

S Z A K D O L G O Z A T

Bérczes Orsolya

2023

Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Víztudományi Kar
Területi Vízgazdálkodási Tanszék
Építőmérnöki alapképzési szak
Területi Vízgazdálkodás szakirány

**MOTO GP PÁLYA TÖBB LÉPCSŐS TÁROZÓS CSAPADÉKVÍZ
ELVEZETÉSÉNEK VIZSGÁLATA**

Belső konzulens:

Salamon Endre, egyetemi tanársegéd

Külső konzulens:

Faragó Gábor, okleveles építőmérnök

Szakfelelős:

Dr. Tamás Enikő Anna, egyetemi docens

Készítette:

Bérczes Orsolya



Budapest

2023

Tartalomjegyzék:

1	Bevezetés.....	3
1.1	ALAPADATOK.....	3
1.1.1	<i>A helyszín.....</i>	3
1.1.2	<i>A komplexum.....</i>	4
1.1.3	<i>Vizépítés.....</i>	4
1.1.3.1	Vizsgált terület.....	5
2	Szakirodalom, elméleti háttér.....	6
2.1	CSAPADÉKVÍZ ELVEZETŐ RENDSZER ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE	6
2.2	VÍZGYŰJTŐK LEHATÁROLÁSA	7
2.3	MÉRTÉKADÓ VÍZHOZAM MEGHATÁROZÁSA (Q_M).....	9
2.3.1	<i>Korrigált lefolyási tényező (α_k).....</i>	10
2.3.2	<i>Összegyülekezési idő (t_c).....</i>	13
2.3.2.1	Összegyülekezés terepen (t_1).....	14
2.3.2.2	Összegyülekezés vízfolyásban (t_2).....	16
2.3.3	<i>Mértékadó csapadék intenzitás (i_p).....</i>	18
2.3.4	<i>Vízhozam számítása.....</i>	20
3	Számítások.....	20
3.1	BELSŐ TÓ	20
3.1.1	<i>Alapadatok.....</i>	20
3.1.2	<i>Juhász-Sorrensen módszer.....</i>	21
3.1.2.1	Árhullám görbe.....	23
3.1.2.2	Tározó morfológiai jelleggörbék.....	25
3.1.2.3	Kifolyás.....	26
3.1.2.4	Távozó vízhozam számítása iterációval.....	29
3.2	KÖLTSÉGBECSLÉS	32
3.2.1	<i>Jelenleg tervezett állapot költségei.....</i>	32
3.2.1.1	Belső tó.....	32
3.2.1.2	CSÉ-1-0-0 csatorna.....	33
3.2.1.3	Északi tó átemelője.....	35

3.2.2	<i>Belső tó nélküli állapot mennyiségei</i>	37
3.2.2.1	Új vízhozam számítása	40
3.2.2.2	„A” verzió.....	43
3.2.2.3	„B” verzió	43
4	Eredmények	45
4.1	VERZIÓK ÖSSZKÖLTSÉGEI	45
4.1.1	<i>Eredeti verzió</i>	45
4.1.2	„A” verzió.....	45
4.1.3	„B” verzió.....	45
5	Összefoglalás	46
6	Irodalomjegyzék	48
6.1	ÁBRAJEGYZÉK.....	49
7	Mellékletek	50

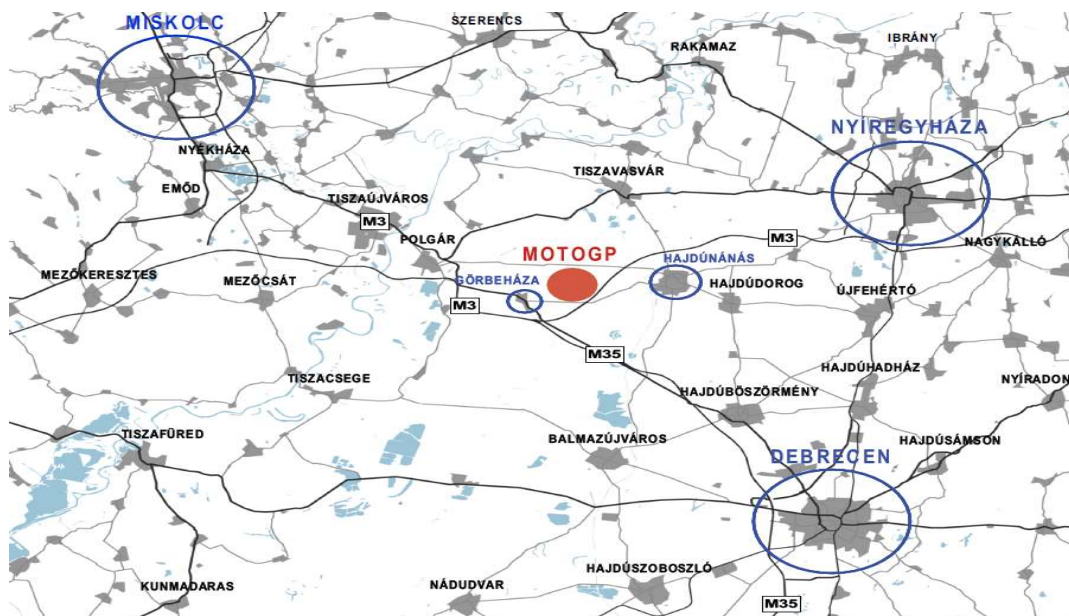
1 BEVEZETÉS

Szakedolgozatomban a csapadékvíz elvezetés napjainkban nagyon hangsúlyos ágazatának, a tározásnak egy speciális változatát, egy több lépcsős tározó rendszert, konkrét példán keresztül szeretnék megvizsgálni. A célterület a Hajdúnánás közelében tervezett „Moto-GP, versenypálya és multifunkciós autó-motorsport komplexum”. A tervezési terület több zónából áll, dolgozatom a „Z1 zóna: Moto-GP verseny rendezéshez szükséges létesítmények”, vízvezetés részét fogja alapul venni. Fő célom kimutatni a több tározási lépcső által nyújtott lehetséges anyagi megtakarítást egy egyszerű tározós zárt rendszerrel szemben. A zónák egymáshoz viszonyított elhelyezkedése az „1.1-es melléklet: Áttekintő térképen” látható.

1.1 Alapadatok

1.1.1 *A helyszín*

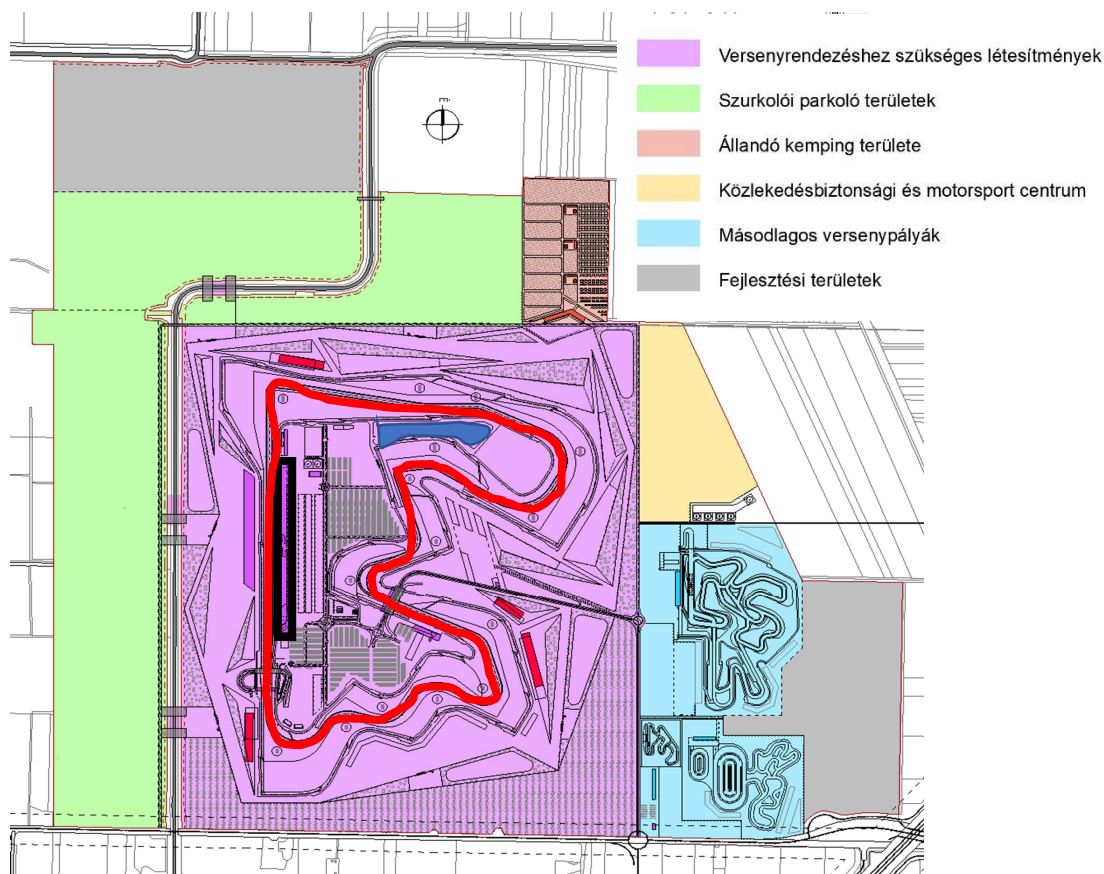
Az autó-motorsport komplexum tervezési területe Hajdú-Bihar megyében, az Alföld északi részén található. Az 1. ábra a közelben lévő jelentősebb városok, Miskolc, Nyíregyháza és Debrecen elhelyezkedését mutatja a pályához képest. Továbbá a létesítménnyel szomszédos, a felsorolt nagyvárosok által körbefogott háromszögön belüli két kisebb települést: Görbeházát és Hajdúnánást. A pálya Hajdúnánástól nyugatra helyezkedik el, a Görbeházi út és az M3 autópálya (Rétaljai Pihenőhely) határolja. A komplexum megközelítésére szolgáló közlekedési létesítmények egy másik projekt során kerülnek megtervezésre, ezért dolgozatomban nem vettem figyelembe az innen származó adatokat.



1. ábra: Moto-GP területi elhelyezkedés (Főmterv Zrt.,2022)

1.1.2 A komplexum

A tervezési terület összesen 460 ha, a versenypálya pedig 4,40 km hosszú. A teljes területet funkciók szerint különböző létesítmények alkotják. A 2. ábrán látható felosztáson belüli területeken mind a magasépítésű, többek között a „Pit épület” (ábrán fekete négyzet) és a mélyépítésű, például a „Moto-GP rendezésére alkalmas versenypálya és paddock” (ábrán piros vastag vonal) építmények is jelen projektben tervezettek.



2. ábra: Moto-GP funkció szerinti terület elosztás (Főmterv Zrt., 2022)

A komplexum területe a tervezés alatt tovább lett osztva zónákra az egyszerűbb megkülönböztetés miatt. A Z1 (2. ábra: „Versenyrendezéshez szükséges létesítmények”), Z2, Z3, Z4, Zh és Zb az első tervfázisban, míg a Z5, Zk és Zf zóna egy másik tervfázisban lett megtervezve. A dolgozatomban a belső tározó tavat és a hozzá tartozó vízépítést vizsgáltam, ami a Z1 zóna északi részén található (belső tó a 2. ábrán a kék alakzat). (Főmterv Zrt., 2022)

1.1.3 Vízépítés

A tervezési terület a Tiszántúli Vízügyi Igazgatóság felügyelete alá tartozik. Az érintett víztestek a Dűlőúti VI-VIII és a Kadarcs I-III csatornák. A terület talajmechanikai adottságai miatt (magas talajvízszint, erősen agyagos talaj) a pályavizek szikkasztása nem megoldható. A

csatornák szolgálnak a tervezett pályavíztelenítő rendszer egyetlen befogadjául. A TIVIZIG-el történt egyeztetések során olyan megkötés született a káros elöntések elkerülése végett, hogy adott csatornába csak 400 l/s vizet lehet egyszerre beengedni. Ez tette szükségessé az összegyülekező vizek továbbengedés előtti visszatartását.

Az itt alkalmazott több lépcsős rendszer két féle, méret szerint megkülönböztetett tározóból áll. A kisméretű tározók az árkok és a zárt szelvények. A nagyméretűek pedig a tározó tavak, melyekből összesen öt van betervezve (É-i, K-i, D-i, Ny-i és belső tó). A rendszer első foka a pálya víztelenítés. Közvetlenül a pálya és a bukótér felszínén folyó és felszíne alatt szivárgó vizeket gyűjtő szivárgók, folyókák, árkok és csatornák hálózata. A biztonság és kármegelőzés miatt a vizet innen rögtön el kell vezetni. Vízvisszatartásra először az ezeknek befogadoul szolgáló tározós csatornában, vagy tározós árkokban van lehetőség. Innentől a víz további fojtásokkal halad a négy szélső tó átemelőjének valamelyikébe, a tóból pedig egy nyitott zsilipű gravitációs leeresztő műtárgy szabályozza a befogadóba jutó vízhozamot. A kiviteli terv szerinti vízépítési kialakítás az „1.2-es melléklet: Általános vízépítési helyszínrajzon” megtekinthető.

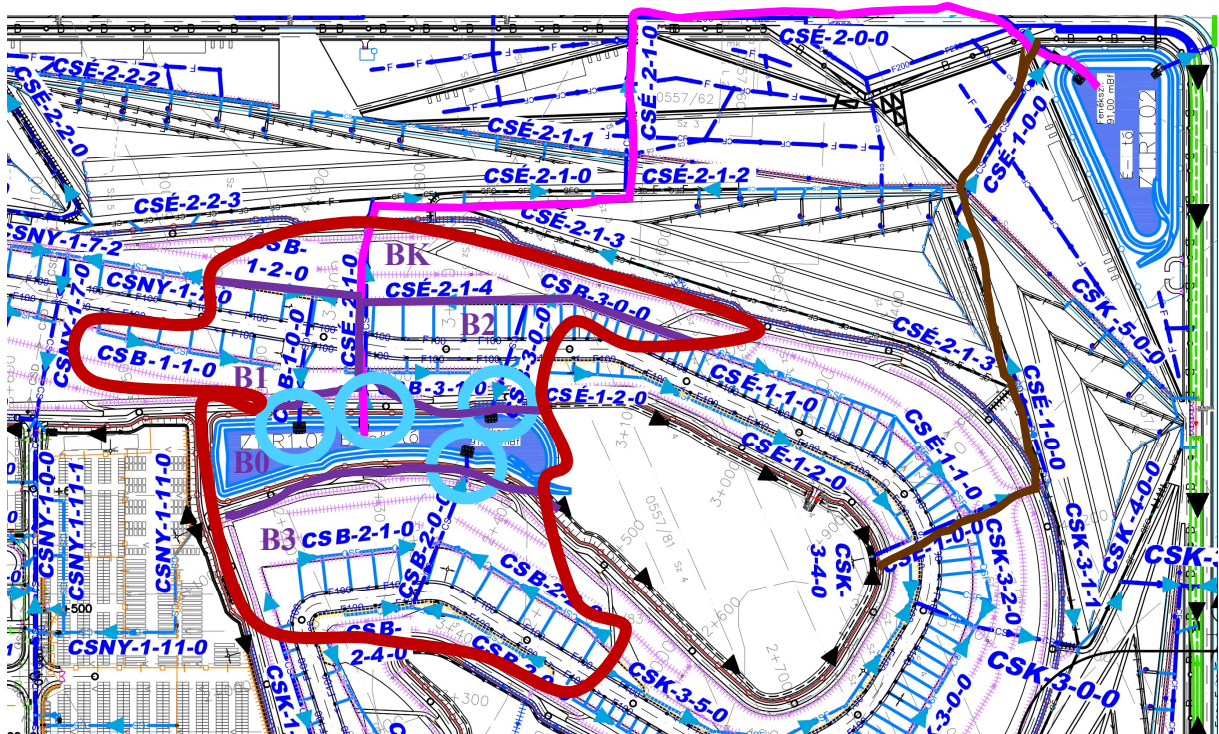
Többek között azért volt szükség a tározás lépcsőzésére, mert ha csak egy tározóban tartanák vissza a vizet, ahhoz akkora tavakra lett volna szükség, melyek az egyéb létesítmények közelsége miatt nem lettek volna kivitelezhetőek. Továbbá az öt tóból négybe átemelőn keresztül érkezik a víz, ezeknél célszerű volt a minél kisebb vízhozamra törekedni a gépészeti költségek csökkentése miatt.

1.1.3.1 Vizsgált terület

A Z1 zóna északi részén található „belső tó” eredetileg nem volt tervezett létesítmény. Az útpályarészű és a rendezett terep között lévő nagy szintkülönbség miatt „természetesen” alakult ki. A két tervezett úttöltés között létrejött, tározásra alkalmas részen földmunka plusz költséget csak a kelet felőli elzárás, a kezelő út és rámpák jelentettek. A tó célja az úgynevezett „magaszóna” (3. ábra: piros vastag vonal) vizeinek fogadása, ami gravitációsan tud érkezni a többi tóval ellentétben. További eltérés a másik négy tótól, hogy innen nem rögtön egy TIVIZIG-es befogadóba jut a víz, hanem az északi tározó árokba, ahonnan végül csatornán keresztül jut az északi tó átemelőjébe.

Dolgozatom célja, hogy megállapítsam, hogy a belső tó létesítése miatt keletkező plusz vízvisszatartási lépcsőfokok (3. ábra: bíbor vastag vonal) mennyivel csökkentik a költségeket azzal a verzióval szemben, mikor a magaszóna összes vize csak a CSÉ-1-0-0 jelű tározós

csatornában kerül visszatartásra, majd jut az északi tó áttemelőjébe. (3. ábra: barna vonal)



3. ábra: Magaszóna vízvezetési lehetőségei (Főmterv Zrt., 2022)

2 SZAKIRODALOM, ELMÉLETI HÁTTÉR

2.1 Csapadékvíz elvezető rendszer általános ismertetése

A komplexum területén a bevezetésben említett okok miatt (agyagos talaj, korlátozott vízkibocsátás a befogadókba), több lépcsős késleltetési rendszerre van szükség. A komplexum teljes területén a vízepítés a következő általános elvet követi. A pálya és bukótér víztelenítés a rendszer első foka, innen biztonsági okokból a vizet rögtön el kell vezetni. Az összegyűjtött víz a pályától elvezetve már tározható, innen kezdődik a rendszer lépcsőzése. Ez vagy tározós csatornában (nagy átmérőjű csövek kifolyásnál fojtása egy kisebb átmérőjű csővel), vagy tározós árkokban (jellemzően nagy fenékszélességűek, a szokásos 40 vagy 80 cm helyett akár 1,2 vagy 2,0 m is lehet) történik. A tározási lánc a víz útjától függően egy, kettő vagy több fokú is lehet, a komplexumon belül befogadóként szolgáló tározós tavak egyikének eléréséig. A négy tó valamelyikébe (a belső tó nem tartozik ide) érkező víz tovább haladása előtt itt is tározódik. A kifolyást zsilipállás szabályozza, így biztosítva, hogy a komplexumon kívüli végleges befogadóba érkező víz ne haladja meg a megszabott határértéket.

Az általam vizsgált vízgyűjtőkön a pálya víztelenítést a burkolat mentén elhelyezett folyókák végzik, melyek vizeit ~50 méterenként elhelyezett víznyelők juttatják kisebb gyűjtő-

csatornába. A folyóka alatti csatornák a magaszóna egyik nagyobb gyűjtőcsatornájába (3. ábra: CSB-1-0-0, CSB-1-1-0 stb....) érkeznek. A bukótérben szivárgó hálózat látja el a víztelenítési feladatot. Ezek lehetőségektől függően vagy egy folyóka csatornába vagy rögtön egy nagyobb gyűjtőcsatornába érkeznek.

A belső tóba három gravitációs gyűjtőcsatorna szállítja a vizet. A CSB-1-0-0, ami a B1-es vízgyűjtőhöz, a CSB-2-0-0 a B3-hoz, végül a CSB-3-0-0 a B2-höz tartozik. Ezek mellékágai a beléjük csatlakozó folyóka csatornák. A BK vízgyűjtő vizeit a CSÉ-2-1-0 csatorna fogadja, ami a belső tó gravitációs kivezetése is egyben. (A jelzés értékű vízgyűjtő lehatárolások, lila vonallal és a méretezési pontok kék karikával a 3. ábrán látszanak.) A csatorna elnevezésében szereplő „É” betű arra utal, hogy az innen érkező víz utolsó tározási foka az északi tározótó lesz. Tehát a belső tó a többi tározótóval ellentétben különleges pozíciót tölt be, nem a tározási lánc vége, hanem egy köztes fokának számít.

2.2 Vízgyűjtők lehatárolása

A vízgyűjtő területek meghatározása a hidrológiai méretezés első lépése. Általánosságban azon vízválasztókkal körülvett területeket nevezzük vízgyűjtőknek, ahonnan a ráeső és felszín alatt áramló vizek a terület egy adott szelvénye (legmélyebb pontja) felé haladnak. (Lázár, 2013)

A gyakorlatban megkülönböztethetünk felszín feletti és felszín alatti vízgyűjtő területeket, mivel ezeknek nem feltétlenül kell területileg egybeesnie. A vizsgált helyszínen viszont a lehatárolások mind a felszín feletti és felszín alatti vízgyűjtőket magukba foglalják.

A lehatárolás és a vízműtani számítás a tervezés alatt többször változott, a legfrissebb vízépítési megoldásokhoz igazodva. Dolgozatomban a legutolsó verziót, a kiviteli tervdokumentációt vettem alapul. Mind a vízelvezetési rendszer végső kialakításában, és a környező, dolgozatomban nem érintett területek vízhozamában. A vizsgálat során a belső tó és a hozzá tartozó „magaszóna” vízhozamának számítását és a tározó méretezését újra elvégeztem. A belső tó teljes vízgyűjtő területe a magaszónában található, ezt részvízgyűjtőkre osztottam, a továbbiakban ezeket a „részvízgyűjtőket” fogom „vízgyűjtőnek” nevezni.

A vízgyűjtők lehatárolása Civil3D programban készült kézi és automatikus módszer ötvözésével. A belső tónak összesen négy elkülönülő vízgyűjtő területet határoztam meg, a három gravitációs bevezetéshez tartozó vízgyűjtők a B1, B2 és a B3 jelet kapták, a B0 jelű vízgyűjtő terület pedig a belső tó és környezete, ahonnan az érkező víz az egyik gravitációs

bevezetésbe se talál bele, hanem rögtön a tóba folyik. A méretezési pontok az adott vízgyűjtőhöz tartozó bevezető csatornák betorkollásai, a B0-hoz nem tartozik bevezető csatorna, így a kivezető csatorna tó felőli végét tekintetem a méretezési pontjának.

1. táblázat: Belső tó vízgyűjtőinek területe

Vízgyűjtő jele	Terület (ha)
B0	1,88
B1	1,15
B2	1,03
B3	2,58

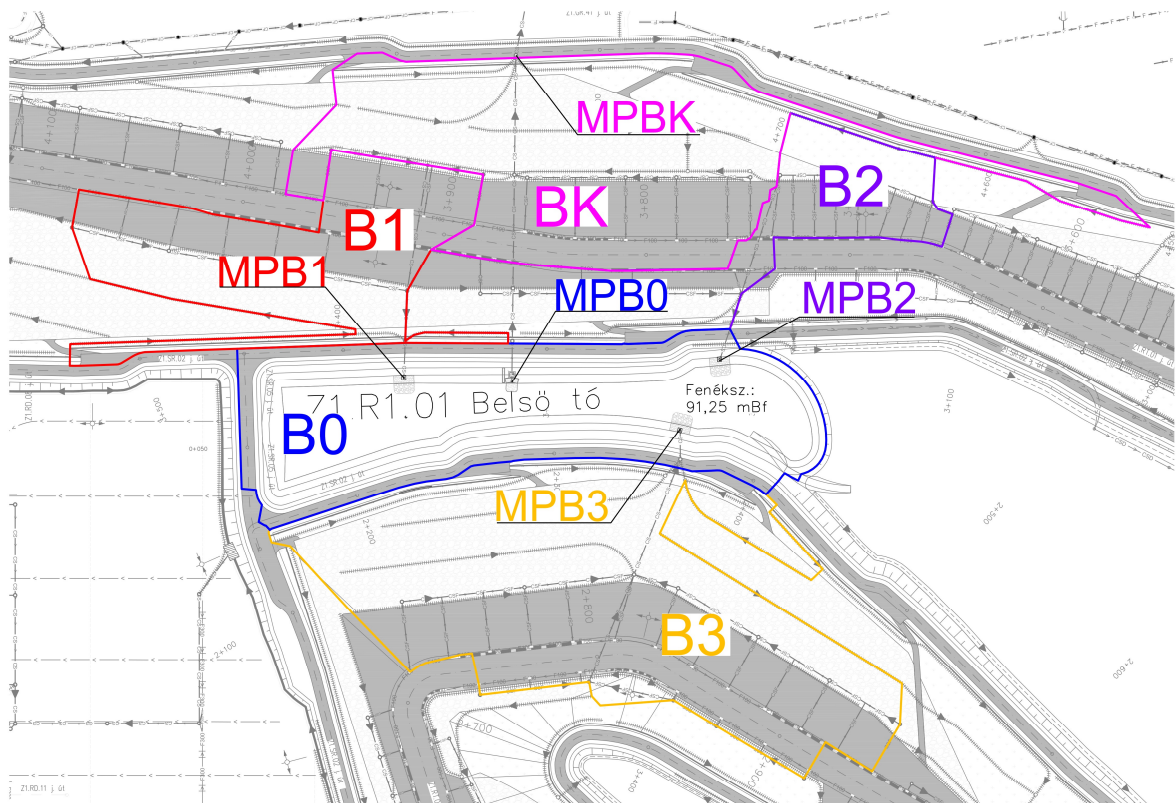
A belső tó szempontjából lényeges négy vízgyűjtő (1. táblázat) összesen 6,64 ha területet foglal magába. A komplexum egész területére négy elkülöníthető felszín takaró jellemző, melyek közül mindegyik megtalálható a belső tó vízgyűjtőin is:

- aszfalt burkolat → A versenypálya, szervízutak, parkolók és egyéb utak.
- homokos kavics → A versenypálya melletti bukótér.
- zöldfelület → Egyéb burkolatlan felületek (például: tavak, földlelátók/ „szilánkok”).
- rézsűk → A belső tó vízgyűjtőin 1:2,5-ös esésű burkolatlan felületek.

Az 1. táblázatban szereplő vízgyűjtőkről érkező vizek a több lépcsős tározási folyamat 1. fokán találhatóak, azaz ezek a vizek visszatartás nélkül érkeznek a belső tóba, ahonnan egy csillapított vízhozam fog tovább haladni a zártszelvényű kivezető csatornába. Viszont a magaszónán elkülöníthető még egy vízgyűjtő terület, ez a „BK” jelölést kapta (2. táblázat, 4. ábra). Az innen érkező vizeket nem a belső tó, hanem a belső tó kivezető csatornája fogadja, így a tóból távozó vízhozamhoz csillapítatlanul adódnak hozzá. Méretezési pontja a kivezető CSÉ-2-1-0 csatorna utolsó, még a vízgyűjtő területre eső aknája. A végleges vízgyűjtő lehatárolások és méretezési pontjaik, melyekkel újra elvégeztem a számításokat a 4. ábrán láthatóak.

2. táblázat: BK vízgyűjtő terület

Vízgyűjtő jele	Terület (ha)
BK	2,00



4. ábra: Vízyűjtő lehatárolás (Főmterv Zrt.,2023)

2.3 Mértékadó vízhozam meghatározása (Q_m)

A vízyűjtők lehatárolása után a rajtuk összegyűlő vízhozam meghatározása a következő lépés. A komplexum teljes területén, a racionális módszer alkalmazásával történt a számítás, az MI-10-455/2–1988 szabvány alapján. A módszer alkalmazása alatt az Országos Vízügyi Főigazgatóság 1/2021-es utasítása is figyelembe lett véve az eredeti tervdokumentációban, így én is aszerint végeztem újra a számításokat. A mértékadó csapadék visszatérési idő a 10 éves volt, mivel tározók esetében az a bevett szokás, hogy a belevezető rendszert terhelő csapadék visszatérési idejénél nagyobb alkalmazzunk (jelen esetben a csatorna 4 éves visszatérési idejű csapadékeseményénél.)

A racionális módszer lényege, hogy a mértékadó vízhozamot az az adott intenzitású csapadékesemény hozza létre, melynek időtartama megegyezik egy adott méretezési ponthoz tartozó összegyülekezési idővel. A számítások során feltételezzük, hogy adott vízyűjtőre egyenletes intenzitású csapadék, a térben egyenletesen hullik le. Majd ennek az időben változatlan és a csapadék intenzitástól független, de a lefolyási tényezőtől függő, mennyisége folyik tovább a méretezési pont felé. (Fehér et al., 1986)

A vízhozam képlet eredetileg:

$$Q = \alpha_k * i_p * A$$

Az OVF utasítás ezt a képletet egy „klímabiztonsági tényezővel” egészíti ki:

$$Q_m = \alpha_k * i_p * A * K$$

Ahol:

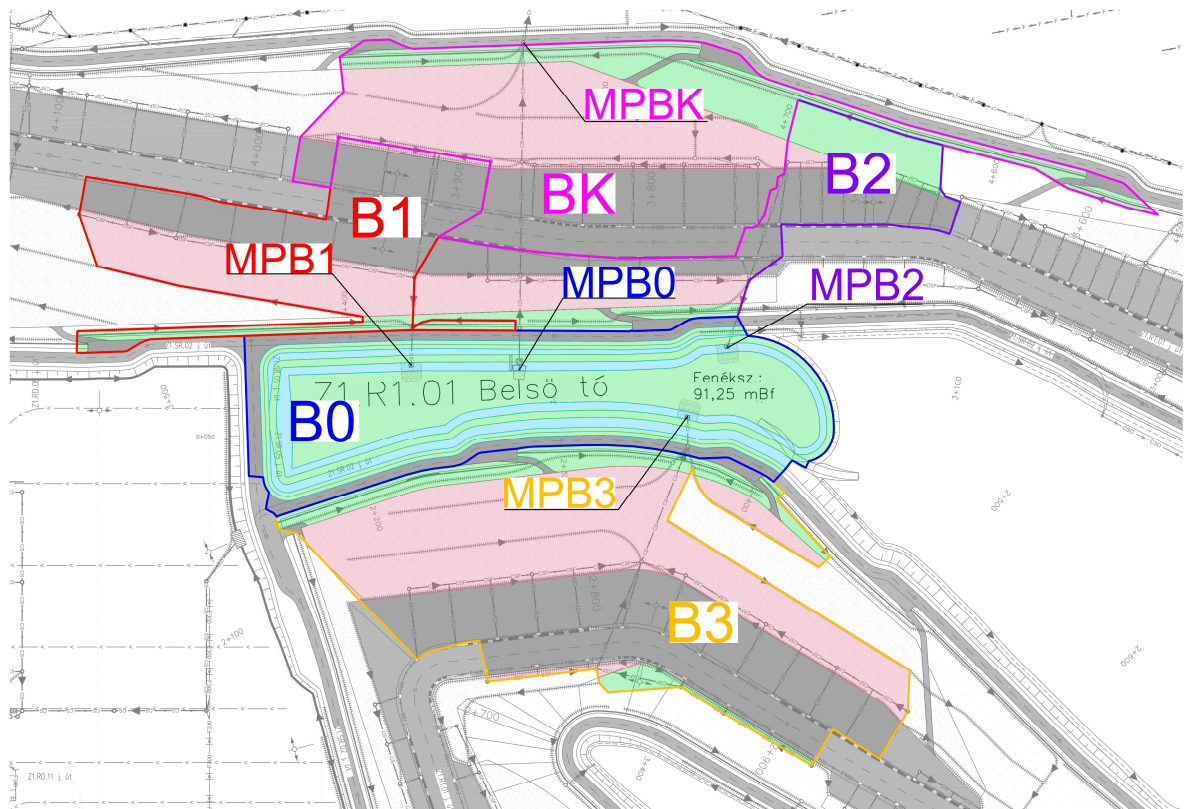
- $Q_m \rightarrow$ Az adott vízgyűjtőről érkező mértékadó vízhozam (l/s).
- $i_p \rightarrow$ Csapadék intenzitás (l/s *ha).
- $\alpha_k \rightarrow$ A korrigált lefolyási tényező.
- $A \rightarrow$ A vízgyűjtő terület nagysága (ha).
- $K \rightarrow$ Klímabiztonsági tényező (2.1-es melléklet)

2.3.1 Korrigált lefolyási tényező (α_k)

A lefolyási tényező az a (mértékegység nélküli) viszonyszám, ami az adott területre érkező és az onnan tovább folyó csapadék kapcsolatát mutatja. A lefolyási tényező minél pontosabb meghatározása fontos lépése a racionális számításnak, ennek érdekében vízgyűjtő területenként egy jellemző (súlyozott) érték meghatározásával kezdtem a számítását. Ennek további korrigálására van lehetőség különböző irányelvek alapján, így számítható ki a korrigált lefolyási tényező. (Dr. Balatonyi, 2021)

Az eredeti tervdokumentációban az MI-10-455-2:1998-as irányelv alapján korrigált lefolyási tényezőt a súlyozott lefolyási tényező „zápor csapadék ismétlődési időtől függő valószínűségi változóval” való megszorzásával kaptuk (a mértékadó ismétlődési idő a 10 év). A tervdokumentációtól eltérően a számításomba belevettem az MI-10-167/3: 1975 irányelv szerinti terepeséstől függő korrekciót is. Ezért a lefolyási tényezőt 2-5% tereplejtés esetén 5%-kal, 5% lejtés fölött 10%-kal növeltem.

A vizsgált vízgyűjtő területeken először a felszintakarók arányában meghatároztam egy súlyozott lefolyási tényező (α_s) értéket. Ehhez a lehatárolásokon belül a különböző felületek elkülönítésére, majd a részterületük megállapítására volt szükség. Az 5. ábra az AutoCad-ben készült, a vízgyűjtőterületek felszintakaró szerinti felosztását mutatja. A különböző színű sraffal jelölt terület egységek a négy felület kategória egyikét ábrázolják. A piros színű sraff a homokos-kavicsos bukótérhez, a szürke az aszfalt burkolathoz, a zöld a zöldterületekhez és a kék a rézsűkhöz lett rendelve:



5. ábra: Vízgyűjtők felszíntakarói (Főmterv Zrt., 2023)

A sraff területek alapján ki tudtam gyűjteni a vízgyűjtő területeken lévő különböző felületek méretét, majd kiszámítottam a teljes vízgyűjtő méretéhez viszonyított százalékos értéküket. Az öt vízgyűjtő területen található különböző felületfajták százalékos eloszlását a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat: Vízgyűjtő felülettakaró megoszlása

Vízgyűjtő jele	Burkolt (A ₁ (%))	Homokos kavics (A ₂ (%))	Rézsű (A ₃ (%))	Zöldterület (A ₄ (%))
B0	16	0	24	60
B1	52	38	0	10
B2	44	29	0	27
B3	41	47	0	12
BK	35	43	0	22

A feljebb említett négy kategória és a hozzájuk tartozó „ α ” lefolyási tényező értékek a 2.2-es mellékelt táblázat alapján:

- aszfalt burkolat ($\alpha_1=0,9$)
- homokos kavics ($\alpha_2=0,8$)
- rézsű ($\alpha_3=0,6$)
- zöldterület ($\alpha_4=0,2$)

Három kategória (aszfalt burkolat, homokos kavics, zöldterület) „ α ” értéke a felülettakaró típusától függ, ezeket a terepesés nagyságának függvényében lehet tovább korrigálni. A „rézsűk” egy speciális kategória, aminek az alfa értékét nem lehet a segédletből kiolvasni.

A rézsűk különválasztását az tette szükségessé, hogy bár füves takarójú területek, de jelentős terepeséssel rendelkeznek. Mivel ez a tervezési terület összes rézsűjére igaz és a zöld területhez tartozó 0,2-es α -t (vagy annak terepesés szerinti korrekciója, a 0,22-t) nem tartottuk elegendőnek, így a rézsűhajlást (belső tónál 1:2,5) figyelembe véve felvettünk egy 0,6-os α -t.

A súlyozott lefolyási tényező számítási módja egy adott vízgyűjtőre:

$$\alpha_s = \frac{(A_{1(\%)} * \alpha_1 + A_{2(\%)} * \alpha_2 + A_{3(\%)} * \alpha_3 + A_{4(\%)} * \alpha_4)}{100}$$

Ahol:

- $\alpha_s \rightarrow$ Súlyozott lefolyási tényező.
- $A_{1-4(\%)} \rightarrow$ Felület takarók százalékos eloszlása.
- $\alpha_{1-4} \rightarrow$ Felület takaróhoz tartozó lefolyási tényező.

A korrigált lefolyási tényezőt a súlyozott lefolyási tényezőből kapjuk. A fent említett korrekciókat (zápor csapadék ismétlődés, terepesés) elvégeztem az összes vízgyűjtő területre. A B0-ás vízgyűjtő az egyetlen, ahol rézsűk találhatóak. Mivel a rézsűk alap lefolyási tényezője már magába foglalja a rézsűhajlást, így a teljes vízgyűjtő terület átlag esésének meghatározásához nem vettem még egyszer figyelembe a rézsűket.

A korrigált lefolyási tényezőt a súlyozott, egy „lefolyási valószínűségi változóval” való felszorzásával kapjuk. A meghatározott 10 éves visszatérési időhöz tartozó valószínűségi változó az 1,04, ami a 2.3-as mellékelt táblázatból kiolvasható.

Vízgyűjtő területenként az átlagos terepesés az összegyülekezési időt is befolyásolja, így azoknak az értékei a következő fejezetben, az összegyülekezés számításánál, az 5. táblázatban vannak kigyűjtve.

A súlyozott és korrigált lefolyási tényezők végeredményeit a 4. táblázatban foglaltam össze. Az „ α_s ” oszlopban a vízgyűjtő lehatárolásokhoz tartozó súlyozott értékek, az „ α_e ” oszlopban az eredeti tervdokumentáció szerinti (csak a zápor csapadék gyakorisággal korrigált) értékek és az „ α_k ” oszlopban az általam meghatározott korrigált lefolyási tényező van, mely a gyakoriságot és a terepesést is figyelembe veszi a számításnál. A táblázat legalsó sora a részvízgyűjtők mérete és lefolyási tényezője alapján súlyozott, a magaszóna egészére jellemző, korrigált lefolyási tényezőt tartalmazza:

$$\alpha_k = \alpha_s * K_p + \alpha_s * K\%$$

Ahol:

- α_k → Korrigált lefolyási tényező.
- α_s → Súlyozott lefolyási tényező.
- K_p → Zápor csapadék gyakoriságtól függő szorzó.
- $K\%$ → Terepesésétől függő %-os korrekció.

4. táblázat: Lefolyási tényezők

Vízgyűjtő jele	Súlyozott lefoly.t α_s	Korrigált lefoly.t α_e	Korrigált lefoly.t α_k
B0	0,41	0,42	0,44
B1	0,79	0,82	0,86
B2	0,68	0,71	0,71
B3	0,77	0,80	0,84
BK	0,70	0,73	0,77
Magaszóna lefolyási tényezője:			0,72

2.3.2 Összegyülekezési idő (t_c)

Összegyülekezési idő (t_c) alatt azt az időtartamot értjük, amely során a vizsgált szelvénybe a vízgyűjtő legtávolabbi pontjáról is eljut a csapadék. A terepen lévő csapadék mozgása szerint

két típust különböztetünk meg. A felszíni, leperszerű lefolyást (t_1) és a medrekben összegyűlt, koncentrált lefolyást (t_2). A keresett összegyülekezési idő értéket a két részeredmény összegeként kapjuk meg.

$$t_c = t_1 + t_2$$

2.3.2.1 Összegyülekezés terepen (t_1)

A 400 méternél rövidebb lefolyási úttal rendelkező vízgyűjtőknél a terepi összegyülekezés számításához a módosított Kerby képlet használható (Csermák Béla, 1985):

$$t_1 = 1,2 * \left(\frac{n * L_1}{\sqrt{I_m}} \right)^{0,5}$$

Ahol:

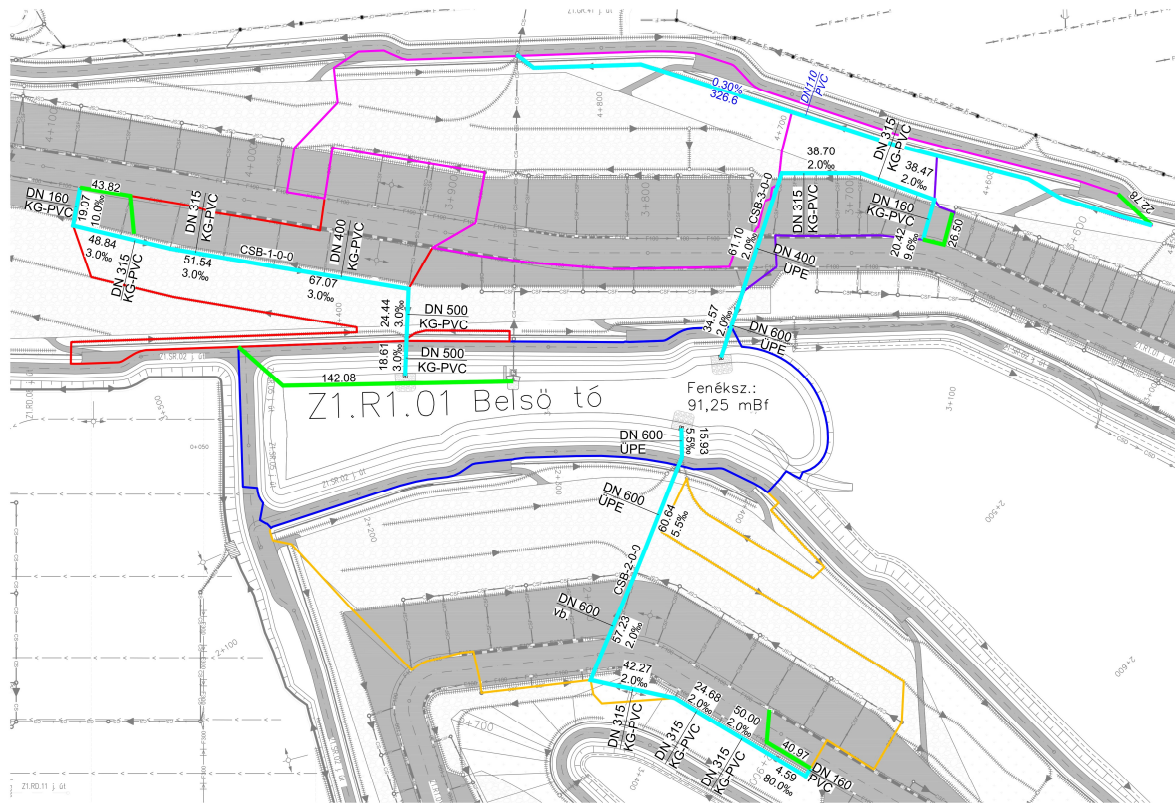
- $t_1 \rightarrow$ A terepi összegyülekezési idő (min)
- $n \rightarrow$ Manning-féle érdességi tényező ($s/m^{1/3}$)
- $L_1 \rightarrow$ Terep lefolyás hossz (m)
- $I_m \rightarrow$ Terep átlag esése (m/m)

A tereplefolyási hossz az a távolság (kritikus útvonal) melyről a csapadék a legtöbb idő alatt ér el a méretezési ponthoz. Leggyakrabban a vízgyűjtő területek szélétől indul. Jelen esetben tisztán terepi lefolyással csak egy vízgyűjtő (B0) rendelkezett.

A B0 a tó környezetét foglalja magába, az ide hulló csapadék a terepesés miatt a felszínen be tud jutni a tóba.

A maradék négy (B1, B2, B3 és BK) vízgyűjtő terület kritikus lefolyása nagyrészt zárt szelvényben történik. Terepi lefolyásnak az aszfaltburkolatokról az első víznyelőig tekintetem a víz útját, a víznyelő bekötéstől már mederbéli (jelen esetben zárt szelvényű) lefolyásként kezeltem.

A lefolyási utak meghatározására az AutoCad-ben berajzoltam (6. ábra: zöld vonal a terepi lefolyás, a kék pedig a mederbéli) az összes vízgyűjtőhöz tartozó kritikus útvonalat, és lemértem a hosszukat, amiket a terepi gyülekezési idő számításához szükséges egyéb adatokkal együtt az 5. táblázatban foglaltam össze.



6. ábra: Lefolyási utak (Főmterv Zrt., 2023)

A Manning érdességi tényezőt a súlyozott lefolyási tényezőhöz hasonlóan határoztam meg a különböző felületű területek arányában. A felületekhez tartozó kezdeti értékeket a mellékelt 2.4-es táblázatból kerestem ki. Az aszfaltburkolathoz 0,1-et, a bukótérhez 0,15-öt és a füves területekhez 0,3-at választottam. A „rézsűk” kategória nem szerepel a táblázatban, így külön kellett egy kezdeti értéket felvenni. Az α értékeket figyelembe véve a 0,2-es érdességi tényezőt választottam a rézsűknek, így az aszfalt burkolatnál és bukótérnél nagyobb, de a sík zöldterületekhez képest kisebb a Manning érdességük. A súlyozott érdességi tényezők az 5. táblázat „Manning érdesség” oszlopában vannak.

Az átlagesést úgyszintén Civil3D segítségével állapítottam meg. Az elkészített terepmodellt a vízgyűjtő lehatárolások segítségével „métrétre vágtam” (peremvonalként használtam őket). Az így létrejött vízgyűjtő felületmodellek tulajdonságaiból ki tudtam olvasni a részterület átlagesését. A végeredmények az 5. táblázatban, a „Terep átlagesés” oszlopban láthatóak.

A terep lefolyási hossza sehol se érte el a 400 métert, így a Kerby- képletet használhattam az összes terepi összegyülekezés meghatározására. Az 5. táblázatban láthatóak a kiszámított összegyülekezési idők, ezek közül csak a B0 éri el a 10 percet. Ahol 10 percnél kevesebb az

összegyülekezés, ott a VMS-201-1-77 szabvány szerint minimum 10 perces terepi összegyülekezéssel kell tovább számolni.

5. táblázat: Összegyülekezés terepen

Vízgyűjtő jele	Terep lefolyás hossz L_1 (m)	Manning érdesség n ($s/m^{1/3}$)	Terep átlagesés I_m (m/m)	Számított gyülekezési idő terepen (t_{sz})	Végleges gyülekezési idő terepen (t_c)
B0	142,08	0,24	0,021	18,58	18,58
B1	43,82	0,14	0,025	7,45	10
B2	26,50	0,17	0,019	6,82	10
B3	40,97	0,15	0,026	7,34	10
BK	22,78	0,17	0,026	5,80	10

2.3.2.2 Összegyülekezés vízfolyásban (t_2)

A vízfolyásokban a lefolyási időt szakaszonként részidőkre szedve számítjuk, majd a részeredményeket összeadjuk. A szakaszok eltérő geometriai és hidraulikai jellemzőkkel rendelkeznek. A számításához a következő képletet használtam (Jancsó et al., 2019):

$$t_2 = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{v_i}$$

Ahol:

- $t_2 \rightarrow$ A vízfolyásokban az összegyülekezési idő. (min)
- $L_i \rightarrow$ A mederszakasz lefolyás hossza. (m)
- $v_i \rightarrow$ A közép sebesség mederszakaszban. (m/s)
- $n \rightarrow$ A mederszakaszok száma.

A mederszakasz lefolyási hossza az a távolság, melyet a víz koncentrált lefolyással tesz meg, jelen esetben zárt szelvényben, mivel nyílt árok nincsen egyik vízgyűjtő területen sem. A tóba koncentrált lefolyással a CSB-1-0-0, CSB-2-0-0 és a CSB-3-0-0 gravitációs csatornákon keresztül érkezik a víz (3. ábrán láthatóak a csatorna azonosítók). A BK vízgyűjtőn egy szivárgó csőben történik a leghosszabb útvonalú mederbéli lefolyás. A B0 vízgyűjtő területen csak terepi lefolyás van.

A fenti képlet kiszámításához a lefolyási hosszra és a szelvénybéli középsebességre van szükség. A csatorna és szivárgó hálózatok Civil3D-ben készültek, így a cső adatokból ki tudtam

olvasni a kritikus lefolyási útvonalban résztvevő csatorna szakaszok hosszát, átmérőjét, esését és anyagát. A szivárgó csővel ugyanígy jártam el.

A szelvény középsebességeket adott csőszakaszokban a Prandtl-Colebrook összefüggéssel határoztam meg (Eggelsmann Rudolf, 1987):

$$v = -2 \lg \left[\frac{2,51 * v}{D \sqrt{2gDI}} + \frac{k}{3,71D} \right] * \sqrt{2gDI}$$

Ahol:

- $v \rightarrow$ Szelvény középsebessége (m/s)
- $v \rightarrow$ Víz áramlási középsebessége
 - $v = 1,31 * 10^{-6}$
- $D \rightarrow$ Cső átmérője (m)
- $I \rightarrow$ Cső esése. (m/m)
- $k \rightarrow$ Érdességi tényező (mm)
- $g \rightarrow$ Gravitációs gyorsulás (m/s²)

A csövek átmérőjét és esését a kinyert adatokból egyből be tudtam helyettesíteni. Az anyagból meghatároztam a hozzá tartozó érdességi tényezőt, ami a PVC és ÜPE csövek esetében 0,4, míg a vasbeton csőnél 1,5. A szakaszonként kiszámított sebességeket súlyozottan átlagoltam, hogy az egész érintett szakaszra jellemző középsebességet kapjak. Ennek az eredménye és a medren belüli összegyülekezési idő a 6. táblázatban található, a cső kimutatások pedig az 2.5-ös mellékletben láthatóak.

6. táblázat: Összegyülekezés vízfolyásban

Vízgyűjtő jele	Csőszakasz lefolyásihossz L_i (m)	Sebesség csőben v_i (m/s)	Gyülekezési idő csőben t_2 (min)
B0	-	-	0,00
B1	229,50	1,04	3,69
B2	193,30	0,89	3,62
B3	255,30	1,14	3,73
BK	326,60	0,46	9,23

Az 5. és a 6. táblázatban feltüntetett terepi és mederbeli összegyülekezés végeredményeket vízgyűjtőnként összeadva kapjuk a t_c értéket az adott területre, a 7. táblázatban összefoglaltam az eddigi számítások (t_1 és t_2) végeredményeit még egyszer, valamint a kiszámított t_c értékeket.

7. táblázat: Összegyülekezési idő

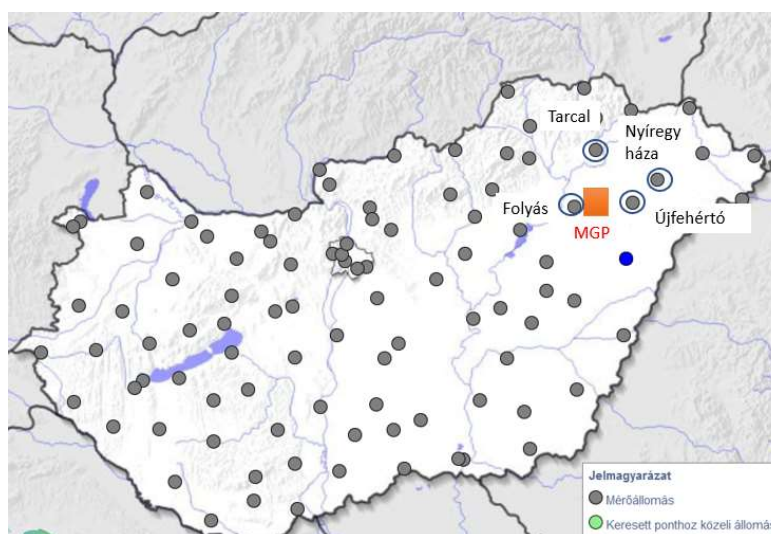
Vízgyűjtő neve	Terepi összegyülekezés t_1 (min)	Vízfolyásokban összegyülekezés t_2 (min)	Összegyülekezési idő (min) $t_c = t_1 + t_2$
B0	18,58	0,00	18,58
B1	10,00	3,69	13,69
B2	10,00	3,62	13,62
B3	10,00	3,73	13,73
BK	10,00	9,23	19,23

2.3.3 Mértékadó csapadék intenzitás (i_p)

Az adott időegység alatt lehulló csapadékmennyiséget nevezzük a csapadék intenzitásának. A racionális módszer a csapadék időtartamát az összegyülekezési idejével megegyezőnek tekinti, így a kiszámított összegyülekezési idő segítségével meg lehet határozni azt az időtartamú csapadékot melynek az intenzitása a mértékadó. (Kontur István et al., 1993)

Az előző fejezetben számított összegyülekezési idők közül egy sem haladja meg az 1 órát, ezért nem szükséges a rövid vagy hosszú Montanari képletek használata. Jelen esetben a mértékadó csapadék intenzitás számítása mérőállomások adataiból, (szükség esetén interpolálással) megadható.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat csapadékinintenzitás méréseinek nyílt adatbázisából hozzáférhetőek a tervezési terület szempontjából lényeges mérőállomások adatai. A tervezéshez a Moto-GP versenypályához legközelebb eső 4 db mérőállomás (7. ábra: Tarcál, Nyíregyháza-Napkor, Folyás, Újfehértó) adatait mm/h mértékegységben lehetett letölteni. Az intenzitások 10, 20, 30 és 60 perces időtartamú csapadékokhoz vannak megadva a nyersadatban.



7. ábra: Mérőállomások (Főmterv Zrt., 2022)

A négy mérőállomás adataiból átlagot számolva, majd l/s-ba átváltva kaptuk meg a számításhoz használt intenzitási adatokat, a 10 éves gyakoriságot figyelembe véve. A 8. táblázatban, mivel az összes összegyülekezési idő 10 és 20 perc közé esett, a számolás során használt két értéket vastag betűvel jelöltem. Az összes összegyülekezési idő 10 és 20 perc közé esett, tehát az interpolálására a következő képletet alkalmaztam:

$$i_{10} = i_{10;10} + \left(\frac{(T_{20} - t_c) * i_{10;10} - i_{10;20}}{T_{20} - T_{10}} \right)$$

Ahol:

- i_{10} → Adott gyakoriságú ($p = 10$ év) csapadék intenzitása. (l/s)
- $i_{10;10}$ → A 10 éves gyakoriságú csapadék intenzitása 10 perc alatt. (l/s)
- $i_{10;20}$ → A 10 éves gyakoriságú csapadék intenzitása 20 perc alatt. (l/s)
- t_c → Az összegyülekezési idő. (min)

8. táblázat: Csapadék intenzitás adatok

Intenzitás	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves 100%-os	108,65	76,33	58,73	35,07
2 éves 50%-os	163,80	126,06	97,89	59,15
4 éves 25%-os	205,50	161,60	126,73	77,97
5 éves 20%-os	218,02	171,97	135,30	83,69
10 éves 10%-os	256,39	203,01	161,30	101,53
20 éves 5%-os	295,41	233,56	187,44	119,98
50 éves 2%-os	326,16	256,85	207,88	134,77
100 éves 1%-os	349,67	274,67	223,51	146,08

A fenti képlet alapján beinterpolált csapadék intenzitás adatok a 9. táblázatban szerepelnek:

9. táblázat: Számított csapadék intenzitás

Vízgyűjtő jele	Csapadék intenzitás i_p (l/s*ha)
B0	210,62
B1	236,70
B2	237,08
B3	236,49
BK	207,15

2.3.4 Vízhozam számítása

A fejezet elején bemutatott képletbe behelyettesítve a részsámítások értékeit az öt vízgyűjtő területről érkező mértékadó vízhozamokat kapjuk. A 10 éves gyakoriságú csapadékhoz külterületen az 1,1-es klímabiztonsági tényező (K) tartozik (2.1-es melléklet), a vízhozamokat ezzel felszorozva kaptam a vízgyűjtőkről származó végleges Q_m értékeket részterületenként, amik a 10. táblázatban vannak összefoglalva. A belső tó számításainál az abba érkező négy vízgyűjtő területről (B0, B1, B2 és B3) származó vízhozammal számoltam (a fent levezetett számítással, a tározásra kihegyezve), a BK vizeit a későbbi fejezetekben lévő, különböző belső tó nélküli verziók vizsgálatánál vettem figyelembe.

10. táblázat: Magaszóna $Q_{10\%}$ vízhozamai

Vízgyűjtő jele	Q (l/s)	Q_m (l/s) (Q*K)
B0	175,6	193,14
B1	234,7	258,22
B2	173,0	190,34
B3	512,5	563,80
BK	318,3	350,13
Belső tóba összesen:		1205,50
Összesen:		1555,63

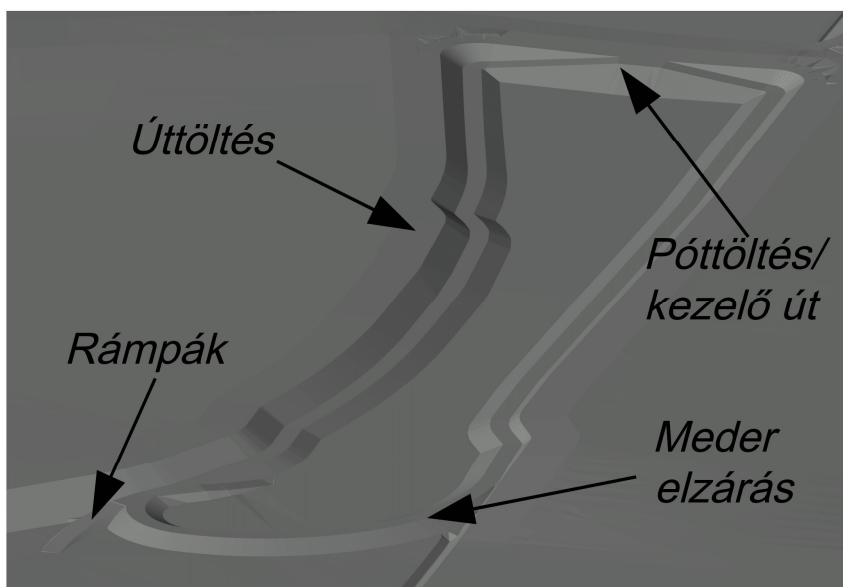
3 SZÁMÍTÁSOK

3.1 Belső tó

3.1.1 Alapadatok

A belső tó egycélú, árvízcsúcs csökkentő tározóként funkcionál (helyszínrajza a 3.1-es mellékletben látható.) A víz bevezetése három ponton, medence töltő csatornákon (3.2-es melléklet) keresztül, gravitációsan van megoldva. A tó ürítése egy leeresztő műtárgyon keresztül történik (3.3-es melléklet), amely áll egy dobozráccsal ellátott $\varnothing 30$ PVC bevezető csőből, egy fogadó aknából, ahol a bevezetés elzárására szolgáló zsiliptábla és az árapasztó nyílás található. Végül a tovább vezető csatornaszakaszból, melynek átmérője tavakként változhat, a belső tóból elvezető CSÉ-2-1-0-s csatorna átmérője a műtárgynál $\varnothing 30$ PVC.

A tó alakját és méretét a tervezett úttöltés nagyban meghatározta (8. ábra). Az úttöltésen kívüli szükséges földmunka a tó keleti oldalán lévő elzárás, a belső és külső rámpák, valamint a kezelő útként funkcionáló belső töltés, melyet az úttöltéssel körülvett részekon kell kialakítani.



8. ábra: Belső tó felépítése (Főmterv Zrt., 2023)

A projekt során a tervezési területet tereprendezési célból földdel töltik fel, a belső tó földművei és fenékszintje a feltöltött terepre lettek tervezve, nem a meglévő állapotra. A tó fenékszintje 91.25 m B.f. A töltés koronaszint 93.00 m B.f., ez nem az úttöltés szintje, hanem a keleti elzáráshoz tartozó koronaszint. (Főmterv, 2022)

A tározó által továbbengedett vizet és az így létrejövő vízszinteket a tervezés során a Juhász-Sorrensen módszerrel határozták meg egy program segítségével. Az újraszámítás alatt én táblázatosan, iterációs módszerrel végeztem el ugyanezt, az Excel segítségével.

3.1.2 Juhász-Sorrensen módszer

A Juhász-Sorrensen grafoanalitikus módszer (geometriai szerkesztések segítségével analitikus összefüggések megoldása) az árvízcsökkentő, nyitott zsilippel működő tározók teljesítőképességének az egyik számítási lehetősége. (Kontur István et al., 1993)

A nyitott zsilipű tározók esetében az érkező víz egy része azonnal tovább tud folyni, tehát a csapadékesemény kezdetétől távozik a tározóból egy redukált vízhozam. A kivezetés méretezésénél fontos a megengedett maximális alvízre engedhető vízhozam meghatározása és/vagy figyelembevétele. Az érkező víz egy része a tározóban marad, növelve az abban lévő vízszintet. A vízszint emelkedésével a zsilipnél fellépő víznyomás is növekszik, ami az átfolyó

vízhozam növekedésével jár. A kezelt zsilipű tározókkal ellentétben itt nem ellensúlyozzuk ezt a hatást a zsilip vezérlésével, hanem a zsilipnyílás méretezésénél figyelembe vesszük a hatását és olyan zsilipállást keresünk, amely a megengedett maximális távozó vízhozamot eredményezi. (Zsuffa, 1999)

A számításokat a következő táblázat alapján végeztem:

11. táblázat: Juhász-Sorrensen segéd táblázat

t	Δt	$Q_{\text{érkező}}$	$V_{\text{érkező}}$	$Q_{\text{távozó (felvett)}}$	$V_{\text{távozó (felvett)}}$	$V_{\text{be}} - V_{\text{ki}}$	$V_{\text{távozott}}$	$H_{\text{tározó}}$	$H_{\text{tározó}}$	A	$h_{\text{tározó}}$	$Q_{\text{ki (számított)}}$	$Q_{\text{felvett}} - Q_{\text{számított}}$
[h]	[s]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m B.f.]	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]	[m ³]

Ahol:

$t \rightarrow$ Adott időlépcső.

$\Delta t \rightarrow$ Időlépcsők között eltelt idő. (Jelen esetben 20 perc.)

$Q_{\text{érkező}} \rightarrow$ A tározóba érkező vízhozam.

$V_{\text{érkező}} \rightarrow$ Az érkező víz térfogata.

$Q_{\text{távozó (felvett)}}$ \rightarrow A számítások alatt használt egyik iteráció, az oszlop első kitöltése bármilyen 1-nél nagyobb számmal elvégezhető.

$V_{\text{távozó(felvett)}}$ \rightarrow A felvett távozó vízhozamhoz tartozó víztérfogat.

$V_{\text{be}} - V_{\text{ki}} \rightarrow$ Az érkező és távozó víz térfogat különbsége.

$V_{\text{távozott}} \rightarrow$ A tározóban maradt víz térfogata.

$H_{\text{tározó}} \rightarrow$ A tározóban lévő vízszint, méter Balti feletti értékben és méterben.

A \rightarrow Kifolyás során a nedvesített cső keresztmetszvény területe.

$h_{\text{tározó}} \rightarrow$ A nyomás magasság.

$Q_{\text{ki (számított)}}$ \rightarrow A zsilipállás és nyomásmagasság függvényében számított távozó vízhozam.

$Q_{\text{felvett}} - Q_{\text{számított}} \rightarrow$ Az iteráció ellenőrzésére szolgáló oszlop, az iterációt akkor lehet abbahagyni, ha értékei mind 0-át vesznek fel.

3.1.2.1 Árhullám görbe

A számítás elvégzéséhez a 2.3-as fejezetben levezetett vízhozam számítás alapján egy egyszerűsített árhullám görbét vettem fel. A fenti módszertől az eltérés az, hogy a számított összegyülekezés helyett, egy 3 óra hosszát tartó csapadékeseményt vettem a mértékadónak, az árhullám görbe felvételéhez. Több összegyülekezési idővel összevetve ez a csapadékesemény eredményezte a tározás szempontjából mértékadó vízhozamot. Az összegyülekezési idő így 180 perc mindegyik vízgyűjtő területre, a racionális csapadék intenzitás számítás 1 óra alatti összegyülekezés esetén használható. Mivel az összegyülekezés 3 óra, ezért a hosszú Montanari-képlettel számítottam újra az intenzitást, ami 3 és 24 óra összegyülekezés között alkalmazható. (Bíró et al., 1967):

$$i_p = a_p * \left(\frac{t_c}{t_a}\right)^{-m}$$

Ahol:

i_p → Mértékadó csapadék intenzitás (l/s*ha)

a_p → Adott visszatérési időhöz tartozó 10 perces csapadék intenzitás. Hosszú Montanari képlet esetén a mellékelt 3.4-es táblázatból kiolvasható. (l/s*ha)

t_c → Összegyülekezési idő. (óra)

t_a → A hosszú Montanari számításnál 60 perc/ 1 óra.

m → Konstans érték mely a mellékelt 3.4-es táblázatból kiolvasható.

Az új csapadérintenzitási értékekkel újraszámított vízhozamok a négy vízgyűjtő területre és a belső tavat érintő teljes vízhozam a 12. táblázatban van:

12. táblázat: $Q_{10\%}$ vízhozam számítás hosszú Montanari képlettel

Vízgyűjtő jele	Visszatérés (év)	10p.csap. intenz. a_p (l/s*ha)	t_a (min)	m	Csapadékint. i_p (l/s*ha)	Q (l/s)
B0	10	96	60	0,77	41,20	37,78
B1	10	96	60	0,77	41,20	44,94
B2	10	96	60	0,77	41,20	33,08
B3	10	96	60	0,77	41,20	98,22
Összesen:						214,02

Az árhullám ábrázolásához a Bukovszky-Marone-szabályt vettem alapul, ami a tározandó vízmennyiség meghatározására szolgál, abban az esetben, ha az érkező víz „n”-ed részét akarjuk az alvízre tovább engedni (Kontur István et al., 1993):

$$V_{\text{tározandó}} = \left[\frac{n-1}{n} \right] * V_{\text{teljes}}, \quad \text{Ha: } Q_m = \frac{Q_m}{n}$$

Ahol:

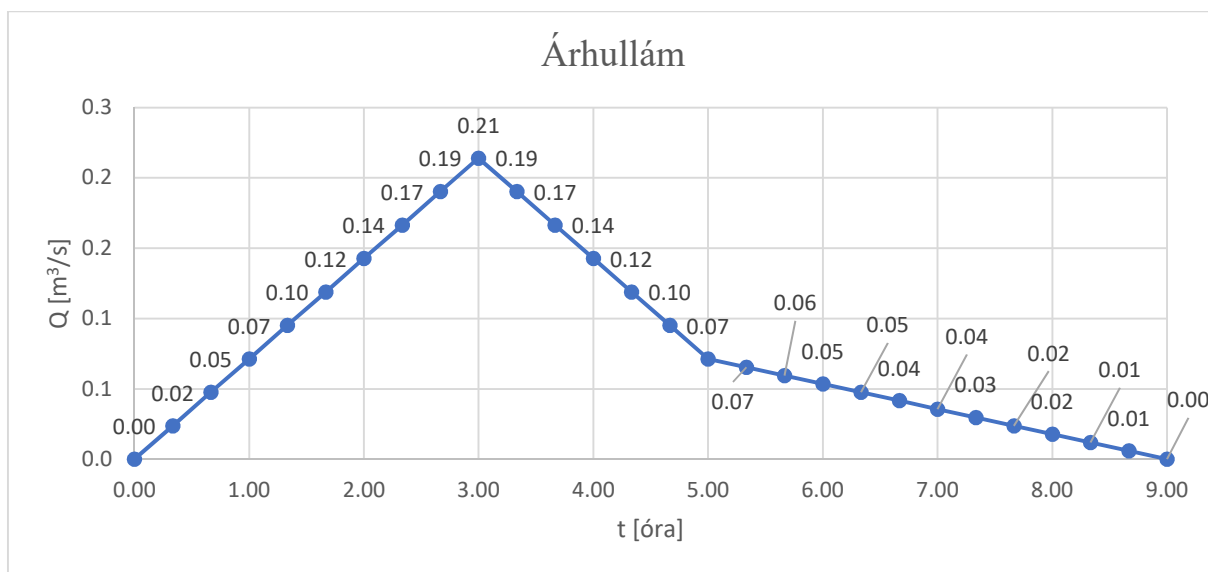
V_{tározandó} → A tározandó víztérfogat. (m³)

n → Az árhullám csökkentés mértéke.

V_{teljes} → A teljes érkező víztérfogat. (m³)

Q_m → Az érkező árhullám maximális vízhozama (m³/s)

Az árhullám görbe ábrázolásához n=3-mal dolgoztam, a „Q_m” a 12. táblázatból származó l/s-ról átváltva ~0,21 m³/s, az árhullám tetőpontja, ezt 3 óránál fogja felvenni a görbe. A görbe másik jellegzetes pontja a Q_m/n, azaz a 0,21/3=0,07 m³/s, amit öt óránál ér el.



9. ábra: Árhullám görbe (Főmterv Zrt., 2023)

A görbe adatai segítségével a táblázat „Qérkező” oszlopát kitöltöttem, a „Vérkező” oszlop meghatározásához a térfogatszámítást ($V=Q*\Delta t$) egy két pont közötti „Qérkező” értékkel végeztem el:

$$V_{\text{érkező}} = \frac{Q_{\text{érkező } n} + Q_{\text{érkező } n-1}}{2} * \Delta t$$

Ahol:

Vérkező → Az érkező víz térfogata. (m³)

Qérkező → Az érkező vízhozam (m³/s)

Δt → A két időpont között eltelt idő (s)

A „Qtávozófelvett” oszlopba beírtam tetszőleges értékeket, majd a „Vtávozófelvett” oszlopot a $V=Q*\Delta t$ képlettel kitöltöttem. A „Vbe – Vki” oszlopba is beírtam az érkező és a távozó víz térfogatának különbségeit adott időlépcsőnél. A „Vtározott” oszlop adatait a „Vbe-Vki” oszlop eredményeinek időlépcsőnkénti összeadásával kaptam, ez az oszlop mutatja a tározóban lévő víztérfogat változását az idő múlásával.

3.1.2.2 Tározó morfológiai jelleggörbék

A vízszint-emelkedés meghatározásához szükség van a tározó morfológiai jelleggörbéjére, amiről le lehet olvasni adott vízszinthez tartozó vízfelszín területét és a tározó térfogatát.

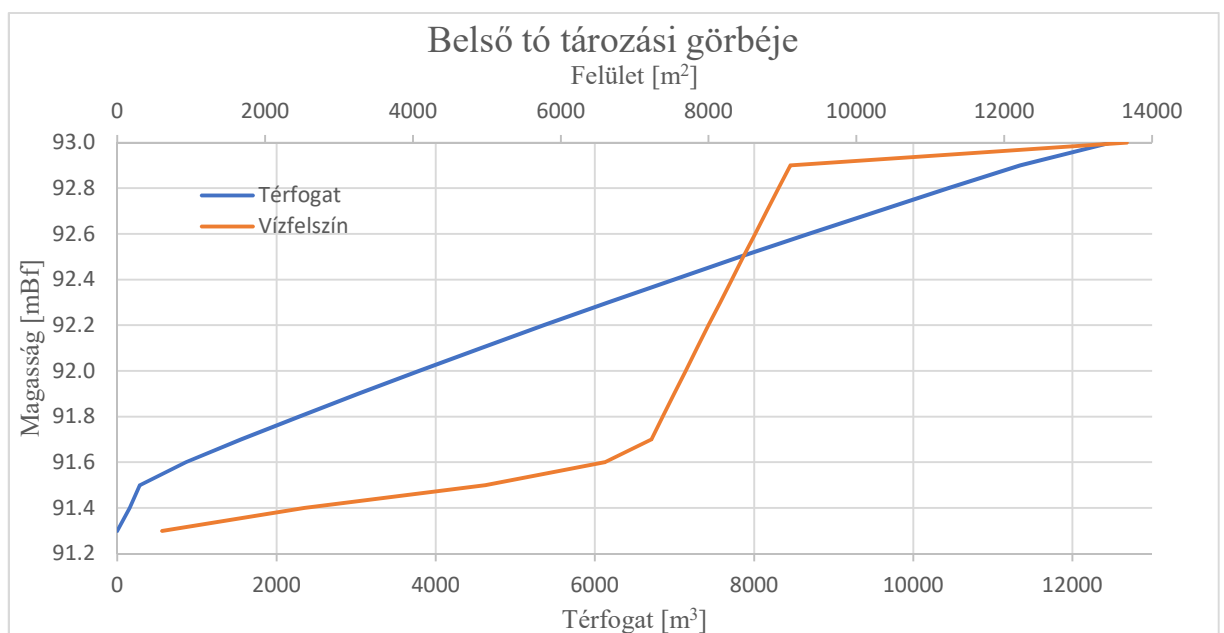
A jelleggörbe elkészítéséhez tudni kell az adott vízszintekhez tartozó térfogat és vízfelület nagyságát. A szükséges adatokat a Civil3D program segítségével állítottam elő, a tározó feltöltődésének „modellezésével”. A tó modelljének szintvonalas megjelenítést adtam, melyben a szintvonalak közötti távolságot 10 cm-nek vettem fel. A szintvonalakat a modelltől kinyerve létrehoztam mindegyikből egy-egy síkfelületet. Ezeknek a tulajdonságaiból (terület) ki lehet olvasni a vízálláshoz tartozó vízfelszín területét. A térfogat meghatározásához külön térfogat modelleket készítettem, a tómodell vizonyítási felületnek megadva mindegyik vízszint felületről. Az elkészített térfogatmodellek tulajdonságaiból ugyancsak kiolvastam a térfogat adatokat és a 13. táblázatban foglaltam össze őket, a görbék a 10. ábrán szerepelnek.

13. táblázat: F-V görbe adatok

Vízszint (m B.f.)	Vízfelszín F (m ²)	Térfogat V (m ³)
91,3	605	0
91,4	2532	157
91,5	4977	284
91,6	6601	863
91,7	7227	1554
91,8	7381	2284
91,9	7535	3030
92,0	7689	3791

92,1	7844	4568
92,2	8000	5360
92,3	8156	6168
92,4	8313	6992
92,5	8471	7831
92,6	8628	8686
92,7	8786	9556
92,8	8945	10443
92,9	9107	11346
93,0	13658	12484

10. ábra: F-V görbe (Főmterv Zrt., 2023)



Excel képletek segítségével először a „Htározó” [m B.f.] oszlopot számítottam ki, a térfogat morfológiai görbe adatait és a számított tározott víz térfogatokat („Vtározott”) felhasználva. Majd az adott térfogathoz tartozó vízszintből kivontam a tó fenékszintjét (91,25 m B.f.), ezzel a „Htározó” méterben megadott oszlopát is kitöltöttem.

3.1.2.3 Kifolyás

A „Qkiszámított” oszlop kitöltéséhez a kivezetésen távozó vízhozamot kellett meghatározni. A belső tó kivezetése egy nyitott zsilipű gravitációs leeresztő műtárgyon keresztül történik, befolyási szintje azonos a tó fenékszintjével. A műtárgyba egy 3 m hosszú, 10‰ esésű, DN315-ös PVC csövön keresztül jut a víz. A műtárgy belsejében, a zsiliptáblánál az érkező cső folyásfenék szintje 91,22 m B.f. (Főmterv Zrt., 2022)

A kiengedett vízhozam mennyisége függ a zsilipállás magasságától, ezért a táblázatos megoldás második iterációja egy olyan zsilipállás meghatározása, ami mellett teljesül a kifolyási vízhozamra szabott feltétel. A Moto-GP területén lévő tározó tavaknak egyöntetűen 100 l/s maximális távozó vízhozam lett kiszabva a maximális üzemi vízszint mellett. A belső tó maximális üzemi vízszintje 92.45 m B.f., tehát úgy kell zsilipállást választani, hogy ennél a vízállásnál a távozó vízhozam ne haladja meg a megengedettet.

A megoldás során figyelembe vettem, hogy a zsiliptábla szintjéig a kifolyás teljesen gravitációsan történik, abban az esetben viszont, ha a vízszint meghaladja a nyílás tetejét nyomás alatti kifolyásként kezeltem.

A vízhozam számításához a következő képletet alkalmaztam (Főmterv, 2022):

$$Q_{ki} = A * v * \mu$$

Ahol:

Q_{ki} → A távozó vízhozam. (m³/s)

A → Az elfolyási keresztmetszet. (m²)

v → Csőben lévő középsebesség. (m/s)

μ → Vízhozamtényező = 0,62

Az elfolyási keresztmetszet függ a cső átmérőjétől, a zsilipállástól és a vízszinttől. Az emelkedő vízszint hatására a nedves keresztmetszet folyamatosan növekszik, egészen a zsiliptábla szintjéig, innentől egy állandósult keresztmetszeten történik a kifolyás. Excelben a kör képletei (köröszelet területe) és szögfüggvények segítségével kiszámoltam az adott vízszinthez tartozó nedvesített keresztmetszetet. A képletbe belevettem azt is, hogyha a vízszint eléri a zsiliptábla alját, akkor a legutoljára kiszámolt keresztmetszet-felületet vegye fel a további vízállásokhoz.

Az áramlási sebesség számításához a gravitációs tartományban szabadfelszínű lefolyásként kezeltem a víz mozgását, a Chézy-képlet segítségével határoztam meg a középsebességet ilyen esetekben (Kontur István et al., 1993):

$$v = C * \sqrt{R * S}$$

Ahol:

$v \rightarrow$ A szelvénybeli középsebesség. (m/s)

$C \rightarrow$ A sebességtényező.

$$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$$

$n \rightarrow$ Manning érdességi tényező. A PVC csőnek $n=0,02$ érdességi tényezőt vettem fel. (PipeLife,2008)

$R \rightarrow$ Hidraulikus sugár. (m)

$$R = \frac{A}{K}$$

$A \rightarrow$ Nedvesített szelvény terület. (m²)

$K \rightarrow$ Nedvesített szelvény kerület. (m)

$S \rightarrow$ Szakaszesése. (m/m)

A nyomás alatti vízállásoknál a Bernoulli-egyenlet alapján számítottam ki a középsebességeket (Vermes, 2001):

$$U_1 + \frac{p_1}{\delta} + \frac{v_1^2}{2} = U_1 + \frac{p_2}{\delta} + \frac{v_2^2}{2}$$

Ahol:

$U_{1,2} \rightarrow$ Föld nehézségi erőterének potenciálja, jelen esetben kifejezhető $U_{1,2} = g * h_{1,2}$

$g \rightarrow$ Gravitációs gyorsulás. (9,81 m/s²)

$h_1 \rightarrow$ Vízsint befolyási oldalon. (m)

$h_2 \rightarrow$ Vízsint kifolyás tengelyében. (m)

$p_{1,2} \rightarrow$ Nyomás. (Pa)

$\delta \rightarrow$ Folyadék sűrűsége. (kg/m³)

Mivel $\frac{p_1}{\delta} = \frac{p_2}{\delta}$ ezért ezek a tagok kiesnek az egyenletből.

$v_1 \rightarrow$ Középsebesség befolyásnál. (0 m/s)

$v_2 \rightarrow$ Középsebesség a kifolyási oldalon, csőtengelyben. (m/s)

Az egyenletet egyszerűsítve és a v_2 ismeretlen sebességre kifejezve a következő képlettel számoltam tovább:

$$v_2 = ((g * h_1 - g * h_2) * 2)^{0,5}$$

Mivel a h_1-h_2 a nyomás magasság, ezért a képlet tovább egyszerűsíthető az alábbi formába:

$$v_2 = (h * g * 2)^{0,5}$$

Ahol:

$h \rightarrow$ A nyomásmagasság. (m)

A kifolyás gravitációs tartományában a nyomásmagasság megegyezik a vízzinttel. A nyomás alatti esetekben úgy kapjuk, hogy a vízzintből kivonjuk az elfolyás tengely magasságát. Ha teljes szelvényben történne a kifolyás, akkor a cső tengelye lenne ez, zsilipállás esetén viszont a hozzá tartozó nyílás tengelyével kell számolni. A táblázatot a nyomásmagasságokkal kitöltve, a sebesség oszlopát is ki tudtam számítani.

3.1.2.4 Távozó vízhozam számítása iterációval

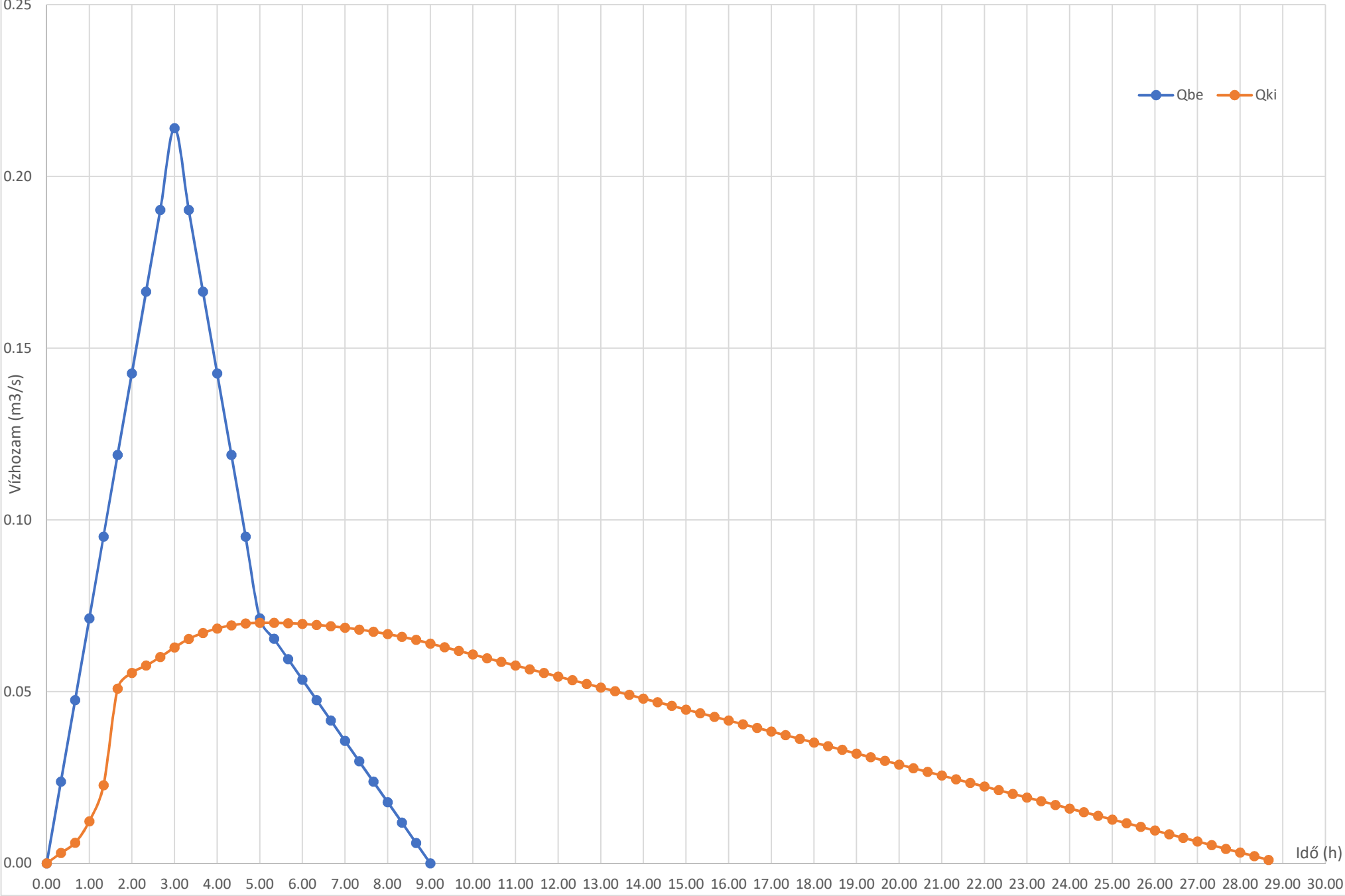
A táblázat lényege, hogy a „Qkifeltett” értékekkel végigszámolt eredményekkel eljussunk a „Qkiszámított” oszlopig, ahol a fejezet elején leírt képlettel az Excel elvégzi a vízhozamok számítását. Az itt kapott értékeket vissza kell másolni a „Qkifeltett” oszlopba mindaddig, amíg a „Qkifeltett-Qkiszámított” ellenőrző oszlop értékei mind kinullázódnak. Ha ez megtörtént, akkor vehetjük a számítást késznek. Különböző zsilipállások felvételénél az átmásolást újra el kell végezni, de ezzel a módszerrel tetszőleges zsilipállások melletti „Qki” vízhozamok könnyen kiszámíthatóak.

A belső tó esetében több zsilipállással is elvégeztem az iterációt. Azt tapasztaltam, hogy a lehető legkisebb nyílással is alig éri el a tározóban a víz a 64 centimétert. A feltétel az volt, hogy maximális üzemi vízszint mellett (1,20 m) a kifolyás ne legyen több 100 l/s-nál. A belső tó esetében a legkisebb zsilipállásnál is a vízszint a felét éri el a maximális üzemi vízszintnek, így szabadon választhattam egy nyílásméretet. A 20 cm-es zsilipállásnál maradtam, hogy a kieresztett árhullám tetőzése beleférjen a segéd táblázatom idősávjába. A 20 centiméteres nyílással a tározóból távozó $Q_{max} = 70$ l/s, 41 cm-es vízállás mellett. A 14. táblázat a 20 cm-es zsilipálláshoz tartozó teljesen kitöltött iteráló táblázat. Az iterációban résztvevő oszlopokat rózsaszínnel jelöltem. Az érkező és távozó árhullámot grafikusán is ábrázoltam, ez a 11. ábrán látható.

14. táblázat: Juhász-Sorrensen módszer 20 cm-es zsilipállásnál

t	Δt	Q_{be}	V_{be}	Q_{ki} (felvett)	V_{ki} (felvett)	$V_{be}-V_{ki}$	$V_{tározott}$	H tározó	H tározó	A	Nyomás magasság	v	Q_{ki} számított	$Q_{felvett} - Q_{számított}$
[h]	[s]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m B.f.]	[m]	[m ²]	[m]	(m/s)	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0,00	0	0,00	0,00	0,000	0	0	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000
0,33	1200	0,02	14,27	0,003	4	11	11	91,31	0,06	0,009	0,06	0,53	0,003	0,000
0,67	1200	0,05	42,80	0,006	7	36	46	91,33	0,08	0,015	0,08	0,64	0,006	0,000
1,00	1200	0,07	71,34	0,012	15	57	103	91,37	0,12	0,025	0,12	0,79	0,012	0,000
1,33	1200	0,10	99,88	0,023	27	73	175	91,41	0,16	0,040	0,16	0,92	0,023	0,000
1,67	1200	0,12	128,41	0,051	61	67	243	91,47	0,22	0,040	0,12	2,07	0,051	0,000
2,00	1200	0,14	156,95	0,055	67	90	333	91,51	0,26	0,040	0,16	2,25	0,055	0,000
2,33	1200	0,17	185,49	0,058	69	116	449	91,53	0,28	0,040	0,18	2,34	0,058	0,000
2,67	1200	0,19	214,02	0,060	72	142	591	91,55	0,30	0,040	0,20	2,44	0,060	0,000
3,00	1200	0,21	242,56	0,063	75	167	758	91,58	0,33	0,040	0,23	2,55	0,063	0,000
3,33	1200	0,19	242,56	0,065	78	164	922	91,61	0,36	0,040	0,26	2,65	0,065	0,000
3,67	1200	0,17	214,02	0,067	81	133	1056	91,63	0,38	0,040	0,28	2,72	0,067	0,000
4,00	1200	0,14	185,49	0,068	82	103	1159	91,64	0,39	0,040	0,29	2,78	0,068	0,000
4,33	1200	0,12	156,95	0,069	83	74	1233	91,65	0,40	0,040	0,30	2,81	0,069	0,000
4,67	1200	0,10	128,41	0,070	84	45	1277	91,66	0,41	0,040	0,31	2,84	0,070	0,000
5,00	1200	0,07	99,88	0,070	84	16	1293	91,66	0,41	0,040	0,31	2,84	0,070	0,000
5,33	1200	0,07	82,04	0,070	84	-2	1291	91,66	0,41	0,040	0,31	2,84	0,070	0,000
5,67	1200	0,06	74,91	0,070	84	-9	1282	91,66	0,41	0,040	0,31	2,84	0,070	0,000
6,00	1200	0,05	67,77	0,070	84	-16	1266	91,66	0,41	0,040	0,31	2,83	0,070	0,000
6,33	1200	0,05	60,64	0,069	83	-23	1243	91,66	0,41	0,040	0,31	2,82	0,069	0,000
6,67	1200	0,04	53,51	0,069	83	-29	1214	91,65	0,40	0,040	0,30	2,80	0,069	0,000
7,00	1200	0,04	46,37	0,069	82	-36	1178	91,65	0,40	0,040	0,30	2,79	0,069	0,000
7,33	1200	0,03	39,24	0,068	82	-43	1135	91,64	0,39	0,040	0,29	2,76	0,068	0,000
7,67	1200	0,02	32,10	0,067	81	-49	1086	91,63	0,38	0,040	0,28	2,74	0,067	0,000
8,00	1200	0,02	24,97	0,067	80	-55	1031	91,62	0,37	0,040	0,27	2,71	0,067	0,000
8,33	1200	0,01	17,84	0,066	79	-61	969	91,62	0,37	0,040	0,27	2,68	0,066	0,000
8,67	1200	0,01	10,70	0,065	78	-68	902	91,61	0,36	0,040	0,26	2,64	0,065	0,000
9,00	1200	0,00	3,57	0,064	77	-73	829	91,59	0,34	0,040	0,24	2,60	0,064	0,000

Az érkező és a távozó árhullám



11. ábra: Az érkező és távozó árhullám (Főmterv Zrt., 2023)

3.2 Költségbeclés

3.2.1 Jelenleg tervezett állapot költségei

3.2.1.1 Belső tó

Az eredeti tervdokumentációban árazott mennyiségkimutatás a NIF (Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.) tételei alapján készült. Én is ez alapján készítettem el a belső tó költségvetését.

A belső tó létesítéséhez szükséges földmunka mennyiségét a tó terepmodellből készített térfogatmodell tulajdonságaiból nyertem ki. A kezelő út, a rámpák és a keleti elzárás földmunkája összesen 7563 m³-re jön ki.

Továbbá be kell árazni a ki- és bevezető műtárgyak létesítéséhez szükséges anyagokat és építési munkát is. A bevezetések miatt szükség van 80 m³ kőszórásra és 131 m² tározómederburkolatra.

A kivezető műtárgy kialakításához építendő egy négyszögletű, vasbeton akna zsilip elzárással, valamint a tóból szivárgó vizek megfogására 1336 m hossz-szivárgó beépítése is szükséges. A tételek árát külön-külön és az összesített költséget a 12. ábra tartalmazza.

A belső tóba be- és kivezető csatornákat nem veszem a tó költségei közé. Jelenleg a tóhoz kapcsolódnak ugyan, de abban az esetben, ha a tó nem lenne, a magaszóna víztelenítését továbbra is meg kéne oldani. Ezért ezek a csatornák mindenképpen szükségesek, csak befogadjuk lehet eltérő, a különböző verziótól függően.

Építményszám	Tételszám	Megnevezés	MÉRTÉK- EGYSÉG	MENNYISÉG	EGYS. AR (Ft)	ÖSSZESEN (Ft)
Z 1 4 0 0 0 0		VÍZÉPÍTÉS				
Z 1 4 1 1 0 0		Moto-GP pálya főművi rendszerei				
Z 1 4 1 1 0 1		Belső-tározó tó (Z1.R1.01) főművi rendszere				
	400 000	VÍZÉPÍTÉS				
	420 000	Vízépítési műtárgyak				
	421 000	Zsilipek				
	421 010	Zsilip aknával kompletten	db	1,00	4 000 000,00	4 000 000,00
	440 000	Víztelenítés				
	444 000	Szivárgók				
	444 020	Hossz-szivárgó	m	1 336,00	29 250,00	39 078 000,00
	460 000	Vízrendezés				
	463 000	Tározó építés				
	463 010	Tározó, tározó meder földmunkája	m ³	7 563,00	6 500,00	49 159 500,00
	463 020	Tározó, tározó meder humuszosítása, füvesítése	m ²	12 433,00	3 250,00	40 407 250,00
	463 030	Tározó, tározó meder burkolása	m ²	131,00	1 625,00	212 875,00
	463 050	Kőszórás	m ³	80,00	22 750,00	1 820 000,00
Z 1 4 1 1 0 1		Belső-tározó tó (Z1.R1.01) főművi rendszere ÖSSZESEN:				134 677 625,00

12. ábra: Belső tó költségvetése (Főmterv Zrt., 2023)

3.2.1.2 CSÉ-1-0-0 csatorna

A NIF-es vízépítési tételek között nem szerepelnek átmérőnként a különböző csatornaméreték. Határok között mozognak, például: „Hossz-csatorna $\varnothing > 0,6$ ”, azaz a DN600-tól nagyobb csatornaméreték egységesen árazódnak a tételben, ezért a CSÉ-1-0-0-s csatornára a KönyvCalc program segítségével készítettem el egy átmérőnként felbontott költségvetést. A tételekben nem csak az anyagár, de a gépköltség és az óradíj is benne van. Valamint a csatorna fektetéséhez szükséges egyéb munkálatokat is magukba foglalják, például a munkagödör dúcolását vagy a csövek gödörbe helyezését. A program viszont nem tartalmazza a rezsioradíjat. Mivel az alapul használt kiviteli tervdokumentáció 2022-ben készült, így az ebben az évben az 56/2021.XI.19.-es rendelet által meghatározott minimális rezsioradíjjal, 4530 Ft-al számoltam.

A CSÉ-1-0-0 csatorna gravitációs és tározós kialakítású, az eredeti tervdokumentáció szerint a Z1 zóna északi részének 17, 13 hektárra eső vizeit fogadja. Az érkező vízhozam számítása a 2.3-as fejezetben leírtak alapján történt az eredeti tervdokumentációban is. Annyi különbséggel, hogy a csatornáknál megszokott $Q_{25\%}$ -os előfordulási valószínűségű vízhozam helyett $Q_{10\%}$ -ra lett méretezve, mivel tározóként funkcionál. A tervdokumentációból származó maximális érkező vízhozam $3,46 \text{ m}^3/\text{s}$, erre lett méretezve eredetileg a csatorna. (Főmterv Zrt.,2022)

A csatornában lévő tározásra alkalmas térfogatot a henger térfogat képlet segítségével lehet kiszámítani:

$$V = A * m$$

Ahol:

- $V \rightarrow$ A cső térfogata. (m^3)
- $A \rightarrow$ A cső keresztmetszete. (m^2)
 - Körszelvény esetén: $A = r^2 * \pi$
 - $r \rightarrow$ A cső sugara. (m)
- $m \rightarrow$ A cső hossza. (m)

A csatorna Civil3D-ben készült, a programon belül van lehetőség csőhálózatokat táblázatosan lekérdezni. A CSÉ-1-0-0 csatorna csöveinek átmérőjét, anyagát, hosszát és esését ezzel a módszerrel gyűjtöttem ki. A táblázathoz kézzel írtam hozzá az adott csőátmérők térfogatát, majd ezeket felszoroztam adott cső hosszával. Ezzel egy adott átmérőjű és hosszú csőszakaszra vonatkozó térfogatot kaptam meg. A részeredmények összegzésével kifejeztem a

teljes hálózat maximális tározó térfogatát. A cső kimutatás és a tározó térfogatok a 15. táblázatban láthatóak.

15. táblázat: CSE-1-0-0 kimutatása

CSE-1-0-0				
Átmérő	Anyag	Hossz	Esés	Térfogat
(mm)	-	(m)	(‰)	(m³)
600	vasbeton	10	2	2,80
1000	vasbeton	24,9	2	19,67
1000	vasbeton	29,9	2	23,62
1000	vasbeton	24,3	2	19,20
1000	vasbeton	67,8	2	53,56
1000	vasbeton	53,9	2	42,58
1000	vasbeton	33,4	2	26,39
1200	vasbeton	27,9	2	31,53
1200	vasbeton	30	2	33,90
1200	vasbeton	30	2	33,90
1200	vasbeton	30	2	33,90
1200	vasbeton	30	2	33,90
1400	vasbeton	44	2	67,76
1400	vasbeton	35,2	2	54,21
1400	vasbeton	27,2	2	41,89
1400	vasbeton	15	2	23,10
1400	vasbeton	21	2	32,34
DN600 hossza összesen:				10 m
DN1000 hossza összesen:				234,2 m
DN1200 hossza összesen:				147,9 m
DN1400 hossza összesen:				142,4 m
Összes térfogat:				574,24 m ³

A kimutatás alapján a KönyvCalc programban elkészítettem a CSE-1-0-0-hoz tartozó árazott tételsort is (13. ábra).

1 ./ 53-001-0599391	DN600	SW Umwelttechnik V 60 VB 60/230/8 cm tokos vasbetoncső, gumigyűrűs, Cikkszám: 1000000018		
	10,00 m	A:	51 850,00 Ft	518 500 Ft
		D:	3 669,30 Ft	36 693 Ft
		G:	500,00 Ft	5 000 Ft
2 ./ 53-001-0600145	DN1000	SW Umwelttechnik R 102 H 102/230/16 cm hengeres vasbetoncső, gumigyűrűs, Cikkszám: 1000001122		
	234,20 m	A:	116 606,00 Ft	27 309 125 Ft
		D:	3 125,70 Ft	732 039 Ft
		G:	1 122,00 Ft	262 772 Ft
3 ./ 53-001-0600150	DN1200	SW Umwelttechnik R 120 H 120/230/16 cm hengeres vasbetoncső, gumigyűrűs, Cikkszám: 1000001376		
	147,90 m	A:	133 422,00 Ft	19 733 114 Ft
		D:	3 669,30 Ft	542 689 Ft
		G:	1 309,00 Ft	193 601 Ft
4 ./ 53-001-0600162	DN1400	SW Umwelttechnik R 140 H 140/230/16 cm hengeres vasbetoncső, gumigyűrűs, Cikkszám: 1000001133		
	142,40 m	A:	154 835,00 Ft	22 048 504 Ft
		D:	4 484,70 Ft	638 621 Ft
		G:	2 744,00 Ft	390 746 Ft
Összesen:				69 609 243 Ft
				1 950 043 Ft
				852 119 Ft

	Anyagár - Óradíj - Gépköltség		
CSÉ-1-0-0	69 609 243 Ft	1 950 043 Ft	852 119 Ft
Teljes összeg:			72 411 405 Ft

13. ábra: CSÉ-1-0-0 költségvetése (Főmterv Zrt., 2023)

3.2.1.3 Északi tó átemelője

Az átemelő tételsorát a vízgépészeti tervező szolgáltatta, a 3.5-ös mellékeltben találhatóak az eredeti árazatlan tételek és mennyiségek. A kapott tételek beárazását is a KönyvCalc programban végeztem, az árazott tételleírás a 14. ábrán látható.

1 ./ 81-002-3215574	Teljes átömlésű, karimás visszacsapó szelep DN300 4,00 db	A: 403 526,00 Ft D: 2 808,60 Ft G: 0,00 Ft	1 614 104 Ft 11 234 Ft 0 Ft
2 ./ 56-071-3168560	Nedves telepítésű csapadékvízátelő szivattyú talpkönyökkel és vezetősővel 4,00 db	A: 121 126,00 Ft D: 4 439,40 Ft G: 0,00 Ft	484 504 Ft 17 758 Ft 0 Ft
3 ./ 53-005-4439683	Átemelő szivattyúakna építése négyzetletű előregyártott elemekből, 1,00 db	A: 10 594 581,00 Ft D: 27 180,00 Ft G: 9 261,00 Ft	10 594 581 Ft 27 180 Ft 9 261 Ft
4 ./ 82-008-2152171	Storz-kapocs, karimás csatlakozással, alumíniumból C52 1,00 db	A: 44 145,00 Ft D: 4 983,00 Ft G: 0,00 Ft	44 145 Ft 4 983 Ft 0 Ft
5 ./ 48-004-1681783	Vízhatlan csőátvezetés DN500 haszoncsőre nyomóakna falán 2,00 m2	A: 6 847,00 Ft D: 3 805,20 Ft G: 0,00 Ft	13 694 Ft 7 610 Ft 0 Ft
6 ./ 54-005-2954700	ÜPE nyomócső szükséges idomokkal, földbe fektetve DN500 10,00 m	A: 421 221,00 Ft D: 52 638,60 Ft G: 3 591,00 Ft	4 212 210 Ft 526 386 Ft 35 910 Ft
7 ./ 54-005-2954724	ÜPE nyomócső szükséges idomokkal, földbe fektetve DN800 20,00 m	A: 1 186 584,00 Ft D: 52 638,60 Ft G: 3 591,00 Ft	23 731 680 Ft 1 052 772 Ft 71 820 Ft
8 ./ 54-002-0636270	Acél nyomócső szükséges idomokkal, hegesztett kötésekkkel, rozsdamentes tartózással DN500 9,00 m	A: 50 202,00 Ft D: 13 816,50 Ft G: 468,00 Ft	451 818 Ft 124 349 Ft 4 212 Ft
9 ./ 54-006-0652104	Késtolózárr DN300 4,00 db	A: 569 250,00 Ft D: 2 174,40 Ft G: 1 872,00 Ft	2 277 000 Ft 8 698 Ft 7 488 Ft
10 ./ 54-001-1261614	Gumikompenzátor DN300 4,00 db	A: 358 017,00 Ft D: 47 429,10 Ft G: 4 080,00 Ft	1 432 068 Ft 189 716 Ft 16 320 Ft
11 ./ 54-006-0651506	Tolózárr DN50 1,00 db	A: 66 230,00 Ft D: 271,80 Ft G: 0,00 Ft	66 230 Ft 272 Ft 0 Ft
12 ./ 57-001-3394802	Szellőzőfej KO35 Ti anyagból DN150 méretben 90° ívdommal és rovarvédő 3,00 db	A: 4 775,00 Ft D: 12 502,80 Ft G: 0,00 Ft	14 325 Ft 37 508 Ft 0 Ft
13 ./ 53-001-0607845	Acél nyomócső szükséges idomokkal, hegesztett kötésekkkel, rozsdamentes tartózással DN300 30,00 m	A: 45 866,00 Ft D: 3 080,40 Ft G: 0,00 Ft	1 375 980 Ft 92 412 Ft 0 Ft
14 ./ 53-001-0607794	Acél nyomócső szükséges idomokkal, hegesztett kötésekkkel, rozsdamentes tartózással DN100 1,00 m	A: 7 099,00 Ft D: 1 676,10 Ft G: 0,00 Ft	7 099 Ft 1 676 Ft 0 Ft
Összesen:			46 319 438 Ft 2 102 554 Ft 145 011 Ft

14. ábra: Északi átemelő költségei (Főmterv Zrt., 2023)

3.2.2 Belső tó nélküli állapot mennyiségei

Az előző fejezetből egyértelműen kiderül, hogy a belső tó építése jóval drágább, mint a CSÉ-1-0-0-s csatorna létesítési költsége. Az első kérdés az, hogy a tó hiánya és az e-miatt csillapítatlanul a CSÉ-1-0-0-s csatornába vezetett víz jelent-e átmérő-növekedést a hálózatban vagy az átemelő szükséges gépészetében. Ha igen, akkor ennek a plusz költsége meghaladná-e a belső tó építésével járó kiadásokat, azaz megéri-e a belső tavat megépíteni. A vizsgálatot a legkedvezőtlenebb alternatív megoldás feltételezésével végeztem, a CSÉ-1-0-0 kapja a magaszóna összes vizét (nem csak a 6,64 ha belső tó vízgyűjtőt, hanem a teljes magaszóna 8,64 hektárját). Ha ennek az állapotnak a kielégítésére szükséges vízépítési rendszerrel is drágább a belső tó létesítése, akkor kijelenthető, hogy nincs létjogosultsága a létesítménynek.

A CSÉ-1-0-0-ba érkező új vízhozam számítását kétféleképpen is el lehet végezni. Az egyik módszer, hogy a 2.3.4.-es fejezetben számított magaszóna vízhozamot átszámolom 10 éves, 180 percesre, és a kapott összeget hozzáadom a tervdokumentációban számított CSÉ-1-0-0-át terhelő vízhozamhoz. Ezt a módszert azért vettem el, mert ez a pontatlanabb a kettő közül. A választott módszer, hogy a CSÉ-1-0-0-át terhelő vízhozam számítását elvégzem előről úgy, hogy az eredeti vízgyűjtő területhez (17,13 ha) hozzáadom a magaszóna vízgyűjtő területeit is (8,64 ha), és az eddigi lefolyási tényezőt (0,48) az új területeknek (0,72) megfelelően súlyozottan korrigálom. A vízhozam és tározó csatorna méretezés számítását a 3.1.2-es fejezethez hasonlóan segéd táblázattal végeztem. Mivel tározásra méretezem a csatornát, így a szokásos 4 éves visszatérési idő helyett, 10 évessel és 180 perces összegyülekezéssel számoltam. A 16. táblázat tartalmazza a megoldáshoz megadandó összes szükséges értéket, de nagy részüknek már levezettem a számítását a 3.1.2.1-es fejezetben, így azokat az oszlopokat nem mutatom be újra részletesen.

16. táblázat: Cső tározás számítása

Vízgyűjtő terület A	Össze-gyül. idő t_{c1}	10p.csap. intenz. a_p	t_a	m	Csapadékint. i_p	Korrigált lefoly.t α_k	Q_{f10} %	q	c	t_{c2}	T	M	V tározó
(ha)	(h)	(l/s*ha)	(h)	(-)	(l/s*ha)	(-)	(l/s)	(l/s)	(-)	(10 min.)	(10 min.)	(s)	(m ³)

Ahol:

- $A \rightarrow$ Vízgyűjtő terület. ($17,13 + 8,64 = 25,77$ ha)
- $t_{c1} \rightarrow$ Összegyülekezési idő a vízgyűjtőn.
- $a_p \rightarrow$ 10 perces csapadék intenzitása. 3.4-es mellékletből: $96 \text{ l/s} * \text{ha}$
- $t_a \rightarrow$ Hosszú Montanari számításnál $60 \text{ perc}/1 \text{ óra}$.
- $m \rightarrow$ Konstans érték mely a mellékelt 3.4-es táblázatból kiolvasható.
- $i_p \rightarrow$ Számított mértékadó csapadék intenzitás.
- $\alpha_k \rightarrow$ Korrigált lefolyási tényező.
- $Q_{f10\%} \rightarrow$ 10 éves visszatérési idejű vízhozam.
- $q \rightarrow$ A tározóból távozó maximális vízhozam.
- $c \rightarrow$ A csillapítási tényező. $c = q/Q_{10\%}$
- $t_{c2} \rightarrow$ Az összegyülekezési idő a tározóban.
- $T \rightarrow$ A tározó méretezésének szempontjából mértékadó csapadék időtartama.
- $M \rightarrow$ Térfogati tényező.
- $V_{\text{tározó}} \rightarrow$ A tározó térfogata.

A korrigált lefolyási tényező a tervdokumentációban csak a 17,13 ha-os vízgyűjtőre vonatkozik, ennek a területnek 0,48 a korrigált alfája. Mivel a vízgyűjtő terület teljes méretéhez hozzátettem a magaszóna területeit (2.3.1-es fejezet, 4. táblázat alapján a magaszóna korrigált lefolyási tényezője 0,72) is, ezért egy új, a teljes területre jellemző lefolyási tényezőt is kiszámítottam a következő módon:

$$\alpha_k = \frac{(\alpha_1 * A_1) + (\alpha_2 * A_2)}{(A_1 + A_2)}$$

Ahol:

- $\alpha_k \rightarrow$ A teljes vízgyűjtő területre jellemző korrigált lefolyási tényező. ($\alpha_k = 0,56$)
- $\alpha_{1,2} \rightarrow$ Részvízgyűjtők lefolyási tényezői.
- $A_{1,2} \rightarrow$ Részvízgyűjtők területe. (ha)

A q értéket a megengedett maximálisan kiengedhető vízhozam függvényében kell felvenni. Az északi tó átemelőjében a 3.5-ös melléklet alapján 4 db nedves telepítésű csapadékvíz átemelő szivattyú található. Egy szivattyú kapacitása 230 l/s , a négy egyszerre üzemelve összesen 920 l/s víz átemelésére képes. A víz két pontból érkezik az átemelőbe. Egyszer az észak felől érkező csatornából (CSÉ-2-0-0), ahonnan 390 l/s a várható maximális vízhozam,

valamint a vizsgált CSÉ-1-0-0 csatornából, ahonnan eredetileg 280 l/s maximális vízhozam volt az átemelőbe engedve.

A q tehát $920 - 390 = 530$ l/s-ig vehet fel értékeket, hogy ne haladja meg az érkező víz az átemelő 920 l/s-os kapacitását. A q maximális értéke függ továbbá a kivezető cső méretétől és lejtésétől. A teltszelvény mellett kiengedett víz mennyisége számítható a vízhozam képlettel (Zsuffa, 1997):

$$Q_t = A_t * v_k$$

Ahol:

- $Q_t \rightarrow$ A cső kapacitása teltszelvény mellett. (m^3/s)
- $A_t \rightarrow$ A nedvesített keresztmetszet teltszelvény mellett. (m^2)
- $v_k \rightarrow$ Középsébség a csőben teltszelvény esetén. (m/s)

A nedvesített keresztmetszet a kör terület képletéből, $r^2 * \pi$, míg a középsébség a 2.3.2-es fejezetben bemutatott Prandtl-Colebrook formula segítségével számítható. Jelenleg DN600-as kivezető cső van a hálózatba tervezve, ennek kapacitása ~ 280 l/s. Ha ennél tovább akarom növelni a maximális kieresztés értékét, akkor vagy nagyobb csőátmérőt kell beterveznem fojtócsőnek, vagy a cső lejtésén kell növelnem.

A csillapítási tényező a megengedett maximálisan kiengedhető vízhozam és a tíz éves gyakoriságú, 10 perces mértékadó vízhozamnak a hányadosa.

A tározóban való összegyülekezés a fentebb írtak alapján 180 perc, mivel 10 perces egységekben kell megadni így $180/10 = 18$ lesz.

A tározó méretezésének szempontjából mértékadó csapadék időtartama azonos a vízhozam számításnál vett (t_{c1}) értékekkel, annyi különbséggel, hogy itt is 10 percenként kell megadni az értékeket.

A térfogati tényező számításának módját szabad kifolyás vagy szivattyús kivezetés szerint megkülönböztetjük. Az átemelőbe szabadkivezetéssel jut a víz, így ennek a képletével számoltam (Wisnovszky, 1986):

$$M = 600 * \left[T^{1-m} - \frac{2}{3} * c * (T + t_c) + \frac{1}{6} * c^2 * t_c * T^m \right]$$

A tározó szükséges térfogata a következő képlettel számolható (Wisnovszky, 1986):

$$V_{\text{tározó}} = \frac{M * Q_f}{1000}$$

Ahol:

- $V_{\text{tározó}} \rightarrow$ A tározó térfogata. (m³)
- $M \rightarrow$ Térfogati tényező. (s)
- $Q_f \rightarrow$ 10 perces, 10 éves átlagos visszatérési idejű csapadékból keletkező vízhozam (l/s)

A tározó maximális térfogata a legnagyobb „M” érték és a 10 perces csapadékból keletkező vízhozam szorzata. Az „M” értékeket különböző „T” értékek felvételével lehet változtatni. A táblázatos megoldás lényege, hogy több „T” értékhez egyszerre számolható a szükséges térfogat. A kiszámított térfogatok közül Excelben a „MAX” függvény segítségével kiválasztottam a maximum szükséges tározó térfogatot, amit tudnia kell teljesíteni a CSÉ-1-0-0-s csatornának.

3.2.2.1 Új vízhozam számítása

Először a vízhozamot számítottam újra a magaszónát is tartalmazó vízgyűjtő területtel és a teljes területhez tartozó súlyozott lefolyási tényezővel. A 10 perces csapadék majdnem kétszer akkora lett, mint az eredeti állapotban, (eredeti: 3,46 m³/s, újra számolt: 6,09 m³/s) ez betudható a magaszóna területei miatti lefolyási tényező növekedésnek.

Az eredeti 280 l/s-os fojtást először meghagytam, így a tározó maximum szükséges térfogata 3299 m³ lett. A 15. táblázat alapján a csatorna jelenleg 574,24 m³ vizet képes tározni, ez csaknem hatoda a szükséges tározó térnek. Tehát a csatorna eredetileg tervezett állapota nem felel meg a belső tó nélküli rendszer vizeinek fogadására. A számított adatokkal kitöltött 16. táblázat a következő oldalra került 17. táblázat sorszámmal, a „Vtározó” oszlopban félkövér stílussal jelöltem a legnagyobb szükséges tározó térfogatot.

17. táblázat: CSE-1-0-0 méretezés

Vízgyűjtő terület	Össze- gyül. idő	10p.csap. intenz. a _p	t _a	m	Csapadékint. i _p	Korrigált lefoly.t α _k	Q _{f10%}	q	c	t _{c2}	T	M	V tározó
(ha)	(h)	(l/s*ha)	(h)	(-)	(l/s*ha)	(-)	(l/s)	(l/s)	(-)	(10 min.)	(10 min.)	(s)	(m ³)
25,77	0,17	96	1	0,77	381,5	0,56	6086,65	280	0,046	18,00	1,0	254,19	1547,18
25,77	0,20	96	1	0,77	331,5	0,56	5289,43	280	0,046	18,00	1,2	276,78	1684,67
25,77	0,40	96	1	0,77	194,4	0,56	3101,81	280	0,046	18,00	2,4	365,93	2227,31
25,77	0,60	96	1	0,77	142,3	0,56	2270,00	280	0,046	18,00	3,6	418,32	2546,16
25,77	0,80	96	1	0,77	114,0	0,56	1818,96	280	0,046	18,00	4,8	453,88	2762,58
25,77	1,00	96	1	0,77	96,0	0,56	1531,80	280	0,046	18,00	6,0	479,51	2918,61
25,77	1,20	96	1	0,77	83,4	0,56	1331,17	280	0,046	18,00	7,2	498,51	3034,25
25,77	1,40	96	1	0,77	74,1	0,56	1182,18	280	0,046	18,00	8,4	512,72	3120,76
25,77	1,60	96	1	0,77	66,8	0,56	1066,67	280	0,046	18,00	9,6	523,29	3185,11
25,77	1,80	96	1	0,77	61,1	0,56	974,19	280	0,046	18,00	10,8	531,00	3231,99
25,77	2,00	96	1	0,77	56,3	0,56	898,27	280	0,046	18,00	12,0	536,37	3264,67
25,77	2,20	96	1	0,77	52,3	0,56	834,71	280	0,046	18,00	13,2	539,80	3285,58
25,77	2,40	96	1	0,77	48,9	0,56	780,62	280	0,046	18,00	14,4	541,60	3296,53
25,77	2,60	96	1	0,77	46,0	0,56	733,96	280	0,046	18,00	15,6	542,00	3298,94
25,77	2,80	96	1	0,77	43,4	0,56	693,25	280	0,046	18,00	16,8	541,17	3293,93
25,77	3,00	96	1	0,77	41,2	0,56	657,38	280	0,046	18,00	18,0	539,28	3282,41
25,77	3,20	96	1	0,77	39,2	0,56	625,51	280	0,046	18,00	19,2	536,44	3265,12
25,77	3,40	96	1	0,77	37,4	0,56	596,98	280	0,046	18,00	20,4	532,75	3242,68
25,77	3,60	96	1	0,77	35,8	0,56	571,28	280	0,046	18,00	21,6	528,31	3215,61
25,77	3,80	96	1	0,77	34,3	0,56	547,98	280	0,046	18,00	22,8	523,17	3184,36
25,77	4,00	96	1	0,77	33,0	0,56	526,76	280	0,046	18,00	24,0	517,41	3149,30
25,77	4,20	96	1	0,77	31,8	0,56	507,34	280	0,046	18,00	25,2	511,08	3110,75

25,77	4,40	96	1	0,77	30,7	0,56	489,49	280	0,046	18,00	26,4	504,22	3069,01
25,77	4,60	96	1	0,77	29,6	0,56	473,02	280	0,046	18,00	27,6	496,88	3024,33
25,77	4,80	96	1	0,77	28,7	0,56	457,77	280	0,046	18,00	28,8	489,09	2976,92
25,77	5,00	96	1	0,77	27,8	0,56	443,60	280	0,046	18,00	30,0	480,89	2926,99
25,77	5,20	96	1	0,77	27,0	0,56	430,41	280	0,046	18,00	31,2	472,30	2874,70
25,77	5,40	96	1	0,77	26,2	0,56	418,08	280	0,046	18,00	32,4	463,34	2820,21
25,77	5,60	96	1	0,77	25,5	0,56	406,53	280	0,046	18,00	33,6	454,05	2763,66
25,77	5,80	96	1	0,77	24,8	0,56	395,70	280	0,046	18,00	34,8	444,45	2705,18
25,77	6,00	96	1	0,77	24,2	0,56	385,50	280	0,046	18,00	36,0	434,54	2644,89
25,77	6,20	96	1	0,77	23,6	0,56	375,89	280	0,046	18,00	37,2	424,35	2582,89
25,77	6,40	96	1	0,77	23,0	0,56	366,81	280	0,046	18,00	38,4	413,90	2519,27
25,77	6,60	96	1	0,77	22,5	0,56	358,22	280	0,046	18,00	39,6	403,20	2454,12
25,77	6,80	96	1	0,77	21,9	0,56	350,08	280	0,046	18,00	40,8	392,25	2387,52
25,77	7,00	96	1	0,77	21,5	0,56	342,35	280	0,046	18,00	42,0	381,09	2319,55
25,77	7,20	96	1	0,77	21,0	0,56	335,01	280	0,046	18,00	43,2	369,71	2250,27
25,77	7,40	96	1	0,77	20,6	0,56	328,01	280	0,046	18,00	44,4	358,12	2179,74
25,77	7,60	96	1	0,77	20,1	0,56	321,35	280	0,046	18,00	45,6	346,34	2108,03
25,77	7,80	96	1	0,77	19,7	0,56	314,98	280	0,046	18,00	46,8	334,37	2035,19
25,77	8,00	96	1	0,77	19,4	0,56	308,90	280	0,046	18,00	48,0	322,22	1961,26
25,77	8,20	96	1	0,77	19,0	0,56	303,09	280	0,046	18,00	49,2	309,91	1886,30
25,77	8,40	96	1	0,77	18,6	0,56	297,51	280	0,046	18,00	50,4	297,43	1810,34
25,77	8,60	96	1	0,77	18,3	0,56	292,17	280	0,046	18,00	51,6	284,79	1733,44
25,77	8,80	96	1	0,77	18,0	0,56	287,05	280	0,046	18,00	52,8	272,01	1655,62
25,77	9,00	96	1	0,77	17,7	0,56	282,12	280	0,046	18,00	54,0	259,08	1576,93
25,77	9,20	96	1	0,77	17,4	0,56	277,39	280	0,046	18,00	55,2	246,01	1497,39
25,77	9,40	96	1	0,77	17,1	0,56	272,83	280	0,046	18,00	56,4	232,81	1417,04

A tározó csatorna térfogatának növeléséhez a cső átmérőket vagy a szakaszok hosszát változtathatom. Mivel a vonalvezetése az eredeti tervdokumentáció szerint kell, hogy maradjon, hogy a víztelenítési rendszer többi részét továbbra is tudja fogadni, ezért, ha egy átmérőváltás miatti szakaszhatár arrébb kerül, oda plusz akna kell. Eddig a költségvetésbe az aknákat nem vettem bele, mivel verziótól függetlenül szükségesek a tervdokumentációban megszabott helyekre. Viszont, ha változtatok a szakaszhatáron úgy, hogy plusz akna szükséges a hálózatba, akkor az új költségvetésbe beleveszem annak az árát is.

A 280 l/s-os kieresztés mellett a több mint 3000 m³ tározó térfogat még úgy sem érhető el, hogy a hálózat teljes hosszon DN2000 csövekből áll (csak ~1280 m³ így is a tározó térfogat). Tehát biztosan növelni kell a kiengedett maximális vízmennyiséget. Erre a következő fejezetekben két eltérő megoldást vizsgáltam meg, melyeknek a várható költségeit is meghatároztam.

3.2.2.2 „A” verzió

Egyik lehetőség a kifolyás növelésére a fojtócső átmérőjének eggyel nagyobbra váltása. Egy DN800-as cső, 2‰-es eséssel, már 580 l/s víz kieresztésére képes. Mivel szabad kifolyású, így teltszelvény esetén ennyi vizet fog az átemelőbe juttatni, ezért ebben az esetben növelni kell az átemelő kapacitását (390 + 580 = 970 l/s > 920 l/s) és ezzel együtt a szükséges gépészetet.

A maximális szükséges tározó térfogat ennyi víz tovább engedése mellett viszont 359 m³-re csökkent, erre a CSÉ-1-0-0 eredeti állapota túl van méretezve. A teljes hálózat (kivétel a DN800-as fojtócső) megépíthető DN1000 csövekből, mivel a rendelkezésre álló tározó térfogat így is 417 m³ lenne. Az „A” verzió költségeit a 16. ábra tartalmazza.

CSÉ-1-0-0 "A"	61 924 847 Ft	Anyagár - Óradíj - Gépköltség	1 612 997 Ft	594 729 Ft
Teljes összeg:				64 132 573 Ft
Északi átemelő "A"	47 776 132 Ft	Anyagár - Óradíj - Gépköltség	2 171 909 Ft	150 963 Ft
Teljes összeg:				50 099 004 Ft

15. ábra: "A" verzió költségei (Főmterv Zrt., 2023)

3.2.2.3 „B” verzió

A DN600-as kifolyás méretét megtartva, a cső esésének módosításával is növelhető a kapacitása. Több próbálkozás után a 7‰ mellett döntöttem, mivel így az átengedett vízhozam szabad kifolyás esetén is ~510 l/s. Ezzel az érkező vízhozam nem haladja meg az átemelő kapacitását (390+510 = 900 l/s < 920 l/s), ezért az átemelő méretének a növelése nem szükséges.

A biztosítandó tározó térfogat így 969 m³, ezt a CSÉ-1-0-0-s csatorna eredeti átmérő kiosztása nem tudja teljesíteni. A „B” verzióhoz több átmérő variációt is megvizsgáltam, az eredeti szakaszhatárok változtatása nélkül vagy nincs meg a szükséges térfogat, vagy túl van méretezve a csatorna. Az éppen megfelelő átmérő kiosztáshoz egy plusz aknaköz hozzáadására volt szükség. A plusz aknaközt vastaggal jelöltem a CSÉ-1-0-0 „B” verziós kimutatásában (18. táblázat).

18. táblázat: CSÉ-1-0-0 "B" verzió kimutatás

CSÉ-1-0-0 „B”				
Átmérő	Anyag	Hossz	Esés	Térfogat
(mm)	-	(m)	(‰)	(m ³)
600	vasbeton	10	7	2,80
1400	vasbeton	24,9	2	38,35
1400	vasbeton	29,9	2	46,05
1400	vasbeton	24,3	2	37,42
1400	vasbeton	67,8	2	104,41
1400	vasbeton	33,9	2	52,21
1600	vasbeton	20	2	40,20
1600	vasbeton	33,4	2	67,13
1600	vasbeton	27,9	2	56,08
1600	vasbeton	30	2	60,30
1600	vasbeton	30	2	60,30
1600	vasbeton	30	2	60,30
1600	vasbeton	30	2	60,30
1600	vasbeton	44	2	88,44
1600	vasbeton	35,2	2	70,75
1600	vasbeton	27,2	2	54,67
1600	vasbeton	15	2	30,15
1600	vasbeton	21	2	42,21
DN600 hossza összesen:				10 m
DN1400 hossza összesen:				180,8 m
DN1600 hossza összesen:				343,7m
Összes térfogat:				972,20 m ³

A „B” verzió költségvetését is elkészítettem az új csatorna kialakítás alapján (17. ábra).

CSÉ-1-0-0 "B"		Anyagár - Óradíj - Gépköltség
Teljes összeg:	108 446 344 Ft	2 530 956 Ft 1 680 466 Ft
		112 657 767 Ft

16. ábra: "B" verzió költségei (Főmterv Zrt., 2023)

4 EREDMÉNYEK

4.1 Verziók összköltségei

4.1.1 Eredeti verzió

Az eredeti verzió összköltségének számítását is a KönyvCalc programban végeztem, úgy, hogy az eddig elkészített létesítmények részeredményeit egy új összegző fájlba behívtam. A belső tó mennyiségei más módon készültek, az összegzés érdekében felvettem az Excelben számított költségnek megfelelő fület a KönyvCalc-ban is. A tervdokumentációban tervezett állapot várható költségei a 18. ábrán láthatóak.

Északi átemelő	48 567 003 Ft
CSÉ-1-0-0	72 411 405 Ft
Belső tó	134 677 625 Ft
Az eredeti verzió teljes költsége:	255 656 033 Ft

17. ábra: Eredeti verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023)

4.1.2 „A” verzió

Az „A” verzió összegzésénél a belső tó költségeivel nem kell számolni, mivel az nem épül meg. Az emiatt bekövetkező vízhozam növekedés a CSÉ-1-0-0 csatornában a kifolyócső átmérőjének növelésével lett kezelve (DN600 → DN800). A kieresztett vízhozam növekedése miatt az átemelőbe érkező víz meghaladta az eddig tervezett kapacitását, ezért a gépészete drágul. Viszont a nagyobb mennyiségű kieresztett víz miatt csökkent a szükséges tározó térfogat, így elegendő teljes hosszon DN1000 csőből építeni a CSÉ-1-0-0 csatornát. Az „A” verzió teljes költsége a 19. ábrán látható.

Északi átemelő „A”	50 099 004 Ft
CSÉ-1-0-0 „A”	64 132 573 Ft
Az „A” verzió teljes költsége	114 231 577 Ft

18. ábra: „A” verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023)

4.1.3 „B” verzió

A „B” verzióban az átemelő eredeti kapacitásának megtartása érdekében a kieresztett víz mennyiségét a fojtócső esésének módosításával növeltem, átmérője maradt az eredeti DN600. A megnövekedett esésnek hála a cső kapacitás is nagyobb lett, az érkező plusz vízhozam viszont ennek ellenére is a tározótér növelésének szükségét idézte elő. A CSÉ-1-0-0-s csatorna csak az átmérők növelésével és egy új aknaközzel érte el szükséges tározó térfogatot. A belső

tó ebben a verzióban sem épül, így az átervezett CSÉ-1-0-0-át és az eredeti átemelő költségeit összegeztem a 20. ábrán.

CSÉ-1-0-0 "B"	112 657 767 Ft
Északi átemelő	48 567 003 Ft
A "B" verzió teljes költsége:	161 224 770 Ft

19. ábra: "B" verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023)

5 ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatom célja a tervezett Moto-GP, versenypálya és multifunkciós autó-motorsport komplexumban található belső tó költségekre való hatásának a vizsgálata volt. Ehhez először az 1. fejezetben a helyszínt, a tervezés előzményeit és körülményeit, valamint magát a belső tavat mutattam be.

A 2. fejezetben a későbbi számítások alapjául szolgáló képleteket vezettem le, és a szükséges adatokat határoztam meg. A 2.2. es fejezetben a vizsgálat során érintett vízgyűjtők lehatárolását végeztem el újra. A tervezés alatt ez eredetileg is megtörtént, viszont a legfrissebb verzióhoz még nem lett frissítve, ezt most pótoltam. A 2.3-as fejezetben bemutatott vízhozam meghatározás a 3. fejezetben, a tározás során mértékadó vízhozam számítás alapjául szolgált. Azért itt mutattam be a teljes vízhozam számítási folyamatot, hogy a későbbiekben csak a „hivatalos” eljárástól való eltéréseket kelljen kiemelnem.

A 3. fejezetet két fő részre osztottam, a 3.1-es a belső tó határfokának vizsgálata volt. Az eredményekből egyértelműen látszik, hogy a tó legkisebb zsilipállás mellett is alig éri el a felét a maximális kihasználtságának. Ennek oka, hogy a többi tó vízgyűjtőjével ellentétben (déli tó: 80,02 ha, északi tó: 71,83 ha, nyugati tó: 52,52 ha és keleti tó: 46,38 ha) sokkal kisebb területről érkezik ide a víz (6,64 ha) (Főmterv, 2022)

A 3.2-es fejezetben azt vizsgáltam, hogy milyen hatással van a költségekre, ha a belső tó nem épül meg. A legrosszabb esettel dolgoztam, amikor a magaszóna összes vizét (8,64 ha vízgyűjtőről) egy pontba, a CSÉ-1-0-0-s csatornába vezetjük bele. Egyértelmű volt, hogy az eredeti kialakítás nem felel meg a megnőtt vízhozamnak. A legnagyobb lehetséges csatorna átmérővel se elegendő a szükséges maximális tározótér, a nagymértékű fojtás miatt. Két verzióval foglalkoztam részletesebben, melyekben a kulcs eltérés az eredeti állapottól a kifolyó víz mennyiségének növelése volt, különböző módszerekkel.

Az „A” verzióban a kifolyócső átmérőjének növelése, az átemelő kapacitásának túllépésével járt. A csőátmérők csökkenése miatt, így is ez bizonyult a leggazdaságosabb megoldásnak. A 19. táblázatban összefoglaltam a három verzió teljes árai közötti különbségeket, úgy, hogy kivontam őket egymásból. A végeredményből jól látszik, hogy a belső tó építése a két verzió közül drágább „B” verziónál is ~94 000 000 Ft plusz költséggel jár. Tehát a belső tó építése a kismértékű kihasználtsága miatt, nem jelent gazdasági hasznot a projekt költségeire nézve.

19. táblázat: Verziók közötti költség különbség

Költség különbség	
Verzió	(Ft)
E - A	141 424 456
E - B	94 431 263
B - A	46 993 193

6 IRODALOMJEGYZÉK

Dr.Balatonyi László, „*Racionális méretezési módszer felülvizsgálata*”, Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2021. január 22

Bíró Géza, Mayer László, Najmányi László, Soltész József, Schlegel Oszkár, és Vaitz Ferenc. „*Mezőgazdasági vízgazdálkodás. 3. Vízrendezés*”, Budapest: Tankönyvkiadó, 1967.

Csermák Béla „*Hegy-és domvidéki vízrendezés hidrológiai kérdései*” Budapest, Vízgazdálkodási Intézet, 1985.

Eggelsmann Rudolf, „*Talajcsövezés*” Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1987.

Fehér Ferenc, Horváth Jenő és Ondruss Lajos, „*Területivízrendezés*” Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1986.

Főmterv Zrt. „*Hajdúnánási moto-gp versenypálya és multifunkciósautó-motorsport komplexum-ZI.FM.Földmunkaterv*”,2022. március 4.

Jancsó Béla, Kaveczki Gergely, Kóczán Gábor, Laborczy Tamás, Knolmár Marcell, és Raum László. „*Csapadékvíz-gazdálkodás tervezési követelményei*”. Magyar Mérnöki Kamara, 2019.

Kontur István, Koris Kálmán és Winter János „*Hidrológiai számítások*” Budapest, Akadémiai Kiadó, 1993.

Lázár Ildikó, „*Vízrajzi fogalomtár*” Országos Vízügyi Főigazgatóság, ovf.hu, 2013

PipeLife.hu, „*PVC-U-alkalmazastechnika.pdf*,” Elérés:

<https://www.pipelife.hu/content/dam/pipelife/hungary/let%C3%B6lt%C3%A9sek/k%C3%B6zlem%C5%B1/PVC-U-alkalmazastechnika.pdf>.

Vermes László. „*Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnök hallgatók részére.*”, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 2001.

Dr. Wisnovszky Iván. „*Települési vízrendezés, Vízépítési segédletek*”, Budapest, 1986.

Zsuffa, István. „*Műszaki hidrológia II.*” Műegyetemi Kiadó, 1997.

Zsuffa István, „*Műszaki hidrológia III.*” Műegyetemi Kiadó, 1999.

6.1 Ábrajegyzék

1. ábra: Moto-GP területi elhelyezkedés (Főmterv Zrt.,2022)	3
2. ábra: Moto-GP funkció szerinti terület elosztás (Főmterv Zrt., 2022)	4
3. ábra: Magaszóna vízelvezetési lehetőségei (Főmterv Zrt., 2022)	6
4. ábra: Vízigyűjtő lehatárolás (Főmterv Zrt.,2023)	9
5. ábra: Vízigyűjtők felszintakarói (Főmterv Zrt., 2023).....	11
6. ábra: Lefolyási utak (Főmterv Zrt., 2023)	15
7. ábra: Mérőállomások (Főmterv Zrt., 2022)	18
8. ábra: Belső tó felépítése (Főmterv Zrt., 2023).....	21
9. ábra: Árhullám görbe (Főmterv Zrt., 2023)	24
10. ábra: F-V görbe (Főmterv Zrt., 2023).....	26
11. ábra: Az érkező és távozó árhullám (Főmterv Zrt., 2023).....	31
12. ábra: Belső tó költségvetése (Főmterv Zrt., 2023).....	32
13. ábra: CSÉ-1-0-0 költségvetése (Főmterv Zrt., 2023)	35
14. ábra: Északi átemelő költségei (Főmterv Zrt., 2023).....	37
16. ábra: "A" verzió költségei (Főmterv Zrt., 2023).....	43
17. ábra: "B" verzió költségei (Főmterv Zrt., 2023).....	44
18. ábra: Eredeti verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023).....	45
19. ábra: "A" verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023).....	45
20. ábra: "B" verzió végösszege (Főmterv Zrt., 2023)	46

S Z A K D O L G O Z A T

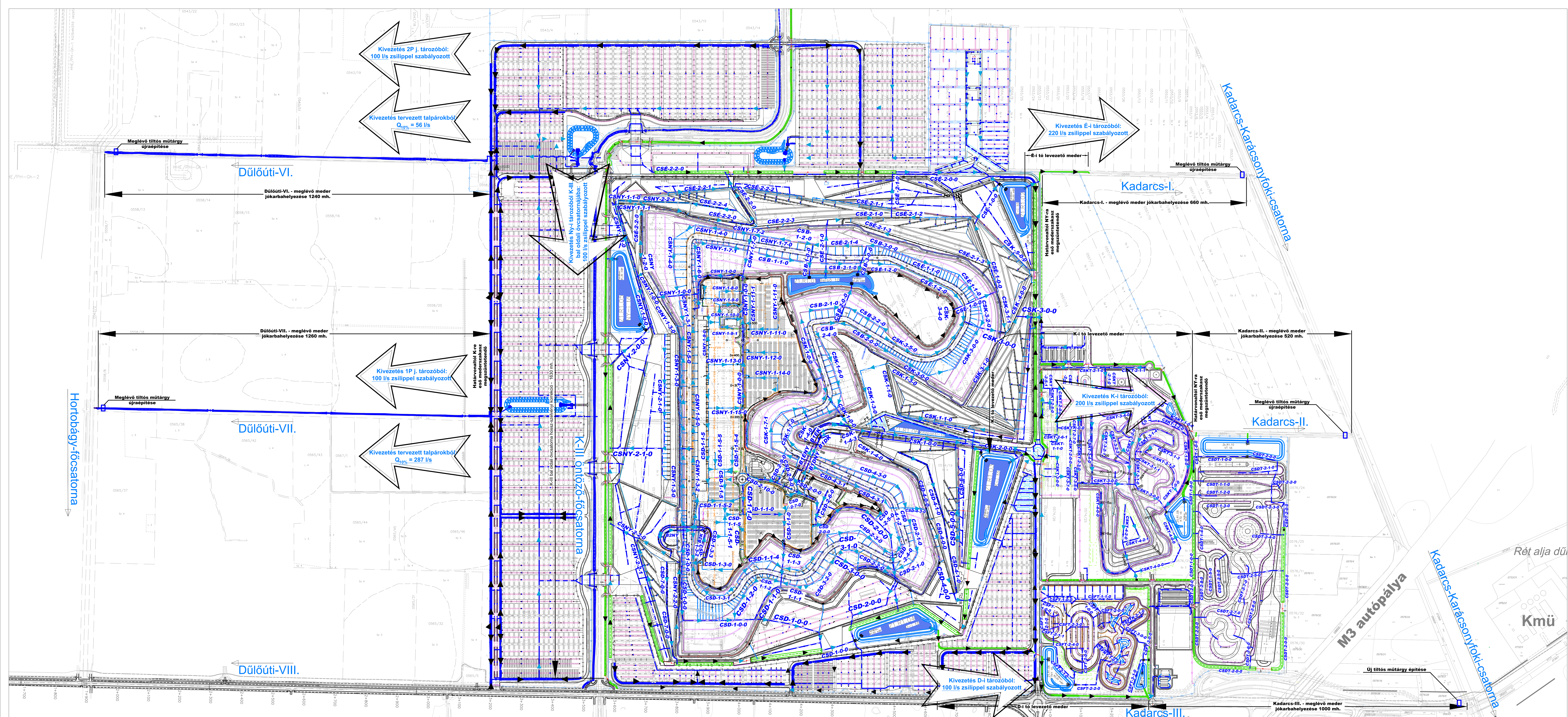
M e l l é k l e t e k

Bérczes Orsolya

2023

Tartalomjegyzék:

1	Bevezetés.....	2
1.1	MOTO-GP ÁTTEKINTŐ TÉRKÉP.....	2
1.2	MOTO-GP ÁLTALÁNOS VÍZÉPÍTÉSI HELYSZÍNRAJZ.....	3
2	SZAKIRODALOM, ELMÉLETI HÁTTÉR.....	4
2.1	KLÍMABIZTONSÁGI TÉNYEZŐ.....	4
2.2	LEFOLYÁSI TÉNYEZŐ ÉRTÉKEK.....	4
2.3	ZÁPOR CSAPADÉK ISMÉTLŐDÉSI IDŐTŐL FÜGGŐ VALÓSZÍNŰSÉGI VÁLTOZÓ.....	5
2.4	MANNING ÉRDESSÉGI TÉNYEZŐ.....	5
2.5	CSŐ KIMUTATÁS.....	5
3	SZÁMÍTÁSOK.....	7
3.1	BELSŐ TÓ HELYSZÍNRAJZA.....	8
3.2	BELSŐ TÓ TÖLTŐ CSATORNA BEVEZETÉSÉNEK KIALAKÍTÁSA.....	9
3.3	CSAPADÉK TÁROZÓTÓ ÜRÍTŐ MŰTÁRGY TERVE.....	10
3.4	HOSSZÚ MONTANARI SEGÉD TÁBLÁZAT.....	11
3.5	ÉSZAKI ÁTEMELŐ TÉTELEI ÉS MENNYISÉGEI.....	12



Kivezetés 2P j. tározóból:
100 l/s zsilippel szabályozott

Kivezetés tervezett talpárokából
 $Q_{10\%} = 56 \text{ l/s}$

Kivezetés E-1 tározóból:
220 l/s zsilippel szabályozott

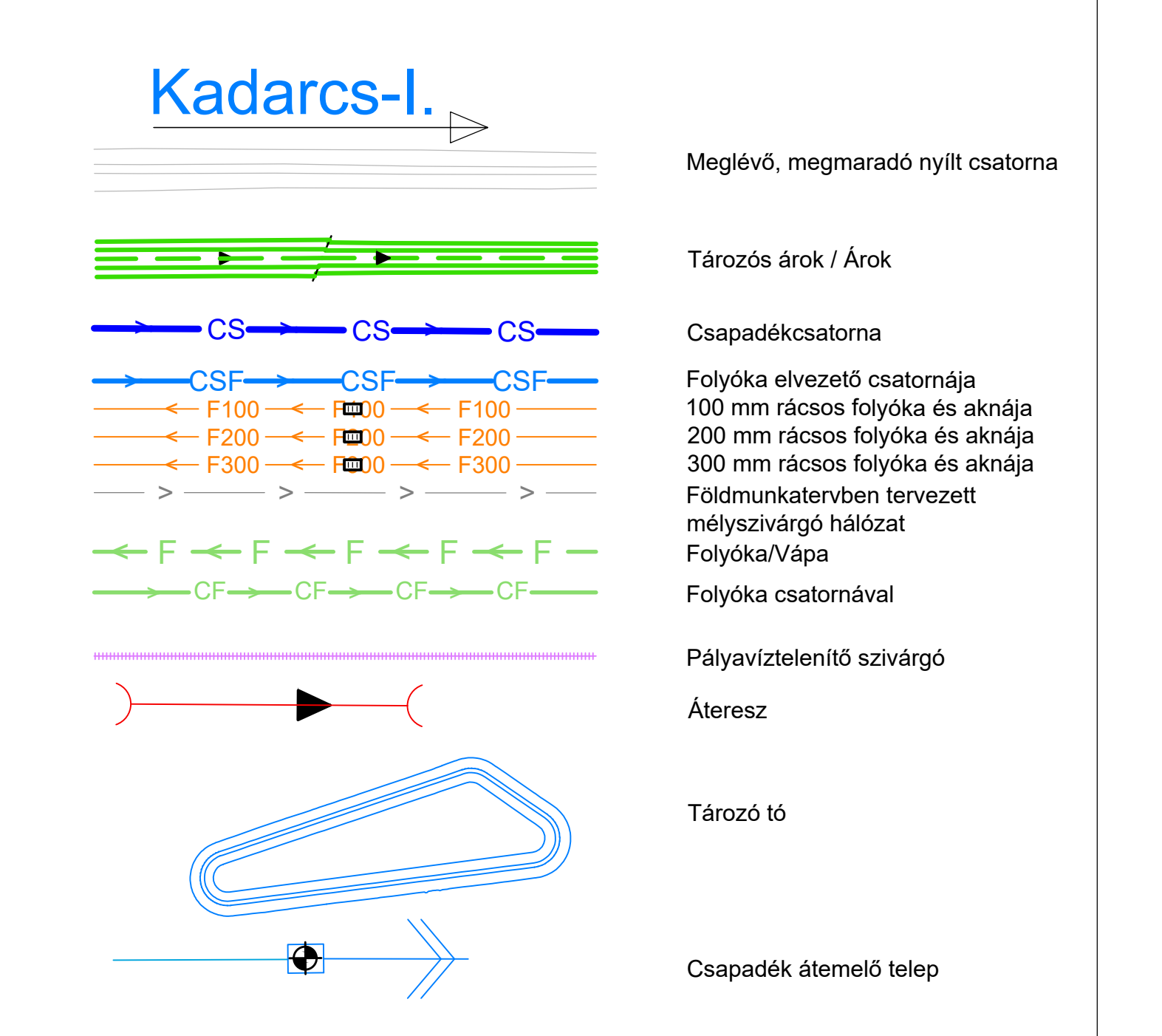
Kivezetés 1P j. tározóból:
100 l/s zsilippel szabályozott

Kivezetés tervezett talpárokából
 $Q_{10\%} = 287 \text{ l/s}$

Kivezetés K-1 tározóból:
200 l/s zsilippel szabályozott

Kivezetés D-1 tározóból:
100 l/s zsilippel szabályozott

JELMAGYARZAT



HAJDÚNANÁSI
MOTO-GP
VERSENYPÁLYA ÉS MŰTÁRKÖZ
AUTÓMOTORTEREM KOMPLEXUM
TERVDOKUMENTÁCIÓ

BORD

BORD ÉRTÉKELŐ STÚDIÓ KFT.

BORD ÉRTÉKELŐ STÚDIÓ KFT.
1121 438
BUDAPEST, MÁTYÁS FŐUTJA 103. SZÁMÚ HÉLYEN
1121 438

Művelet megnevezése	FOMTÉRV	11 21 438
Elkészítési dátum	2023.03.02	
Művelet megnevezése	FOMTÉRV	11 21 438
Elkészítési dátum	2023.03.02	
Alaprajz	1:200	

2 SZAKIRODALOM, ELMÉLETI HÁTTÉR

2.1 Klímabiztonsági tényező

Visszatérési idő								
p [év]	1	2	4	10	20	33	50	100
Kis települések	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Városi lakóterületek	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Városközpontok és ipari területek	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Külterület	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2

2.2 Lefolyási tényező értékek

Felületfajta	Lefolyási tényező
1.	2.
Tetőfelületek	
Fém és palatető	0,95-0,90
Cseréptető	0,90-0,80
Lapos tető	0,80-0,70
Útburkolat	
Aszfalt vagy beton burkolat	0,90-0,85
Kiöntött hézagú kőburkolat	0,85-0,90
Kiöntetlen hézagú kőburkolat	0,70-0,50
Makadám burkolat	0,48-0,25
Kavics utak	0,30-0,15
Egyéb felületek	
Burkolatlan földfelület	0,15-0,10
Park, kert, temető	0,10-0,05
Sportpályák	0,20-0,10
Erdő, rét	0,10-0,03
Üzleti negyedek	
Városközponti	0,70-0,95
Alközponti	0,50-0,70
Lakóterületek	
Családi házas	0,30-0,50
Lakótömbök pontházakkal	0,40-0,60
Lakótömbök összeérő blokkokkal	0,60-0,75

Külváros	0,25-0,40
Villanegyed	0,50-0,70
Ipari településrész	
Laza telepítésű	0,75-0,85
Sűrű telepítésű	0,75-0,95
Vasúti pályák	0,20-0,40

2.3 Zápor csapadék ismétlődési időtől függő valószínűségi változó

Záporcsapadék átlagos ismétlődési ideje p (év)	α	Szorzóérték
1	α	1
2	α	1
4	α	1
5	α	1
10	1,04 α	1,04
20	1,12 α	1,12
25	1,17 α	1,17

2.4 Manning érdességi tényező

Lefolyási pálya	Érd. tényező n
Szántó	0,4 –0,5
Erdő, rét, legelő	0,3 –0,4
Gyepes park	0,2 –0,3
Kőburkolat	0,15–0,25
Beton, aszfalt-burkolat	0,1 –0,15

2.5 Cső kimutatás

B1-es vízgyűjtő				
CSB-1-0-0				
Méret	Anyag	Esés	Hossz	Sebesség
(mm)	-	(‰)	(m)	(m/s)
500	PVC	3	24,4	1,23
500	PVC	3	18,6	1,23
CSB-1-1-0				
160	PVC	10	19,1	1,1
315	PVC	3	48,8	0,92
315	PVC	3	51,5	0,92

400	PVC	3	67,1	1,07
Átlag:				1,04
Összesen:			229,5	

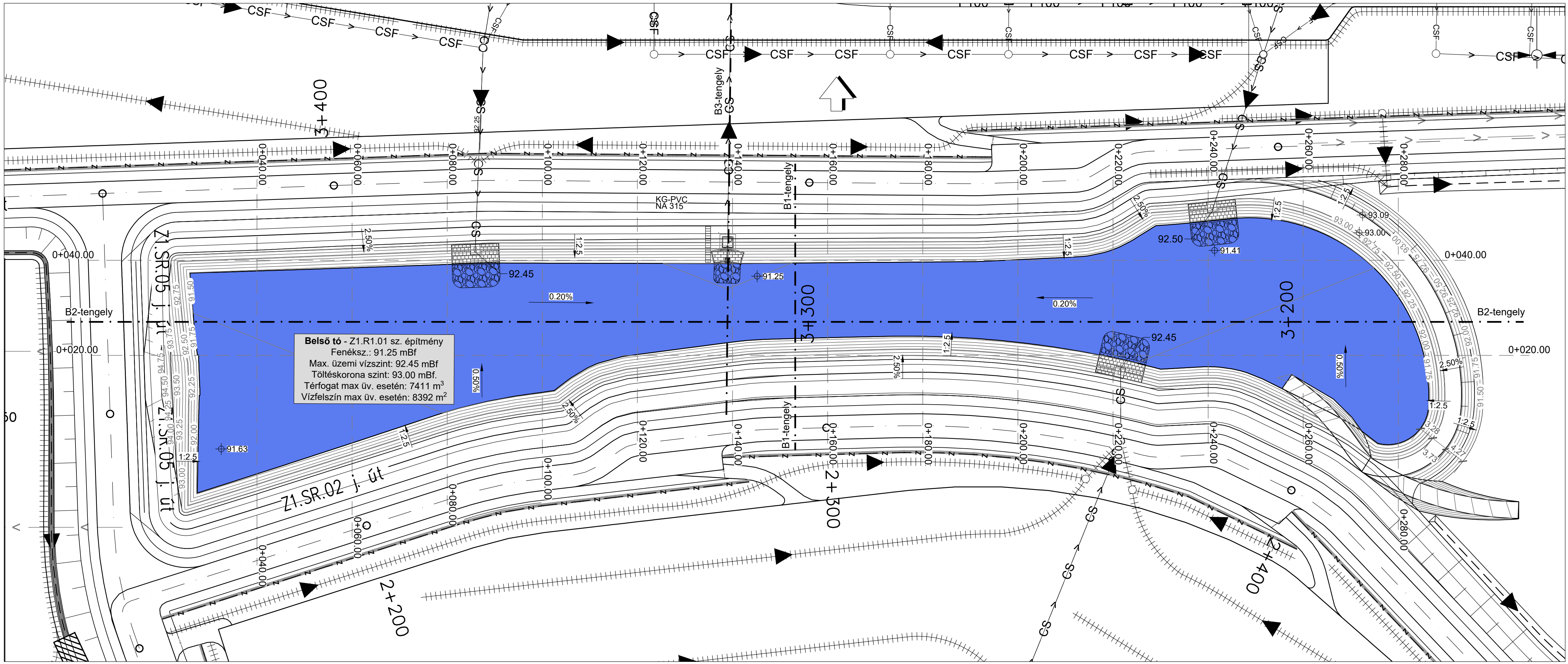
B2-es vízgyűjtő				
CSB-3-0-0				
Méret	Anyag	Esés	Hossz	Sebesség
(mm)	-	(‰)	(m)	(m/s)
160	PVC	9,6	20,4	1,08
315	PVC	2	38,5	0,75
315	PVC	2	38,7	0,75
400	ÜPE	2	61,1	0,87
600	ÜPE	2	34,6	1,13
Átlag:				0,89
Összesen:			193,3	

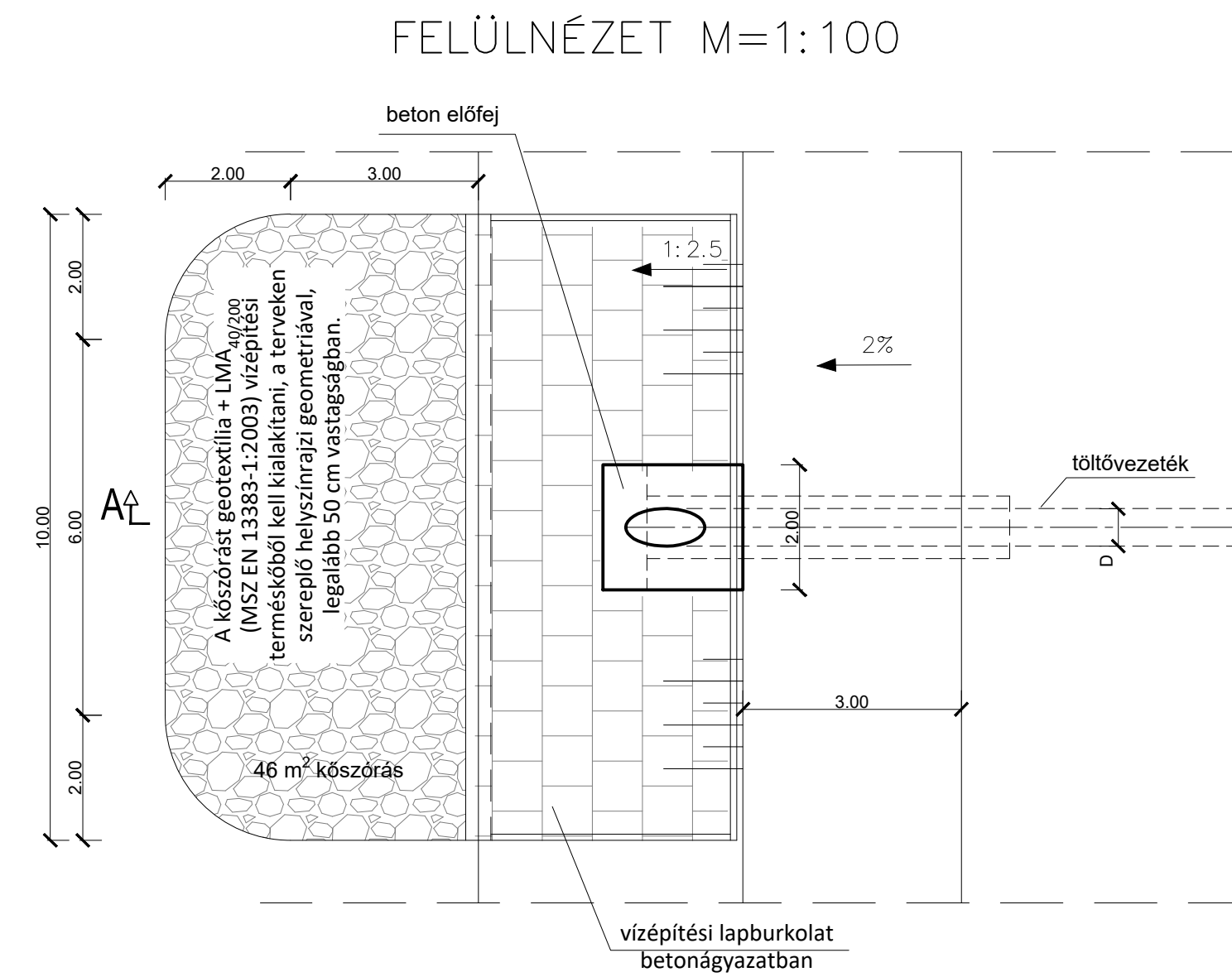
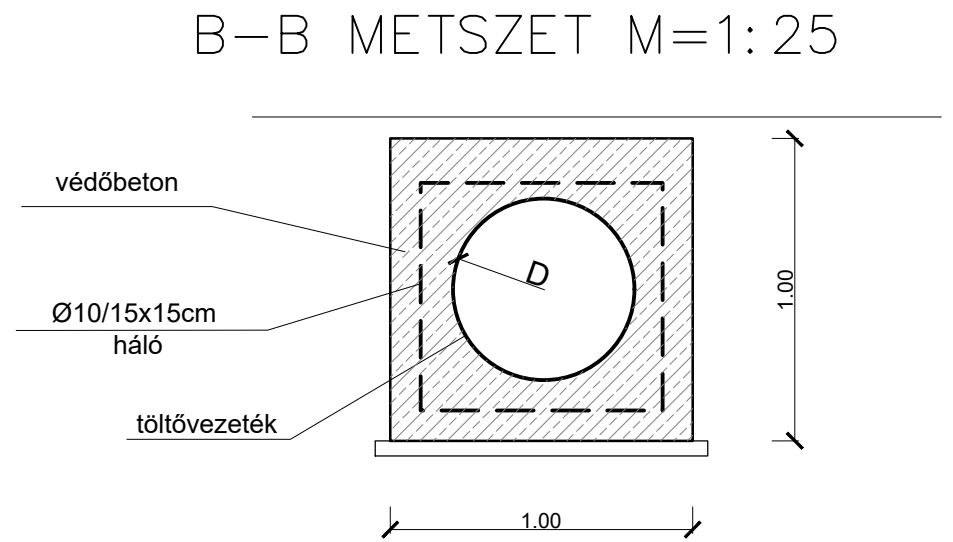
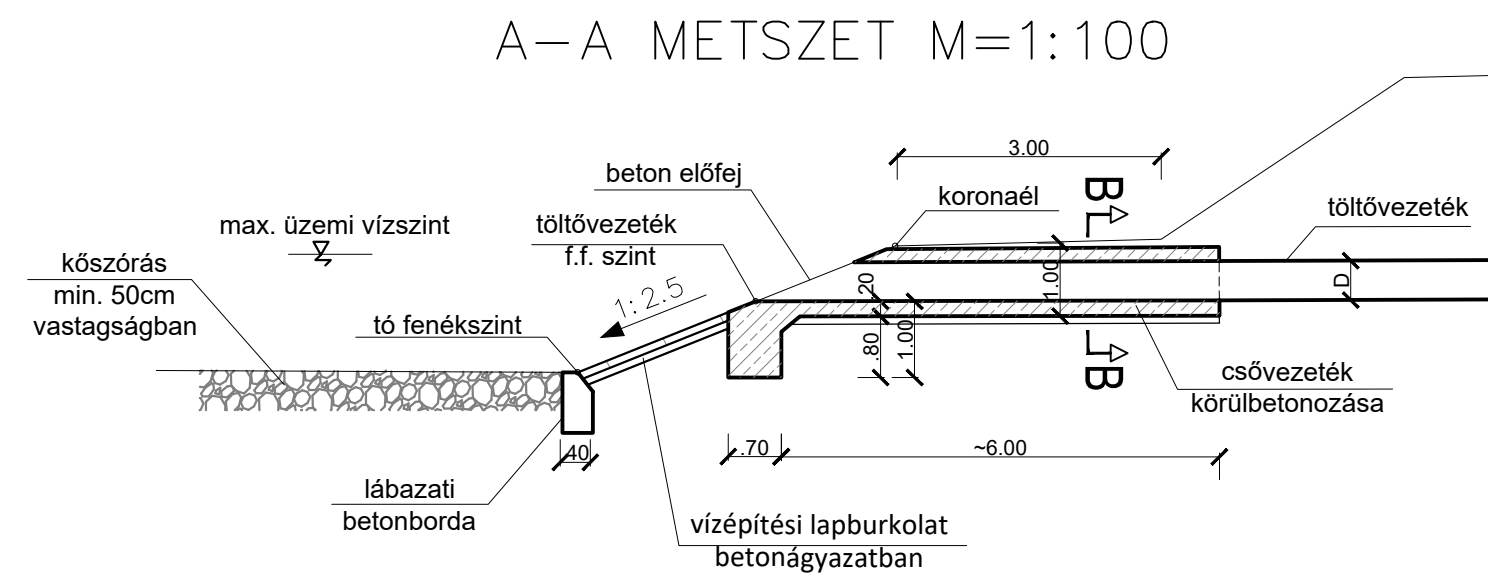
B3-as vízgyűjtő				
CSB-2-0-0				
Méret	Anyag	Esés	Hossz	Sebesség
(mm)	-	(‰)	(m)	(m/s)
160	PVC	8	4,6	0,98
315	PVC	2	50	0,75
315	PVC	2	42,3	0,75
315	PVC	2	24,7	0,75
600	vb.	2	57,2	0,97
600	ÜPE	5,5	60,6	1,88
600	ÜPE	5,5	15,9	1,88
Átlag:				1,14
Összesen:			255,3	

BK vízgyűjtő				
Szivárgó cső				
Méret	Anyag	Esés	Hossz	Sebesség
(mm)	-	(‰)	(m)	(m/s)
110	PVC	3	326,60	0,59
Átlag:				0,59
Összesen:			326,60	

3 SZÁMÍTÁSOK

Belső tó - Z1.R1.01 sz. építmény
Fenéksz.: 91.25 mBf
Max. üzemi vízszint: 92.45 mBf
Töltéskorona szint: 93.00 mBf.
Térfogat max. üv. esetén: 7411 m³
Vízfelszín max. üv. esetén: 8392 m²





VÁLTOZÓ ADATOK TÁBLÁZATA
Belső tározótó medencetöltő

	CSB-1-0-0	CSB-2-0-0	CSB-3-0-0
Tározótó belső koronaél (mBf)	93,00	93,00	93,00
Tározótó fenékszint (mBf)	91,33	91,49	91,38
Töltővezeték becsatl. fenékszint (mBf)	92,27	91,99	92,26
Max. üzemi vízszint (mBf)	92,45	92,45	92,45
Töltő csővezeték átmérő, anyag	DN500 PVC	DN600 ÜPE	DN600 ÜPE

MEGJEGYZÉS:

- A magassági adatok Balti alapszintre vonatkoznak.
- Anyagminőségek:
 beton: C35/45-XA4(H)-XV2(H)-24-F3 MSZ 4798: 2016
 betonacél: B500 B
 betonfedés: min.5cm
 szerelőbeton: C8/10-XN(H)-24-F1 MSZ 4798:2016

H A J D Ú N Á N Á S I
M O T O - G P
VERSENPÁLYA ÉS MULTIFUNKCIÓS
AUTÓ-MOTORSPORT KOMPLEXUM

HRSZ: Kormányhatározatban kijelölt céllérvényű terület

BERUHÁZÓ - ÉPÍTETŐ: BMSK ZRT.
Cím: 1148 BUDAPEST, ISTVÁNMEZEI ÚT 1-3.

GENERÁLTERVEZŐ:

BORD

NÉV: BORD ÉPÍTÉSZ STÚDIÓ KFT.
Cím: 1068 BUDAPEST, FELSŐ ERDŐSÓR 3. III/22.
MOBIL: +36-20938-69-68

BORDÁS PÉTER OKL. ÉPÍTÉSZMÉRNÖK
FELELŐS ÉPÍTÉSZ TERVEZŐ E 01-4760

Versenypálya és közvetlen mélyépítési, és útkapcsolati létesítményei, versenypályán belüli úthálózat, parkolók és feltároló utak, padock terület kialakítása, belső úthálózat terve, belső úthálózat kábeli csatlakozásai, belső közmű tervek, vízellátás, csatornázás (szennyvíz, csapadékvíz), közvilágítás, gyengeáramú alépítmények, áramellátás

ÉRVÉNYES ÉPÍTÉSI ENGEDÉLY NÉLKÜL KIVITELEZÉSRE NEM HASZNÁLHATÓ!
KIVITELEZÉSI TERVDOKUMENTÁCIÓ
MUNKA SZÁMA: 260

Mélyépítési generál tervező: **FOMTERV** Cím: 1024, Budapest Lövőház u. 37. Munkaszám: 11.21.438
Tel.: +36-1-345-9500, Telefax: +36-1-345-9550 E-mail: fomterv@fomterv.hu

Generáltervező: Haas Péter Elnök-vezérigazgató: Keszthelyi Tibor Közmű tervezési igazgató: Laborczi Tamás Közlekedéstervezési igazgató: Takács Miklós

Szaktervező: **FOMTERV** Cím: 1024, Budapest Lövőház u. 37. Munkaszám: 11.21.438
Tel.: +36-1-345-9500, Telefax: +36-1-345-9550 E-mail: fomterv@fomterv.hu

Szakág: Z1.D0. VÍZÉPÍTÉS MotóGP versenypálya, Sportcélú útépitési létesítmények Ellenőr: Jurcsek Attila

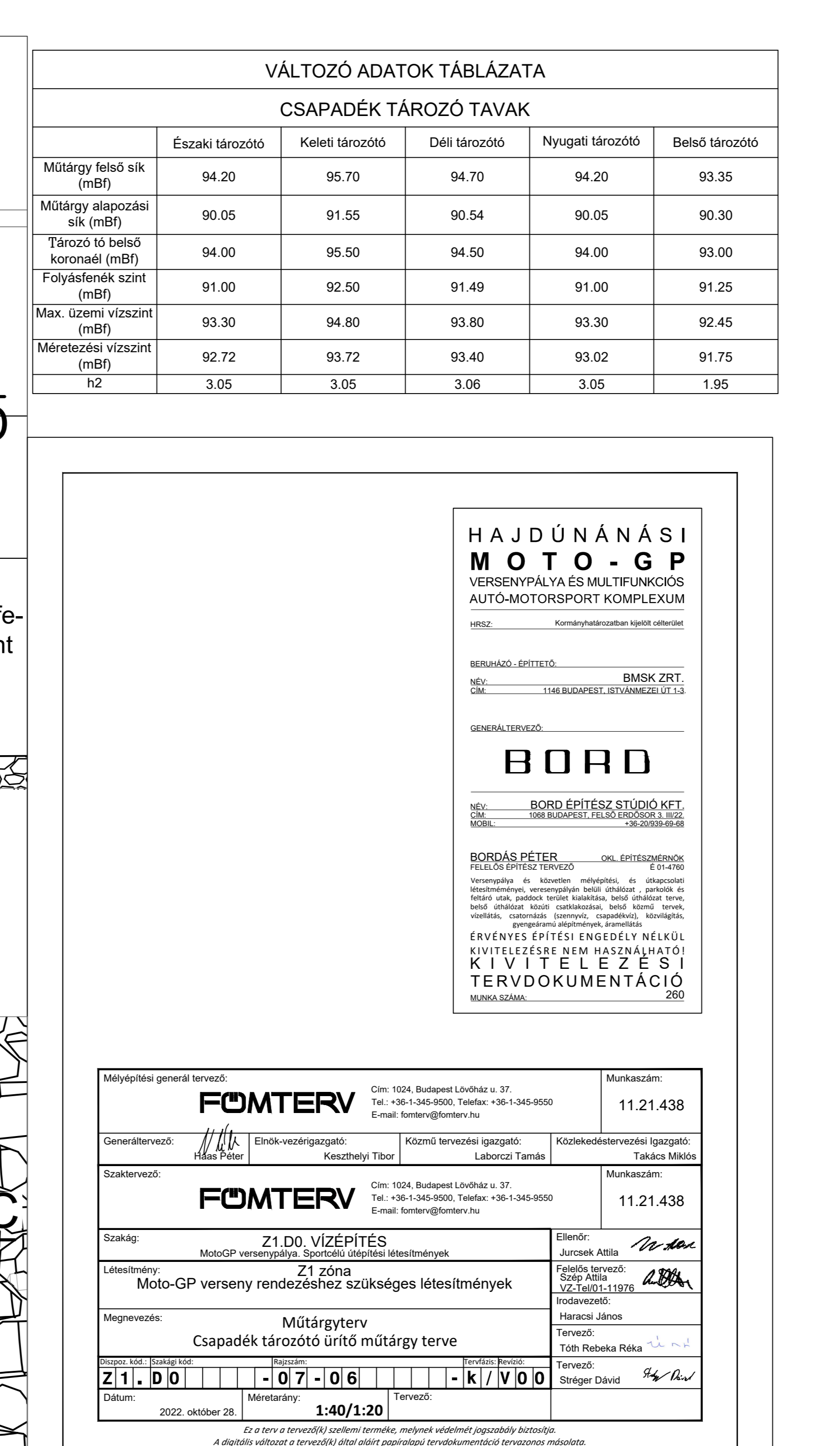
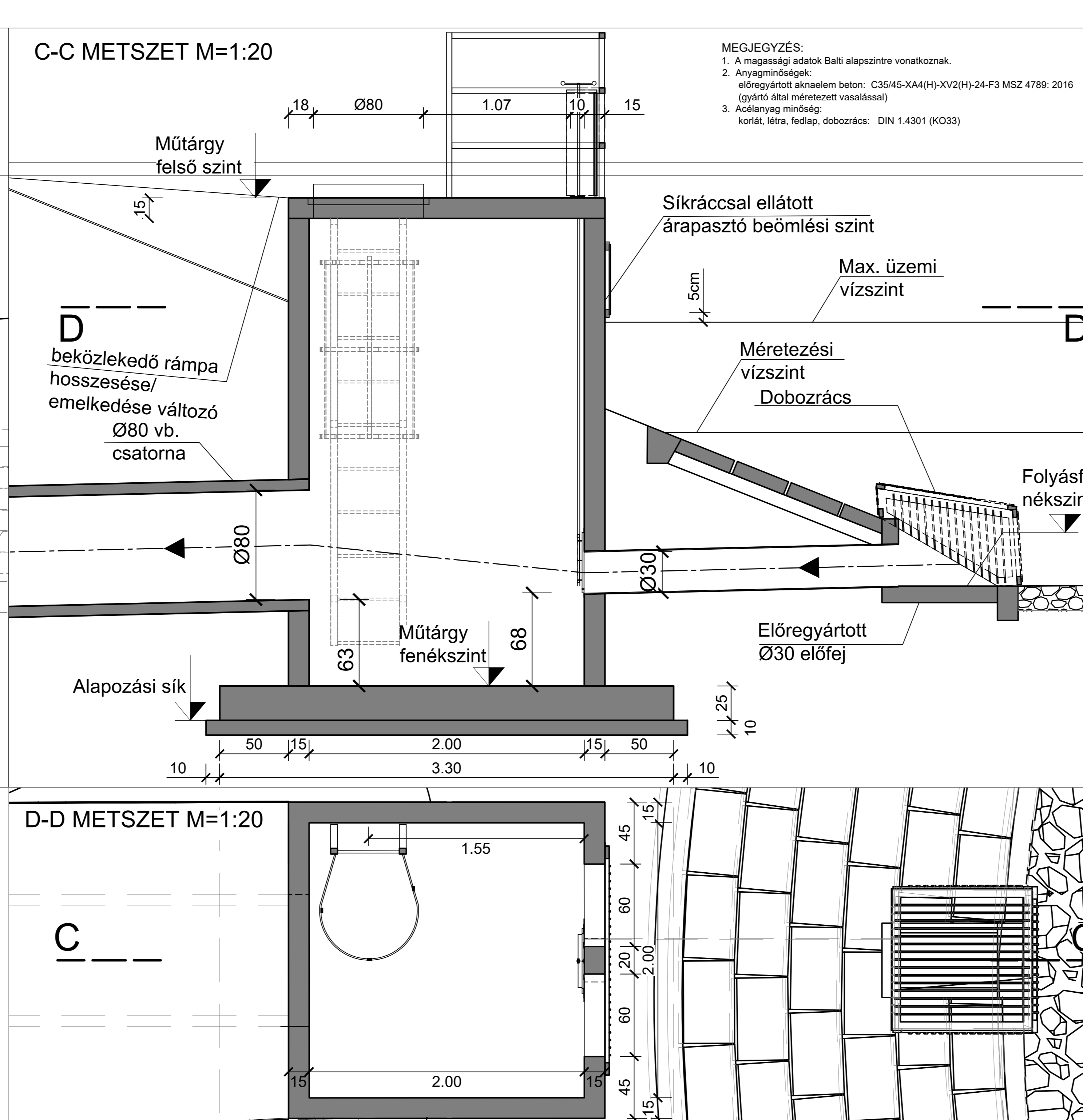
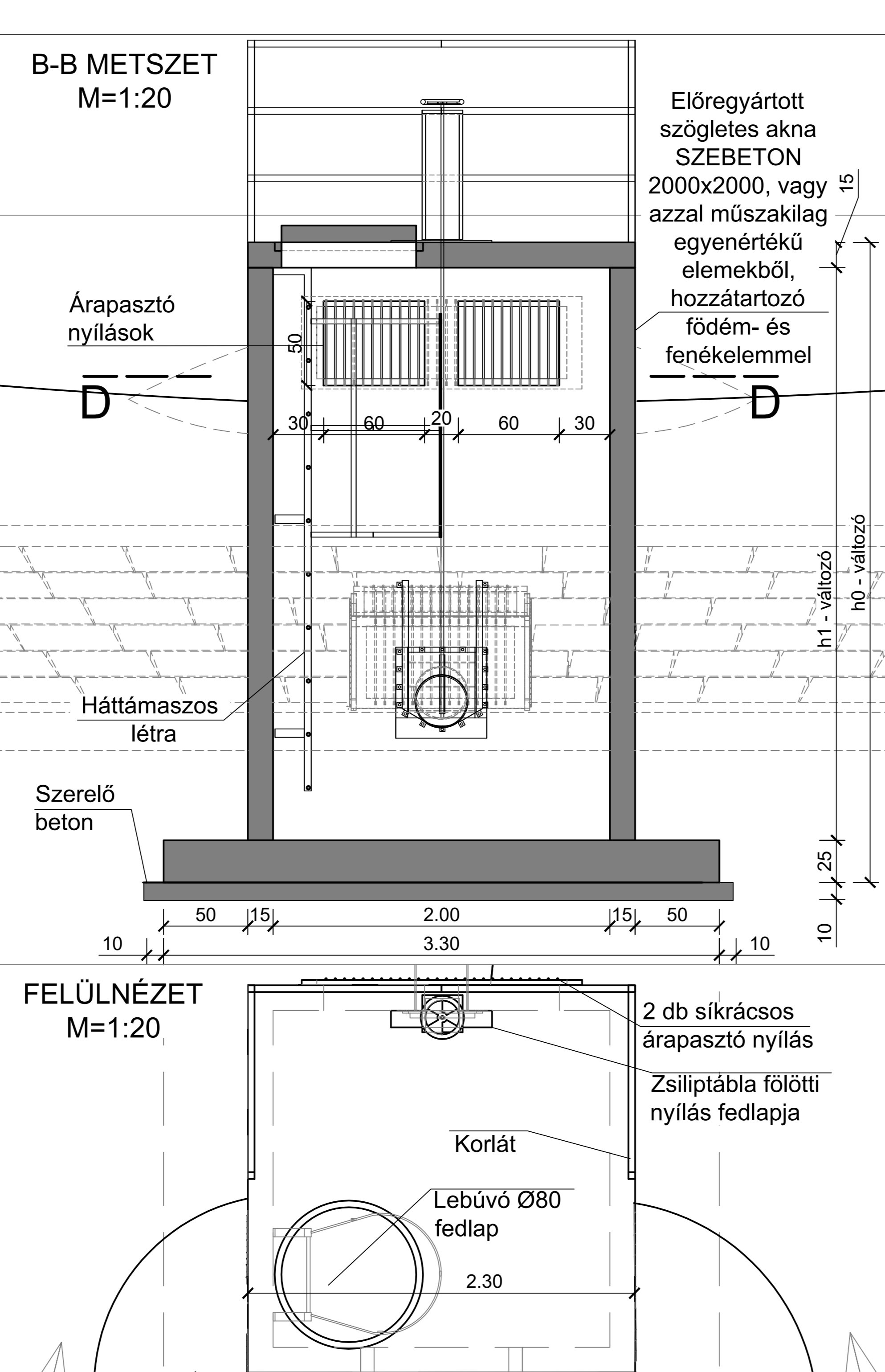
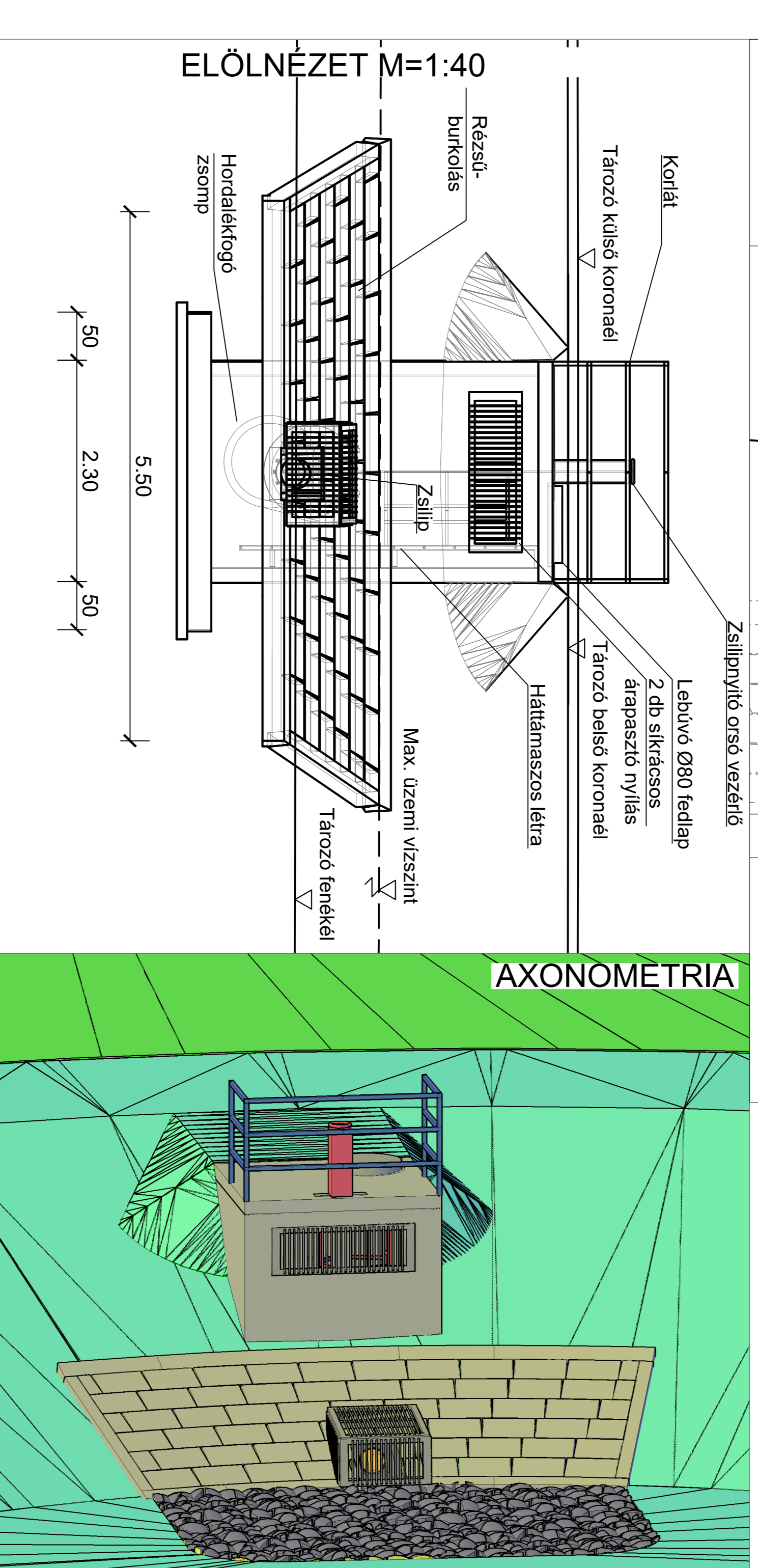
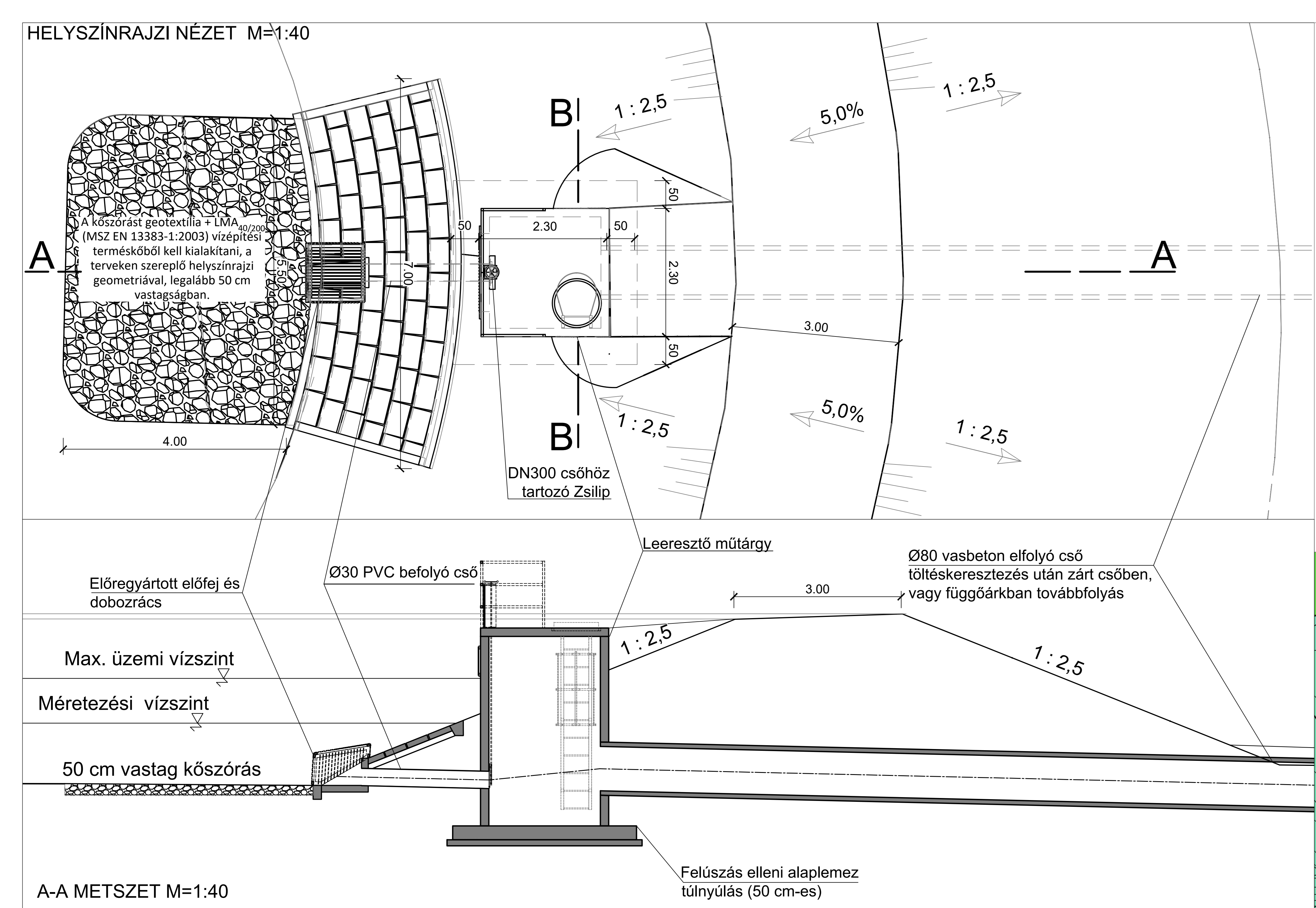
Létesítmény: Z1 zóna Moto-GP verseny rendezéshez szükséges létesítmények Felelős tervező: Szép Attila VZ-Tel/01-11976 Irodavezető: Haracsi János

Megnevezés: Műtárgyterv Csapadék Belső tározótó medencetöltő Tervező: Tóth Rebeka Réka

Diszpoz. kód: Szakági kód: Rajzszám: Tervfázis: Revízió: Z1.D0 - 07.08 - k / V00 Tervező: Stréger Dávid

Dátum: 2022. október 28. Méretarány: 1:100, 1:25 Tervező:

Ez a terv a tervező(k) szellemi terméke, melynek védelmét jogszabály biztosítja.
A digitális változat a tervező(k) által aláírt papíralapú tervdokumentáció tervezonos másolata.



VÁLTOZÓ ADATOK TÁBLÁZATA

CSAPADÉK TÁROZÓ TAVAK

	Északi tározó	Keleti tározó	Déli tározó	Nyugati tározó	Belső tározó
Műtárgy felső sík (mBf)	94.20	95.70	94.70	94.20	93.35
Műtárgy alapozási sík (mBf)	90.05	91.55	90.54	90.05	90.30
Tározó tő belső koronái (mBf)	94.00	95.50	94.50	94.00	93.00
Folyásfenék szint (mBf)	91.00	92.50	91.49	91.00	91.25
Max. üzemi vízszint (mBf)	93.30	94.80	93.80	93.30	92.45
Méretezési vízszint (mBf)	92.72	93.72	93.40	93.02	91.75
nZ	3.05	3.05	3.06	3.05	1.95

HAJDÚNÁSI MOTO-GP

VERSENYPÁLYA ÉS MULTIFUNKCIÓS AUTO-MOTORSPORT KOMPLEXUM

OROSZ Kormánybizottság központi elnöksége

SZÉKSZÉNY: BORD

BORD ÉPÍTÉSZ STÚDIÓ KFT.
 1048 Budapest, Lovász u. 37.
 Tel.: +36-1-345-8900, Fax: +36-1-345-8900
 Email: bord@fomterv.hu

BORDÁS PÉTER OK. ÉPÍTÉSZMÉRNÖK
 ELÉRTÉKELÉS: E-1410

ERŐNYER ÉPÍTÉSI ENGEDÉLY NÉLKÜL KIVITELEZÉS NEM HASZNÁLHATÓ! KIVITELEZÉSI TERVDOKUMENTÁCIÓ 200

Műlyépítési generál tervrajz: **FOMTERV** Cím: 1024 Budapest Lovász u. 37. Tel.: +36-1-345-8900, Fax: +36-1-345-8900 Email: bord@fomterv.hu Munkaszám: 11.21.438

Generáltervező: **FOMTERV** Cím: 1024 Budapest Lovász u. 37. Tel.: +36-1-345-8900, Fax: +36-1-345-8900 Email: bord@fomterv.hu Munkaszám: 11.21.438

Szaktervező: **FOMTERV** Cím: 1024 Budapest Lovász u. 37. Tel.: +36-1-345-8900, Fax: +36-1-345-8900 Email: bord@fomterv.hu Munkaszám: 11.21.438

Szakág: **Z1-D0 VÍZÉPÍTÉS** Előíró: Jánosik Attila
 Műtárgyterv: **Z1-D0 VÍZÉPÍTÉS** Építési tervrajz: Jánosik Attila
 László: **Z1 zóna** Felülvizsgáló: Jánosik Attila
 Motor-GP versenyrendszer, Sportoló: **Z1 zóna** Víz: Tervező: Jánosik Attila
 Haraszti János
 Műtárgyterv: **Csapadék tározótól irtó műtárgy terve** Tervező: Tóth Beáta Réka
 Tervező: Széger Dénes

2022. október 28. Méretarány: 1:40/1:20

3.4 Hosszú Montanari segéd táblázat

<i>Vissz. Idő (év)</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>10</i>	50	100
<i>a</i>	44	58	74	96,00	143	168
<i>m</i>	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76

3.5 Északi átemelő tételei és mennyiségei

Nedves telepítésű csapadékvízátelő szivattyú talpkönyökkel és vezetősóvel	4db
típus:	WILO FA 25.93D T 30-6/35K
vízmenység:	Q=230 lit/sec
nyomás:	H=11,5 m
névleges teljesítmény:	P= 37,5 kW (3~400V/50Hz)
csatlakozó csonk:	DN250
Teljes átömlésű, karimás visszacsapó szelep DN300	4db
anyag:	GGG-40, kívül belül epoxy bevonattal
nyomás:	PN10
hossz:	L=700 mm
tömeg:	m=150 kg
KéstolóárDN300	4db
anyag:	GGG-25, epoxy bevonattal
nyomás:	PN10
hossz:	L=78 mm
tömeg:	m=91 kg
Gumikompenzátor DN300	4db
anyag:	1.4571, EPDM
nyomás:	PN10
hossz:	L=200 mm
tömeg:	m=42 kg
Tolóár DN50	1db

anyag:	GGG-40, epoxy bevonattal
nyomás:	PN10
hossz:	L=150 mm
tömeg:	m=9,2 kg
Storz-kapocs, karimás csatlakozással, alumíniumból C52	1 db
Vízhatlan csőátvezetés DN500 haszoncsőre nyomóakna falán	2db
Acél nyomócső szükséges idomokkal, hegesztett kötésekkkel, rozsdamentes tartózással	
1.4305	
DN100	1fm
DN300	30fm
DN500	9fm
ÜPE nyomócső szükséges idomokkal, földbe fektetve	
DN500	10fm
DN800	20fm
Szellőzőfej KO35 Ti anyagból DN150 méretben 90° ívidommal és rovarvédő hálóval	3db
A végén, vízhatlan csőátvezetéssel a földemen, DN150 PE belső szellőzővezetékekkel	