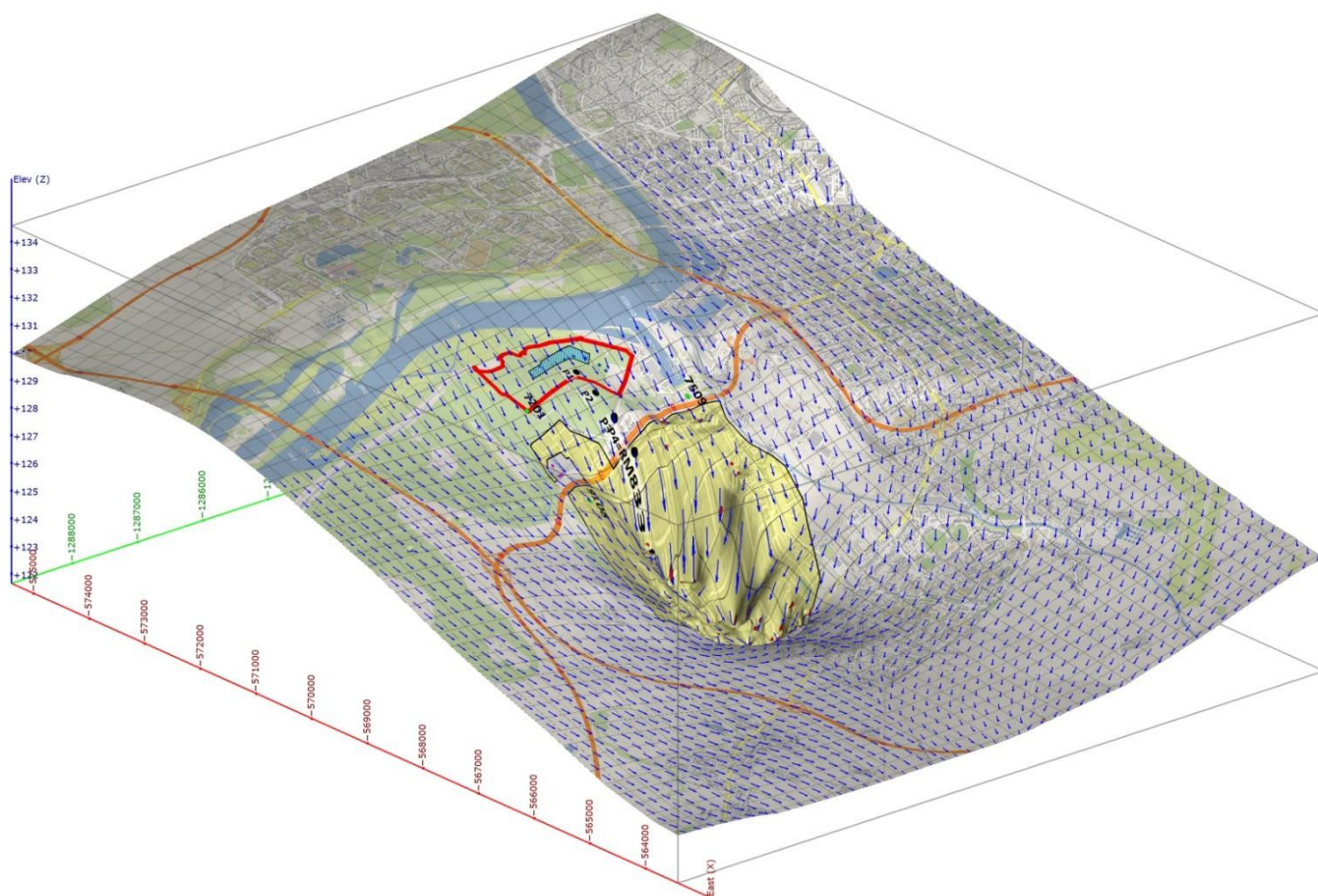




# A pozsonyi HARBOUR PARK projekt építményei és tevékenységei által a talajvízáramlásra gyakorolt hatások numerikus modellezése

TANULMÁNY



2022. SZEPTEMBER



# **A pozsonyi HARBOUR PARK projekt építményei és tevékenységei által a talajvízáramlásra gyakorolt hatások numerikus modellezése**

**TANULMÁNY**

Megrendelő:  
Köztársaság

WIN-PORT Invest, s.r.o., 811 03 Bratislava I, Panenská 6., Szlovák

Szolgáltató:

NuSi s.r.o., 831 03 Bratislava, Svätovojtešská 7., Szlovák Köztársaság

Készítette:

RNDr. Kovács Tibor, Ing. Dobránsky Denis, Mgr. Molnár Máté

Elkészítés időpontja:

2022. szeptember



## TARTALOMJEGYZÉK

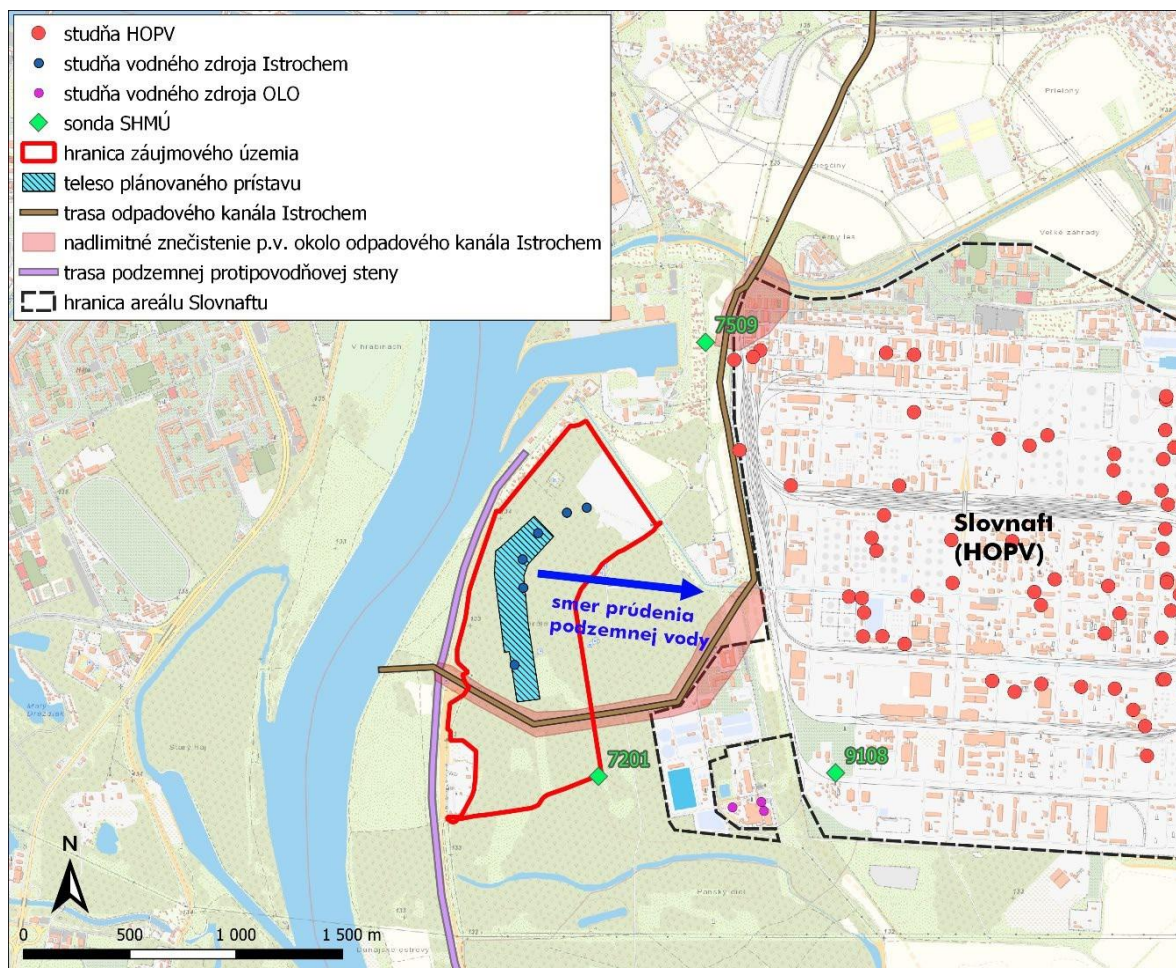
|         |                                                                                                                                                                                                       |     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1       | Bevezetés .....                                                                                                                                                                                       | 4   |
| 2       | A vizsgált terület elhelyezkedése .....                                                                                                                                                               | 7   |
| 3       | az érintett területen a talajvízáramlásra gyakorolt jelenlegi hatások értékelése .....                                                                                                                | 10  |
| 3.1     | Felszíni vizek.....                                                                                                                                                                                   | 10  |
| 3.2     | Hidraulikus talajvízvédelem (HOPV).....                                                                                                                                                               | 13  |
| 3.3     | A Szlovák Hidrometeorológiai Intézet (SHMÚ) szondái.....                                                                                                                                              | 19  |
| 3.4     | Árvízvédelmi föld alatti fal a vízműgát testében .....                                                                                                                                                | 21  |
| 3.5     | Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízkészlet kútjaiból történő talajvízkivétel .....                                                                                                | 22  |
| 3.6     | Istrochem vegyi szennyvízcsatorna .....                                                                                                                                                               | 24  |
| 4       | A talajvízáramlás numerikus modellje .....                                                                                                                                                            | 26  |
| 5       | Modell kalibrálás.....                                                                                                                                                                                | 31  |
| 6       | A talajvízáramlásra és a talajvízszintekre gyakorolt hatások számításai .....                                                                                                                         | 40  |
| 6.1     | A talajvízáramlásra és a talajvízszintekre gyakorolt jelenlegi hatások számításai a HARBOUR PARK projekt megvalósítása előtt .....                                                                    | 42  |
| 6.1.1   | A Duna vízszintjének változása okozta talajvízszint-változások.....                                                                                                                                   | 43  |
| 6.1.2   | A HOPV üzemeltetése által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások.....                                                                                                        | 45  |
| 6.1.3   | Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízkészleteinek felhasználása által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások.....                                          | 51  |
| 6.1.4   | A talajvízszintekre gyakorolt jelenlegi hatások modellezési eredményeinek összefoglalása.....                                                                                                         | 54  |
| 6.2     | A HARBOUR PARK projekt megvalósítása által a talajvízáramlásra és a talajvízszintekre gyakorolt hatások számításai .....                                                                              | 55  |
| 6.2.1   | A tervezett kikötő medencéjének vízzáró teste által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások a Duna vízszintjének szokásos rezsimváltozásai mellett .....                      | 57  |
| 6.2.2   | Az Istrochem Reality vízkészlet kutak áthelyezése és a kikötő építése által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások a Duna vízszintjének normál rezsimváltozásai mellett..... | 75  |
| 6.2.3   | A kikötőmedence vízzáró teste által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások egy nagyon magas dunai hullám áthaladása és a HOPV normál üzemeltetése során.....                 | 84  |
| 6.2.4   | A HARBOUR PARK projekt megvalósítása által a talajvízre gyakorolt hatások összefoglalása és értékelése.....                                                                                           | 95  |
| 6.2.4.1 | A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest hatásainak értékelése.....                                                                                                                    | 101 |
| 6.2.4.2 | A teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest hatásainak értékelése.....                                                                                                                        | 106 |
| 7       | Következtetés .....                                                                                                                                                                                   | 117 |
| 8       | Irodalomjegyzék.....                                                                                                                                                                                  | 125 |





## 1 BEVEZETÉS

A tanulmány megrendelője a WIN — PORT Invest,s.r.o. társaság volt, amely a HARBOUR PARK projekt beruházója. A projekt keretében Pozsonyban a Duna és a Slovnaft a.s. finomító társaság (a továbbiakban: Slovnaft) közötti területen logisztikai központ épül, új kikötőmedence tervezett építésével (1. ábra). A tervezett építmények megvalósítása során a negyedidőszaki és neogén kori üledékekben áramló talajvízzel kapcsolatos problémák kezelése szükséges.



1. ábra Az érintett terület elhelyezkedése

|                                                               |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| studňa HOPV                                                   | HOPV kút                                                                      |
| studňa vodného zdroja Istrochem                               | Istrochem vízkészlet kút                                                      |
| studňa vodného zdroja OLO                                     | OLO vízkészlet kút                                                            |
| sonda SHMÚ                                                    | SHMÚ szonda                                                                   |
| hranica záujmového územia                                     | az érintett terület határa                                                    |
| teleso plánovaného prístavu                                   | a tervezett kikötő teste                                                      |
| trasa odpadového kanála Istrochem                             | Istrochem szennyvízcsatorna nyomvonala                                        |
| nadlimitné znečistenie p.v. okolo odpadového kanála Istrochem | határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatorna körül |
| trasa podzemnej protipovodňovej steny                         | föld alatti árvízvédelmi fal nyomvonala                                       |
| hranica areálu Slovnaftu                                      | Slovnaft telephely határa                                                     |
| smer prúdenia podzemnej vody                                  | talajvízáramlás iránya                                                        |





Jelen tanulmány egységes szerkezetet alkot a ŠUJAN M., POKORNÝ M., ŠUJAN M. ML., ŠIPKA F., 2022 Harbour Park – Vlčie hrdlo Bratislava, Geológiai tanulmánnyal (előkészítő dokumentáció), EQUIS spol.s.r.o. Bratislava, amelynek célja az volt, hogy értékelje az érintett terület lényeges geológiai, hidrogeológiai és mérnökgeológiai jellemzőit, különös tekintettel a talajvízáramlás hidraulikai modelljéhez szükséges bemenetek meghatározására. A tanulmány eredményei javaslatot képeznek a geológiai munka folytatására, és alapul szolgálnak az alternatív projektmegoldások talajvízáramlásra gyakorolt hatásainak későbbi elemzéséhez. A tanulmány tárgya az érintett terület tágabb térségében áramló talajvíz kezdeti numerikus modelljének kidolgozása volt a fent említett tanulmány kapcsán. A modell segítségével a tervezett építményeknek a terület talajvizére gyakorolt hatásait szimuláltuk, annak felmérése céljából is, hogy a tervezett tevékenység megvalósítása nem vezet-e a környezetvédelmi célkitűzéseknek való meg nem feleléshez a Tt. 364/2004. sz. vízügyi törvény (a továbbiakban: vízügyi törvény) 16. § (6) bek. b) pontja szerint. A talajvízáramlás változásai nem lehetnek negatív hatással a víz mennyiségére és minőségére az érintett felszíni és felszín alatti víztestekben, ebben az esetben elsősorban a Csallóköz (Žitný ostrov) felszín alatti vizeinek lehetséges veszélyeztetése tekintetében.

Külön értékeltük a talajvízáramlás indukált változásait a Slovnaft a.s. társaság hidraulikus talajvízvédelmi rendszerének (a továbbiakban: HOPV), az Istrochem Reality a.s. társaság használati vízkészleteinek és az OLO a.s. társaság kútjainak üzemeltetésére gyakorolt hatások kapcsán (a továbbiakban: Istrochem Reality és OLO).

A numerikus talajvíz-áramlási modell kalibrálásához sikerrel alkalmaztunk egy eredeti módszert a numerikus szimulációk reálisan mért helyzetekre való közelítése formájában állandó talajvízáramlás mellett a Duna vízszintjeinek változása és a HOPV kutakból 2018-ban és 2019-ben kivett mennyiségek változása során. Kalibrált talajvíz-áramlási modell segítségével szimuláltuk és számszerűsítettük a terület jelenlegi hatásait és a HARBOUR PARK projekt megvalósítása által várható hatásokat az érintett terület tágabb térségében a talajvíz áramlására:

- a kikötői medence vízzáró testének megépítése által gyakorolt hatás, amely részben vagy teljesen elzárja a negyedidőszaki üledékek által alkotott kavicsos-homokos kollektort,
- az Istrochem Reality és OLO vízkészlet kutakból történő normál és legnagyobb megengedett vízkivétel hatása,
- a HOPV-ból történő normál és legnagyobb megengedett talajvízkivételek hatása,
- a normál és maximális dunai vízszintek hatása az előző pontokban felsorolt hatásokkal kölcsönhatásban,
- a tervezett építkezés területén található Istrochem Reality vízkészlet kutak áthelyezésének hatása.

A talajvízáramlást a vizsgált hatások során a Duna folyamatosan változó vízszintje mellett realisztikusan, nem állandósultként modelleztük.

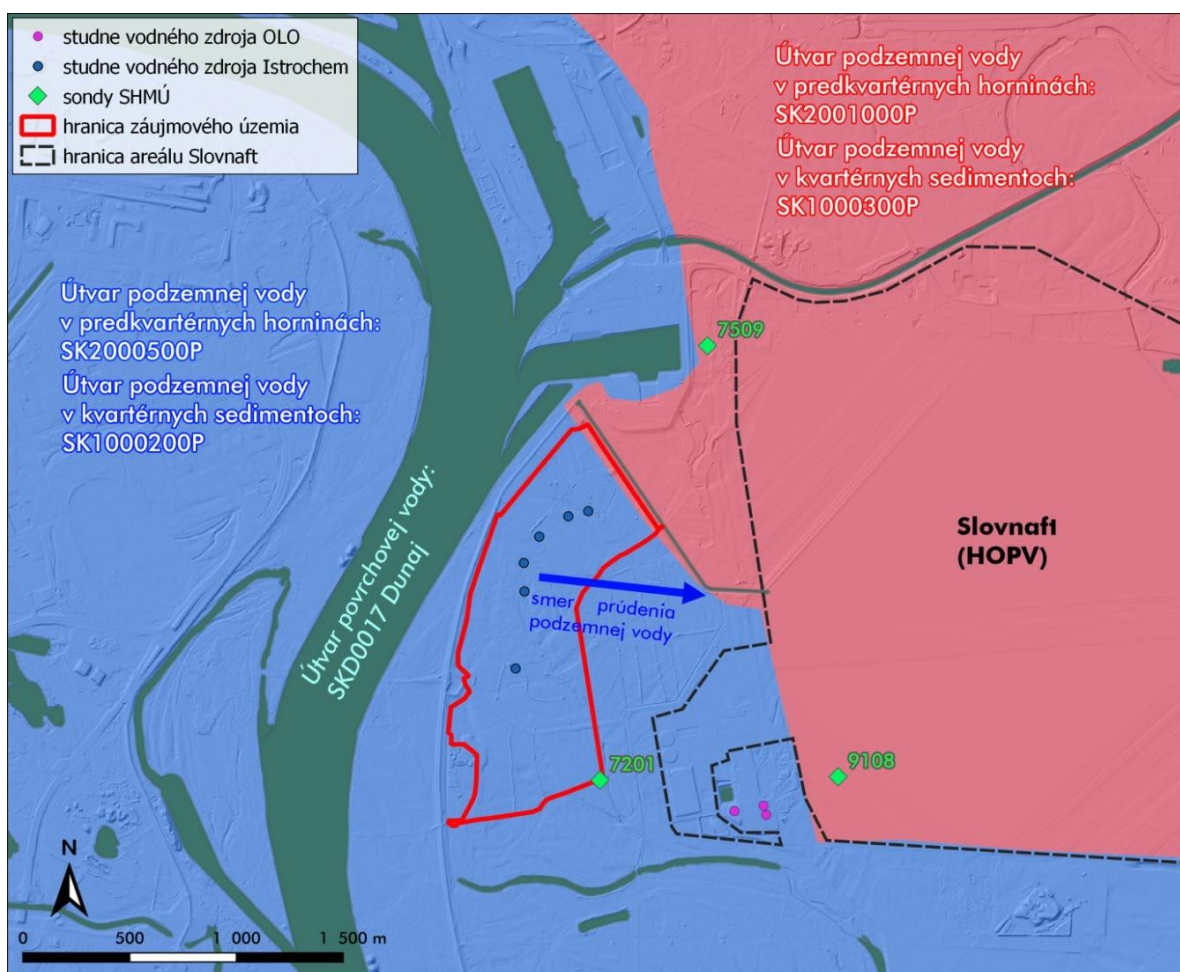


A modellezett megoldás bemeneteit képező geológiai adatokat a (Šujan et al., 2022) tanulmányban található levéltári geológiai és hidrogeológiai adatokból állítottuk össze és értékeltük ki, amelyre a jelen tanulmány épít. A modell kalibrálásakor figyelembe vettük a HOPV üzemeltetés hatásának részletes monitorozásából származó adatokat is. A Slovnaft a.s. társasággal a HOPV-monitoring elsődleges adatainak közvetlen szolgáltatásáról folytatott sikertelen tárgyalásokat követően ezeket az adatokat a POZSONY – SLOVNAFT XIII, a Csallóköz felső részén a felszín alatti vizek hidraulikai védelmét (HOPV) szolgáló geológiai feltérési és kármentesítési munkák részleges 2016–2020. évi zárójelentéseiből vettük át (Zatlakovič et al., 2017–2020), figyelembe véve a HOPV üzemeltetés monitorozásának eredményeit is a korábbi időszakokban. Ezek a jelentések a ŠGÚDŠ – Geofond archívumában vannak archiválva. A modellezés alapjául szolgáltak továbbá az SHMÚ 7201. és 7509. számú, az érintett területen található szondáiban végzett talajvízszint-mérések, valamint a Duna vízszintjének monitorozása a pozsonyi vízmércénél és a Kis-Duna vízszintjének mérése a Malé Pálenisko objektumban. Mivel a modell archív adatokon alapult, és új, részletesebb mérésekkel még nem támasztották alá, kezdetinek tekintettük. Különösen hiányoztak a Duna vízszintjének mérései közvetlenül az érintett terület szakaszán, a vízszintek és a kivett mennyiségek részletes mérései az Istrochem Reality és az OLO vízkészlet kutak területén. Nem álltak rendelkezésre adatok a Slovnaft szennyvíz- és ellátócsatorna és a Biskupice ág hidraulikai hatásának meghatározásához. A modell pontosságát a jövőben a felszín alatti vízszintek részletesebb mérése is javítani fogja az érintett területen, a Duna és a Slovnaft közötti területen.



## 2 A VIZSGÁLT TERÜLET ELHELYEZKEDÉSE

A vizsgált terület elhelyezkedését az 1. ábra mutatja. A tervezett építési terület a Csallóköz északnyugati peremén, a Dunát érintve annak nyugati peremén, északon pedig az északkeleti folyású Kis-Duna közelében helyezkedik el. A helyszíntől keletre található a Slovnaft a.s. finomító. A vizsgált terület szisztematikus besorolását annak elhelyezkedése, geomorfológiai jellemzői, regionális és mérnökgeológiai besorolása, valamint a terület hidrogeológiai zónázása tekintetében részletesen ismerteti a (Šujan M. et al., 2022) tanulmány, amelynek célja szintén a terület geológiai és hidrogeológiai jellemzőire vonatkozó adatbázis létrehozása volt egy modellmegoldáshoz, amely a jelen munka tárgyát képezte.



2. ábra Az érintett terület elhelyezkedése a felszín alatti víztestekhez képest

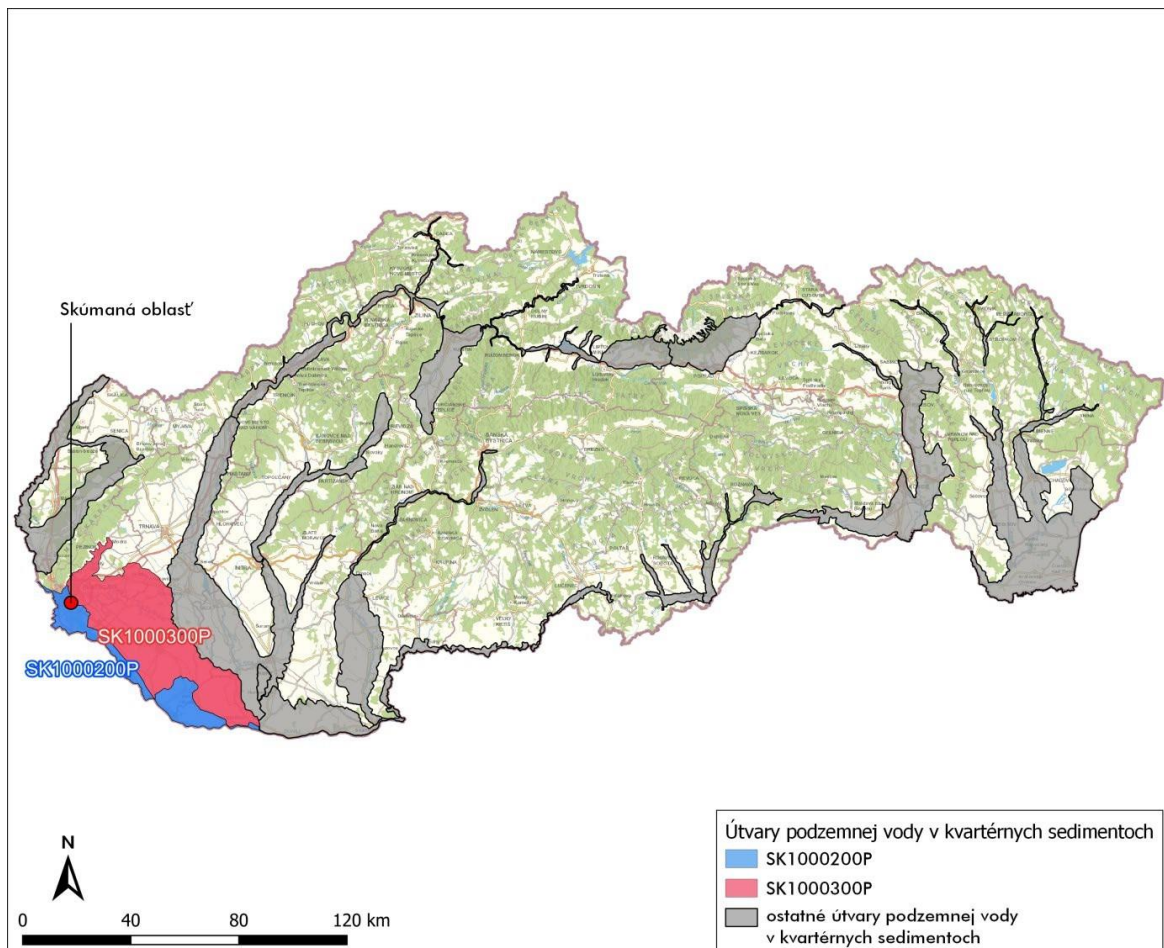
|                                                              |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| studne vodného zdroja OLO                                    | OLO vízkészlet kutak                                                 |
| studne vodného zdroja Istrochem                              | Istrochem vízkészlet kutak                                           |
| sondy SHMÚ                                                   | SHMÚ szondák                                                         |
| hranica záujmového územia                                    | az érintett terület határa                                           |
| hranica areálu Slovnaft                                      | Slovnaft telephely határa                                            |
| Útvar podzemnej vody v predkvartérnych horninách: SK2000500P | Felszín alatti víztest a negyedidőszak előtti kőzetekben: SK2000500P |
| Útvar podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch: SK1000200P   | Felszín alatti víztest negyedidőszaki üledékekben: SK1000200P        |





|                                                                 |                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Útvar podzemnej vody v predkvartérnych horninách:<br>SK2001000P | Felszín alatti víztest a negyedidőszak előtti kőzetekben:<br>SK2001000P |
| Útvar podzemnej vody v predkvartérnych horninách:<br>SK2001000P | Felszín alatti víztest a negyedidőszak előtti kőzetekben:<br>SK2001000P |
| Útvar podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch:<br>SK1000300P   | Felszín alatti víztest a negyedidőszaki üledékekben:<br>SK1000300P      |
| Útvar povrchovej vody: SKD0017 Dunaj                            | Felszíni víztest: SKD0017 Duna                                          |
| smer prúdenia podzemnej vody                                    | talajvízáramlás iránya                                                  |

Az érintett terület felszín alatti víztestekhez viszonyított elhelyezkedését a 2. ábra mutatja. Annak értékelése szempontjából, hogy a javasolt fejlesztés hatása a vízügyi törvény 16. § (6) bek. b) pontjában meghatározott környezetvédelmi célkitűzések nem teljesülését eredményezheti-e, lényeges, hogy a tervezett tevékenység helyszíne az SKD0017 Duna felszíni víztestet érinti, és két felszín alatti víztest – SK1000200P A Duna-medence nyugati részén a negyedidőszaki alluviális hordalékok szemcseközi felszín alatti vizei negyedidőszaki üledékek felszín alatti vízteste (a továbbiakban: ÚPzV SK1000200P) és a SK2000500P A Duna-medence déli részének szemcseközi felszín alatti vizei negyedidőszak előtti kőzetek felszín alatti vízteste – részét képezi.



3. ábra Érintett negyedidőszaki felszín alatti víztestek

|                                                        |                                                         |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Útvar podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch         | Felszín alatti víztestek negyedidőszaki üledékekben     |
| ostatné útvar podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch | más felszín alatti víztestek negyedidőszaki üledékekben |
| Skúmaná oblasť                                         | Vizsgált terület                                        |



A vizsgált terület északkeleti határa a SK1000300P Duna-medence negyedidőszaki alluviális hordalékainak szemcseközi felszín alatti vizei (a Vág folyó vízgyűjtő területe) negyedidőszaki víztest (a továbbiakban: ÚPzV SK1000300P) és a SK2001000P Duna-medence középső részének szemcseközi felszín alatti vizei és nyúlványai (a Vág folyó vízgyűjtő területe) negyedidőszak előtti víztest határával határos. Ezek nagy területű felszín alatti víztestek (3. ábra). A nagy távolságok miatt a képződmények területének nagy részét semmilyen módon nem érinti a tervezett tevékenység. A tervezett építési tevékenységre tekintettel a SK2000500P Duna-medence déli részének szemcseközi felszín alatti vizei, valamint a SK2001000P Duna-medence középső részének szemcseközi felszín alatti vizei és nyúlványai negyedidőszak előtti felszín alatti víztestek nem érintettek. Ennélfogva a javasolt tevékenység hatásait a jelen tanulmányban csak a negyedidőszaki felszín alatti víztestek területén vizsgáltuk.

A HARBOUR PARK projektterület az SK1000200P ÚPzV-ben található, míg a Slovnaft a.s. HOPV már a szomszédos SK1000300P ÚPzV részét képezi. E képződmények között azonban nincs olyan geológiai vagy más fizikai határ, amely természetes akadályt képezne vagy anomáliát okozna a talajvízáramlásban. Ezért tovább értékeltük a tervezett tevékenység mindkét érintett negyedidőszaki felszín alatti víztestre gyakorolt hatását.

A talajvízáramlás rendszerére gyakorolt főbb hatásokat a következő fejezetekben részletesebben elemezzük és számszerűsítjük. Már itt rögzítjük, hogy a HOPV vízkivétele által kiváltott depresszió tágabb középpontjában az 1000 l.s<sup>-1</sup> átlagos talajvízkivétel akár 5 m-rel vagy annál is többel csökkenti a talajvízszintet. Ez a mesterséges beavatkozás a vizsgált fejlesztés területén is akár 0,6 m-rel csökkenti a talajvízszintet. A HOPV üzemeltetési engedélyei lehetővé teszik a kivétel növelését az engedélyezett 1600 l.s<sup>-1</sup> mennyiségre, ami a Slovnaft területén akár 8 m-es, a vizsgált területen pedig 1,1 m-es talajvízszint-csökkenés reális elfogadását jelenti. A szintek további ingadozását az Istrochem Reality és az OLO vízkészletek kútjaiból történő talajvízkivétel okozza. Amint azt az alábbiakban dokumentálni fogjuk, a felszín alatti vízszintre gyakorolt domináns és emberi tevékenység okozta hatásokat kiegészítik a talajvíznek a Duna vízszintjének ingadozásából adódó rezsimszerű ingadozásai. Már a Duna vízszintjének ingadozása sem teljesen természetes, mivel a Slovnaft szakaszán a folyó vízszintjének (és így a talajvízszintnek is) a szabályozását már a Gabčíkovo vízerőmű (a továbbiakban: VD Gabčíkovo) Hrušovi víztározójának üzemeltetése is befolyásolja. Az emberi tevékenységek által a talajvízáramlásra gyakorolt, felsorolt jelentős hatások miatt az SK1000200P és SK1000300P negyedidőszaki felszín alatti víztestek a Szlovákia vízügyi terve/Duna vízgyűjtő-gazdálkodási terve (2022. évi 2. frissítése) (SzK KvM, 2022) szerint jó mennyiségi és jó kémiai állapotúnak minősültek és minősülnek. Ebben az összefüggésben a HARBOUR PARK projekt megvalósítása által kiváltott lehetséges változásokat is értékeltük a talajvízáramlás mintázatában a területen. Rámutattunk arra, hogy ezek a változások jelentéktelenek lesznek a fent említett és jelenleg meglévő hatásokhoz képest.



### 3 AZ ÉRINTETT TERÜLETEN a TALAJVÍZÁRAMLÁSRA GYAKOROLT JELENLEGI HATÁSOK ÉRTÉKELÉSE

#### 3.1 Felszíni vizek

Az érintett területen a talajvízáramlás forrása a Dunából és a Kis-Dunának a Dunához való csatlakozásától a Malé Pálenisko vízkivételi műtárgyig terjedő szakaszáról beszivárgó víz. A modell rámutatott arra, hogy az objektum mögötti hirtelen szintcsökkenés után egy rövid szakaszon a Kis-Duna nagy valószínűséggel drenálja a talajvizet. Továbbá a Kis-Duna az áramlás irányában iszaposodottnak tekinthető, tehát nem befolyásolja a talajvízáramlást. A Kis-Duna csak a folyó alsó részén, körülbelül Tallós (Tomášikovo) községtől kezdve drenálja a talajvizet. Amint azt a (Šujan et al., 2022) tanulmány részletesen elemzi, a Kis-Dunában a vízáramlás a Dunából történő szabályozott vízkivétellel jön létre, és a VD Gabčíkovo normál működése során 20–50 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> között mozog. A Duna átlagos évi vízáramlása 2060 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Ez az idő múlásával dinamikusan változik, százéves vízállásnál eléri a 11 000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> értéket.

1. táblázat A kiválasztott leíró statisztikai paraméterek értékei a Duna vízszintmérésének értékeléséből az 1996.01.04–2022.08.16. közötti időszakra vonatkozóan

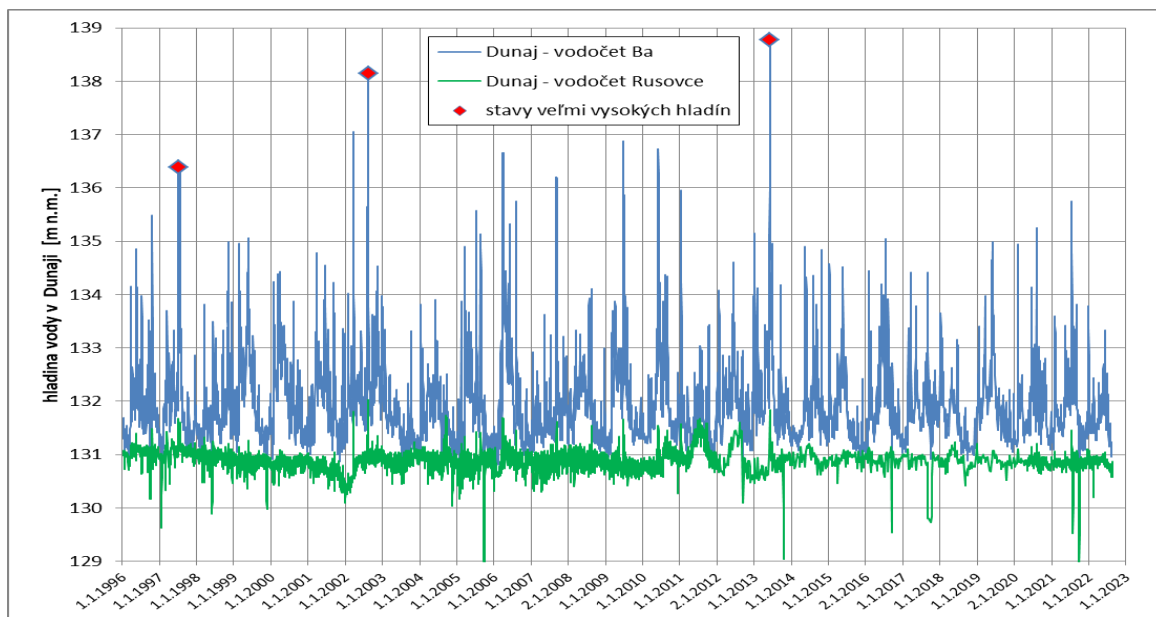
|                                | A Duna vízszintje |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                | Pozsonyi vízmérce | Rusovcei vízmérce |
| Minimum (m tengerszint felett) | 130,49            | 128,89            |
| Maximum (m tengerszint felett) | 138,77            | 132,02            |
| Átlag (m tengerszint felett)   | 131,91            | 130,88            |
| Variációs tartomány (m)        | 8,28              | 3,13              |
| Szórás (m)                     | 0,77              | 0,21              |

A dunai vízáramlás változása oszcillációt okoz a Duna vízszintjeiben. Ezek a pozsonyi vízmércén több mint 8 m amplitúdóértéket érnek el (1. táblázat). Ezt dokumentálja a 4. ábra is, amely a Duna vízszintjének időbeli alakulását mutatja a pozsonyi és rusovcei vízmércénél (Hrušovi víztározó) 1996-tól 2022-ig. Ez egy olyan időszak, amely a Gabčíkovo vízerőmű feltöltése utáni változások tekintetében már állandósultnak tekinthető. A stabilizált, mesterségesen szabályozott vízszint a Hrušovi víztározóban (rusovcei vízmérce) 128,89 m tengerszint feletti magasság és 132,02 m tengerszint feletti magasság között ingadozott, ami a pozsonyi állapothoz képest a szintingadozás 3,13 m-re való mérséklődését jelenti. Az 1. ábra azt mutatja, hogy vannak olyan időszakok, amikor a tározó vízszintje nagyon alacsony, ami a Gabčíkovo vízerőműben végzett műszaki munkálatokkal függ össze, valamint azzal, hogy a tározó vízszintje időnként a nagy vízállások idején magasan a 131,1 m tengerszint feletti normál üzemi szint fölé emelkedik.



Az 5. ábra a Duna vízszintjeinek összesítő vonalát mutatja a pozsonyi vízmércénél az év során. A vonal alapján például a Duna tengerszint feletti 135 m-es szintje az év során átlagosan 3,06 napig fordul elő. A 132 m tengerszint feletti magasság az év során átlagosan 124 napig fordul elő.

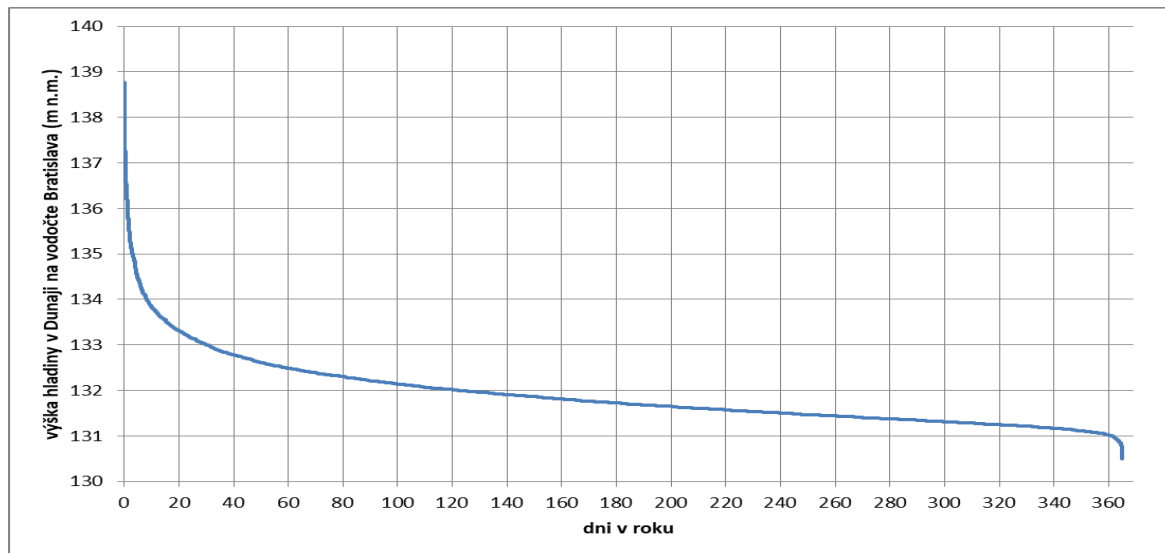
A Hrušovi víztározó vízszintjének szabályozása a Duna szintjére is hatással van a Slovnaft szakaszon, és így az érintett területre is. A vízszintek csökkenése a tározó előtti szakaszon mérséklődik a pozsonyi térségben tapasztalható csökkenéshez képest. A törési pont, ahol a nagyobb csökkenés mérséklődik, nem egy állandó helyen van, hanem a szomszédos szakaszon az áramlás mentén a Slovnaft területéhez tolódik.



4. ábra A Duna vízszintjének időbeli alakulása 1996 óta, a Gabčíkovo vízmű feltöltése utáni időszakban

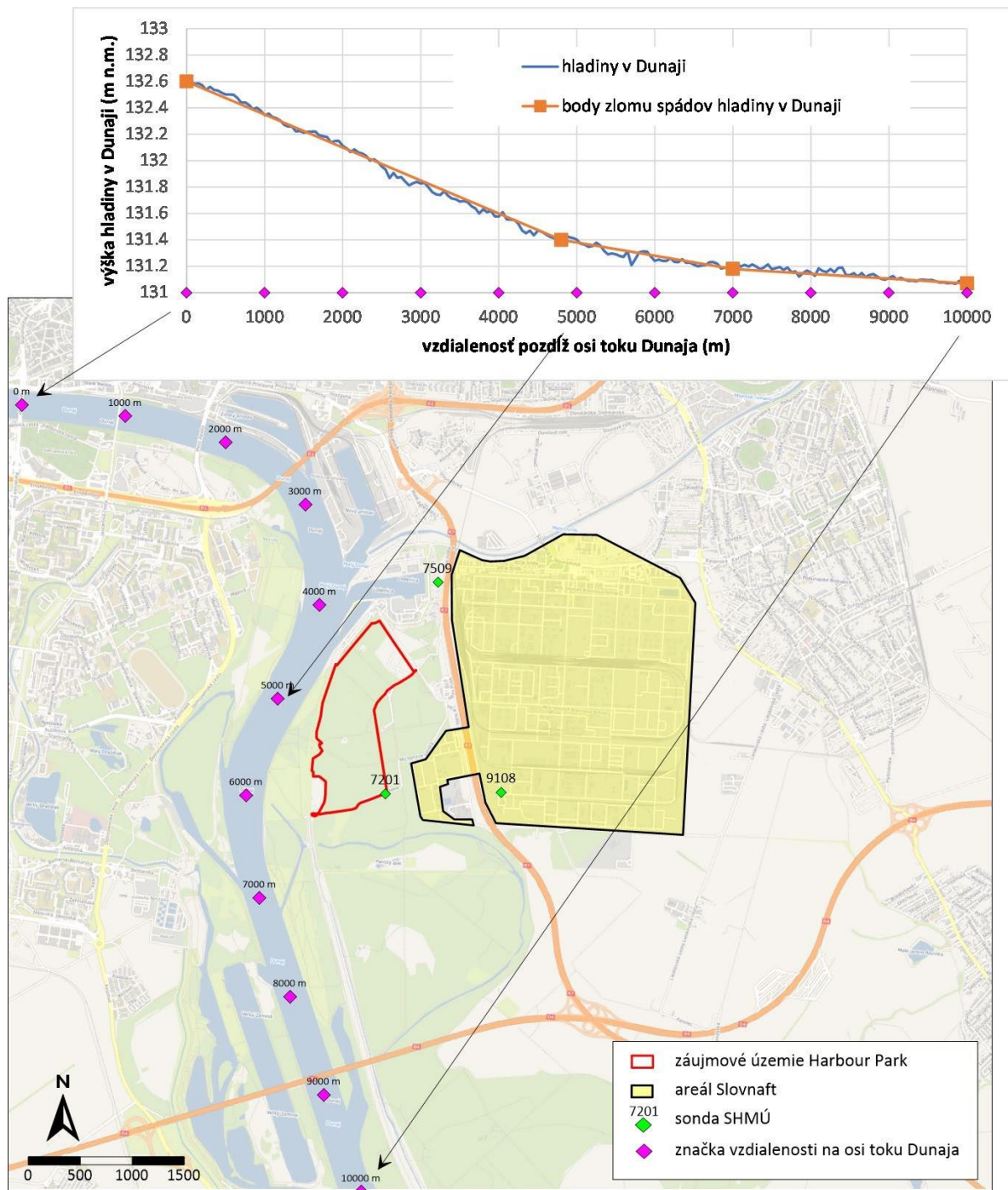
|                                |                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------|
| Dunaj – vodočet Ba             | Duna – Pozsonyi vízmérce                 |
| Dunaj – vodočet Rusovce        | Duna – Rusovcei vízmérce                 |
| stavy veľmi vysokých hladín    | nagyon magas vízállások                  |
| hladina vody v Dunaji (m n.m.) | A Duna vízszintje (m tengerszint felett) |





5. ábra A Duna vízszintjeinek összesítő vonala (pozsonyi vízmérce) az év során az 1996.01.01. és 2022.08.16. közötti időszakban

|                                                       |                                                                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| výška hladiny v Dunaji na vodočte Bratislava (m n.m.) | a Duna vízszintje a pozsonyi vízmércénél (m tengerszint felett) |
| dni v roku                                            | nap/év                                                          |



6. ábra A Duna vízszintsökkenése az LLS adatok szerint (LLS termékek forrása: ÚGKK SR)

|                                                       |                                                                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| výška hladiny v Dunaji na vodočte Bratislava (m n.m.) | a Duna vízszintje a pozsonyi vízmércénél (m tengerszint felett) |
| hladiny v Dunaji                                      | a Duna vízszintjei                                              |
| body zlomu spádov hladiny v Dunaji                    | a Duna vízszintsökkenéseinek törési pontjai                     |
| vzdialenosť pozdĺž osi toku Dunaja (m)                | távolság a Duna áramlási tengelye mentén (m)                    |
| záujmové územie Harbour Park                          | Harbour Park érintett terület                                   |
| areál Slovnaft                                        | Slovnaft komplexum                                              |
| sonda SHMÚ                                            | SHMÚ szonda                                                     |
| značka vzdialenosti na osi toku Dunaja                | szelvényjelző a Duna áramlási tengelyén                         |



A 6. ábra azt dokumentálja, hogy a felszín légi lézerszkennelésének (a továbbiakban LLS) idején – amelynek eredményei a ZBGIS.sk portálon találhatók (LLS termékek forrása: ÚGKK SR) – a vízszintcsökkenés változásának kezdete nagyjából a vizsgált terület közepének szintjén volt. A 6. ábra azt is mutatja, hogy ez egy összetett helyzet a szintek változásával a vízfolyás mentén. Ha nem állnak rendelkezésre a Duna vízszintjének mérései a vizsgált helyszín területén, akkor a pozsonyi vízmércénél és a Hrušovi víztározó vízmércéjénél mért vízszintekből történő számítással nem lehet kellően pontosan meghatározni azokat. A Duna vízszintje a Slovnaft szakaszon és annak ingadozásai ezen a területen jelentős hatást gyakorolnak a Slovnaft HOPV és a Csallóköz felé irányuló talajvízáramlásra. A Duna vízszintjére vonatkozó mérési adatok hiánya bizonytalanságot eredményezett a modellszámításokban, amelyeket az alábbiakban dokumentálunk a talajvízáramlás számításaiban a Duna nagyon alacsony és nagyon magas vízszintje esetén. Ezekre az állapotokra nem állnak rendelkezésre a szükséges talajvízszint-adatok, így a talajvízszint-mérésekből még közvetve sem lehetett ellenőrizni a Dunából történő talajvíz-utánpótlás intenzitását, mint ahogyan az a normál, viszonylag jól dokumentált állapotok esetében lehetséges volt. A jövőben szükség lesz egy vízmérce kiépítésére a Dunán az érintett szakaszon.

Az alábbiakban dokumentált talajvíz-áramlási modellezés kimutatta, hogy szinte biztosan állítható, hogy a talajvízáramlásra a Slovnaftból a Kis-Dunába vezető szennyvízcsatorna is hatást gyakorol. A modellezés már feltárta a talajvíz hidraulikájára gyakorolt felszíni vízhatást a Kis-Duna első szakaszának fent említett hatása kapcsán. A Kis-Duna és a Slovnaft szennyvízcsatorna felszíni vizeinek e hatásaira vonatkozóan azonban nem állnak rendelkezésre monitorozási adatok. Nem állnak rendelkezésre olyan adatok sem, amelyek a Slovnaft ellátócsatorna és a biskupicei ág által a talajvízáramlásra gyakorolt hidraulikai hatásokat magyaráznák. A modellezés jelezte ezt a hatást. A biskupicei ág esetében ez főként nagy vízállások idején fordulhat elő.

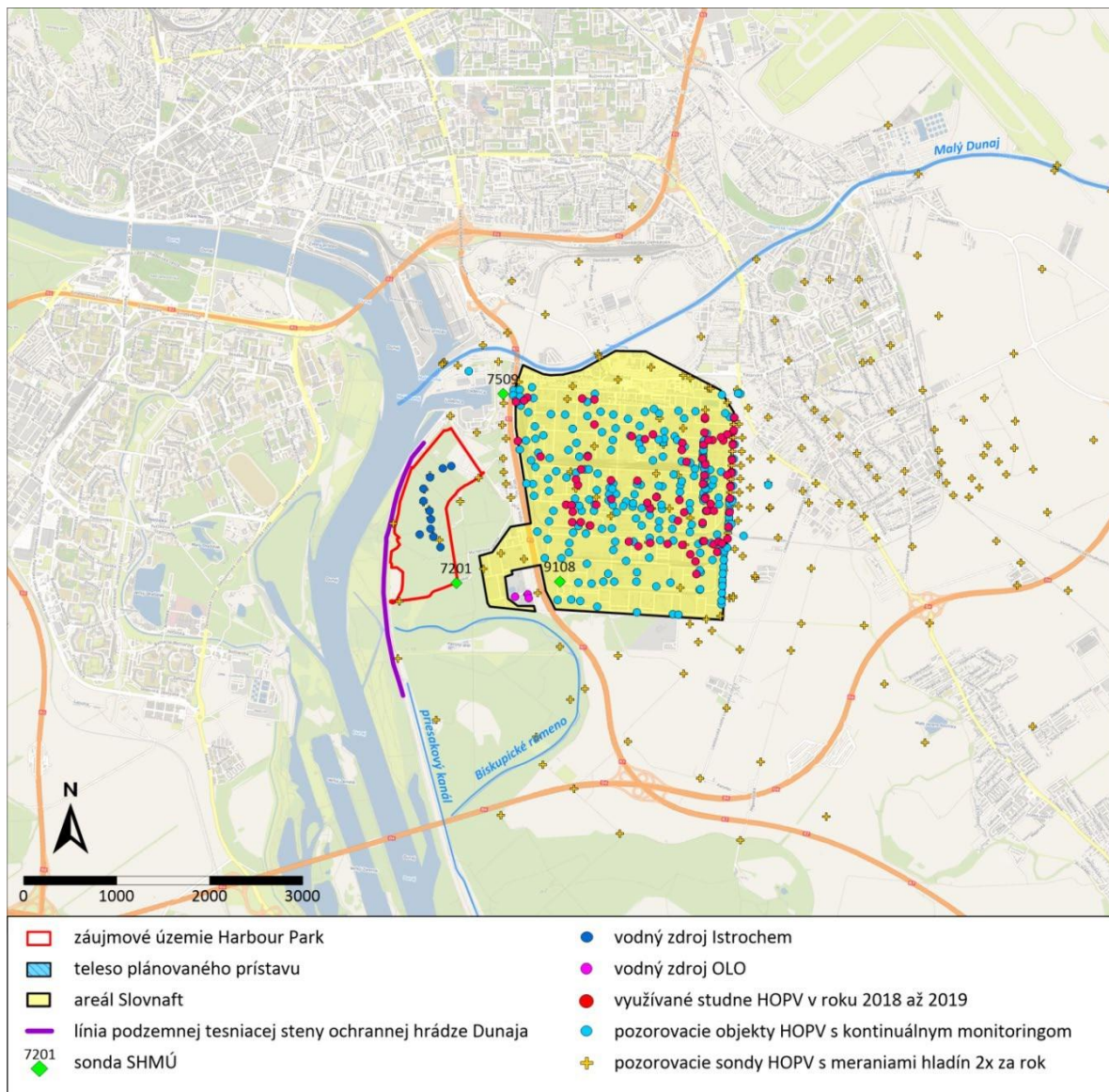
### 3.2 Hidraulikus talajvízvédelem (HOPV)

Az érintett területen a talajvíz áramlását leginkább befolyásoló tényező a Slovnaft HOPV kútjaiból történő vízkivétel. Ez a hatás meghaladja a Duna vízszintingadozásának hatását. A HOPV célja, hogy megakadályozza a szennyezett víz és a kőolajfázisok beszivárgását a talajvíz felszínén a Slovnaft területéről a természetes talajvízáramlásba délkeleti irányban, a Csallóköz felé. A Szlovák Környezetvédelmi Ügynökség (SAŽP) környezetterhelési információs rendszerében a Slovnaft területe a SK/EZ/B2/129; B2 (013) kőolajszármazékok által okozott környezeti terhelésként van nyilvántartva / Pozsony – Főrév (Ružinov) – Slovnaft – az üzem tágabb területe; kőolaj és kőolajtartalmú anyagok feldolgozása és tárolása; kiemelt fontosságú környezeti terhelés; vegyipari szennyvíz csővezeték szállítás. A SAŽP környezetterhelési információs rendszerében az is szerepel, hogy a talajvíz eredeti K-DK áramlási irányát a HOPV-rendszer megváltoztatja, és hogy a vízkivételi fúrások olyan zárt hidraulikus mélyedést hoznak létre, amely megakadályozza a kőolajtartalmú anyagok





szívárgását a Slovnaft telephelyről. A víztest vastagsága 22 m. A szanálás 1974 óta van folyamatban. 2000 óta kőolajtartalmú anyagok általi szennyezés csak a telephely alatt van jelen.



7. ábra A VÚRUP a.s. társaság által üzemeltetett, a talajvízszintet és a HOPV vízkivételi mennyiséget monitorozó hálózat (Zatlkovič M. et al., 2019 és 2020)

|                                                        |                                                      |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                           | Harbour Park érintett terület                        |
| teleso plánovaného prístavu                            | a tervezett kikötő teste                             |
| areál Slovnaft                                         | Slovnaft komplexum                                   |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala         |
| sonda SHMÚ                                             | SHMÚ szonda                                          |
| vodný zdroj Istrochem                                  | Istrochem vízkészlet                                 |
| vodný zdroj OLO                                        | OLO ízkészlet                                        |
| využívané studne HOPV v roku 2018 až 2019              | 2018–2019 között használt HOPV kutak                 |
| pozorovacie objekty HOPV s kontinuálnym monitoringom   | HOPV megfigyelő objektumok folyamatos monitorozással |
| pozorovacie sondy HOPV s meraniami hladín 2x za rok    | HOPV megfigyelő szondák szintméréssel évente 2x      |

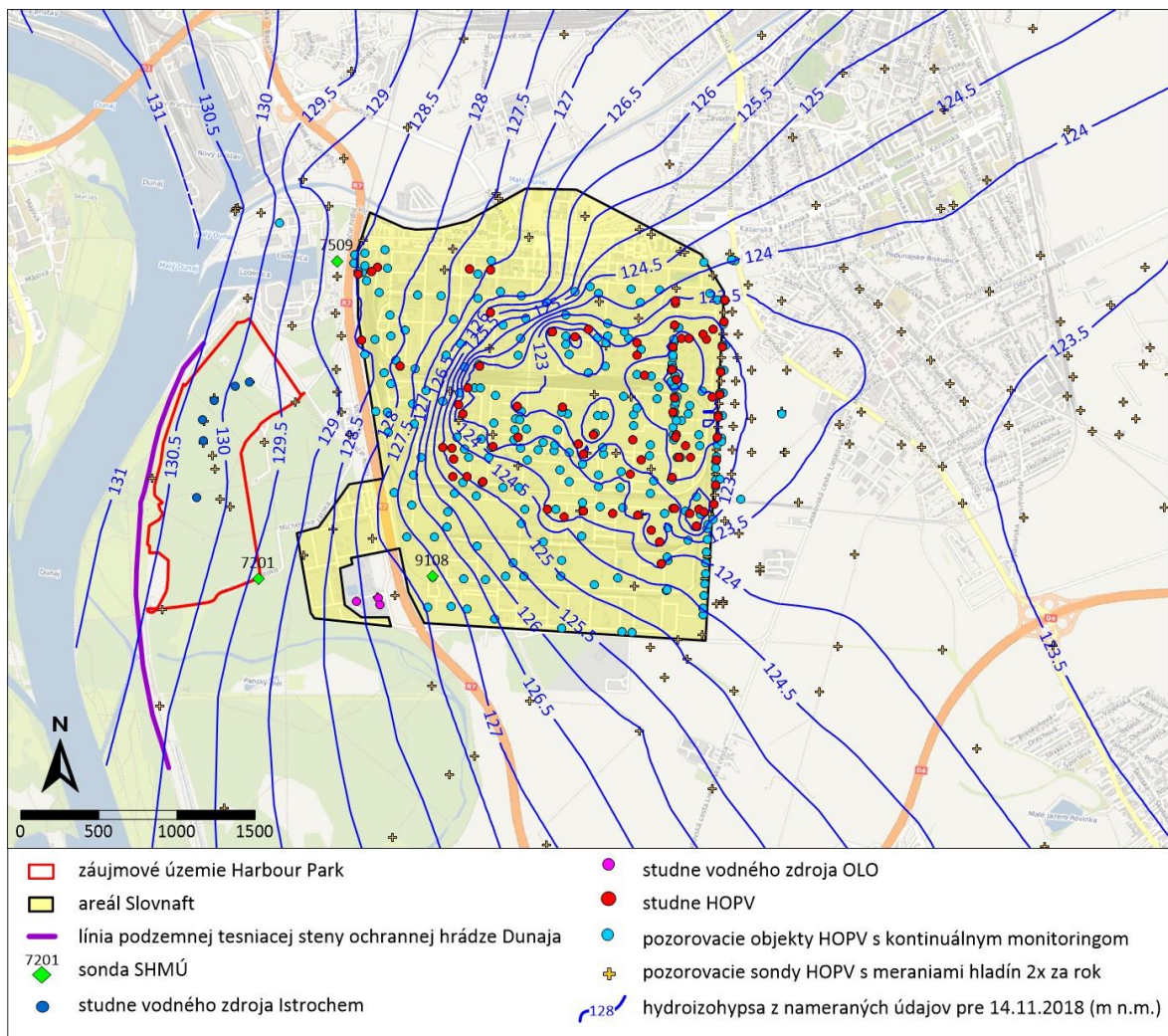




A HOPV kutak vízkivétele jelenleg átlagosan 1000 l.s-1. Ez a Slovnaft tágabb környezetében a talajvízszint nagymértékű csökkenését eredményezi, és a talajvízáramlás mesterséges úton jelentősen felgyorsul a Duna felől a Slovnaft irányába. Az érintett terület tehát a Duna felől a HOPV-kút területére irányuló intenzív kényszerített talajvízáramlás helyén helyezkedik el. Az érintett területen a talajvízszintet a HOPV-kutak vízkivételével csökkentik.

A HOPV üzemeltetésének talajvízáramlásra gyakorolt hatását a VÚRUP a.s. társaság monitorozza. A talajvízszintet és a vízkivételi kutakat monitorozó objektumok hálózatának 2018. évi helyzetét a 7. ábra mutatja.

A Geofond archív adataiból részletesebben elemeztük a 2016 és 2019 közötti monitorozási adatokat (Zatlakovič et al., 2017–2020). A vízkivételi mennyiségeket minden vízkivételi fúrásban nyomon követik. A talajvízszinteket csak a Slovnaft területén mérik folyamatosan. A Slovnaft környéki fúrások szintjét évente 2x mérik (a továbbiakban: expedíciós rezsimszintű mérések). A 2016-os mérések egy szakaszát értékeltük ki. Ebben az időszakban nem fordult elő, hogy a rezsimszintű expedíciós mérések idején a Duna vízszintje nagyon alacsony vagy nagyon magas lett volna.





8. ábra A 2018.11.14-i átlagos talajvízszint hidroizohipszisei (m tengerszint felett) a Duna Pozsonyi vízmércénél mért 131,12 m tengerszint feletti vízállása és a HOPV kutak 1002,8 l.s-1 kumulatív vízkivételi mennyisége mellett (Zatlakovič M. et al., 2019).

|                                                                  |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                              | <i>Harbour Park érintett terület</i>                                          |
| <i>areál Slovnaft</i>                                            | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                     |
| <i>línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>   | <i>dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala</i>                           |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                | <i>SHMÚ sonda</i>                                                             |
| <i>studne vodného zdroja Istrochem</i>                           | <i>Istrochem vízkészlet kutak</i>                                             |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                 | <i>OLO vízkészlet kutak</i>                                                   |
| <i>studne HOPV</i>                                               | <i>HOPV kutak</i>                                                             |
| <i>pozorovacie objekty HOPV s kontinuálnym monitoringom</i>      | <i>HOPV megfigyelő objektumok folyamatos monitorozással</i>                   |
| <i>pozorovacie sondy HOPV s meraniami hladín 2x za rok</i>       | <i>HOPV megfigyelő szondák szintméréssel évente 2x</i>                        |
| <i>hydroizohypsa z nameraných údajov pre 14.11.2018 (m n.m.)</i> | <i>hidroizohipszis a 2018.11.14-i mérési adatokból (m tengerszint felett)</i> |

A HOPV tágabb környezetében az alacsony és magas vízállás melletti áramlási mintázat monitorozási adatainak hiánya bizonytalanságot eredményez az áramlási mintázatok értékelésének lehetőségében és az áramlási modell előrejelzések pontosságában az érintett területen, különösen ezekben a kritikus állapotokban. A Slovnaft telephely és a Duna közötti területen kevés monitorozott objektum áll rendelkezésre ahhoz, hogy a talajvíz áramlási mintázatát a meglévő környezeti vezetőképességi anomáliák, a meglévő talajvízkivételek és a felszíni vizek lehetséges hidraulikai hatásai (Slovnaft ellátócsatorna, biskupicei ág) tekintetében kellő részletességgel lehessen értékelni. Ez szintén bizonytalanságokat vitt az értékelésbe és a modellezett megoldásokba, amelyeket a jövőben a monitorozási objektumok kiépítésével javasolt kiküszöbölni. Ezek a bizonytalanságok azonban nem voltak meghatározóak és jelentősek a tervezett tevékenység környezetére, a Csallóközre és a Duna normál vízszintje mellett vizsgált felszín alatti víztestekre gyakorolt hatások értékelése szempontjából.

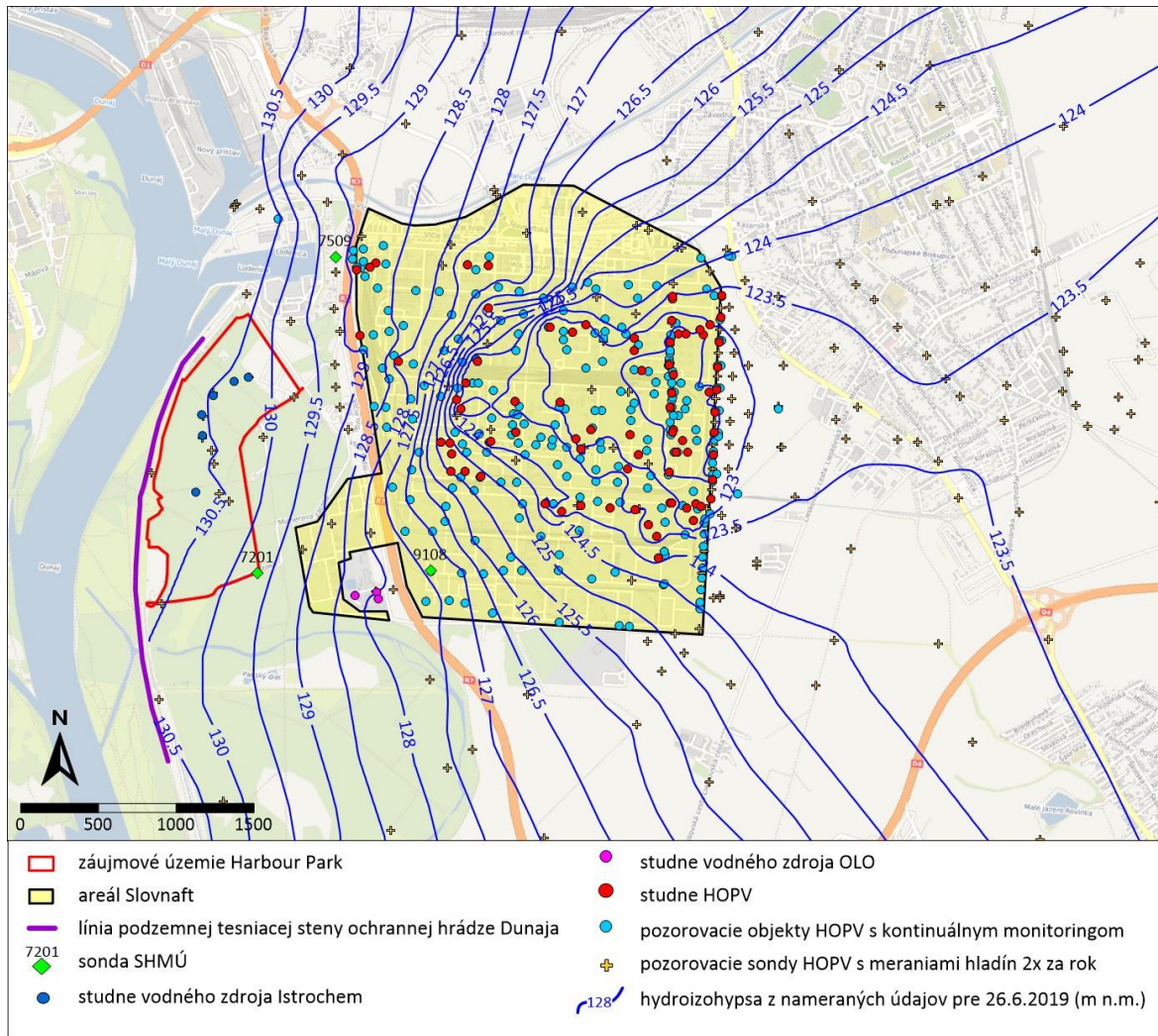
A 8. ábra a hidroizohipsziseket mutatja a (Zatlakovič et al., 2019) jelentésben szereplő 2018.11.14-i expedíciós rezsimszintű mérésekből megállapított, megközelítőleg átlagos talajvíz-áramlási viszonyok mellett. A 9. ábrán látható, 2019.06.26-án enyhén átlagon felüli körülmények között készült más hidroizohipszisekhez hasonlóan (Zatlakovič et al., 2020) az eredetihez képest úgy módosítottuk, hogy eltávolítottuk a vízkivételi fúrások közelében mért szintek hibás értelmezését, amely nem veszi figyelembe a fúrások szintugrásait. A HOPV depresszió területén mért talajvízszintek értelmezésében még mindig voltak kisebb bizonytalanságok, mivel ezek a dokumentumok hiányosan tájékoztattak a szintmérések módjáról, és ellentmondásos szöveges, grafikai és térképi információkat tartalmaztak a vízkivételi mennyiségekről és a vízkivételi kutakról.

A 12. ábrán az összes expedíciós mérés pillanatai láthatók, beleértve a 2018.11.14-i és 2019.6.26-i méréseket is, a Duna vízszintjeinek időbeli alakulásain az SHMÚ monitorozási objektumaiban. A 9. és 10. ábrán ábrázolt hidroizohipszisek a HOPV üzemeltetése által okozott jelentős talajvízszint-depressziót dokumentálják. Ahogy azt a modellezett megoldás alapján megállapítottuk (amelyet alább részletesebben dokumentálunk), a depresszió központjának tágabb környezetében a talajvízszint csökkenése a HOPV üzemeltetése nélküli helyzethez képest több mint 5 m. A kényszerített talajvízáramlás a finomító környékéről a kialakult depresszióba annak tágabb környezetéből, legnagyobb mennyiségben pedig



a Duna térségéből, azaz abból az irányból, ahol a vizsgált terület található, irányul. Az érintett terület egy olyan területen fekszik, ahol a talajvíz szintje mesterségesen csökken, és a talajvíz áramlása felgyorsul. Amint azt a modellezett megoldás eredményei dokumentálni fogják, a jövőbeni vizsgált fejlesztés területének keleti peremén a HOPV üzemeltetése által okozott talajvízszint-csökkenés eléri a 0,6 m-t. A HOPV kutak vízkivételi mennyiségének a megengedett 1600 l.s<sup>-1</sup>-ra történő növelésével a talajvízszint-csökkenés a Slovnaft területén több mint 8 m-re, az érintett terület keleti peremén pedig 1,1 m-re nőne. Meg kell jegyezni, hogy a Szlovákia vízügyi terve/Duna vízgyűjtő-gazdálkodási terve (annak 2022. évi 2. frissítése) (SzK KvM, 2022) alapján a jelenlegi állapot mellett a SK1000200P és SK1000300P negyedidőszaki felszín alatti víztestek jó mennyiségi állapotúnak és jó kémiai állapotúnak minősülnek.





9. ábra A 2019.06.26-i magasabb talajvízszint hidroizohipszisei (m tengerszint felett) a Duna Pozsonyi vízmércénél mért 132,54 m tengerszint feletti vízállása és a HOPV kutak 982,3 l.s-1 kumulatív vízkivételi mennyisége mellett (Zatlakovič M. et al., 2020).

|                                                          |                                                                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                             | Harbour Park érintett terület                                          |
| areál Slovnaft                                           | Slovnaft komplexum                                                     |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja  | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala                           |
| sonda SHMÚ                                               | SHMÚ szonda                                                            |
| studne vodného zdroja Istrochem                          | Istrochem vízkészlet kutak                                             |
| studne vodného zdroja OLO                                | OLO vízkészlet kutak                                                   |
| studne HOPV                                              | HOPV kutak                                                             |
| pozorovacie objekty HOPV s kontinuálnym monitoringom     | HOPV megfigyelő objektumok folyamatos monitorozással                   |
| pozorovacie sondy HOPV s meraniami hladín 2x za rok      | HOPV megfigyelő szondák szintméréssel évente 2x                        |
| hydroizohypsa z nameraných údajov pre 26.6.2019 (m n.m.) | hidroizohipszis a 2019.06.26-i mérési adatokból (m tengerszint felett) |

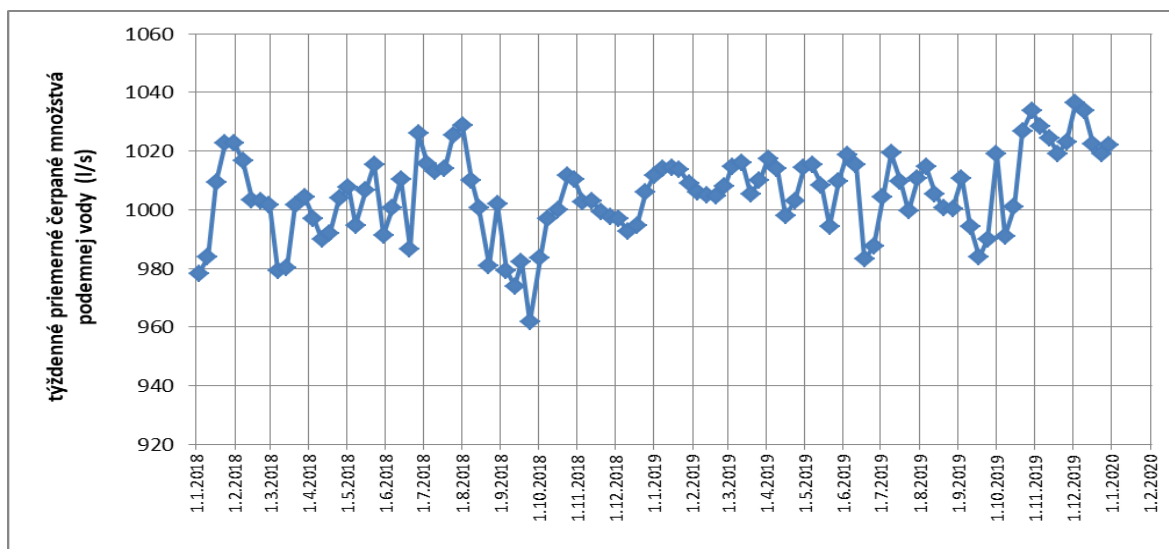
A modellezett megoldás kalibrálásához szükséges adatbázis létrehozása érdekében részletesen feldolgoztuk a talajvízszintre és a HOPV fúrások vízkivételi mennyiségére vonatkozó adatokat a 2018-as és 2019-es évekre vonatkozóan (Zatlakovič et al., 2019 és 2020). Az egyes hónapok átlagos vízkivételi mennyiségére vonatkozó adatokat táblázatos adatokból nyertük, és alternatív módon digitalizáltuk az összes vízkivételi fúrás vízkivételi mennyiségeinek idődiagramját. Hasonlóképpen az egész időszakra vonatkozóan digitalizáltuk az összes olyan





objektum idődiagram adatait, ahol a talajvízszintek szintjét folyamatosan monitorozták. Saját szoftvereszközöket fejlesztettünk ki az automatizált digitalizáláshoz. A monitorozott szintek és vízkivételi mennyiségek diagramjait 502 megfigyelt objektumról digitalizáltuk, amelyek közül 87 esetben történt vízkivétel. Az eredmény 611 865 adatpont a szintekre és 204 851 adatpont a vízkivételi mennyiségekre vonatkozóan. A digitalizálás sűrűségét és pontosságát a diagramok grafikus felbontása határozta meg. A digitalizálási adatok a jelen munka elektronikus mellékletének részét képezik. Az összes kapott adatot felhasználtuk az időben reálisan változó vízkivételi mennyiségeket tartalmazó modellmegoldások bemeneti adatainak összeállításához, valamint a megfigyelt fúrások valós szintalakulásaira való kalibrálásához.

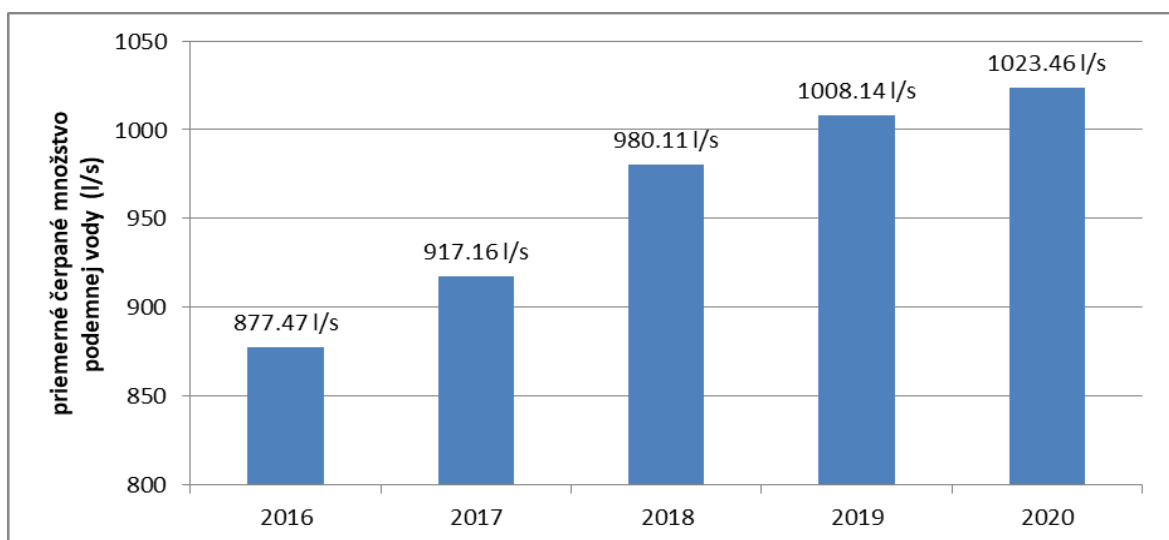
A 10. ábra a HOPV kumulatív vízkivételi mennyiségek heti átlagainak időbeli alakulását mutatja. Ezt a mennyiséget az egyes HOPV kutak monitorozásából összeállított diagramokon feltüntetett pillanatnyi mennyiségekből határoztuk meg. A forrás szerint 2018-ban és 2019-ben a kumulatív vízkivételi mennyiségek heti átlaga 962 l.s<sup>-1</sup> és 1037 l.s<sup>-1</sup> között változott, 1005 l.s<sup>-1</sup> átlagértékkel.



10. ábra A HOPV kumulatív vízkivételi mennyiségek a 2018 és 2019 közötti időszakban az egyes kutak vízkivételi mennyiségeinek diagramjai alapján (Zatlakovič M. et al., 2019 és 2020).

|                                                          |                                                 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| týždenné priemerné čerpané množstvo podzemnej vody (l/s) | a talajvízkivétel heti átlagos mennyisége (l/s) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|

A 11. ábra a HOPV kutak átlagos éves kumulatív vízkivételi mennyiségeit mutatja a tanulmányokban leírtak szerint (Zatlakovič M. et al., 2017 és 2021).





|                                                 |                                            |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| priemerné čerpané množstvo podzemnej vody (l/s) | a talajvízkivétel átlagos mennyisége (l/s) |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|

2019 óta fokozatosan növekszik a HOPV kutak kumulatív vízkivételi mennyisége. 2019-ben az átlagos éves vízkivételi mennyiség meghaladta az 1000 l.s<sup>-1</sup> értéket.

### 3.3 A Szlovák Hidrometeorológiai Intézet (SHMÚ) szondái

A Duna és a Slovnaft közötti érintett területen három aktív SHMÚ szonda található. Ezek közül kettő – a 7201. és 7509. sz. szonda esetében hosszú távon méréseket végeznek. A 12. ábra a talajvízszintek időbeli alakulását mutatja az SHMÚ 7201. és 7509.sz. szondákban a Duna vízszintjének változásához képest Pozsonyban és a Hrušovi víztározóban a 2015.11.04. és 2021.10.27. közötti időszakban. Az SHMÚ szondák elhelyezkedését az 1. ábra mutatja. A 2. táblázat az SHMÚ 7201. és 7509. sz. szondák szintalakulását leíró statisztikai paraméterek értékeit mutatja.

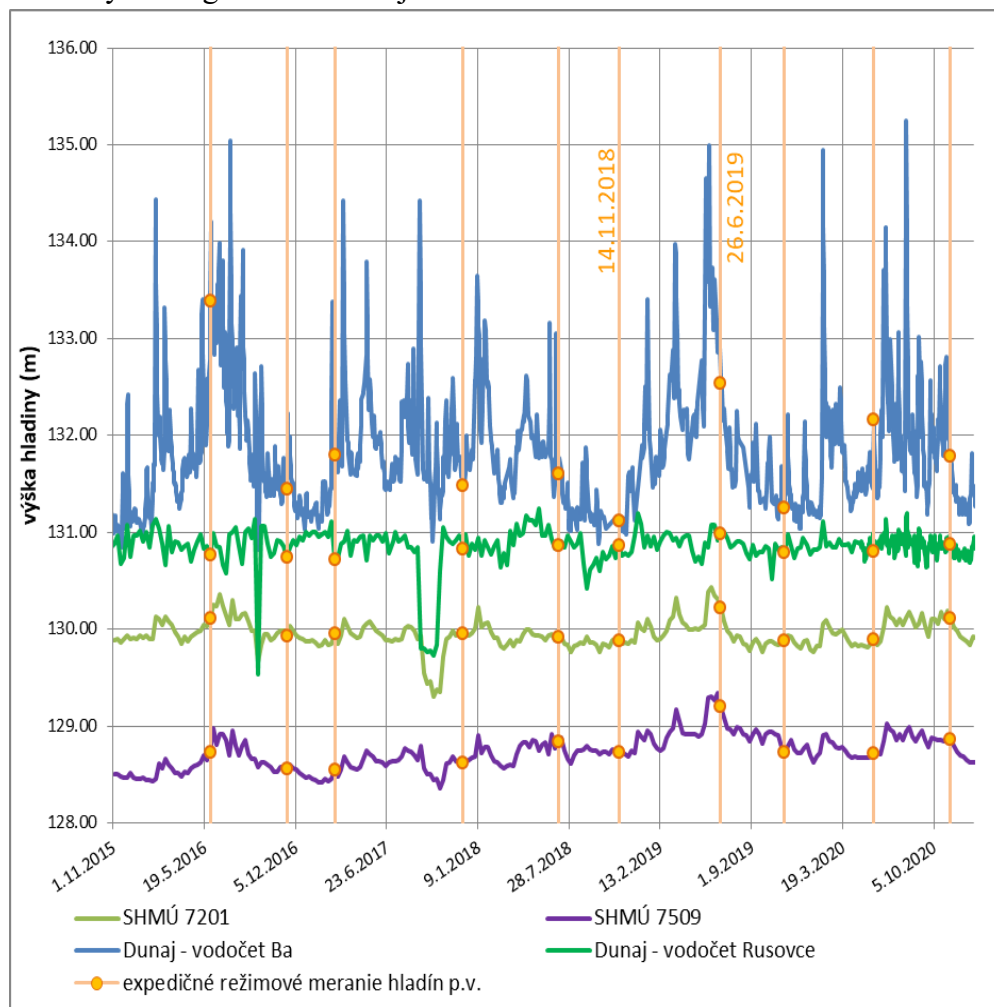
2. táblázat A kiválasztott leíró statisztikai paraméterek értékei az SHMÚ létesítményekben a talajvízszintek méréseinek értékeléséből a 2015.11.4. és 2021.10.27. közötti időszakra vonatkozóan

|                                | Talajvízszint a szondában: |           |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|
|                                | SHMÚ 7201                  | SHMÚ 7509 |
| Minimum (m tengerszint felett) | 129,31                     | 128,36    |
| Maximum (m tengerszint felett) | 130,48                     | 129,34    |
| Átlag (m tengerszint felett)   | 129,95                     | 128,74    |
| Variációs tartomány (m)        | 1,17                       | 0,98      |
| Szórás (m)                     | 0,15                       | 0,19      |

A talajvízszintek ingadozása az érintett területen szorosabban korrelál a Duna vízszintjének ingadozásával a pozsonyi vízmércénél, mint a Hrušovi víztározó szintjének ingadozásával. Amint az a 12. ábrán látható, a helyzet megváltozik, amikor a Hrušovi víztározóban a vízszint meredeken 130,0 m tengerszint feletti magasság alá csökken. Ilyenkor a talajvízszint az érintett területen, különösen a 7201-es szonda közelében, gyakran meredeken csökken, még akkor is, ha a pozsonyi vízmércén mért szint nem érzékeli ezt a csökkenést. A 7509-es szonda helyszínén, amely északabbra és a Kis-Duna közelében található, a tározó szintjét érintő beavatkozás hatása nem észlelhető. Az SHMÚ-szondák rezsimváltozásai az érintett területen alátámasztják a talajvízáramlásra gyakorolt összetett hatást a területen a Duna vízszintjének természetes rezsimje és a Hrušovi víztározó vízszintjének mesterséges manipulációja függvényében. Ez a tény is megerősíti annak szükségességét, hogy a Duna szintjét közvetlenül az érintett terület azon szakaszán kell mérni, ahol ez a hatás már integrált formában észlelhető, és így pontosabban előre lehet jelezni a Duna és a Kis-Duna vízszintjének talajvízáramlásra gyakorolt hatását. A 12. ábra a 2016 és 2020 közötti időszakra vonatkozó expedíciós rezsimmérések pillanatait is mutatja. Ezek a mérések nem dokumentálták a talajvízáramlás határeseteit a HOPV tágabb környezetében és a Duna nagyon



alacsony és magasabb vízszintjei mellett az érintett területen.



12. ábra A talajvízszintek alakulása az SHMÚ 7201. és 7509. sz. szondákban a Duna vízszintjéhez képest

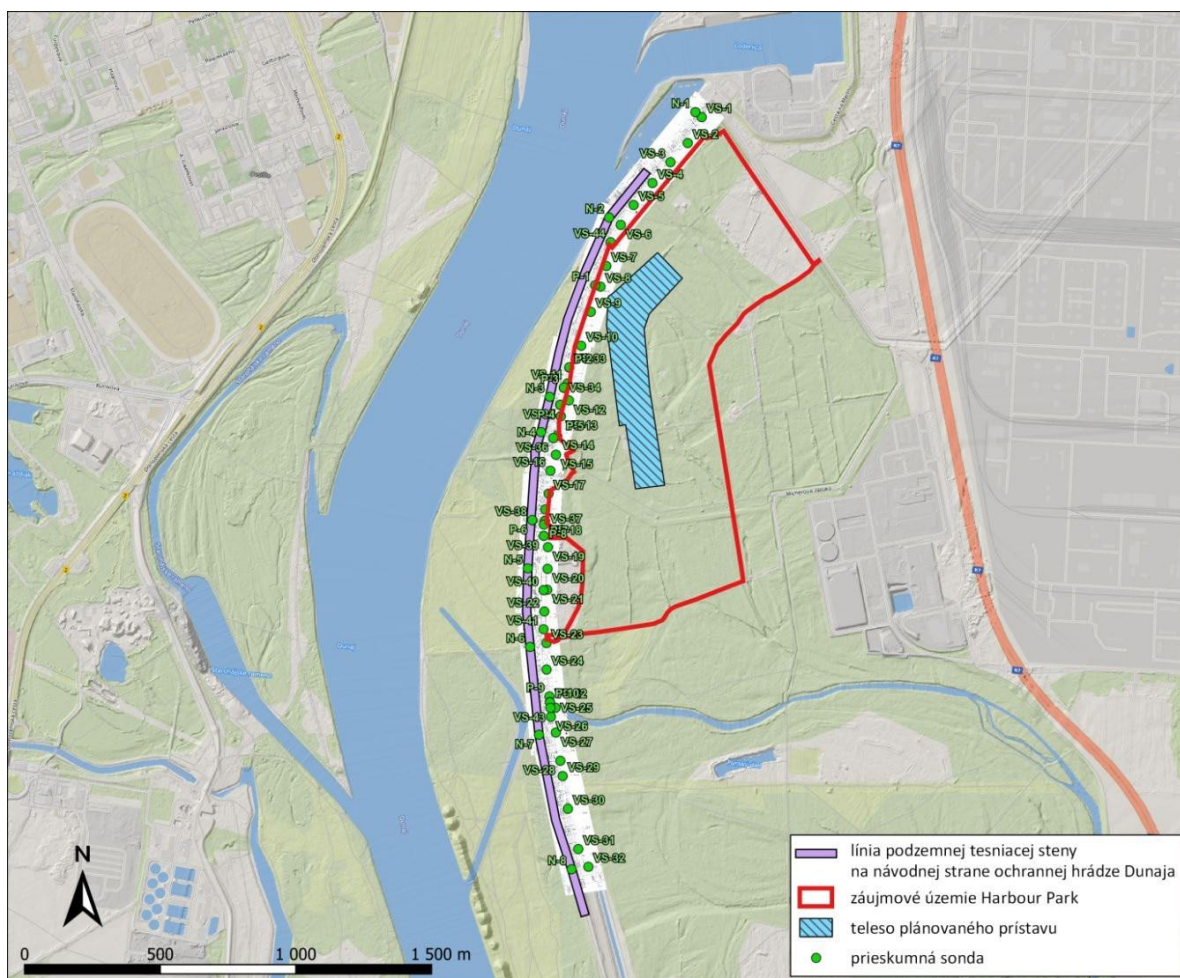
| Dunaj vodočet Ba                       | Duna – Pozsonyi vízmérce                |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| expedičné režimové meranie hladín p.v. | talajvízszintek expedíciós rezsimmérése |
| Dunaj vodočet Rusovce                  | Duna – Rusovcei vízmérce                |

A Duna vízszintcsökkenésének változása alapján a folyó folyása mentén (6. ábra) biztosan állíthatjuk, hogy a Duna színtingadozása az érintett terület szakaszán megváltozott és csillapított, viszont a talajvízszintek rezsímje (12. ábra) azt mutatja, hogy az szorosabban korrelál a pozsonyi vízmércén megfigyelt dunai rezsimmel. A talajvízáramlás természeti törvényei alapján az is feltételezhető, hogy a talajvízszintek ingadozásai az érintett területen csillapodnak és fáziseltolódást mutatnak a Duna ingadozásaihoz képest. Ezeket az értékeket azonban csak becsülni tudjuk, mivel a Duna vízszintje az érintett terület szakaszán nem képezi megfigyelés tárgyát. A Duna vízszintje és a talajvíz közötti viszonyt az érintett területen a kezdeti modellben a kalibrálás során legalább közvetve megbecsültük a pozsonyi vízmércén mért szintek alakulása alapján, amint azt az alábbiakban ismertetjük.



### 3.4 Árvízvédelmi föld alatti fal a vízmű gáttestében

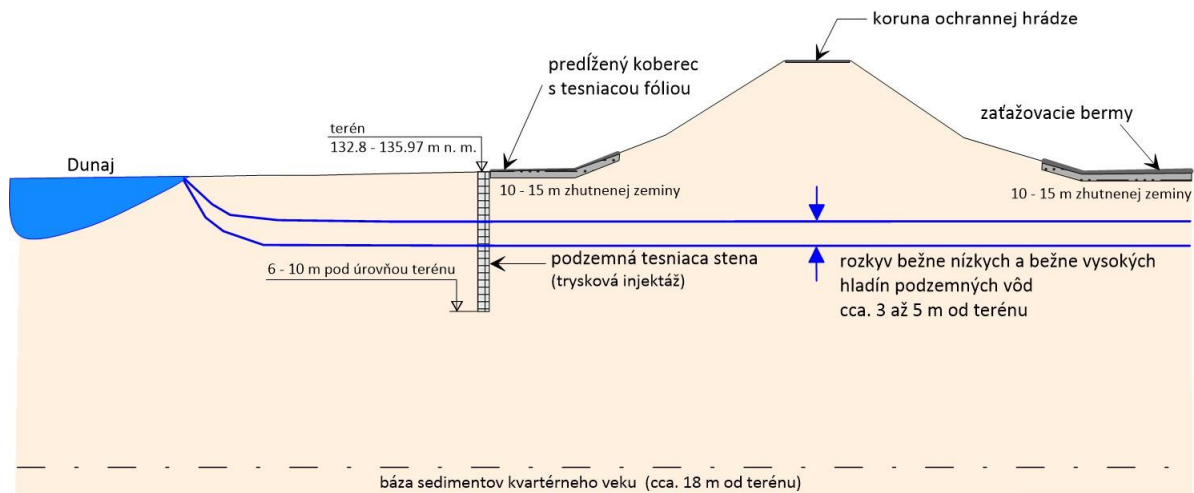
2003 folyamán a Dunai gát víz felőli oldalán egy föld alatti fal épült, amely kavicsrétegekbe ágyazva a talajvízszint alá nyúlik. A fal vonalvezetésének és a fal elhelyezkedésének ellenőrzésére épített feltáró szondák helyét a 13. ábra mutatja. A fal célja az volt és ma is az, hogy megakadályozza a gát alatti felszíni víz szivárgását a gát levegőoldala felé a gát víz felőli oldalán található terület elárasztása idején. A falat a gát mindkét oldalán tömítőelemekkel egészítették ki, amint az a 14. ábrán látható. Kalibrált talajvíz-áramlási modellel ellenőriztük, hogy az árvízvédelmi fal normál körülmények között nem gyakorol jelentősebb hidraulikai hatást a talajvíz áramlására. Közvetlenül a fal mögött a talajvíz szintje a fal miatt akár 6 cm-rel is csökken, a Slovnaft határán pedig csak kb. 2 cm-rel.



13. ábra A föld alatti árvízvédelmi zárófal elhelyezkedése

|                                                                                  |                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>lína podzemnej tesniacej steny na návodnej strane ochrannej hrádze Dunaja</i> | <i>a föld alatti zárófal vonala a Duna védőgátjának víz felé néző oldalán</i> |
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                                              | <i>Harbour Park érintett terület</i>                                          |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                               | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                               |
| <i>prieskumná sonda</i>                                                          | <i>feltáró szonda</i>                                                         |





14. ábra Az árvízvédelmi föld alatti zárófal metszete

|                                                                                          |                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dunaj                                                                                    | Duna                                                                                      |
| terén                                                                                    | terep                                                                                     |
| predĺžený koberec s tesniacou fóliou                                                     | kibővített szőnyeg tömítőfóliával                                                         |
| koruna ochrannej hrádze                                                                  | a védőgát koronája                                                                        |
| zaťažovacie bermy                                                                        | terhelő padkák                                                                            |
| 10 – 15 m zhutnenej zeminy                                                               | 10–15 m tömörített föld                                                                   |
| 6 – 10 m pod úrovňou terénu                                                              | 6–10 m-rel a terepszint alatt                                                             |
| podzemná tesniaca stena (trysková injektáž)                                              | föld alatti zárófal (fűjt injektálás)                                                     |
| rozkyv bežne nízkych a bežne vysokých hladín podzemných vôd cca. 3 až 5 metrov od terénu | az általában alacsony és magas talajvízszintek ingadozása kb. 3–5 méterre a terepszinttől |
| báza sedimentov kvartérneho veku (cca. 18 m od terénu)                                   | negyedidőszaki üledékbázis (kb. 18 m-re a terepszinttől)                                  |

### 3.5 Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízkészlet kútjaiból történő talajvízkivétel

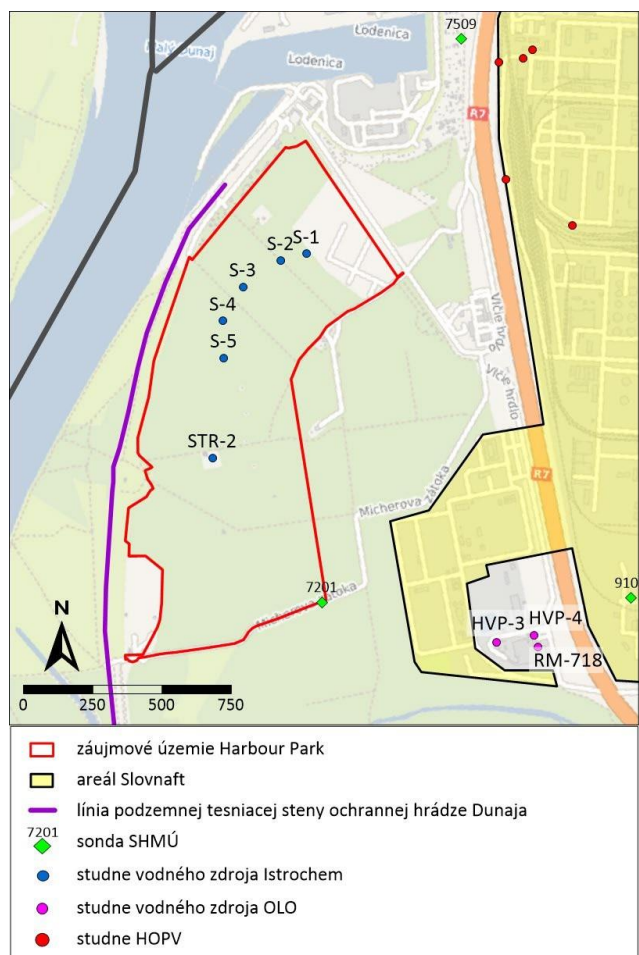
Az érintett terület közelében, szintén a HOPV kutak üzemeltetése által okozott depresszió hatására, az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészlet kútjai találhatók, 150 l.s-1 és 8 l.s-1 engedélyezett vízkivételi mennyiséggel. A 15. ábra mutatja a használatban lévő kutak elhelyezkedését.

A modellmegoldás bemeneteinek összeállításához a Szlovák Köztársaság Vízgazdálkodási mérlegéből (Belan M. et al., 2019–2020) rendelkezünk adatokkal az említett kutak átlagos vízkivételi mennyiségeit illetően (3. táblázat). A 4. táblázat részletes kivonatot tartalmaz a 2021-re bejelentett kivételekről az SHMÚ-adatbázisból. Normál működés esetén az Istrochem Reality a.s. kútjaiból a vízkivétel átlagosan kb. 30 l.s-1, az OLO a.s. kútjaiból pedig kb. 5 l.s-1.

Amint azt az alábbiakban bemutatjuk, az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészleteiből történő szokásos vízkivételek a talajvízszint 5 cm-es csökkenését okozzák az érintett terület keleti határán, és további 4 cm-es csökkenést a Slovnaft nyugati határán. A vízkivételnek az engedélyezett mennyiségre való esetleges növelése 21 cm-es csökkenést okozna az érintett terület keleti határán és 17 cm-es csökkenést a Slovnaft nyugati határán. Valójában néhány



évvel ezelőtt az Istrochem Reality a.s. vízkészletéből az engedélyezett vízkivétel elérte az 1000 l.s<sup>-1</sup> értéket. Ennek az állam által engedélyezett mennyiségnek a reális felhasználása jelentős változásokat eredményezne az érintett terület talajvízáramlásában. Ezt a mennyiséget a legutóbbi talajvíz-kivételi engedély frissítésekor a felhasználó kisebb vízigénye miatt a jelenlegi 150 l.s<sup>-1</sup> értékre csökkentették.



15. ábra Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészlet kutainak elhelyezkedése

|                                                         |                                              |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park érintett terület                |
| areál Slovaft                                           | Slovaft komplexum                            |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                   |
| studne vodného zdroja Istrochem                         | Istrochem vízkészlet kutak                   |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízkészlet kutak                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                   |

3. táblázat A Szlovák Köztársaság 2018 és 2020 közötti időszakra vonatkozó vízgazdálkodási mérlegeiben szereplő talajvízkivételek a vizsgált területről (Belan M. et al., 2019–2020)

2018

| Názov lokality            | Okres | Využitelné množstvá |                               |         | Zhodnotenie využívania     |         |                 |
|---------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|---------|----------------------------|---------|-----------------|
|                           |       | Kat.                | Množstvo (l.s <sup>-1</sup> ) | Kvalita | Odber (l.s <sup>-1</sup> ) | Využit. | Bilančný stav   |
| 4. Vlčie hrdlo, Istrochem | BA    | B                   | 158,00                        | V       | 37,23                      | V4      | uspokojivý 1,67 |
| Slovaft                   |       | C1                  | 1600,00                       |         | 1012,96                    |         |                 |



2019

| Názov lokality            | Okres | Využitelné množstvá |                                  |         | Zhodnotenie využívania        |         |                 |
|---------------------------|-------|---------------------|----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-----------------|
|                           |       | Kat.                | Množstvo<br>(l.s <sup>-1</sup> ) | Kvalita | Odber<br>(l.s <sup>-1</sup> ) | Využit. | Bilančný stav   |
| 4. Vlčie hrdlo, Istrochem | BA    | B                   | 158,00                           | V       | 46,36                         | V4      | uspokojivý 1,70 |
| Slovnaft                  |       | C1                  | 1600,00                          |         | 987,59                        |         |                 |

| Názov lokality                               | Okres | Využitelné množstvá |                                  |         | Zhodnotenie využívania        |         |                 |
|----------------------------------------------|-------|---------------------|----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-----------------|
|                                              |       | Kat.                | Množstvo<br>(l.s <sup>-1</sup> ) | Kvalita | Odber<br>(l.s <sup>-1</sup> ) | Využit. | Bilančný stav   |
| 5. Vlčie hrdlo (Istrochem)                   | BA    | B                   | 150,00                           | V       | 25,68                         | V4      | dobrý 5,84      |
| 6. Vlčie Hrdlo (OLO)<br>RM-718, HPV-3, HPV-4 | BA    | B                   | 8,00                             |         | 4,74                          | V4      | uspokojivý 1,69 |

2020

|                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| Využitelné množstvá    | Felhasználható mennyiségek |
| Zhodnotenie využívania | Felhasználás értékelése    |
| Názov lokality         | Helyszín neve              |
| Okres                  | Járás                      |
| Kat.                   | Kat.                       |
| Množstvo (l/s)-1       | Mennyiség (l/s)-1          |
| Kvalita                | Minőség                    |
| Odber (l/s)-1          | Kivétel (l/s)-1            |
| Využit.                | Felhaszn.                  |
| Bilančný stav          | Mérlegállapot              |
| Dobrý                  | Jó                         |
| Uspokojivý             | Kielégítő                  |

4. táblázat Az SHMŰ-adatbázisba bejelentett 2021. évi talajvízkivételek

| Szervezet neve                 | Kút    | x (S-JTSK) | y (S-JTSK)  | l.s-1<br>(2021) |
|--------------------------------|--------|------------|-------------|-----------------|
| Istrochem Reality a.s.         | S1     | -570572,00 | -1283925,00 | 0,76            |
| Istrochem Reality a.s.         | S2     | -570692,00 | -1283931,00 | 0,76            |
| Istrochem Reality a.s.         | S3     | -570820,00 | -1284030,00 | 0,76            |
| Istrochem Reality a.s.         | S4     | -570876,00 | -1284186,00 | 0,76            |
| Istrochem Reality a.s.         | S5     | -570882,00 | -1284316,00 | 0,76            |
| Istrochem Reality a.s.         | STR2   | -570919,55 | -1284665,17 | 28,66           |
| Odvoz a likvidácia odpadu a.s. | RM-718 | -569794,89 | -1285409,94 | 0,92            |
| Odvoz a likvidácia odpadu a.s. | HVP-3  | -569906,86 | -1285347,94 | 0,02            |
| Odvoz a likvidácia odpadu a.s. | HVP-4  | -569726,73 | -1285315,75 | 4,59            |

### 3.6 Istrochem vegyi szennyvízcsatorna

Az érintett területen az Istrochem I. vegyipari szennyvízcsatorna halad keresztül. A csatorna nyomvonala az 1. ábrán látható. Ugyanez az ábra mutatja azt a területet is, ahol határérték feletti szennyezőanyag-koncentrációt mértek a felszín alatti vizekben. A Szlovák Környezetvédelmi Ügynökség (SAŽP) környezetterhelési információs rendszerében a felszín alatti vizek szennyezése megerősített környezetterhelésként szerepel: SK/EZ/B2/2059; B2 (2059) / Bratislava – Főrv (Ružinov) – I. vegyipari szennyvízcsatorna; vegyszergyártás; vegyipari szennyvíz csővezeték szállítás. A talajvízben a beavatkozási

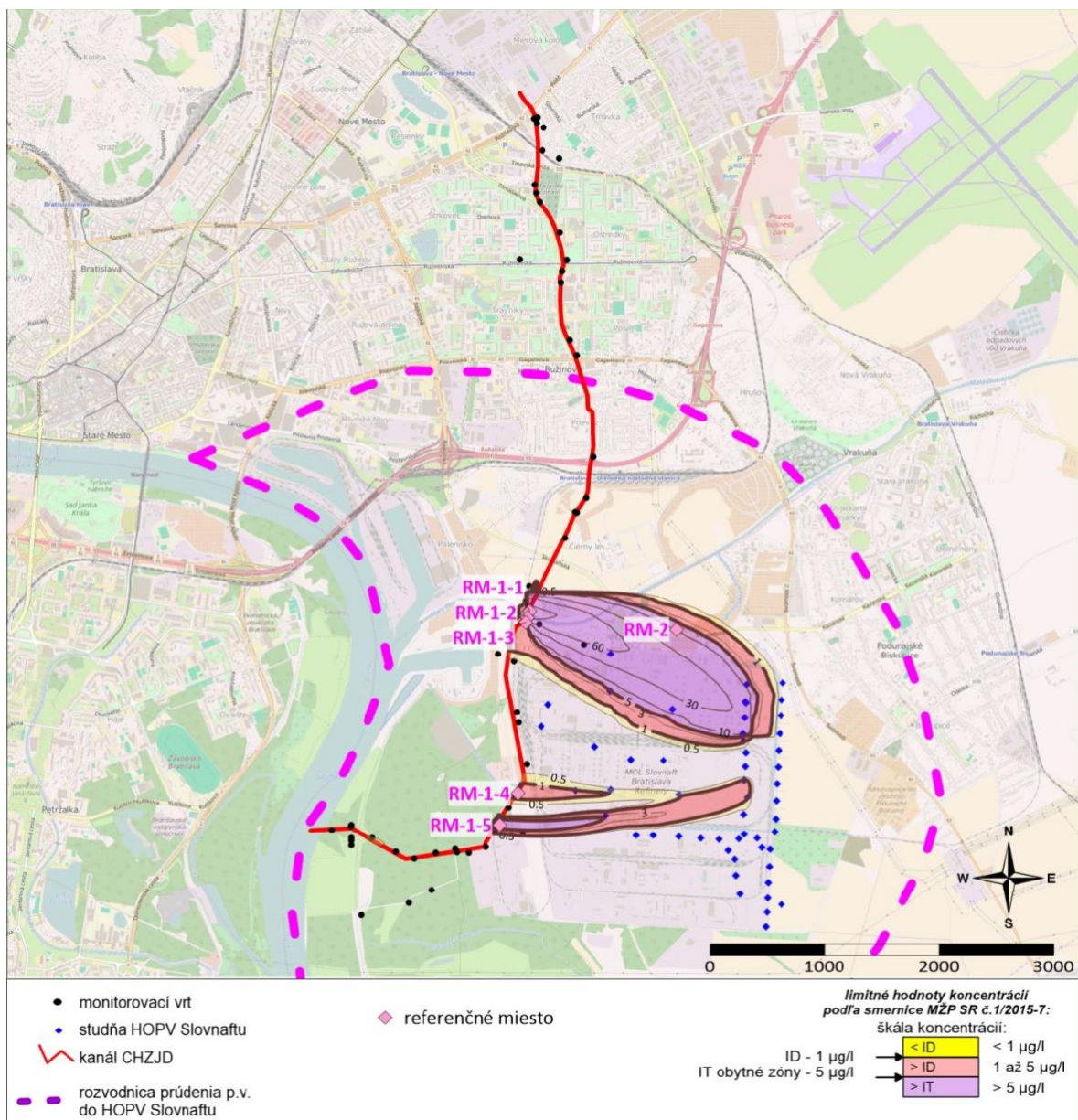


kritériumkoncentráció értékeit meghaladó legsúlyosabb anyagok (a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának 1/2015 – 7. sz. irányelve) az atrazin, atrazin-2-hidroxi, bentazon, HCH alfa, kloridazon, kloridazon-deszfenil, MCPP, prometrin, szimazin-2-hidroxi. A (Kovács T. et al., 2021) tanulmány szerint az érintett területen a csatorna a Kis-Duna területén és annak alsó szakaszán szennyezi a talajvizet. A 16. ábra szemléltetésképpen a talajvízben lévő peszticidkoncentrációk konzervatív módon számított területi eloszlását mutatja. Ez egy egyszerűsített, konzervatív számítás a legrosszabb lehetséges kockázat becslésére.

A csatornán keresztül szivárgó anyagok szennyezik a talajvizet. Az alsó részen a csatorna a Duna átlagos szintje alatt van vezetve. A Duna magasabb vízállásakor a csatorna a visszaáramlás révén megtelik a Duna vizével, és a csatornából a víz a talajvízbe szivárog, például az ellenőrzőaknákon keresztül.

A szennyezett talajvíz a Kis-Duna területéről, valamint a csatorna Duna-csatlakozása előtti területről a HOPV kutak irányába áramlik. A HOPV üzemeltetése során a szennyeződés nem hatolhat tovább a Csallóközbe. Az alábbiakban modellezéssel kimutattuk, hogy a tervezett kikötőtest építése által kiváltott talajvíz-áramlási változások lokálisan kihatással lehetnek a szennyezett területekről származó talajvíz szennyeződésének terjedési irányára. Emiatt azt javasoltuk, hogy a csatorna déli részén lévő talajvizet még a kikötőtest megépítése előtt szanálják, a csatornát pedig tömítsék le. A szanálás azonban jelenleg az állam részéről is tervben van.





16. ábra Az Istrochem I. vegyipari szennyvízcsatornából szivárgó, talajvízben kimutatható növényvédőszer-koncentrációk konzervatív esete (Kovács T. et al., 2021)

|                                                                |                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| monitorovací vrt                                               | monitoring fúrás                                                                                                   |
| studňa HOPV Slovnafu                                           | a Slovnaf HOPV kútja                                                                                               |
| kanál CHZJD                                                    | CHZJD csatorna                                                                                                     |
| rozvodnica prúdenia p.v. do HOPV Slovnafu                      | talajvízáramlás-elosztó a Slovnaf HOPV-hez                                                                         |
| referenčné miesto                                              | referenciapont                                                                                                     |
| limitné hodnoty koncentrácií podľa smernice MŽP SR č. 1/2015-7 | koncentrációs határértékek a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának 1/2015-7. sz. irányelve szerint |
| IT obytné zóny                                                 | IT lakóövezetek                                                                                                    |



## 4 A TALAJVÍZÁRAMLÁS NUMERIKUS MODELLJE

A talajvíz-áramlási modellt a MODFLOW program segítségével állítottuk össze (Harbaugh, A.W., 2005). A program két- vagy háromdimenziós talajvízáramlás numerikus szimulációjára szolgál anizotróp, heterogén víztartó rendszerben. A modellezés során a hozzáférés a szabad és a terhelt felszínen keresztül is lehetséges. A modell lehetővé teszi a külső források, például kutak, lokális szivárgások, drének, evapotranspiráció vagy csapadék hatásának elemzését. Lehetőség van továbbá elsőtől harmadik típusúig terjedő peremfeltételek alkalmazására. Az áramlást matematikailag leíró nemlineáris differenciálegyenlet-rendszer numerikus megoldása véges differenciák módszerével történik.

A bemutatott modell, amely részletesen foglalkozik az érintett terület tágabb környezetében lezajló áramlással, Csallóköz és Pozsony egész területén és a szomszédos negyedidőszaki víztartó rétegekben végbemenő talajvízáramlás átfogó modelljének felhasználásával készült. A csallóközi talajvízáramlás modelljét a NuSi s.r.o. állította össze, amely hosszú ideje folyamatosan pontosítja és használja azt.

A teljes modellterület kiterjedése a 17. ábrán látható. A kivett területet 357 sorból és 385 oszlopból álló véges differencia számítási hálóra osztottuk. A tervezett HARBOUR PARK projekt helyszínén és annak tágabb környezetében a számítási hálót 15x15 m-es méretű számítási blokkokra sűrítettük. A számítási blokkok mérete a háló szélei felé haladva fokozatosan 500x500 m-re nőtt. A 17. ábra a peremfeltételek típusait és helyét, valamint a vízellátó forrásokból történő modellezett talajvízkivételek helyét is mutatja. A peremfeltételek paramétereit a rendelkezésre álló felszíni és felszín alatti vízmegfigyelési adatokból, valamint a terep magassági modelljeiből és a modelláramlás tényleges áramlásra történő kalibrálásával határoztuk meg. A természetes peremfeltételek alkalmazásával Csallóköz és Pozsony egész területén és a szomszédos negyedidőszaki víztartó rétegekben elkerültük a végzetes pontatlanságokat, amelyek rontották volna a modellezési eredményeket és a modell előrejelzési képességeit. Ezek a „közele” mesterséges peremfeltételek megállapításával álltak volna be, pl. a HOPV depresszió vagy a vízellátó források hatókörében. Figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a HOPV vízkivétel hidraulikai hatása nagy területre terjed ki.

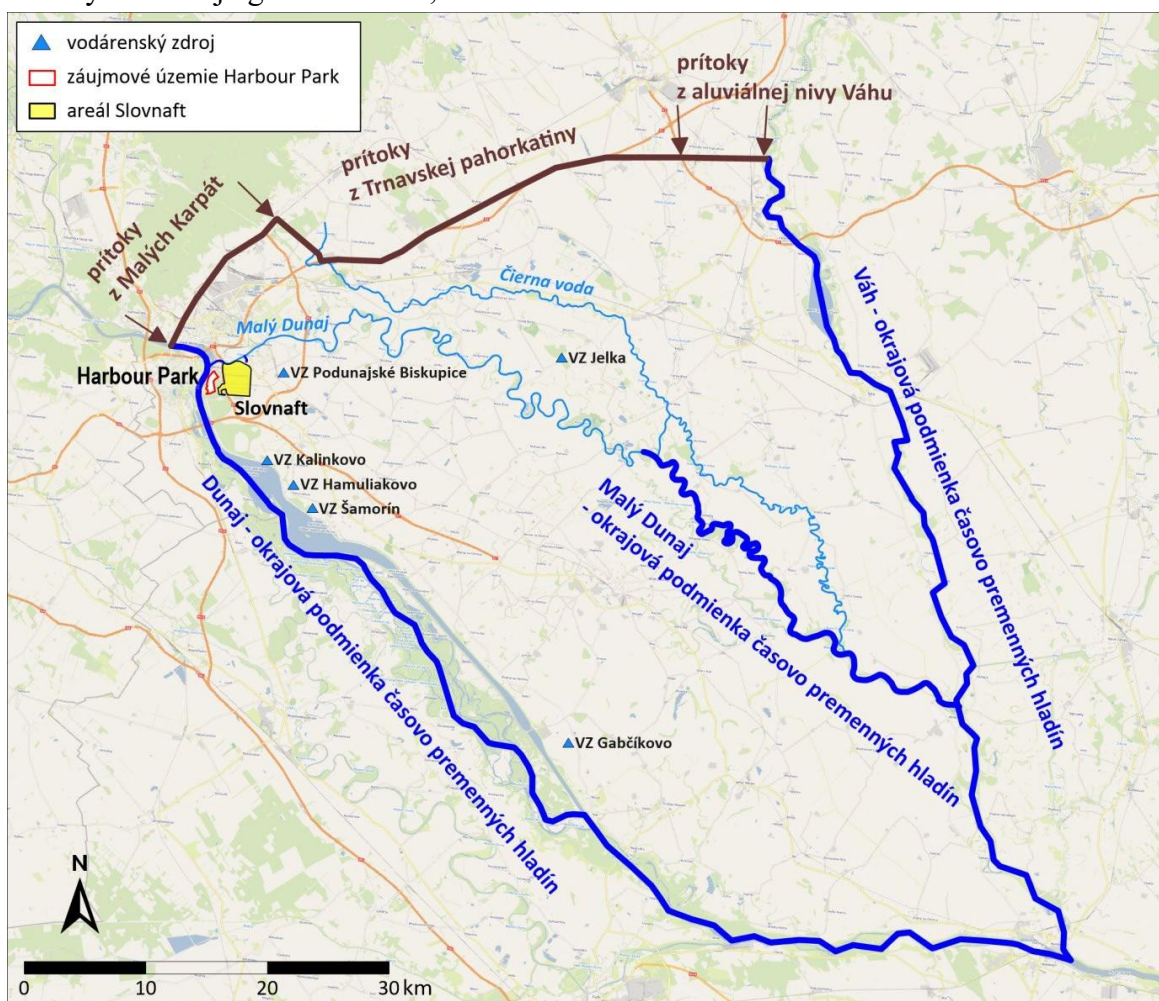
A 18. ábra részletesebben jellemzi a modellezett megoldás és peremfeltételeinek helyzetét az érintett terület tágabb környékén. Az érintett területen a modell területalapú. A modell segítségével meghatároztuk a nem állandósult talajvíz-áramlási viszonyokat a Duna vízszintjének valós változásai és a HOPV kutak vízkivételi mennyiségeinek változásai során. A Duna vízszintjeinek változó peremfeltételét a pozsonyi Propeler vízmércénél végzett SHMÚ vízszintmegfigyelések alapján állítottuk össze. A Duna folyásának mentén a vízszintek a Hrušovi víztározó irányába csökkentek, és ingadozásaik a Hrušovi víztározóban megfigyelt szintekre mérséklődtek.

A nem állandósult talajvízáramlás kalibrációs számításaiban az időt a vizsgált időszakban diszkretizálni kellett. Az időszak hossza 5 nap volt, a Duna átlagos vízszintje pedig állandó.





Amint azt már említettük, a vízszint átmenete a pozsonyi vízmércétől a Hrušovi víztározó alacsonyabb szintjéig nem lineáris, de a csökkenés az áramlás mentén változik.



17. ábra A talajvíz-áramlási modell területének elhelyezkedése

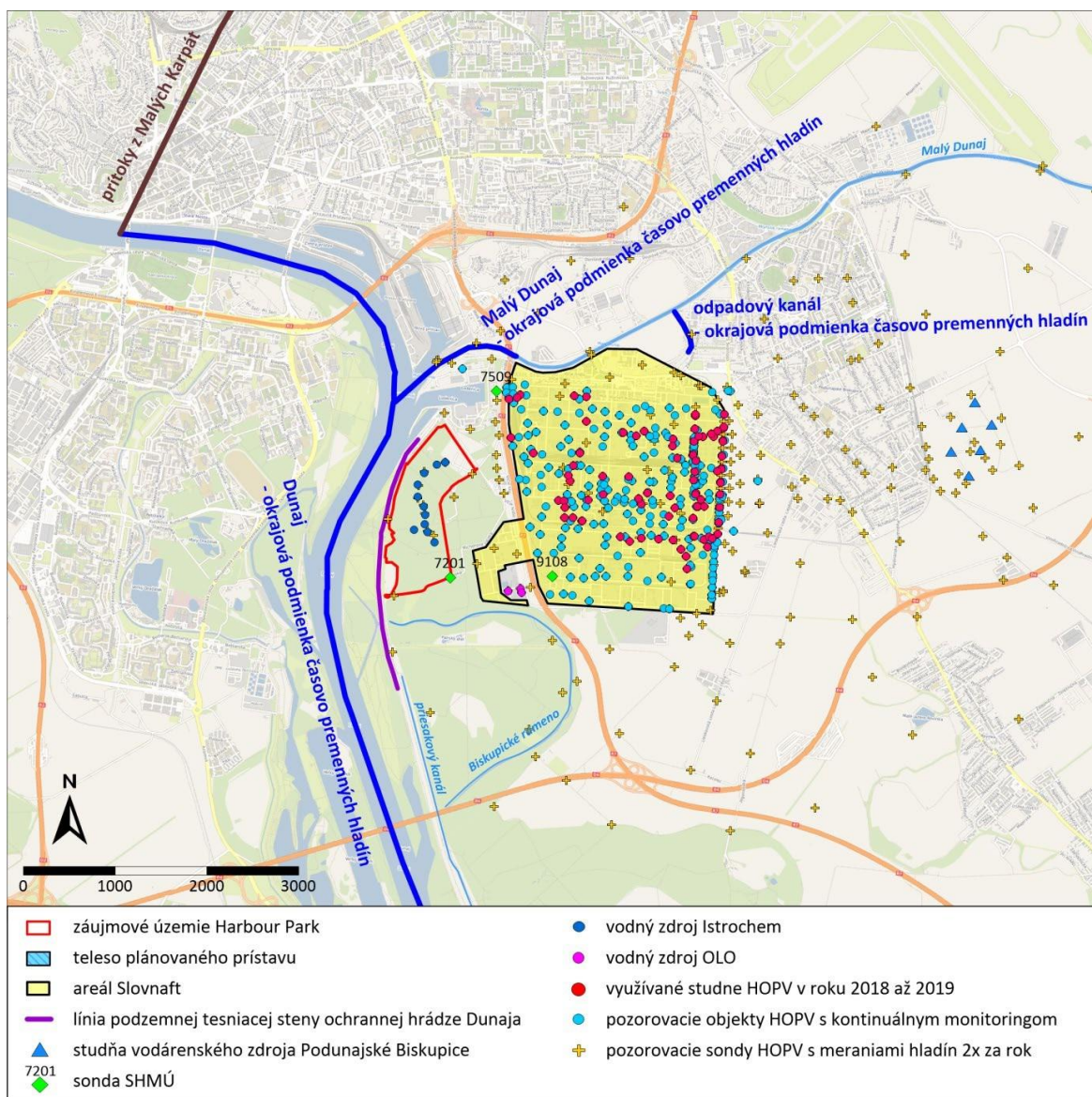
|                                                          |                                                  |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| prítoky z Malých Karpát                                  | mellékfolyók a Kis-Kárpátokból                   |
| prítoky z Trnavskej pahorkatiny                          | mellékfolyók a Nagyszombati-dombvidékről         |
| prítoky z aluviálnej nivy Váhu                           | mellékfolyók a Vág hordalékos árteréből          |
| Dunaj – okrajová podmienka časovo premenných hladín      | Duna – időben változó szintek peremfeltétele     |
| Malý Dunaj – okrajová podmienka časovo premenných hladín | Kis-Duna – időben változó szintek peremfeltétele |
| Váh – okrajová podmienka časovo premenných hladín        | Vág – időben változó szintek peremfeltétele      |

Ezeket a változásokat számítással nem lehet pontosan meghatározni. Mivel a Duna vízszintjének mérései nem álltak rendelkezésre az érintett terület szakaszán, a bemutatott kezdeti modellben a kalibrációs folyamat során a vízszintek átszámítását közvetve, a talajvízszintek alakulásából határoztuk meg. Ez az átszámítás sikeres volt a HOPV üzemeltetés hatásainak megfigyelése során az expedíciós mérések segítségével észlelt tényleges talajvízszintek tartományán belül (12. ábra). A Duna többi alacsonyabb és magasabb vízszintje esetében a Duna vízszintjeinek átszámítási összefüggéseit extrapoláltuk, anélkül, hogy a megfigyelési adatok alapján pontosabban ellenőrizhettük volna azokat. Így a modellszámításokba némi bizonytalanság is bekerült. Erős a feltételezés azonban, hogy ezek a hibák nem lényegesek, és többnyire a biztonság oldalán jelentkeznek. Ez azt jelenti, hogy a Duna magas vízszintjei mellett a számítások bizonytalanságát inkább a modellezett



magasabb talajvízszintek felé orientáltuk. A talajvízáramlás határeseteihez nem állandósult áramlásban modelleztük a Duna 2013 júniusában mért maximális vízállásait egy nagyon magas vízálláshullám során (a Duna legmagasabb mért vízállása Pozsonyban 1889 óta).

A VD Gabčíkovo duzzasztógát területén egy vízzáró föld alatti árvízvédelmi falat modelleztünk annak valós helyén és mélységtartományában, amint azt a 13. és 14. ábra mutatja.



18. ábra A talajvíz-áramlási modell területének helyzete – az érintett terület tágabb környezetének részlete

|                                                             |                                                           |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| prítoky z Malých Karpát                                     | mellékfolyók a Kis-Kárpátokból                            |
| Malý Dunaj - okrajov podmienka časovo premenných hladín     | Kis-Duna – időben változó szintek peremfeltétele          |
| odpadový kanál - okrajov podmienka časovo premenných hladín | szennyvízcsatorna – időben változó szintek peremfeltétele |
| Dunaj - okrajov podmienka časovo premenných hladín          | Duna – időben változó szintek peremfeltétele              |
| zaujmové územie Harbour Park                                | Harbour Park érintett terület                             |
| teleso plánovaného prístavu                                 | a tervezett kikötő teste                                  |

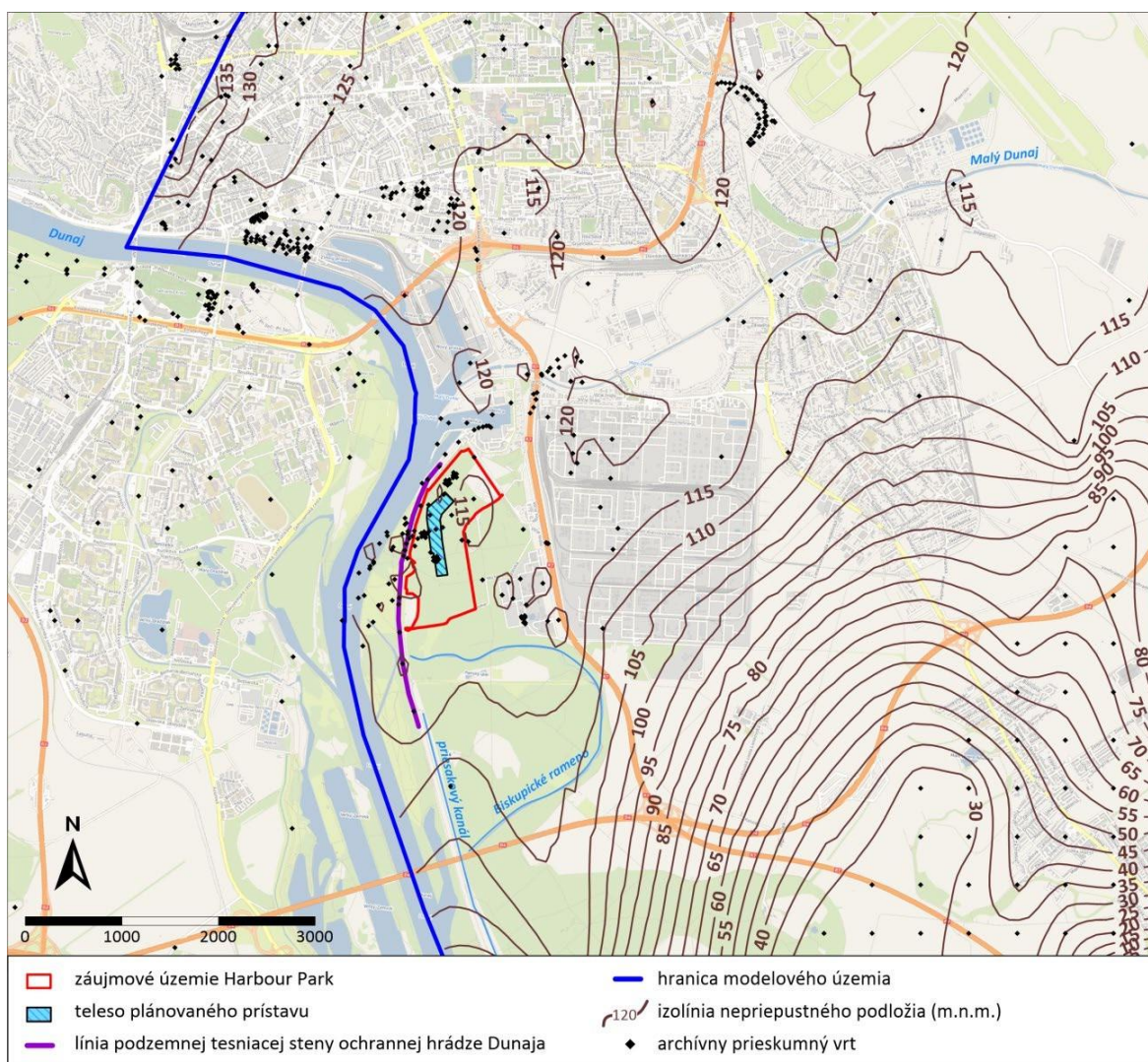




|                                                                |                                                                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>areál Slovnaft</i>                                          | <i>Slovnaft komplexum</i>                                       |
| <i>linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i> | <i>dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala</i>             |
| <i>studňa vodárenského zdroja Podunajské Biskupice</i>         | <i>a Pozsonypüspöki (Podunajské Biskupice) vízkészlet kútja</i> |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                              | <i>SHMÚ szonda</i>                                              |
| <i>vodný zdroj Istrochem</i>                                   | <i>Istrochem vízkészlet</i>                                     |
| <i>vodný zdroj OLO</i>                                         | <i>OLO ízkészlet</i>                                            |
| <i>• využívané studne HOPV v roku 2018 a 2019</i>              | <i>• 2018-ban és 2019-ben használt HOPV kutak</i>               |
| <i>pozorovacie objekty HOPV s kontinuálnym monitoringom</i>    | <i>HOPV megfigyelő objektumok folyamatos monitorozással</i>     |
| <i>pozorovacie sondy HOPV s merianiami hladín 2x za rok</i>    | <i>HOPV megfigyelő szondák szintméréssel évente 2x</i>          |

A Kis-Dunához a Dunához kötődő és időben változó I. típusú peremfeltételt adtunk meg a Dunához való csatlakozásától a Malé Pálenisko melletti feltöltő objektumig időben változó szintekben. A feltöltő objektum mögötti szintugrás után a Kis-Duna változó alacsonyabb szintjeit is modelleztük mint peremfeltételt a 18. ábrán látható szakaszon. A kalibrálás során azt is nagy bizonyossággal megállapítottuk, hogy a talajvízáramlásra a Slovnaft szennyvízcsatorna is hatást gyakorol, minimálisan a 18. ábrán látható szakaszon. Ha itt nem lenne jelen a talajvízáramlásra gyakorolt hatás, akkor a víztartó réteg vezetőképességi paramétereinek teljesen irreálisnak kellene lenniük.

A HOPV kutak esetében a HOPV üzemelés során a kutak folyamatos megfigyeléséből meghatározott változó vízkivételi mennyiségeket és a megengedett összesített vízkivételi mennyiséget modelleztük. A Duna vízszintjeihez hasonlóan az egyes HOPV kutak változó vízkivételi mennyiségeit is 5 napos időintervallumokra diszkretizáltuk. Alternatívaként modelleztük az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészletek kútjaiban a jelenlegi állandó vízkivételi mennyiségeket vagy az engedélyezett vízkivételi mennyiségeket.



19. ábra A negyedidőszaki és neogén üledékek határfelületének izovonalai

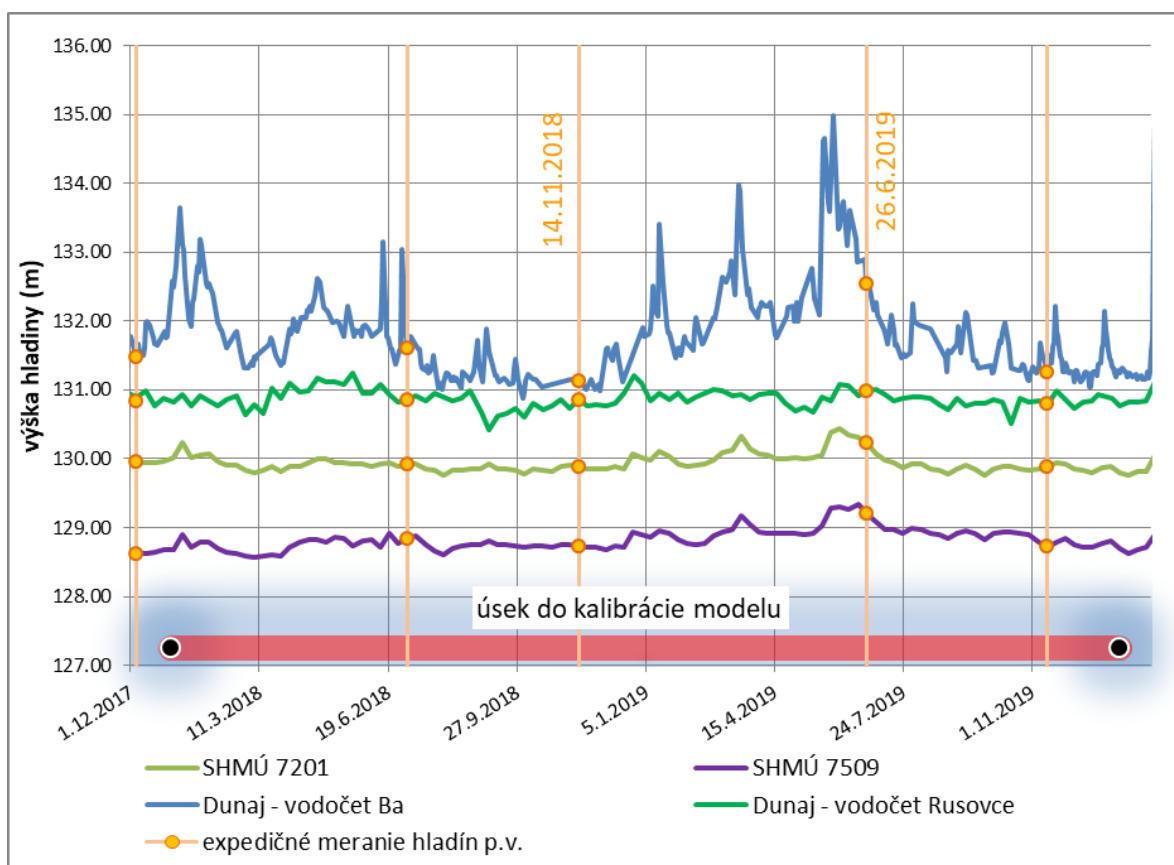
|                                                         |                                                      |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park érintett terület                        |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                             |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala         |
| hranica modelového územia                               | a modellterület határa                               |
| izolína nepriepustného podlažia (m.n.m.)                | a vízzáró altalaj szigetelése (m tengerszint felett) |
| archívny prieskumný vrt                                 | archív feltáró fúrás                                 |

A negyedidőszaki kavicsos homokból álló víztartó réteget alulról a negyedidőszaki és neogén üledékek határfelületével határoltuk. Az érintett terület távolabbi, tágabb térségében ezt a felületet az archív fúrások litológiai profiljainak adatai és a DANREG-tanulmányban (Pristaš et al., 1996; DANREG) publikált geofizikai mérések alapján állítottuk össze. Az érintett területen és annak környékén az erre a területre vonatkozó adatokat a (Šujan M. et al., 2022) tanulmányból vettük át, amely a geológiai és hidrogeológiai környezetet jellemző modellmegoldás bemeneteinek igen részletes elemzésére és meghatározására irányult. A 19. ábra mutatja a negyedidőszaki víztartó réteg alsó határának így kialakult területét.



## 5 MODELL KALIBRÁLÁS

A modell kalibrálása során a peremfeltételek paramétereit és a víztartó réteg hidraulikai paramétereit úgy változtattuk, hogy a modellezett vízszintmagasságok a lehető legjobban egyezzenek a mért szintekkel. A modellt a 2018.01.01. és 2020.01.08. közötti időszakban mért talajvízszintekre kalibráltuk, amint azt a 20. ábra mutatja.



20. ábra A modell kalibrálás időszaka 2018.01.01. és 2020.01.08. között

|                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| SHMÚ 7201                     | SHMÚ 7201                         |
| Dunaj – vodočet Ba            | Duna – Pozsonyi vízmérce          |
| expedičné meranie hladín p.v. | talajvízszintek expedíciós mérése |
| SHMÚ 7509                     | SHMÚ 7509                         |
| Dunaj – vodočet Rusovce       | Duna – Rusovcei vízmérce          |

A numerikus talajvíz-áramlási modell kalibrálásához a NuSi vállalat által kifejlesztett eredeti módszert és az OPT szoftvert használtuk. Ez lehetővé tette számunkra, hogy a Duna vízszintjének változása és a HOPV kutakból történő vízkivételi mennyiségek változása során a kalibrációs időszak alatt a talajvízáramlás numerikus megoldását folyamatos talajvízáramlással fokozatosan közelítsük.

Az alkalmazott peremfeltételek és forrásfeltételek jellemzőit a fentiekben ismertettük. A kalibrációs intervallumban az egyes HOPV kutak időben változó vízkivételi mennyiségeit modelleztük a 10. ábrán látható kumulatív mennyiségekben úgy, ahogyan azokat



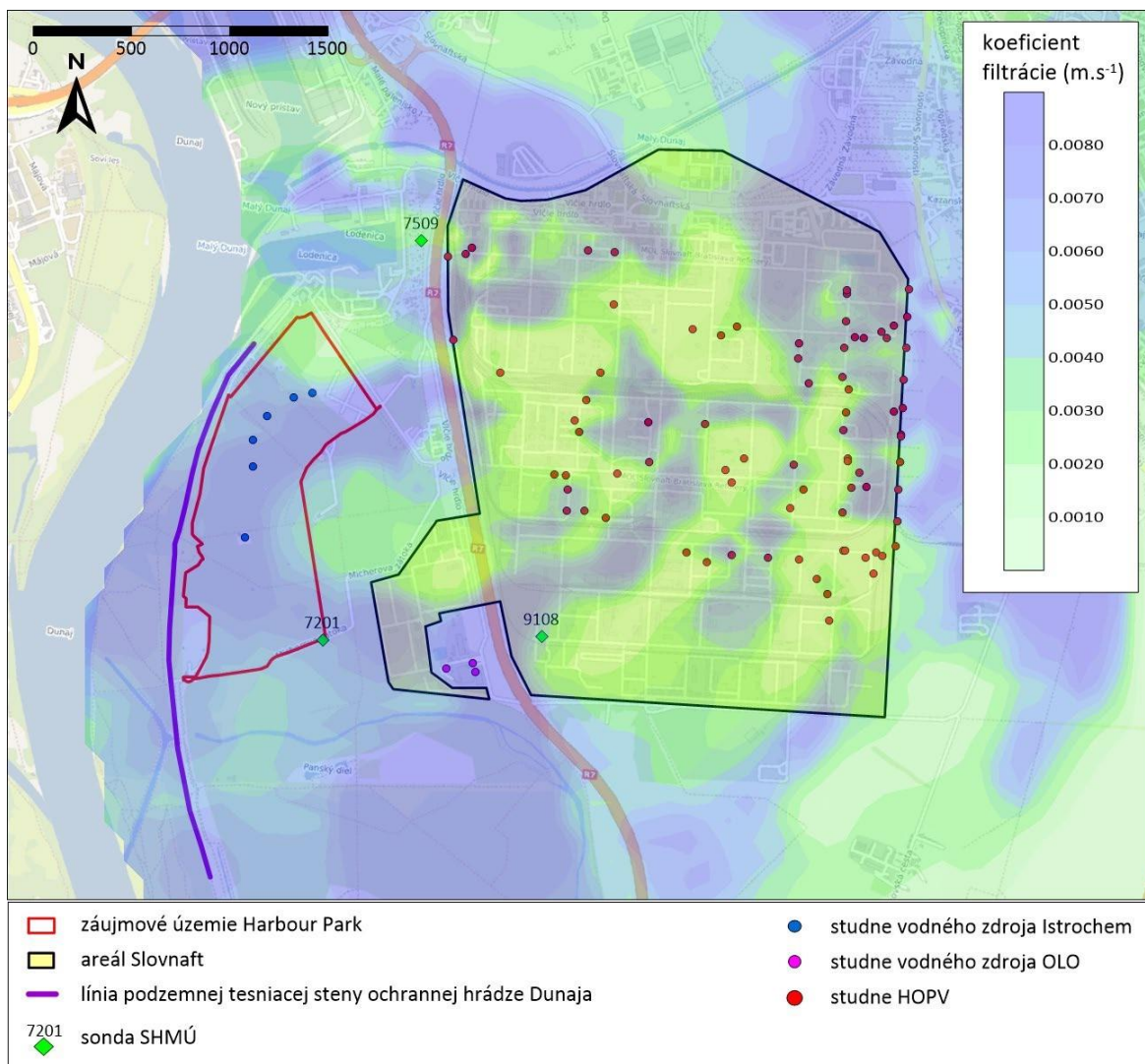
a megfigyelésből nyertük. A Dunán a pozsonyi és a rusovcei vízmércén mért szintekből levezetett változó vízszintek peremfeltételét modelleztük (20. ábra). Mint fentebb említettük, ez egy összetett dinamikus viszony (6. ábra), amelyet a jövőben a Duna vízszintjének tényleges méréseivel kell majd felváltani az érintett terület szakaszán. A kezdeti modellben a Duna mentén a szintek változásának összefüggése a kalibráció tárgyát képezte. Olyan dinamikus interpolációt választottunk, amely a leginkább illeszkedik a talajvízszinteknek a monitorozott kutakban mért rezsimváltozásaihoz.

A szűrési együtthatók kiindulási értékeit a (Šujan M. et al., 2022) tanulmányból vettük át, amelyben a szemcseméret-elemzésekből és a vízkivételi próbák értékeléseiből származó archív adatokat dolgozták fel az érintett helyszínen erre a paraméterre vonatkozóan. A modellterület többi, távolabbi részén a Geofondban archivált vízkivételi próbákból származó szűrési együtthatók értékeit használtuk fel. A kalibrálás során a szűrési együtthatók értékeit a peremfeltételekkel és a készletegyütthatókkal együtt a modellezett területen úgy állítottuk be, hogy a modell és a valóság közötti egyezést a modellkalibrálási időszak alatt a fent leírt bizonytalanságokon belül optimalizáljuk. Az OPT programban optimalizálási eljárásokat alkalmaztunk, amelyekben összehasonlítottuk a tényleges és a modellezett dinamikusan változó szinteket a HOPV üzemeltetés megfigyeléséből származó, SHMÚ-szondákkal kiegészített valamennyi folyamatosan megfigyelt fűrásnál. A módszer nagyban függ a talajvízáramlás megfelelő értelmezésétől a kalibrált terepi körülmények között. A számításokba itt elsősorban a fent említett bizonytalanságok léptek be, amelyek a Duna és a Slovnaft telephely közötti területen a megfigyelt kutak elégtelen sűrűségével, valamint azzal kapcsolatosak, hogy a területen meglévő kutakat nem monitorozzák folyamatos idősorokban, megfelelő monitorozási sűrűséggel. További bizonytalanságok voltak a vízkivételi fűrások szintjeinek értelmezésében azok szintugrásainak tekintetében, a HOPV fűrások vízkivételi mennyiségeire vonatkozó inkonzisztens adatokból eredő bizonytalanságok, valamint a talajvíznyomásszintek meghatározásának módjára vonatkozó információk hiánya a talajvíz szintjén kőolajfázissal rendelkező fűrásokban. Ennek következtében a Slovnaft telephelyén, azaz a HOPV vízkivétel által okozott depresszió középpontjában a rendelkezésre álló adatok alapján nem lehetett kellő pontossággal értelmezni a talajvíz áramlását. Nem szabad megfeledkezni a Duna vízszintjének meghatározásában rejlő bizonytalanságokról sem az érintett terület szakaszán. Ezek a bizonytalanságok a jövőben elsősorban a Dunán egy vízmérce megépítésével, valamint a Duna és a Slovnaft közötti területen a talajvízszint mérésére szolgáló monitoringhálózat kiegészítésével küszöbölhetők ki.





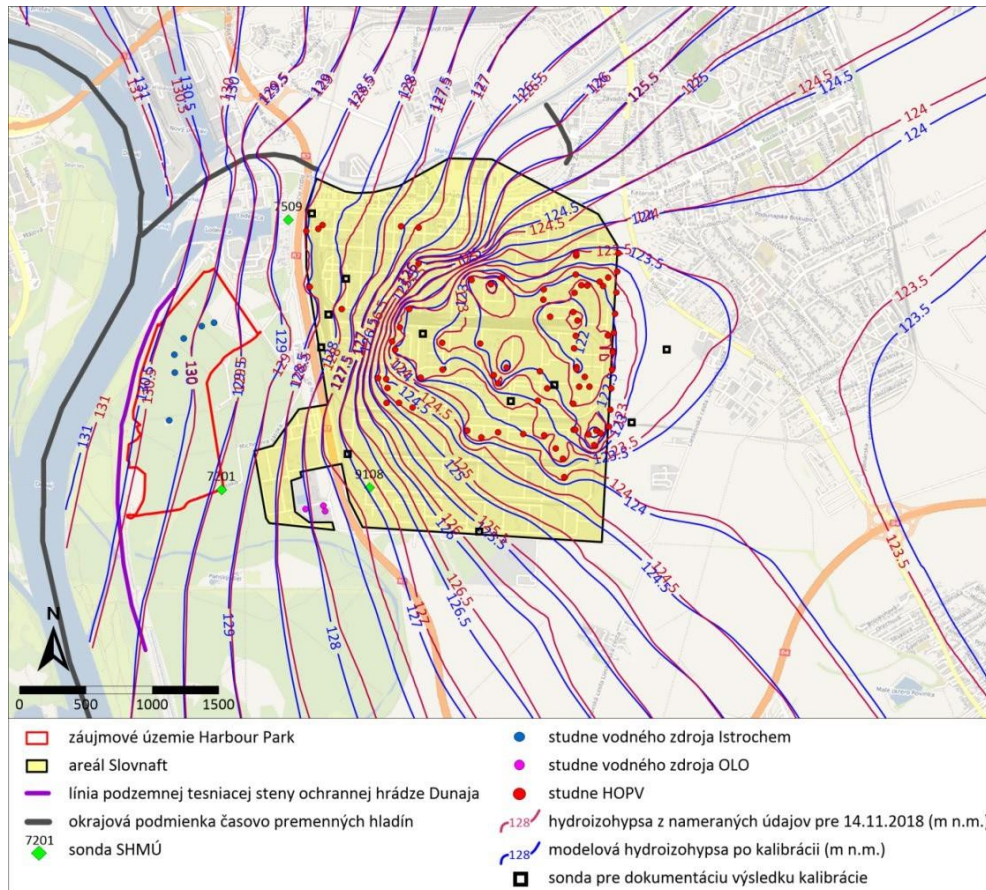
A 21. ábra a szűrési együtthatók kalibrált értékeinek kapott területi eloszlását mutatja.



21. ábra A szűrési együtthatók kapott értékeinek izovonalai

|                                                        |                                              |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| zaujmové územie Harbour Park                           | Harbour Park érintett terület                |
| areál Slovnafť                                         | Slovnafť komplexum                           |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala |
| sonda SHMÚ                                             | SHMÚ szonda                                  |
| studne vodného zdroja Istrochem                        | Istrochem vízkészlet kutak                   |
| studne vodného zdroja OLO                              | OLO vízkészlet kutak                         |
| studne HOPV                                            | HOPV kutak                                   |

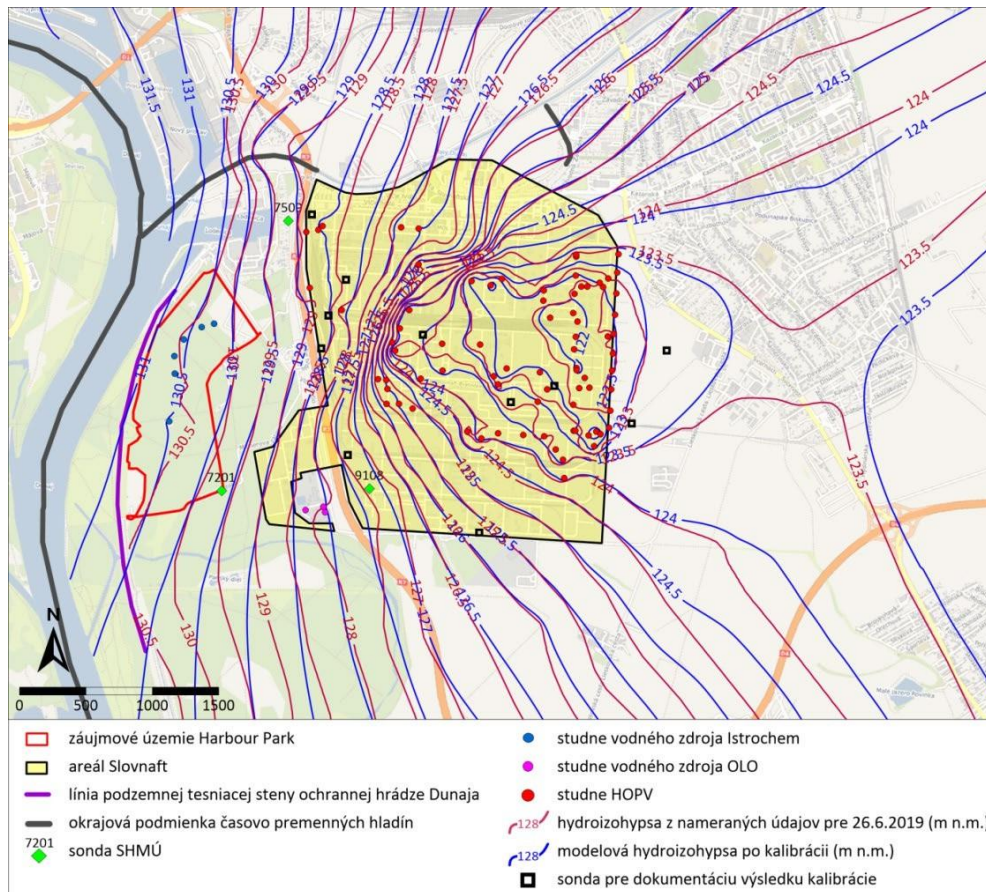
A kalibrálás eredményének bemutatására a 22. ábra a modellezett és a mért nem állandósult hidroizohipszis összehasonlítását mutatja be a 2018.11.14-i közepes talajvízszintek, a 23. ábra pedig a 2019.06.26-i magasabb talajvízszintek idején. Valójában mindkét szint a nem állandósult állapotú talajvízáramlás modellezésében is fennállt. Figyelembe véve a fent említett objektív bizonytalanságokat, a kapott egyezés nagyon jó.



|                                                                  |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                              | <i>Harbour Park érintett terület</i>                                          |
| <i>areál Slovnafť</i>                                            | <i>Slovnafť komplexum</i>                                                     |
| <i>línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>   | <i>dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala</i>                           |
| <i>okrajová podmienka časovo premenných hladín</i>               | <i>időben változó szintek peremfeltétele</i>                                  |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                | <i>SHMÚ szonda</i>                                                            |
| <i>studne vodného zdroja Istrochem</i>                           | <i>Istrochem vízkészlet kutak</i>                                             |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                 | <i>OLO vízkészlet kutak</i>                                                   |
| <i>hydroizohypsa z nameraných údajov pre 14.11.2018 (m.n.m.)</i> | <i>hidroizohipszis a 2018.11.14-i mérési adatokból (m tengerszint felett)</i> |
| <i>modelová hydroizohypsa po kalibrácii (m.n.m.)</i>             | <i>modellezett hidroizohipszis a kalibrálás után (m tengerszint felett)</i>   |
| <i>sonda pre dokumentáciu výsledku kalibrácie</i>                | <i>szonda a kalibrálási eredmények dokumentálásához</i>                       |

22. ábra Nem állandósult mért és modellezett hidroizohipszisek 2018.11.14-i összehasonlítása





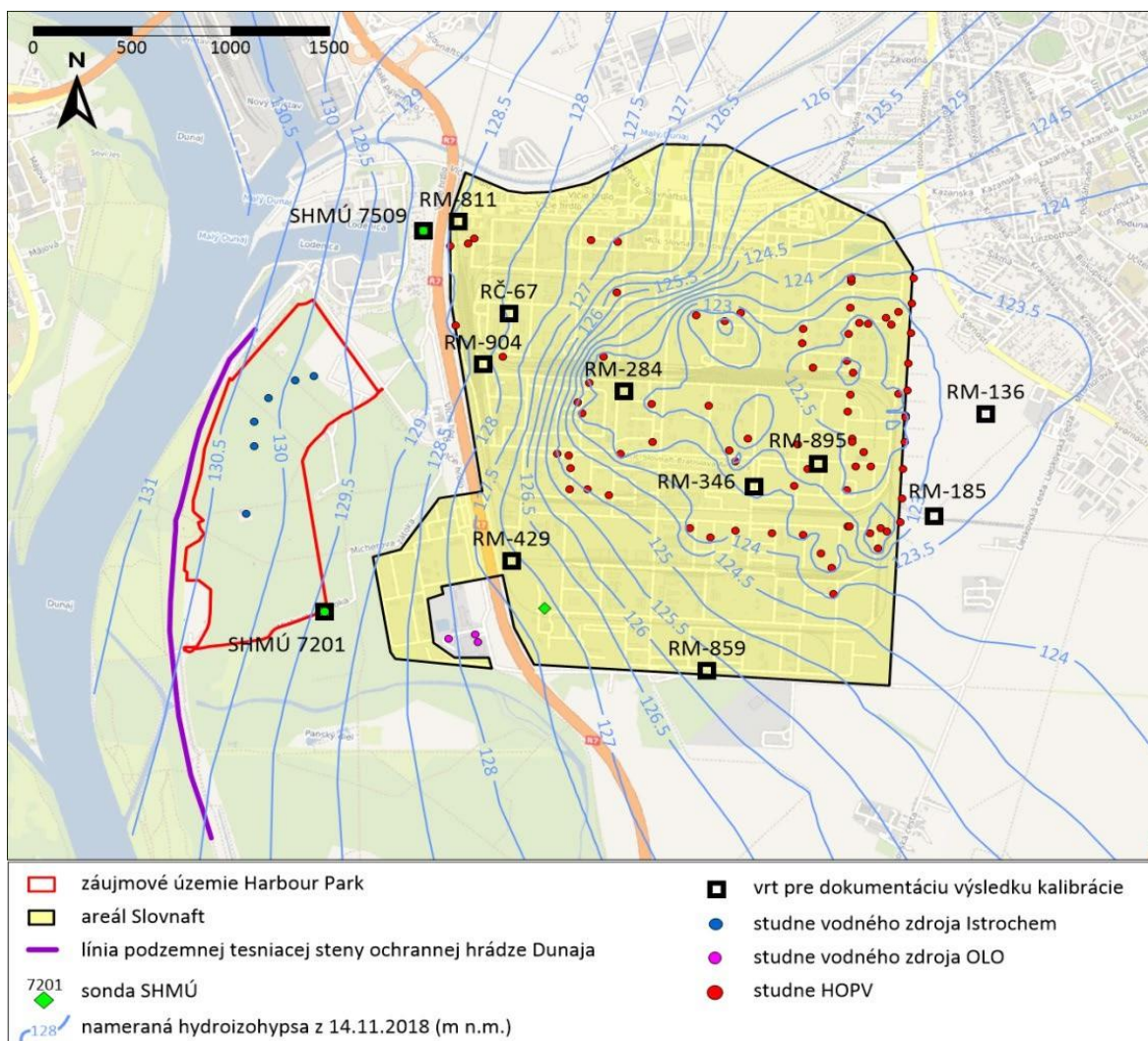
23. ábra Nem állandósult mért és modellezett hidroizohipszisek 2019.06.26-i összehasonlítása

|                                                                 |                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                             | <i>Harbour Park érintett terület</i>                                          |
| <i>areál Slovnaft</i>                                           | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                     |
| <i>línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>  | <i>dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala</i>                           |
| <i>okrajová podmienka časovo premenných hladín</i>              | <i>időben változó szintek peremfeltétele</i>                                  |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                               | <i>SHMÚ szonda</i>                                                            |
| <i>studne vodného zdroja Istrochem</i>                          | <i>Istrochem vízkészlet kutak</i>                                             |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                | <i>OLO vízkészlet kutak</i>                                                   |
| <i>hydroizohypsa z nameraných údajov pre 26.6.2019 (m.n.m.)</i> | <i>hidroizohipszis a 2019.06.26-i mérési adatokból (m tengerszint felett)</i> |
| <i>modelová hydroizohypsa po kalibrácii (m.n.m.)</i>            | <i>modellezett hidroizohipszis a kalibrálás után (m tengerszint felett)</i>   |
| <i>sonda pre dokumentáciu výsledku kalibrácie</i>               | <i>szonda a kalibrálási eredmények dokumentálásához</i>                       |

Az ábrák azt mutatják, hogy a modellezett áramlás szinte teljesen megegyezik a tényleges áramlással, különösen az érintett területen, valamint a Duna és a Slovnaft között. Éppen ez a terület képezi a bemutatott modellmegoldás tárgyát. A többi területen is nagyon jó az egyezés, mégpedig a Slovnaft területén a HOPV kutak vízkivétele által okozott depresszió területén. A modell és a valóság közötti egyezés a Csallóköz egész területére is kiterjed. Az a tény, hogy a vizsgált terület tágabb környezetében is kiváló kalibrációs eredményt értünk el, egészen a természetes peremfeltételekig, indokolja annak lehetőségét, hogy



a modellmegoldást különböző beavatkozások esetén a talajvízáramlás előrejelzésére használjuk a vizsgált területen.



24. ábra A dinamikus talajvíz-áramlási modell és a valóság közötti egyezés bemutatásához kiválasztott fúrások helyzete

|                                                        |                                                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                           | Harbour Park érintett terület                            |
| areál Slovaft                                          | Slovaft komplexum                                        |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala             |
| sonda SHMÚ                                             | SHMÚ szonda                                              |
| nameraná hydroizohypsa z 14.11.2018 (m.n.m.)           | mért hydroizohipszis, 2018.11.14. (m tengerszint felett) |
| vrt pre dokumentáciu výsledku kalibrácie               | fúrás a kalibrálási eredmények dokumentálásához          |
| studne vodného zdroja Istrochem                        | Istrochem vízkészlet kutak                               |
| studne vodného zdroja OLO                              | OLO vízkészlet kutak                                     |
| studne HOPV                                            | HOPV kutak                                               |

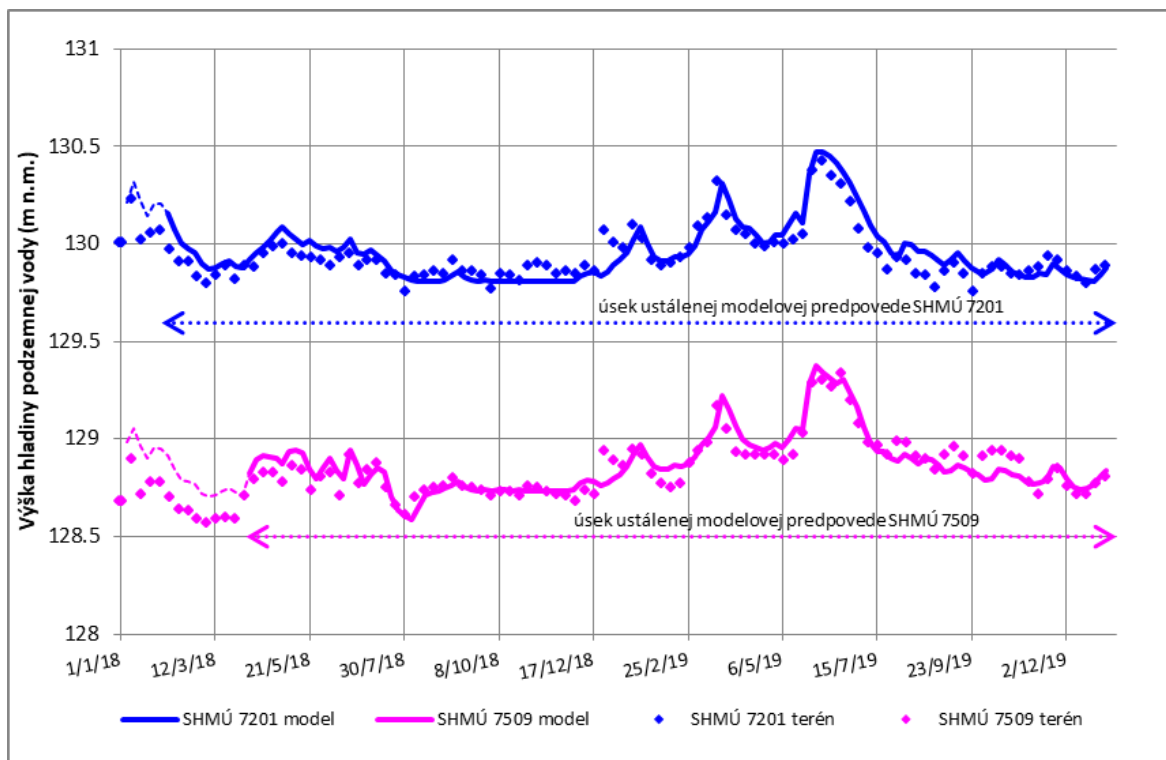
Annak a ténynek a bemutatására, hogy a 22. és 23. ábrán bemutatott, időben elszigetelt szintek mellett a modell nagyon jó összhangban van a valósággal a talajvízáramlás dinamikus fejlődése tekintetében is a 2018-as és 2019-es kalibrációs időszakban, a 25–28. ábrák a modellterület különböző részein található fúrásokban mért és modellezett talajvízszintek időbeli alakulásának





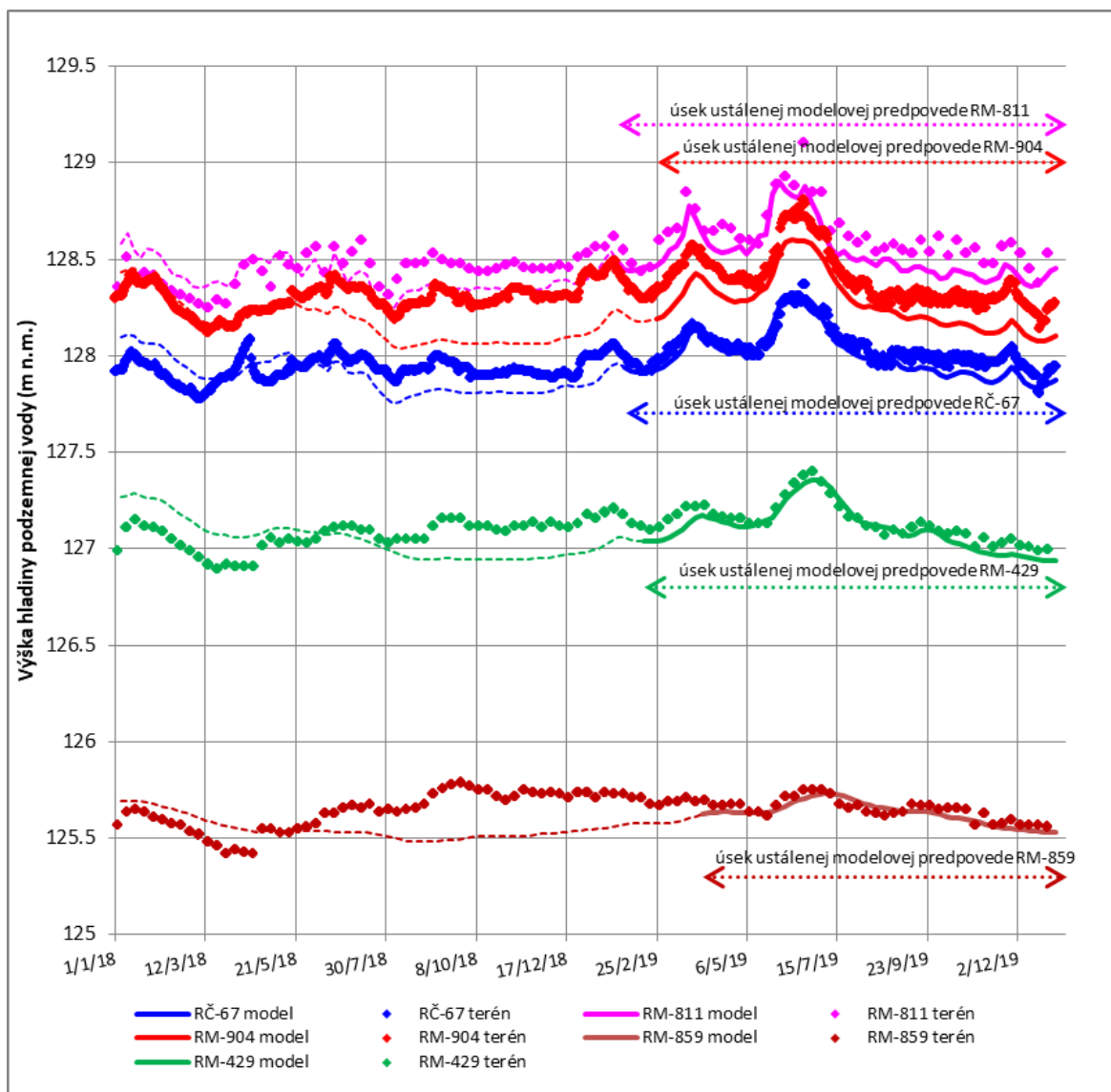
összehasonlítását mutatják. A mért talajvízszintek és a modellezett talajvízszintek közötti egyezést dokumentáló fúrások elhelyezkedését a 24. ábra mutatja.

Minél távolabb helyezkedik el az objektum a Dunától, annál hosszabb időbe telt, amíg a modell elérte a mért szinthez hasonló szinteket. Ugyanis egy konkrét helyen az áramlást a Duna különböző szakaszain uralkodó korábbi állapotok befolyásolják, ahonnan a talajvíz különböző időpontokban áramlik a vizsgált helyre. A modellnek bele kellett foglalnia a számításba a Dunától a vizsgált területig terjedő talajvízáramlás teljes intervallumát. Például az RM-136 és RM-185 fúrások a HOPV üzemeltetése által kiváltott depressziónak a Dunához képesti ellentétes oldalán találhatók. A víz a Duna északi és déli szakaszairól, viszonylag távoli területekről áramlik feléjük. Amint azt a 28. ábra mutatja, ezeken a pontokon a modellnek közel 500 napos időszakot kellett figyelembe vennie, mielőtt a modellezett előrejelzés állandósult, és bekövetkezett a valósággal való egyezés. Vagy másképpen fogalmazva, az RM-136 és RM-185 fúrások szintjeit a Duna időbeli alakulása generálja, amely a szintmérést megelőző 500 napos intervallumba integrálódik. A közeli SHMU 7201 és SHMU 705 fúrásokban (25. ábra) a modellezett és a mért szintek közötti egyezés kevesebb mint 100 nap után következett be. A kalibrációt dokumentáló diagramon azokat a szakaszokat jelöltük, amelyekben egy adott megfigyelt helyen a modellezett megoldás már integrálja a talajvízáramlást meghatározó összes korábbi hatást, és így a modellezett előrejelzés már állandósult (hiteles).



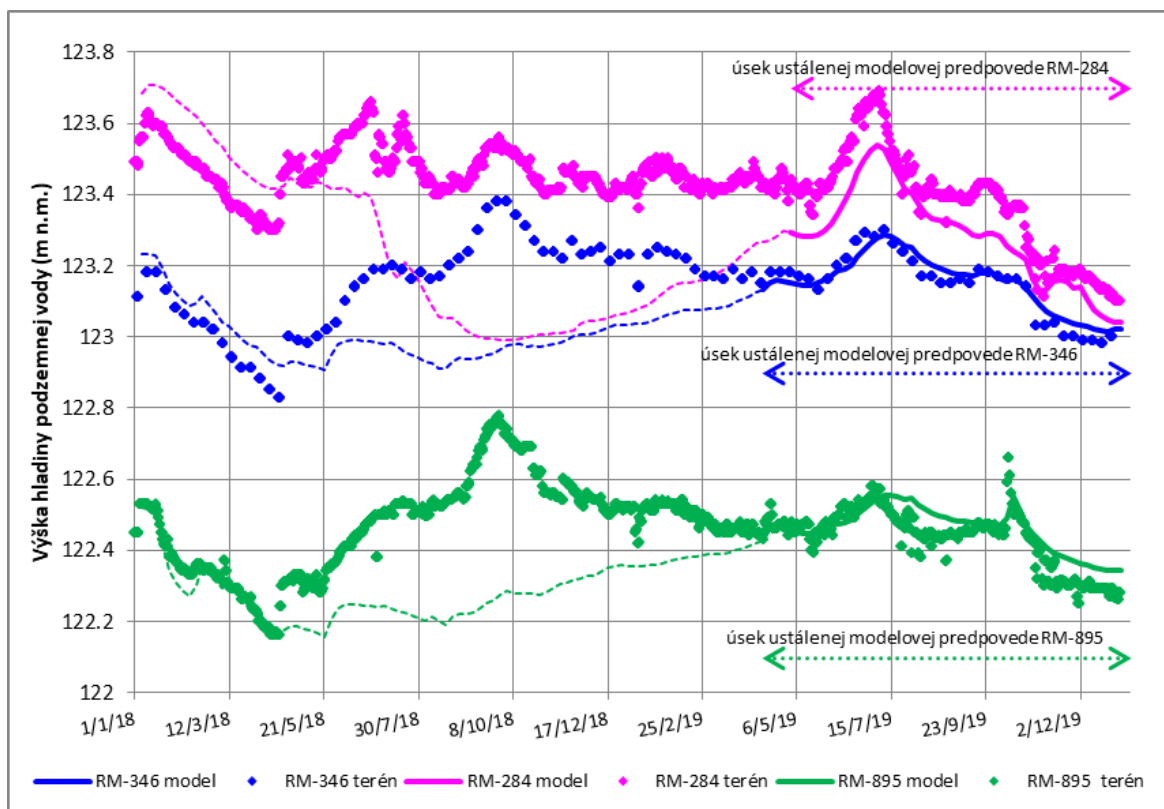
25. ábra A Duna és a Slovnaft terület közötti érintett terület – a modellmegoldás kalibrálásának eredménye a SHMU 7201. és 7509. számú szondák területén

| výška hladiny podzemnej vody (m.n.m.)         | talajvízszint (m tengerszint felett)              |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| úsek ustálenej modelovej predpovede SHMU 7201 | SHMU 7201 állandósult modell előrejelzés szakasza |
| úsek ustálenej modelovej predpovede SHMU 7509 | SHMU 7509 állandósult modell előrejelzés szakasza |
| SHMU 7201/7509 model                          | SHMU 7201/7509 modell                             |



26. ábra A Slovnaft terület és az érintett terület érintkezési pontja – a modellmegoldás kalibrálásának eredménye az RM-811, RČ-67, RM-904, RM-429 és RM-859 fúrások területén

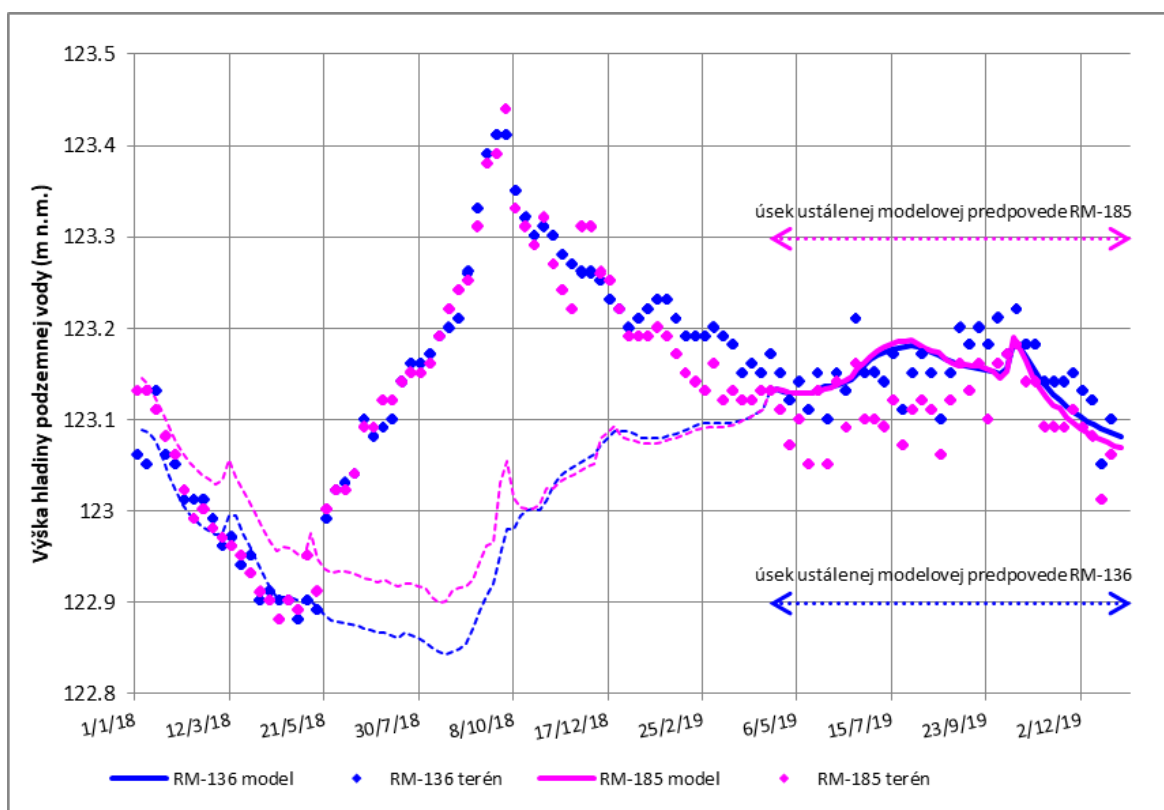
|                                                                       |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| úsek ustálenej modelovej predpovede RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859 | RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859<br>állandósult modell előrejelzés szakasza |
| RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859<br>modell                           | RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859<br>modell                                  |
| RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859<br>teren                            | RM-811/RM-904/RČ-67/RM-429/RM-859<br>terepe                                  |



27. ábra A depresszió központi területe a Slovnaftnál – a modellmegoldás kalibrálási eredménye az RM-284, RM-346 és RM-895 fúrások területén

|                                                          |                                                              |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| úsek ustálenej modelovej predpovede RM-284/RM-346/RM-895 | RM-284/RM-346/RM-895 állandósult modell előrejelzés szakasza |
| RM-346/RM-284/RM-895 model                               | RM-346/RM-284/RM-895 modell                                  |
| RM-346/RM-284/RM-895 terén                               | RM-346/RM-284/RM-895 terep                                   |





28. ábra A depresszió mögötti terület a Slovnafttól keletre – a modellmegoldás kalibrálásának eredménye az RM-185 és RM-136 fúrások területén

|                                                |                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| úsek ustálenej modelovej predpovede RM-185/136 | RM-185/136 állandósult modell előrejelzés szakasza |
| RM-136/RM-185 model                            | RM-136/RM-185 modell                               |
| RM-136/RM-185 terén                            | RM-136/RM-185 terep                                |

A bemutatott modellmegoldás tárgya a Duna és a Slovnaft közötti érintett terület volt. Ezen a területen a talajvízszint folyamatos méréséből csak a 7201. és 7509. sz. SHMÚ-szondákra vonatkozóan állnak rendelkezésre adatok. Amint azt a kalibrációs hidroizohipszisek ábrái, valamint a 2018-as és 2019-es vízszintviszonyok összehasonlítása dokumentálja, a modellezett előrejelzés hibája ebben a térségben centiméteres nagyságrendű, legfeljebb 10 cm (25. ábra). Az érintett terület és a Slovnaft terület érintkezési határán, valamint a HOPV vízkivételi kutak elhelyezkedési területének határán a modellezett előrejelzés hibája a dinamikusán változó szintek esetében többnyire 10 cm-en, kivételesen 20 cm-en belül van, miután elérte az állandósult előrejelzést (26. ábra). Hasonlóképpen, a depresszió belsejében és a depresszió mögött a talajvízáramlás irányában a modellezett megoldás hibája többnyire 10 cm-en belül van (27. ábra). E pontosság elérése érdekében a modellnek az érintett területen a Duna szintváltozásának hatását legalább 100 nappal a modellezett előrejelzést megelőzően be kell építenie a számításokba. Ez az intervallum a Dunától való távolsággal növekszik, és a Slovnaft keleti oldalán az 500 napot is meghaladja.

A modell pontosságát a Duna vízszintjének ingadozásai alapján a 2018-as és 2019-es évekre vonatkozó intervallumban igazoltuk. A modellezett megoldás bizonytalanságait és az eredmények extrapolálását más dunai vízszintekre a bemeneti adatokról és a kalibrálásról szóló vonatkozó szakaszokban már ismertettük. A modell pontossága a tanulmány céljait



tekintve kielégítő. A modellnek az érintett területen elért nagy pontossága, illetve a viszonylag nagy pontosság a dinamikusán változó körülmények között a HOPV üzemeltetése által kiváltott depresszió teljes területén és a modellezett terület többi részén egészen a természetes peremfeltételekig szintén azt igazolja, hogy a modellt a különböző peremfeltétel helyzetek és a víztartó rétegekbe való beavatkozások számításai során is fel lehet használni.

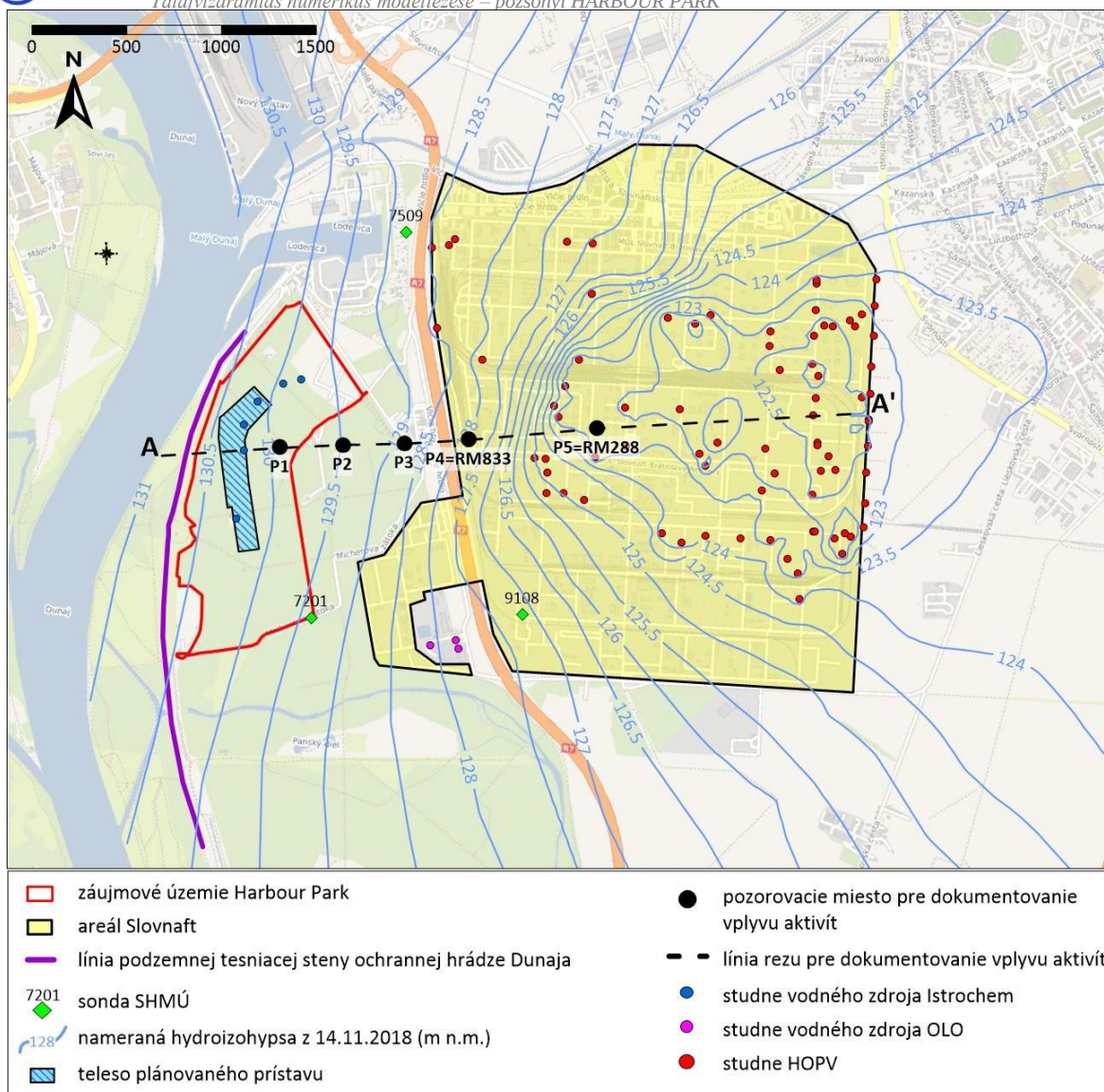


## **6 A TALAJVÍZÁRAMLÁSRA ÉS a TALAJVÍZSZINTEKRE GYAKOROLT HATÁSOK SZÁMÍTÁSAI**

A HARBOUR PARK projekt jövőbeli fejlesztési területe a Duna és a Slovnaft között helyezkedik el. A terület talajvizére a HARBOUR PARK projekt megvalósítása előtti jelenlegi állapotában a természetes folyamatok és a mesterséges beavatkozások jelentős hatást gyakorolnak. A talajvízszint természetes ingadozását a területen elsősorban a Duna vízszintjének állandó dinamikus változása okozza. A területen a talajvíz természetes szintjének, irányának és áramlási sebességének változását elsősorban a Slovnaft hidraulikus talajvízvédelmi rendszerének (HOPV) üzemeltetése, a Duna vízfolyásába történő mesterséges beavatkozások (Gabčíkovo vízmű), valamint kisebb mértékben az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészletek talajvízkivételei okozzák.

A HARBOUR PARK projekt megvalósítása által előidézett változások számítása előtt a modellszámítások első körében számszerűsítettük a legjelentősebb jelenlegi természetes és antropogén hatásokat a talajvíz áramlására és a talajvízszintekre az érintett területen és környékén. Így nemcsak a természetes folyamatok által a talajvízre gyakorolt hatások jelenlegi állapotát határoztuk meg, hanem az emberi tevékenység által gyakorolt jelentős hatásokat is. Így létrehoztunk egy viszonyítási alapot a HARBOUR PARK projekt tevékenységeinek megvalósítása által a talajvíz áramlásában bekövetkező változások jelentőségének objektívebb értékeléséhez a jelenlegi állapothoz képest.





29. ábra A megfigyelési pontok és az A-A' szelvény helyzete a vizsgált tevékenységek hatásának dokumentálásához

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| zaujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park érintett terület                               |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalanak vonala                |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                                 |
| nameraná hydroizohypsa z 14.11.2018 (m.n.m.)            | mért hydroizohipszis, 2018.11.14. (m tengerszint felett)    |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| studne vodného zdroja Istrochem                         | Istrochem vízkészlet kutak                                  |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízkészlet kutak                                        |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |

Valamennyi számítás esetében a talajvízszintek modellezett különbségeit, amelyek az értékelt tevékenység által kiváltott szintváltozásokat reflektálják, a P1–P5 megfigyelési pontokban dokumentáltuk, mégpedig a talajvízszintek egy adott időpontban bekövetkezett változásaként



vagy a változások időbeli alakulásaként. A megfigyelt pontok elhelyezkedését a 29. ábra mutatja. A P1-es helyszínen a talajvízszint változását dokumentálja a tervezett fejlesztés területén. A P2-es és P3-as helyszínen az építési terület és a Slovnaft telephelye közötti terület szintváltozását dokumentálja. A P4-es helyszínen a Slovnaft határában végbemenő szintváltozást, a P5-ös helyszínen pedig a Slovnaft telephelyén, a HOPV üzemeltetése által okozott központi depresszió mélyén végbemenő változást monitorozza.

A tanulmány további részeiben a tevékenységeknek a talajvíz áramlására gyakorolt hatását az érintett terület tágabb térségében a legnagyobb változások idején, azaz a Duna legmagasabb vízszintjei idején bekövetkezett vízszintváltozások hidroizohipsziseiként és izovonalaiként is kifejeztük. A 2018-as és 2019-es számításokban ez 2019.05.30. volt, a nagyon magas dunai vízállások számításában pedig a dunai vízállás tetőzésének pillanatában.

A számítások eredményeinek értékeléséhez a Duna-parton kezdődő, a tervezett kikötőmedence középvonalán és a Slovnaft teljes területén áthaladó A-A' szelvényben a vizsgált tevékenység által kiváltott szintváltozások ábrázolását is felhasználtuk (29. ábra). A vonalában ábrázoltuk a szintkülönbségeket az aktivitás maximális hatásának idején.

## **6.1A talajvízáramlásra és talajvízszintekre gyakorolt jelenlegi hatások számításai a HARBOUR PARK projekt megvalósítása előtt**

A HARBOUR PARK projekt tevékenységei által a talajvízszintekben bekövetkező változások jelentőségének értékelése előtt szükséges volt felmérni az érintett területen a talajvízáramlásra a természetes folyamatok és az antropogén beavatkozások által gyakorolt hatások jelenlegi állapotát. A jelenlegi talajvízáramlásra és így a talajvízszintekre elsősorban a következők gyakorolnak hatást:

- a Duna vízszintjének ingadozása,
- a Slovnaft hidraulikus talajvízvédelmi kútjainak (HOPV) vízkivétele,
- az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészlet kutainak vízkivétele.

A Duna vízszint-ingadozásainak hatását a 3.3. fejezetben részletesen elemeztük. Az 1–3. számítások során számszerűsítettük az antropogén hatások jelenlegi hatását a talajvíz áramlására, amelyek alapvető paramétereit az 5. táblázat tartalmazza.



5. táblázat A talajvízszintre gyakorolt jelenlegi antropogén hatások számításai a HARBOUR PARK projekt megvalósítása előtt

| Számítás sz.                                     | Számítás leírása                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     |                            | Kikötői medencetést | Istrochem kutak   |                   | Hidraulikus talajvízvédelem (HOPV) |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
|                                                  | Rövid leírás                                                                                                                                                                                                                                           | A fő vizsgált hatást okozó tevékenység              | Egyéb hatások              |                     | Elhelyezkedés     | Kivétel           |                                    |
| A Duna vízszintje a 2018–2019 közötti időszakban |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |                            |                     |                   |                   |                                    |
| 1                                                | a HOPV kutak kivételeinek jelenlegi hatása a 2018–2019 közötti Duna rezsimszintű vízszintje mellett a HOPV nélküli helyzethez képest                                                                                                                   | *jelenlegi vízkivételek a HOPV kutakból             | -                          | nem                 | jelenlegi helyzet | jelenlegi kivétel | jelenlegi kivétel                  |
| 2                                                | a HOPV kutakból engedélyezett vízkivételek hatása a 2018–2019 közötti Duna rezsimszintű vízszintje mellett a HOPV nélküli helyzethez képest                                                                                                            | *legnagyobb megengedett vízkivétel a HOPV kutakból  | -                          | nem                 | jelenlegi helyzet | jelenlegi kivétel | engedélyezett kivétel              |
| 3                                                | az Istrochem és az OLO készletekből történő engedélyezett vízkivétel hatása a Duna vízszintjének rezsimében 2018-2019-ben a HOPV üzemeltetése mellett kikötő nélkül az Istrochem és az OLO forrásokból történő vízkivétel jelenlegi állapotához képest | *engedélyezett kivétel az Istrochem és OLO kutakból | *a HOPV jelenlegi működése | nem                 | jelenlegi helyzet | jelenlegi kivétel | jelenlegi kivétel                  |

### 6.1.1A Duna vízszintjének változása okozta talajvízszint-változások

A fentiekben leírtaknak megfelelően az érintett terület a Duna közvetlen közelében található. A Duna vízszintje folyamatosan dinamikusan változik. A pozsonyi vízmércénél a maximális és a minimális szintek közötti különbség több mint 8 m. Az érintett helyszínen a szintingadozást a közeli Hrušovi víztározó szintjének állandósulása csillapítja. Az érintett terület szakaszán jelenleg nem végeznek méréseket a Duna vízszintjét illetően, de feltételezzük, hogy a Duna vízszintjének ingadozása akár a 4 m-t is meghaladhatja. A HOPV kutak viszonylag stabil vízkivételi mennyiségei mellett a talajvízszint ingadozását elsősorban a Duna vízszintjének ingadozása okozza.

Az érintett helyszín közelében a talajvízszintet a 7201. és a 7509. sz. SHMÚ szondák segítségével monitorozzák.

6. táblázat A Duna vízszintjének mért változásai a 7201. és 7509. sz. SHMÚ szondákban a 2018-as és 2019-es modellezett időszakban

| A Duna vízszintjei | Talajvízszintek |
|--------------------|-----------------|
|--------------------|-----------------|



|                                | Pozsonyi vízmérce | Rusovcei vízmérce | SHMÚ 7201   | SHMÚ 7509   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Minimum (m tengerszint felett) | 130,88            | 130,42            | 129,76      | 128,57      |
| Maximum (m tengerszint felett) | 134,99            | 131,24            | 130,43      | 129,34      |
| Átlag (m tengerszint felett)   | 131,79            | 130,87            | 129,94      | 128,84      |
| <b>Szintváltozás (m)</b>       | <b>4,11</b>       | <b>0,82</b>       | <b>0,67</b> | <b>0,77</b> |

A 2018-as és 2019-es időszakban, vagyis a modellszámításokhoz választott időszakban a

Duna vízszintjének ingadozásából adódóan a talajvízszintek változása 0,67 m volt a 7201-es szondában és 0,77 m a 7509-es szondában. Ebben az időben a Duna vízszintje a pozsonyi vízmércénél elérte a 4,11 m-es eltérést (6. táblázat). Ez a hosszú távú dunai vízszintingadozásnak mindössze a fele, ezért a 7201. és 7509. sz. SHMÚ szondák közelében a talajvízszint hosszú távú ingadozása a fenti értékeknél lényegesen nagyobb lesz.

A továbbiakban az értékelt tevékenységek hatásának összehasonlításához a P1–P5 megfigyelési helyszíneken a 2018-as és a 2019-es vizsgált időszakban mért szintváltozásokat használtuk fel (29. ábra). A talajvízszintek rezsímjét a P1–P5 megfigyelési helyeken a kalibrálás során az áramlás modellezéséből határoztuk meg, amelyhez szintén a 2018–2019 intervallumot választottuk (7. táblázat). A P5-ös helyszínen a talajvízszint-ingadozás a többi megfigyelt helyszínhez képest nagyobb volt, mivel itt, a HOPV közepén a szintekre már hatással voltak az egyes HOPV kutak vízkivételeinek időnkénti változásai. Az összehasonlítás érdekében a táblázatban a 7201. és 7509. sz. SHMÚ szondák talajvízszintjeinek modellezett változásai is szerepelnek. Ezek nagyon jól egyeznek a mért értékekkel, ami még a meglévő bizonytalanságokon belül is alátámasztja a modell nagyon pontos kalibrálását a Duna és a Slovnaft közötti területen.

7. táblázat A talajvízszint változása a megfigyelt P1–P4 helyszíneken a vizsgált időszakban a Duna rezsimszintű szintváltozásai miatt és a P5 helyszínen a HOPV üzemeltetésében bekövetkezett változások miatt

| Megfigyelt hely | Modellezett talajvízszint-változás (m) | Mért talajvízszint-változás (m) |
|-----------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| P1              | <b>0,74</b>                            |                                 |
| P2              | <b>0,67</b>                            |                                 |
| P3              | <b>0,59</b>                            |                                 |
| P4              | <b>0,54</b>                            |                                 |
| P5              | <b>0,79</b>                            |                                 |
| SHMÚ 7201       | <b>0,67</b>                            | <b>0,67</b>                     |
| SHMÚ 7509       | <b>0,79</b>                            | <b>0,77</b>                     |

A Duna természetes vízszintrezsímje 2018-ban és 2019-ben 0,74 m-es talajvízszint-változást (P1) okozott a HARBOUR PARK jövőbeli, értékelt tevékenységeinek területén. A Slovnaft határon ez 0,54 m volt (P4).





### **6.1.2 A talajvízáramlásban és a talajvízszintekben a HOPV üzemeltetése által okozott változások**

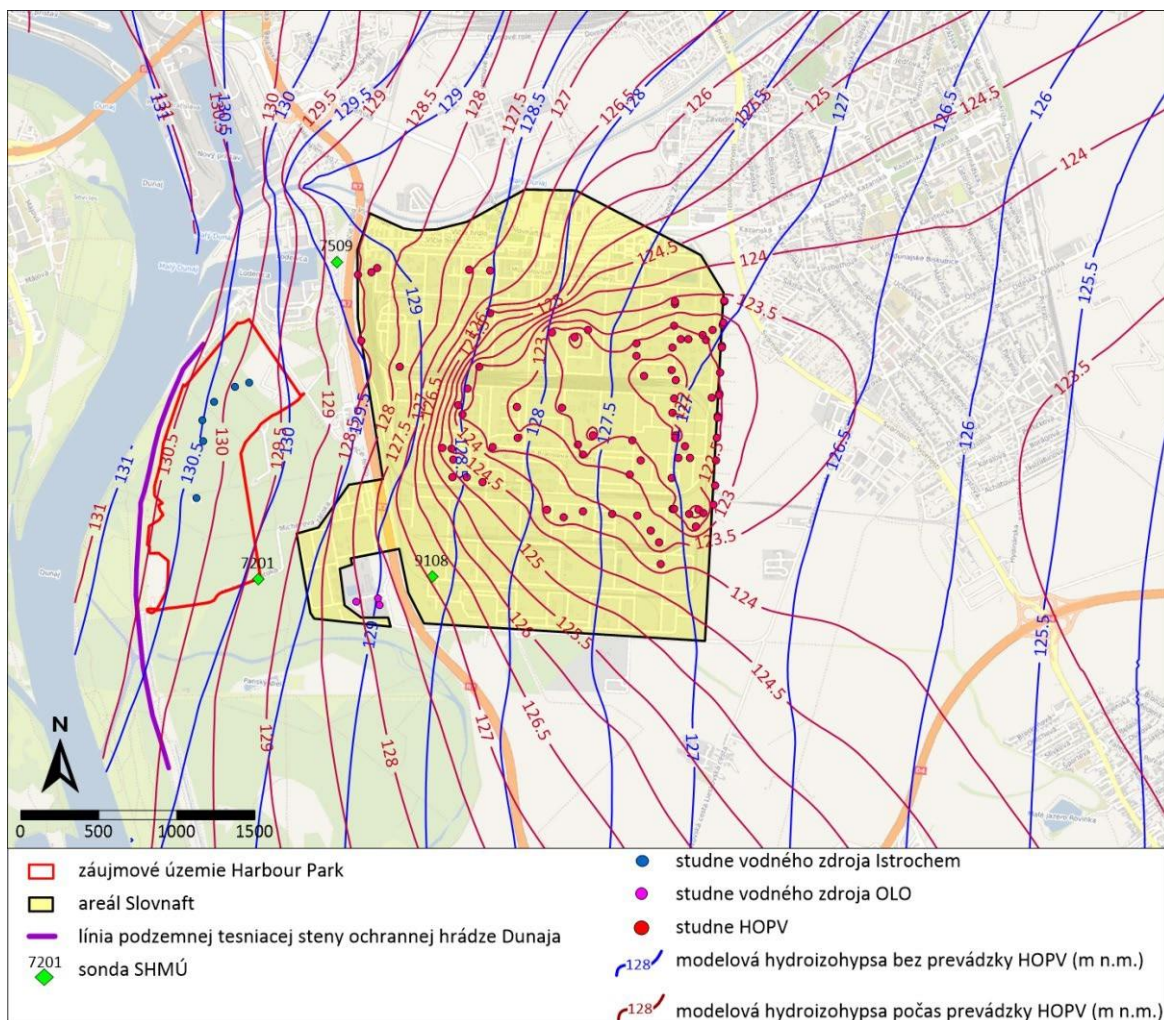
A fentiekben kifejtettek szerint az érintett terület a Slovnaft hidraulikus talajvízvédelmi rendszerének (HOPV) hatásterületén belül található, amely jelentős hatást gyakorol a talajvíz természetes áramlási rezsimjére az érintett területen. A HOPV kutak vízkivétele normál üzemben jelenleg mintegy 1000 l.s<sup>-1</sup>, és a talajvízszint nagymértékű depresszióját okozzák. Az érintett terület ennek a depressziónak a részét képezi. A talajvízáramlás az érintett területről és annak tágabb térségéből a HOPV kutak vízkivétele által kiváltott depresszió középpontjába irányul. Az érintett területen a talajvízszintet a HOPV kutak vízkivételei csökkentik, és az áramlási sebességet a természeteshez képest megnövelik. A HOPV kutak engedélyezett vízkivételi mennyisége akár 1600 l.s<sup>-1</sup> is lehet a jelenlegi 1000 l.s<sup>-1</sup> értékhez képest.

Amint azt az 1. és 2. számítások mutatják, a természetes talajvízáramlás módját az érintett területen a HOPV kutak vízkivételének antropogén hatása teljes mértékben elnyomja. Mennyiségileg ez a talajvízszintek természetes szintekhez viszonyított több méteres csökkenését jelenti. Az 5. táblázatban bemutatott első két talajvíz-áramlási modellszámításban számszerűsítettük a HOPV kutak vízkivétele által a talajvízáramlásra gyakorolt hatásokat a jelenlegi (1. számítás) és az engedélyezett vízkivételek (2. számítás) mellett.



## 1. számítás – a HOPV kutak jelenlegi vízkivételének hatása

A 30., 31. és 32. ábra a HOPV kutak vízkivétele által gyakorolt hatások számításainak modellezési eredményeit mutatják a jelenlegi vízkivételi mennyiségek mellett.

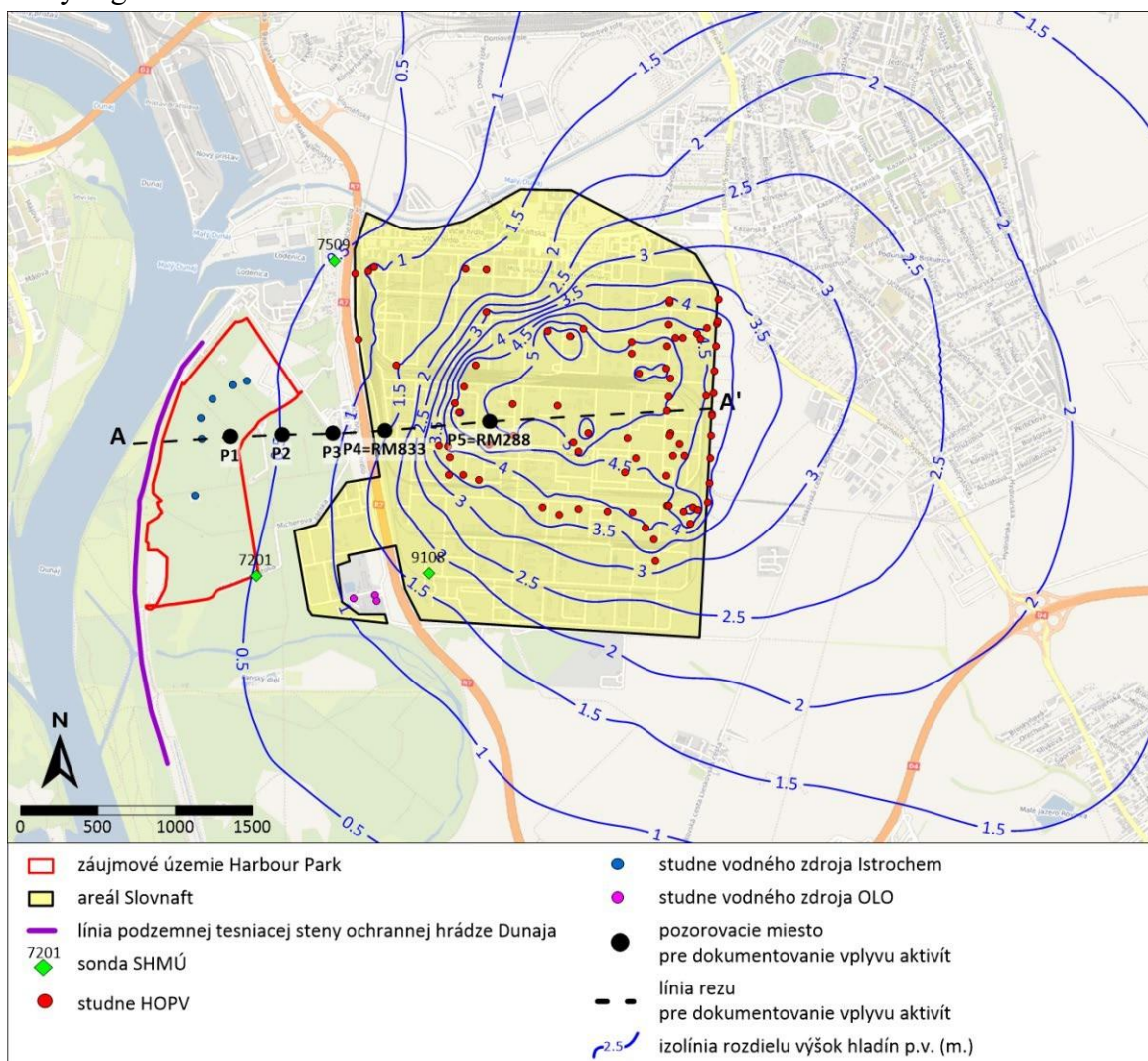


30. ábra 1. sz. számítás – Hidroizohipszisek a HOPV jelenlegi üzemeltetésével és anélkül a Duna 2018.11.14-i szintje mellett a HOPV kutak vízkivétele nélküli állapothoz képest

|                                                         |                                                                        |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park érintett terület                                          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                                     |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala                           |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                                            |
| studne vodného zdroja Istrochem                         | Istrochem vízkészlet kutak                                             |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízkészlet kutak                                                   |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                             |
| modelová hydroizohypsa bez prevádzky HOPV (m.n.m.)      | modell hidroizohipszisek a HOPV működése nélkül (m tengerszint felett) |
| modelová hydroizohypsa počas prevádzky HOPV (m.n.m.)    | modell hidroizohipszisek a HOPV működése közben (m tengerszint felett) |



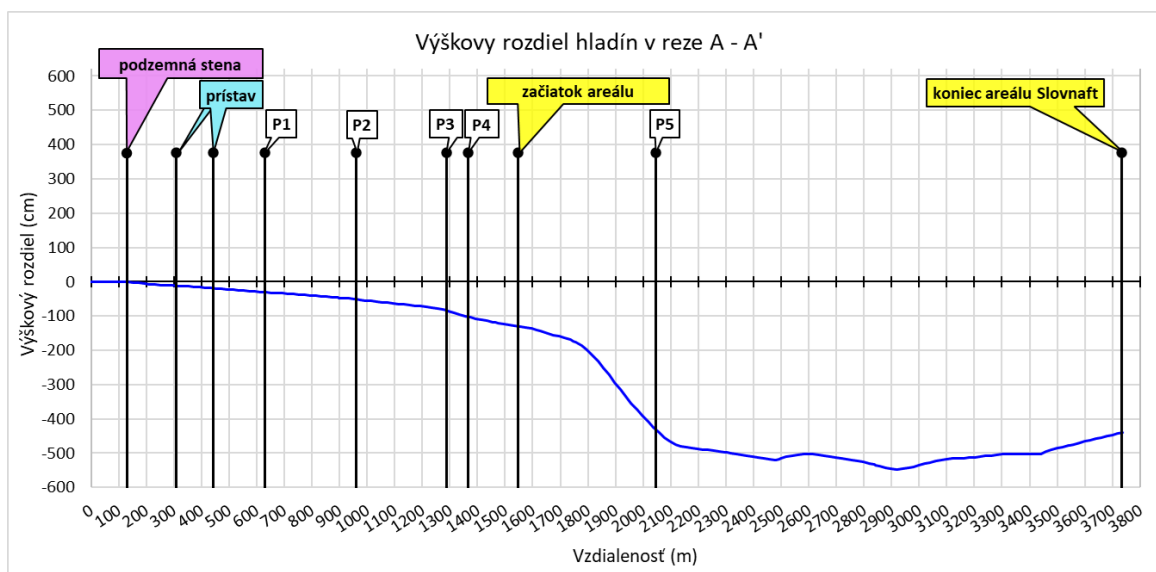
A HOPV kutak vízkivétele által kiváltott hatást állandósult talajvízáramlás mellett szimuláltuk a 2018.11.14-i átlagos dunai vízszintmagasságok és 1002,8 l.s-1 kumulatív vízkivételi mennyiség mellett.



31. ábra 1. sz. számítás – a HOPV jelenlegi üzemeltetése miatti talajvízszint-csökkenés a Duna 2018.11.14-i szintje mellett

|                                                         |                                                              |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park érintett terület                                |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                           |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát föld alatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                                   |
| sonda HOPV                                              | HOPV sonda                                                   |
| studne vodného zdroja Istrochem                         | Istrochem vízkészlet kutak                                   |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízkészlet kutak                                         |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálásához |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához      |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                   |





32. ábra 1. sz. számítás – a HOPV jelenlegi üzemeltetése miatti talajvízszint-csökkenés a Duna 2018.11.14-i szintje mellett

| Výškový rozdiel hladín v reze A – A' | Szintkülönbség az A– A' szelvényben |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| podzemná stena                       | föld alatti fal                     |
| prístav                              | kikötő                              |
| začiatok areálu                      | a terület kezdete                   |
| koniec areálu Slovnaft               | a Slovnaft komplexum vége           |
| Vzdialenosť (m)                      | Távolság (m)                        |

8. táblázat 1. sz. számítás – a HOPV jelenlegi üzemeltetése miatti talajvízszint-csökkenés a Duna 2018.11.14-i szintje mellett

| Megfigyelt hely | Talajvízszint változás (m) |
|-----------------|----------------------------|
| P1              | <b>0,30</b>                |
| P2              | <b>0,51</b>                |
| P3              | <b>0,83</b>                |
| P4              | <b>1,43</b>                |
| P5              | <b>4,99</b>                |

A 30. és 31. ábrán szereplő izovonalak és a 8. táblázat alátámasztják a talajvízszinteknek a HOPV üzemeltetése által kiváltott jelentős csökkenését. A P5-ös megfigyelési helyen (a HOPV üzemeltetése által okozott központi depresszió tágabb területén) a csökkenések elérik az 5 vagy több métert. A P1-es és P2-es megfigyelési helyeken (az építkezés helyén és annak közvetlen közelében) a csökkenések mértéke 0,3 m és 0,51 m. A szintcsökkenés nyilvánvalóan a Duna felé csökken, mivel a talajvízkivétel gyakorlatilag nem képes hatást gyakorolni a Duna vízszintjére. A Duna közelében ezért a HOPV kutak vízkivétele által kiváltott talajvízszint-csökkenés a 0-hoz közelít.

## 2. számítás – a HOPV kutak engedélyezett vízkivételének hatása

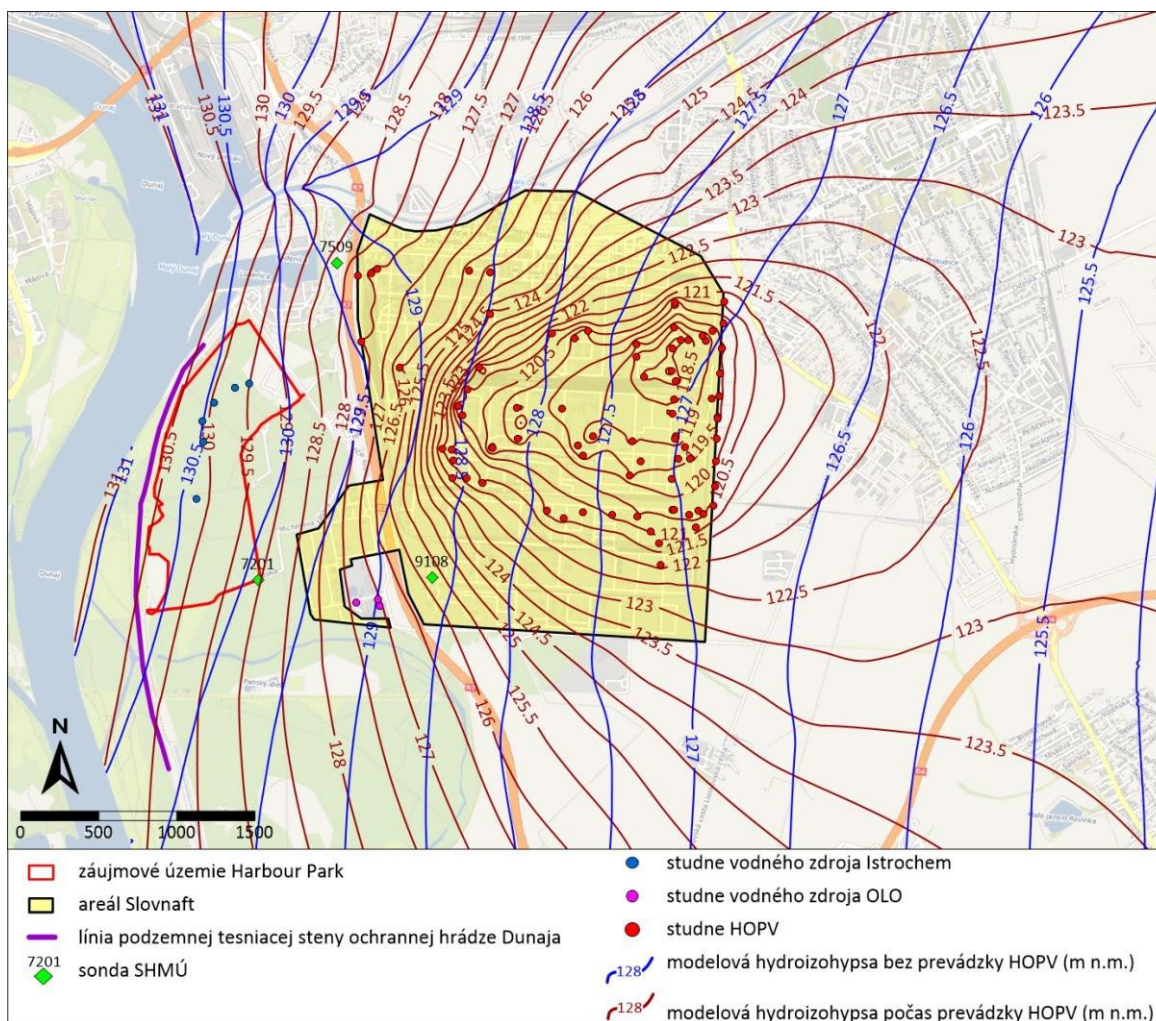




A HOPV engedélyezett kumulatív vízkivételi mennyisége 1600 l.s-1. Ez sokkal több, mint a jelenleg normál üzemben kivett 1000 l.s-1 körüli mennyiség. A 33., 34. és 35. ábra az ilyen vízkivétel által gyakorolt hatás modellezett közelítésének eredményeit mutatja az állandósult talajvízáramlás és a Duna vízszintjei mellett 2018.11.14-i dátummal.

A HOPV kutak kumulatív vízkivételi mennyiségének a jelenlegi vízkivételi mennyiséget meghaladó, engedélyezett mértékű növelésével a talajvízszint csökkenései csaknem a duplájára nőnének. A 9. táblázat szerint a HOPV kutak engedélyezett vízkivétele 0,6 és 1,96 m-rel csökkenti a talajvízszintet az érintett területen és annak közelében a P1-es és P2-es megfigyelési pontokon. A Slovnaft területén található központi depresszióban a szintcsökkenés elérné a 8 m-t vagy annál is többet (P5-ös pont). A vízkivétel engedélyezéséről szóló határozat meglete esetén ez egyben a talajvízszint csökkentésének államilag engedélyezett állapota is a HOPV üzemeltetése révén az érintett területen.

A talajvízszintek megengedett szintre való csökkentésében a különbség még kisebb lenne a mai már csökkentett szinthez képest. A mélyedés közepén több méter, a vizsgált területen pedig 0,3-0,45 m a P1 és P2 helyeken (9. táblázat).



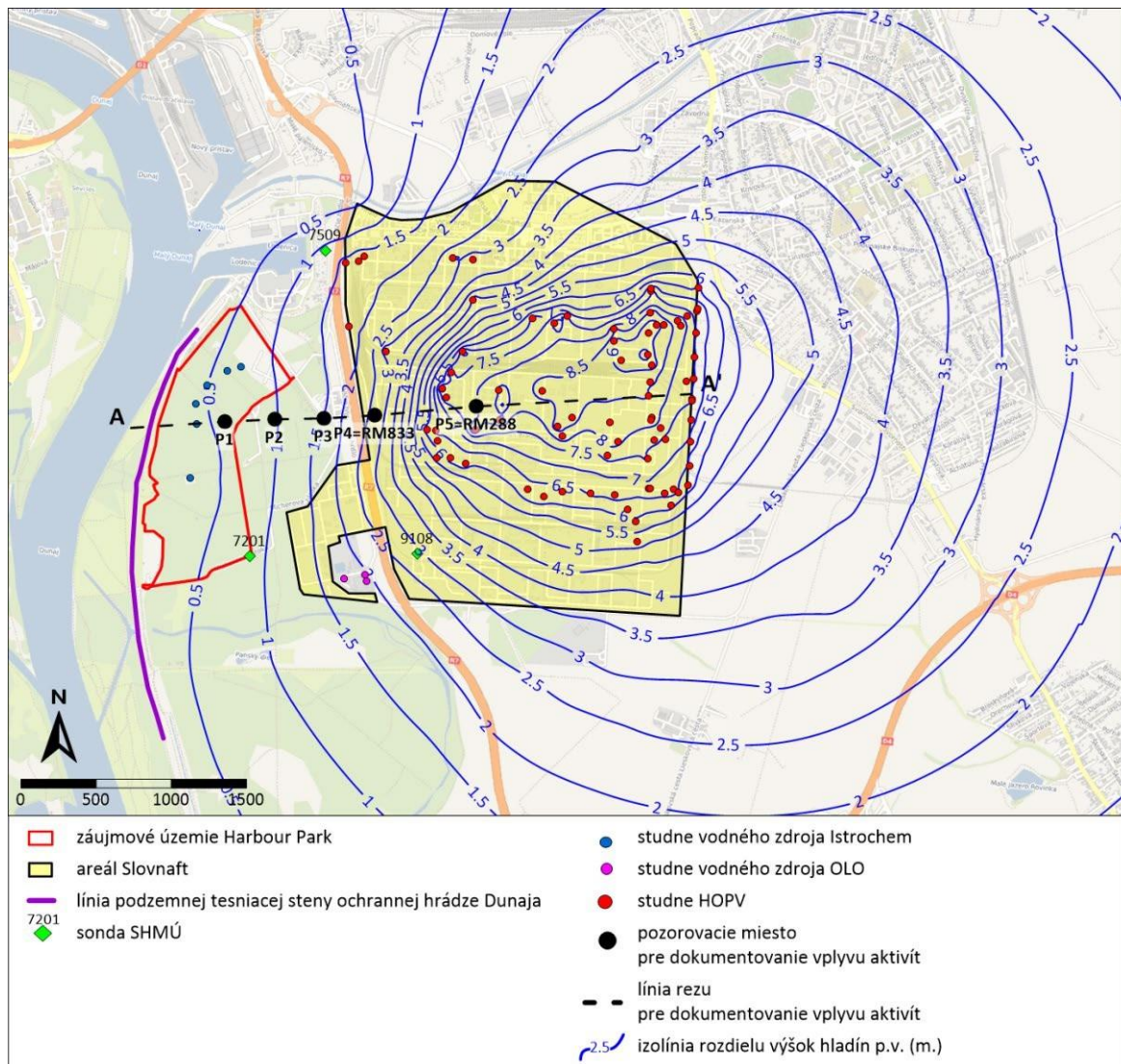


|                                                                |                                                                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i> | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>              |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                              | <i>SHMÚ szonda</i>                                              |
| <i>studne vodného zdroja Istrochem</i>                         | <i>Istrochem vízforrás kutak</i>                                |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                               | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                      |
| <i>modelová hydroizohypsa bez prevádzky HOPV (m.n.m.)</i>      | <i>modell hidroizohipszisek a HOPV működése nélkül (t.f.m.)</i> |
| <i>modelová hydroizohypsa počas prevádzky HOPV (m.n.m.)</i>    | <i>modell hidroizohipszisek a HOPV működése közben (t.f.m.)</i> |

9. táblázat 2. sz. Számítás - Engedélyezett üzemeltetés miatti talajvízszint-csökkenés a HOPV-ből a Duna 2018.11.14-i szintje mellett a jelenleg szivattyúzott mennyiségekhez képest

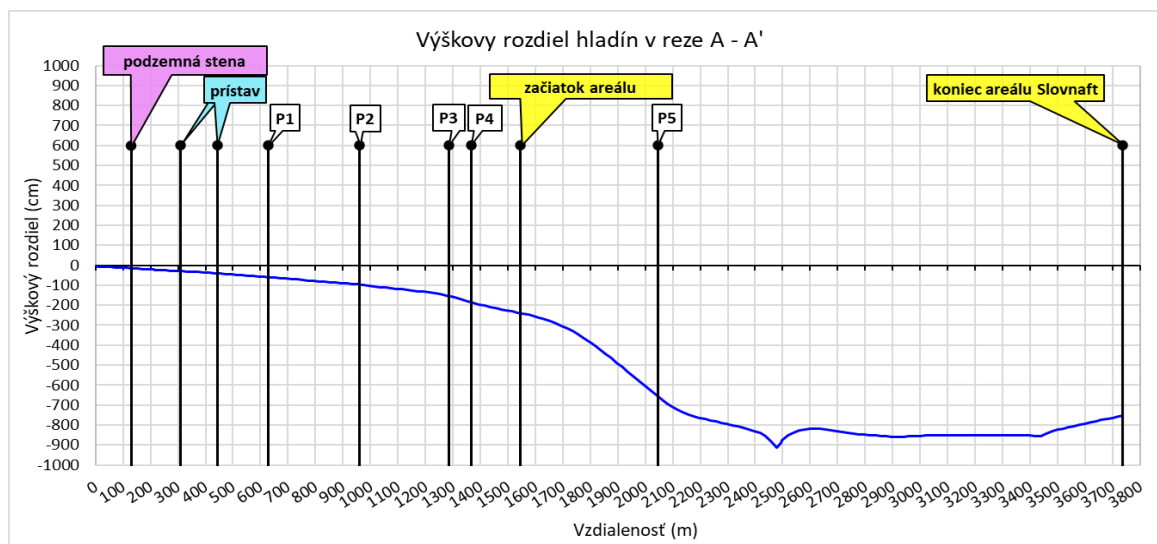
| Megfigyelt hely | Talajvízszint változás a jelenlegi szivattyúzott mennyiségeknél HOPV $Q_{\Sigma} = 1000 \text{ l.s}^{-1}(\text{m})$ | A talajvízszint változása megengedett szivattyúzott mennyiségeknél HOPV $Q_{\Sigma} = 1600 \text{ l.s}^{-1}(\text{m})$ | Szintcsökkentés különbsége a HOPV kutak szivattyúzásának jelenlegi állapotában a megengedett szinthez képest (m) |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | 1. sz. Számítás                                                                                                     | 2. sz. Számítás                                                                                                        |                                                                                                                  |
| P1              | 0,30                                                                                                                | <b>0,60</b>                                                                                                            | <b>0,30</b>                                                                                                      |
| P2              | 0,51                                                                                                                | <b>0,96</b>                                                                                                            | <b>0,45</b>                                                                                                      |
| P3              | 0,83                                                                                                                | <b>1,54</b>                                                                                                            | <b>0,71</b>                                                                                                      |
| P4              | 1,43                                                                                                                | <b>2,68</b>                                                                                                            | <b>1,25</b>                                                                                                      |
| P5              | 4,99                                                                                                                | <b>7,98</b>                                                                                                            | <b>2,99</b>                                                                                                      |





34. ábra 2. sz. Számítás - A HOPV engedélyezett üzemelése miatti talajvízszint-csökkenés a Duna 2018.11.14-i szintje mellett

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                                  |
| sonda HOPV                                              | HOPV sonda                                                  |
| studne vodného zdroja Istrochem                         | Istrochem vízforrás kutak                                   |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |



35. ábra 2. sz. Számítás - A HOPV engedélyezett üzemelése miatti talajvízszint-csökkenés a Duna 2018.11.14-i szintje mellett

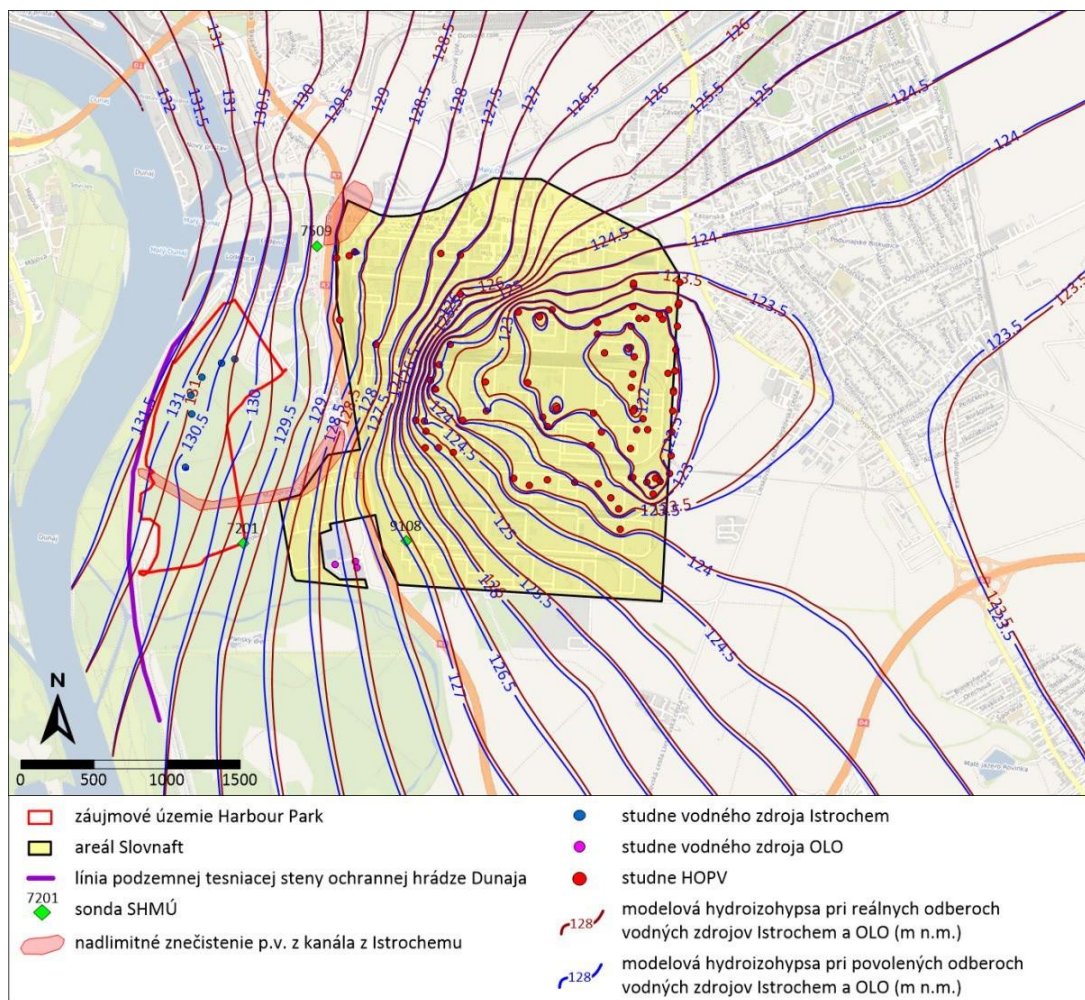
| Výškový rozdiel hladín v reze A – A' | Szintkülönbség az A– A' szelvényben |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| podzemná stena                       | föld alatti fal                     |
| prístav                              | kikötő                              |
| začiatok areálu                      | a terület kezdete                   |
| koniec areálu Slovnaft               | a Slovnaft komplexum vége           |
| Vzdialenosť (m)                      | Távolság (m)                        |



### 6.1.3 Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízkészleteinek felhasználása által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások

#### 3. sz. Számítás – Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízkészletei szivattyúzásának hatása

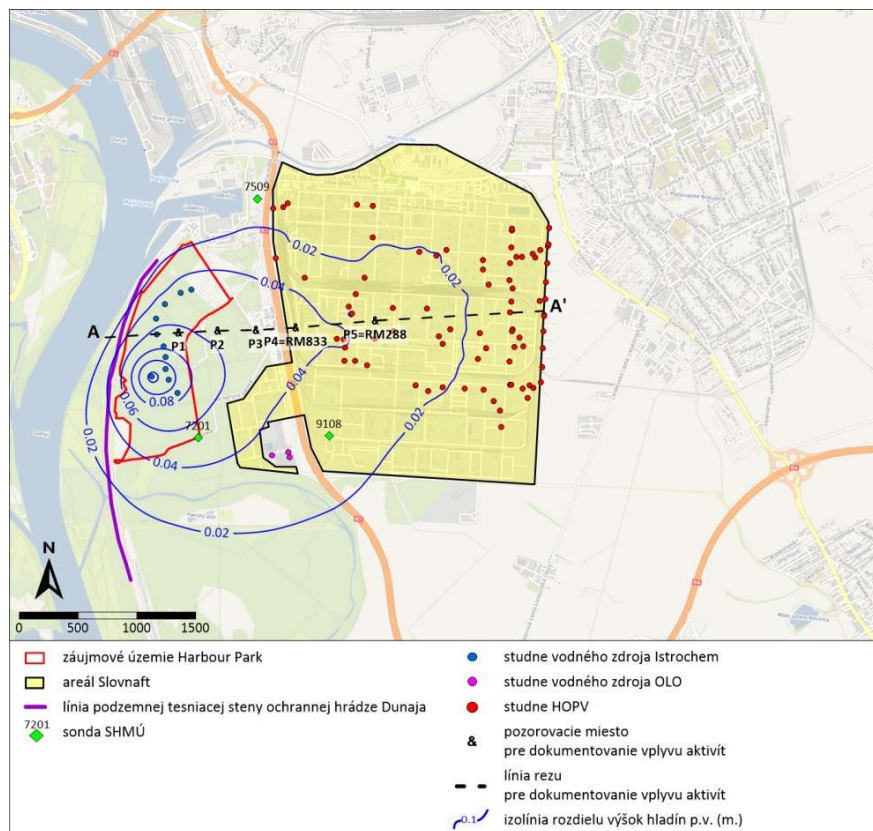
A harmadik számításban, melynek alap adatait az 5. táblázat tartalmazza, az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrás kutakból történő talajvíz szivattyúzásának hatását szimuláltuk. Az Istrochem Reality a. s. vízforrás rendelkezik engedéllyel talajvíz kinyerésére 6 kútból. A kutak helyzetét a 15. ábra mutatja. Az S-1-től S-5-ig terjedő kutak megengedett szivattyúzási sebessége egyenként 30 l.s-1, az STR-2 kúté pedig 120 l.s-1. A valóságban azonban lényegesen kisebb mennyiséget vételeznek ki. 2021-ben például ez az S-1-től S-5-ig terjedő kutakból átlagosan egyenként 0,76 l.s-1 volt (összesen 3,8 l.s-1), az STR-2 kútból pedig 28,26 l.s-1. Az OLO a.s. társaság vízforrásának kútjai 8 l.s-1 engedélyezett kivétellel rendelkeznek. 2021-ben átlagosan 5,53 l.s-1 összmennyiséget szivattyúztak. Az ezekből a kutakból engedélyezett szivattyúzás a jelenlegi helyzethez képest további megengedett talajvízszint-csökkenést okoz a területen.



36. ábra 3. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. valós és engedélyezett vízkivételekkel rendelkező hidroizohipszisei a Duna 2019. május 30-i szintje mellett a vízkivonás nélküli állapothoz képest.



|                                                                                         |                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                                                            | Harbour Park - az érintett terület                                                                            |
| areál Slovnaft                                                                          | Slovnaft komplexum                                                                                            |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja                                  | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                                                                   |
| sonda SHMÚ                                                                              | SHMÚ szonda                                                                                                   |
| nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu                                         | határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából                                    |
| studne vodného zdroja Istrochem                                                         | Istrochem vízforrás kutak                                                                                     |
| studne vodného zdroja OLO                                                               | OLO vízforrás kutak                                                                                           |
| studne HOPV                                                                             | HOPV kutak                                                                                                    |
| modelová hydroizohypsa pri reálnych odberoch vodných zdrojov Istrochem a OLO (m.n.m.)   | Modell-hidroizohipszisek az Istrochem és az OLO vízforrásokból történő tényleges vízkivételek esetén (t.f.m.) |
| modelová hydroizohypsa pri povolených odberoch vodných zdrojov Istrochem a OLO (m.n.m.) | Modell-hidroizohipszisek az Istrochem és az OLO vízforrásokból történő engedélyezett vízkivételhez (t.f.m.)   |



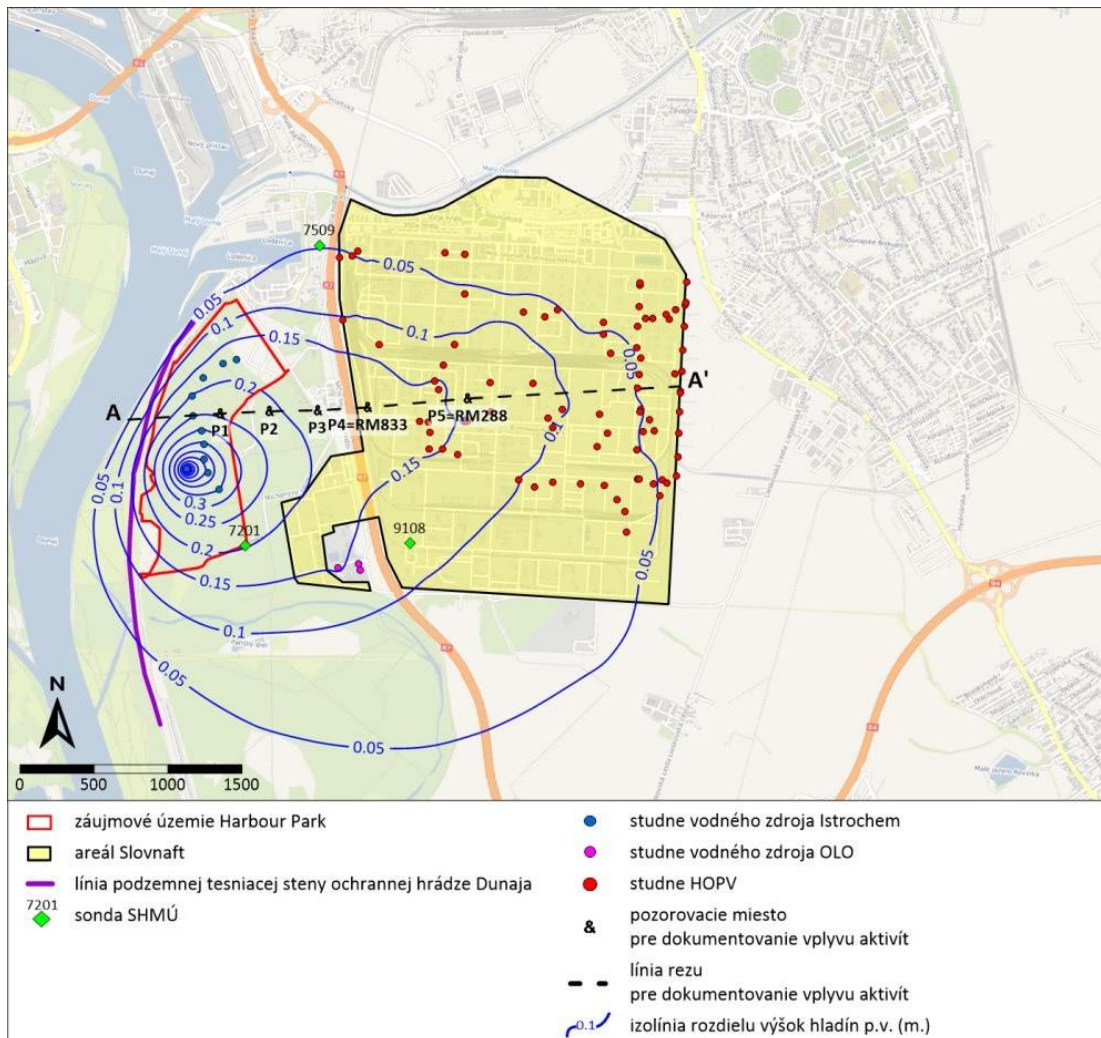
37. ábra 3. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a. s. és az OLO a.s. vízforrásaiból történő tényleges vízkivételek miatti talajvízszint-csökkenés a vízkivonás nélküli állapothoz képest a Duna 2019. május 30-i szintje mellett.

|                                                        |                                                             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                           | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnaft                                         | Slovnaft komplexum                                          |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                             | SHMÚ szonda                                                 |
| studne vodného zdroja Istrochem                        | Istrochem vízforrás kutak                                   |
| studne vodného zdroja OLO                              | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                            | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít   | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |

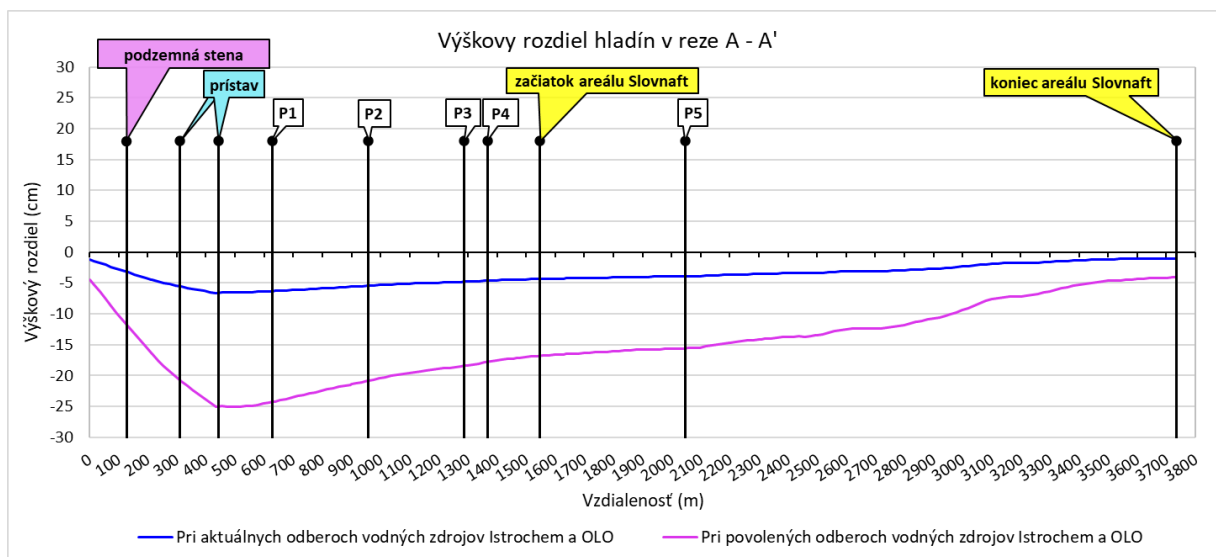




|                                              |                                                         |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít | metzvetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)     | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)              |



38. ábra 3. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrásaiból engedélyezett vízkivételek által okozott talajvízszint-csökkenés a kivonás nélküli állapothoz képest a Duna 2019. május 30-i szintjén.



39. ábra 3. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. tényleges és engedélyezett vízkivételei által okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019. május 30-i szintje mellett a kivonás nélküli állapothoz képest.

| Výškový rozdiel hladín v reze A – A'                    | Szintkülönbség az A – A' szelvényben                         |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| podzemná stena                                          | föld alatti fal                                              |
| prístav                                                 | kikötő                                                       |
| začiatok areálu                                         | a terület kezdete                                            |
| koniec areálu Slovnaft                                  | a Slovnaft komplexum vége                                    |
| Vzdialenosť (m)                                         | Távolság (m)                                                 |
| Pri aktuálnych odberoch vodných zdrojov Istrochem a OLO | Az Istrochem és az OLO jelenlegi vízkészlet-kivonásaival     |
| Pri povolených odberoch vodných zdrojov Istrochem a OLO | Az Istrochem és az OLO engedélyezett vízkészlet-kivonásaival |

Modelleztük az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. forrásaiból az engedélyezett vízkivételeket instabil talajvíz áramlásban a Duna szintváltozásakor, valamint a HOPV üzemelése során 2018-ban és 2019-ben. Az így létrejövő nem stacionárius modell hidroizohipsziseket a forrásokból való valós és engedélyezett kivonásokhoz a 36. ábra mutatja. A modellezési eredményekből meghatároztuk a valós és engedélyezett kivonások alatti szintcsökkenéseket a 2019. május 30-i kivonás nélküli állapothoz viszonyítva, amely 2018-ban és 2019-ben a Duna maximum szintje volt (37. és 38. ábra). Meghatároztuk a szivattyúzás okozta talajvízszint-változásokat a megfigyelt helyeken is, a 10. táblázat szerint.

10. táblázat 3. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrásaiból engedélyezett vízkivételek által előidézett talajvízszint-csökkenés a Duna 2019. május 30-i szintje mellett.

| Megfigyelt hely | A talajvíz szintjének változása az Istrochem és az OLO forrásaiból származó jelenlegi szivattyúzott mennyiségeknél $Q_{\Sigma} = 37,99 \text{ l.s-1 (m)}$ | Talajvízszint változás az Istrochem és OLO forrásaiból származó megengedett szivattyúzott mennyiségeknél $Q_{\Sigma} = 458 \text{ l.s-1 (m)}$ | Szintcsökkentés különbsége az Istrochem és az OLO források jelenlegi szivattyúzási szintjén a megengedett szinthez képest (m) |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 0,06                                                                                                                                                      | 0,24                                                                                                                                          | 0,18                                                                                                                          |





|    |             |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|
| P2 | <b>0,05</b> | <b>0,21</b> | <b>0,16</b> |
| P3 | <b>0,05</b> | <b>0,18</b> | <b>0,13</b> |
| P4 | <b>0,04</b> | <b>0,17</b> | <b>0,13</b> |
| P5 | <b>0,04</b> | <b>0,14</b> | <b>0,10</b> |

A 10. táblázat azt dokumentálja, hogy az értékelt kutakból a tényleges kivételek jelenleg csökkentik a talajvíz szinteket

a tervezett építmény területén és környékén 6 cm-rel és 5 cm-rel (P1 és P2 helyek). A Sloznaft határon jelenleg 4 cm-rel csökkent a szint (P4 hely), a HOPV üzemelés által létrehozott mélyedés közepén pedig szintén 4 cm. Engedélyezett kivételekkel a jelenlegi kivételekhez viszonyított szintcsökkenés további 18 cm-rel és 16 cm-rel csökken a jövőbeni építkezések területén (P1 és P2 hely), 13 cm-rel a Sloznaft határában (P4 telephely) és 10 cm-rel a HOPV mélyedésben (P5 hely). Ezek az értékek a HOPV működése által okozott (az előző számításban számszerűsített) csökkenésekkel együtt a jelenlegi talajvízszintek további megengedett csökkenését jelentik.

#### 6.1.4 A jelenleg ható hatások talajvízszintekre gyakorolt hatásai modellezési eredményeinek összefoglalása

A Duna vízszint ingadozásának hatását értékelve, valamint az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. HOPV kutak és vízforrás kutak szivattyúzási hatásának kiszámításával az 1., 2. és 3. sz. Számításban meghatároztuk a talajvízszint jelenlegi változásait és csökkenéseit a vizsgált területen a zavartalan talajvízszintek átlagos állapotához képest. A dunai vízszint ingadozásából adódó rezsim-oszcillációkat a teljes csökkenésbe fele értékben számítottuk be.

11. táblázat A talajvízszint jelenlegi tényleges és potenciális csökkenése a zavartalan talajvízáramhoz viszonyítva a dunai szintrezsim alatt 2018-ban és 2019-ben.

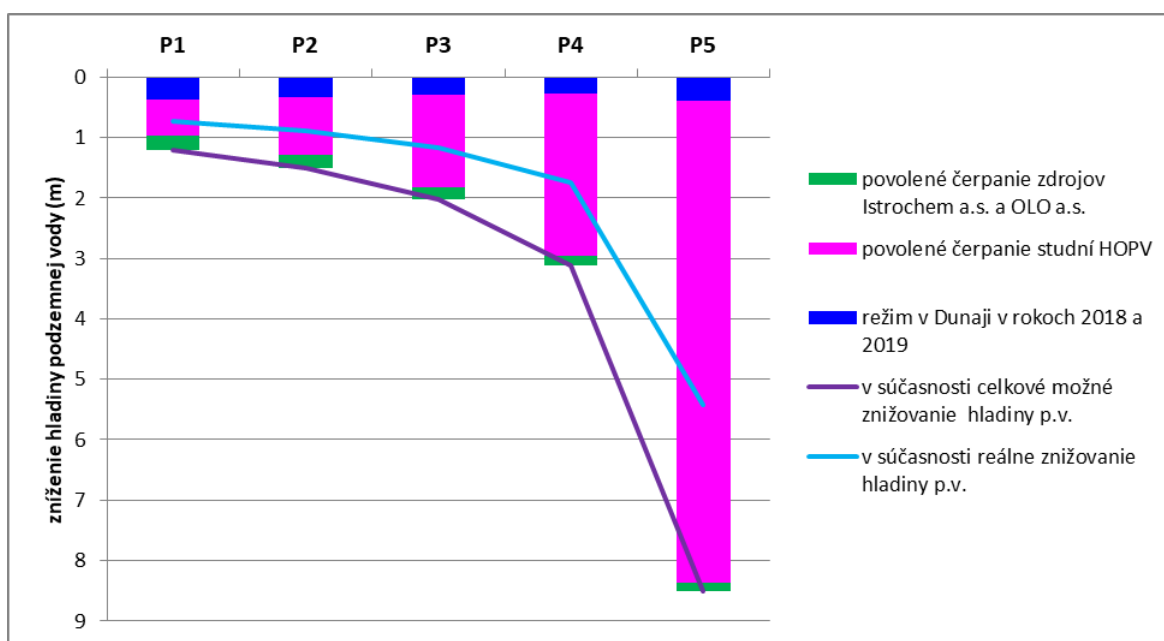
| Megfigyelt hely | A dunai rezsimingadozások által okozott talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) | Talajvízszint változás a jelenlegi szivattyúzott mennyiségeknél $Q_z = 1000 \text{ l.s}^{-1}$ (m) | Talajvízszint változás a HOPV kutakból származó, megengedett szivattyúzott mennyiségeknél $Q_z = 1600 \text{ l.s}^{-1}$ (m) | Talajvízszint változás az Istrochem és az OLO forrásokból származó, jelenlegi szivattyúzott mennyiségeknél $Q_z = 37,99 \text{ l.s}^{-1}$ (m) | Talajvízszint változás az Istrochem és az OLO forrásokból származó, megengedett szivattyúzott mennyiségeknél $Q_z = 158 \text{ l.s}^{-1}$ (m) | A talajvízszint jelenlegi csökkenése a HOPV működés nélküli átlagos szintekhez képest, valamint az Istrochem és az OLO vízkészletek használatától 2018-ban és 2019-ben | Összesítésben a talajvízszintek jelenlegi lehetséges csökkenése az átlagos szintekhez képest HOPV működés nélkül, valamint Istrochem és OLO vízkészletek használatától 2018-ban és 2019-ben |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 0,74                                                                                     | 0,30                                                                                              | 0,60                                                                                                                        | 0,06                                                                                                                                          | 0,24                                                                                                                                          | <b>0,73</b>                                                                                                                                                            | <b>1,21</b>                                                                                                                                                                                 |
| P2              | 0,67                                                                                     | 0,51                                                                                              | 0,96                                                                                                                        | 0,05                                                                                                                                          | 0,21                                                                                                                                          | <b>0,90</b>                                                                                                                                                            | <b>1,51</b>                                                                                                                                                                                 |



|    |      |      |      |      |      |             |             |
|----|------|------|------|------|------|-------------|-------------|
| P3 | 0,59 | 0,83 | 1,54 | 0,05 | 0,18 | <b>1,18</b> | <b>2,02</b> |
| P4 | 0,54 | 1,43 | 2,68 | 0,04 | 0,17 | <b>1,74</b> | <b>3,12</b> |
| P5 | 0,79 | 4,99 | 7,98 | 0,04 | 0,14 | <b>5,43</b> | <b>8,52</b> |



A 11. táblázat bemutatja a számított szintváltozásokat, és összefoglalja a talajvíz átlagos zavartalan áramlási állapotának jelenlegi és lehetséges csökkenéseit a Duna szintreztimje mellett 2018-ban és 2019-ben. A talajvízszint-ingadozás és a HOPV kutak engedélyezett szivattyúzásával, az Istrochem vízforrás kutak szivattyúzásával és az OLO vízforrás kutak szivattyúzásával történő szintcsökkentés kombinációja 1,21 m-rel, illetve 1,51 m-rel csökkentené a természetes átlagos szintet a tervezett építkezés területén és annak környékén (P1 és P2 helyek). A Slovnaft határán 3,12 m-es szintcsökkentés lehetséges (P4-es hely), a HOPV-művelet által létrehozott mélyedés közepén pedig 8,52 m-ig. Amint azt a 11. táblázat dokumentálja és a 40. ábra szemlélteti, a vizsgált területen a talajvízszint ezen indukált csökkenésének legjelentősebb része a HOPV kutak szivattyúzásának hatása.



40. ábra A talajvízszintek jelenleg lehetséges és reális csökkenése a zavartalan talajvízhozamhoz képest a Duna szintreztimje mellett 2018-ban és 2019-ben.

| zníženie hladiny podzemnej vody (m)                    | talajvízszint csökkenés (m)                                                  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| povolené prečerpanie zdrojov Istrochem a.s. a OLO a.s. | az Istrochem a.s. és az OLO a.s. vzköszleteinek megengedett túlszivattyúzása |
| povolené prečerpanie studní HOPV                       | a HOPV kutak megengedett túlszivattyúzása                                    |
| režim v Dunaji v rokoch 2018 a 2019                    | Duna-rezim 2018-ban és 2019-ben                                              |
| v súčasnosti celkové možné znížovanie hladiny p.v.     | jelenleg a talajvíz szintjének lehetséges teljes csökkentése                 |
| v súčasnosti reálne znížovanie hladiny p.v.            | a talajvíz szintjének jelenlegi valós csökkenése                             |

## 6.2 A HARBOUR PARK projekt megvalósításának talajvízhozamra és talajvízszintre gyakorolt hatásainak számításai

A talajvízáramlás és a talajvízszint-emelkedések jelenlegi állapotának számszerűsítése után megkezdjük a talajvíz áramlásának modellezését a HARBOR PARK projekt megvalósítási tevékenységei által érintett területen. Értékeljük a projekt megvalósítása miatt az érintett területen az áramlásban és ezáltal a talajvízszintek magasságában indukált változásokat a teljes Duna és Slovnaft közötti területre, átfedéssel a Slovnaft komplexumának területére is. A következő tevékenységek hatásainak kombinációit értékeljük:



- A tervezett kikötői medence megépítését két alternatíva szerint modellezték:
  - a kikötőttest hiányos beágyazása - a kikötőmedence 122 m tengerszint feletti magasságba ágyazott teste, amely alatt 2-6 m változó vastagságú negyedidőszakos kavics és homok duzzasztás nélküli rétege marad,
  - a kikötőttest teljes beágyazása - a neogén alapkőzetig beágyazott kikötői medencetest, amely át nem eresztő akadályt képez a talajvíz áramlása számára,
- az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutak áthelyezése, amelyek jelenleg a tervezett építés területén találhatók.

Mindkét tevékenység hatását értékeltük:

- a 2018-as és 2019-es dunai vízszintek normál rezsimváltozásai mellett, amikor nem regisztráltak kiugróan magas szintet,
- a 2013 júniusában regisztrált magas dunai hullám áthaladása során (a pozsonyi vízszintnél a Duna szintje elérte a hosszú távon maximális 138,77 m tengerszint feletti magasságot).

Értékeltük a kikötői medence építésének hatásait:

- a HOPV kutak szivattyúzásának jelenlegi állapotával,
- a HOPV kutak szivattyúzása nélkül.

A meglévő hatások értékeléséhez hasonlóan a HARBOUR PARK projekt megvalósítása során a talajvízszintre gyakorolt hatás felmérése esetén a számítások eredményeit hidroizohipszisokká, szintcsökkentési izovonalakká, valamint grafikonokká és táblázatokká dolgoztuk fel az A-A' szelvényben és a P1-P5 megfigyelt helyeken.

A változások jelentőségének objektív felmérése érdekében a HARBOUR PARK projekt tevékenységei által a talajvíz áramlásának hatását összehasonlítottuk a talajvízszint-változások jelenlegi hatásaival, valamint HOPV kutakból és az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. társaságok vízforrásaiból történő kivételezések hatásaival.





### **6.2.1 A tervezett kikötőmedence vízhatlan teste által okozott talajvíz-áramlás és talajvízszint-változások normál Duna-színti rezsimváltozások mellett**

A HARBOR PARK projekt egy kikötő építését foglalja magában. Helyét az 1. ábra mutatja. A kikötő medence vízzáró teste a geológiai környezetbe ágyazódik be. A munkálatok idején még nem dőlt el, hogy a medence milyen mélységű lesz. A döntés két lehetőség közül született:

- A kikötőtest hiányos beágyazódása - az első lehetőség szerint a kikötőtest negyedidőszaki üledékekbe ágyazódna, de nem terjedne ki a neogén üledékekre. Ebben az esetben a medence alatt egy jól áteresztő kavics és homok réteg lesz, így a kikötő nem képez teljes gátat a talajvíz áramlásának a vízáadó rétegben. A modellmegoldásban a kikötőtest hiányos beágyazása esetére a kikötőmedence testét 122 m tengerszint feletti mélységig modelleztük, ami a medence alatt vízáteresztő kavics- és homokréteget jelent, melynek vastagsága kb. 2-6 m.
- A kikötőtest teljes beágyazása - a második lehetőség szerint a kikötőmedence teste beágyazódik egészen a neogén üledékekbe, és így teljesen elzárja a víztartó réteget. A modellmegoldásban a kikötőtest teljes alámerítése esetén a leendő kikötő területén vízzáró környezetet modelleztünk, mégpedig a víztartó teljes szelvényében.

A kikötő a Dunából a Slovnaft területe felé szivárgó talajvíz intenzív áramlásában fog elhelyezkedni. Ezt az áramlást modelleztük HOPV kútszivattyús állapotban és HOPV üzem nélkül. A kikötő előtti talajvízáramlásban a Duna felől a talajvízszintet a kikötőtest emeli, mivel a kikötő akadályt képez a talajvíz áramlásában. A talajvíz a kikötő körül fog áramlani, ami a kikötő mögötti talajvízszint csökkenését is okozza. Számszerűsítettük a felszín alatti víz áramlására kifejtett hatást a kikötő medencetest megléte által a 4-7. sz. Számításban. Tekintettel a kikötői vízgyűjtő test meglétére, modelleztük a Duna szintrekszímjét és a HOPV működését 2018-ban és 2019-ben. A számítási paramétereket a 12. táblázat tartalmazza.



12. táblázat A tervezett kikötőmedence teste által a talajvíz áramlásra gyakorolt hatás számításai a Duna szintjeinek normál rezsimváltozásai mellett

| Számítás száma | Számítás leírása |                                                    |               | Kikötői medencetest | Istrochem kutak |         | Hidraulikus talajvíz védelem (HOPV) |
|----------------|------------------|----------------------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|---------|-------------------------------------|
|                | Rövid leírás     | A talajvízre gyakorolt fő hatást okozó tevékenység | Egyéb hatások |                     | Elhelyezkedés   | Kivétel |                                     |

A Duna vízszintje a 2018-2019 közötti időszakban

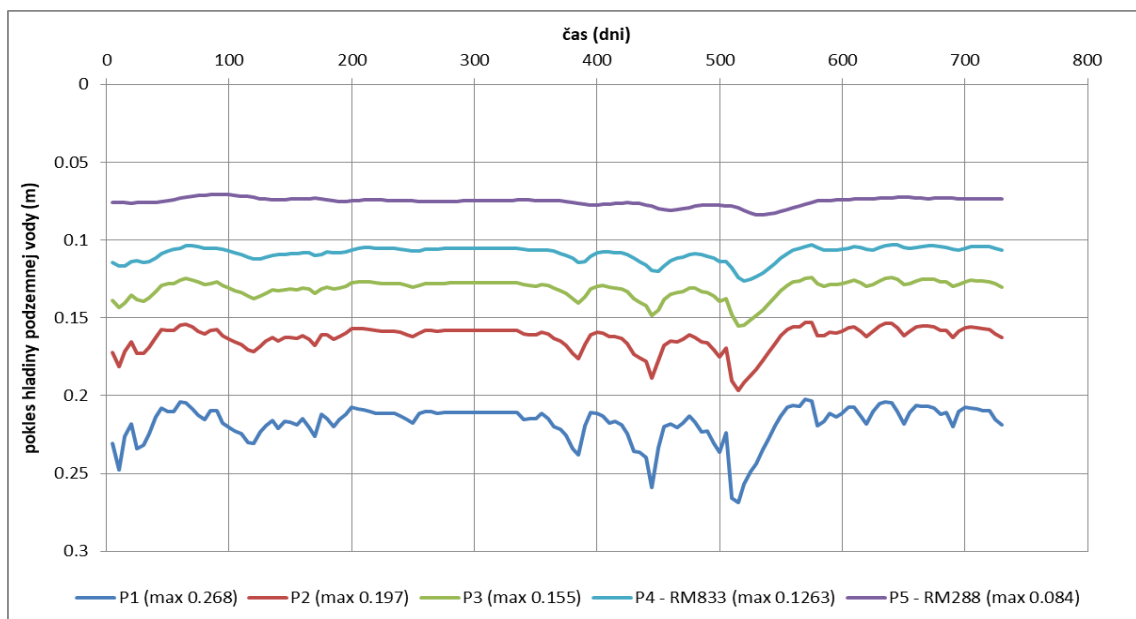
## KIKÖTŐI MEDENCETEST

|   |                                                                                                                           |                                          |                            |                                                   |     |                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-----|-------------------|
| 4 | a hiányos kikötőtest hatása a Duna vízszint-rezsimében 2018-2019 között, Istrochem kutak nélkül és a HOPV működése esetén | *a kikötő testének nem teljes beágyazása | *a HOPV jelenlegi működése | 122 m tengerszint feletti magasságig (nem teljes) | nem | jelenlegi kivétel |
| 5 | a hiányos kikötőtest hatása a Duna szintjének rezsimjében 2018-2019 között az Istrochem kutak és HOPV működés nélkül      | *a kikötő testének nem teljes beágyazása | -                          | 122 m tengerszint feletti magasságig (nem teljes) | nem | kivétel nélkül    |
| 6 | a teljes kikötőtest hatása a Duna szintjének rezsimjében 2018-2019 között az Istrochem kutak nélkül a HOPV üzemelés alatt | *a kikötői test teljes beágyazása        | *a HOPV jelenlegi működése | a neogénbe (teljes)                               | nem | jelenlegi kivétel |
| 7 | a teljes kikötőtest hatása a Duna szintjeinek rezsimjében 2018-2019 között az Istrochem kutak és HOPV működés nélkül      | *a kikötői test teljes beágyazása        | -                          | a neogénbe (teljes)                               | nem | kivétel nélkül    |

**4. sz. Számítás – egy nem teljesen víz alá süllyedt kikötőtest hatása a Duna normál vízállása és a HOPV normál működése mellett**

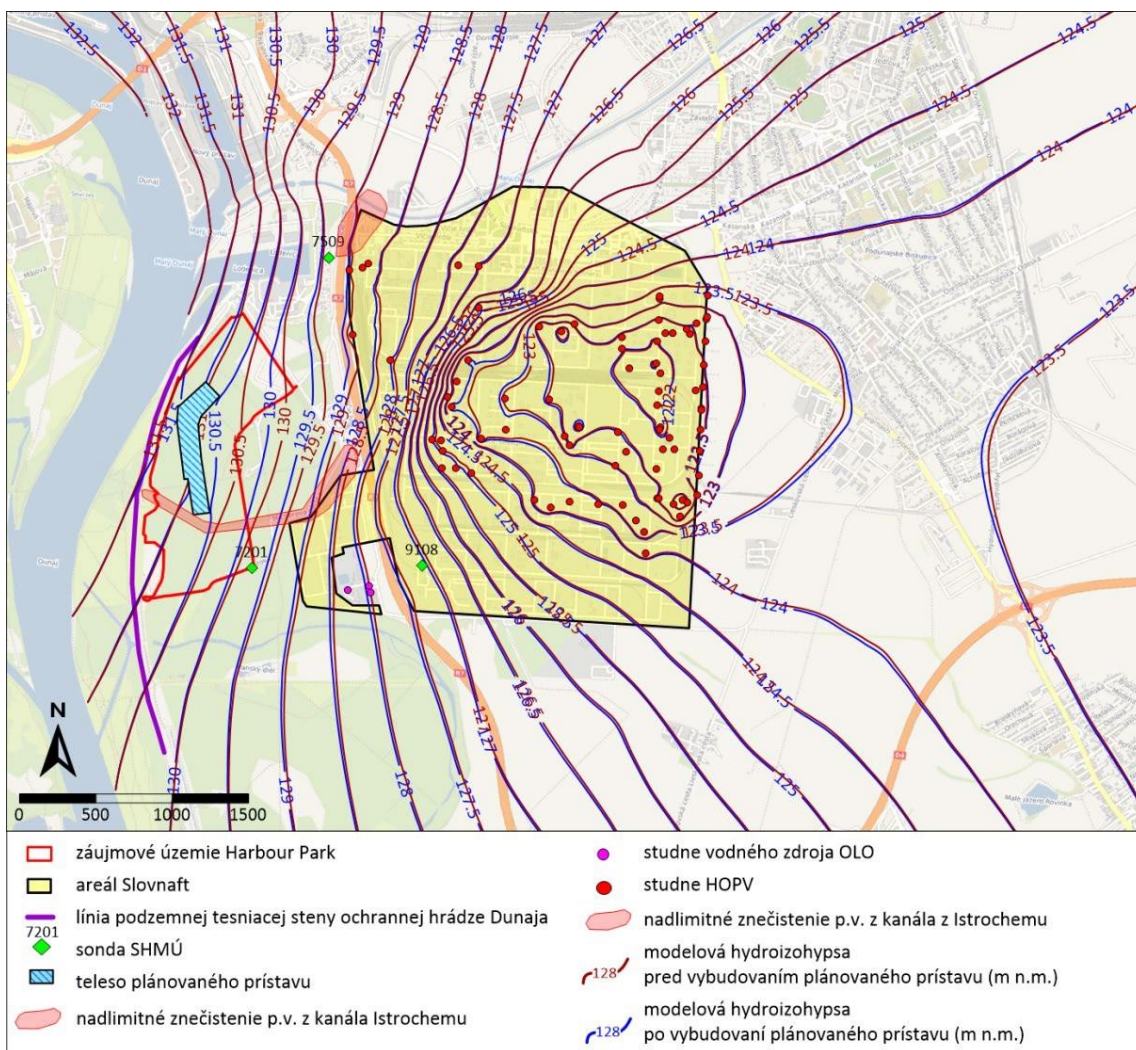
A 4. sz. számításban modelleztük a kikötői medencetest hiányos süllyesztésének hatását normál Duna vízállás és HOPV üzemelés során 2018-ban és 2019-ben. Az így kapott talajvízszinteket összehasonlítottuk az áramlási állapottal azonos feltételek mellett, de a kikötő medence megléte nélkül.

A 41. ábra a kikötőtest által okozott modellszint-változásokat mutatja a teljes modellezett periódus alatt a megfigyelt P1-P5 helyeken. A talajvízszintben a legnagyobb változások a Duna legmagasabb szintjein következnek be. A legnagyobb változások pillanatában (2019. május 30-án) modell-hidroizohipsziseket építettünk a kikötő megléte nélküli hidroizohipszisekhez képest (42. ábra).



41. ábra 4. sz. Számítás – Vízzint-csökkenés a megfigyelt helyeken, ahol a kikötőtest nem teljesen süllyesztett a víz alá a Duna vízzintváltozásának időszakában 2018-ban és 2019-ben a kikötő nélküli állapothoz képest

| čas (dni)                         | idő (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |



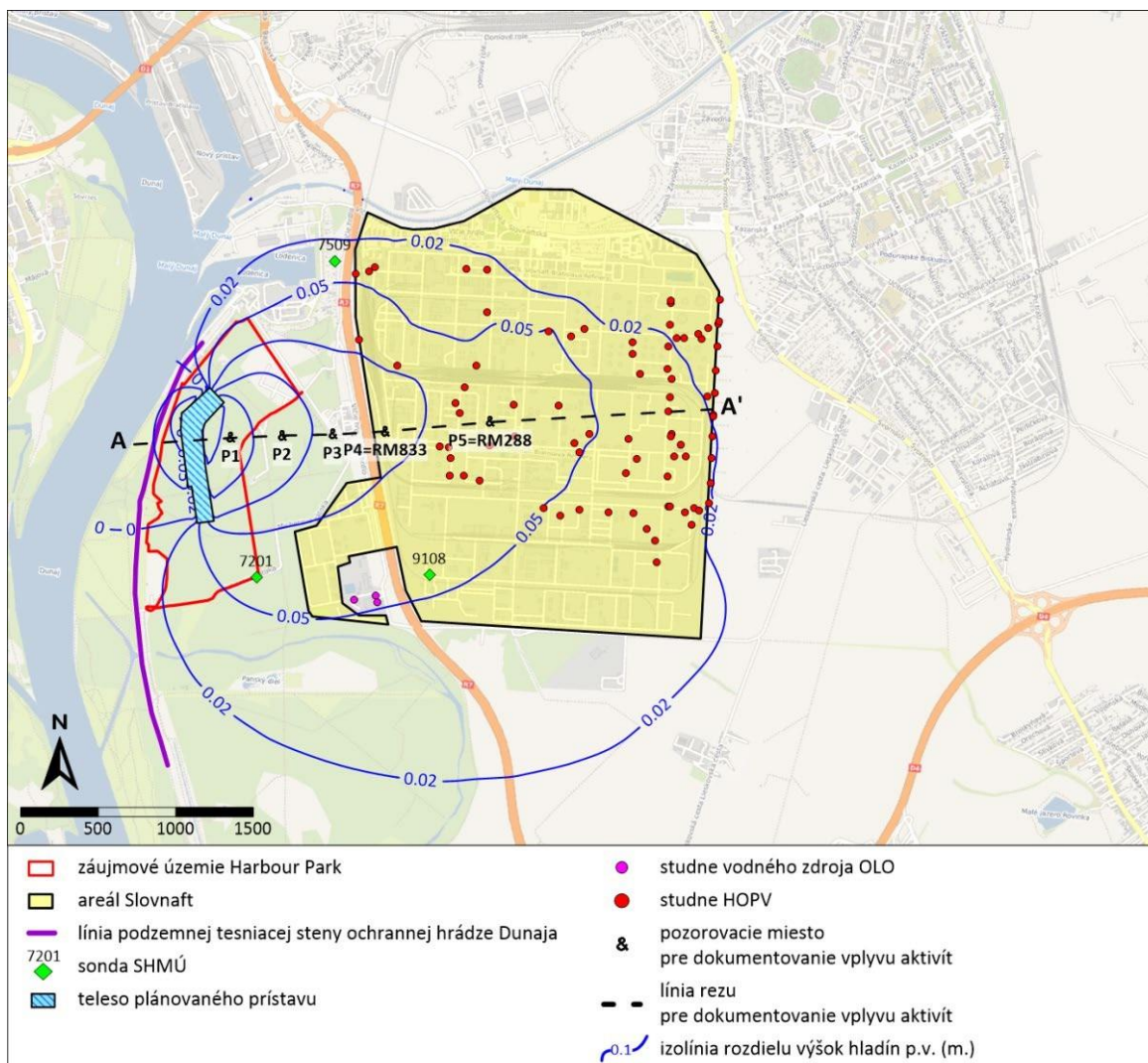


|                                                                              |                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                                          | <i>Harbour Park - az érintett terület</i>                                         |
| <i>areál Slovnaft</i>                                                        | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                         |
| <i>linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>               | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>                                |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                            | <i>SHMÚ szonda</i>                                                                |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                           | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                                   |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                       | <i>határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából</i> |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                             | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                                        |
| <i>studne HOPV</i>                                                           | <i>HOPV kutak</i>                                                                 |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                       | <i>határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából</i> |
| <i>modelová hydroizohypsa pred vybudovaním plánovaného prístavu (m.n.m.)</i> | <i>Modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő építése előtt (t.f.m.)</i>         |
| <i>modelová hydroizohypsa po vybudovaním plánovaného prístavu (m.n.m.)</i>   | <i>modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő megépítése után (t.f.m.)</i>       |





A 42. ábra azt dokumentálja, hogy a talajvíz áramlási irányának változását a vizsgált területen a részleges áramlás a nem teljesen elmerült kikötőtest körül csak kis mértékben fogja megváltoztatni annak közelében. A Duna vízszint-ingadozása miatt ezen a területen nemcsak a magasságok, hanem az áramlási irányok állandó változásait is figyelembe véve ez a változás alig észrevehető lesz. A kikötőtől délre eső I. vegyi szennyvízcsatorna szennyezett területén azonban már ez a kis változás is a szennyezett talajvíz terjedésének áttérelését okozhatja a korábban tiszta területekre. Ezt az állapotot a talajvíz helyreállításával és a csatorna lezárásával kell megoldani még a kikötő megépítése előtt. Abban azonban soha nem lesz változás, hogy a leendő építési területet körülvevő széles területen átfolyó összes talajvíz továbbra is a HOPV kutakba áramlik.

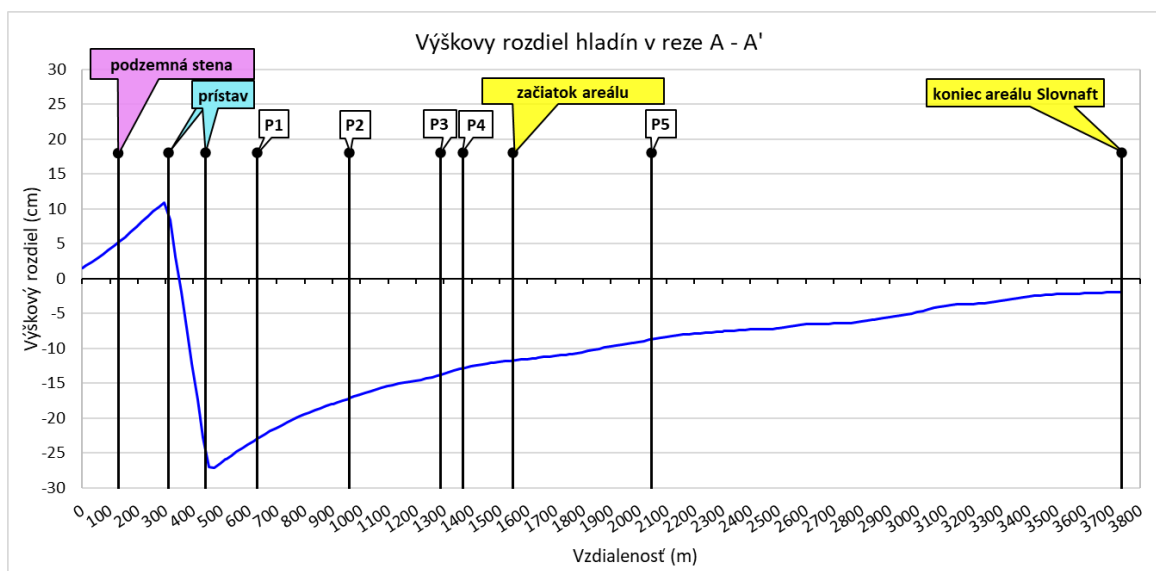


43. ábra 4. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség egy teljesen süllyesztett kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                         |                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület          |
| areál Slovaft                                           | Slovaft komplexum                           |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                 |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                    |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                         |



|                                                      |                                                             |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| studne HOPV                                          | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít         | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)             | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |



44. ábra 4. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség az A-A' szelvényben a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (- csökkenés, + növekedés)

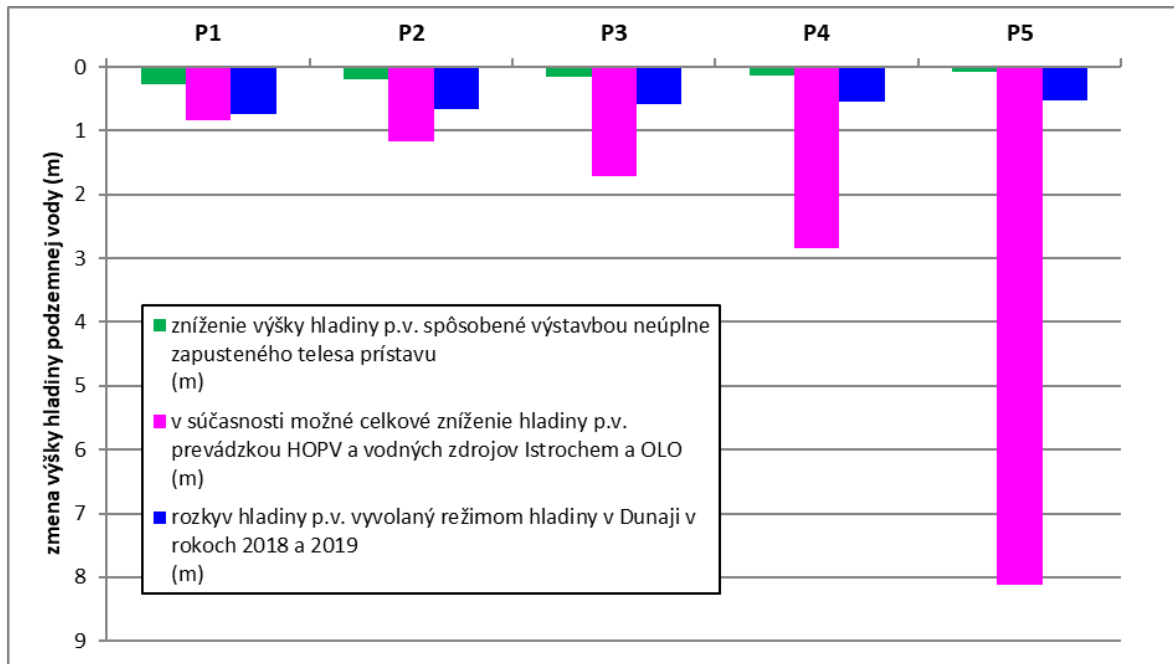
|                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| podzemná stena                       | föld alatti fal                     |
| prístav                              | kikötő                              |
| začiatok areálu                      | a terület kezdete                   |
| koniec areálu Slovnaft               | a Slovnaft komplexum vége           |
| Výškový rozdiel hladín v reze A – A' | Szintkülönbség az A– A' szelvényben |
| Výškový rozdiel (cm)                 | Magasságkülönbség (cm)              |

Az eredeti és az érintett talajvízszintek közötti maximális változások értékeit, amelyek a vizsgált időszakban a Duna szintreztímvéi mellett következénnének be, területi körvonalak formájában a 43. ábrán és az A-A' szelvényben a 44. ábrán dokumentáltuk.



13. táblázat 4. sz. Számítás - A Duna 2019. május 30-i szintjén nem teljesen elmerült medencetest okozta talajvízszint-csökkenés a P1-P5 megfigyelt helyeken

| Megfigyelt hely | A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest építése okozta talajvízszint-csökkenés (m) | Jelenleg lehetséges a talajvízszint általános csökkentése a HOPV és az Istrochem és OLO vízforrások működtetésével (m) | A Duna vízállása okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| P1              | <b>0,27</b>                                                                                | 0,84                                                                                                                   | 0,74                                                                     |
| P2              | <b>0,20</b>                                                                                | 1,17                                                                                                                   | 0,67                                                                     |
| P3              | <b>0,16</b>                                                                                | 1,72                                                                                                                   | 0,59                                                                     |
| P4              | <b>0,13</b>                                                                                | 2,85                                                                                                                   | 0,54                                                                     |
|                 | <b>0,08</b>                                                                                | 8,12                                                                                                                   | 0,52                                                                     |



45. ábra 4. sz. Számítás - A Duna 2019.05.30-i szintje mellett a nem teljesen süllyesztett medencetest okozta talajvízszint-csökkenés a megfigyelt P1-P5 helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| změna výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                 | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené výstavbou neúplne zapusteného telesa prístavu (m)                | a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése miatti talajvízszint-csökkenés (m)                                    |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m) | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                         | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

Amint azt térképek és grafikonok is dokumentálják, a talajvízszint csökkenése a nem teljesen süllyesztett kikötőtest által a talajvíz áramlási irányában a legnagyobb a kikötőtest mögött, és a Sloznaft felé csökkenne. A 13. táblázat azt dokumentálja, hogy a tervezett építési helyen és annak közelében (megfigyelt P1 és P2 helyszínek) a szintcsökkenés elérte a 27 cm-t és a 20 cm-t. A Sloznaft határon 13 cm-re (P4 megfigyelt hely), a HOPV működése okozta mélyedésben (P5 hely) pedig 8 cm-re csökkenne. Figyelembe véve a jelenlegi lehetséges hatásokat, amelyeket a fent dokumentált számítások során határoztunk meg, ez viszonylag elhanyagolható talajvízszint-csökkenés (13. táblázat és 45. ábra). Az ilyen változtatások gyakorlatilag semmilyen hatással nem lennének a lehetőségre az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízforrásainak használatára vagy HOPV üzemeltetésére.

##### 5. sz. Számítás – egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest hatása normál dunai vízállás mellett és HOPV működés nélkül

A kikötőtest nem teljes süllyesztéséből adódó talajvízáramlás- és szintmagasság-változások (amelyeket az előző 4. számú számításban határoztak meg) gyors talajvízáramlás körülményei

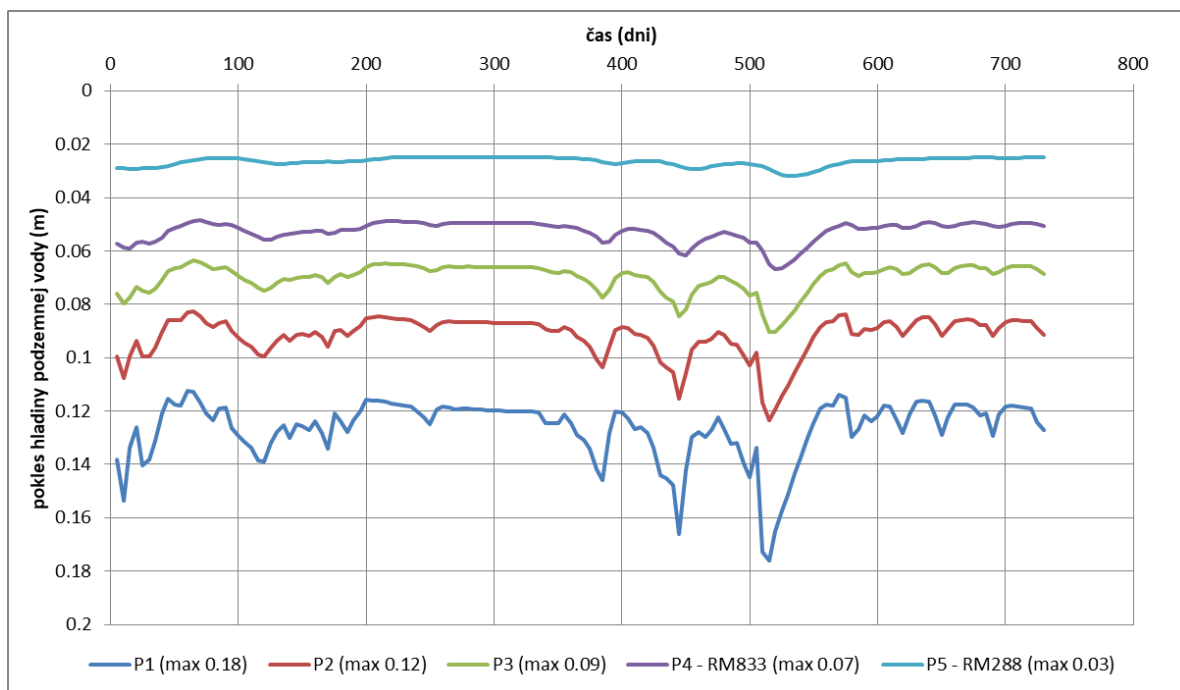




között történtek a HOPV-kutak jelenlegi intenzív szivattyúzása által kikényszerítve. A felgyorsult talajvízáramlás a kikötőtest-akadály mögött fokozott talajvízszint-csökkenést okozna a HOPV működés nélküli helyzethez képest. Annak érdekében, hogy számszerűsítsük, milyen hatása lenne egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtestnek HOPV kutak szivattyúzása nélkül, elvégeztük az 5. sz. modellszámítást. Ebben a HOPV művelet kikapcsolásával a többi számítási paraméter megegyezett a 4. számú számítással.



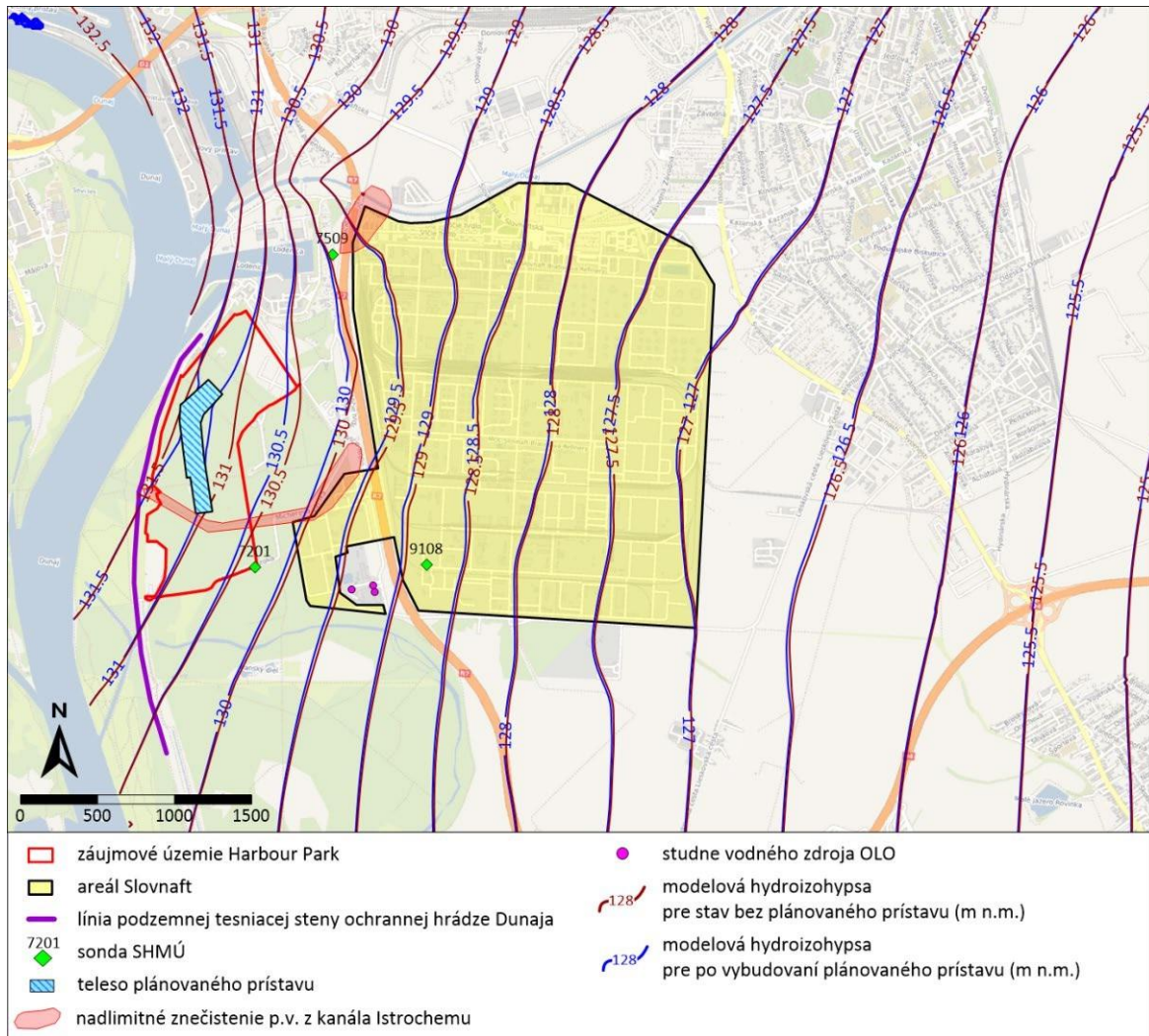
A talajvízszint ebből eredő időbeli csökkenéseit a megfigyelt P1-P5 helyeken a 46. ábra mutatja. Az előző számításhoz hasonlóan a talajvízszintek maximális csökkenése a Duna legmagasabb szintjének időszakában lenne. A 2018 és 2019 közötti időszakban ez 2019. május 30-án volt.



46. ábra 5. sz. Számítás - Vízsztint csökkenés a megfigyelt helyeken HOPV üzem nélküli, nem teljesen süllyesztett kikötőtesttel a Duna vízszintváltozási időszakában 2018-ban és 2019-ben a kikötő nélküli állapothoz képest

| čas (dni)                         | ido (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |

A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest által leginkább érintett modellezett intervallumban keletkező hidroizohipsziseket a Dunában normál szintű rezsim és HOPV működés nélkül a 47. ábra mutatja.



47. ábra 5. sz. Számítás - Hidroizohipszisek a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest maximális hatásával HOPV üzem nélkül a Duna 2019.05.30-i szintjén

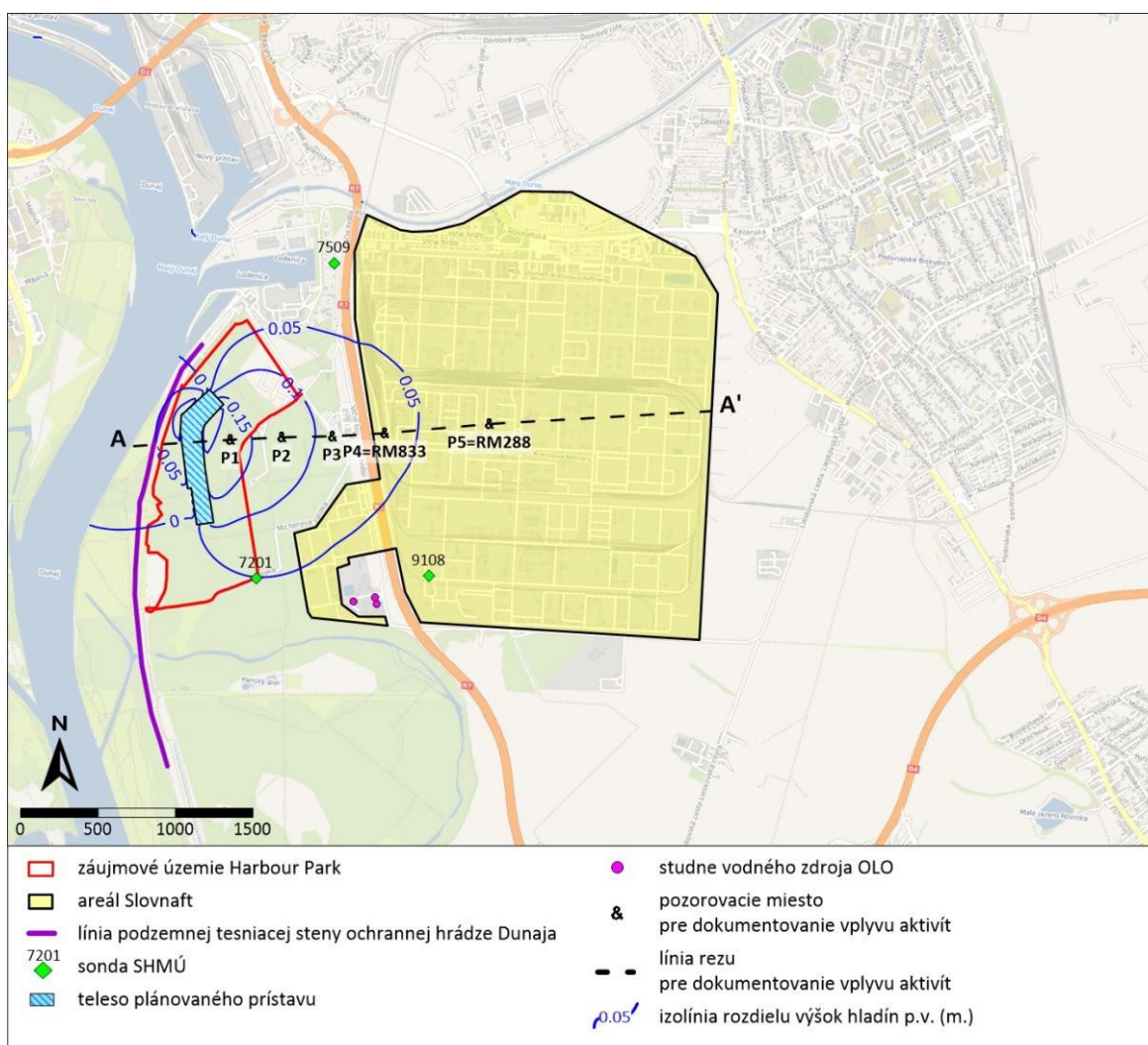
|                                                                      |                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                                         | Harbour Park - az érintett terület                                         |
| areál Slovnaft                                                       | Slovnaft komplexum                                                         |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja              | dunai védőgát földalatti zárófalanak vonala                                |
| sonda SHMÚ                                                           | SHMÚ szonda                                                                |
| teleso plánovaného prístavu                                          | a tervezett kikötő teste                                                   |
| nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu                      | határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából |
| studne vodného zdroja OLO                                            | OLO vízforrás kutak                                                        |
| modelová hidroizohypsya pre stav bez plánovaného prístavu (m.n.m.)   | modell hidroizohipszisek tervezett kikötő nélküli állapot esetén (t.f.m.)  |
| modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő megépítése után (t.f.m.) | modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő megépítése után (t.f.m.)       |

A talajvízszint változásainak térképét a 48. ábra mutatja. A 47. és 48. ábra, hasonlóan az A-A' szelvény szintváltozásaihoz (49. ábra), csak kismértékű talajvízszint-csökkenést dokumentál, a leendő kikötő közvetlen közelének kivételével. Ezek a csökkentések még kisebb lennének, mint a HOPV-üzem esetén, így a részben víz alá süllyedt kikötő eleve alacsony hatása még kisebb lenne HOPV-működés nélkül. Ezt a 14. táblázat is dokumentálja. A kikötő



közvetlen közelében a P1 és P2 megfigyelt helyeken a szintcsökkenés 18 cm-re és 12 cm-re csökkenne, szemben a HOPV-kutak szivattyúzásokor tapasztalt 27 cm-rel és 20 cm-rel. A Slovnaft telephely határán (P4 sz. helyszín) csak 7 cm lenne a csökkenés a 13 cm-hez képest, a HOPV működés által létrehozott mélyedés közepén (P5 sz. helyszín) pedig csak 3 cm lenne a talajvízszint-csökkenés a 8 cm-hez képest. Maga a talajvíz felgyorsult természetellenes áramlása a vizsgált területen a HOPV kutakba önmagában is csaknem kétszeresére növeli a talajvízszint csökkenését a kikötő mögötti területen a Duna felől. A talajvíz áramlásának változása csak a kikötő közvetlen közelében lenne látható. A leendő kikötő déli oldalán azonban van egy szennyezett talajvízzel rendelkező terület. Az előző esethez hasonlóan a megváltozott talajvíz-áramlás most is a talajvízben lévő szennyeződést a korábban tiszta területekre terelné. Ezért a kikötő építése előtt a szennyeződés déli területén az Istrochem I. vegyszeres szennyvizeinek I. csatornájából származó talajvíz kármentesítésére és a csatorna lezárására lesz szükség.

A 14. táblázat és az 50. ábra is dokumentálja, hogy a jelenlegi lehetséges hatásokat figyelembe véve ez viszonylag elhanyagolható talajvízszint-csökkenés. Az ilyen változások semmilyen módon nem befolyásolnák az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészletek felhasználási lehetőségét.

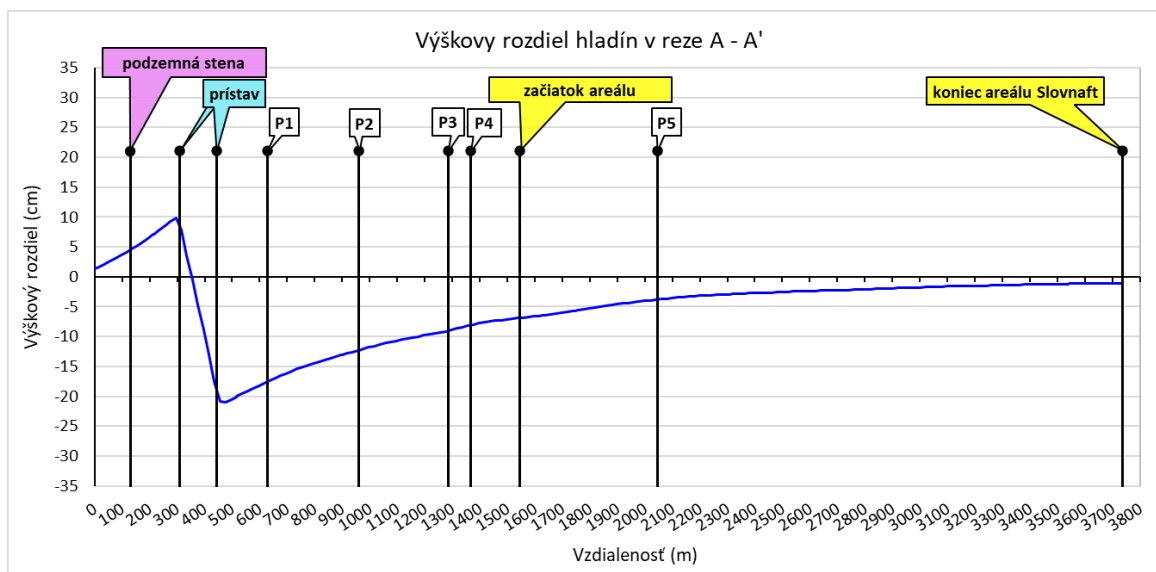






48. ábra 5. sz. Számítás - Talajvízszint-különbségek a HOPV üzem nélküli, nem teljesen süllyesztett kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                                |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                            | <i>Harbour Park - az érintett terület</i>                          |
| <i>areál Slovnaft</i>                                          | <i>Slovnaft komplexum</i>                                          |
| <i>linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i> | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>                 |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                              | <i>SHMÚ szonda</i>                                                 |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                             | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                    |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                               | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                         |
| <i>pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít</i>    | <i>megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására</i> |
| <i>linia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít</i>            | <i>metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához</i>     |
| <i>izolínia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)</i>                | <i>izolínia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)</i>                    |

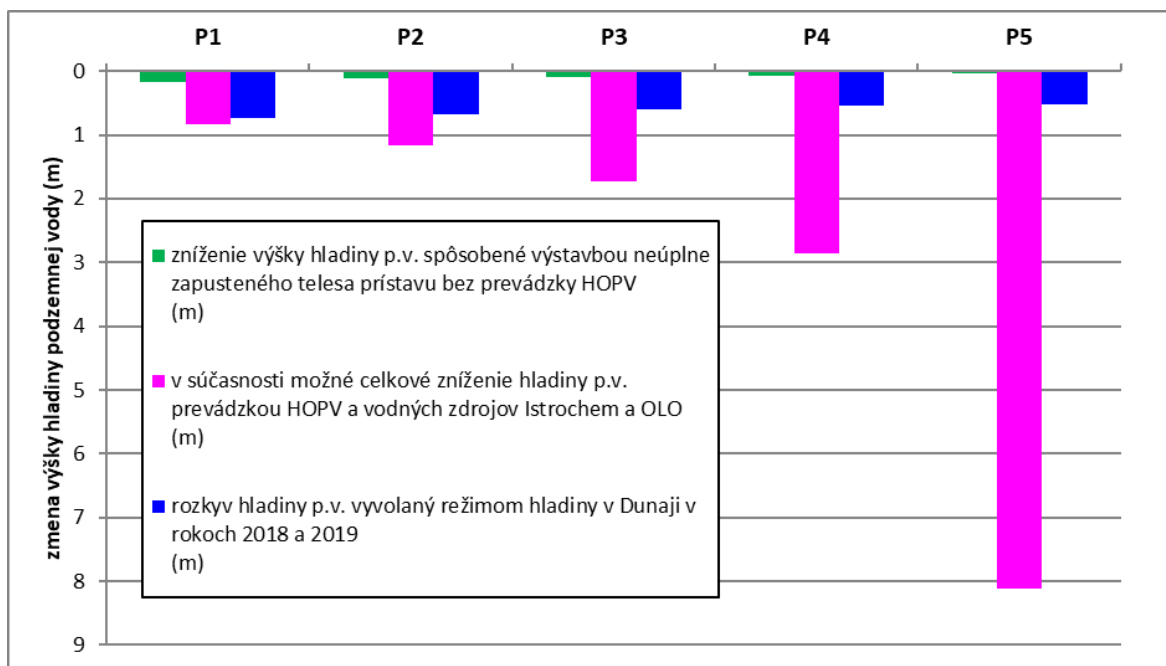


49. ábra 5. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség az A-A' szelvényben a HOPV üzem nélkül, nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintjén (- csökkenés, + növekedés)

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| podzemná stena         | föld alatti fal           |
| prístav                | kikötő                    |
| začiatok areálu        | a terület kezdete         |
| koniec areálu Slovnaft | a Slovnaft komplexum vége |
| Vzdialenosť (m)        | Távolság (m)              |
| Výškový rozdiel (cm)   | Magasságkülönbség (cm)    |

14. táblázat 6. sz. Számítás - HOPV működés nélküli, nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintjén a P1-P5 megfigyelt helyeken

| Megfigyelt hely | Talajvízszint-csökkenés a HOPV működés nélküli, nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése miatt (m) | A nem teljesen beágyazott kikötőtest építése által okozott talajvízszint-csökkenés HOPV működéssel (m) | A talajvízszintek jelenleg lehetséges teljes csökkentése a HOPV és Istrochem és OLO vízforrások működtetésével (m) | A dunai vízállás okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 0,18                                                                                                           | 0,27                                                                                                   | 0,84                                                                                                               | 0,74                                                                     |
| P2              | 0,12                                                                                                           | 0,20                                                                                                   | 1,17                                                                                                               | 0,67                                                                     |
| P3              | 0,09                                                                                                           | 0,16                                                                                                   | 1,72                                                                                                               | 0,59                                                                     |
| P4              | 0,07                                                                                                           | 0,13                                                                                                   | 2,85                                                                                                               | 0,54                                                                     |
| P5              | 0,03                                                                                                           | 0,08                                                                                                   | 8,12                                                                                                               | 0,52                                                                     |



50. ábra 5. sz. Számítás - A Duna 2019.05.30-i szintje mellett HOPV üzem nélküli, nem teljesen alámerült medencetést okozta talajvízszint-csökkenés a megfigyelt P1-P5 helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| změna výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                     | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené výstavbou neúplne zapusteného telesa prístavu bez prevádzky HOPV (m) | HOPV üzem nélküli, nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest építése miatti talajvízszint-csökkenés (m)                  |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m)     | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                             | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

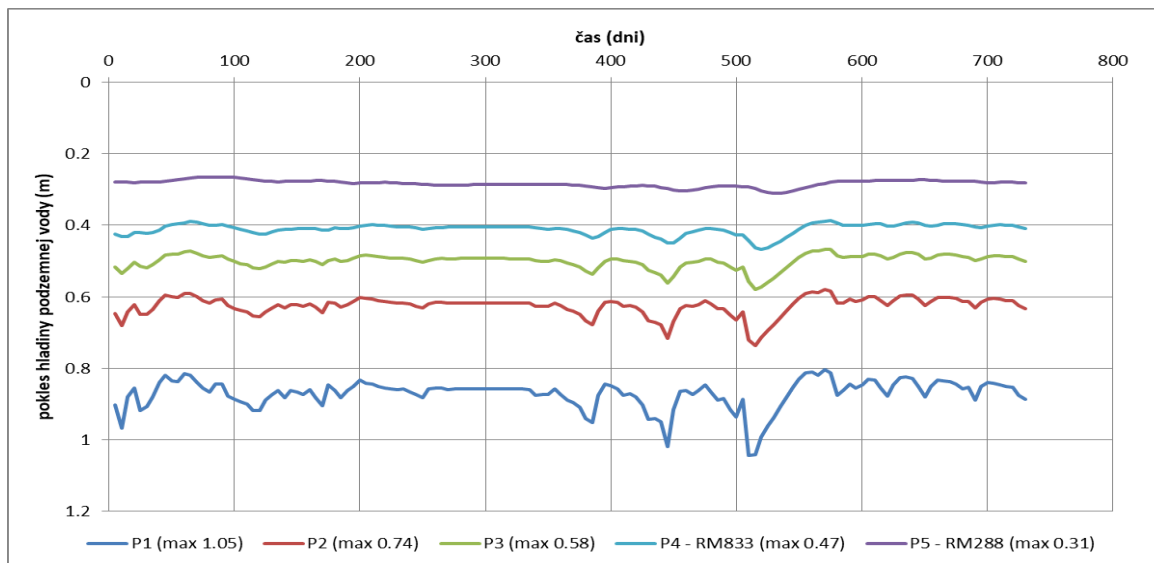
## 6. sz. Számítás – egy teljesen süllyesztett kikötőttest hatása a Duna normál vízállása és a HOPV normál működése mellett

A második lehetőség a kikötő építésére egy teljesen át nem eresztő gát kialakítása a negyedidőszaki üledékek vizsgált vízadójában. A 6. sz. Számításban egy ilyen teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatását vizsgáltuk. A kikötő beágyazásának módjától eltekintve a többi paraméter ugyanaz volt, mint a 4. sz. Számításban, ahol egy nem teljesen beágyazott kikötőttest hatását vizsgáltuk. A számítást 2018-ban és 2019-ben is a Duna normál vízszint-ingadozásának módjában végeztük. A HOPV kutak is úgy termelték ki a talajvizet, ahogyan 2018-ban és 2019-ben is, vagyis a leendő kikötőttest a 6. sz. Számításban kényszerített talajvízáramlás esetén szintváltozást okozott. Az eredményeket ugyanolyan formában dokumentáljuk, mint az 51-54. ábrákon az előző számításoknál.

A teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest meglete jobban csökkentené a kikötő mögötti süllyedést a talajvíz áramlási irányában, mint a részben víz alá süllyesztett kikötőttest esetében. A 15. táblázat és az 55. ábra grafikonja szerint. Ezek azonban még mindig kevésbé jelentős változások a kikötőtől távolabb, mint a terület jelenlegi hatásai. A kikötő közvetlen közelében a szintcsökkenés a megfigyelt P1 és P2 helyeken 1,05 m és 0,74 m lenne. A Slovnaft



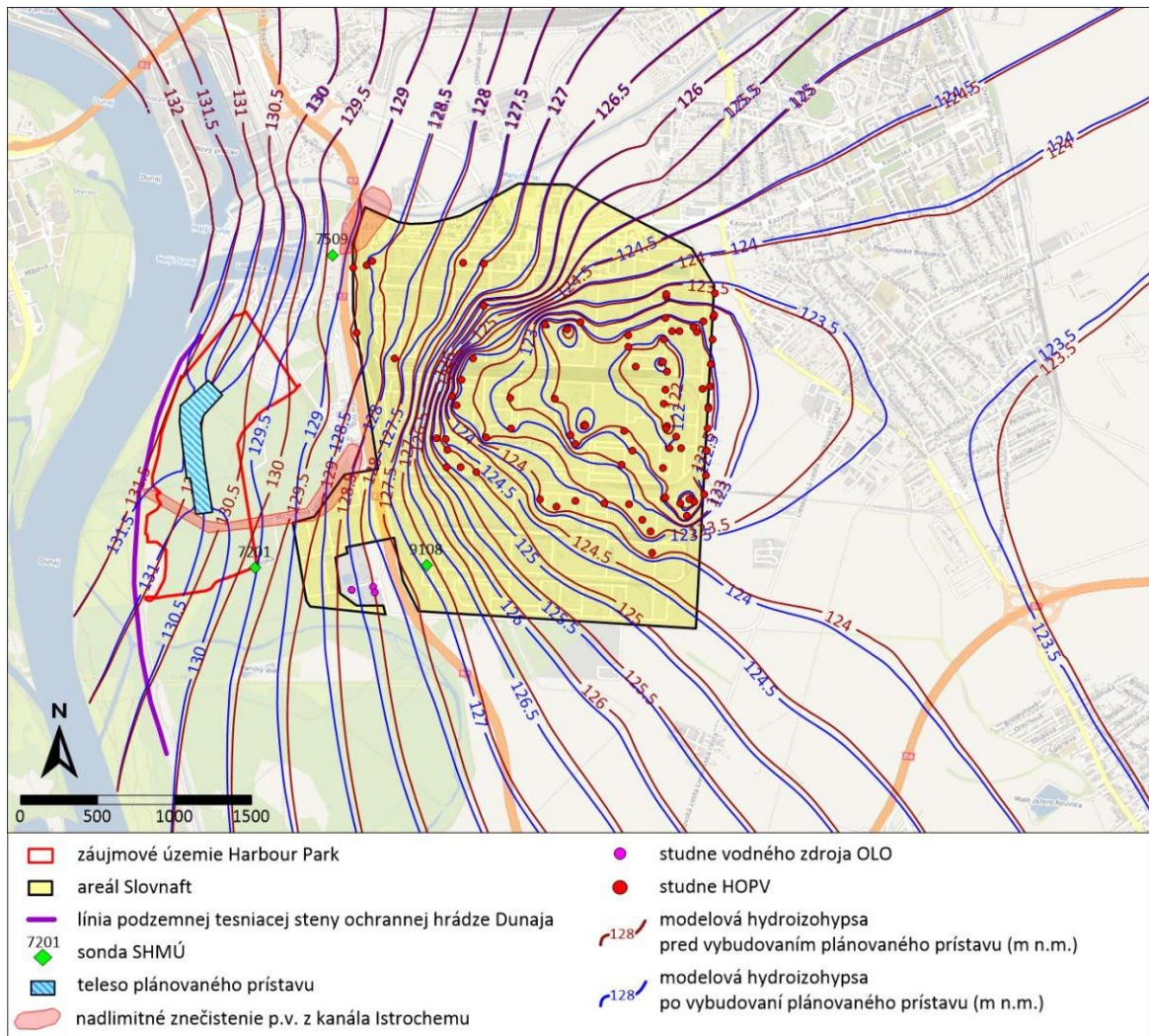
telephely határán (P4 hely) a csökkenés 0,47 m, a HOPV üzem által létrehozott mélyedés középpontjában (P5 hely) a talajvízszint csökkenése 0,31 m lenne.



51. ábra 6. sz. Számítás – Vízsztint-csökkenés a megfigyelt helyeken teljesen süllyesztett kikötőtesttel a Duna vízszintváltozási időszakában 2018-ban és 2019-ben a kikötő nélküli állapothoz képest

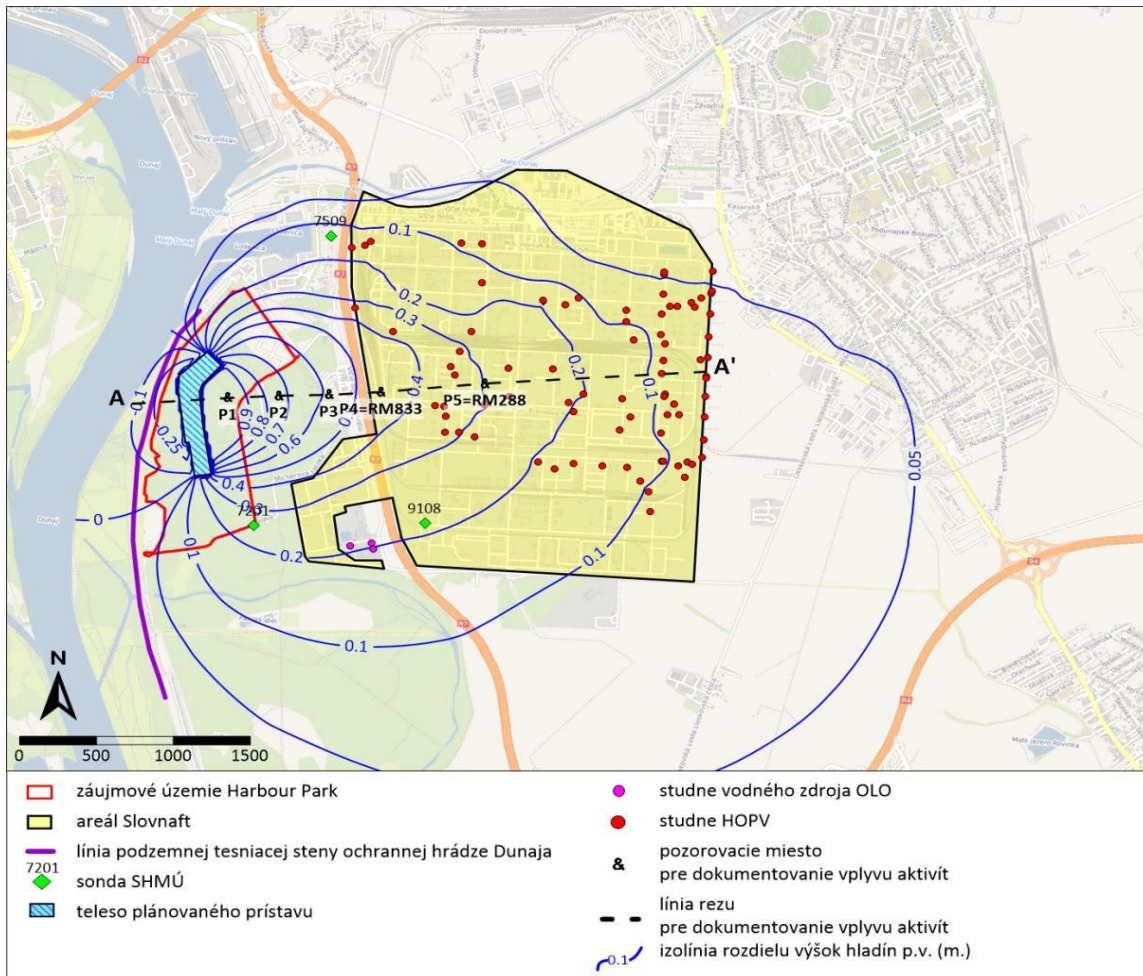
| čas (dni)                         | idő (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |





52. ábra 6. sz. Számítás - Hidroizohipszisek egy teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest maximális hatásával a Duna 2019.05.30-i színtje mellett

|                                                                                |                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| zárjmové územie Harbour Park                                                   | Harbour Park - az érintett terület                                            |
| areál Slovnafť                                                                 | Slovnafť komplexum                                                            |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja                        | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                                   |
| sonda SHMÚ                                                                     | SHMÚ szonda                                                                   |
| teleso plánovaného prístavu                                                    | a tervezett kikötő teste                                                      |
| studne HOPV                                                                    | HOPV kutak                                                                    |
| studne vodného zdroja OLO                                                      | OLO vízforrás kutak                                                           |
| modelová hydroizohypsa pre stav pred vybudovaním plánovaného prístavu (m.n.m.) | Modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő építése előtti állapotra (t.f.m.) |
| modelová hydroizohypsa pre stav po vybudovaní plánovaného prístavu (m.n.m.)    | modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő megépítése után (t.f.m.)          |

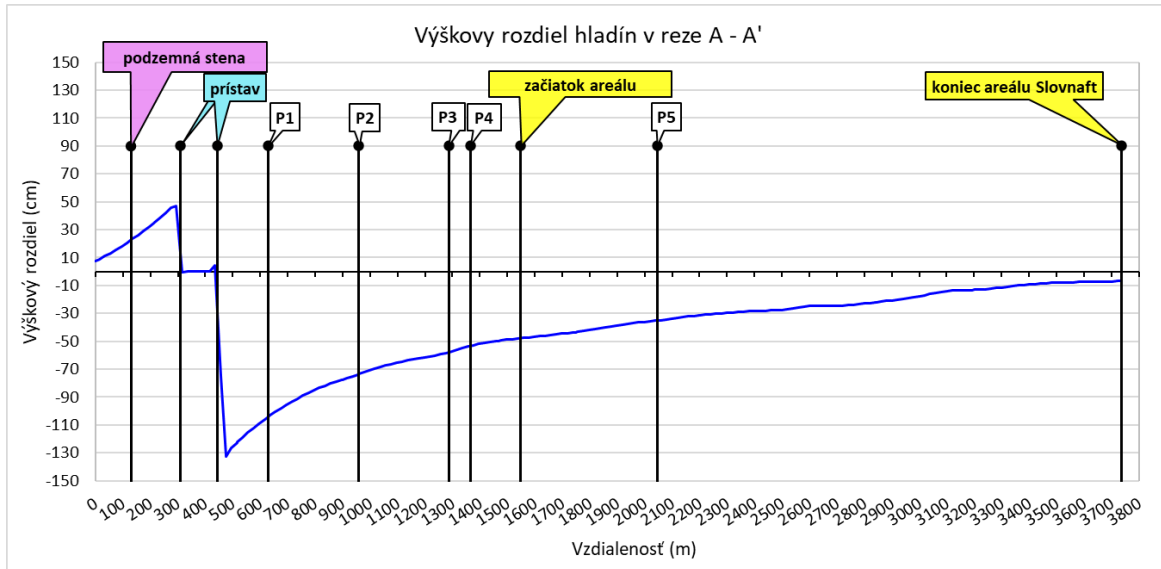


53. ábra 6. számú Számítás - Talajvízszint-különbségek egy teljesen szüllyesztett kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintjén (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnafť                                          | Slovnafť komplexum                                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                                 |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolínia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |



54. ábra 6. sz. Számítás - A talajvízszintek különbsége az A-A' szelvényben egy teljesen süllyesztett kikötőtől



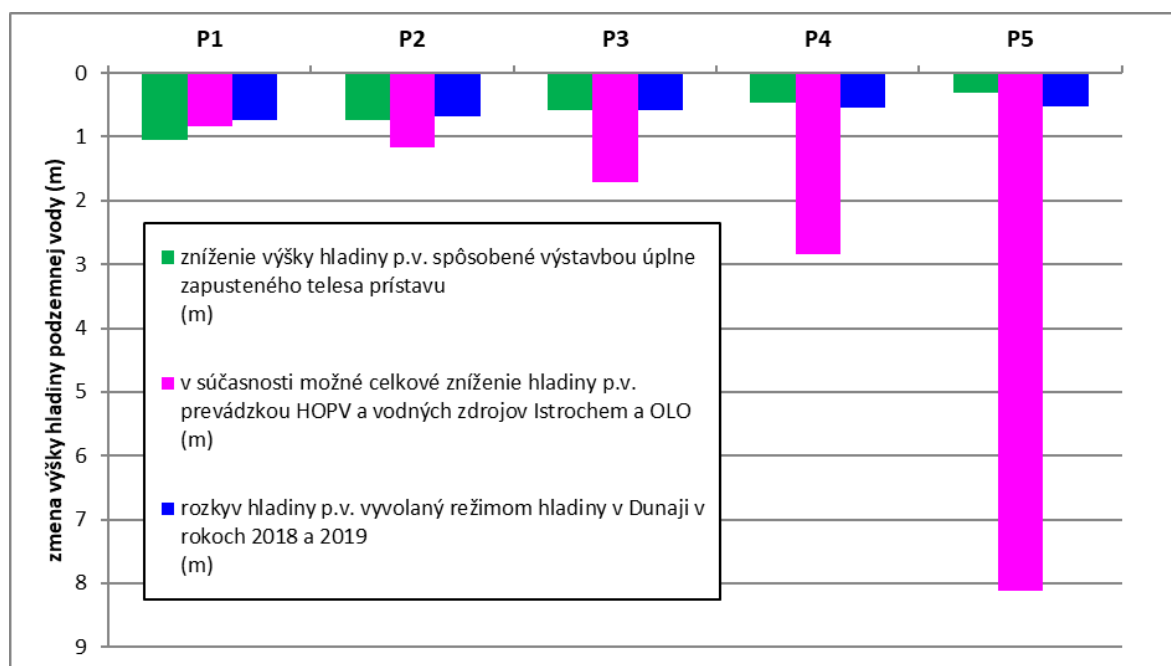
maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintjén (- csökkenés, + növekedés)

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| podzemná stena         | föld alatti fal           |
| prístav                | kikötő                    |
| začiatok areálu        | a terület kezdete         |
| koniec areálu Slovnaft | a Slovnaft komplexum vége |
| Vzdialenosť (m)        | Távolság (m)              |
| Výškový rozdiel (cm)   | Magasságkülönbség (cm)    |



15. táblázat 6. sz. Számítás - A teljesen süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintjén a megfigyelt P1-P5 helyeken

| Megfigyelt hely | A talajvízszint csökkenése a teljesen süllyesztett kikötőtest építése miatt (m) | A jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkenés a HOPV és az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) | A dunai vízállás okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| P1              | <b>1,05</b>                                                                     | 0,84                                                                                                                 | 0,74                                                                     |
| P2              | <b>0,74</b>                                                                     | 1,17                                                                                                                 | 0,67                                                                     |
| P3              | <b>0,58</b>                                                                     | 1,72                                                                                                                 | 0,59                                                                     |
| P4              | <b>0,47</b>                                                                     | 2,85                                                                                                                 | 0,54                                                                     |
| P5              | <b>0,31</b>                                                                     | 8,12                                                                                                                 | 0,52                                                                     |



55. ábra 6. sz. Számítás - A Duna 2019.05.30-i szintjén teljesen süllyesztett medencetést által okozott talajvízszint-csökkenés a megfigyelt P1-P5 helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| změna výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                 | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené výstavbou úplne zapusteného telesa prístavu (m)                  | HOPV üzem nélküli, nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése miatti talajvízszint-csökkenés (m)                   |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m) | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                         | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

A meglévő vízforrás kutak helyén a szinteket akár fél méteres vízszintváltozás is befolyásolná. Ezek a talajvízszint kismértékű változásai a HOPV-süllyedés lehetséges 8,12 m-



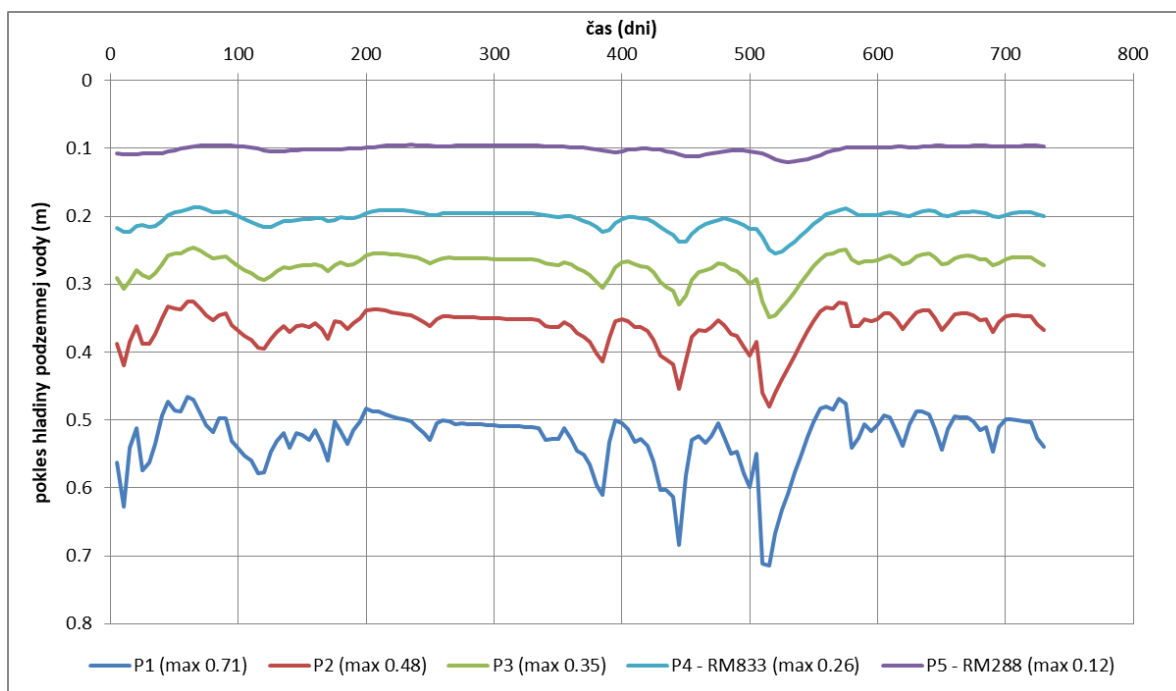


es csökkenéséhez és a jelenlegi 4,99 m-es csökkenéshez képest. A talajvíz áramlási irányának változása a kikötőtest körül lesz megfigyelhető, mivel a Duna felszín alatti vizének teljesen meg kell kerülnie a kikötőt. A Slovnaft felé azonban az áramlási irányok változásai csökkenni fognak, és kevésbé jelentősek, mint a Duna vízszint-ingadozásai okozta irányváltozások. A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőhöz hasonlóan ebben az esetben is negatív áramlási változások lennének indukáltak a szennyezett terület alatt az Istrochem vegyi szennyvíz I. csatornájából. Ez csak megerősíti a szennyezett terület már javasolt kármentesítésének és a csatorna lezárásának szükségességét. Figyelembe véve a HOPV szivattyúzás domináns hatását, a teljes területről a talajvíz is változatlan mértékben áramlik a HOPV kutakba.

## 7. sz. Számítás – teljesen süllyesztett kikötőtest hatása normál dunai vízállás mellett és HOPV üzem nélkül

A 7. sz. számításban a HOPV kutak szivattyúzásával nem rendelkező, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-változások csökkenését határoztuk meg a HOPV kutak üzemelése esetén tapasztalt helyzethez képest (ahogyan a 6. számú számításban is történt).

A talajvízszint ebből eredő időbeli csökkenéseit a megfigyelt P1-P5 helyeken az 56. ábra mutatja. A talajvízszint maximális csökkenése a Duna legmagasabb szintjének időszakában lenne. A 2018 és 2019 közötti időszakban ez 2019. május 30-án volt.



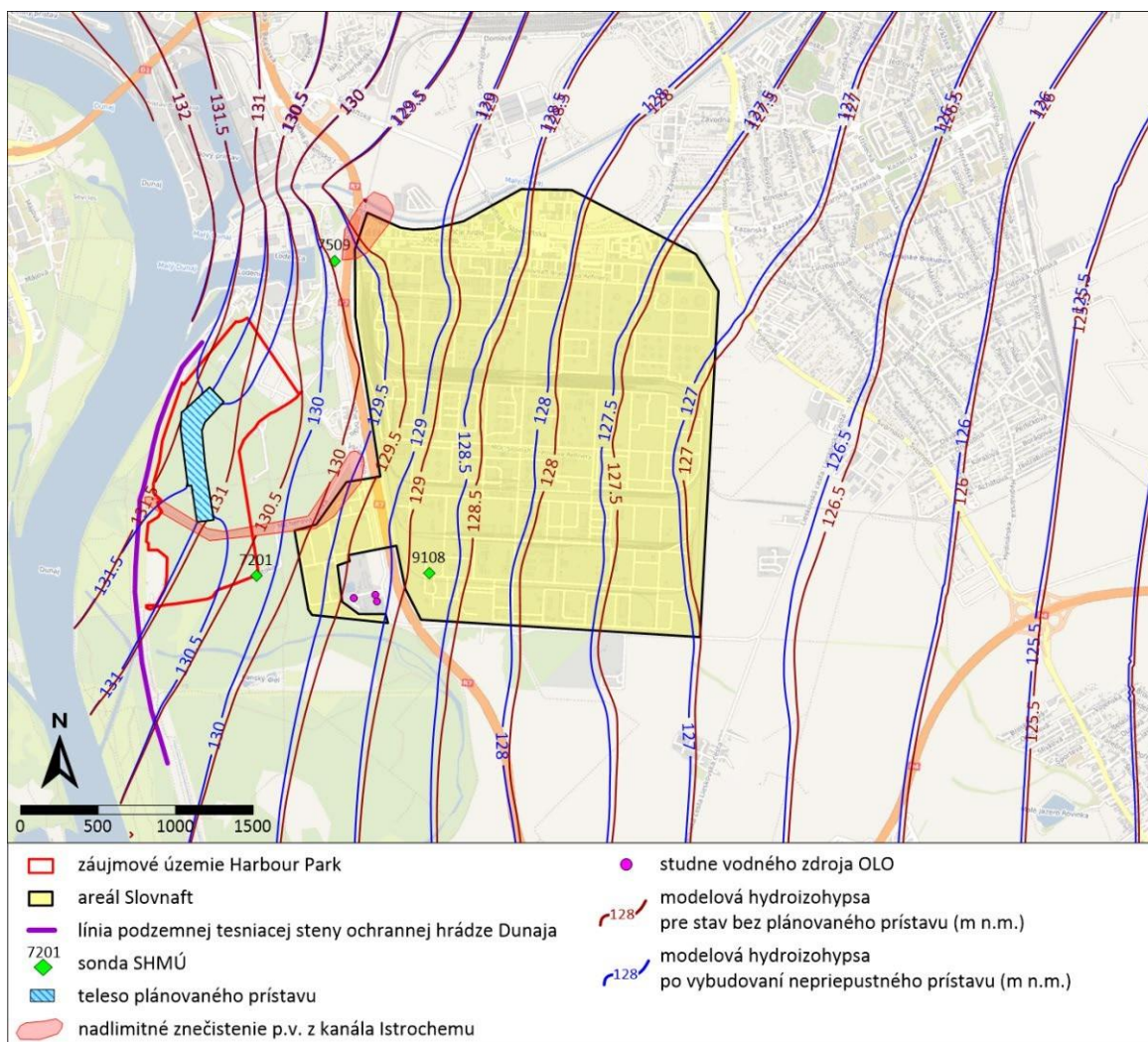
56. ábra 7. sz. Számítás - Vízszint csökkenés a megfigyelt helyeken, ahol a kikötőtest teljesen víz alá süllyesztett, HOPV üzemelés nélkül a Duna vízszintváltozási időszakában 2018-ban és 2019-ben a kikötő nélküli állapothoz képest

| čas (dni)                         | idő (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |

A HOPV működés nélküli, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-változások keletkező hidroizohipsziseit és izovonalait az 57. és 58. ábra mutatja. A



talajvízszint változásait az A-A' szelvényben az 59. ábra mutatja. A szintváltozások a HOPV üzemű állapothoz képest jelentősen csökkentek, ezért kisebb hatással lesznek a talajvíz áramlására, mint a HOPV üzemű állapotnál, ahogy azt az előző számításban is leírtuk. Ezt a 16. táblázat is dokumentálja. A kikötő közvetlen közelében a P1 és P2 megfigyelt helyeken a szintcsökkenés 0,71 m-re és 0,48 m-re csökkenne, szemben a HOPV-kutak szivattyúzásakor tapasztalt 1,05 és 0,74 m-rel. A Slovnaft telephely határán (P4 helyszín) a csökkenés 0,26 m lenne a 0,47 m-hez képest, a HOPV működés által létrehozott mélyedés közepén (P5 hely) pedig 12 cm-rel csökkenne a talajvíz szintje a 31 cm-hez képest. Maga a talajvíz felgyorsult természetellenes áramlása a vizsgált területen a HOPV kutakba önmagában is jelentős talajvízszint-csökkenést okoz a kikötő mögötti területen a Duna felőli irányban. A kikötő körüli áramlási irányok változása ebben az esetben is változást okozna a szennyezett talajvíz terjedésében a szennyezett területről az I. vegyi szennyvízcsatornából az Istrochemből a korábban tiszta területekre. Ezért a kikötőtől délre a szennyezés kármentesítésére és a csatorna lezárására lesz szükség.

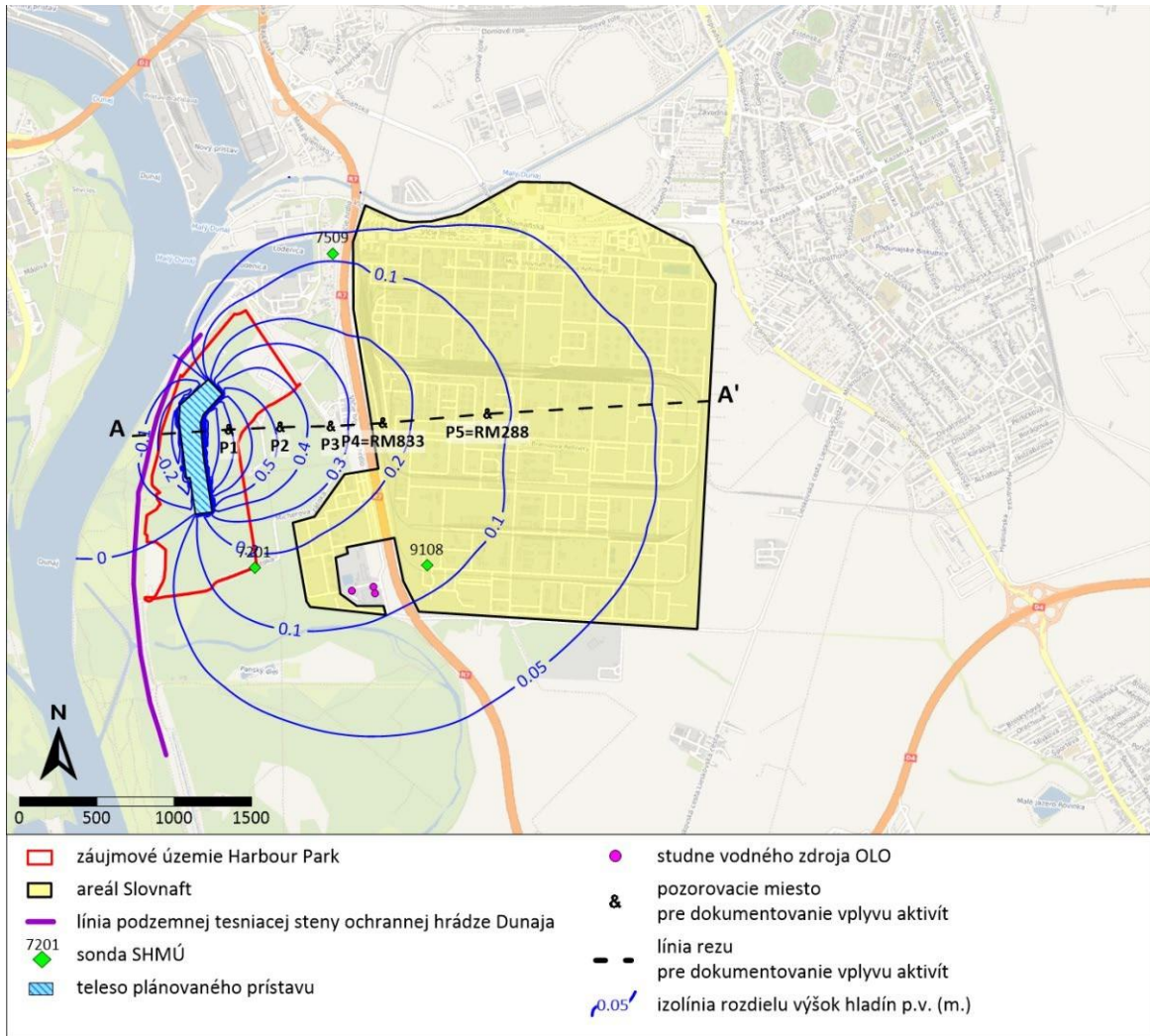


57. ábra 7. sz. Számítás - Hidroizohipszisek egy teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest maximális hatásával HOPV működés nélkül a Duna 2019.05.30-i szintjén

|                                                         |                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                 |



|                                                                       |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| teleso plánovaného prístavu                                           | a tervezett kikötő teste                                                    |
| nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu                       | határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából  |
| studne vodného zdroja OLO                                             | OLO vízforrás kutak                                                         |
| modelová hidroizohypsa pre stav bez plánovaného prístavu (m.n.m.)     | modell hidroizohipszisek tervezett kikötő nélküli állapot esetén (t.f.m.)   |
| modelová hidroizohypsa po vybudovaní nepriepustného prístavu (m.n.m.) | modell hidroizohipszisek egy át nem eresztő kikötő felépítése után (t.f.m.) |



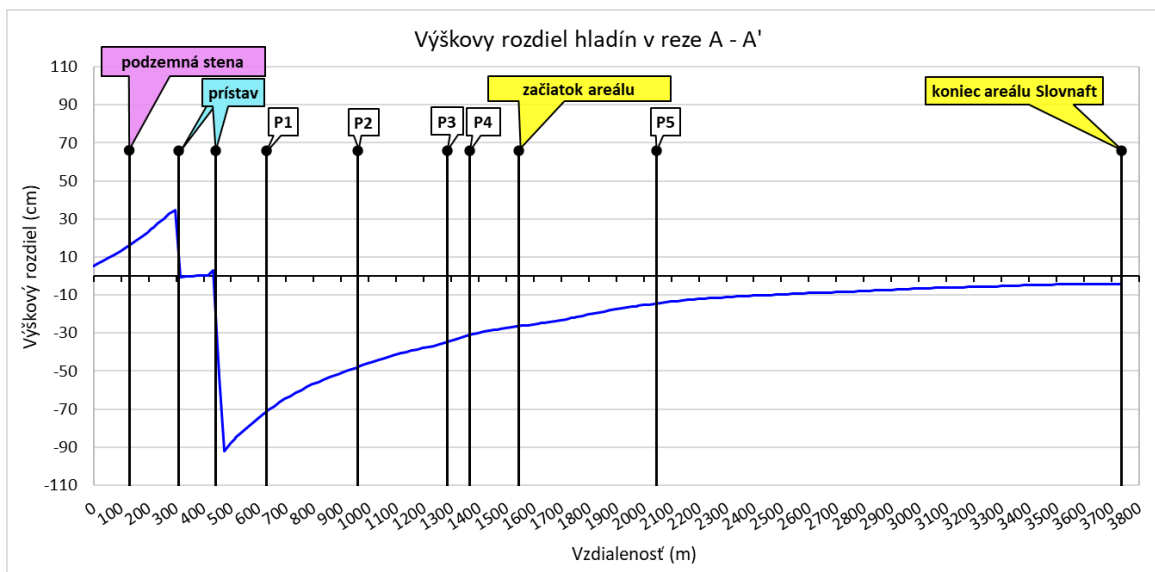
58. ábra 7. számú Számítás - Talajvízszint-különbségek egy teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest HOPV-működés nélküli maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                        |                                                             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| zaujmové územie Harbour Park                           | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovaft                                          | Slovaft komplexum                                           |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                             | SHMÚ szonda                                                 |
| teleso plánovaného prístavu                            | a tervezett kikötő teste                                    |
| studne vodného zdroja OLO                              | OLO vízforrás kutak                                         |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít   | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| lína rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolína rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |





59. ábra 7. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség az A-A' szelvényben a HOPV üzemelése nélkül, teljesen víz alá süllyesztett



kikötőtest maximális hatásánál a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (- csökkenés, + növekedés)

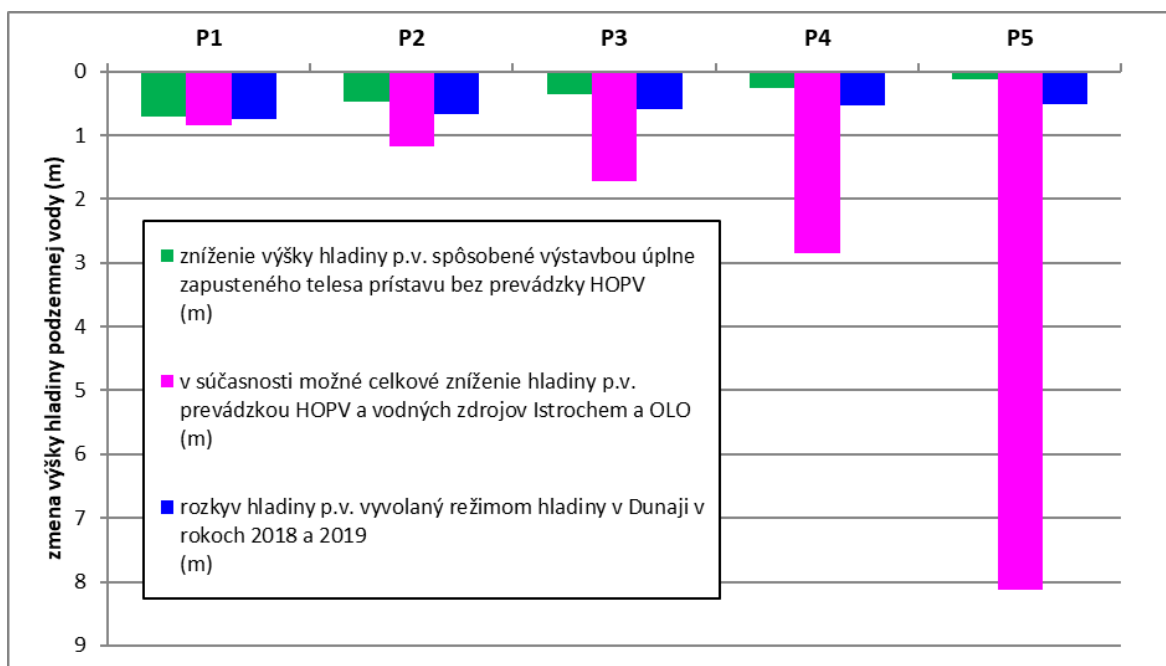
|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| podzemná stena         | föld alatti fal           |
| prístav                | kikötő                    |
| začiatok areálu        | a terület kezdete         |
| koniec areálu Slovnaft | a Slovnaft komplexum vége |
| Vzdialenosť (m)        | Távolság (m)              |
| Výškový rozdiel (cm)   | Magasságkülönbség (cm)    |





16. táblázat 7. sz. Számítás - HOPV üzem nélküli, teljesen süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintje mellett a P1-P5 megfigyelt helyeken

| Megfigyelt hely | Talajvízszint-csökkenés a HOPV üzem nélküli, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése miatt (m) | Talajvízszint-csökkenés a HOPV üzemelésével járó, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése miatt (m) | A talajvízszintek jelenleg lehetséges teljes csökkentése a HOPV és Istrochem és OLO vízforrások működtetésével (m) | A dunai vízállás okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 0,71                                                                                                    | 1,05                                                                                                         | 0,84                                                                                                               | 0,74                                                                     |
| P2              | 0,48                                                                                                    | 0,74                                                                                                         | 1,17                                                                                                               | 0,67                                                                     |
| P3              | 0,35                                                                                                    | 0,58                                                                                                         | 1,72                                                                                                               | 0,59                                                                     |
| P4              | 0,26                                                                                                    | 0,47                                                                                                         | 2,85                                                                                                               | 0,54                                                                     |
| P5              | 0,12                                                                                                    | 0,31                                                                                                         | 8,12                                                                                                               | 0,52                                                                     |



60. ábra 7. sz. Számítás - HOPV üzem nélküli, teljesen süllyesztett medencetést által okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintje mellett a P1-P5 megfigyelt helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| změna výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                   | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené výstavbou úplne zapusteného telesa prístavu bez prevádzky HOPV (m) | HOPV üzem nélküli, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése által okozott vízszint csökkenés (m)                     |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m)   | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                           | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

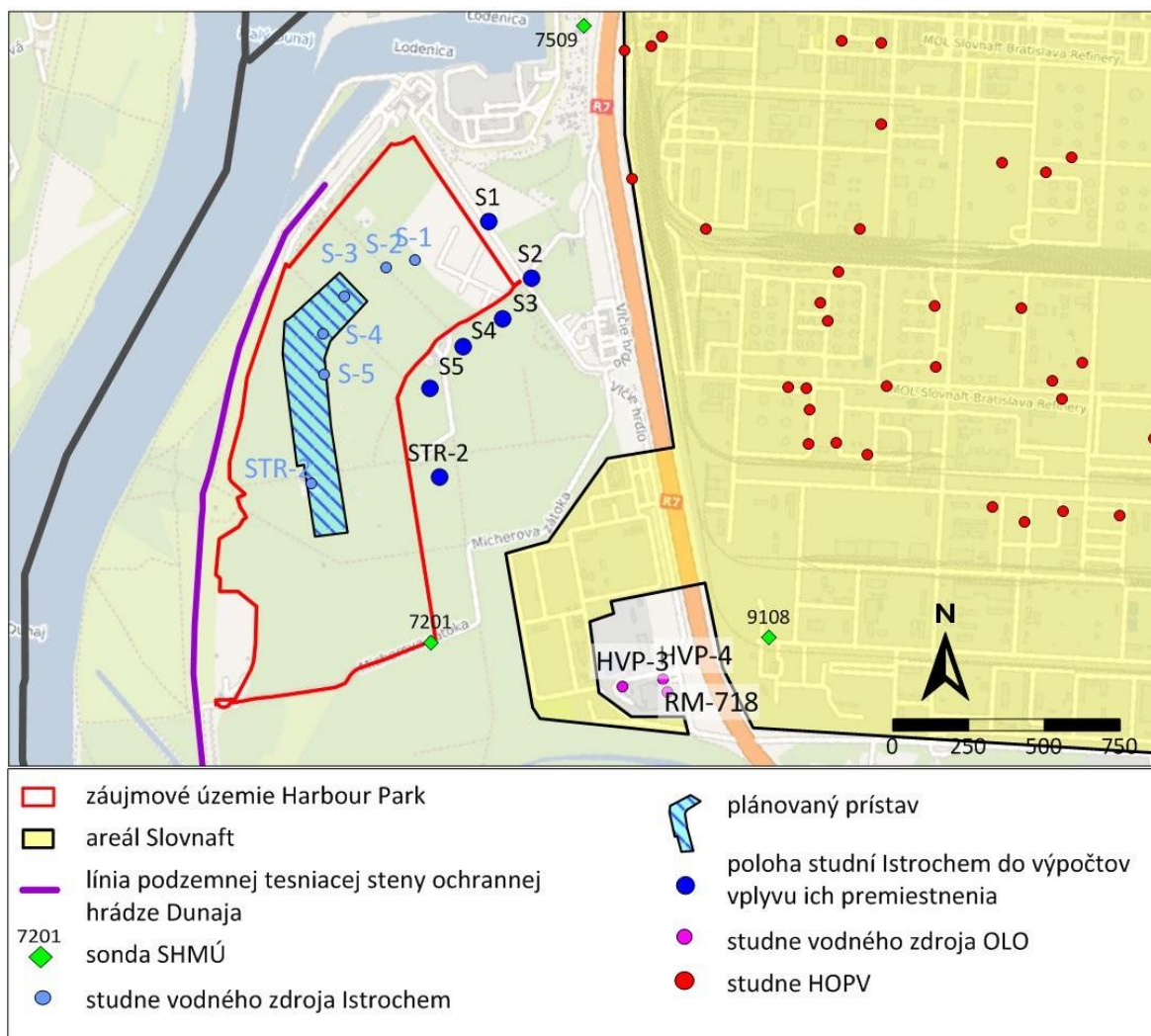


### ***6.2.2 Az Istrochem Reality a.s. vízkészlet kutak áthelyezése és a kikötő építése által a talajvízáramlásban és a talajvízszintekben okozott változások a Duna vízszintjének normál rezsimváltozásai mellett***

Az Istrochem Reality a. s. vízellátó forrásának kútjai a HARBOR PARK projekt keretében a jövőben tervezett építési területen található. Ezért az egyik lehetséges megoldásnak az érintett kutak áthelyezését tartottuk. A modellt arra használtuk, hogy értékeljük a talajvíz áramlásának változásait, azok esetleges kelet felé történő eltolásakor, közvetlenül a jövőbeni építkezéssel érintett terület határán túlra. A kutak jelenlegi elhelyezkedését és megváltozott helyüket az áthelyezésük hatásának számítása céljából a 61. ábra mutatja. A kutak új elhelyezkedése a 61. ábrán ideiglenes.

A kutak elhelyezkedésének változásait a jövőben pontosítani kell a vizsgált területről származó részletesebb adatok alapján. Figyelembe kell venni azt is, hogy a kikötő déli részén a szennyezett területen keresztül a talajvíz áramlásában az áthatolhatatlan kikötőttest okoz változást. A korábbi számítások szerint a talajvíz szennyezését ezen a területen az Istrochem vegyi szennyvíz I. csatornája okozza. A kikötőmedence nem teljesen, vagy nagyobb mértékben teljesen víz alá került teste ezt a szennyezést akár a korábban tiszta területekre is áttérítheti. Ezzel egyidejűleg még a kikötő építése előtt javasolt a víztartó réteg szennyeződésének felszámolása és a csatorna lezárása.

A 8. és 9. számú számításokban modelleztük az Istrochem Reality a. s. kútjai áthelyezésének hatását, beleértve a nem teljesen vagy teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatását is. A jelenleg nyilvántartott tényleges szivattyúzott mennyiségeket a kutakból modelleztük.



61. ábra Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutak helyzetének modellezett változása

|                                                              |                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                                 | Harbour Park - az érintett terület                                     |
| areál Slovnaft                                               | Slovnaft komplexum                                                     |
| lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja       | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                            |
| sonda SHMÚ                                                   | SHMÚ szonda                                                            |
| plánovaný prístav                                            | tervezett kikötő                                                       |
| studne vodného zdroja OLO                                    | OLO vízforrás kutak                                                    |
| studne HOPV                                                  | HOPV kutak                                                             |
| poloha studní Istrochem do výpočtov vplyvu ich premiestnenia | Istrochem kutak elhelyezkedése az áthelyezésük hatásának számításaiban |

Ezzel egyidejűleg modelleztük a Duna vízszint-változásai során a talajvíz áramlását és a HOPV kutakból szivattyúzott mennyiségeket úgy, ahogyan az 2018-ban és 2019-ben volt. A számításokba bevontuk az OLO a.s. vízforrás kutaiból jelenleg használt vízmennyiségek szivattyúzását is. A számítási paramétereket a 17. táblázat tartalmazza.



17. táblázat Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutak áthelyezése által a talajvíz áramlásra gyakorolt hatás számításai

| Számítás száma | Számítás leírása |                                                    |               | Kikötői medencetest | Istrochem kutak |         | Hidraulikus talajvíz védelem (HOPV) |
|----------------|------------------|----------------------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|---------|-------------------------------------|
|                | Rövid leírás     | A talajvízre gyakorolt fő hatást okozó tevékenység | Egyéb hatások |                     | Elhelyezkedés   | Kivétel |                                     |

A Duna vízszintje a 2018-2019 közötti időszakban

## ISTROCHEM KUTAK ÁTHELYEZÉSE

|   |                                                                                                            |                              |                            |                                                   |                     |                   |                   |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 8 | a nem teljes kikötőttest hatása az áthelyezett Istrochem kutak jelenlegi kivonásában a HOPV működése során | *Istrochem kutak áthelyezése | *a HOPV jelenlegi működése | 122 m tengerszint feletti magasságig (nem teljes) | áthelyezett pozíció | jelenlegi kivétel | jelenlegi kivétel |
| 9 | a kikötő teljes testének hatása az áthelyezett Istrochem kutak jelenlegi kivonásában a HOPV működése során | *Istrochem kutak áthelyezése | *a HOPV jelenlegi működése | a neogénbe (teljes)                               | áthelyezett pozíció | jelenlegi kivétel | jelenlegi kivétel |

A kikötőttest befolyására vonatkozóan a 8. és 9. számú számítások megerősítették a 4. és 6. számítások eredményeit, amelyekben ezt a hatást külön modelleztük az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrás kutak kitermelésének hatása nélkül, ezért az alábbi számítás-eredmények ismertetésekor elsősorban az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezésének elszigetelt hatására koncentráltunk.

**8. sz. Számítás – az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezésének hatása, nem teljesen süllyesztett kikötőttesttel normál dunai vízszint rezsim és a HOPV működése mellett**

Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezése hatás-számításának első esetében a kikötőttest hiányosan megsüllyedt medencéjének hatását egyidejűleg modelleztük. Az eredményeket összehasonlítottuk a medence nélküli helyzettel és a jelenlegi kúthelyekről vett mintavétellel.

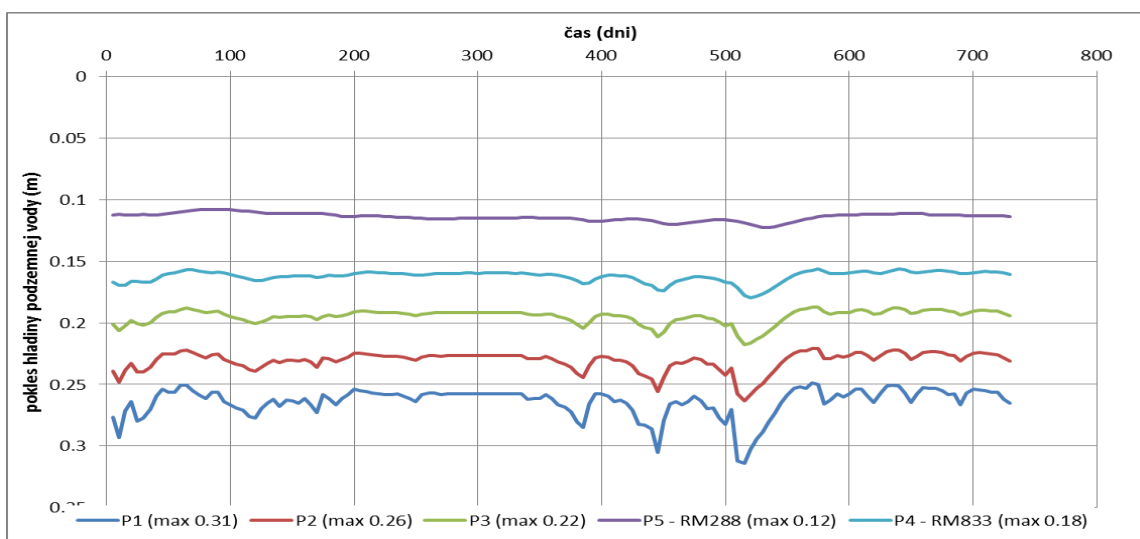
A 62. ábrán látható az ebből adódó szintcsökkenés az idő múlásával a kút áthelyezése és a kikötő nélküli helyzethez képest. A maximális talajvízszint-csökkenés a Duna legmagasabb szintjének időszakában, 2019. május 30-án lenne. Ekkor szerkesztettük meg a 63. és 64. ábrán látható szintváltozások hidroizohipsziseit és izovonalait. A 65. ábra a talajvízszint csökkenését mutatja az A-A' szelvény vonalában.

A 18. táblázat tartalmazza a megfigyelt P1-P5 helyeken az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutak áthelyezése, valamint a hiányos kikötőttest megépítése miatt bekövetkező szintcsökkenések maximális értékeit a Duna vízszintjének változásai és a HOPV-kutakból történő kivétel mellett a 2018. és 2019. évi időszakból. Ugyanez a táblázat tartalmazza a csak



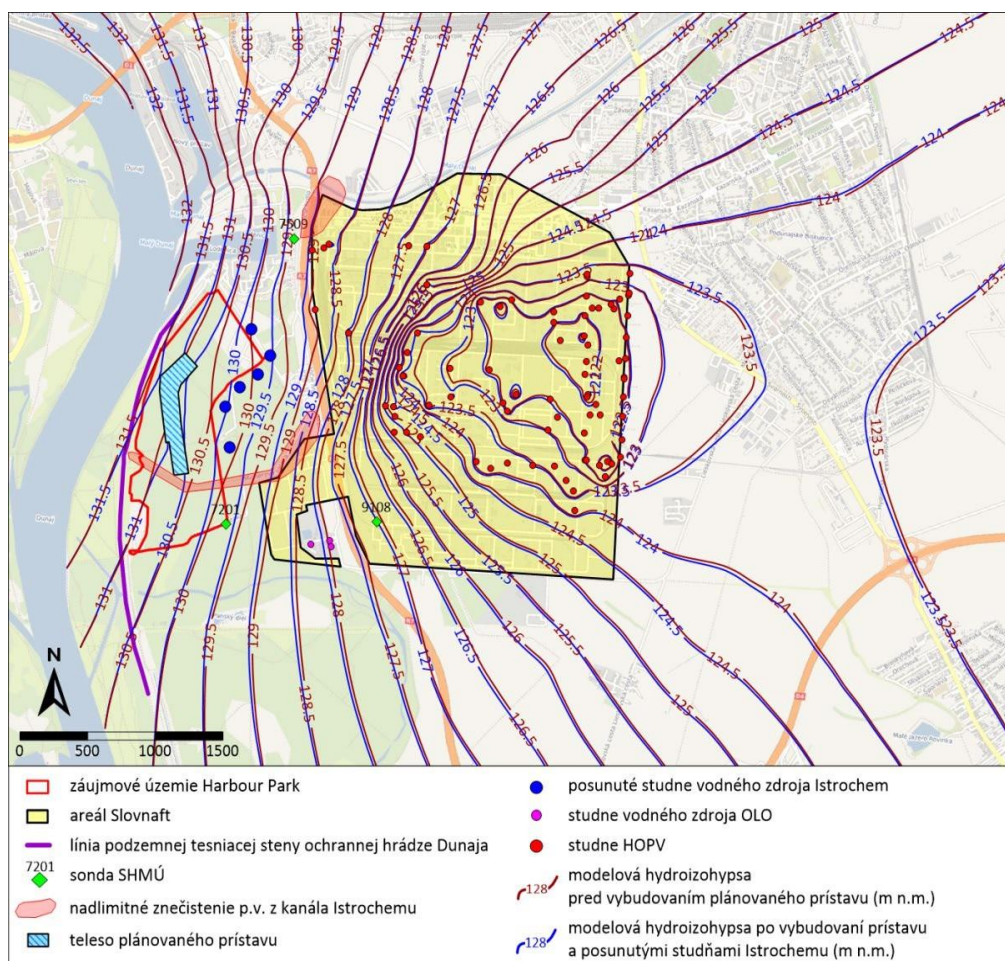


az Istrochem Reality a.s. kútjainak, mint vízforrásnak az áthelyezése által okozott szintesések értékeit is.



62. ábra 8. sz. Számítás - Vízsintváltozások a megfigyelt helyeken az Istrochem Reality a. s. áthelyezett vízforrás kutak szivattyúzása során, és nem teljesen süllyesztett kikötőtest esetén a dunai vízszintváltozások időszakában 2018-ban és 2019-ben, összehasonlítva a kikötő nélküli állapottal és a használt kutak jelenlegi elhelyezkedésével

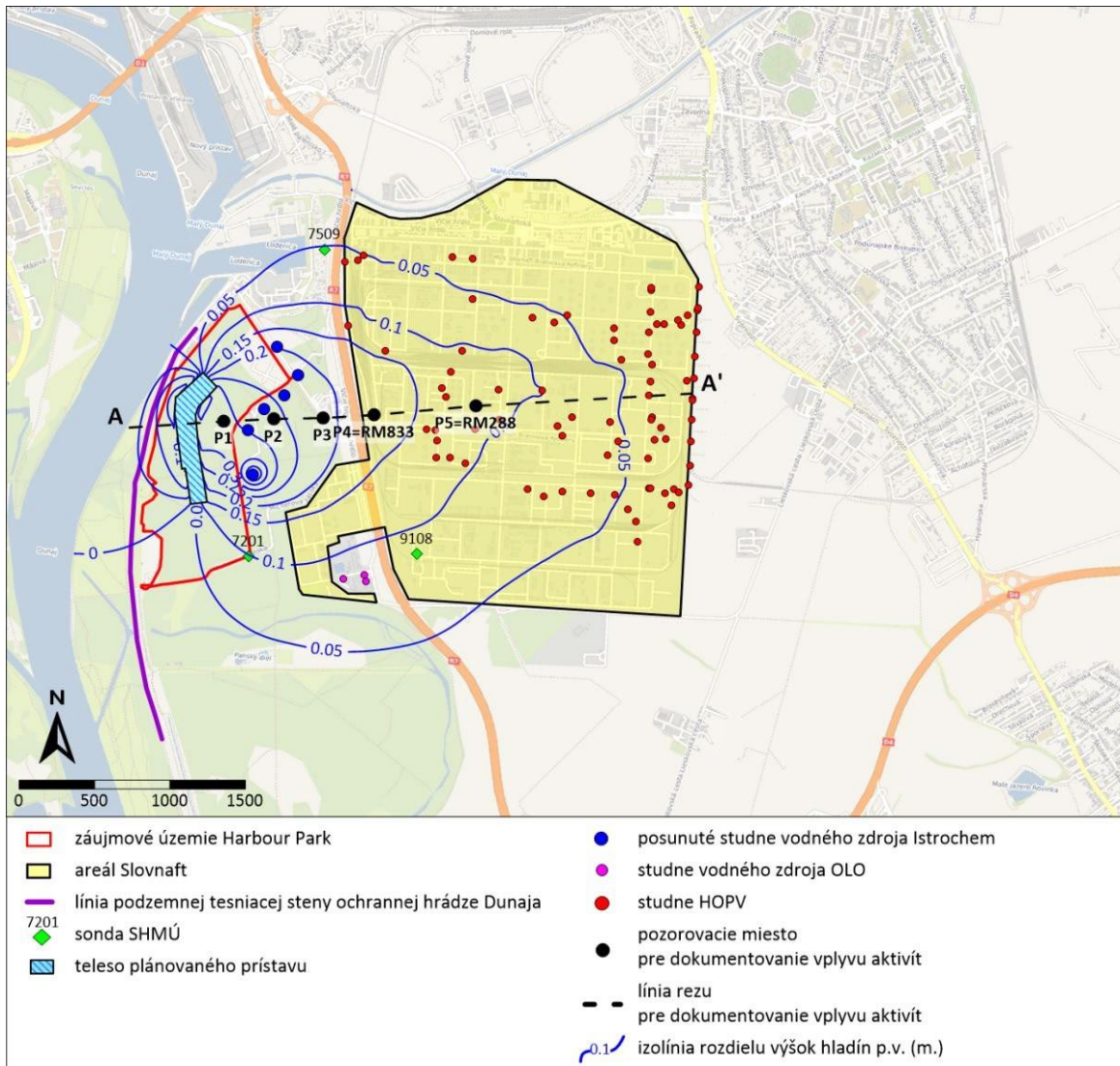
| čas (dni)                         | idő (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |





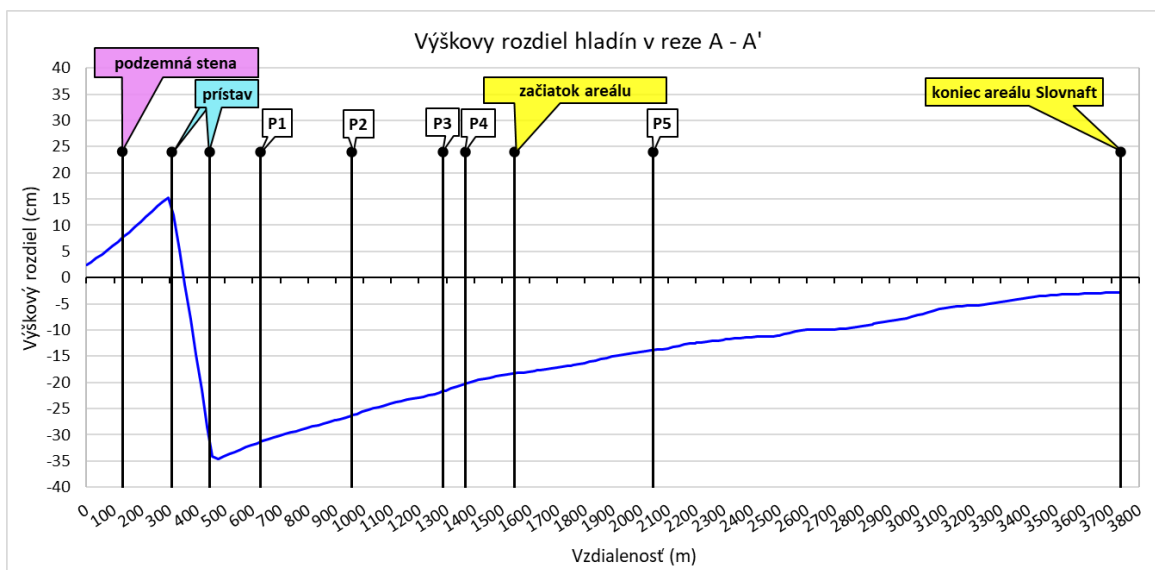
63. ábra 8. sz. Számítás - Hidroizohipszisek az Istrochem Reality a.s. kutak áthelyezésének és a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest maximális hatásával a Duna 2019.05.30-i szintje mellett

|                                                                                                |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                                                            | <i>Harbour Park - az érintett terület</i>                                                            |
| <i>areál Slovnaft</i>                                                                          | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                                            |
| <i>linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>                                 | <i>dunai védőgát földalatti zárófalanak vonala</i>                                                   |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                                              | <i>SHMÚ szonda</i>                                                                                   |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                                             | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                                                      |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                                         | <i>határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából</i>                    |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                                               | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                                                           |
| <i>studne HOPV</i>                                                                             | <i>HOPV kutak</i>                                                                                    |
| <i>modelová hydroizohypsa pred vybudovaním plánovaného prístavu (m.n.m.)</i>                   | <i>Modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő építése előtt (t.f.m.)</i>                            |
| <i>modelová hydroizohypsa po vybudovaní prístavu s posunutými studňami Istrochemu (m.n.m.)</i> | <i>Modell-hidroizohipszisek a kikötő megépítése után az Istrochem áthelyezett kútjaival (t.f.m.)</i> |



64. ábra 8. sz. Számítás - Talajvízszint-különbségek az Istrochem Reality a.s. kutainak áthelyezése és a nem teljesen víz alá süllyedt kikötőtest hatása a Duna 2019.05.30-i szintjén (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalanak vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                                  |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| posunutú studne vodného zdroja Istrochem                | az Istrochem vízforrás áthelyezett kútjai                   |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |



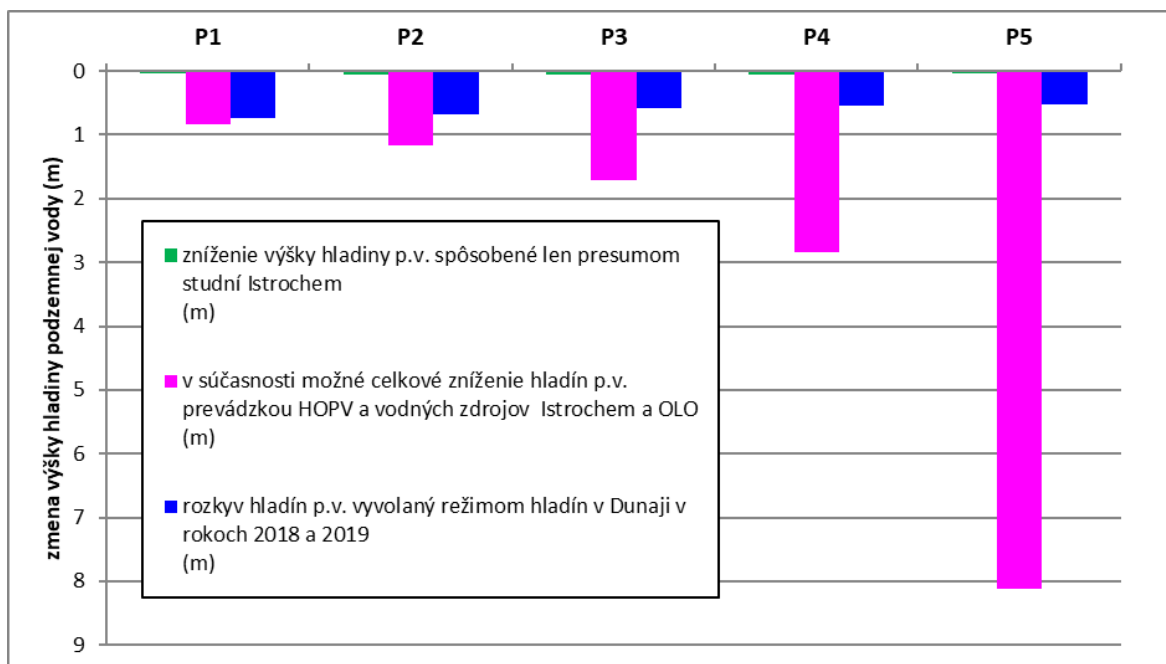
65. ábra 8. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség az A-A' szelvényben az Istrochem Reality a.s. kutainak áthelyezése után a nem teljesen víz alá süllyedt kikötőttest hatására a Duna 2019.05.30-i szintjén (- csökkenés, + növekedés)

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| podzemná stena         | föld alatti fal           |
| prístav                | kikötő                    |
| začiatok areálu        | a terület kezdete         |
| koniec areálu Slovnaft | a Slovnaft komplexum vége |
| Vzdialenosť (m)        | Távolság (m)              |
| Výškový rozdiel (cm)   | Magasságkülönbség (cm)    |

18. táblázat 8. sz. Számítás - Az Istrochem kutak áthelyezése és a 2019.05.30-i Duna szinten a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatása által okozott talajvízszint-csökkenés a megfigyelt P1-P5 helyeken

| Megfigyelt hely | Az Istrochem kutak áthelyezése és a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest miatti talajvízszint-csökkenés (m) | A talajvízszint csökkenése egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest építése miatt (m) | Csak az Istrochem kutak áthelyezése okozta talajvízszint-csökkenés (m) | Jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV és Istrochem és OLO vízforrások működtetésével (m) | A dunai vízállás okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 0,31                                                                                                                 | 0,27                                                                                           | <b>0,04</b>                                                            | 0,84                                                                                                          | 0,74                                                                     |
| P2              | 0,26                                                                                                                 | 0,20                                                                                           | <b>0,06</b>                                                            | 1,17                                                                                                          | 0,67                                                                     |
| P3              | 0,22                                                                                                                 | 0,16                                                                                           | <b>0,06</b>                                                            | 1,72                                                                                                          | 0,59                                                                     |
| P4              | 0,18                                                                                                                 | 0,13                                                                                           | <b>0,05</b>                                                            | 2,85                                                                                                          | 0,54                                                                     |
| P5              | 0,12                                                                                                                 | 0,08                                                                                           | <b>0,04</b>                                                            | 8,12                                                                                                          | 0,52                                                                     |





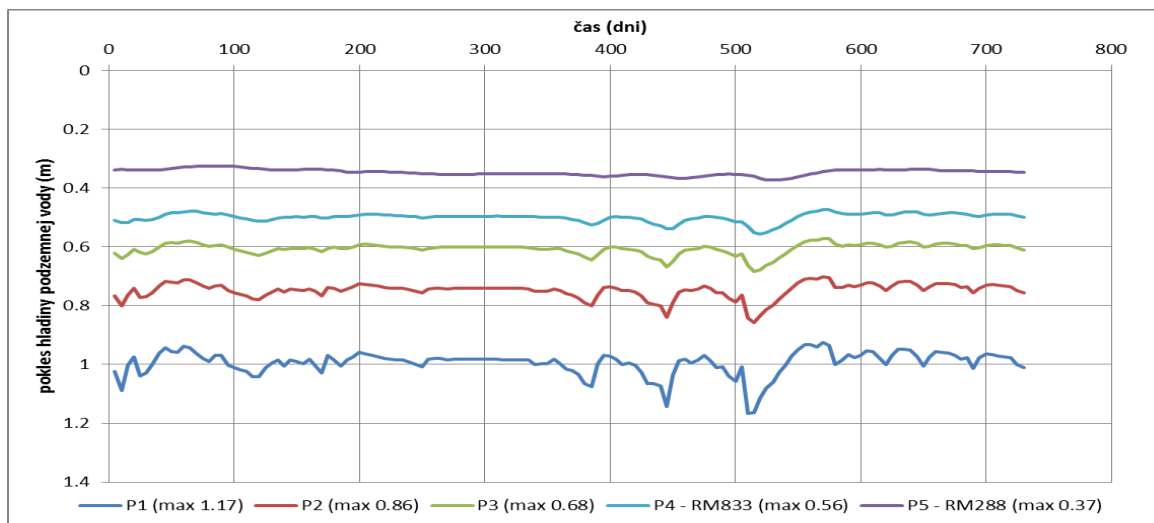
66. ábra 8. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a.s. kutainak áthelyezésével okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintje mellett a megfigyelt P1-P5 helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| zmena výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                 | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené len presunom studní Istrochem                                    | csak az Istrochem kutak áthelyezése okozta talajvízszint-csökkenés                                                           |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m) | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                         | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötő és a kutak áthelyezése 31 cm-rel, illetve 26 cm-rel csökkentené a talajvízszintet a vizsgált területen (P1 és P2 megfigyelt helyszínek). Ugyanezen megfigyelési helyeken azonban maga a kutak áthelyezése csak 4 cm-rel és 6 cm-rel csökkentené a szinteket. A Sloznaft határán mindkét hatás által okozott teljes szintcsökkenés 18 cm (P4-es hely), a HOPV-mélyedés területén pedig 12 cm-es (P5-ös hely) lenne. A megfigyelt P4 és P5 helyeken maga a kutak áthelyezése önmagában elhanyagolható, mindössze 5 cm-es és 4 cm-es szintcsökkenést okozna. A 66. ábrán látható grafikon összehasonlítja a csupán az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutainak áthelyezése által okozott, szintekre gyakorolt elhanyagolható hatást a vizsgált terület talajvízszintjének csökkenésével, amelyet a felszín alatti vízáramlásra gyakorolt már meglévő hatások okoznak.

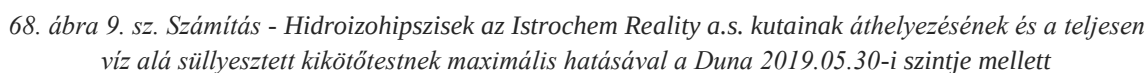
### 9. sz. Számítás – az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutak áthelyezésének hatása a teljesen süllyesztett kikötőtesttel normál vízállás mellett a Dunán és a HOPV működése mellett

A következő 9. sz. számításban ugyanazokkal a feltételekkel, mint a 8. sz. számításnál, meghatároztuk az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutai áthelyezésének hatását, melynek során a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest hatását a teljesen süllyesztett kikötőtest hatása váltotta fel. A 9. sz. Számítás paramétereit a 17. táblázatban foglaltuk össze.



67. ábra 9. sz. Számítás - Vízszintváltozások a megfigyelt helyeken az Istrochem Reality a.s. áthelyezett vízforrás kutainak szivattyúzása során és a teljesen süllyesztett kikötőttest esetén a 2018-as és 2019-es dunai vízszintváltozások időszakában a kikötő nélküli helyzethez képest és a használt kutak jelenlegi helyével

| čas                               | idő                         |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |



|                                                                                                |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>záujmové územie Harbour Park</i>                                                            | <i>Harbour Park - az érintett terület</i>                                                            |
| <i>areál Slovnaft</i>                                                                          | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                                            |
| <i>línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>                                 | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>                                                   |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                                              | <i>SHMÚ szonda</i>                                                                                   |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                                             | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                                                      |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                                         | <i>határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából</i>                    |
| <i>posunuté studne Istrochemu</i>                                                              | <i>Az Istrochem áthelyezett kútjai</i>                                                               |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                                               | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                                                           |
| <i>studne HOPV</i>                                                                             | <i>HOPV kutak</i>                                                                                    |
| <i>modelová hydroizohypsa pred vybudovaním plánovaného prístavu (m.n.m.)</i>                   | <i>Modell hidroizohipszisek a tervezett kikötő építése előtt (t.f.m.)</i>                            |
| <i>modelová hydroizohypsa po vybudovaní prístavu s posunutými studňami Istrochemu (m.n.m.)</i> | <i>Modell-hidroizohipszisek a kikötő megépítése után az Istrochem áthelyezett kútjaival (t.f.m.)</i> |

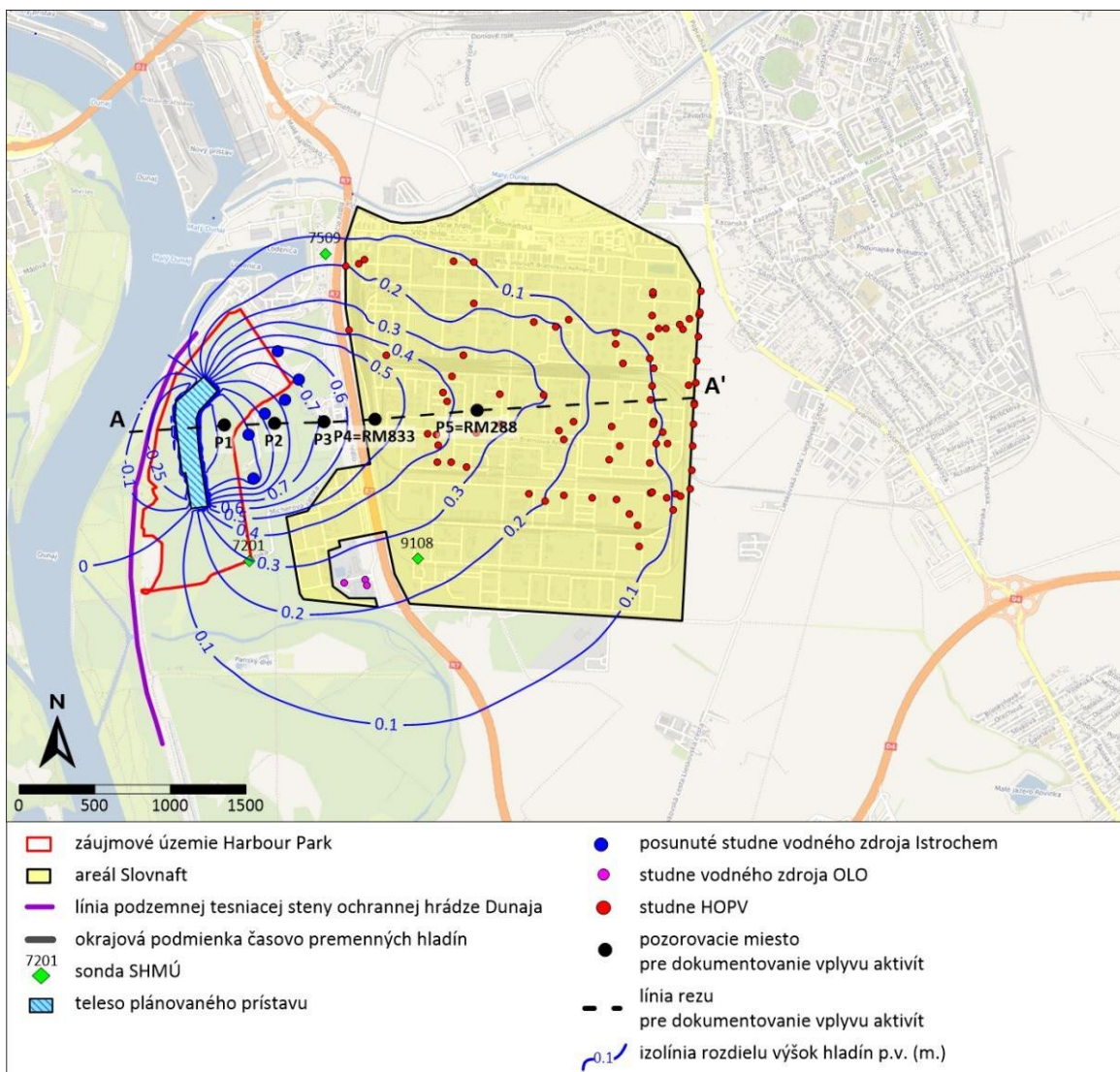
100



szintváltozások idején az ebből eredő hidroizohipsziseket és szintcsökkenéseket izovonalak formájában, valamint az A-A' szelvényvonal talajvízszint-változásainak grafikonját a 68., 69. és 70. ábra mutatja.

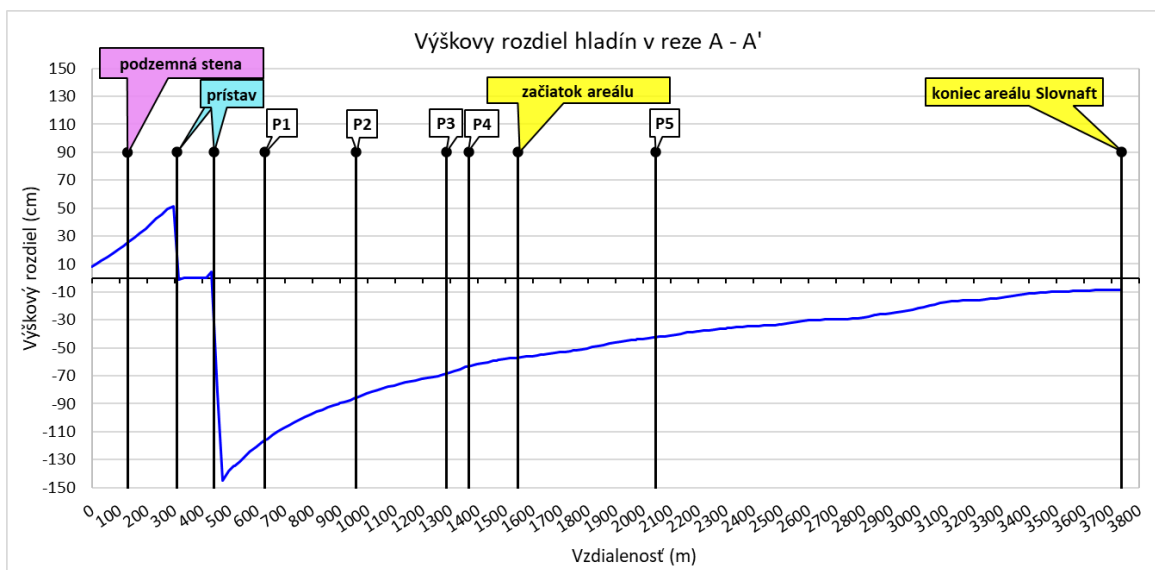
Amint azt a 19. táblázat dokumentálja, a kutak áthelyezésének és a teljesen víz alá süllyesztett kikötőtestnek a részlegesen süllyesztett kikötőtesthez viszonyított együttes hatása a vártnak megfelelően nőtt a 4. és 6. számú számításokban már megállapított mértékben. Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kutai áthelyezésének elszigetelt hatása a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest helyzethez képest kismértékben megnőtt, azonban a vízszintek csökkenése továbbra is elhanyagolható a terület talajvíz áramlási viszonyait tekintve.





69. ábra 9. sz. Számítás - Talajvízszint-különbségek az Istrochem Reality a.s. kutainak áthelyezése után és a teljesen süllyesztett kikötőtest hatására a Duna 2019.05.30-i szintjén (+ csökkenés, - növekedés)

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovaft                                           | Slovaft komplexum                                           |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| okrajová podmienka časovo premenných hladín             | időben változó szintek peremfeltétele                       |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                                  |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| posunutú studne vodného zdroja Istrochem                | az Istrochem vízforrás áthelyezett kútjai                   |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |



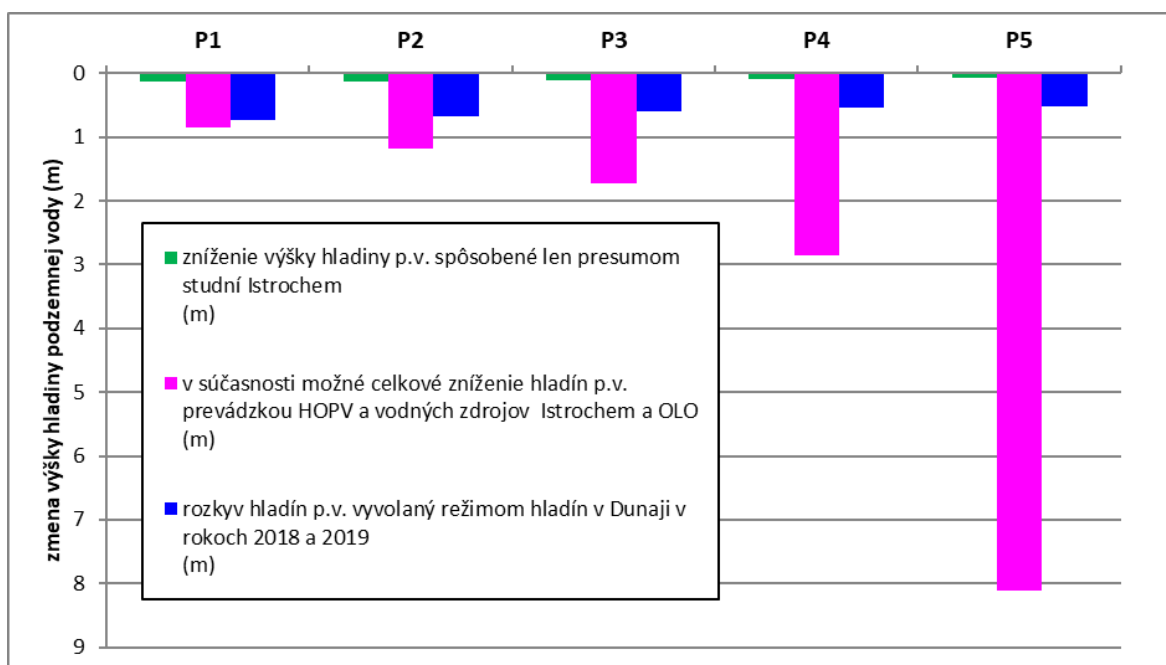
70. ábra 9. sz. Számítás - Talajvízszint-különbség az A-A' szelvényen az Istrochem Reality a. s. kutak áthelyezése után és teljesen süllyesztett kikötőtest hatására a Duna 2019.05.30-i szintje mellett (- csökkenés, + növekedés)

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| podzemná stena         | föld alatti fal           |
| prístav                | kikötő                    |
| začiatok areálu        | a terület kezdete         |
| koniec areálu Slovnaft | a Slovnaft komplexum vége |
| Vzdialenosť (m)        | Távolság (m)              |
| Výškový rozdiel (cm)   | Magasságkülönbség (cm)    |



19. táblázat 9. sz. Számítás - A talajvízszint csökkenése az Istrochem Reality a. s. kutak áthelyezése és a teljesen süllyesztett kikötőttest hatása miatt a Duna 2019.05.30-i szintje mellett a megfigyelt P1-P5 helyeken

| Megfigyelt hely | Az Istrochem kutak áthelyezése és a teljesen süllyesztett kikötőttest miatti talajvízszint-csökkenés (m) | A talajvízszint csökkenése a teljesen süllyesztett kikötőttest építése miatt (m) | A csak az Istrochem kutak áthelyezése okozta talajvízszint-csökkenés (m) | A jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkenések a HOPV és az Istrochem és az OLO vízforrások működésével (m) | A dunai vízállások okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m) |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 1,17                                                                                                     | 1,05                                                                             | <b>0,12</b>                                                              | 0,84                                                                                                                | 0,74                                                                       |
| P2              | 0,86                                                                                                     | 0,74                                                                             | <b>0,12</b>                                                              | 1,17                                                                                                                | 0,67                                                                       |
| P3              | 0,68                                                                                                     | 0,58                                                                             | <b>0,10</b>                                                              | 1,72                                                                                                                | 0,59                                                                       |
| P4              | 0,56                                                                                                     | 0,47                                                                             | <b>0,09</b>                                                              | 2,85                                                                                                                | 0,54                                                                       |
| P5              | 0,37                                                                                                     | 0,31                                                                             | <b>0,06</b>                                                              | 8,12                                                                                                                | 0,52                                                                       |



71. ábra 9. sz. Számítás - Az Istrochem Reality a.s. kutainak áthelyezésével okozott talajvízszint-csökkenés a Duna 2019.05.30-i szintje mellett a megfigyelt P1-P5 helyeken a jelenlegi lehetséges hatásokhoz képest

| zmena výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                 | talajvízszint változás (m)                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené len presunom studní Istrochem                                    | csak az Istrochem kutak áthelyezése okozta talajvízszint-csökkenés                                                           |
| v súčasnosti možné celkové zníženie hladiny p.v. prevádzkou HOPV a vodných zdrojov Istrochem a OLO (m) | a jelenleg lehetséges teljes talajvízszint-csökkentés a HOPV, valamint az Istrochem és az OLO vízforrások működtetésével (m) |
| rozkyv hladiny p.v. vyvolaný režimom hladiny v Dunaji v rokoch 2018 a 2019 (m)                         | a Duna vízszint-rezsim okozta talajvízszint-ingadozás 2018-ban és 2019-ben (m)                                               |

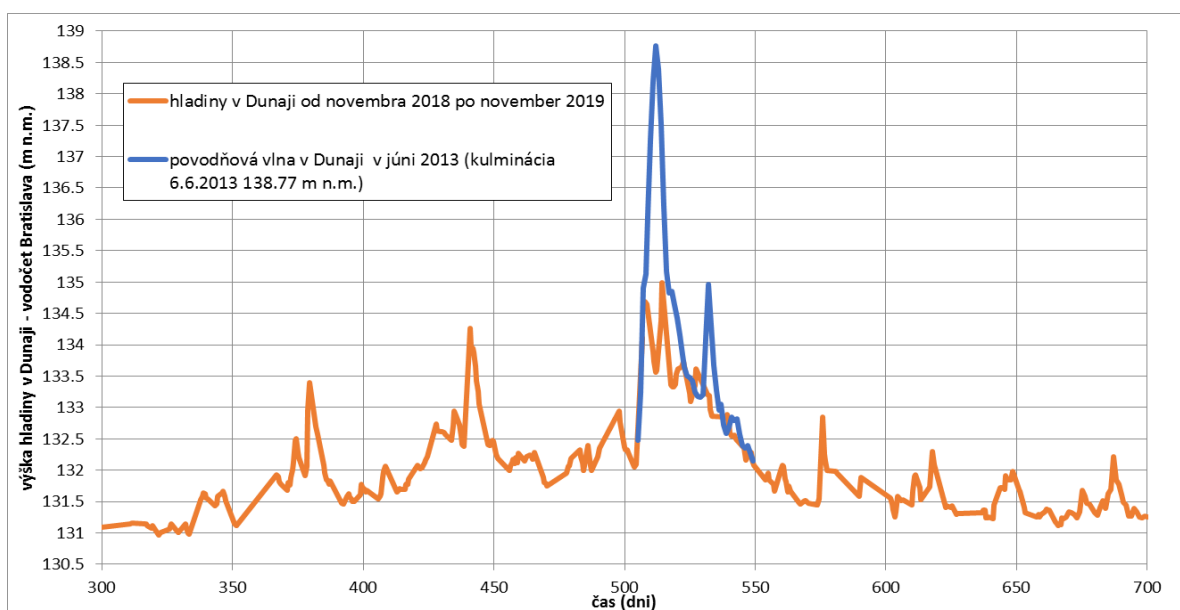
**6.2.3 A kikötőmedence vízhatlan teste által okozott talajvízáramlás és talajvízszint-változások egy nagyon magas dunai hullám áthaladása és a HOPV normál működése során**



A modellszámítások utolsó csoportjában a kikötő építésének a talajvíz áramlására gyakorolt hatását igazoltuk egy igen magas vízállású dunai hullám áthaladása során.

A magasabb szintek a Duna térségében mindig jelentősen nem stacionáriusak. A Duna vízszintje meredeken emelkedik, és maga a maximum szint néhány óráig, vagy egy-két napig tart. Ha meg akartuk határozni a földalatti falak áramlásra gyakorolt hatását a Dunán magas vízállások idején, akkor egy magasabb hullám áthaladását kellett modelleznünk a Dunában instabil talajvízáramlás esetén. A magas talajvíz áramlási állapot kiszámításához a 2013-ban megfigyelt pozsonyi vízmércénél 138,77 m tengerszint feletti magasságú dunai magashullám áthaladása során mért kulminációs állapotot használtuk. Ez volt a pozsonyi Dunán mért legmagasabb vízállás 1889-től egészen napjainkig. Az SHMÚ értékelése szerint ez egy 50-100 év leforgása alatti legmagasabb dunai vízhozam volt.

A Dunán egy igen magas vízállású hullám áthaladása során tapasztalható bizonytalan talajvízáramlás modellezéséhez egy 2018-as és 2019-es kalibrált modellt használtunk. Az árhullám csúcspontja 2013. június 6-án következett be. A 2019. júliusi közép-magas szint tetőpontján lévő Duna szinteket a 2013. május 30-tól 2013. július 13-ig tartó Duna vízállások reális lefolyására cseréltük, a 72. ábra szerint.



72. ábra Egy nagyon magas vízállású hullám modellpályája, a pozsonyi vízszintmérőnél 138,77 m tengerszint feletti magassággal a Dunán

| výška hladiny v Dunaji – vodoče Bratislava (m.n.m.)                     | Vízállás a Dunán – Pozsonyi víztározó (t.f.m.)                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| hladiný v Dunaji od novembra 2018 po november 2019                      | A Duna szintjei 2018 novemberétől 2019 novemberéig                                                    |
| povodňová vlna v Dunaji v júni 2013 (kulminácia 6.6.2013 138,77 m.n.m.) | árhullám a Dunán 2013 júniusában (tetőzési pont: 2013.06.06 138,77 m tengerszint feletti magasságban) |
| čas (dni)                                                               | idő (nap)                                                                                             |

Figyelembe véve a fentebb leírt bizonytalanságokat a Duna vízszintjének meghatározásában a vizsgált körzet szakaszán, az alábbiakban bemutatott eredményeket becslésnek kell tekinteni. Az elmúlt években nem végeztek elegendő területen és megfelelő időpontban talajvízszint-méréseket az érintett területen a Duna magas és nagyon magas vízállása esetén történő





áramlás igazolására. A vizsgált terület Duna szintjeit a 2018-as és 2019-es Duna szinttartományában a kalibrált modell sémái szerint extrapolálták a számításba. A rendelkezésre álló expedíciós mérések alapján a kalibrációs folyamatban a Dunán csak 132,85 m tengerszint feletti magasságig (az expedíciós mérés időpontjától 2019. február 26-ig) tudtuk igazolni a Duna szintszámítását. Emiatt a talajvíz áramlásának számítását nagyon magas Duna vízállások esetén bizonytalanság befolyásolta. Amint fentebb említettük, a vizsgált területen szükséges lesz a Duna szintmérésének kezdeményezése, valamint a talajvízszint mérések térbeli és időbeli monitoring hálózatának elmélyítése.

Az árhullám áthaladásának modellezése során a HOPV normál működését modelleztük 2018-tól és 2019-ből. Ennek során a részben és teljesen süllyesztett, tervezett kikötőtest hatását modelleztük a 10. és 11. sz. számításban (20. táblázat). Az így kapott talajvízszinteket összehasonlítottuk az áramlási állapottal azonos feltételek mellett, de a kikötő medence megléte nélkül.

20. táblázat A tervezett kikötőmedence teste által a talajvíz áramlásra gyakorolt hatás számításai nagyon erős dunai hullámviszonyok között

| Számítás száma | Számítás leírása |                                  |               | Kikötői medencetest | Kutak Istrochem |         | Hidraulikus talajvíz elem (HOPV) |
|----------------|------------------|----------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------------------|
|                | Rövid leírás     | A fő problémát okozó tevékenység | Egyéb hatások |                     | Elhelyezkedés   | Kivétel |                                  |
|                |                  | A talajvíz befolyásolása         |               |                     |                 |         |                                  |

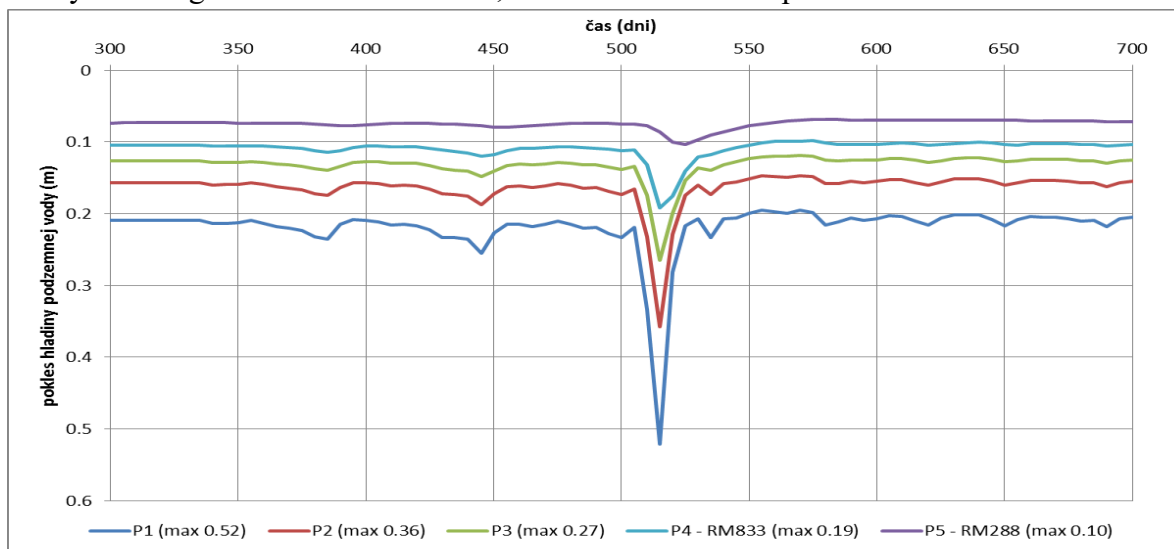
A Duna szintje a 2013. júniusi igen magas árhullám idején

|    |                                                                                                            |                                                                                    |                            |                                                   |     |                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-----|-------------------|
| 10 | a nem teljes kikötőtest hatása a 2013-as szintek csúcspontján Istrochem kutak nélkül a HOPV működése során | *a kikötő testének nem teljes beágyazása<br>*nagyon magas vízállású hullám a Dunán | *a HOPV jelenlegi működése | 122 m tengerszint feletti magasságig (nem teljes) | nem | jelenlegi kivétel |
| 11 | a teljes kikötőtest hatása a 2013-as szintek csúcspontján Istrochem kutak nélkül a HOPV működése alatt     | *a kikötői test teljes beágyazása<br>*nagyon magas vízállású hullám a Dunán        | *a HOPV jelenlegi működése | a neogénbe (teljes)                               | nem | jelenlegi kivétel |



### 10. sz. Számítás – egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest hatása egy nagyon magas dunai hullám áthaladásakor és a HOPV normál működése során

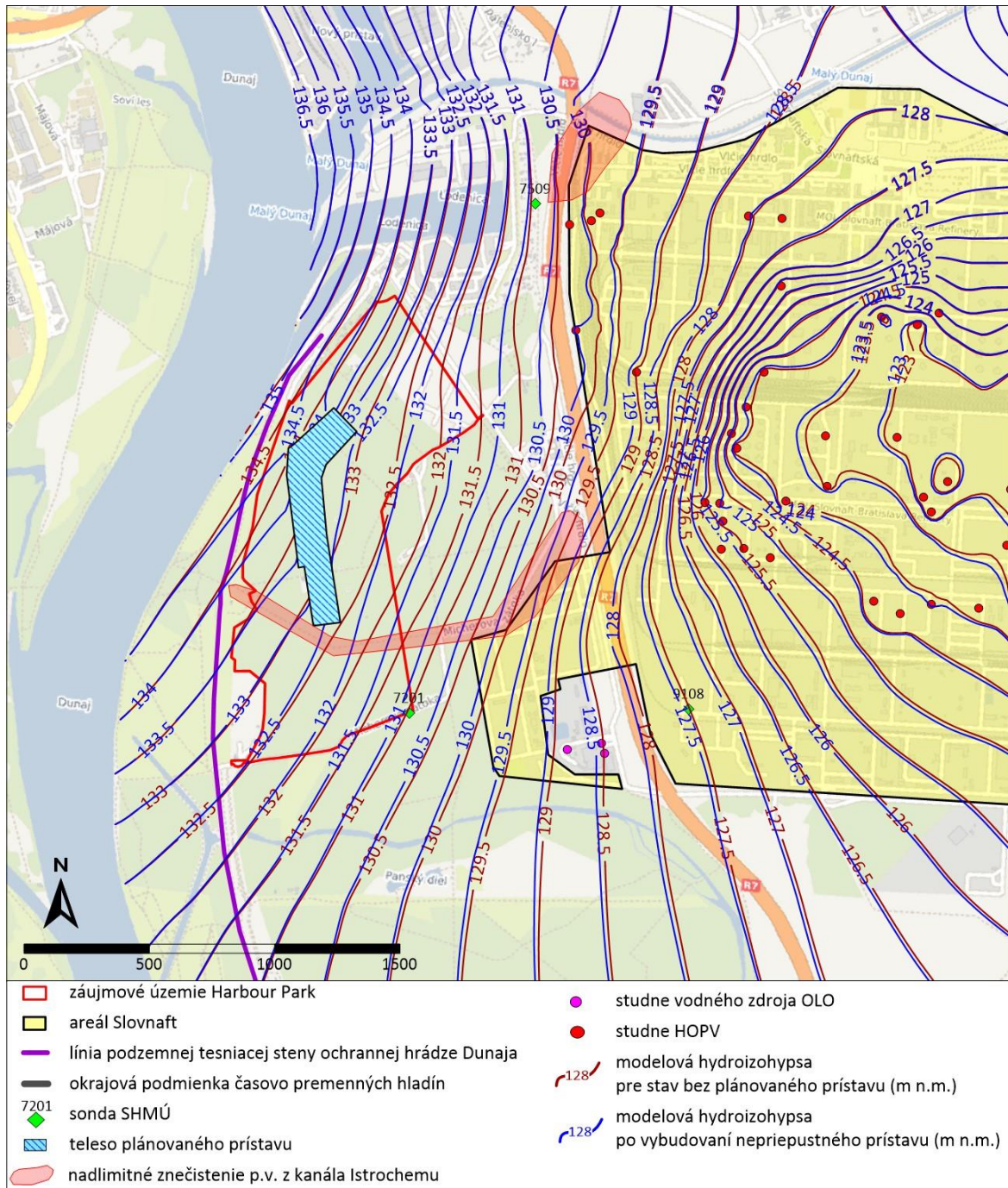
A 10. számú Számításban modelleztük egy nem teljesen beágyazott kikötőtest hatását egy nagyon magas szintű hullám áthaladására. A megfigyelt P1 és P5 helyeken a kikötőtest által okozott szintváltozások időbeli lefutását a 73. ábra mutatja. Az ábra azt dokumentálja, hogy a talajvízszint emelkedésével egy magas állapotú hullám áthaladása során a kikötőtest ezt a hullámot csökkentené a kikötő nélküli állapothoz képest. A kikötő általi vízszint-csökkenés (a magas hullám ellaposodása) a Duna vízállásával növekszik. Ez pozitív hatással van a veszélyesen magas szintek áthaladására, mert a kikötőtest ellapítaná a hullámot.



73. ábra 10. sz. Számítás - Vízszintváltozások a nem teljesen süllyesztett kikötőtesttel rendelkező megfigyelt helyeken egy nagyon magas vízállású hullám áthaladása során a Dunán a kikötő nélküli állapothoz képest

| čas (dni)                         | ido (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |

A kikötő nem teljesen süllyesztett teste által okozott szintváltozások modell hidroizohipsziseit és izovonalait egy nagyon magas hullám csúcspontján, azaz a változások maximumán mutatjuk be a 74. és 75. ábrán.



74. ábra 10. sz. Számítás - Hidroizohipszisek a nem teljesen süllyesztett kikötőttest hatására a Dunán egy nagyon magas vízállású hullám csúcspontján a kikötő nélküli csúcsállapothoz képest

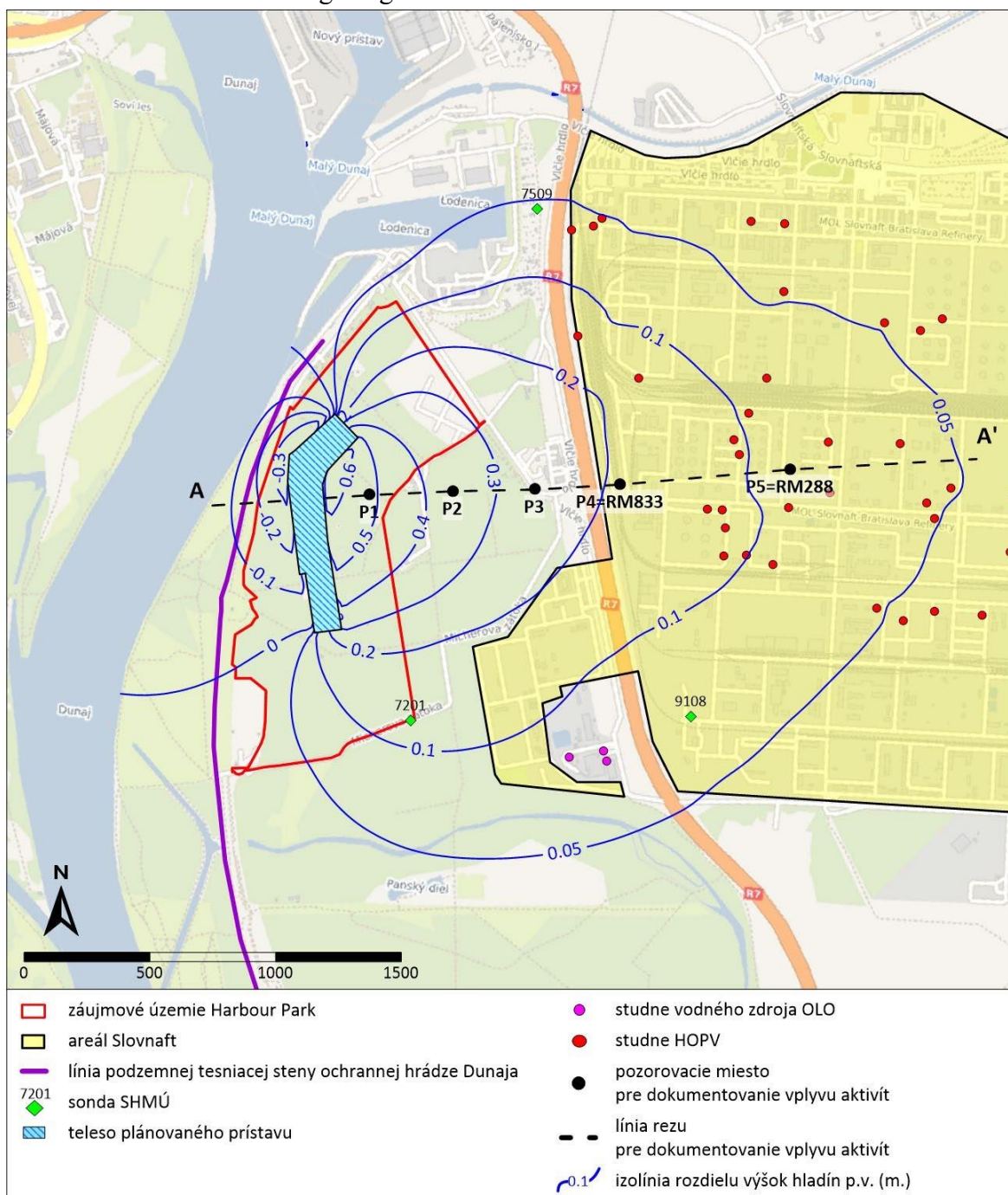
|                                                         |                                                                            |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                                         |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                                         |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalanak vonala                                |
| okrajová podmienka časovo premenných hladín             | időben változó szintek peremfeltétele                                      |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                                                |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                                   |
| nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu         | határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                                        |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                                 |
| modelová hydroizohypsa pre stav bez plánovaného         | modell hidroizohipszisek tervezett kikötő nélküli állapot                  |





|                                                                       |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| prístavu (m.n.m.)                                                     | esetén (t.f.m.)                                                             |
| modelová hydroizohypsa po vybudovaní nepriepustného prístavu (m.n.m.) | modell hidroizohipszisek egy át nem eresztő kikötő felépítése után (t.f.m.) |

A 74. ábra igazolja, hogy az áramlási irányok változásai főként a részben megkerült kikötőtest közelében történének, miközben a talajvíz a teljes területről és környékéről továbbra is a HOPV kutakba ömlenének. A tágabb környezetet és a talajvíznek a Žitný ostrovba (Csallóközbe) való beáramlását tekintve nem történne változás. A kikötő környékén változások történének a kikötőtől délre eső talajvízszennyezési területen. Ezt a szennyezést az Istrochem vegyi szennyvíz I. csatornája okozza. Mint minden, a kikötőtest hatásával kapcsolatos számításnál, ebben az esetben is beigazolódik e szennyezés kármentesítésének és a csatorna lezárásának szükségessége.



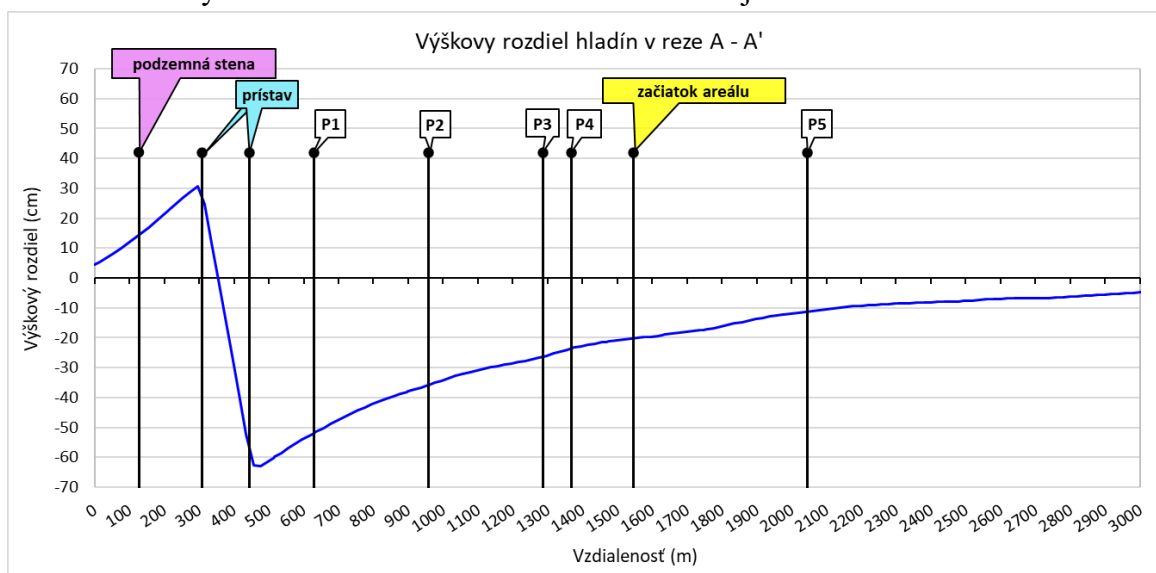




75. ábra 10. sz. Számítás - A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatása által okozott talajvízszint-különbségek a Duna nagyon magas vízállási hullámának csúcspontján (+ csökkenés, - emelkedés)

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| záujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                          |
| linia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalanak vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ sonda                                                  |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| linia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |
| izolinia rozdielu výšok hladín p.v. (m.)                | a talajvízszint-különbségek izovonala (m.)                  |

Az A-A' szelvényben a szintek változásait a 76. ábra mutatja.



76. ábra 10. sz. Számítás - Az A-A' szelvényben a talajvíz szintkülönbsége a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatására a Duna nagyon magas vízállási hullámának csúcspontján (- csökkenés, + növekedés)

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| podzemná stena       | föld alatti fal        |
| prístav              | kikötő                 |
| začiatok areálu      | a terület kezdete      |
| Vzdialenosť (m)      | Távolság (m)           |
| Výškový rozdiel (cm) | Magasságkülönbség (cm) |

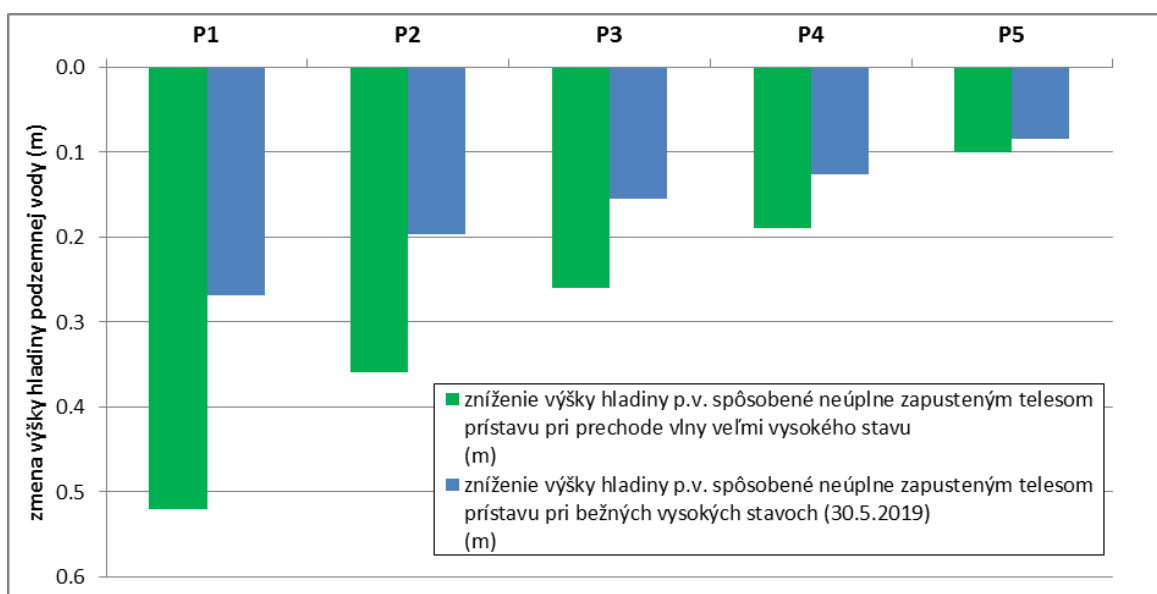
21. táblázat 10. sz. Számítás - A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatása által okozott talajvízszint-csökkenés a Dunán a nagyon magas vízállások hullámának csúcspontjában a P1-P5 megfigyelt helyeken

| Megfigyelt hely | Szint átlagos állapotban, kikötő nélkül (a Duna vízállása Pozsonyban kb. 132 m tengerszint felett) (t.f.m.) | Szint az árhullám csúcspontján kikötő nélkül (m tengerszint felett) | Vízszint emelkedés az árhullám csúcspontján kikötő nélkül az átlaghoz képest (m) | Szint az árhullám csúcspontján, nem teljesen süllyesztett kikötő esetén (m tengerszint felett) | A nem teljesen süllyesztett kikötőttest által okozott vízszint csökkenés nagyon magas hullám áthaladása során (m) | A nem teljesen süllyesztett kikötőttest által okozott vízszint csökkenés normál körülmények között (2019.05.30.) (m) |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                             |                                                                     |                                                                                  |                                                                                                |                                                                                                                   |                                                                                                                      |



|    |        | magasság<br>ban) |      | magasságban<br>) |             |      |
|----|--------|------------------|------|------------------|-------------|------|
| P1 | 130,28 | 132,79           | 2,51 | 132,27           | <b>0,52</b> | 0,27 |
| P2 | 129,82 | 131,82           | 2,00 | 131,46           | <b>0,36</b> | 0,20 |
| P3 | 129,18 | 130,63           | 1,45 | 130,37           | <b>0,26</b> | 0,16 |
| P4 | 128,19 | 129,31           | 1,12 | 129,13           | <b>0,18</b> | 0,13 |
| P5 | 123,54 | 124,38           | 0,84 | 124,29           | <b>0,09</b> | 0,08 |

A 21. táblázat azt dokumentálja, hogy egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest 52 cm-rel és 36 cm-rel csökkentené a talajvízszintet az építési területen és környékén (a megfigyelt P1 és P2 helyeken). Ez egy nagyon magas hullám ellaposodása lenne, amely elérné a 18 cm-t a Slovnaft határán (P4 hely), és a 9 cm-t a Slovnaft HOPV mélyedés területén (P5 hely). A kikötőttest okozta szintváltozások nagyon magas szinten növekednének a Duna normál szintjéhez képest (77. ábra).



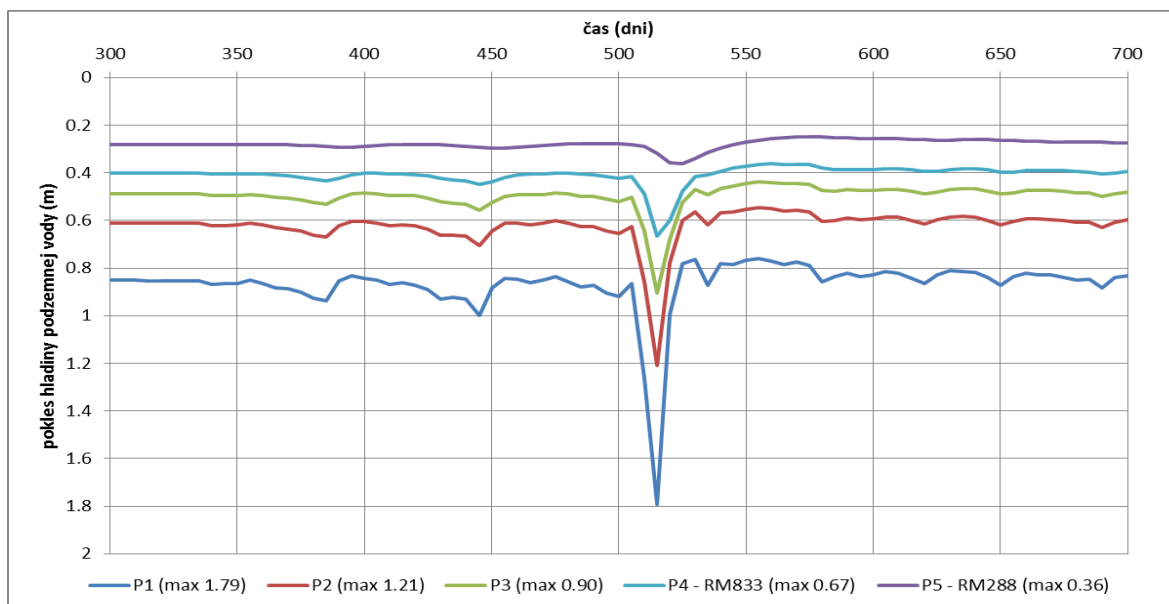
77. ábra 10. sz. Számítás - A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest hatása által okozott talajvízszint csökkenés a Dunán a nagyon magas vízállások hullámának csúcspontján a P1-P5 megfigyelt helyeken

| zmena výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                                 | talajvízszint változás (m)                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené neúplne zapusteným telesom prístavu pri prechode vlny veľmi vysokého stavu (m)   | a nem teljesen víz alá süllyedt kikötőttest által okozott talajvízszint csökkenése nagyon magas hullám áthaladása során (m) |
| zníženie výšky hladiny p.v. spôsobené neúplne zapusteným telesom prístavu pri bežných vysokých stavoch (30.5.2019) (m) | a nem teljesen süllyesztett kikötőttest által okozott talajvízszint-csökkenés normál magas szinten (2019.05.30.) (m)        |



### 11. sz. Számítás – egy teljesen víz alá süllyedt kikötőtest hatása egy nagyon magas dunai hullám áthaladásakor és a HOPV normál működése közben

A 11. számú számításban ugyanolyan feltételekkel, mint a 10. sz. számításban, egy nagyon magas szintű hullám áthaladását szimuláltuk egy teljesen víz alá süllyesztett kikötő medencetetének felépítése után. A maximális vízszintváltozások a nagyvízi hullám csúcspontján következnek be, amint azt a 78. ábra dokumentálja.

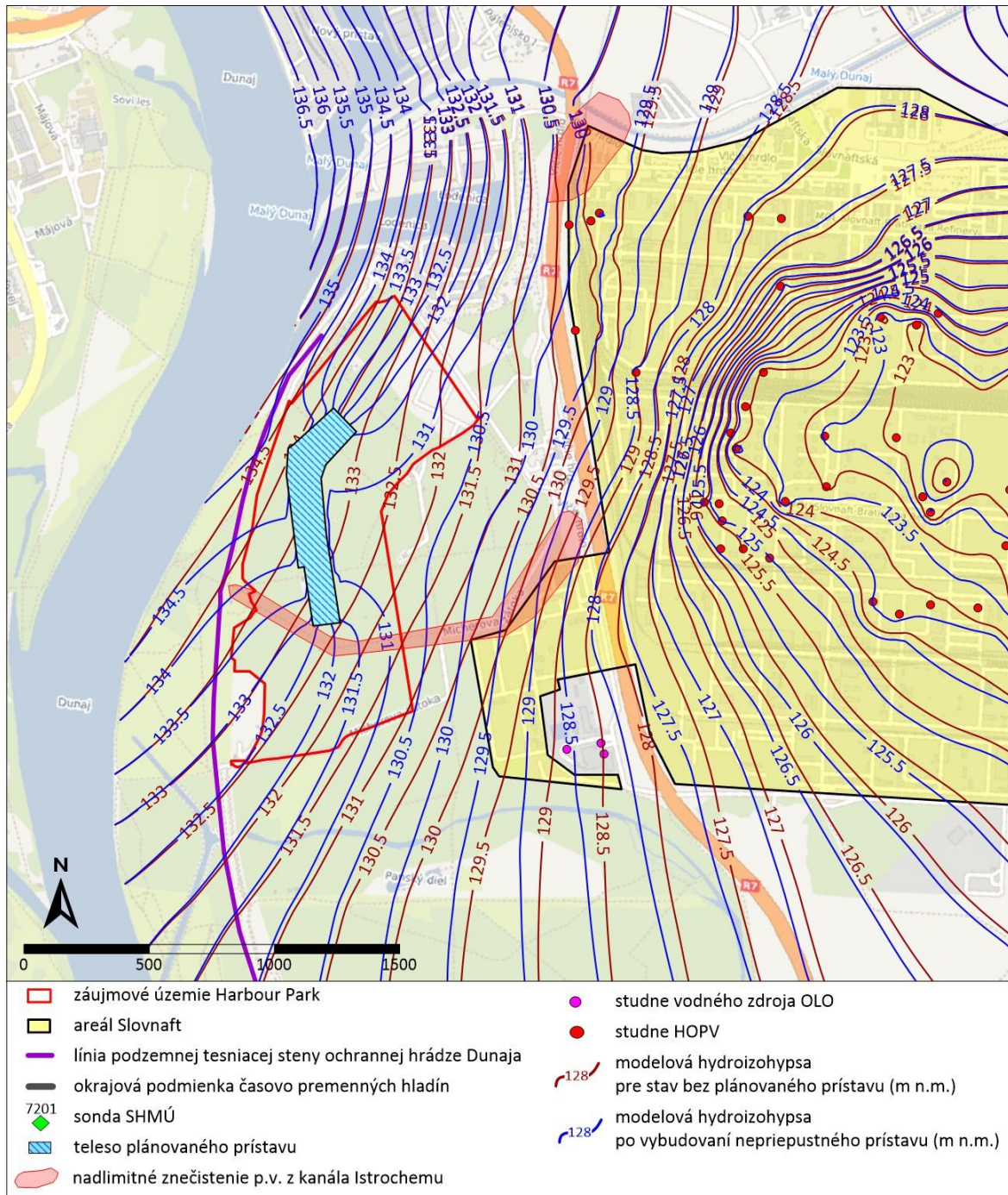


78. ábra 11. sz. Számítás - Vízszintváltozások a megfigyelt helyeken, amikor a kikötőtest teljesen süllyesztett egy nagyon magas vízállási hullám áthaladása során a Dunán a kikötő nélküli állapothoz képest

| čas (dni)                         | idő (nap)                   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| pokles hladiny podzemnej vody (m) | talajvízszint csökkenés (m) |



A 79. ábra modell-hidroizohipsziseket mutat be a magas szintű hullám csúcspontja idején. A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest hatásához képest a teljesen elmerült kikötő hatása a talajvíz áramlási irányaira jelentősebb, mivel a Dunából a kikötői szakaszon beszivárgó összes talajvíznek a vízzáró kikötő körül kell áramolnia a víztartó réteg teljes vastagságában. A jelentősebb irányváltások azonban a kikötőtől rövid távolságra lokalizálódnak.



79. ábra 11. sz. Számítás - Hidroizohipszisek egy teljesen süllyesztett kikötőtest hatásával a Dunán egy nagyon magas vízállású hullám csúcspontján a kikötő nélküli kulminációs állapothoz képest

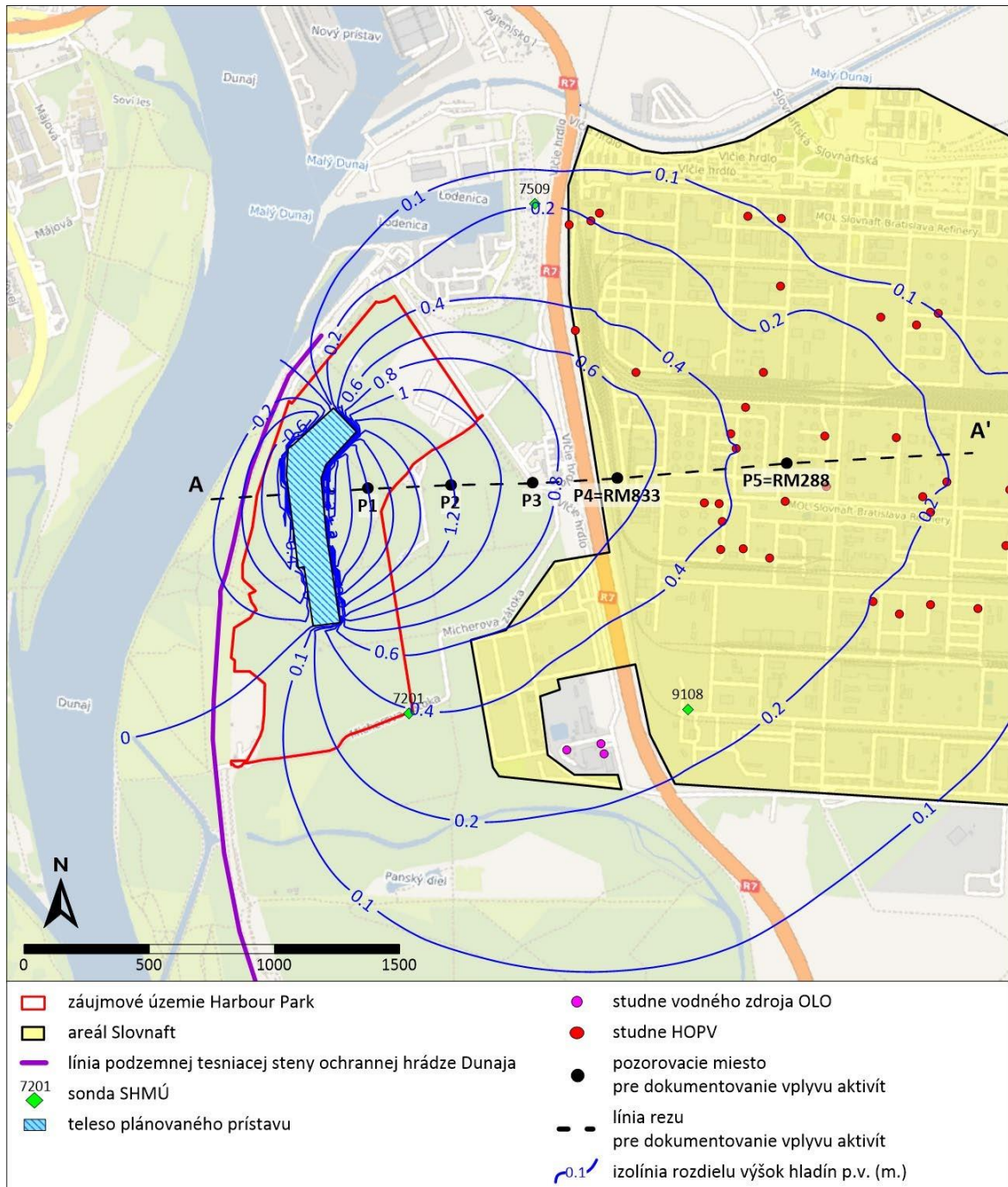
|                                                         |                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| zaujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület          |
| areál Slovnáft                                          | Slovnáft komplexum                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala |





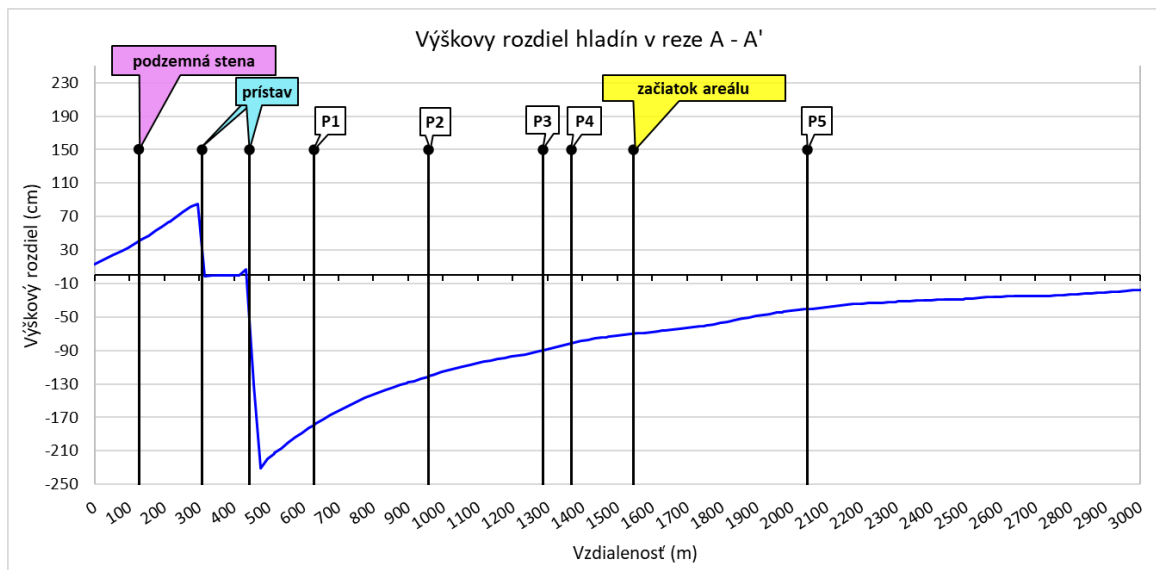
|                                                                              |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>okrajová podmienka časovo premenných hladín</i>                           | <i>időben változó szintek peremfeltétele</i>                                       |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                            | <i>SHMÚ szonda</i>                                                                 |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                           | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                                    |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                       | <i>határértékeket meghaladó t.v. szennyezés az Istrochem szennyvízcsatornából</i>  |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                             | <i>OLO vízforrás kutak</i>                                                         |
| <i>studne HOPV</i>                                                           | <i>HOPV kutak</i>                                                                  |
| <i>modelová hydroizohypsa pre stav bez plánovaného prístavu (m.n.m.)</i>     | <i>modell hidroizohipszisek tervezett kikötő nélküli állapot esetén (t.f.m.)</i>   |
| <i>modelová hydroizohypsa po vybudovaní nepriepustného prístavu (m.n.m.)</i> | <i>modell hidroizohipszisek egy át nem eresztő kikötő felépítése után (t.f.m.)</i> |

Ebben az esetben is, ahogy a 79. ábra is dokumentálja, a tágabb környezetből az érdeklődési területről a vizet a HOPV kutak mélyedési területére irányítják. Az Istrochem vegyi szennyvízcsatorna szennyezett területéről érkező vízhozam változása lokálisan változni fog, de az I. Istrochem vegyi szennyvízcsatorna déli részének talajvíz-szennyeződés kármentesítésére és a csatorna lezárására továbbra is szükség lesz. A Duna más vízállásaihoz hasonlóan az igen magas szintheű tetőzése során is a terület összes talajvize továbbra is közvetlenül a HOPV kutakba áramlik.



80. ábra 11. sz. Számítás - A teljesen süllyesztett kikötőttest hatása által okozott talajvízszint-különbségek a Duna igen magas vízállási hullámának csúcspontján (+ csökkenés, - emelkedés)

|                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| zaujmové územie Harbour Park                            | Harbour Park - az érintett terület                          |
| areál Slovnaft                                          | Slovnaft komplexum                                          |
| línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja | dunai védőgát földalatti zárófalának vonala                 |
| sonda SHMÚ                                              | SHMÚ szonda                                                 |
| teleso plánovaného prístavu                             | a tervezett kikötő teste                                    |
| studne vodného zdroja OLO                               | OLO vízforrás kutak                                         |
| studne HOPV                                             | HOPV kutak                                                  |
| pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít    | megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására |
| línia rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít            | metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához     |



81. ábra 11. sz. Számítás - A teljesen süllyesztett kikötőtest hatása által okozott talajvízszint-különbség az AA' szelvényen a Duna nagyon magas vízállási hullámának csúcspontján (- csökkenés, + emelkedés)

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| podzemná stena       | föld alatti fal        |
| prístav              | kikötő                 |
| začiatok areálu      | a terület kezdete      |
| Vzdialenosť (m)      | Távolság (m)           |
| Výškový rozdiel (cm) | Magasságkülönbség (cm) |

A kikötő felett a talajvíz áramlási irányában (a Duna és a kikötő között) emelkednek, a kikötőtől lefelé a talajvíz áramlási irányában pedig csökkennek a szintek. Legnagyobb mértékben a kikötő közelében, a Slovnaft felé csökken a csökkenés (80. és 81. ábra). A szintcsökkenés a megfigyelt helyeken nagyobb lesz, mint a Duna normál szintjén (22. táblázat). A teljesen víz alá süllyesztett kikötő meglehetősen intenzíven ellaposítja a szakaszán a magas vízállás hullámát, ami pozitív hatás.

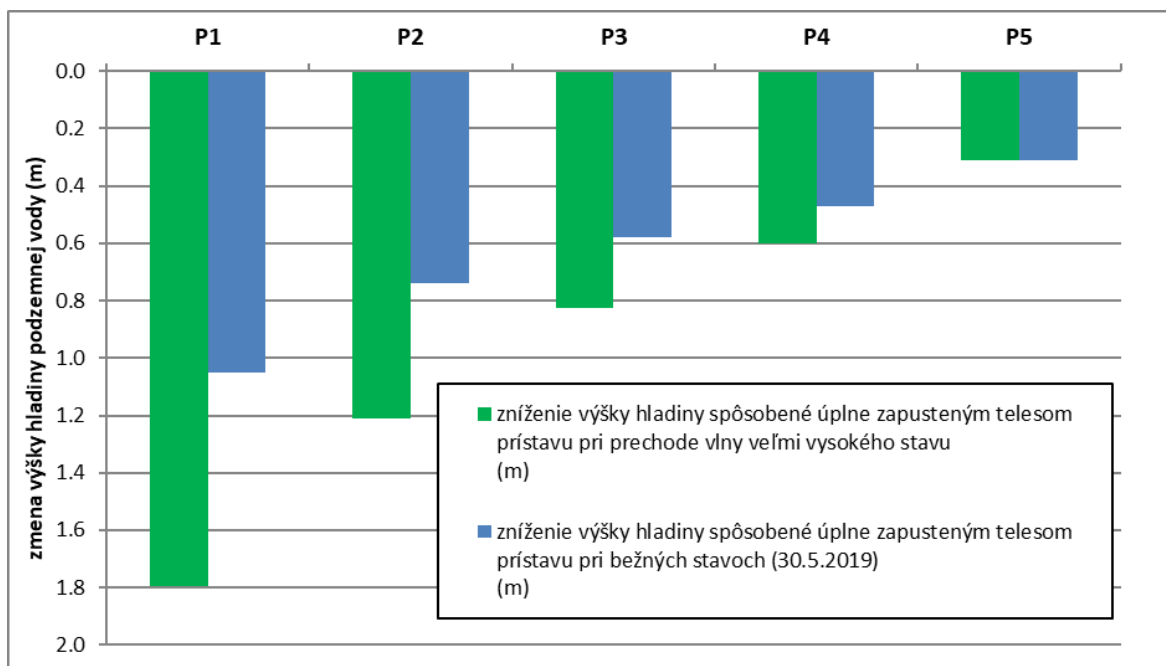
22. táblázat 11. sz. Számítás - A teljesen süllyesztett kikötőtest hatása által okozott talajvízszint csökkenés a Dunán a nagyon magas vízállások hullámának csúcspontján a megfigyelt P1-P5 helyeken

| Megfigyelt hely | Szint átlagos állapotnál, kikötő nélkül (a Duna vízszintje Pozsonyban, kb. 132 m tengerszint feletti) (t.f.m.) | Szint az árhullám csúcán kikötő nélkül (m tengerszint feletti magasságban) | Vízszintemelkedés az árhullám csúcspontján kikötő nélkül az átlaghoz képest (m) | Szint az árhullám csúcán, nem teljesen süllyesztett kikötő esetén (m tengerszint feletti magasságban) | Teljesen süllyesztett kikötőtest által okozott vízszint csökkenés egy nagyon magas hullám áthaladása során (m) | Teljesen süllyesztett kikötőtest által okozott vízszint csökkenés normál körülmények között (2019.05.30.) (m) |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1              | 130,28                                                                                                         | 132,79                                                                     | 2,51                                                                            | 131,00                                                                                                | <b>1,79</b>                                                                                                    | 1,05                                                                                                          |
| P2              | 129,82                                                                                                         | 131,82                                                                     | 2,00                                                                            | 130,61                                                                                                | <b>1,21</b>                                                                                                    | 0,74                                                                                                          |
| P3              | 129,18                                                                                                         | 130,63                                                                     | 1,45                                                                            | 129,81                                                                                                | <b>0,83</b>                                                                                                    | 0,58                                                                                                          |
| P4              | 128,19                                                                                                         | 129,31                                                                     | 1,12                                                                            | 128,71                                                                                                | <b>0,60</b>                                                                                                    | 0,47                                                                                                          |



|    |        |        |      |        |             |      |
|----|--------|--------|------|--------|-------------|------|
| P5 | 123,54 | 124,38 | 0,84 | 124,07 | <b>0,31</b> | 0,31 |
|----|--------|--------|------|--------|-------------|------|





82. ábra 11. sz. Számítás - A talajvíz szintjének csökkenése egy teljesen süllyesztett kikötőtest hatása miatt a Dunán a nagyon magas vízállások hullámának csúcspontján a P1-P5 megfigyelt helyeken

| zmena výšky hladiny podzemnej vody (m)                                                                        | talajvízszint változás (m)                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zniženie výšky hladiny spôsobené úplne zapusteným telesom prístavu pri prechode vlny veľmi vysokého stavu (m) | a teljesen elmerült kikötőtest által okozott vízszint csökkenése nagyon magas hullám áthaladása során (m)     |
| zniženie výšky hladiny spôsobené úplne zapusteným telesom prístavu pri bežných stavoch (30.5.2019) (m)        | a teljesen elsüllyedt kikötőtest által okozott vízszint csökkenés normál körülmények között (2019.05.30.) (m) |

A vizsgált területen és környékén akár 179 cm-rel, a megfigyelt P1 és P2 helyeken 121 cm-rel csökkenti a talajvízszintet. A Slovnaft terület határán ez 60 cm lesz (P4 megfigyelt hely), a HOPV működése által okozott mélyedés középpontjában pedig 31 cm lesz. Nagyon magas szinteken a kikötőtest intenzívebben csökkenti a szinteket, mint normál szinten (82. ábra).

#### 6.2.4 A HARBOR PARK projekt-megvalósítás talajvízre gyakorolt hatásainak összefoglalása és értékelése

A 4-11. számú számításokban megvizsgáltuk a talajvíz-áramlásra és a talajvízszintre gyakorolt hatás mértékét:

- a tervezett kikötőtest tevékenysége révén annak hiányos, illetve teljes beágyazottságában,
- Az Istrochem Reality a.s. kútjainak tervezett áthelyezése a jövőbeni építkezések területén kívülre.

Vizsgáltuk a kikötő és a kutak áthelyezésének hatását hatásuk különböző kombinációiban és különböző vízállásoknál a Dunán. Ezt követően azt vizsgáltuk, hogy a kikötőre milyen



hatással lett volna a 2013-as Duna magas vízállás hulláma, amikor Pozsonyban 1889 óta a legmagasabb szintet mérték.

A következő kockázati jelenségeket értékeltük:

- a talajvízszint kedvezőtlen csökkenése,
- a talajvíz áramlási irányának megállapított változásai a szennyezett talajvíz vonatkozásában az Istrochem vegyi szennyvízcsatornáján keresztül, és annak ellenőrzése, hogy a szennyezett talajvíz nem hatol-e be korábban tiszta területekre, esetleg kutakba,
- a Slovnaft HOPV mélyedésének megváltozott mértéke, tekintettel a szennyezés lehetséges beszivárgására a Žitný ostrovba (Csallóközbe),
- az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészletei megengedett hozamának befolyásolása,
- elfogadhatatlan hatás a HOPV működésére.

Felmértük az észlelt változások jelentőségét a területen jelenleg működő és a talajvíz áramlására gyakorolt legjelentősebb hatások tekintetében is:

- a talajvízszint ingadozása, amelyet a dunai szintváltozások okoznak,
- a vízszint jelenlegi csökkentése a területen az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. vízkészleteinek felhasználásával,
- a területen meglévő szintcsökkentés a Slovnaft HOPV működtetésével.

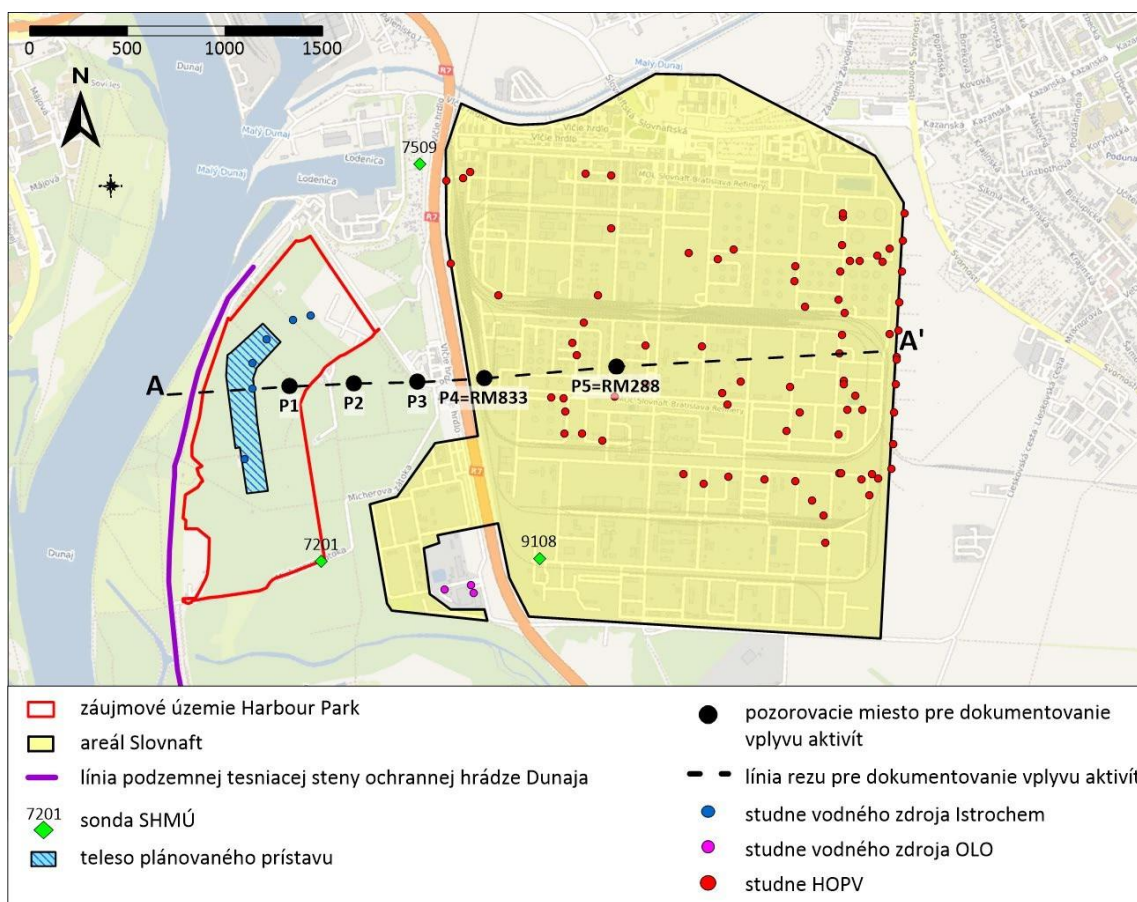
Előljáróban leszögezzük, hogy az érintett területen a felszín alatti vízáramlásra gyakorolt jelenlegi hatások jóval meghaladják a HARBOUR PARK projekt tervezett tevékenységeinek hatását.

A vizsgált terület a Duna és a Slovnaft a. s. telephelye között helyezkedik el. A Slovnaft hidraulikus talajvízvédelmet (HOPV) üzemeltet, amely a Slovnaft nagy területén található több tucat kút szivattyúzásával valósul meg. Jelenleg a HOPV kutak együttesen mintegy 1000 l.s<sup>-1</sup> talajvizet vonnak ki, amely tisztítás után a felszíni vízfolyásokba kerül. A vizsgált terület tehát kényszerű és természetellenesen felgyorsult talajvízáramlásban, valamint jelentősen antropogén módon csökkent talajvízszinttel rendelkezik. A vizsgált területen átfolyó összes talajvíz a HOPV kutakba folyik. A legfontosabb értékelés az volt, hogy ezt az áramlást nem lehet-e elterelni a Žitný ostrov (Csallóköz) védett vízgazdálkodási terület felé. A számítások eredménye az, hogy a HARBOUR PARK projekt értékelt tevékenységei által okozott ilyen változások a HOPV jelenlegi működése mellett és normál Dunai vízszinten nem következhetnek be. A Dunán egy igen magas hullám áthaladásának számítása ezt a lehetőséget is nagy valószínűséggel cáfolta. Ki kell itt emelni azonban a számítások megnövekedett kétértelműségét nagyon magas talajvízszinteknél a szükséges monitoring adatok hiányára való tekintettel. Felmértük a felszín alatti víz áramlási irányainak lehetséges változásait a Slovnaftban tapasztalható hatalmas talajvízszennyezésre is tekintettel. A HOPV kutak szivattyúzásával történő domináns talajvízkiürítés kapcsán megállapítottuk, hogy a



szennyezett területekről történő szennyezés terjedésének jelenlegi iránya a HARBOUR PARK projekt értékelt tevékenységeinek hatására nem változtatható meg.

A talajvízszint csökkentése a HOPV kutak, ill. az Istrochem Reality a.s. és OLO a.s. vízforrásainak üzemeltetésével az állam által engedélyezett. A Szlovákia Vízterv/Duna Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv (2. frissítése 2022-ből) (a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma, 2022) szerint az érintett SK1000200P és SK1000300P negyedidőszaki felszín alatti víztestek jó mennyiségi állapotba és jó kémiai állapotba vannak besorolva, még akkor is, ha a talajvíz szintjei csökkennek a területen, beleértve az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. társaságok HOPV kutaina és vízforrásainak üzemeltetését is. A HOPV esetében ez a Žitný ostrov (Csallóköz) felszín alatti vizének a Slovnaft telephelyről és környékéről származó szennyezéstől való védelmét érinti. Ugyanakkor a HOPV kutak felfogják a Pozsony területének nagy részéről és az Istrochem I. szennyvízcsatornájából a szennyezett területekről beáramló esetleges szennyezett vizet az érintett területen. Ez jelentőssé teszi a HOPV-működés védő hatását a Žitný ostrov (Csallóköz) talajvízminőségének megőrzésére. A HOPV szivattyúzására azonban a Slovnaft a.s. tevékenysége által okozott talajvízszennyezés miatt van szükség, vagyis az érintett felszín alatti víztestek, és így a teljes Žitný ostrov (Csallóköz) jó kémiai állapotát fenyegető rendkívül jelentős veszély miatt. Egy ilyen szennyeződés nélküli állapot, és így a HOPV szivattyúzás nélküli állapot is az érintett felszín alatti víztestek lényegesen jobb mennyiségi állapotát jelentené. Az érintett területen meglévő, jelentősen érintett talajvízhozam kapcsán értékeltük a HARBOUR PARK projekt megvalósítása által okozott tervezett változásokat is.



83. ábra A P1-P5 megfigyelési pontok helyzete

záujmové územie Harbour Park

Harbour Park - az érintett terület



|                                                               |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <i>areál Slovnaft</i>                                         | <i>Slovnaft komplexum</i>                                          |
| <i>lína podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i> | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>                 |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                             | <i>SHMÚ szonda</i>                                                 |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                            | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                    |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                              | <i>az OLO vízforrás kútjai</i>                                     |
| <i>studne HOPV</i>                                            | <i>HOPV kutak</i>                                                  |
| <i>pozorovacie miesto pre dokumentovanie vplyvu aktivít</i>   | <i>megfigyelési pont a tevékenységek hatásának dokumentálására</i> |
| <i>lína rezu pre dokumentovanie vplyvu aktivít</i>            | <i>metszetvonal a tevékenységek hatásának dokumentálásához</i>     |





A talajvízhozam indukált változásaira vonatkozó számítások és részletes értékelések eredményeit fentebb mutatjuk be. Itt a legjelentősebb megállapításokat értékeltük a felszín alatti vízáramlás indukált változásainak fentebb ismertetett értékelése tekintetében.

- Első lépésben az egyes tevékenységek talajvízszint-változásait értékeltük. A jobb áttekinthetőség érdekében az összefoglaló értékeléseket egyesítettük a 83. ábrán látható P1-P5 megfigyelési pontokban és az A-A' metszetben végzett számítások eredményével. A modellezési eredmények fentebb bemutatott részletesebb leírásában az így kapott hidroizohíp térképeket és a talajvízszint-csökkenések területtérképeit is felhasználtuk. A tevékenység által kiváltott szintváltozások jelentőségének tisztázása érdekében összehasonlítottuk azokat a természetes talajvízszint változásaival, amelyek az aktuális antropogén hatások következtében alakultak ki az érintett területen.
- A modellezési eredmények alapján második lépésben felmértük a lehetséges kockázati jelenségek relevanciáját a talajvíz áramlására és minőségére nézve.
- A harmadik lépésben az első és a második lépés értékelését is felhasználtuk a felszín alatti vizek és részben a felszíni vizek mennyiségi és kémiai állapotromlási lehetőségének tesztelésére az érintett SK1000200P és SK1000300P jelzésű felszín alatti víztestekben.

#### Az ÚPzV mennyiségi állapota

A nemzeti módszertanban a felszín alatti víztestek mennyiségi állapotának értékelése 4 külön vizsgálati kritériumra oszlik:

- I) felszín alatti víztest egyensúlyának felmérése,
- II) a talajvízszint jelentős csökkenő tendenciáinak meglétének értékelése, ill. a felszín alatti víztestekben található források hozama az SHMÚ állami hidrológiai hálózatának objektumaiban a felszín alatti víz mennyiségének mérésének ponteredményeinek összesítésével,
- III) a felszín alatti víz mennyiségének a felszín alatti víztől függő szárazföldi ökoszisztémák állapotára gyakorolt hatásának értékelése,
- IV) a felszín alatti víz mennyiségének a felszíni vizek állapotára gyakorolt hatásának felmérése.

Az értékelt tevékenység hatással lehet az I), II) és III) tesztek értékelésére. A III) számú teszt nem valósult meg, mert a szóban forgó kérdéssel a jelen munka keretében nem foglalkoztunk. Tekintettel a közeli Duna nagy vízhozamaira a IV) teszt esetében, nem lehetséges, hogy a vizsgált építési tevékenység végrehajtása által okozott talajvízhozam-változások hatással legyenek a Duna, a Kis-Duna, vagy a Duna által támogatott Biskupický-ág felszíni vizeinek állapotára. **Így a IV) teszt eredménye minden értékelt tevékenység esetében az lesz, hogy negatív változások nem következnek be.**

#### Az ÚPzV kémiai állapota



A VKI szerint a felszín alatti víztestek kémiai állapotának felmérését 5 vizsgálat alapján javasolt elvégezni:

- I) Általános minőségértékelési teszt (GQA teszt – General quality assessment test),
- II) vízkészlet-védelmi övezetek / védett vízgazdálkodási területek vizsgálata, ill. az emberi fogyasztásra szánt víz minőségének vizsgálata – rövidítve Ivóvíz teszt,
- III) a kapcsolódó felszíni víztestek kémiai és ökológiai állapotának felszín alatti víztestekből történő szennyező anyagok bejutása miatti romlására irányuló vizsgálat – röviden Felszíni vízvizsgálat,
- IV) a felszín alatti víztől függő szárazföldi ökoszisztémák állapotromlásának vizsgálata (SEzPzV) a felszín alatti víztestekből származó szennyező anyagok bejutása miatt – rövidítve: SEzPzV teszt,
- V) sós víz behatolási vagy egyéb áthatolási teszt.

A negyedidőszaki és a negyedidőszak előtti ÚPzV kémiai állapotának felmérése esetén az első négy vizsgálat vonatkozik a Szlovák Köztársaságra. A Vízyűjtő-gazdálkodási Tervek (VGT) keretében a felszín alatti víztestek kémiai állapotának felmérése három vizsgálat, a GQA teszt, az Ivóvíz teszt és a Felszíni víz vizsgálat alapján történt.

A GQA (I) teszt a Szlovák Hidrometeorológiai Intézet (SHMÚ) felszín alatti vízminőség állami hidrológiai hálózatában és a Vízgazdálkodási Kutatóintézet (VÚVH) erre a célra a veszélyeztetett területeken kiépített monitoring hálózatában végzett alap- és üzemi monitoring keretében nyert adatokon alapul. Az I) GQA teszt felméri a negyedidőszaki és pre-kvarter (a negyedidőszak előtti) felszín alatti víztestek általános kémiai állapotát. Ez a kijelölt felszín alatti víztestek regionális értékelése, és munkánk keretében nem volt kivitelezhető, de egyúttal szükségtelen is. A kikötő medencéjének legjelentősebb becsült hatása nem a felszín alatti vizek kiegészítése vagy kivonása lesz. Csak passzívan emeli a talajvízszintet a Duna oldalán, és csökkenti a talajvizet a Slovnafel felé eső oldalon. Megváltoztatja azonban a talajvíz áramlási irányait a közvetlen környezetében, így délre is, ahol közvetlenül a tervezett kikötő mellett található az Istrochem I. vegyi szennyvízcsatornából származó talajvíz szennyezett területe. Ez a talajvíz minőségének helyi romlását okozhatja azáltal, hogy a szennyezett talajvíz áramlását a korábban tiszta területekre irányítja. Az ezekről a területekről, valamint az érintett terület teljes környezetéből származó talajvíz végső soron mindig a HOPV-kutak felé fog áramlani, anélkül, hogy bármilyen lehetősége lenne tovább behatolni Žitný ostrov (Csallóköz) területére. Ezek a változások nem veszélyeztethetik a felszín alatti vizek minőségét az érintett testek egészének regionális értékelésében. Ennek ellenére intézkedési javaslatokkal kezeltük a szennyezett talajvíz területén az áramlási irányok változásának hatását. Az Istrochem Reality a.s. használati vízforrás kútjainak áthelyezése nem okoz semmiféle egyensúlyváltozást a területen. Csak a kutak közvetlen közelében okoz áramlási irány változást. Ha a kutakat az Istrochem vegyi szennyvízcsatornája által szennyezett területektől kellően távol eső helyekre helyezik át, akkor nincs hatással a terület vízminőségére, mivel továbbra is erős vízáramlással talajvizet vonnak be a HOPV kutakba.



A modellezési eredmények azt mutatják, hogy a talajvíz áramlásának értékelt változásai a HARBOUR PARK projektterület közvetlen szomszédságában lokalizálódnak. A vizsgált építési tevékenység környezetében nincs mennyiségileg vagy minőségileg befolyásolható ivóvíz-ellátási célú felszín alatti vízforrás, ezért **a II) sz. tesztet minden tevékenység esetében negatív hatások lehetősége nélkül értékeltük.**

A területen környezeti terhelés is jelen van az Istrochem vegyi szennyvízcsatornájából származó szennyezett víz szivárgása miatt, amelyet a Szlovák Környezetvédelmi Ügynökség környezetterhelési információs rendszerében megerősített környezeti terhelésként regisztráltak; SK/EZ/B2/2059; B2 (2059) / Bratislava (Pozsony) - Ružinov -

I. vegyi szennyvízcsatorna; vegyi anyag-termelés; vegyi szennyvíz csővezetékes szállítása. A szennyezett terület hozzávetőleges kiterjedését az 1. ábra mutatja. A fent említett szennyezés kapcsán felmértük a vizsgált tevékenység által okozott talajvízszint- és áramlási irányok lehetséges változásait a Dunába kerülő szennyezés lehetőségére tekintettel (III. sz. vizsgálat). **Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a III. sz. tesztben egyik értékelt tevékenység sem okozhat állapotromlást a Sloznaft körzet szennyezésének tekintetében.**

A Szlovák Környezetvédelmi Ügynökség környezeti terhelések információs rendszerében olajanyag kiömlésével járó környezeti terhelést regisztráltak az érintett területen; SK/EZ/B2/2044; B2 (2044) / Bratislava (Pozsony) - Ružinov - szennyezés a tervezett R7 környékén; termékvezeték. A kockázatelemzés eredménye azonban az volt, hogy ez a terhelés nem okoz sem környezeti, sem egészségügyi kockázatot, ezért nem értékelték.

ÚPzV III) sz. kémiai állapotvizsgálat nem került értékelésre ebben a munkában, mivel a teszt kérdésköre nem képezte a jelen munka tárgyát.



#### 6.2.4.1 Egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest hatásainak értékelése

A tervezett kikötő medence építési módjában két alternatíva között döntenek:

- a kikötőttest részleges süllyesztése - a negyedidőszaki üledékek alapja feletti magasságba ágyazott kikötőmedence test, a kikötő alatt egy duzzasztó negyedidőszaki kavics és homokréteg marad, a kikötőttest teljes süllyesztése - a kikötőmedence test egészen a negyedidőszaki alapba süllyesztve, így át nem eresztő gátat képez a talajvíz áramlásának.

A számítások első csoportjában a kikötő medence egy nem teljesen víz alá kerülő testének hatását modelleztük 122 m t.f.m.-ig, ami azt jelenti, hogy egy negyedidőszaki kavics és homok duzzasztás nélküli, 2-6 m vastagságú rétege továbbra is megmaradna a kikötő alatt.

23. táblázat A tervezett, részben víz alatti kikötőttest által okozott talajvízszint-csökkenés a meglévő hatásokhoz képest

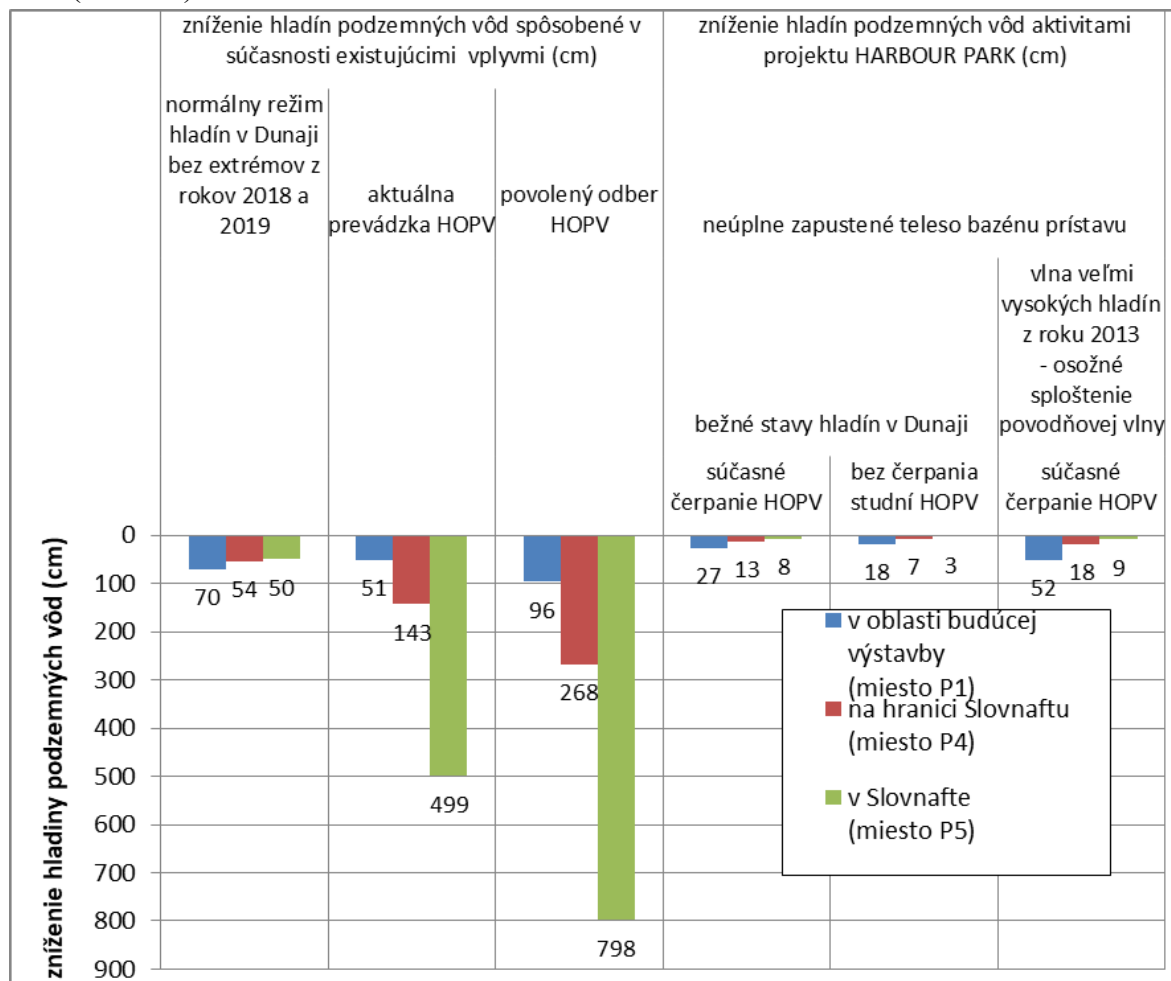
| Elhelyezkedés és                              | A talajvíz szintjének csökkenése a jelenlegi hatások miatt (cm)                 |                        |                               | A talajvíz szintjének csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm) |                                 |                                                                         |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                               | Normál szintű rezsim (vízszint) a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ban és 2019-ben | Jelenlegi HOPV működés | Engedélyezett vízkivétel HOPV | A kikötő medencéjének részben süllyesztett teste                               |                                 |                                                                         |
|                                               |                                                                                 |                        |                               | Szokásos dunai vízállások                                                      |                                 | Nagyon magas hullám szintek 2013-ban - az árhullám előnyös ellaposodása |
|                                               |                                                                                 |                        |                               | Jelenlegi HOPV vízkivétel                                                      | HOPV kutak szivattyúzása nélkül | Jelenlegi HOPV vízkivétel                                               |
| a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely) | 70                                                                              | 51                     | 96                            | 27                                                                             | 18                              | 52                                                                      |
| a Slovnaft határában (P4 hely)                | 54                                                                              | 143                    | 268                           | 13                                                                             | 7                               | 18                                                                      |
| a Slovnaftban (P5 hely)                       | 50                                                                              | 499                    | 798                           | 8                                                                              | 3                               | 9                                                                       |

A kikötő hatását a HOPV jelenlegi működésével és a HOPV működése nélkül modelleztük a 2018-as és 2019-es szintrendben, azaz rendkívül magas vagy alacsony szintek nélkül (4. sz. számítás és 5. sz. számítás). A 10. számú számításban modelleztük a felszín alatti vízhozam változásait egy 2013-ban egy nagyon magas dunai hullám áthaladása során, amikor Pozsonyban 1889 óta a legmagasabb szintet mérték a Dunán. Itt bemutatjuk a számítások legfontosabb eredményeit és azok következményeit. Az eredmények részletesebb leírása az előző fejezetekben található.





A 23. táblázat mutatja a nem teljesen víz alá süllyesztett medence teste által okozott szintváltozásokat a modellezett esetekben. Ezeket összehasonlítják a jelenlegi hatásoknak a talajvízszintre gyakorolt hatásaival az érintett területen. Az összehasonlítást a 84. ábra szemlélteti. A részben víz alá süllyesztett kikötő a talajvíz kényszeres süllyesztésének jelenlegi állapotában jelentéktelen talajvízszint-változást okozna, amint azt a 85. ábra is dokumentálja. A számítások azt is kimutatták, hogy a kikötő általi, megfigyelt szintcsökkenés jelentős részét épp a HOPV kutakba való kényszeráramlás okozza. A HOPV működése nélkül az építési területen harmadával, a Slovnaft területén pedig több mint kétszeresével csökkentek volna (84. ábra).

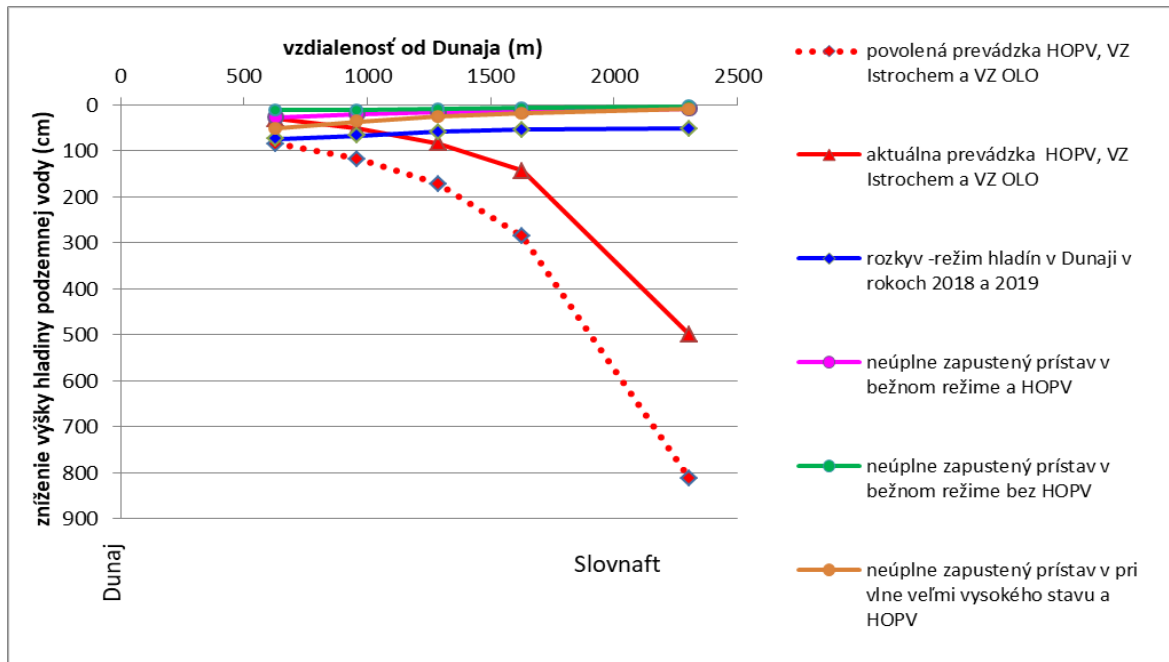


|                                                                                 |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| zníženie hladín podzemných vôd spôsobené v súčasnosti existujúcimi vplyvmi (cm) | talajvízszint csökkenés a jelenleg meglévő hatások miatt (cm)                 |
| zníženie hladín podzemných vôd aktivitami projektu HARBOUR PARK (cm)            | talajvízszint csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm)        |
| zníženie hladiny podzemných vôd (cm)                                            | talajvízszint csökkenés (cm)                                                  |
| normálny režim hladín v Dunaji bez extrémov z rokov 2018 a 2019                 | normál vízállás a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ben és 2019-ben               |
| aktuálna prevádzka HOPV                                                         | a HOPV jelenlegi működése                                                     |
| povolený odber HOPV                                                             | engedélyezett HOPV vízkivétel                                                 |
| neúplne zapustené teleso bazénu prístavu                                        | a kikötő medencéjének részben süllyesztett teste                              |
| bežné stavy hladín v Dunaji                                                     | szokásos dunai vízállások                                                     |
| vlna veľmi vysokých hladín z roku 2013 - osožné sploštenie povodňovej vlny      | a 2013-as nagyon magas szintek hulláma - az árvíz hullám előnyös ellaposodása |
| súčasné čerpanie HOPV                                                           | jelenlegi HOPV vízkivétel                                                     |
| bez čerpania studni HOPV                                                        | HOPV kutak szivattyúzása nélkül                                               |



|                                               |                                                      |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>súčasné čerpanie HOPV</i>                  | <i>jelenlegi HOPV vízkivétel</i>                     |
| <i>v oblasti budúcej výstavby (miesto P1)</i> | <i>a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely)</i> |
| <i>na hranici Slovnaftu (miesto P4)</i>       | <i>a Slovnaft határában (P4 hely)</i>                |
| <i>v Slovnafte (miesto P5)</i>                | <i>a Slovnaftban (P5 hely)</i>                       |

84. ábra A tervezett, részben víz alatti kikötőttest által okozott talajvízszint-csökkenés a meglévő hatásokhoz képest



85. ábra A tervezett, részben víz alá süllyesztett kikötőtest által okozott talajvízszint-csökkenések a P1-P5 megfigyelési helyeken a meglévő hatásokhoz képest

| zníženie výšky hladiny podzemnej vody (cm)                       | talajvízszint csökkenés (cm)                                                 |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| vzdialenosť od Dunaja (m)                                        | távolság a Dunától (m)                                                       |
| povolená prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                   | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO engedélyezett működése                    |
| aktuálna prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                   | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO jelenlegi működése                        |
| rozkyv - režim hladín v Dunaji v rokoch 2018 a 2019              | fluktuációs szintű vízszint a Dunán 2018-ban és 2019-ben                     |
| neúplne zapustený prístav v bežnom režime a HOPV                 | nem teljesen süllyesztett kikötő normál rezsimben és HOPV                    |
| neúplne zapustený prístav v bežnom režime bez HOPV               | nem teljesen süllyesztett kikötő normál rezsimben, HOPV nélkül               |
| neúplne zapustený prístav v pri vlne veľmi vysokého stavu a HOPV | nem teljesen süllyesztett kikötő nagyon magas hullámviszonyok és HOPV esetén |

A második lépésben a modellezési eredmények alapján felmértük a lehetséges kockázati jelenségek relevanciáját a talajvíz áramlására és minőségére nézve. A részben víz alá süllyesztett kikötő hatásának értékelése a 24. táblázatban található.

24. táblázat Részlegesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest építési kockázatainak felmérése

| Tesztelt hatás: részben víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése |                           |                                                                                                                                                                                                                |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kockázati jelenség                                                       | Időszerűség / ok          | Leírás                                                                                                                                                                                                         | Korrekciós intézkedés                     |
| A talajvízszintek kedvezőtlen csökkenése.                                | <b>Elavult fenyegetés</b> | Amint azt a 23. táblázat is igazolja, a nem teljesen süllyesztett kikötő által okozott talajvízszint-csökkenés jóval kisebb vagy elhanyagolható a jelenlegi tevékenységek által okozott csökkenésekhez képest. | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |



|                                                                                                                                  |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kedvezőtlen áramlási irányváltozások a határértéken felül szennyezett területek alatt az Istrochem vegyi szennyvízcsatornájából. | <b>Jelenlegi veszély --<br/>- Irányváltozások a szennyezett talajvíz területén</b> | <p>A nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőttest áramlási irányváltozásokat okoz a kikötőtől délre fekvő Istrochem vegyi szennyvízcsatorna szennyezett talajvíz területén.</p> <p>Ez a szennyezés korábban nem szennyezett területekre való behatolását okozná, azzal a kockázattal, hogy a szennyezett talajvíz behatol az Istrochem Reality a.s. áthelyezett használati vízforrás kútjaiba.</p> | <p>A kikötő építése előtt a déli szennyezett területen az Istrochem vegyszeres szennyvízcsatorna felőli talajvíz kármentesítésére és a csatorna lezárására van szükség, hogy megállítsák a szennyeződések szivárgását.</p> <p>Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kútjainak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy azokat olyan területekre szállítsák, amelyeket nem fenyeget a szennyeződés.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|





| <b>Tesztelt hatás: részben víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése</b>                                                        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kockázati jelenség                                                                                                                     | Időszerűség / ok          | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korrekciós intézkedés                     |
| A Slovnaft HOPV-mélyedésének mértéke megváltozott, tekintettel a Žitný ostrovba (Csallóközbe) való esetleges szennyeződés behatolásra. | <b>Elavult fenyegetés</b> | A modellezés azt mutatta, hogy a HOPV kutak vízgyűjtő területe gyakorlatilag nem változik. A talajvízszint elhanyagolható csökkenése meglehetősen elhanyagolható mértékben növeli ezt a területet. A HOPV jelenlegi működésében és a Duna normál vízállása mellett a Slovnaft által okozott szennyezettségi területet jelentősen meghaladó területről veszi fel a talajvizet. Az építési területen és tágabb környezetében átfolyó talajvíz a kikötő építése előtt és után is a HOPV kutakba fog befolyani. | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
| Az Istrochem Reality a.s. és az OLO a.s. engedélyezett vízkivonási lehetőségének befolyásolása                                         | <b>Elavult fenyegetés</b> | A modellezés kimutatta, hogy a kitermelt kutakból a megengedett mennyiség jóval kisebb, mint a területen kitermelhető mennyiség. Ezt támasztja alá az is, hogy a múltban a szóban forgó kutak vízkivételi mennyiségeinek többszörösét engedélyezték a jelenleginél. Csökkentésükre a használók vízigényének csökkenése miatt került sor.                                                                                                                                                                    | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
| Elfogadhatatlan hatás a HOPV működésére.                                                                                               | <b>Elavult fenyegetés</b> | Normál Duna-szinteken, egy nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest esetén a talajvízszint változása a jelenlegi talajvíz áramlási viszonyokhoz képest elhanyagolható lesz. Nagyon magas szinten a magas szintű hullámot a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötő ellaposítja, ami a területvédelem és a HOPV működésének védelme szempontjából pozitív jelenség.                                                                                                                                     | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |

A korábbi értékeléseket felhasználtuk a felszín alatti vizek és részben a felszíni vizek mennyiségi és kémiai állapotromlási lehetőségének tesztelésére is az érintett felszín alatti víztestekben: SK1000200P A Duna-medence nyugati részének negyedkori hordalékának szemcseközi talajvize és SK1000300P negyedidőszaki talajvíz a Duna-medence hordalékában (Vág-medence területe). A nem teljesen süllyesztett kikötő tesztelését a 25. táblázat tartalmazza.



25. táblázat: Egy nem teljesen süllyesztett kikötő medencetest hatásának értékelése az SK1000200P és SK1000300P ÚPzV-re

| Tesztelt hatás: részben víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Teszt                                                                    |                 | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | A teszt eredménye                                       | Korrektíós intézkedés                     |
| Az ÚPzV mennyiségi állapota                                              | I. számú teszt  | <p>A kikötői medence nem teljesen víz alatti testének megépítése részben csökkenti a Duna szomszédos szakaszából történő talajvízellátást.</p> <p>A kikötő a HOPV kutakba történő gyors kényszerített talajvízáramlás övezetében lesz elhelyezve. A HOPV működéséből adódó jelenlegi szintcsökkenésekhez és a Duna vízszint-ingadozásaihoz képest az indukált talajvízszintváltozások csekélyek lesznek. A területen jelenleg engedélyezett használati vízkivételekre nem lesz korlátozás. A területen ivóvízellátást biztosító vízforrás nincs. A kikötő által okozott vízszintváltozások nem terjednek túl Žitný ostrov (Csallóköz) területén, és főként a Duna és a Slovnaft HOPV mélyedés keleti határa között lokalizálódnak. Ez azt jelenti, hogy semmilyen módon nem lesznek érintettek a vízforrások sem Žitný ostrov (Csallóköz) területén.</p> | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
|                                                                          | II. számú teszt | <p>A talajvízszint jelentős csökkenő tendenciáinak létezési értékelése</p> <p>A 23. táblázatban dokumentált talajvízszint-csökkenés főként a leendő kikötő környékén lokalizálódik, és gyorsan csökken a Slovnaft felé. A talajvízszint változása lényegesen kisebb lesz, mint a Duna vízszintjének ingadozása és a HOPV kutak szivattyúzása okozta változások. A HOPV mélyedés területén kívül nem nyúlnak ki Žitný ostrov (Csallóköz) felé, így a vízkészletek területére sem.</p> <p>A Dunán egy nagyon magas vízállási hullám során a kikötő részben ellaposítja a kedvezőtlenül magas szintheullámot, ami pozitív változás.</p>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Jelentős csökkenő tendencia nem fog bekövetkezni</b> | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
|                                                                          | IV. számú teszt | <p>A felszín alatti víz mennyiségének a felszíni vizek állapotára gyakorolt hatásának felmérése.</p> <p>Figyelembe véve a közeli Duna nagy vízhozamát és a Dunáról a területre irányuló talajvízáramlás irányát, nem lehetséges, hogy a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest megvalósítása miatti talajvízhozam változása hatással legyen a Duna, a Kis-Duna, esetlegesen a Duna által támogatott Biskupická ág felszíni vizeinek állapotára.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |



| Tesztelt hatás: részben víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése |                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teszt                                                                    |                  |                    | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | A teszt eredménye                              | Korrekción intézkedés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Az ÚpZV kémiai állapota                                                  | I. számú teszt   | CQA teszt          | Átfogó regionális CQA tesztet nem végeztek és nem is lehetett volna elvégezni. A vizsgált víztestekben azonban nem áll fenn a talajvíz minőségének regionális romlása a részben víz alá süllyesztett kikötő építése miatt. A tervezett kikötőtől délre elhelyezkedő I. Istrochem szennyvízcsatornából a szennyezett terület alatt csak lokális talajvíz áramlási változás lesz. Ez a szennyezés korábban nem szennyezett területekre való behatolását okozná, azzal a kockázattal, hogy a szennyezett talajvíz behatol az Istrochem Reality a.s. áthelyezett használati vízforrás kútjaiba. | Fenyegető helyi romlás                         | A kikötő építése előtt szükséges a déli szennyezett területen az Istrochem I. vegyi szennyvíz csatornából származó talajvíz kármentesítése és a csatorna lezárása, hogy a szennyeződés szivárgása megszűnjön. Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kútjainak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy azokat olyan területekre szállítsák, amelyeket nem fenyeget a szennyeződés. |
|                                                                          | II. számú teszt  | Ivóvíz teszt       | Az érintett területen ivóvízellátásra szánt vízkészlet nincs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A változások nem befolyásolják a vízforrásokat | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                          | III. számú teszt | Felszíni víz teszt | A teljes vizsgált terület talajvíz-áramlását, és így a szennyezett területekről érkező áramlást is a HOPV kutakba irányítják. Ezért a vizsgált tevékenység hatásai miatt a felszíni vizekbe szennyezésnek nincs lehetősége.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Nem áll be állapotromlás                       | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

A tervezett, részben víz alatti kikötő medencetest hatásvizsgálatának eredménye, hogy a felszín alatti vizek egyetlen azonosított veszélye a korábban tiszta területek talajvizének esetleges szennyeződése az Istrochem I. kémiai szennyvízcsatorna déli része körüli szennyezett területről a talajvíz áramlási irányának megváltozásával. E fenyegetés korrekciós intézkedéseként javasolták a szennyezett terület kármentesítését és a további szivárgások megelőzését a csatorna lezárásával. Az Istrochem Reality kútjainak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy új helyük garantáltan szennyeződésmentes területen legyen. A kikötőmedence nem teljesen süllyesztett testének egyéb hatásait mind a felszín alatti, mind a felszíni vizek állapotára kockázatmentesnek értékelték.

#### 6.2.4.2 Egy teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest hatásainak értékelése

A részben víz alá süllyesztett kikötőmedence építésének alternatívája a neogén üledékekig lemerülő medencetest építése. Egy ilyen kikötő teljes akadályt képezne a talajvíz áramlása előtt az egész víztartó profilban. Annak ellenére, hogy egy teljesen süllyesztett medencetessel



rendelkező kikötő nagyobb változásokat okoz a talajvíz áramlásában, mint egy részben süllyesztett kikötő, az ebből származó értékelés nagyon hasonló. Ennek az az oka, hogy a talajvíz áramlásának indukált változásai továbbra is elhanyagolhatóak lennének a vizsgált területen a jelenlegi hatások által okozott talajvízszint-változásokhoz képest. A változások a leendő kikötő közvetlen közelében lesznek lokalizálva. Fokozatosan csökkennek a Slovnaft-i HOPV-kutak területe felé, és nem nyúlnak tovább Žitný ostrovig (Csallóközig). A kikötő létéből adódó változások ebben az esetben is megsokszorozódnak a HOPV szivattyúzásával, míg e szivattyúzás nélkül a talajvízszint változása közel harmadával csökkenne az érintett területen és közel háromszorosan a Slovnaft körzetében. Ismételten leszögezzük, hogy a kikötőtest megépítéséből adódó változások nem jelentenek kiegészítő forrásokat vagy felszín alatti vizeket kivonó forrásokat. A talajvíz áramlási irányait csak lokálisan befolyásolja a kikötőtest körüli áramlás. A vízszint változásaihoz hasonlóan a teljesen víz alá süllyesztett kikötő hatása jelentősebb lenne a talajvíz áramlási irányának változásában, mint a részben víz alá süllyesztett kikötő esetében. Az irányváltozások érintik az Istrochem I. vegyi szennyvízcsatorna által okozott szennyezett talajvíz terület egy részét is, amely a kikötő déli oldalának közvetlen közelében lesz. Ez egy államilag nyilvántartott környezeti terhelés, amelyet orvosolni kell. Ebben az esetben is javaslatot tettünk ennek a tehernek a elhárítására, a csatorna lezárására, valamint az Istrochem Reality a.s. cég vízforrása áthelyezett kútjainak megfelelő új helyek kiválasztására.

A 6., 7., ill. 11. sz. részletes számítási eredményeket a jelen dokumentum előző szakaszai mutatják be. Ugyanazt a módszertant alkalmazva, mint a nem teljesen víz alá süllyesztett kikötőmedence test esetében, a legfontosabb számítási eredményeket a teljesen süllyesztett kikötőmedence test esetében is értékeltük. A talajvízszint indukált változásait a 26. táblázat, valamint a 86. és 87. ábra mutatja.

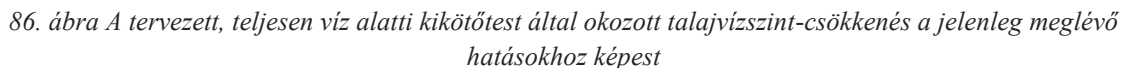
26. táblázat A tervezett, teljesen víz alatti kikötőtest által okozott talajvízszint-csökkenés a jelenleg meglévő hatásokhoz képest

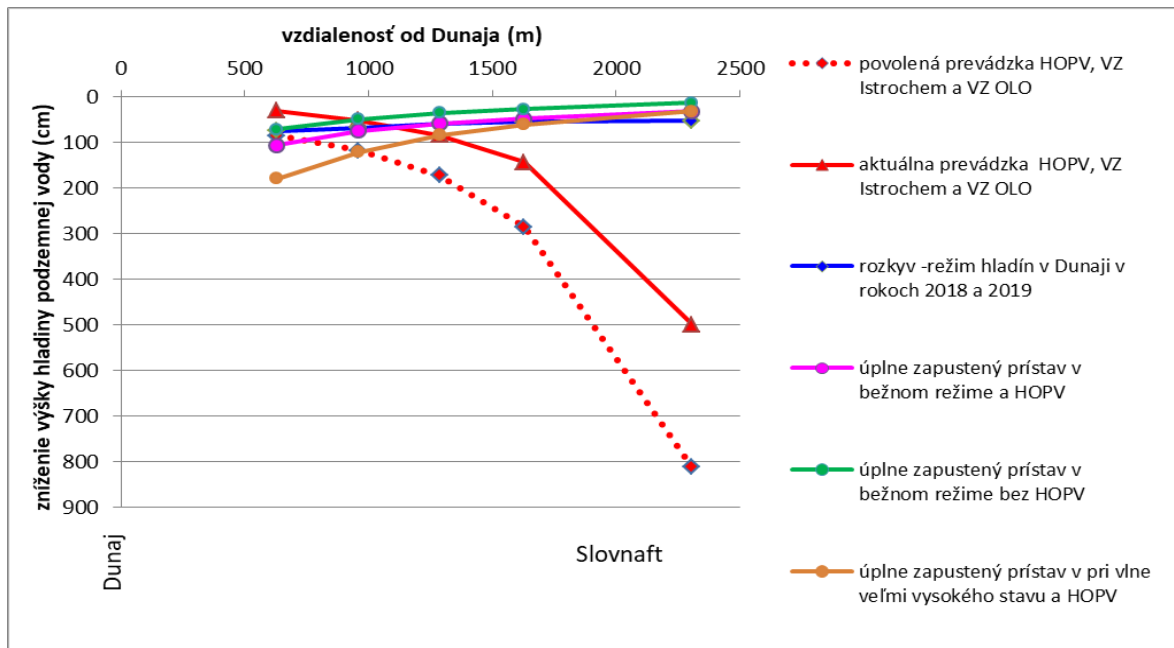
|  | A talajvíz szintjének csökkenése a jelenlegi hatások miatt (cm) |  |  | A talajvíz szintjének csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm) |
|--|-----------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                 |  |  | Teljesen süllyesztett kikötő medencetést                                       |





| Elhelyezkedés                                 | Normál szintű rezsím (vízszint) a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ben és 2019-ben | Jelenlegi HOPV működés | Engedélyezett HOPV vízkivétel | Szokásos dunai vízállások |                                 | Nagyon magas hullám szintek 2013-ból – az árhullám előnyös ellaposodása |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                               |                                                                                 |                        |                               | Jelenlegi HOPV vízkivétel | HOPV kutak szivattyúzása nélkül | Jelenlegi HOPV vízkivétel                                               |
| a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely) | 70                                                                              | 51                     | 96                            | 105                       | 71                              | 179                                                                     |
| a Slovnaft határában (P4 hely)                | 54                                                                              | 143                    | 268                           | 47                        | 26                              | 60                                                                      |
| a Slovnaftban (P5 hely)                       | 50                                                                              | 499                    | 798                           | 31                        | 12                              | 31                                                                      |

135



87. ábra A tervezett, teljesen víz alá süllyesztett kikötőtől által okozott talajvízszint-csökkenés a P1-P5 megfigyelési pontokon az egyidejűleg fennálló hatásokhoz képest

| zniženie výšky hladiny podzemnej vody (cm)                     | talajvízszint csökkenés (cm)                                             |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| vzdialenosť od Dunaja (m)                                      | távolság a Dunától (m)                                                   |
| povolená prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                 | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO engedélyezett működése                |
| aktuálna prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                 | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO jelenlegi működése                    |
| rozkyv - režim hladín v Dunaji v rokoch 2018 a 2019            | fluktuációs szintű vízszint a Dunán 2018-ban és 2019-ben                 |
| úplne zapustený prístav v bežnom režime a HOPV                 | teljesen süllyesztett kikötő normál rezsimben és HOPV                    |
| úplne zapustený prístav v bežnom režime bez HOPV               | teljesen süllyesztett kikötő normál rezsimben HOPV nélkül                |
| úplne zapustený prístav v pri vlné veľmi vysokého stavu a HOPV | teljesen süllyesztett kikötő nagyon magas hullámviszonyok között és HOPV |



A talajvízszint-változások és a felszín alatti víz áramlási irányának különböző állapotú változásaira vonatkozó modelleredmények alapján felmértük a lehetséges kockázati jelenségek relevanciáját a talajvíz áramlására és minőségére nézve (27. táblázat).

27. táblázat Teljesen víz alá süllyesztett kikötő medencetest megépítési kockázatainak felmérése

| <b>Tesztelt hatás: teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése</b>                                                       |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kockázati jelenség                                                                                                                     | Időszerűség / ok                                                                   | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Korrekciós intézkedés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A talajvízszint kedvezőtlen csökkenése                                                                                                 | <b>Elavult fenyegetés</b>                                                          | A 26. táblázat azt dokumentálja, hogy a teljesen süllyesztett kikötő által okozott talajvízszint-csökkenés sokkal kisebb, mint a jelenleg fennálló hatások által okozott csökkenések.<br>A legnagyobb és komolyabb értékeket csak a kikötő közvetlen közelében érik el és a Slovnaft felé csökkennek.                                                                                                                                                                                              | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kedvezőtlen áramlási irányváltozások a határértéken felül szennyezett területek alatt az Istrochem vegyi szennyvízcsatornájából.       | <b>Jelenlegi veszély --<br/>- Irányváltozások a szennyezett talajvíz területén</b> | A teljesen víz alá kerülő kikötőttest a kikötőtől délre fekvő Istrochem vegyi szennyvízcsatorna szennyezett talajvíz területén áramlási irányváltozásokat okoz. Ezek a változások jelentősek lesznek a kikötő közelében.<br>A szennyezés behatolhat a korábban nem szennyezett területekre, és fennáll annak a veszélye, hogy a szennyezett talajvíz behatol az Istrochem Reality a.s. áthelyezett kútjaiba, mint használati vízforrásba.                                                          | A kikötő építése előtt a déli szennyezett területen az Istrochem vegyszeres szennyvízcsatorna felőli talajvíz kármentesítésére és a csatorna lezárására van szükség, hogy megállítsák a szennyeződések szivárgását. Az Istrochem Reality vízforrás kutak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy azokat olyan területekre helyezték át, amelyeket nem fenyeget szennyeződés. |
| A Slovnaft HOPV-mélyedésének mértéke megváltozott, tekintettel a Žitný ostrovba (Csallóközbe) való esetleges szennyeződés behatolásra. | <b>Elavult fenyegetés</b>                                                          | A modellezés azt mutatta, hogy a HOPV kutak vízgyűjtő területe gyakorlatilag nem változik. A talajvízszint ebből eredő csökkenése meglehetősen elhanyagolható mértékben növeli ezt a területet.<br>A HOPV jelenlegi üzemből és normál dunai vízállás mellett a Slovnaft által okozott szennyezettségi területet jelentősen meghaladó területről veszi fel a talajvizet. Az építési területen és tágabb környezetében a kikötő építése előtt és után átfolyó talajvíz a HOPV kutakba fog befolyani. | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |





|                                                                                                            |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Hatás az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrásokból való engedélyezett vízkivonási lehetőségre | <b>Elavult fenyegetés</b> | A modellezés kimutatta, hogy a kitermelt kutakból a megengedett mennyiség jóval kisebb, mint a területen kitermelhető mennyiség. Ezt támasztja alá az is, hogy a múltban a szóban forgó kutak vízkivételi mennyiségeinek többszörösét engedélyezték a jelenleginél. Csökkentésükre a használók vízigényének csökkenése miatt került sor. | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|



| <b>Tesztelt hatás: teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése</b> |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kockázati jelenség                                                               | Időszerűség / ok                                                                      | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Korrekciós intézkedés                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Elfogadhatatlan hatás a HOPV működésére.                                         | <b>Nem aktuális fenyegetés -- A HOPV működés-javítási szükségességének lehetősége</b> | <p>Normál Duna-szinten, teljesen süllyesztett kikötőtest esetén a talajvízszint-változások a jelenlegi talajvíz áramlási viszonyokat figyelembe véve alacsonyok lesznek.</p> <p>Nagyon magas szinten a magas szintű hullámot a teljesen víz alá süllyesztett kikötő ellaposítja, ami pozitív jelenség a területvédelem és a HOPV működésének védelme szempontjából.</p> <p>A vízszint enyhe csökkenésének hatását szükség esetén a HOPV kutakból szivattyúzott mennyiségek csökkentésével lehet kompenzálni. Ha a HOPV a kármentesítésre is fókuszál, a csökkentés lehetővé teszi, hogy alacsonyabb költségek mellett alacsonyabb szinten tartsák a bőszi szennyvíztisztító telep feltöltése előtti korábbi időszakok szennyezettségét, és ezáltal hatékonyabban csökkentsék a kollektoros szennyezést.</p> | <p>A Slovnaft körzetében a csökkentés a talajvízszint normál ingadozásának szintjén lesz, ezért feltételezzük, hogy korrekciós intézkedésekre nem lesz szükség. Ha a Slovnaft talajvízszintjét emelni kell, akkor a szivattyúzott mennyiséget kis mértékben csökkenteni kell.</p> |

A következő lépésben a felszín alatti vizek és részben a felszíni vizek mennyiségi és kémiai állapotának romlásának lehetőségét teszteltük az érintett felszín alatti víztestekben: SK1000200P A Duna-medence nyugati részének negyedkori hordalékának szemcseközi talajvize és SK1000300P negyedidőszaki talajvíz a Duna-medence hordalékában (Vág-medence területe). A teljesen süllyesztett kikötő tesztelését a 28. táblázat mutatja.



28. táblázat Egy teljesen süllyesztett kikötői medencetest hatásának értékelése az SK1000200P és SK1000300P ÚpZV-re

| Tesztelt hatás: teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                         |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Teszt                                                                     |                 | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A teszt eredménye                                       | Korrektíós intézkedés                     |
| Az ÚpZV mennyiségi állapota                                               | I. számú teszt  | <p>A teljesen víz alá süllyesztett kikötői medence megépítése részben csökkenti a Duna szomszédos szakaszának talajvízellátását.</p> <p>A kikötő a HOPV kutakba történő gyors kényszerített talajvízáramlás övezetében lesz elhelyezve. A HOPV működéséből adódó, meglévő szintcsökkenésekhez és a dunai szintingadozásokhoz képest az indukált talajvízszint-változások nagyobbak lesznek, mint egy nem teljesen beépített kikötő esetében, de még így is viszonylag kicsik. A területen jelenleg engedélyezett használati vízkivételekre nem lesz korlátozás. A területen ivóvízellátást biztosító vízforrás nincs.</p> <p>A kikötő által okozott vízszintváltozások nem terjednek túl Žitný ostrov (Csallóköz) területén, és főként a Duna és a Slovnaft HOPV mélyedés keleti határa között lokalizálódnak. Ez azt jelenti, hogy a Žitný ostrov (Csallóköz) vízkészleteit semmilyen módon nem befolyásolja.</p> | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
|                                                                           | II. számú teszt | <p>A talajvízszint jelentős csökkenő tendenciáinak létezési értékelése</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Jelentős csökkenő tendencia nem fog bekövetkezni</b> | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |
|                                                                           | IV. számú teszt | <p>A felszín alatti vízmennyiség felszíni vizek állapotára gyakorolt hatásának felmérése</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre. |



| Tesztelt hatás: teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest építése |                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teszt                                                                     |                  |                    | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | A teszt eredménye                               | Korrektíós intézkedés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Az ÚPzV kémiai állapota                                                   | I. számú teszt   | CQA teszt          | Átfogó regionális CQA tesztet nem végeztek és nem is lehetett volna elvégezni. A vizsgált víztestekben azonban nem áll fenn a talajvíz minőségének regionális romlása a teljesen víz alá süllyesztett kikötő építése miatt. A tervezett kikötőtől délre elhelyezkedő I. Istrochem szennyvízcsatornából a szennyezett terület alatt csak lokális talajvíz áramlási változás lesz.<br><br>Ez a szennyezés korábban nem szennyezett területekre való bejutását okozná, beleértve a szennyezett talajvíz behatolását is az Istrochem Reality a.s. áthelyezett használati vízforrás kútjaiba. | Fenyegető helyi romlás                          | A kikötő építése előtt szükséges a déli szennyezett területen az I. Istrochem vegyi szennyvízcsatorna talajvizének kármentesítése és a csatorna lezárása, hogy a szennyeződés szivárgása megszűnjön. Az Istrochem Reality a.s. vízforrás kútjainak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy azokat olyan területekre szállítsák, amelyeket nem fenyeget a szennyeződés. |
|                                                                           | II. számú teszt  | Ivóvíz teszt       | Az érintett területen ivóvízellátásra szánt vízkészlet nincs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | A változások nem befolyásolják a vízkészleteket | Nem lesz szükség korrektíós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                           | III. számú teszt | Felszíni víz teszt | A teljes vizsgált terület talajvíz-áramlását, és így a szennyezett területekről érkező áramlást is a HOPV kutakba irányítják. Ezért a vizsgált tevékenység hatásai miatt a felszíni vizekbe szennyezésnek nincs lehetősége.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nem áll be állapotromlás                        | Nem lesz szükség korrektíós intézkedésre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

A tervezett, részben víz alá süllyesztett kikötő medencetesthez nagyon hasonlóan a teljesen víz alá süllyesztett kikötői medencetest értékelése azt mutatta, hogy a felszín alatti vizek egyetlen azonosított veszélye a talajvíz esetleges szennyeződése a korábban tiszta területeken a talajvíz áramlási irányának megváltoztatásával a szennyezett területről az Istrochem I. vegyi szennyvízcsatornájának déli része környékén. E fenyegetés korrektíós intézkedéseként javasolták a szennyezett terület kármentesítését és a további szivárgások megelőzését a csatorna lezárásával. Az Istrochem Reality a. s. kútjainak áthelyezésekor gondoskodni kell arról, hogy új helyük garantáltan szennyeződésmentes területen legyen. A kikötőmedence nem teljesen süllyesztett testének egyéb hatásait mind a felszín alatti, mind a felszíni vizek állapotára kockázatmentesnek értékelték.

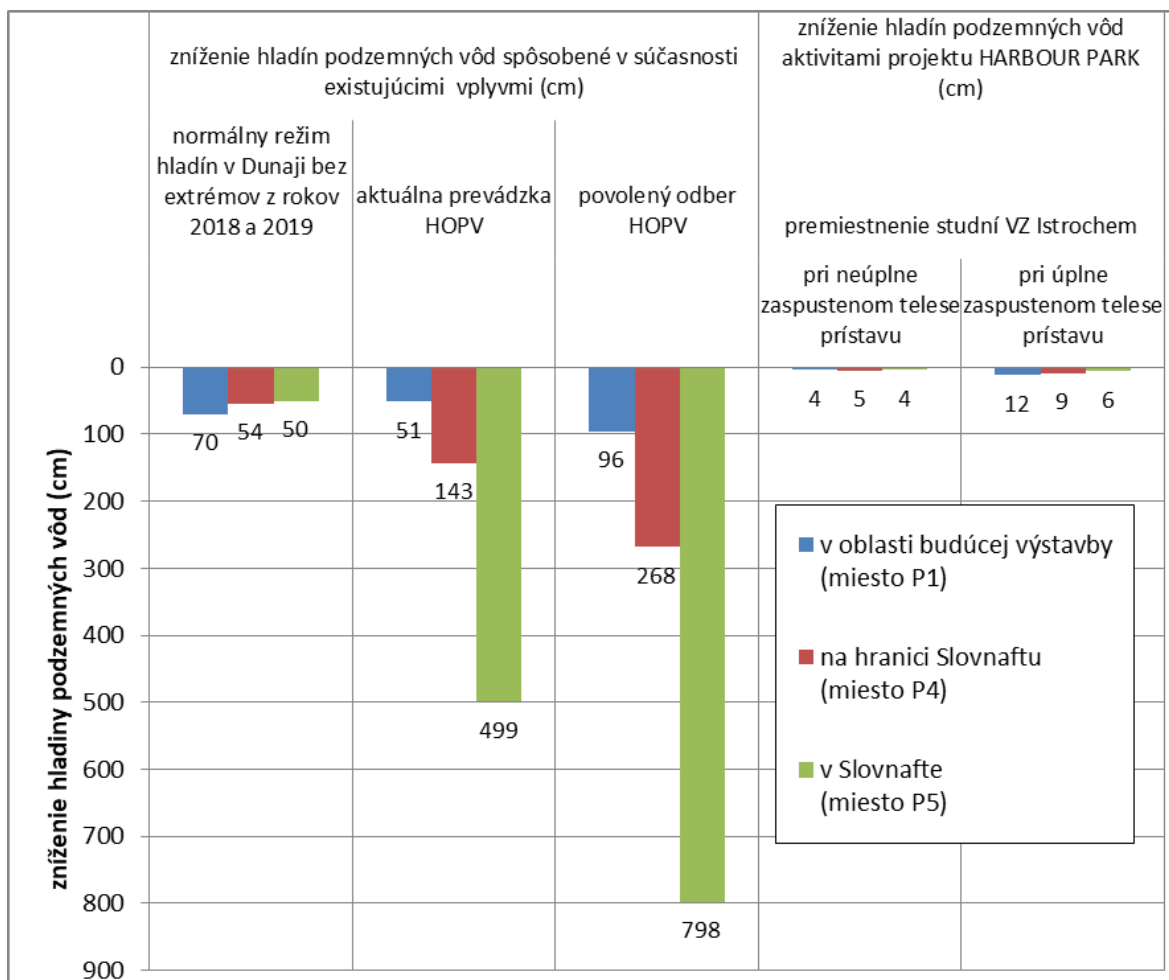


**Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutainak áthelyezése**

A HOPV projekt tevékenységének második modellezett hatása a talajvíz áramlására az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutai áthelyezésének hatása volt. Ez nem új talajvízkivétel volt a területen, hanem csak egy meglévő áthelyezése. Ezért ez a változás nem változtatja meg a térség talajvíz egyensúlyát. Csak a helyi vízállások és a talajvíz áramlási irányai változnak. A talajvízszint-változások elsősorban a jelenlegi és a jövőbeni kúthelyek környékén lokalizálódnak, az értékelte megfigyelt helyeken nagyon kicsik, néhány centiméteres nagyságrendűek (29. táblázat). A 88. és 89. ábrán látható grafikonok szerint a területen a talajvízszint jelenlegi csökkenésében a meglévő emberi tevékenység által okozott változások teljesen elhanyagolhatóak.

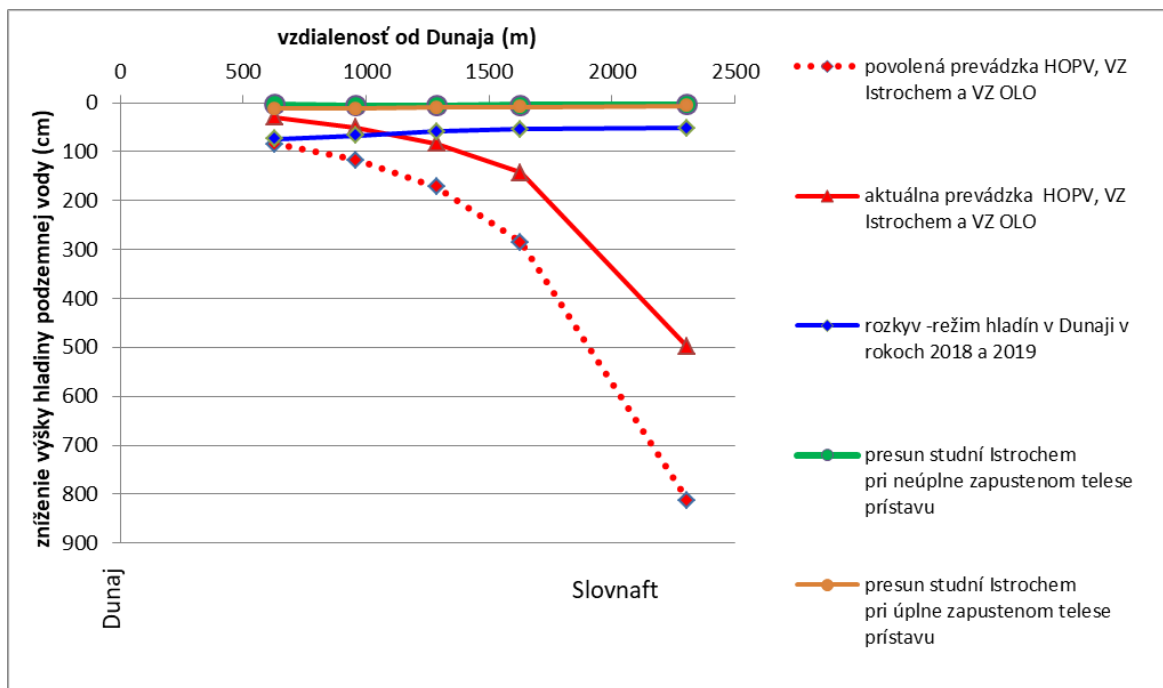
29. táblázat Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezése által okozott talajvízszint-csökkenés a meglévő hatásokhoz képest

| Elhelyezkedés                                 | A talajvíz szintjének csökkenése a jelenlegi hatások miatt (cm)                 |                        |                               | A talajvíz szintjének csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm) |                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                               | Normál szintű rezsim (vízszint) a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ben és 2019-ben | Jelenlegi HOPV működés | Engedélyezett HOPV vízkivétel | Istrochem vízforrás kutak áthelyezése                                          |                                             |
|                                               |                                                                                 |                        |                               | Részben süllyesztett kikötőtesttel                                             | Teljesen víz alá süllyesztett kikötőtesttel |
| a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely) | 70                                                                              | 51                     | 96                            | 4                                                                              | 12                                          |
| a Slovnaft határában (P4 hely)                | 54                                                                              | 143                    | 268                           | 5                                                                              | 9                                           |
| a Slovnaftban (P5 hely)                       | 50                                                                              | 499                    | 798                           | 4                                                                              | 6                                           |



88. ábra Az Istrochem Reality vízforrás kutak áthelyezése által okozott talajvízszint-csökkenés a jelenleg meglévő hatásokhoz képest

|                                                                                 |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| zníženie hladín podzemných vôd spôsobené v súčasnosti existujúcimi vplyvmi (cm) | talajvízszint csökkenés a jelenleg meglévő hatások miatt (cm)          |
| zníženie hladín podzemných vôd aktivitami projektu HARBOUR PARK (cm)            | talajvízszint csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm) |
| zníženie hladiny podzemných vôd (cm)                                            | talajvízszint csökkenés (cm)                                           |
| normálny režim hladín v Dunaji bez extrémov z rokov 2018 a 2019                 | normál vízállás a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ben és 2019-ben        |
| aktuálna prevádzka HOPV                                                         | a HOPV jelenlegi működése                                              |
| povolený odber HOPV                                                             | engedélyezett HOPV vízkivétel                                          |
| premiestnenie studní VZ Istrochem                                               | az Istrochem vízforrás kutak áthelyezése                               |
| pri neúplne zapustenom telese prístavu                                          | hiányosan süllyesztett kikötőtesttel                                   |
| pri úplne zapustenom telese prístavu                                            | teljesen süllyesztett kikötőtesttel                                    |
| v oblasti budúcej výstavby (miesto P1)                                          | a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely)                          |
| na hranici Slovnaftu (miesto P4)                                                | a Slovnaft határában (P4 hely)                                         |
| v Slovnafte (miesto P5)                                                         | a Slovnaftban (P5 hely)                                                |



89. ábra A talajvízszint-csökkenés az Istrochem Reality vízforrás kutak áthelyezése miatt a P1-P5 megfigyelési helyeken a jelenleg meglévő hatásokhoz képest

|                                                                |                                                                       |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| zníženie výšky hladiny podzemnej vody (cm)                     | talajvízszint csökkenés (cm)                                          |
| vzdialenosť od Dunaja (m)                                      | távolság a Dunától (m)                                                |
| povolená prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                 | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO engedélyezett működése             |
| aktuálna prevádzka HOPV, VZ Istrochem a VZ OLO                 | a HOPV, a VZ Istrochem és a VZ OLO jelenlegi működése                 |
| rozkyv - režim hladín v Dunaji v rokoch 2018 a 2019            | fluktuációs szintű vízszint a Dunán 2018-ban és 2019-ben              |
| presun studní Istrochem pri neúplne zapustenom telese prístavu | Istrochem kutak áthelyezése a részben sülyesztett kikötőtest esetén   |
| presun studní Istrochem pri úplne zapustenom telese prístavu   | az Istrochem kutak áthelyezése teljesen sülyesztett kikötőtest esetén |



A modellezési eredmények alapján felmértük a talajvíz áramlását veszélyeztető kockázatokat, amelyek az Istrochem Reality a. s. forráskutak áthelyezését okozhatják (30. táblázat).

30. táblázat Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezése kockázati jelenségeinek veszélyértékelése

| <b>Vizsgált hatás: az Istrochem Reality a. s. társaság vízforrás kutainak áthelyezése</b>                                              |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kockázati jelenség                                                                                                                     | Időszerűség / ok          | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                   | Korrekciós intézkedés                                                                                                                                                                                |
| A talajvízszintek kedvezőtlen csökkenése.                                                                                              | <b>Elavult fenyegetés</b> | A kutak áthelyezése miatti talajvízszint-csökkenések a kutak tágabb környezetében igen csekélyek (cm-es nagyságrendűek).                                                                                                                                                 | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
| Az Istrochem vegyi szennyvízcsatornából származó szennyezett területek alatti áramlási irányok kedvezőtlen változásai.                 | <b>Elavult fenyegetés</b> | Az áthelyezett kutak megfelelő elhelyezésével a talajvíz áramlási irányai gyakorlatilag nem változnak a szennyezett területek alatt.                                                                                                                                     | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.<br>(új kúthelyek kiválasztása szükséges, oly módon, hogy a talajvíz áramlási irányának nemkívánatos változása ne következzen be a szennyezett területeken) |
| A Slovnaft HOPV-mélyedésének mértéke megváltozott, tekintettel a Žitný ostrovba (Csallóközbe) való esetleges szennyeződés behatolásra. | <b>Elavult fenyegetés</b> | A modellezés azt mutatta, hogy a HOPV kutak vízgyűjtő területe nem változik. Az ebből eredő talajvízszint-változások csekélyek lesznek.                                                                                                                                  | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
| Az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. forrásaiból történő engedélyezett vízkivonás lehetőségének befolyásolása                    | <b>Elavult fenyegetés</b> | A modellezés kimutatta, hogy a források áthelyezése nem befolyásolja a jelenleg engedélyezett mennyiségek kivonásának lehetőségét a vízforrás-felhasználók igényeinek kielégítésére.                                                                                     | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
| Elfogadhatatlan hatás a HOPV működésére.                                                                                               | <b>Elavult fenyegetés</b> | A vízforrás-kivonások jelenlegi hatásához képest, amely korábban többszöröse volt a megengedett mennyiségnek, az erőforrások tágabb környezetében gyakorlatilag nem lesz változás. A Slovnaft határánál néhány centiméteres nagyságrendű lesz a talajvízállás változása. | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |

A 31. táblázat tartalmazza az érintett felszín alatti víztestekben a felszín alatti vizek és részben a felszíni vizek mennyiségi és kémiai állapotának romlása lehetőségére vonatkozó vizsgálatok eredményeit: SK1000200P A Duna-medence nyugati része negyedkori hordalékának szemcseközi talajvize és SK1000300P Intergranuláris talajvíz a Duna-medence hordalékában az Istrochem Reality a. s. vízgyűjtő kutainak áthelyezése esetén (a Vág vízgyűjtő területe).





31. táblázat Az Istrochem Reality vízforrás kutak áthelyezésének az SK1000200P és SK1000300P vízellátó hálózatokra gyakorolt hatásának értékelése

| Vizsgált hatás: az Istrochem Reality a. s. társaság vízforrás kutainak áthelyezése |                  |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teszt                                                                              |                  |                                                                                               | Leírás                                                                                                                                                                                                                                                                                            | A teszt eredménye                                       | Korrekciós intézkedés                                                                                                                                                                                |
| Az ÚPzV mennyiségi állapota                                                        | I. számú teszt   | Az ÚPzV egyensúly értékelése.                                                                 | A kutak áthelyezése az ÚPzV egyensúlyát semmilyen módon nem érinti, mert az új kutakból ugyanannyit terveznek lehúzni, mint az eredeti kutakból. Ráadásul az áthelyezés viszonylag rövid távolságra fog történni.                                                                                 | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
|                                                                                    | II. számú teszt  | A talajvízszint jelentős csökkenő tendenciáinak létezési értékelése                           | Amint azt a modellezés is kimutatta, mivel ez csak a kutak kis távolságra történő áthelyezése, nem lesz jelentős hatása a trendekre még a vizsgált helyszín közvetlen közelében sem.                                                                                                              | <b>Jelentős csökkenő tendencia nem fog bekövetkezni</b> | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
|                                                                                    | IV. számú teszt  | A felszín alatti víz mennyiségének a felszíni vizek állapotára gyakorolt hatásának felmérése. | Figyelembe véve a közeli Duna nagy vízhozamát, nem lehetséges, hogy a talajvíz áramlásában a kutak helyszínváltozása miatt bekövetkező változás hatással legyen a Duna, a Kis-Duna, esetlegesen a Duna által támogatott Biskupické ág felszíni vizeinek állapotára.                               | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
| Az ÚPzV kémiai állapota                                                            | I. számú teszt   | CQA teszt                                                                                     | Átfogó regionális CQA tesztet nem végeztek és nem is lehetett volna elvégezni. Mindaddig azonban nem áll fenn a felszín alatti vizek minőségének regionális romlása a vizsgált víztestekben a kutak áthelyezése miatt, amennyiben azokat szennyeződéssel nem fenyegetett területekre helyezik át. | <b>Változások nem fognak bekövetkezni</b>               | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.<br>(új kúthelyek kiválasztása szükséges, oly módon, hogy a talajvíz áramlási irányának nemkívánatos változása ne következzen be a szennyezett területeken) |
|                                                                                    | II. számú teszt  | Ivóvíz teszt                                                                                  | Az érintett területen ivóvízellátásra szánt vízkészlet nincs.                                                                                                                                                                                                                                     | <b>A változások nem befolyásolják a vízforrásokat</b>   | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |
|                                                                                    | III. számú teszt | Felszíni víz teszt                                                                            | A teljes vizsgált terület talajvíz-áramlását, és így a szennyezett területekről érkező áramlást is a HOPV kutakba irányítják. Ezért a vizsgált tevékenység hatásai miatt a felszíni vizekbe szennyezésnek nincs lehetősége.                                                                       | <b>Nem áll be állapotromlás</b>                         | Nem lesz szükség korrekciós intézkedésre.                                                                                                                                                            |



Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezése nem eredményez olyan változást a felszín alatti víz áramlásában, amely a becsült kockázati jelenségek fennállására vagy a vizsgált felszín alatti víztestek mennyiségi vagy kémiai állapotának romlásveszélyére utalna.



## 7 KÖVETKEZTETÉS

A HARBOUR PARK projekt tervezett építésének és tevékenységeinek megvalósítása során szükséges lesz a negyedidőszaki üledékrétegek földtani környezetében áramló talajvízzel kapcsolatos problémák megoldása.

A jelen tanulmány célja az volt, hogy előre jelezze a HARBOUR PARK projekt építésének és tevékenységeinek a talajvíz áramlására és a talajvíz szintjére gyakorolt hatását a projekt területén. Meg kellett határozni, hogy fellépnek-e olyan kockázati jelenségek, amelyek a felszín alatti vízjárást és a talajvíz áramlási irányait, a környező felszín alatti vízhasználatot, a környező felszíni vizeket, valamint az érintett ökoszisztémákat negatívan befolyásolják.

A bemutatott tanulmány ŠUJAN M., POKORNÝ M., ŠUJAN M. ML., ŠIPKA F. alábbi, 2022-es tanulmányára épített: Harbour Park – Vlčie hrdlo Bratislava, Geológiai tanulmány (előkészítő dokumentáció), EQUIS spol. s. r. o. Pozsony. A célja az volt, hogy értékelje az érintett terület lényeges geológiai, hidrogeológiai és mérnökgeológiai jellemzőit, továbbá meghatározza a talajvíz áramlásának kezdeti hidraulikai modelljének bemeneteit, amely a jelen tanulmány tárgya volt. A talajvíz áramlásának kezdeti numerikus modelljét a HARBOUR PARK projekt tervezett építési területének tágabb környezetében dolgozták fel részletesen, kiterjesztve Žitný ostrov (Csallóköz) teljes területére.

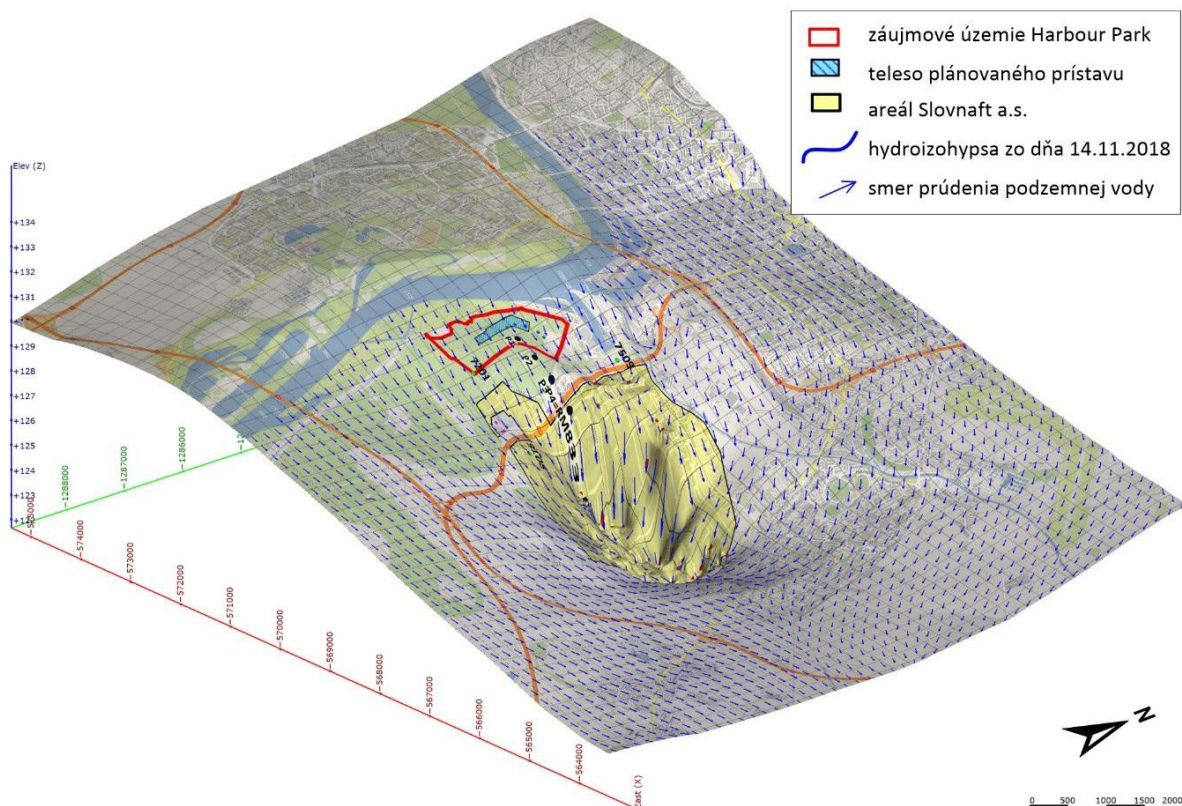
A kezdeti modell a tervezett építési projektek felszín alatti vizekre gyakorolt hatásának szimulálására szolgált a területen, beleértve annak felmérését is, hogy a tervezett tevékenység megvalósítása vezethet-e a Törvénytár vizekről szóló, 364/2004. sz. törvénye 16. § (1) bekezdése szerinti környezetvédelmi célkitűzések teljesítésének elmaradásához. A felszín alatti vízhozam változásai nem befolyásolhatják negatívan a víz mennyiségét és minőségét az érintett felszíni és felszín alatti víztestekben, ebben az esetben elsősorban a Žitný ostrov (Csallóköz) felszín alatti vizét fenyegető lehetséges veszély tekintetében. Külön értékeltük a felszín alatti vízáramlás indukált változásait a Slovnaft a. s. társaság talajvíz hidraulikai védelmének működésére gyakorolt hatás (HOPV), ill. az Istrochem Reality a. s. és OLO a. s. vízforrások üzemeltetése kapcsán.

### **A jelenleg ható hatások hatásai a talajvízszintre a vizsgált területen**

A vizsgált területen a talajvíz áramlása dinamikusan változik a közeli Duna állandóan változó szintjei hatására, és főként a HOPV kutak szivattyúzása befolyásolja a jelenlegi 1000 l.s-1 körüli vízkivétellel. Első lépésben a modell segítségével meghatároztuk a talajvíz áramlásának pillanatnyi állapotát, és számszerűsítettük a Duna szintjének ingadozása által okozott talajvízszint-változásokat. Számszerűsítettük a HOPV kutak szivattyúzása, valamint az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforrások szivattyúzása által okozott, államilag engedélyezett szintcsökkenéseket is. A jelenlegi állapot felmérésének eredményeit a 6.1.4. fejezet összesíti részletesen. Megerősítést nyert, hogy a terület délkeleti részén a HOPV kutak szivattyúzásának hatása jelentős. Ezt jól szemlélteti a 90. ábra, amely a talajvízszint felszínét mutatja 3D-s környezetben 2018. november 14-i dátummal. A Slovnaft körüli nagy terület,



beleértve a HARBOUR PARK projekt érdekeltségi területét is, a HOPV szivattyúzása által okozott központi mélyedés felé dől.

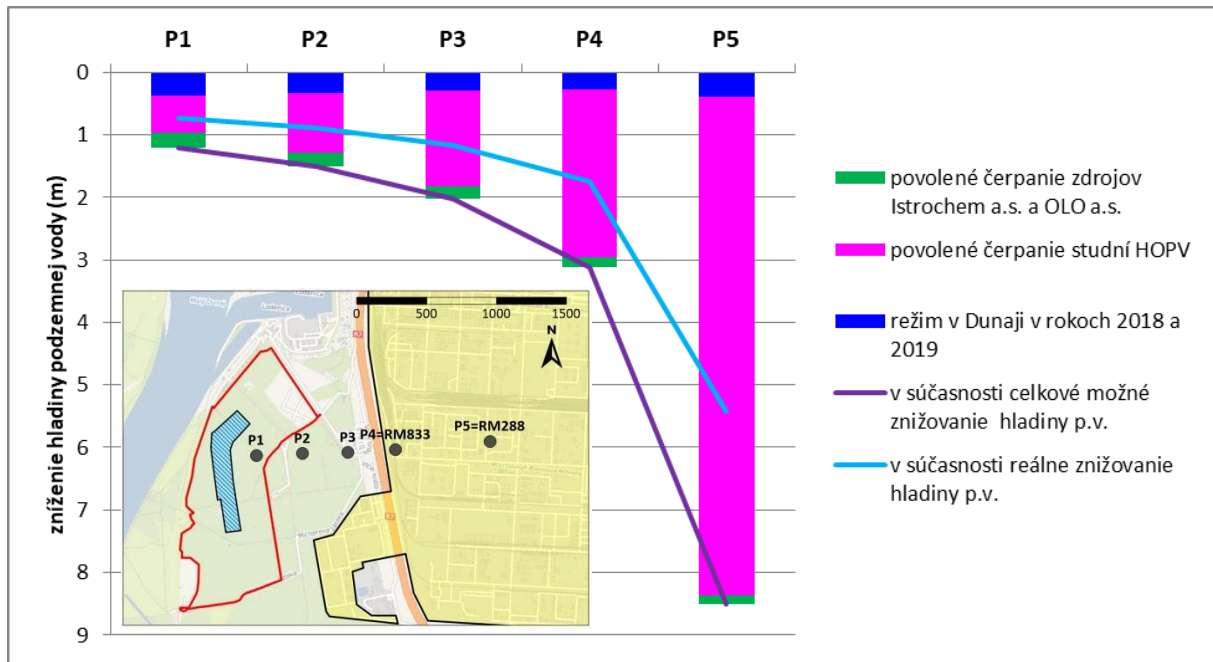


90. ábra A talajvízszint területe HOPV kutakból történő szivattyúzás hatására 2018.11.14-én

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Harbour Park - az érintett terület | záujmové územie Harbour Park    |
| a tervezett kikötő teste           | teleso plánovaného prístavu     |
| a Slovnaft a. s. telephelye        | areál Slovnaft a.s.             |
| hidroizohipszis 2018.11.14-én      | hydroizohypsa zo dňa 14.11.2018 |
| a talajvíz áramlási iránya         | smer prúdenia podzemnej vody    |

A Slovnaft térségében jelenleg több mint 500 cm-rel csökkent talajvízszintű mélyedés található, a vizsgált helyszín közelében pedig 90 cm-rel csökkentek a talajvízszintek (P2 hely). Az általánosan használt 1000 l.s-1-hez képest a HOPV-kutak teljes megengedett szivattyúzott mennyisége legfeljebb 1600 l.s-1 talajvíz. Ez a helyzet az Istrochem Reality a. s. és az OLO a. s. vízforráskútjaiból való engedélyezett kivonás esetén (150 l.s-1 és 8 l.s-1) több mint 800 centiméteres talajvízszint-csökkenést jelentene a Slovnaft telephely nagy részén, és 151 centiméteres csökkenést a vizsgált helyszín közelében (P2 hely) (91. ábra).





91. ábra A talajvízszintek jelenleg lehetséges és reális csökkenése a zavartalan talajvízhozamhoz képest a Duna szintrendjében 2018-ban és 2019-ben.

|                                                     |                                                                          |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| povolené čerpanie zdrojov Istrochem a.s. a OLO a.s. | az Istrochem a. s. és az OLO a. s. által engedélyezett vízforrás-lehívás |
| povolené čerpanie studní HOPV                       | HOPV kutak engedélyezett szivattyúzása                                   |
| režim v Dunaji v rokoch 2018 a 2019                 | dunai vízszint rezsím 2018-ban és 2019-ben                               |
| v súčasnosti celkové možné znížovanie hladiny p.v.  | jelenleg a talajvíz szintjének lehetséges teljes csökkentése             |
| v súčasnosti reálne znížovanie hladiny p.v.         | a talajvíz szintjének jelenlegi valós csökkenése                         |

Ezekkel az emberi tevékenység által a talajvíz áramlására gyakorolt jelentős hatásokkal a Szlovákia Vízterv/A Duna Vízgyűjtő terület Kezelési Terve (2. frissítése 2022-ből) (a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma, 2022) szerint a negyedidőszaki SK1000200P és SK1000300P talajvíz testek jó mennyiségi és jó kémiai állapotúként voltak és vannak besorolva. Ezzel összefüggésben és a jelenleg engedélyezett talajvízszint-változások keretein belül felmértük a területen a talajvíz áramlási mintázatában bekövetkező lehetséges változásokat is, amelyeket az értékelt HARBOUR PARK projekt megvalósítása okoz. Bebizonyítottuk, hogy ezek a változások a jelenlegi hatásokhoz képest jelentéktelenek lesznek.

#### **A HARBOUR PARK projekt megvalósításának hatásai a talajvíz áramlására az érintett területen**

A HARBOUR PARK projekt felszín alatti vizekkel kapcsolatos értékelésének eredményeit az érintett területen részletesen a 6.2.4. fejezet foglalja össze.

A Duna és a Slovnaf közötti projektterület az emberi tevékenység, elsősorban a HOPV működése által befolyásolt talajvíz áramlási területen helyezkedik el. A HOPV működése az érdekelt területen mesterségesen növeli a talajvíz áramlási sebességét, ugyanakkor jelentősen csökkenti a talajvíz szintjét. Az érintett terület tehát a HOPV kutak mélyedésében van, és az



érintett területen és tágabb környezetében átfolyó összes talajvíz a HOPV kutakba folyik, és nem hatol tovább a Žitný ostrov (Csallóköz) területére. Ez a HARBOUR PARK projekt megépítésével sem fog változni.

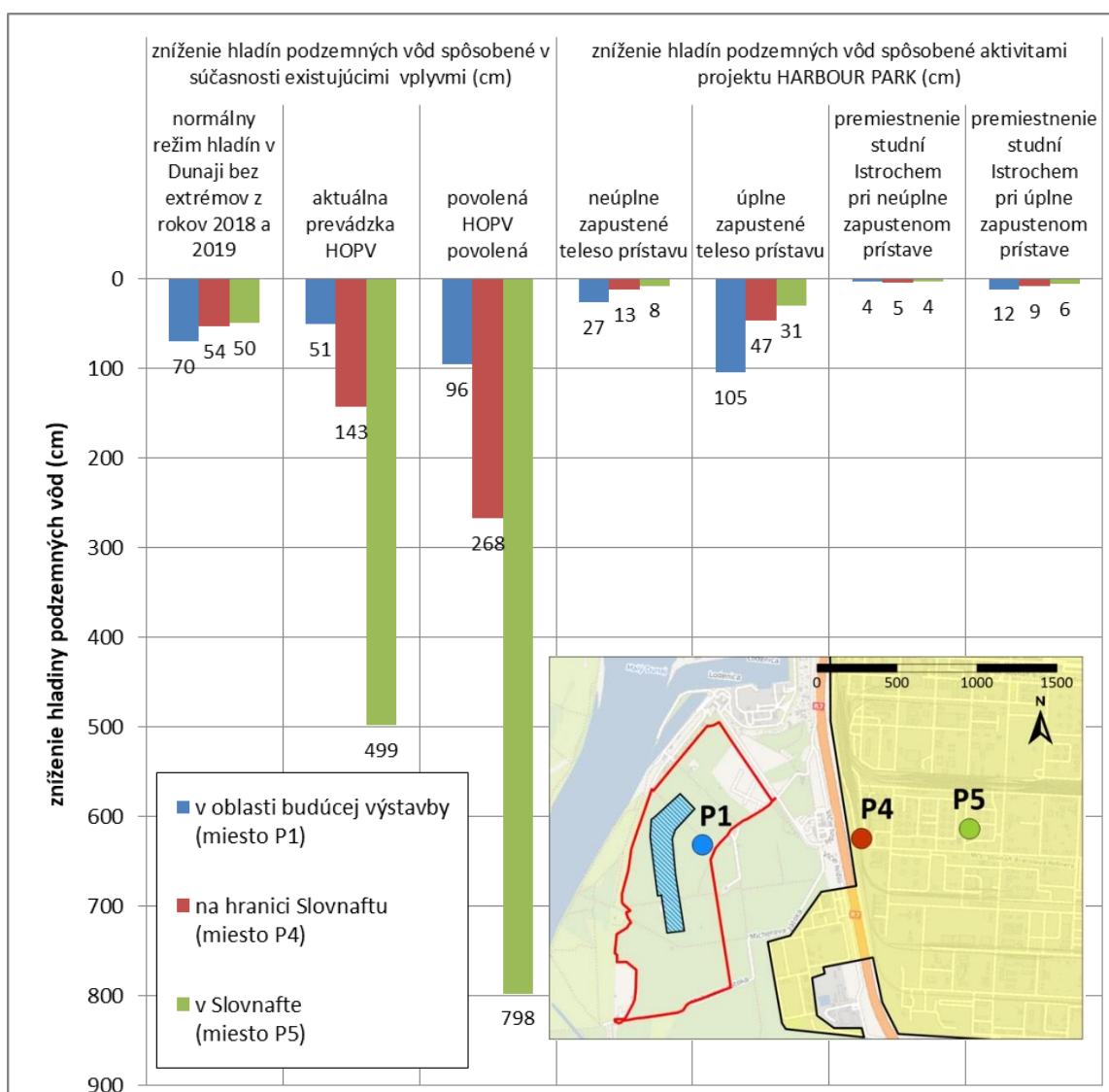
A Duna különböző szintjein és a meglévő és jövőbeli hatások különböző kombinációi mellett értékeltük a következő hatásokat:

- nem teljesen süllyesztett kikötőtest,
- teljesen süllyesztett kikötőtest,
- az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezésének hatása, amelynek kútjai jelenleg a HARBOUR PARK projekt tervezett építési területén találhatók.

**A 6.2.4. fejezet a HARBOUR PARK projekt megvalósítása által okozott talajvízszint-változások részletes értékelését tartalmazza, beleértve a kockázati jelenségek fenyegetettségének felmérését, valamint az érintett SK1000200P és SK1000300P felszín alatti víztestekben bekövetkezett változások hatásának ezt követő értékelését.** A meglévő adatok elemzése és a modellezés kimutatta, hogy az érdeklődési körben a felszín alatti víz áramlására gyakorolt jelenlegi emberi hatások jóval meghaladják a HARBOUR PARK projekt tervezett tevékenységeinek és építésének jövőbeli hatását. Itt csak az alapvető modellezési eredményeket és az azt követő értékeléseket ismételjük meg:

- A HOPV kutak vízgyűjtőjének kiterjedését a HARBOUR PARK projekt keretében megvalósuló tervezett vízáadó beavatkozások sem változtatják jelentősen. A vizsgált területről és tágabb környezetéről a hidraulikus gáton túl a Žitný ostrov-i (csallóközi) ivóvíztározó felé felszín alatti víz nem távozik. A tervezett tevékenység sem mennyiségileg, sem minőségileg nem veszélyezteti a Žitný ostrov (Csallóköz) vízkészletét.
- A HOPV kutak vízgyűjtő területének nem megfelelő változtatásai miatt a Sloznaft területéről semmilyen tervezett tevékenység nem jelent talajvízszennyezési szivárgást és olajfázisú kibocsátást a felszín alatti víz felszínén. A modell által meghatározott változások észrevehetően nagyobb talajvízszint-csökkenést okoznak, és így alig észrevehetően mélyítik a mélyedést. Ez pozitív jelenség a szennyezés befogásának lehetőségét illetően, vagy a HOPV kutakból szivattyúzott mennyiségek csekély mértékű csökkentésének lehetőségét illetően. Ez azt jelenti, hogy a Žitný ostrov-i (csallóközi) ivóvíztározó talajvizét nem fenyegeti a Sloznaft területéről a meglévő környezeti terhelésből származó szennyezés szivárgása.
- Amennyiben a kikötő építését megelőzően a leendő kikötőtől délre lévő szennyezett területen az Istrochem I. szennyvízcsatorna szennyezőforrásával a talajvíz kármentesítésre kerül, és a csatornát lezárják, nem áll fenn a talajvíz szennyeződésének veszélye a korábban tiszta területeken. Ez a talajvíz jó kémiai állapotát is fenntartja az érintett felszín alatti víztestekben.

- Tekintettel a jelenlegi helyzetre, a HARBOUR PARK projekt tevékenységei által okozott vízszintváltozások és az e tevékenység által okozott talajvíz áramlási irányok változásai nem veszélyeztetik az Istrochem Reality a. s. és OLO a. s. vízforrás kútjaiból jelenleg engedélyezett talajvízkivételek igénybevételét.
- Az Istrochem Reality a. s. vízforrás kutak áthelyezése nem okoz észrevehető negatív hatást a talajvíz áramlására és felhasználására az érintett területen.
- A HARBOUR PARK projekt értékelt tevékenységeinek megvalósítása nem vezet a Törvénytar vízeiről szóló, 364/2004. sz. törvény 16. § (1) bekezdésének b) pontja szerinti környezetvédelmi célok teljesítésének elmaradásához. A felszín alatti vízáramlás helyi változásai nem befolyásolják negatívan a víz mennyiségét és minőségét az SK1000200P és SK1000300P érintett felszín alatti víztestekben.



92. ábra A felmért hatások által okozott talajvízszint-csökkenés normál Duna vízállás mellett szélsőségek nélkül a jelenleg meglévő hatásokhoz képest



|                                                                                 |                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| zniženie hladín podzemných vôd spôsobené v súčasnosti existujúcimi vplyvmi (cm) | talajvízszint csökkenés a jelenleg meglévő hatások miatt (cm)                  |
| zniženie hladín podzemných vôd aktivitami projektu HARBOUR PARK (cm)            | talajvízszint csökkentése a HARBOUR PARK projekt tevékenységeivel (cm)         |
| zniženie hladiny podzemných vôd (cm)                                            | talajvízszint csökkenés (cm)                                                   |
| normálny režim hladín v Dunaji bez extrémov z rokov 2018 a 2019                 | normál vízállás a Dunán szélsőségek nélkül 2018-ben és 2019-ben                |
| aktuálna prevádzka HOPV                                                         | a HOPV jelenlegi működése                                                      |
| povolená HOPV povolená                                                          | engedélyezett HOPV engedélyezett                                               |
| neúplne zapustené teleso prístavu                                               | részben süllyesztett kikötőtest                                                |
| úplne zapustené teleso prístavu                                                 | teljesen süllyesztett kikötőtest                                               |
| premiestnenie studní Istrochem pri neúplne zapustenom prístave                  | az Istrochem kutak áthelyezése a részben víz alá süllyesztett kikötő esetén    |
| premiestnenie studní Istrochem pri úplne zapustenom prístave                    | az Istrochem kutak áthelyezése egy teljesen víz alá süllyesztett kikötő esetén |
| v oblasti budúcej výstavby (miesto P1)                                          | a jövőbeni építkezés területén (P1 telephely)                                  |
| na hranici Slovnafu (miesto P4)                                                 | a Slovnaf határában (P4 hely)                                                  |
| v Slovnafte (miesto P5)                                                         | a Slovnafban (P5 hely)                                                         |

A 92. ábra a HOPV engedélyezett és jelenlegi üzemeltetéséből adódó jelenlegi csökkenésekhez képest a tervezett HARBOUR PARK projekt tevékenységei által okozott talajvízszint-csökkenéseket foglalja össze. Ezeket a változásokat a modell számszerűsítette a Dunán 2018-ban és 2019-ben megfigyelt normál vízállás mellett. A talajvízszint legnagyobb mértékű csökkenése csak a vizsgált kikötő közelében, egy kis területen volt várható. A kikötőtől távolabb a talajvízszint-csökkenések összehasonlíthatóak és kisebbek lesznek, mint a normál Duna szintváltozások, és jóval kisebbek, mint a talajvízszintek hosszú távú Duna-szintek közötti ingadozásai (extrém alacsony és rendkívül magas Duna szint között). A Slovnaf felé a talajvízszint becsült csökkenése gyorsan csökkent, és elhanyagolható volt a HOPV működése által okozott talajvízszint-csökkenéshez képest.

**A HOPV-kutak szivattyúzása jelenleg a legnagyobb akadályt képezi a talajvíz áramlásában a Duna területéről a Žitný ostrov (Csallóköz) irányába. Mivel a kikötőmedence testét a tervek szerint a Duna és e gát között helyezik el, még ha vízhatlan is, a kikötő nem akadályozza majd a talajvíz áramlását Žitný ostrovba (Csallóközbe), hanem csak kis mértékben korlátozza a talajvíz áramlását a HOPV felé.** Ezt dokumentálja például a 93. ábra, amely a felszín alatti vízáramlás változását mutatja be az építkezés legjelentősebb értékelt hatása mellett, amely egy teljesen víz alá süllyesztett kikötőtest építése volt egészen a neogén alapközetig. A kép a HOPV kúthoz vezető változatlan elosztó vezetékét dokumentálja a jelenlegi és jövőbeni érintett talajvíz áramlási állapotban. Az elosztótelep nagy távolságra van a HARBOUR PARK projekt becsült hidraulikai hatásától. A képen halványkék színnel jelölt Duna és ezen elosztópont között minden víz a HOPV kutakba folyik.

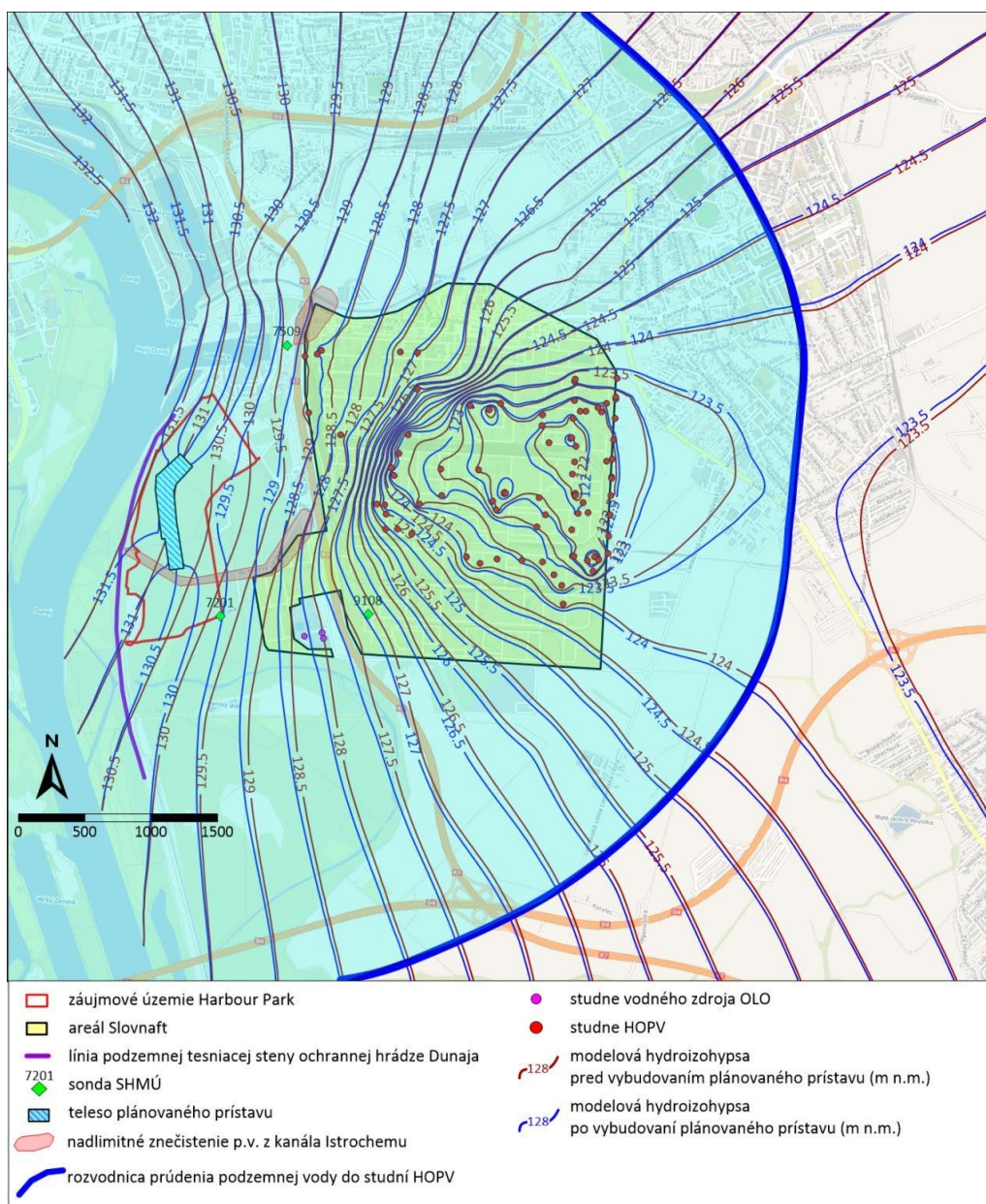
Az összes kockázati jelenség felmérése és a felszín alatti víztestek állapotának vizsgálata megerősítette, hogy a HARBOUR PARK projekt tevékenységei által okozott változások nem jelentenek kockázatot és nem gyakorolnak negatív hatást az érintett ÚPzV SK1000200P-re, ill. ÚPzV SK1000300P-re. Ez alól kivételt képez a kikötőtől délre eső talajvízszennyezett terület, amelyet az Istrochem első vegyi szennyvízcsatornájából származó szennyezés okoz. Ezen a területen a kikötőmedence vízhatlan testének megépítése a szennyezett talajvíz





terjedésének lokális áttérrelését okozná a korábban tiszta területekre a HOPV kutak felé. Ezt a helyzetet a talajvíz helyreállításával és a csatorna lezárásával kell megoldani a kikötő megépítése előtt.

Modellszámításokkal megbecsültük a korábban nem dokumentált talajvíz áramlási állapotok lefutását is egy igen magas vízállású dunai ár hullám során. A 2013-as állapotot választottuk, amikor Pozsonyban 1889 óta a legmagasabb szintet mérték a Dunán. A talajvíz áramlása egy nagyon magas hullám áthaladása során a HARBOUR PARK projekt hatásait tekintve nagy valószínűséggel kockázatmentes lenne, hasonlóan a Duna normál vízállási viszonyaihoz. Ezeket a számításokat nagyobb bizonytalanságok befolyásolták, mint a Duna normál szintjén végzett viszonylag pontos számításokat.



93. ábra Hidroizohipszisek egy teljesen süllyesztett kikötőtest maximális hatásával a Duna 2019.05.30-i szintjén



|                                                                              |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>areál Slovnaft</i>                                                        | <i>Slovnaft komplexum</i>                                                          |
| <i>línia podzemnej tesniacej steny ochrannej hrádze Dunaja</i>               | <i>dunai védőgát földalatti zárófalának vonala</i>                                 |
| <i>sonda SHMÚ</i>                                                            | <i>SHMÚ szonda</i>                                                                 |
| <i>teleso plánovaného prístavu</i>                                           | <i>a tervezett kikötő teste</i>                                                    |
| <i>nadlimitné znečistenie p.v. z kanála Istrochemu</i>                       | <i>határértéken felüli talajvízszennyezés az Istrochem-csatornából</i>             |
| <i>rozvodnica prúdenia podzemnej vody do studní HOPV</i>                     | <i>talajvíz-áramlás elosztó állomása a HOPV kutakba</i>                            |
| <i>studne vodného zdroja OLO</i>                                             | <i>az OLO vízforrás kútjai</i>                                                     |
| <i>studne HOPV</i>                                                           | <i>HOPV kutak</i>                                                                  |
| <i>modelová hydroizohypsa pre stav bez plánovaného prístavu (m.n.m.)</i>     | <i>modell hidroizohipszisek tervezett kikötő nélküli állapot esetén (t.f.m.)</i>   |
| <i>modelová hydroizohypsa po vybudovaní nepriepustného prístavu (m.n.m.)</i> | <i>modell hidroizohipszisek egy át nem eresztő kikötő felépítése után (t.f.m.)</i> |



A HARBOUR PARK projekt létesítményeinek építése előtt az érintett területről és tágabb környezetéből a talajvíz a Slovnaft a. s. társaság hidraulikus talajvízvédelmi kútjaiba folyik (HOPV). Így a HOPV létezésével az erről a területről kiáramló talajvíz nem befolyásolja sem a talajvíz mennyiségét, sem kémiai állapotát tovább a Žitný ostrov (Csallóköz) területén. A modellszámítások biztonsággal kimutatták, hogy ez a helyzet a vizsgált projekt tervezett szerkezeteinek megépítése után sem fog változni. A tervezett építkezés nem lesz hatással a Žitný ostrov (Csallóköz) ivóvízkészleteinek mennyiségi és kémiai állapotára. Az érintett terület tágabb területére kiterjedő áramlások határozzák meg a HOPV-ből szivattyúzott víz mennyiségét, és a HOPV működtetésekor a projekttevékenységek ezt semmilyen módon nem befolyásolhatják.

A számításokban fennálló bizonytalanságokat a jelenleg rendelkezésre álló monitoring adatok hiányossága okozta, de a bemenő adathalmaz elegendő volt ahhoz, hogy az így létrejövő kezdeti modell kellően pontos és kellően biztonságos előrejelzést adjon a tervezett vízi környezetbe történő beavatkozások regionális hatásairól. Az egyedi és precíz kalibrációnak köszönhetően a modell megbízhatóan megragadta a talajvíz áramlásának alapvető jellemzőit az érintett területen és környékén, még a Duna közelsége okozta állandó áramlásváltozásokat is figyelembe véve, időben nagyon dinamikus oszcillációval. A bemutatott tanulmány alapvető következtetései a vizsgált projekt tevékenységeinek a Žitný ostrov (Csallóköz) vizének mennyiségére és minőségére gyakorolt hatásai tekintetében minden bizonnyal helytállóak. A jövőben szükséges lesz az eredmények további finomítása a tervezés, a kivitelezési eljárások részletes műszaki megoldásai és a szóban forgó szerkezetek megléte tekintetében, valamint az egyéb részletes előrejelzések szükségessége tekintetében, amelyek pl. az Istrochem Reality a. s. potenciálisan áthelyezett kutai minimumszintjeinek meghatározásával függnek össze. Ennek érdekében a jövőben szükséges lesz a modell bemenő adatainak kiegészítése a fúrási munkákból, a felszíni és talajvízszint-monitoring adatokból, új megfigyelő kutakból és új dunai vízleolvasásból származó adatokkal.

Pozsonyban, 2022. szeptember 14-én

RNDr. Tibor Kovács  
Ing. Denis Dobránsky  
Mgr. Matej Molnár



## 8 IRODALOMJEGYZÉK

Belan M., Brezianská K., PhD., Čaučík P., Lehotová D., Leitmann Š., Molnár Ľ, Slivová V., 2019: VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA SR VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA MNOŽSTVA PODZEMNEJ VODY ZA ROK 2018 (A SZLOVÁK KÖZTÁRSASÁG VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE, A TALAJVÍZ VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE 2018-BAN), SHMÚ Bratislava

Belan M., Brezianská K., PhD., Kurejová Stojková M., Lehotová D., Leitmann Š., Molnár Ľ, Slivová V., 2020: VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA SR VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA MNOŽSTVA PODZEMNEJ VODY ZA ROK 2019 (A SZLOVÁK KÖZTÁRSASÁG VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE, A TALAJVÍZ VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE 2019-BEN), SHMÚ Bratislava

Belan M., Brezianská K., PhD., Čaučík P., Kurejová Stojková M., Lehotová D., Leitmann Š., Molnár Ľ, Slivová V., 2021: VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA SR VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA MNOŽSTVA PODZEMNEJ VODY ZA ROK 2020 (A SZLOVÁK KÖZTÁRSASÁG VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE, A TALAJVÍZ VÍZGAZDÁLKODÁSI MÉRLEGE 2020-BAN), SHMÚ Bratislava

Harbaugh, A.W., 2005: MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey modular ground-water model—the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6- A16, variously p.

Kovács T., Bágelová A., Sentpetery M., Molnár M., Dobránský D., Krakovský D., Scherer S., 2021: EGY SZENNYEZETT TERÜLET KOCKÁZATELEMZÉSE - A VALÓSZÍNŰ KÖRNYEZETI TERHELÉS FELMÉRÉSE B2 (2059) / Bratislava - Ružinov - I. vegyi szennyvízcsatorna, DEKONTA Slovensko, s. r. o. Bratislava és MM Revital, a. s. Bratislava

A Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma, 2022: Szlovákia vízügyi terve / A Duna vízgyűjtő területének kezelési terve (2. frissítés). Pozsony: Elérhető: <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/>

Pristaš J., Halouzka R., Horniš J., Elečko M., Konečný V., Lexa J., Nagy A., Vass D. & Vozár J., 1996: Felszíni geológiai térkép (Podunajsko (Duna Régió) – Danreg) 1: 100 000, M-33-143. In: Kováčik M., Tkáčová H., Caudt J., Elečko M., Halouzka R., Hušťák J., Kubeš P., Malík P., Nagy A., Petro M., Pristaš J., Rapant S., Remžík T., Šefara J. & Vozár J.: Podunajsko (Duna Régió) – Danreg. Pozsony, Zárójelentés, GSSR Archivum.

ŠUBA J., BUJALKA P., CIBULKA Ľ., FRANKOVIČ I., HANZEL V., KULLMAN E., PORUBSKÝ A., POSPIŠIL P., ŠKVARKA L., ŠUBOVÁ A., TKÁČIK P., ZAKOVIČ M., 1984: Szlovákia hidrogeológiai regionalizálása, 2. kiadás Hydrofond 14. Szlov. hidromet. intézet Pozsony. ŠUJAN M., POKORNÝ M., ŠUJAN M ML. ŠÍPKA F., 2022: Harbour Park – Vlčie hrdlo Bratislava (Pozsony). Földtani tanulmány (előkészítő dokumentáció). EQUIS spol. s r. o. Bratislava (Pozsony).

Zatlakovič M., Durdiaková Ľ., Kadeřábek J., Marenčák Š., Mozoli T., Pažitný B., Pikalíková Ľ., Tomasch M., 2017: Pozsony – SLOVNAFT XIII – Geológiai feltárási és kármentesítési



munkák a felszín alatti vizek hidraulikai védelmére Žitný ostrov (Csallóköz) felső részén 2016-ra, Részleges zárójelentés 2016-ra, VÚRUP, a. s. Bratislava (Pozsony)

Zatlakovič M., Durdiaková Ľ., Gavuliaková B., Kuric P., Marenčák Š., Mozoli T., Pažitný B., Tomasch M., 2018: Pozsony – SLOVNAFT XIII – Geológiai feltérési és kármentesítési munkák a felszín alatti vizek hidraulikai védelmére Žitný ostrov (Csallóköz) felső részén 2016-ra, Részleges zárójelentés 2017-re, VÚRUP, a. s. Bratislava (Pozsony)

Zatlakovič M., Gavuliaková B., Greš P., Guman D., Kuric P., Marenčák Š., Mozoli T., Tomasch M., 2019: Pozsony – SLOVNAFT XIII – Geológiai feltérési és kármentesítési munkák a felszín alatti vizek hidraulikai védelmére Žitný ostrov (Csallóköz) felső részén 2016-ra, Részleges zárójelentés 2018-ra, VÚRUP, a. s. Bratislava (Pozsony)

Zatlakovič M., Augustovič B., Bugár A., Durdiaková Ľ., Gavuliaková B., Greš P., Guman D., Krebs P., Kuric P., Marenčák Š., Mozoli T., 2020: Pozsony – SLOVNAFT XIII – Geológiai feltérési és kármentesítési munkák a felszín alatti vizek hidraulikai védelmére Žitný ostrov (Csallóköz) felső részén 2016-ra, Részleges zárójelentés 2019-re, VÚRUP, a. s. Bratislava (Pozsony)

Zatlakovič M., Augustovič B., Bugár A., Fecková B., Durdiaková Ľ., Gavuliaková B., Greš P., Guman D., Krebs P., Kuric P., Marenčák Š., Mozoli T., 2021: Pozsony – SLOVNAFT XIII – Geológiai feltérési és kármentesítési munkák a felszín alatti vizek hidraulikai védelmére Žitný ostrov (Csallóköz) felső részén 2016-ra, Részleges zárójelentés 2020-ra, VÚRUP, a. s. Bratislava (Pozsony)