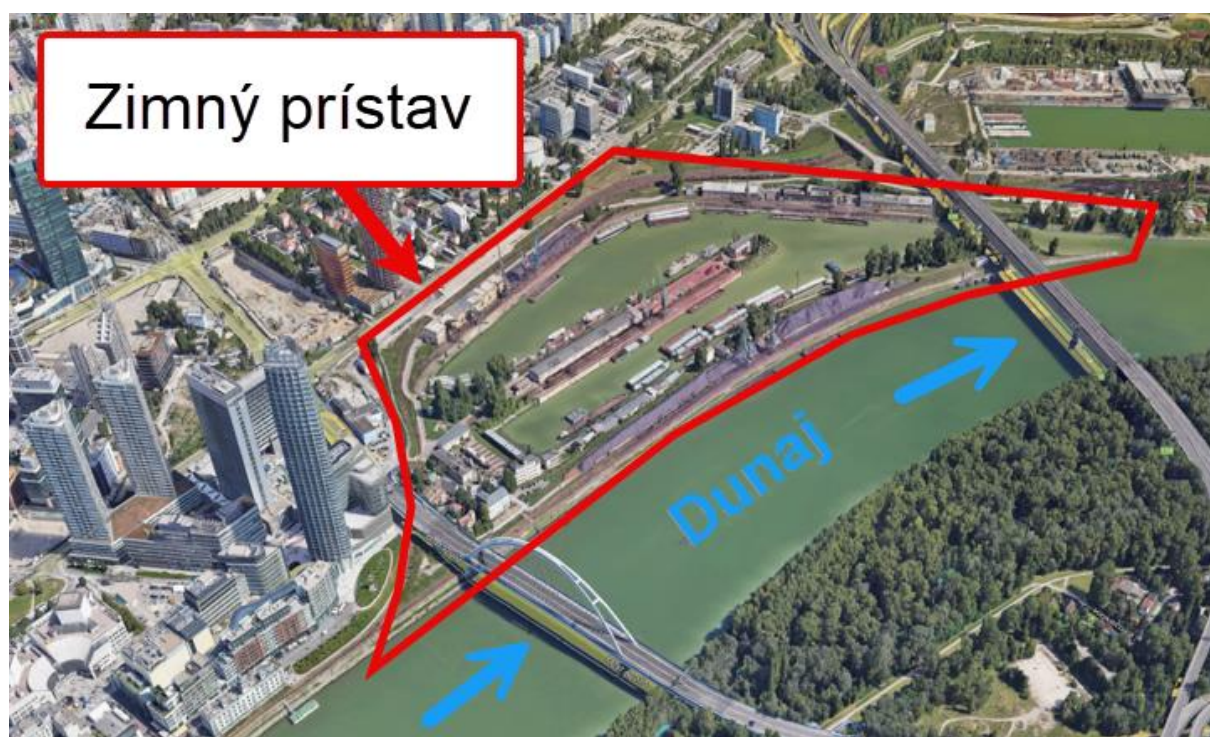




Zimný prístav – Nultý koncept

Zhodnotenie variantov protipovodňovej ochrany



Máj 2025

Názov projektu: **Zimný prístav – Nultý koncept**
Zhodnotenie variantov protipovodňovej ochrany

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-36/25**
- Spracovateľa: **33800573**

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

Dátum: **5.5.2025**

Verzia **1.0 Finálna**

ISO 9001
DHI Business
Management System

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



Obsah

1	Úvod.....	4
2	Všeobecné predpoklady	5
3	A0 - Súčasný stav.....	6
4	A1 - Posunutá PPO v sektore D	10
5	A2 - Sektor B Variant 1	14
6	A3 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 2 – širší prieplav.....	18
7	A4 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 3 – užší prieplav.....	22
8	A5 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 1 – širšie prieluky	26
9	A6 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 2 – užšie prieluky	30
10	A7 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B variant 3 - užší prieplav, sektor A variant 2 - užšie prieluky.....	34
11	Porovnanie výšky hladiny	38
12	Potreba aktualizácie výšok hladín Q_{100} a Q_{1000}	41
13	Periodicita zaplavenia a doba trvania zaplavenia	41
14	Odporúčania vhodnej PPO	42
15	Záver a odporúčania	44

1 Úvod

Túto prácu pre Nultý koncept projektu Zimný prístav – zhodnotenie alternatív protipovodňovej ochrany (ďalej alternatívy označené ako AX) 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 rôznych alternatív 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.



Obr. 1.1 - Riešená lokalita Zimného prístavu na Dunaji v Bratislave



Obr. 1.2 - Rozdelenie riešenej lokality do sektorov

2 Všeobecné predpoklady

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

V modeli zostanú ako prekážky prúdeniu vody 3 pamiatkovo chránené objekty: Starý dom lodníkov, historická tehličková budova pod Apollo mostom a stará dielňa na opravu lodí.

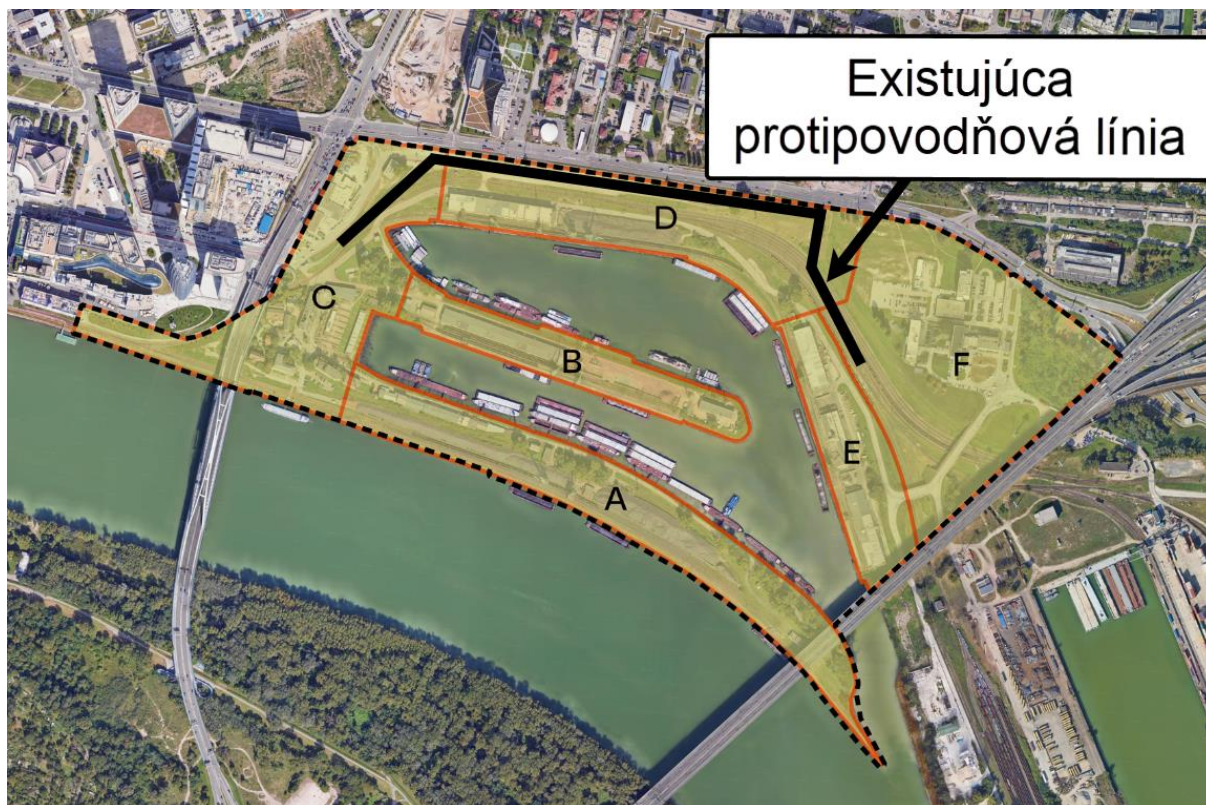
Do modelu vkladané násypy majú výšku vyššiu ako je hladina Q_{1000} .



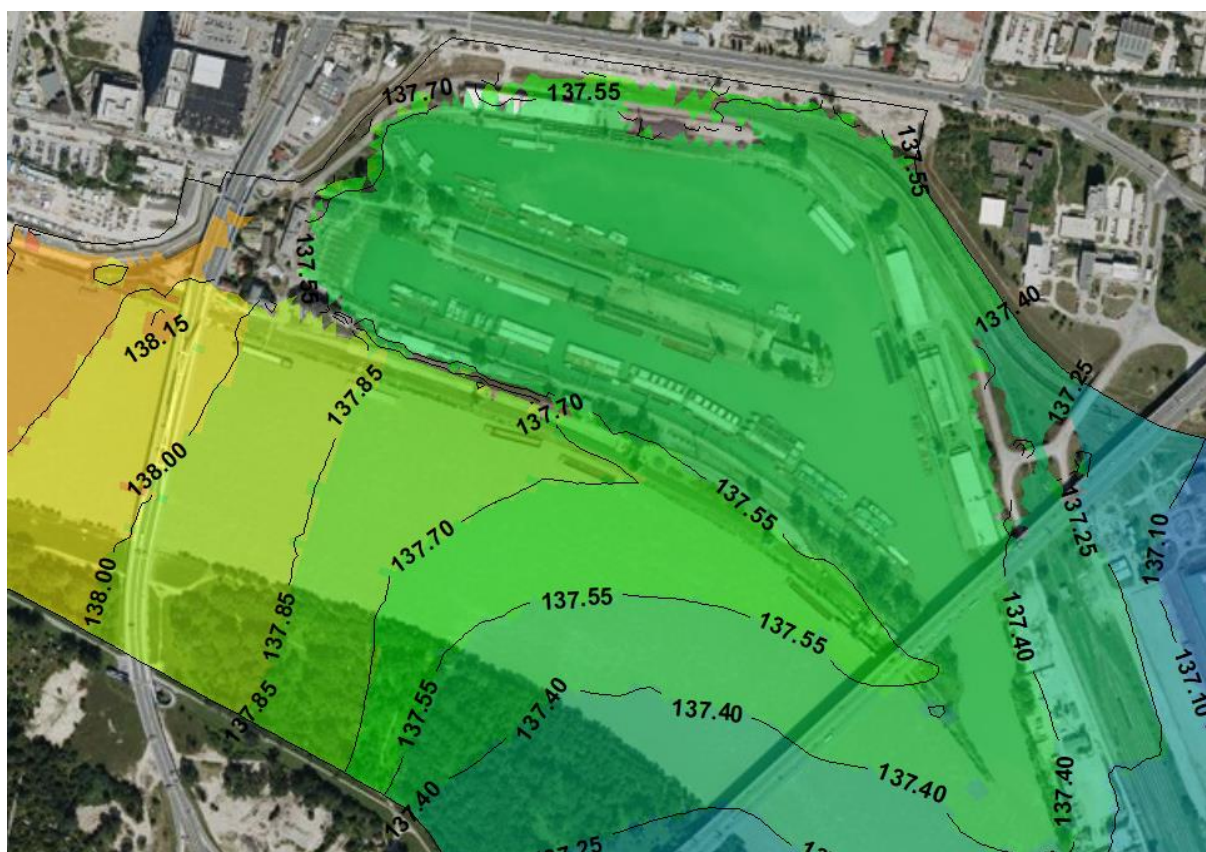
Obr. 2.1 – Objekty ktoré tvoria prekážku v prúdení vody pri povodni.

3 A0 - Súčasný stav

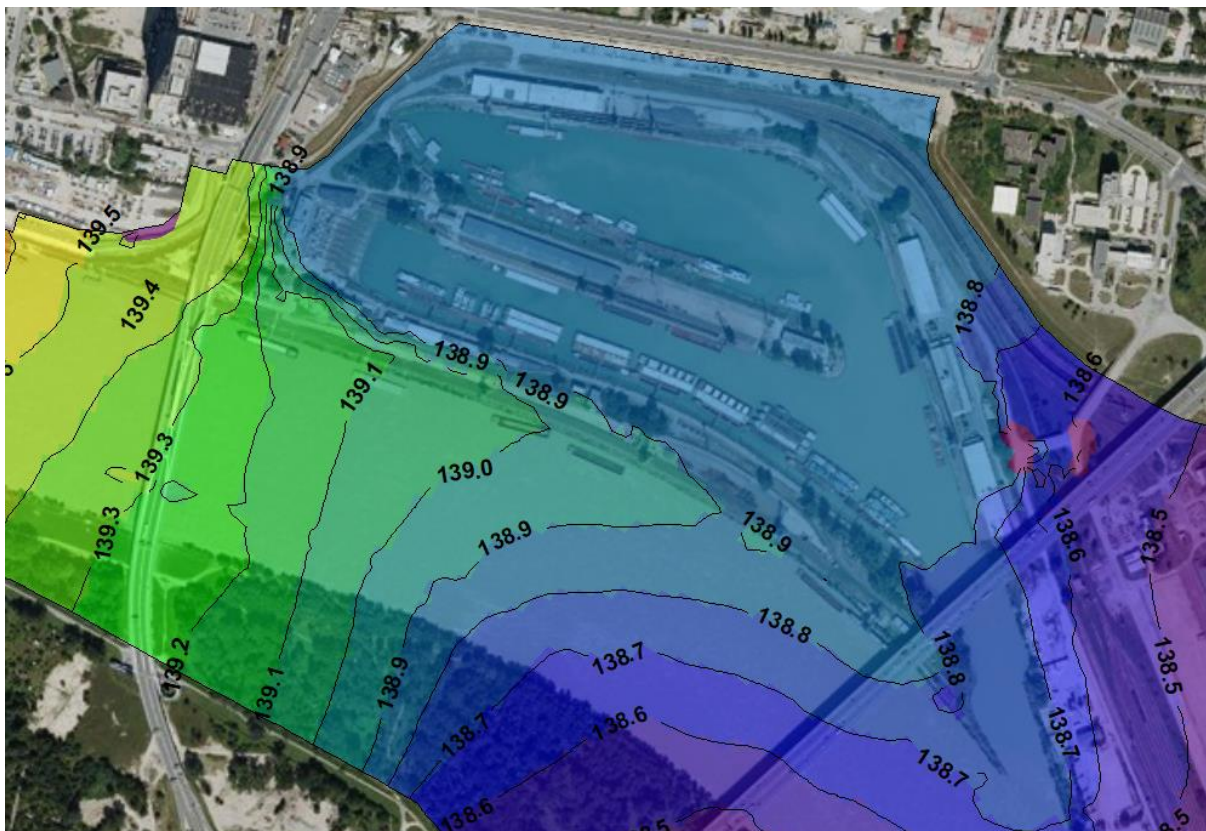
Pozn.: A0 = Alternatíva číslo 0



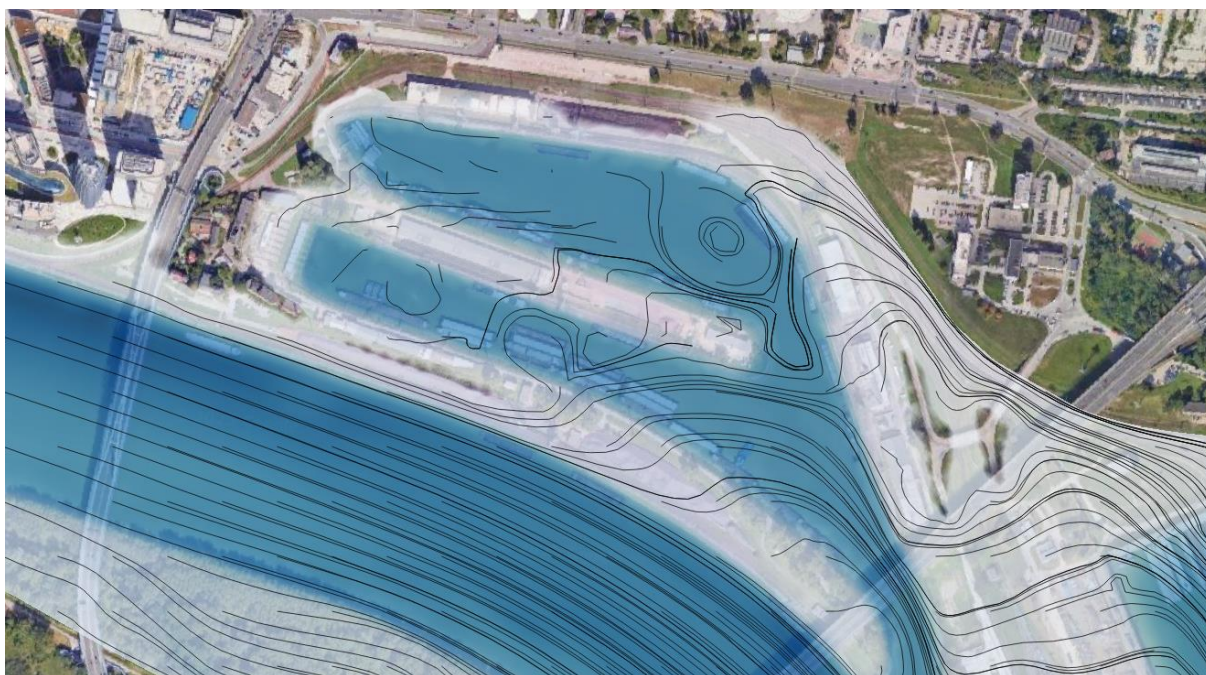
Obr. 3.1– Existujúca protipovodňová ochrana v okolí sektora D.



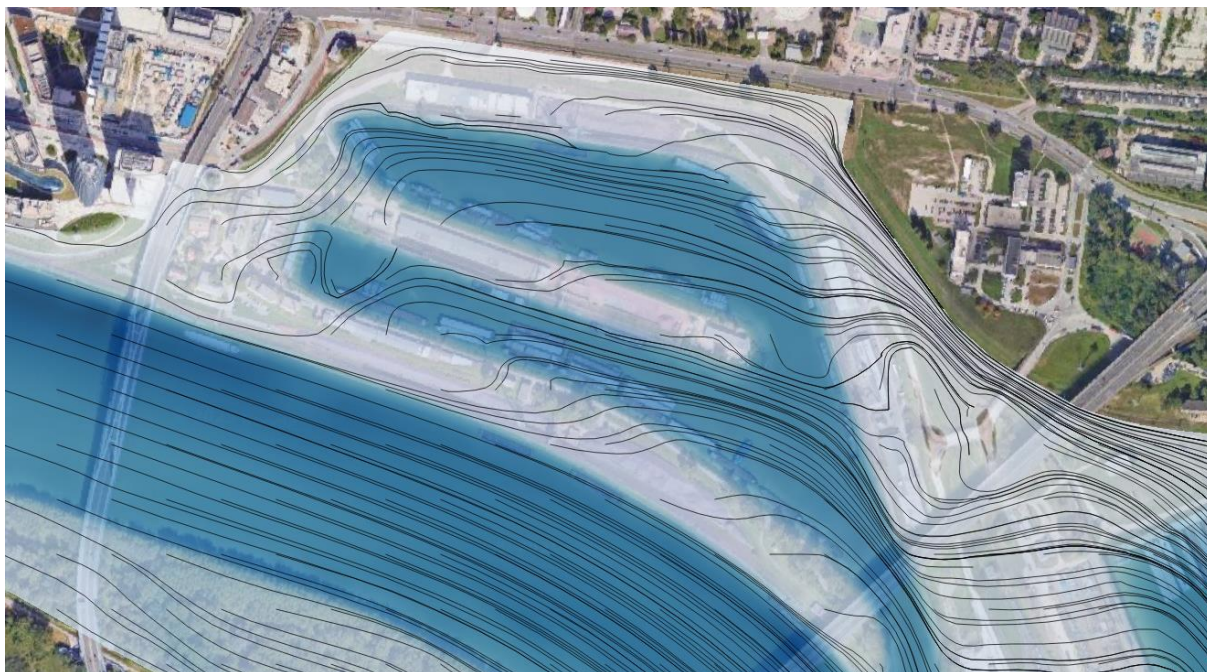
Obr. 3.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri súčasnom stave



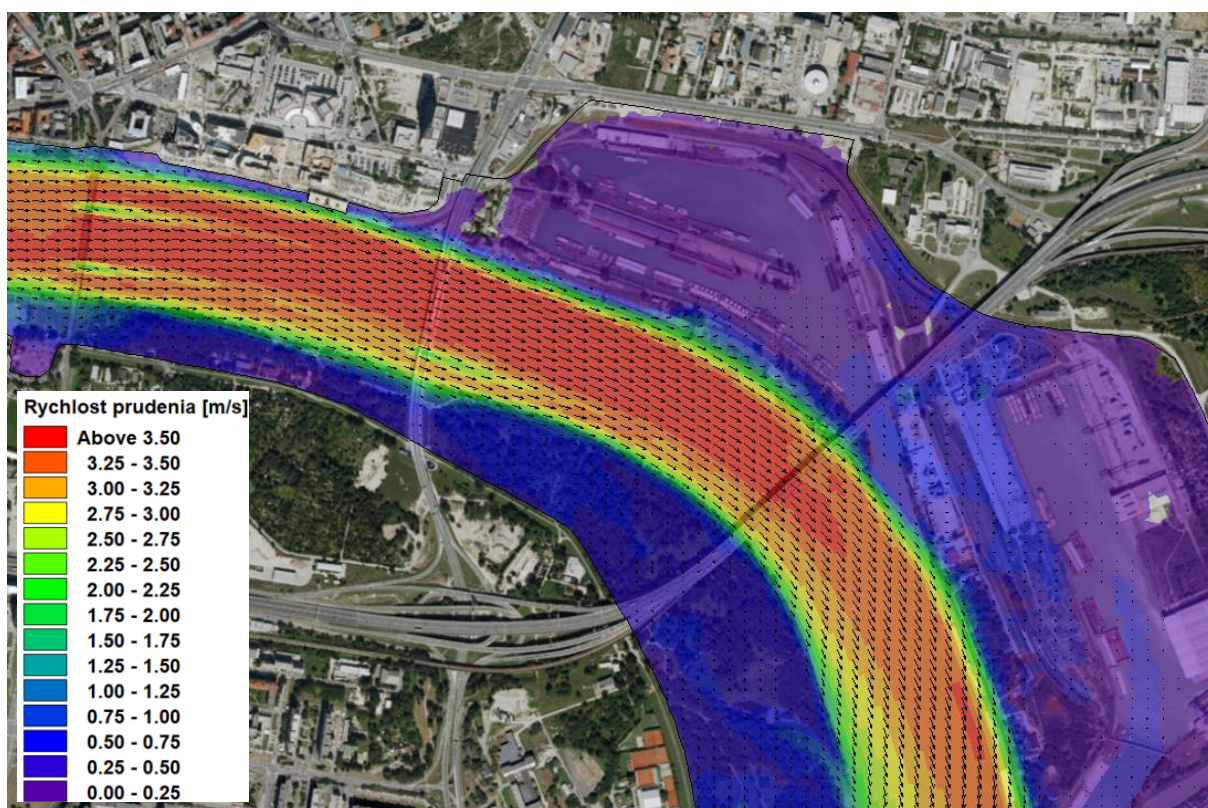
Obr. 3.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri súčasnom stave



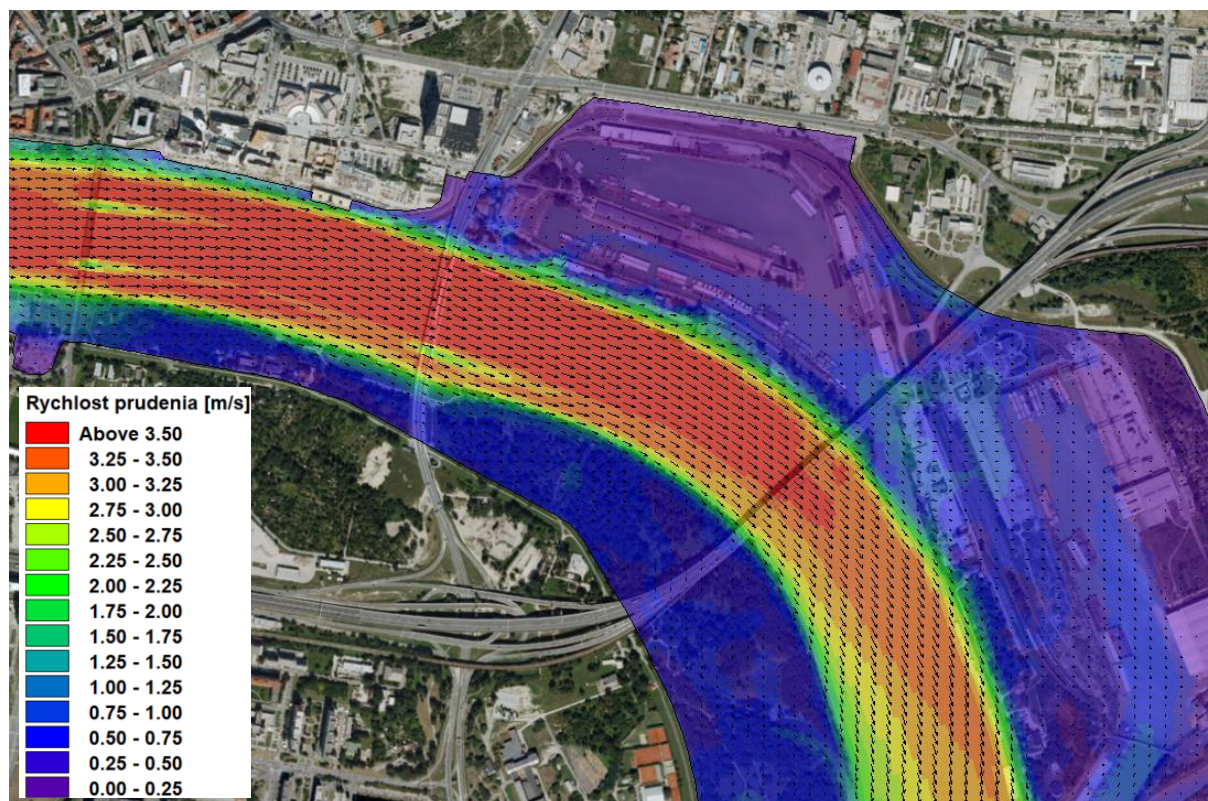
Obr. 3.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri súčasnom stave



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



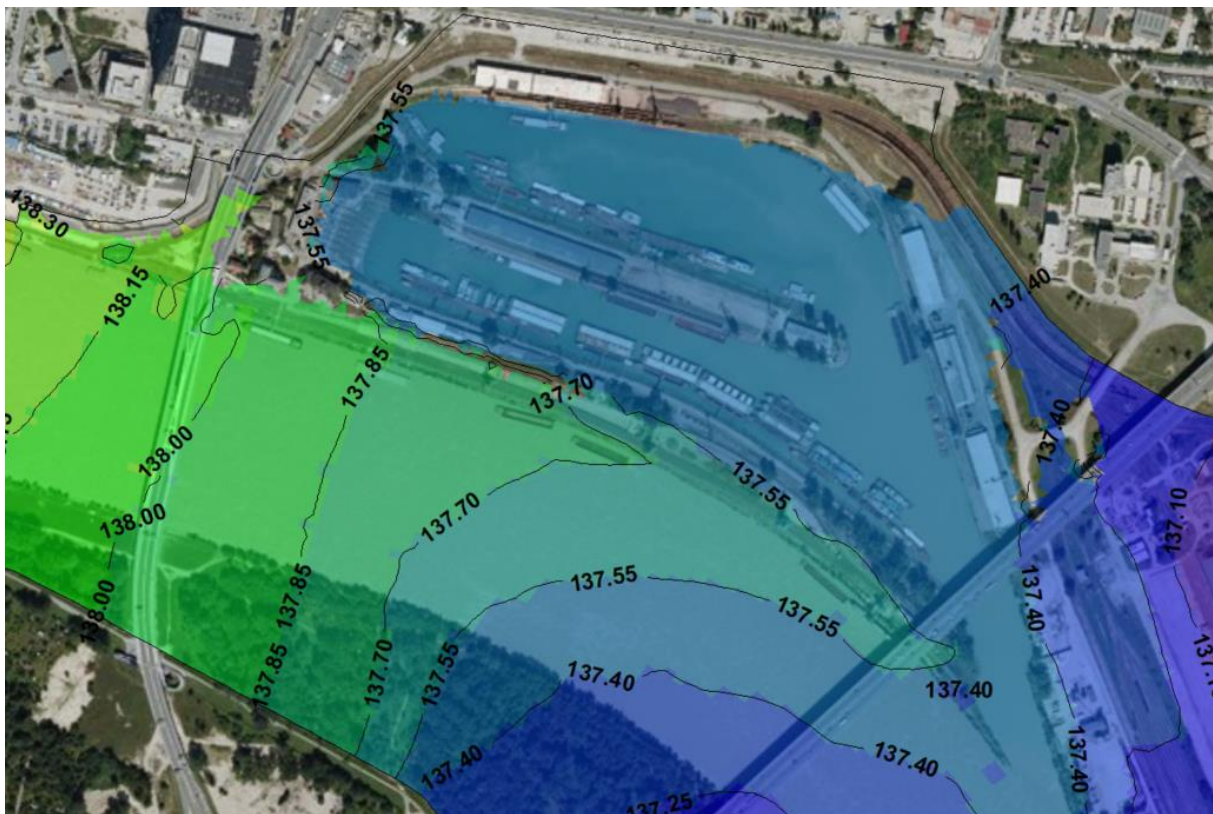
Obr. 3.7 - Grafické znázornenie rýchlostí a smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri súčasnom stave

4 A1 - Posunutá PPO v sektore D

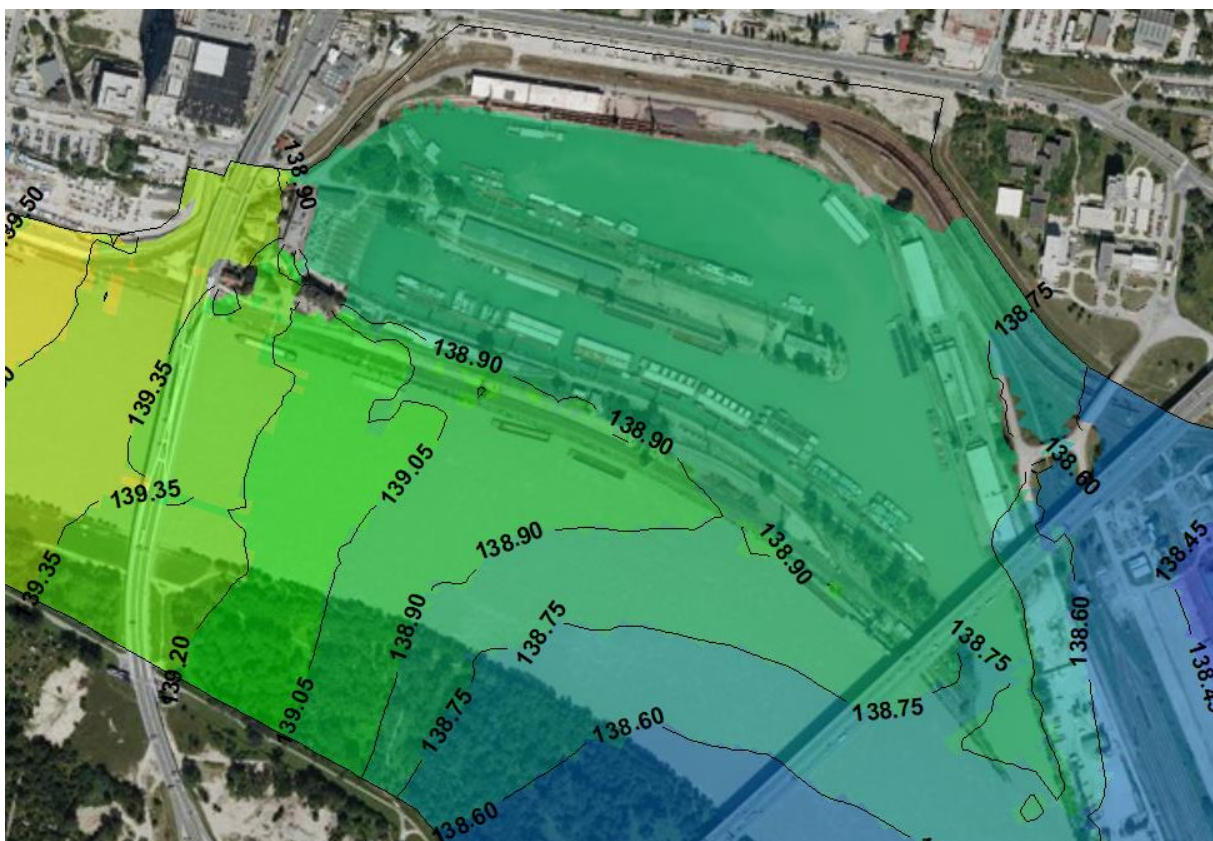
V modeli je terén v sektore D vyvýšený na úroveň Q_{1000} čo reprezentuje posunutie PPO z Prístavnej ulice na severný okraj bazéna, resp. južný okraj sektora D. Sektor A a B zostávajú v pôvodnom stave. Tento variant overuje vplyv celkového vyvýšenia terénu v sektore D na zmenu povodňovej hladiny.



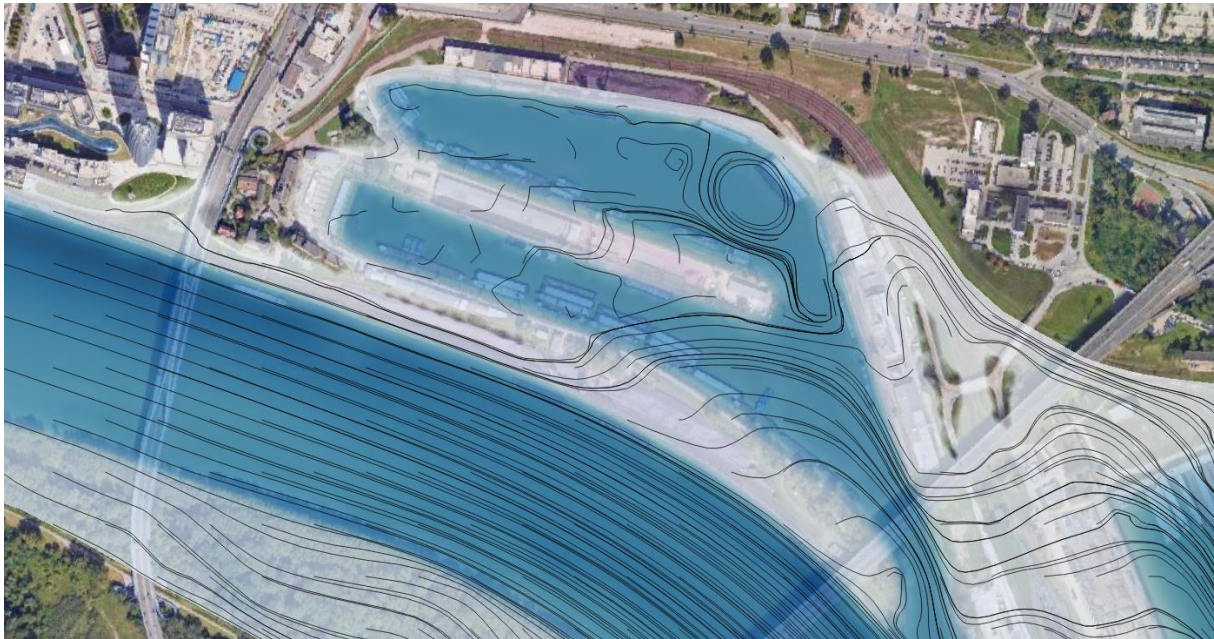
Obr. 4.1 - Navýšenie terénu v sektore D.



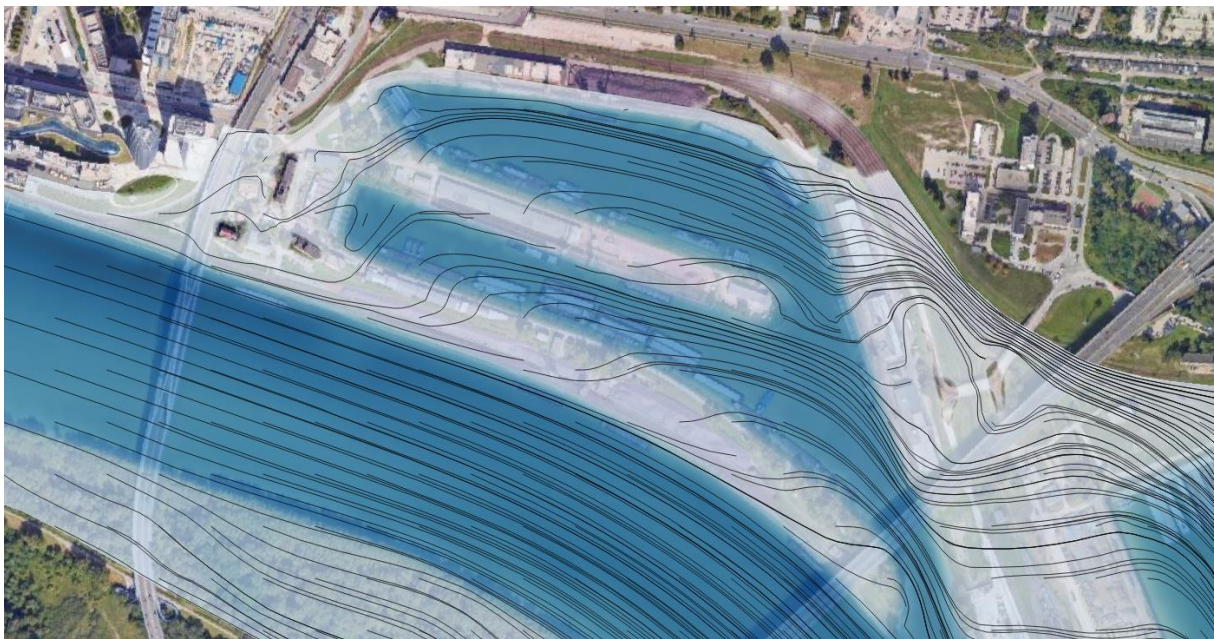
Obr. 4.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.



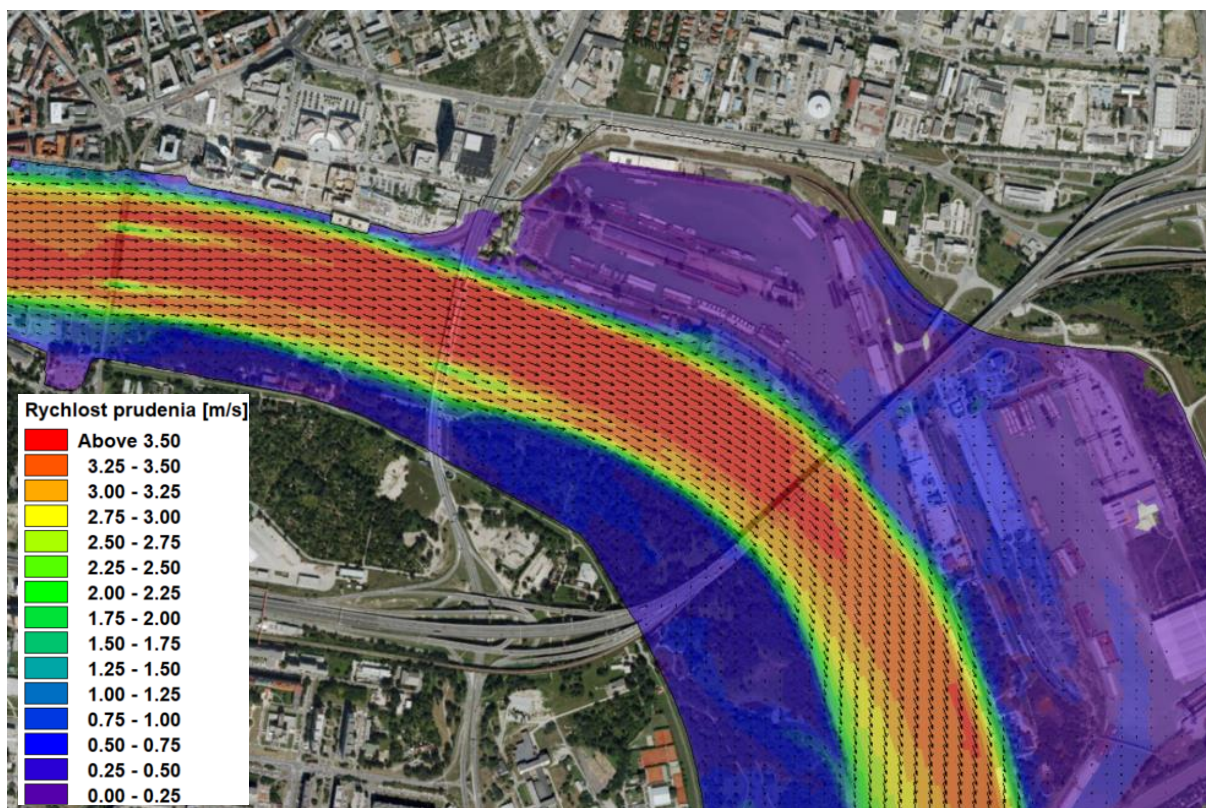
Obr. 4.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.



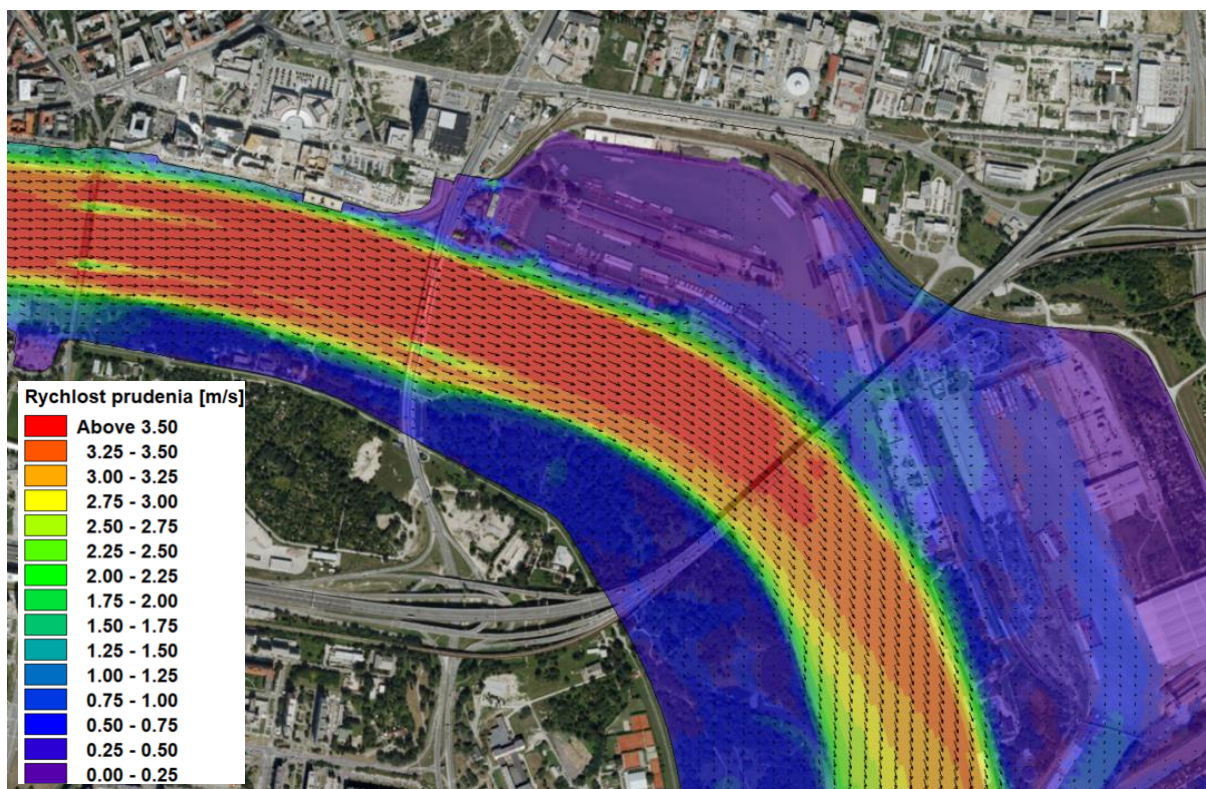
Obr. 4.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.



Obr. 4.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.



Obr. 4.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.

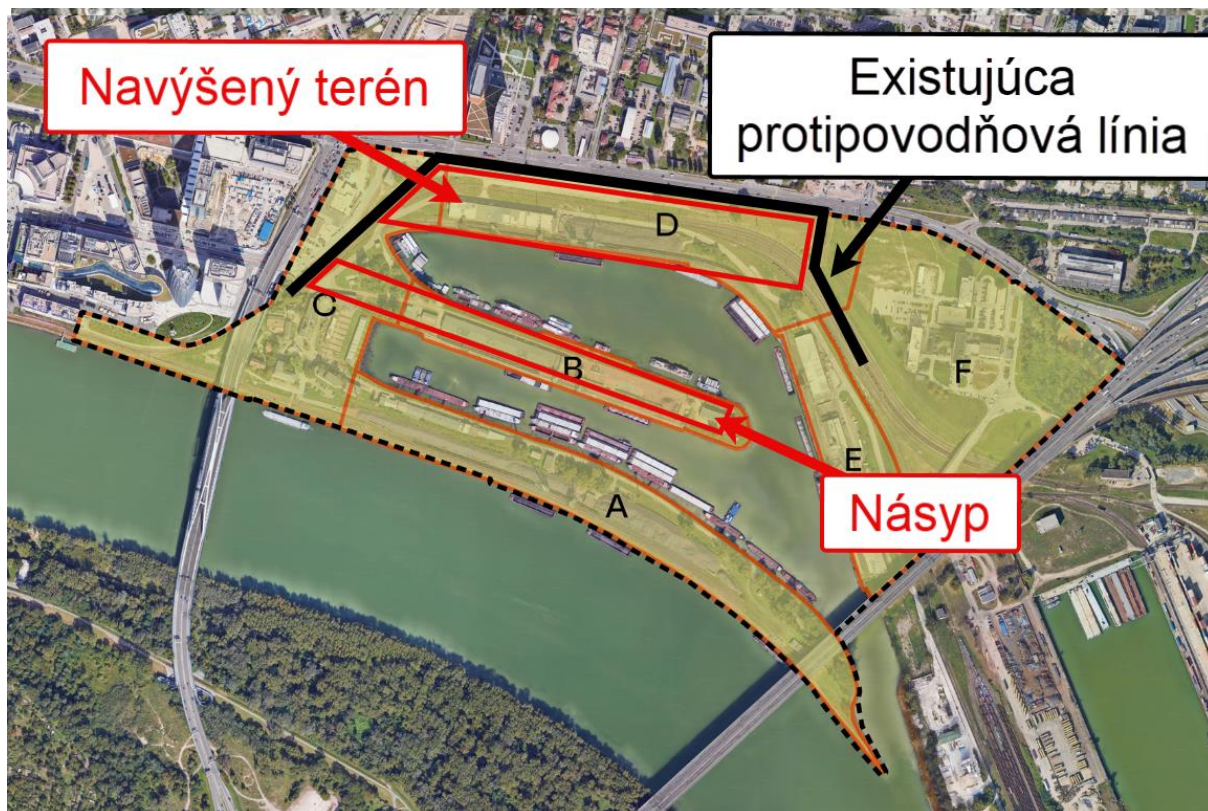


Obr. 4.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej protipovodňovej ochrane v sektore D.

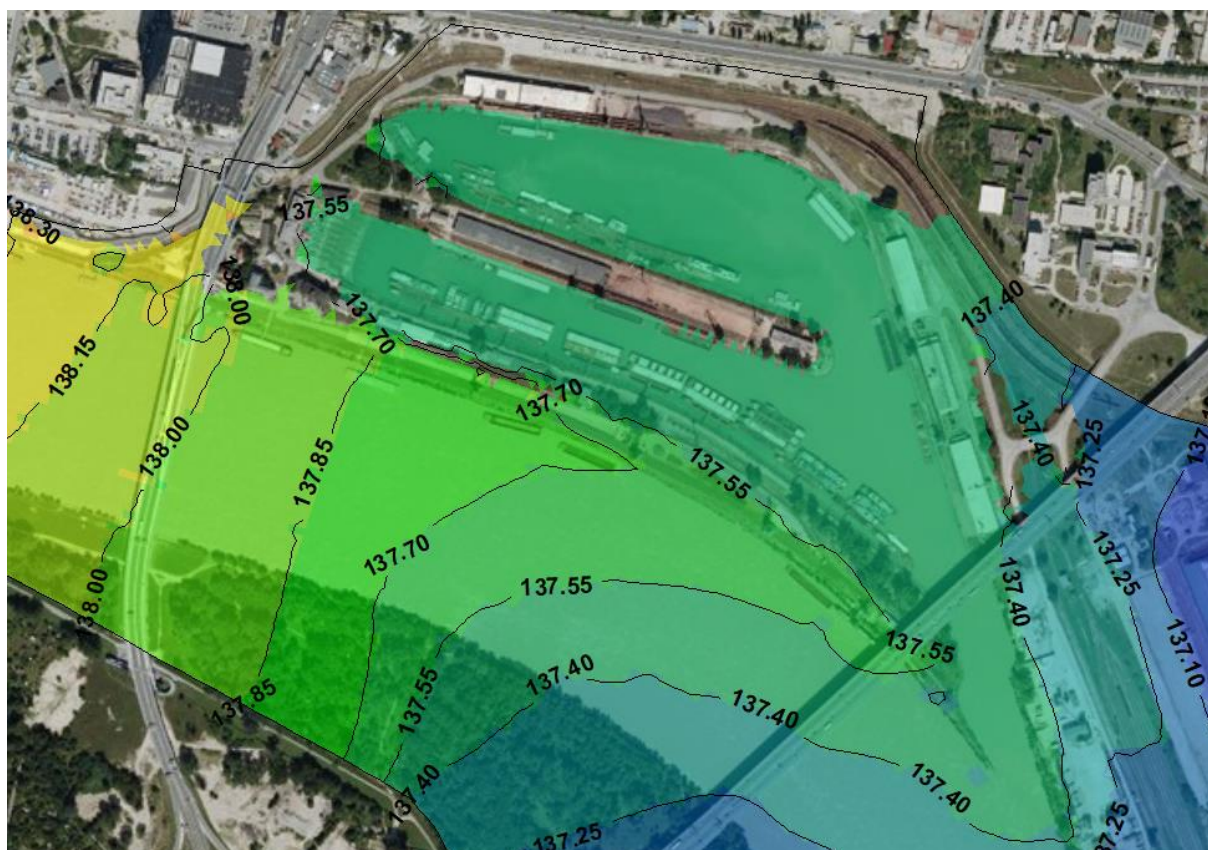
Vo všetkých Ďalších variantoch a výpočtoch počítame v sektore D s posunutou PPO.

5 A2 - Sektor B Variant 1

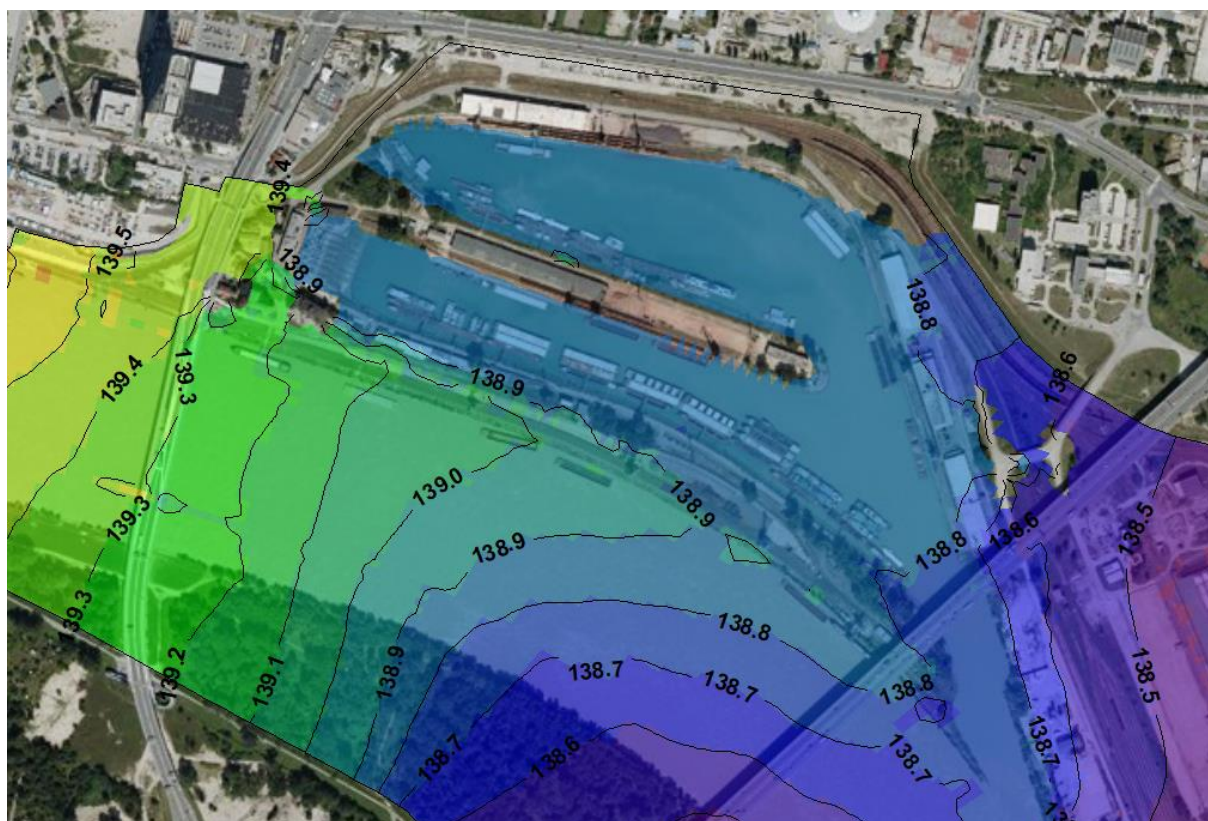
Do modelu je v sektore B vložený násyp od protipovodňovej hrádze až po koniec poloostrova. Sektor A zostáva v pôvodnom stave. Sektor D je upravený podľa variantu "Posunutá PPO Sektor D". Tento variant overí vplyv uceleného násypu v sektore B a D na zmenu povodňovej hladiny.



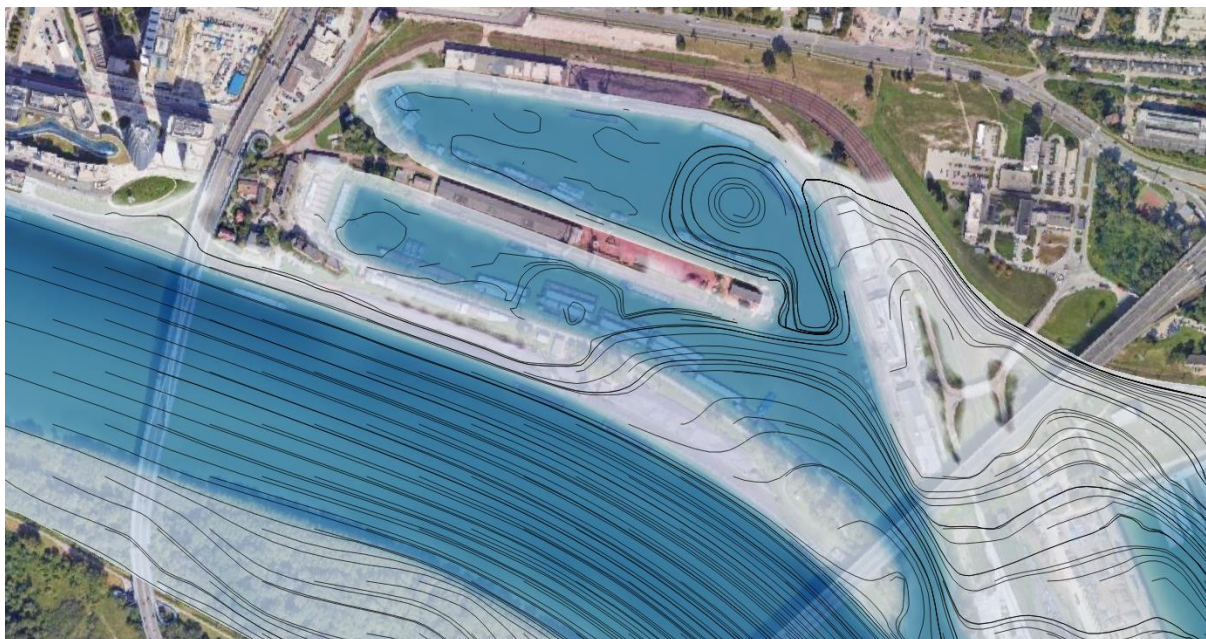
Obr. 5.1 – Posunutá PPO v sektore D a násyp v sektore B.



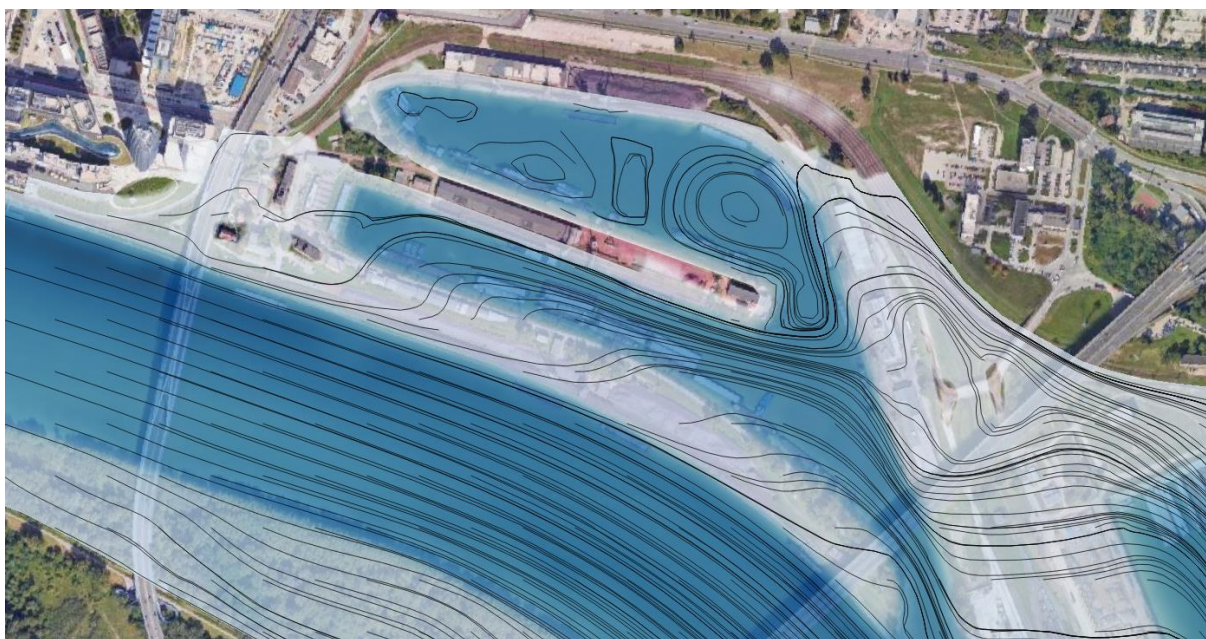
Obr. 5.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplavu).



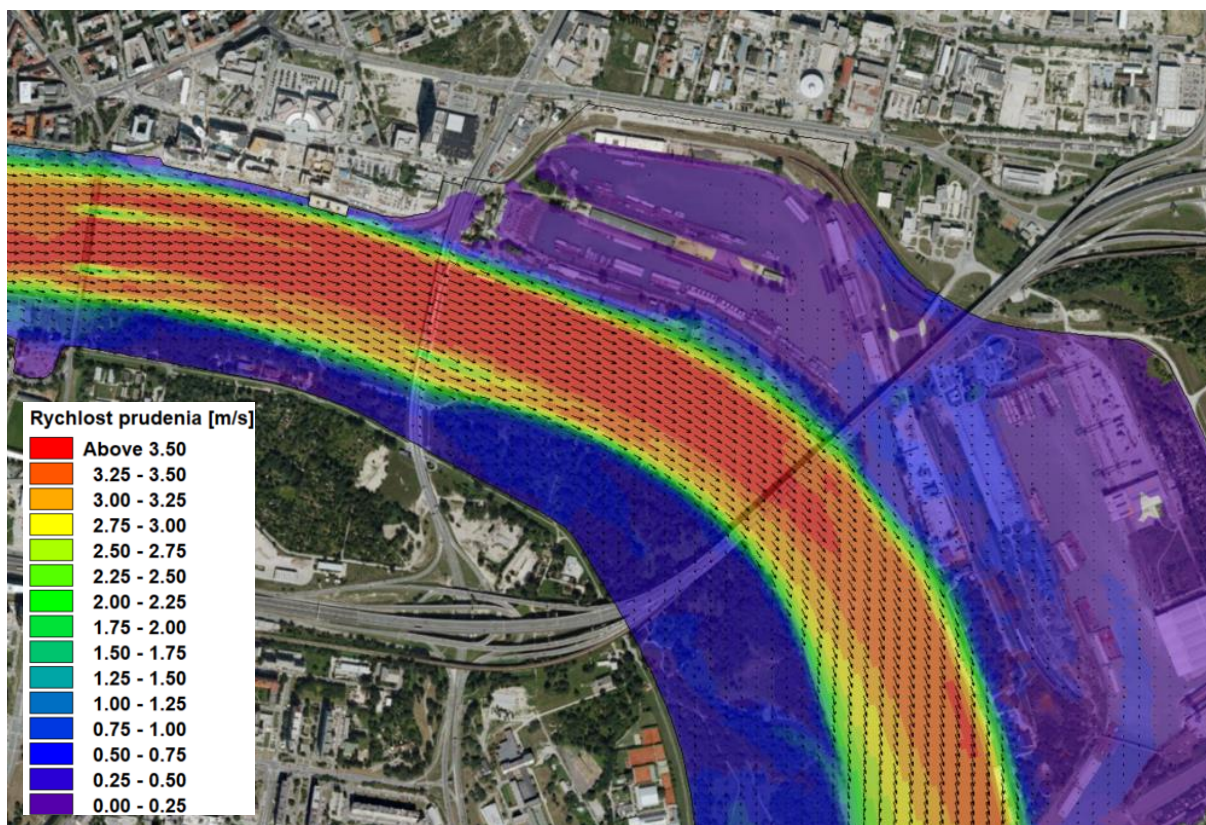
Obr. 5.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplavu).



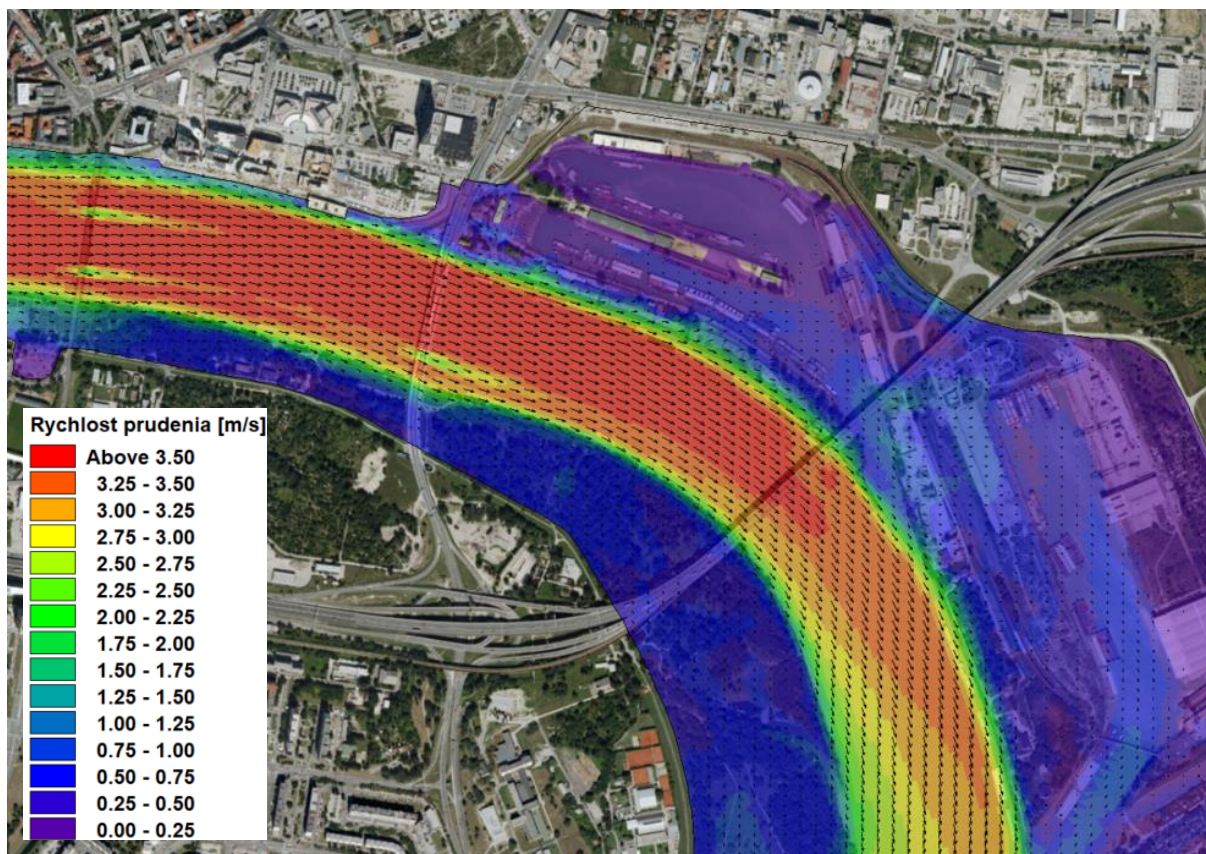
Obr. 5.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplyvu).



Obr. 5.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplyvu).



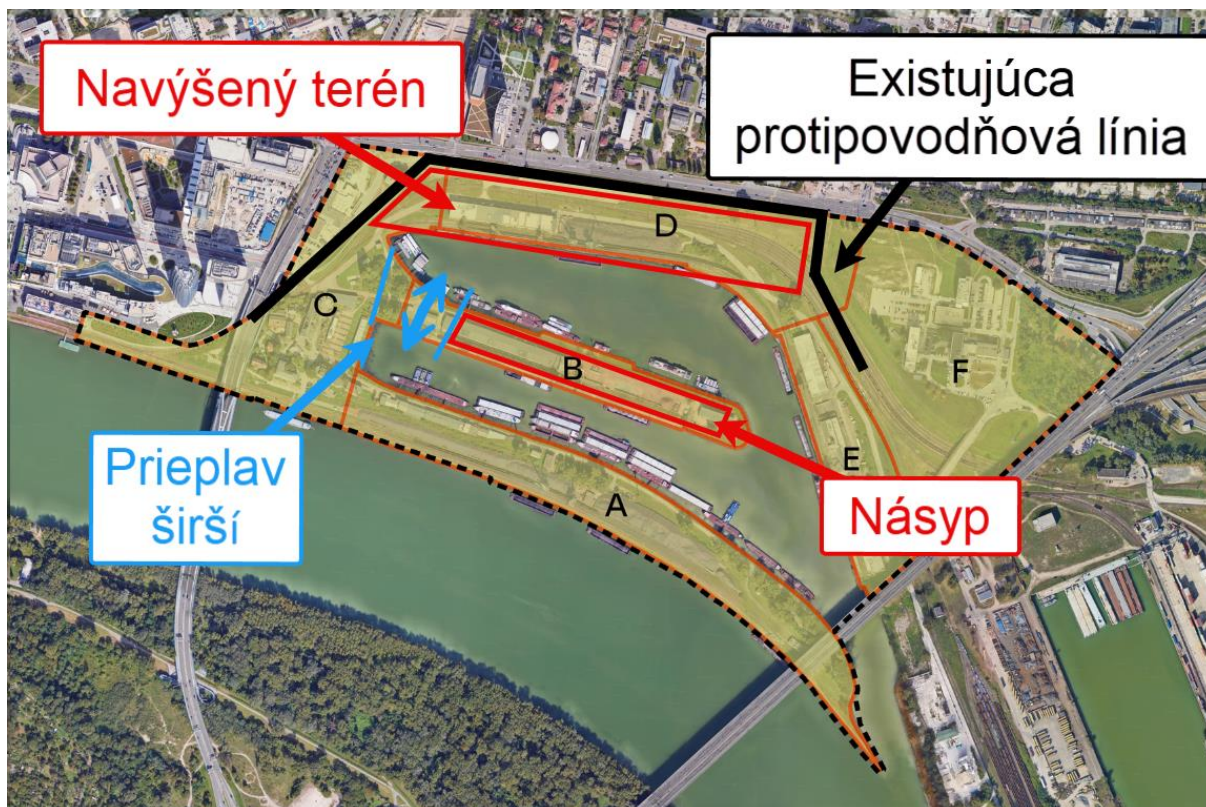
Obr. 5.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplavu).



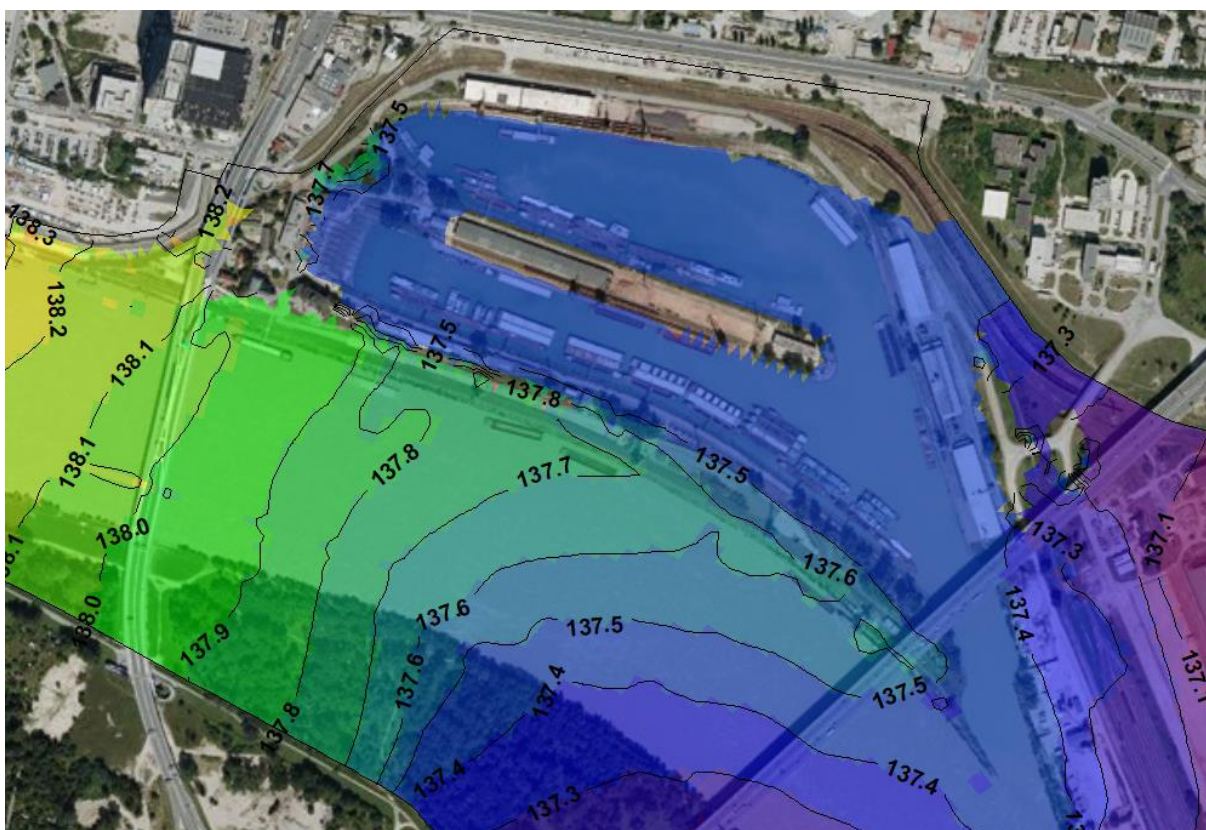
Obr. 5.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násype v sektore B (Variant 1 bez prieplavu).

6 A3 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 2 – širší prieplyav

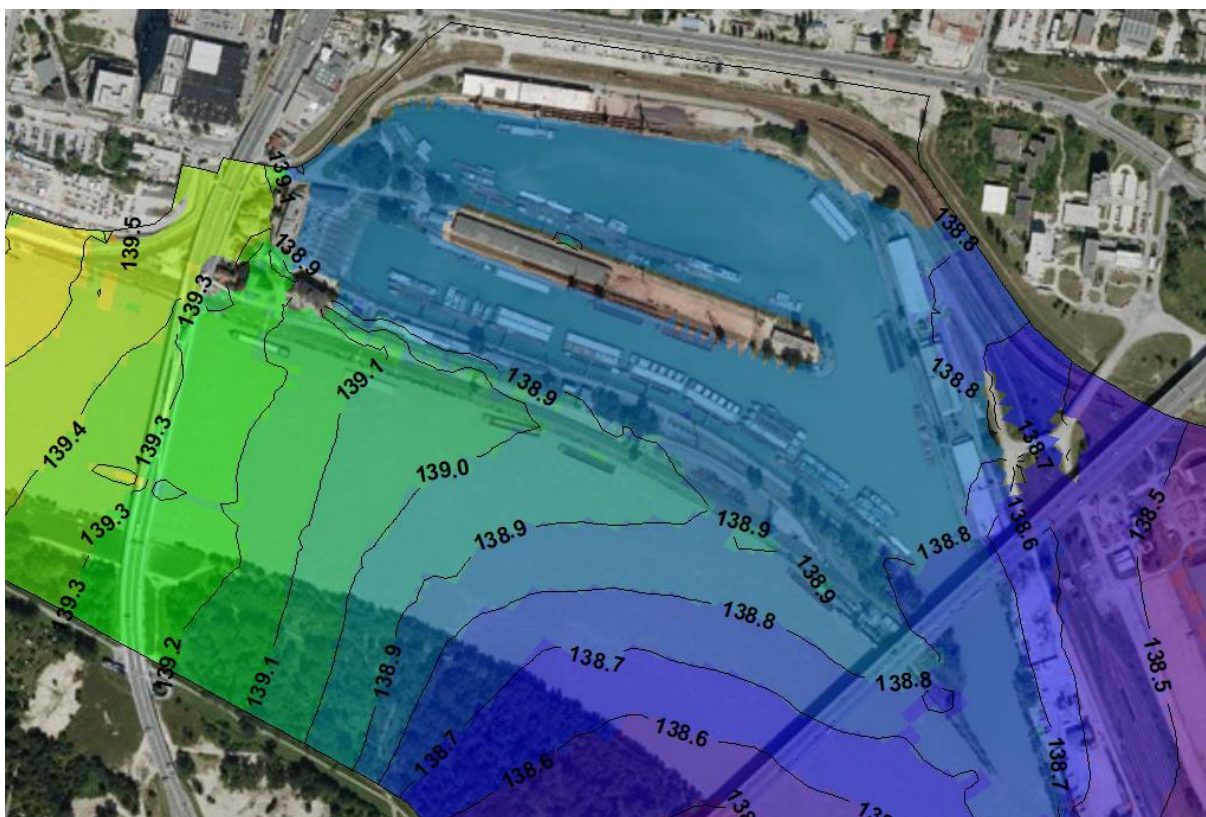
Do modelu je v sektore B na začiatku poloostrova vyhlbený prieplyav medzi bazénmi. Hĺbka prieplyavu je rovnaká ako je hĺbka bazénov a **šírka prieplyavu je približne 70 m**. Na zvyšku poloostrova je vložený násyp až po koniec poloostrova. Sektor A zostáva v pôvodnom stave. Sektor D je upravený podľa variantu "Posunutá PPO Sektor D". Tento variant overuje vplyv úprav v sektore B a D na zmenu povodňovej hladiny.



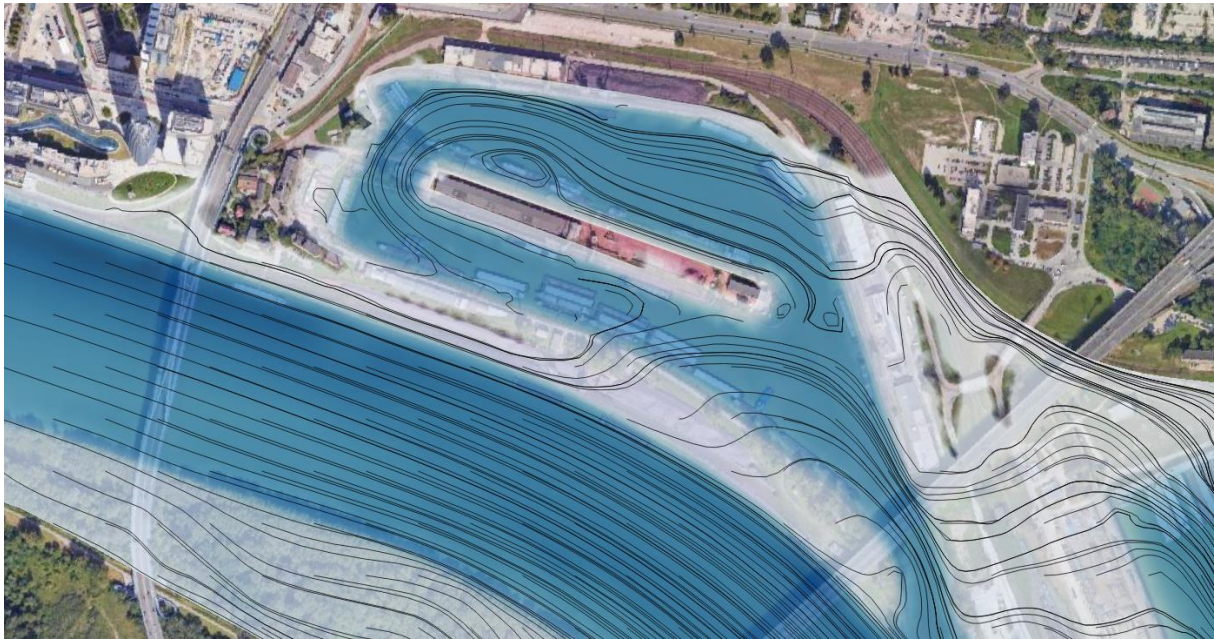
Obr. 6.1 – Posunutá PPO v sektore D, násyp a širší prieplyav v sektore B.



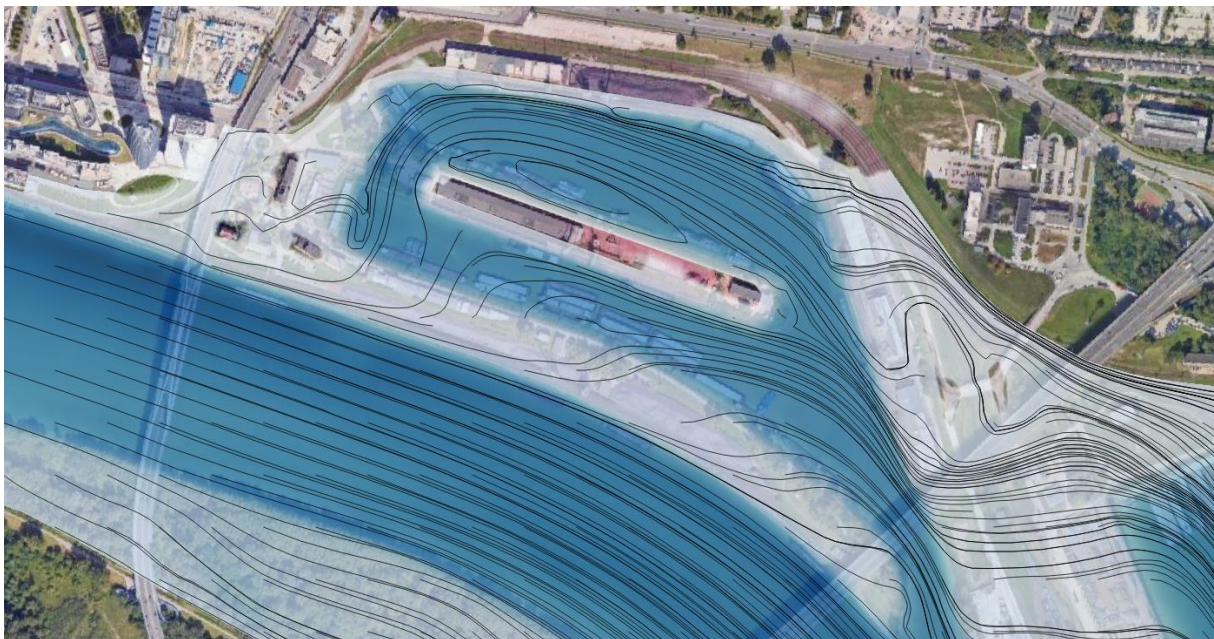
Obr. 6.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70 m prieplove v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).



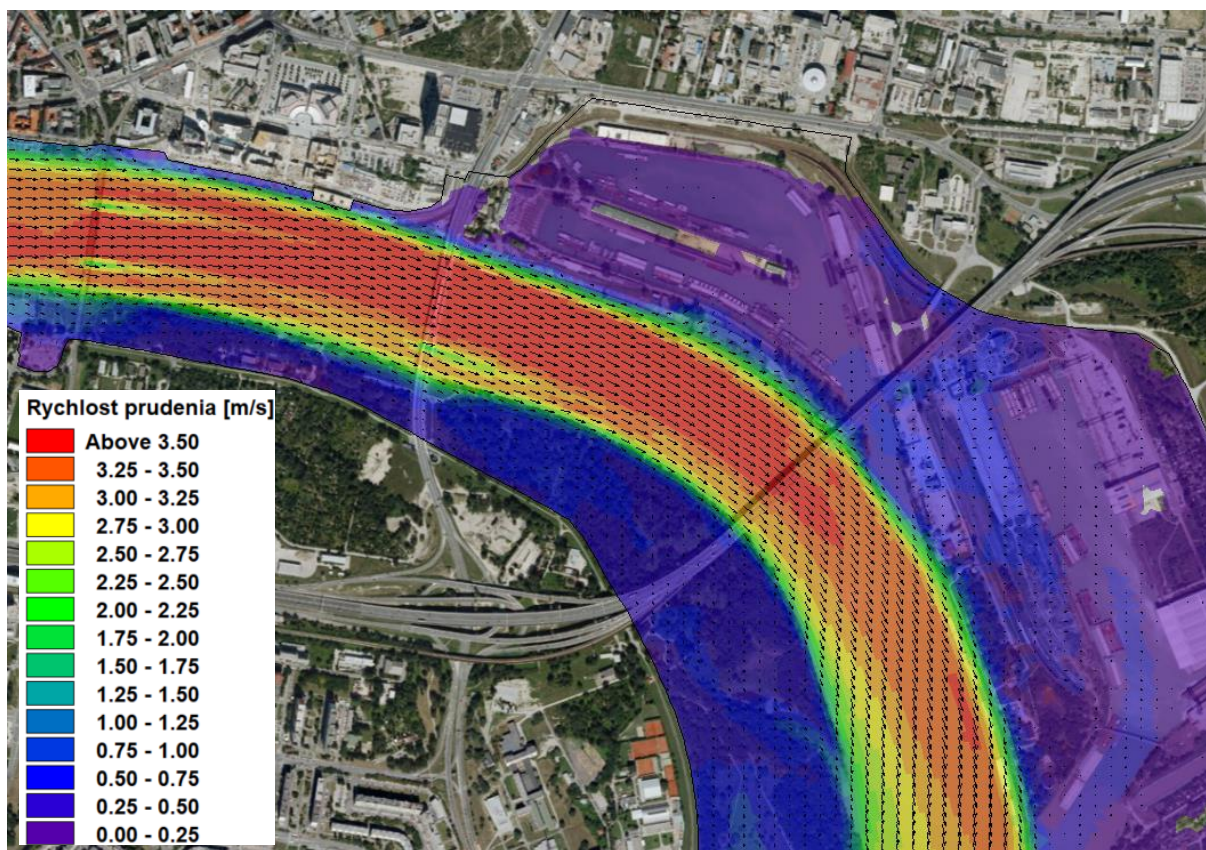
Obr. 6.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70 m prieplove v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).



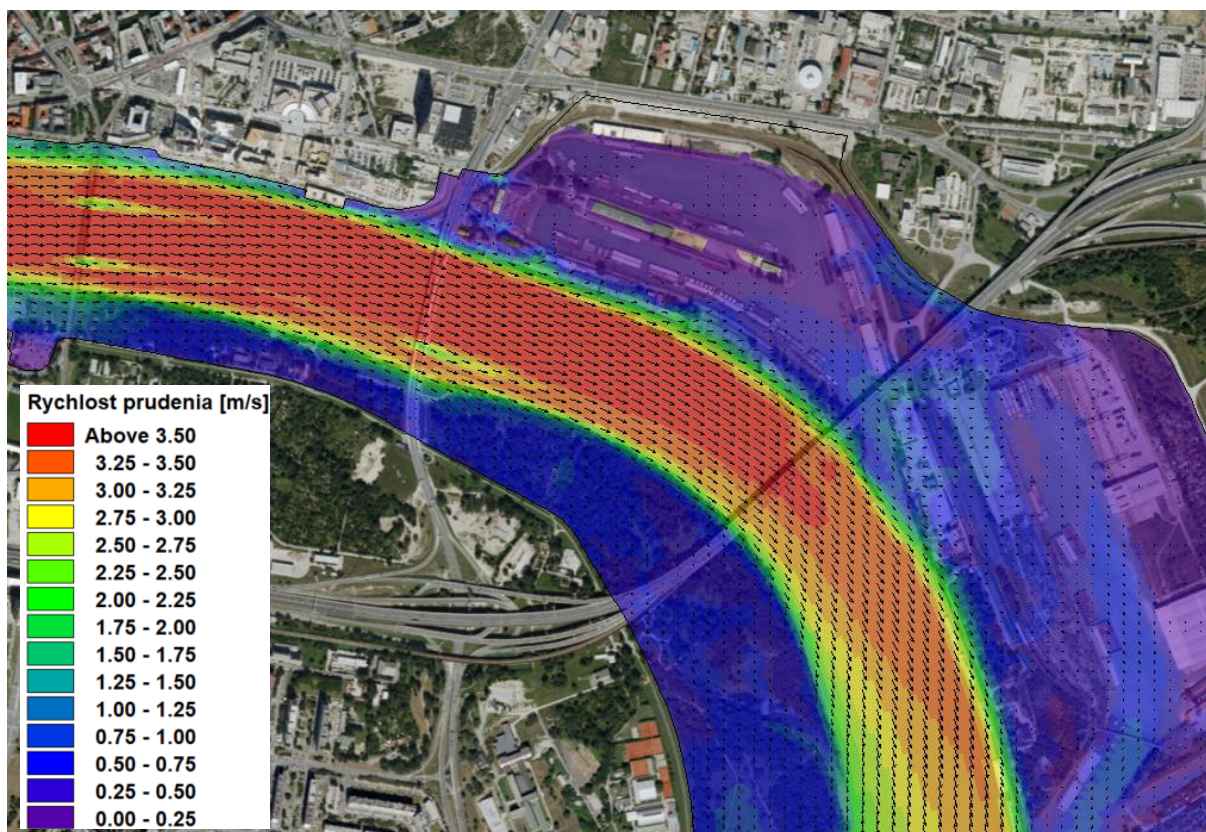
Obr. 6.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70m prieplave v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).



Obr. 6.5 - Grafické znázornenie rýchlosti a smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70m prieplave v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).



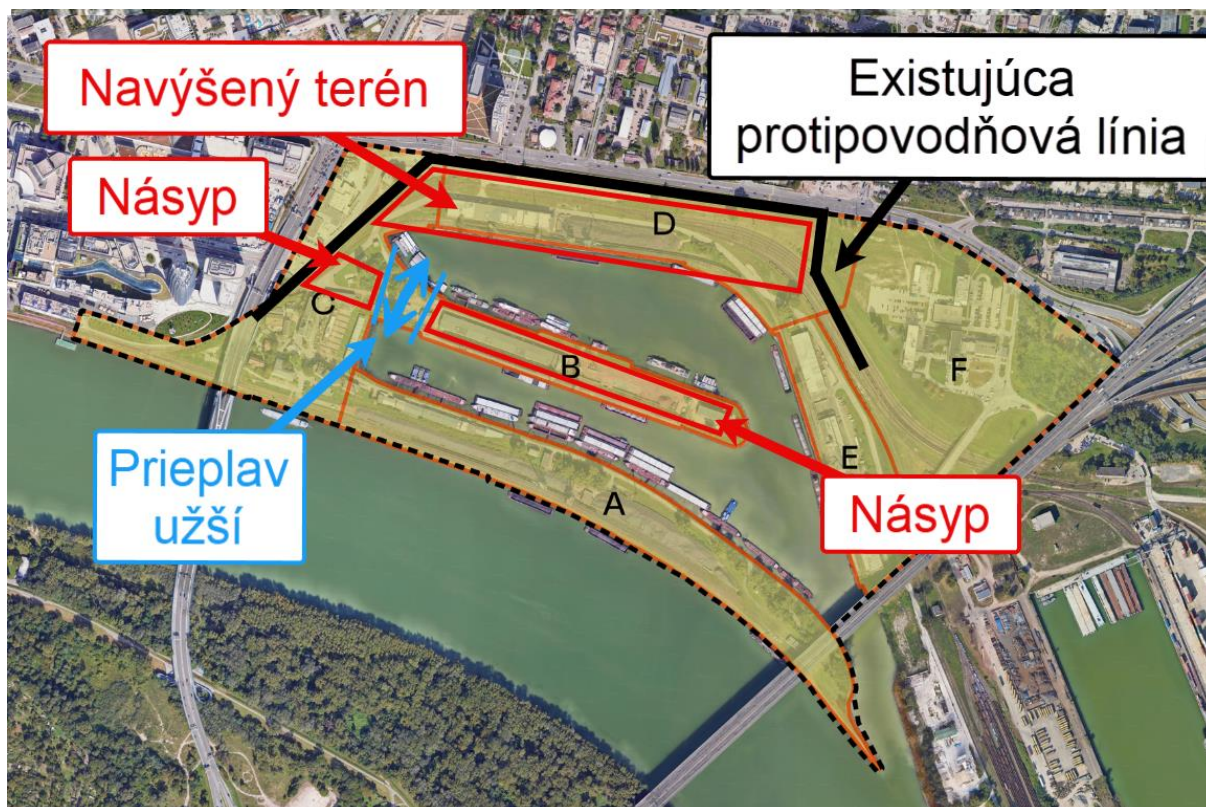
Obr. 6.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70m prieplave v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).



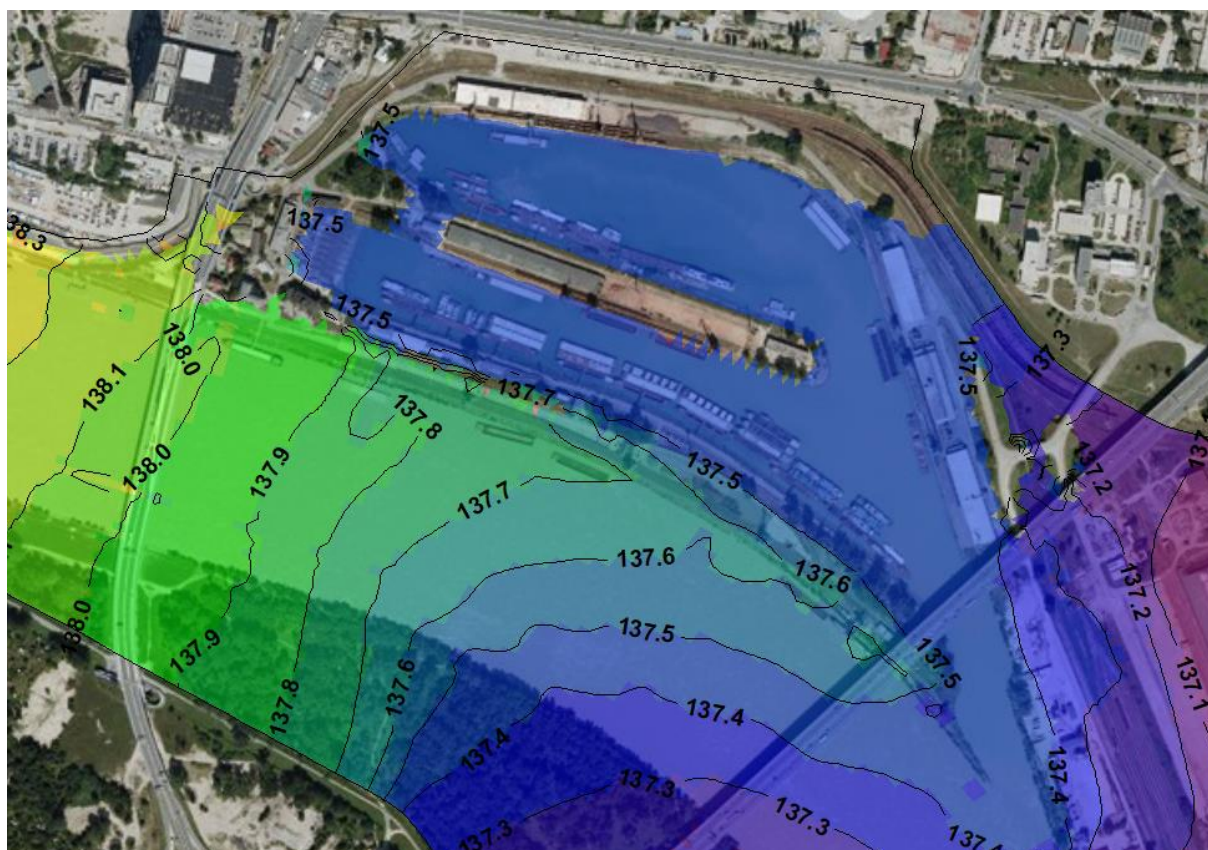
Obr. 6.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a širšom cca 70m prieplave v sektore B (Variant 2 - širší prieplav).

7 A4 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 3 – užší prieplyv

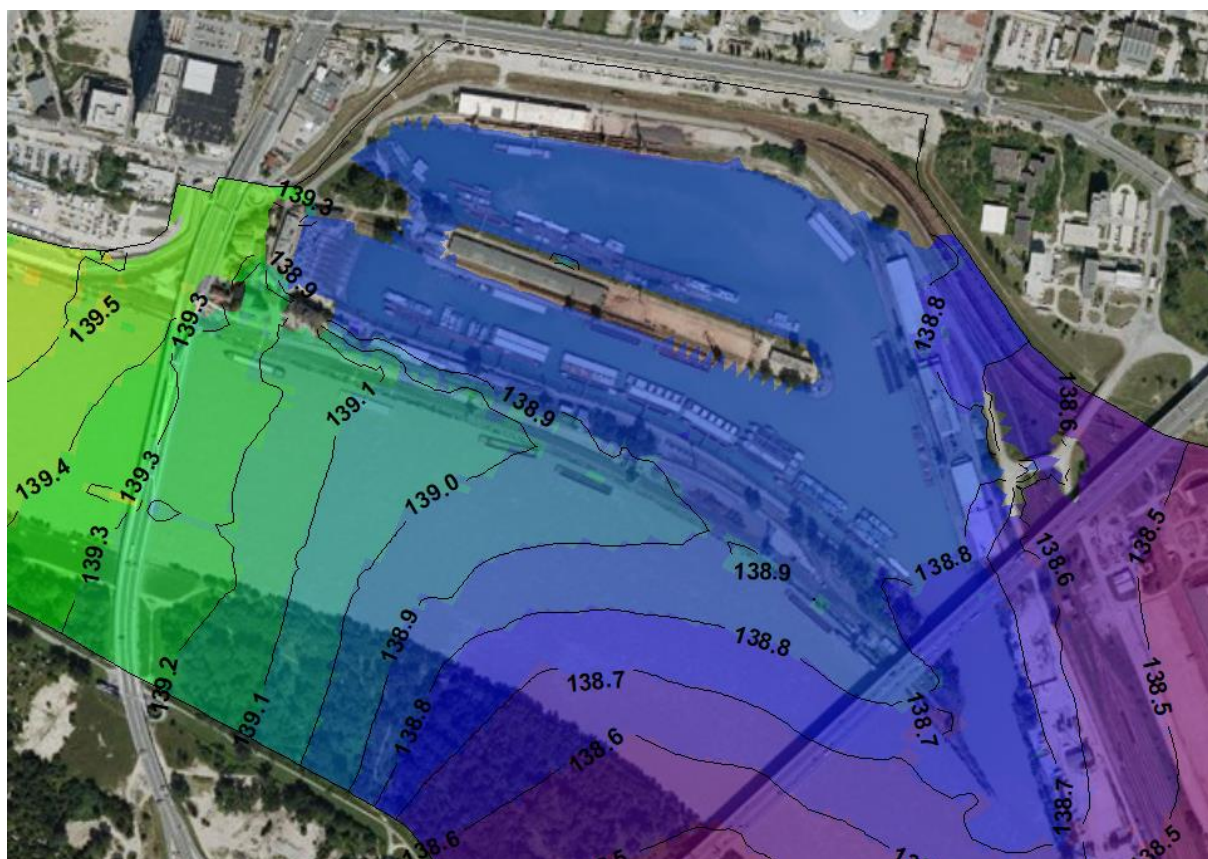
Do modelu je v sektore B na začiatku poloostrova vyhlbený prieplyv medzi bazénmi. Hĺbka prieplyvu je rovnaká ako je hĺbka bazénov a šírka je približne 30 m. Na zvyšku poloostrova je vložený násyp až po koniec poloostrova. Sektor A zostáva v pôvodnom stave. Sektor D je upravený podľa variantu "Posunutá PPO Sektor D Variant 1". Tento variant overuje vplyv úprav v sektore B a D na zmenu povodňovej hladiny.



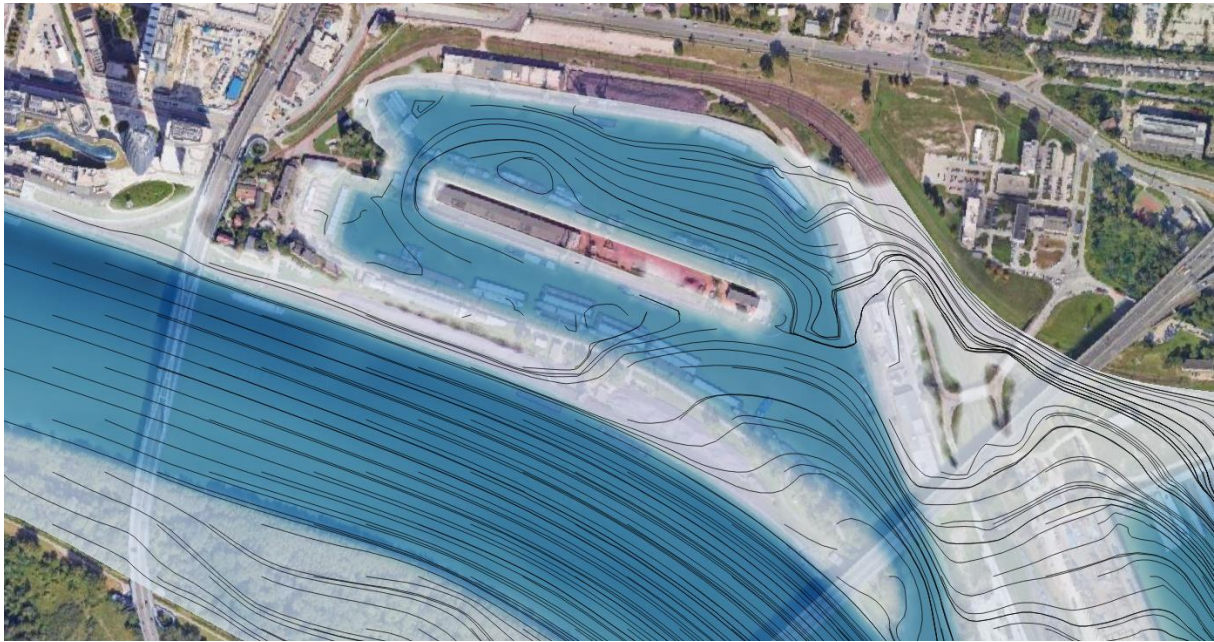
Obr. 7.1 – Posunutá PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prieplyv v sektore B.



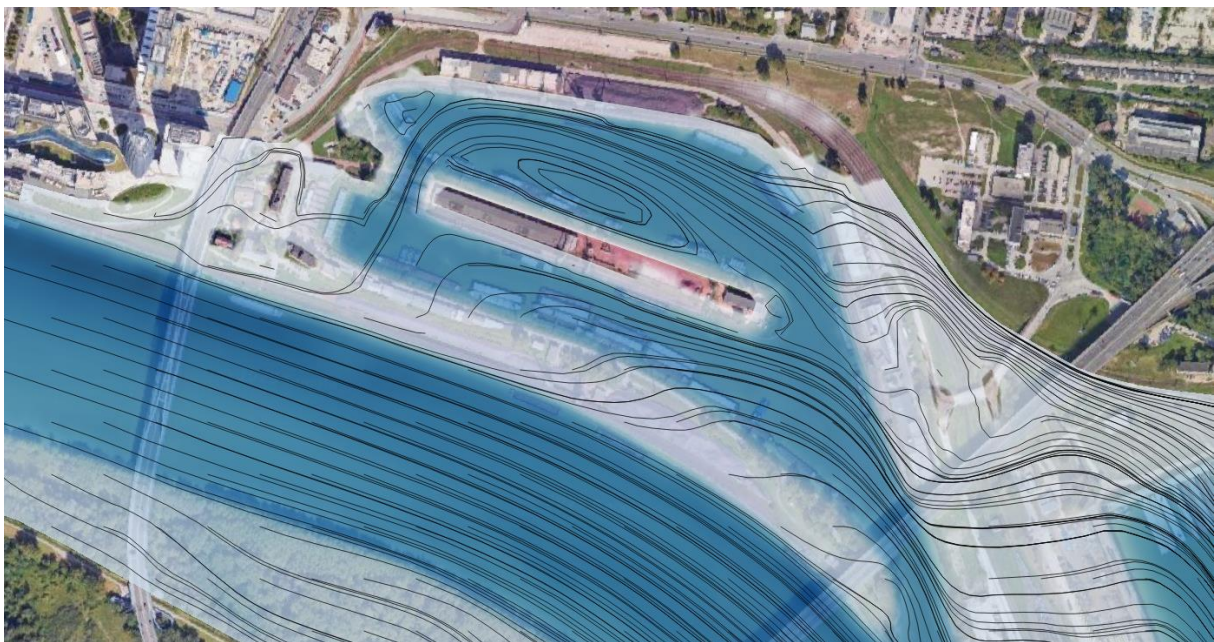
Obr. 7.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m priplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplyv).



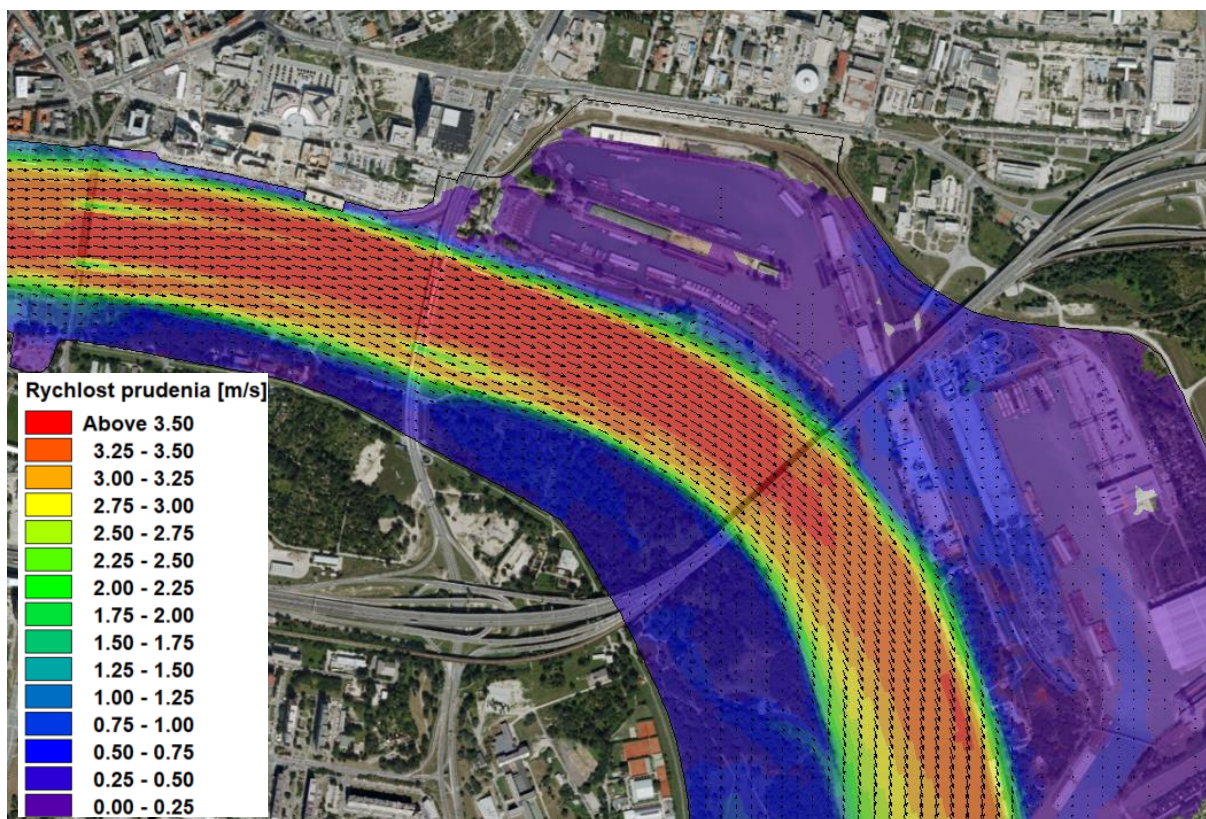
Obr. 7.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m priplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplyv).



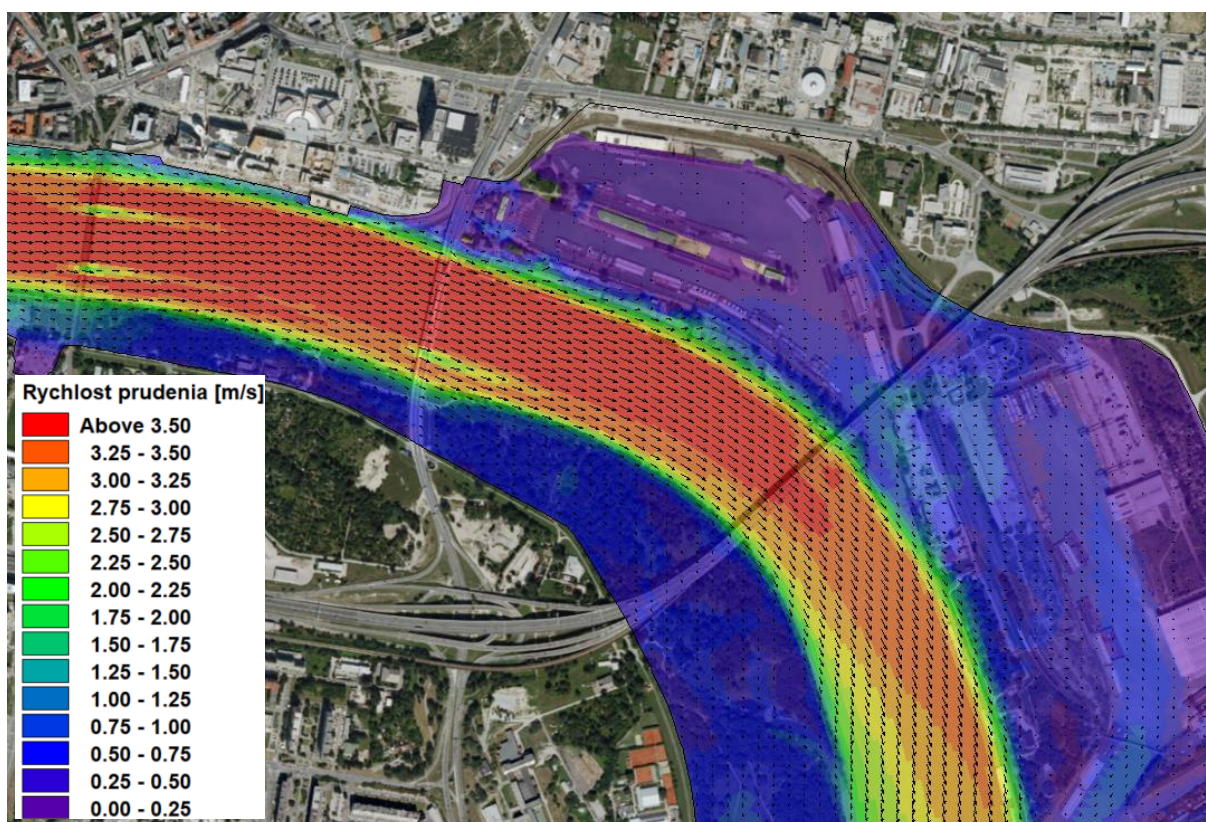
Obr. 7.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m prieplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplav).



Obr. 7.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m prieplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplav).



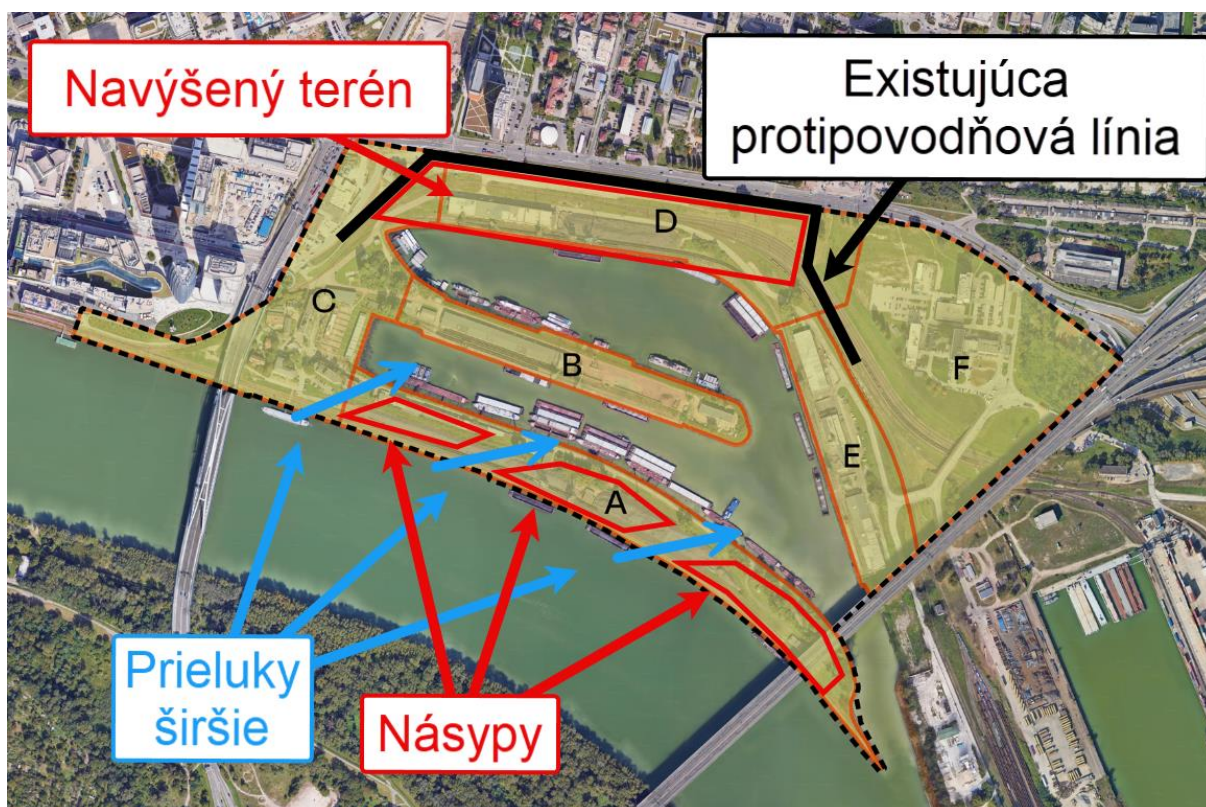
Obr. 7.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m prieplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplav).



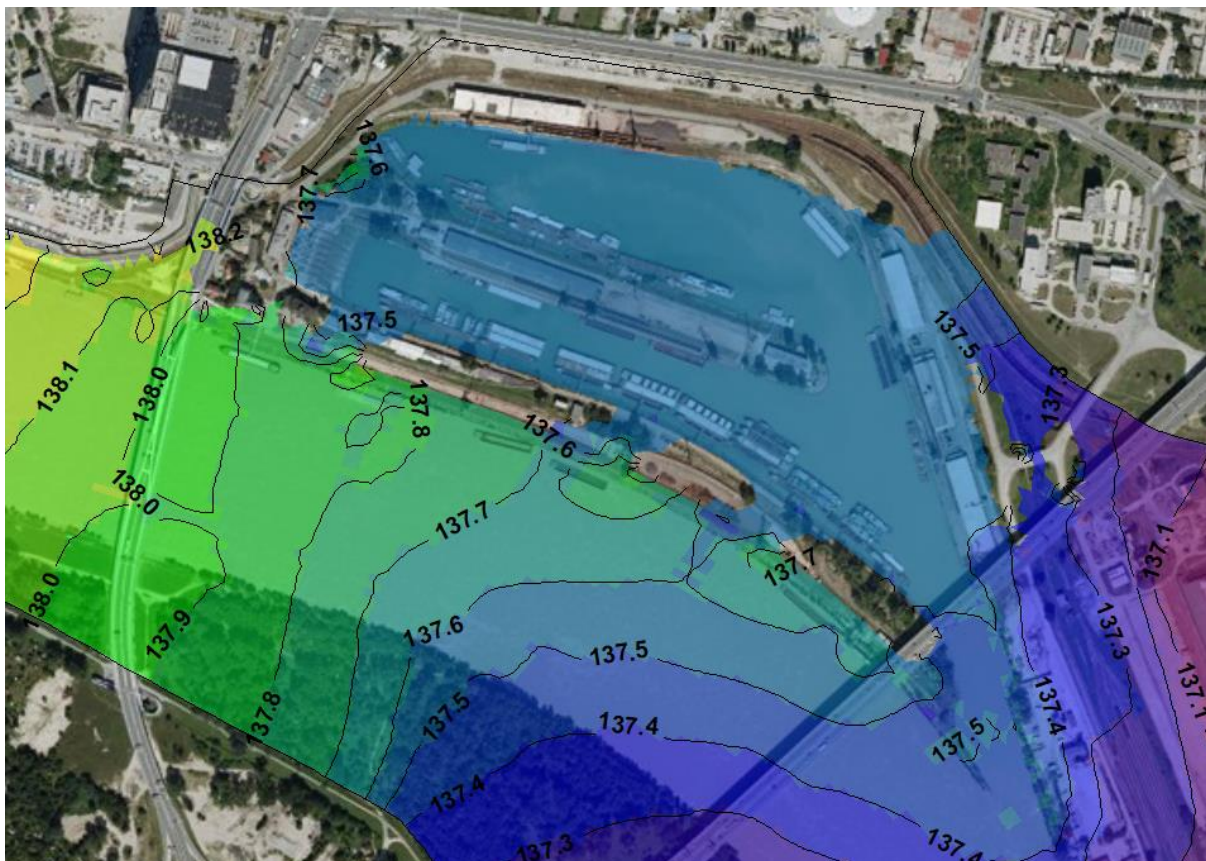
Obr. 7.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násype a užšom cca 30 m prieplave v sektore B (Variant 3 - užší prieplav).

8 A5 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 1 – širšie prieluky

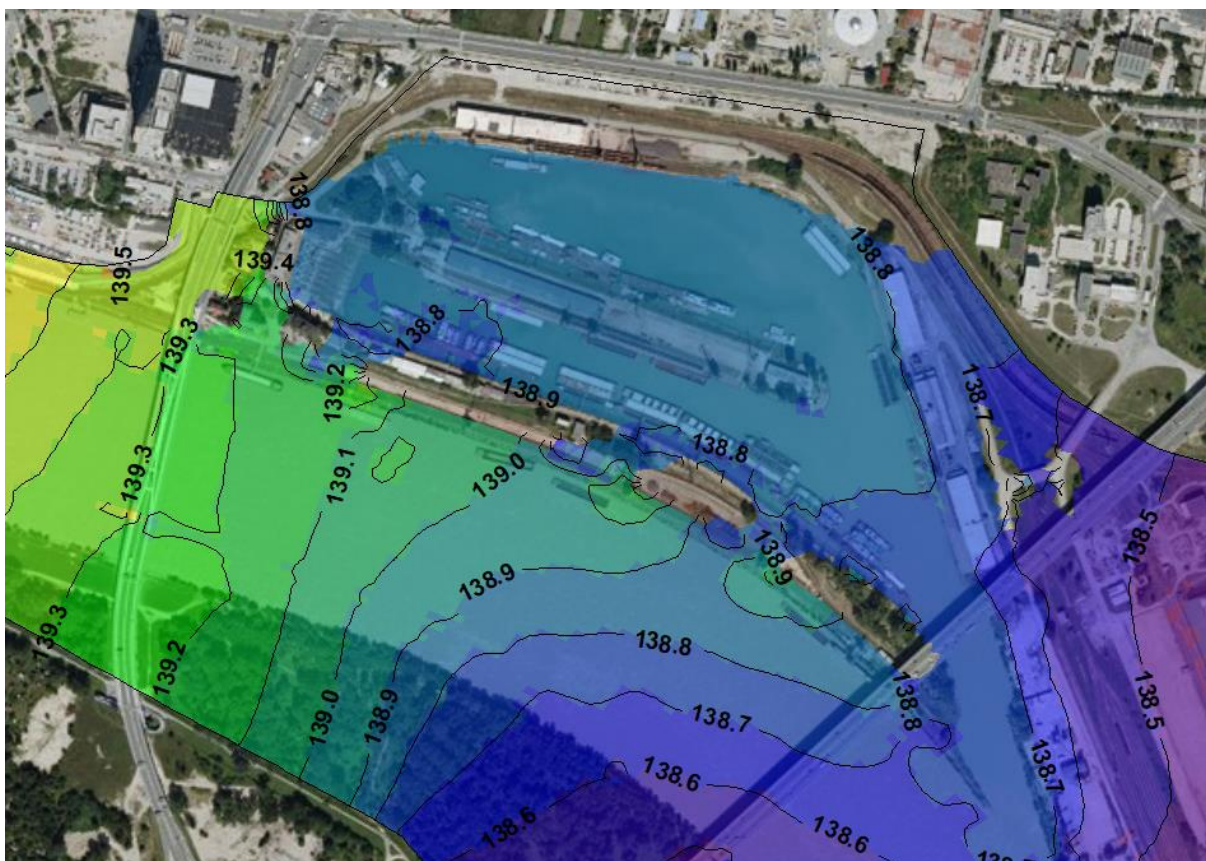
Do modelu je na poloostrove v sektore A navrhnuté rozmiestnenie násypov so širšími cca 60 až 90 m prielukami umožňujúcimi prúdenie povodňovej vody z Dunaja do bazéna. Terén v prielukách je znížený približne na výšku hladiny 1-ročného prietoku Dunaja. Sektor B zostáva v pôvodnom stave. Sektor D je upravený podľa variantu "Posunutá PPO Sektor D". Tento variant overuje vplyv násypov s prielukami v sektore A vrátane úpravy v sektore D na zmenu povodňovej hladiny.



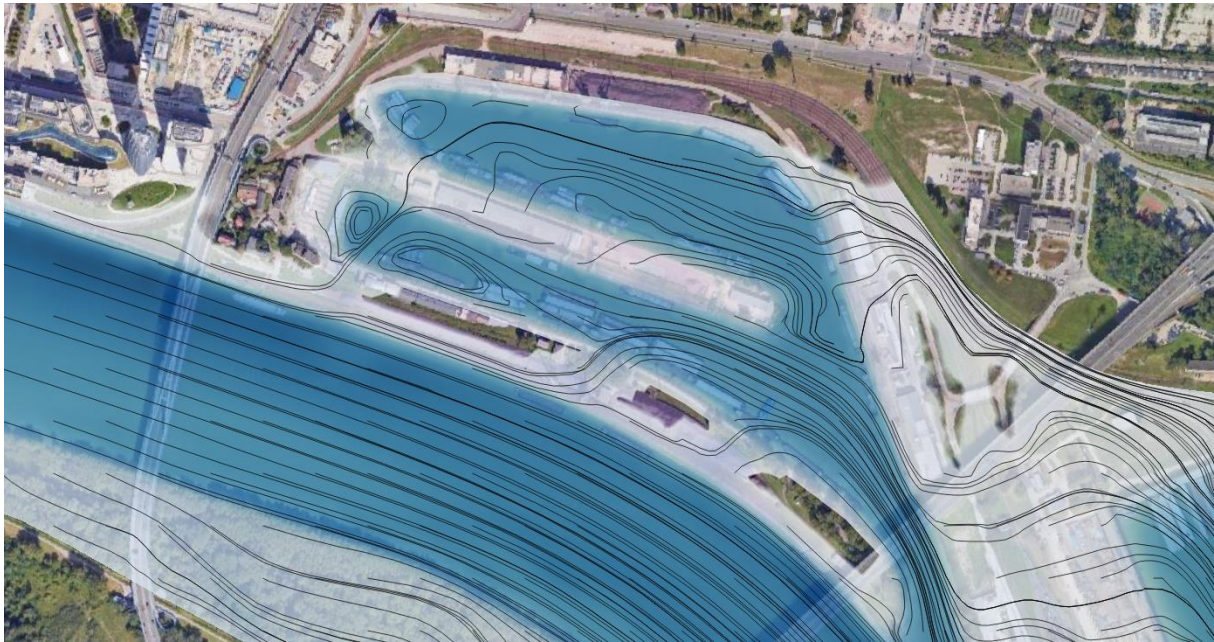
Obr. 8.1 – Posunutá PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A.



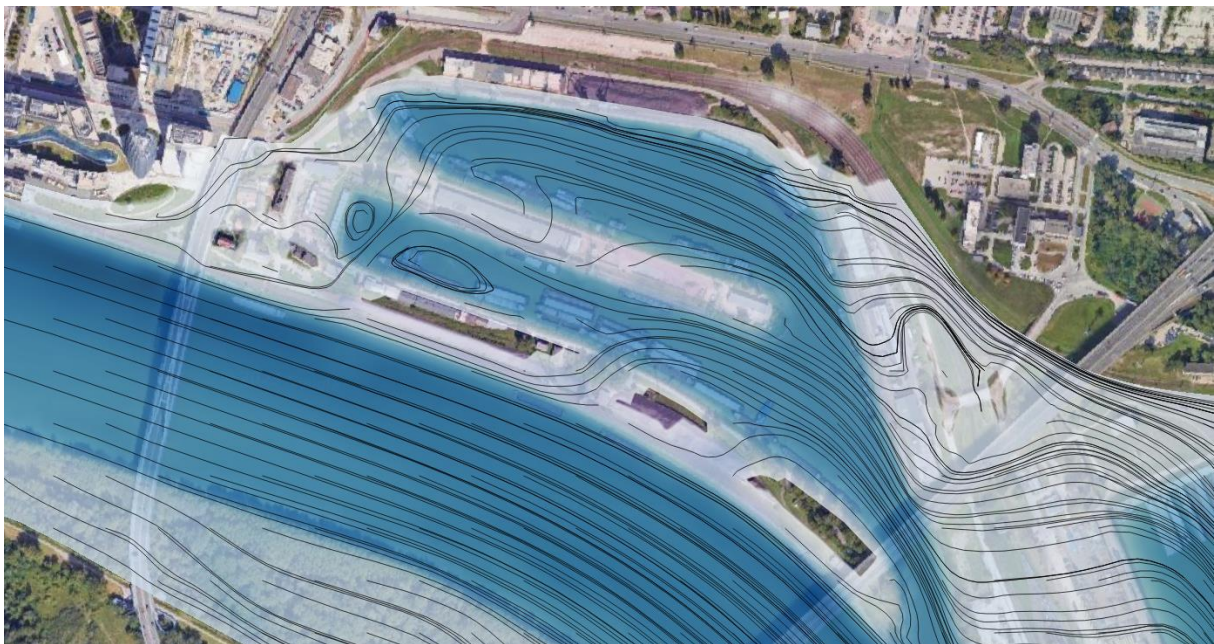
Obr. 8.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).



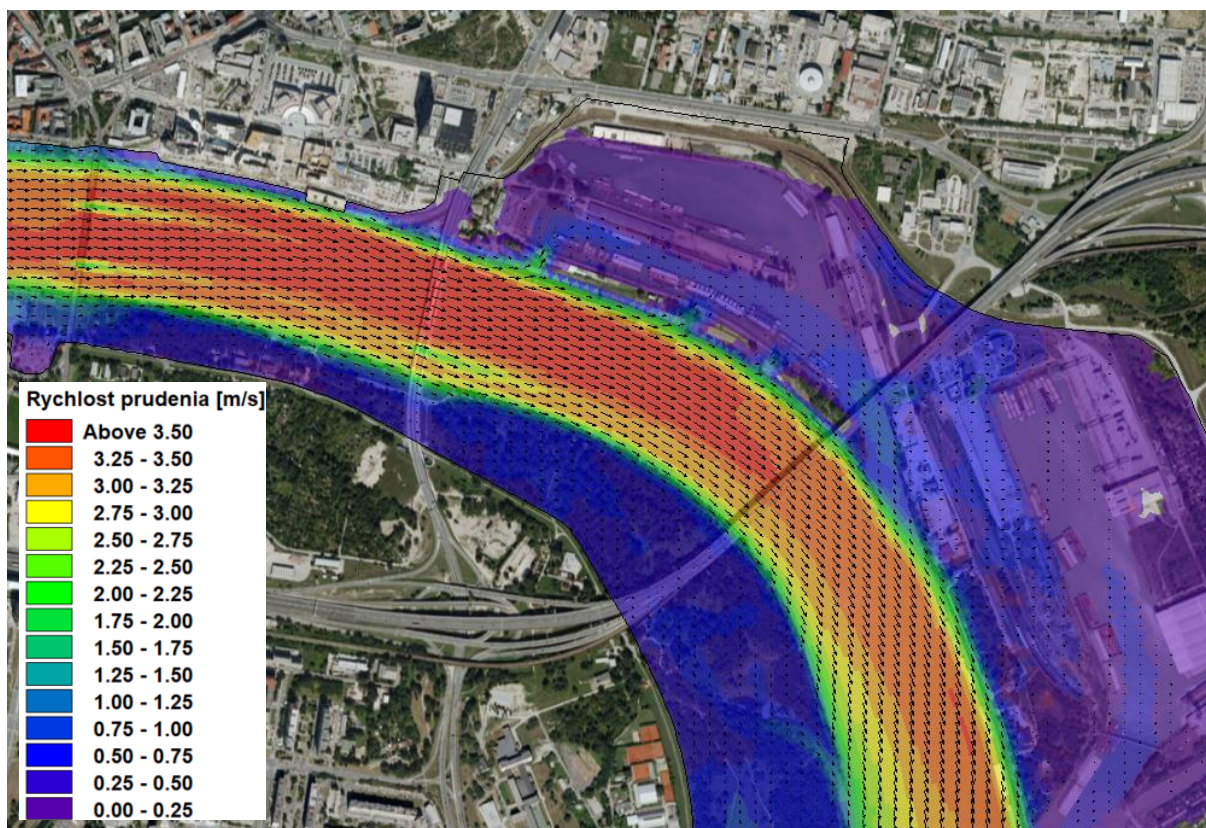
Obr. 8.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).



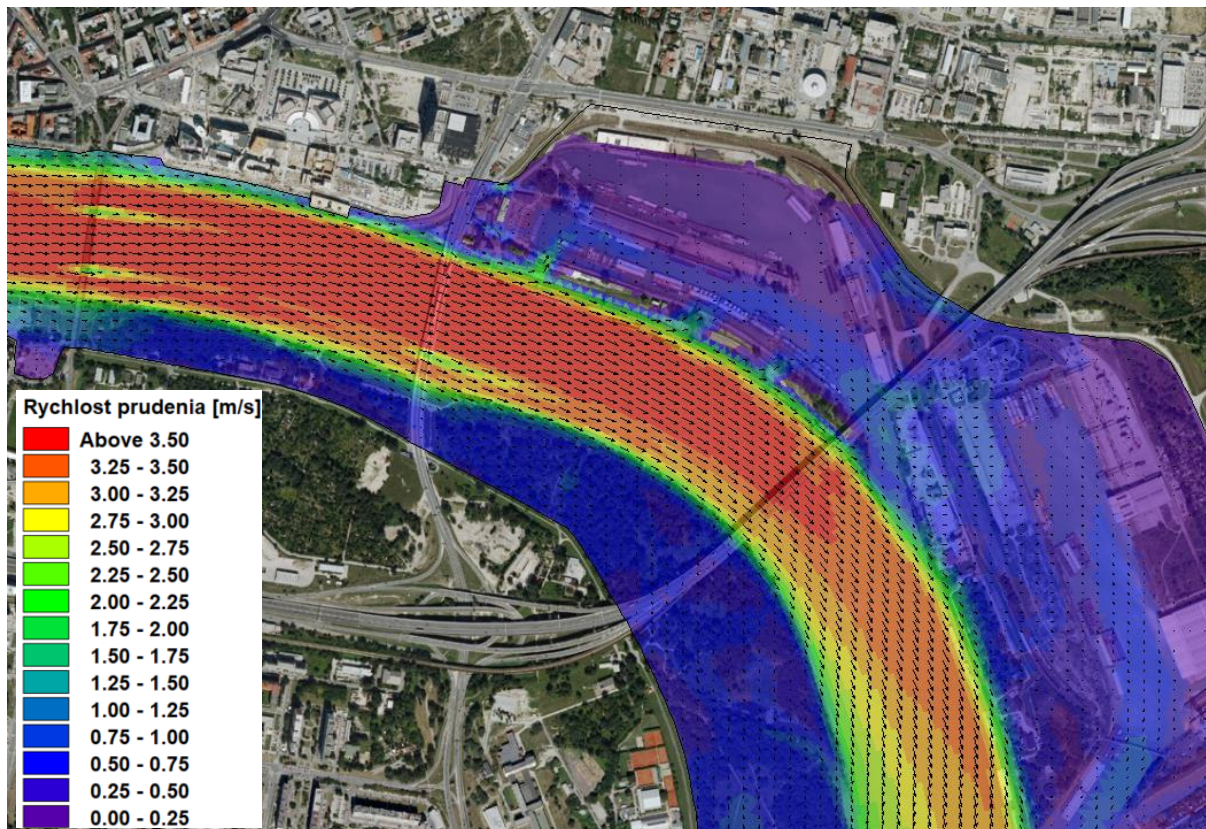
Obr. 8.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).



Obr. 8.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).



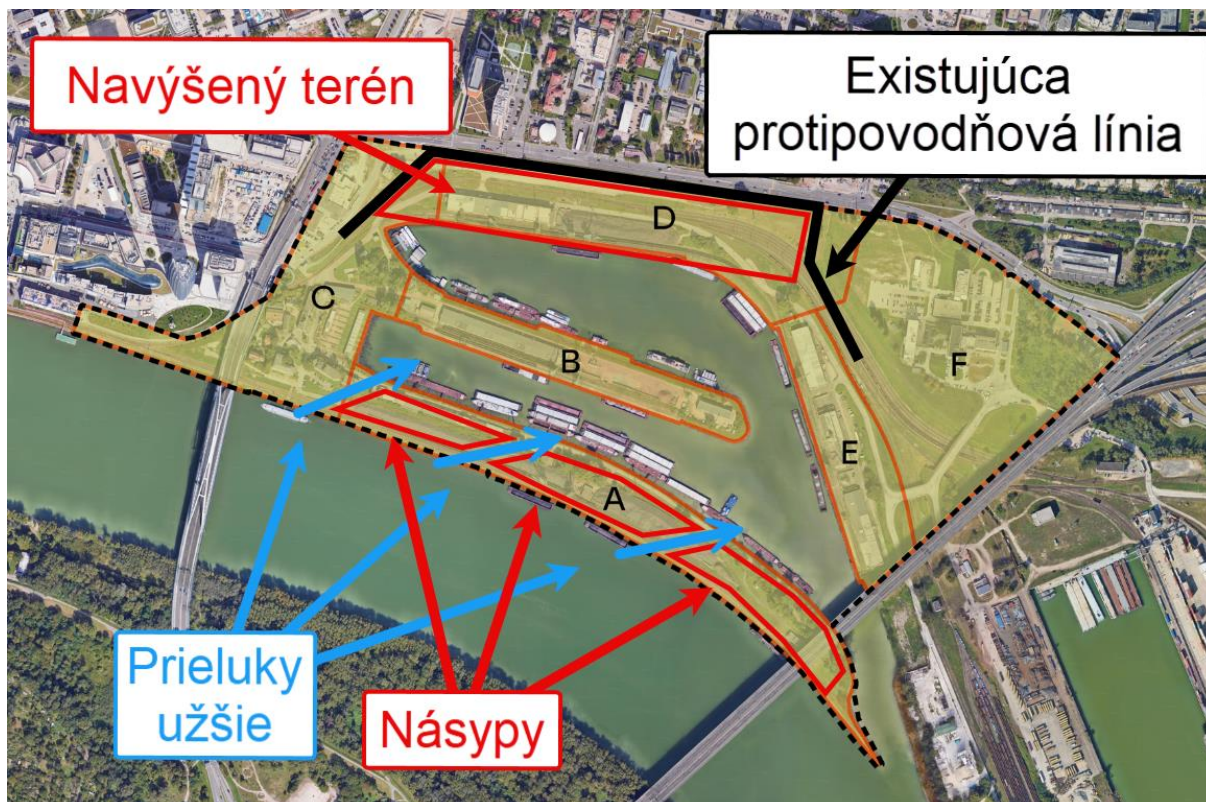
Obr. 8.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).



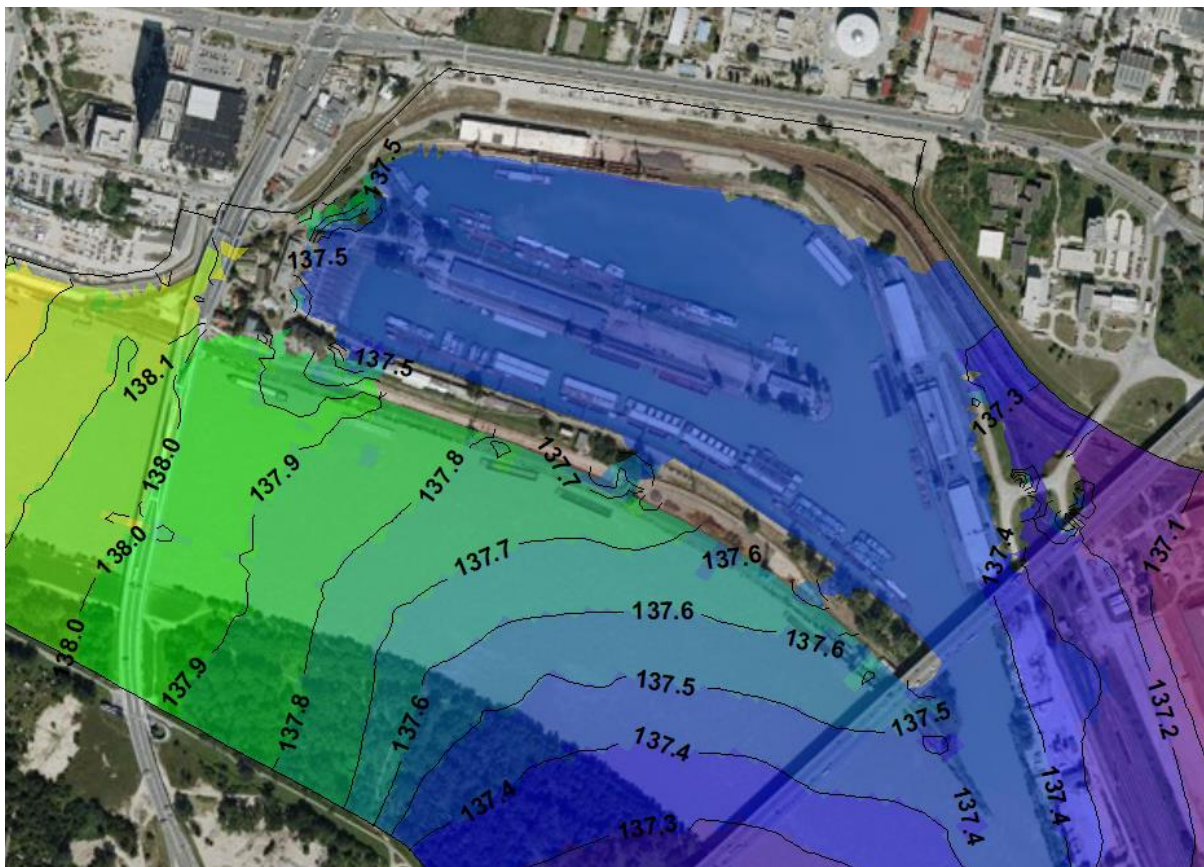
Obr. 8.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násypy so širšími 60 až 90 m prielukami v sektore A. (Variant 1 - širšie prieluky).

9 A6 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 2 – užšie prieluky

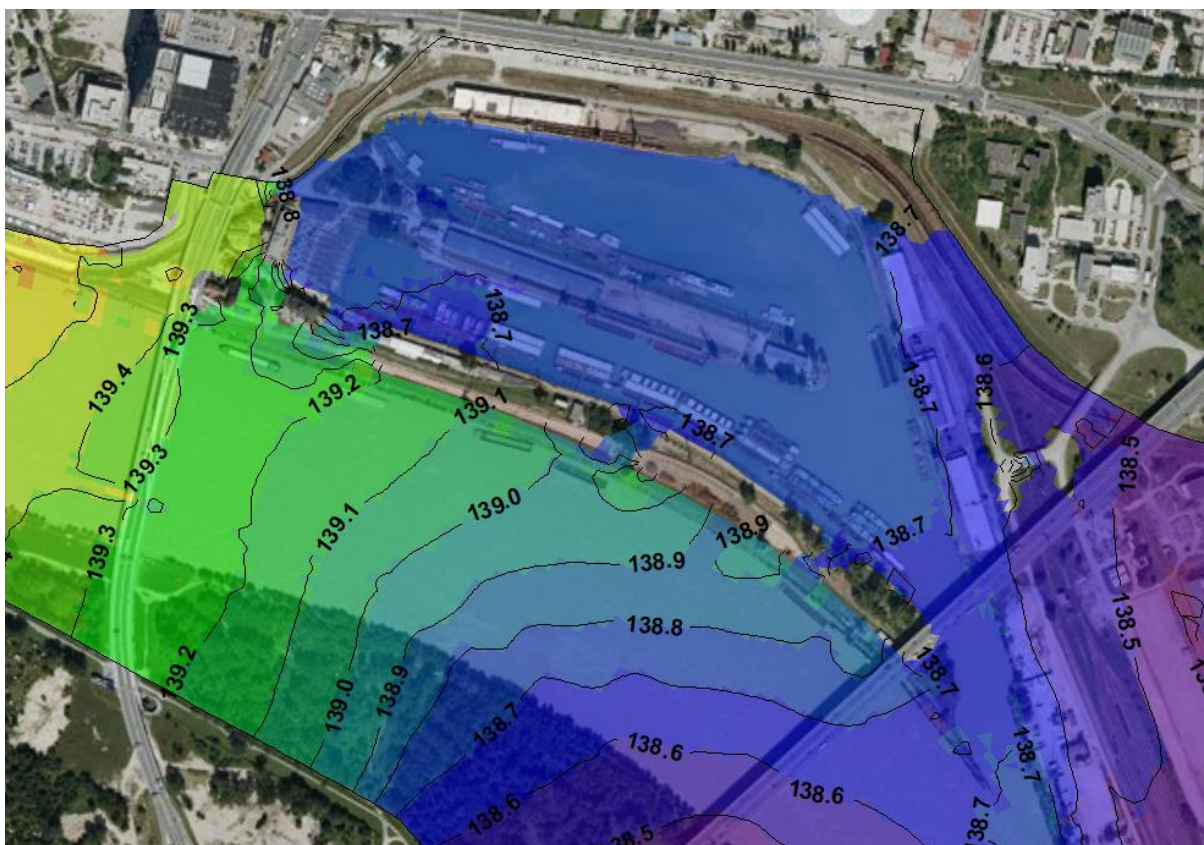
Vychádza z predchádzajúceho variantu „6 Pôvodná PPO Sektor A Variant 1 – širšie prieluky“. Menia sa veľkosti prieluk medzi násypmi ktoré v tomto variante majú cca 40 m.



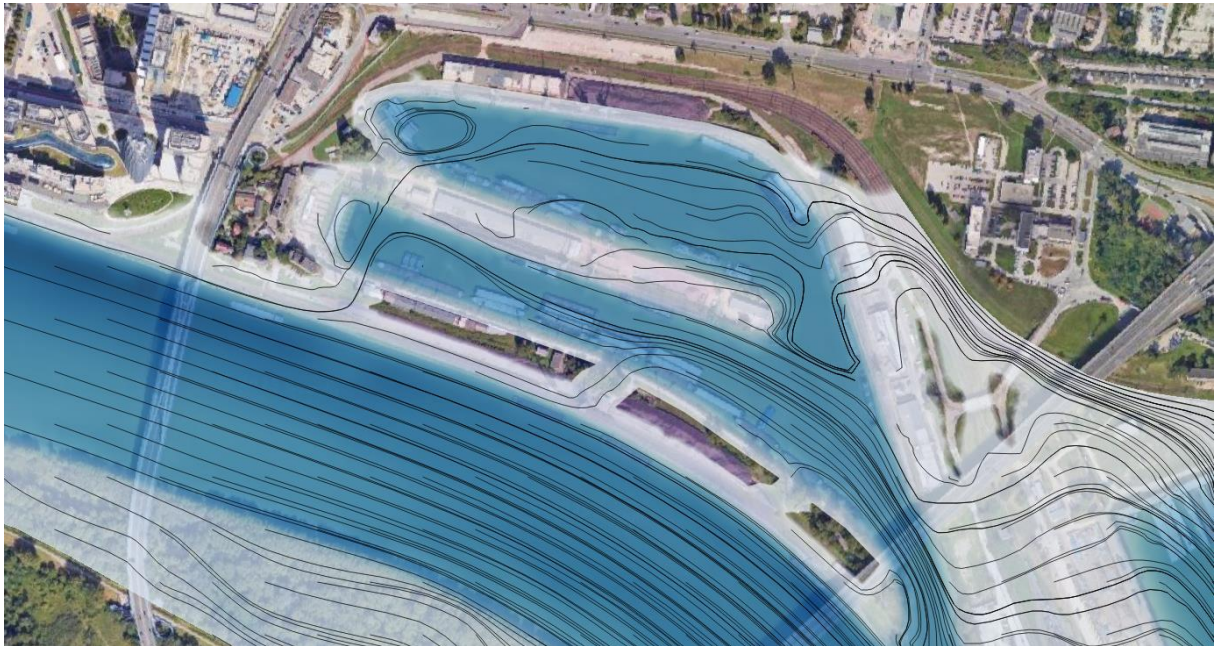
Obr. 9.1 – Posunutá PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



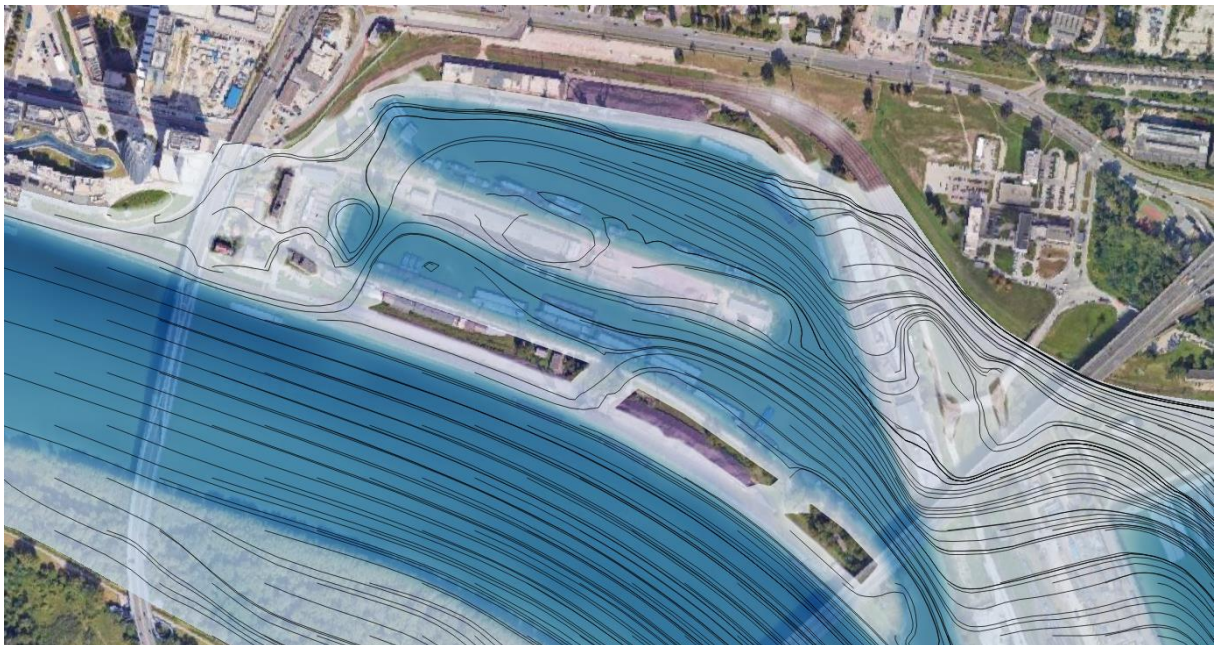
Obr. 9.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).



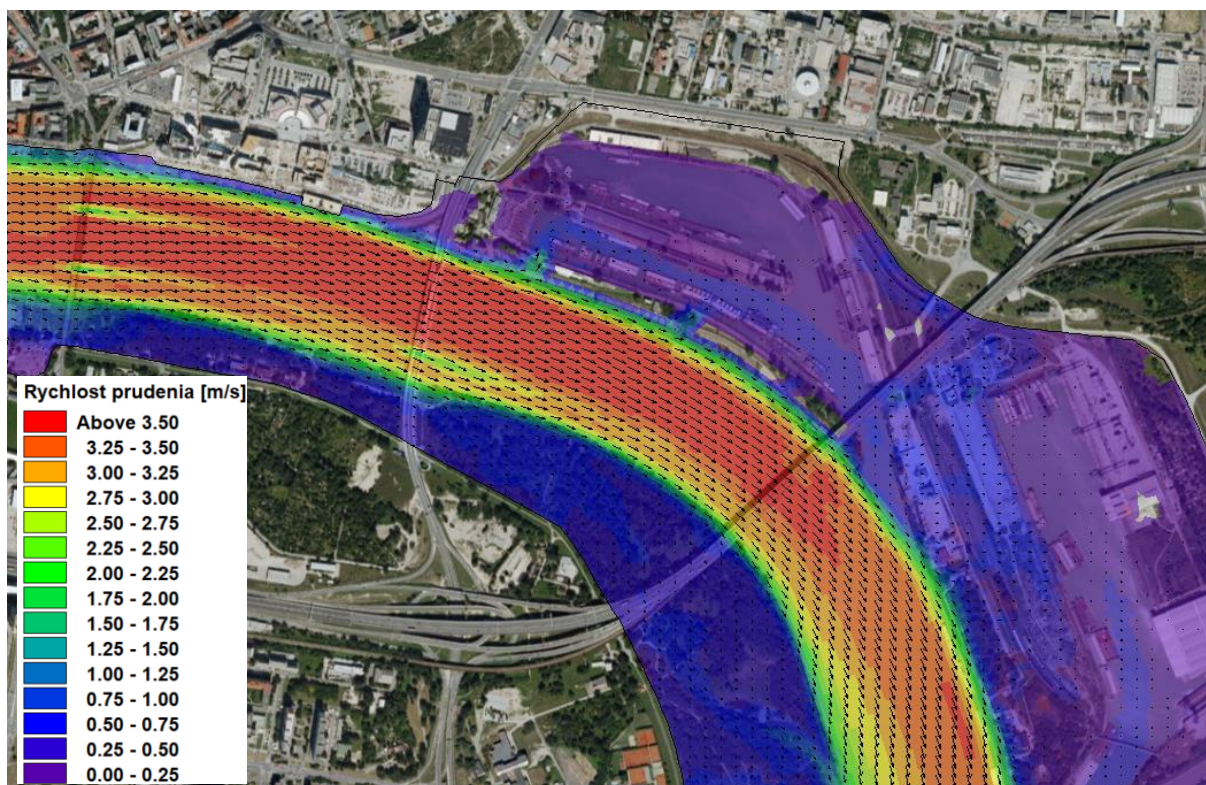
Obr. 9.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).



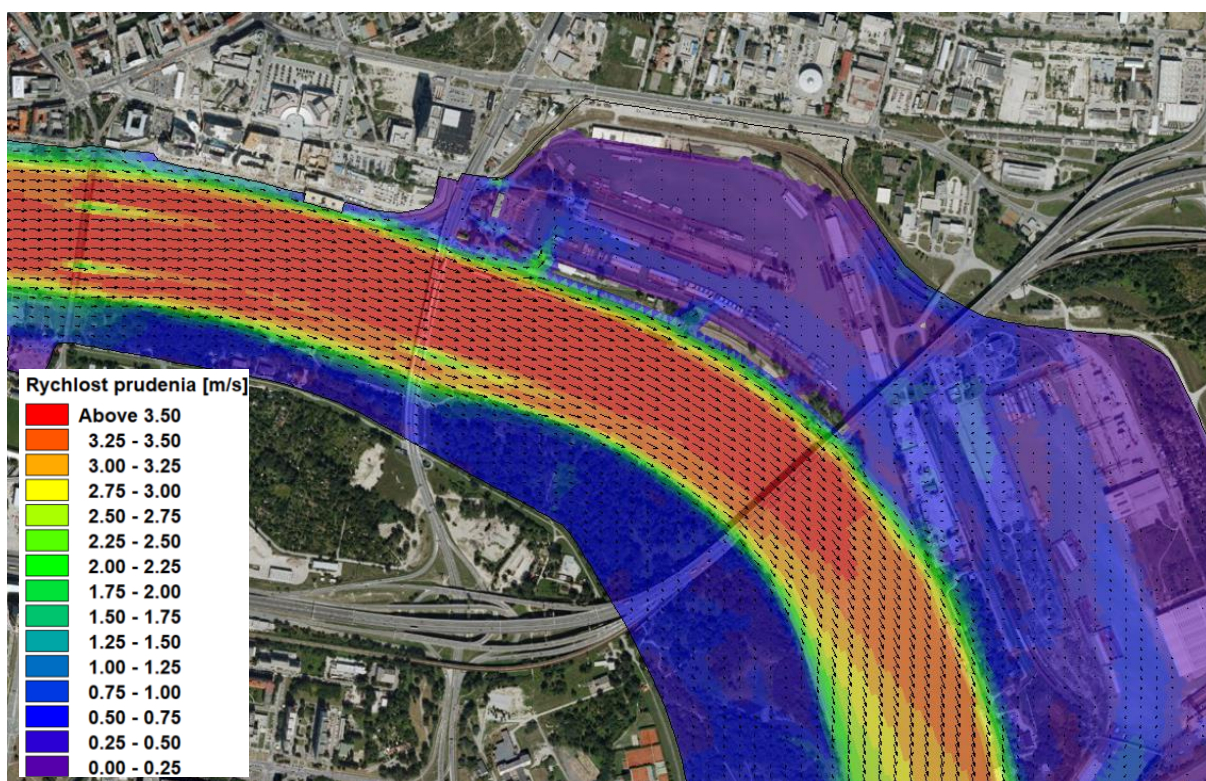
Obr. 9.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).



Obr. 9.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).

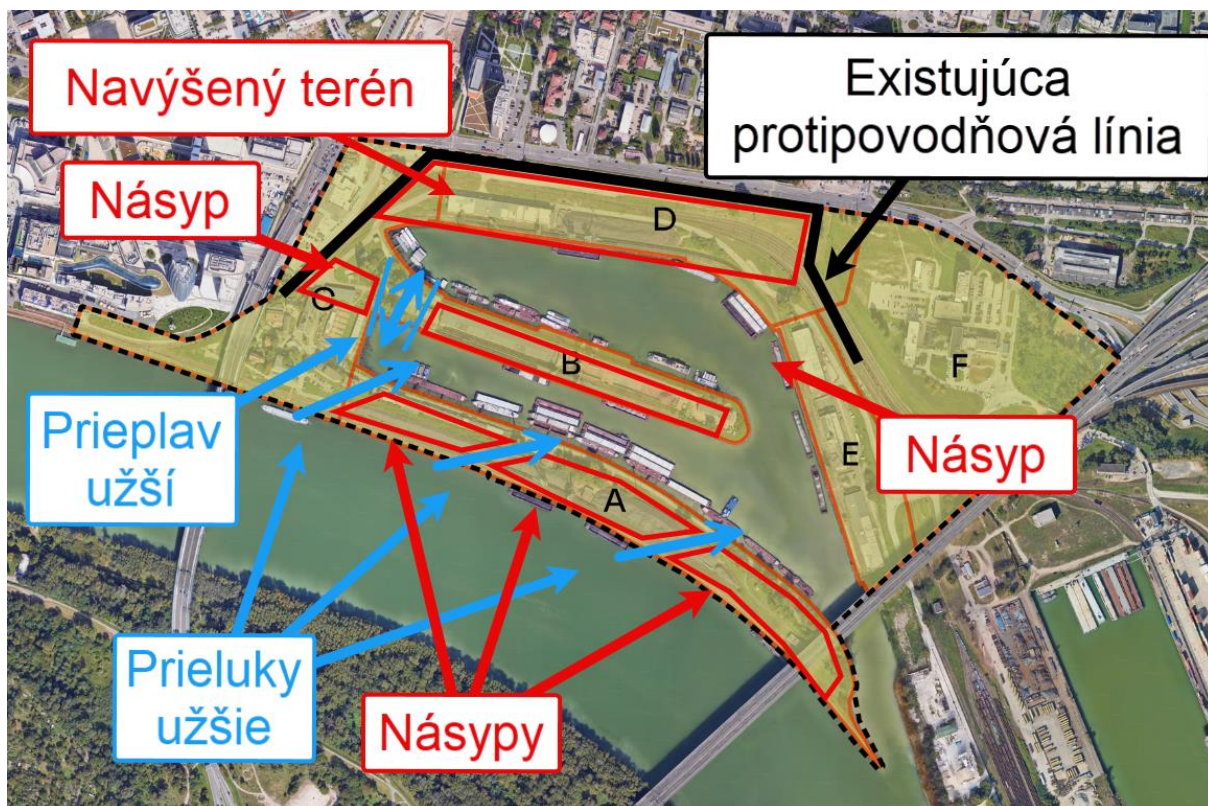


Obr. 9.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).

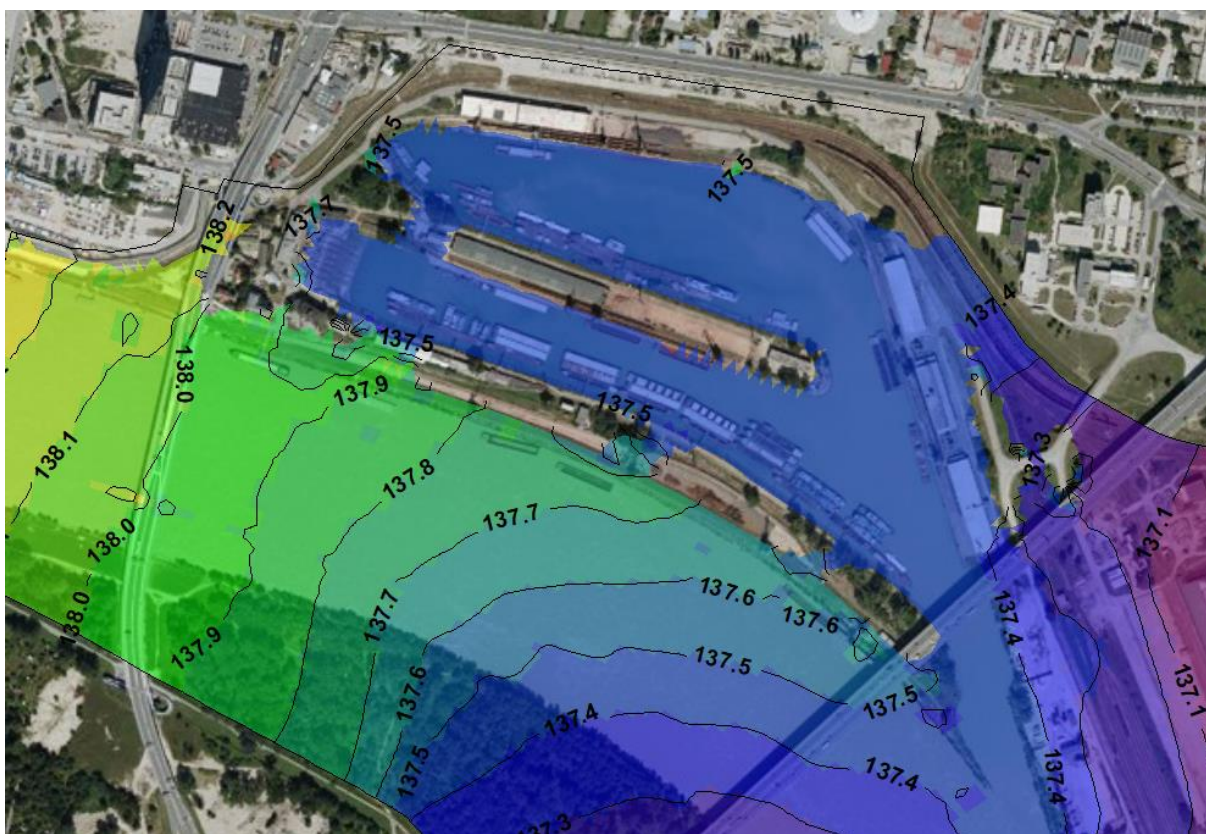


Obr. 9.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D a násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A. (Variant 2 - užšie prieluky).

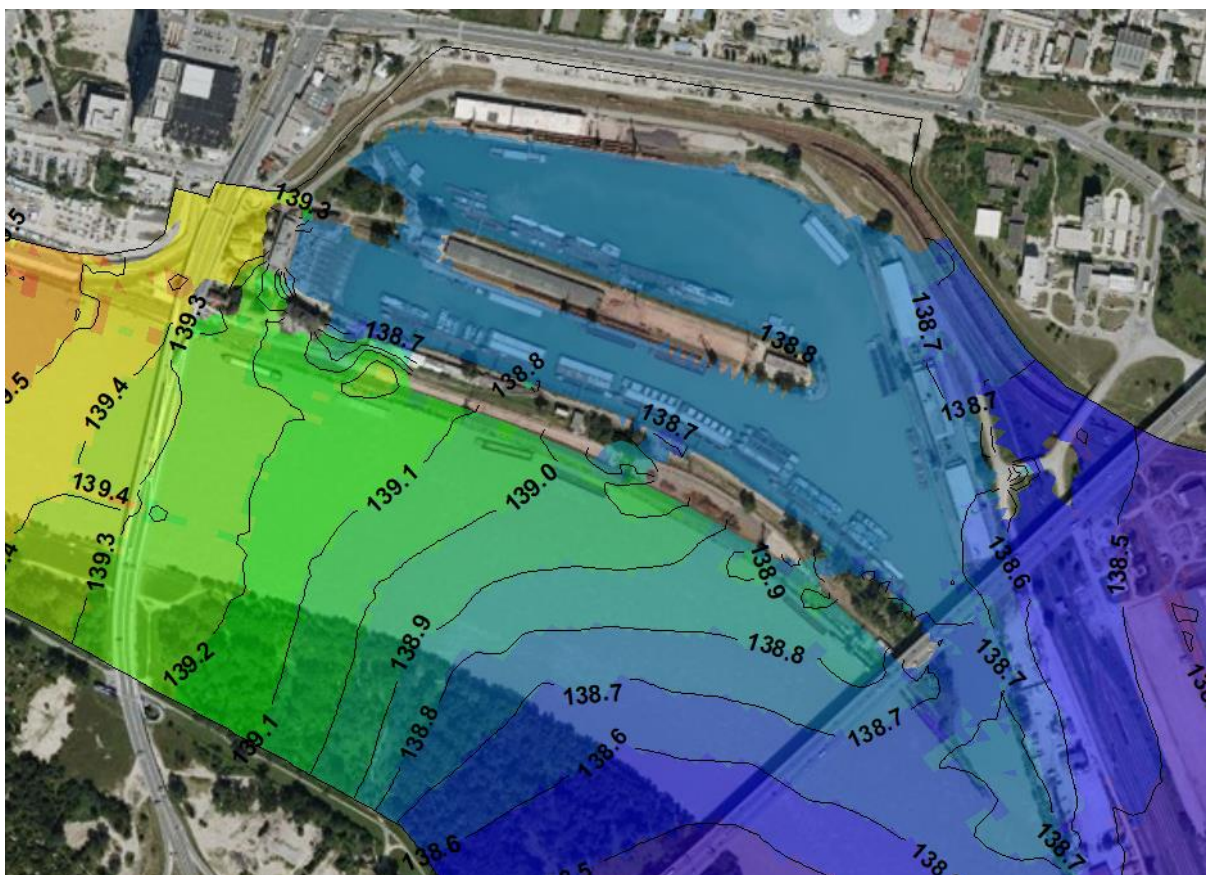
10 A7 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B variant 3 - užší prieplav, sektor A variant 2 - užšie prieluky



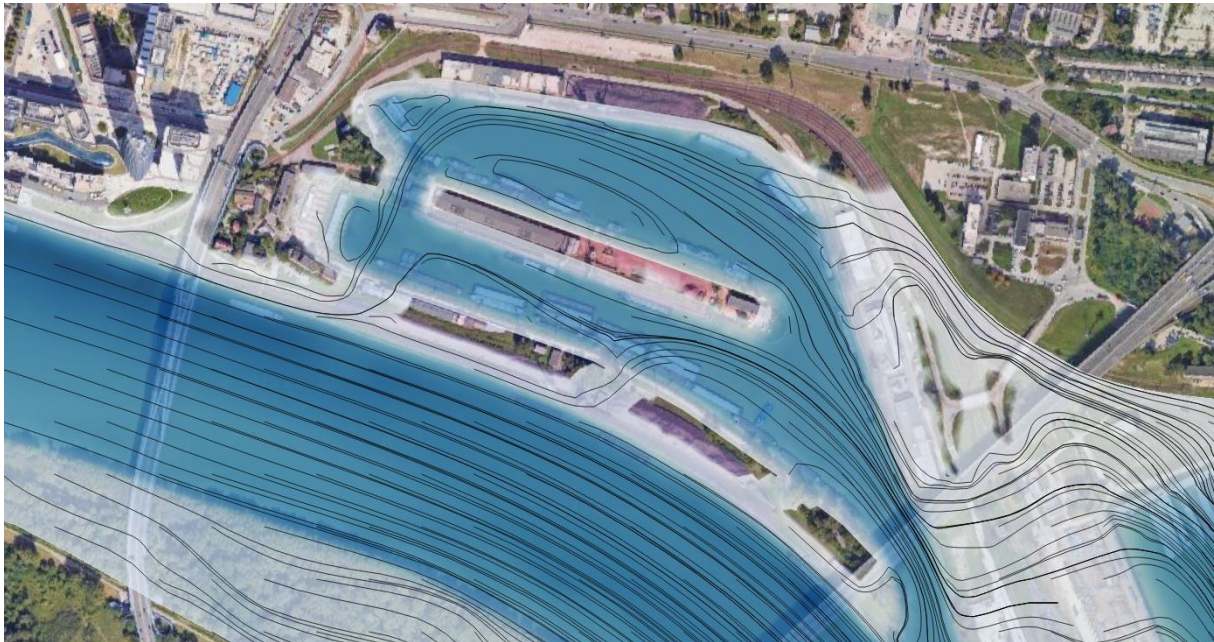
Obr. 10.1 – Posunutá PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prieplav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



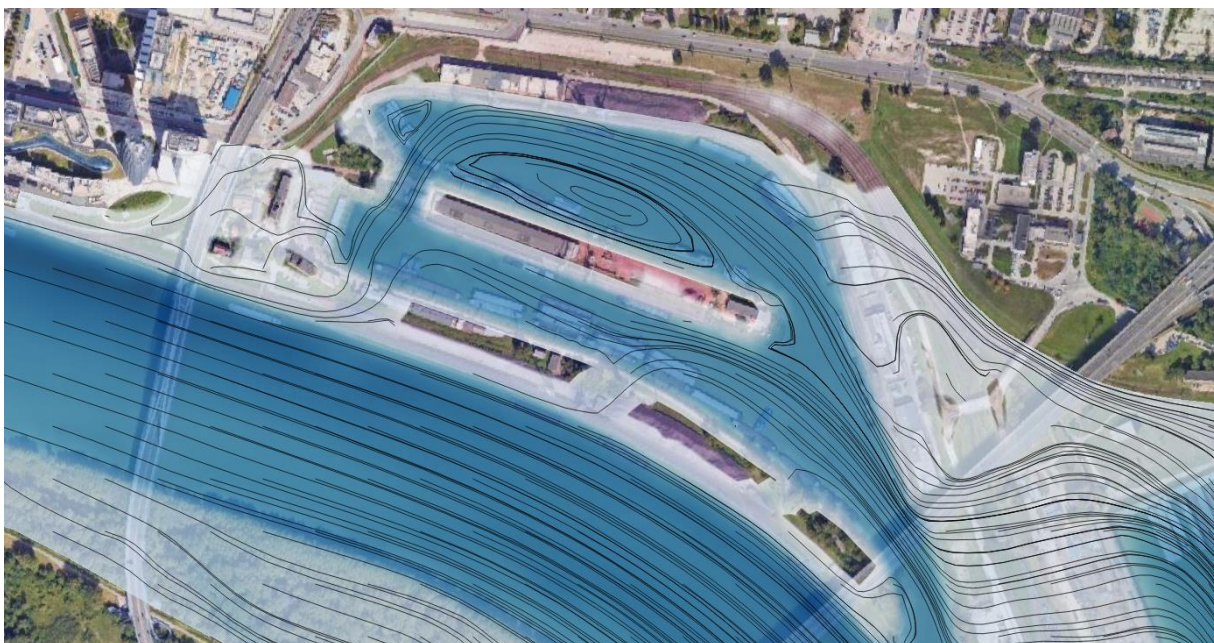
Obr. 10.2 - Grafické znázornenie výšky hladiny 100-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prielav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



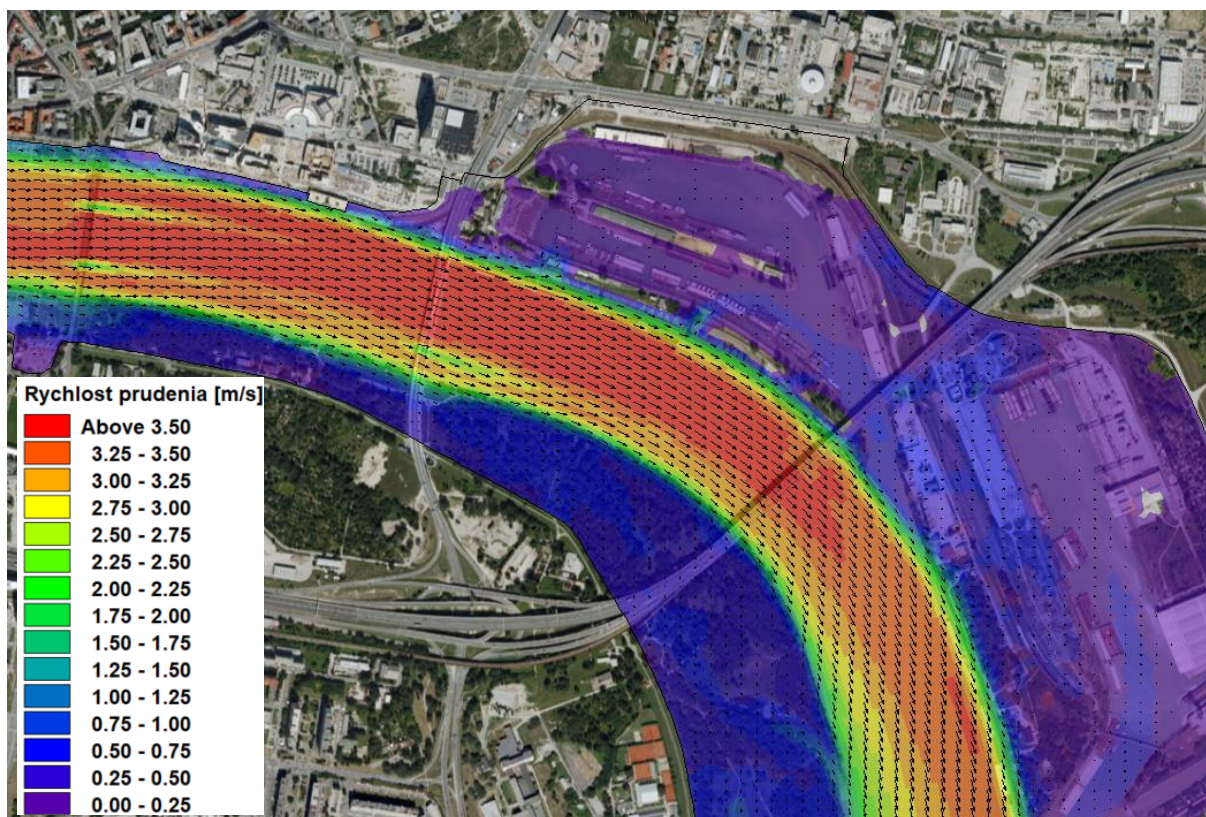
Obr. 10.3 - Grafické znázornenie výšky hladiny 1000-ročnej vody [m n.m.] pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prielav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



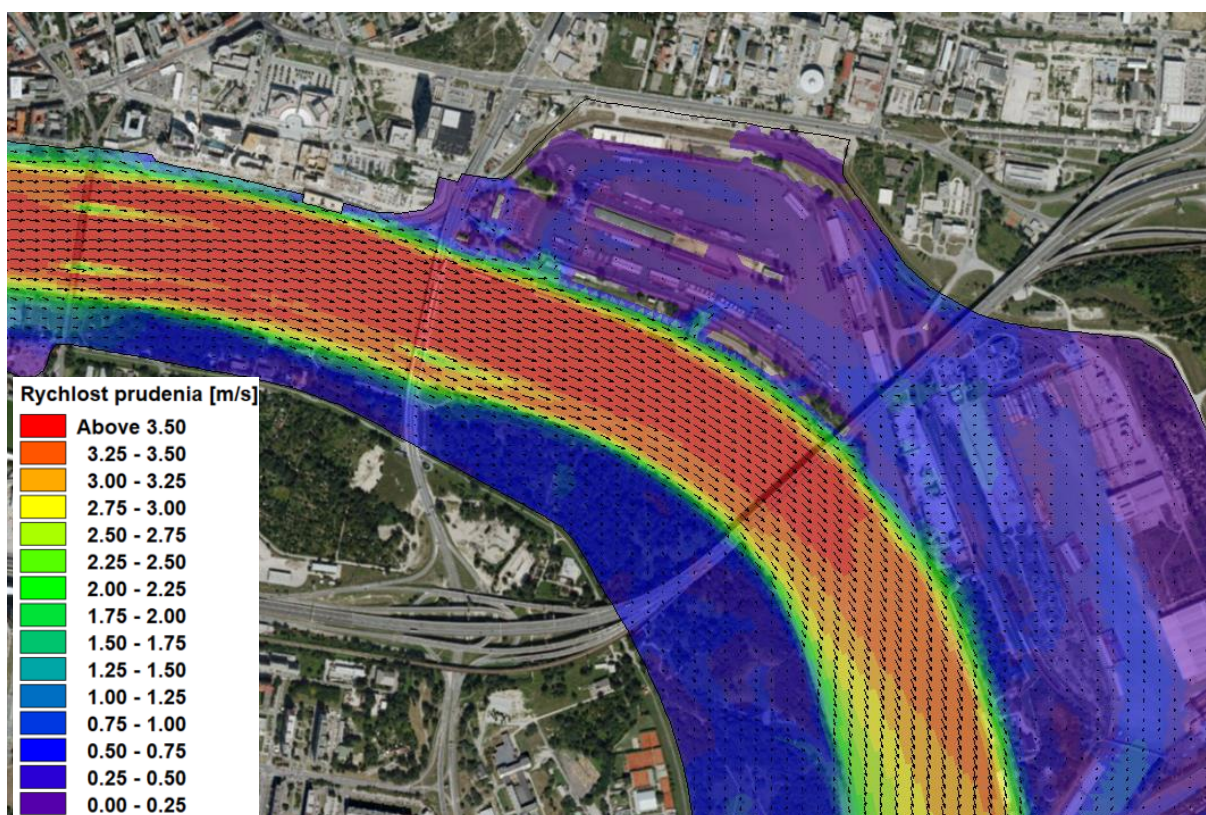
Obr. 10.4 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prieplav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



Obr. 10.5 - Grafické znázornenie smeru prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prieplav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



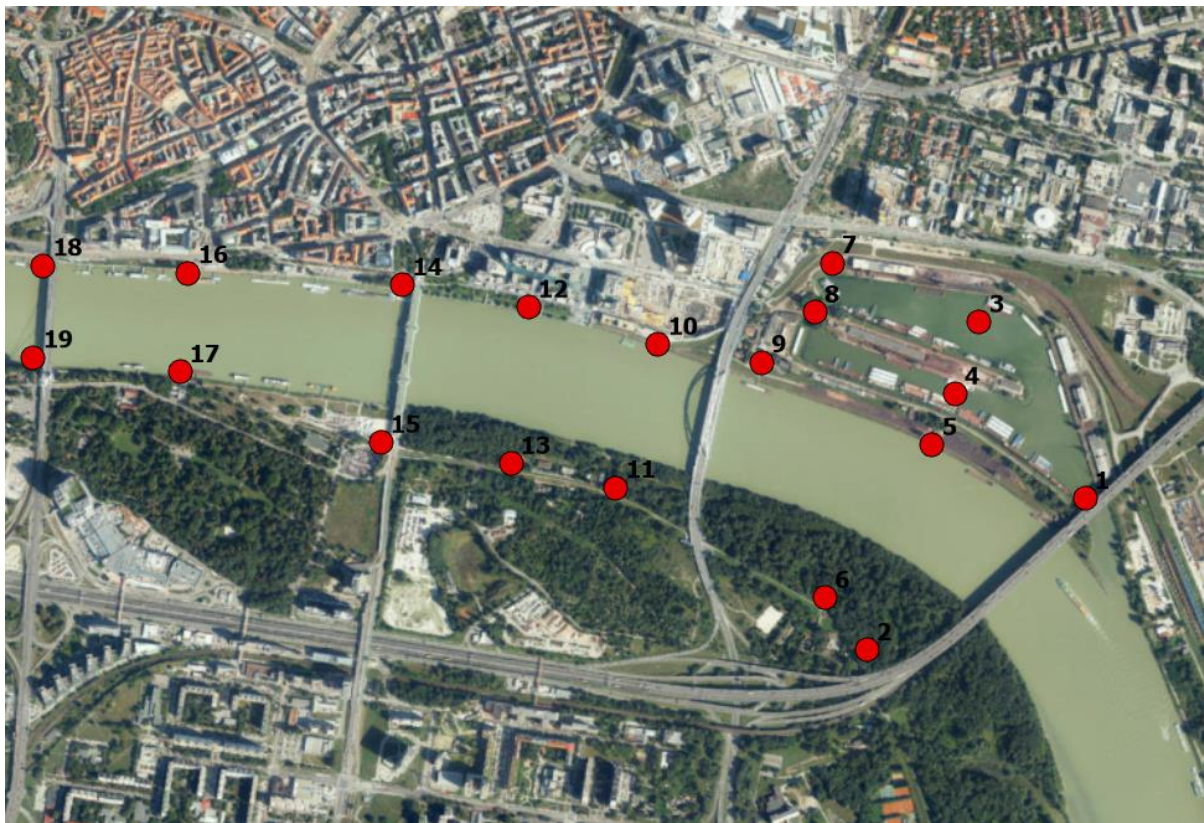
Obr. 10.6 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 100-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prielav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.



Obr. 10.7 - Grafické znázornenie rýchlosti prúdenia 1000-ročnej vody pri posunutej PPO v sektore D, násyp a užší cca 30 m prielav v sektore B, násypy s užšími cca 40 m prielukami v sektore A.

11 Porovnanie výšky hladiny

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



Obr. 11.1 – Rozmiestnenie 19 bodov, v ktorých bola porovnaná výška povodňovej hladiny pre jednotlivé alternatívy.

Alternatívy:

Alternatívy:

- A1 - Posunutá PPO v sektore D
- A2 - Sektor B Variant 1
- A3 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 2 – širší prieplav
- A4 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 3 – užší prieplav
- A5 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 1 – širšie prieluky
- A6 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 2 – užšie prieluky
- A7 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B variant 3 - užší prieplav, sektor A variant 2 - užšie prieluky

Ak je rozdiel hladín záporný (vypočítaná hladina pre alternatívu je nižšia ako súčasný stav) alebo ak je rozdiel hladín kladný do 0,05 m, je v tabuľke použitý symbol „—“. Záporný rozdiel hladín znamená, že v danom mieste sa vplyvom navrhnutých nových terénnych prvkov (náspy, prieplav, prieluky) zvýšila rýchlosť prúdenia a lokálne poklesla hladina. Takýto detail

bude dôležitý pri navrhovaní developmentu v ďalších stupňoch projektovej prípravy a bude ho potrebné detailne namodelovať.

Kladný rozdiel hladín (vypočítaná hladina pre alternatívu je vyššia ako súčasný stav) sa pohyboval v rozmedzí 0,05 až 0,14 m a je v tabuľke zaokrúhlene označený hodnotou 0,1 m.

Tab. 11.1 – Rozdiely výšok vypočítaných hladín oproti súčasnému stavu pre 100-ročný prietok

Bod	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	--	--	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	0,1	--	--
4	--	--	--	--	0,1	--	--
5	--	--	--	--	0,1	0,1	0,1
6	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	--	--	0,1	--	--
8	--	--	--	--	0,1	--	--
9	--	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--	--
11	--	--	--	--	--	--	--
12	--	--	--	--	--	--	--
13	--	--	--	--	--	--	--
14	--	--	--	--	--	--	--
15	--	--	--	--	--	--	--
16	--	--	--	--	--	--	--
17	--	--	--	--	--	--	--
18	--	--	--	--	--	--	--
19	--	--	--	--	--	--	--

Tab. 11.2 – Rozdiely výšok vypočítaných hladín oproti súčasnému stavu pre 1000-ročný prietok

Bod	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	--	--	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--	--	--
4	--	--	--	--	--	--	--
5	--	--	--	--	0,1	0,1	0,1
6	--	--	--	--	--	--	--
7	--	--	--	--	--	--	--
8	--	--	--	--	--	--	--
9	--	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--	--
11	--	--	--	--	--	--	--
12	--	--	--	--	--	--	--
13	--	--	--	--	--	--	--
14	--	--	--	--	--	--	--
15	--	--	--	--	--	--	--
16	--	--	--	--	--	--	--
17	--	--	--	--	--	--	--
18	--	--	--	--	--	--	--
19	--	--	--	--	--	--	--

Z výpočtov siedmych modelových alternatív je zrejmé, že preverované alternatívy nemajú pozitívny vplyv, ale nemajú ani negatívny vplyv na povodňovú hladinu Dunaja. Vypočítané rozdiely hladín sa pohybujú v rozsahu $\pm 0,1$ m.

Pozitívny vplyv na povodňovú hladinu Dunaja by mohlo mať zníženie terénu na výtoky zo Zimného prístavu, čo je ale potrebné preveriť matematickým modelovaním.



Obr. 11.2 – Územie v ktorom je pre zlepšenie odtokových podmienok potrebné preveriť možnosť zníženia terénu.

Negatívny vplyv na povodne má úbytok objemu vody v priestore Zimného prístavu spôsobený novými násypmi. Aj keď sa negatívne neprejaví lokálne, prejaví sa kumulatívne ako negatívny účinok straty objemu vody v inundačných územiach, spôsobený viacerými (mnohými) opatreniami na vodnom toku. Úbytok objemu vody je potrebné riešiť lokálne, ideálne v prístave alebo v jeho bezprostrednej blízkosti, prípadne v rámci bratislavského úseku Dunaja, vytvorením nových priestorov s podobným alebo ideálne väčším objemom vody.

12 Potreba aktualizácie výšok hladín Q_{100} a Q_{1000}

Aktualizovať výšky povodňových hladín odporúčame:

- vždy po povodni s novou topografiou dna Dunaja,
- vždy keď SHMÚ aktualizuje N-ročné povodňové prietoky a dôjde k zvýšeniu 100 a 1000-ročného prietoku,
- ak bude spracovaná nová štúdia vplyvu klimatickej zmeny na kulminačné povodňové prietoky, ktorá zvýši doterajší odhad 20% navýšenia 100-ročného prietoku, alebo stanoví odhad navýšenia 1000-ročného prietoku (zatiaľ pre Dunaj nemáme),
- keď sa začne navrhovať detailné rozmiestnenie násypov, prieplyvu, prieluk a ďalších objektov a
- po zrealizovaní výstavby na základe porealizačného zamerania.

13 Periodicita zaplavenia a doba trvania zaplavenia

Hydrologický režim Dunaja je dominantne ovplyvnený prirodzenými meteorologickými a hydrologickými procesmi v povodí. Prietok vody a výška hladiny Dunaja v Bratislave sa mení v závislosti od rozloženia zrážok v čase a v priestore celého povodia rieky, od topenia zásob snehu, v závislosti od miery predchádzajúceho nasýtenia krajiny vodou. Ale aj od manipulácie na vodných dielach a vodných nádržiach, aj v závislosti od stavu vegetácie a využívania krajiny. Preto je hydrologický režim Dunaja procesom náhodilým, aj keď s určitými zákonitosťami. Pozorovania vodných stavov a prietokov Dunaja sa štatisticky vyhodnocujú a SHMÚ vyhodnocuje pravdepodobnosť výskytov, alebo dobu opakovania určitých prietokov.

V predchádzajúcich kapitolách sú pre lokalitu Zimného prístavu popísané vypočítané povodňové hladiny takzvanej 100-ročnej a 1000-ročnej vody, teda prietokov ktoré sa štatisticky vyskytnú, alebo sú prekročené priemerne raz za 100 a 1000 rokov. 100-ročnú povodeň zaraďujeme medzi povodne so strednou pravdepodobnosťou výskytu, 1000-ročnú povodeň zaraďujeme medzi povodne s nízkou pravdepodobnosťou výskytu. Na základe výsledkov výskumu SHMÚ o miere vplyvu zmeny klímy na povodňové prietoky Dunaja v Bratislave očakávame, že do roku 2100 sa zvýši kulminačný prietok 100-ročnej povodne o 20 %, na hodnotu súčasného 1000-ročného prietoku.

Súčasný terén v lokalite Zimného prístavu sa začína zaplavovať pri prietokoch približne 8000 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, teda približne pri 5-ročnej vode.

Povodne v Bratislave trvajú niekoľko dní, týždeň, alebo dva. Nie sú to hodiny, ani mesiace. Niektoré povodne majú rýchlejší, iné pomalší priebeh. Aktuálna povodeň v septembri 2024 mala dobu opakovania približne 20 rokov. Prietok vyšší ako 1-ročný ($4950 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) trval nepretržite 7 dní. Predtým sa v tom istom roku v júni 2024 vyskytla veľká voda s kulminačným prietokom cca 2-ročnej vody.

Časti územia Zimného prístavu, posudzované v tejto štúdií ako priestory na pretekanie vody s terénom zníženým na úroveň výšky hladiny 1-ročnej vody ($4950 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) by boli každoročne zaplavené na jeden až dva dni. Približne raz za 10 rokov by boli zaplavené po dobu niekoľkých

dní, prípadne jedného až dvoch týždňov. Vzhľadom na vplyv zmeny klímy je potrebné v budúcnosti očakávať že takéto prietoky sa budú vyskytovať častejšie.

14 Odporúčania vhodnej PPO

Pozn.: Táto kapitola nadväzuje a dopĺňa informácie uvedené v Odbornom posudku pre Zimný prístav - Opis povodňového ohrozenia ako popis súčasnej situácie z dostupných zdrojov a meraní (DHI, Marec 2025).

Pre územie novej štvrte odporúčame matematickým modelovaním stanoviť návrhovú povodňovú hladinu, na ktorú sa bude nová štvrť budovať.

Návrhová povodňová hladina môže byť stanovená:

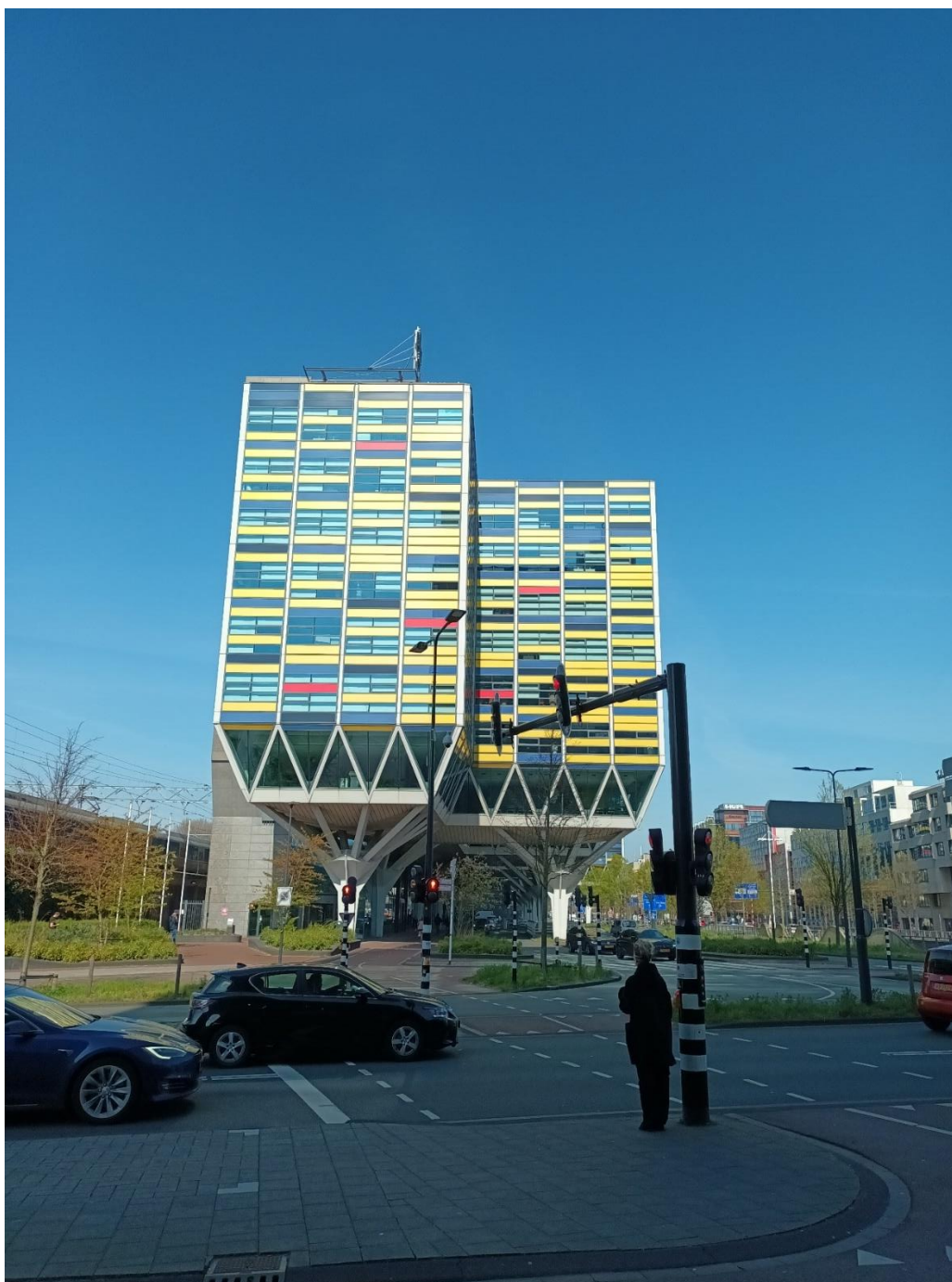
- ako hladina, ktorá prekoná existujúcu protipovodňovú ochranu a voda bude ďalej odtekať smerom na Mlynské nivy a do Ružinova, alebo
- ako hladina extrémneho povodňového prietoku ovplyvneného zmenou klímy (napr. 1000-ročný prietok zvýšený o 30%) ktorá nebude pretekať cez protipovodňovú líniu.

Metódu ako stanoviť návrhovú povodňovú hladinu odporúčame konzultovať s SHMÚ a SVP.

Pre praktické navrhovanie výšok jednotlivých objektov odporúčame k návrhovej povodňovej hladine ešte pripočítať bezpečnostné prevýšenie napr. 0,5 m (potrebné skonzultovať s SVP).



Obr. 14.1 - Ukážka konštrukcie budov, ktorá umožňuje aby pod nimi bol verejný priestor, a zároveň to môže byť aj priestor pre pretekanie povodňovej vody (Leiden, Holandsko).



Obr. 14.2 - Ukážka konštrukcie budov, ktorá umožňuje aby pod nimi bol verejný priestor, a zároveň to môže byť aj priestor pre pretekajúcu povodňovú vodu (Leiden, Holandsko).

15 Závery a odporúčania

Cieľom tejto práce bolo formou textového zhodnotenia a mapového výstupu popísať výsledky rôznych alternatív 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.

Dvojmerným matematickým modelom Dunaja bol vypočítaný priebeh 100 a 1000-ročnej povodňovej hladiny pre súčasný stav Zimného prístavu a 7 alternatív s rôznym usporiadaním násypov, prieluk a s prielavom:

- A1 - Posunutá PPO v sektore D
- A2 - Sektor B Variant 1
- A3 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 2 – širší prielav
- A4 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B Variant 3 – užší prielav
- A5 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 1 – širšie prieluky
- A6 - Posunutá PPO v sektore D, sektor A Variant 2 – užšie prieluky
- A7 - Posunutá PPO v sektore D, sektor B variant 3 - užší prielav, sektor A variant 2 - užšie prieluky

Z výpočtov siedmych modelových alternatív je zrejmé, že preverované alternatívy nemajú pozitívny vplyv, ale nemajú ani negatívny vplyv na povodňovú hladinu Dunaja. Vypočítané rozdiely hladín sa pohybujú v rozsahu $\pm 0,1$ m.

Pozitívny vplyv na povodňovú hladinu Dunaja by mohlo mať zníženie terénu na výtoky zo Zimného prístavu, čo je ale potrebné preveriť matematickým modelovaním.

Negatívny vplyv na povodňu má úbytok objemu vody v priestore Zimného prístavu spôsobený novými násypmi. Aj keď sa negatívne neprejaví lokálne, prejaví sa kumulatívne ako negatívny účinok straty objemu vody v inundačných územiach, spôsobený viacerými (mnohými) opatreniami na vodnom toku. Úbytok objemu vody je potrebné riešiť lokálne, ideálne v prístave alebo v jeho bezprostrednej blízkosti, prípadne v rámci bratislavského úseku Dunaja, vytvorením nových priestorov s podobným alebo ideálne väčším objemom vody.

Pre územie novej štvrte odporúčame matematickým modelovaním stanoviť návrhovú povodňovú hladinu, na ktorú sa bude nová štvrť budovať.

Pre praktické navrhovanie výšok jednotlivých objektov odporúčame k návrhovej povodňovej hladine ešte pripočítať bezpečnostné prevýšenie.