

MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG

XXXVII. Országos Vándorgyűlés

Pécs, 2019. július 3-5.

A MAGYARSZÉKI, ÉS A DOZMATI ÁRVÍZCSÚCS-CSÖKKENTŐ TÁROZÓK TERVEZÉSÉNEK KIHÍVÁSAI



Szerzők: Déri Lajos – Lisovszki Evelin – Hujberné Görög Tímea (SOLVEX Kft.)

Előadó: Déri Lajos

3. szekció: A területi vízgazdálkodás időszerű feladatai
Vízvisszatartás, víztározás, sík- és dombvidéken

TARTALOMJEGYZÉK

1. A MAGYARSZÉKI ÁRVÍZCSÚCS-CSÖKKENTŐ TÁROZÓ	4
1.1 A tározó és létesítményeinek rövid ismertetése	4
1.2 A tervezés kihívásai	6
1.2.1 „Tengernyi” humusz és elhelyezése	6
1.2.2 Töltésépítésre alkalmas anyag „összegyűjtése”	7
1.2.3 Vízkivétel – „bypass” vízkivétel	10
1.2.4 Az oldalbukó műtárgy működési modellje	11
1.2.5 Mechanikai hullámvédelem	13
2. A DOZMATI ÁRVÍZCSÚCS-CSÖKKENTŐ TÁROZÓ	15
2.1 A tározó és létesítményeinek rövid ismertetése	16
2.2 A tervezés kihívásai	17
2.2.1 Anyagelhelyezés	17
2.2.2 Uszadékfogó mű	17
2.2.3 Ókori vízvezeték	18
3. ÖSSZEGZÉS, JAVASLATOK	20

BEVEZETÉS

A vízügyi ágazat egyik legfontosabb feladata az árvízvédelem. Az árvizek kártételei ellen történő védekezés egyik lehetősége a vízvisszatartás. Dombvidékeken a nagycsapadékokból kialakuló gyors lefolyású árvizek károkozásai ellen csak kellő előrelátással lehet hatékonyan védekezni.

A csapadék, és árvizek okozta károk mérséklésére hazánkban bevált módszer a záportározók, és árvízcsúcs-csökkentő tározók építése (Lukácsházi tározó, VTT tározók, stb.). A vízkár-elhárítási céllal épült létesítményeken kívül találkozhatunk vízhasznosítási célú (ivóvíz, öntözés, energiatermelés, stb.), és ún. komplex hasznosítású tározókkal is, ahol a felsorolt tározó típusok előnyei, és a rekreációs célok (vízi sport, horgászat, stb.) ötvöződnek (pl. Kiskörei víztározó (Tisza-tó), Hasznosi tározó stb.).

Egy ilyen létesítmény építése gondos előkészítést, és tervezést igényel. A tervezés rendkívül összetett, idő és energiaigényes folyamat. Kezdve az erre a célra alkalmas terület kiválasztásától, a terület hidrológiai, geológiai viszonyainak és talajmechanikai jellemzőinek megismerésén keresztül, az alkalmazott műszaki megoldás kiválasztásáig, majd annak megvalósításáig egyaránt.

A feladatok sora azonban, nem ér véget a vízjogi létesítési engedély megszerzésével. A kiviteli tervek készítésénél újabb, és újabb, néha váratlan mérnöki kihívásokkal találkozunk. Dolgozatunkban két, a SOLVEX Kft. által tervezett dombvidéki árvízcsúcs-csökkentő víztározó példáján szeretnénk bemutatni milyen kihívásokkal szembesültünk az engedélyezési- és kiviteli tervezés során, és azokra milyen megoldásokat találtunk.

Az egyik befejezés előtt álló létesítmény a Magyarorszáki, a másik a Dozmati árvízcsúcs-csökkentő tározó.

Dolgozatunkkal nem célunk a tározók minden létesítményének bemutatása, a hangsúlyt az érdekesebb, gondolkodásra készítő, megoldandó/megoldott feladatok tapasztalatainak megosztására kívánjuk helyezni.

1. A MAGYARSZÉKI ÁRVÍZCSÚCS-CSÖKKENTŐ TÁROZÓ

Az elmúlt évtizedben a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban: DDVIZIG) működési területének dombvidékein (Kapos, Baranya-csatorna, Karasica vízgyűjtőin) – a szélsőséges időjárás következményeként – gyakran fordultak elő rövid ideig tartó, heves esők, amelyek hirtelen kialakuló árvizeket („villámárvizeket”) okoztak. Ezek az előre nehezen megjósolható, gyors lefolyású árvizek jelentős helyi vízkárokat okoztak a vízgyűjtő lakott-, illetve mezőgazdasági művelésű területein.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság (továbbiakban: OVF) és a DDVIZIG célul tűzte ki, hogy a Baranya-csatorna vízgyűjtő területén elhelyezkedő (árvízzel veszélyeztetett) területek árvízi biztonságát javítsa. Ennek megvalósíthatóságának vizsgálatára a DDVIZIG megbízásából a pécsi székhelyű Hydroterv Bt. 2013-ban tanulmánytervet készített, amelyben a Baranya-csatorna vízgyűjtőjén nyolc helyszínt vizsgált meg. A lehetőségek közül a magyarországi tározó bizonyult a legmegfelelőbbnek a megvalósításra.

Ezt követően az OVF elkészítette a tározó megvalósíthatósági tanulmányát és az elvi vízjogi engedélyezési terveit, mely alapján a projekt 2016-ban a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) keretében támogatást kapott a megvalósításra.

A SOLVEX Kft. terve alapján a tározó 2017 szeptemberében vízjogi létesítési engedélyt kapott a Baranya Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságtól.

1.1 A tározó és létesítményeinek rövid ismertetése

A magyarországi árvízcsúcs-csökkentő tározó kialakítása során a Baranya-csatorna 24+750 – 22+850 km szelvényei között a vízfolyás bal partján került kialakításra egy ~2 600 m hosszú oldaltöltés. Az oldaltöltésben épült egy vb. szerkezetű vízszinttartó- és leeresztő műtárgy, mely az állandó vízű árvízcsúcs-csökkentő tározórész üzemi vízszintjét tartja, valamint biztosítja a tározó szabályozott körülmények közötti leürítését az árhullám levonulását követően.

Az oldaltöltés és a meglévő terepalakulatok által körbezárt területen alakult ki az állandó vízű árvízcsúcs-csökkentő tározórész. Részletes talajmechanikai vizsgálatok alapján az állandó vízű tározórész területén kijelöltük a töltésépítéshez szükséges kötött anyag anyagnyerőhelyét. Az állandó vízű tározó friss víz utánpótlásának biztosítása érdekében a Baranya-csatornán egy vízkivételi helyet létesítettünk. Ennek révén, a Baranya-csatornából mindig tiszta víz vehető ki a vízpótláshoz. A kivezetett vizet egy zárt vezeték továbbítja a tápcsatorna nyílt árka felé. A zárt vezeték szakaszoló aknáján keresztül, pedig a duzzasztott térből való vízkivételre is van lehetőség.

Az árhullám tározótérbe történő bejutását az oldaltöltés végszelvénye után kialakított 60 fm hosszú stabilizált oldalbukó biztosítja. A műtárgy révén, $Q_{1\%}$ -os árhullám esetén tervezetten 22,0 m³/s vízhozam kerül átvezetésre a mederből a tározótér felé.

Az oldaltöltés állékonyságának havária ($Q_{1\%}$ -os vízhozamot meghaladó árhullám) esetén történő biztosítása érdekében az oldaltöltés 0+775 tkm szelvényében egy 34,0 m küszöbszélességű vészárapasztó vápa is épült.

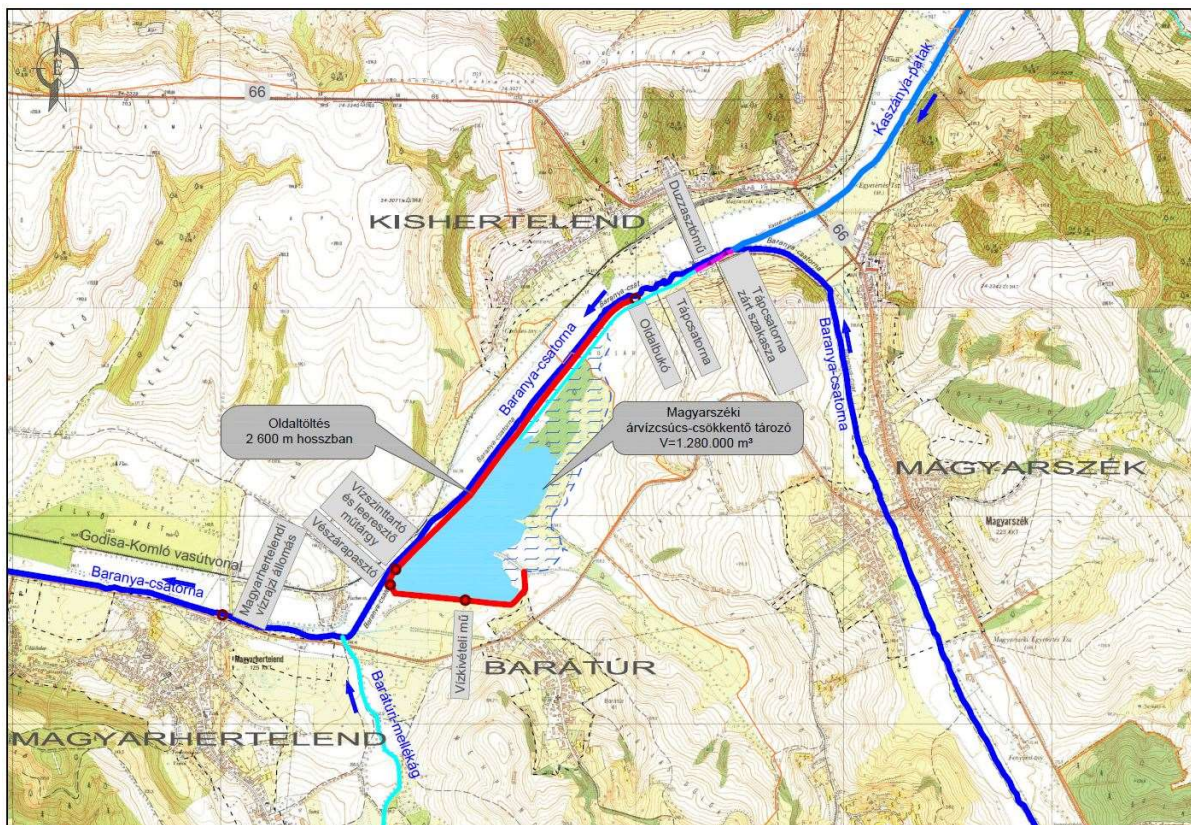
A tervezett árvízcsúcs-csökkentő tározó több célú tározóként fog funkcionálni, így az oldaltöltés 0+400 tkm szelvényében egy távlati vízkivételi csövet is elhelyeztünk, mely

aszályos időszakban a szomszédos mezőgazdasági területek öntözését fogja biztosítani az állandó vízü tározótérből.

A tározó működésének és az árvízcsúcs-csökkentő hatás növelésének érdekében a Baranya-csatorna mederrendezésére is szükség volt. Mivel eddig csak a Baranya-csatorna síkvidéki jellegű alsó szakaszáról állt rendelkezésre adat, az érintett felső szakaszról nem, ezért a projekt részeként a Baranya-csatorna 22+025 km szelvényében épült egy vízrajzi állomás is, amely lehetővé teszi a csatorna felső, dombvidéki vízgyűjtőjének lefolyási viszonyainak rögzítését, megkönnyítve ezzel az üzemeltetést.

A magyarszéki árvízcsúcs-csökkentő tározó létesítményei és a hozzá kapcsolódó beavatkozások összefoglalva:

- Anyagnyerőhely
- Oldaltöltés
- Duzzasztómű
- Vízkivételi mű
- Tápcsatorna
- Vízszinttartó- és leeresztő műtárgy
- Oldalbukó
- Fenéklépcső
- Talpárok
- Vészárapasztó vápa
- Vízrajzi állomás
- Baranya-csatorna mederrendezése



1. ábra: A Magyarorszéki tározó áttekintő helyszínrajza

1.2 A tervezés kihívásai

1.2.1 „Tengernyi” humusz és elhelyezése

A tározó és a töltés építése előtt meg kellett határozni annak az anyagnak a vastagságát, amit a munkálatok megkezdése előtt le kell termelni a területről. Erre azért van szükség, mert a talaj felső rétegének összetétele olyan anyagokat tartalmaz, amit védelemben kell részesíteni, vagy mert az építéshez nem használható fel.

A projekthez, talajvédelmi terv készült. A humuszos termőrétteg vastagságának meghatározásához 2015-ben és 2017-ben összesen 13 fúrást végeztek. A beruházás összesen 48,6208 ha termőföldet, ill. erdő művelési ágú területet érint. A talajvédelmi tervben a mentésre érdemes humuszos termőrétteg vastagságát a termőrétteg vízben oldható sótartalma, kémhatása, ill. humusztartalma alapján 0 - 90 cm vastagságban állapították meg. Így a TALAJ-INFO Talajvédelmi Szolgáltató Kft. által készített szakvélemény szerint a teljes beruházási terület humuszvagyona 258 240 m³. Ezt a mennyiségű humuszt kellett volna elhelyeznünk a beavatkozással érintett területen a 2007. CXIX. törvény a termőföld védelméről c. törvény szerint.

Komoly fejtörést okozott, hogy ennyi humuszt hol helyezzünk el a beruházás területén. Több változaton is gondolkodtunk, felmerült, hogy esetleg a magasságbiztonság egy részébe is beépítjük, vagy az is egy változat volt, hogy az állandó vízü tározótér alján helyezzük el. Egyik sem szerencsés, és egyik sem jó megoldás.

A területen több talajmechanikai fúrás is készült, mivel az állandó vízü tározótér területén került kijelölésre az oldaltöltés építéséhez felhasználható anyagnyerő hely. Az anyagnyerőhely kiválasztásának kihívásait a következő pontban ismertetjük. Ebben a pontban a humuszelhelyezés problémakörét járjuk körül.

A talajvizsgálati jelentések alapján a területről eltávolítandóak (és töltés építésre alkalmatlanok) azok a talajrétegek amelyek:

- makroszkopikus növényi részeket, ill. gyökereket tartalmaznak,
- a szerves-tőzeges talajok, amelyek izzítási vesztesége $I_v > 10 \%$,
- olyan térfogatváltoztató agyagok, melyek folyási határa $w_L > 80 \%$,
- lágy iszapok és agyagok $I_c < 0,5$,
- fagyott állapotú talaj,
- olyan talajok, amelyeknek az MSZ 14043-7 szerinti legnagyobb száraz térfogatsűrűsége (ρ_{dmax}) kisebb, mint 1 650 kg/m³.

A talajmechanikai fúrások elemzése és értékelése után, a geotechnikusok ~40 cm-ben állapították meg az eltávolítandó humuszos, gyökérszettel átszőtt réteg vastagságát. Így ebben az esetben a 40 cm-es réteg eltávolítását követően a kiviteli tervekben ~ 120 000 m³ humuszt helyeztünk el a létesítmény területén.

Az elhelyezésnél igyekeztünk figyelni arra, hogy megmaradjon a megfelelő biztonság, a tározó térfogata ne csökkenjen, és az üzemeltetői szempontoknak is igyekeztünk eleget tenni (fenntartás).

Ebben az esetben a probléma a nagy mennyiségű letermelt humusz elhelyezése volt, amelyet úgy kellett megoldani, hogy a tározó téren kívül kerüljön, de a kisajátított területen belül maradjon, és max. 1 m-es vastagságban kerüljön elterítésre.

Végül a letermelt humuszos termőréteget a következő helyeken, és mennyiségben helyeztük el:

Tervezett töltés rézsűjén (25 cm vtg.):	28 300 m ³
Tervezett töltés mentett oldali fenntartósávján (40 – 70 cm vtg.)	27 580 m ³
Tápcsatorna üzemi vízszintje felett elhelyezkedő rézsűjén (20 cm vtg.):	2 000 m ³
Állandó vizű árvízcsúcs-csökkentő tározórész parti sávján (30 - 100 cm vtg.):	50 900 m ³
Félsziget kiszélesítése	6 750 m ³
<u>Alsó mechanikai hullámvédemen és padkán (40 - 50 cm vtg.):</u>	<u>4 470 m³</u>
Összesen:	120 000 m ³

1.2.2 Töltésépítésre alkalmas anyag „összegyűjtése”

A töltésépítésre alkalmas anyag „összehalászása” sem bizonyult egyszerű feladatnak. Az előzetes talajmechanikai vizsgálatok során, amelyek az elvi engedélyezési eljáráshoz készültek, ill. a tender kiírás alapját is adták, úgy tűnt, hogy a kijelölt anyagnyerő hely (az állandó vizű tározó területe) megfelelő mennyiségű, és minőségű anyagot tud biztosítani a tározó töltésének építéséhez. A GEOlinea Mérnöki Iroda Kft. 32 db 2,0 - 4,0 m mély talajfeltáró fúrást készített a tározó területén. A fúrásszelvények alapján a terület talajrétegződése a geológiai előtanulmányoknak megfelelően alakult. Így a felszín közeli talajrétegződést fiatal (holocén) folyóvízi üledékek, közepes és nagy plaszticitású agyag, ill. lösz eredetű iszap alkotta. A talajvíz viszonyokat is vizsgálták, amiből megállapították, hogy a talajvíz észak-nyugati irányba áramlik a vízzáró agyagrétegek alatt, enyhén nyomás alatti, és a csapadékvízből pótlódik. A vizsgálatok során megállapították, hogy a szerves tartalom mentes helyi kötött talajok töltésépítésre alkalmasak. Ezen eredmények ismeretében pályázott a kivitelező a munka elvégzésére. A vízjogi és a tender tervek lezárását követően a kiviteli tervekhez is készült talajmechanika. Ennek során újabb fúrások készültek, melyek közül 4 fúrás készült a töltés és a műtárgyak altalajának vizsgálatára, 13 db talajfeltáró fúrás készült a tervezett anyagnyerő hely területén.

Ezekből a következő megállapítások születtek:

- A töltés és a műtárgyak alatt vízzáró, rossz vízvezető talajok találhatóak, egy fúrásban agyagos rostos tözeget tártak fel 1,6 m vastagságban, melynek izzítási vesztesége $I_v=13\%$.
- Az anyagnyerőhelyen végzett fúrások során nagy plaszticitású agyagot találtak, melynek folyási határa helyenként meghaladta a 60%-ot ($w_L>60\%$), a plasztikus indexe pedig a 40 %-ot ($I_p>40\%$). Ezek az értékek azt mutatják, hogy a feltárt anyagok különösen térfogatváltozónak minősülnek. A következő rétegekben helyenként közepes plaszticitású agyagok (sovány agyag, közepes agyag) és kis plaszticitású iszap, homokos iszap rétegek is feltárásra kerültek.

- A kb. 0,25 - 0,40 m vastag humuszos, gyökérszónás réteg alatti talajok nem minősültek szervesnek.

Az eredeti tervek szerint a tározó töltése egynemű, homogén töltésszerkezetű volt. Azonban egynemű töltésbe csak olyan agyagok építhetők be, amelyek folyási határa (w_L) kevesebb, mint 60%, és a beépítési víztartalma (w) sem haladhatja meg a 21 %-ot. A tervezett anyagnyerő helyen feltárt talajok egy része meghaladja az előbb említett határértékeket, így megállapítást nyert az a tény, hogy egynemű töltés építésére alkalmatlan a feltárt anyag. Mivel a víztartalom sem volt megfelelő, és a terület mélyfekvése miatt magas talajvízállás is gyakori, ezért a beépíteni kívánt földműanyagot csak megfelelő kezeléssel lehetett volna alkalmassá tenni a töltéstartományban való felhasználásra. Ezek után készült egy olyan tervváltozat, ahol a talajanyag meszes talajstabilizációjával kívántuk elérni a feltárt anyagok magas természetes víztartalmának csökkentését. Ezáltal javult volna a talajok tömöríthetősége, csökkent volna a folyási határ, a plasztikus index, és a térfogatváltozó hajlam, valamint nőtt volna a talaj nyírószilárdsága. Ez azonban nagy költséget jelentett volna és a munka előrehaladását is lassította volna. A megoldás keresése tehát tovább folytatódott.

Újabb kiegészítő feltárások készültek. Ezúttal 15 db talajfeltáró fúrás mélyült a vizsgált helyszínen. (Megjegyzés: eddig összesen 64 db feltárásnál tartunk.) Ezeket a vizsgálatokat egy hosszantartó száraz időszak előzte meg, így a talajvízszint mélyebben helyezkedett el. Ezúttal nagyrészt közepes és nagy plaszticitású agyagokat (sovány agyag, közepes agyag és kövér agyag) tártak fel, helyenként iszap és homokos iszap-iszapos homok is előfordult. Ezekben a feltárásokban a fontosabb paraméterek már átlagban alacsonyabb értékeket mutattak ($w=26\%$, $I_p=33,4\%$, $w_L=55,8\%$), azonban még mindig meghaladták a homogén töltéstartományban építéshez megengedhető értékeket. Az MSZ 15290 "Vízépítési földművek tömörségi előírásai" szabvány alapján az olyan térfogatváltozó anyagokat, melyek folyási határa nagyobb, mint 60% csak szerkezetes töltésben lehet felhasználni. A töltés építéséhez ~145 000 m³ beépíthető anyagra volt szükség. A nagy plaszticitású, térfogatváltozó agyagú talajok változatos előfordulással települtek, többnyire lencseszerűen, ill. a kitermelés során keveredhettek alacsonyabb plaszticitású talajrétegekkel is. Ebből kifolyólag mennyiségük a kitermelendő töltésanyaghoz képest nehezen volt becsülhető. A 15 db kiegészítő fúrás eredményének értékelését követően, olyan tervváltozat készült, amelybe a tározó oldaltöltése szerkezetes töltésként, vízzáró agyagmaggal a középső részén, került kialakításra. Az agyagmagot meszes talajstabilizációval javasolták a talajmechanikusok kialakítani a töltéskoronával megegyező szélességben. Ezt sem tartottuk költséghatékony megoldásnak. Tovább folytattuk a gazdaságosabb megoldás keresését.

2018 márciusában 33 db kutatógödrös feltárás készült az anyagnyerő hely területén, amit a Mélyépítő Labor Kft. készített. Ez alkalommal csapadékos volt az időjárás, ami a talajvízviszonyok vizsgálatát nem tette lehetővé. Az anyagnyerő hely területe szántó, egy része erdősáv volt. Az erdősávot munkagépekkel eltávolították, azonban a gyökérmaradványai továbbra is felfedezhetőek voltak a területen. A gyökérral átszőtt szerves felszíni rétegek vastagsága itt jelentős volt (~2,0 m). A kiegészítő feltárások eredményeképpen a következő megállapítások születtek:

- A gyökérszóna mélysége felett található humuszos gyökérszónával átszőtt anyag nem építhető be a töltésbe a makroszkopikus növények és gyökerek miatt.
- A barna, sárgásbarna, néhol sötétbarna szürke, vagy rozsdafoltos, morzsás

jellegű erősen kötött közepes-kövr agyag nem építhető be egynemű töltésbe, az átlagos magas folyási határa, bizonyos esetben alacsony konzisztenciája miatt.

- A világos-sárgásbarna, iszap - sovány agyag, a szürkésbarna sovány agyag, valamint a sárgásbarna iszapos homok – homok - homokos iszap rétegek bizonyos szakaszai beépíthetőek az egynemű töltésbe, azonban ezek természetes víztartalma meghaladja a beépítéshez megengedhető $w_{max}=20 - 21$ % víztartalmat. Ezért ezt az anyagot beépítés előtt kezeléssel (pl. szárítással) alkalmassá kell tenni a töltéstartékban való felhasználásra.

Tehát ezekben a feltárásokban már találtak olyan anyagot, amit egy kevésbé költséges eljárással (szárítás) alkalmassá lehetett tenni a töltésépítésre.

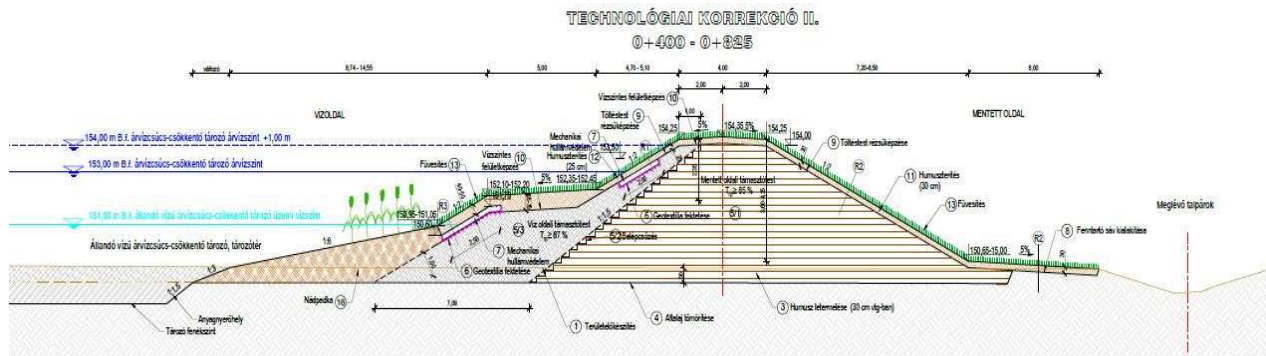
Végül a Geofront Geotechnika Kft. is készített egy összefoglaló szakvéleményt az elvégzett összes feltárás alapján. Ebben a következő megállapítások és javaslatok kerültek megfogalmazásra:

- A közepesen-nagyon plasztikus közepes és kövr agyagok esetében a feltérési állapotban 30 - 35 % víztartalommal bíró minták beépítésre nem alkalmasak. Azonban kedvező időjárási körülmények között (meleg, szeles idő) a szárító deponálást meg lehet próbálni. Ebben az esetben szkréperrel kell az anyagot kitermelni. A szkrépezés során felszedett vékonyan szeletelt talajt a tervezett nyomvonalban a gépkezelő leteríti, majd tárcsázza és a tárcsázott réteg szárításra kerül. A hőmérséklettől és a szélviszonyoktól függően ezt a ciklust addig kell ismételni, míg a réteg anyagának víztartalma 20% közelébe kerül. Ezt követően már tömöríthető a réteg anyaga. Kotróval történő kiemelés esetén a nedves talaj nem valószínű, hogy aprítható, ekkor a tárcsázásnak és a szárító deponálásnak nincs lehetősége. A kövr agyagok nehezebben adják le víztartalmukat, mint a közepes vagy sovány agyagok. Ha ezen rétegek folyási határa 60 - 80 % közé esik, akkor kizárólag szerkezetes töltés támasztó testbe építhetőek be.
- Különösen kövr agyagok esetén ismerni kell a térfogat változási hajlamot. Ha kiderül, hogy az agyagok a közepestől erősebben térfogatváltozóak, akkor a beépítési víztartalomnak a zsugorodási határ közelében kell lennie. Ez azt jelenti, hogy nem elegendő célként előírni a maximális beépítési víztartalmat, hanem várhatóan ~14 - 15 % közelébe kell leszárítani a beépítésre szánt anyagot. A másik lehetőség a talaj nedvességének és plaszticitásának csökkentése meszezéssel. Ennek hatékonyságát a beépítés előtt vizsgálatokkal kell igazolni.
- A beépítés szempontjából különösen nagy kockázatú az az anyag, ahol a víztartalom 30 % közeli, vagy e feletti és a folyási határa meghaladja a 60 - 65%-ot.
- Előfordul még a területen világos-sárgásbarna iszap – sovány agyag. Ezen rétegek plasztikus jellemzői a szabvány által előírt határértékeken belül vannak, de víztartalmuk jelentős, 22 - 31 %. Ezen talajok beépítése során törekedni kell a 18 – 20 % körüli leszárítási értékre. A kezelésükre a teregetést követően a kezdeti víztartalomtól és az időjárástól függő számú tárcsázással kerülhet sor. Ezen talajok általában könnyen leadják víztartalmukat. Meszezésük ellenben semmiképpen sem javasolt, ugyanis a vízzáró képessége is jelentősen lecsökkent a kezelést követően.
- Két fúrásban megjelent egy extrém magas víztartalmú, szürke színű sovány agyagtalaj, mely teljességgel alkalmatlan bármilyen földmunkára.
- A területen előfordultak még homokos jellegű rétegek is, ezek beépítésére a

mentett oldalon kerülhet sor.

Összefoglalva a kezdeti kétségbeesést követően, végül találtunk olyan anyagot, amit a tavalyi kedvező időjárási körülmények mellett beépítésre alkalmassá tudtunk tenni. Viszont tanulságként levonhattuk, hogy már a projektek elvi engedélyes fázisában is szükséges lenne a részletes feltárás, ill. az alapos előkészítés. Ezzel megkönnyíthetnénk a tervezést, ill. a kivitelező is jobban tudná becsülni a költségeit.

Az alábbi ábrákon látható az fenti javaslatok figyelembevételével előállított, a töltésépítéshez használt végleges mintakeresztelvény.



2. ábra: A tározó oldaltöltésének mintakeresztelvénye

1.2.3 Vízkivétel – „bypass” vízkivétel

A magyarországi tározó két patak találkozására helyezkedik el. Az egyik a Kaszárnya-patak, a másik a Baranya-csatorna. A Baranya-csatorna 25+310 km szelvényében egyesülő két patak Baranya-csatornaként folytatja útját.

A tározónak állandó vízü tározórésze is van, amely rekreációs célokat szolgál. Ahhoz, hogy az állandó vízü rész vízpótlása biztosított legyen szükséges vízkivétel létesítése. Az elvi engedélyezési eljárás során felmerült az a lehetőség, hogy a két patakból legyen megoldva a tározó vízutánpótlása. Tehát lehetséges lett volna, hogy ha szükséges, akkor nemcsak a Baranya-csatorna biztosítja a vizet a tározónak, hanem a Kaszárnya-patak is.

Sajnos Komló település szennyvize a Kaszárnya-patakot terheli, ami így nem megfelelő minőségű vízutánpótlást tudna biztosítani. Ezt a kockázatot kizárva a Baranya-csatornán került kialakításra két vízkivételi lehetőség. Az I. vízkivételi lehetőség a tápcsatorna 1+335 km szelvényében a Baranya-csatorna 25+316 km szelvényében a bal parton került megépítésre. A zárt vezetékszakas 1+173 km szelvényében pedig - a meglévő haltárolók vízkivételét biztosító Ø60 cm-es vezeték keresztezésénél – épült meg egy vb. szerkezetű szakaszoló akna. Ebben a csomópontban a vezetékek keresztezése úgy valósul meg, hogy a vízutánpótlás a tározórész és a haltárolók felé is megoldható legyen. A megfelelő vízkormányzás érdekében a vb. aknában három Ø600-as és egy Ø400-as rozsdamentes zsiliptoló zár került elhelyezésre. Ezen az aknán keresztül valósítható meg a II. vízkivételi lehetőség a Baranya-csatorna 25+149 km szelvényében meglévő mű duzzasztóteréből.

Tehát a két vízkivételi lehetőség során lehetőség van csak a Baranya-csatornából történő vízkivételre, ill. másik lehetőségként a duzzasztott téréből való vízkivételre is,

ami a Kaszárnya-patak és a Baranya-csatorna kevert vizéből történhet. A zárt vezetéken található szakaszoló akna ad lehetőséget a két vízkivételi lehetőség közötti átváltásra a vízminőségek függvényében.

1.2.4 Az oldalbukó műtárgy működési modellje

Az oldalbukó műtárgy a Baranya-csatorna 24+811 - 24+751 km szelvényében került megépítésre. Az oldalbukó feladata, a Baranya-csatorna felső vízgyűjtőjéről a mederben mértékadó esetben érkező $NQ_{1\%} = 34,0 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamból, a Baranya-csatorna vízszállító képességét meghaladó vízmennyiség átvezetése a tápcsatornába, ill. azon keresztül a tározóterbe. A széles küszöbű bukóként kialakított oldalbukó geotextíliára helyezett GABION kőkosarokból, és RENO matracokból áll, hossza 60 m.

A Baranya-csatorna mederrendezési tervében az oldalbukó szakaszán a fenékszint a tervezett beavatkozások hatására magasabban fog kialakulni, mint a jelenlegi mederfenék, ezzel segítve az oldalbukó működését. A rásegítés, és a bukó vízjogi tervekben szereplő geometriai kialakítása miatt azonban becslő számításaink szerint már a gyakran előforduló kisvízhozamok ($5-6 \text{ m}^3/\text{s}$) is kiléptek a tározóterbe. Mivel az oldalbukó eredeti célja a Baranya-csatorna vízszállítási kapacitása ($12 \text{ m}^3/\text{s}$), fölött érkező vízmennyiség bevezetése a tározóterbe, és mert üzemeltetői szempontból is problémákat okozhat a korai töltődés (előntési határ esetleges változása, a Baranya-csatornában szállított kevés vízmennyiségből eredeztethető ökológiai problémák stb.) hidrodinamikai modellvizsgálat készült.

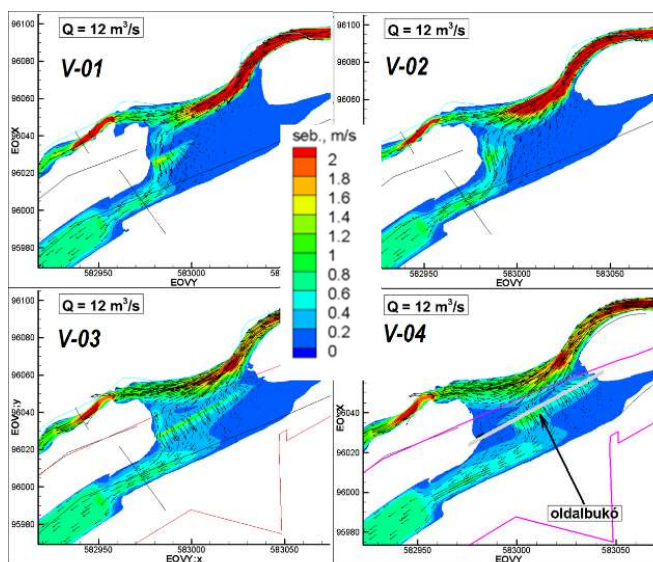
A két dimenziós hidrodinamikai modell elkészítésére a Műegyetem szakembereit kértük fel Dr. Baranya Sándor vezetésével. A vizsgálat célja az volt, hogy úgy változtassunk a bukó helyszínrajzi kialakításán, esetleg a bukószintjén is, hogy az hidraulikailag kedvezőbb legyen és a vízjogi tervekben tervezett nagy mennyiségű burkolat szükségességét felülvizsgálva, optimalizáltuk azt. A szakemberek által alkalmazott modell az AdH-2D (Adaptive Hydraulics Model System) volt (<https://www.erdc.usace.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/476708/adaptive-hydraulics-model-system/>).

A domborzati modellhez rendelkezésre állt a területről készült LIDAR állomány, geodéziai felmérések, és a tervezett létesítmények, beavatkozások is beépítésre kerültek. Az alkalmazott simasági tényező értékei a mederben $k=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, a hullámtéren $k=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

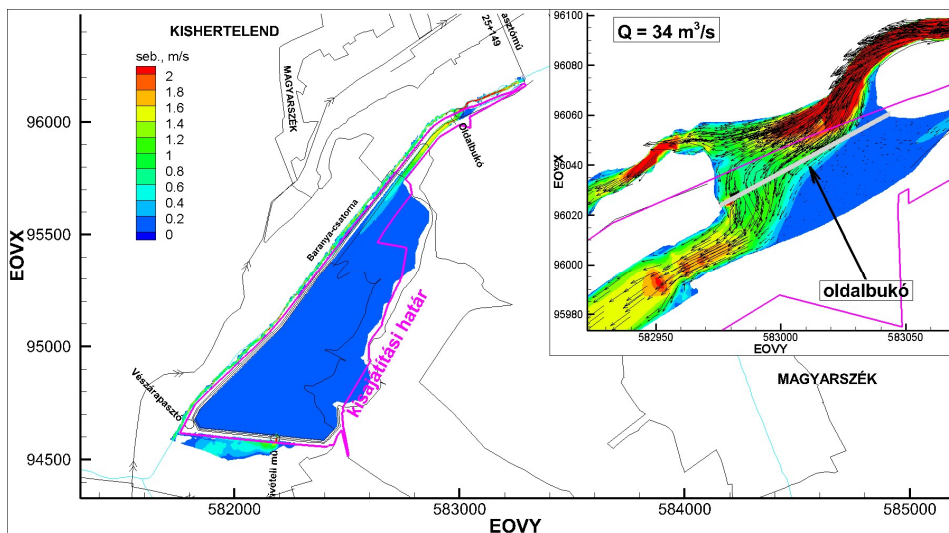
A Műegyetem szakemberei több bukó kialakítást is vizsgáltak, az első néhány változatból látszott, hogy a bukónak a mederrendezés, és a bukó helyszínrajzi kialakítása miatt csak kb. az alsó 20 - 25%-a vesz részt a vízszállításban.

Ezek után olyan, a bukón elvégzett változtatásokat végeztünk, amivel elérhető, hogy csak a $10 - 12 \text{ m}^3/\text{s}$ körüli vízhozamok lépjenek ki a mederből ne pedig $4 - 5 \text{ m}^3/\text{s}$. Arra is figyeltünk a bukó módosításánál, hogy a bukó kihasználtsága nagyobb legyen, és felülvizsgáltuk a korábban tervezett burkolatok létjogosultságát is, nemcsak műszaki, hanem gazdasági érdekeket is szem előtt tartva.

Az eredmények alapján, amelyeket az alábbi ábrák szemléltetnek, a legnagyobb kihatású és a legkedvezőbb vízszállítási paraméterei az ellenesésben kialakított oldalbukónak vannak (3. ábra jobb sarkában lévő ábra), így ezt a kialakítást terveztük meg és azóta ez a kialakítás épült meg. A kialakuló sebességek megoszlását figyelembe véve pedig a szükséges burkolatok mennyiségét és azok elhelyezését tudtuk csökkenteni, ill. pontosítani.



3. ábra: Az egyes változatok modellezésének eredményeit, az azonos vízhozam esetén kialakuló sebességek mértékét és eloszlását szemléltetik az ábrák. (Ábrák forrása: Dr. Baranya Sándor)

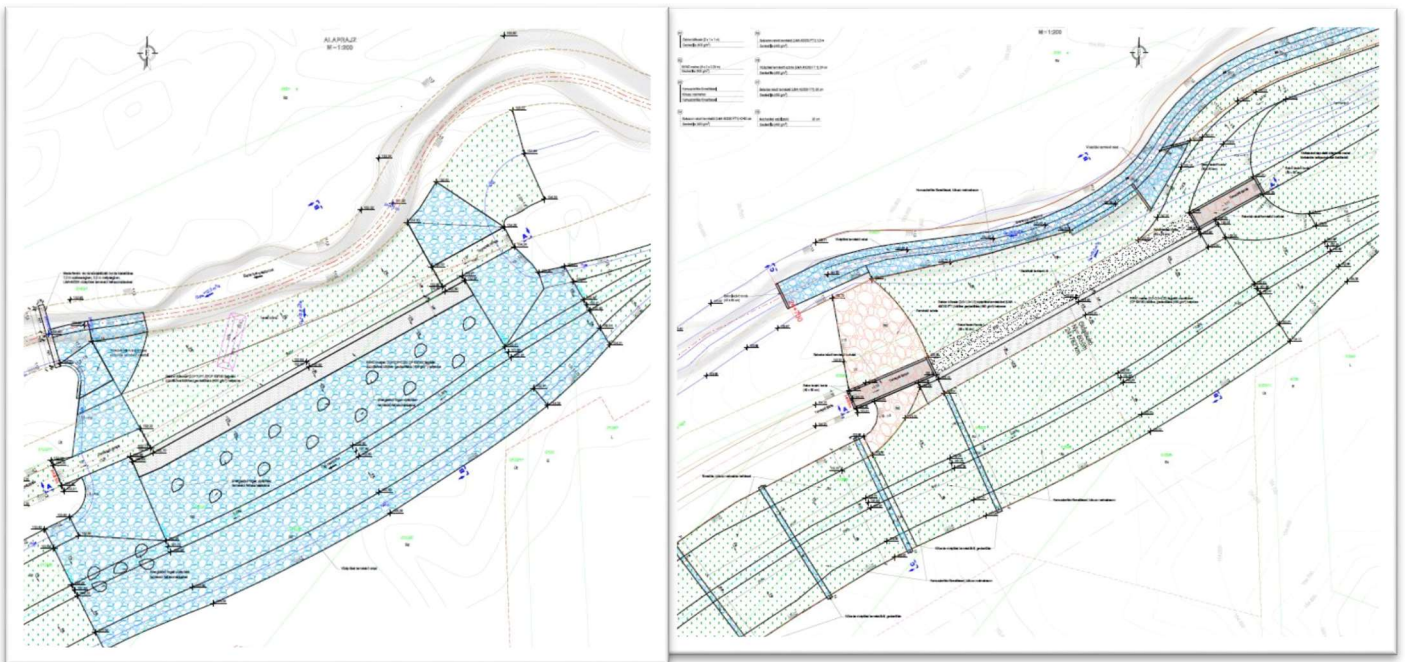


4. ábra: A kiválasztott, ellenesésben épített bukón kialakuló sebességek, és azok megoszlása a $Q_{1\%}$ -hoz tartozó mértékadó vízhozam $34 \text{ m}^3/\text{s}$ esetén. (Ábra forrása: Dr. Baranya Sándor)

A burkolatok kialakításának helyét a modell eredmények és a VMS (Vízügyi Műszaki Segédlet) irányelvei alapján határoztuk meg. Szárazon rakott terméskő burkolatot

terveztünk a Baranya-csatornából történő vízkilépés helyén, az oldaltöltés végének környezetét terméskő szórással biztosítottuk. A tápcsatornában 4 db a terepszintbe süllyesztett 1 m mély, 1 m széles ~ 26 m hosszú kőborda épült az esetleges kimosódások elleni védelem céljából. A tápcsatornában kialakuló sebességek nem indokolják a terméskő burkolat építését a teljes felületen. Addig azonban, amíg be nem áll a füvesítés, addig kókusz rostmatracral kombinált humuszterítést alkalmaztunk füvesítéssel a műtárgy előterén, ill. a tározótér felőli oldalán a bukó alsó felén az utolsó kőbordáig. A kókusz rostmatrac segíti a fű könnyebb megtelepedését, védi a rézsút az esetleges erózióktól, több év alatt bomlik le, ami kedvező, mert van idő a füvesítés megerősödésére.

Az alábbi két ábra szemlélteti, hogy érdemes volt modell vizsgálatokat végezni a műtárgy hatékony és gazdaságos kialakításához.



5. ábra: Oldalbukó terméskő burkolata modellezés előtt vízjogi eng. terv (terméskő burkolat=kék sraff)

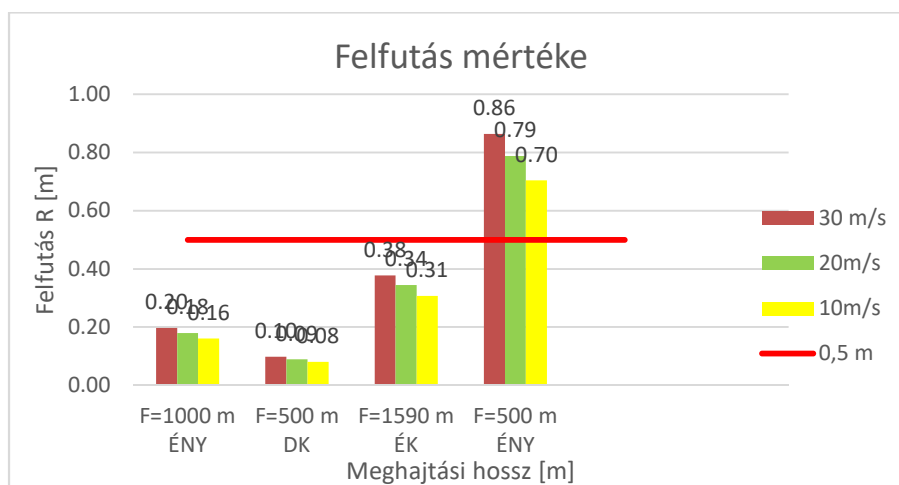
6. ábra: Oldalbukó környezetének kialakítása a modellezés eredményeit figyelembe véve, kiviteli terv

1.2.5 Mechanikai hullámvédelem

Tározók esetében gyakran előforduló probléma a tározó töltésének elhabolódása, és a hullámozás keltette kimosódások. Ezeket a jelenségeket leghatékonyabban megelőzéssel lehet orvosolni. Nagy vízfelületek esetén már a tervezéskor fontos figyelembe venni a szél keltette hullámozás várható hatásait. Fontos ismerni a tározó felületét, a mértékadó szélirányt, a szél sebességét, és az ún. meghajtási hosszt. Ezek ismeretében különböző módszerekkel meghatározható a szél keltette hullámok rézsún való felfutásának maximális magassága. A magyarországi és a dozmati tározónál is elvégeztük a szükséges számításokat, így pontosabban, és gazdaságosabban tudtuk megtervezni a rézsűbiztosítást.

Magyarországon a hullámfelfutás ellen a mechanikai hullámvédelem két részből áll. Az egyik a fenntartó padka alatti részsűn elhelyezett RENO matrac. A másik a padka alatti részsű folytatásaként kialakított 1:6-os nádpadka.

Magyarországon a hazai viszonyoknak megfelelően 30 m/s-os (Starosolszky Ödön: Vízépítési hidraulika) szélességet vettünk figyelembe. Először megvizsgáltuk a mértékadó szélirányokat a tározó oldaltöltésének minden oldalára, ezek ÉNY-i, DK-i, és ÉK-i irányúak. Kiszámítottuk a szignifikáns hullámmagasságot, majd a maximális hullámmagasságot becsültük, aztán a hullámfront beesési szögének és a részhajlásának ismeretében kiszámítottuk a hullámfelfutás mértékét. A tározó oldaltöltésének minden víz felőli oldalára elvégeztük a számításokat. Az alábbi diagram szemlélteti, hogy a korábban előzetesen, számítások nélkül becsült részsű biztosításon felül (50 cm) mértékadó esetben mennyivel magasabb hullám éri el a részsűt.



7. ábra: A hullámfelfutás mértékadó esetben 36 cm-rel volt magasabb, mint a korábbi tapasztalatok alapján becsült 50 cm magas részsűbiztosítás

2. A DOZMATI ÁRVÍZCSÚCS-CSÖKKENTŐ TÁROZÓ

Szombathely, és környező településeinek az árvízi veszélyeztetését a Sorok-Perint, a Gyöngyös műcsatorna és az Arany-patak jelentik. 1965. évben az eddigi legnagyobb árhullám óriási károkat okozott a térségben. Ezt követően a 2014. évben Bucsú Dozmat és Szombathely - Olad belterületi szakaszain okozott jelentős károkat nagyobb árhullám.

Az Arany-patak mentén eddig nem épült árvízvédelmi mű, mely az árvizek kártételétől megvédte volna Bucsú, Torony, Dozmat, Sé és Szombathely településeket. Az Arany-patak meglévő medre nem volt képes levezetni a Q_{1%}- és a Q_{3%}-os valószínűségű vízhozamokat.

Az OVF és a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban: NYUDUVIZIG) a fentiekhez hasonló vízkárok megelőzése érdekében, célul tűzte ki a dozmati árvízcsúcs-csökkentő tározó megépítését, mely a már megépült Lukácsházi tározóval együtt megteremti Szombathely térségének komplex árvízi biztonságát.

A tározó célja az Arany-patakon érkező árhullámok csökkentése a tervezett tározótérben történő ideiglenes vízvisszatartással. A tározóval szoros összefüggésben megvalósult az Arany-patak mederendezése, melynek célja a meglévő meder olyan mértékű bővítése, kotrása mely lehetővé teszi a tározó feletti mederszakaszon a Q_{3%}-os valószínűségű, míg az alatta lévő mederszakaszon a tározó visszatartása révén kialakuló Q_{1%}transformált vízhozam kiöntés nélküli levezetését a befogadó Sorok-Perint felé.

A térség árvízvédelmi fejlesztése nem szerepelt a korábbi kormányzati beruházások között, azonban 2015-ben elindult a Modern Városok Program, melyben sportcélú beruházásokra nyílt lehetőség, így az Illés Akadémia fejlesztése is terítékre került. Az Akadémia árvízjárta területen helyezkedik el, emiatt lefolyási vizsgálatokat végeztek, mely megállapította, hogy gyakori előtételekre lehet számítani, ami jelentős többletköltségeket okoz évente a városnak. Ez a felismerés volt a „sípszó”, a dozmati tározó megvalósításának megkezdéséhez. A dozmati tározó megépítésével, orvosolható a sportcélú fejlesztés problémája, számos pozitív hatást gyakorolva a térségre, és annak árvízvédelmére. Így a projektek egymásra hatásaképpen, a „kellemeset a haszonnal” elv alapján elindulhatott a tározó és a hozzá kapcsolódó létesítmények építése, fejlesztése.

1084/2016. (II. 29.) Korm. határozat a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program 2016. évi fejlesztési keretében került nevesítésre a „Szombathely és a környező települések árvízi védelmét szolgáló dozmati víztározó megépítése”.

A projekt szerepel a KEHOP kiemelt projektjei között is, megalapozva a projekt szakpolitika támogatottságát.

Jelenleg a befejezéshez közelít a tározó kivitelezése, mellyel megvalósul a Q_{1%} -os árhullám 67 %-ának visszatartása. Az állandó vizű árvízcsúcs-csökkentő tározórész lehetőséget nyújt az Arany-patak alsóbb szakaszain a vízutánpótlásának egyenletesebbé tételére kisvizes, vízhiányos időszakban, mely jelentős jótékony hatással lesz a vízfolyás növény- és állatvilágára.

Az Arany-patak mederendezése révén a meder képes lesz a Q_{3%}-os valószínűségű, valamint a tározó visszatartása révén kialakuló Q_{1%}transformált vízhozamok kiöntés nélküli

levezetésére a belterületi szakaszokon. Ezen felül a meglévő fenéklépcsők átépítésével megvalósul a vízfolyás ökológiai átjárhatósága is.

2.1 A tározó és létesítményeinek rövid ismertetése

Az Arany-patakon épült völgyzárógát az árhullám közel 67%-át tartja majd vissza a dozmati árvízcsúcs-csökkentő tározóban. A völgyzárógátban kialakításra került egy vb. szerkezetű leeresztő műtárgy, mely a víz szabályozott levezetését valósítja meg.

A zárótöltés felett, az Arany-patak jobb partján egy állandó vizű árvízcsúcs-csökkentő tározórész épült, ennek területéről biztosítottuk a töltések építéséhez szükséges ásványi anyagot. A tározórész frissvíz utánpótlásának biztosítására az Arany-patak 9+096 km szelvényben épült egy ökológiailag átjárható duzzasztó műtárgy, melynek duzzasztott vízteréből egy vízkivételi műtárgyon, zárt csatornán keresztül juttatjuk a vizet a tározórészbe.

A dozmati tározó létesítményei, és a hozzá kapcsolódó beavatkozások összefoglalva:

- Völgyzárógát
- Leeresztő műtárgy
- Vészárasztó vápa
- Oldaltöltés
- Árapasztó vápa és vízszintszabályzó műtárgy
- Vízkivételi műtárgy
- Tápcsatorna
- Molnárréti-árok keresztjezése
- Duzzasztó bukó
- Arany-patak kotrás
- Arany-patak fenéklépcsőinek átjárhatóvá tétele
- Vízrajzi létesítmények



2.2 A tervezés kihívásai

2.2.1 Anyagelhelyezés

A Dozmati tározó építéséhez kapcsolódóan szükséges volt az Arany-patak mederrendezése, hogy a tározó alatti szakaszon árhullám idején a továbbvezetni kívánt 21,5 m³/s-os vízmennyiséget a települések belterületi szakasza kiöntés nélkül le tudja vezetni.

Ezen felül célul tűztük ki, hogy Bucsú belterületi szakaszán a Q_{3%}-os vízhozam is kiöntés nélkül levezetésre kerüljön. Az ehhez szükséges megfelelő mederparaméterek meghatározásához több lépcsős 1D hidraulikai modellezést végeztünk HEC-RAS 4.1.0. modellel és meghatároztuk azokat a szakaszokat, ahol mederalakítási beavatkozás szükséges a magasságiányos partél megemelésére.

Ebben a kérdésben a mederrendezésből kikerülő anyag felhasználhatósága vagy minősítése adott vitára okot. Kérdés volt, hogy a kikerülő anyag haszon anyag-e, felhasználható-e valahova, vagy hulladéknak minősül? Az érvényes jogszabályok nem kezelik egyértelműen ezt a kérdéskört. Egyrészt a kotrásból kikerülő iszapos anyag szervesanyagban gazdag, hulladékként kezelendő, másrészt a mederszelvény bővítéséből kikerülő anyag ásványi vagy, felhasználása a Bányakapitányság elbírálási jogkörébe tartozik. A mederrendezésből kikotort iszapos-agyagos anyag egy részét (21 800 m³) a parti sáv rendezésére használták fel. Kis része (564 m³) a séi szakaszon a mélyfekvésű területek feltöltésére került.

Azonban város és a községek belterületi szakaszain ~9 500 m³ anyag elhelyezésére nem volt lehetőség. Ezért a felhasználásra nem kerülő anyagot engedéllyel rendelkező hulladéklerakóra kellett elszállítani, ahol takarófldként hasznosítják.

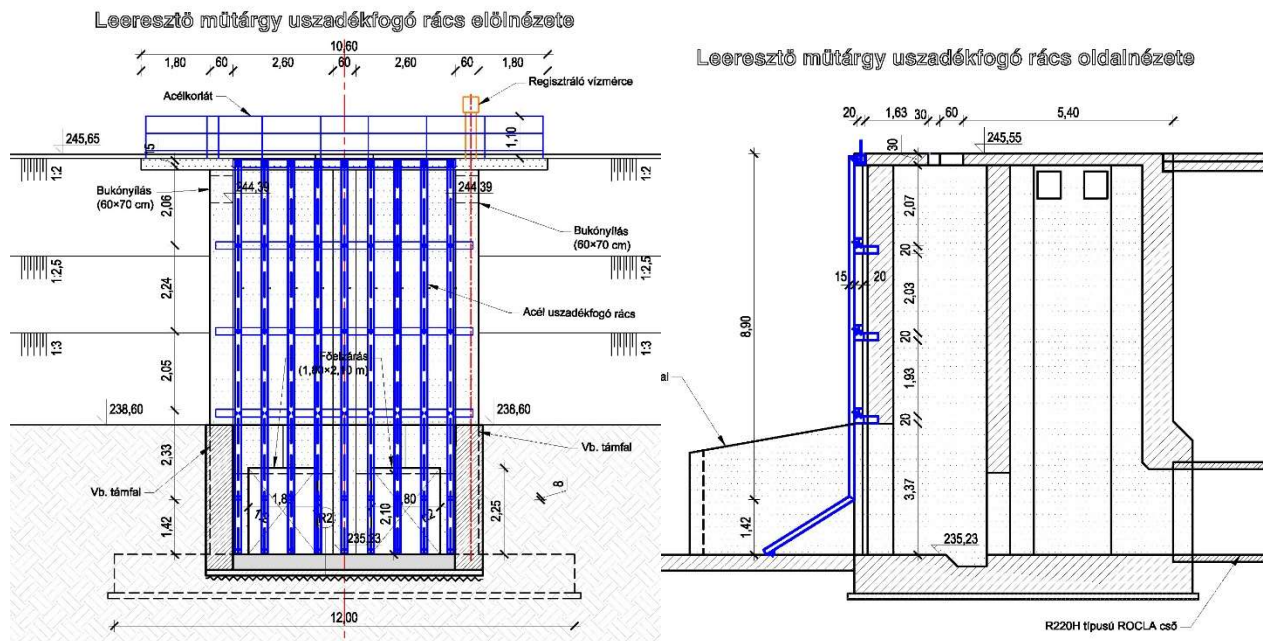
2.2.2 Uszadékfogó mű

A vízfolyásokra épített keresztirányú létesítményeknél komoly megoldandó feladat az uszadék összegyűjtése, távoltartása a műtárgyaktól. A vízfolyás által szállított fák, ágak, levelek, gyakran akadnak fenn a műtárgyakon, melyeket megrongálhatnak, eltömíthetnek. A vízerő telepeknél bevált gyakorlat az automata folyamatos üzemű gépi tisztítású rács alkalmazása. Ez üzemeltetési szempontból kedvező megoldás és az erőtelep folyamatos üzeme miatt indokolt is.

Azonban a gépi tisztítású rács alkalmazása nem elterjedt az árvízcsúcs-csökkentő tározók és a záportározók esetén. Ez azért lehet így, mert ezek a létesítmények csak időszakosan, árvíz vagy villámárvíz alkalmával működnek, ekkor szállítanak jelentős uszadékot. Az uszadék eltávolítása komoly gondot tud okozni az üzemeltetőnek. A túl gyakori kézi eltávolítás költséges, idő és energiaigényes, ha viszont ritkán kerül tisztításra a rács, akkor árvíz esetén csak újabb uszadék rakódik rá, ami eltömődést és visszaduzzasztást okoz. Megoldás lehetne a gépi tisztítás, amelynek működését, alapos vizsgálatok után optimalizálni lehetne a vízfolyásra.

Dozmat esetében különböző kialakítású rácsok építését vizsgáltuk eltérő hosszúságú és geometriájú elemeket több kiosztásban alkalmazva.

A Dozmat esetében alkalmazott kézi tisztítású uszadékfogó rács felül- és oldalnézetét az alábbi ábra szemlélteti.



2.2.3 Ókori vízvezeték

A vállalkozó 2018 augusztusában a tározó völgyzárógátjának építési előkészületei során, lehumuszosítást követően az altalaj vizesedését tapasztalta (domboldali nedvesedés). A mérnök a jelenség feltárására talajmechanikai fúrásokat irányzott elő, ezzel szemben tervező a helyszíni munkagépekkel a gyorsabb, hatékonyabb, és költségkímélőbb kutatógödros feltárást javasolta.

Így került napvilágra az egykori Bozsok-Savaria római vezeték töltés alatti szakasza. Ezek után a vállalkozó értesítette a Kulturális és Örökségvédelmi Hivatalt (továbbiakban: KÖH), melynek munkatársai feltárták a vezeték érintett szakaszát, majd az adatrögzítést követően a hivatal engedélyezte a feltárt szakasz elbontását.

Mivel jogszabályi előírások a völgyzárógát töltésének kialakítására nem vonatkoznak, a Tervező, Beruházó és Vállalkozó ezzel párhuzamosan a BME docensének bevonásával vizsgálta annak lehetőségét, hogy a Római kori vezeték valamely szakasza megmaradhasson.

A szakvélemény elkészült és megállapította, hogy a töltés tengelyétől a vízoldal irányába a vezetéket el kell bontani. A mentett oldali szakasz megtartható bizonyos műszaki feltételek (szűrőzés) mellett.

A vezetékszakasz elbontása után a Vállalkozó észlelte, hogy a völgyzárógát közelében található védett Muzsla-forrás elapadt, vélhetően a munkagödör többszöri víztelenítése következtében. További talajmechanikai, hidrogeológiai vizsgálatok után megszületett a végső döntés: a Savaria vízvezeték teljes bontása megtörtént. A Vállalkozó elvégezte a vezeték bontását, a munkagödört kötött anyaggal feltöltötte, melynek befejezését követően visszaállt a Muzsla-forrás vízhozama.

Tanulságos feladat volt, végül sikerült az ésszerűség és józan logika alapján megoldani a kialakult váratlan helyzetet. A jogszabály egyértelműsítése, azonban indokolt lehet.

Aki szeretné megtekinteni a Savaria vízvezeték egy feltárt szakaszát, az Bucsú község határában meglehet, ill. a 111 Vízi emlék Magyarországon c. könyvben olvashat is róla.



8. ábra: A Savaria vízvezeték tervezett völgyzárógát alatt feltárt szakasza

3. ÖSSZEGZÉS, JAVASLATOK

Úgy gondoljuk nem ad elegendő információt az elvi engedélyes terv alapján megfogalmazott tender terv a vállalkozó megalapozott ajánlatához.

Pozitív tapasztalatként szerettük volna megosztani, hogy nem csak előntési modellekhez, vagy árvízi veszélytérképezéshez érdemes 2D modellt készíteni, hanem akár olyan vízi létesítményekre is, mint egy tározó. Segítségével könnyebben megérthető, és tanulmányozható a létesítmény működési modellje, így szükség szerint javítható, optimalizálható is.

Fontosnak tartjuk a jogszabályok egyértelműsítését a vízfolyásokból kikerülő üledék elhelyezésére vonatkozóan. Jelenleg nem tisztázott, hogy minek minősül a kitermelt anyag, (hulladék/ásványi vagyon), és így az elhelyezésének szabályozása sem világos.

Javaslatunk továbbá a tározók kézi tisztítású rácsainak gépesítése optimalizálva az adott vízfolyásra- hatékonyabbá és gazdaságosabbá téve az uszadékfogó művek és a tározók fenntartását, üzemeltetését.

Dolgozatunkban szerettük volna azokat a kihívásokat ismertetni, amelyekkel találkoztunk a közelmúltban, tervezői munkánk során. Igyekeztünk az érdekesebb, tanulságosabb eseteket bemutatni és reméljük ezzel jó kiindulási alappal szolgáltunk a jövőben felmerülő hasonló problémákra.