

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	1
1 Bevezetés.....	2
2 Célkitűzések	6
3 Irodalmi áttekintés.....	7
3.1 A Körös-ér jellemzése	7
3.2 A Víz-Keretirányelv (VKI)	7
3.3 Nagykőrösi homokhát, 2-12-es tervezési alegység	10
4 A HEC-RAS.....	12
4.1 Történet, felhasználás	12
4.2 Adatigény.....	13
4.3 Vízminőség vizsgálat a HEC-RAS -szal	16
5 AZ 1D modell felépítése	18
5.1 A kereszt-szelvényekhez szükséges adatok gyűjtése.....	18
5.2 A kereszt-szelvények felvétele	20
5.3 Érdességi tényezők megadása	22
5.4 Folyó térképre illesztése	23
5.5 Szükséges vízállás, vízhozam adatok gyűjtése.....	24
5.6 Peremfeltételek bevitele	26
5.7 Modell futtatása	27
6 Sótartalom vizsgálata a modellben.....	29
6.1 Szükséges adatok begyűjtése.....	29
6.2 Adatbevitel.....	30
6.3 Futattás.....	31
6.4 Kiértékelés	32
7 Terhelhetőség	36
7.1 Terhelések hatásai:	36
7.2 A modell használhatósága a terhelhetőségre vonatkozólag	37
8 Összefoglalás.....	38
8.1 Jövőbeni tervek.....	38
9 Irodalmi hivatkozások	39
10 Kép- és táblázat jegyzék.....	40
10.1 Képjegyzék	40

1 Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kell fordítanunk az országban található közepes- és kis vízhozamú, olykor időszakos vízfolyások vizsgálatára, terhelhetőségi vizsgálatára, állapotának értékelésére, hiszen sok csatorna található az országban, melyek feladata adott városok, települések tisztított szennyvizének, lefolyó vizeinek, csapadékvizeinek elvezetése, valamilyen nagyobb vízfolyásba.

Előző szakdolgozatomban már foglalkoztam a témával, jelen dolgozatomban pedig szeretném az általam már több éve vizsgált vízfolyást, a Körös-eret jobban feltérképezni.

Ennek szükségessé kétségtelen, hiszen egy-egy ilyen „kis” csatorna némely esetben igen nagy terület tisztított szennyvizét, csapadékvizét, elfolyó vizeit vezetheti el, egészen a befogadóig, ami jelen esetben a Tisza folyó.

A jelenleg is érvényben lévő szigorú EU direktíva, a Víz Keretirányelv szükségessé teszi, hogy minden víztest biológiai minősítése elérje a jó minősítést, melynek megvalósítása egyáltalán nem egy egyszerű feladat.

Jelenleg a Közép-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóságnál dolgozom a Vízrajzi Monitoring osztályon, így a feladat nem áll messze a munkámtól sem, minden segítséget és fontos információt megkapok a vízfolyással kapcsolatban.

Az eddigi vizsgálataim főleg a víztest kémiai-fizikai minősítésére vonatkoztak, a Víz Keretirányelvet alapul véve. A tavalyi év folyamán megismerkedtem egy az USA-ban fejlesztett, ingyenesen használható HEC-RAS szoftverrel. Ez a program lehetővé teszi a felszíni víztestek 1D modellezését, a meder és környezetének 3D-s leképezésével, így egy felépített modellel a vízhozam és vízállás összefüggés modellezése mellett lehetőségünk van az adott víztest vízminőségi vizsgálatára is.

Míg előző dolgozatomban a hangsúly a víztest minősítésére esett, jelen esetben már egy olyan rendszert építettem ki, aminek segítségével a továbbiakban megkönnyítem a Körös-ér esetleges minősítését, terhelhetőségi-, illetve fizikai-, kémiai-, biológiai vizsgálatát a hossz-szelvényben.

A HEC-RAS szoftver más sok esetben bizonyított, az Igazgatóságon jelenleg is ezzel a programmal végezzük a folyók, víztestek 1D modellezését, a várható előre jelzett idősor hatásai lemodellezhetőek.

Jelen esetben nem előrejelzésre szolgál a program, hanem egy pl. kisvízes időszakban kivitelezett méréssorozat (egyidejű vízhozam mérések és vízminta- vételezés) eredményei alapján képesek vagyunk egy olyan modell felépítésére és finomítására mely képes az egész hossz-szelvényben az éppen vizsgálni kívánt szennyező anyag koncentrációját meghatározni, illetve megadni a lebomlás mértékét, gyorsaságát.

A jelenleg felépített modellben a sótartalom változását szemléltetem, mely a Körös-érnél ez egy igen jellemző paraméter a víztestre, hiszen a vizek egyik fő jellemzője az összes oldott sótartalom, a vízben oldott sók (anionok és kationok) összessége, melyet jelen esetben az összes oldott anyaggal közelíték, mely az oldott szerves és szervesetlen anyagok összessége.

Az oldott sók minőségéről és mennyiségéről sok mindenre lehet következtetni a víztesttel kapcsolatban, legyen szó a bevezetett szennyvíz, esővíz minőségéről, a tisztítás fokáról, vagy éppen a fő szennyezőkről, a kommunális szennyvíz fő összetételéről.

A szennyező anyagok a vízfolyásokba való bejutás után szétterjednek, azok tulajdonságai és a szennyező anyag koncentráció a vízben különböző természetes folyamatok következtében folyamatosan változik, melynek fő okai:

- hígulás
- biodegradáció
- biológiai felerősödés (amplifikáció)
- ülepedés(szedimentáció)

Öntisztulásnak nevezzük azt az emberi beavatkozás nélkül végbemenő folyamatot, mely során a vízben a szennyező anyag koncentrációja csökken, illetve teljesen eltűnik.

A folyamat bonyolult, mely a következő részfolyamatokból áll:

- fizikai (keveredés, ülepedés)
- kémiai (oxidáció, koaguláció, stb.) és
- biokémiai (fotoszintézis, mineralizáció)

A legnagyobb szerepe ebben a folyamatban a biokémiai folyamatoknak van, ahol a vízben élő mikroszervezetek felhasználják a biodegradálható szerves szennyezőket és részben mineralizálják ezeket, ezzel csökkentve a szennyezés mértékét. [6]

Míg eddig ezen folyamatokat hosszú képletek segítségével excel munkafüzetekben grafikonok segítségével volt lehetséges modellezni egy-egy adott pontra, jelen esetben a modell hivatott ezen természetes folyamatok eredményeit szemléltetni grafikus formában is. Az alábbi képen (1. ábra) a Körös-ér látható.



1. ábra A Körös-ér

A vízfolyás főbb szennyvízterhelői Nagykőrös térségében találhatók. Ezek a település kommunális szennyvíz kibocsátásából és a térség ipari tevékenységéből adódnak. A legnagyobb mennyiségű települési szennyvíz a Nagykőrösi városi szennyvíztisztítóból kerül bevezetésre a Körös-érbe. (2. ábra)



2. ábra Tisztított szennyvíz bevezetése az átépítés előtt

2 Célkitűzések

A korábbiakban (2011-es dolgozatomban) már foglalkoztam a Körös-ér VKI szerinti kémiai-fizikai minősítésével, de abban az esetben a hossz és keresztaszvéný ismerete és felhasználása nélkül, pontszerű terheléseket, háttér koncentrációkat és adott pontbeli vízminőséget vizsgáltam.

2012-ben, Katona Péter Gergővel készített TDK dolgozatunk fő témája a terhelhetőség metodikájának a továbbfejlesztése volt. Itt egyik célként tűztük ki a Körös-ér 1 D-s HEC-RAS modelljének felépítését, mellyel könnyebben, pontosabban, részletesebben és gyorsabban modellezhető egy-egy szennyező jelenléte a víztestben.

Célom a pontosabb eredmények elérése és egy a jövőben jól használható modell felépítése, mely segítségével könnyebben tudunk elméleti síkon terhelhetőséget vizsgálni, így előre megmondható, hogy egy új terhelés hogyan hat a víztestre.

Fontosnak tartom a Körös-ér hossz-asvéný vizsgálatát és 1D modelljének felépítését, hiszen ezek tudatában már egyszerűbb megválaszolni azt a kérdést, hogy hogyan is javulhatna a Körös-ér vízfolyás vízminősége olyan mértékben, hogy az megfeleljen a jelenleg elvárt és előírt határértékeknek.

Tanulmányaim és munkám során szerzett tapasztalatok segítségével a KÖTIVIZIG által rendelkezésemre bocsátott adatok alapján próbálok valós és átlátható képet alkotni, kizárólag a KÖTIVIZIG Regionális Laboratóriuma által minősített mért paraméterek segítségével, illetve a felmért hossz- és keresztaszvéný adatok alapján. Véleményem szerint az eredmények nem csak kizárólag a Körös-ér szennyvízcsatorna állapotára, terhelhetőségére és problémáira adhatnak majd rálátást, hiszen hazánkban és a megyében is több ilyen és hasonló vízfolyás található, melyek hasonlóságot mutathatnak az általam vizsgált víztesttel.

A modell felépítéséhez szükséges hossz-asvénýt és keresztaszvénýeket a KÖTIVIZIG bocsátotta rendelkezésemre, míg a sótartalommal kapcsolatos és egyéb vízminőségi információkat a KÖTIVIZIG Regionális Laboratóriuma. A laboratórium 1996 óta a Nemzeti Akkreditáló Testület által minősített és elismert laboratóriumként működik.

A futtatáshoz szükséges vízhozam méréseken személyesen is részt vettem 2013 májusában, amikor is 2 vízrajzi csoport és 1 laboros csoport egy időben végzett vízhozam mérés és vízminőségi vizsgálatot a Körös-éren.

3 Irodalmi áttekintés

3.1 A Körös-ér jellemzése

A Víz Keretirányelv szerinti víztípus besorolása: 17.

A 17-es víztér típus jellemzői:

- Al-ökorégió: síkvidék
- Hidro-geokémiai jelleg: meszes
- Mederanyag: közepes-finom
- Vízgyűjtő mérete: közepes és kisesésű
- Hidromorfológiailag: erősen módosított

A Körös-ér főleg tápanyagokkal terhelt víztest, 2005 és 2012 évben történt állapotfelmérése során már megállapításra került, hogy a tápanyag terhelésének okai a pontszerű szennyvízbevezetések. A víztest hidromorfológiai szempontból erősen módosított, szélessége nem megfelelő, hiányzik a zonáció, valamint hiányoznak a különböző sebességű részek, csobogók, meanderező szakaszok. A 2005 évi felmérés szerint a Körös-ér a biológiai élőlénycsoportok minősítése szerint „gyenge”. A fizikai-kémiai állapota szerint „nem éri el a jó potenciált”. A hidromorfológiai értékelés szerint „gyenge” minősítésű.[1] A 2012-es értékelés szerint a víztest potenciálja még mindig nem éri el a „jó” potenciált, melynek egyik okozója a sótartalom komponenscsoport. [7]

A pontszerű szennyezés fő okozója elsősorban a Nagykőrösön található szennyvíztisztító telep, hiszen itt kerül bevezetésre a tisztított szennyvíz, mely Nagykőrös és a környező települések szennyvizét dolgozza fel.[13]

3.2 A Víz-Keretirányelv (VKI)

Mindezek mellett meg kell említenem az Európai Unió Víz-Keretirányelvet, hiszen ez a már Magyarországon is érvényben lévő irányelv kitűzte célul a felszíni vizek jó potenciáljának elérését.

Országunk vállalta, hogy 2015-re eléri ezt a kitűzött célt, ami koránt sem egyszerű feladat, hiszen nagyon sok vízfolyásunk VKI értékelési rendszere szerint nem éri el a jó állapotot, illetve potenciált. Az egy rossz, mind rossz elv alapján, ha valamelyik paraméter minőségi szempontból nem megfelelő a víztestre nézve, hiába van rendben sok másik paraméter, a víztest nem kaphat jó minősítést.

A VKI jelentőségét elsősorban az adja, hogy egységes alapokon szabályozza a felszíni, felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelmét, a pontszerű és diffúz szennyező-forrásokkal szembeni fellépést, és előírja a vizek jó állapotának eléréséhez vezető intézkedések vízgyűjtő szintű összehangolását. Ennek Magyarország számára kiemelt jelentősége van, mert hazánk egész területe a Duna vízgyűjtőjében fekszik, és a Víz Keretirányelv szerint az egész Duna medencét kell vízgyűjtő területnek tekinteni.

A Víz Keretirányelv rendelkezéseit együtt kell végrehajtani a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés eszközeivel, minél szélesebb körök bevonásával. Az EU tagországoknak 2009-re kellett vízgyűjtő-gazdálkodási tervet (VGT) készíteniük. A magyar VGT ütemterv és munkaprogram társadalmi vitája 2007-ben lezajlott, a végleges dokumentum elérhető bárki számára.

A következő fontos mérföldkő a jelentős vízgazdálkodási kérdések, illetve problémák azonosítása volt. Az ezzel kapcsolatos anyag közzététele 2007 decemberében megtörtént, melyet egy 2008. július végéig egy fórum követett. Ezek eredményeként készült el a véglegesnek tekinthető „Jelentés Magyarország jelentős vízgazdálkodási kérdéseiről” c. dokumentum. A dokumentum célja, hogy segítse a tervezést azokra a kérdésekre, megoldandó problémákra fókuszálva, melyekre a vízgyűjtő-gazdálkodási tervben kell megoldást találni.

A VGT tervezetének nyilvánosságra hozatala 2008 decemberében történt. A dokumentum bemutatja az országos szintű jelentős vízgazdálkodási kérdések megoldását segítő javaslatokat, tervezeteket. A kész dokumentumot lehetett véleményezni, javaslatokat tenni, esetleges változásokra. A véleményezés 2009 január végén befejeződött.

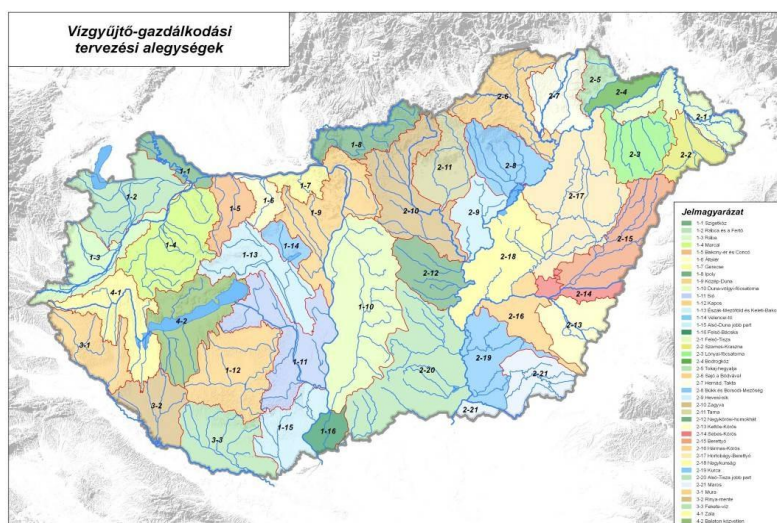
Fontosabb határidők ~napjainktól:

- **2012** Az intézkedési program végrehajtásának megkezdése
- **2013** A környezeti célok elérése
- **2010 – 2015**
 - Az intézkedések gyakorlatba való átültetése

- 2010– 2012: az alapintézkedések programjának folytatása, szükség szerinti módosítása, valamint a kiegészítő intézkedések programjának beindítása
- 2010-2015: az intézkedések gyakorlati megvalósítása, a környezeti célkitűzések elérése
 - A környezeti célkitűzések elérésének monitorozása
- **2013 - 2015**
 - a vízgyűjtő-gazdálkodási terv felülvizsgálata (víztestek állapota, környezeti célkitűzések,
 - intézkedési programok, monitoring)
- **2015 után**
 - a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek felülvizsgálata 6 évente
 - a célok elérésének lehetséges meghosszabbított határideje (kétszer 6 évi meghosszabbítás után)” [5]

A beérkezett véleményeket is feldolgozva készültek el a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek első változatai. Ezek már nem csak országos szinten, hanem a négy részvízgyűjtő és az azokon belül található 42 alegységre (3. ábra) bontva is bemutatják a vizek állapotjavítását szolgáló intézkedési javaslatokat.[2]

Az irányelv magyar jogrendszerbe illesztését a **31/2004. (XII.30.) számú KvVM rendelet** biztosította.



3. ábra A vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegységek a KÖVIZIG határokkal [3]

A VKI teszi lehetővé és teszi szükségessé a terhelhetőségi vizsgálatok elvégzését pl. egy-egy új szennyező bevezetése esetén, így a terhelhetőség továbbfejlesztése a VKI alapelveinek való megfelelést teheti lehetővé, illetve segítheti azt.

3.3 Nagykőrösi homokhát, 2-12-es tervezési alegység

A Körös-ér a 2-12 Nagykőrösi homokhát tervezési alegységbe (4. ábra) tartozik a KÖTIVIZIG felügyelete alá.



4. ábra 2-12-es tervezési alegység

A tervezési alegységet északi, nyugati, déli irányban a természetes magas vonulatok határolják, keletről pedig a Tisza folyó. Közigazgatásilag Jász-Nagykun-Szolnok, Bács-Kiskun és Pest megyékhez tartozik. Területe 3607 km², a felszín alakító erők főleg a víz és a szél. A területet északnyugat felől kissé magasabb fekvésű domborzat jellemzi, keleten pedig sík terület.

A Körös-ér belvízcsatorna vízgyűjtőjének nagy része a Duna–Tisza közti homokhátság nagy esésű területeihez kapcsolódóan már a sík- és dombvidék közötti átmenetet képviseli. A lefolyási viszonyok természetesek, de a Tisza magas vízállása esetén szükség van a szivattyús szabályzásra.

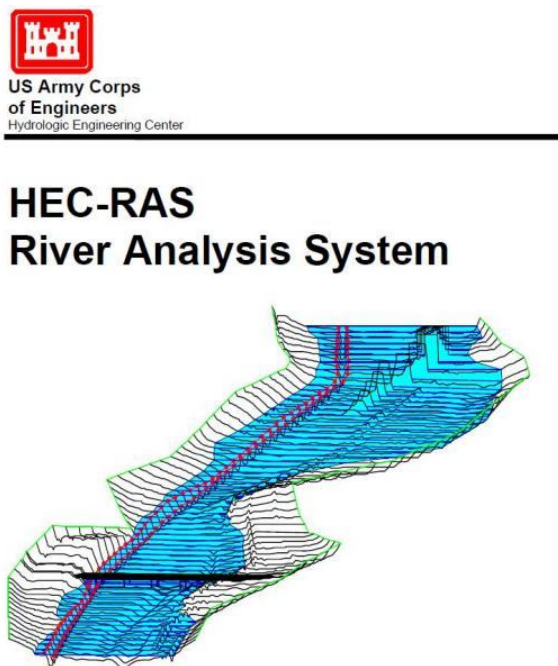
A csatornák által összegyűjtött víz befogadóba történő vezetése – a befogadó vízállásától függően – nem mindig lehetséges, így a Körös-éri belvízcsatornán torkolati szivattyútelep kialakítására került sor, itt található a 0.000 cskm szelvény. A többi csatorna torkolati szakaszában medertározás történik. Kritikus esetekben mobil szivattyúállások

kihelyezésével és működtetésével javítják a csatornák befogadóképességét. A csatornába öntözővíz betáplálás nem történik, ezért a lefolyás a természeteshez közeli. Nagy a vízjáték, néha kiszáradó mederszakaszok is előfordulhatnak.[4]

4 A HEC-RAS

4.1 Történet, felhasználás

A Hydrologic Engineering Center – River Analysis System-et, azaz a HEC-RAS-t (5. ábra) az US Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center (HEC) fejlesztette ki. [12]



5. ábra HEC-RAS [8]

A HEC-RAS 1D egy ingyenes, 1D hidraulikai modell, mellyel egyszerűen és hatékonyan lehet 1D-ban modellezni. A modell tökéletes kis vízfolyások, csatornák, illetve nagyobb, több folyóból álló vízrendszerek modellezésére. Alkalmazható hurkos, illetve hurkos és elágazó vízrendszerek esetén egyaránt. A modellbe bevihetők tározók, árterek, műtárgyak (pl: hidak, átereszek, szivattyútelepek). A program matematikai egyenletekkel, illetve azok numerikus közelítésével dolgozik. Fontos a stabilitás és a pontosság, a hibák kiküszöbölése, hibás adatok kiszűrése, így egy stabil modell építhető fel. A HEC-RAS-t alapvetően árhullám-kép modellezésére fejlesztették ki, de megfelelő adatok bevitelével alkalmazható bizonyos szennyezők, kémiai, biológiai paraméterek meghatározására, modellezésére.

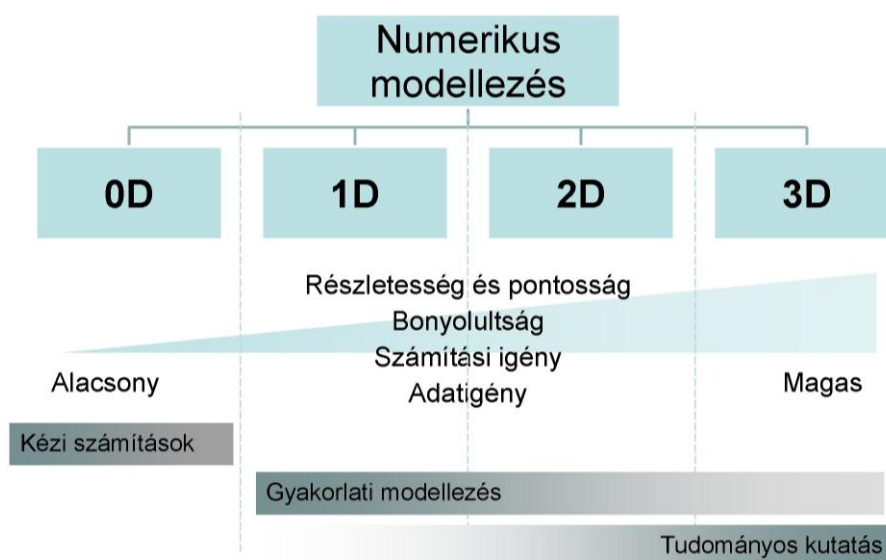
4.2 Adatigény

A modellnek, mint a lenti ábrán (6. ábra) is láthatjuk, közel a legkevesebb az adatigénye, de a pontosság itt sem elhanyagolandó, egy modell megfelelő működéséhez rendelkezünk kell bizonyos adatokkal.

Alapesetben a szükséges adatok:

- Geometria
- Felső peremfeltétel: Vízhozam idősor
- Alsó peremfeltétel: Vízállás idősor

Ezen adatok meglétével modellezhető egy vízfolyás vízhozam/vízállás kapcsolata permanens és nem permanens esetben egyaránt.



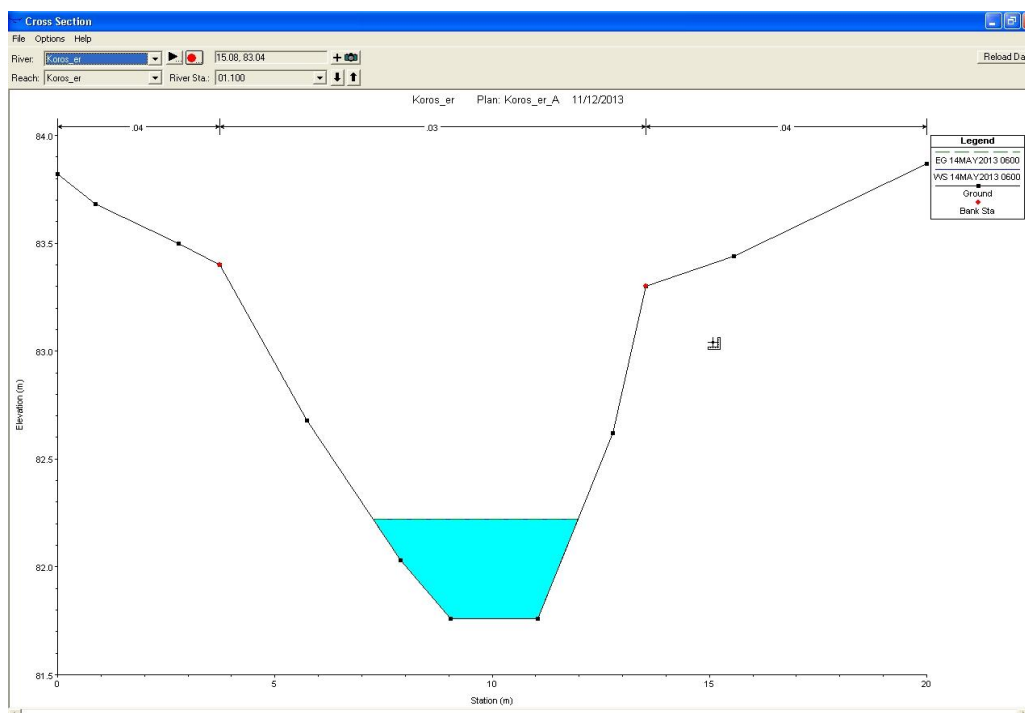
6. ábra Adatigény

Az idősor adatainak sűrűsége függ a vízfolyás nagyságától, azaz mennyire változékony a vízfolyás. Egy Tisza méretű folyón, ahol pl. egy tetőzést modellezünk, nincs szükségünk 30 perces-1 órás adatokra, hiszen a vízszint lassan emelkedik, túl sok adattal túl hosszú lesz a modell futtatási ideje.

Jelen esetben, egy kis vízfolyáson viszont indokolt lehet az 1 órás adatok bevitele, hiszen a vízszint gyorsan emelkedhet, a vízhozam gyorsan változhat. Természetesen minél több adatot viszünk be, annál pontosabb modellt kapunk, mellyel le tudunk képezni egy előre jelzett árhullámot. A modell felépítéséhez először nem az idősorokra van szükség, hanem a

geometriai adatokra. Ezen adatok nélkül nem építhető fel a modell térbeli mása. A geometria alatt a keresztmetszvényeket értjük. Keresztmetszvény a vízfolyásra merőleges metszet, melyen a távolság függvényében magasságot (mélységet) adunk meg.

Jellemzően a keresztmetszvény vízszintes tengelyén 0 m-nál az ártéri rész található és a pozitív tartomány felé haladva a meder és ismét az ártér felmért része, illetve függőlegesen pozitív tartományon a magasság van ábrázolva abszolút (mBf) magasságban. A 7. ábrán egy felvett keresztmetszvényt láthatunk.



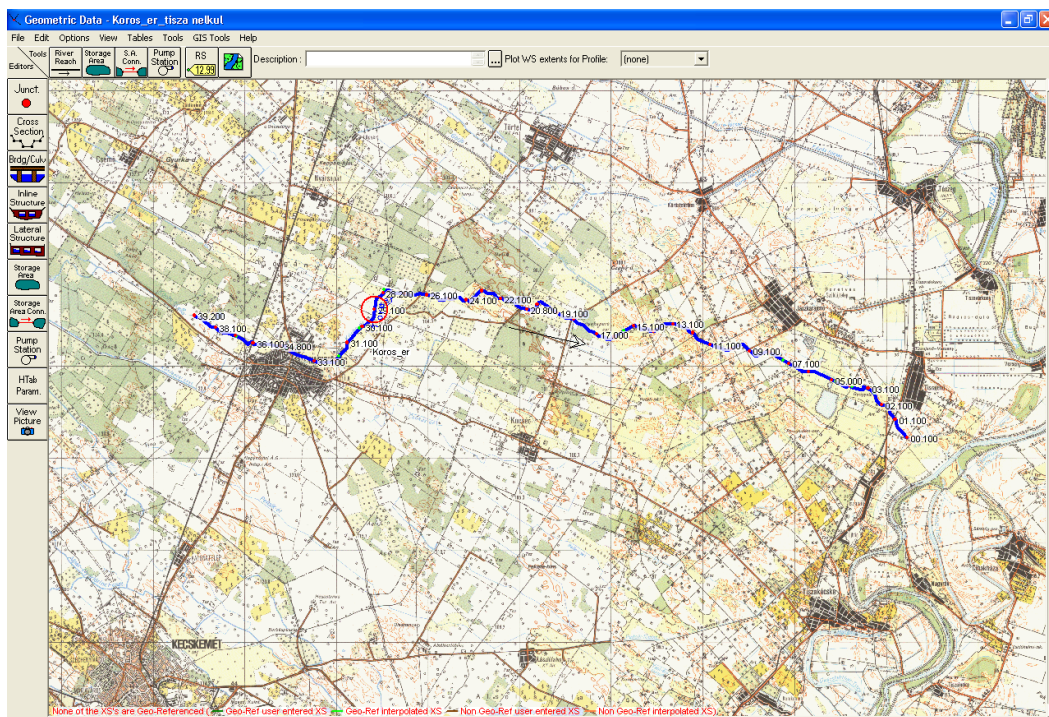
7. ábra A Körös-ér egy keresztmetszvénye

A távolságok és magasságok megadása cm pontosan történik, a programban választhatunk US mértékegység és az Európában használatos metrikus mértékegységek között.

A keresztmetszvények beviteléhez egyéb adatokra is szükségünk van:

- mederérdességi tényezők
- meder/hullámtér határa
- ártér érdességi tényező
- jobb-, balpart és a középvonal távolsága a következő szelvénytől

A fenti adatok meglétével bevihetők a keresztmetsvények. Igény és a modellezési feladat szerint választjuk meg a keresztmetsvények sűrűségét. Az általam készített modellben a keresztmetsvények távolsága ~1000 m, a modellezési feladat kísérleti jellege miatt. A keresztmetsvények egy előre felrajzolt folyószakaszon jelennek meg. A kép alá ortofotó tehető, a keresztmetsvények georeferálhatóak, vagy az alárakott térképre illesztve grafikusán is megoldható a folyó elhelyezése a térképen. Bár a térképen a folyó, amit felrajzolunk kanyarog, meanderezik, a görbületi viszonyokat a modell nem érzékeli. A képen az elkészült modell látható. (8. ábra)



8. ábra A Körös-ér elkészült HEC-RAS modellje

Az 1D modellenk természetesen vannak előnyei és hátrányai is.

Előnyök:

- Hossz menti változásokat jól közelíti
- Gyors számítási idő
- Adat igénye könnyen kielégíthető (ellenben a 2D ill. 3D-nél)

Korlátok:

- Keresztszelvény átlagolt eredmények
- A fő áramlási irányra merőleges sebességvektorok figyelmen kívül hagyása
- Lokális áramlási változásokat nem tud követni [9].

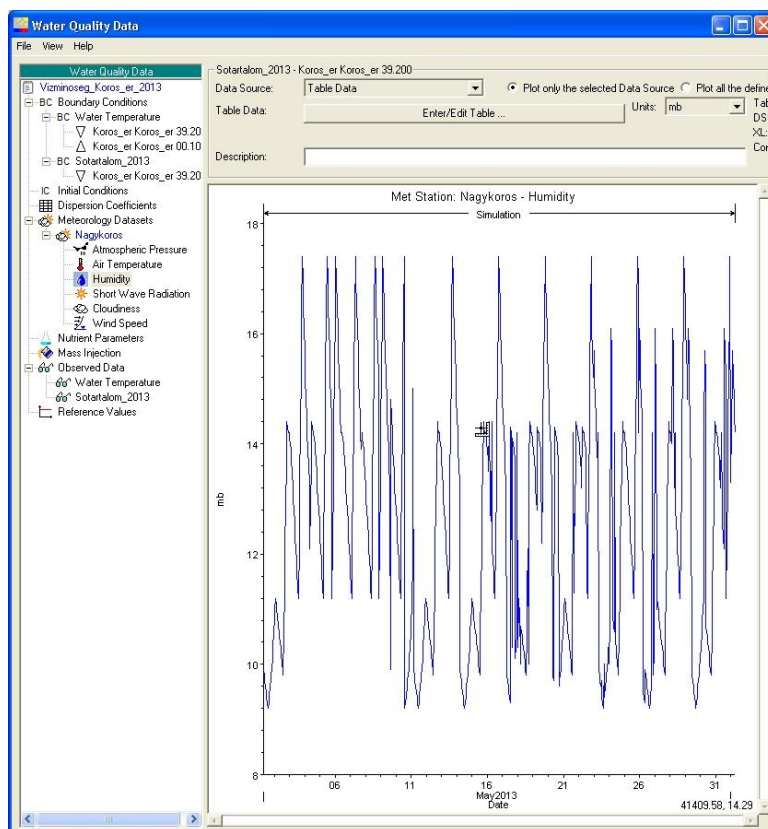
4.3 *Vízminőség vizsgálat a HEC-RAS -szal*

Amennyiben a modellt valamilyen vízminőség vizsgálatra szeretnénk használni, abban az esetben egy meteorológiai állomás bevitelére van szükségünk, bizonyos paraméterekre szükségünk van, melyek a következők:

- Vizsgálandó komponensek koncentrációja
 - Meteorológiai adatok:
 - Vízhőmérséklet
 - Légtörny nyomás
 - Léghőmérséklet
 - Pártartalom
 - Rövidhullámú sugárzás
 - Felhőtakartság
 - Szélsebesség

A fenti adatokból természetesen idősort kell bevinnünk, például 1 hónap óránkénti idősorát, olyat, ami illeszkedik a vízállás/vízhozam idősorunkhoz.

Az alábbi képen (9. ábra) a bevitt, Nagykörösön található meteorológiai állomás adatait láthatjuk, grafikonon a páratartalmat az idő függvényében.



9. ábra Meteorológiai állomás adatai, páratartalom

A program vízminőségi modellezést végez a bevitt adatok segítségével, melyet grafikusán, illetve táblázatosan ki tudunk nyerni a programból. Minden keresztmetszvényben, adott idő függvényében ábrázolja a vizsgált komponens koncentrációját, sók esetében mg/l a mértékegység. Nagyobb vízfolyásokban, pl szennyeződés csóva terjedés modellezésére a program nem alkalmas, arra 2D, illetve 3D modell használandó. Mivel jelen esetben egy kis vízfolyásról beszélünk, melynek vízhozama igen kicsi, szinte rögtöni elkeveredéssel számolhatunk. [11]

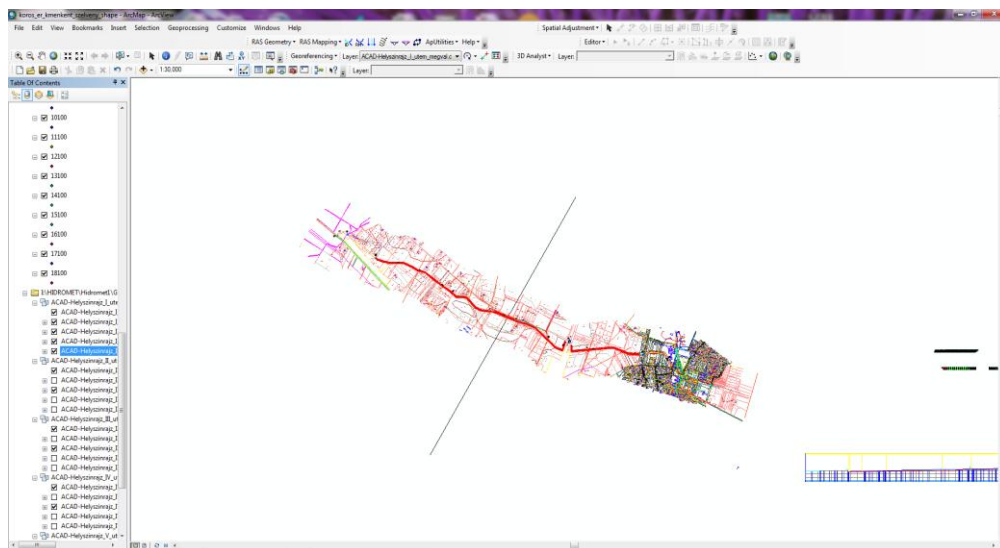
5 AZ 1D modell felépítése

5.1 A keresztmetszvényekhez szükséges adatok gyűjtése

Egy 1D modell felépítése a keresztmetszvények felvételével kezdődik.

A keresztmetszvények rendelkezésre állhatnak változó formákban:

- excel munkafüzetben, távolság-magasság függvényében
- papír alapon geodéta felmérés alapján
- digitális formában geodéta felmérés alapján



10. ábra A Körös-ér egy szakasza az ArcMap-ban

A Körös-ér keresztmetszvényeit tartalmazó dokumentumot .dxf formátumban kaptam meg, így a folyó teljes hossz szelvényében rendelkeztem a geometriai adatokkal.. A fenti képen (10. ábra) a Körös-ér egy szakaszának rajza látható a tereppel együtt.

FID	Shape *	Id	tav	mag
0	Point	0	727285.737487	189476.907755
1	Point	0	727287.930729	189476.907755
2	Point	0	727290.002125	189476.938216
3	Point	0	727291.799365	189476.892524
4	Point	0	727292.301983	189476.892524
5	Point	0	727296.886469	189474.577435
6	Point	0	727298.836017	189474.592666
7	Point	0	727299.186327	189474.66882
8	Point	0	727302.247727	189477.029601
9	Point	0	727303.298656	189477.456065
10	Point	0	727305.628976	189477.593143
11	Point	0	727306.923598	189477.623605
12	Point	0	727309.771767	189477.699759

11. ábra A shape fájlok kimeneti adatai

A térkép segítségével a táblázatos formában lévő keresztaszvénýekről shape fájlokát készítettem (11. ábra), melyeket excel munkafüzetbe exportálva, makrók beépítésével sikerült kinyernem a keresztaszvénýek adatait. Az alábbi képen (12. ábra) a keresztaszvénýek adatait tartalmazó excel munkafüzet látható, benne a futtatott makrókkal.

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with a macro editor open. The spreadsheet contains data in columns A through O and rows 1 through 71. The macro editor window, titled "Makró", shows the following details:

- Makronév:** A list of macros including "Távolság", "Magasság", and "Rögzítés".
- Makrótípus:** A dropdown menu showing "Minden nyitott munkafüzében".
- Létrehozás dátuma:** A date field showing "9/27/2013".

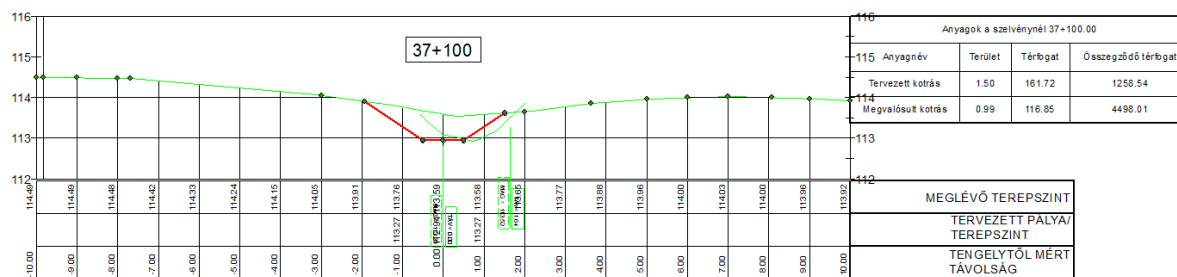
The status bar at the bottom indicates the active sheet is "Ksz_01100".

12. ábra A keresztmetsvényeket tartalmazó excel munkafüzet

Mivel nem minden szakaszon állt rendelkezésemre a kimeneti fájl, így ott a meglévő keresztshelvény rajzok töréspontjaira pontokat kellett illesztetem, majd az ARCHICAD program segítségével a pontok, képhez viszonyított koordinátáit megkapva már rendelkeztem egy keresztshelvény kirajzolásához szükséges adatbázissal.

Mivel jelen esetben még x és y irányban is csak egységekről beszélhetünk, melyek beosztása egyenlő, szükségem volt viszonyítási pontra.

Minden keresztmetszvény első pontjának mBf koordinátája fel volt tüntetve a grafikonon, így volt egy referenciapontom, ezek után már csak pár excel függvény választott el a pontos Balti tenger feletti magasságoktól.

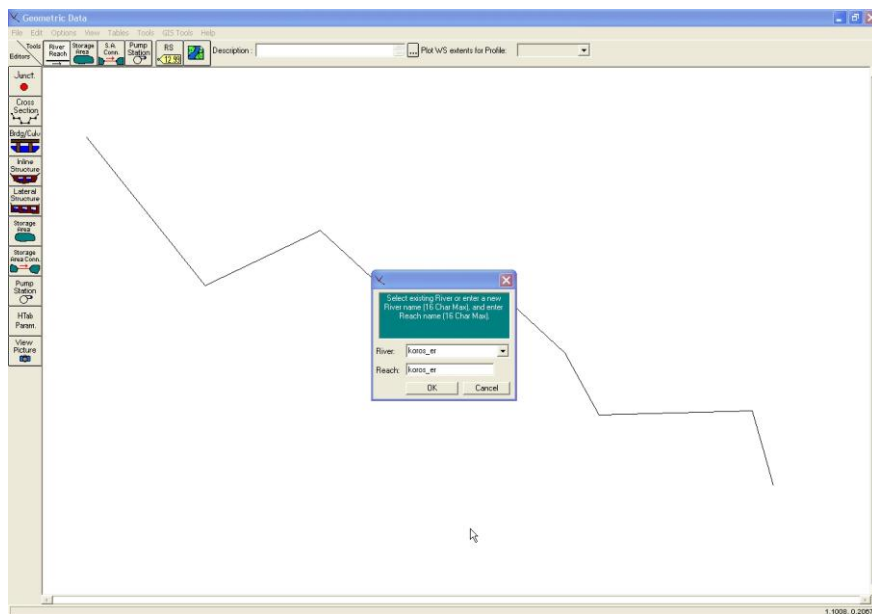


13. ábra Egy keresztmetszvény, rajta a felvett pontokkal

A Körös-ér nagyjából 40km hosszú, így úgy gondoltam, a vizsgálat kísérleti mivoltára tekintettel 1km-enként veszek fel keresztmetszvényeket.(13. ábra) A vízfolyás medersziszonyaira és lefolyási természetére való tekintettel ezt jelen helyzetben elegendőnek találtam.

5.2 A kereszt-szelvények felvétele

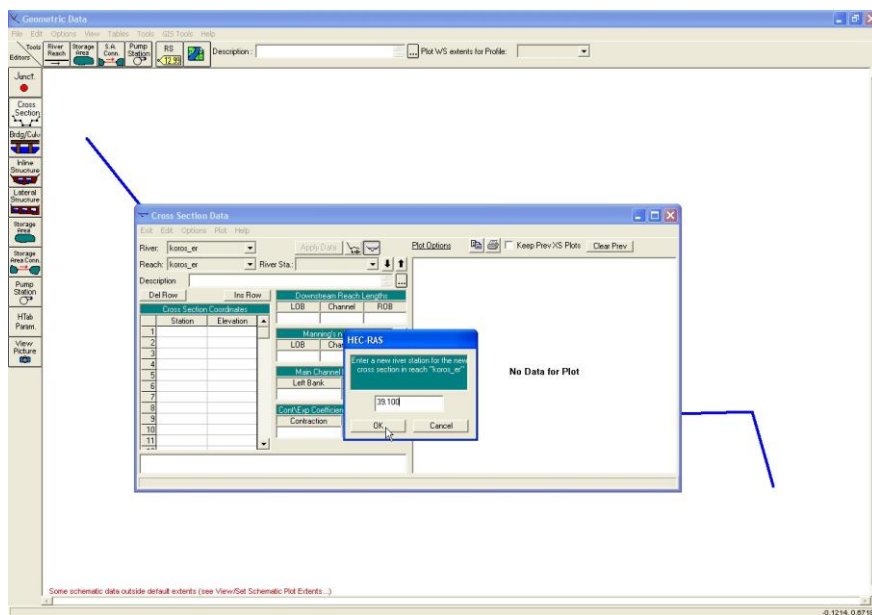
A Körös-ér nagyjából 40 km hosszú, így úgy gondoltam, a vizsgálat kísérleti mivoltára tekintettel 1 km-enként veszek fel keresztmetszvényeket. A vízfolyás medersziszonyaira és lefolyási természetére való tekintettel ezt elegendőnek találtam. A HEC-RAS programot elindítva első dolgunk létrehozni egy új munkát. Az alábbi képen (14. ábra) az első lépés, a folyószakasz felrajzolása látható.



14. ábra Folyószakasz felrajzolása a HEC-RAS-ban

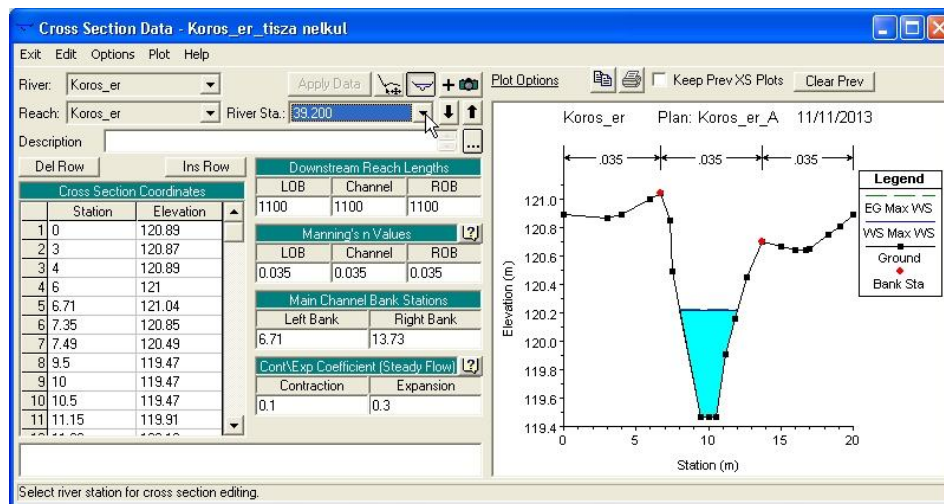
A folyómeder felrajzolása után elkezdődött a keresztszelvények manuális bevitele, mely annyit jelentett, hogy a keresztszelvényeket egyesével a meglévő excel fájlból kellett átmásolni a program táblázatos beviteli felületére.

A távolság/magasság adatokon kívül szükség van még a keresztszelvények jobb-és bal partjának és a középvonal távolságának megadására. Az alábbi képen (15. ábra) egy keresztszelvény felvételét láthatjuk.



15. ábra Keresztszelvény felvétele

Ezek után szükségszerű kijelölnünk a jobb- és bal parton a meder és az ártér határát, hiszen általánosságban elmondható, hogy a meder érdességi tényezője nem egyezik meg az általában szárazon lévő ártér érdességi tényezőjével. Az alábbi képen 16. ábra) egy felvett keresztmetszelvényt láthatunk.



16. ábra Keresztmetszelvény felvétele

Lehetőség van még ekkor megadni a következő szakaszig érvényes meder- és ártér érdességi tényezőket. Jelen esetben én ésszerűbbnek láttam az utólagos bevitelt, hiszen a Körös-ér medre nem túl változékony, így több kilométerre ugyan azon érdességi tényezők jellemzőek.

5.3 Érdességi tényezők megadása

Nagyon fontos paraméter az érdességi tényező, hiszen a lefolyás nagyon érzékeny az érdességre.

A Manning-féle meder érdességi tényezők helyes felmérése rendkívül fontos. A meder érdességek értékei rendkívül változatosak lehetnek, és nagymértékben függenek a legkülönbözőbb környezeti tényezőktől, pl. a mederfelszín érdességétől, a meder benőtségétől, ennek megfelelően a vegetáció évszakos változásaitól, a meder vonalvezetésétől, a mederben elhelyezkedő természetes, ill. mesterséges akadályoktól és műtárgyaktól, az ártéren a növényborítottság mértékétől és mennyiségétől.

A tényezőket utólagosan is lehetőségünk van egyben bevinni, ennek oka az, hogy sok esetben a hossz-szelvény egésze jól közelíthető egy mederérdességi tényezővel. Az alábbi képen (17. ábra) a mederérdességi tényezők bevitele látható.

Edit Manning's n or k Values

River: ☒ Edit Interpolated XS's

Reach: Channel n Values have a light green background

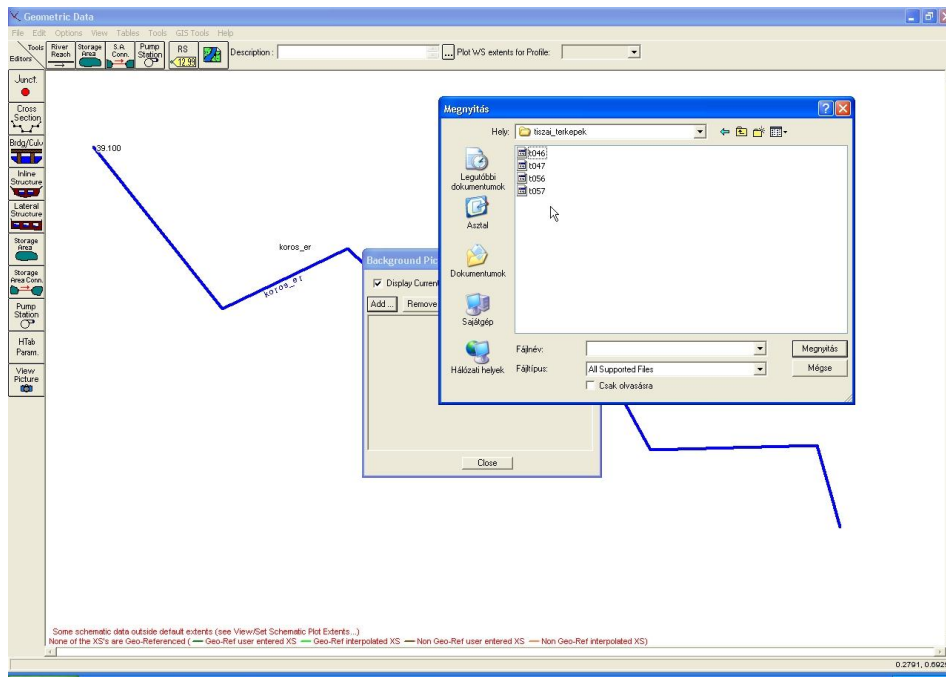
Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	39.200	n	0.035	0.035	0.035
2	38.100	n	0.035	0.035	0.035
3	37.100	n	0.035	0.035	0.035
4	36.100	n	0.035	0.035	0.035
5	34.800	n	0.035	0.035	0.035
6	34.300	n	0.035	0.035	0.035
7	33.100	n	0.035	0.035	0.035
8	32.100	n	0.035	0.035	0.035
9	31.100	n	0.035	0.035	0.035
10	30.100	n	0.035	0.035	0.035
11	29.100	n	0.035	0.035	0.035
12	28.200	n	0.035	0.035	0.035
13	27.100	n	0.035	0.035	0.035
14	26.100	n	0.035	0.035	0.035
15	25.000	n	0.035	0.035	0.035
16	24.100	n	0.035	0.035	0.035
17	23.100	n	0.035	0.035	0.035
18	22.100	n	0.035	0.035	0.035

17. ábra Mederérdességi tényezők bevittele

5.4 Folyó térképre illesztése

Grafikai megjelenítés céljából érdemes a folyószakaszt térképre illeszteni, így vizuálisan is jól látható a folyó, egyértelműbbek a mellékágak helyzetei, pontszerű bevezetések helyei. A folyót lehet georeferálni is, ami annyit tesz, hogy a keresztszelvények adott pontjaihoz hozzárendeljük az EOVS és EOVS koordinátákat, így a megfelelő térképet a folyószakasz mögé nyitva az pontosan a folyón fog elhelyezkedni. A térképre beillesztésének folyamata a 18. ábrán látható.



18. ábra Térkép beillesztése a HEC-RAS szoftverben

A georeferálás előnye az, hogy a már esetlegesen külön-külön elkészült és georeferált folyókat, rendszereket együtt tudjuk megjeleníteni.

5.5 Szükséges vízállás, vízhozam adatok gyűjtése

Természetesen egy modell felépítése mit sem érne a megfelelő adatok nélkül. Ha a modellünk megvan, akkor beszélhetünk egy üres folyómederről, de a vízállás, vízhozam idősorokat természetesen nekünk kell bevinnünk. Jelen esetben a Körös-ér vízállás, vízhozam adatai kerültek bevitelre. Felső határfeltételként a legfelső szelvény vízhozamának egy havi adatsorát kellett lekérni, mely jelen esetben 2013.05.01 7:00-2013.06.01 07:00-ig tartó idő intervallumban az óránkénti vízállásokat jelenti. Sajnos a Körös-éren, révén kis vízfolyásról beszélünk, nem túl sűrűk a vízhozam mérések, így nem rendelkezünk elegendő vízhozam adattal, ellenben az alsó szelvény vízállásával, mely napi rendszerességgel áll rendelkezésünkre. A vízállás, vízhozam összefüggés alapján egy Q-H görbe segítségével, interpolációval kerültek bevitelre a vízhozam adatok. A vízállás adatoknál a napi egy adatból a 24 leképezése szintén interpolációval történt. A Körös-éren a vízhozam mérés forgószárnyas mérőműszerrel (19. ábra) és ADCP (20. ábra) műszerrel történik. Természetesen az ADCP műszer pontosabb és korszerűbb technológiát képvisel, de a vízmélység és a víztükör szélessége miatt ritkán alkalmazható kis vízfolyásokon. (Van kis méretű ADCP berendezés is, de számunkra csak "nagy" állt rendelkezésre).



19. ábra Forgószárnyas mérőberendezés mérés közben a Körös-éren 2013.05.02.én



20. ábra ADCP berendezés Tiszai árvizes mérés közben

A forgószárnyas mérések az adott szelvény felvételével kezdődnek, így számolható az átfolyási keresztmetszet. A forgószárny több függélyben, több mélységben megkapott fordulatszám, majd abból sebesség érték segítségével, szoftveresen történik a vízhozam számítása.

Az ADCP műszerrel végzett mérések rögtöni eredményhez vezetnek, hiszen az ADCP rögtön felveszi a keresztmetszelvényt (keresztmetszelvény felvételére is alkalmas tehát) és számolja a vízhozamot a lebegtetett hordalék sebességét alapul véve.

Mivel a Körös-érrel már több, mint 2 éve foglalkozom és jelenleg a KÖTIVIZIGNÉL dolgozom, volt lehetőségem többször is részt venni a vízhozam méréseken, vízmintavételeken, kiértékelésen. Ezzel egyidejűleg tapasztalatot szereztem különböző vízfolyások vízhozam mérésén is. A fenti képeket is (19. és 20. ábra) én készítettem.

5.6 Peremfeltételek bevitele

A Körös-ér felső szelvényének elkészített vízhozam adatsorát felső peremfeltételként kell bevinnünk, alsó peremfeltételünk az alsó szelvény vízállása.

A peremfeltételek bevitele nagyon fontos, hiszen jelen esetben így tudja a modell, hogy az adott rendszerben mennyi víz található, illetve az az alsó szelvényben milyen vízszintet eredményez.

The screenshot displays the HEC-RAS 4.1.0 interface with the 'Unsteady Flow Data - Koros_er_feltetek' dialog box open. The dialog is split into two main sections: 'Boundary Conditions' and 'Initial Conditions'. The 'Boundary Conditions' section is active, showing a table of boundary conditions for the Koros_er reach. The table has columns for River, Reach, RS, and Boundary Condition. The 'Flow Hydrograph' section is also visible, showing a table of flow data for the same reach.

River	Reach	RS	Boundary Condition	
1	Koros_er	Koros_er	39.200	Flow Hydrograph
2	Koros_er	Koros_er	37.100	Lateral Inflow Hydr.
3	Koros_er	Koros_er	34.800	Lateral Inflow Hydr.
4	Koros_er	Koros_er	32.100	Lateral Inflow Hydr.
5	Koros_er	Koros_er	31.100	Lateral Inflow Hydr.
6	Koros_er	Koros_er	28.200	Lateral Inflow Hydr.
7	Koros_er	Koros_er	16.100	Lateral Inflow Hydr.
8	Koros_er	Koros_er	08.100	Lateral Inflow Hydr.
9	Koros_er	Koros_er	05.000	Lateral Inflow Hydr.
10	Koros_er	Koros_er	04.100	Lateral Inflow Hydr.
11	Koros_er	Koros_er	03.100	Lateral Inflow Hydr.
12	Koros_er	Koros_er	00.100	Stage Hydrograph

21. ábra Alsó, felső és oldalsó peremfeltételek

Mivel egy idősor kerül bevitelre, így már egy bekövetkezett állapotot modellezünk le, így kalibrációra, ellenőrzésre van lehetőségünk a modell futtatása során. A fent látható képen (21. ábra) jobb oldalon láthatóak a peremfeltételek szelvényei, bal oldalon a beviteli ablak.

Jelen esetben felső peremfeltétel a vízhozam, a legalsó a vízállás, míg a köztes feltételek a pontszerű bevezetések, az oldalsó peremfeltételek, itt vízhozam idősorok bevitele szükséges.

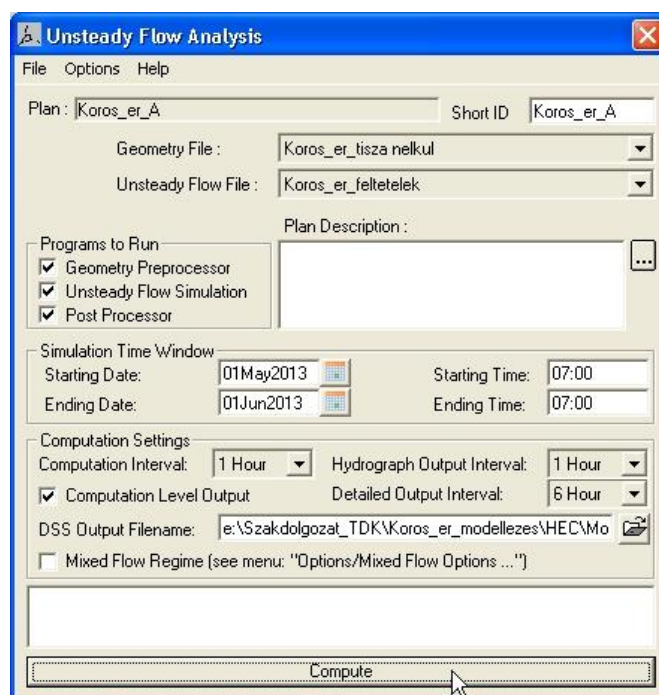
5.7 Modell futtatása

Miután a modellben felépítésre került a folyó a keresztaszelvényekből és minden fontos adat megadásra és bevitelre került, a modell futtatható.

Jelen esetben nem permanens állapotot modellezünk így idő függvényében kerül modellezésre az egész hossz-szelvény mentén a felszíngörbe és a vízhozam.

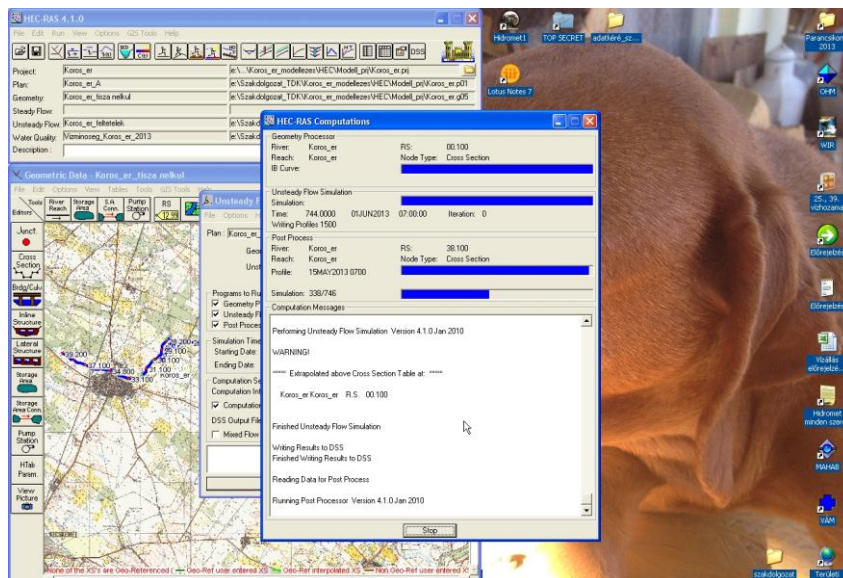
A grafikus megjelenítésre több lehetőség is van.

Amennyiben a valamilyen tényező, vagy adat nincs, esetlegesen tévesen van megadva, a program jelzi azt és hibaüzenettel leáll a futtatás. A hibák kijavítása után a futtatás indítható. Az indítás (22. ábra):



22. ábra A modell futtatása

A futtatás és a kimenő adatok időköze állítható, attól függően, milyen sűrű adatsorra van szükségünk. Jelen esetben a futtatás 1óra időközzel történt. A modell pár kisebb hiányosság javítás után szépen lefutott, a modell stabil, melyről a jelentés az alábbi képen (23. ábra) látható.



23. ábra A lefutott modell visszajelzése

A futtatás után kimeneti fájlok kerülnek mentésre, melyek tartalmazzák a futtatás eredményét. A szoftverből több módon van lehetőségünk az adatokat importálni, több dimenzió szerint kérhetjük le az adatokat, melyeket később felhasználhatunk.

6 Sótartalom vizsgálata a modellben

6.1 Szükséges adatok begyűjtése

A HEC-RAS vízminőség vizsgálati moduljában lehetőségünk van előre megadott, illetve saját magunk által beadott vízminőségi paraméterek vizsgálatára. A sótartalmat legjobban jelen esetben az összes oldott anyag tartalommal tudtam jellemezni, mint számomra rendelkezésre álló adat. A KÖTIVIZIG Szolnoki Regionális Laboratóriuma rendszeresen végez vízminőségi vizsgálatokat a Körös-ér mentén, melynek eredményeihez hozzáfértem. Még 2011 nyarán gyakorlati időmet itt töltöttem, így tapasztalatot szereztem vízmintavételben és vizsgálatban egyaránt. A felső szelvény vízminőség vizsgálata alapján kapott összes oldott anyag értékeit használtam fel a modell vízminőségi futtatásához.

Mivel a Körös-éren több helyen is bevezetés található, többek között:

- Strandvíz
- Csapadékvíz
- Tisztított szennyvizek,

így szükségem volt ezen bevetések vízminőségi adataira is, amiket szintén a labor mintáz. A vízminőségi értékek a cégen belüli intranetes hálózaton elérhetőek egy külön erre a célra fejlesztett labor modulban. A letöltés ebből az adatbázisból készült, mely felületének egy része a 24. ábrán látható.

KÖTIVIZIG
WEB-alapú Információs Rendszer

Vizsgálati eredmények lekérdezése

Időszak: 2013 Május 1 - 2013 Június 1

Minősítési profil: MSZ 12749:1993 (állóvizekbe nem kerülő folyóvizek)

Minta jellege: ☐ Összes ☒ Saját ☐ Külső

Feldolgozás helye: ☒ Szolnok ☒ Kisköre ☒ Egyéb

Vizsgálati csoportok: ☒ Átvett ☒ Biológia ☒ Bakteriológia ☒ Helyszíni ☒ Kémia ☒ Ökotoxikológia ☒ Műszeres analitika

Vizsgálati mód: ☒ Összes ☐ Mérés ☐ Számítás

Komponens neve: ☐ Iktatási név ☐ Nyomtatási név

Minősített komponensek listája:

24. ábra Labor modul a intraneten

A vízminőségi paraméterek futtatásához szükség van még egy meteorológiai állomás felvételére, annak adataira, melyeket mér fentebb említettem. Ezeket az adatokat az <http://ogimet.com> oldalról töltöttem le. [10]

Adatok rendszerezése, idősorok előállítása

A nyers adatok letöltése után az idősorok előállítása céljából, excel munkafüzetben makró segítségével történt a több, különböző időpont adataiból az idősorok előállítása.

Mivel itt sem állt rendelkezésre óránkénti idősor, így két érték közti adatok szintén becsléssel kerültek meghatározásra, de elmondható, hogy a befolyó vizek minősége az adott időszakban a mért értékekkel jól jellemezhetőek volt, havária esemény nem történt.

6.2 Adatbevitel

Miután minden adat rendelkezésemre állt a vízminőségi vizsgálatához, elkezdődhetett az adatbevitel.

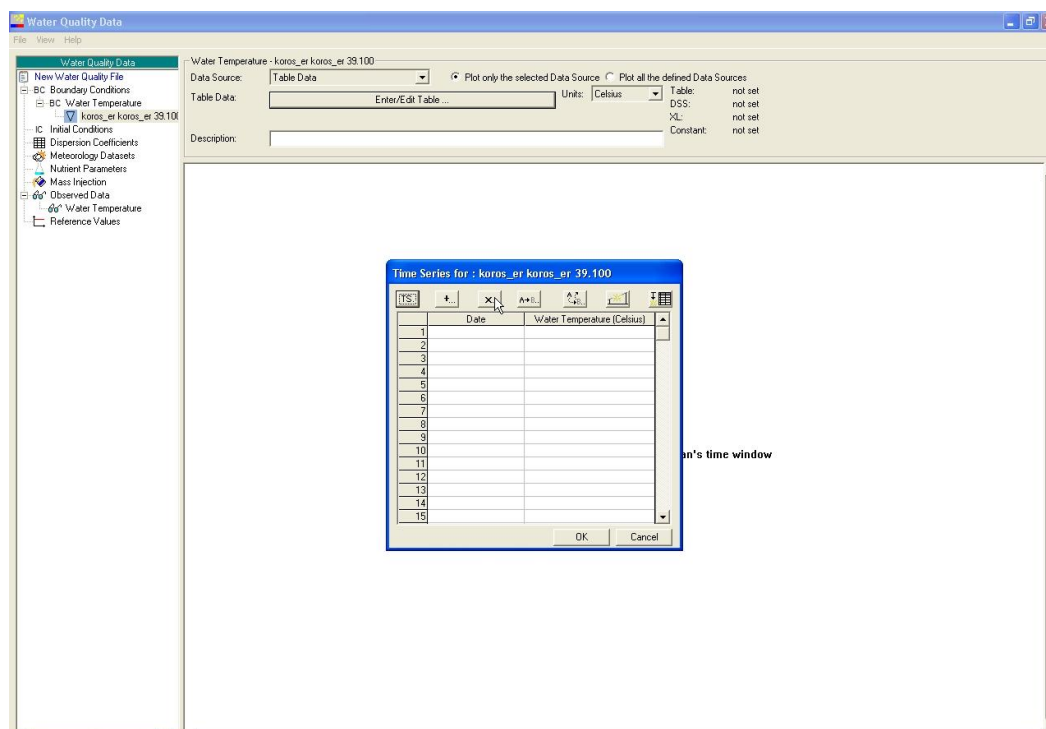
Először is szükség volt az egy új anyagot bevennem a sótartalom modellezéséhez. Jelen esetben a víz hőfokot és a sótartalmat is a modellbe illesztettem.

Mint a vízhozam, vízállás modellezésénél, itt is szükség van felső és alsó határfeltételre, azaz a legfelső és legalsó szelvény teljes idősorára az adott időszakra hőmérséklet szempontjából, sótartalom részéről felső határfeltétel szükséges csak.

Jelen esetben a vízminőségi adatok közül az összes oldott anyag állt rendelkezésemre, így, mivel a meglévő paraméterek közül ezzel közelíthető legjobban a sótartalom, a modellbe ezt építettem be.

A peremfeltételek bevitele után a modell stabilitását vizsgálva következtek a már a modell felépítésénél bevitt pontszerű bevezetések hőmérséklet és összes oldott anyag tartalom adatai. Jelen esetben 10 pontszerű bevezetésről beszélünk, így összesen 20 db 1 hónapos óránkénti idősort kellett előállítanom.[14]

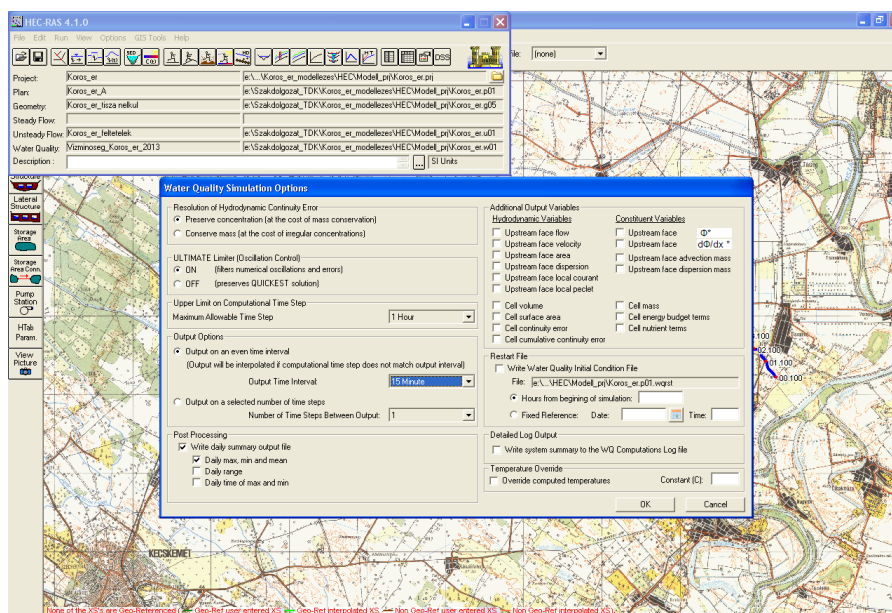
Az alábbi képen (25. ábra) a felső szelvény hőmérséklet értékeinek bevitele látszik, mint felső határfeltétel.



25. ábra Hőmérséklet adatok bevitele

6.3 Futattás

Minden adat bevitele és a megfelelő beállítások (26. ábra) után elindítottam a futtatást.



26. ábra Beállítási lehetőségek futtatás előtt

A futtatásnál bármilyen hiba lép fel, a program hibaüzenettel tájékoztat a problémáról. A futtatás rendben zajlott, a vízminőség futtatása szintén stabil.

6.4 Kiértékelés

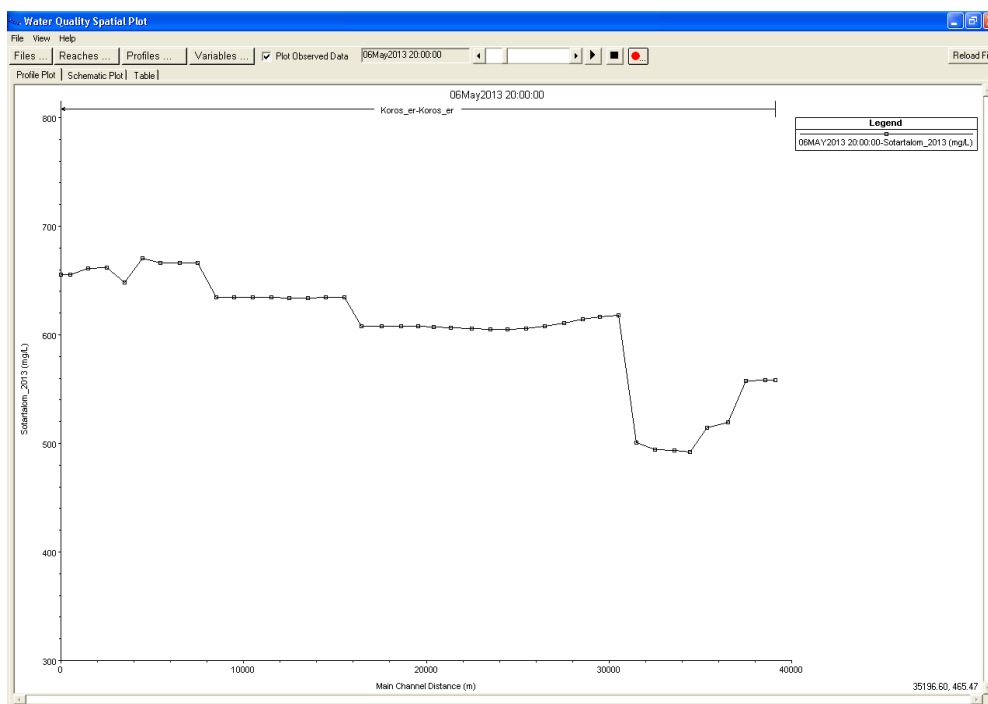
A modell felépítését és futását tekintve közel hibátlanak mondható. Mivel célom nem a víztest minősítése volt a sótartalom függvényében, így kifejezetten a határérték és a kapott eredmények kapcsolatával nem foglalkoztam, fő feladatként a modell felépítését tűztem ki célul és annak vizsgálatát, hogy milyen formában és mennyire hatékonyan használható vízminőségi vizsgálatok elvégzésére.

Pozitívumok:

Elmondható, hogy kis víztestek is, mint jelen esetben a Körös-ér, tökéletesen modellezhetőek a HEC-RAS szoftverrel, hiszen a program hardveres és szoftveres igénye igen kicsi, maga a szoftver ingyenes, nem profitorientált fejlesztés. A fejlesztők egyedüli célja a modellezési, előrejelzési feladatok elősegítése és azok javítása. A HEC-RAS szoftver használatának elsajátítása nem nehéz, a programba integrált, onnan letölthető felhasználói kézikönyv könnyen használható, érthető, egyedül az angol nyelv ismerete szükséges hozzá. Emellett természetesen az alapvető hidraulikai ismeretek és a mérnöki látásmód is előnyére válhat a használónak. A szoftverrel közel 1:1 leképezhető bármilyen felület, víztest, minden csak a felhasználó idején, alaposágán és a meglévő adatok mennyiségén, sűrűségén múlik. Más szoftverekkel jól használható, az alapvetően táblázatos formában bevitt adatok importálhatók, exportálhatók pl az MS Office Excel szoftverébe/ből. Jelen modell esetében elsődleges célom az volt, hogy hogyan, milyen eredményekkel lehet felépíteni egy modellt és futtatni abban vízminőségi vizsgálatot egy ilyen kis víztesten. A kezelői felület egyszerűsége miatt elmondhatom, hogy az adatbeviteltől a futtatáson át a kiértékelésig minden egyszerűen, érthetően és jól szemléltethetően zajlik. Minden egyes keresztshelvény vizsgálható az idősor bármelyik pontjában a futtatás közben, legyen szó nedvesített keresztmetszetről, vízhozamról, vízállásról, átlagos vízsebességről, stb. Az adatok bármikor egyszerűen változtathatóak, cserélhetőek, bővíthetőek, így, egy már felépített modell is bármikor bővíthető és más idősorok bevitelével egy teljesen más helyzet modellezésére használható.

A sótartalom és hőmérséklet változását a hossz- shelvény függvényében megjelenítve elmondható, hogy a bevezetések okozta terhelésnövekedés egyértelműen látszik, a sótartalom csökkenése két shelvény között a várt görbén található, tehát a modell jól használható

vízminőségi paraméterek modellezésére. A 27. ábrán a sótartalom alakulása látszik a futtatás után egy adott időpontban.



27. ábra A sótartalom alakulása a hossz-szelvényben egy időpontban

A modell futtatásából hasznos következtetések vonhatóak le.

Ha például megjelenne egy új bevezetés a hossz szelvényben, tegyük fel egy vágóhíd elfolyó vize, akkor annak pontos bevezetési értékeit ismervén a excel-be illesztve azt előre megmondható, hogy terhelhetőség szempontjából a víztest elbírná-e az adott bevezetés okozta terhelést vagy sem. Mindezt természetesen még a valódi bevezetés megvalósulása előtt.

Hátrányok:

Bár a modell jól használható és az 1D modellnek közel a legkevesebb az adatigénye, mégis az adatok hiányát kell megemlítenem a kis vízfolyások modellezésénél, amit mi sem szemléltet jobban más, mint a Körös-ér.

Nagyobb vízfolyások esetén, például a Tiszánál rendszeresek a vízhozam mérések, telepített vízhozam mérő berendezések állnak rendelkezésre, illetve elmúlt évek több száz vízállás és vízhozam összefüggéseiből egyre pontosabban és jobban használható QH görbék állíthatók elő, melyek segítségével akár óránkénti vízállás adatokból nagyon jó közelítésű vízhozam adatok kaphatók.

Vízállás regisztráló készülék több is található nagyobb vízfolyásokon, így akár órás időszakkal is rendelkezhetünk. Ezen vízfolyásokon sűrűbbek a vízminőségi vizsgálatok is.

A Körös-ér és a hasonló kisebb vízfolyások kevesebb figyelmet kapnak és kevesebb forrás jut el hozzájuk, emiatt nehéz kevés adatból egy jó modellt összehozni.

Éppen ezért ilyen kis vízfolyásokat nehéz pontosan és megbízhatóan modellezni, hiszen általánosan elmondható, hogy havi 1-5 vízhozam- és vízminőség vizsgálat nem elegendő a megfelelő idősorok előállításához. A jelenlegi modellben is sok az interpolált, becsült, közelítő adat, így a modell konkrét eredményei nem megbízhatóak, de a modell működése szempontjából az adatok lehetnek volna fiktívek is.

A Körös-éren lehetőség lenne folyamatos vízhozam és vízállás regisztrálásra, hiszen kiépítésre került egy mobil állomás, ahova a szondát és mérő berendezést lehelyezve távjelzéssel akár óránkénti adatok is kinyerhetőek, de sajnos az üzemeltetés nem biztonságos, a mérőszelvény környéke elhagyatott, így túl nagy a veszélye annak, hogy a műszert megrongálják, esetleg ellopják. A kár ez esetben több millió forint.

Többször üzembe lett már helyezve a berendezés, az utolsó alkalommal az idei tiszai árvíznél. Ebben az esetben 24 órás őrzés volt szükséges, ami szintén igen költséges. A szonda idei leszerelésnél én magam is részt vettem, melynek helyszíne az alábbi képen (28. ábra) látható.



28. ábra A távjelzős berendezés telepítési helye a Körös-éren

Mindezek ellenére talán elmondható, hogy a Körös-ér, mind vízhozamot, mind vízminőségi paramétereket tekintve jól jellemezhető, hiszen egy szinte időszakos vízfolyásnak mondható, melyet szinte csak a bevezetések táplálnak.

Egy-egy kisvizes időszak például igen jól jellemezhető, ezért egy megfelelő állapot pontos adataival előállított modell segíthet a terhelhetőség vizsgálatában. Természetesen a modell képes stacionárius állapot modellezésére is, de számomra sokkal érdekesebb az időben változó folyamat modellezése.

7 Terhelhetőség

A VKI ököcentrikus nézete szükségszerűvé teszi annak vizsgálatát, hogy egy víztest, mely nem éri el a Jó potenciált, miért és mivel terhelt, új terhelések bevezetésénél pedig szükségszerű a terhelhetőségi vizsgálatok elvégzése.

A Körös-éren is szükségszerű és szükségszerű is volt a terhelhetőség vizsgálatával, például az épült strand új bevezetése miatt is. A víz minőségének javulása egyértelműen észrevehető az utolsó 2011-es dolgozatom elkészülte óta, hiszen azóta elkészült az új szennyvíztisztító korszerűsítése. Ennek ellenére természetesen a fő terhelést okozó bevezetés jelenleg is a szennyvíztisztító bevezetése, illetve az azóta létesült strand bevezetés, mely főleg sókkal terhelt, ez a modellben is látszik, Nagykőrös területén a csapadékelvezető csatorna/standvíz bevezetésénél, a 34.800 szelvénynél.

A Nagykőrösi szennyvíztisztító terhelése a 32.100 szelvény alatt érvényesül

7.1 *Terhelések hatásai:*

Nehéz a víztesteket érő szennyezéseket összegezni, modellezni, hiszen több dimenziót is vizsgálni kell.

Beszélhetünk pontszerű szennyezésekről, illetve a már meglévő, azaz diffúz szennyezésről is, mind kettőre találhatunk példát a Körös-éren, a tisztított szennyvíz bevezetése egy pontszerű szennyezés, ami elkeveredve a további szakasz diffúz szennyezéseként értelmezhető.

A terhelés meghatározása szempontjából a legfontosabb a vízfolyás vízhozamának ismerete, melyet sok minden befolyásol. A Körös-ér egész hosszán több becsatlakozó csatorna van, így vízhozama ingadozó, ezért csak átlagos torkolati vízhozamról beszélhetünk, de ez nem tükrözi a valós állapotokat, hiszen adott esetben a szennyvízbevezetés is sok esetben szakaszos és a Körös-ér is változó vízhozamú.

A pontos lefolyási viszonyok és a vízhozam adott pontbeli értékének pontos ismerete nélkül a víztest terhelése nem számítható elegendő pontossággal, mint az már fentebb említettem, a modellben azonban az oldalsó befolyások is helyet kaptak, külön idősorral, így a pontos bevezetések ismeretében ez a probléma is megoldódni látszik.

7.2 A modell használhatósága a terhelhetőségre vonatkozólag

A modell, használhatóságát tekintve igen hasznos lehet terhelhetőségi vizsgálatok elvégzéséhez, vizsgálatokhoz.

Mint már említettem, mi sem egyszerűbb, mint egy, az adott időszakra jellemző, az időszakot jól és lehetőleg minél pontosabban leíró idősor bevitele után megvizsgálni, hogy mi történne, ha

- Új bevezetés kerülne a víztestbe
- Már meglévő bevezetés vízminősége változna
- Megszűnne egy-egy bevezetés
- Havária esemény történne

A modell, mint felépített, üres váz, egy pontos, megbízható geometriai leképezésként funkcionál, persze ez modellező pontosságán, precizitásán és az adatok reprezentatív jellegén is múlik.

Egy terhelhetőségi vizsgálat igen sokáig tart, a pontos vízminőségi és vízhozam adatok ismerete után hosszadalmas számolások között még a grafikonok elkészítési is több időt vesz igénybe, mint egy már meglévő modell futtatása. Egyedül az adatok begyűjtése, rendszerezése, megfelelő adatsorok előállítása lehet időigényes.

Az adatok bevitele egyszerű és érthető, a futtatása a Körös-ér esetében a teljes hosszszelvényben, egy hónap időintervallumon, 15perces kimeneti időközzel kb. 30másodpercig tartott. Az adatok rendszerezettek, kimeneti fájlként avi formátumú videó is készíthető a lefutásról és a változásokról, illetőleg minden keresztzelvény, minden adata minden időpontra akár grafikus, táblázatos, szerkeszthető formában elérhető/másolható.

Összességében el kell mondanom, hogy egy jól felépített modell a terhelhetőség számítására igen jól és biztosan használható. Az általam felépített modell még geometriai finomítást igényel, melyet folyamatosan végzek, így végül egy pontos geometriai leképezés birtokában a megfelelő idősorok segítségével terhelhetőségi vizsgálat végezhető a modellel.

8 Összefoglalás

A modell felépítésének szakaszában találkoztam az összes feladattal, ami egy modell felépítéséhez kell, beleértve a vízhozam méréseket, a vízminőség vizsgálatokat, adatok feldolgozását, geometria leképezését.

A modell geometriája nagy biztonsággal meghatározható, a modell stabilan futtatható.

Előrelépésnek látom a modell felépítését, úgy érzem, célomat elértem, ami ösztönzést ad a további munkára.

Az előnyöket és hátrányokat ismervén kiküszöbölhetőek a lehetséges hibák.

Véleményem szerint érdemes a modellel foglalkozni, azt több víztestre is felépíteni, illetve használni akár árhullám modellezésére, akár terhelhetőségi, vízminőségi vizsgálatokra.

8.1 Jövőbeni tervek

Véleményem szerint a jelenlegi modell felépítésével sikerült azt bizonyítani, hogy bár a megfelelő adatigényt kielégíteni igen nehéz, de a modellek jól használhatóak mind vízállás-vízhozam modellezésre, mind pedig a vízminőségi paraméterek vizsgálatára és ezzel egyetemben terhelhetőség vizsgálatára is.

Jelenlegi munkahelyemen, a KÖTIVIZIG Vízhajó Monitoring Osztályán a víztest modellezése és a terhelhetőség vizsgálata napirendi pont, így a jövőben is tovább foglalkozom a témával, a modellt finomítani fogom..

A Körös-ér vízminőségének változásában nagy szerepet játszanak a bevezetések, mint a szinte egyedüli fenntartói a vízfolyásnak, így terhelhetőségének monitorozását és modellezését fontosnak tartom.

Pontosan ezen okok miatt tartom egyben kihívásnak és célnak a továbbiakban a modell és a terhelhetőség továbbfejlesztését, finomítását és kiterjesztését más víztestekre is.

9 Irodalmi hivatkozások

- [1] Körös-ér állapotfelmérés 2011, Szolnok, p: 3,9
- [2] <http://www.kvvm.hu/index.php?pid=10&sid=55> Letöltés ideje: 2011.11.10
- [3] <http://www.kdtvizig.hu/> Letöltés ideje: 2011.11.10
- [4] JELENTŐS VÍZGAZDÁLKODÁSI KÉRDÉSEK, 2-12 (2-5-1) Nagykőrösi-homokhát TERVEZÉSI ALEGYSÉG, Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, Vízgazdálkodási Osztály, p:1-2.
- [5] A vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés ütemterve és munkaprogramja, 2006 – 2009 p: 17-18
- [6] Kovács Elemér - Vízminőségvédelem - A vízfolyások szennyezése (előadásanyag)
- [7] A KÖRÖS-ÉR BIOMONITOROZÁSA 2012-BEN
- [8] <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/projnum/content/2011-g3/1-modeliser-une-riviere-avec-hec-ras>
- [9] 1D árvízi modellezés a gyakorlatban, Reichardt Anita, KDV-VIZIG Pethő László, DV-VIZIG, page 12
- [10] <http://ogimet.com> Letöltések ideje: 2013.10.12
- [11] Sediment and Water Wuality in HEC-RAS, Mark Jensen, 2005. page 20-27
- [12] Pregun Csaba, Tamás János, Bíró Tibor, (1999):
A HEC-RAS vízfolyásmodell agrárkörnyezetvédelmi szempontjainak vizsgálata a Berettyó folyón p:2
- [13] KöTI-VIZIG Regionális Laboratóriuma (2012): A Körös-éri belvíz-főcsatorna BIOMONITORING vizsgálata 2012-ben p:4
- [14] Jensen, M. and Lowney, C. (2004) Temperature Modeling with HEC - RAS. Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management: pp. 1-10.

10 Kép- és táblázat jegyzék

10.1 Képjegyzék

1. ábra A Körös-ér	4
2. ábra Tisztított szennyvíz bevezetése az átépítés előtt	5
3. ábra A vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegységek a KÖVIZIG határokkal [3]	9
4. ábra 2-12-es tervezési alegység	10
5. ábra HEC-RAS [8]	12
6. ábra Adatigény	13
7. ábra A Körös-ér egy keresztszelvénye	14
8. ábra A Körös-ér elkészült HEC-RAS modellje	15
9. ábra Meteorológiai állomás adatai, páratartalom	17
10. ábra A Körös-ér egy szakasza az ArcMap-ban	18
11. ábra A shape fájlok kimeneti adatai	19
12. ábra A keresztszelvényeket tartalmazó excel munkafüzet	19
13. ábra Egy keresztszelvény, rajta a felvett pontokkal	20
14. ábra Folyószakasz felrajzolása a HEC-RAS-ban	21
15. ábra Keresztszelvény felvétele	21
16. ábra Keresztszelvény felvétele	22
17. ábra Mederérdességi tényezők bevitele	23
18. ábra Térkép beillesztése a HEC-RAS szoftverben	24
19. ábra Forgószárnyas mérőberendezés mérés közben a Körös-éren 2013.05.02.én	25
20. ábra ADCP berendezés Tiszai árvizes mérés közben	25
21. ábra Alsó, felső és oldalsó peremeltételek	26
22. ábra A modell futtatása	27
23. ábra A lefutott modell visszajelzése	28
24. ábra Labor modul a intraneten	29
25. ábra Hőmérséklet adatok bevitele	31
26. ábra Beállítási lehetőségek futtatás előtt	31
27. ábra A sótartalom alakulása a hossz-szelvényben egy időpontban	33
28. ábra A távjelzős berendezés telepítési helye a Körös-éren	34