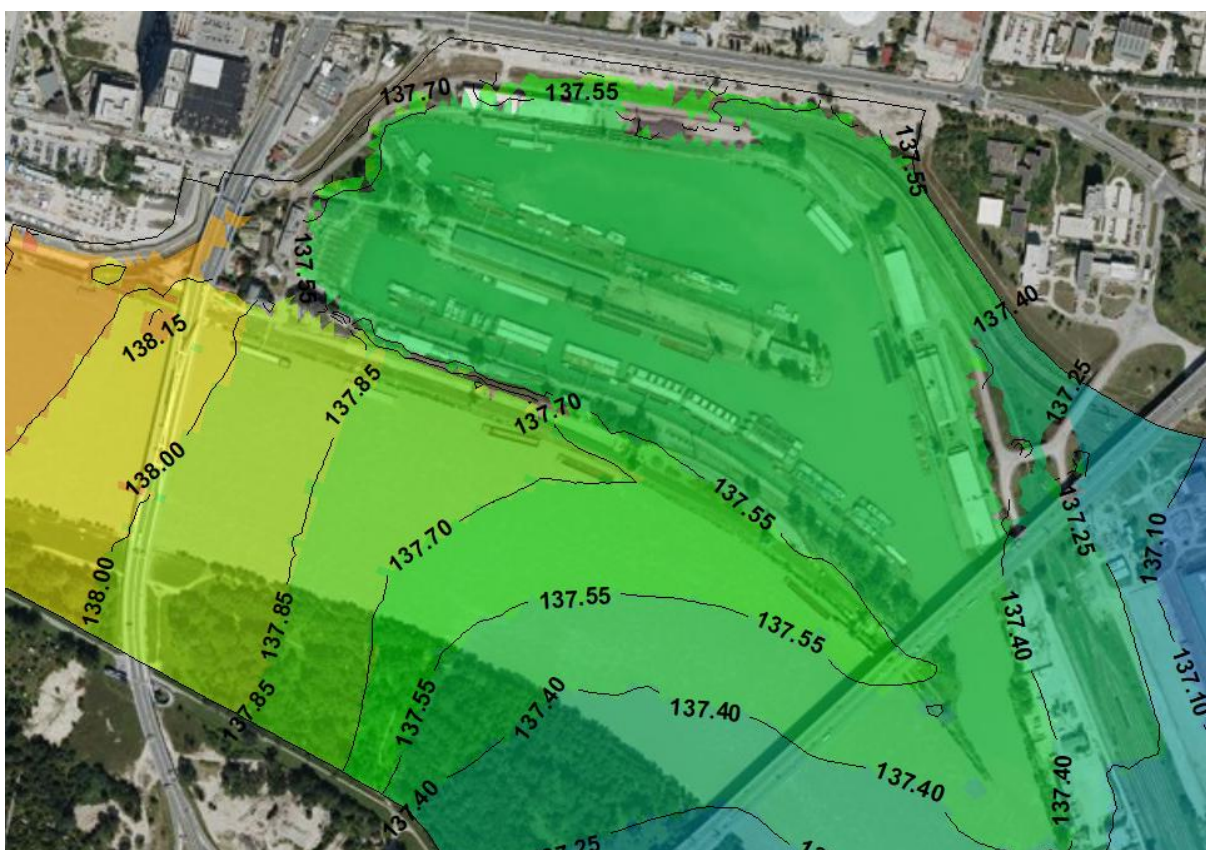
V tomto posúdení boli použité nasledujúce hodnoty povodňových prietokov:

$$Q_{100} = 11\,200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}, Q_{1000} = 13\,600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} .$$

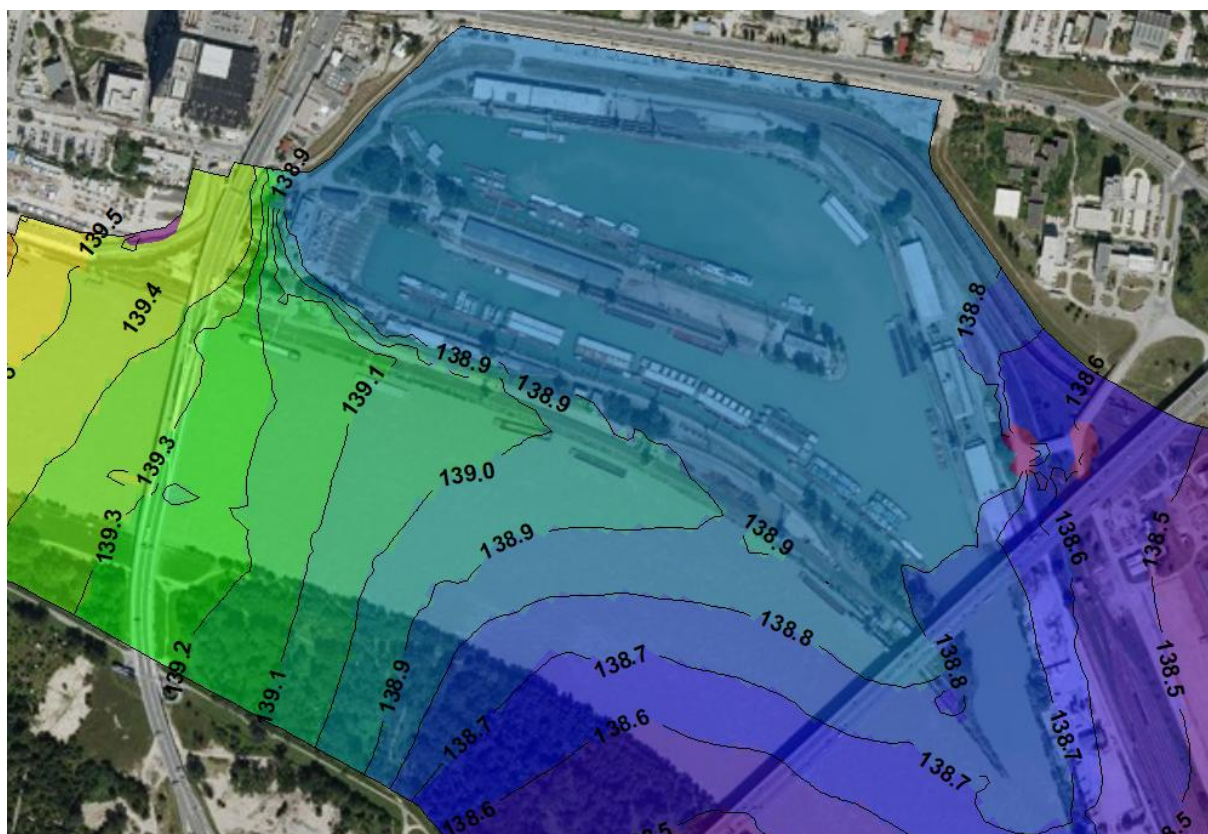
### 3 Súčasný stav



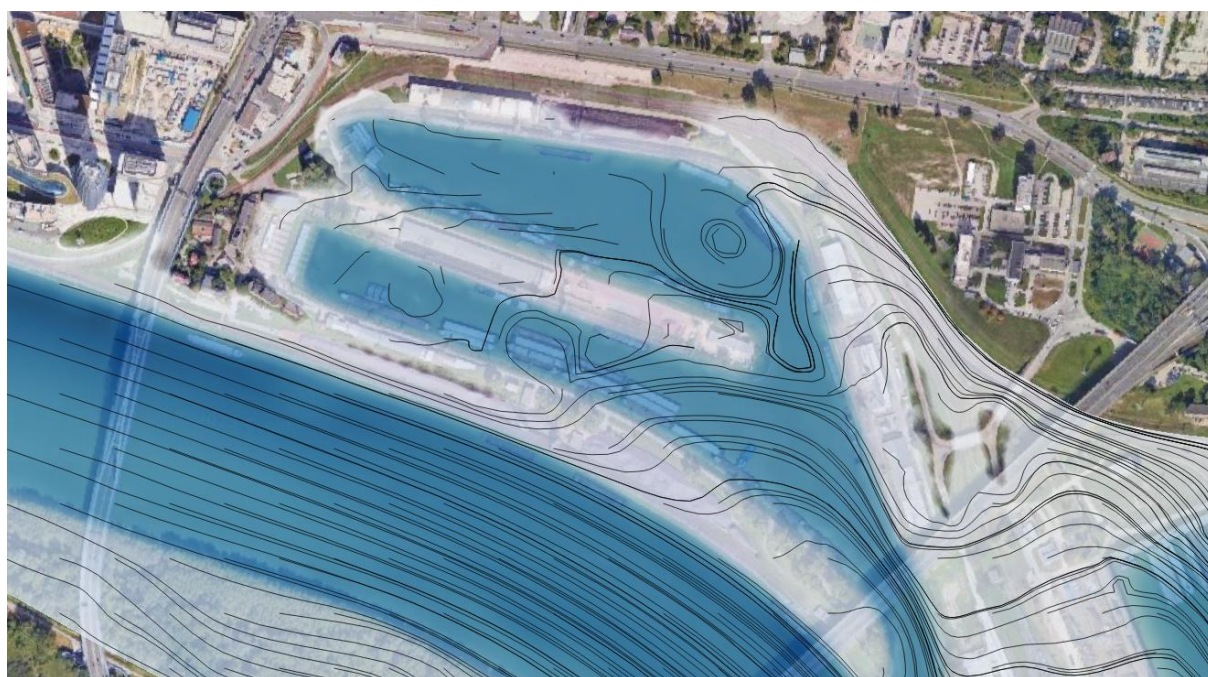
Obr. 3.1 – Súčasná línia protipovodňovej ochrany



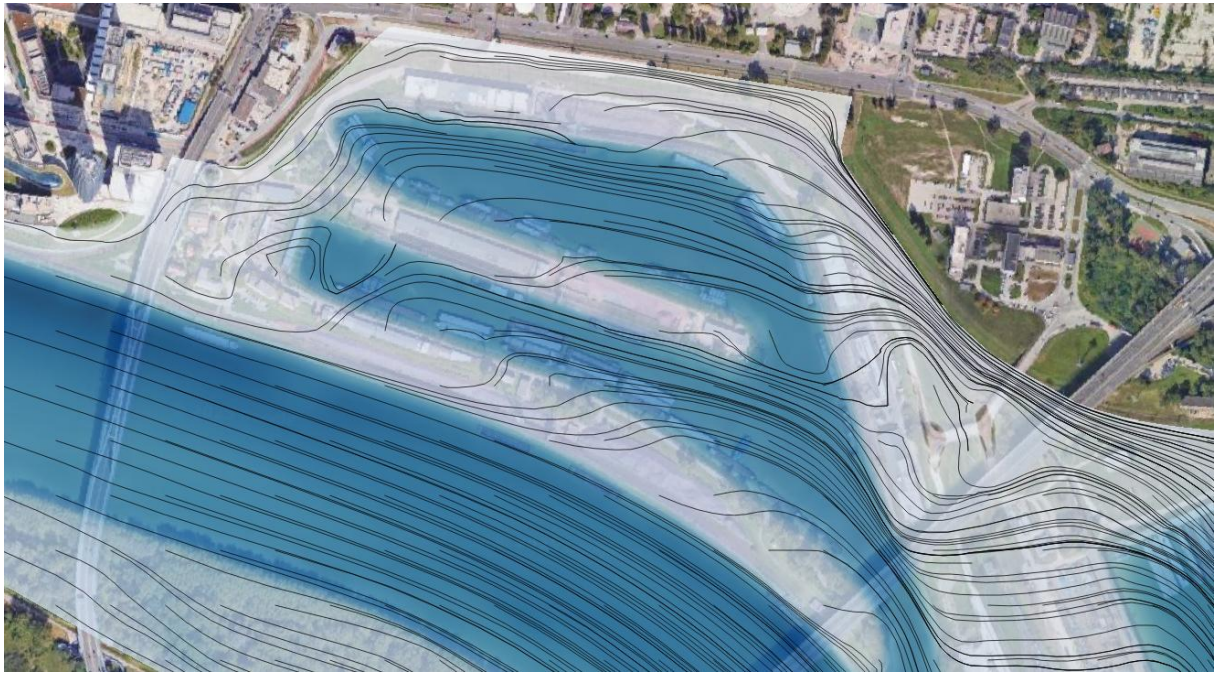
Obr. 3.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n. m.] pri súčasnom stave



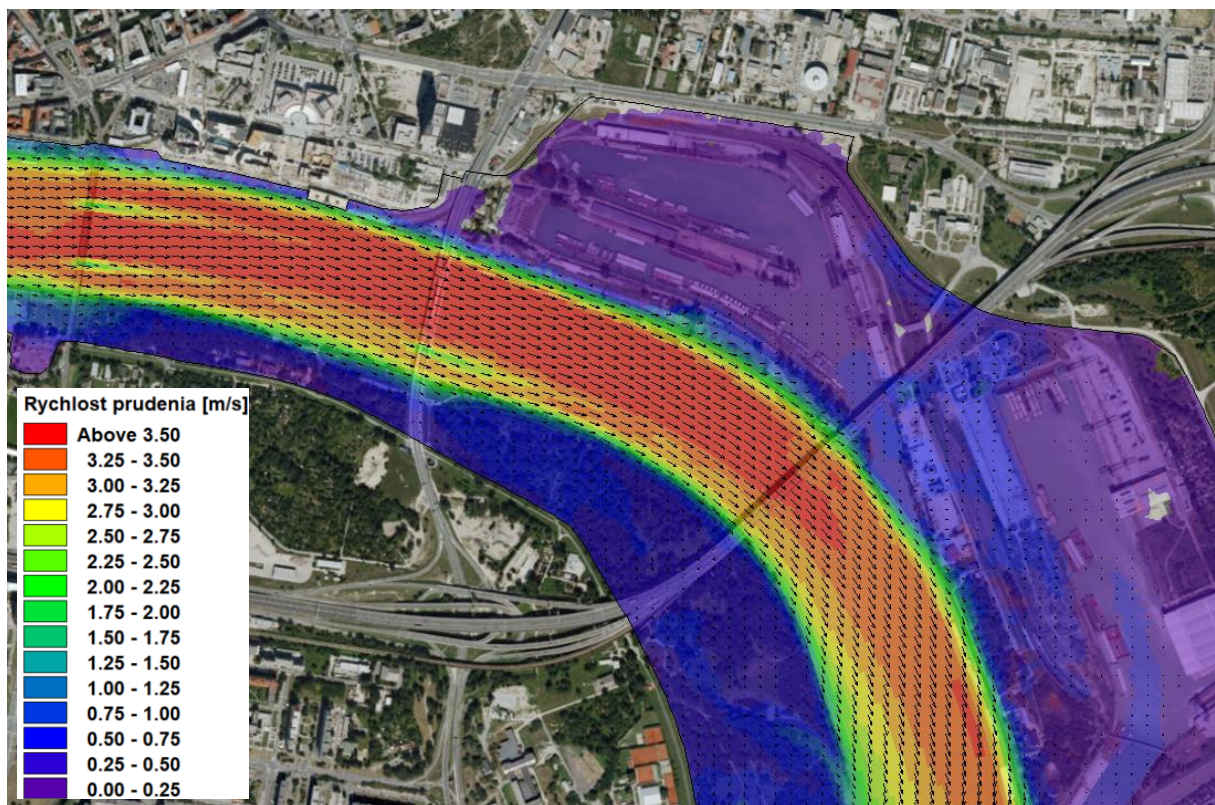
Obr. 3.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n. m.] pri súčasnom stave



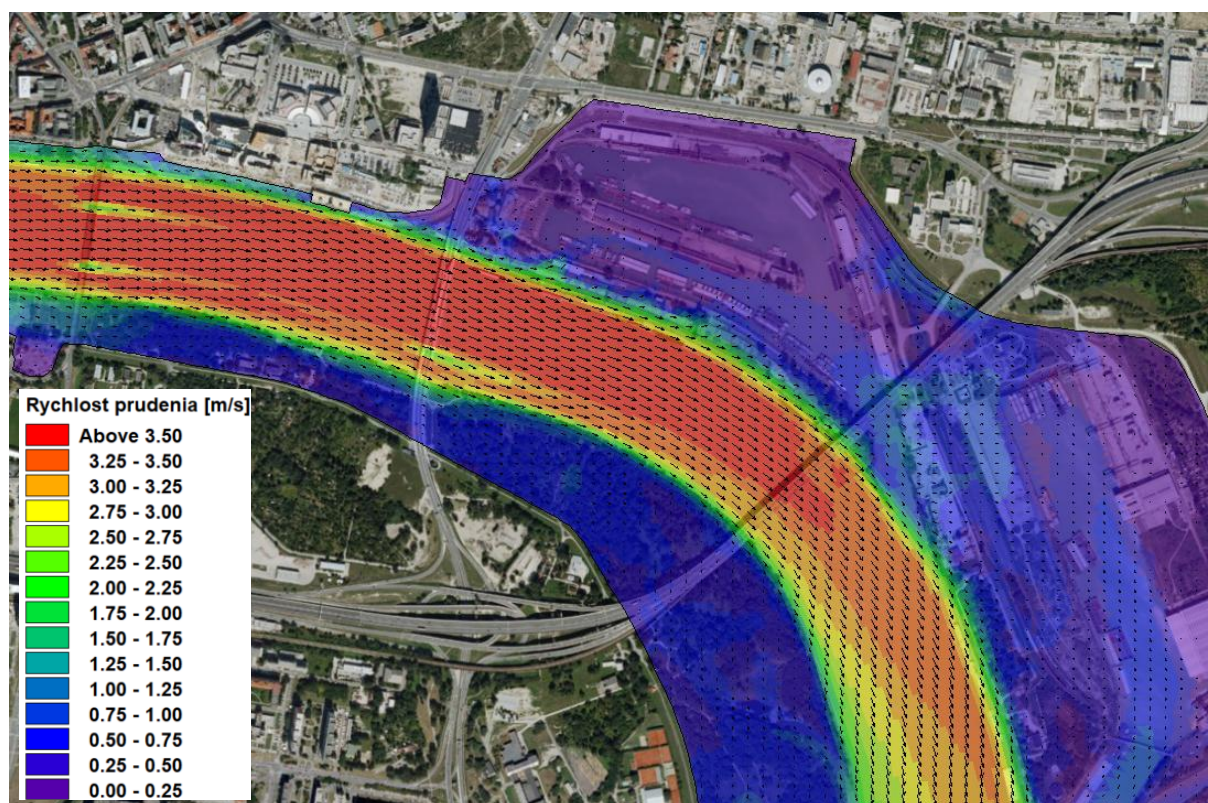
Obr. 3.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri súčasnom stave



Obr. 3.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri súčasnom stave



Obr. 3.6 - Grafické znázornenie rýchlostí a smeru prúdenia 100-ročnej vody pri súčasnom stave



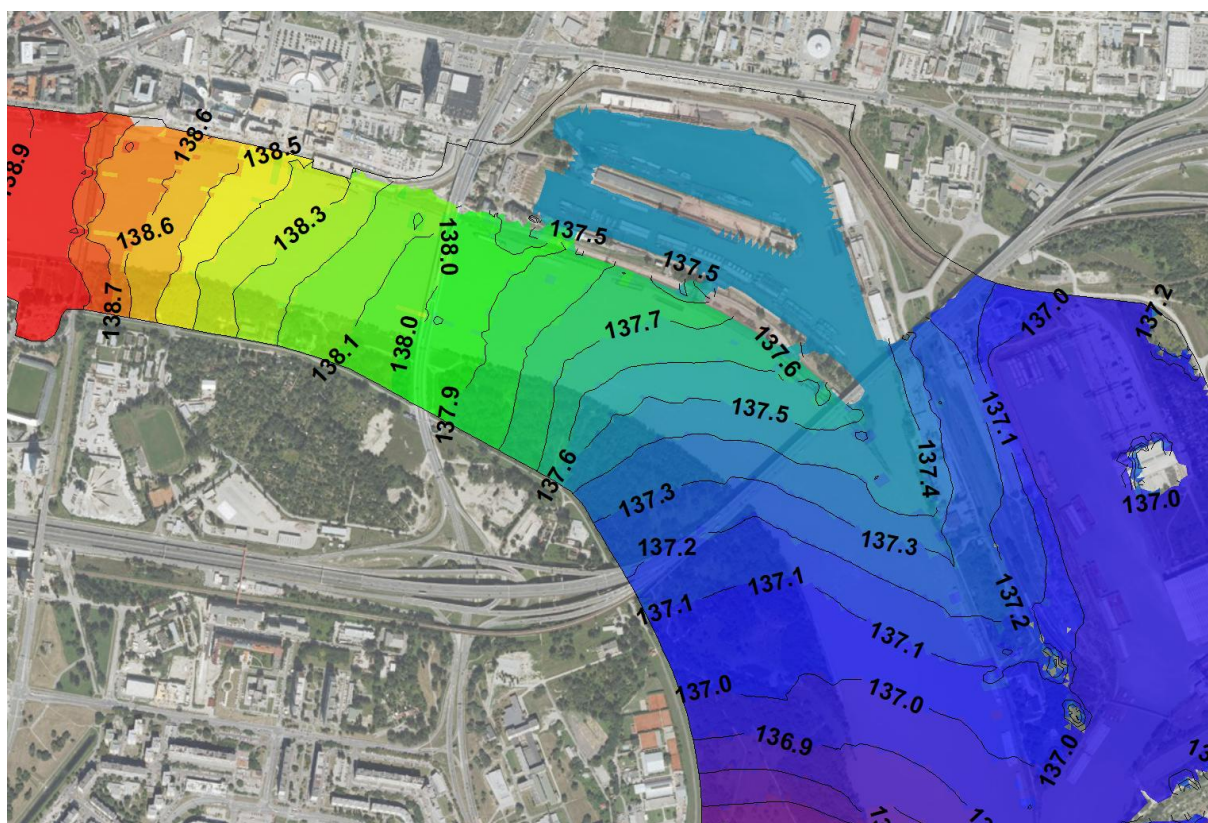
Obr. 3.7 - Grafické znázornenie rýchlostí a smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri súčasnom stave

## 4 V1 - max

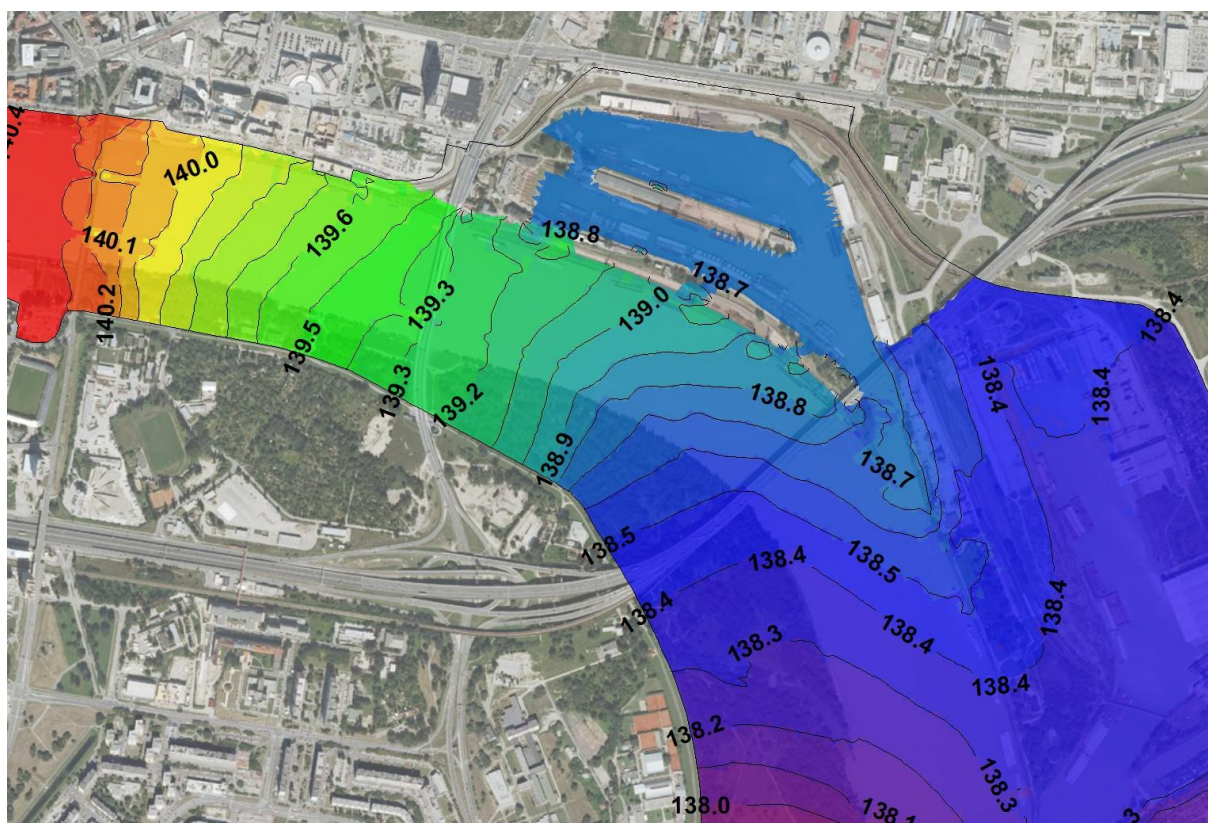
Toto je maximalistický variant rozsahu zastavaného územia vo východnej časti Zimného prístavu pri Prístavnom moste. V modeli je terén za líniou protipovodňovej ochrany (Obr. 4.1) zvýšený nad hladinu 1000-ročnej povodne. Vypočítané výšky hladiny, smery prúdenia a rýchlosť prúdenia, pre 100-ročnú a 1000-ročnú povodeň, sú uvedené na obrázkoch Obr. 4.2 až Obr. 4.7.



Obr. 4.1 - Línia protipovodňovej ochrany podľa variantu V1 – maximálny rozsah zástavby



Obr. 4.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n. m.] pri variante V1-max



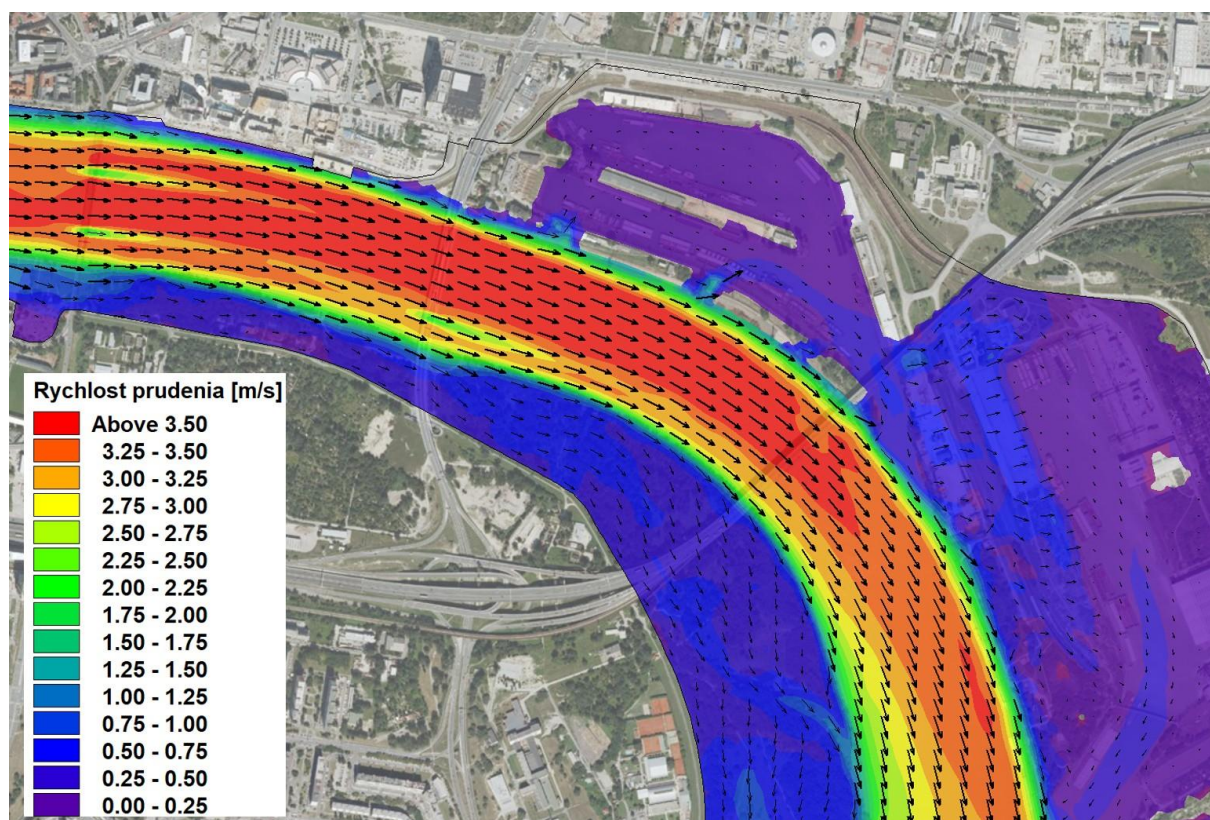
Obr. 4.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n. m.] pri variante V1-max



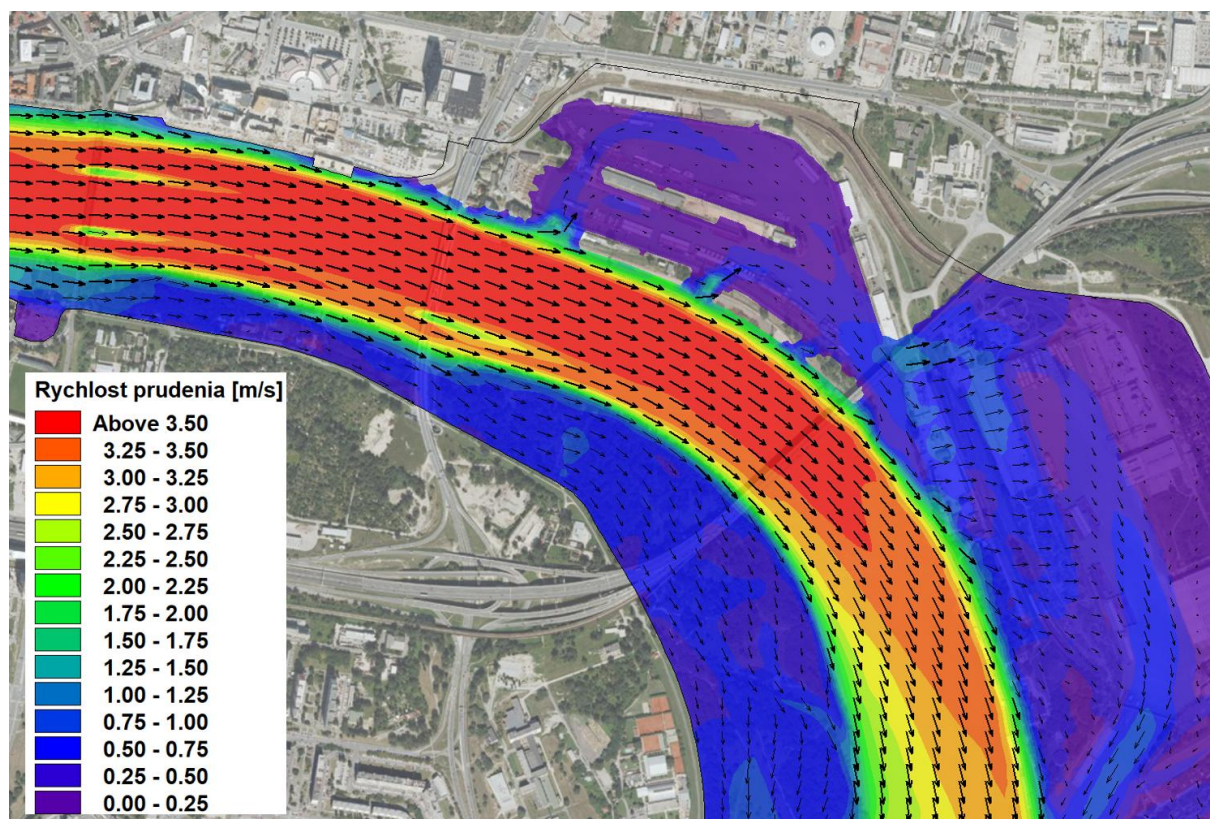
Obr. 4.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri variante V1-max



Obr. 4.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri variante V1-max



Obr. 4.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri variante V1-max



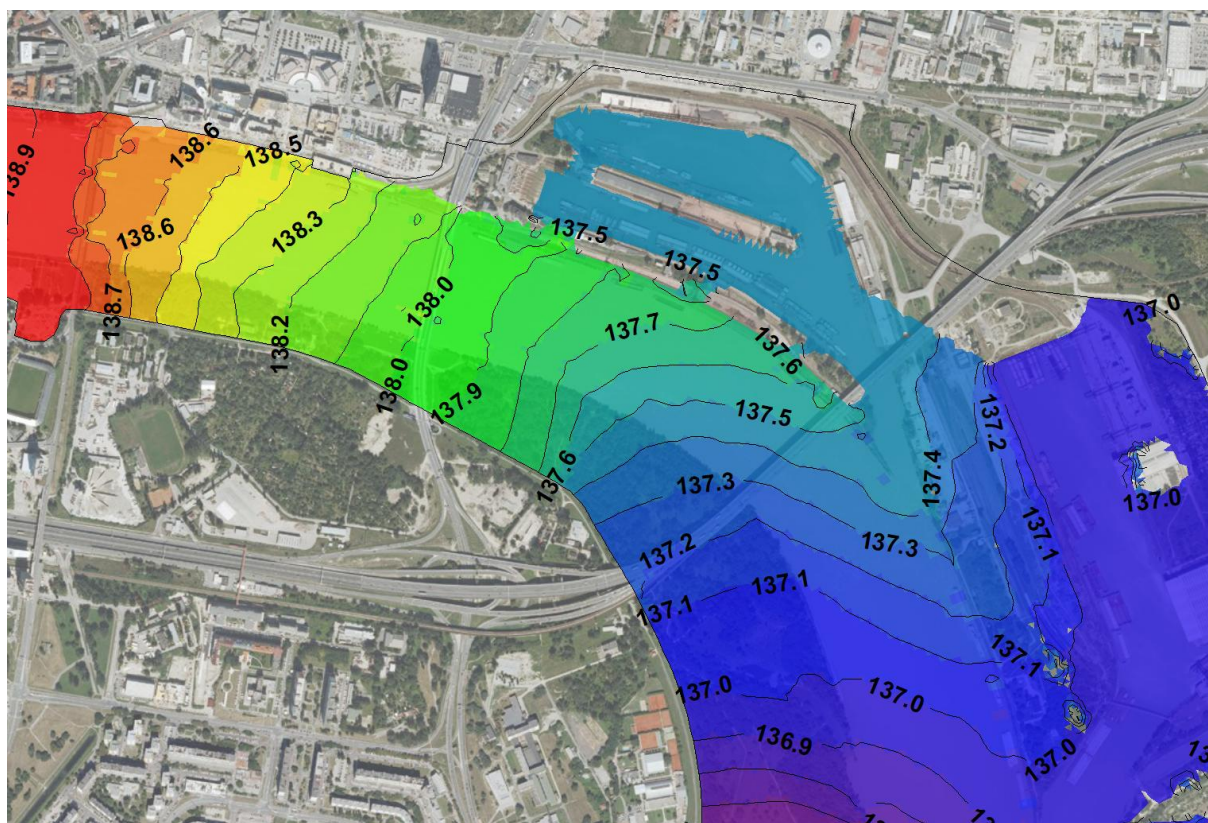
Obr. 4.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri variante V1-max

## 5 V2 – variant B

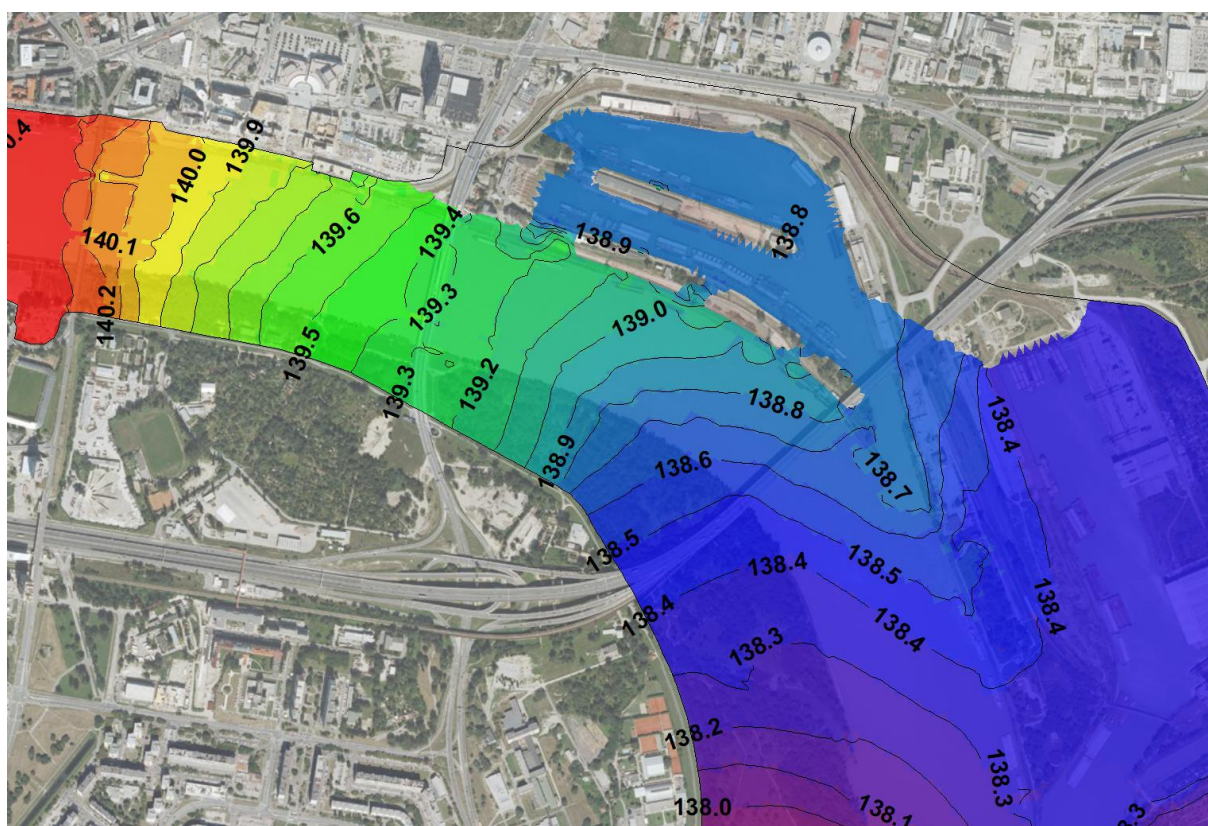
V modeli je terén za líniou protipovodňovej ochrany V2 (Obr. 5.1) zvýšený nad hladinu 1000-ročnej povodne. Vypočítané výšky hladiny, smery prúdenia a rýchlosť prúdenia, pre 100-ročnú a 1000-ročnú povodeň, sú uvedené na obrázkoch Obr. 5.2 až Obr. 5.7.



Obr. 5.1 – Línia protipovodňovej ochrany podľa variantu V2



Obr. 5.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n. m.] pri variante V2



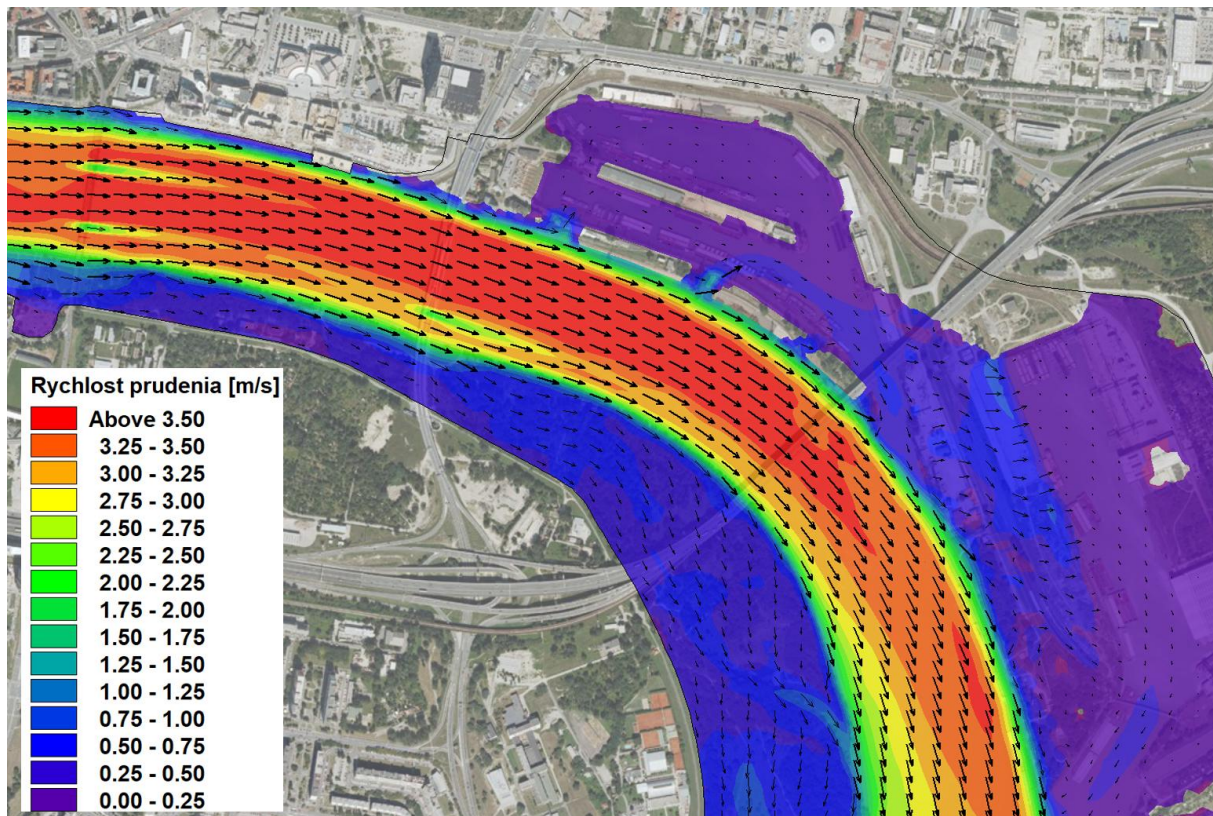
Obr. 5.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n. m.] pri variante V2



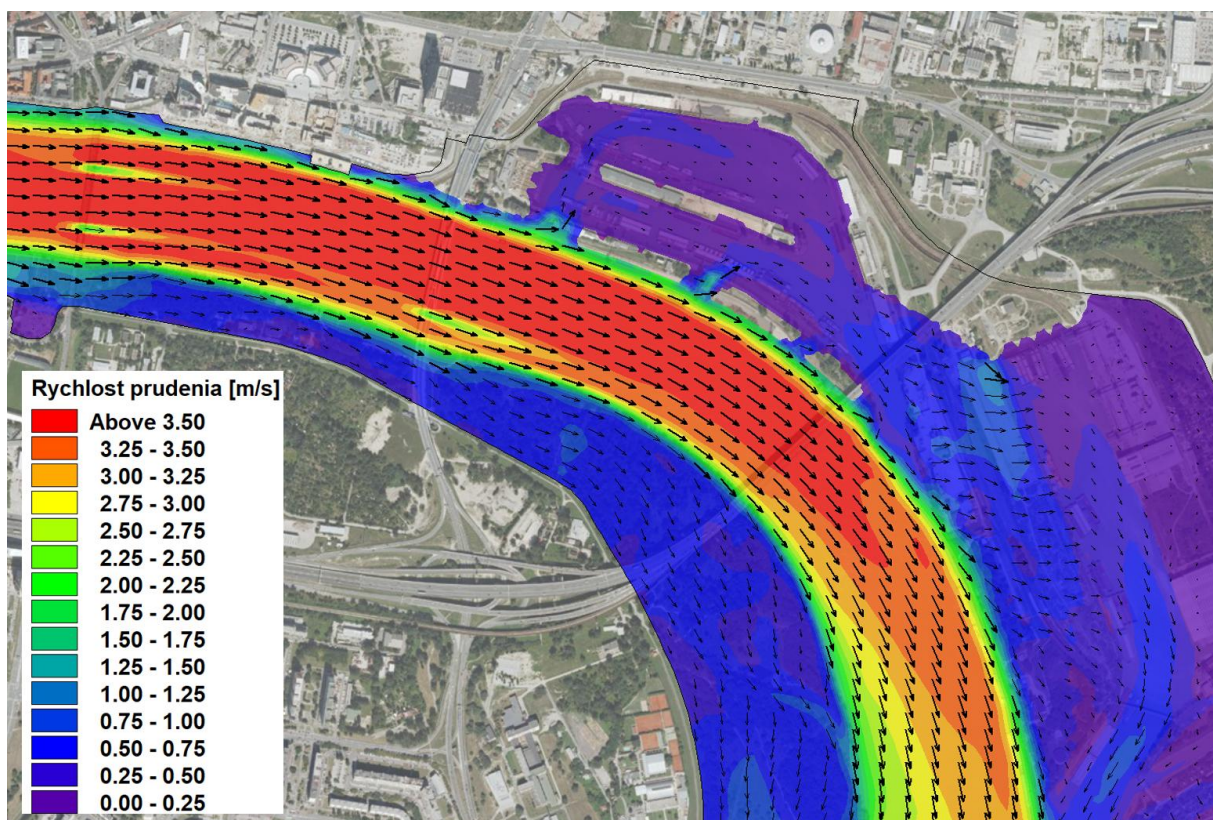
Obr. 5.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej pri variante V2



Obr. 5.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri variante V2



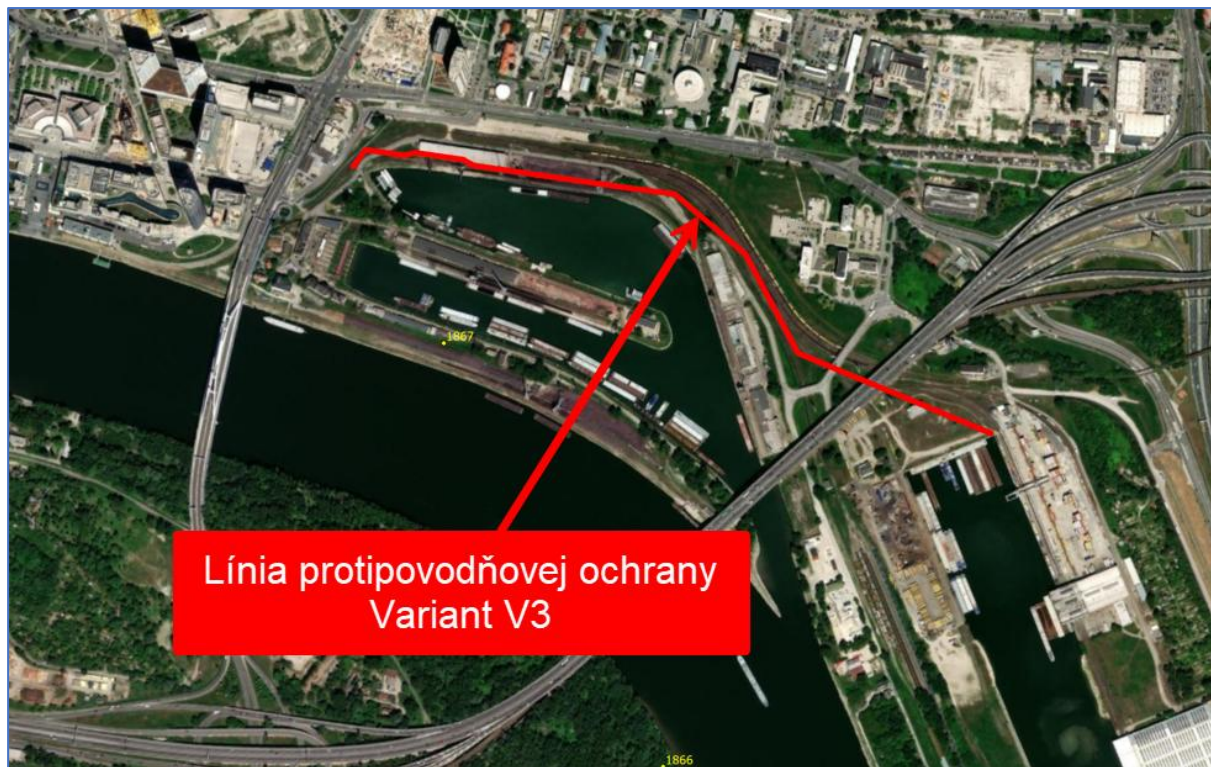
Obr. 5.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody [m n. m.] pri variante V2



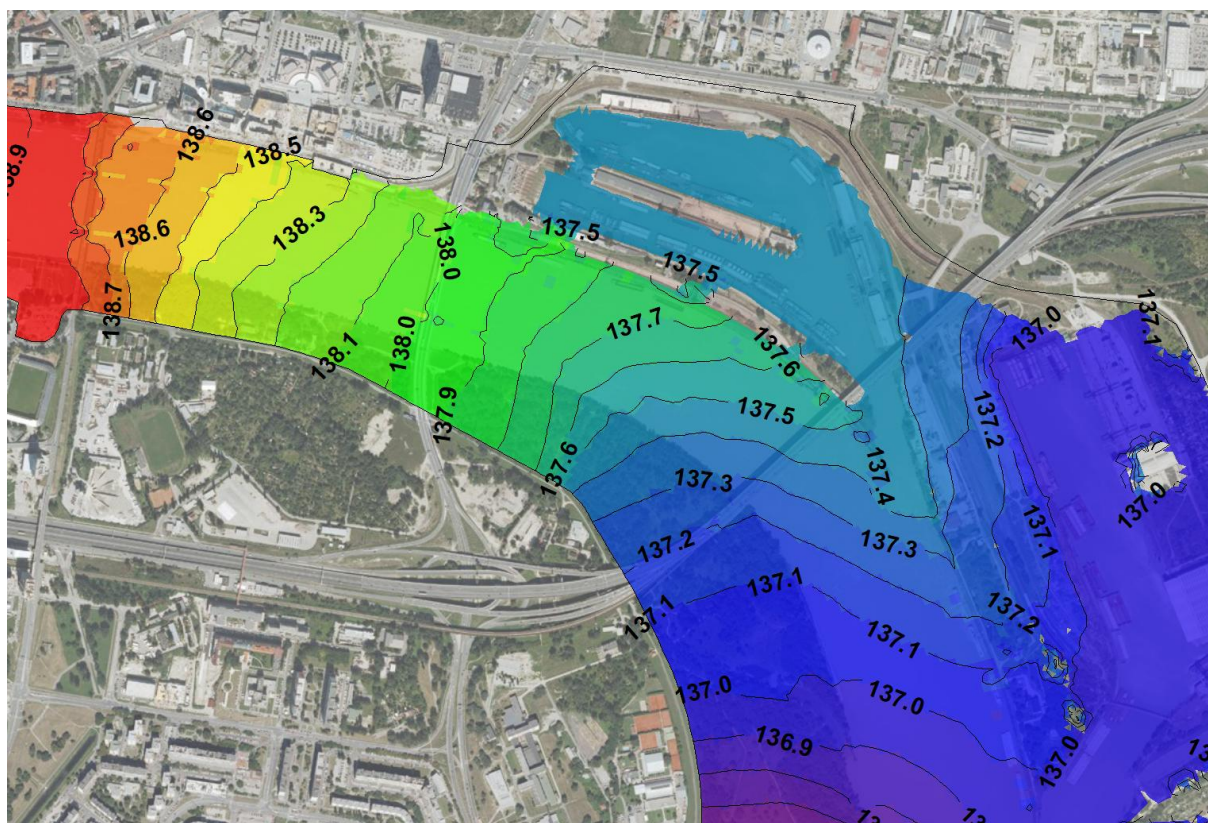
Obr. 5.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody [m n. m.] pri variante V2

## 6 V3 – variant C

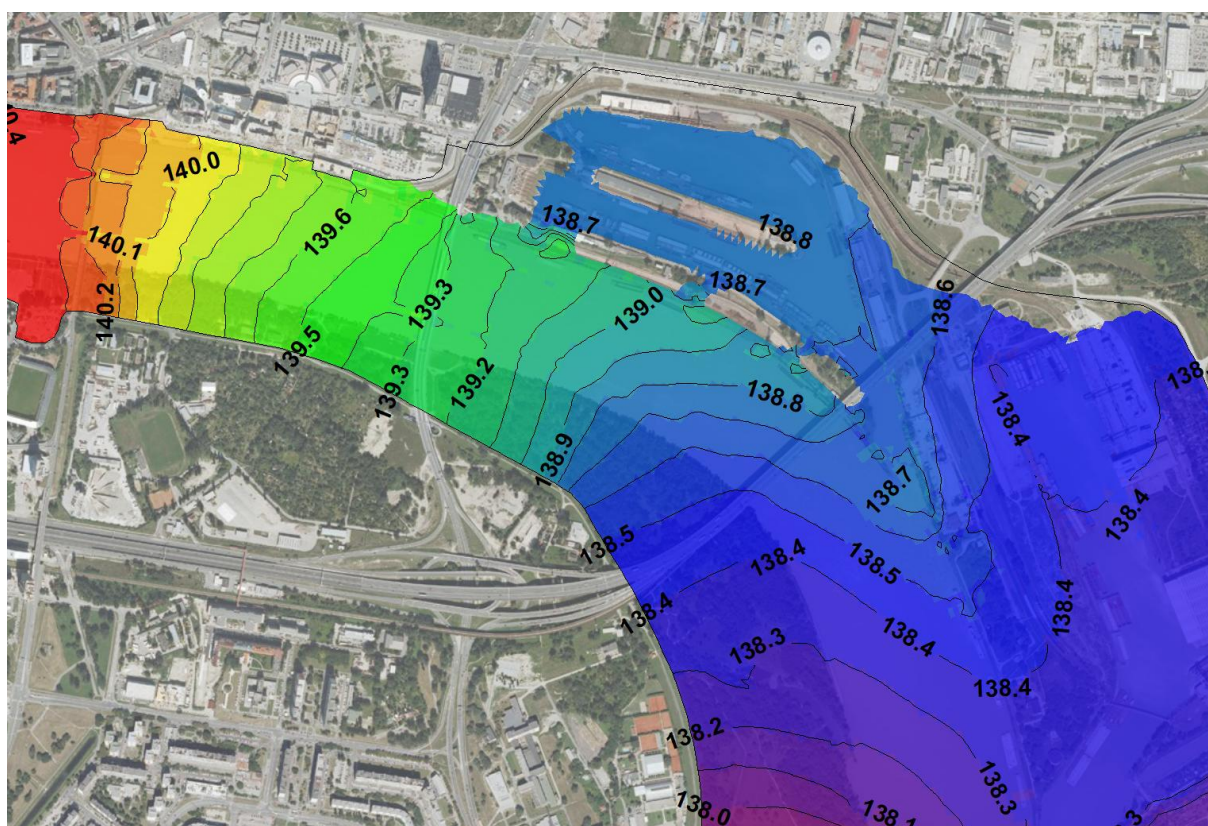
V modeli je terén za líniou protipovodňovej ochrany V3 (Obr. 6.1) zvýšený nad hladinu 1000-ročnej povodne. Násyp súčasného nadjazdu ponad železnicu bol znížený na úroveň okolitého terénu. Vypočítané výšky hladiny, smery prúdenia a rýchlosť prúdenia, pre 100-ročnú a 1000-ročnú povodeň, sú uvedené na obrázkoch Obr. 6.2 až Obr. 6.7.



Obr. 6.1 – Línia protipovodňovej ochrany podľa variantu V3



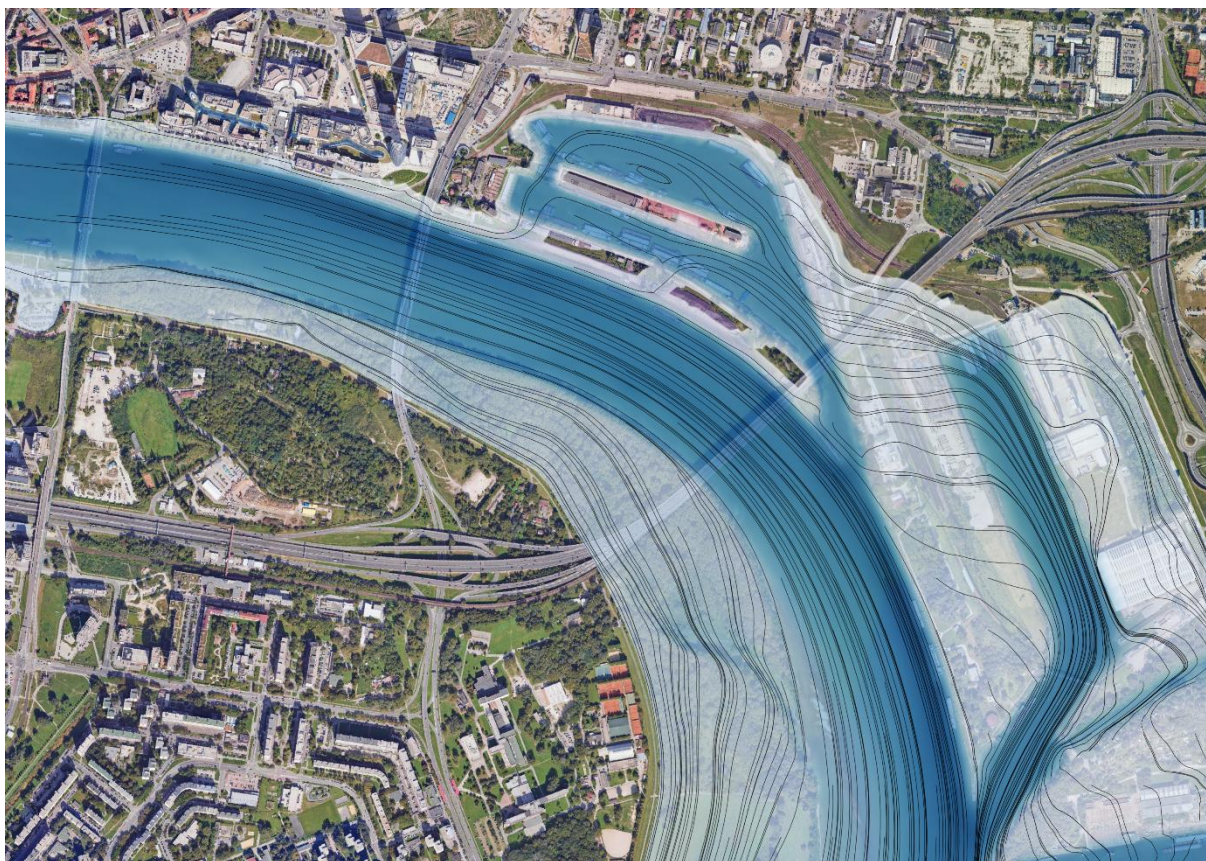
Obr. 6.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n. m.] pri variante V3



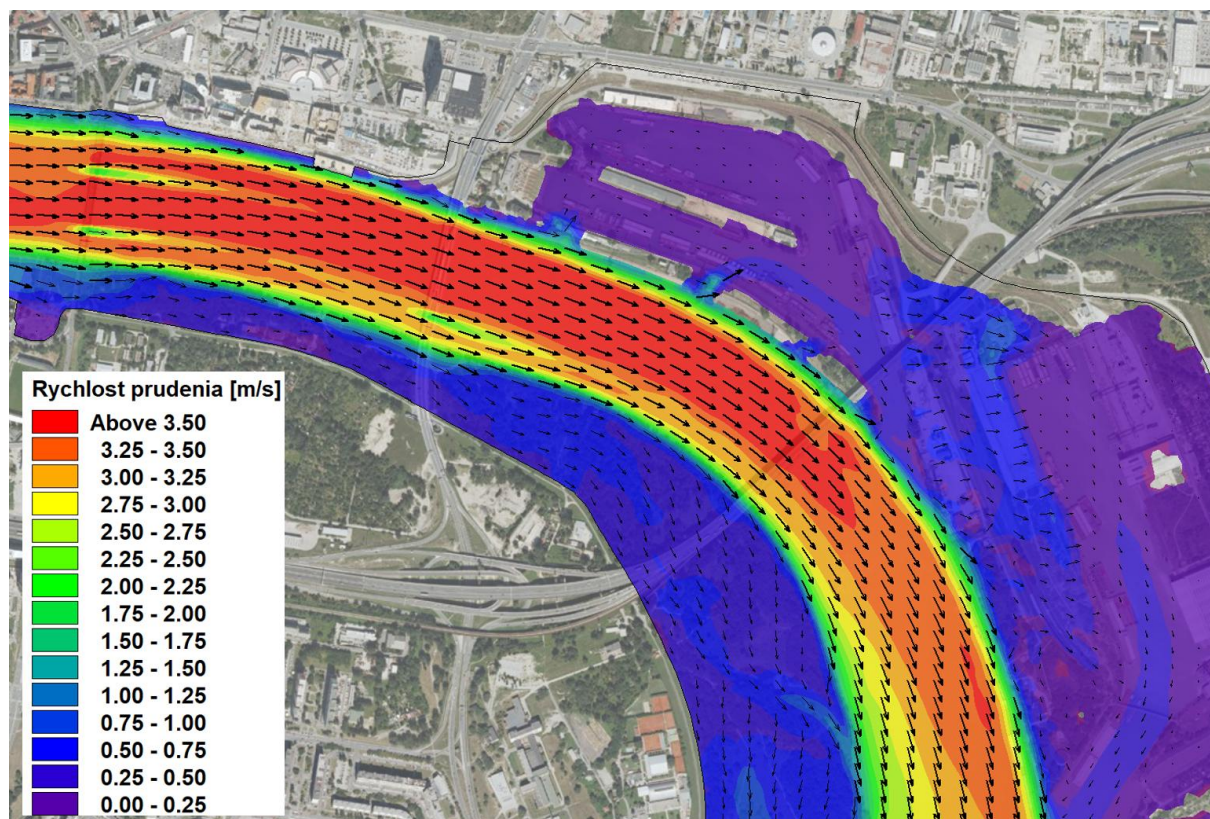
Obr. 6.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n. m.] pri variante V3



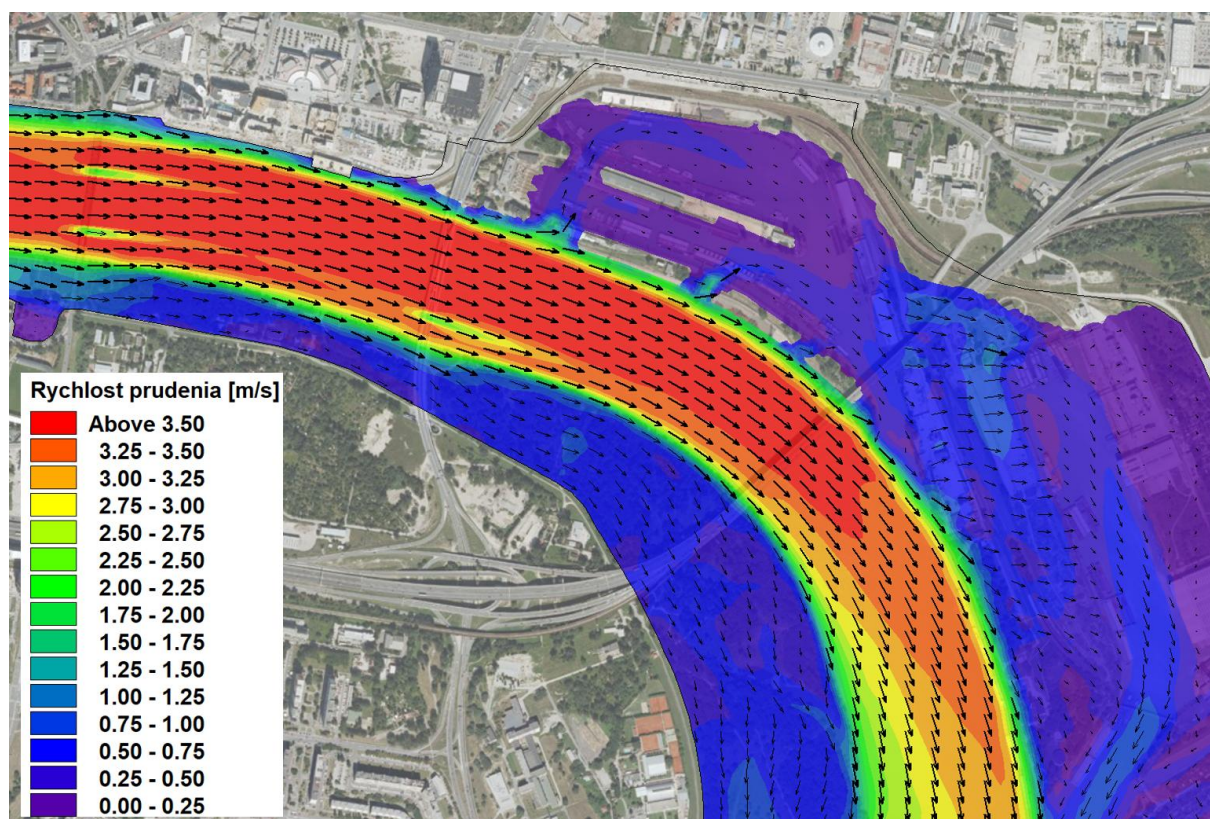
Obr. 6.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri variante V3



Obr. 6.5 - Grafické znázornenie rýchlosti a smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri variante V3



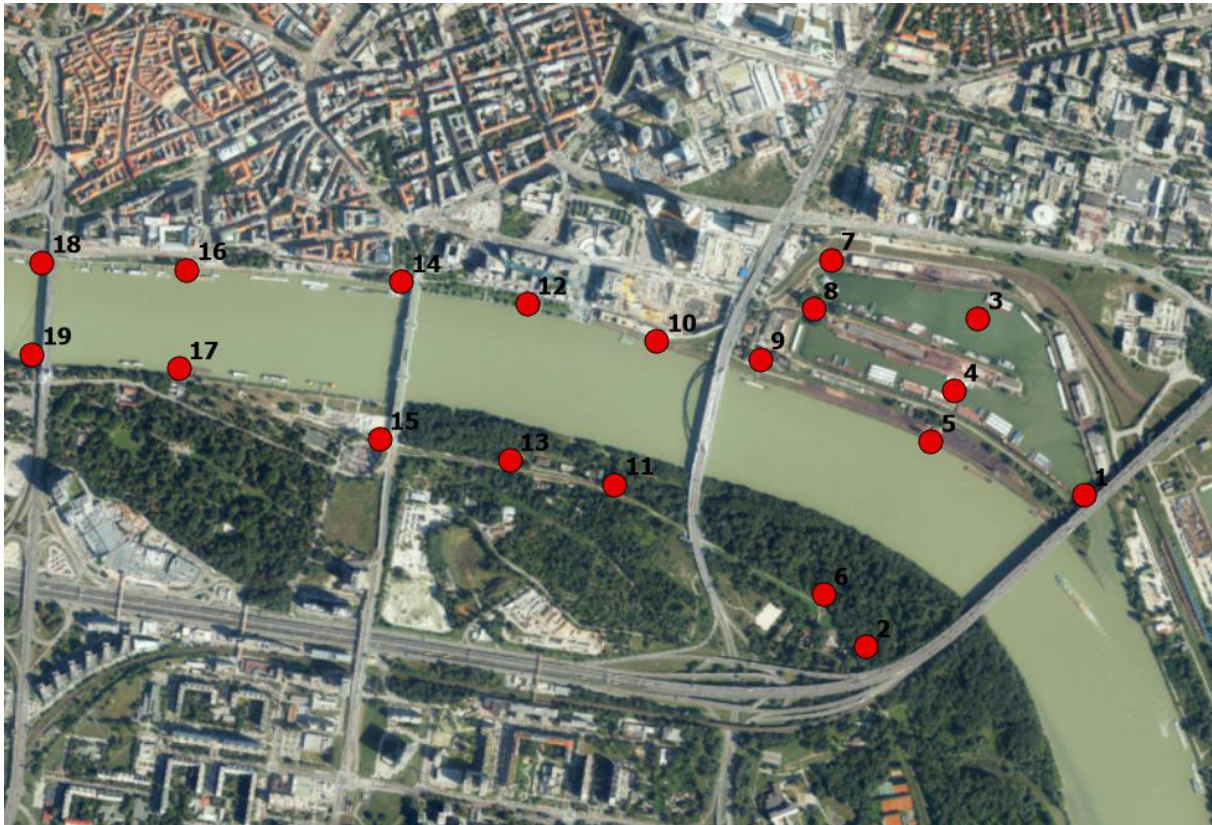
Obr. 6.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri variante V3



Obr. 6.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri variante V3

## 7 Porovnanie výšky hladiny pre posudzované varianty

Vypočítané výšky hladiny povodňových prietokov pre tri posudzované varianty sme v 19 bodoch porovnali s výškou povodňovej hladiny súčasného stavu.



Obr. 7.1 – Rozmiestnenie 19 bodov, v ktorých bola porovnaná výška povodňovej hladiny pre jednotlivé alternatívy.

Varianty (Obr. 2.2):

- V 1 – max, maximalistický variant rozsahu zástavby
- V2, rozsah zástavby a protipovodňová línia posunutá ďalej od bazéna Zimného prístavu
- V3, rozsah zástavby a protipovodňová línia posunutá do maximálnej vzdialenosti od bazéna Zimného prístavu

Rozdiely vypočítanej výšky povodňových hladín pri troch preverovaných variantoch, oproti súčasnému stavu, sú uvedené v tabuľkách Tab. 7.1 a Tab. 7.2. Kladné číslo znamená zvýšenie výšky hladiny oproti súčasnému stavu. V niektorých kontrolných bodoch v prístavných bazénoch sa zistilo mierne zníženie hladiny oproti súčasnému stavu. Je dôsledkom miestneho presmerovania prúdenia, alebo lokálneho zníženia hladiny vplyvom prúdenia vody. Aby nedošlo k nesprávnej interpretácii, označili sme tieto miesta v tabuľkách symbolom „---“. Na týchto miestach teda nedochádza k žiadnemu zvýšeniu povodňovej hladiny.

Tab. 7.1 – Rozdiely výšok vypočítaných hladín oproti súčasnému stavu pre 100-ročný prietok [m]

Bod	V1 - max	V2	V3
1	---	---	---
2	0,01	0,01	0,01
3	---	0	---
4	---	0	---
5	0,03	0,03	0,02
6	0,02	0,02	0,01
7	---	0	---
8	---	0	---
9	---	---	---
10	0,01	0,01	0
11	---	---	---
12	---	---	---
13	---	---	---
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0

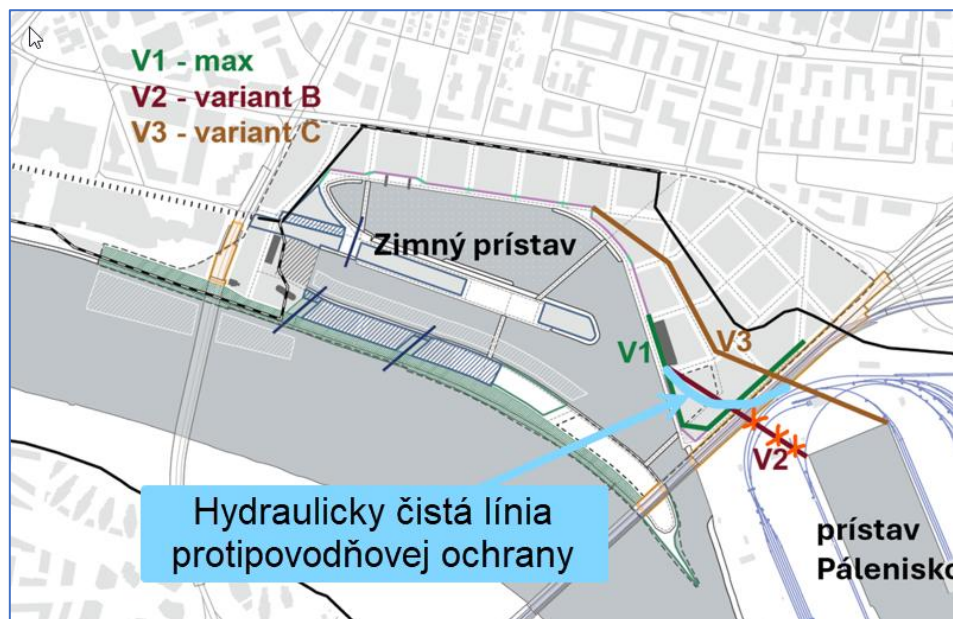
Tab. 7.2 – Rozdiely výšok vypočítaných hladín oproti súčasnému stavu pre 1000-ročný prietok [m]

Bod	V1 - max	V2	V3
1	---	---	---
2	0	0,01	0
3	---	---	---
4	---	---	---
5	0,02	0,02	0,01
6	0,02	0,03	0,01
7	---	---	---
8	---	---	---
9	---	---	---
10	0,03	0,04	0,03
11	0,03	0,03	0,02
12	0,02	0,03	0,02
13	0,02	0,03	0,02
14	0,02	0,03	0,02
15	0,02	0,03	0,02
16	0,03	0,03	0,03
17	0,02	0,03	0,02
18	0,02	0,02	0,02
19	0,03	0,03	0,02

Z výpočtov troch modelových variantov vyplýva, že preverovaný rozsah zástavby a umiestnenia protipovodňovej línie majú malý vplyv na výšku povodňových hladín. Ani maximalistický variant V1 – max nezvýši povodňové hladiny oproti súčasnému stavu viac ako o 0,02 až 0,03 m, čo je prakticky na dolnej hranici detekovateľnosti pomocou 2D hydrodynamického modelovania. Porovnanie variant V1, V2 a V3 navzájom, ukázalo ešte menšie rozdiely. Z troch posudzovaných variant sa ukázal ako najmenej priaznivý variant V2. Dôvodom je to, že v porovnaní s variantom V1-max síce rozširuje prietočnú plochu najužšieho miesta v profile Prístavného mosta, čo je z pohľadu prúdenia veľkých vôd pozitívne, ale poniže mosta zasahuje do trasy prúdenia vody vtekajúcej do prístavu Pálenisko. Na obrázku Obr. 7.2 je táto nežiadúca časť línie V2 znázornená červenými krížikmi. Z hydraulického hľadiska by sme sa pre budúce ďalšie kroky projektovania prikláňali k plynulej línii, ktorá je na obrázku Obr. 7.2 znázornená bledomodrou čiarou, a ktorá by v najužšom mieste prúdenia pod Prístavným mostom bola v porovnaní s variantom V1-max zaoblenejšia a vzdialenejšia od prístavného bazéna.

Vo variante V1–max je určitý úbytok prietočnosti územia medzi Zimným prístavom a prístavom Pálenisko v porovnaní so súčasným stavom a s variantami V2 a V3 kompenzovaný miernym zvýšením rýchlosti prúdenia vo výtoku zo Zimného prístavu v najužšom mieste tesne nad Prístavným mostom, a tiež zachovaním väčšej šírky priestoru vtekania do prístavu Pálenisko poniže Prístavného mosta (Obr. 7.2). Vo variante V1-max dochádza k výraznému prúdeniu vody zo Zimného prístavu do prístavu Pálenisko hneď za ukončením protipovodňovej línie pri Prístavnom moste. Významná časť povodňového prietoku preteká smerom do prístavu Pálenisko pri všetkých posudzovaných variantoch V1-max, V2, V3. K pretekaniu vody do prístavu Pálenisko dochádza smerom po prúde od Prístavného mosta, z oblasti vjazdu do Zimného prístavu a z koryta Dunaja pod vjazdom do Zimného prístavu. Prietok vody cez prístav Pálenisko predstavuje pri 1000-ročnej povodni významnú hodnotu cca  $1\,200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ , čo je až 9% celkového prietoku. Pre porovnanie, prietok  $1200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  sa rovná prietoku celého Dunaja pri nízkych vodných stavoch (nie pri minimálnych) a rovná sa prietoku rieky Moravy pri povodni.

Úbytok objemu vody v záplavovom území (na mieste kde je dnes pri povodni voda budú bloky budov) je potrebné kompenzovať novým rovnako veľkým alebo väčším objemom vody na úseku Dunaja v blízkosti prístavov, ako súčasť kompenzačných opatrení vyvolaných rozvojom a zmenou využívania Zimného prístavu a prístavu Pálenisko. Kompenzačné opatrenia by mali byť súčasťou komplexného riešenia protipovodňovej ochrany Bratislavy (Obr. 8.2).



Obr. 7.2 – Hydraulicky čistá línia protipovodňovej ochrany medzi Zimným prístavom a prístavom Pálenisko (bledomodrá čiara)

## **8 Potreba zahrnutia riešenia prístavu Pálenisko a širšieho úseku Dunaja**

Pre zabezpečenie účinnej udržateľnej protipovodňovej ochrany Zimného prístavu, ale aj celej Bratislavy je potrebné, aby súčasťou riešenia bolo aj bezprostredne nadväzujúce územie prístavu Pálenisko, ako aj širší nadväzný úsek Dunaja.

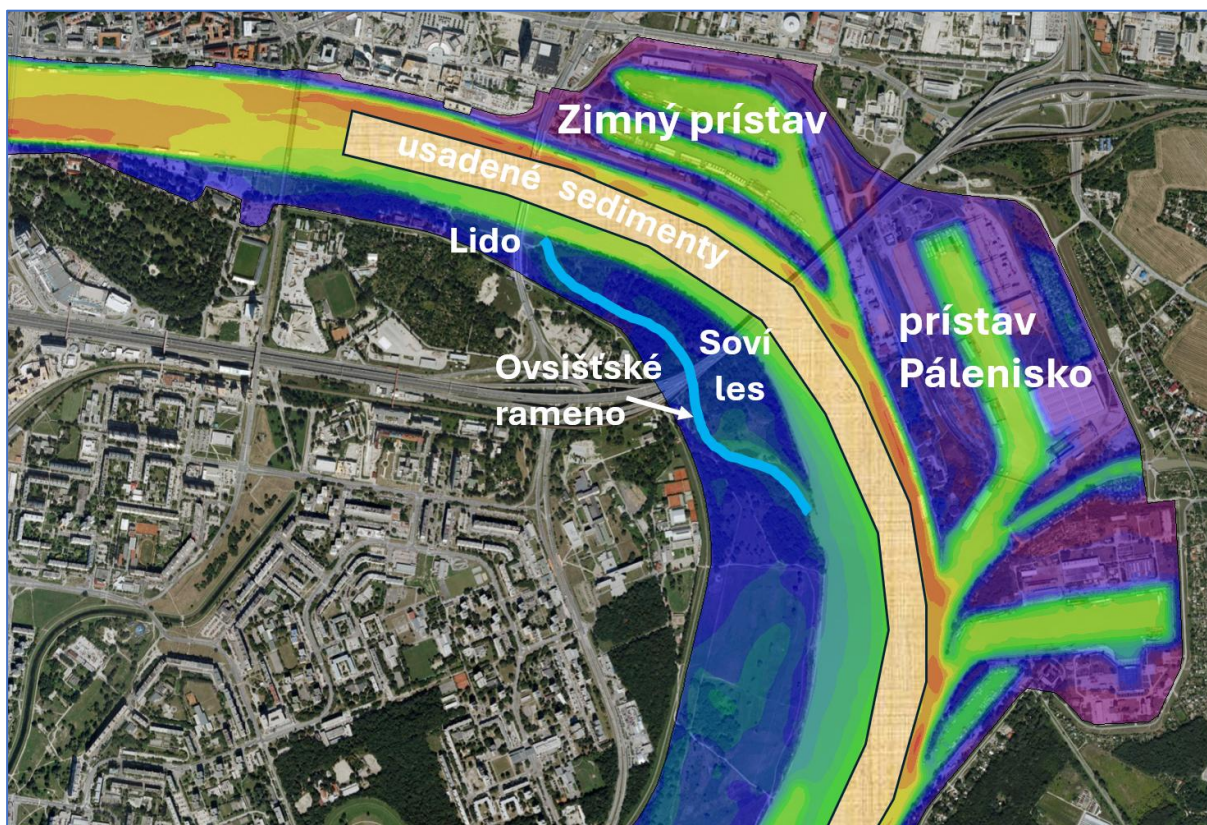
Výsledky modelovania ukázali, že variantná poloha línie protipovodňovej ochrany nad Prístavným mostom (varianty, V1 – max, V2, V3) nemá významný vplyv na priebeh povodňových hladín. Neznamená to však, že pretekajúce vody do prístavu Pálenisko nie je pre protipovodňovú ochranu dôležité. Naopak, kontrolované pretekajúce časti povodňových prietokov cez prístav Pálenisko je dôležité. Ak by úpravy prístavu Pálenisko takéto pretekajúce vody neumožňovali, pravdepodobne by to malo za následok zhoršenie povodňovej situácie v Zimnom prístave a aj na iných miestach v Bratislave. Z týchto dôvodov je preto veľmi dôležité, aby sa čím skôr podarilo nájsť taký spôsob pripravovanej modernizácie a úpravy prístavu Pálenisko, ktorý umožní (zachová) bezpečné a kontrolované pretekajúce časti povodňových prietokov a tým zabezpečenie platnosti a funkčnosti hľadaného protipovodňového riešenia pre Zimný prístav.

Pre zabezpečenie protipovodňovej ochrany Zimného prístavu a Bratislavy sú popri protipovodňových líniiach dôležité aj ďalšie opatrenia: zvýšenie a udržiavanie prietochnosti koryta Dunaja (odstraňovanie usadených sedimentov z koryta), spriechňenie Ovsišťského ramena a pravostranného inundačného územia v lokalite Lido a Soví les (*Obr. 8.1*), zväčšenie priestoru pre Dunaj tesne pod Bratislavou (*Obr. 8.3*).

Finálny komplexný návrh protipovodňovej ochrany je potrebné hľadať a posudzovať na širšom ucelenom úseku Dunaja: Centrum Bratislavy – Zimný prístav – prístav Pálenisko – Lido – Ovsišťské rameno – Soví les a v kontexte celého nadväzného úseku Dunaja medzi Devínom a Čunovom. Nestačí navrhnuť protipovodňovú ochranu Zimného prístavu (a Bratislavy) pre súčasné hydrologické podmienky, ale je potrebné pripraviť bezpečné a udržateľné riešenie pre nové podmienky zmenenej klímy a nových odtokových pomerov v povodí Dunaja.

Posúdenie miery povodňového ohrozenia Bratislavy, návrh komplexnej protipovodňovej ochrany a zhodnotenie účinnosti rôznych protipovodňových opatrení obsahuje štúdia „SVD G-N, Prevedenie povodňových prietokov VS, výpočet priebehu hladiny vody rieky Dunaj v úseku Devín – Komárno“ (pre Vodohospodársku výstavbu, š.p. vypracovala spoločnosť DHI, 2025).

Na zabezpečenie účinnej a udržateľnej protipovodňovej ochrany Bratislavy, so zarátaním predpovedaných vplyvov zmeny klímy, bude v budúcnosti nevyhnutný Komplexný program a súbor rôznych opatrení (*Obr. 8.2*). Predmetom takéhoto komplexného programu protipovodňovej ochrany Bratislavy a adaptácie Dunaja musí byť kombinácia technických a viacúčelových prírode blízkyh opatrení (Nature Based Solutions - NBS) a neštruktúrálhých opatrení (organizačných, prevádzkových a predpovedných). Protipovodňová ochrana v súčasnej podobe nebude v blízkej budúcnosti na ochranu Bratislavy pred povodňami stačiť.



Obr. 8.1 – Schéma širšieho kontextu protipovodňovej ochrany pre Zimný prístav



Obr. 8.2 – Schéma komplexnej protipovodňovej ochrany Bratislavy pre nové podmienky



Obr. 8.3 Posunutie ľavostrannej hrádze Dunaja za ostrov Kopáč a Gajc – príklad kompenzačného opatrenia zmenšenia inundačného objemu vody v priestore Zimný prístav – Pálenisko, ako súčasť komplexného riešenia protipovodňovej ochrany Bratislavy.

## 9 Návrhová povodňová hladina so zarátaním vplyvu zmeny klímy

Bezpečnosť a účelnosť nových investícií do premeny Zimného prístavu na novú urbanizovanú štvrť je potrebné zabezpečiť účinnou protipovodňovou ochranou. Nestačí navrhnúť protipovodňovú ochranu Zimného prístavu (a Bratislavy) pre súčasné hydrologické podmienky, ale je potrebné pripraviť bezpečné a udržateľné riešenie pre nové podmienky zmenenej klímy a nových odtokových pomerov v povodí Dunaja, pre ktoré sú predpovedané výrazne vyššie kulminačné povodňové prietoky.

Jedným z prejavov zmeny klímy je častejší výskyt a striedanie hydrologických extrémov, extrémnych povodní s vyššími kulminačnými prietokmi a dlhších období sucha. Výskumy SHMÚ upozorňujú na očakávané výrazné zvýšenie kulminačných povodňových prietokov Dunaja v Bratislave vplyvom zmeny klímy. Do roku 2100 sa očakáva zvýšenie kulminačného prietoku 100-ročnej povodne až o 20% (Kopáčiková, E., Hlaváčiková, H., & Lešková, D. (2020). CLIMATE CHANGE IMPACT STUDY ON 100-YEAR FLOODS. ACTA HYDROLOGICA SLOVACA. doi:10.31577/ahs-2020-0021.02.0020).

Potrebná úroveň protipovodňovej ochrany pre nový Zimný prístav sa bude pripravovať a projektovať na určitú návrhovou povodňovou hladinu. Predpokladáme, že rovnako ako pre centrum Bratislavy, bude aj pre celú lokalitu Zimného prístavu a prístavu Pálenisko požadovaná ochrana pred 1000-ročnou vodou. Autori správy pri konzultácii s SHMÚ zistili, že v roku 2026 sa v rámci aktualizácie Plánu manažmentu povodňového rizika (požiadavky Európskej povodňovej smernice) plánuje aj kvantifikovanie vplyvu zmeny klímy na kulminačný prietok 1000-ročnej povodne na Dunaji v Bratislave.

Pre potreby tejto správy, pre získanie predstavy o tom aký veľký vplyv na zmenu návrhovej povodňovej hladiny má zvýšenie kulminačného povodňového prietoku, sme urobili modelový výpočet priebehu hladiny 1000-ročnej povodne so zarátaním vplyvov zmeny klímy, kde sme súčasný 1000-ročný prietok  $Q_{1000}$  zvýšili o prirážku 20 % (zjednodušene sme použili rovnaké navýšenie prietoku, aké zistili výskumy SHMU pre 100-ročný prietok Dunaja).

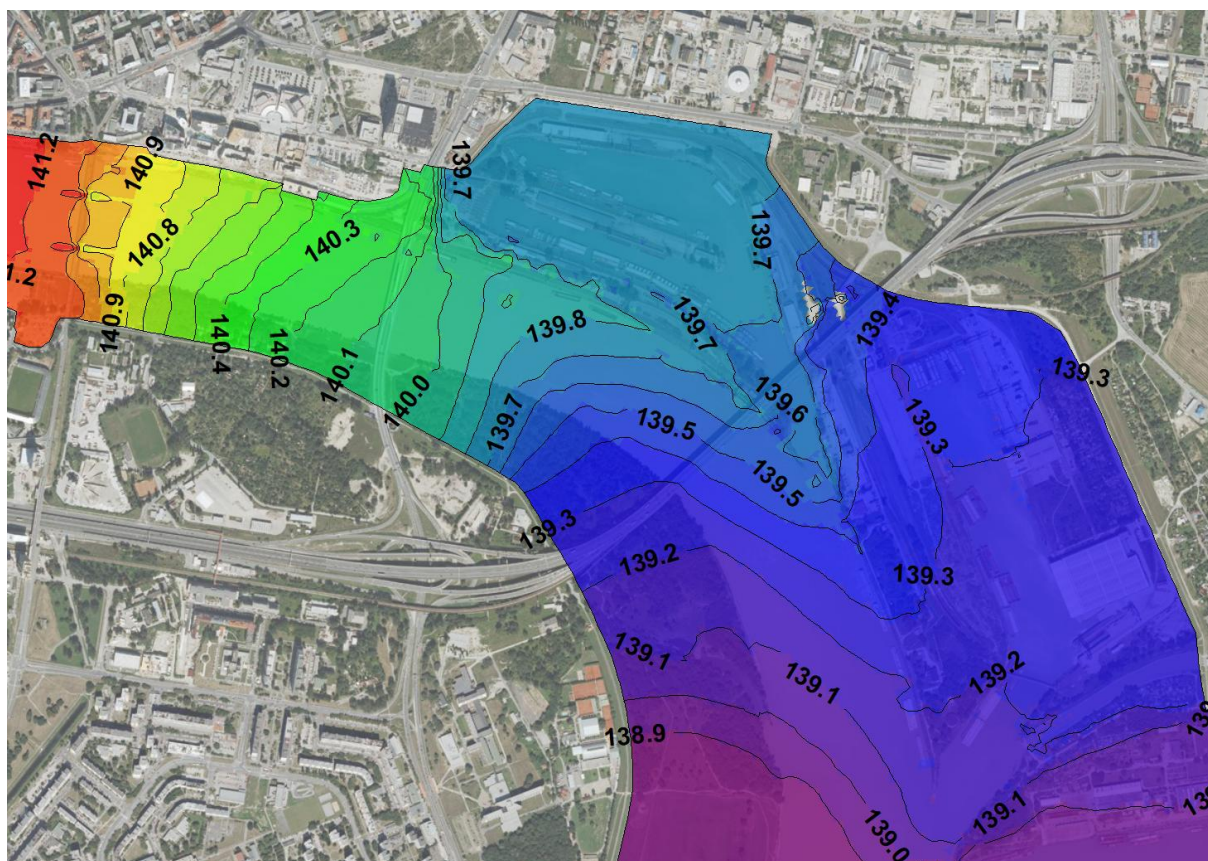
Súčasný prietok  $Q_{1000} = 13\,600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Prietok  $Q_{1000}$  zvýšený o prirážku zmeny klímy,  $Q_{1000}PZK = Q_{1000} \times 1,2 = 16\,300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

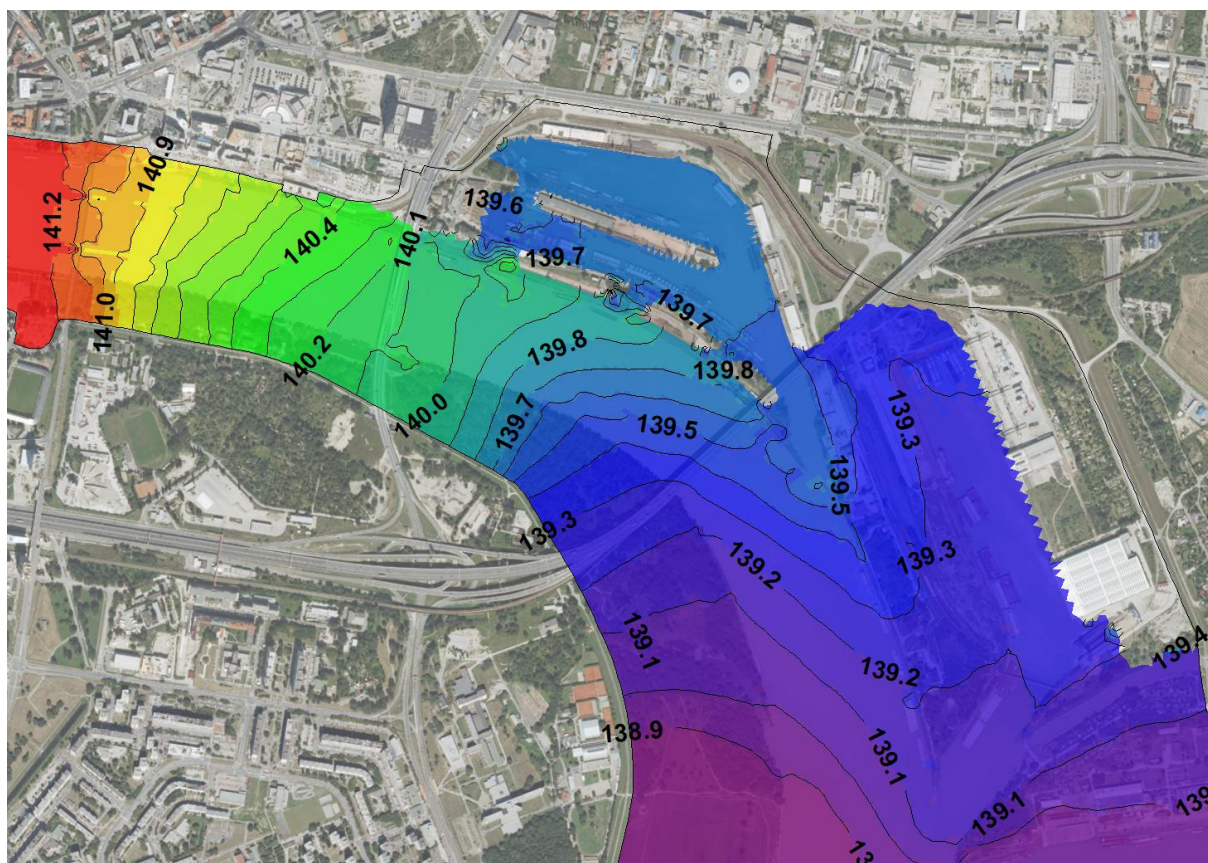
Výsledky výpočtov výšky hladiny pri prietoku  $Q_{1000}PZK$  sú znázornené na obrázkoch Obr. 9.1 a 9.2. Smery prúdenia, trasy prúdnic, sú znázornené na obrázkoch Obr. 9.3 a 9.4.

Výšky hladiny pri prietoku 1000-ročnej povodne so zarátaním prirážky zmeny klímy sú oproti hladine súčasne platného 1000-ročného prietoku v celom záujmovom území Zimného prístavu a centra Bratislavy vyššie priemerne o 0,85 m (zvýšenie sa v kontrolných bodoch pohybuje v rozmedzí 0,76 až 0,88 m), pri súčasnom stave koryta a za predpokladu v modeli zadaných funkčných protipovodňových línií (neprelievajúcich).

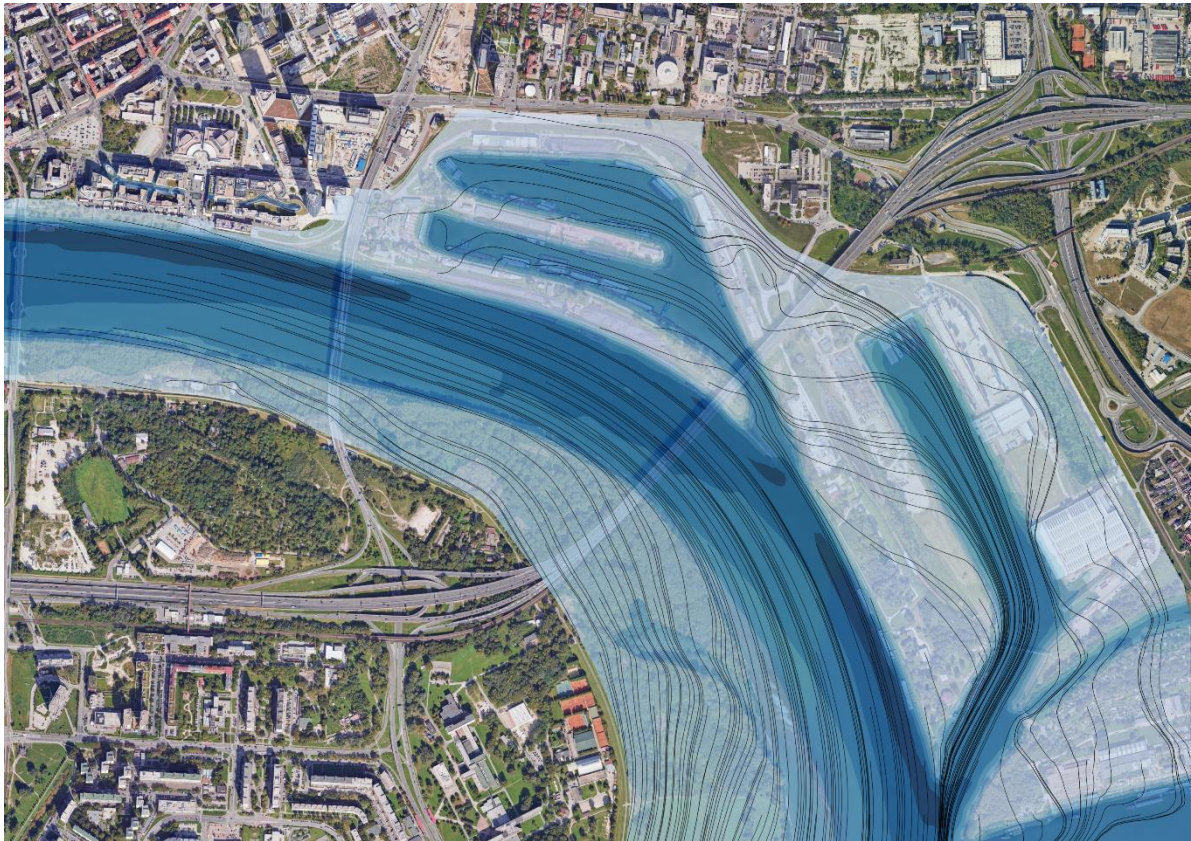
**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy Zimného prístavu a prístavu Pálenisko navrhujeme ako návrhovou hladinu používať hladinu  $Q_{1000}PZK$ . V roku 2026 odporúčame vzhľadom na predpokladané nové výpočty vplyvu klimatickej zmeny na 1000-ročný prietok preveriť hodnotu prirážky 20% a prepočítať výšku návrhovej hladiny.**



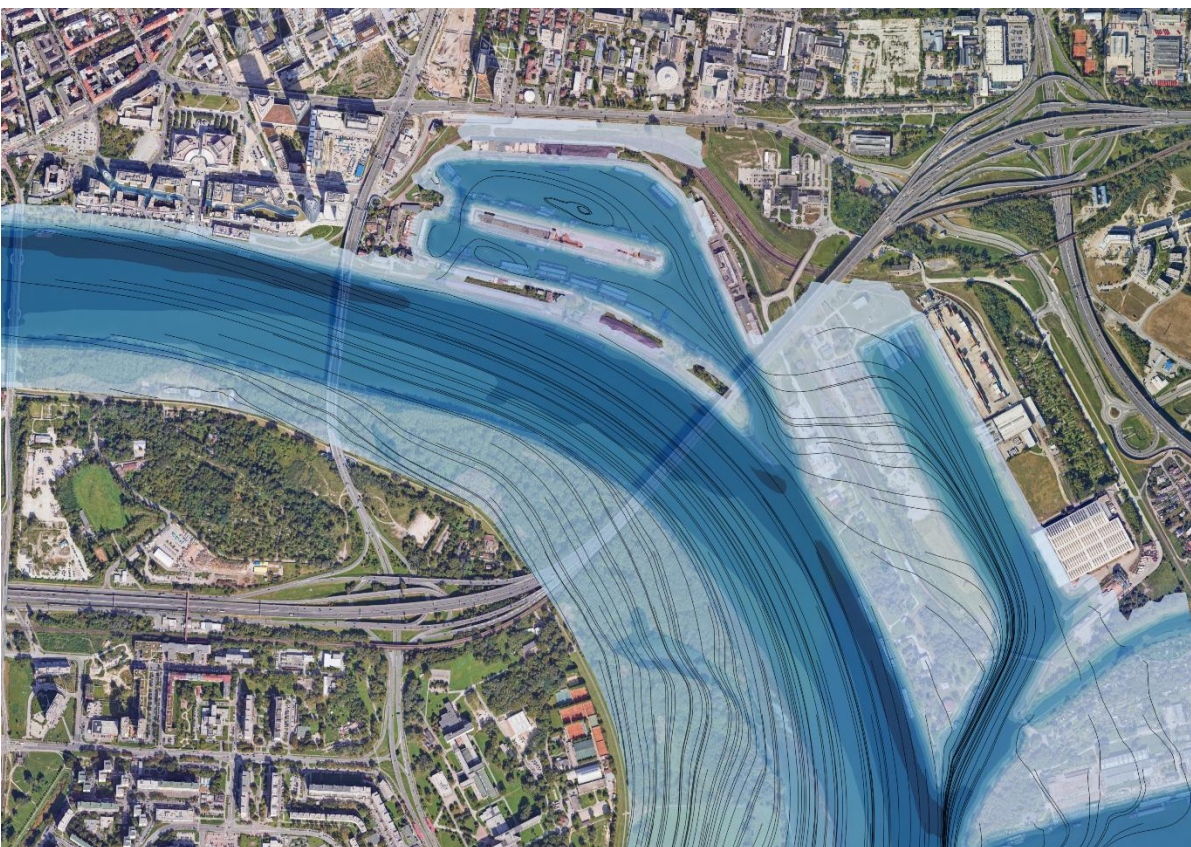
Obr. 9.1 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody zvýšenej o prirážku zmeny klímy ( $Q_{1000}PZK$ ) pri súčasnom stave [m n. m.]



Obr. 9.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody zvýšenej o prirážku zmeny klímy ( $Q_{1000}PZK$ ) pri variante V1-max [m n. m.]



Obr. 9.3 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody zvýšenej o prirážku zmeny klímy ( $Q_{1000}PZK$ ) pri súčasnom stave



Obr. 9.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody zvýšenej o prirážku zmeny klímy ( $Q_{1000}PZK$ ) pri variante V1-max

## **10 Priemerné a nízke hladiny vody**

Popri povodňových hladinách Dunaja sú pre prípravu novej štvrte v Zimnom prístave dôležité aj bežné hladiny a minimálne hladiny Dunaja.

Výšku hladiny vody v Zimnom prístave determinuje niekoľko základných faktorov:

- Prietok vody
- Prevádzka vodného diela Gabčíkovo / vzdutie od stupňa Čunovo
- Stav koryta Dunaja, definovaný primárne jeho topografiou, ale aj drsnosťou

### **Prietok vody**

Prietok vody [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] v Dunaji sa mení v závislosti od hydrologického režimu, podľa dažďa a topenia snehu v povodí Dunaja. Priemerný prietok Dunaja v Bratislave je približne  $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Prakticky možno predpokladať, že v priemernom roku sa takýto a vyšší prietok vyskytuje polovicu dní v roku. Minimálny plavebný prietok je približne  $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Prietok  $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  je v priemernom roku prekročený, alebo rovnaký 364 dní. Označuje sa ako 364-dňový prietok. Bežne sa takýto nízky prietok vyskytuje iba 1 – 2 dni v roku (spravidla v zime), s výnimkou mimoriadneho sucha, ktoré sa môže vyskytnúť kedykoľvek počas roka.

### **Prevádzka vodného diela Gabčíkovo**

Vzdutá hladina VD Gabčíkovo, konkrétne vplyv vzdúvacích objektov na stupni Čunovo siaha až do Bratislavy a ovplyvňuje výšku hladiny aj v lokalite Zimného prístavu. Vzdutie hladiny neznamena vodorovnú hydrostatickú hladinu, ale hladinu Dunaja ktorej pozdĺžny sklon je menší ako prirodzený. Prevádzkové hladiny na stupni Čunovo sa pohybujú v rozmedzí 131,10 m n. m. (maximálna prevádzková hladina) až 130,10 m n. m. (minimálna prevádzková hladina). Pri významných opravách na VD Gabčíkovo môže byť hladina krátkodobo mimoriadne znížená pod minimálnu prevádzkovú hladinu. Bežná hladina sa spravidla drží tesne pod maximálnou prevádzkovou.

### **Stav koryta Dunaja**

Zásadný vplyv na výšku hladiny Dunaja má topografia dna koryta. Na bratislavskom úseku Dunaja prevláda vplyvom vzdutia proces sedimentácie. Dochádza tu k spomaleniu prúdenia a k usadzovaniu riečnych sedimentov (štrku a piesku), čo vedie k zvyšovaniu úrovne dna a zvyšovaniu hladín Dunaja. Pre zabezpečenie plavebnej dráhy, ale aj protipovodňovej ochrany, je potrebné tieto usadzované sedimenty odstraňovať. Miera takejto údržby koryta (bagrovania) sa premietá do topografie koryta a čiastočne aj do drsnosti koryta, ktorá je ďalším faktorom stavu koryta s vplyvom na výšky hladín.

V tabuľke 10.1 sú uvedené výšky hladiny Dunaja v Bratislave v oblasti Zimného prístavu. V tejto tabuľke neuvádzame historické minimálne hladiny, ale aktuálne priemerné a nízke hladiny Dunaja zodpovedajúce súčasnému stavu koryta a vplyvu prevádzky VD Gabčíkovo.

Tab. 10.1 Priemerné a nízke hladiny vody Dunaja

Prietok vody	Prevádzková hladina na stupni Čunovo [m n. m.]	Hladina v bazénoch Zimného prístavu [m n. m.]	Hladina v koryte Dunaja Prístavný most [m n. m.]	Hladina v koryte Dunaja Most Apollo [m n. m.]	Hladina na vodočte Bratislava [m n. m.]
800 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> 364 dňový reálne údaje z 9. 1. 2026	130,48	130,69	130,70	130,75	130,83
1000 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> nízky plavebný	131,10	131,35	131,35	131,40	131,51
1000 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> nízky plavebný	130,10	130,54	130,55	130,64	130,84
2000 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> priemerný	131,10	131,78	131,80	131,93	132,23

Vo vyššie uvedenej tabuľke je najnižšia hladina v bazénoch Zimného prístavu s výškou hladiny 130,54 m n. m. pri minimálnej prevádzkovej hladine 130,10 m n.m.na stupni Čunovo.

Predpokladáme, že pre zabezpečenie udržateľnej protipovodňovej ochrany bude v budúcnosti potrebné prehĺbenie dna koryta Dunaja (redukovanie usadených štrkových nánosov vo vzdutom úseku). Takéto prehĺbenie koryta sa oproti súčasnému stavu prejaví na výške hladín Dunaja aj pri nízkych prietokoch. Odhadujeme že prehĺbenie dna sa môže prejavíť na znížení hladín nízkych prietokov v lokalite Zimného prístavu o 0,2 – 0,3 m. Miera vplyvu úpravy dna na zníženie hladín bude závisieť od rozsahu odstraňovania nánosov na dne a bude potrebné definovať ju presne na základe hydrodynamického modelovania. Zistené zníženie hladín nízkych prietokov vplyvom prehĺbenia dna oproti súčasnému stavu koryta je potrebné zohľadniť pri definovaní minimálnej prevádzkovej hladiny Zimného prístavu a pri projektovaní novej infraštruktúry.

**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy odporúčame používať výšku minimálnej hladiny Dunaja v Zimnom prístave 130,20 m n.m. a rovnakú výšku aj v koryte Dunaja.** Pri takejto nízkej hladine by nová infraštruktúra v Zimnom prístave (prístupy k vode, móla pre plavidlá a pod.) mala byť ešte plne funkčná.

**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy odporúčame používať výšku bežnej hladiny 131,80 m n.m. v bazénoch Zimného prístavu a 131,80 až 131,95 m n.m. v koryte Dunaja.** Tieto výšky hladiny vody zodpovedajú priemernému prietoku Dunaja 2000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

## 11 Závery a odporúčania

Cieľom posudku bolo formou textového zhodnotenia a mapového výstupu popísať výsledky matematického modelovania troch variantov zastavania územia z pohľadu kontrolovaného odtoku veľkých vôd a protipovodňovej ochrany. Táto práca nadviazala na odborný posudok pre projekt Zimný prístav - Opis povodňového ohrozenia ako popis súčasnej situácie z dostupných zdrojov a meraní, DHI, marec 2025 a na správu Zimný prístav – Nultý koncept: Zhodnotenie variantov protipovodňovej ochrany, DHI, máj 2025. V rámci tohto nadväzného posúdenia sme preverili vplyv rozsahu zastavaného územia a umiestnenia protipovodňovej línie na výtoku zo Zimného prístavu v okolí Prístavného mosta.

Dvojmerným matematickým modelom Dunaja bol vypočítaný priebeh 100 a 1000-ročnej povodňovej hladiny pri troch variantoch rozsahu zástavby a polohy protipovodňovej línie a porovnaný so súčasným stavom.

Z výsledkov výpočtov vyplýva, že preverované tri varianty majú veľmi malý vplyv na výšku povodňových hladín. Ani maximalistický variant V1 – max nezvýši povodňové hladiny oproti súčasnému stavu o viac ako 0,02 až 0,03 m. Porovnanie variant V1, V2 a V3 navzájom ukázalo ešte menšie rozdiely.

Z hydraulického hľadiska sa pre budúce ďalšie kroky projektovania prikláňame k plynulej línii, ktorá je na obrázku Obr. 7.2 znázornená bledomodrou čiarou, a ktorá by v najužšom mieste prúdenia pod Prístavným mostom bola v porovnaní s variantom V1-max zaoblenejšia a vzdialenejšia od prístavného bazéna.

Úbytok objemu vody v záplavovom území (na mieste kde je dnes pri povodni voda budú bloky budov) je potrebné kompenzovať novým rovnako veľkým alebo väčším objemom vody na úseku Dunaja v blízkosti prístavov, ako súčasť kompenzačných opatrení vyvolaných rozvojom a zmenou využívania Zimného prístavu a prístavu Pálenisko. Kompenzačné opatrenia by mali byť súčasťou komplexného riešenia protipovodňovej ochrany Bratislavy (Obr. 8.2).

Pre protipovodňovú ochranu Zimného prístavu (a Bratislavy) je dôležité, aby sa podarilo nájsť taký spôsob pripravovanej modernizácie a úpravy prístavu Pálenisko, ktorý umožní (zachová) bezpečné a kontrolované pretekajúce časti povodňových prietokov a tým zabezpečenie platnosti a funkčnosti hľadaného protipovodňového riešenia pre Zimný prístav. Takéto riešenie je potrebné hľadať, preveriť a posúdiť pomocou 2D hydrodynamického modelovania.

Finálny komplexný návrh protipovodňovej ochrany je potrebné hľadať a posudzovať na širšom ucelenom úseku Dunaja: Centrum Bratislavy – Zimný prístav – prístav Pálenisko – Lido – Ovsíšťské rameno – Soví les a v kontexte celého nadväzného úseku Dunaja medzi Devínom a Čunovom. Nestačí navrhnuť protipovodňovú ochranu Zimného prístavu (a Bratislavy) pre súčasné hydrologické podmienky, ale je potrebné pripraviť bezpečné a udržateľné riešenie pre nové podmienky zmenenej klímy a nových odtokových pomerov v povodí Dunaja, pre ktoré sú predpovedané výrazne vyššie kulminačné povodňové prietoky.

Namodelovaný bol aj orientačný priebeh hladiny 1000-ročnej povodne so zarátaním vplyvov zmeny klímy, kde sme súčasný 1000-ročný prietok zvýšili o prirážku 20 % (zjednodušene sme použili rovnaké navýšenie prietoku, aké zistili výskumy SHMU pre 100-ročný prietok  $Q_{100}$ ). Výšky hladiny pri prietoku 1000-ročnej povodne so zarátaním prirážky zmeny klímy sú oproti hladine súčasne platného 1000-ročného prietoku v celom záujmovom území Zimného prístavu

a centra Bratislavy vyššie priemerne o 0,85 m, pri súčasnom stave koryta a za predpokladu v modeli zadaných funkčných protipovodňových línií (neprelietavých).

Protipovodňová ochrana v súčasnej podobe nebude v blízkej budúcnosti na ochranu Bratislavy pred povodňami stačiť.

**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy Zimného prístavu a prístavu Pálenisko navrhujeme ako návrhovú hladinu používať hladinu  $Q_{1000}$ PZK. V roku 2026 odporúčame vzhľadom na predpokladané nové výpočty vplyvu klimatickej zmeny na 1000-ročný prietok preveriť hodnotu prirážky 20% a prepočítať výšku návrhovej hladiny.**

**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy odporúčame používať výšku minimálnej hladiny Dunaja v Zimnom prístave 130,20 m n.m. a rovnakú výšku aj v koryte Dunaja. Pri takejto nízkej hladine by nová infraštruktúra v Zimnom prístave (prístupy k vode, móla pre plavidlá a pod.) mala byť ešte plne funkčná.**

**Pre ďalšie úrovne projektovej prípravy odporúčame používať výšku bežnej hladiny 131,80 m n.m. v bazénoch Zimného prístavu a 131,80 až 131,95 m n.m. v koryte Dunaja. Tieto výšky hladiny vody zodpovedajú priemernému prietoku Dunaja  $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .**

Odporúčame HI. mestu Bratislava a Verejným prístavom, a.s., aby iniciovali v spolupráci s relevantnými inštitúciami prípravu, postupnú realizáciu a dlhodobú údržbu opatrení z programu komplexnej adaptácie Dunaja a protipovodňovej ochrany Bratislavy. Lídrom takéhoto programu by mal byť rezort životného prostredia a jeho organizácie: Slovenský vodohospodársky podnik – správca toku, Vodohospodárska výstavba – prevádzkovateľ vodných elektrární na VD Gabčíkovo, Štátna ochrana prírody – správca chránených území na brehoch a v inundačnom území Dunaja.

Nové významné investície do infraštruktúry na brehoch Dunaja, v dosahu potenciálnej záplavy, bude možné považovať za bezpečné a účelné, iba za predpokladu realizácie komplexného programu adaptácie Dunaja a protipovodňovej ochrany Dunaja.

## **12 Odporúčania pre architektonické tímy**

Počas riešenia tohto projektu sa uskutočnilo expert review, na ktorom sa diskutovalo viaceré tém súvisiacich s Dunajom. Ďalej uvádzame niekoľko odporúčaní, ktoré by mohli byť dôležité pre architektonické tímy.

### **12.1 Maximálna plavebná hladina**

Na fyzických 3D modeloch na expert review bolo niekoľko premostení a preto by súťažiaci tímy mali mať k dispozícii maximálnu plavebnú hladinu, od ktorej podľa typu plavidiel odvodí podjazdnú plavebnú výšku. Tiež sa bude potrebné vysporiadať s väčšími (vyššími) plavidlami, napr. kvôli údržbe dna prístavných bazénov, alebo kvôli prechodu jacht so stožiarimi.

### **12.2 Preverenie vplyvu navrhnutých blokov na povodňovú hladinu**

Navrhujeme zvážiť, či by nebolo do architektonickej súťaže vhodné uviesť podmienku hydraulického preverenia návrhov ktoré spravia. Technický popis vyžadovaného preverenia môže znieť:

*Hydraulickú funkčnosť návrhu pri prevádzkových hydrologických podmienkach (od minimálnych prietokov po povodňové), je potrebné preveriť a zdokumentovať pomocou 2D hydrodynamického matematického modelovania. Použitý bude 2D hydrodynamický model na princípe numerického riešenia plne dynamických rovníc prúdenia vody v otvorených korytách. Model musí obsahovať aktuálnu topografiu dna koryta Dunaja, jeho brehov a celého rozsahu záplavového územia, ako aj prístavných bazénov. Model musí byť kalibrovaný na minimálne, bežné prevádzkové, ako aj povodňové prietoky Dunaja.*