

Kiskörei ökológiai folyosó – Hallépcső

A Tisza 404 fkm szelvényében egy jobb parti átvágásban 1967 és 1973 évek között épült a Kiskörei vízlépcső, amely **számos pozitív hatása mellett**, az árvizek alatti rövid és ritka időszakok kivételével **átjárhatatlan akadályt jelent a vízi élőlények számára**. A Kiskörei Vízlépcső építését komoly hatástanulmányok előzték meg. Többek között a halak vándorlásával kapcsolatban is. Az átjárható ökológiai folyosó biztosítása végett a duzzasztómű 6-os pillére mellé, a hajózsilip mólójában kivitelezésre került egy úgynevezett halzsilip. A halzsilip azonban egy szűk, zárt, sötét, vasbeton csatorna és a halak megtalálása szempontjából a folyamatos csalivíz sem biztosított, így a hatásossága az évek során nem igazolódott be. Ezért épült meg, hazánkban és Közép-Európában is egyedülálló méretben, a kiskörei ökológiai folyosó, az úgynevezett hallépcső. A hallépcső egy a tájba illesztett, mesterséges, kanyargós, csobogós patak 1371 m hosszúságban, a középső szakaszán átlag 16 m szélességben. Egyedisége a kivitelezésének köszönhető. Hiszen ez a „csobogó patak” biztosítja, évszakoktól függetlenül, a halak akadálymentes átjutását a duzzasztómű két oldala között a legnagyobb, 10,6 m-es vízszint különbség esetén is. A természet közeli módon kialakított hallépcsőhöz hasonló ökológiai folyosó nem található Európában.

A probléma kezelésére többváltozatú tanulmányterv készült, melynek célja a tervezett átalakítás módjának eldöntéséhez szükséges tervváltozatok kidolgozása volt, vízügyi, természetvédelmi, valamint egyéb többcélú hasznosítási szempontok figyelembevételével. Az előnyök és hátrányok elemzése alapján a kiválasztott változatra engedélyezési terv készült, amely 7320-15/2010 számon vízjogi létesítési engedélyt kapott, amelyet a Jász-Nagykunszolnok Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Hatósági Osztálya adott ki.

A kiviteli tervet az engedélyben előírtak figyelembe vételével készítette el a győri székhelyű Hullámvonal Mérnökszolgálati Kft..

A kiviteli munkálatokat a Kötiviép'B Kft. és a Hídépítő Speciál Kft. végezte konzorciumban, a 2013-2014 években.

A Kiskörei vízlépcsőnél kialakított ökológiai folyosó létesítményei

A **különböző megoldási lehetőségek** az alábbi, az üzemelés, a működtetés, a funkcióteljesítés szempontjából egységesen kezelhető területekre határolhatók:

- Az ökológiai folyosó – hallépcső felső szakaszának a kialakíthatósága,
- Az ökológiai folyosó – hallépcső középső szakaszának a kialakíthatósága,
- Az ökológiai folyosó – hallépcső alsó, torkolati szakaszának a kialakíthatósága.

Az egyes területeken vizsgált különböző megoldású létesítmény-együttesek természetesen egymással szoros kapcsolatban vannak és egymásra közvetett és közvetlen hatással vannak, amelyet a megvalósítás, üzemelés során figyelembe vettünk.

Ökológiai folyosó – hallépcső felső szakaszának a kialakítása

A felvízi vízkivételt a téli kikötő céljából kialakított öbölből valósult meg. A jelentősen eltérő nyári (88,67 mBf.) és téli (87,42 mBf.) üzemvízszintek esetén egyaránt meg kellett teremteni a szükséges vízkivétel lehetőségét.

Az üzemeléshez szükséges létesítmények:

- Tápcsatorna a téli kikötő és az üzemi út között, a kikötői öbölből történő kiágazásánál uszadék terelő, illetve uszadék fogó és kiszedő hellyel,
- Az üzemi út alatt keresztező műtárgy (egyben a fő vízkivételt és az árvizek kizárását is biztosítja).
- A műtárgyhoz csatlakozó vasbeton „osztó medence” biztosítja a szükséges vízhozamot a természet közeli megoldású hallépcső számára.



1. kép. Tápcsatorna feltöltés előtt



2. kép. Tápcsatorna üzem közben

Ökológiai folyosó-hallépcső középső szakaszának a kialakítása

A természet közeli módon kialakított ökológiai folyosó főbb elemei az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- Természet közeli módon kialakított kisvízfolyás jellegű meder,
- Természet közeli medencesor, a medencéket elválasztó természet közeli bukókkal,
- Pihenő tavak,
- Csatlakozó vizes élőhelyek, ivó helyek.



3. kép. Csatlakozó vizes élőhely (középső pihenő tó) légi fotó képe

A kialakítás során az alábbiak érvényesítése fontos szempont volt:

- Az egyik part lapos, kavicsos rézsűkkel legyen kialakítva,
- A parti kövek között kis vízmélységű vízterek keletkezzenek,
- Az egyik, lehetőleg a nyugati parton árnyékolást biztosító fás, bokros sáv alakuljon ki,
- A másik parton kaszált fenntartó út kialakítása.

Az ökológiai folyosó az üzemi utat keresztező műtárgyhoz csatlakozó vasbeton „osztó medence” és az alsó „pihenő tó” között a folyó valamikori part éle és a hullámtéri árapasztó jobb parti terelő töltése közötti területen helyezkedik el.

Téli kisvizes időszakban vízpótlás csak a teljesen nyitott vagy részlegesen fojtott tápláló zsilipen keresztül történik. A fojtás mértékét úgy kellett meghatározni, hogy a legnagyobb koncentrált vízszintkülönbség legfeljebb 0,15 – 0,20 m lehet.

Nyári üzemvízszintnél, amikor nincs szükség nagy csalívíz átvezetésére, a tápláló zsilip fojtott vagy zárt állapotban van (víztakarékos üzemmód) a teljes vagy részleges mennyiségű vízátfolyás a halak számára átjárható **durva rámpán** („érdesített meder-medencés halátjárón”) keresztül valósul meg.

A felső pihenő tóból induló **kőküszöbös-medencés halátjáró** elsősorban a csali vizet szolgáltatja. Az alacsonyabb és magasabb küszöbszintű bukók paraméterei 2,7-10,4 m³/s vízhozam mellett nagyobb energia sűrűséggel ($dh \leq 0,2-0,3$ m) elsősorban a reofil halfajok számára biztosítják a közlekedést. Az egyes küszöbök alatt a partvédelem és a természetes energiátörés érdekében a partok vonalvezetése **hagymaszerű kiöblösődéssel** lettek kialakítva.

A kis energia sűrűségű átjárási feltételeket a természet közeli bukókhoz hozzáépített, **réselt halátjáróként** kialakított **monolit vasbeton szerkezetű műtárgyak** teremtik meg. Műtárgyanként 1-3 db változtatható résnyílású rést alakítottunk ki, melyekkel 1,0-2,6 m³/s vízhozam mellett a koncentrált vízszintkülönbség 0,09-0,10-0,18 m között tartható. A műtárgyak mélyküszöbű nyílásai szolgálják az év teljes időszakában (téli alacsony duzzasztáskor is) a halak számára az átjárhatóságot, és a rendszer vízteleníthetőségét, leüríthetőségét. A próbaüzemet követően a réselt halátjáróknál műtárgyanként 2 db, váltakozva 0,7-0,8 m-es rés kialakítása történt meg. A korábbi hullámtéren anyagnyerés céljából kialakított tószzerű mélyedés helyén különleges vizes élőhely alakult ki, amelyben a halak téli veremlése is biztosított.

Az üzemeléshez szükséges létesítmények:

- Az utat keresztező fő vízkivételi műtárgy alatt elhelyezkedő „osztó medence”,
- Az „osztó medence” és a felső „pihenő tó” közötti kapcsolatot biztosító:
 - mélyküszöbű tápláló zsilip és
 - durva rámpa („érdesített meder-medencés halátjáró).
- Felső „pihenő tó”,
- Természet közeli megoldású ökológiai folyosó és réselt halátjáró kombinációja:
 - természet közeli medencesor, a medencéket elválasztó természet közeli bukókkal,
 - a medencéket elválasztó természet közeli bukók mellett kialakított mélyküszöbű réselt halátjáró,
 - pihenő tavak,
- Természet közeli módon kialakított kisvízfolyás jellegű összekötő meder és átereszt a tószzerű mélyedés átalakításával kialakított különleges vizes élőhelyhez.

Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete	Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete
Mélyküszöbű tápláló zsilip		Durva rámpa	
Nyári üzemvízszint	88,38 mBf	Durva rámpa koronaszint	87,70 mBf
Téli üzemvízszint	86,86 mBf	Durva rámpa szélesség (b)	4,2 m
Küszöbszint	85,85 mBf	Durva rámpa alvízi rézsűhajlása	1:21 – 1:2
Nyílásszélesség	2x1,5 m		
Elzáró szerkezet	2 db mozgatható síktábla		



4 kép. A durva rámpa és a tápláló zsilip beüzemelés közben

Felső pihenő tó

Nyári (csalivíz üzemmód) üzemvízszint: 88,26 mBf

Nyári (víztakarékos üzemmód) üzemvízszint: 87,66-87,86 mBf

Téli üzemvízszint: 86,85 mBf



5. kép. Felső pihenő tó légi fotó képe



6. kép. Monitoring helyiség, felső pihenő tó látképe

Természet közeli megoldású ökológiai folyosó és réselt halátjáró kombinációja

Bukók, medencék

Induló fenékszint:	85,40-85,90 mBf
Kőküszöbök száma:	27 db
Kőküszöbök minimális távolsága (l):	20,0 m
Küszöbök közötti lépcső (dh):	0,2-0,3 m
Medence fenékszélesség (b):	min. 13,20 m
Egy medence fenékesése:	0,18 m



7. kép. Elkészült kőküszöbök, réselt halátjárók



8. kép. Vízrel borított kőküszöb

Kőküszöbönként 3 db rés elhelyezésére alkalmas monolit vb. műtárgy

Induló vb lemez szintje	85,26 mBf
Réselt halátjáró medence min. hossza (L):	3,00-6,00 m
Réselt halátjáró medence szélessége (B):	1,80 m
Rés szélessége:	0,70-0,80 (0,50-0,90) m
Minimum vízmélység:	0,80-1,29 m
Műtárgyak küszöbszintje közötti szintkülönbség	0,18 m
Legnagyobb koncentrált vízszintkülönbség a rések között:	0,09-0,10-0,18 m
Műtárgyak (rések) száma:	27-54-81 db



9. kép. Réselt halátjáró csatlakozása a bal parthoz



10. kép. Kőküszöbök, mederfenék kialakítása geotextília ágyon

A természet közeli megoldások hidraulikai méretezésének nehézségei, bizonytalansága, az építőanyagok (kövek) előzetesen csak durván becsülhető mérete, a beépíthetőség pontatlansága miatt az előzetesen megtervezett fő paramétereket beüzemelés követően folyamatosan vizsgáltuk. A beüzemelés során kapott eredmények alapján a kövek átrendezésével a lehető legkedvezőbb áramlási viszonyokat alakítottuk ki, amely a halak számára könnyebb mozgásteret biztosítanak.

Ökológiai folyosó – hallépcső alsó, torkolati szakaszának a kialakítása

A mederbeágyazódás miatt kisvízes időszakban az alsó pihenő tó és a Tisza folyó kisvízszintje között jelentős, 3-5 m-es vízszintkülönbséget kellett áthidalni. A terelő töltés és a folyó között kicsi a távolság, ezért a mederre merőleges nyomvonal kialakítása nem volt megvalósítható. Így a torkolati szakaszt folyásiránynak lefelé, a meder rézsújéba illesztve alakítottuk ki. Az ökológiai folyosó középső és torkolati szakasza között a kapcsolatot az alsó pihenő tó biztosítja.

A tó mindkori vízszintjét, vízjátékát:

- az érkező vízhozam nagysága,
- a torkolati szakasz műszaki kialakítása és üzemelése,
- az alvízi visszaduzzasztás mértéke határozza meg.

Az alsó pihenő tó és a torkolati szakasz közötti kapcsolatot a nagyvízi terelőtöltéstől a hullámtéri árapasztó jobb partján található terelő töltés között épült töltést keresztező **osztó mőtárgy** biztosítja, amely a leggyakoribb hordalékos árvizek kizárására alkalmas megoldással valósult meg.

A mőtárgy alatt induló **kőküszöbös-medencés halátjáró** alacsonyabb és magasabb küszöbszintű bukóinak paraméterei 2,0-6,0 m³/s vízhozam mellett nagyobb energia sűrűséggel ($dh \leq 0,2$ m), elsősorban a reofil halfajok számára biztosítják a közlekedést.

A kis energia sűrűségű átjárási feltételeket a természet közeli bukókhoz hozzáépített, **réselt halátjáróként** kialakított **vasbeton szerkezetű mőtárgyak** teremtik meg. Mőtárgyanként 2 db változtatható nyílású rés lett kialakítva, amelyekkel 0,8-1,5 m³/s vízhozam mellett a koncentrált vízszintkülönbség 0,10 m alatt tartható. A mőtárgyak mélyküszöbű nyílásai szolgálják az év teljes időszakában (téli alacsony duzzasztáskor is) a halak számára az átjárhatóságot, és a rendszer vízteleníthetőségét, leüríthetőségét.

A kőküszöbös-medencés halátjáró mellett vasbeton szerkezetű a torkolati közbenső pihenő tóba torkolló **O szelvényű**, 1:40 esésű **csalivíz csatorna** került kialakításra. A rávezetett vízhozam (0-2,1 m³/s) a beépített hornyokba elhelyezhető betéttáblákkal szükség szerint szabályozható.

A legalsó torkolati szakasz csak kb. 550 m³/s-nél kisebb tiszai vízhozamoknál működik hallépcsőként. Ekkor kevesebb csalivíz biztosítása is elegendő, ezért a torkolati közbenső pihenő tóból egy árapasztó bukó került kialakításra.

A nehéz építési körülmények miatt a legalsó torkolati szakaszon réselt halátjáró nem épült. A kisebb vízhozam következtében a megfelelő energia-tartalom a nagy kőküszöbök mellett, azoktól elválasztva két kis kőbukó beépítésével vált biztosíthatóvá. Ezzel a megoldással a Tisza érintett folyószakaszának esetleges medersüllyedése esetén a hallépcső kis munkával

szükség szerint meghosszabbítható. A megoldás további előnye, hogy kedvezőtlen vízjárás esetén – az öböl megfelelő kialakítása esetén – az alsó 2-3 küszöb később is megépíthető.



11. kép. A hallépcső alsó torkolati szakasza. Távolban a Kiskörei Vízlépcső



12. kép. Az alsó szakasz 10 db kőküszöb, réselt halátjáró kombinációja

Az üzemeléshez szükséges létesítmények:

- Alsó pihenő tó,
- A nagyvízi terelőtöltéstől a hullámtéri árapasztó jobb partján található terelő töltés között épült töltés, betonba ágyazott terméskő burkolattal stabilizált töltő-árapasztó bukóval,
- A töltést keresztező vb. átjáró és osztó műtárgy az árvizek kizárási lehetőségével,
- Természet közeli megoldású ökológiai folyosó és réselt halátjáró kombinációja:
 - természet közeli medencesor, a medencéket elválasztó természet közeli bukókkal, a medencéket elválasztó természet közeli bukók mellett kialakított mélyküszöbű réselt halátjáró.
- Vasbeton szerkezetű csalívíz csatorna a közbenső pihenő tóba torkollva,
- Torkolati közbenső pihenő tó árapasztóval,
- Természet közeli medencesor, a medencéket elválasztó természet közeli bukókkal, bukónként 2 db kőküszöb beépítésével ($dh \leq 0,10$ m),
- A torkolatnál egy öböl kialakítása.

A beüzemelését követően az alábbi főbb hidraulikai paraméterek alakultak ki:

Alsó pihenő tó:

Nyári (csalívíz üzemmód) üzemvízszint:	82,86 mBf
Téli kisvizes üzemvízszint:	81,99 mBf
Maximális vízhozam:	10,1 m ³ /s
Nyári közép vízhozam:	2,6-4,8 m ³ /s
Téli kisvízhozam:	1,0-1,3 m ³ /s



13. kép. A keresztező műtárgy feletti alsó pihenő tó és a torkolati szakaszra rávezető csatorna légi fotó képe

A nagyvízi terelőtöltéstől a hullámtéri árapasztó jobb partján található terelő töltés között épülő töltés

Töltés korona szintje:	87,00 mBf
Töltés korona szélessége:	5,0 m
Betonba ágyazott terméskő burkolattal stabilizált töltő-árapasztó bukó	
Korona szintje:	86,50 mBf
Szélessége:	20 m

A töltést keresztező vb. átjáró és osztó műtárgy az árvizek kizárási lehetőségével

Küszöbszint (vb lemez szintje):	80,50 mBf
Küszöbszint (kőrákat szintje):	80,78 mBf
Nyílásszélesség:	2x1,5 m

Természet közeli megoldású ökológiai folyosó és réselt halátjáró kombinációja

Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete	Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete
Bukók, medencék		Kőküszöbönként 2 db rés elhelyezésére alkalmas monolit vb. műtárgy	
Induló fenékszint	81,00 mBf	Induló vb lemez szintje	80,40 mBf
Kőküszöbök száma	10 db	Réselt halátjáró medence minimum hossza (L)	3,00 m
Kőküszöbök minimális távolsága (l)	12,00 m	Réselt halátjáró medence szélessége (B)	1,80 m
Küszöbök közötti lépcső (dh)	0,20 m	Rés szélessége	0,60 m
Medence fenékszélesség (b)	6,0 m	Műtárgyak küszöbszintje közötti szintkülönbség	0,20 m
Egy medence fenékesése	0,20 m	Legnagyobb koncentrált vízszintkülönbség a rések között	0,10 m



14. kép. Épülő csalívíz csatorna, réselt halátjáró és kőküszöb



15. kép. Elkészült medencesor

Vasbeton szerkezetű csalívíz csatorna a közbenső pihenő tóba torkollva

Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete	Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete
Éles szélű bukó (betéttáblák)		Csali víz csatorna	
Tervezett küszöb (fenék) szint	81,50 mBf	Csali víz csatorna küszöb (fenék) szint	81,50 mBf
Elzárás felső él	82,20 mBf	Csali víz csatorna esés	1:40
Felvízszint	82,73 mBf	Csali víz csatorna fenékszélesség	1,00 m
Átbukási magasság	0,53 m	Tervezett vízhozam	0-2,0 m ³ /s
Bukószélesség (b)	2,7 m	Csali víz csatorna küszöb (fenék) szint	81,50 mBf



16. kép. Csalívíz csatorna torkolata az alsó szakaszban

Torkolati közbenső pihenő tó árapasztóval

Nyári (csali víz üzemmód) üzemvízszint:

80,73 mBf

Téli kisvizes üzemvízszint:

79,98 mBf

Árapasztó küszöbszint:

80,25 mBf

Árapasztó hossz:

10,50 m

Természet közeli medencesor, a medencéket elválasztó természet közeli bukókkal, a nagy kőküszöbök mellett, azoktól elválasztva 2 db kis kőküszöb kialakításával

Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete	Létesítmény megnevezése	Jellemző mérete
Kis kőküszöbök		Nagy kőküszöbök, medencék	
Induló fenékszint	79,20 mBf	Induló fenékszint	79,20 mBf
Fenékesés	1:21	Fenékesés	1:40
Kis kőküszöbök száma	20 db	Kőküszöbök száma	10 db
Kis kőküszöbök szintje közötti szintkülönbség	0,10 m	Kőküszöbök szintje közötti szintkülönbség	0,20 m
Kis kőküszöbök minimális távolsága (l)	2,10 m	Kőküszöbök minimális távolsága (l)	8,00 m
Medence szélesség (B)	1,50 m	Medence szélesség (B)	5,00 m
Medence bal oldali rézsúhajlása	1:2	Medence jobb oldali rézsúhajlása	1:2

Torkolati öböl kialakítása



17. kép. Torkolati szakasz kivitelezése úszóműről



18. kép. Torkolati öböl alacsony tiszai vízállásnál