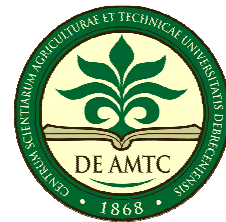




DEBRECENI EGYETEM

MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR



KERPELY KÁLMÁN

NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS REGIONÁLIS
TUDOMÁNYOK

DOKTORI ISKOLA

a doktori iskola vezetője:

Prof. Dr. Nagy János

a MTA doktora

témavezető:

Dr. Bíró Tibor Ph.D.

A KÖSELY VÍZMINŐSÉGÉT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

VIZSGÁLATA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SÓFORGALOMRA

Készítette:

Hancz Gabriella

Doktorjelölt

DEBRECEN

2011.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS, TÉMAFELVETÉS, A KUTATÁS CÉLKITÚZÉSEI	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. VÍZFOLYÁSOK VÍZMINŐSÉGE ÉS MINŐSÍTÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SÓKRA.....	7
2.1.1. a vízminőséget meghatározó tényezők	7
2.1.2. a szennyezőforrások csoportosítása	7
2.1.2.1. anyaguk szerinti csoportosítás	7
2.1.2.2. eredetük szerinti csoportosítás	8
2.1.3. a sószenyezések forrásai és hatásai.....	8
2.1.3.1. források	8
2.1.3.2. hatások	9
2.1.4. MSZ 12749 szerinti minősítés	11
2.1.5. VKI és Felföldy szerinti minősítés	11
2.1.5.1. a VKI szerinti minősítés	11
2.1.5.2. Felföldy-féle biológiai vízminősítés	13
2.1.6. a sótartalomra vonatkozó elvárások.....	13
2.1.6.1. a VKI által rögzített — élővízre vonatkozó minőségi elvárások, a célállapot	13
2.1.6.2. MSZ 12749 szabvány szerinti vízminősítés	14
2.1.6.3. biológiai vízminősítés	14
2.1.6.4. csatornába bocsáthatóság feltétele	15
2.1.6.5. az öntözővízre vonatkozó minőségi elvárások	15
2.2. A VÍZGYŰJTŐK TERÜLETI VÍZHÁZTARTÁSI JELLEMZŐI.....	16
2.2.1. a vízháztartás elemei	16
2.2.2. az éghajlatváltozás vízháztartásra gyakorolt várható hatásai a Kárpát- medencében	17
2.3. VÍZFOLYÁSOK ÖNTISZTULÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SÓKRA	17
2.3.1. felszíni vizek öntisztulási folyamatai.....	17
2.3.2. vízfolyások öntisztulása konzervatív szennyezők esetében.....	17
2.3.3. üledékvizsgálatok.....	18
2.3.3.1. az üledékvizsgálatok indokoltsága.....	18
2.3.3.2. az üledékvizsgálatok módszerei.....	18
2.4. A VÍZMINŐSÉG-SZABÁLYOZÁS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI.....	20
2.4.1. anyagforgalom vizsgálatok, különös tekintettel a sókra	20
2.4.2. lefolyás-vizsgálatok, terhelhetőség-vizsgálatok	21
2.4.3. Hidrodinamikai és vízminőségi modellek	22
2.4.3.1. Hidrodinamikai modellek	22
2.4.3.2. dinamikus vízminőségi modellek	25
2.4.3.3. A hosszirányú diszperziós tényező meghatározása	27
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	30

3.1. A KÖSELY VÍZGYŰJTŐJÉRE VONATKOZÓ ADATOK	30
3.1.1. a vízgyűjtő tipológiája, hidromorfológiai- és hidrometeorológiai adatok	30
3.1.2. területi vízháztartási adatok	34
3.1.3. a vízminőség általános jellemzése	35
3.1.3.1. VKI szerinti általános minősítés	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
3.1.3.2. TIKÖFE-adatsorok szerinti általános minősítés	35
3.1.4. a sóanyagforgalom meghatározó tényezői.....	38
3.1.4.1. a háttérkoncentráció nagysága – és jelentősége.....	38
3.1.4.2. antropogén eredetű sóbevezetések.....	39
3.2. MINTAVÉTEL, MÉRÉS, STATISZTIKAI FELDOLGOZÁS	41
3.2.1. a mintaterület és a mintavételi helyek bemutatása.....	41
3.2.2. egyéves vízmintavétel és vezetőképesség-mérés.....	42
3.2.2.1. a monitoring feladata, célja és elemei.....	42
3.2.2.2. egész éves EC-mérés eredményei.....	44
3.2.3. egyszeri mederüledék-és vízmintavétel	46
3.2.4. iszapminta előkészítése	47
3.2.5. mederüledék- és vízminták műszeres analitikai vizsgálatai	48
3.3. LEFOLYÁSVIZSGÁLAT HEC-RAS PROGRAM ALKALMAZÁSÁVAL	51
3.3.1. bemenő adatok előkészítése	51
3.3.1.1. kiindulási adatok	51
3.3.1.2. a mértékadó vízhozam meghatározása	51
3.3.1.3. mértékadó időszakok megválasztása, vízhozamok szétosztása	53
3.3.1.4. a medermodell.....	55
3.3.2. hígítóvíz - igény és terhelhetőség számítása.....	56
3.3.2.1. hígítóvíz - igény számítása	56
3.3.2.2. terhelhetőség meghatározása	61
3.3.3. HEC-RAS futtatása és transzportfolyamatok jellemzői	63
3.3.3.1. A Hec-Ras program számított hidraulikai jellemzők	64
3.3.3.2. hosszirányú diszperziós tényező és advektív transzport.....	65
3.3.3.3. HEC-RAS eredményei.....	66
3.3.4. EC és csapadékadatok közötti összefüggés	76
3.4. SÓ-ANYAGFORGALOM SZÁMÍTÁS A KÖSELY VÍZGYŰJTŐ TERÜLETÉRE	78
4. EREDMÉNYEK	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.1. VÍZMINŐSÉGJAVÍTÁST IGÉNYLŐ ÉS TOVÁBB TERHELHETŐ SZAKASZOK.....	92
4.1.1. a mért EC érték szélsőértékei, számtani középértékei és szórással jellemzett időbeli változékonysága.....	82
4.1.1.1. mérés évére vonatkozó egész éves EC mérés kiértékelése	82
4.1.1.2. öntözési időnyre eső mérés kiértékelése	85
4.1.2. további hígítást igénylő szakaszok	87
4.2. TRANSPORTFOLYAMATOK JELLEMZŐI.....	93

4.3. ÜLEDÉKMINTÁK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI .Hiba! A könyvjelző nem létezik.	
4.3.1. analitikai mérések eredményei.....	96
4.3.2. vezetőképesség.....	101
4.3.3. korrelációvizsgálatok.....	102
4.3.4. elemkoncentrációk.....	112
4.3.5. az összes vizsgált tulajdonság közötti korreláció	140
4.4. A SÓ ANYAGFORGALOM ÉS TERHELHETŐSÉG SZÁMÍTÁSÁNAK EREDMÉNYEI	
4.4.1. a sóforgalom és a környezet befogadóképessége	114
4.4.2. antropogén- és természetes anyagforgalom viszonya.....	116
4.4.3. meg nem újuló készletekkel való gazdálkodás	116
4.4.4. káros anyagok felhalmozódásának kizárása	117
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	118
6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	120
7. ÖSSZEFOGLALÁS	122
8. SUMMARY	125
9. HIVATKOZOTT IRODALMAK JEGYZÉKE	128
10. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	134
11. ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK ÉS MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	134
12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	144

1. BEVEZETÉS, TÉMAFELVETÉS, A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

Dolgozatomban a Kösely vízgyűjtőjének felszíni vízminőségi kérdéseivel - ezen belül elsősorban a sótartalommal összefüggő minőséggel és a hígulási viszonyokkal - foglalkozom az ismert terhelések és elvárások tükrében. A téma aktualitását a vizsgált vízgyűjtő vízfolyásainak vízminősége és a Víz Keret Irányelvben (2006., ezután VKI) foglalt elvárások, a klímaváltozás Magyarországon előre jelzett várható hatásai és a termásvízhasznosítás gyakorlata jelenti.

A Kösely főcsatorna és befogadója, a Hortobágy-Berettyó főcsatorna, valamint a Köselybe torkolló Tóció és Kondoros csatornák ökológiai állapota nem jó (Országos VGT). A VKI általános célja, hogy a felszíni és felszín alatti vizek 2015-re ériék el az ún. „jó állapot”-ot.

Az országos törzshálózati mérések adatait saját mérésorozatokkal, számításokkal és a hidrodinamikai modellezés eredményeivel egészítem ki, ezekre alapozva a vízminőség szabályozás egyes kérdéseiben tett megállapításaimat és javaslataimat. A vizsgált vízfolyások „csatornák”, melyekre elsősorban csapadékvizek és tisztított szennyvizek befogadóiként tekintünk, de teljes vízgyűjtőjükkel Magyarország területére esnek, ami lehetővé teszi olyan vízminőség javító intézkedések végrehajtását, melyek határokon átnyúló vízgyűjtőkön akadályokba ütközhetnek.

Az elvárások között nemcsak a VKI-ban foglaltakat vettem figyelembe, hanem az öntözővízre vonatkozókat is, hiszen az öntözésfejlesztés a klímaváltozás miatt elkerülhetetlen lesz. VERMES et al. (2008) az alábbiakban foglalja össze érveit az öntözés mellett: „Magyarország klímája valószínűleg mediterrán irányba fog eltolódni, magasabb átlaghőmérséklettel, kevesebb nyári csapadékkal és növekvő szélsőségekkel, árvizekkel, szárazsággal. Miközben egyre több vízre lesz tehát szükség a kieső csapadék pótlására például a mezőgazdaságban, egyre nehezebb lesz hozzájutni az éltető elemhez. A tavak felülete várhatóan csökken és növekszik a sótartalom, az elsivatagosodás miatt elterjedhetnek a szárazságtűrő fajok.

- A vízbeszerzési források és vízminőség tekintetében Magyarország ma még kedvezőbb helyzetben van a nyugat-európai országokhoz képest. Ennek ellenére a következő időkben itthon is fel kell készülni az árvizekre és aszályos időszakokra.
- az aszály miatti veszteség lényegesen nagyobb, mint amennyit az öntözés költségei jelentenének. Az aszály ellen a magyar mezőgazdaság védtelen. Az elmúlt évtizedekben csökkent az öntözött területek mennyisége, mára a korábbi 400 ezer helyett mindössze

200 ezer hektárnak, az összes termőterület alig 2%-ának van egyáltalán engedélye erre. Ebből ténylegesen csak 80 ezer hektárt öntöznek az MGSZH adatai szerint. A kívánatos arány a hivatal szerint is legalább 5-10% lenne”.

További aktualitást ad a témának, hogy

- a termálfürdők üzemeltetésére nincs legjobb elérhető technológia (BAT) és így nem várható reálisan a termálvíz felhasználásból származó sóterhelés csökkenése.
- a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény nemrégiben közzétett módosítása már úgy határoz, hogy a már vízjogi engedéllyel rendelkező-, energiahasznosítási célú termálvíztermelés esetében – meghatározott szempontok alapján – kérelemre engedélyezhető a visszatáplálás mellőzése. Ebből az következik, hogy nőhet is a jövőben az ilyen jellegű felszíni vízszennyezés.

A vízkészletek használata során a hosszú távon fenntartható megoldásokra kell törekedni. A vízminőség egyik meghatározó elemének, a termálvíz felhasználásnak fenntarthatóságát is vizsgálom. A fenntartható anyagforgalom feltételei (*OECD, 2000*) szerint:

- Az antroposzférából - az ember technikai környezetéből - a környezetbe áramló anyagforgalmak nem haladhatják meg a helyi- és globális asszimilációs képességet.
- Az antroposzférából a környezetbe áramló anyagforgalmak nem haladhatják meg a természetes anyagforgalom mértékét.
- Az anyagforgalmakat úgy kell szabályozni, hogy a nélkülözhetetlen anyagok ne fogyjanak el.
- Az anyagforgalmakat úgy kell szabályozni, hogy az élővilágra ezen belül az emberre károsan ható anyagok ne halmozódjanak fel a környezetben. A sók nem veszélyes szennyezők, de, ha bizonyos határon túl juttatjuk a környezeti elemekbe – víz, talaj – akkor azok élővilágát megváltoztatják, az emberi felhasználásra való alkalmasságát csökkentik.

A dolgozat célkitűzése, hogy választ adjak az alábbi kérdésekre:

- A Kösely és mellékágainak vízminősége megfelel a különböző elvárásoknak a sótartalom tekintetében?
- Milyen mértékű hígítással érhető el a különböző elvárásoknak megfelelő vízminőség? A jelenlegi hígítási lehetőségek mellett megoldható a szükséges mértékű hígítás?
- A vízhozam adatok hiányossága miatt felmerül a csapadékból történő vízhozamszámítás lehetősége. Ennek érdekében a késleltetési időket igyekszem meghatározni a vízgyűjtő egyes szakaszain.
- Milyen szennyezőanyag transzport jellemzi a Köselyt? Erre a vízfolyás hidromorfológiaiilag meghatározott öntisztuló képességének jellemzése érdekében keresem a választ.
- Melyek a Kösely és mellékágai sótartalmát meghatározó számszerűsíthető tényezők- és tevékenységek?
- Mekkora az egyes vízfolyás szakaszok megengedhető sóterhelése?
- Hogyan változik a mederüledék összetétele a vizsgált vízgyűjtő két jelentősebb bevezetése hatására?
- Mi az összefüggés az ugyanazon keresztszelvényben vett iszap- és vízminták vezetőképessége között?
- A jelenlegi termálvíz felhasználás gyakorlata megfelel a fenntartható anyagforgalom feltételeinek? vagyis:
 - Nem haladják meg a sóterhelések a befogadó asszimilációs képességét?
 - Nem vezet a jelenlegi gyakorlat a források kimerüléséhez?
 - Nem okoz a jelenlegi gyakorlat káros felhalmozódást a környezetben?

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Vízfolyások vízminősége és minősítése , különös tekintettel a sókra

FELFÖLDY (1987) meghatározása szerint az élettelen környezet és az élővilág közötti anyagcsere határozza meg a vízminőséget, ami a víz tulajdonságainak összessége. A vízminősítés a víz osztályba sorolása valamilyen meghatározott szempont szerint, így többféle minősítési módszer és kategóriarendszer létezik. Célja a víz minőségének összevetése határértékekkel, vagy célállapottal.

2.1.1. A vízminőséget meghatározó tényezők

A víz minőségét meghatározó tulajdonságok függenek az eredeti vízminőségtől és a szennyezettségtől. A természetes összes sótartalom értéke a hidrológiai és a geológiai környezettől függően változik. A sótartalommal összefüggő tulajdonságok:

- a fizikai jellemzők közül a fajlagos elektromos vezetőképesség [$\mu\text{S}/\text{cm}$], mely általános képet ad a víz oldott anyag tartalmáról és arányos a vízben oldott sók koncentrációjával,
- a kémiai jellemzők közül a természetes folyamatok következtében beoldódott ionok, legfontosabbak a CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} és Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} és Mg^{2+}
- a biológiai jellemzők közül a halobitás (*FELFÖLDY,1987*), mely a vizek biológiai szempontból fontos szerves kémiai tulajdonságainak összessége - szervesion-, összessó-koncentráció, pH, vezetőképesség, ionerősség stb..

2.1.2. A szennyezőforrások csoportosítása

2.1.2.1. anyaguk szerinti csoportosítás

A szennyezőforrások anyaguk szerinti csoportosítása a hatások beazonosításához és a terhelhetőség meghatározásához szükséges. A szennyezőanyagok csoportosítása történhet biológiai, kémiai és fizikai tulajdonságaik alapján. A dolgozat szempontjából a vízben oldódó szerves vegyületek csoportjának – savak, sók, fémek, növényi tápanyagok – van jelentősége.

2.1.2.2. eredetük szerinti csoportosítás

A szennyezőforrások eredetük szerinti csoportosításának a szennyezés nyomon követe, a mérhetőség, a szennyező forrás beazonosítása és a beavatkozás helyének meghatározása szempontjából van jelentősége.

- a pontszerű szennyezés koncentráltan éri a befogadót, mérhető, ellenőrizhető, legtöbbször időben állandó, csővégi tisztításra (is) van lehetőség
- a nem pontszerű szennyezés helye nem szűkíthető le egy keresztmetszvényre, a part mentén, vagy a vízfelület mentén, vagy a talajvízzel érintkezve a meder felülete mentén jut a víztestbe, kis koncentrációban, nagy területről érkezik, hidrológiai viszonyok függvénye, a forrás és a befogadó között a transzportfolyamatok is szerepet kapnak, beavatkozásra a forrás helyén van lehetőség

a másodlagos szennyező hatás következtében a mederüledékben visszamaradt vízszennyezések a mederüledék felkeveredésével, illetve kémiai-, fizikai hatásra történő visszaoldódással nem pontszerű szennyezőforrásként működhetnek.

2.1.3. A sószennyezések forrásai és hatásai

2.1.3.1. a sószennyezések forrásai

- **Termálfürdők csurgalékvize**

A termálvizeket a fürdőkben történő használatot követően a felszíni vizekbe vezetik:

- o közcsatornán keresztül, ami a felszíni víz közvetett szennyezését jelenti, hiszen a szennyvíztisztító telepen a sótartalom nem csökken,
- o úgynevezett sósvíz tározókon keresztül, melyek a magas hőmérsékletű használt termálvíz hűtésére szolgálnak és nem jelentenek sótartalom csökkentést a befogadó szempontjából, sőt, a párolgás következtében a tóban töményedés figyelhető meg,
- o belvíz csatornákon keresztül

- **Szennyvizek**

Már az ivóvíz is tartalmaz sót, de a mosóporok is növelik a sótartalmat. „A hazai felszíni vizek természetes sótartalma geokémiai adottságok miatt az európai vizekéhez viszonyítva magasabb. A VKI szerint sótartalom miatt kifogásolt vizekben nem természetes eredet, hanem kommunális szennyvízbevezetés (esetenként termálvízbevezetés) emeli a sókoncentrációt” (SALLAI *et al.*, 2009). Kaliforniában a

tisztított szennyvíz 10%-át felhasználják öntözésre, ebből 48% a mezőgazdaságban-, 20% tájöntözéssel és tóban történő tározással hasznosul, 12%-át beszivároztatják a talajvízbe, 7%-ot természetes élőhelyek vízpótlására hasznosítanak. Amikor tisztított szennyvízzel öntözünk, a legnagyobb potenciális gondot a magas koncentrációban jelenlevő-, növényekre mérgező ionok - mint nátrium, klorid, bór - jelenléte jelenti. Az ilyen minőségű szennyvizet nem szabad öntözésre hasznosítani, mert a kémiai egyensúly hiánya hosszabb távon akkumulálódó negatív hatásokhoz vezet. A talaj mindig felveszi annak a víznek a jellegét, amellyel öntözik és a házi szennyvíz mindig növeli a Na-koncentrációt.

- **Csapadékvizek**

Pontforrásként a csatornarendszeren keresztül, vagy diffúz forrásként területi lefolyással kerülnek a vízfolyásokba az utak téli csúszásmentesítése céljából kiszórt sók.

2.1.3.2. a sószennyezések hatásai

A sóterhelés-vizsgálat indokolt a sók káros környezeti hatásai miatt is (*HANCZ, 2004, HÁRS, 2006*), az alábbiakban az ezzel foglalkozó szakirodalmat tekintem át.

- **a felszíni víz minőségére-, mint élettérre-, a vízi élővilágra gyakorolt hatás**

Egyes anyagok koncentrációi-, áramai és lerakatai növekszenek, ezzel változásra készítetve az élővilágot (*BACCINI et al., 1991*). A termálvíz bevezetés megváltoztathatja a felszíni vízfolyás halobitását (*FELFÖLDY, 1981.*), ezáltal veszélyeztetve annak ökoszisztémáját..

- **a talajvíz minőségére gyakorolt hatás**

A sós víz tározók környezetében a talajvízben megnőhet az összes sótartalom.

- **szikesítő hatás**

A klímaváltozás előre jelzett hatásai tükrében - vízhiány, növekvő szárazság, a felszíni vizek szennyezettsége nő a kisvizek hozamának csökkenésével - reális kihívásnak tekinthetjük, hogy a másodlagos szikesedés veszélye nélkül öntözhessünk velük. Jelenleg az Alföld talajainak egyharmada szikes, részben alkalikus, egyharmada potenciálisan szikes főleg az öntözés hatására végül csak egyharmada nem érintett a szikesedés folyamatai által (*TÓTH et al., 2001.*). A szikesítő hatás ionösszetétellel összefüggő differenciáltságával kapcsolatban a *NEMES (2007)* disszertációjában tett megállapítások szerint környezeti változás - töményedés, hígulás, pH-emelkedés - hatására a nagy karbonát/hidrokarbonát tartalmú vizekből a Ca- és Mg-ionok egy része kicsapódik, így megnő az oldatban a Na-ionok részaránya, ezáltal szikesítő hatású lesz a

víz. Az öntözővíz kation összetétele akkor kedvező, ha kevés Na-iont tartalmaz. A víz szikesítő hatása szempontjából azonban nem a Na-ionok abszolút mennyisége, hanem a többi kationhoz viszonyított részaránya a döntő. Leggyakrabban a várható szikesítő hatást a Na % és/vagy a nátrium adszorpciós arány (SAR) fejezi ki (HANCZ, 2010). A talajok akkor szikesednek el, ha a sók felhalmozódhatnak bennük. A megfelelő öntözési technika és -csatornarendszer nemcsak a szikesek javítása-, hanem a megelőzés szempontjából is nélkülözhetetlen. Az öntözésre való alkalmasság a vízben található sók minőségétől – és mennyiségétől függ. Minél több a só a vízben, annál nagyobb a szikesedés kockázata. A szemiárid területek öntözése a másodlagos szikesedés egyik vezető oka. Ez a probléma az öntözött területek egyötödét érinti (YEO, 1998.).

A talajok és az öntözővizek magas sótartalma az egész világon sok gondot okoz (SLEZÁK, 2001). Sajnos Magyarország sem kivétel, s ilyen vonatkozásban a zöldségfajtatás különösen nehéz helyzetben van. A hajtató létesítmények helyhez kötöttek, s a nagy hagyományokkal rendelkező hajtató körzetekben sok helyen több évtizede ugyanazon a talajon folyik a termesztés. Emellé társul az, hogy fő hajtató körzeteinkben a felmérések szerint minden negyedik gazdaság öntözővíze alkalmatlan öntözésre a magas sótartalom miatt. Az ásott kutak vízminőségének javítása pedig – akár mélyítéssel, akár sóalanító berendezésekkel – igen költséges. Egyre több termeszto a magas sótartalom káros hatásainak elkerülésére a talajtól izolált (leggyakrabban talaj nélküli) termesztést, vagy a drága, de a talaj magas sótartalmát jobban tűrő oltott palánták ültetését választja.

- **mederüledékre gyakorolt hatás**

A sók felhalmozódhatnak a mederüledékben és a sós vízzel öntözött talajban mint nyelőben.

- **Szennyvíztisztító hatásfokára gyakorolt hatás**

- o A **debreceni szennyvíztisztító** telepen nincs tapasztalat és/vagy információ arra vonatkozóan, hogy a termálvízzel terhelt kommunális szennyvíz tisztításának hatásfoka alacsonyabb, mint a termálvízzel nem terhelt szennyvízé.
- o Egyre nagyobb az érdeklődés a **tengervízzel történő WC-öblítés** iránt, emiatt laborkísérleteket végeztek. Ezek azt igazolják, hogy a biológiai szennyvíztisztítás hatékonysága átmeneti csökkenést követően helyreáll a mikrobák regenerálódása után (KEESICK et al., 1976).

- o **Cserzőműhely** 1-10%-os sós vizének hagyományos biológiai tisztítással történő kezelését vizsgálva azt találták (*SIVAPRAKASAM et. al., 2008.*), hogy a sótoleráns baktérium konzorciumok 80%-os hatásfokkal távolították el a KOI-t a szennyvízből.

2.1.4. a felszíni víz MSZ 12749 szerinti minősítése

A magyar szabvány szerinti felszíni vízminősítés rendszere 5 vízminőségi osztályba sorolja a felszíni vizeket a vizsgált paraméterek 90 %-os tartóssága, majd tulajdonságcsopontonként – lásd lentebb - a legrosszabb paraméter szerinti besorolás alapján. A a sótartalom szempontjából fontos ún. **egyéb jellemzők** között szerepel a pH, **fajlagos elektromos vezetőképesség**, T, LA, OA, Fe, Mn, keménység, anionok és kationok.

2.1.5. a felszíni víz VKI és Felföldy szerinti minősítése

2.1.5.1. a VKI szerinti minősítés

A VKI célja a vizek állapotának javítása, ezen belül

- az ökoszisztémák és ivóvízkészletek védelme,
- a vízhasználatok fenntarthatóságának biztosítása,
- a vizeket érő szennyezések megakadályozása, csökkentése és
- az árvizek- és szárazságok környezeti hatásának mérséklése.

A VKI-nak megfelelően 2009-ben elkészült minden részvízgyűjtő terület minden tervezési alegységének Vízyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT), melyek tartalmazzák:

- azokat a tevékenységeket, beavatkozásokat, amelyek hatással lehetnek a vizek mennyiségi, ökológiai és kémiai állapotára;
- ezeknek a hatásoknak az elemzését, a vizek állapotának jellemzéséhez szükséges monitoring programmal együtt;
- a célkitűzések a vizek jó állapotának elérése érdekében tett és teendő intézkedéseket, az erre épülő intézkedési programnak pedig tartalmaznia kell a szennyezések elleni védelem teljes stratégiáját és az alkalmazott műszaki és közgazdasági eszközöket.

A VKI előírja a vizek állapotának minősítését ökológiai és kémiai állapotjellemzők alapján, így vizsgálni kell a biológiai elemeket és az azokra hatással lévő hidrológiai és morfológiai, ill. a fizikai-kémiai elemeket, vagyis

- a hőmérsékleti viszonyokat,
- az oxigén ellátottsági viszonyokat,
- **a sótartalmat,**
- a savasodási állapotot és
- a tápanyag viszonyokat.

A VKI szerinti hidromorfológiai felmérési rendszerek kialakítása és használata azon alapul, hogy az egyes biológiai csoportok megjelenése és elterjedése függ egyfelől az adott meder morfológiai és hidraulikai feltételeitől, másfelől a vízgyűjtő-terület természet-földrajzi adottságaitól, valamint egyéb külső feltételektől mint hőmérséklet, vízminőség, fényviszonyok, stb. (NAGY, ZS. 2007). A hidromorfológiai paraméterek

- a hidrológiai rezsim,
- az áramlás mértéke és dinamikája,
- kapcsolat a felszín alatti víztestekkel,
- a folyó folytonossága,
- a morfológiai viszonyok,
- a folyó mélységének és szélességének változékonysága,
- a mederágy szerkezete és anyaga és
- a parti sáv szerkezete.

A VKI szerinti ökológiai minősítés 5 kategóriája:

- **Kiváló állapotú víztestben:**
 - A biológiai és a hidrológiai, hidromorfológiai elemek közel azonosak a referencia állapottal.
 - A fizikai és az általános kémiai jellemzők nem jeleznek emberi beavatkozást.
 - A szennyezőanyagok koncentrációja megfelel a természetes háttérértékeknek, szintetikus anyagok nem mutathatók ki.
- **Jó állapotú víztestben:**
 - A referencia állapothoz képest enyhe torzulások állapíthatók meg a biológiai elemek összetételében, esetleg plankton virágzás állapítható meg, nincs bakteriális terhelés.
 - A hidrológiai, morfológiai, fizikai állapot megfelel a fentieknek.
 - A kémiai komponensek koncentrációja kisebb, mint a környezetminőségi határérték.

- **Közepes állapotú** víztestben a referencia állapothoz képest közepes eltérések állapíthatók meg. Bakteriális telepek találhatók és alacsonyabb a diverzitás.
- **Gyenge állapotú** víztestben a zavartalan állapothoz képest jelentős átalakulások állapíthatók meg a biológiai közösségek összetételében.
- **Rossz állapotú** víztestben a zavartalan állapothoz képest komoly átalakulások állapíthatók meg, a biológiai közösségek jelentős csoportjai hiányoznak.

2.1.5.2. a felszíni víz Felföldy-féle biológiai minősítése

A biológiai vízminősítés a víz azon tulajdonságai alapján történik, amelyek a vízi ökoszisztémák életében meghatározóak (FELFÖLDY, 1981.). A Felföldy-féle eljárás szerinti minősítés négy biológiai tulajdonság – termőképesség, lebontóképesség, halobitás és mérgezőképesség - alapján osztályozza a vizeket. A halobitás a vizek biológiai szempontból fontos szerves kémiai tulajdonságainak összessége (szervesnitrogén-, szervesfoszfor-koncentráció, pH, vezetőképesség, ionerősség stb.), amit a meder vagy a vízgyűjtő terület geológiai és geokémiai tulajdonságai határoznak meg, de döntően változtatják mesterséges bevezetések (bányavíz, mélyfúrások elfolyó vize, szennyvizek) is. A halobitás egyszerűen mérhető kémiai tulajdonságcsoport, amit az élővilág csak kivételesen alakít, általában alkalmazkodik hozzá.

2.1.6. A sótartalomra vonatkozó elvárások

2.1.6.1. a VKI által rögzített – élővízre vonatkozó minőségi elvárások, a célállapot

A biológiai elemekre hatással levő kémiai és fizikai-kémiai elemek között nem számszerűsítve szerepelnek a hőmérsékleti viszonyok, az oxigén ellátottsági viszonyok, **a sótartalom**, a savasodási állapot és a tápanyag viszonyok (2.1.5.). A 2009-ben készült tanulmány (CLEMENT *et al.*, 2009) tartalmazza a különböző típusú felszíni víztestek jó állapotához tartozó javasolt fizikai-kémiai és kémiai határértékeket (**1.táblázat**).

1. táblázat: Javasolt környezetminőségi határértékek a VKI-hoz (CLEMENT *et.al.*,2009)

Vízfolyás-típus	Síkvidéki kisvíz-folyások (11,12,15,18 típusok)	Síkvidéki közepes és nagy folyók (13,14,19,20 típusok)	Síkvidéki, pangó vizű vízfolyások (16, 17 típusok)
Vizsgált vízfolyás	Tócsa-felső; Kondoros	Hortobágy-Berettyó, a Kösely befogadója	Tócsa alsó; Kösely

Vízfolyás-típus	Síkvidéki kisvíz-folyások (11,12,15,18 típusok)	Síkvidéki közepes és nagy folyók (13,14,19,20 típusok)	Síkvidéki, pangó vízű vízfolyások (16, 17 típusok)
Kiváló-jó	<700	<600	<800
Jó-mérsékelt	700-1000	600-900	800-1200

2.1.6.2. MSZ 12749 szabvány szerinti vízminősítés

A felszíni vizek sótartalom szerinti minősítésének alapja az alábbi táblázat a magyar szabványból (2. táblázat) :

2. táblázat: MSZ 12749-ben rögzítettek szerinti minősítés

MÉRTÉK- EGYSÉG	HATÁRÉRTÉK AZ EGYES VÍZMINŐSÉGI OSZTÁLYOKBAN						
	I. KIVÁLÓ	II. JÓ	III. TÜRHEŐ	IV. SZENNYEZETT	V. ERŐSEN SZENNYEZETT	A VIZSGÁLAT SZABVÁNY- SZÁMA	CSAK FOLYÓ- VÍZRE ÉRVÉNYES
	500	700	1000	2000	> 2000	MSZ 44832	
μS/cm							
mg/l	350	490	700	1400	> 1400	SAJÁT ÁTSZÁMÍTÁS mg/l-RE	

2.1.6.3. biológiai vízminősítés

A vezetőképességgel jellemezhető összes ásványi anyag tartalom szerinti 10 kategóriát az alábbi 3. táblázat tartalmazza:

3. táblázat: A halobitás fokozatai Felföldy szerint (FELFÖLDY, 1981.)

fokozat	megnevezés		Összes oldott só [mg/l]	Vezető-képesség [μS/cm]
1.	ahalobikus	Ionmentes víz	0	<10 ⁻⁶
2.	béta oligohalóbikus	Híg édesvíz	<150	<250
3.	béta-alfa oligohalóbikus	Közepes édesvíz	150-350	250-550
4.	alfa oligohalóbikus	Tömény édesvíz	350-600	550-1000
5.	oligo-mezohalóbikus	Édes-sós szikes víz	600-900	1000-1500
6.	béta mezohalóbikus	Híg sós szikes víz	900-1200	1500-2000
7.	béta-alfa mezohalóbikus	Közepesen sós szikes víz	1200-1700	2000-2700
8.	alfa mezohalóbikus	Tömény sós szikes víz	1700-2500	2700-4000
9.	mezo-polihalóbikus	Átmeneti	2500-4000	4000-6000

2.1.6.4. Csatornába bocsáthatóság feltétele

A szennyvizekre a KTM 34/1993 (XII. 3.) miniszteri rendelettel módosított 4/1984 (II. 7.) OVH csatornabírságról szóló rendelkezés alapján, csatornába bocsátható a maximum 1500 mg/l összes sókoncentrációjú szennyvíz.

2.1.6.5. az öntözővízre vonatkozó minőségi elvárások

Ez jelentős kérdés és egyre inkább azzá válik a jó minőségű talaj- és vízkészletek csökkenésével. Az Alföld öntözővíz igénye várhatóan a jövőben sem fog csökkenni (SOMLYÓDY, 2002). A sótartalomra valaha meghatározott valamennyi határérték arra irányul, hogy az öntözővíz ne okozhasson káros só-felhalmozódást a talajban. NEMES (2007) szakirodalmi kutatásai szerint az öntözővíz minőségének meghatározására irányuló, évtizedes kísérletek eredménye az, hogy egy minősítési rendszerre van valójában szükség, mert a víz, az öntözött növény és a talaj egymásra ható számos tulajdonsága együtt határozza meg az egyes esetekben ideális és megengedett minőséget. Csupán a só koncentrációra szorítkozva Magyarországon először VÁRALLYAI *et al.*, (1936) közölt ezzel kapcsolatban megállapításokat, melyek szerint, ha az öntözővíz sótartalma kisebb, mint 500 mg/l ($EC < 780 \mu S/cm$), akkor általában nem növekszik számottevően az öntözött talaj sókészlete.

Az öntözővíz kémiai jellemzői és minősége közötti összefüggéseket foglalta rendszerbe FILEP (1999) a korábbi vízminősítési irányelvek és a talaj/öntözővíz kölcsönhatással kapcsolatos szakirodalom felhasználásával. A só-felhalmozódás mértéke a sótartalom kívül függ a hidrokarbonát és karbonát hatásától, a nátrium-ionoknak a kalcium-magnézium ionokhoz viszonyított mennyiségétől, a magnézium relatív arányától.

Az ionösszetételből származó differenciáltsággal kapcsolatban a szakirodalomban (NEMES, 2007) található megállapításokra hivatkozok. Eszerint környezeti változás – töményedés, hígulás, pH-emelkedés – hatására a nagy karbonát/hidrokarbonát tartalmú vizekből a Ca- és Mg-ionok egy része kicsapódik, így megnő az oldatban a Na-ionok részaránya, ezáltal szikesítő hatású lesz a víz. Az öntözővíz kation összetétele akkor kedvező, ha a Na-ionok többi kationhoz viszonyított részaránya a nátriumionok egyenérték-százalékában kifejezve:

$$Na \% = [Na^+] / ([Na^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \cdot 100 \leq 45\%, \text{ ahol}$$

[] az ionkoncentráció, [mgé/l]

A várható szikesítő hatás a nátrium adszorpció aránnyal (SAR) is kifejezhető (NEMES, 2007), MI-08-2.2.2., MI-08-1780-1988 számú műszaki irányelvek, *Öntözővíz minőségének meghatározása és értékelése*.

$$\text{SAR-érték} = [\text{Na}^+] / (([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) / 2)^{1/2}, \text{ ahol}$$

[] az ionkoncentráció, [mgé/l]

Ha $\text{SAR} \leq 10$, akkor a víz korlátlanul alkalmas öntözésre, 10-26 között korlátozottan.

2.2. A vízgyűjtők területi vízháztartási jellemzői

2.2.1. A vízháztartás elemei

A terhelhetőséget felszíni vizek esetében a hígulást biztosító mederbeli vízhozam határozza meg (2.4.2.). A mederbeli vízhozamot vízgyűjtőnkénti- és szezonális változással a felszíni- és felszín alatti lefolyás határozza meg. Az összegyülekezés folyamatának első fázisában a lehulló csapadék egy részét a növényzet felfogja (intercepció) és az onnan elpárolog. A csapadék másik része a felszínre jut és részben visszapárolog, részben pedig beszivárog (V. NAGY, 1980, ZSUFFA, 1996). Az ilyen módon redukált felszíni lefolyásképző csapadék egy része a felszín egyenetlenségeit tölti fel, és ott tározódik. A már kialakult, lepelszerű felszíni lefolyásban résztvevő víz egy része a súrlódás folytán időlegesen tározódik, és késleltetve kerül lefolyásra. A lefolyási tényező – $\alpha = L / CS$ – megmutatja, hogy a lehullott csapadék hányadrésze folyik le. A felszíni lefolyás számítása szempontjából külön kell választani a nyári és téli félévet a párolgási-, tározódási-késleltetési folyamatok különbözősége miatt. Ennek a terhelhetőség szempontjából mértékadó helyzet megválasztásában nagy a jelentősége. Az éghajlati adottságokat éppen ezért jól jellemzi a lehetséges párolgás és a csapadék viszonya, melyet ariditási tényezőnek nevezünk. A talajvíz hozzáfolyás mennyisége elérheti a vízhozam 80 %-át, azonban általában 10-40 % között változik. A Tisza vízhozamát egy évre vetítve kb. fele-fele arányban adja a felszíni- és felszín alatti lefolyás.

Egy adott F vízgyűjtő területéről az i intenzitású csapadék hatására a felszínen lefolyó vízhozam a területre jellemző $\alpha_{\text{átlag}}$ lefolyási tényezővel:

$$Q = \alpha_{\text{átlag}} [-] \cdot i [l/s \cdot ha] \cdot A [ha]$$

A lefolyás számszerűsítésére leggyakrabban a **fajlagos lefolyást** [$l/s/km^2$] használják, mely a vízgyűjtő területegységéről időegység alatt lefolyó vízmennyiséget jelenti.

2.2.2. Az éghajlatváltozás vízháztartásra gyakorolt várható hatásai a

Kárpát-medencében

A globális változáshoz viszonyítva a téli félév hőmérséklete kb. +65%-kal, a nyári félévé kb. +100%-kal nő. Ennek hatására télen + °C fokenként 15% -kal, nyáron 10%-kal megnő a potenciális párolgás. A téli csapadék változása + °C fokenként +40 ÷ -10 mm, a nyárié + °C fokenként -40 ÷ -110 mm. A globális felmelegedés hatására csökken a lefolyási tényező, mert hosszabb lesz a beszivárgásból származó késleltetés. A beszivárgás is csökkenni fog. A fajlagos lefolyás sokévi átlaga várhatóan csökkenni fog. A tendencia indokolja a várható vízhiányra való felkészülést (NOVÁKY, 2000).

2.3. Vízfolyások öntisztulása, különös tekintettel a sókra

2.3.1. Felszíni vizek öntisztulási folyamatai

Öntisztulásnak nevezzük azt az emberi beavatkozás nélkül végbemenő folyamatot, amely a vízfolyásba kerülő szennyezőanyag mennyiségének csökkenését vagy akár eltűnését eredményezi. Az öntisztulás részben

- fizikai (**hígulás, elkeveredés és ülepedés**) folyamatok, részben
- kémiai (oxidáció, koaguláció, ioncserélődés, stb.) folyamatok eredménye
- biokémiai (fotoszintézis, biodegradáció vagy mineralizáció, biológiai felerősödés, vagy amplifikáció) folyamatok eredménye.

2.3.2. Vízfolyások öntisztulása konzervatív-, oldott állapotú

szennyezők esetében

Sóterhelések szempontjából az öntisztulás részfolyamatai közül a hígulásnak, az elkeveredésnek és az ioncserének lehet jelentősége és a továbbiakban ezekkel foglalkozom. A hígulásnak sóterhelés és egyéb konzervatív szennyezőanyagok esetén jelentős szerep jut, mértékét a hidrometeorológiai jellemzők határozzák meg (3.1.1., 3.3.1.). Az elkeveredés mértékét és jellegét a befogadó hidromorfológiai-, hidraulikai jellemzői határozzák meg (2.4.3., 3.3.3.). Az elkeveredés a következő transzportfolyamatok együttes hatása :

- advekciónak - az alapáramlás szállító hatása,
- konvekciónak - hőmérséklet-különbség hatására kifejlődő tömegátadás,

- molekuláris diffúzió - a molekulák hőmozgása (Brown-mozgás),
- turbulens diffúzió - a turbulens örvények összességének hatása,
- nyíróáramlás - az áramlási sebességeloszlás keresztirányú gradienssel,
- diszperzió - a nyíróáramlás és a turbulens diffúzió együttes hatása,
- ülepedés, vagy szedimentáció - a víznél nagyobb testsűrűségű részecskék - oldhatatlan lebegő hordalékok – mozgása,
- felúszás - a víznél kisebb testsűrűségű részecskék mozgása,
- részecske elragadás, felkeveredés - felületen - mederfelszínen - lévő részecskék áramlás általi kimozdítása és víztestbe kerülése.

2.3.3. Üledékvizsgálatok

2.3.3.1. az üledékvizsgálatok indokoltsága

Ülepedés, vagy szedimentáció során a víznél nagyobb testsűrűségű részecskék - **oldhatatlan** lebegő hordalékok – gravitációval a vízfolyás aljára jutnak. Az ülepedésre képes részecskék felületére **adszorbeálódhatnak** különböző szennyező anyagok, amelyek a leülepedés során a fenékiiszapban akkumulálódnak és potenciális szennyező anyagként vannak jelen. Ezek egy fenékkotrás vagy egy árvíz során felkeveredve másodlagos szennyező forrásként visszakerülhetnek a vízbe, ahol komoly szennyezést okoznak. Az üledékben történő felhalmozódás

- az anyagforgalom vizsgálatához (lerakatok) és
- a hidromorfológiai tényezők figyelembevételéhez, valamint a
- sóknak a szennyvíztisztításra gyakorolt hatásához is kapcsolódik.

Ezenközben a víztest egyéb tulajdonságai - kémiai összetétel, pH, stb. - hatására **ionkicserélődés** is végbemehet, melynek sóterhelések esetén jelentős szerepe lehet. Emiatt van jelentősége az üledékvizsgálatoknak (3.2.,4.3), melyek még nem képezik részét a törzshálózati vízminősítési rendszernek. A VKI kapcsán azonban a felszíni vizek mederüledék vastagságát, mint hidromorfológiai jellemzőt, rögzítették (3.2.3.).

2.3.3.2. az üledékvizsgálatok módszerei

A különböző formákban kötött nehézfémek mennyiségét úgy becsülhetjük meg az iszapmintákban, hogy egyre erősebb kivonószereket alkalmazunk, amelynek eredményeként az egymást követő frakciókból egyre nagyobb koncentrációk mérhetők (GYÓRI, et al., 2002), pl.:

- vízzoldható és kicserélhető réz (CaCl_2 kivonat) és
- úgynevezett szerves anyaghoz kötött réz (NaOH kivonat). Ha ezekben a kivonatokban kicsi a koncentráció, az azt jelenti, hogy csak egy jelentősebb savas hatásra szabadulnak föl.

A szakaszos extrakcióval a különböző mértékben kötött humuszanyagokat is több lépcsőben lehet kinyerni (*FILEP, 1999.*). A szabad humuszanyagokat lehet elsőként, híg lúggal – 0,5 %-os NaOH -oldattal kinyerni. A humusz minőségének jellemzésére alkalmas a humuszkivonat fényelnyelésének mérése (*FILEP, 1999*) . A méréseket látható tartományban 460-660 nm hullámhosszúságon végezzük. A humusz minőségét a 460 és 660 nm hullámhosszúságú fény alkalmazásakor mért extinkciók E_4 és E_6 – hányadosa jellemzi úgy, hogy, ha $E_4/E_6 \geq 7 \div 8$, akkor a kis molekulájú fulvo- és huminsavak-, ha $E_4/E_6 \geq 3 \div 5$, akkor a nagy molekulájú, jó minőségű huminsavak dominálnak.

Analitikai módszerek

- láng fotometria

A láng fotometria a szervesetlen kémiai analízis – alkáli fém- és alkáli földfém koncentráció meghatározásának – eszköze. A láng, amelybe állandó intenzitással fecskendezzük a mintát, elszíneződik és színét fotoelektromos áramkörrel mérjük. Színszűrők választják ki a fotométer által detektált színt és zárják ki a többi ion hatását. Az adott elem atomjaira jellemző hosszúságon kibocsátott fény intenzitása – egyben a leolvasott jel - arányos az elem összes – nem szabad ion – mintabeli koncentrációjával, így a detektorjel kalibrációjával – mérőgörbe felvételével – szelektív mennyiségi meghatározást végezhetünk. Na, K és Ca mérésére alkalmas.

- atomabszorpciós spektroszkópia

Az atomabszorpciós spektroszkópia módszerének alapja az, hogy a megfelelő összetételű gázlángba beporlasztott minta a lángban atomjaira bomlik, és az így nyert atomok a lángon áthaladó éles színeképvonalakból álló fényből elnyelnek (abszorbeálnak), a mért intenzitás-csökkenés logaritmusára arányos a mért elem oldatbeli koncentrációjával, ezért ez a mennyiségi meghatározás alapja. A módszer kimutatási határai azonban alacsonyak, tipikusan $0,1 \div 0,01$ ppm körüliek. A mérések precizitása is

kedvező. Az atomabszorpciós spektroszkópia segítségével mintegy 70 elem határozható meg.

- UV/látható spektroszkópia

UV/VIS (visible - látható) spektroszkópiával a molekula látható, illetve UV fénnel gerjeszthető, molekulapályák közötti elektronátmeneteit vizsgálhatjuk. Az UV/VIS spektroszkópia az ismeretlen anyagok beazonosítására, illetve az ismert anyagok koncentrációjának modern analitikai meghatározására szolgál. Az ultraibolya spektroszkópiás vizsgálat során alkalmazott oldószereknek jó oldhatósági jellemzőkkel kell rendelkezniük és az ultraibolya sugarakat széles UV tartományban át kell engedniük. A módszer humusztartalom mennyiségének- és minőségének kimutatására alkalmas, lásd fentebb (*FILEP, 1999*).

2.4. A vízminőség-szabályozás célja és módszerei

2.4.1. Anyagforgalom vizsgálatok, különös tekintettel a sókra

A fenntartható anyagforgalom bevezetésben ismertetett kritériumai az **elővigyázatosság elvét** tükrözik, mely elv abból a felismerésből származik, hogy kizárólag határértékek betartásával illetve betartatásával nem tudjuk megvalósítani az anyagáram szabályozást. Az **anyagforgalom számítás** módszere (*OECD, 2000*) az ember által generált anyagáramokat vizsgálja annak érdekében, hogy megtaláljuk azokat a pontokat, melyeken valamilyen beavatkozással lelassíthatjuk az anyagáramokat, fenntarthatóbbá tehetjük az addigi gyakorlatot. A mai fogyasztói társadalom anyagforgalmának jellemzői:

- az anyagi fogyasztás és felhalmozás nagy és egyre nő,
- számos anyag esetében az ember által előidézett anyagforgalom meghaladja a természetet,
- a fogyasztásból származó kibocsátások meghaladják az előállításból származókat és
- a városok egyenes anyagforgalma erősen függővé teszi őket a környezetüktől mint nyersanyagforrástól, befogadótól és piactól.

Ebből következik, hogy egyes anyagok koncentrációi-, áramai és lerakatai növekszenek, amivel gyorsuló változásra készítetik az élővilágot. A hosszútávú hatások elkerülése

érdekében az anyagforgalom szabályozását, az anyagáramok lassítását fontos feladatnak kell tekinteni (BACCINI *et al.*, 1991).

Vízszennyezés vonatkozásában az egyes vízszennyező anyagok vízgyűjtő-szintű forgalmát kell vizsgálni. Az üledékek egyes anyagokat megkötnek, ezzel lerakatokat képeznek ezekből a mederben. Az anyagforgalom (flow) mértékegysége tömeg/idő, míg az anyagáramé (flux) tömeg/idő/keresztmetszet, mely utóbbi lehet egy személy, egy város, egy vízfolyás keresztszelvénye, egy egész régió, stb..

A fogyasztás előtti- és utáni fázis minden környezetbe vesző-, vagy visszaforgatásra kerülő anyagmennyiségét kimutatjuk. Számos anyag vonatkozásában jelentős a környezetben való szétszóródás a fogyasztás fázisában is.

A "só" kifejezés különböző értelmezései ismertek. Kémiai értelemben a só gyűjtőfogalma mindazoknak a hasonló komponenseknek, melyek úgy keletkeznek, hogy egy sav hidrogénionjait, vagy azoknak egy részét fém, vagy fémes elem helyettesít. A só a nátriumklorid közismert elnevezése is egyben. KOSTICK (1993.) az ebben az értelemben használt sókra vonatkozóan állította fel az U.S.A. só anyagmérlegét.

2.4.2. Lefolyás-vizsgálatok, terhelhetőség-vizsgálatok

Egy befogadó vízfolyásban a bebocsátott emisszió és az öntisztulási folyamatok hatására – melynek része a transzmisszió – létrejön a különböző paraméterekkel leírható vízminőség. A terhelhetőség komplex fogalmának az ökológiai szempontját a VKI a jó ökológiai állapot célkitűzésével veszi figyelembe. A terhelhetőség meghatározása vízminőség szabályozásában a befogadó célállapotából indul ki, mely függ a használatától.

A **terhelhetőség** egy tartalék kapacitás, amely a befogadó öntisztulását figyelembe véve az adott keresztmetszvényben meglévő kiindulási állapot és a szelvény fölötti szakaszra meghatározott **célállapot** között rendelkezésre áll. A terhelhetőség tehát egy vízfolyás meghatározott szelvényéhez vagy szakaszához kötött fogalom. Azt fejezi ki, hogy milyen terhelés engedhető meg, hogy az ne veszélyeztesse az ökoszisztéma jó állapotát.

A **terhelhetőség** a mértékadó vízhozam és a befogadó vízminőségi határértékének – amennyiben koncentrációban kifejezhető – szorzataként számítható:

$$\text{terhelhetőség [g/s]} = Q \text{ [m}^3\text{/s] } \cdot C \text{ [g/ m}^3 \text{]}$$

Az öntisztulás szempontjából mértékadó állapot a befogadóban a legrosszabb hígulási viszonyokat jelentő **mértékadó** kisvízi-, 90%-os tartósságú permanens **vízhozam**. A vizsgált vízgyűjtő szempontjából az időszakosság (*KONECSNY et al., 2006*) kérdése is felmerül. A vízkészlet gazdálkodási gyakorlatban az 5-10 l/s augusztusi 80 %-os tartósságú vízhozammal rendelkező vízfolyások tekinthetők állandónak. Időszakos vízfolyásokon vannak „0” vízhozamú időszakok, amikor a hígulás is „0”. A terelhetőség pontos számításához megfelelő sűrűségű- és gyakoriságú vízhozam mérésre és megbízható vízminőség-monitoringra van szükség (3.3.2.2.).

2.4.3. Hidrodinamikai és vízminőségi modellek

2.4.3.1. Hidrodinamikai modellek

A hidrológiai kutatások területén az elmúlt két évtizedben ugrásszerűen megnőtt a különböző célú alkalmazásra tervezett matematikai modellek szerepe. Legáltalánosabb fejlesztési célok a hidrológiai jelenségek térben és időben történő előrejelzésére, illetve az emberi tevékenység hatásának értékelésére irányultak (*WMO,1987*). A legfontosabb fejlesztési irányok és azok kapcsolatrendszere *HAIMES (1987)* szerint:

A hidrológiai modellek

- fizikai- és
- absztrakt- vagy matematikai (numerikus) modellek lehetnek.

A *fizikai* modellek

- kisminta- és
- analóg modellek lehetnek.

A *kisminta* modellek esetében a valósághoz hűen, de valamilyen méretarányban kicsinyítve modellezzük le az adott eseményt. Az *analóg* modelleknél a fizika valamely területéről keresünk a vizsgálandó jelenséggel analóg törvényszerűséget.

Az *absztrakt* modellek matematikai formulával helyettesítik a rendszert. A rendszer működését egyenletek sorozatával írjuk le, amelyek az input vagy az output változóikhoz kapcsolódnak. Ezek a változók a tér és idő függvényei lehetnek és lehetnek várható, vagy véletlen változók, amelyeknek nincs fix pontjuk tér és idő szerint, ezért ezeket valószínűségi eloszlásokkal írjuk le. Így pl. a holnapi csapadék mennyiségét egy adott területre nem tudjuk pontosan előre jelezni, de annak valószínűségét, hogy lesz valamennyi csapadék meg tudjuk becsülni. Lényegében a determinisztikus modellek előrejelzést adnak, a sztochasztikus modellek becslést (*THYLL, et al., 2000*).

Az absztrakt modelleket a véletlen események kezelése szerint csoportosítjuk:

- A *determinisztikus modell* nem vesz figyelembe véletlenszerűséget. Egy adott input minden esetben ugyanazt az outputot eredményezi.
- A *sztochasztikus modell* outputjai legalább részben véletlenszerűek.

A hidrodinamikai modelleknek a vízfolyásokban és állóvizekben lezajló folyamatok megismerésében van szerepük. Egyaránt szolgálják a vízhasznosítás, a vízkárelhárítás és a vízminőség védelem feladatainak megoldását. Eszerint a modellezés célja lehet

- a mértékadó vízmennyiségek számítása,
- a vízkivételi lehetőségek vizsgálata,
- az árvízi események elemzése,
- az árhullámok paramétereinek előrejelzése,
- a meder morfológia változásainak vizsgálata (medererózió, akkumuláció),
- a víz mozgásformáinak elemzése (áramló-rohanó, lamináris-turbulens),
- a vízkormányzási feladatok támogatása,
- a meder-teljesítőképesség számítása,
- a tavak, tározók feliszapolódásának, áramlási viszonyainak elemzése,
- a hordalékmozgások vizsgálata,
- a szennyezőanyag-terjedés számítása, és/vagy
- az ökológiai vízigények meghatározásának támogatása.

A számítógépes alkalmazások fejlődése új eszközöket adnak a rendszerelemzés és a döntéstámogatás kezébe, mely lehetővé teszi a nagy horderejű, összetett problémák stratégiai kezelését (SOMLYÓDY, 2000). Ehhez az eredményeinket kialakító adatforrásainknak a lehetőségeinkhez képest a legrészletesebb térbeli információkat kell hordozniuk. Ilyen adatbázisok kiépítése - legtöbbször a papíralapú adatforrások digitális formába vitele – idő- és költség igényes feladat, de meglétük több szempontból is kívánatos a hidraulikai paramétereknek (vízállás, nedvesített szelvény, vízhozam, vízsebesség) térben részletesebb számítása miatt. Az igényelt adatbázis mindig a meder digitális térbeli modellje. Ennek megalkotása valamennyi koncepcionális modell előfeltétele. Dolgozatomban 3.3 fejezetében ilyen adatbázist használok.

A ma is használatos háromdimenziós medermodellek többsége a FROELICH (2000) modelljéhez hasonlóan a véges elem módszerének elvére épül. A számítások alapjául szolgáló HEC-RAS lineáris medermodell ún. pszeudo-3D absztrakción alapul, azaz a

vízfolyás mentén sorba rendezett kétdimenziós keresztaszelvények felhasználásával építi fel a meder három dimenziós képét (*PREGUN et al.,2000*).

Az egyre szélesebb körben ismertté váló, folyamatos fejlesztés alatt álló SMS (Surface Water Modelling System) szintén ezt a módszert használja modellépítésre (SMS 5.0 Reference Manual, 1997.).

A hidrodinamikai modellek hidraulikai paraméterei

A hidrodinamikai modellek az egyes hidraulikai paramétereket számítják (pl. a medermodell jellemzőiből), de vannak olyanok is melyeket peremfeltételként a felhasználónak kell rögzítenie. Amennyiben a bemeneti adatok mért értékeken alapulnak és a meder modellünk kellően nagy felbontású, úgy biztosak lehetünk benne, hogy a számított hidraulikai jellemzőkre a valóságot legjobban megközelítő értékeket kapunk. A modellek legáltalánosabban használt bemeneti és számított paraméterei közül néhány:

- a nedvesített felület (A) a mederszelvény vízzel telt területe [m^2]
- a nedvesített kerület (K) a nedvesített felület (A) mederfalakkal és a fenékkal érintkező része [m]
- a hidraulikus sugár A/K [m]
- vízhozam (Q) [m^3/s]
- vízsebesség (v) [m/s]

A folyóvízzel telt keresztmetszetében a sebességek nem azonosak – a partoknál a sebesség kisebb, mint a középvonal környékén – ennek kiszámítása nem egyszerű feladat. Ahhoz, hogy a vízfolyás teljes keresztaszelvényére ismerjük a sebesség eloszlást, ismernünk kell a különböző függvényekben a sebesség mélység szerinti megoszlását, vagyis a tényleges mélység szerinti sebességeloszlás mérésel határozható meg. A középsebesség (v_k) az a képzelte sebesség érték, amelyet a keresztaszelvény minden pontjában feltételezve a keresztaszelvényen (A) ugyanaz a vízhozam (Q) folyik át, mint a valóságos sebességeloszlásnál. A definíciót a következő matematikai egyenletek fejezik ki:

$$v_k=Q/A$$

A középsebesség fogalmának bevezetése lehetővé tette a medrekben lejátszódó, vízmozgással kapcsolatos feladatok megoldását.

A mederszelvény vízzel telt területe a nedvesített felület (A), és ennek a mederfalakkal és a fenékkal érintkező része a nedvesített kerület (K) hányadosát nevezzük hidraulikus sugárnak (R), míg I a relatív vízszintesés. Ezen paraméterek felhasználásával és a C mederérdesség bevezetésével Chezy felállította a víz középsebességét kifejező képletét:

$$v_k = C \cdot k \cdot (R \cdot I)^{1/2}$$

2.4.3.2. dinamikus vízminőségi modellek

- DISZPERZIÓS TRANSZPORT MODELL

Minden vízminőség szabályozás absztrakt determinisztikus modelljének három dimenziós alapegyenlete leírja a vizsgált anyag, szennyezőanyag, vízminőségi összetevő koncentrációjának térbeli és időbeli változásait (JOLÁNKAI, 1999.):

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C}{\partial t} + v_x \frac{\partial C}{\partial x} + v_y \frac{\partial C}{\partial y} + v_z \frac{\partial C}{\partial z} = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + S(x, y, z, t) + S_{\text{internal}} \end{aligned}$$

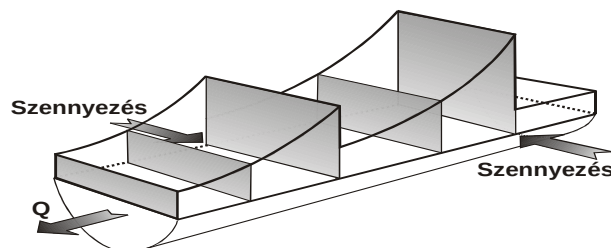
ahol

C - a szóban forgó anyag koncentrációja, $[g/m^3]$;

D_x, D_y, D_z - x, y, z irányú diszperziós tényezők, D_x sokszor D_L -l (longitudinal) jelölve $[m^2/s]$;

$S(x, y, z, t)$ - a szóban forgó szennyezőanyag külső forrásainak jelölése, ami változhat térben és időben, tömeg per térfogat per idő mértékegységben $[g/m^3 s]$;

S_{internal} - a szóban forgó anyag átalakulásait jelöli belső forrásként, vagy nyelőként, $[g/m^3 s]$



**1. ábra: Az azonnali teljes elkeveredést feltételező vízminőségi modell
sematikus szemléltető ábrája (JOLÁNKAI et al., 1999)**

Egydimenzióssá egyszerűsített esetben azt feltételezzük, hogy a függőleges- és kereszt irányú transzport folyamatok pillanatszerűen és rövid szakaszon befejeződnek (1. ábra).

Ekkor a vízfolyás szennyezettségét a bevezetés szelvénye alatt bármely x távolságban a keresztaszelvény mentén átlagolt C koncentráció érték fejezi ki.

A szennyezőanyagok terjedése, és elkeveredése a folyókban függ a folyó méretétől, az áramlási sebességtől, a turbulens hatásoktól, a szennyező anyag konzervatív voltától és diszpergáltságától.

Az advekción az alapáramlás szállító hatása, az oldott anyagok vízzel való együttes tömeges áramlása. A sebességgel arányos advektív szennyezőanyag-áram $[kg/s \cdot m^2]$ a közegbeli x irányú v átlagos áramlási sebesség $[m/s]$ és a C koncentráció szorzata.

A diszperziós szállítás az anyag „szóródása”, mely egyrészt a molekulák Brown féle hőmozgása- (molekuláris diffúzió), másrészt az előbbivel analóg folyamat során a vízáramlás sebesség vektorának egy középérték körüli ingadozása (turbulens diffúzió) hatására jön létre. A diszperziós anyag szállítás tér-koordináták irányába eső összetevőit (E_x, E_y, E_z) a Fick törvény írja le, mely szerint az egy tér-irányba eső diszperziós anyag-szállítás arányos a szóban forgó anyag koncentrációnak az adott térirányba eső gradienseivel. Az arányossági tényező a **diszperziós tényező**. A diszperziós szállítás az x irányban:

$$E_x = D_x \frac{dC}{dx} ; [M L^{-2} T^{-1}]$$

ahol

E_x - a diszperziós anyagszállítás az x irányban, $[g/m^2s]$, azzal a feltételezéssel, hogy Fick törvénye érvényes a molekuláris diffúzió és a turbulens diffúzió összevont hatására.

C - a szóban forgó anyag töménysége koncentrációja, $[g/m^3]$;

D_x - (vagy D_L) a diszperziós tényező az x térkoordináta irányában, $[m^2/s]$;

Ha továbbá feltételezzük, hogy egy konzervatív – belső reakció folyamatokban részt nem vevő – anyagról van szó akkor az egyenlet tovább egyszerűsödik:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v_x \frac{\partial C}{\partial x}$$

ahol

v_x - a keresztaszelvény mentén átlagolt középsebesség $[m/s]$

A hosszirányú diszperziós tényező számítása lehetséges hidraulikai paraméterekből tapasztalati képletekkel, vagy mérésrel határozható meg (JOLÁNKAI *et al.*,1999).

Számos szerző (RUTHVEN, 1971, KRENKEL, 1974) szerint a hosszirányú diszperzió hatása elhanyagolható a hígítás, a konvektív transzport és a lebomlás hatásaihoz képest.

A Kösely sóterhelése esetében – konzervatív anyag – a lebomlás hatásával nem kell számolni, ami növelheti a hosszirányú diszperzió jelentőségét.

Szélesebb vízfolyásokban az azonnali teljes keresztirányú elkeveredés feltételezése sokszor nem állja meg a helyét a gyakorlati feladatok megoldásánál, mert a szennyezőanyag csóva hosszabb folyásirányú távolság után éri csak el a másik partot, ha az egyik parton történt a bevezetés.

A vizsgált Kösely esetében azonban – mivel keskeny vízfolyás – az azonnali keresztirányú elkeveredés feltételezését megengedhetőnek tartom.

- **AZ ADZ MODELL (MOHD. NASIR,1993)**

Sok tanulmány foglalkozott már a folyók és más természetes vízfolyások hosszirányú diszperziós tényezőjének meghatározásával. A legismertebb ezzel kapcsolatos elmélet Fick-törvényként vált ismertté, melyet először 1954-ben TAYLOR alkotott meg csővezetékerekre, majd 1959-ben ELDER fejlesztett tovább csatornákra, Fischer pedig természetes vízfolyásokra. A Fick-féle diffúziós modell egy egydimenziós parciális differenciálegyenlet, melyben a diszperziót az effektív hosszirányú diszperziós együttható fejezi ki. Ennek az együtthatónak a meghatározására sok erőfeszítés történt (HARRIS 1963; FISCHER 1968; BANSAL 1971; LIU 1977; FISCHER et al.,1979; CHATWIN et al., 1985). A tapasztalatok szerint a gyakorlatban nem mindig állja meg a helyét ez a teória pl. (DAY 1975; SABOL et al., 1978; BENCALA et al.,1983; LEGRAND-MARC et al.,1985). Ezért sok tanulmány foglalkozik a Fick elmélettel nem leírható folyóbeli megfigyelések modellezésével. A legsikeresebb az új modellek közül YOUNG (1982) ún. ADZ (Aggregated Dead-Zone) modellje, mely szerint a diszperzió nagyrészt a holtterek hatására vezethető vissza BEER et al.,(1983), YOUNG (1983) és YOUNG et al.,(1986).

2.4.3.3. A hosszirányú diszperziós tényező meghatározása

A szakirodalom (JOLÁNKAI, 1979, SINGH et al. 1987) számos tapasztalati összefüggést leíró képletet tartalmaz a D_L tényező meghatározására (4. táblázat) azzal a kitéttel, hogy

- az eredmények nem pontosak, a D_L értékének tartománya 10 -100 m²/s

- Az eredményt 0,093-mal szorozva kapjuk SI-ben, m²/s-ban a diszperziós tényezőt

4. táblázat: Tapasztalati összefüggéseket leíró képletek a D_L tényező becslésére

Képlet	Hivatkozott Szerző	megjegyzés	Szakirodalmi forrás
$D_L = d \cdot h \cdot u^*$	-	„d” jelentése nem található	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 14.282 \text{ g S}^{1/2} R^{3/2}$	Parker	-	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 7.25 h u^* \left(\frac{u}{u^*} \right)^{1/4}$	Thackston-Krenkel	-	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 0.011 \frac{u^2 B^2}{h u^*}$	Fischer	Az egyik forrás szerint 50 % a bizonytalanság a tényező megbízhatóságában	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 0.011 \frac{u^2 B^2}{h u^*} \pm 50 \%$	Fischer		
$D_L = 0.058 \cdot Q/(S \cdot B)$	McQuivey-Keefer	-	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 0.5 \left(\frac{u}{u^*} \right) \frac{Q^2}{u^* R^3}$	Liu	Több, jelentős eltérés található a képlet két változatában	Jolánkai, Bíró,1999
$D_L = 0,18 \cdot (u^* / u)^{1,5} \cdot Q^2 / (u^* \cdot R^3)$	Liu (1977)		Tjornslund

A hosszirányú diszperziós tényező számítása hidraulikai paraméterekből *FISCHER*

szerint (JOLÁNKAI,1999.):

$$D_L = 0,011 \cdot v^2 \cdot B^2 / (h \cdot u^*) \pm 50 \% \quad [\text{m}^2 / \text{s}], \text{ ahol}$$

$$u^* = (g \cdot h \cdot S)^{1/2}, \quad [\text{m} / \text{s}], \text{ ahol}$$

$$S - \text{fenékesés} \quad [\text{m} / \text{m}]$$

$$v - \text{közepes vízsebesség} \quad [\text{m} / \text{s}]$$

$$u^* - \text{csúsztató sebesség} \quad [\text{m} / \text{s}]$$

$$h - \text{vízmélység} \quad [\text{m}]$$

$$B - \text{víztükör szélessége} \quad [\text{m}]$$

Néhány szakirodalmi adat mért diszperziós tényezőkről:

Chattahoocee River, $D_L = 32,5 \text{ m}^2 / \text{s}$

Susquehanna folyó, $D_L = 92,9 \text{ m}^2 / \text{s}$

Missouri folyó, $D_L = 465 - 1487 \text{ m}^2 / \text{s}$

Powell folyó, $D_L = 9,5 \text{ m}^2/\text{s}$

Antietam patak, $D_L = 9,3 - 25,6 \text{ m}^2/\text{s}$

A tapasztalati képletek becslésre alkalmasak, a modell kalibrálásához méréssel kell a paramétereket meghatározni. Az oldott szennyezők felszíni vizekben való elkeveredésének és transzportjának kísérleti modellezéséhez legalkalmasabbak az oldékony nyomanyagok, mert fizikailag a vízhez hasonlóak (*FEURSTEIN et al.*, 1963; *SMART et al.*, 1977). Ez előrevetíti annak a lehetőségét, hogy a sószennyezést mint nyomanyagot használjuk fel D_L meghatározásához a Köselyen.

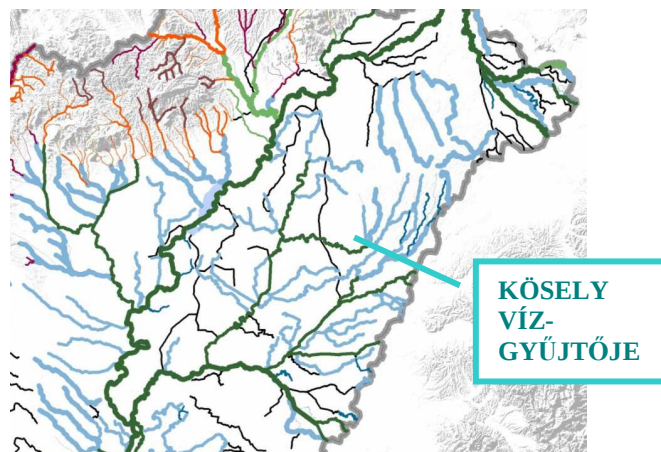
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A Kösely vízgyűjtőjére vonatkozó adatok

3.1.1. A vízgyűjtő tipológiája, hidromorfológiai- és hidrometeorológiai adatok

- A vizsgált vízgyűjtő vízfolyásainak tipológiája (2. ábra):

A Kösely vízgyűjtője a 2.17 Hortobágy-Berettyó vízgyűjtőtervezési alegység területére esik. A kisvízfolyások Víz Keretirányelv szerinti célállapotának megállapítása attól függ, hogy milyen víztest-típus részét képezik. A vizsgált víztestek besorolása „erősen módosított”, így az elérendő célállapot a jó ökológiai potenciál és a jó kémiai állapot.



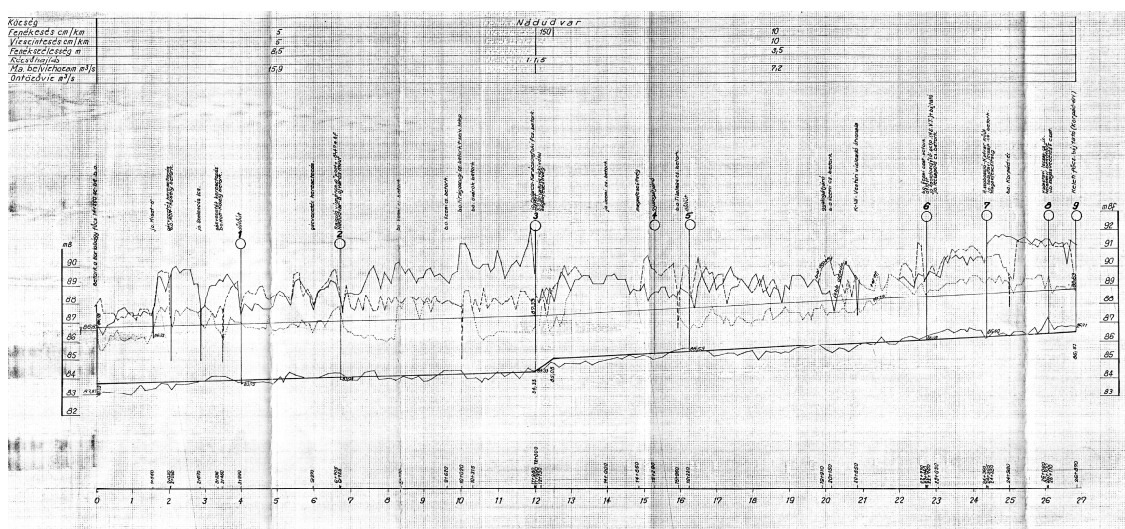
2. ábra: Vízfolyás típusok és mesterséges víztestek (VGT)

- | | |
|----|--|
| 16 | síkvidéki-meszes-közepes finom-kicsi és kis esésű vízgyűjtő - a Tócsa Debrecen alatt |
| 17 | síkvidéki-meszes-közepes finom-közepes és kis esésű vízgyűjtő - a Kösely |
| 18 | síkvidéki-meszes-közepes finom-közepes vízgyűjtő - a Tócsa Debrecen fölött és a Kondoros |
| 19 | síkvidéki-meszes-közepes finom-nagy vízgyűjtő - a Hortobágy-Berettyó csatorna |

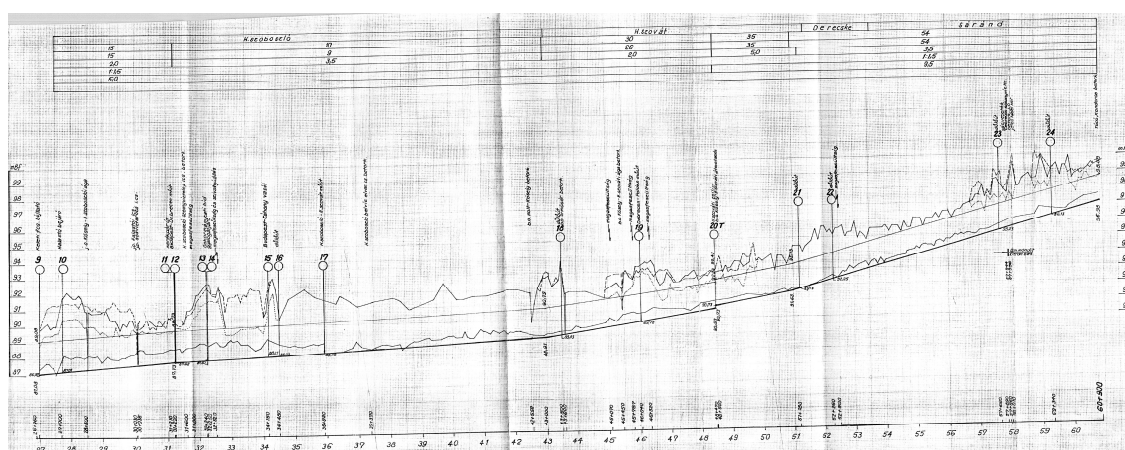
- Állandó- és időszakos vízfolyások a vízgyűjtőn

A Kösely-vízfolyás a KFCS alatt mesterséges hatásra állandó, míg a KFCS és a Tócsa-Kondoros összefolyás között állandó vízfolyás. A Kösely felső szakaszának vízhozamát jelentős mértékben a Tócsa és Kondoros időszakos vízfolyások (VGT) vízhozama határozza meg. A Tócsa kisvízi vízhozamát a debreceni szennyvíztelepről kibocsátott tisztított szennyvíz mennyisége határozza meg. A Kösely viszonylagos állandó vízhozamát egyrészt a tisztított szennyvizek beocsátásának köszönheti, valamint annak, hogy vízhiányos periódusokban a KFCS-ból pótolják a vízkészletét. További bevezetések jelent a hajdúszoboszlói szennyvíztisztító telepről-, a gyógyfürdőből-, valamint a halastavakból származó szenny- illetve használtvíz kibocsátás.

- hidromorfológia



3.1 ábra: A Kösely-főcsatorna hossz-szelvénye (TIVIZIG)



3.2 ábra: A Kösely-főcsatorna hossz-szelvénye (TIVIZIG)

5. táblázat: Fenékesítés változása a Köselyen (TIVIZIG)

Szakasz (fkm-fkm)	Vízszintesítés (cm/km)
0+000-12+000	5,0
12+001-26+870	10,0
26+871-31+200	15,0
31+201-43+000	9,0
43+001-48+500	26,0
48+501-51+000	35,0
51+001-60+900	54,0

A Kösely-főcsatorna a Kondoros (30 km, 234 km²) és a Tócsó (25 km, 131 km²) összefolyásából keletkező 60900 méter hosszú vízfolyás és gravitációsan csatlakozik a Hortobágy főcsatornához a 14+250 szelvényben. A vízgyűjtő kiterjedése közvetlenül a víztesthez tartozóan 702 km², a víztest zárószelvénye fölötti - vízgyűjtővel együtt

1061,4 km² (3.2.1.). A fenékesés a hossz-szelvény (3./1,2 ábra) alapján az 5. táblázat szerint változik.

A Kösely a legtöbb szakaszon új, trapézszelvényű medret kapott, de a mesterséges szelvényalak a csatorna hidrodinamikai tulajdonságainak és hordalékviszonyainak köszönhetően számos szelvényben alig ismerhető fel, inkább csésze alakú.

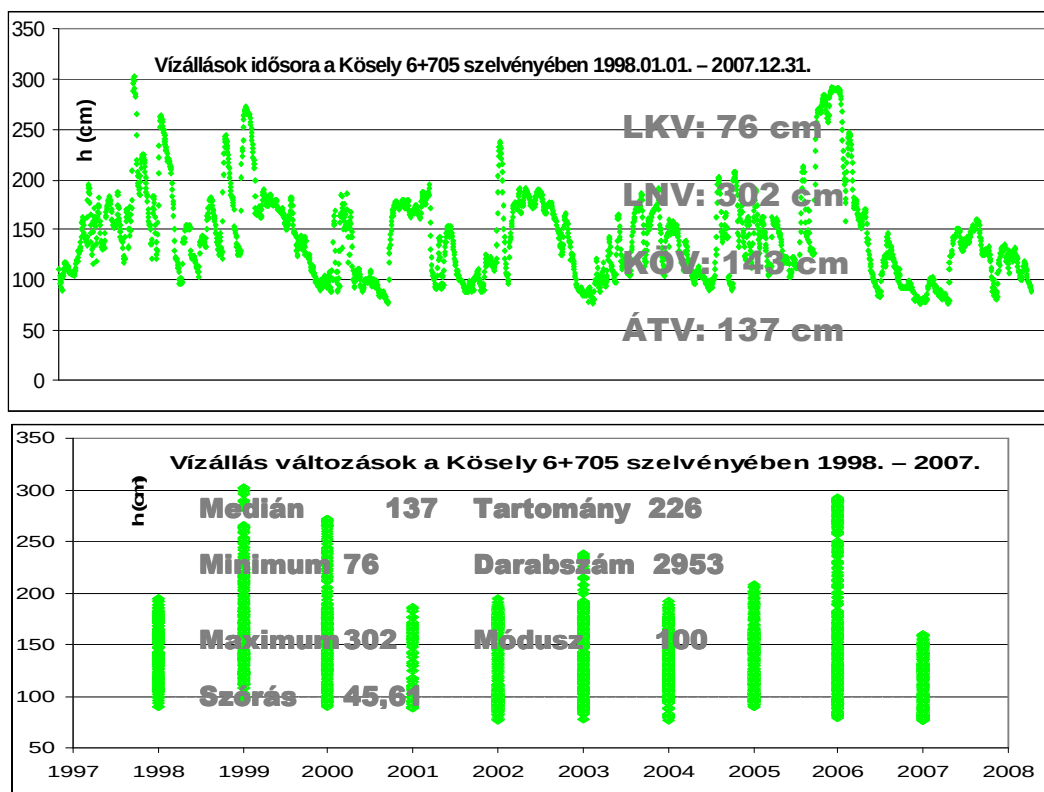
- Vízállás- és vízhozam idősorok

A só mint konzervatív szennyező hígulása szempontjából nagy jelentősége van a befogadó vízhozamának és áramlási sebességének (2.3.). A nádudvari szelvényben mért vízhozam, illetve az erre a szelvényre vonatkozó Q-h görbe (MELLÉKLET 6) már tartalmazza a Köselyen megvalósult vízkormányzásból származó vízkivételeket és vízbevezetéseket. A természetes becsült LKQ 0,02 m³/s. A mértékadó torkolati belvízszint 86,78 mBf, a mértékadó belvízhozam 15,9 m³/s.

Vízpótlásra a Keleti-főcsatornából (26+870; 26+960) van lehetőség. Vízkivételek a KFCS bújtatón (26+870; 26+960) és a Kösely-Hajdúszováti átmetszésen (48+500) keresztül történnek. A Kösely-főcsatorna vegetációs időszakban öntözési célú vízszolgáltatást is végez. Vízmércék

- o a Nádudvari híd (6+705),
- o a KFCS bújtató (26+870; 26+960) és
- o a Kösely-Hajdúszováti átmetszés (48+500) szelvényeiben találhatók, ezek közül Nádudvaron történik vízszint-leolvasás és vízhozammérés. A 6+705 szelvényben mért vízhozamok a mérés szelvénye fölött 3 km hosszon tekinthetők mértékadónak, efölött el- és hozzávezetések vannak.

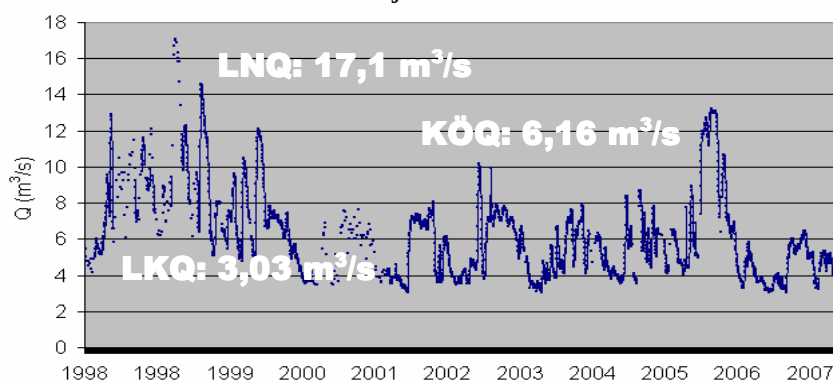
A Kösely vízjárásának elemzéséhez a Nádudvari vízmérce adatai kerültek feldolgozásra (4. ábra). Az elemzést az EC-mérést megelőző 10 év vízhozamadatai alapján készítettük el (1998.01.01. – 2007.12.31.).



4. ábra: Vízállások időszora és jellemző értékei a Kösely 6+705 szelvényében 1998.01.01. – 2007.12.31. között (TIKÖVIZIG adatok alapján)

A vízhozam adatokat a vízállás adatokból állítottam elő kalibrált vízhozamgörbék alapján (5. ábra), melyek érvényességi időszakai az alábbiak:

1994. január 01. – 1998. december 31.
 1999. január 01. – 1999. december 31.
 2000. január 01. – 2001. december 31.
 2002. január 01. –



5. ábra: Vízhozamok időszora és jellemző értékei a Kösely 6+705 szelvényében 1998. 01. 01. – 2007. 12. 31. között (TIKÖVIZIG adatok alapján)

3.1.2. Területi vízháztartási adatok

Vízháztartási jellemzők a Kösely vízgyűjtőjén

Éves átlagos tényleges párolgás 520 mm, melynek 75%-a nyáron realizálódik. A potenciálisan lehetséges párolgás iovonalas térképe alapján a Kösely vízgyűjtőjén évente 780 mm víz párologna el, ha ez rendelkezésre állna. Szabad vízfelületek izovonalas párolgási térképe alapján a Kösely vízgyűjtőjén 800 mm párolog el szabad vízfelületekről. Az éves átlagos beszivárgás a Kösely vízgyűjtőjén 28 mm. Az éves átlagos oldalirányú áramlás 6,5 mm. Az évi átlagos csapadékösszeg 526 mm. A mérés évében a sokéves átlag fölötti csapadék esett. Kevesebb csapadék esetén, illetve annak várható csökkenésével az eredmények várhatóan romlanak. Az α lefolyási tényező Magyarországon 0,07-0,78, az országon belül sík- és dombvidéken: 0,07-0,27, a Köselyen 0,21-0,3, a TIKÖVIZIG közlése szerint 0,06. Az α lefolyási tényező nagysága Függ még az eső időtartamától, a lejtési viszonyoktól, a talaj áteresztő képességétől és a növénytakarótól. A fajlagos lefolyás sokévi átlaga Magyarországon, Zsuffa (1975.) alapján 25 mm/év.

$$1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 = 31,6 \text{ mm/év}$$

Ez alapján a Köselyen évente lefolyó vízmennyiség:

$$V = 1000 \cdot A \cdot q, \quad \text{ahol}$$

$$A [\text{km}^2] \text{ a Kösely vízgyűjtő területe} \quad 1061,4 \text{ km}^2$$

$$q [\text{mm/év}] \text{ fajlagos lefolyás a Köselyen} \quad 25 \text{ mm/év}$$

$$V [\text{m}^3/\text{év}] = 1000 \cdot 1061,4 \cdot 25 = 2\,653\,500 \text{ m}^3$$

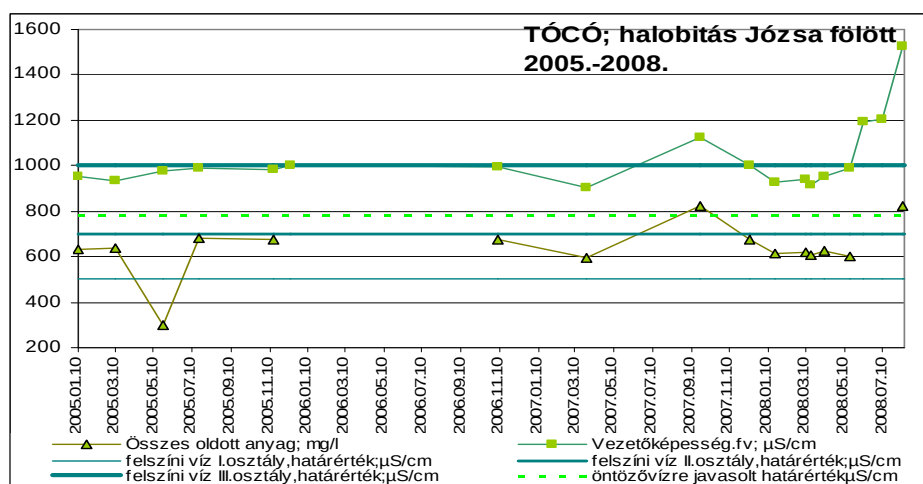
A vizsgált vízgyűjtő terület nagyrészt beszivárgási területen helyezkedik el, vagyis a csapadék nagyrészt a talajvizet táplálja. Érdemes azonban figyelembe venni, hogy a vízgyűjtőn elhelyezkedő települések - Debrecen, Derecske, Nádudvar, Nagyhegyes, Nagymacs, Hajdúszoboszló, Hajdúszovát, Kismacs, Sáránd - belterületének burkolt felületei a lefolyási hányadot növelik.

3.1.3. A vízminőség általános jellemzése

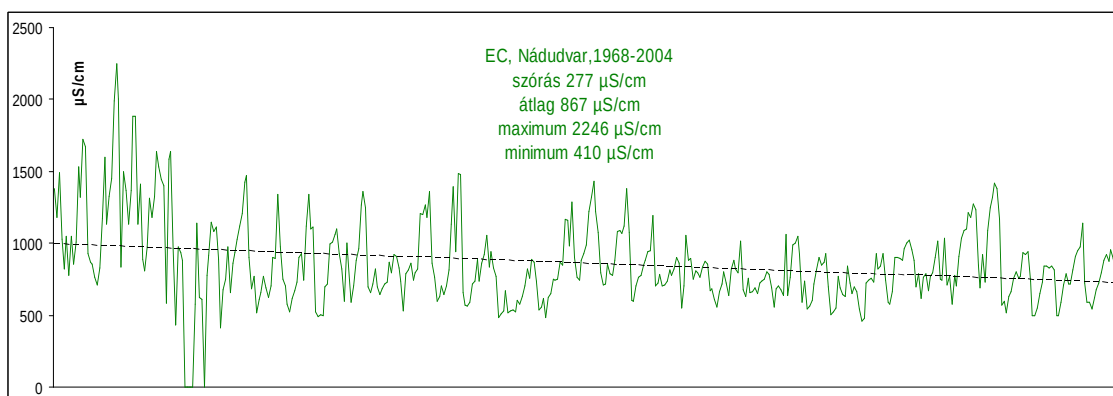
A VKI szerinti általános minősítés szerint a Kösely víztest kémiai és ökológiai állapota gyengébb, mint jó

A magyarországi vízfolyások 21 %-a a sótartalom miatt kifogásolt (SALLAI et al., 2009). A TIKÖFE-től származó 2005.-2008. évekre vonatkozó adatsorai részben a vízminőségi törzshálózat adatait-, részben egyedi mérések eredményeit tartalmazzák. A törzshálózati adatok dátumai, valamint a mintavételek szelvényei évről évre változnak. Ennek megfelelően csak a T_eredés és K_1 szelvényekre készítettem szemléltető grafikont (6.,7.,8.ábra). A Tócon végzett egyedi mérések eleve rövidebb időszakra vonatkoznak, ezek eredményeit ennek megfelelően ábrázoltam. Ahol a TIKÖFE mintavételi helye egybeesik a saját méréseim mintavételi helyével (3.2.1.), ott azt jeleztem. KOI_{cr} mindenhol az eredeti-, nem ülepített mintából meghatározott érték. Összes oldott anyagra nincs határérték.

A négy éves adatsorban nincs olyan mintavételi nap, melyen mindhárom érintett vízfolyáson vettek mintát, ezért ezek alapján vízminőségi hossz-szelvényt a Kösely teljes hosszában (Kösely-Tócó, vagy Kösely-Kondoros) semelyik komponensre nem tudtam készíteni. A Tóció 7 szelvényében 2 mintavételi napon vettek mintát, ezen adatok alapján készítettem halobitást jellemző hossz-szelvényeket (9.,10. ábrák), melyeken a piros **nyíl** — ↓ — a debreceni bevezetés helyét jelöli.

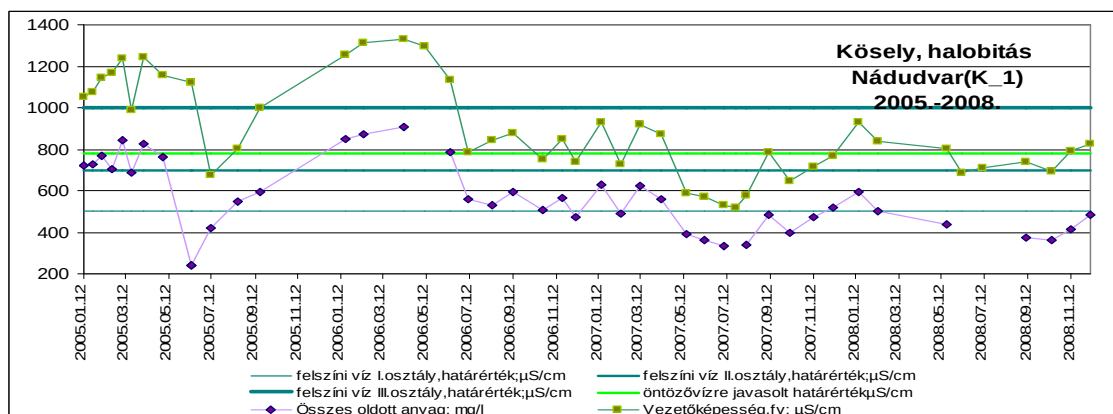


6. ábra: Halobitás 2005.-2008 a Tócon (T_eredés)

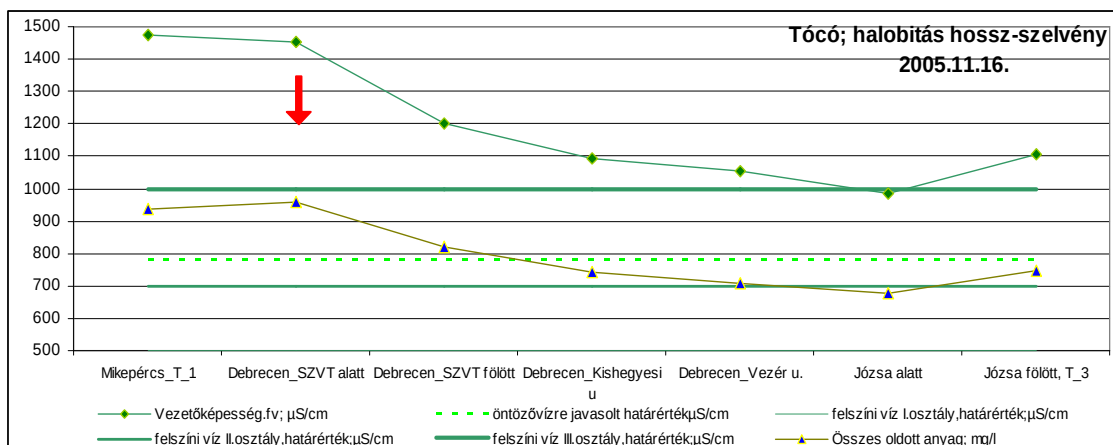


7. ábra: Kösely, Nádudvar (K_1), 35 éves EC-adatsor és jellemző értékei

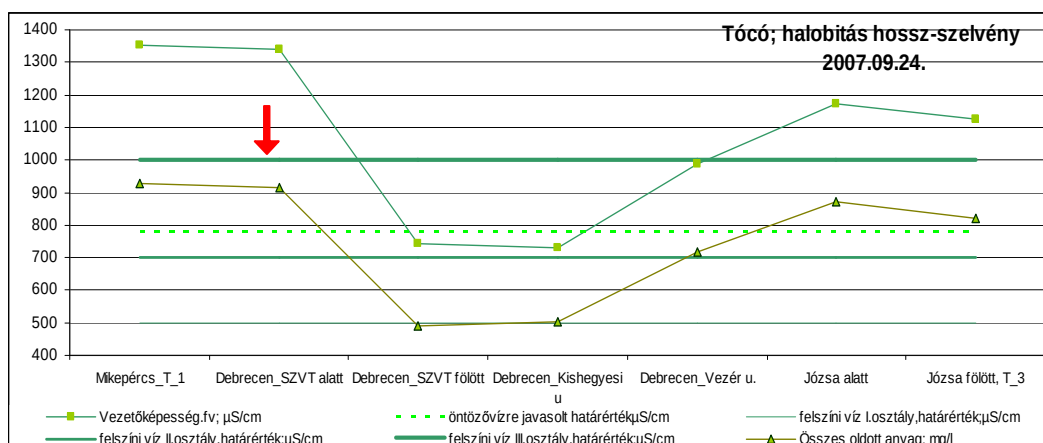
Határozott a csökkenő tendencia (7. ábra).



8. ábra: Halobitás 2005.-2008-években a Köselyen, Nádudvarnál(K_1)



9. ábra: a Tócsa halobitásának hossz-szelvénye, 2005.



10. ábra: Tóció halobitás hossz-szelvénye, 2007.

Amelyik évben a minták száma kevesebb volt 12-nél, ott a legnagyobb érték alapján, amelyik évben legalább 12 adat volt, ott a 90%-os tartósságú érték alapján történt a minősítés (MELLÉKLET 2). A Tóciót a kevés szelvényenkénti adat miatt nem minősítettem. Több szelvényben is előfordul a kémiai oxigénigény- és a biológiai oxigénigény szerinti minősítés közötti 3 osztály különbség (6. táblázat). A K_1 szelvény a KFCS – hígítóvíz bevezetés lehetősége - alatt található, mégsem jobb a minősítése, mint a Tóció és a Kondoros összefolyása alatt található K_4 szelvényé. A fajlagos elektromos vezetőképesség alapján mindegyik minősített szelvényben mindegyik évben a tűrhető vízminőség volt a legjobb és a „szennyezett” (IV. osztály) minősítés dominál. A 35 éves adatsor alapján azonban csökkenő tendenciát mutat a Kösely EC-értéke (7. ábra). A négyéves adatsor alapján (8. ábra) évszakos változás is megfigyelhető, a nyári időszakban alacsonyabbak az EC-értékek. A Tóció eredésénél is többszáz µS/cm változás figyelhető meg (6. ábra). Ez a szelvény a Kondoros Ko_2 szelvényének adataival együtt háttérkoncentrációként vehető figyelembe. A debreceni szennyvíztisztító alatt jelentősen megugrik a mért EC-érték a Tóción (9., 10. ábra).

6. táblázat: TIKÖFE adatok szerinti minősítés négy szelvényben

		K o _1	K o _2	K _1	K _4
K O I _{cr}	2005.	V.	III.	IV	V.
	2006.	III.	IV.	V.	V.
	2007.	III.	III.	IV.	V.
	2008.	III.	-	V.	V.
B O I ₅	2005.	I.	II.	II.	II.
	2006.	III.	III.	I.	II.
	2007.	III.	III.	IV.	III.
	2008.	III.	-	III.	II.
E C	2005.	IV.	IV.	IV.	IV.
	2006.	IV.	IV.	IV.	IV.
	2007.	IV.	III.	III.	IV.
	2008.	III.	-	III.	IV.

3.1.4. A sóanyagforgalom meghatározó tényezői

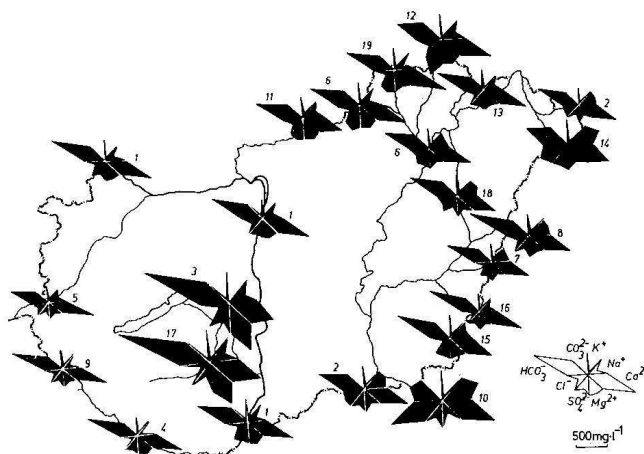
Hazánkban a vizek mennyiségi és minőségi állapotát-, valamint a különböző pontszerű és a diffúz szennyezések mértékét tükröző adatok még nehezen hozzáférhetők és összehangolhatók, így nem állítható össze egy olyan **egységes sóforgalmi mérleg**, amely alapján a vizek által évente szállított sóvegyületek mennyiségét áttekinthetnénk.

A vizsgált vízgyűjtőn pusztán a vízmérleg felállítása is nehézkes a kettős működésű csatornák hatása, valamint a vízháztartás elemeire — lefolyás, párolgás, beszivárgás — vonatkozó adathiány miatt. A felszíni- és felszín alatti vízbázisoknak a Víz Keretirányelv előírásai szerinti jó állapotba hozása komplex feladat, mivel minőségi paramétereik alakulásában nemcsak antropogén, hanem természeti (földtani, hidrogeológiai, ökológiai) viszonyok is szerepet játszanak, melyet mint háttérkoncentrációt kell figyelembe venni nemcsak a terhelhetőség számításakor, de a mérési eredmények kiértékelésekor is.

3.1.4.1. a háttérkoncentráció nagysága – és jelentősége

- Vízfolyás

Az ún. háttér-koncentrációt, vagyis a vizsgált vízfolyások terhelésmentes eredeti valószínűsíthető sókoncentrációját (**11. ábra**) befolyásolja a csapadékvíz, a talajvíz, valamint a vízfolyás forrását képező vízkészlet sókoncentrációja (**6. ábra**, **6. táblázat**, 3.1.3.). A Tóció eredésénél is több száz $\mu\text{S}/\text{cm}$ változást mértem egy év alatt (**16. ábra**).



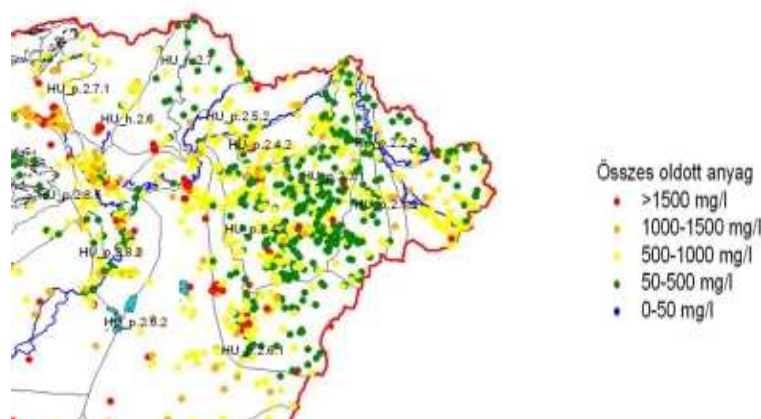
11. ábra: Magyarország folyóvizeinek összes oldott sótartalma (mg/l) MAUCHA (1948) diagramok szerint. (VIKÖZ 1971 után, módosítva, BÍRÓ 1984).

- Csapadékvíz

A csapadékvíz mért vezetőképessége 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vagyis ez nem meghatározó összetevő.

- Talajvíz

A talajvizek sókoncentrációjára vonatkozóan NEMES (2007.) végzett szakirodalom kutatást, mely szerint vízminőség szempontjából az Alföld talajvizeiben a legkülönbözőbb oldott sók a legváltozatosabb töménységben, gyakran 1000 mg/l (1430 $\mu\text{S}/\text{cm}$) érték fölötti koncentrációban vannak jelen. A leggyakoribb só a nátrium-hidrogénkarbonát, de elterjedtek a nátrium-szulfátos és magnézium-szulfátos vizek is. Csak kevés helyen, szigetszerűen jelenik meg a talajvízben a nátriumklorid. A nagy sótartalom az alföldi víztartó rétegek kioldható anyagaiból ered (VITUKI, 1959). A finom üledékekből, amilyen a kőzetliszt, iszap, agyag, több anyag oldható ki, mint a kvarchomokból, vagy kavicsból. Az Alföld peremeitől a középső tájak felé azért emelkedik a talajvíz sótartalma, mert a hordalékok a szállítási távolsággal finomodnak, így ebben az irányban nagyobb arányú a kioldódás.



12. ábra: Felszín alatti víztestek vízkémiai jellemzése. Összes oldott anyag
Medencebeli és hegyvidéki nem karsztos víztestek, 50m-nél sekélyebb kutak

KvvM, kármentesítési füzetek

A Tiszántúl nagy részére a nátrium-hidrogénkarbonátos, kisebb mértékben a nátrium-szulfátos vizek a jellemzőek. KUTI *et al.* (1999), RÓNAI (1961) megállapításaira hivatkozva NEMES (2007) közli azt is, hogy a peremektől az Alföld közepe felé áramló víz összes oldott anyag tartalma a mélyebben összefolyó részeken a legnagyobb (**12. ábra**). Itt van a felszínhez legközelebb, és jellegében nátriumos. Ezért a szikesek ezeken a mélyebb területeken alakulhattak ki. A vízfolyás forrását képező vízkészlet sókoncentrációjáról nincsenek konkrét adataink. A TIKTVF adatai szerint a Na% jórészt felette van az öntözhetőség szempontjából határértéknek számító 45%-nak, mely

többek között a talajtulajdonságoknak is köszönhető (2.1.6.). A kistáj összterületének jelentős részét teszi ki a szikes talajok.

3.1.4.2. antropogén eredetű sóbevezetések

A Hortobágy-Berettyó vízgazdálkodási egységen a hévízfelhasználás mennyisége 2 985 000 m³/év . A magas sótartalmú hévizeket 7 felszíni víztestbe vezetik (VGT).

Évente három ponton **76 tonna** só kerül termálvizekkel **a Köselybe és mellékágaiba**. Részben a közcsatornán keresztül, részben közvetlenül kerülnek bevezetésre, az év során nem egyenletes – többnyire követhetetlen – eloszlásban. A hajdúszoboszlói gyógyfürdő használt termálvizét elvileg öntözési idényben tárolják, csak a téli félévben van bevezetés. A **7. táblázat** a vízgyűjtőn található gyógyfürdőről közöl üzemeltetési jellemzőket.

7. táblázat a Kösely vízgyűjtőjén található termálfürdők adatai

Debrecen - Aquaticum Gyógy- és Fürdőköz-pont egész évben nyitva 65 (20-38) °C	A debreceni gyógyvíz alkáliloridos, hidrogénkarbonátos, jódos, brómos, nátriumkloridos hévíz, mely számottevő kalciumot, magnéziumot, metabórsavat és metakovasavat tartalmaz. Az értékes szerves és szervetlen anyagokban gazdag gyógyvíz számos betegség gyógyítására alkalmas.	A Termálfürdőben 9 termálmedence, a strandon 2 gyerekmedence, hullámmedence és úszómedence, az Élményfürdőben 11 csúszda, hullámfürdő, mászófal, jacuzzi, pezsgőmedencék, 2 barlangfürdő, 2 sodrófolyó, gejzír, különböző dögönyözők, gomba- és nyakzuhanyok, 2 szauna, 2 gőzkamra, fedett uszoda.
Hajdú-szoboszló - Gyógy- és Strandfürdő egész évben nyitva 24-38 °C	Alkáli-hidrogén-karbonátos hévíz, fluoridion, jódid-és bromid tartalom, metabórsav, metakovasav tartalommal.	5 fedett gyógyvizes és úszómedence, 9 nyitott gyógyvizes medence, hullám-, pezsgő-, élmény- és gyerekmedence. A strand mellett számos hotel – önálló gyógyfürdővel és gyógyászati részleggel -, panzió, étterem található
Nádudvar – Gyógyfürdő Nincs adat	A nátrium-hidrogénkarbonátos, fluoridos gyógyvíz elsősorban mozgásszervi megbetegedések kezelésére alkalmas.	Nincs adat

Szennyvizekkel bevezetett sók

A 2008-as jegyzőkönyv szerint a debreceni ivóvíz sótartalma 593 µS/cm-rel jellemezhető. A szennyvízben ez megjelenik, ezen túl a használat során, a csatornába jutás előtt még nő a sótartalma. A kommunális csatornán érkező, esővízzel és termálvízzel kevert szennyvíz tisztításának nem célja a sókoncentráció csökkentése. A

debreceni szennyvíztisztító üzemtől szóbeli közlés útján nyert idevonatkozó tapasztalatok szerint van sóvisszatartás a szennyvíztelepen és a csapadékvíz szétválasztással várhatóan töményebb lesz az elfolyó tisztított szennyvíz sótartalma.

Csapadékvizekkel bevezetett sók

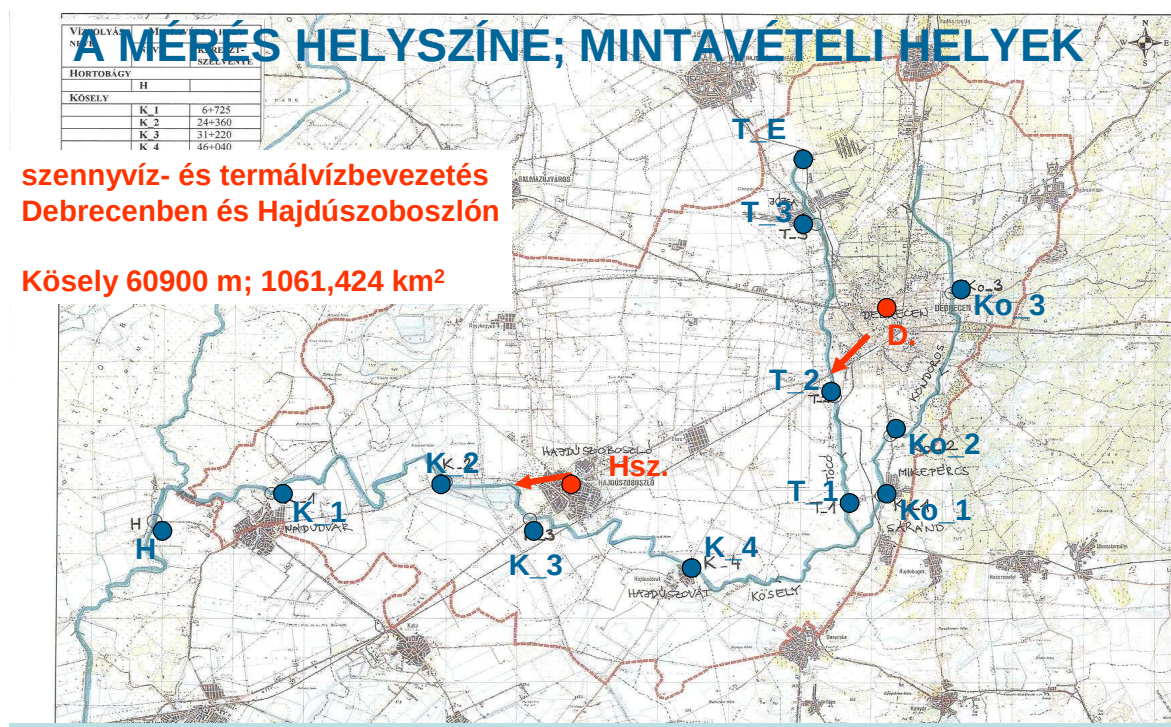
Pontforrásként, vagy diffúz forrásként kerülnek a Köselybe és mellékágaiba az utak téli csúszásmentesítése céljából kiszórt sók (HANCZ, 2005). A vizsgálat egy éves időszakában téli csúszásmentesítésre Debrecenben 315 tonna NaCl-ot használtak fel, melynek nagy része – $\alpha=0,9$ lefolyási tényezővel számolva 284 t – közvetlen lefolyással, vagy a szennyvíztisztítón keresztül a Tócióba jutott.

3.2. Mintavétel, mérés, statisztikai feldolgozás

3.2.1. A mintaterület és a mintavételi helyek bemutatása

A mintaterület a Kösely vízgyűjtője (13. ábra). 11 mintavételi hely közül egy a Kösely befogadóján, a Hortobágyon van a betorkollás alatt, 10 a Köselyen és mellékágain. A mintavételi helyeken 28+1 alkalommal vízmintákat-, egy alkalommal iszapmintákat és ugyanakkor vízmintákat vettem. A helyek megválasztásánál szempont volt

- hogy T_3 és T_2, illetve K_3 és K_2 mintavételi helyek között legyen pontszerű szennyvíz-, vagy csurgalékvíz bevezetés, hogy az ebből származó minőségváltozás követése lehetséges legyen; K_2 a hajdúszoboszlói sósvíztározó bevezetési pontja alatt-, T_2 a debreceni tisztított szennyvíz bevezetése alatt található
- hogy egyes mintavételi helyek között — ellenkezőleg — az volt a szempont, hogy terhelésmentes szakasz legyen
- a megközelíthetőség — egy alkalommal bejárható legyen a mintavétellel és a minták elhelyezésével-, vagy a helyben történt méréssel együtt



13.ábra: A mintaterület és a mintavételi helyek a vízgyűjtő határával (TIKÖVIZIG)

A mintavételi helyekről készült fényképek a MELLÉKLET 3-ban láthatók.

3.2.2. Egyéves vízmintavétel és vezetőképesség-mérés

3.2.2.1. a monitoring feladata, célja és elemei

A **vízminőségi monitoring feladata** a Köselly és mellékfolyásai sótartalmának nyomon követése. Egyrészt a 2.1.3. fejezetben ismertetett környezeti hatások-, másrészt a só konzervatív komponens jellege indokolják, hogy a sókoncentrációt választottam vizsgálatom során mutatóként (HANCZ, 2010). Ennek a 3.3. fejezetben található lefolyás vizsgálat során – a várható hígulás számításakor, illetve modellezésekor – lesz jelentősége. Konzervatív szennyezőanyag esetén ugyanis kevesebb egyszerűsítést kényszerülünk alkalmazni, mert lebomlással, bioakkumulációval, illetve egyéb átalakulással, de ülepedéssel sem kell számolni, ezen folyamatok figyelmen kívül hagyása nem torzítja a valós képet (3.1.3.).

A vízminőségi monitoring célja

- a sótartalom hosszmenti- és időbeli változásának megfigyelése,
- az állapotváltozást kiváltó okok feltárása a beavatkozások tervezése céljából,

- a vizek minősítése, a vízminőségi állapot osztályozása, összehasonlítása a vízminőségi határértékekkel, valamint
- éves- és évszakos átlagok és kritikus koncentrációk becslése a tervezéshez.

A vízminőségi monitoring elemei

- a helyszín és a mintavétel keresztmetszélinek kiválasztása (3.2.1.)
- a mintavételezési gyakoriság

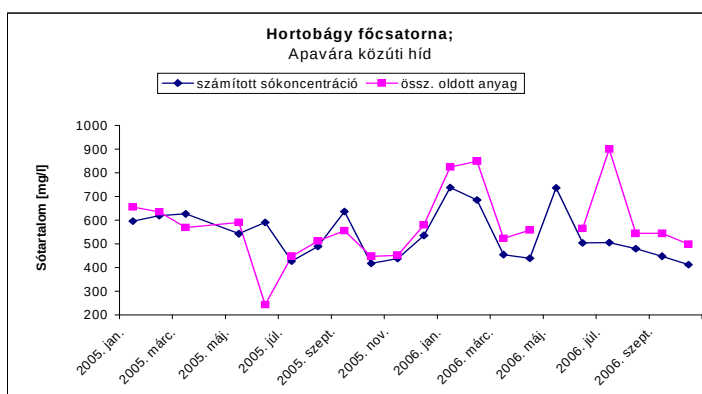
2008. március 12. és 2009. március 20. között havi két mintavételt terveztem, tudva, hogy ettől majd lesznek eltérések az időjárás és a lehetőségek függvényében. A napokon belüli időpontnak nem tulajdonítottam jelentőséget. A mintavételt nappal kellett végezni a terep jellege miatt – nehezen megközelíthető, benőtt part, világítás nélküli külterület.

- a mintavétel módja helyszíni mérés
- helyszíni feldolgozás

A sótartalmat meghatározhatjuk számítással és méréssel. Számítás esetében a legfontosabb ionok mért értékeit adjuk össze

$$(\text{Ca}^{2+}) + (\text{Mg}^{2+}) + (\text{K}^{+}) + (\text{Na}^{+}) + (\text{SO}_4^{2-}) + (\text{Cl}^{-}) + \{(\text{HCO}_3^{-})/2\} + (\text{CO}_3^{2-}).$$

A **14. ábrán** látható, hogy a számított sótartalom és az összes oldott szilárd anyag tartalom nem egyezik meg, és nem arányosak egymással, valamint egyik sem haladja meg következetesen a másik értéket.



14. ábra: Számított sókoncentráció és összes oldott anyagtartalom (TIKTVF)

A sótartalom **mérése hagyományos módszerrel** az MSZ 448-19:1986 alapján úgy történik, hogy a szűrt oldatot szárazra pároljuk és a maradékot 105 °C-on tovább szárítjuk, ezután megmérjük.

A sótartalom mérhető az oldat **fajlagos elektromos vezetőképességével** (Electrical Conductivity: EC , [$\mu\text{S}/\text{cm}$]) is, 20 °C-on. Az EC-ből csak megbecsülni lehet az **oldott szilárd anyag tartalmát azaz a TDS-t** [ppm], vagy [mg/l], mivel az oldott anyagoknak a vezetőképessége különböző. A kálium vezetőképessége például nagyobb, mint a nitrogéné, így ha két pohárban egyforma koncentrációjú káliumos, és nitrogénes oldat van az EC-jük akkor is eltér. Ebből adódnak a pontatlanságok és a becslések. Adott összetételű oldat vezetőképessége az ionmozgékonyosság miatt az oldat hőmérsékletétől függ. Méréseimhez ezt a módszert alkalmaztam. A módszer alapja, hogy a víz elektromos vezetőképességét az abban oldott sók ionjai adják. A mérés függ az ionok fajtájától, a víz hőmérsékletétől, az ionkoncentrációtól, mely utóbbi az összes sótartalommal, a TDS (Total Dissolved Solids) értékével arányos. A fajlagos vezetőképesség annak az elektromos ellenállásnak a reciprokértéke, mely egy 1 cm-es élhosszúságú kocka két egymással szemközt lapja között mérhető. A mért sókoncentrációt a kalibrált műszer egy nemlineáris összefüggés alapján számítja (MAKRAY,2006). A saját mérést ilyen kalibrált konduktométerrel végeztem a mintavételek helyszínén (15. ábra).



15. ábra: Az egyéves EC-méréshez használt műszer

3.2.2.2. egész éves EC-mérés eredményei

- a mintavétel gyakoriságát befolyásoló tényezők:

Célkitűzés volt havonta legalább egy mintavétel (8. táblázat), de ezt befolyásolták a gyakorlati lehetőségek. Összesen 28 alkalommal vettem mintát, nem egyenletes gyakorisággal. Január egy mintavétel nélküli hónap.

- eltérés mértéke a határértékhez képest egész évben (16.ábra) és a vegetációs időszakban – öntözési időben (17. ábra)

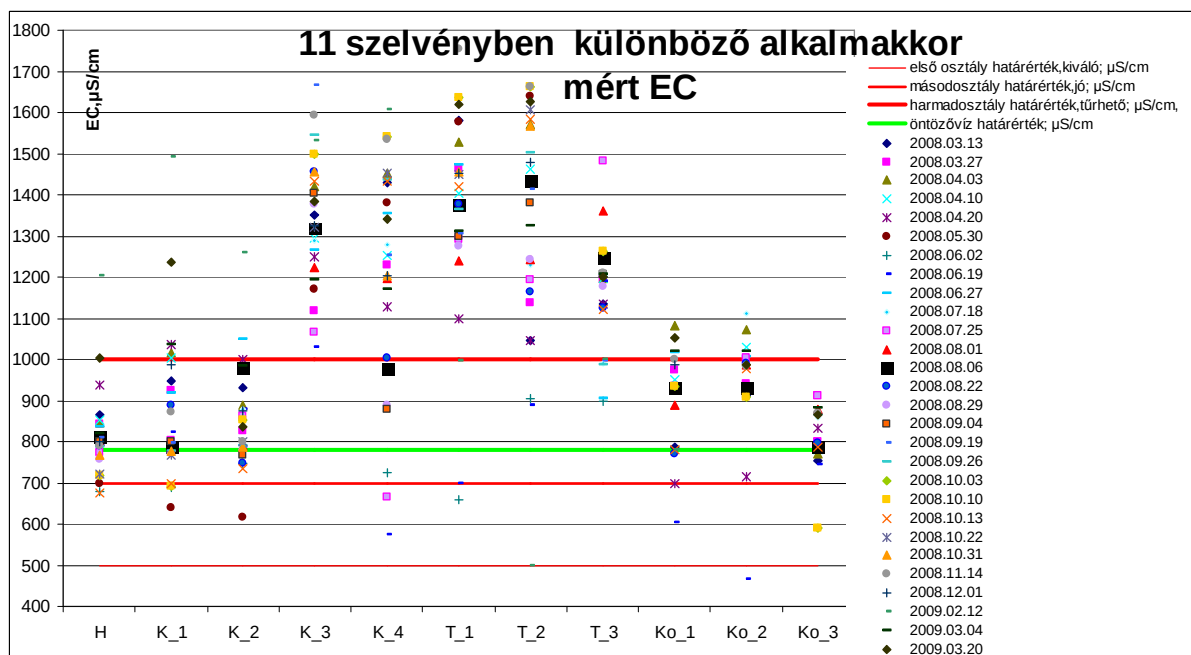
8. táblázat: Egész éves EC-mérés eredményei

	vezetőképesség: µS/cm											mintavételi naponként			
	H	K 1	K 2	K 3	K 4	T 1	T 2	T 3	Ko 1	Ko 2	Ko 3	maximum	minimum	átlag	szórás
2008.03.13	866	946	932	1352	1430	1579	1045	1134	786	913	754	1579	754	1067	275
2008.03.27	843	926	827	1118	1230	1463	1139	1195	975	941	801	1463	801	1042	206
2008.04.03	847	1018	887	1419	1451	1528	1569	1198	1082	1072	771	1569	771	1167	285
2008.04.10	852	1004	973	1295	1251	1404	1462	1198	950	1028	780	1462	780	1109	226
2008.04.20	938	1035	1000	1248	1128	1098	1046	1135	698	714	834	1248	698	989	177
2008.05.30	700	638	617	1171	1380	1576	1640	1240				1640	617	1120	418
2008.06.02	678	690	749		725	660	905	898				905	660	758	102
2008.06.19	791	822	880	1029	573	698	888	1191	602	467	743	1191	467	789	208
2008.06.27	836	918	1048	1266	1354	1472	1428	906	1017	1005	864	1472	836	1101	235
2008.07.18	811	800	880	1290	1280	1374	1230	990	890	1110	860	1374	800	1047	216
2008.07.25	775	804	863	1065	665	1291	1195	1481	933	1002	912	1481	665	999	243
2008.08.01	800	787	790	1224	1198	1238	1244	1360	889	988	880	1360	787	1036	218
2008.08.06	812	786	981	1317	978	1378	1432	1246	932	931	786	1432	786	1053	244
2008.08.22	789	887	746	1456	1002	1376	1165	1126	770	989	798	1456	746	1009	246
2008.08.29	756	770	777	1377	887	1276	1244	1178				1377	756	1033	261
2008.09.04	800	801	767	1403	878	1298	1381	1206				1403	767	1067	281
2008.09.19	811	798	786	1665	1254	1305	1413	998				1665	786	1129	330
2008.09.26	787	776	790	1543	1435	1365	1501	986				1543	776	1148	345
2008.10.01	717	692	851	1498	1541	1635	1662	1261	933	909	589	1662	589	1117	410
2008.10.10	789	765	776	1386	1422	1371	1585	1021				1585	765	1139	338
2008.10.13	675	697	733	1433	1433	1420	1585	1121	780	978	786	1585	675	1058	351
2008.10.22	721	767	801	1321	1451	1450	1607					1607	721	1160	381
2008.10.31	767	778	786	1456	1203	1456	1567					1567	767	1145	361
2008.11.14	790	871	800	1592	1536	1753	1663	1211	1001	983	870	1753	790	1188	376
2008.12.01	800	987	876	1324	1204	1453	1480	1200	987			1480	800	1146	247
2009.02.12	841	1131	1204	1493	1258	1530	1606		936	951	814	1606	814	1176	293
2009.03.04	821	1035	984	1195	1170	1310	1324	1207	1021	1021	881	1324	821	1088	166
2009.03.20	1002	1236	835	1385	1342	1619	1627	1201	1052	988	864	1627	835	1196	277
maximum	1002	1236	1204	1665	1541	1753	1663	1481	1082	1110	912				
minimum	675	638	617	1029	573	660	888	898	602	467	589				
átlag	801	863	855	1345	1202	1371	1380	1156	907	944	810				
szórás	70	143	118	154	262	238	234	133	127	145	74				

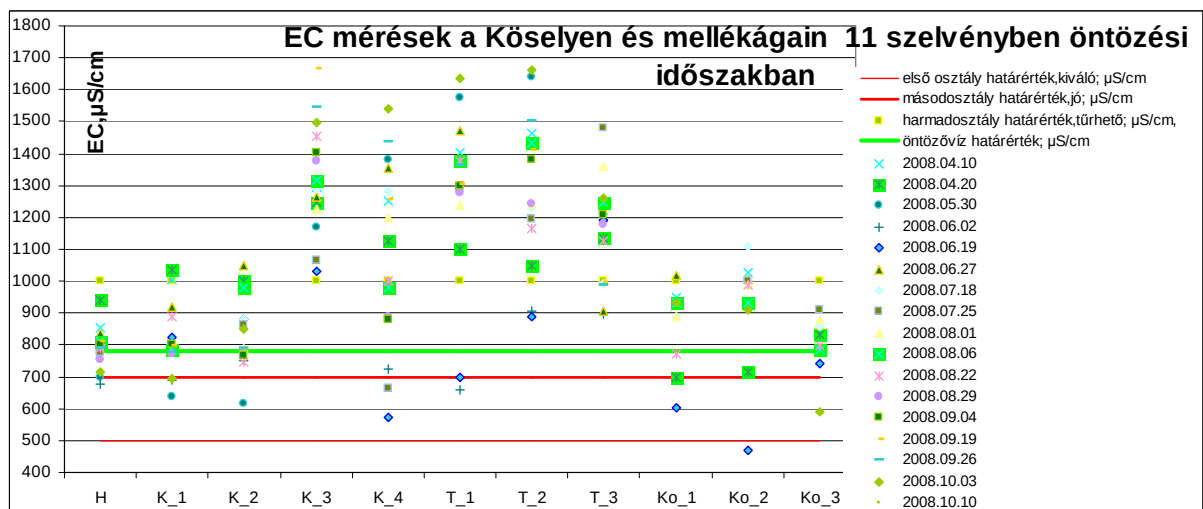
jelzés jelentős hígulás egy hét alatt

jelzés jelentős töményedés egy hét alatt

jelzés kimaradt mérés



16. ábra: Tizenegy szelvényben 28 alkalommal mért EC-értékek



17. ábra: Tizenegy szelvényben 17 alkalommal öntözési időnyben mért EC-értékek

3.2.3. Egyszeri mederüledék-és vízmintavétel

A monitoring feladata a Kösely és mellékfolyásai mederüledéke sótartalommal összefüggő jellemzőinek, minőségének nyomon követése:

- a hosszmenti változások megfigyelése,
- lehetőség szerint a hosszmenti változások okának meghatározása, összefüggések keresése a mederüledék egyes vizsgált jellemzői között

A monitoring elemei

- a helyszín, mintavétel keresztshelvényeinek kiválasztása (3.2.1.),
 - o Tóción Józsa fölött (T_eredés) VÍZ + ISZAP
 - o többi 11 mintavételi helyen a Köselyen és a Kondoroson VÍZ + ISZAP
 - o A debreceni termálvízminta 2 helyről-, a hajdúszoboszlói használt termálvíz minta a bevezetés helyéről származik.
- a mintavételezési gyakoriság és időpont
 - o Egyszeri víz- és iszapminta vétel 2009.06.29-n, nagy esőzéseket követő napon.
- a mintavétel módja
 - o a minta előkészítése (3.2.4.),
 - o a minta feldolgozása (3.2.5.) és az
- adatok elemzése és kiértékelése (4.4.)

Mintavétel módja

- o Vízminta

Vízmintát kereszt-szelvényenként egyet-egyet vettem úgy, hogy petpalackba merítettem, majd légmentesen lezárva, fénytől védve tároltam a vizsgálatig.

O Iszapminta

Iszapmintákat a debreceni- és hajdúszoboszlói bevezetések alatti kereszt-szelvényekben (a Köselyen K_2, a Tóción T_2) három-három különböző ponton vettem annak érdekében, hogy az üledékképződés egyenetlenségéből és a lehetséges felkeveredéséből származó különbségeket átlagolással figyelembe vegyem. A többi kereszt-szelvényben egy-egy mintát vettem. Az iszapot műanyag zacskóban lezárva szállítottam az előkészítés helyszínére. A Kösely egyes szakaszain (8. táblázat) az alábbi üledékvastagságok alakultak ki:

9. táblázat: Üledékvastagság a Kösely medrében, (VGT, TIKÖVIZIG)

Szakasz (fkm-fkm)	Üledék vastagsága (cm)
3+000-3+750 K_1	20
5+250-5+800	20
6+200-7+000	20
7+300-7+700	20
9+400-10+100	20
11+700-12+000	10
15+700-16+700	15
21+300-21+600	20
22+000-26+870 K_2	40
26+871-35+920 K_3	100
36+550-50+200 K_4	40
50+201-60+900	30

3.2.4. Iszapminta előkészítése

Az iszapminta előkészítését 1.-7. lépésekben végeztem (MELLÉKLET 4).

- Az 1.-3. lépéseket az Építőmérnöki Tanszék Szilárdságtani és Tartószerkezeti Laboratóriumában végeztem;
- Az 1-2-3 mintasorozaton a 4.- 7. lépéseket a Szent István Egyetem, Gödöllő; Talajtani és Agrokémiai Tanszékének laboratóriumában (Dr. Czinkota Imre Ph.D. segítségével) végeztem, illetve
- A 4. mintasorozaton - NaOH-os oldat - az 5.-6.-7. lépéseket a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Agrokémiai és Talajtani Tanszék (Dr. habil. Vágó Imre segítségével) végeztem.
- Az iszapminta előkészítésének 1.-7. lépései:

1. 2009. 06.30.,: 12 minta tömegmérése szárítás előtt (m_0),

2. Szárítás 60 °C-on tömegállandóságig (folyamatos tömegmérés alapján szárítás addig, amíg az utolsó két mérés különbsége a kezdeti 1%-a alá nem esik)
3. 2009. 07.06.; 12 minta tömegmérése szárítás után (m_1)

10. táblázat: Iszaptömeg-mérés

iszaptömegmérés			minta neve
m_0	m_1	víz tartalom. 07.06.	minták
554	171	383	H
858	447	411	K_1
741	384,5	356,5	K_2, átlag
537,5	146,5	391	K_3
659	330,5	328,5	K_4
943	658,5	284,5	T_1
754	578	177	T_2, átlag
787	483	304	T_3
196	60	136	T_eredés
861,5	601	260,5	Ko_1
779,5	616	163,5	Ko_2
789	528	261	Ko_3

4. Mozsárban porított, homogenizált szitált iszapból $3 \cdot 10,00 \pm 0,05$ g mintát mértem, ezen felül T_2-és K_2-ből + 2-2-t, összesen $3 \cdot 16 \cdot 10$ g mintát, mert T_2 és K_2 fölött kommunális szennyvíz- és termálvíz bevezetések vannak és ezzel a keresztshelvény mentén átlagolt eredményeket kaphattam.
5. Négyféle kivonatot készítettem:
 - o az 1. mintasorozathoz 100 cm^3 desztillált vizet öntöttem,
 - o a 2. mintasorozathoz 100 cm^3 CaCl_2 – ot öntöttem,
 - o a 3. mintasorozathoz 100 cm^3 HNO_3 –at (salétromsav) öntöttem,
 - o a 4. mintasorozathoz 100 cm^3 NaOH –t (nátrium-hidroxid) öntöttem.
6. A $3 \cdot 16$ mintát rázógépbén 2 órán át rázattam, majd 4 órán át ülepítettem.
7. Szűrőpapíron keresztül szűrtem (a vizes oldat nehezen szűrődött, mert a kolloidok átjutottak a papíron)

A vízminta nem igényelt előkészítést.

3.2.5. Mederüledék- és vízminták műszeres analitikai vizsgálatai

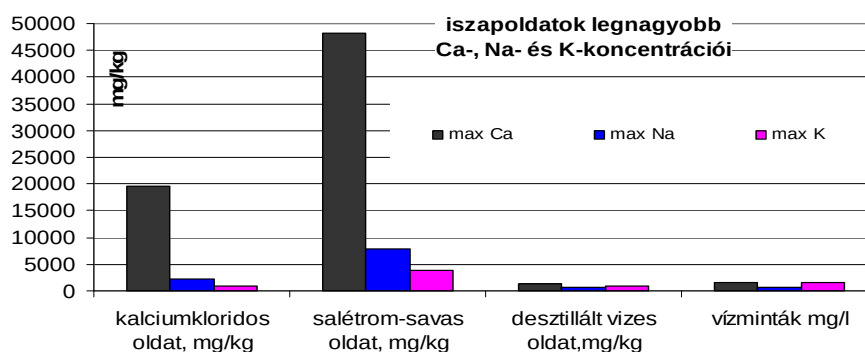
A bemutatásra kerülő elemek forrása lehet a termálvízzel együtt bevezetett kommunális szennyvíz. A toxikus, vagy toxikussá válható elemek közül a réz és cink mennyiségének bemutatásával jellemzem a mederüledék bevezetés alatti- és fölötti állapotának eltérését. Az analitikai vizsgálatokat különböző erősségű kivonószerekkel elkészített oldatokkal

végeztem (GYŐRI,et al., 2002). Ezzel a vízoldható-, kicserélhető elemeket és a szerves anyaghoz kötött elemeket is kimutattam (2.3.3.2.).

A mérések a Szent István Egyetem, Gödöllő; Talajtani és Agrokémiai Tanszékének laboratóriumában történtek (MELLÉKLET 4, 5). Az analitikai módszerek közül

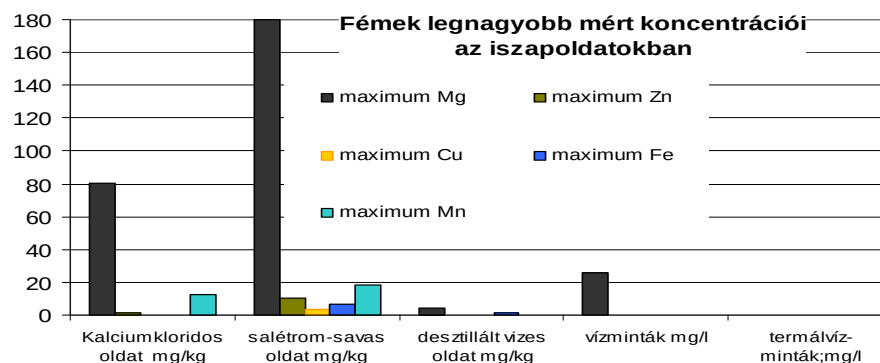
- a láng fotometriás mérést a Na, K és Ca kimutatására alkalmaztam az iszap desztillált vizes-, CaCl_2 –os és salétromsavas oldatából.
- az atomabszorpciós spektroszkópiás mérést a Cu, Zn, Fe, Mg és Mn kimutatására alkalmaztam az iszap desztillált vizes-, CaCl_2 –os és salétromsavas oldatából.
- UV-látható spektroszkópiás mérést a humusztartalom mennyiségének- és minőségének kimutatására alkalmaztam az iszap NaOH-s oldatából.

Kalibrálást követően láng fotométerrel mértem az összes Na, K és Ca ion koncentrációját 12 keresztaszelvényben vett iszapminta desztillált vizes, kalciumkloridos és salétromsavas oldatában (35. ábra), a debreceni és hajdúszoboszlói termálvízmintákban, valamint az iszapmintákkal egy napon vett felszíni vízmintákban. Mindegyik oldatra kalibráltam a műszert.



18. ábra: Iszapoldatok legnagyobb Ca-, Na- és K-koncentrációi, mg/kg

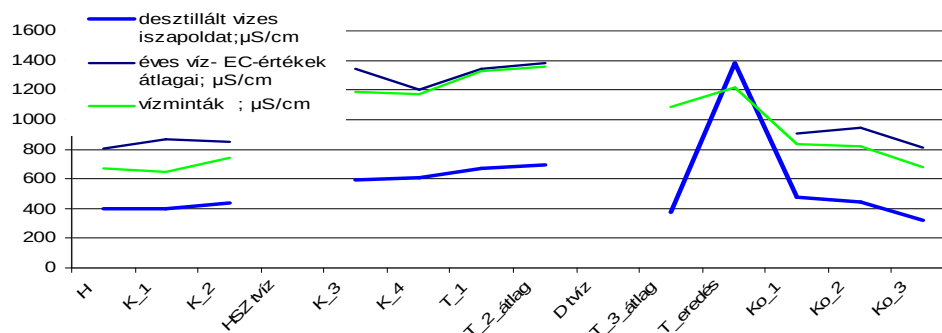
Kalibrálást követően atomabszorpciós spektrométerrel mértem a Cu, Zn, Fe, Mg és Mn elemeket az iszap desztillált vizes-, CaCl_2 –os és salétromsavas oldatában (36. ábra), a debreceni és hajdúszoboszlói termálvízmintákban, valamint az iszapmintákkal egy napon vett felszíni vízmintákban.



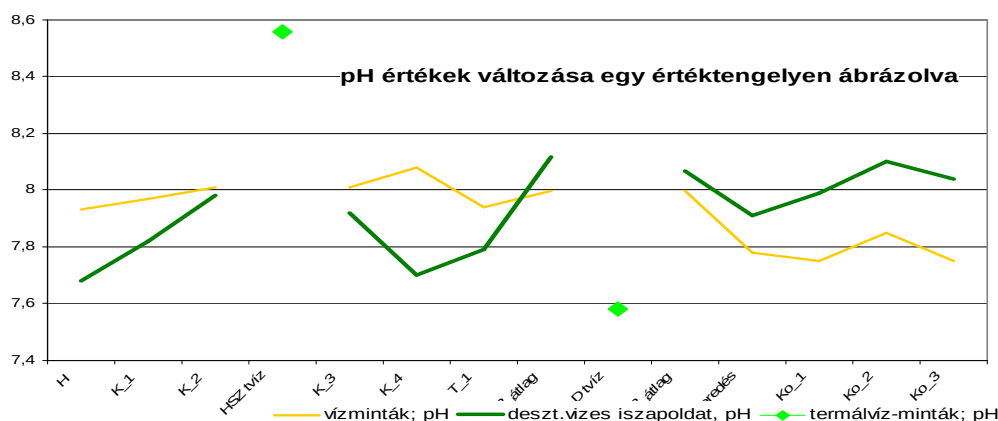
19. ábra: Fémek legnagyobb mért koncentrációi az iszapoldatokban, mg/kg

Kalibrálást követően UV-látható spektroszkópiás méréssel határoztam meg az iszapminták NaOH-s oldatában az E465, valamint az E465/E665 viszonyszámokat a humusztartalom mennyiségi- és minőségi jellemzésére.

- Mindegyik iszapminta desztillált vizes oldatának a Ph-értékét és a fajlagos elektromos vezetőképességét mértem elektromos mérőműszerekkel (20. ábra, 21. ábra).



20. ábra: EC-értékek az iszapoldatokban és a vízmintákban [µS/cm]



21. ábra: pH-értékek az iszapoldatokban és a vízmintákban [-]

Az eredményeket a MELLÉKLET 5 és a 4.3. fejezet tartalmazza.

3.3. Lefolyásvizsgálat HEC-RAS program alkalmazásával

Munkám során először a vízjárási adatokat dolgoztam fel, különös tekintettel a kisvízi állapotokra, mely vízminőségvédelmi szempontból mértékadónak tekinthető. Ezt követően a szennyezések hígításához szükséges vízmennyiséget számítottam ki. A vízfolyás-menti morfológiai különbségeket 500 méteres szakaszokra bontással, valamint a vízhozamok 11 szakaszra - Köselyen 7, afölött 4 - történő szétosztásával vettem figyelembe. Ehhez a TIKÖVIZIG által rendelkezésemre bocsátott Kösely-hosszszelvényt, az azon különböző fenékeséssel elkülönülő szakaszok határait, valamint az ezekhez a szakaszokhoz tartozó tervezett belvízhozamokat – szállítóképességeket vettem figyelembe (3.1.1.).

A Kösely átvett digitális medermodelljének (*JUHÁSZ, 2008*) felhasználásával a HEC-RAS segítségével a vízfolyásban kialakuló diszperziós viszonyokat vizsgáltam.

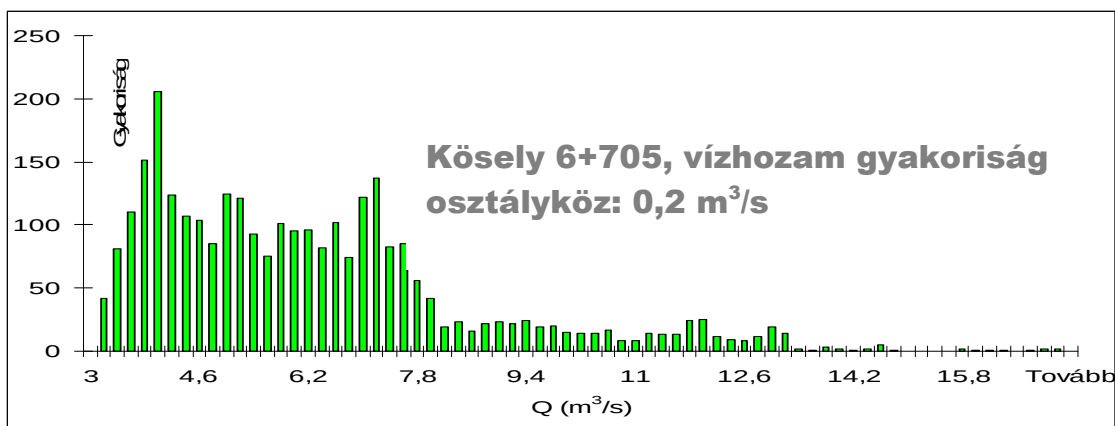
3.3.1. Bemenő adatok előkészítése

3.3.1.1.kiindulási adatok

- o Felhasználom a Kösely vízfolyás digitalizált térképét, keresztaszelvény- és hosszszelvény adatait (*JUHÁSZ, 2008*), (TIKÖVIZIG)
- o Q-adatsor Nádudvarra (K_1), forrás: TIKÖVIZIG, (**MELLÉKLET 6**)
- o saját mérésből származó EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)-adatsor, (3.3.4.)
- o a mintavételi helyek közelében lévő csapadékmérő állomások sokéves havi csapadékösszegei (**MELLÉKLET 1**)
- o a mintavételi helyek közelében lévő csapadékmérő állomások 2008.03.-2009.03. időszakban mért havi csapadékösszegei (**MELLÉKLET 1**)

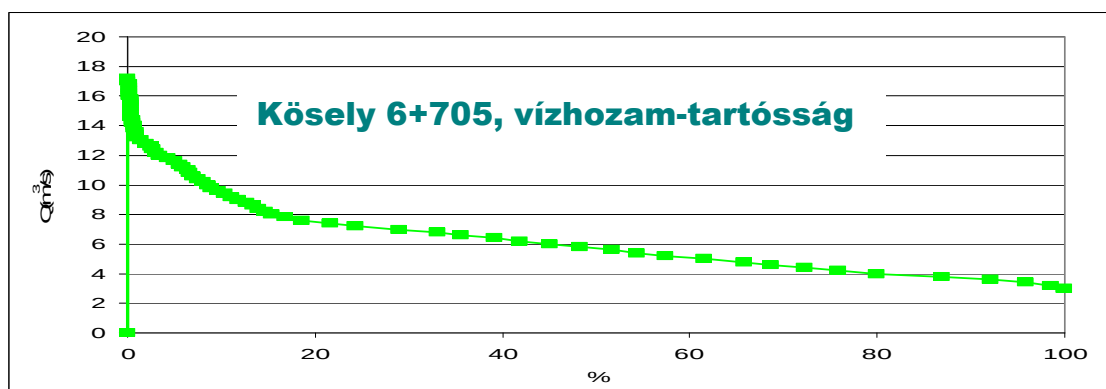
3.3.1.2. a mértékadó vízhozam meghatározása

Tízéves Q-adatsor alapján statisztikai alapon meghatároztam azt a mértékadó kisvízhozamot, amely a 2.4.2. szerint szükséges a terhelhetőség megállapításához. A vízhozamok tartósságának megállapításához a napi vízhozamokat (3.1.1., **5.ábra**) $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ -os osztályba soroltuk, és előállítottuk a gyakorisági értéket (**22.ábra**).



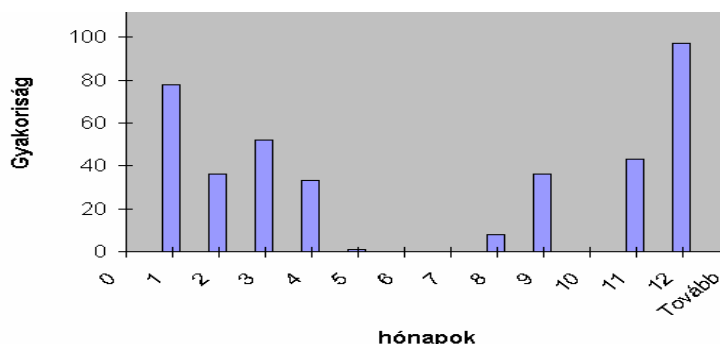
22. ábra: Vízhozamok gyakorisági értékei a Köse 6+705 szelvényében

A gyakorisági értékek folyamatos kumulációjával meghatároztam a tartóssági görbét (23. ábra), mely az adott vízhozamot meghaladó napok %-os előfordulását mutatja.



23. ábra: Százalékban kifejezett vízhozam-tartósságok a Köse 6+705 szelvényében

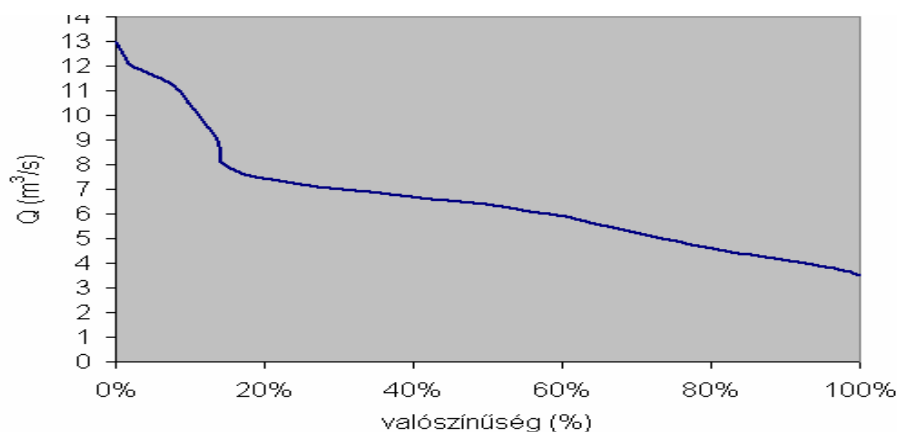
Az éves 90%-os tartósságú vízhozam érték - melyet vízminőség-védelmi szempontból elfogadhatónak tartunk - $3,28 \text{ m}^3/\text{s}$. Az ez alatt előforduló vízhozamok hónaponkénti megoszlását a 24. ábra szemlélteti.



24. ábra: 10%-os valószínűségű vízhozamnál kisebb értékek előfordulása havi bontásban

Az 24. ábrából kitűnik, hogy nem az augusztusi hónap a meghatározó a kisvizek előfordulása szempontjából, hanem a december és a január. Az augusztusi vízhozamok

tartóssága (25. ábra) szerint a korábban említett $3,28 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozam érték el nem érésének valószínűsége mindössze 3,4%.



25. ábra: Vízhozam-tartósság a Köselyen (K_1) az augusztusi hónapban

3.3.1.3. mértékadó időszakok megválasztása, vízhozamok szétoztása

Mértékadónak tekintettem a mérés évében és a sokéves adatsor alapján az öntözési időnyre- és azon kívül eső legkisebb- és legnagyobb csapadékösszegű hónapokat (11./a.b táblázat, MELLÉKLET 1), valamint az ezekre a hónapokra eső mintavételi napokon Nádudvaron mért vízhozamokat. A magas júliusi csapadékösszeg mellett kicsi a $Q_{\text{Nádudvar}}$ -érték, az alacsony októberi csapadékösszeg mellett pedig annak kétszerese. Ez megerősíti a már említett tényt, hogy a $Q_{\text{Nádudvar}}$ -értékek nem a lefolyásból származó vizek arányát tükrözik. A KFCS-n és a Korpádéren keresztül történt vízleadások adatai ugyanakkor nem változtatott számottevően a vízhozamokon. A két szelvényt a vizsgálat szempontjából egy vízleadási lehetőségként vettem figyelembe, összesen $7 \text{ m}^3/\text{s}$ értékkel (MELLÉKLET 7).

11. /a,b táblázat: A Kösely vízgyűjtőjén mért havi csapadékösszegek a mérés évében és a sokéves havi csapadékösszegek

hónap	Hajdúszoboszló (Kösely-alsó)	Kaba,Hajdú- szoboszló,ÁTLAG (Kösely-alsó)	Hajdúszovát (Kösely-felső)	Debrecen- egyetem (Tócsó- alsó,Kodoros- alsó)	Hajdúsámsón (Kondoros- felső)	Hajdúböszörmény (Tócsó-felső)
2008.március	42	42	34	32	43	45
2008.április	68	68	42	47	62	57
2008.május	56	56	86	43	48	56
2008.június	114	114	93	76	103	46
2008.július	129	129	130	132	180	144
2008.augusztus	31	31	28	20	22	33
2008.szeptember	59	59	42	36	36	37
2008.október	18	18	13	18	17	17
2008.november	23	23	21	21	23	23
2008.december	58	58	56	55	60	68
2009.január	27	27	22	17	25	34
2009.február	54	54	50	2	60	50
2009.március	40	40	40	32	57	40

sokéves csapadékösszegek a részvízgyűjtőkhöz legközelebb eső mérőállomások adatai alapján											
Állomás	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Debrecen	32.2	27.4	29.5	49.4	63.8	74.4	63.0	49.8	39.3	37.0	43.0
Hajdúböszörmény	29.3	28.6	27.0	42.9	56.3	64.5	69.7	45.5	41.2	36.9	41.2
Hajdúsámson	40.8	39.2	38.5	52.4	65.8	76.7	74.8	61.3	52.8	42.1	50.0
Hajdúszovát	32.6	30.5	31.3	45.0	56.9	71.5	65.5	50.3	41.5	37.3	41.2
Hajdúszoboszló	29.8	38.8	31.8	51.0	55.6	76.4	64.9	54.8	47.6	36.8	45.1
											44.6

A sokéves csapadékok közül kiemeltem azokat a hónapokat, amelyekből szám szerint a legtöbb mértékadó adat származik. A mérés évében a két legnagyobb csapadék rendszeren nagyobb a sokévesnél, az októberi kiscsapadék viszont a sokéves adatsorban nagyobb, mint 2008-ban. A vízhozamok szétoztását az alább ismertetett lépésekben végeztem:

- A Kösely, a Tóció és a Kondoros két-két szakaszához tartozó részvízgyűjtők méretével és a földrajzilag legközelebb eső mérőállomások mértékadó csapadékösszegeivel arányos súlyozó tényezőket számítottam a $Q_{Nádudvar}$ - értékek vízfolyás hat szakaszra történő szétoztásához.
- A debreceni- és hajdúszoboszlói szennyvizek mennyiségét a szétoztás előtt levontam a $Q_{Nádudvar}$ -értékből, majd a részvízgyűjtők összegzett vízhozamaihoz adtam újra hozzá.

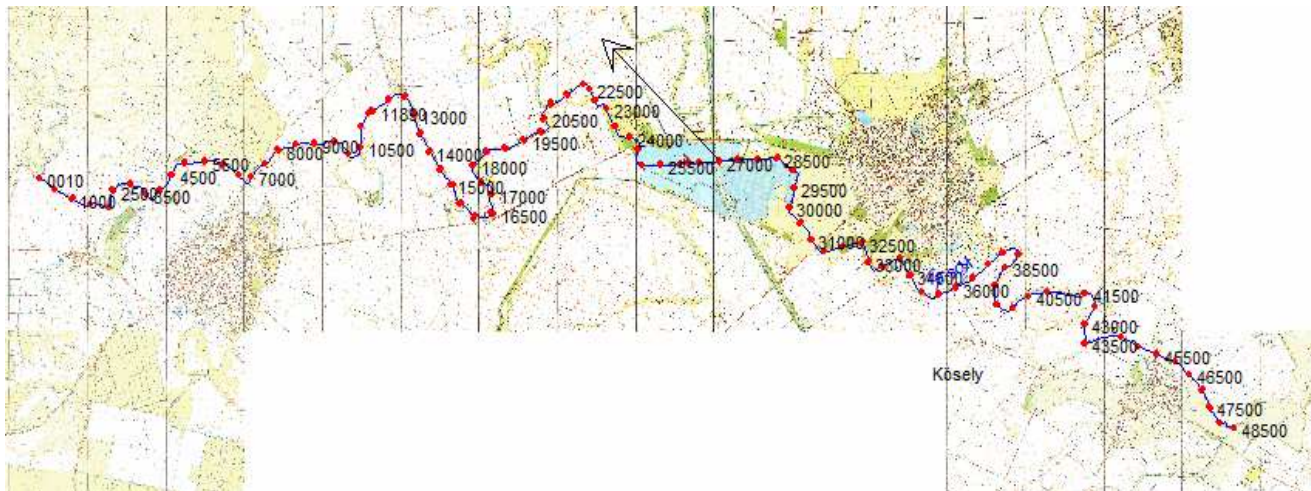
12. táblázat: Vízhozam adatok szétoztása a Kösely hét szakaszára

Kösely vízhozamának szétoztása szakaszokra						
vízfolyás-szakaszok		tervezett mértékadó belvízhozam	sokéves október	sokéves február	2008. október	2008. július
			részvízgyűjtő összegzett vízhozama, m ³ /s			
Kösely-1	0+000 - 11+980	15,9	5,96	2,99	5,95	2,83
Kösely-2	11+980 - 26+870	7,2	5,00	2,60	4,93	2,49
Kösely-3	26+870 - 31+210	5	4,57	2,42	4,47	2,33
Kösely-4++Hszszv	31+210 - 43+000	5	4,24	2,26	4,19	2,19
Kösely-5	43+000 - 48+470	5	3,86	2,05	3,90	1,99
Kösely-6	48+470 - 51+000	9,5	3,53	1,89	3,55	1,85
Kösely-7	51+000 - 60+900	9,5	2,91	1,59	3,00	1,59
Kösely-8	60+900		2,29	1,29	2,45	1,32
Tóció-alsó+Dszv + Kondoros-alsó						

- A mértékadó hónapokhoz tartozó $Q_{Nádudvar}$ -értékeket szétoztottam a részvízgyűjtőkre a súlyozó tényezők arányában. A Kösely-alsó- és Kösely-felső részvízgyűjtő területek eddig számított vízhozamát tovább bontottam a hossz-szelvényen (3/1., 2. ábra , 3.1.1.) feltüntetett tervezett mértékadó belvízhozamok arányában (12. táblázat). A „Kösely-8” szakasz nem egy tényleges szakasz, hanem a 60+900 szelvényben betorkolló Tóció és a Kondoros együttes vízhozamát képviselő virtuális szakasz, melyet a HEC_RAS program futtatásához adtam így meg.

3.3.1.4. a medermodell

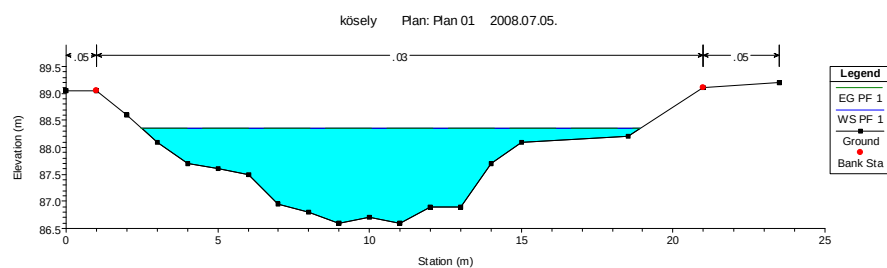
A vízminőség-védelmi célú modellezések alapja a pontos hidraulikai adatok megléte a vizsgált vízfolyásra vonatkozóan. Mivel a modellezések során elméleti helyzeteket, állapotokat kell leképezni, ezért a hidraulikai jellemzőket alapvetően a meder tulajdonságaiból és a vízfolyás vízrajzából kell levezetni.



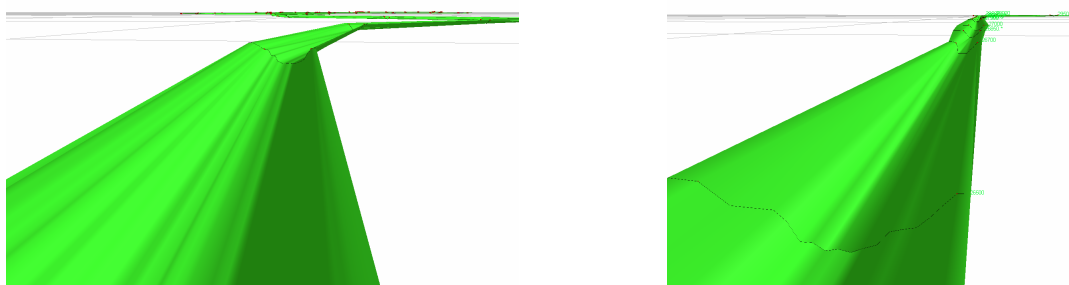
26. ábra: A Köselly digitális nyomvonala (JUHÁSZ,2008.)

Ennek során elkészült a Köselly medermodellje a teljes vízfolyáshosszon a papír alapú hossz- és keresztszelvények felhasználásával. Ezt a kész medermodellt (26. ábra) a Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Mezőgazdaságtudományi Karon készült TDK-munkából vettem át (JUHÁSZ, 2008.). A Tóció papír alapú hossz- és keresztszelvényei már nem tükrözik a valóságos mederviszonyokat, ezért ezeket nem használtam fel, hanem a Tóciót és a Kondorost mint bevezetést vettem figyelembe.

Az un. pseudo-3D modell gyakorlatilag az eredeti medret adja vissza virtuális formában (27.,28. ábra). Minden pontja az eredeti tengerszint feletti magasságban van, a növényzettel való borítottságát pedig a mederérdességi tényezők teszik hitelessé. A meder benőttsége a teljes vízfolyás hosszon hínár, sás-nád, fű, cserje, fa. Kanyargóssága - tényleges hossz /végpontok közötti távolság - 1,58 (TIKÖVIZIG).



27. ábra: A Kösely 26+500-as digitális keresztshelvénye



28. ábra: Digitális 3D medermodell

A kész meder modell felhasználásával shelvénenként megadtam a fenti vízrajzi elemzésekben meghatározott mértékadó vízhozamokat. A rögzített vízhozamok és a mederadottságok alapján számos hidraulikai jellemző eredményként felhasználható a vízminőségi számításokhoz, pl. energiagradiens, vízmélység, víztükörszélesség, nedvesített keresztshelvén, víz-középsébség, Froude-szám (MELLÉKLET 8). Ezekből levonulási időket és diszperziós tényezőket számoltam (3.3.3.).

3.3.2. Hígítóvíz - igény és terhelhetőség számítása

3.3.2.1. hígítóvíz - igény számítása

A hígításnak mint minőségjavító beavatkozásnak akkor van létjogosultsága, ha nincs lehetőség terhelés csökkentésre technológiaváltással, illetve jelen esetben a csurgalékvíz tisztításával. A vizsgálat során emiatt a sóterhelést adottságnak tekintettem. Végső cél a terheléscsökkentés- és hígítás optimalizálása környezetgazdálkodási szempontok figyelembevételével. Különböző mértékadó - és szélső helyzetekben határoztam meg

- a maximális lehetséges hígítással elérhető eredményt,
- a célállapotnak megfelelő vízminőség eléréséhez szükséges hígítóvíz mennyiségét,
- az így kapott hígítóvíz mennyiségek biztosításának megvalósíthatóságát a Kösely vízfolyás befogadóképességének és a KFCS csatornából kivehető legnagyobb mennyiségnek függvényében.

A számítás során alkalmazott feltételezések:

- A bevezetések shelvényében azonnali elkeveredést feltételeztem, mind a sósvizek, mind a hígítóvizek vonatkozásában.
- A mértékadó helyzetek kiválasztása a havi csapadékösszegek alapján történt, de ezeket az értékeket a részvízgyűjtők vízhozamának számításakor csak arányosító

tényezőként tudtam figyelembe venni és nem számolhattam azzal, hogy a $Q_{\text{Nádudvar}}$ - értékek mekkora hányada származik a KFCS-ből és más szelvényben ugyanakkor mennyit vesznek ki. Az ebből származó „hibák” kitűnnek abból, hogy a kiscsapadékú hónapok mintavételi napjára eső $Q_{\text{Nádudvar}}$ - érték nagyobb lehet, mint a csapadékos hónaphoz tartozó.

- Azt a tényt, hogy a téli csapadéknak csak egy része képez lefolyást, a tervezett mértékadó belvízhozamok arányosító tényezőként való bevonásával vettem figyelembe feltételezve, hogy belvízcsatorna méretezésénél ez hangsúlyos szempont volt.
- Feltételeztem, hogy a vízbe jutott sók azonnal és teljesen elkeverednek a vízfolyás keresztshelvényében közvetlenül a bevezetés alatt. Ezért a hígulási egyenlettel számoltam az alábbiak szerint:

A hígulási egyenlet alkalmazása

A bevezetés alatt elvárt sókoncentráció értékéből indulok ki és az ehhez szükséges hígítás mértékét kívánom meghatározni, így a szennyvízbevezetés helyett hígítóvíz bevezetésével számolok. Az alkalmazott képlet elvén ez nem változtat, csak a koncentráció a hígításhoz használt vízben kisebb, nem pedig nagyobb, mint a befogadóban. Ekkor a bevezetés alatti befogadóbeli sókoncentráció az anyagmegmaradás elve alapján:

$$C_{\Sigma} = (C_h \cdot Q_h + C_m \cdot Q_m) / (Q_h + Q_m), \text{ ahol}$$

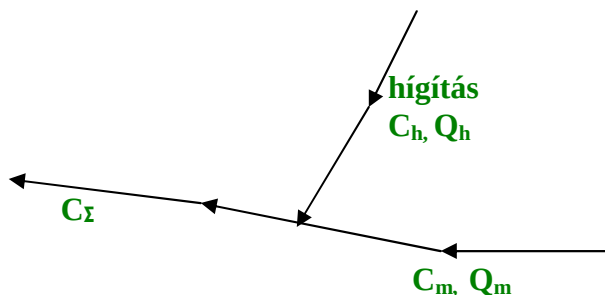
C_{Σ} - a befogadó **kívánt** sókoncentrációja a bevezetés alatt, mg/l

C_h - a hígításhoz használt víz sókoncentrációja, mg/l

C_m - a befogadó bevezetés fölötti **mért** sókoncentrációja, mg/l

Q_h - a hígításhoz használt víz hozama, m³/s

Q_m - a befogadó bevezetés fölötti vízhozama, m³/s



A vizsgálat során a sóterhelést adottságnak tekintettem és azt kerestem, hogy az elvárásoknak mekkora hígítóvíz bevezetések mellett felelhet meg a Kösely. Ehhez a fenti képletből Q_h [m^3/s] értékét kellett kifejeznem az alábbiak szerint:

$$Q_h = (C_m \cdot Q_m - C_\Sigma \cdot Q_m) / (C_\Sigma - C_h), [m^3/s]$$

C_m értékei a mértékadó időszakokban mért sókoncentráció értékek a Köselyen. Mivel a bonyolultabb sókoncentráció mérés helyett EC-mérést alkalmaztam, így ezeket a – nem koncentráció, hanem $\mu S/cm$ – értékeket helyettesítem be. Mivel öntözésre az öntözési időnyben – április közepétől október közepéig – lehet szükség, azon belül pedig csapadékhiányos időszakokban, ezért azoknak a mintavételi napoknak a mért EC adataiból számoltam, melyeket a sokéves havi csapadékösszegek, illetve a mérés évének havi csapadékösszegei alapján mértékadóknak tekintettem:

Q_m értékei a $Q_{Nádudvar}$ -értékekből levezetett (3.3.1.) Q értékek a Kösely 7 szakaszára.

	a vizsgálat évében mért csapadékösszegek		sokéves havi csapadékösszegek	
	öntözési időnyben	öntözési időnyen kívül	öntözési időnyben	öntözési időnyen kívül
maximum	július	december	június	november
minimum	április,október	jan.-febr.-márc.	október	február

C_Σ értéke öntözési időnyen kívül az MSZ 12749 szabvány szerinti jó vízminőséghez tartozó $EC = 700 \mu S/cm$ határérték, öntözési időnyben az $500 mg/l$ -nek megfelelő $780 \mu S/cm$. A hígításhoz használt KFCS víz mért EC-értéke $497 \mu S/cm$. A vizsgálat évének februári vízhozama megegyezik a júliusival, $\approx 3 m^3/s$.

A 13. táblázatban láthatóak a $Q_h = (C_m \cdot Q_m - C_\Sigma \cdot Q_m) / (C_\Sigma - C_h)$ alkalmazásával három mértékadó helyzetben a Kösely 7 szakaszára kapott eredmények:

13. táblázat: Q_h [m^3/s] szakaszonkénti hígítóvíz szükségletek

hígítóvízigény EC = 497 $\mu S/cm$ hígítóvíz KFCS-ből			részvízgyűjtők összegzett vízhozama+ szennyvizek	EC 07.18- án	számított hígítóvíz szükséglet 2008 július	rész- vízgyűjtők összegzett vízhozama+ szennyvizek	EC 10.13- án	számított hígítóvíz szükséglet 2008 október	EC 02.12 én	rész- vízgyűjtők összegzett vízhozama +szenny- vizek	számított hígítóvíz szükséglet 2009 február
			m^3/s	$\mu S/cm$	m^3/s	m^3/s	$\mu S/cm$	m^3/s	$\mu S/cm$	m^3/s	m^3/s
Kösely-1	0+000 - 11+980	K_1	2,83	800	0,20	5,95	697	nem kell	1131	2,99	6,35
Kösely-2	11+980 - 26+870	K_2	2,49	880	0,88	4,93	733	nem kell	1204	2,60	6,45
Kösely-3	26+870 - 31+210	K_3	2,33	1290	4,21	4,47	1433	10,32	1493	2,42	9,45
Kösely-4	31+210 - 43+000	K_3	2,19	1290	3,95	4,19	1433	9,66	1493	2,26	8,84
Kösely-5	43+000 - 48+470	K_4	1,99	1280	3,52	3,90	1433	8,99	1258	2,05	5,62
Kösely-6	48+470 - 51+000	K_4	1,85	1280	3,28	3,55	1433	8,19	1258	1,89	5,19
Kösely-7	51+000 - 60+900	K_4	1,59	1280	2,80	3,00	1433	6,92	1258	1,59	4,37
Kösely-8	60+900*	K_4									

A hígítás megvalósíthatósága és alternatív lehetőség vizsgálata

- A továbbiakban a három vizsgált mértékadó helyzetben a **14., 15., 16 táblázatok**-ban feltüntettem a tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamokat. A hígítóvíz bevezetésére lehetőség a KFCS öntözőcsatornán keresztül adódik a 27+880 szelvényben, így ezzel csak a Kösely-1 és Kösely-2 szakaszokon lehetséges sókoncentráció csökkenést elérni.
- Alternatív lehetőségként megvizsgáltam a hígítás helyének változtatását. Eszerint a zárószelvényben (60+900-ban) történne a bevezetés a meder szállítóképességének figyelembevételével. Ehhez a tervezett belvízhozam és az összegzett számított vízhozam különbségét számítom minden szakaszra és a legkisebb érték az a mennyiség, amit a meder végig szállítani tud (**14., 15., 16 táblázatok**).
- Mértékadó helyzetek

o Július (14. táblázat)

A mérés évében mért július havi csapadékösszegekből levezetett vízhozamokból kiindulva a KFCS alatt – K_1, K_2 – megoldható a hígítás. A Kösely 3, -4, -5 szakaszokon a számított szükséges hígítással együtt a vízhozam meghaladná a meder szállító kapacitását.

Alternatív lehetőségként a táblázat utolsó két oszlopa a zárószelvényben hidraulikailag bevezethető hígítóvíz mennyiség – 2,67 m³/s – számítását és az ezzel növelt szakaszonkénti vízhozamot tartalmazza.

14. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, július

hígítóvízigény EC = 497µS/cm hígítóvíz KFCS-ből			részvízgyűjtők összegzett vízhozama+ szennyvizek	EC 07.18- án	számított hígítóvíz szükséglet 2008 július	szállító kapacitás	összes szállított víz	záró szelvényben beadható maximális hígítóvíz mennyiség	2,67 m³/s hígítóvíz a zárószelvényben
			m³/s	µS/cm	m³/s				
Kösely-1	0+000 - 11+980	K_1	2,83	800	0,20	15,9	3,03	13,07	5,50
Kösely-2	11+980 - 26+870	K_2	2,49	880	0,88	7,2	3,37	4,71	5,16
Kösely-3	26+870 - 31+210	K_3	2,33	1290	4,21	5	6,54	2,67	5,00
Kösely-4	31+210 - 43+000	K_3	2,19	1290	3,95	5	6,15	2,81	4,86
Kösely-5	43+000 - 48+470	K_4	1,99	1280	3,52	5	5,52	3,01	4,66
Kösely-6	48+470 - 51+000	K_4	1,85	1280	3,28	9,5	5,13	7,65	4,52
Kösely-7	51+000 - 60+900	K_4	1,59	1280	2,80	9,5	4,39	7,91	4,25
Kösely-8	60+900*	K_4							

* Tócsa-alsó+Dszv + Kondoros-alsó

o Október (15. táblázat)

A mérés évében mért október havi csapadékösszegekből levezetett vízhozamokból kiindulva a KFCS alatt nincs szükség hígításra, mert az EC értékek nem haladják meg az öntözővíz elvárt minőségét jellemző 780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ értéket. A KFCS fölött azonban a mederbeli vízhozam több, mint kétszeresét kellene hígítóvízként biztosítani. A mértékadó tervezett belvízhozamok a 26+800 – 48+470 szakaszon kisebbek, mint a szükséges vízszállító kapacitás.

Alternatív lehetőségként a táblázat utolsó két oszlopa a zárószelvényben hidraulikailag bevezethető hígítóvíz mennyiség – 0,53 m^3/s - számítását és az ezzel növelt szakaszonkénti vízhozamot tartalmazza.

15. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, október

hígítóvízigény EC = 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hígítóvíz KFCS-ből			részvízgyűjtők összegzett vízhozama+ szennyvizek	EC 10.13- án	számított hígítóvíz szükséglet 2008 július	szállító kapacitás	összes szállított víz	záró szelvényben beadható maximális hígítóvíz mennyiség	0,53 m^3/s hígítóvíz a zárószelv ényben
			m^3/s	$\mu\text{S}/\text{cm}$			m^3/s		
Kösely-1	0+000 - 11+980	K_1	5,95	697	nem kell	15,9	5,95	9,95	6,48
Kösely-2	11+980 - 26+870	K_2	4,93	733	nem kell	7,2	4,93	2,27	5,46
Kösely-3	26+870 - 31+210	K_3	4,47	1433	10,32	5	14,80	0,53	5,00
Kösely-4	31+210 - 43+000	K_3	4,19	1433	9,66	5	13,84	0,81	5,00
Kösely-5	43+000 - 48+470	K_4	3,90	1433	8,99	5	12,89	1,10	4,42
Kösely-6	48+470 - 51+000	K_4	3,55	1433	8,19	9,5	11,73	5,95	4,07
Kösely-7	51+000 - 60+900	K_4	3,00	1433	6,92	9,5	9,92	6,50	3,52
Kösely-8	60+900*	K_4							

Tóció-alsó+Dszv + Kondoros-alsó

o Február (16. táblázat)

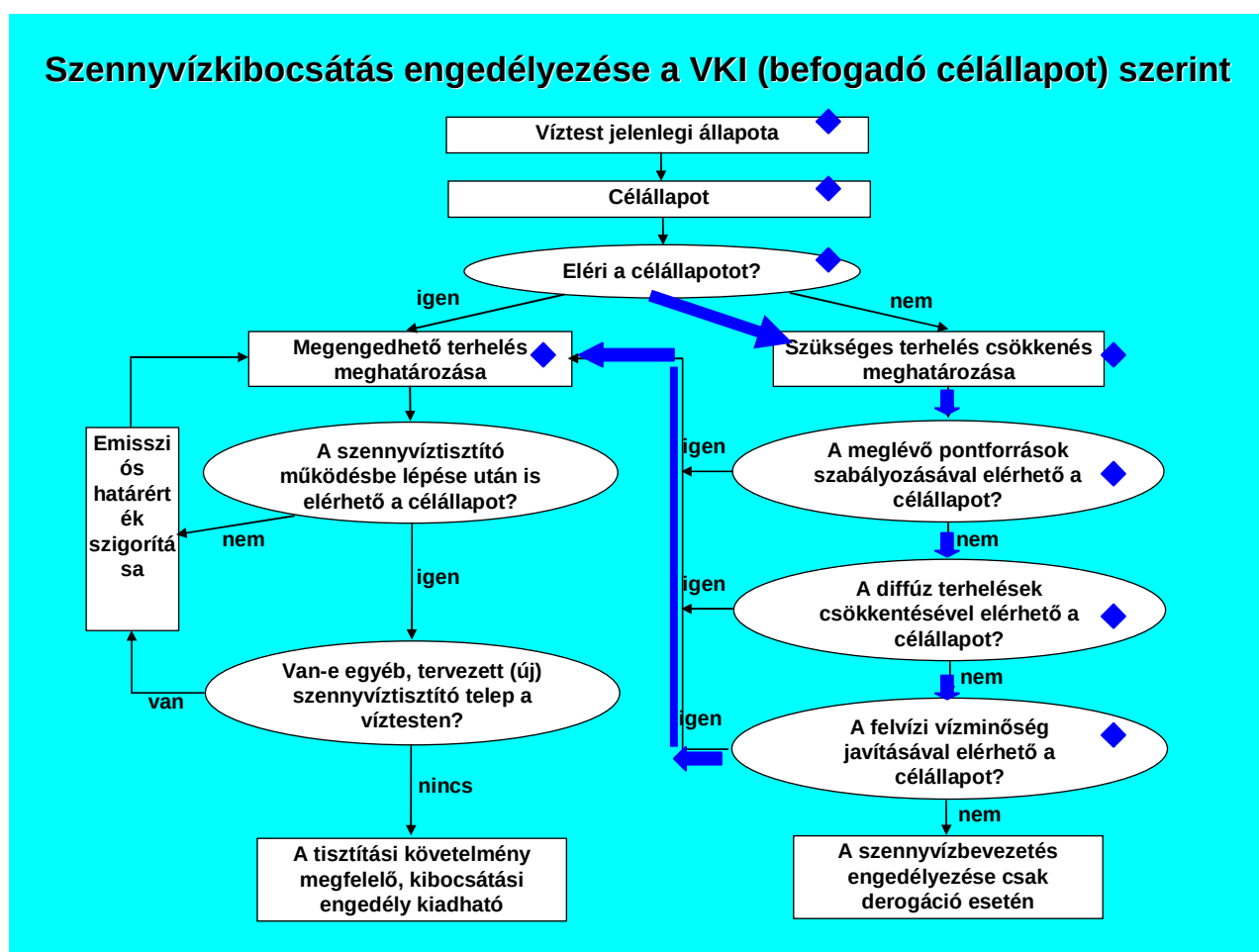
A sokéves februári csapadékösszegekből levezetett vízhozamokból kiindulva a KFCS alatt- és fölött egyaránt szükség van hígításra. Ez a kevés csapadékösszege miatt mértékadó februári állapot öntözési időszakon kívül esik, ezért ebben az esetben az MSZ 12749 szabvány szerinti jó vízminőséghez tartozó EC = 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ határértéket vettem alapul. A mértékadó tervezett belvízhozamok a Kösely-2,-3,-4,-5 szakaszokon hidraulikailag korlátozzák a hígítóvíz bevezetését.

Alternatív lehetőségként a táblázat utolsó két oszlopa a zárószelvényben hidraulikailag bevezethető hígítóvíz mennyiség – 2,58 m^3/s - számítását és az ezzel növelt szakaszonkénti vízhozamot tartalmazza.

16. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, február

hígítóvízigény EC = 497µS/cm hígítóvíz KFCS-ből			EC 02.12-én	részvízgyűjtők összegzett vízhozama +szennyvizek	számított hígítóvíz szükséglet 2008 július	szállító kapacitás	összes szállított víz	záró szelvényben beadható maximális hígítóvíz mennyiség	2,58 m ³ /s hígítóvíz a zárószelvényben
			µS/cm	m ³ /s					
Kösely-1	0+000 - 11+980	K_1	1131	2,99	6,35	15,9	9,34	12,91	5,57
Kösely-2	11+980 - 26+870	K_2	1204	2,60	6,45	7,2	9,05	4,60	5,18
Kösely-3	26+870 - 31+210	K_3	1493	2,42	9,45	5	11,87	2,58	5,00
Kösely-4	31+210 - 43+000	K_3	1493	2,26	8,84	5	11,10	2,74	4,84
Kösely-5	43+000 - 48+470	K_4	1258	2,05	5,62	5	7,67	2,95	4,63
Kösely-6	48+470 - 51+000	K_4	1258	1,89	5,19	9,5	7,08	7,61	4,47
Kösely-7	51+000 - 60+900	K_4	1258	1,59	4,37	9,5	5,96	7,91	4,17
Kösely-8	60+900*	K_4							

3.3.2.2. terhelhetőség meghatározása



29. ábra: A terhelhetőség VKI szerinti értelmezése

Céлом volt meghatározni, hogy mekkora lehet a meglévő bevezetési helyeken a terhelés, hogy hígítás nélkül jó vízminőséget biztosítsunk. Terhelésként a termálvíz kibocsátásokat vettem figyelembe egyéb adatok híján, így az eredmények értékeléskor ezt számításba kell venni. A terhelhetőség VKI szerinti értelmezése (29. ábra) alapján

végeztem a számítást. A 2.4.2.-ben foglaltak szerint a terhelhetőség a mértékadó vízhozam és a befogadó vízminőségi (immissziós) határértékének szorzata:

$$\text{terhelhetőség [g/s]} = Q \text{ [m}^3\text{/s]} \cdot C \text{ [g/ m}^3\text{]}$$

A Kösely-felső és Kösely-alsó állandó- és a Tóció alsó időszakos vízfolyások – víztestek – terhelhetőségét számolom. Öntisztulás szempontjából a Köselyben mint befogadóban a mértékadó állapot a legrosszabb hígulási viszonyokat jelentő mértékadó kisvízi-, 90%-os tartósságú 3,28 m³/s vízhozam. Sóterhelés szempontjából az öntözővíz célú felhasználásnak megfelelő vízminőség (célállapot) megegyezik a jó minőségi állapothoz tartozó EC-értékkel – 500 mg/l $\approx$ 780 μ S/cm , így nem tettem szezonális különbséget. A célállapot függ a használatától. Szóbeli közlés szerint a Kösely KFCS fölötti szakaszát 2003 óta nem használjuk öntözésre a magas sótartalom miatt.

- **Kösely-felső**

$$(2,52 + 0,27) \text{ m}^3\text{/s} \cdot 500 \text{ g/ m}^3 = 1395 \text{ g/s}$$

Itt terhelésként csak a debreceni terheléssel kell számolni. A debreceni termálvíz sókoncentrációja 5433 g/ m³ , vagyis

$$1395 \text{ g/s} / 5433 \text{ g/ m}^3 = \mathbf{0,257 \text{ m}^3\text{/s só-áram engedhető meg}}$$

A jelenlegi termálvíztermelés 616 411 m³/hónap = **0,27 m³/s**

Az anyagforgalom számítás szerint 0,257/0,27 = 0,95, vagyis **az eddigi legfeljebb 95%-ára kellene csökkenteni a debreceni termálvíztermelést.**

- **Kösely-alsó**

$$(3,28 + 0,674) \text{ m}^3\text{/s} \cdot 500 \text{ g/ m}^3 = 1977 \text{ g/s}$$

Itt terhelésként mindkét bevezetéssel számolni kell.

Feltételezve a debreceni bevezetés minimum 5%-os csökkentését, a hajdúszoboszlói termálvíz sókoncentrációjából számíthatjuk a terhelhetőséget:

$$1977 \text{ g/s} / 1554 \text{ g/ m}^3 = \mathbf{1,27 \text{ m}^3\text{/s só-áram engedhető meg}}$$

A jelenlegi termálvíztermelés 1 747 620 m³/s = 0,674 m³/s.

Az anyagforgalom számítás szerint 1,27 /0,674 = 1,88, vagyis **az eddigi hajdúszoboszlói termálvíztermelést - a várakozásnak ellentmondóan - majdnem meg lehet duplázni. Az EC-mérések azonban azt mutatják, hogy a sótartalom jóval meghaladja a határértéket**

- **Tóció**

A vizsgált vízgyűjtő szempontjából az időszakosság (KONECSNY, K.; LÁSZLÓ F.; LIEBE, P., 2006.) kérdése is felmerül. Időszakos vízfolyás a Tóció, melybe Debrecenben folyamatosan bevezetik a használt fürdővizet. Természetes „0” vízhozamú időszakokban a hígulás is „0”. Ekkor a szennyvíztisztító telep kibocsátása ($0,463 \text{ m}^3/\text{s}$) adja a mértékadó vízhozamot a mederben.

$$(0,463+0,27) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 500 \text{ g/ m}^3 = 366,5 \text{ g/s}$$

$$366,5 \text{ g/s} / 5433 \text{ g/ m}^3 = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$$

A fentebb számolt $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$ a Tóció terhelhetősége szempontjából $0,27/0,067 = 4,03$ -szorosra a megengedhetőnek, vagyis **25%-ára kellene csökkenteni a kitermelést.**

- **Szempontok a kapott eredmények értékeléséhez**

- o Adathiány

A terelhetőség pontos számításához megfelelő sűrűségű- és gyakoriságú vízhozam mérésre és megbízható vízminőség-monitoringra van szükség, mely jelenleg nem teljesül.

- o Elhanyagolt tényezők

A számítások során – elegendő adat hiányában – elhanyagoltam a termálvíz sótartalma mellett jelentkező egyéb sóáramokat, a téli útsózás, a vízfolyások háttérkoncentrációja és a kommunális szennyvíz ismeretlen sókoncentrációja okozta terheléseket. Ugyanakkor a mérleg másik oldalán is tudhatunk ismeretlen nagyságrendű terhelés-csökkentő tényezőket, pl. a kitermelt termálvízből kiváló sók, melyek a gépészeti berendezésekben okoznak gondot és leszűkítik a vezetékek keresztmetszetét.

- o Csapadékviszonyok

Itt kell az eredmények értékeléséhez szempontként megjegyezni, hogy a mérés egy-, a sokéves átlag fölötti csapadék évében történt.

- o VGT intézkedési tevé

A VGT főbb intézkedései között sorolt feladat „a termálvíz bevezetések korlátozása – folyamatos mérés mellett, ellenőrzött módon, megfelelő hígítási arány biztosítása mellett”

3.3.3. HEC-RAS futtatása és transzportfolyamatok jellemzői

A **17. táblázat**-ban található 13 vízhozam adatsort adtam meg határfeltételként, melyekből öt hígítás nélküli helyzethez tartozik, nyolc esetben pedig a fenti

alapesetekhez tartozó Q-értékeket különböző mértékű- és bevezetési helyű hígítóvízzel növeltem

- egyrészt a hígításra jelenleg igénybe vehető 26+870 szelvényben (KFCS)
- másrészt a 60+900 zárószelvényben, ami a gyakorlatban nem kivitelezhető („alternatív lehetőség”, 3.3.2.1.)

17. táblázat: A HEC-RAS-szal végzett 13 futtatás bevitt vízhozam-adatai

a Kösely vízhozama az egyes szakaszokon különböző hidrometeorológiai helyzetben, hígítással és hígítás nélkül														
vízfolyás-szakaszok	tervezett mértékadó belvízhozam	sokéves október			sokéves február				2008. július				2008. október	10 éves 90%-os
		hígítás nélkül	K 8-ban	10,14 a K 8-ban	hígítás nélkül	K 2-ben	K 2-ben	2,58 a K 8-ban	hígítás nélkül	K 2-ben	2,67 a K 8-ban	1,74 a K 2-ben	hígítás nélkül	hígítás nélkül
		részvízgyűjtők összegzett vízhozama, m ³ /s												
Kösely-1 0+000 - 11+980	15,9	5,96	6,49	16,10	2,99	4,60	13,83	5,57	2,83	3,89	5,50	4,57	5,95	3,28
Kösely-2 11+980 - 26+870	7,2	5,00	5,53	15,14	2,60	4,21	13,44	5,18	2,49	3,55	5,16	4,23	4,93	2,74
Kösely-3 26+870 - 31+210	5	4,57	5,10	14,71	2,42	2,42	2,42	5,00	2,33	2,33	5,00	2,33	4,47	2,52
Kösely-4* 31+210 - 43+000	5	4,24	4,77	14,38	2,26	2,26	2,26	4,84	2,19	2,19	4,86	2,19	4,19	2,31
Kösely-5 43+000 - 48+470	5	3,86	4,39	14,00	2,05	2,05	2,05	4,63	1,99	1,99	4,66	1,99	3,90	2,05
Kösely-6 48+470 - 51+000	9,5	3,53	4,06	13,67	1,89	1,89	1,89	4,47	1,85	1,85	4,52	1,85	3,55	1,84
Kösely-7 51+000 - 60+900	9,5	2,91	3,44	13,05	1,59	1,59	1,59	4,17	1,59	1,59	4,26	1,59	3,00	1,45
Kösely-8* 60+900		2,29	2,29	12,43	1,29	1,29	1,29	1,29	1,32	1,32	1,32	1,32	2,45	1,06
bevezetett hígítóvíz		0,53	10,14		1,61	9,23	2,58		1,06	2,67	1,74			
a futtatások sorszáma		1	1a	1b	2	2a	2c	2b	3	3a	3b	3c	4	5
* Tóó-alsó + Debrecen szennyvize + Kondoros-alsó														
** + Hajdúszoboszló szennyvize														

A táblázatban pirossal jelöltem azokat a Q-értékeket, amelyek meghaladják a csatorna szállítóképességét, vagyis a tervezett mértékadó belvízhozamot. Ezeken a szakaszokon a maximális vízszállító kapacitással számoltam a diszperziós tényezőt is.

3.3.3.1. A Hec-Ras program számított hidraulikai jellemzők

A HEC-RAS program a bevitt adatok alapján újabb hidraulikai paramétereket számol, mely lehetővé teszi többek között a szennyezőanyagok hosszirányú transzportjának leírását a vízfolyásban különböző hidrológiai- és hidraulikai peremfeltételek mellett. A HEC-RAS-szal számolt paraméterek (MELLÉKLET 8):

- **Froude szám**, mely mértékegység nélküli szám, az áramló és rohanó mozgást választja el,

$$Fr = \frac{v^2}{gh}$$

ahol v - közepes áramlási sebesség, [m/s]

h - a vízmélység [m]

g - a nehézségi gyorsulás [m · s⁻²]

miszerint: áramló a vízmozgás, ha $Fr < 1$,

rohanó a vízmozgás, ha $Fr > 1$,

kritikus a vízmozgás, ha $Fr = 1$

- v - közepes áramlási sebesség, [m/s]
- A nedvesített keresztmetszvény, [m²]
- B víztükörszélesség, [m]

3.3.3.2. hosszirányú diszperziós tényező és advektív transzport

A 3.3.3.1. szerinti paraméterekből számoltam hosszirányú diszperziós tényezőt és advektív szállítást mindegyik modellezett helyzetre (**17. táblázat**). Ezeket a számításokat a vízfolyás vízminőség védelmi szempontból fontos hidromorfológiai jellemzése céljából végeztem, leginkább egyszeri - balesetszerű - szennyezés terjedésének leírására alkalmasak.

- *FISCHER* szerint (*JOLÁNKAI et al.,1999*):

$$D_L = 0,93 \cdot 0,011 \cdot v^2 \cdot B^2 / (h \cdot u^*) \pm 50 \% \quad [m^3/s], \text{ ahol}$$

Q - vízhozam [m³/s],

v - közepes vízsebesség [m/s],

B - víztükör szélessége [m]

$u^* = (g \cdot h \cdot S)^{1/2}$, csúsztató sebesség, [m/s], ahol

S - fenékesés [m/m]

h - vízmélység [m]

A 0,93-as szorzó a foot-ról m-re történő átváltásból származik

- *MC QUIVEY-KEEFER* szerint (*JOLÁNKAI et al.,1999*):

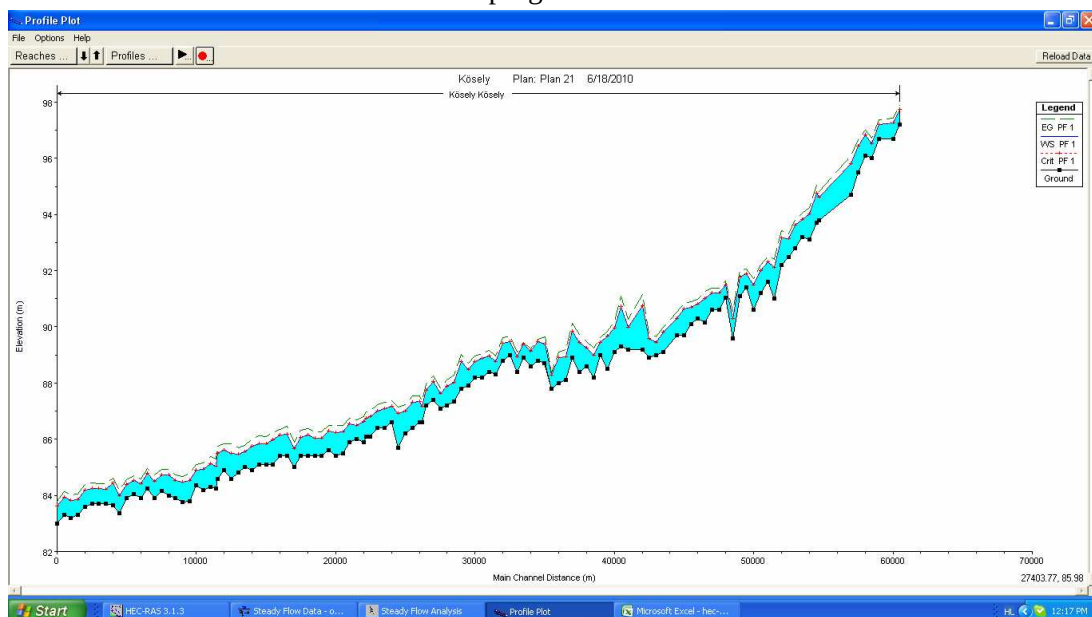
$$D_L = 0,093 \cdot 0,58 \cdot Q / (S \cdot B) \quad [m^2/s]$$

A 0,93-as szorzó a foot-ról m-re történő átváltásból származik.

- Az advektív transzportból származó levonulási időt a $t = s/v$ képlettel a középsebesség értékekből - a MELLÉKLET 8-ból 500 méterenként kiolvasható - számoltam a KFCS-től, illetve a Kösely végszelvényétől a torkolatig ahol „v” a keresztmetszvény menti középsebesség.

3.3.3.3. a HEC-RAS modell-futtatás eredményei

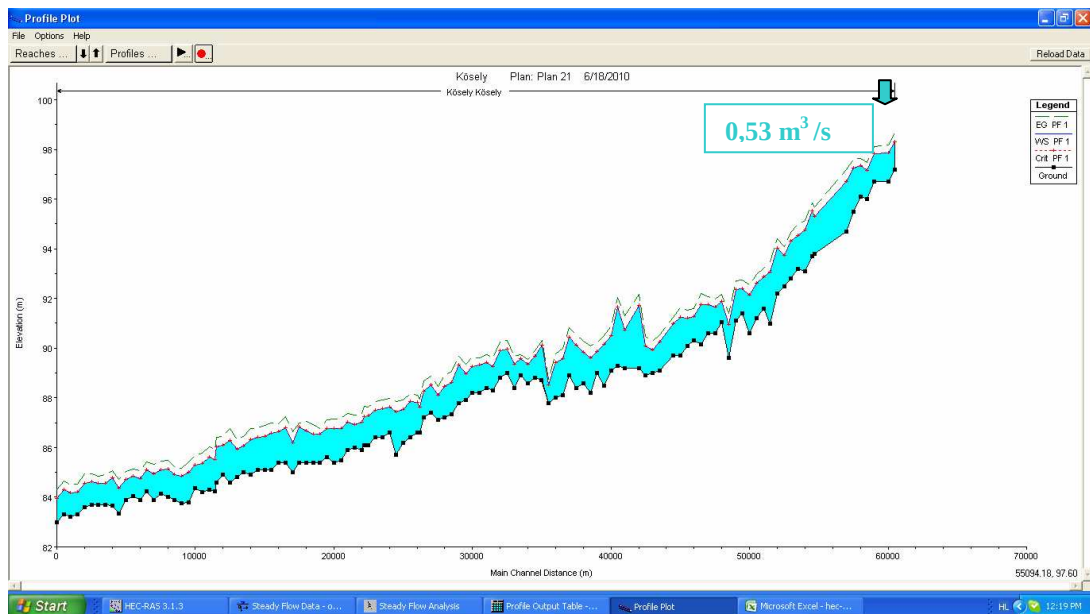
A 17. táblázat szerinti futtatások a HEC-RAS programmal:



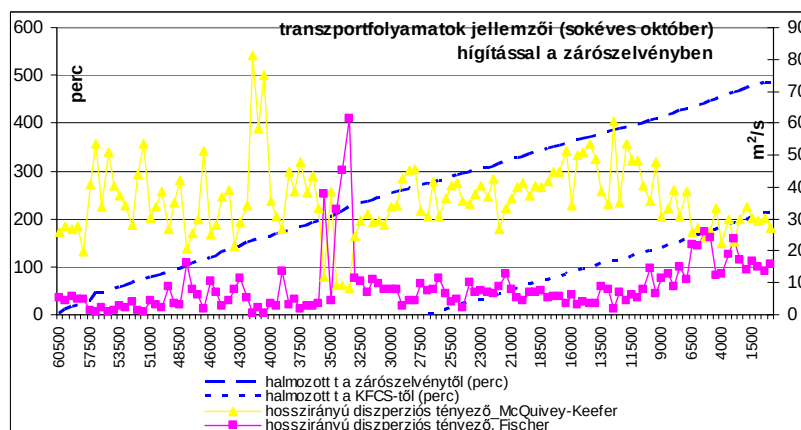
30. ábra: „1” számú futtatás: sokéves októberi csapadék alapján, hígítás nélkül

31. ábra: transzportfolyamatok ”1” futtatásából számolt jellemzői

"1"	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	56	12+500	51,6	33+500
minimum	6	33+500	0,3	41+500
átlag	32		8,2	
szórás	9		7,9	
Advektív szállítás időtartama	Záró szelvénytől 8,3 óra, KFCS-től 3,6 óra			

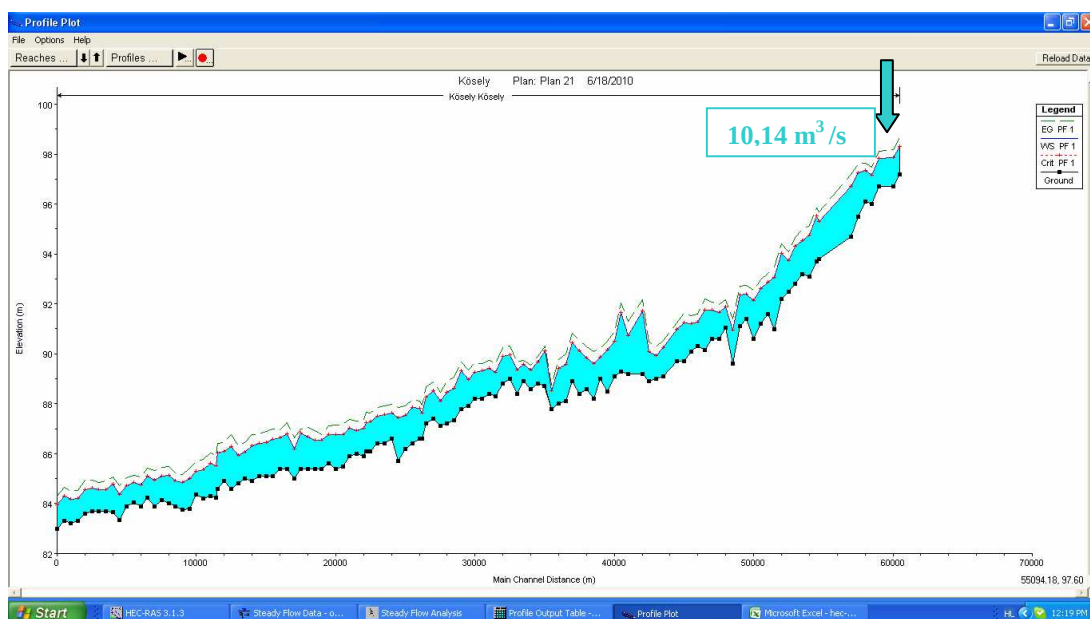


32. ábra: „1a” számú futtatás: sokéves októberi csapadék + 0,53 m³/s hígítás a zárószelvényben

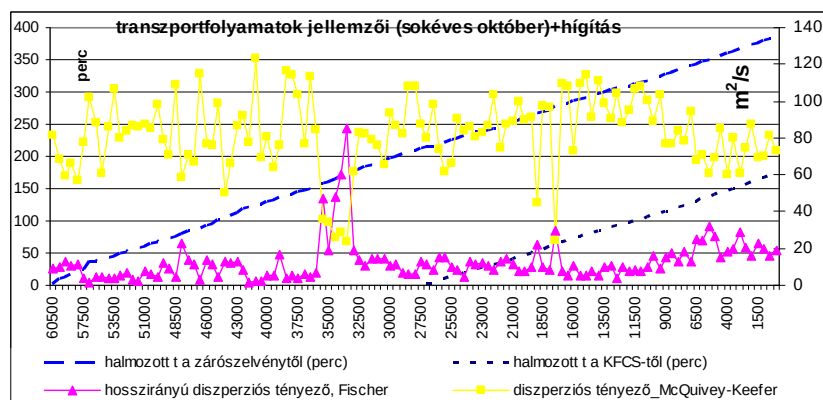


„1a”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	81	41+000 !!	61,4	33+500
minimum	8	33+500	0,5	41+500 !!
átlag	36		8,7	
szórás	11		8,8	
Advektív szállítás időtartama		Záró szelvénytől 8,7 óra, KFCS-től 3,7 óra		

33. ábra: transzportfolyamatok „1a” futtatásából számolt jellemzői

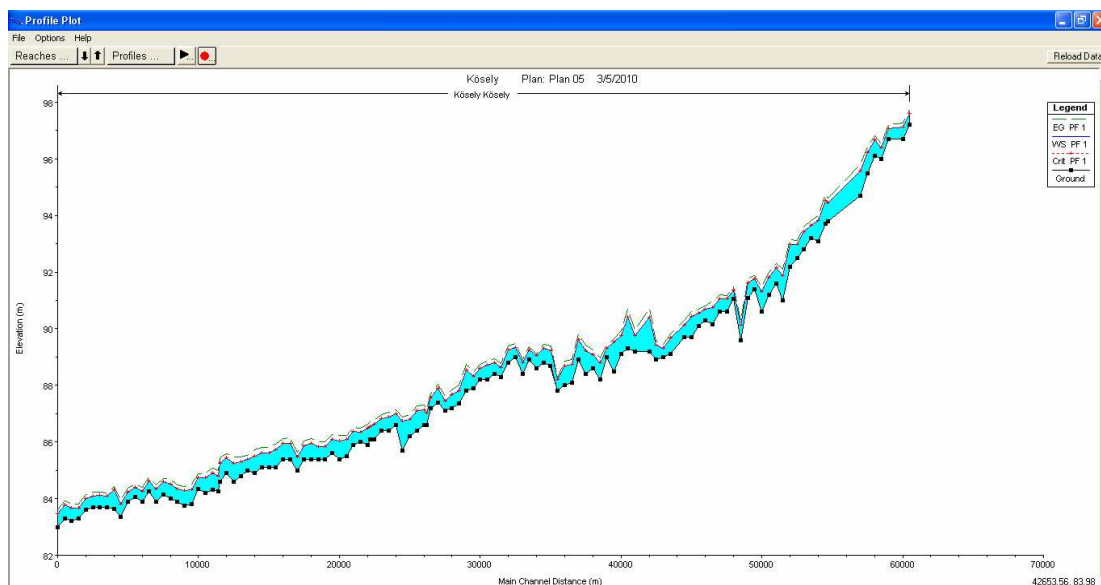


34. ábra: „1b” számú futtatás: sokéves októberi csapadék + 10,14 m³/s hígítás a zárószelvényben

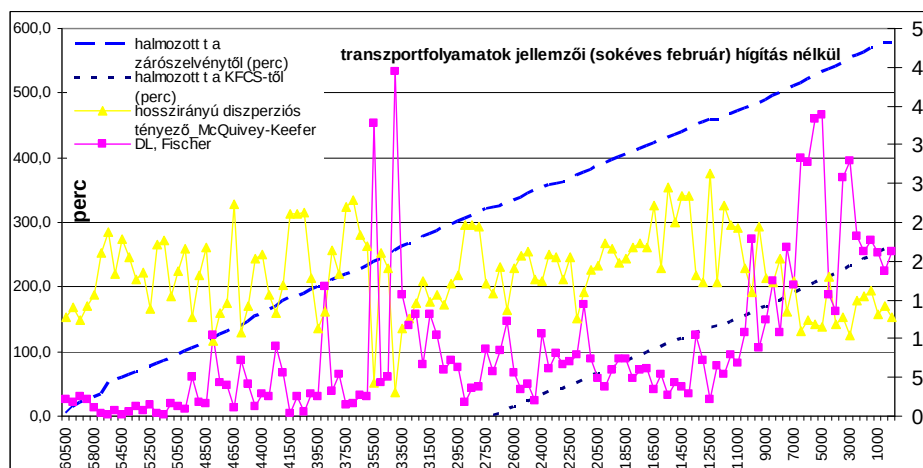


„1b”	McQuivey-Keffer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	124	41+000 !!	85	33+500
minimum	23	33+500	2	41+500 !!
átlag	82		13	
szórás	20		11	
Advektív szállítás időtartama		Záró szelvénytől 6,3 óra, KFCS-től 3 óra		

35. ábra: transzportfolyamatok „1b” futtatásából számolt jellemzői

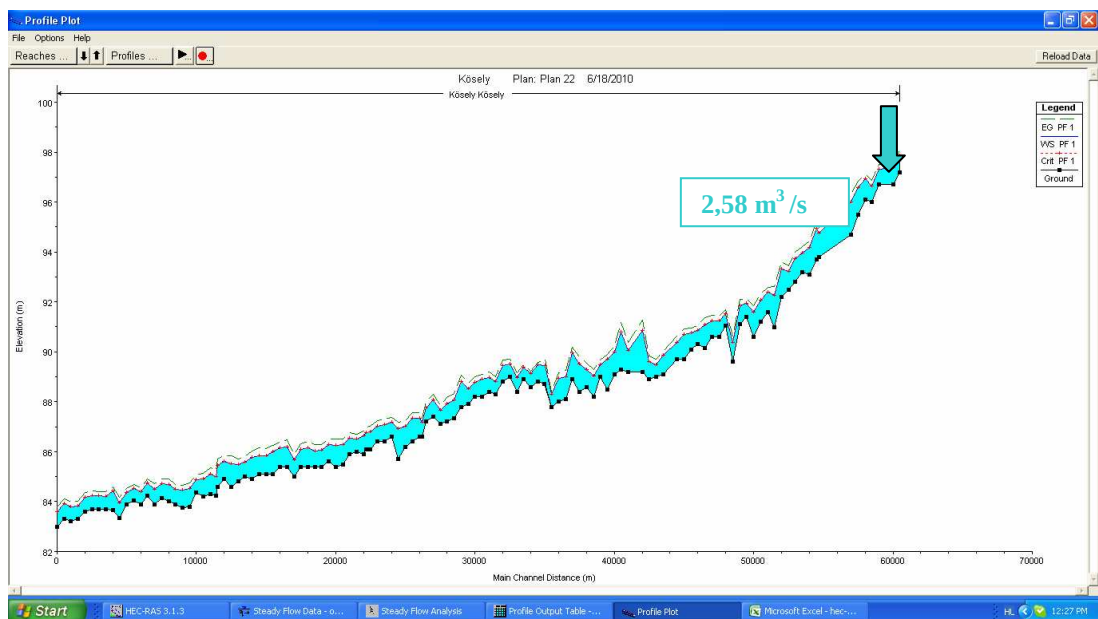


36. ábra: „2” számú futtatás: sokéves februári csapadék alapján hígítás nélkül

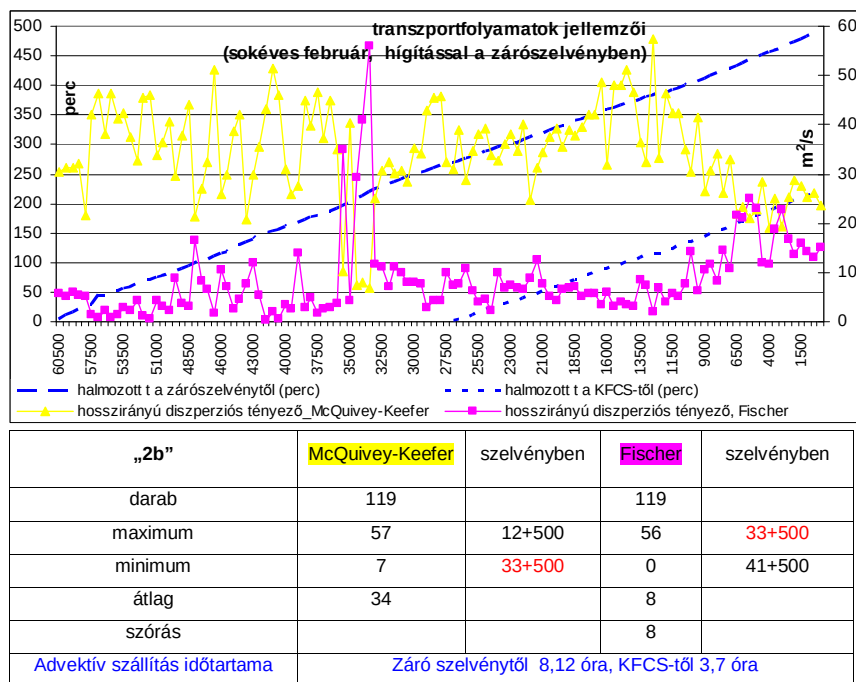


„2”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	31	12+500	45	34+000
minimum	3	34+000	0	51+500
átlag	18		9	
szórás	5		9	
Advektív szállítás időtartama	Záró szelvénytől 10 óra, KFCS-től 5 óra			

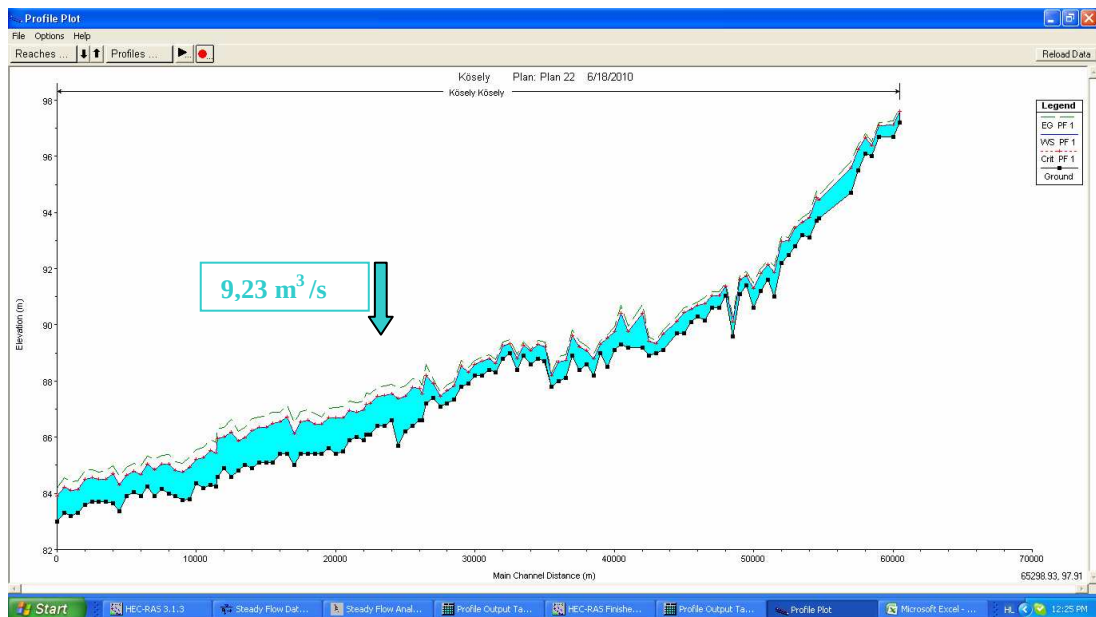
37. ábra: Transzportfolyamatok „2” futtatásából számolt jellemzői



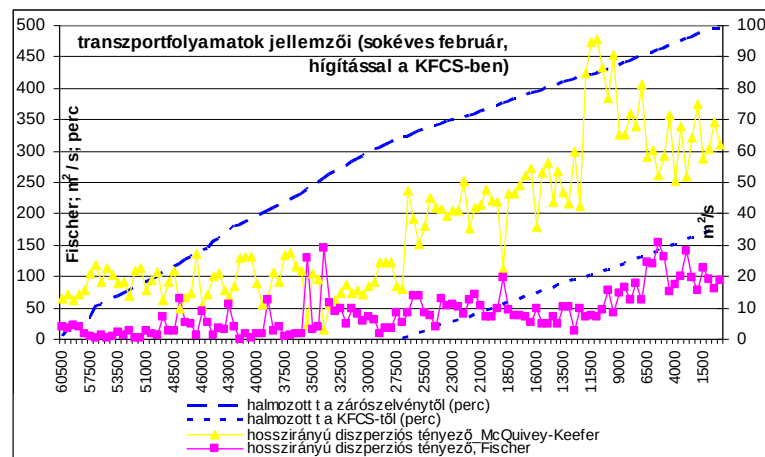
38. ábra: „2 b” számú futtatás: sokéves februári csapadék $2,58 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a zárószelvényben



39. ábra: Transzportfolyamatok „2b” futtatásából számolt jellemzői

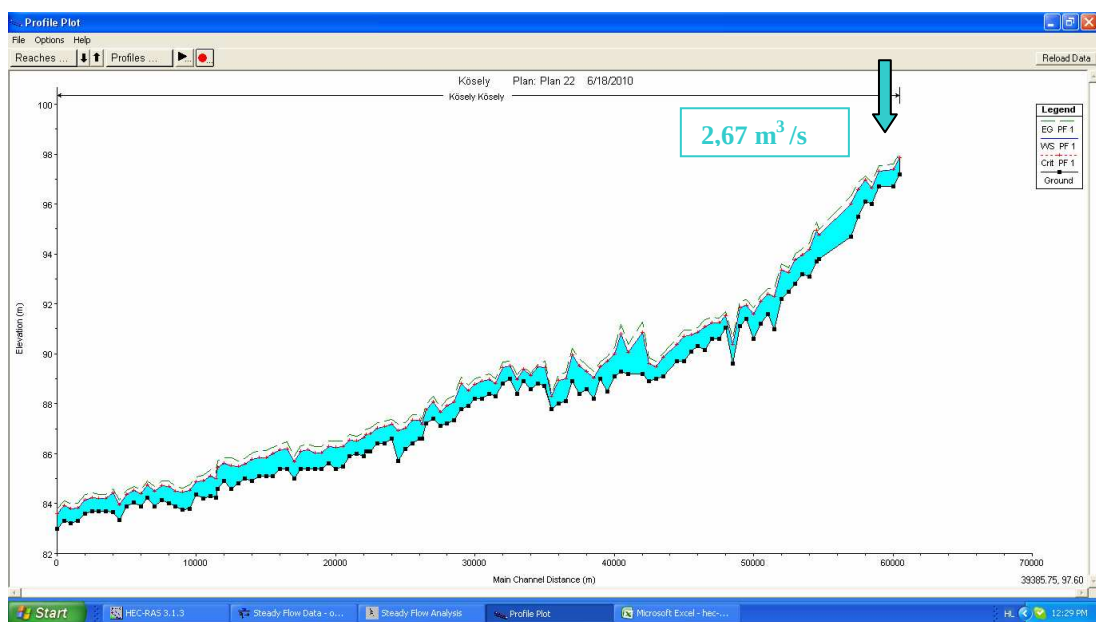


40. ábra: „2 c” számú futtatás: sokéves februári csapadék 9,23 m³/s hígítással a KFCS-ből

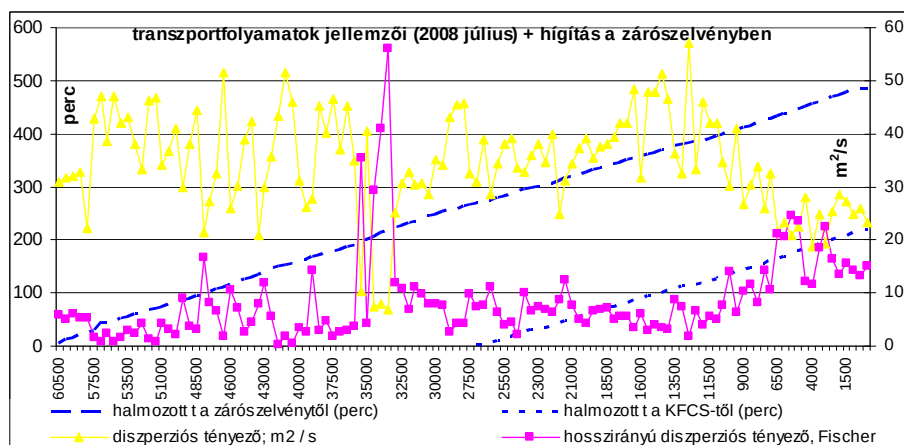


„2c”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	95	11+000	31	5+500
minimum	3	34+000	0	41+500
átlag	36		9	
szórás	22		7	
Advektív szállítás időtartama		Záró szelvénytől 8,3 óra, KFCS-től 2,8 óra		

41. ábra: Transzportfolyamatok ”2c” futtatásából számolt jellemzői

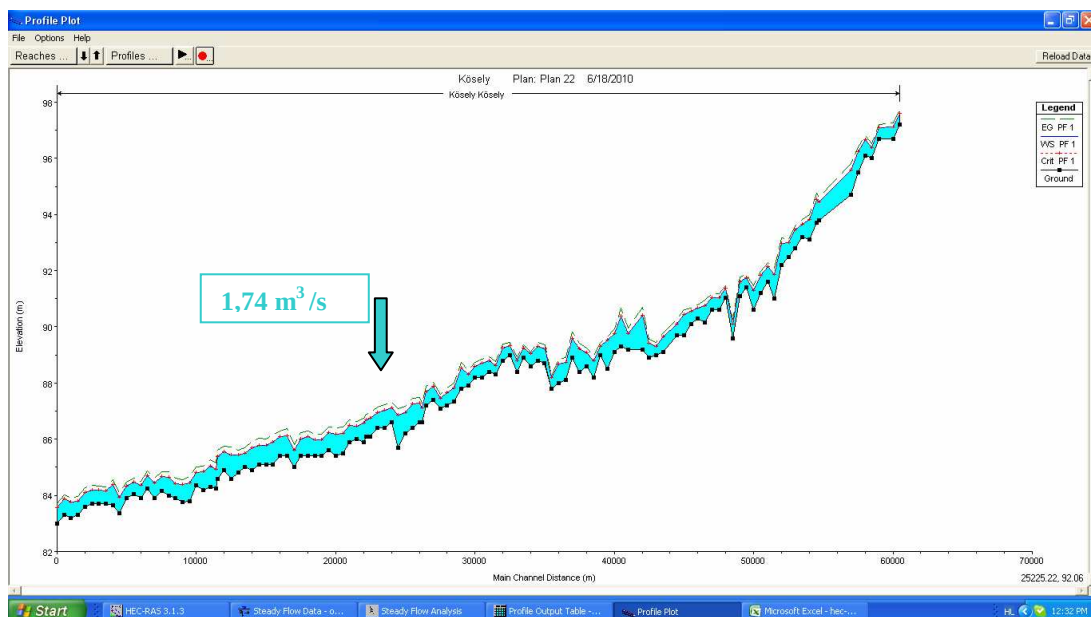


42. ábra: „3 b” számú futtatás: 2008. júliusi csapadék 2,67 m³/s hígítással a zárószelvényben

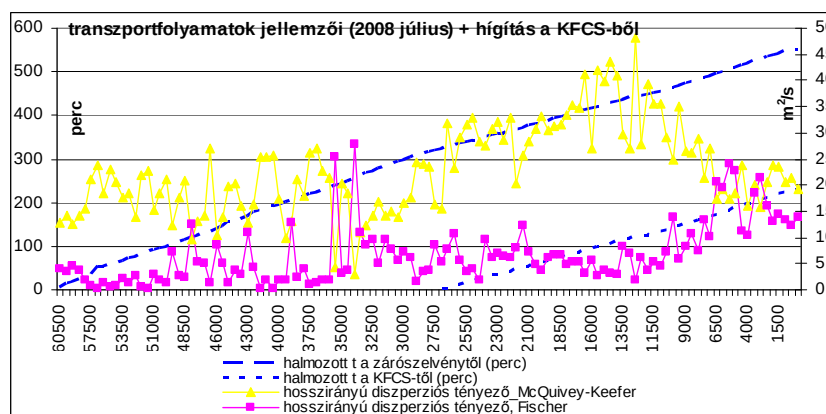


„3b”	McQuivey-Keefer I.	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	57	12+500	56	33+500
minimum	7	33+500	0	41+500
átlag	34		8	
szórás	9		8	
Advektív szállítás időtartama	Záró szelvénytől 8,3 óra, KFCS-től 4 óra			

43. ábra: Transzportfolyamatok „3b” futtatásából számolt jellemzői

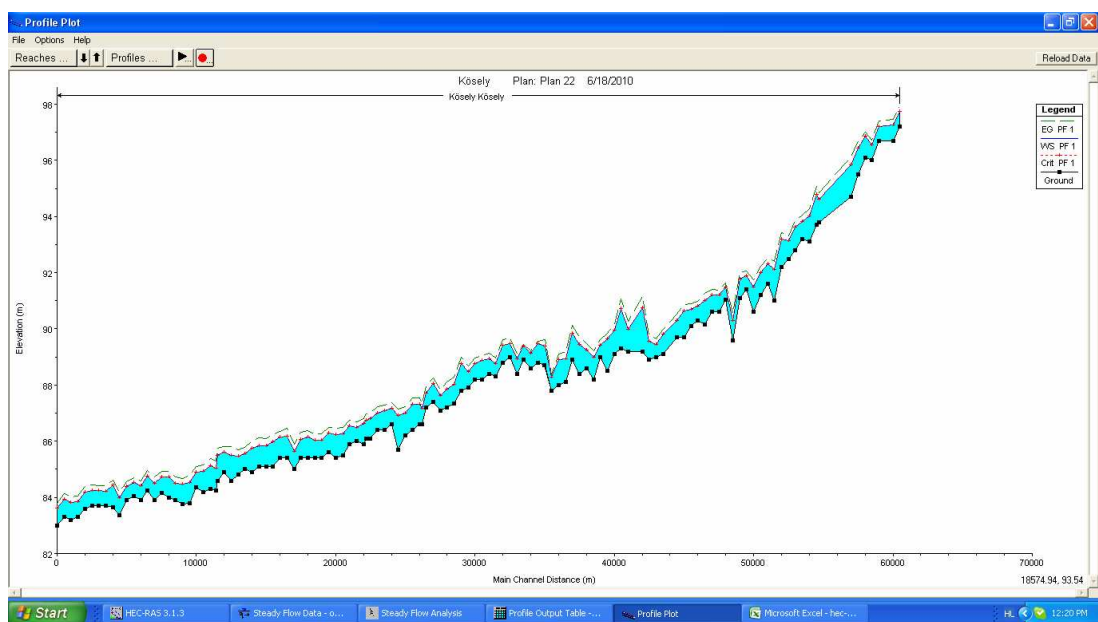


44. ábra: „3 c” számú futtatás: 2008 júliusi csapadék 1,74 m³/s hígítással a KFCS-ből

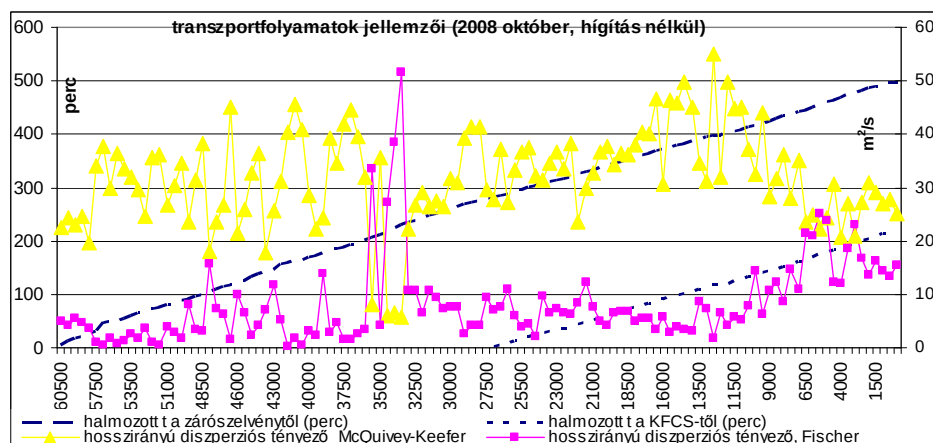


„3c”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	48	12+500	28	34+000
minimum	3	34+000	0	41+500
átlag	23		7	
szórás	8		6	
Advektív szállítás időtartama		Záró szelvénytől 9,2 óra, KFCS-től 3,8 óra		

45. ábra: Transzportfolyamatok „3c” futtatásából számolt jellemzői

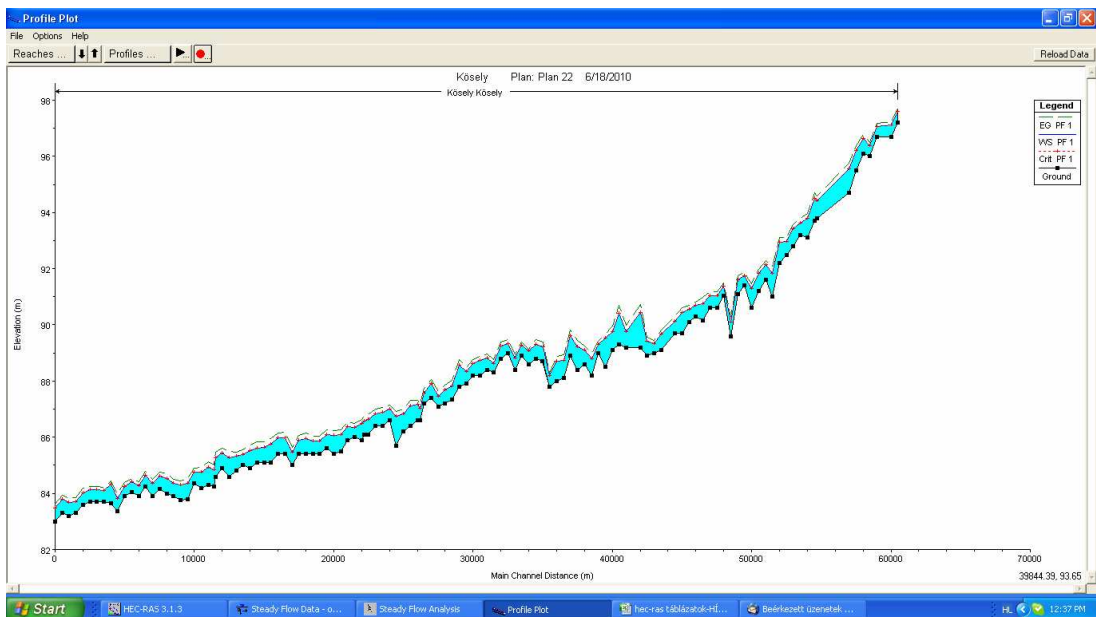


46. ábra: „4” számú futtatás: 2008 októberi csapadék hígítás nélkül

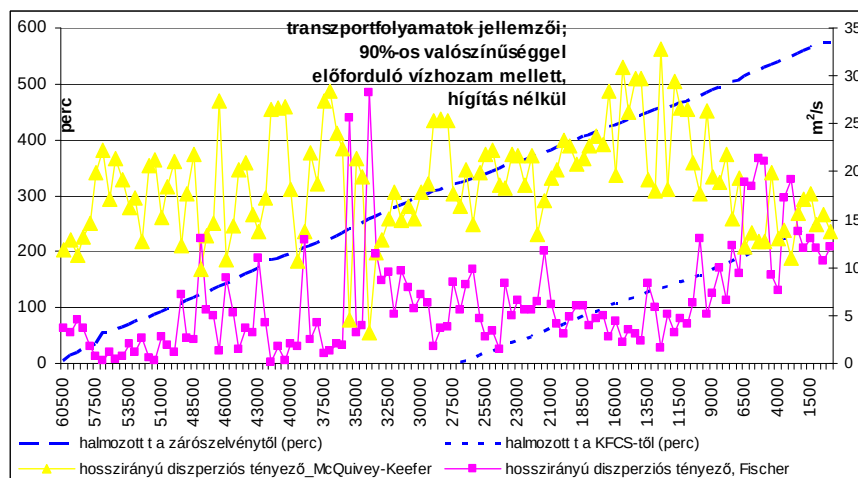


„4”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	55	12+500	51	33+500
minimum	6	33+500	0	41+500
átlag	32		8	
szórás	9		8	
Advektív szállítás időtartama	Záró szelvénytől 8,7 óra, KFCS-től 3,7 óra			

47. ábra: Transzportfolyamatok „4” futtatásából számolt jellemzői



48. ábra: „5” számú futtatás: 90 %-os valószínűséggel előforduló mértékadó vízhozam hígítás nélkül

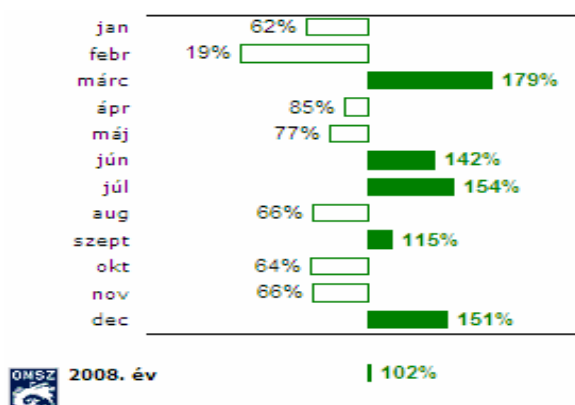


„5”	McQuivey-Keefer	szelvényben	Fischer	szelvényben
darab	119		119	
maximum	33	12+500	28	34+000
minimum	3	34+000	0	41+500
átlag	20		6	
szórás	5		5	
Advektív szállítás időtartama	Záró szelvénytől 9,8 óra, KFCS-től 4,7 óra			

49. ábra: Transzportfolyamatok „5” futtatásából számolt jellemzői

3.3.4. EC és csapadékadatok közötti összefüggés

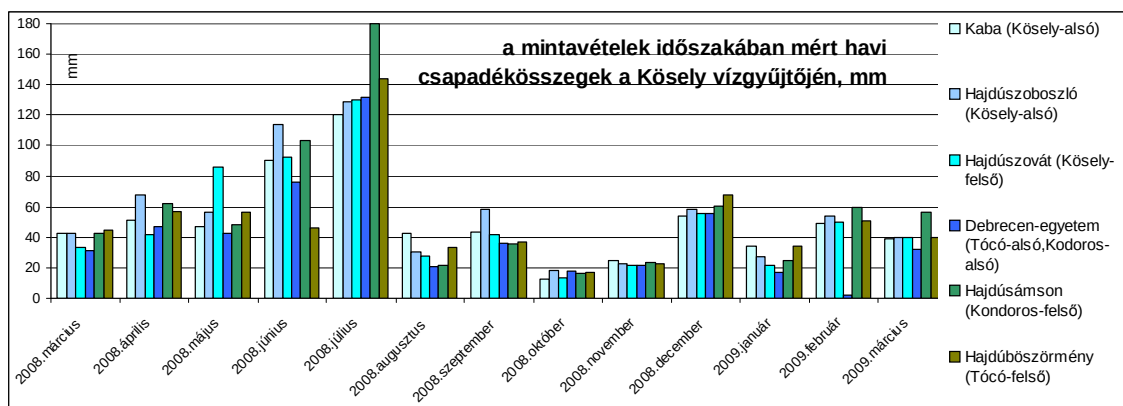
A lehulló csapadék a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb lesz, mint jelenleg (SOMLYÓDY, 2002; OMSZ, 2005). 1900-200 között a csapadékmagasság trendvonala 100 mm-t esett (VARGA *et al.*, 2003). A mérés éve 2%-kal volt csapadékosabb az 1970-2000 évek átlagához képest, kiemelkedő ebben a vonatkozásban a március, június és július (50. ábra).



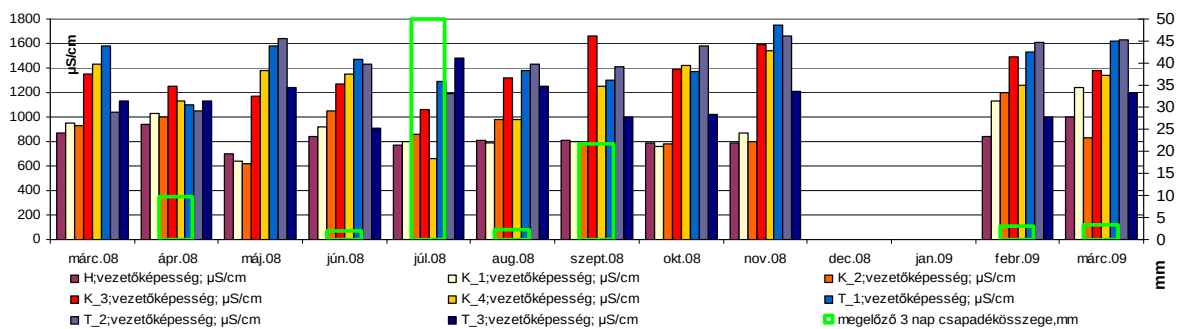
50. ábra: Havi csapadékösszegek 2008-ban az 1971-2000-es értékek százalékában (OMSZ)

A csapadék várható csökkenésével a hígító hatás romlik, aminek jelentősége a vízminőség szabályozásban különösen nagy az ún. konzervatív szennyezők esetében, különösen akkor, ha a kérdéses szennyezők tisztítással való eltávolítása nem gazdaságos megoldás.

Az egyes mintavételi helyeken mért EC-értékek elvileg arányosak a vízhozam értékekkel, ami valamilyen késleltetéssel szorosan összefügg az ott számításba vehető csapadékadatokkal (51. ábra). Ezért a mért EC - adatok és az egyes mintavételi helyek fölötti mért csapadék adatok – öt nap csapadékösszege, egy hónap csapadékösszege – közötti összefüggést keresem. A TIKÖVIZIG szóbeli közlése alapján a Kösely vízgyűjtőjén a nyári félévben 4-5-6 nap a csapadék és a mederbeli lefolyás közötti késleltetés ideje, míg a téli félévben ez több hónap is lehet. A csapadék adatok forrása a <http://www.vizadat.hu/vir/adatbank.nsf/csapadek?openform>.

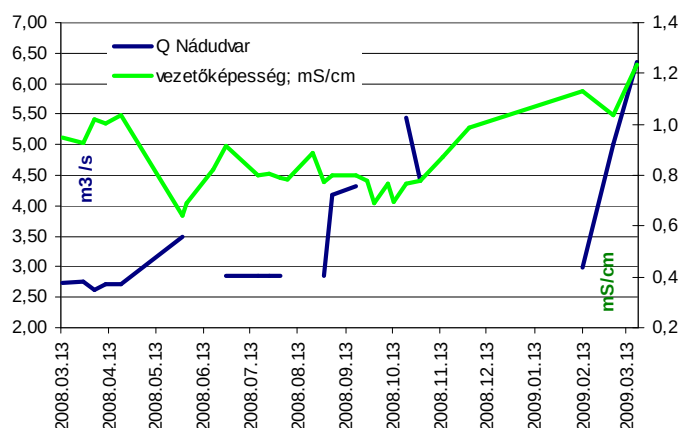


51. ábra: A mintavételek egy évben mért havi csapadékösszegek



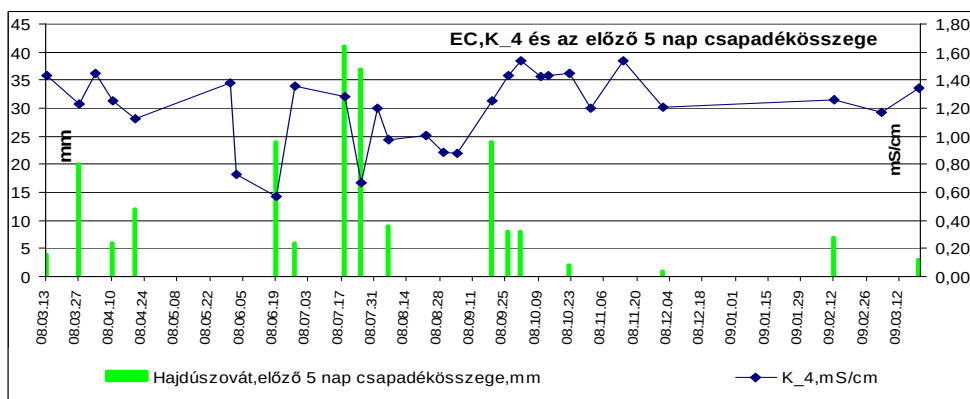
52. ábra: EC-mérést megelőző napok csapadékösszege

A vizsgált vízgyűjtőn Nádudvaron van folyamatos vízhozammérés, így ebben a keresztaszvénnyben (K_1) az egy éves EC és Q adatsorok között mutatkozó összefüggés a tényleges hígulási viszonyokat tükrözi. Egyes időszakokban - április-május, október - a hiányos adatsor ellenére is megfigyelhető az ellentétes előjelű összefüggés (53. ábra).



53. ábra: K_1 vízhozam- és EC-adatsora

Júliusi csapadékokat követő EC-értékesítés figyelhető meg K_4-ben, ugyanakkor a következő mintavétel alkalmával már nem érezhető a hígító hatás (54. ábra).



54. ábra: EC változása a megelőző öt nap csapadékösszegével a K_4 szelvényben

A mintavételi gyakoriság nem elég ahhoz, hogy a csapadék-hígulás összefüggést követhessük. A mesterséges vízkormányzás hatása ugyanakkor torzíthatja is az eredményeket. A terepi lefolyásból származó késleltetési idő az eredmények alapján nem számítható.

3.4. Só-anyagforgalom számítás a Kösely vízgyűjtő területére

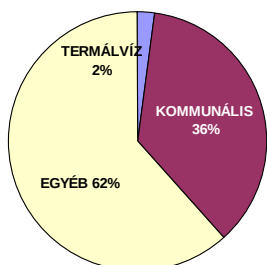
- Magyarországra vonatkozó adatok

18. táblázat: Magyarország sóforgalma, VKI jelentés alapján

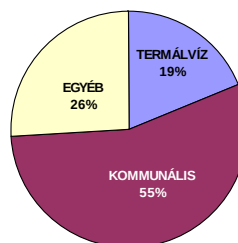
	SZENNYVÍZ millió m ³ /év	SÓ tonna/év
TERMÁLVÍZ, FÜRDŐVÍZ	33	11644
KOMMUNÁLIS	529	33683
EGYÉB	905	15949
Σ	1467	61276

Forrás: http://www.vizeink.hu/files/vizeink.hu_0580_lp_vgt_termal_2.pdf

Magyarország szennyvizeinek mennyiségi megoszlása %-ban kifejezve



a szennyvizekkel bevezetett sómennyiség megoszlása Magyarországon %-ban kifejezve



55. ábra: A 18. táblázat grafikus feldolgozása

- Országos kibocsátott termálvíz és az ezzel kibocsátott só számítása (18.táblázat, 55 ábra):

11644 t/év / 33 000 000 m³/év = 11644 kg /33000 m³ = 353 g/ m³ = **353 mg/l** az országos átlagos sókoncentráció a termálvizeinkben

- Országos kibocsátott szennyvíz és az ezzel kibocsátott só számítása (18.táblázat):

33683 t/év / 529 000 000 m³/év = 11644 kg /529 000 m³ = 64 g/ m³ = 64 mg/l az országos átlagos sókoncentráció a szennyvizekben.

- A Kösely mentén található három termálfürdő sóforgalmának számítása (19. táblázat, 56.ábra)



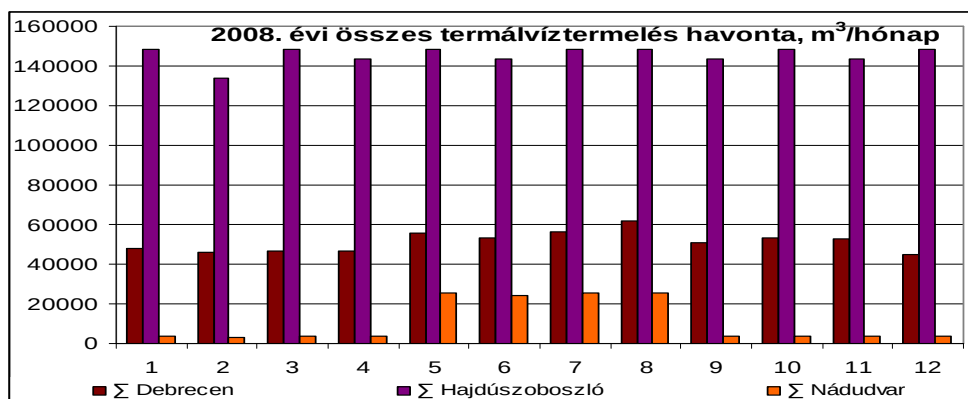
THERMAL VÍZ VEGYI ÖSSZETÉTELE CHEMISCHE VERBINDUNG DES THERMALWASSERS ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ CHEMICAL COMPOSITION OF THE THERMAL WATER			
KATIONOK KATIONEN КАТИОНЫ CATIONS	mg/l	ANIONOK ANIONEN АНИОНЫ ANIONS	mg/l
Na ⁺	1765.71	NO ₃ ⁻	—
NH ₄ ⁺	15.58	NO ₂ ⁻	—
Ca ²⁺	1280	Cl ⁻	1698.40
Mg ²⁺	6.45	Br ⁻	6.38
Fe ²⁺	0.10	J ⁻	2.11
Mn ²⁺	—	F ⁻	0.80
K	1800	SO ₄ ²⁻	2.29
ÖSSZESEN INSGESMT	1818.64	HCO ₃ ⁻	1904.04
		PO ₄ ³⁻	0.28
		ÖSSZESEN INSGESMT ИТОГО	3614.29

56. ábra: Debrecen termálvizének össz-sótartalma 5433 mg/l ≈ 7762 μS/cm.

19. táblázat: 2008. évi összes termálvíztermelés havonta, m³/hónap

2008. évi összes termálvíztermelés havonta, m ³ /hónap				összes havi felszínre hozott termálvíz m ³ /hónap
hónap	Debrecen m ³ /hónap	Hajdúszoboszló m ³ /hónap	Nádudvar m ³ /hónap	
1	47895	148428	3534	199857
2	46167	134064	3192	183423
3	46814	148428	3534	198776
4	46754	143640	3420	193814
5	55469	148428	25265	229162
6	53504	143640	24450	221594
7	56198	148428	25265	229891
8	61561	148428	25265	235254
9	50933	143640	3420	197993
10	53363	148428	3534	205325
11	52871	143640	3420	199931
12	44887	148428	3534	196849
egész évi termálvíz-kitermelés; m ³ /hónap	616 416	1 747 620	127 833	2 491 869
Súlyozott vezetőképesség, μS/cm *	7418	2973	3210	4085

* az egyes kutak kitermelése szerint változik az összesített sókoncentráció



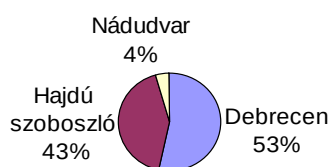
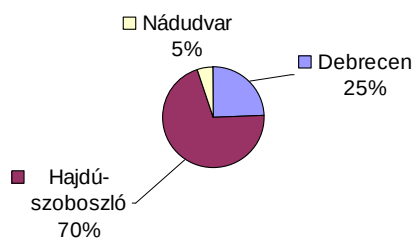
57. ábra: 2008 évi összes termálvíz kitermelés havi bontásban, m³/hónap
TIKÖVIZIG adatok alapján

20. táblázat: Termálvíztermelés és sókibocsátás településenként

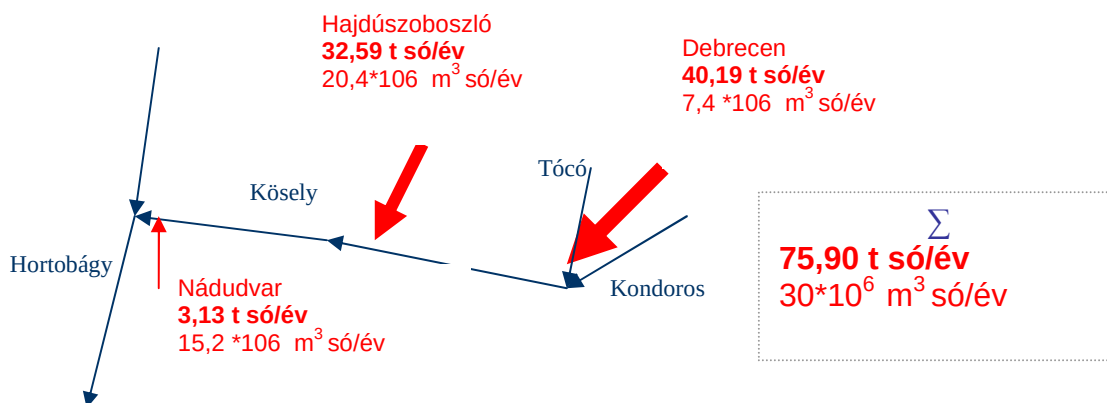
	vízhozam [l/p]	termelés 2008-ban [m ³ /hónap]	EC [μS/cm]	[mg / m ³]	Lefolyó só tömege [t/év]
Debrecen	10580	616 411	7417	5,433	40,19
Hajdúszoboszló	12151	1 747 620	2800	1,554	32,59
Nádudvar	2470	127 833	3210	2,039	3,13
Σ		2 493 415			75,90

termálvíz kitermelés megoszlása 2008-ban [m³/hónap]

sókibocsátás megoszlása 2008-ban [t/év]



58. ábra: A termálvíztermelés- és a sókibocsátás megoszlása a települések között a 20. táblázat alapján



59. ábra: A Kösely vízfolyás éves termálvíztermelése- és só-anyagforgalma a 2008. évi adatok alapján

A kisebb kitermelt termálvíz mennyiség ellenére a Debrecenből származó sóterhelés nagyobb (58. ábra, 59. , 76. ábra) a hajdúszoboszlóihoz viszonyítva.

- A Kösely vízgyűjtőjének éves vízforgalma

$$V = 1000 \cdot A \cdot q, \text{ ahol}$$

V [m³/év] az évente lefolyó víz térfogata

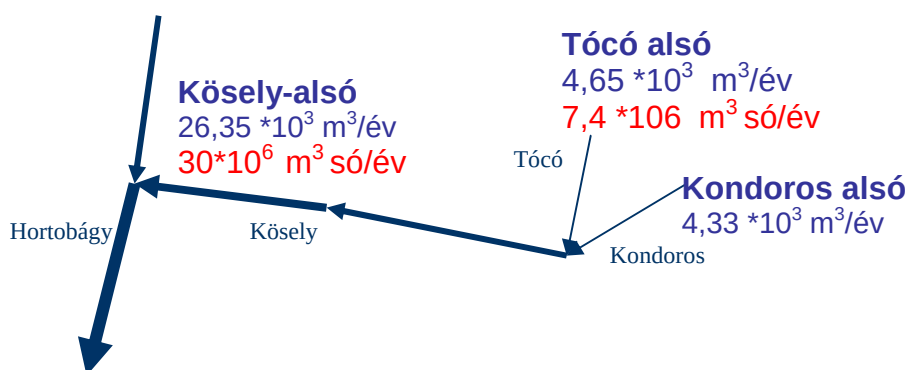
A [km²] a vízgyűjtő területe, 1061,4 km²

q [mm/év] a fajlagos lefolyás sokévi átlaga izovonalas térképe alapján (ZSUFFA, 1975) a Kösely vízgyűjtőjén 25 mm/évvel számolhatunk.

$$V = 1000 \cdot A \cdot q = 1000 \cdot 1061,4 \cdot 25 = 26\,535\,000 \text{ m}^3/\text{év}$$

21. táblázat: Részvízgyűjtők területe és az éves vízhozamuk

részvízgyűjtő	Kösely főcsatorna-alsó	Kösely főcsatorna-felső	Tócsó főcsatorna-alsó	Tócsó főcsatorna-felső	Kondoros csatorna-alsó	Kondoros csatorna-felső
Σ terület	241,04	453,8	97,42	88,61	39,3	133,84
vízhozam	6 026 000	11 345 000	2 435 500	2 215 250	982 500	3 346 000
Σ vízhozam	26 350 250	20 324 250	4 650 750	2 215 250	4 328 500	3 346 000



76. ábra: A Kösely vízfolyás éves vízhozama a sóforgalom adatokkal

4.1. Vízminőség-javítást igénylő és tovább terhelhető szakaszok

4.1.1. A mért EC érték szélsőértékei, számtani középértékei és szórással jellemzett időbeli változékonysága

A 11 mintavételi helyen egész évben végzett mérésnek részben az éven belüli változások követése volt a célja, mert a törzshálózati mérésekből csak egy - a vízgyűjtő alsó pontján található - keresztszelvényre vannak értékek. Az éven belüli változásokat két - az öntözővíz felhasználás idejéhez igazított - időszakra vetítve különböztettem meg.

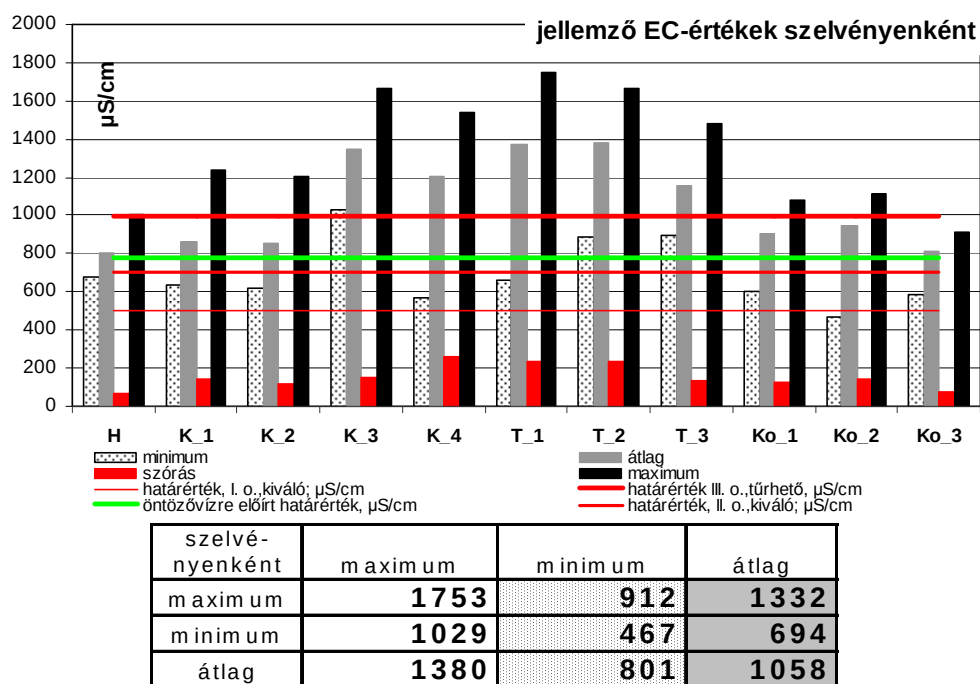
Az öntözővízre vonatkozó EC - ben kifejezett 780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ határérték az MSZ szerinti II. és III. osztálynak megfelelő EC - ben kifejezett határértékek közé esik.

Az időszakokra bontott minősítéssel egyrészt az volt a célom, hogy az egész évi adatsortól függetlenül az öntözési időszakra jellemző értékeket megismerjem, másrészt lássam, hogy az öntözési időszakra- és az egész évre vonatkozó adatsorok mennyire térnek el egymástól. Ennek érdekében a két adatsort statisztikailag elemzem szelvényenként és mintavételi naponként egyaránt.

A mintavételi naponkénti azt mutatom meg, hogy a vízgyűjtő 11 mintavételi keresztszelvényében a víz EC-értéke az egész év folyamán milyen jellemző változásokat mutat. Elsősorban az öntözési időszakra jellemző eltéréseket emelem ki az öntözővíz célú felhasználás által meghatározott minőségi elvárások miatt.

A szelvényenkénti elemzéssel azt mutatom meg, hogy a vízgyűjtőn 11 keresztszelvényben ugyanaznap vett minták mekkora eltérést mutatnak és milyen értékek jellemzőek más - csapadékosabb, vagy éppen szárazabb - napokhoz képest a terheléstől és hígulási adottságoktól függően. Ezáltal a keresztszelvények terheléssel- és hígulással kapcsolatos sajátosságait jellemzem, valamint a bevezetések fölötti szelvények – T_3, Ko_3 – adatsorának elemzésével az EC- háttérértékekre is rávilágítok.

4.1.1.1. mérés évére vonatkozó egész éves EC adatsor elemzése és kiértékelése



77. ábra: A szelvényenként mért EC értékek statisztikai elemzése

statisztikai elemzése a mérés évében

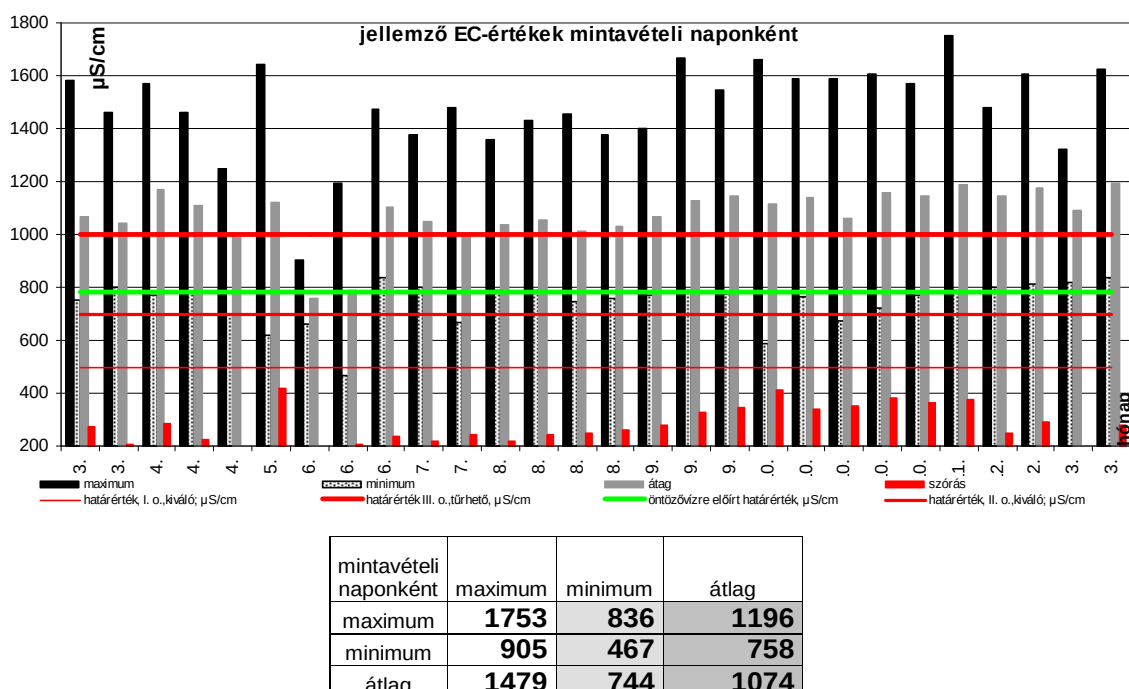
A mérés évében a Kösely KFCS fölötti szakaszán és a Tócon a legnagyobbak az EC - értékek, így a határértékektől való eltérés is ezekben a szelvényekben a legmagasabb. Az öntözővíz biztosítása érdekében a KFCS csatornán keresztül a Tisza vizével javítható a Kösely alsó szakaszának vízminősége.

A T₃ szelvényben a háttérérték meghatározása céljából végeztem méréseket. A legkisebb mért érték is meghaladja a jó vízminőséget-, illetve az öntözővízre vonatkozó határértéket. Ez a vízfolyás forrásául szolgáló talajvíz eredeti magas sókoncentrációjára utal.

A mért értékek összehasonlítása a határértékekkel:

- A tűrhetőség határát annyival lépi túl a legnagyobb mért EC - érték, mint
 - o amekkora a jó minőségű víz megengedhető legnagyobb vezetőképessége,
 - o amekkora az öntözővíz megengedhető legnagyobb vezetőképessége.
- A szelvényenkénti legnagyobb EC - értékek átlaga duplája a jó vízminőség felső határának.
- A legnagyobb értéket a Tóco alsó szakaszán, a T₁-ben mértem.
- A szelvényenkénti legkisebb EC - értékek átlaga a jó vízminőség illetve az öntözővíz minőségével szemben támasztott követelmény határán belül van.

- A szelvényenkénti átlag EC - értékek minimuma kevéssel lépi át a jó vízminőség- és az öntözővízzel szemben támasztott határértéket.
- A szelvényenkénti átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a tűrhető vízminőség határát.
- A szelvényenkénti átlagértékek meghaladják az öntözővízzel szemben támasztott határértéket.
- A legkisebb mért EC - érték a kiváló vízminőség határán belül van. Összesen egy alkalommal mértem ezen a határon belüli értéket.



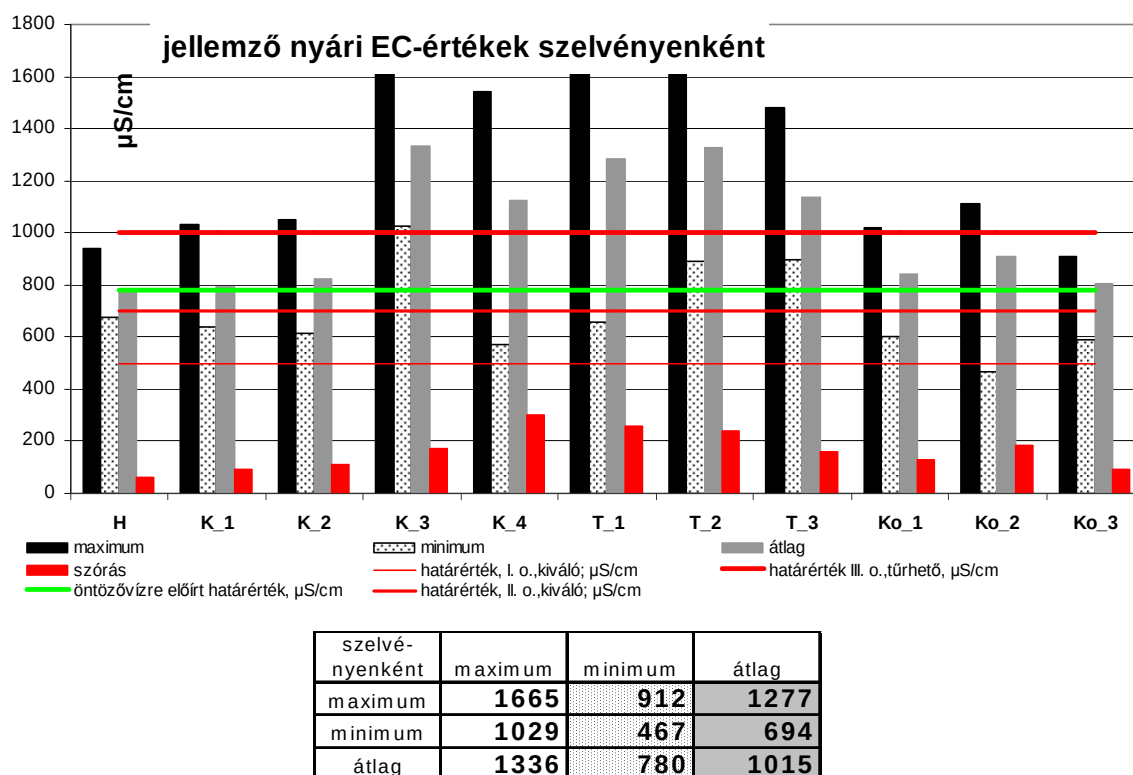
78. ábra: Huszonnyolc mintavételi napon mért EC - értékek statisztikai elemzése

A mérés évében a 9., 10., 11. hónapban a legnagyobbak az EC - értékek határértékektől való eltérése. A legnagyobb értéket novemberben mértem. A tűrhetőség határát

annyival lépi túl a legnagyobb mért EC - érték, mint

- o amekkora a jó minőségű víz legnagyobb vezetőképessége,
- o amekkora az öntözővíz legnagyobb elfogadható vezetőképessége.
- A mintavételi naponkénti legnagyobb EC - értékek átlaga másfélszerese a jó vízminőség felső határának, azt 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -rel lépi túl.
- A mintavételi naponkénti legkisebb- és átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a jó vízminőség határát.
- A mintavételi naponkénti átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a tűrhető vízminőség határát.

4.1.1.2. öntözési időnyre eső mérési adatsor elemzése és kiértékelése



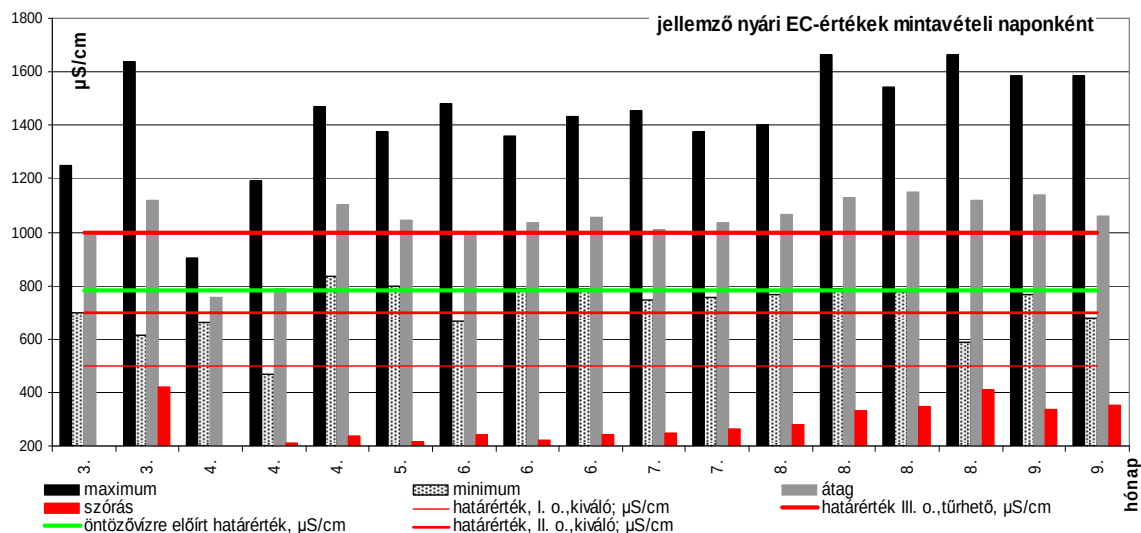
79. ábra: Öntözési időnyre eső mért EC - értékek szelvényenkénti statisztikai elemzése

Öntözési időnyben a KFCS fölött a Köselyen és a Tócon a legnagyobbak az EC - értékek, így a határértékektől való eltérés is ezekben a szelvényekben a legmagasabb.

A mért értékek összehasonlítása a határértékekkel:

- A tűrhetőség határát annyival lépi túl a szelvényenként mért legnagyobb EC – értékek közül a legnagyobb, mint
 - o amekkora a jó minőségű víz legnagyobb vezetőképessége,
 - o amekkora az öntözővíz legnagyobb elfogadható vezetőképessége
- A szelvényenkénti legnagyobb EC - értékek átlaga túllépi a tűrhető vízminőség felső határát.
- A legnagyobb értéket a Tóco alsó szakaszán, a T_1-ben mértem.
- A szelvényenkénti legkisebb EC - értékek átlaga a jó vízminőség határán belül van.
- A szelvényenkénti átlag EC - értékek minimuma kevéssel lépi túl a jó vízminőség határát és az öntözővízzel szemben támasztott követelményt.

- A szelvényenkénti átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a tűrhető vízminőség határát.
- A legkisebb - a Kondorson - mért EC - érték a kiváló vízminőség határán belül van.



mintavételi naponként	maximum	minimum	átlag
maximum	1665	836	1148
minimum	905	467	758
átlag	1434	716	1035

80. ábra: Öntözési idényre eső tizenhét mintavételi nap mért értékeinek statisztikai elemzése

Öntözési idényben a 4., 8., 9. hónapban a legnagyobbak az EC - értékek, így a határértékektől való eltérés is ezekben a hónapokban a legmagasabb. A mért értékek összehasonlítása a határértékekkel:

- A tűrhetőség határát megközelítően annyival lépi túl a legnagyobb naponta mért EC - értékek átlaga, mint
 - o amekkora a jó minőségű víz legnagyobb vezetőképessége,
 - o amekkora az öntözővíz legnagyobb elfogadható vezetőképessége.
- A mintavételi naponkénti legnagyobb EC - értékek átlaga meghaladja a tűrhető vízminőség határát. A legnagyobb értéket augusztusban mértem.
- A mintavételi naponkénti legkisebb EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a jó vízminőség határát.
- A mintavételi naponkénti átlag EC - értékek minimuma kevéssé lépi túl a jó vízminőség határát.

- A mintavételi naponkénti átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a tűrhető vízminőség határát.
- A legkisebb mért EC - érték a kiváló vízminőség határán belül van. Összesen egy alkalommal - júniusban - mértem ezen a határon belüli értéket.

Összegzésként az alábbi megállapítások tehetők:

- A T_3 szelvényben az öntözési idényben és az egész évben mért legkisebb érték is meghaladja a jó vízminőségre-, illetve az öntözővízre vonatkozó határértéket.
- A mintavételi naponkénti- és szelvényenkénti átlag EC - értékek átlaga kevéssé lépi túl a tűrhető vízminőség határát.
- A mintavételi naponkénti- és szelvényenkénti legkisebb EC - értékek átlaga a jó vízminőség határa körüli érték.
- A mintavételi naponkénti- és szelvényenkénti legnagyobb EC - értékek maximuma duplája a jó vízminőség határértékének
- A 2008-ban – egy a sokéves átlagnál csapadékosabb évben – mért EC-értékek alapján hígítás – és egyéb vízminőség-javító beavatkozás – nélkül a Köselyen és mellékágain egész évben csak a Kondoroson található az öntözővízzel szemben támasztott követelményeknek megfelelő – egyben a „jó” minősítésnek közel megfelelő – sótartalmú felszíni víz. Ezt a korábbi törzshálózati- és egyéb alkalmi mérési eredmények is alátámasztják.
- A 2008 évi EC-mérések alapján a KFCS-ből történő hígítással csak a Kösely KFCS alatti szakasza tehető öntözésre alkalmassá - illetve a „jó” minősítéshez közelítő sótartalmúvá.
- A Kösely zárószelvényében alkalmazott - most csak elvileg elképzelhető - hígítás esetén a szükséges mértékű hígítóvizet a meder nem képes bővítés nélkül szállítani.
- A Tóció só háttér koncentrációja az egy éves mérésorozatom, valamint a korábbi törzshálózati- és alkalmi hatósági mérések- szerint is meghaladják a 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ értéket. Ez indokoltá teheti egyedi határérték megállapítását.

4.1.2. HÍGÍTÁST IGÉNYLŐ SZAKASZOK

megvalósítható hígítás

A megvalósítható hígítás a KFCS-n keresztül a Kösely alsó harmadára lehet hatással, ezért az alábbiakban számítom a mértékadó időszakokban az ezen felül jelentkező hígítási igényt. Ebből a hígítóvíz - igényből annyit pótolok – elvi-, egyelőre fiktív lehetőségként – a 60+900 zárószelvényben, a Tóció és a Kondoros összefolyásánál, amennyit a meder szállítani képes a mértékadó – legkisebb nedvesített keresztmetszvényű – szakaszon a TIKÖVIZIG által megadott mértékadó belvízhozam mértékéig.

A mért EC - értékek-, a megengedett EC - értékek és a hígítással elérhető EC - értékek alapján meghatározom a fiktív hígítást követően is vízminőség javítást igénylő-, valamint a tovább terhelhető szakaszokat.

A mért EC - értékek- és a jó vízminőségnek-, illetve az öntözővízre megengedett EC - értékek alapján először számítom a KFCS-ből megoldható hígítás után várható fajlagos elektromos vezetőképesség értékeit a Kösely egyes szakaszain. A hígítóvíz-bevezetés alatti befogadóbeli sókoncentrációt az anyagmegmaradás elve alapján számíthatjuk:

$$EC_{\Sigma} = (EC_h * Q_h + EC_m * Q_m) / (Q_h + Q_m), \text{ ahol}$$

EC_{Σ} - a befogadó fajlagos elektromos vezetőképessége a bevezetés alatt, $\mu S/cm$

EC_h - a hígításhoz használt víz fajlagos elektromos vezetőképessége, $497 \mu S/cm$

EC_m - a befogadó bevezetés fölötti mért fajlagos elektromos vezetőképessége, $\mu S/cm$

Q_h - a hígításhoz használt víz hozama, m^3/s

Q_m - a befogadó bevezetés fölötti mért hozama, m^3/s

Az alábbiakban ismertetem a szakaszonként szükséges hígítás mértékét, a szakaszonként bevezethető - a mederszelvény szállítóképességének megfelelő hígítóvíz mennyiséget és ennek a zárószelvénybeli bevezetését követő - feltételeken kialakult EC – értékekből számított hígítóvízhiányt (22. táblázat, 81.-84. ábra).

22. táblázat: Hígítóvíz-hiány a zárószelvényben történő „alternatív” hígítóvíz bevezetés esetén

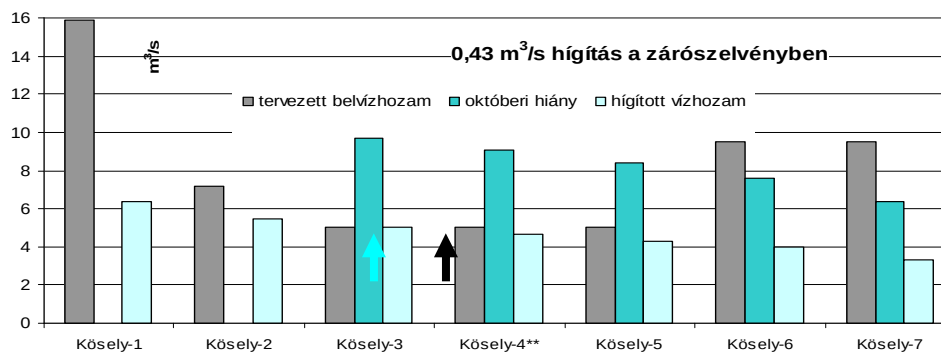
	sokéves (=) 2008 évi október				2008 évi július				sokéves február				10%-os valószínűségű Q és átlag nyári EC			
	m^3/s				m^3/s				m^3/s				m^3/s			
	hígítás nélküli	szükséges hígítás	bevezetendő 60+900	hiány	hígítás nélküli	szükséges hígítás	bevezetendő 60+900	hiány	hígítás nélküli	szükséges hígítás	bevezetendő 60+900	hiány	hígítás nélküli	szükséges hígítás	bevezetendő 60+900	hiány
Kösely-1	5,96				2,83	0,2	13,07		2,99	6,2	12,91	3,62	3,28	0,2	12,62	
Kösely-2	5				2,49	0,86	4,71		2,6	2,29	4,6		2,74	0,4	4,46	
Kösely-3	4,57	10,14	0,43	9,71	2,33	4,13	2,67	1,46	2,42	9,23	2,58	6,65	2,52	4,1	2,48	1,6
Kösely-4**	4,24	9,49	0,76	9,06	2,19	3,89	2,81	1,22	2,26	8,63	2,74	6,05	2,31	3,7	2,69	1,2
Kösely-5	3,86	8,83	1,14	8,4	1,99	3,46	3,01	0,79	2,05	5,49	2,95	2,91	2,05	2,1	2,95	
Kösely-6	3,53	8,04	5,97	7,61	1,85	3,22	7,65	0,55	1,89	5,06	7,61	2,48	1,84	1,9	7,66	
Kösely-7	2,91	6,8	6,59	6,37	1,59	2,75	7,91	0,08	1,59	4,26	7,91	1,68	1,45	1,5	8,05	

szakasz	hossz, m	tervezett belvízhozam, m ³ /s
Kösely-1	0+000 - 11+980	11980
Kösely-2	11+980 - 26+870	14890
Kösely-3	26+870 - 31+210	4340
Kösely-4**	31+210 - 43+000	11790
Kösely-5	43+000 - 48+470	5470
Kösely-6	48+470 - 51+000	2530
Kösely-7*	51+000 - 60+900	9900

*Tócsó-alsó+Dszv + Kondoros-al

60900

** +Hajdúszoboszló szennyvize



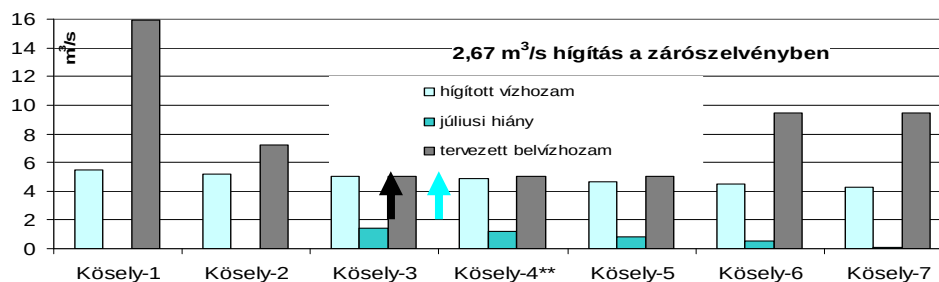
81. ábra: szakaszonkénti októberi hígítóvíz -hiány

Október – 0,43 m³/s (81. ábra)

A 3. szakasz - 26+870 - 31+210 – szállítóképessége határoolja be a bevezethető hígítóvíz mennyiségét. Efölött vannak a hígítóvíz-hiányt mutató vízfolyás-szakaszok. A 3.-4.-5. (21,6 km hosszú) szakaszokon a tervezett vízhozamot meghaladó hígítóvízhiányt számoltam, a 3.-4.-5.-6.-7. (34 km hosszú) szakaszokon a hígított vízhozam kétszeresének megfelelő hígítóvízhiány jelentkezik.

A KFCS alatti 1.-2. (27 km hosszú) szakaszok tovább terhelhetők.

A havi csapadékmennyiségek sokéves átlagértékei alapján októberben alig több, mint a júniusi eső fele esik a vízgyűjtőn, szeptemberben valamivel több. Ez láthatóan kevés hígulást biztosít - bár a lefolyás késleltetésére vonatkozóan nincs adatom. A mérés évében az október volt a legszárazabb hónap, a szeptemberi csapadékmagasság a sokéves átlagnak megfelelt (1. MELLÉKLET).



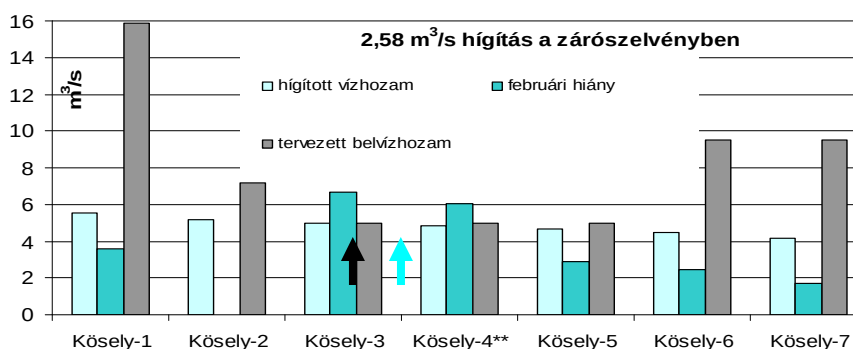
82. ábra: szakaszonkénti júliusi hígítóvíz-hiány

Július – 0,43 m³/s (82. ábra)

A 3. szakasz - 26+870 - 31+210 – szállítóképessége határolja be a bevezethető hígítóvíz mennyiségét. Efölött a 3.-4.-5.-6.-7. (34 km hosszú) szakaszokon mutatkozik jelentéktelen - 1 m³/s körüli - hígítóvíz-hiány.

A KFCS alatti 1.-2. (27 km hosszú) szakaszok tovább terhelhetők.

A havi csapadékmennyiségek sokéves átlagértékei alapján júniusban esik a vízgyűjtőn a legtöbb eső. Az ezt követő hónapban ez láthatóan megfelelő hígulást biztosít - bár a lefolyás késleltetésére vonatkozóan nincs adatom. A mérés évében júliusban a sokéves átlag csapadékmagasság több, mint másfélszerese esett. Ez a tény arra utal, hogy kevésbé csapadékos évben - ha a sokéves átlag alatti eső esik - a júliusi vízminőség is rosszabb lesz (1. MELLÉKLET).



83. ábra: szakaszonkénti februári hígítóvíz-hiány

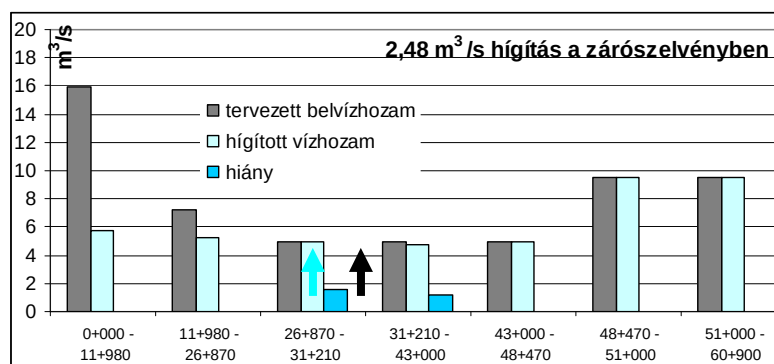
február – 2,58 m³/s (83. ábra)

A 3. szakasz - 26+870 - 31+210 – szállítóképessége határolja be a bevezethető hígítóvíz mennyiségét. A 2. (15 km hosszú) szakasz kivételével hígítóvíz-hiány

mutatkozik az egész vízfolyáson. A 3.-4.-5. (21,6 km hosszú) szakaszokon a tervezett vízhozamot és a hígított vízhozamot is meghaladó hígítóvízhiányt számoltam.

A KFCS alatti 1. (12 km hosszú) szakasz tovább terhelhető.

A havi csapadékmennyiségek sokéves átlagértékei alapján februárban hullik a legkevesebb csapadék a vízgyűjtőn, januárban valamivel több. Ez láthatóan kevés hígulást biztosít - bár a lefolyás késleltetésére vonatkozóan nincs adatom. A mérés évében az október volt a legszárazabb hónap, a szeptemberi csapadékmagasság a sokéves átlagnak megfelelt (1. MELLÉKLET).



84. ábra: szakaszonkénti kisvízi hígítóvíz-hiány

kisvíz – 2,48 m³/s (84. ábra)

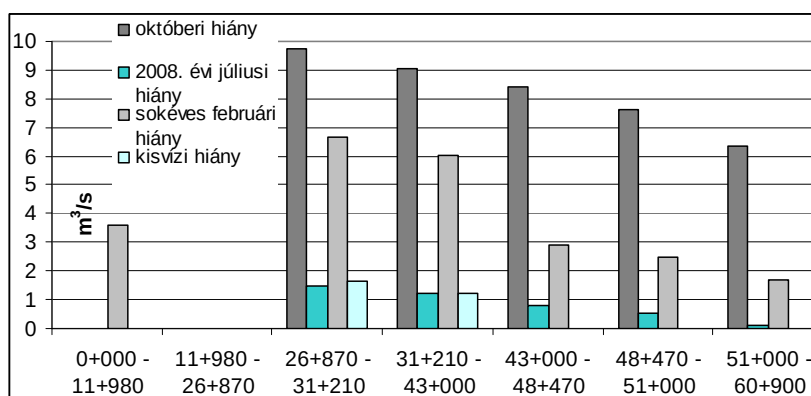
A 3. szakasz – 26+870 - 31+210 – szállítóképessége határolja be a bevezethető hígítóvíz mennyiségét. Efölött a 3.-4. (16,1 km hosszú) szakaszon mutatkozik jelentéktelen – 1,5-2,0 m³/s körüli – hígítóvíz-hiány.

Az efölötti – 5.-6.-7. – és a KFCS alatti 1.-2. szakaszok (27 km hosszú szakasz) tovább terhelhetők.

ÖSSZEGZETT MEGÁLLAPÍTÁSAIM

- A Kösely vízgyűjtőjén beavatkozás nélkül csak a Kondoroson és a Kösely KFCS alatti szakaszán található öntözésre alkalmas víz.
- A mérés évében mért havi csapadékösszegek és a sokéves havi csapadékösszegek alapján kiválasztott mértékadó időszakokban csak a KFCS alatt és csak hígítással biztosítható öntözéshez megfelelő minőségű víz a Köselyből.

- A KFCS fölött nem áll rendelkezésre hígításra alkalmas felszíni vízkészlet és, ha ez a feltétel teljesülne, a legtöbb szakaszon a szükséges hígítóvíz- mennyiséggel együtt a mederbeli vízhozam meghaladná a Kösely vízszállító képességét.
- Az „alternatív” – zárószelvényben történő hígítás esetében júliusban és kisvíz idején jelentős szakaszokon biztosítható a megfelelő-, vagy ahhoz közelítő vízminőség (85. ábra).
- Az „alternatív” – zárószelvényben történő hígítás esetében októberben a Kösely 3.-4.- 5. szakaszain, 22 km-en a mértékadó belvízhozamot és a hígítóvízzel növelt vízhozamot is meghaladó a hiányzó mennyiség; a 3.-4.-5.-6.-7. szakaszokon, 34 km-en jelentős - $8 \text{ m}^3/\text{s}$ - ot meghaladó - a hígítóvíz hiány, vagyis hidraulikai korlátok miatt ezen a szakaszon pusztán hígítással nem tudjuk biztosítani a megfelelő vízminőséget ;
- Az „alternatív” – zárószelvényben történő hígítás esetében júliusban 24 km hosszon csekély, $1\text{-}2 \text{ m}^3/\text{s}$ körüli hígítóvíz-hiány jelentkezik a keresztaszelvények szállítóképességének kihasználásával a zárószelvényben bevezetett $2,67 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítóvízen kívül, vagyis hidraulikai korlátok miatt ezen a szakaszon csak hígítással nem tudjuk biztosítani a megfelelő vízminőséget
- Az „alternatív” – zárószelvényben történő hígítás esetében kisvízi időszakban a legtöbb szakaszon megfelelő vízminőséget lehet biztosítani; a 3.-4. szakaszokon, 16,1 km hosszon jelentkezik jelentéktelen, $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ körüli hígítóvíz hiány
- Az „alternatív” – zárószelvényben történő hígítás esetében februárban $2\text{-}7 \text{ m}^3/\text{s}$ közötti hígítóvíz-hiány jelentkezik a keresztaszelvények nyújtotta lehetőségek kihasználásával a zárószelvényben bevezetett $2,58 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítóvízen kívül, vagyis hidraulikai korlátok miatt ezen a szakaszon csak hígítással nem tudjuk biztosítani a megfelelő vízminőséget; a 3.-4. szakaszokon a mértékadó belvízhozamot is meghaladó a hiányzó mennyiség



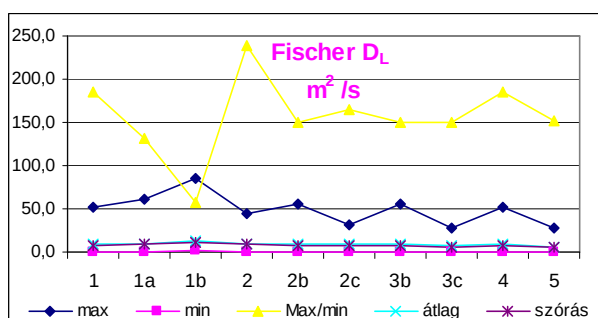
85. ábra: összegzett hígítóvíz-hiányok „alternatív” hígítás esetén, m³/s

- A TIKÖFE 2005-2008. évekre vonatkozó adatai alapján minősítettem a K_1 szelvényt oxigénháztartásra és EC-re, melynek eredményeit (3.1.3., 27. ábra) párhuzamba állítva a fenti eredményekkel megállapítom, hogy a K_1 szelvénynek nem jobb a minősítése, mint a K_4 szelvényé. A fajlagos elektromos vezetőképesség alapján a tűrhető vízminőség volt a legjobb és a „szennyezett” (IV. osztály) minősítés dominál. Öntözővíznek végig alkalmatlan volt a Kösely ezekben az években.

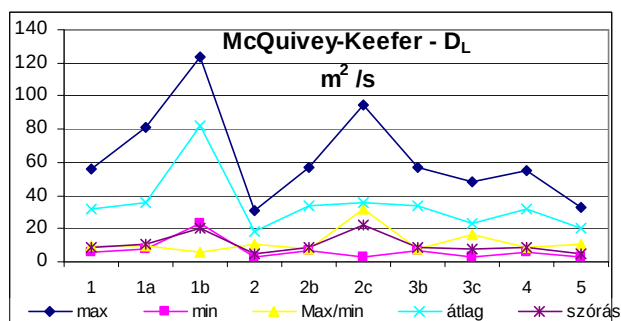
4.2. Transzportfolyamatok jellemzői

A diszperziós tényező nagyságának hosszmenti változása abból a szempontból fontos, hogy tudjuk, hol számíthatunk legnagyobb-, hol legkisebb diszperziós elkeveredésre. A legnagyobb diszperziós tényezők keresztstelvényében történő bevezetés a leggyorsabb elkeveredést eredményezi és fordítva.

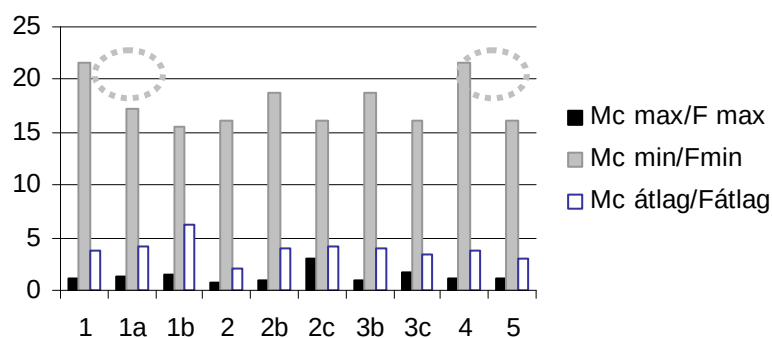
- A turbulens diszperzióval kapcsolatos vizsgálati eredmények jól használhatók
 - a mintavételi hely megválasztásában,
 - a vízkivétel optimális helyének megválasztásánál,
 - **a szennyvízbevezetés helyének megválasztásánál,**
 - a szennyvíztisztítás szükséges hatásfokának meghatározásánál,
 - **a hígítóvíz bevezetés helyének megválasztásánál és**
 - a váratlan szennyvízhullámok előrejelzésénél.
- A 3.3.3. fejezetben számoltak eredményei:
 - Hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékei



86. ábra: A Fischer-féle képlettel számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek ábrázolása



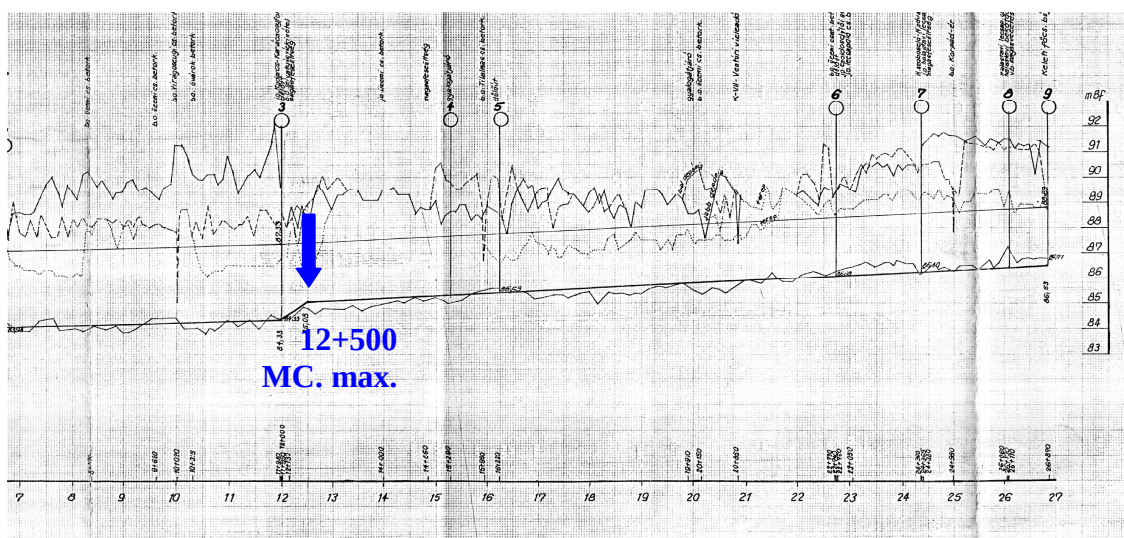
87. ábra: A McQuivey-Keefer-féle képlet szerint számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek ábrázolása

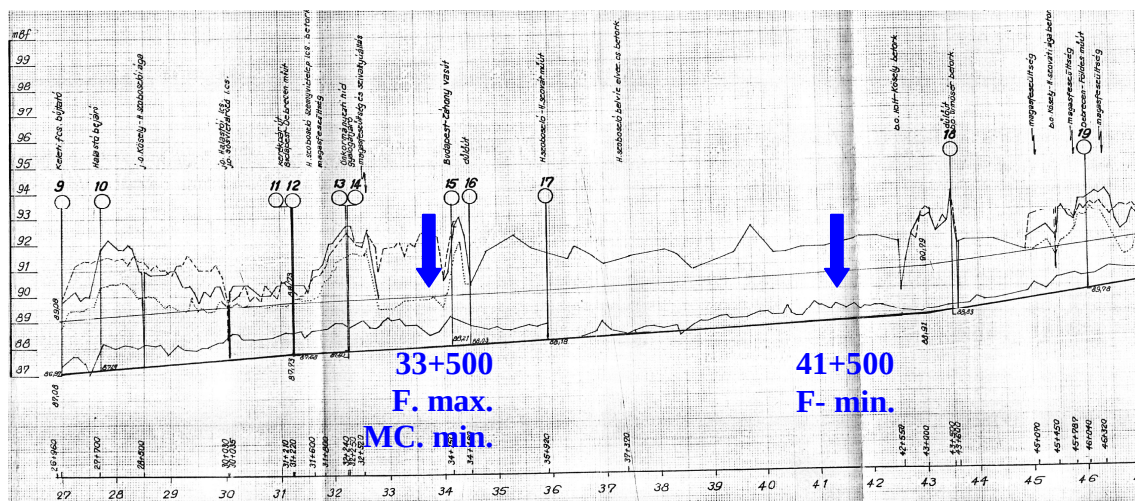


88. ábra: A McQuivey-Keefer- és a Fischer-féle képlet szerint számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek aránya

A Thackston-Krenkel képlettel (Jolánkai, Bíró, 1999) - $D_L = 7.25h_u \left(\frac{u}{u_*} \right)^{1/4}$ - 0,4 és 3,2 közötti értékeket kaptam, ezt nem jelenítem meg a grafikonokon.

o a jellemző D_L -értékek szempontjából kiemelt keresztmetszvények





89/1.,2. ábra: Kősegy-csatorna hossz-szelvénye

o A MELLÉKLET 8-ban található számítások szerint a (F) és (MQK) képletével számolt diszperziós tényezők határozott eltérést mutatnak.

- A (F)-rel egy hidrológiai állapotra számolt értékek maximumának és minimumának aránya több, mint hússzorosa lehet a (MQK) -vel számoltakénak
- A vízfolyás mentén 119 szelvényben számolt értékek minimumértékei és átlagértékei egymás többszörösei lehetnek, de a maximumértékek között nincs nagy eltérés
- A (F) képletével számolt maximum- és minimumértékek aránya kétszerese a (MQK) képlettel számoltakénak
- A (F) képletével számolt értékek átlaga negyede a (MQK) képletével számoltakénak.
- A (MQK) képletével számolt maximumértékek minden esetben nagyobbak a (F) képlettel számolt értékek maximumánál
- A (MQK) képletével számolt minimumértékek minden esetben nagyobbak a (F) képlettel számolt értékek minimumánál

o **A szelvényekre vonatkozó megfigyelések (89/1.,2. ábra):**

- A (F) képletével számolt diszperziós tényezők tízből hat esetben a 33+500 szelvényben a legnagyobbak. Két esetben a közeli 34+500 szelvényben a legnagyobbak. Ugyanilyen arányban, ugyanazon hidrológiai peremfeltételek mellett esnek erre a kereszt-szelvényre a (MQK) képletével számolt minimumértékek.

- Az F-min három esetben esik egybe a (MQK)-max értékkel. Két esetben a két egybeesés egyszerre megfigyelhető.
- A (MQK) - max értékek az esetek több, mint felében a 12+500 szelvénybe esnek, mely szelvényre (F) képletével egy - másik - esetben kaptunk csak maximumértéket.
- Az (F)-minimum értékek a tízből nyolc esetben a 41+500 szelvénybe esnek.

A (F) - és (MQK) képletével számolt legnagyobb diszperziós tényezők egyszer sem esnek ugyanazon keresztstelvénybe, de mégcsak a legközelebbibe (500 m-re következő) sem. A (F) - és (MQK) képletével számolt legkisebb diszperziós tényezők egyszer sem esnek ugyanazon keresztstelvénybe, de mégcsak legközelebbibe (500 m-re következő) sem. Az (F) képletével számolt maximumértékek 8 esetben egybeesnek a (MQK) képletével számolt minimumértékekkel, ez a 33+500, illetve 34+000 szelvény. Összességében a legtöbb minimum- és maximumérték a 12+500, a 33+500 és a 41+500 szelvényekbe esik. A (F)- és (MQK) képletével számolt értékek minimuma egyik hidrológiai állapotban sem esik ugyanazon keresztstelvénybe. A (F)- és (MQK) képletével számolt értékek maximuma egyik hidrológiai állapotban sem esik ugyanazon keresztstelvénybe

- o Az összes számolt diszperziós tényező – alkalmazott képlettől függetlenül - a Watershed & Water Quality Modelling Technical Support Center által megadott, eddig mért értékhatárokon, 10^{-1} - 10^4 m²/s – on belül vannak.
- o JOLÁNKAI (1999.) szakirodalmi kutatása szerint a D_L értékek tartománya természetes vízfolyásokban durva becslés szerint 10-100 m²/s. Ezen kívül esnek a számolt értékek.

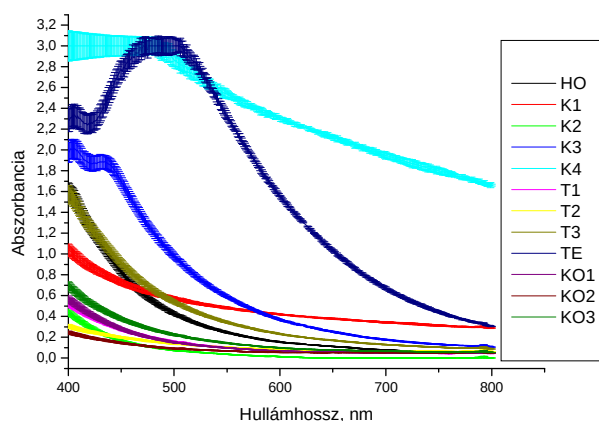
Új, illetve újszerű-, a Kösely vízgyűjtőjétől független-, általánosítható tudományos eredményként az alábbiakat fogalmaztam meg:

- o Új módszerként a vízfolyás 1D hidrodinamikai modellezését végeztem HEC-RAS program segítségével. A modellfuttatások eredményeképpen kapott hidraulikai adatokból ötszáz méterenként hosszirányú diszperziós tényezőket számoltam FISCHER és MC QUIVEY-KEEFER tapasztalati képleteivel. Az elemzés célja az optimális elkeveredés helyének megválasztása a Kösely vízfolyáson. A kapott mutatók a szakirodalomban megadott értékhatárok között mozognak. Ezzel a módszerrel lényegesen részletesebb információkat kaptam, mint bármely

eddig alkalmazott eljárással, a vizsgált rendszer transzportfolyamatairól. Ez az eljárás más vízgyűjtők hasonló célú vizsgálatára is kiválóan alkalmazható. Az 1D vízminőségi modellezésekhez szükséges minimális adatigény - a víztest 2D digitális térképe, a keresztaszelvények geometriai adatai 500 m-enként és a vízhozam adatok - meghatározásával lehetővé teszem más vízgyűjtők transzportfolyamatainak megismerését célzó elemzések előkészítését, ezáltal lényegesen tudom segíteni a vízminőség javító beavatkozások döntés előkészítését.

- o Az általam összeállított vizsgálati metodika lapján kimutattam, hogy a DL hosszirányú diszperziós tényezők McQuivey-Keefer képletével számolt minimumértékei olyan szelvényekre esnek, melyeken a VKI keretében végzett iszapvastagság-mérés szerint éppen a legvastagabb - 100 cm - a mederüledék

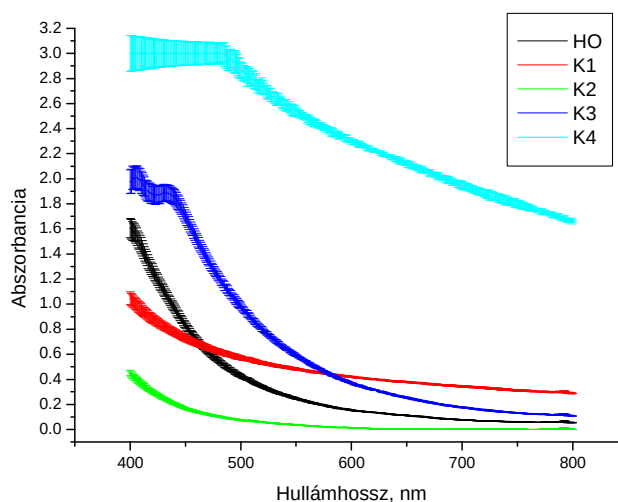
4.3.1. Analitikai mérések eredményei



90. ábra: Az összes iszapminta abszorbania eredményei, NaOH oldatból

Kis vízhozamú élővizekbe történő tisztított szennyvíz bevezetés hosszú távú hatásának elemzésére az iszapminták nátrium-hidroxidos, illetve salétromsavas kivonatát vizsgáltuk oly módon, hogy a kivont humuszanyag-tartalmú oldatok látható spektrumát vizsgáltuk. A grafikonon (90. ábra) jól látszik, hogy a 600 nm fölötti hullámhossz tartományban mindegyik iszapminta fényelnyelése exponenciálisan csökken. A kapott abszorbania-hullámhossz függvényekre minden esetben nagyon jó közelítéssel sikerült $A=B \cdot e^{-k \cdot w}$ alakú elsőrendű exponenciálisan csökkenő függvényt illeszteni, ahol B paraméter az oldat teljes humusztartamát, míg k paraméter a humuszanyagok stabilitását

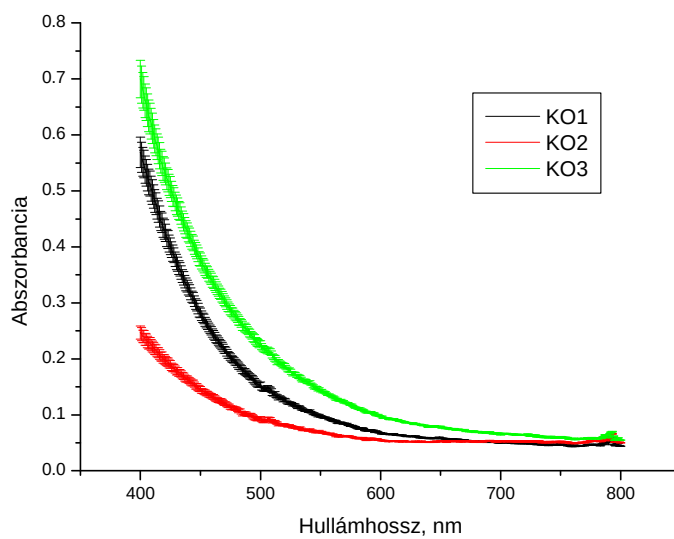
jellemzi. Az irodalomból ismert E4/E6 humusz stabilitási paraméter azt jelenti, hogy minél kevésbé változik egy humuszkivonat abszorbanciája a hullámhosszal – vagyis minél laposabb a görbe –, annál stabilabb a molekula. Értékelve a vizsgálataink során mért adatokra kapott stabilitási paramétereket, a következő megállapításokat tehetjük: A bevezetés alatti minták stabilabbnak bizonyultak a bevezetés feletti mintáknál. Ez a különbség a nátrium-hidroxidos kivonatoknál kisebb, míg a salétomsavas kivonatoknál szignifikánsabb (Czinkota et.al., 2011.).



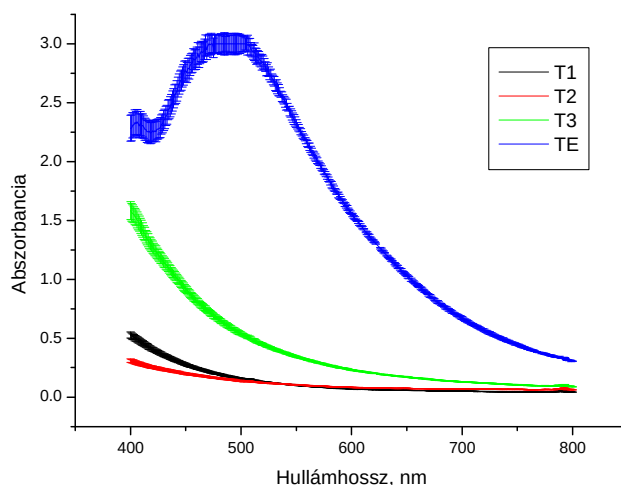
91. ábra: A Kösely és befogadója abszorbancia eredményei, NaOH oldatból

Csak a Köselyre és a befogadójára, a Hortobágyra vonatkozó görbéket jeleníti meg a 91. ábra.

- Jól látszik, hogy K_3 alatt laposabb lesz a bevezetés alatti iszapminta görbéje, melynek magyarázata ugyanaz, mint (91. ábra) alatt. A szakirodalom szerint a laposabb fényelnyelés-görbe stabilabb, jobb minőségű humuszmolekulákra utal. Az okát nem ismerjük, további vizsgálattal lehet meghatározni, vélhetően mikrobiológiai folyamatok eredménye. Nem ismerjük a termálvíz bevezetéssel való összefüggését.
- Csak a Kondorosra vonatkozó görbéket jeleníti meg a 92. ábra, melyen a Ko_3 és Ko_2 között látható különbség lehet bevezetés hatása, mert enyhébben ugyanaz a hatás látszik Ko_3 alatt, mint K_3 és T_3 alatt (92. ábra). Ennek magyarázata ugyanaz, mint (91. ábra) alatt. Itt nincs ismert bevezetés.

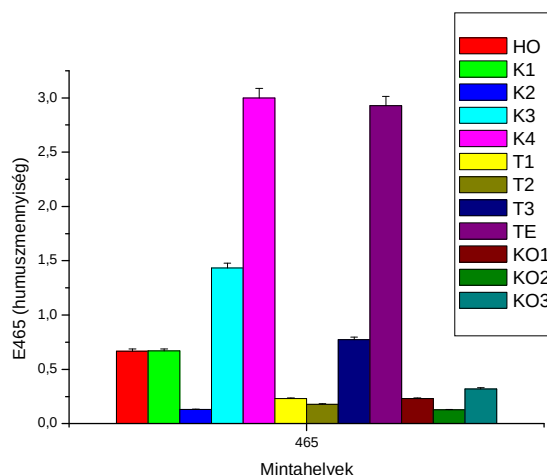


92. ábra: A Kondoros abszorbancia eredményei, NaOH oldatból



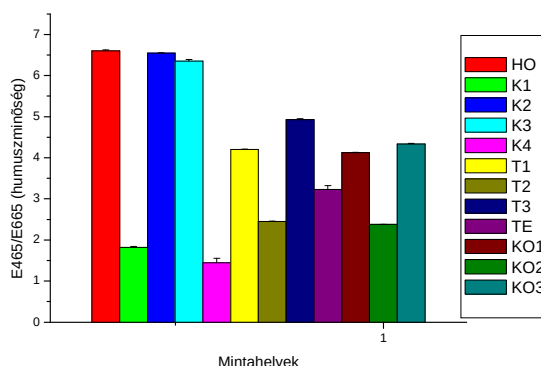
93. ábra: A Tóció eredményei, NaOH oldatból

Csak a Tócióra vonatkozó görbéket jeleníti meg a **93. ábra**, melyen T_3 alatt ugyanaz látszik, mint K_3 alatt. Laposabb lesz a bevezetés alatti iszapminta görbéje (**93. ábra**). Ennek magyarázata ugyanaz, mint (**91. ábra**) alatt.



94. ábra: Összhumusz mennyisége az iszapokban, NaOH- oldatból

- T_E (a Tóció eredése) alatt lecsökken a humusz mennyiség, T_3 alatt újabb csökkenés látszik (94. ábra). Nincs magyarázat.
- K_3 alatt (K_2-ben) csökken a humuszmennyiség, vélhetően a termálvíz és szennyvízbevezetés hatására (94. ábra).
- A két bevezetés alatt ugyanolyan előjelű változás figyelhető meg a humusz mennyiségében (94. ábra).

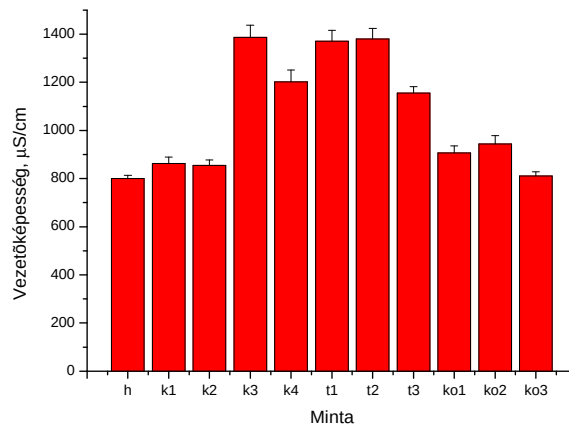


95. ábra: Humuszminőség az iszapokban , NaOH oldatból

Az E4/E6 a szakirodalom szerint (Filep, 1999) a humusz minőségét jellemzi (2.2.3.2.).

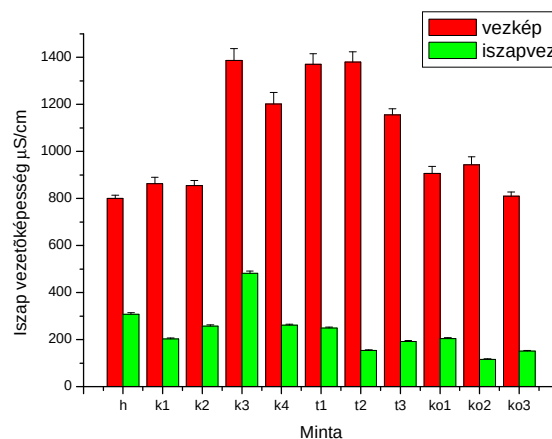
- T_3 alatti bevezetés hatására (T_2-ben) szignifikánsan csökken az E4/E6 mutató értéke, a K_3 alatti bevezetés hatására ugyanez nem figyelhető meg (95. ábra).
- A Hortobágy, a K_2 és K_3 szelvény mederüledékében a kismolekulájú fulvo- és huminsavak, míg a K_1 és K_4 szelvény mederüledékében a nagy molekulájú, jó minőségű huminsavak dominálnak

4.3.2. vezetőképesség



96. ábra: Az egyéves mért vezetőképességek átlaga

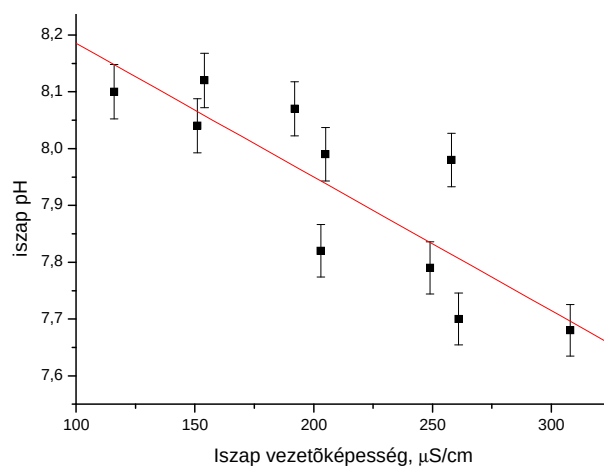
- Az egyéves mért vezetőképességek átlaga K_3 - K_2 között lecsökken, T_3 - T_2 között megnő → ellentétes előjelű szignifikáns változások (96. ábra).



97. ábra: A desztillált vizes iszapoldatok vezetőképessége és az egyéves vízben mért vezetőképességek átlaga

- K_4 alatt ugrásszerűen nő az iszap EC- értéke, a vízé kevésbé (97. ábra).
- K_3 és K_2 között csökken az EC a vízben és az iszapban is, pedig itt van a bevezetés.
- T_3 és T_2 között a bevezetés várható hatásának megfelelően nő az EC, de csak a vízben, az iszapban nem (97. ábra).
- A vízminták és az iszapminták vizes kivonatának EC-értéke között nincs szignifikáns összefüggés ($R = -0,154$) (97. ábra).

4.3.3. LINEÁRIS REGRESSZIÓ ANALÍZIS



[2010.02.01 17:22 "/Graph4" (2455228)]

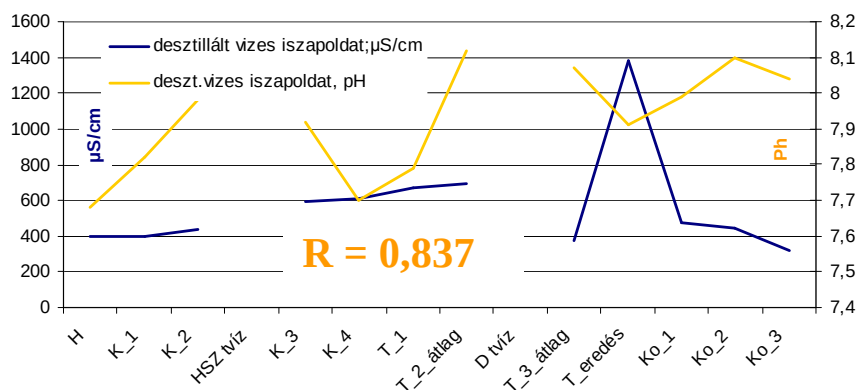
Linear Regression for Data1_pH: $Y = A + B * X$

Weight given by Data1_F error bars.

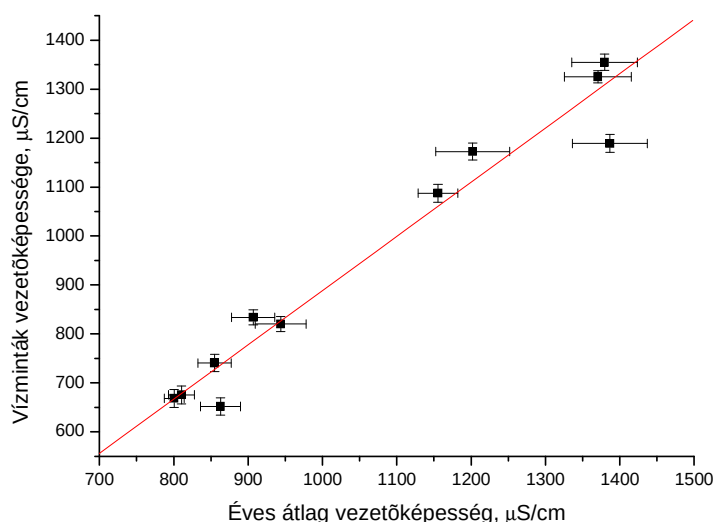
PARAMETER	VALUE		ERROR
A	8,42065	0,11937	
B	-0,0023	5,44987E-4	
R	SD	N	P
-0,83652	2,0849	10	0,00255

98. ábra: A desztillált vizes iszapoldat pH- és EC- értéke közötti összefüggés

- A K3-ra vonatkozó adatkihagyásával az iszap vezetőképessége jól korrelál a pH-jával (98.,99.ábra). Az OH⁻ -ionok vezetőképessége a többi ionéhoz képest vizes közegben egy nagyságrenddel nagyobb, ez az iszapra is érvényes.



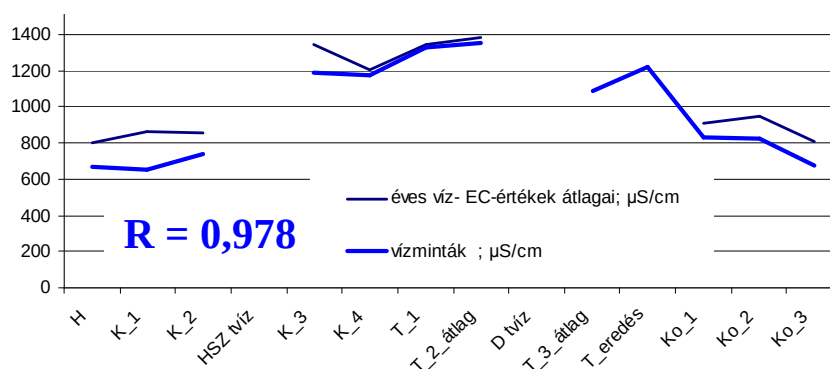
99. ábra: A desztillált vizes iszapoldat pH- és EC- értéke az egyes keresztmetszvényekben



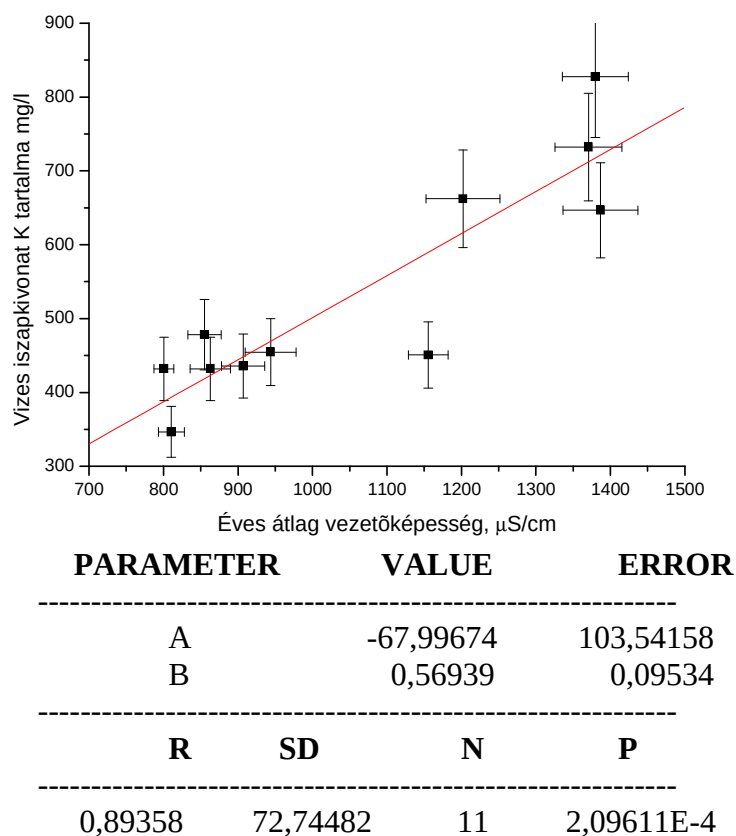
PARAMETER	VALUE	ERROR	
A	-219,57235	86,50682	
B	1,10787	0,07966	
R	SD	N	P
0,97752	60,77678	11	<0.0001

100. ábra: Az egyéves vízminták EC-értékeinek átlaga és az egyszeri iszapminta-vétellel egy időben vett vízminták EC-értékei közötti összefüggés

- Az egyéves vezetőképesség mérések átlagát jól reprezentálja az egyszeri (2009.06.29.) iszap-mintavételkor mért EC-mérés (**100., 101.ábra**).

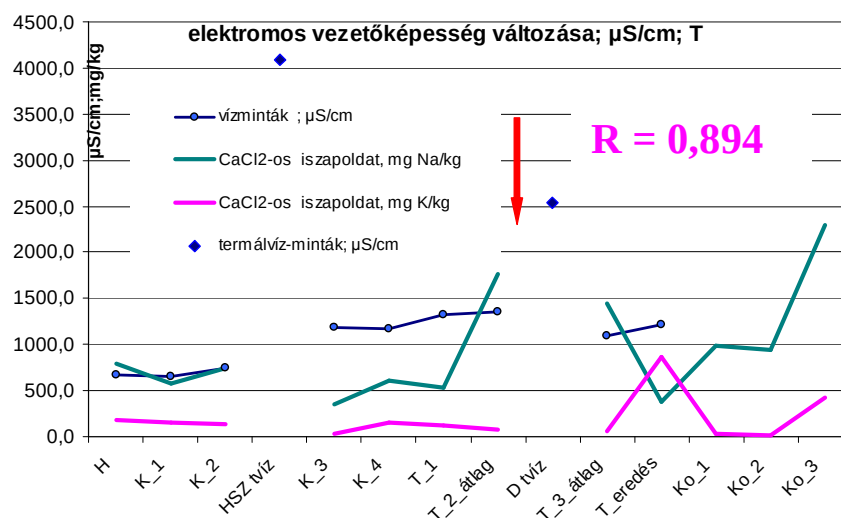


101. ábra: Az egyéves vízminták EC-értékeinek átlaga az egyszeri iszapminta-vétellel egy időben vett vízminták EC-értékeivel az egyes keresztmetszvényekben

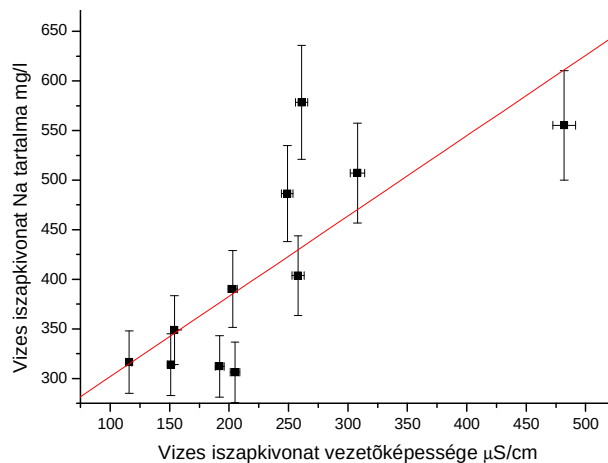


102. ábra: Az egyéves vízminták EC- értékeinek átlaga és a vizes iszapkivonat káliumkoncentrációja közötti összefüggés

- A vízminták éves EC átlag értéke a várakozással ellentétben inkább a káliummal korrelál, mint a nátriummal, vagy magnéziummal (102.,103.ábra). A K jobban megkötődik a szemcsék felületén, ezért a várakozásnak ellentmond, hogy jobban befolyásolja az oldat EC-értékét.



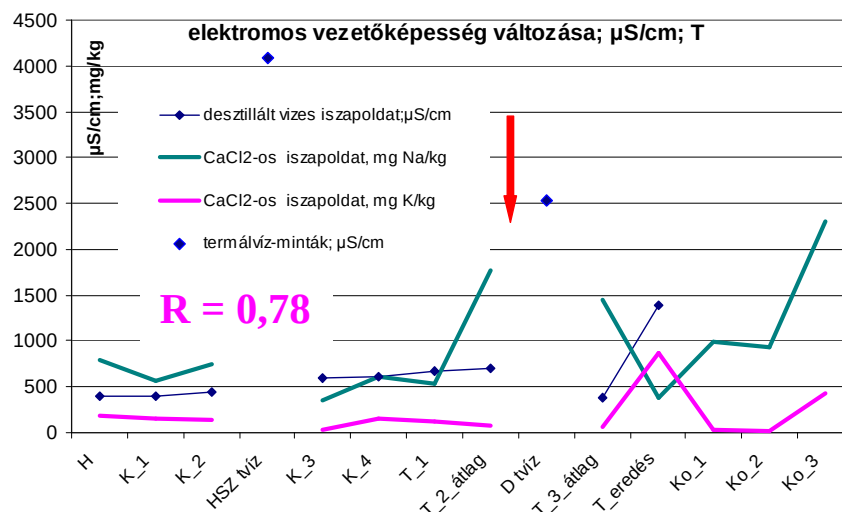
103. ábra: Az egyéves vízminták EC- értékeinek átlaga és a vizes iszap kivonat kálium koncentrációja az egyes keresztmetszvényekben



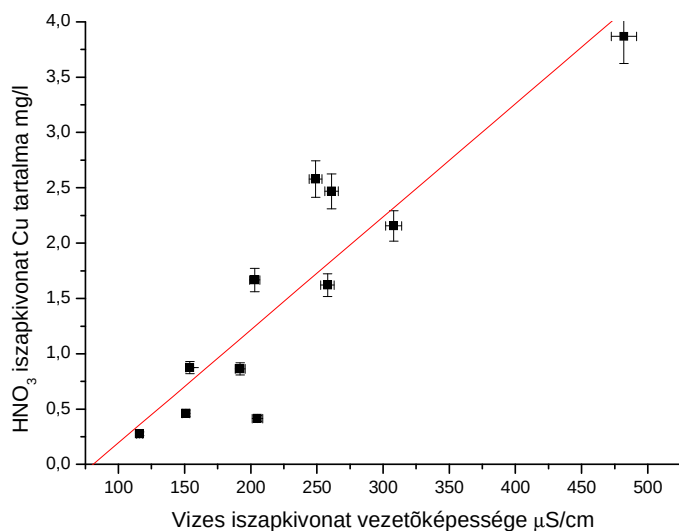
PARAMETER	VALUE	ERROR	
A	220,96659	54,90264	
B	0,80964	0,21703	
R	SD	N	P
0,77928	68,38577	11	0,00469

104. ábra: A desztillált vizes iszapkivonat EC-értéke és Na- koncentrációja közötti összefüggés

- A vizes iszapkivonat elektromos vezetőképessége a várakozással ellentétben kevésbé korrelál a nátriummal, mint a káliummal (**104., 105. ábra**). A Na kevésbé kötődik meg a szemcsék felületén, ezért a várakozásnak ellentmond, hogy a K-nál kevésbé befolyásolja az oldat EC-értékét.



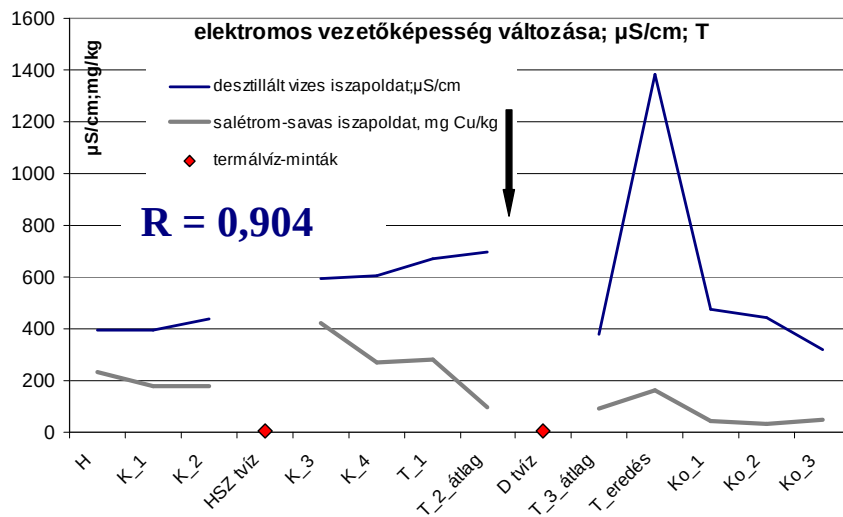
105. ábra: A desztillált vizes iszapkivonat EC-értéke és Na- koncentrációja közötti összefüggés az egyes keresztmetszelvekben



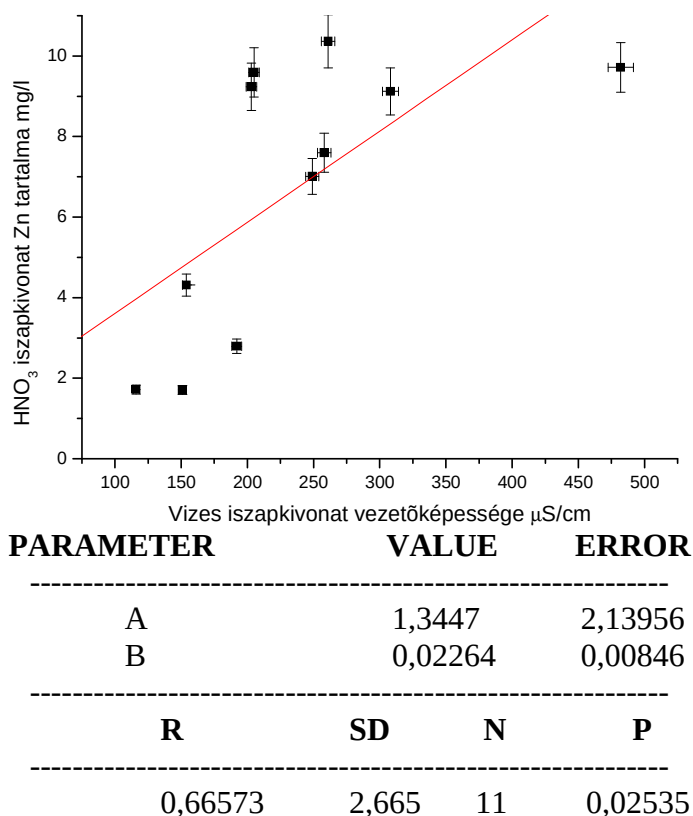
PARAMETER	VALUE	ERROR	
A	-0,82754	0,40756	
B	0,01022	0,00161	
R	SD	N	P
0,90396	0,50765	11	1,34158E-4

106. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja közötti összefüggés

- Jelentős a vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja közötti összefüggés. Réztartalmú szennyezés juthat be a sóval (106., 107. ábra), de ez csak további vizsgálatot igénylő feltételezés.

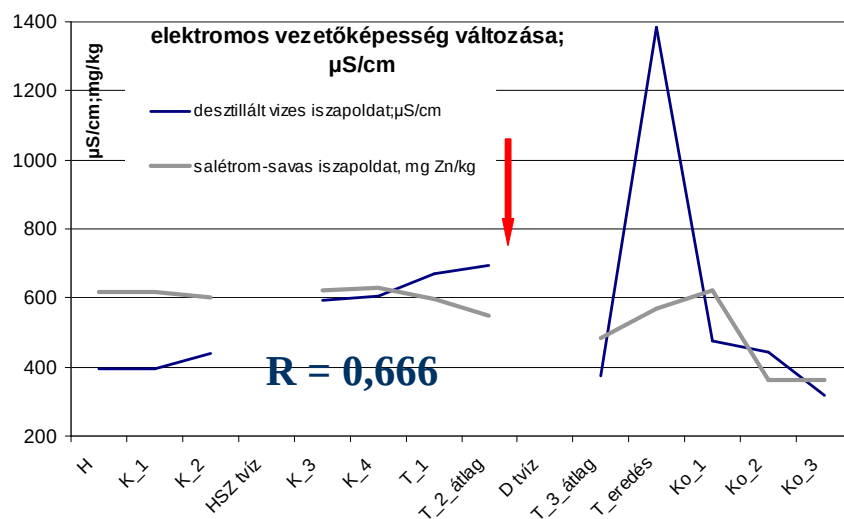


107. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja az egyes keresztmetszvényekben

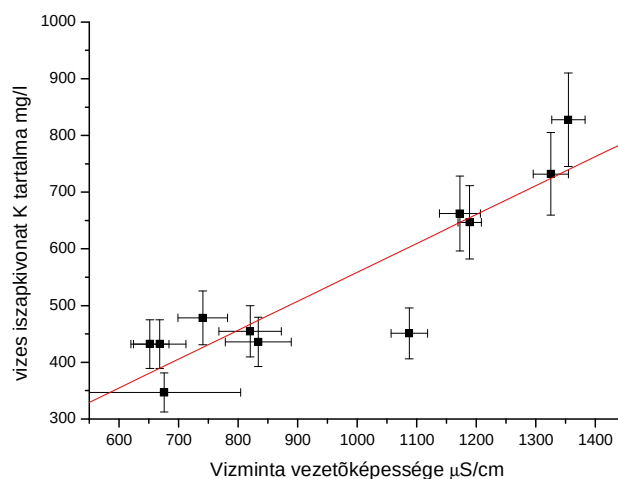


108. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat cinkkoncentrációja közötti összefüggés

- Jelentős a vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat cinkkoncentrációja közötti összefüggés. Cinktartalmú szennyezés juthat be a sóval (108., 109. ábra).



109. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat cinktartalma az egyes keresztmetszvényekben

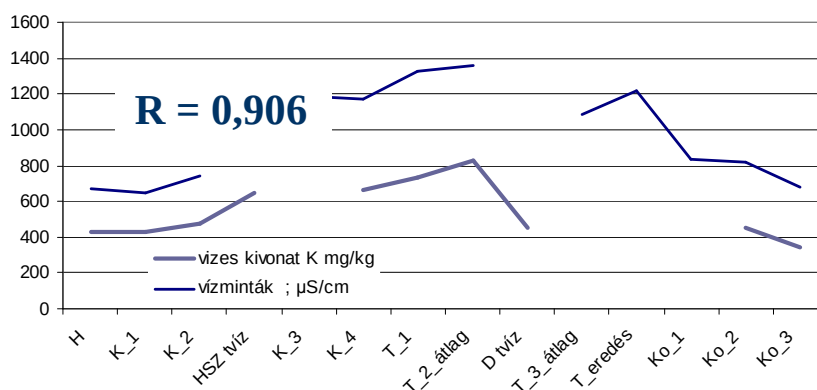


PARAMETER	VALUE	ERROR
A	49,05027	78,4922
B	0,50956	0,07919

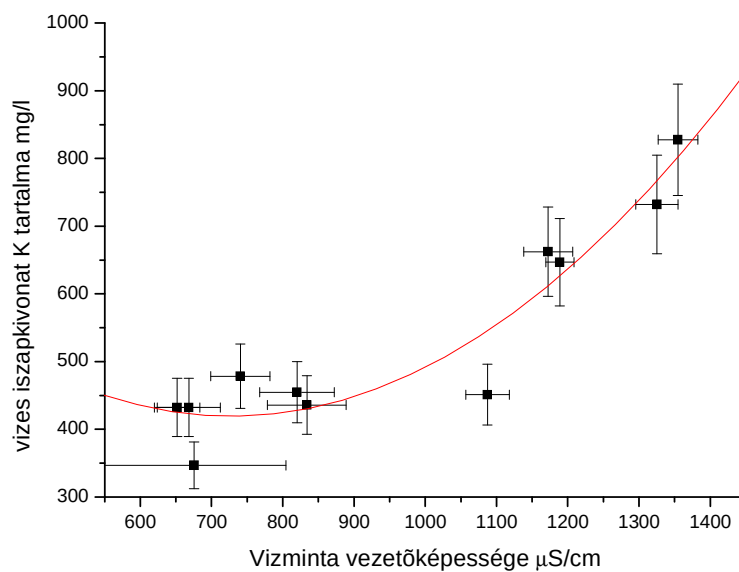
R	SD	N	P
0,90633	68,47934	11	1,20325E-4

110. ábra: A vizes kivonat káliumtartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség közötti összefüggés

- A vizes kivonat káliumtartalma jól korrelál az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképességgel (110., 111. ábra).



111. ábra: A vizes kivonat káliumtartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség az egyes keresztmetszvényekben

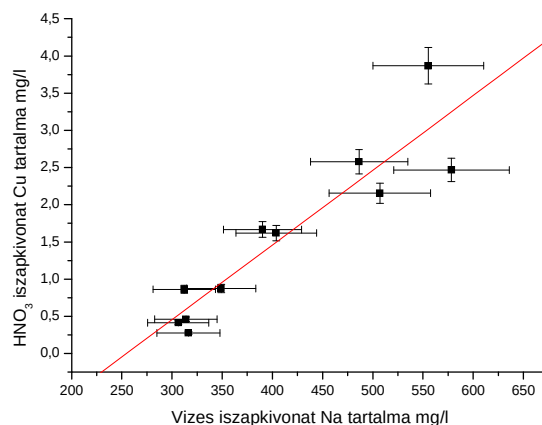


PARAMETER	VALUE	ERROR
A	935,37484	360,86095
B1	-1,41777	0,77543
B2	9,73838E-4	3,90509E-4

R-Square(COD	SD	N	P
0,89953	54,48143	11	1,01887E-4

112. ábra: A vizes kivonat káliumtartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség közötti összefüggés

- A vizes kivonat káliumtartalma jól korrelál az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképességgel, parabolával (112. ábra).

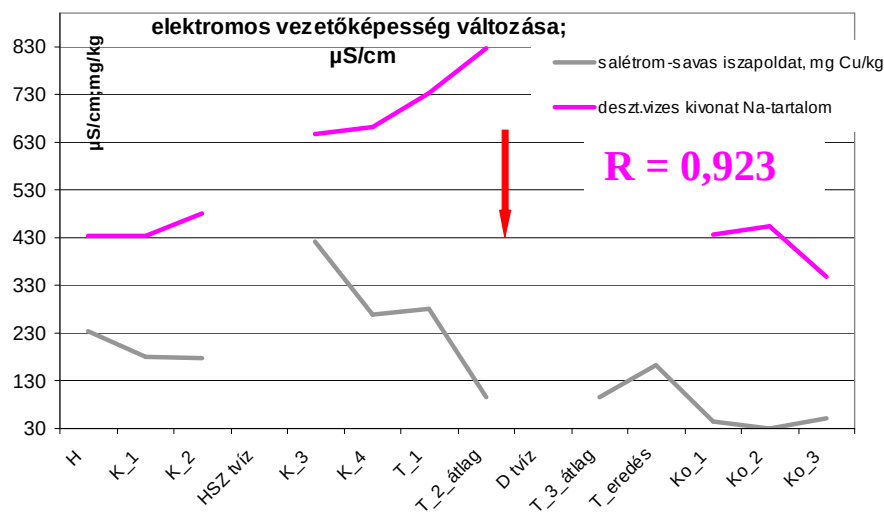


PARAMETER	VALUE	ERROR
A	-2,55592	0,59033
B	0,01004	0,0014

R	SD	N	P
0,92278	0,45744	11	<0.0001

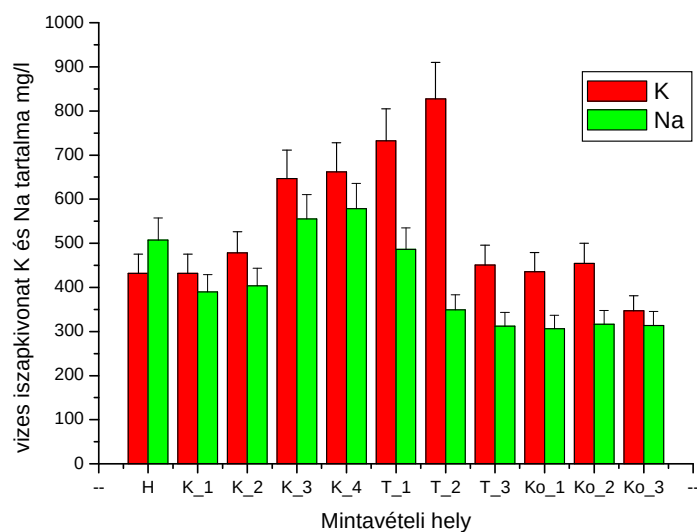
113. ábra: A vizes kivonat Na-koncentrációja és a salétromsavas kivonat réztartalma közötti összefüggés

- A réz együtt jelentkezik a vezetőképességet meghatározó Na-sókkal (113., 14. ábra).



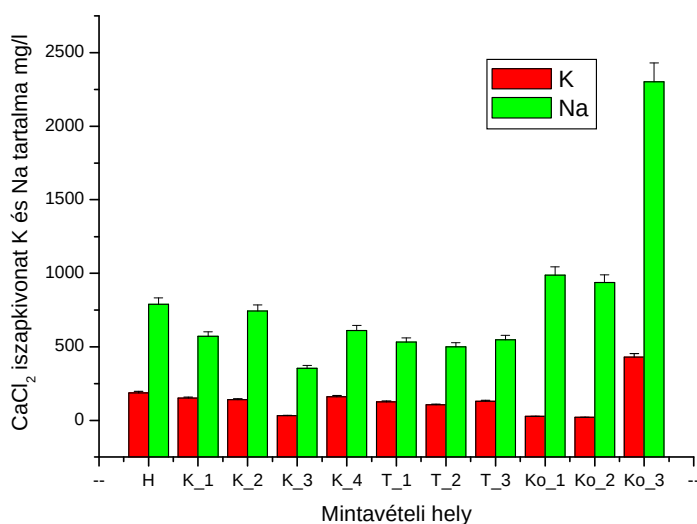
114. ábra: A vizes kivonat Na-tartalma és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja az egyes keresztmetszvényekben

4.3.4. ELEMKONCENTRÁCIÓK



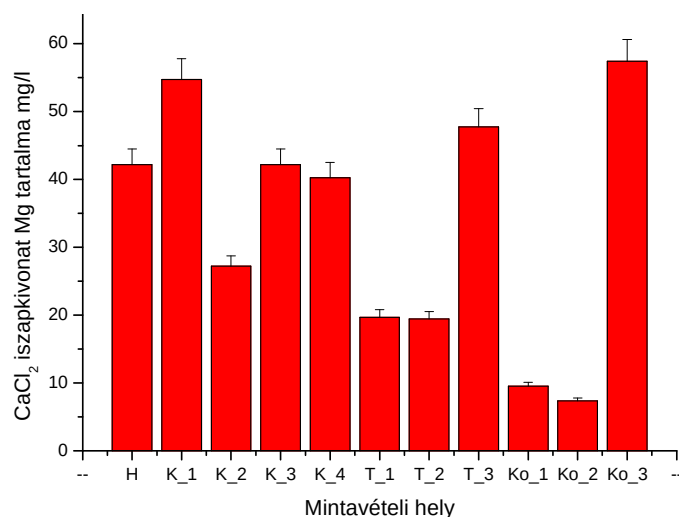
115. ábra: Na- és K-tartalom az egyes keresztmetszvényekben vett iszapminta vizes kivonatában

- T₃ alatt szignifikáns változás látható az iszapminta vizes kivonatában mért Na- és K-koncentrációjában, ami nem jelentkezik a K₃ alatti bevezetés helyén K₂-ben (**115. ábra**). A K jobban megkötődik a szemcsék felületén, ezért a várakozásnak ellentmond, hogy a Na-nál nagyobb változékonyságot mutat.



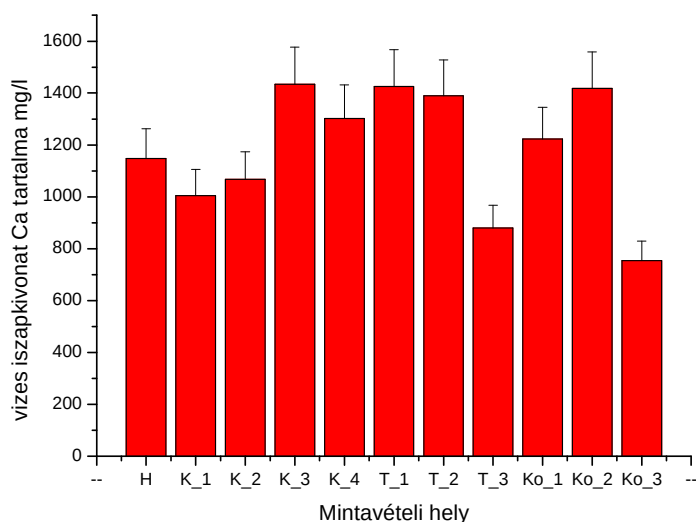
116. ábra: A Na- és K- tartalom az egyes keresztmetszvényekben vett iszapminta kalciumkloridos kivonatában

A CaCl₂ –os oldat mindent oldatba visz a szemcsék felületéről, ezért a vizes oldatból nyert eredményekhez képest kisebb változékonyságot tapasztalhatunk.



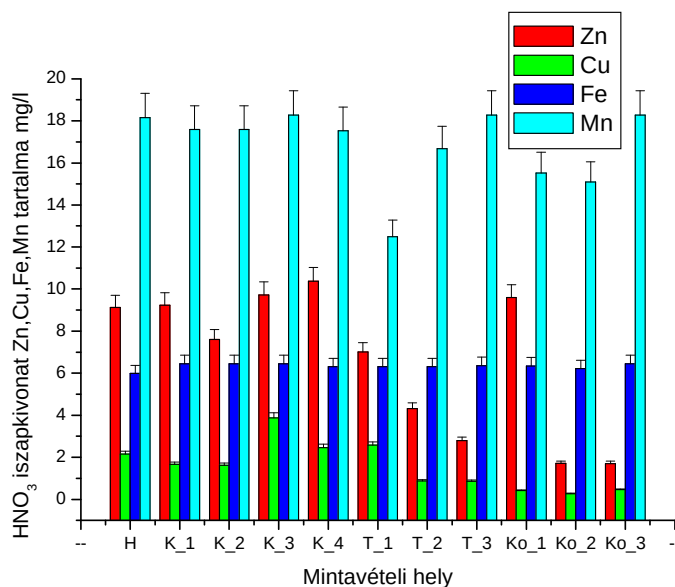
117. ábra: Mg- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta kalciumkloridos kivonatában

- Ko_3, T_3 és K_3 alatt jelentősen csökkennek a Mg- **tartalom** értékei (117. **ábra**). A többi ion kicseréli és oldatba viszi a Mg-ot, ami kimosódik.



118. ábra: Ca- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta vizes kivonatában

- A két bevezetés alatt ellentétes előjelű változás mutatkozik a Ca- **tartalomban** (118. **ábra**). Ezt jelentősen befolyásolhatja az eredeti mederüledék mészkőtartalma, de ez további vizsgálatot igényel.



119. ábra: Zn-,Cu-, Fe- és Mn- tartalom az egyes keresztaszvályvekben vett iszapminta salétromsavas kivonatában

- T_3 alatt megnőtt a cink- **tartalom** a Tóó iszapjában, ettől eltekintve egyik bevezetés alatt sem lehet a bevezetésre egyértelműen visszavezethető-, szignifikáns eltérést kimutatni (119. ábra). A cinkszennyezést gyakran okozhatja valamilyen tárgy, melyről beoldódik a cink, vélhetően nincs összefüggés a termálvíz bevezetés és a cinkkoncentráció hirtelen növekedése között.

4.4. A SÓ ANYAGFORGALOM ÉS TERHELHETŐSÉG SZÁMÍTÁSÁNAK EREDMÉNYEI

A terelhetőség pontos számításához megfelelő sűrűségű- és gyakoriságú vízhozam mérésre és megbízható vízminőség-monitoringra van szükség, mely jelenleg nem teljesül.

Mivel csak egy helyen, a vízgyűjtő alsó pontján van vízhozammérés és törzshálózati mintavételi hely, nincs lehetőség a vízfolyás hossz-szelvénye mentén vizsgálni a sókoncentráció évszakos változásait és a vízminőség megfelelőségét, valamint ezek alapján számítani a terhelhetőséget.

Emiatt több egyéb módszerrel - 3.1.4., 3.3.2., 3.3., 3.4. fejezetek - jutottam eredményre, melyet az alábbiakban foglalok össze.

4.4.1. A sóforgalom és a környezet befogadóképessége

A szakirodalom megfogalmazása szerint a **fenntarthatóság feltétele**, hogy az antroposzférából - az ember technikai környezetéből - a környezetbe áramló anyagforgalmak nem haladhatják meg a helyi- és globális asszimilációs képességet.

Magyarország Vízyűjtő Gazdálkodási Terve szerint, ha a távlati előrejelzéseket figyelembe vesszük, tovább romló asszimilációs képességgel kell számolni. A legfrissebb vizsgálatok szerint Magyarország klímája valószínűleg mediterrán irányba fog eltolódni, magasabb átlaghőmérséklettel, növekvő szélsőségekkel, kevesebb nyári csapadékkal, nagyobb potenciális párolgással, ennek nyomán kisebb felszíni lefolyással és felszín alatti vizeket tápláló beszivárgással. Az egyik fontos következmény tehát, hogy kevesebb víz áll majd rendelkezésre az igények kielégítésére, különösen az öntözés számára, de helyenként még az ivóvízellátásra használt készletek is veszélybe kerülhetnek. A tavak vízforgalma átalakul, és várhatóan csökken a felületük, növekszik a tartózkodási idő és a sótartalmuk. A kisvízi hozamok csökkenése érzékenyebbé teszi a vízfolyásokat a szennyezőanyag-terhelésekkel szemben. A 3.3.2.2. fejezetben az anyagforgalom vizsgálat eredményeit felhasználva meghatároztam, hogy mekkora lehet a vizsgált vízgyűjtő egyes vízfolyásain a terhelés, hogy a hígulási adottságok mellett jó vízminőséget biztosítsunk. A terhelést a termálvíz kibocsátások jelentik a számításokban egyéb adatok híján, ezt így figyelembe kell venni az eredmények értékeléskor. A Kösely-felsőn terhelésként csak a debreceni terheléssel kell számolni. Az anyagforgalom számítás szerint az eddigi 95%-ára kellene csökkenteni a debreceni termálvíztermelést. A Kösely-alsón mindkét termálvíz-bevezetéssel számolni kell. Feltételezve a debreceni bevezetés minimum 5%-os csökkentését, a hajdúszoboszlói termálvíz sókoncentrációjából számítottam a terhelhetőséget. Eszerint az eddiginek majdnem kétszeresére lehet növelni a hajdúszoboszlói termálvíztermelést.

Mivel a mérések azt mutatják, hogy a sótartalom jóval meghaladja a terhelhetőség számításban figyelembevett határértéket, arra következtetek, hogy a kommunális szennyvíz, a háttér-koncentráció és a téli útsózás hatása sem elhanyagolható.

A Tócon a szennyvíztisztító telep kibocsátása ($0,46 \text{ m}^3/\text{s}$) adja a mértékadó vízhozamot a mederben és ezzel az alacsony vízhozammal azt az eredményt kaptam, hogy 25%-ára kellene csökkenteni a termálvíz debreceni kitermelését.

Mivel a jelenlegi bevezetések meghaladják az egyes vízfolyás-szakaszok terhelhetőségét, kijelenthetem, hogy a **fenntarthatóság ezen feltétele nem teljesül**. A

probléma súlyosságát hangsúlyozottabbá teszi, hogy a mérés időszaka egy, a sokéves átlag fölötti csapadék évében történt (3.3.4.), vagyis szárazabb időszakban még távolabb lesz a gyakorlat a fenntarthatóságtól.

4.4.2. Antropogén- és természetes anyagforgalom viszonya

A szakirodalom megfogalmazása szerint **a fenntarthatóság feltétele**, hogy az antroposzférából a környezetbe áramló anyagforgalmak nem haladhatják meg a természetes anyagforgalom mértékét.

Ez a Kösely vízgyűjtőjén – hasonlóan számos más kis vízgyűjtőhöz – 3.1.4., 3.4. fejezet eredményei alapján könnyen belátható, hogy **a fenntarthatóság ezen feltétele nem teljesül.**

4.4.3. Meg nem újuló készletekkel való gazdálkodás

A szakirodalom megfogalmazása szerint a fenntarthatóság feltétele, hogy **az anyagforgalmakat úgy kell szabályozni, hogy a nélkülözhetetlen anyagok ne fogyjanak el.**

A VKI kapcsán vizsgálták a vízkészletek, ezen belül a rétegvízkészletek visszapótlódásának helyzetét. A termálvízkészlet értékes és nem kifogyhatatlan, mivel emberi léptékekkel nem kiszámítható ütemű a megújulási képessége. A VITUKI hidrogeológiai vizsgálatokkal támasztja alá a kitermelhető vízmennyiségeket (2005). A jelentés szerint az a termálvíztest, melyre a Kösely vízgyűjtőjének termálfürdői települtek, mennyiségi szempontból nem jó állapotú, ami azt jelenti, hogy „a termálvíz kitermelésének határt szab a készletek végeessége, illetve lassú pótlódása. A VKI megvalósításának előkészítése során készült vizsgálatok szerint (TIKÖVIZIG) az Észak-Alföld termálvíztestből az utánpótlódást meghaladó mennyiségű termálvizet termelünk ki. A kiértékelést megnehezíti az üzemeltetők részéről fennálló hiányos adatszolgáltatás. A porózus termál víztestekből kivett vízmennyiséget elsősorban fürdővízként és energetikai céllal hasznosítják. Jelentős mértékű, összefüggő depressziós terület alakult ki.”

Ez alapján nyilvánvaló, hogy a fenntarthatóság erre vonatkozó feltétele nem teljesül.

4.4.4. Káros anyagok felhalmozódásának kizárása

A szakirodalom megfogalmazása szerint a fenntarthatóság feltétele, hogy az **anyagforgalmakat úgy kell szabályozni, hogy az élővilágra ezen belül az emberre károsan ható anyagok ne halmozódjanak fel a környezetben.** A sók nem veszélyes szennyezők, de, ha bizonyos határon túl juttatjuk a környezeti elemekbe – víz, talaj – akkor azok élővilágát megváltoztatják, az emberi felhasználásra való alkalmasságát csökkentik. A felhalmozódás veszélye két vonatkozásban vizsgálható. Az egyik a felszíni vízfolyás mederüledéke mint nyelő, a másik a sós vízzel öntözött talaj mint nyelő.

A dolgozat 3.2.5. fejezetében azzal a céllal vizsgáltam a mederüledéket, hogy tudok-e mérhető eltéréseket kimutatni a vizsgált vízgyűjtő két jelentős bevezetése alatt- és fölött. Ez azonban – a korábbi terhelések lehetősége miatt – nem elegendő a most ismert terhelésekből származó felhalmozódás igazolására.

Ez alapján nem nyilvánvaló, hogy a fenntarthatóság erre vonatkozó feltétele teljesül-e, vagy sem.

A klímaváltozás előre jelzett hatásai – vízhiány, növekvő szárazság, a felszíni vizek szennyezettsége nő a kisvizek hozamának csökkenésével – tükrében azonban reális kihívásnak tekinthetjük, hogy felszíni vizeinket alkalmassá tegyük öntözésre vagyis a másodlagos szikesedés – egyfajta káros anyag felhalmozódás - veszélye nélkül öntözhessünk velük.

A fentiek alapján összességében az alábbi tudományos eredmény fogalmazható meg:

A Kösely vízgyűjtő szintű vízgazdálkodásában meghatározó tényező, hogy a termálvíz hasznosítás jelenlegi gyakorlata a vízgyűjtőn nem fenntartható a szakirodalomban meghatározott három mutató - a környezet befogadóképességének való megfelelés, a forrásokkal való gazdálkodás és az antropogén-, valamint a természetes só anyagforgalom aránya - alapján.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A sóbevezetés terheli ugyan a befogadót, de - talajvíz sótartalma mint háttérkoncentráció és a kitermelt termálvíz természetes állapotban való felhasználása miatt - nem reális a szennyező fizet elve mentén kezelni a problémát. Műszaki-technikai, „csővégi” megoldás létezik, ez a használt termálvíz sótelenítése. Mivel azonban nem „elérhető”, vagyis nem gazdaságos, a termálvíz felhasználók nem kötelezhetők az alkalmazására. A hazánkban tipikusnak számító vízminőségi probléma véleményem szerint indokolná, hogy egy innovációs kutatás keretében kifejlesszünk egy sótelenításon alapuló BAT-t („legjobb elérhető technológiát”), melyet a termálfürdőkben általánosan bevezethetnénk.
2. Egy egyéves hidrológiai mérési program keretében meghatározható a késeltetési idő, melynek ismeretében a csapadékeseményeket követően tudni lehet, milyen mértékű természetes hígulás várható. Így optimalizálható lenne a mindenkori termálvíz- és hígítóvíz bevezetés ideje. A termálvíz bevezetést jelenleg csak Hajdúszoboszló alatt lehetne a nagyobb hígulást kihasználva időzíteni, de az anyagforgalom vizsgálat szerint épp ez jelenti a kisebb terhelést.
3. Az anyagforgalom vizsgálat szerint a debreceni bevezetés jelenti a nagyobb terhelést. Emiatt elsősorban itt kell vagy tisztítást (BAT), vagy kitermelés-csökkentést, vagy hígítást bevezetni. Ezek költség szempontjából optimális együttese volna a legcélravezetőbb, ennek meghatározása további vizsgálatot igényel. A készletek csökkenése a kitermelés csökkentésére irányítja a figyelmet amellet, hogy nem kérdőjelezzük meg a fürdő létjogosultságát.
4. A diszperziós tényezők becsléssel történő meghatározása nem elegendő, ha erre vízminőség javító intézkedést tervezünk alapozni. Ekkor szükséges ezek méréssel történő meghatározása. Az egyéves hidrológiai méréssel egybekötött szennyezőanyag-terjedési vizsgálatok segítenék az ideális

hígítóvíz- és/vagy termálvíz-bevezetési pontok – és az ezzel összehangolt mederkereszt-szelvény bővítés – meghatározását.

5. Az anyagforgalom-számítás újszerű módszere a megadott anyagigénnyel alkalmazható a terhelhetőség mértékének - akár szezonális eltérésekkel történő - meghatározására a vízminőség-mérés sűrűségétől független eredményességgel, valamint a beavatkozás helyének pontosítására.
6. Egy vízfolyás HEC-RAS programmal történő 1D hidrodinamikai modellezésével ötszáz méterenként hosszirányú diszperziós tényezők számíthatók. Ezzel a módszerrel lényegesen részletesebb információk kaphatók a vizsgált rendszer transzportfolyamatairól, mint bármely eddig alkalmazott eljárással. Az 1D vízminőségi modellezésekhez szükséges minimális adatigényt meghatároztam, ezáltal segítve a vízminőség javító beavatkozások döntés előkészítését.

6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. tézis

Új módszerként a vízfolyás 1D hidrodinamikai modellezését végeztem HEC-RAS program segítségével. Az elemzés célja az optimális elkeveredés helyének megválasztása a Kösely vízfolyáson. Ehhez a modellfuttatások eredményeképpen kapott hidraulikai adatokból ötszáz méterenként hosszirányú diszperziós tényezőket számoltam FISCHER és MC QUIVEY-KEEFER tapasztalati képleteivel. A kapott mutatók a szakirodalomban megadott értékhatárok között mozognak. Ezzel a módszerrel lényegesen részletesebb információkat kaptam, a vizsgált rendszer transzportfolyamatairól, mint bármely eddig alkalmazott eljárással. Az 1D vízminőségi modellezésekhez szükséges minimális adatigény meghatározásával lehetővé teszem más vízgyűjtők transzportfolyamatainak megismerését célzó elemzések előkészítését ezzel a módszerrel, ezáltal jelentősen tudom segíteni a vízminőség javító beavatkozások döntés előkészítését.

1/1 altézis

Az általam összeállított vizsgálati metodika alapján kimutattam, hogy a D_L hosszirányú diszperziós tényezők McQuivey-Keefer képletével számolt minimumértékei olyan vízfolyás-szakaszra esnek, melyen a VKI keretében végzett iszapvastagság-mérés szerint éppen a legvastagabb - 100 cm - a mederüledék.

2. tézis

Kutatásaim során kifejlesztett - a humusz minőségének jellemzésére alkalmas - fényelnyelés elemzést végeztem az iszapminták nátrium-hidroxidos, illetve salétromsavas kivonatán. Az eredmények jól szemléltetik, hogy a 600 nm fölötti hullámhossz tartományban mindegyik iszapminta fényelnyelése exponenciálisan csökken és a termálvíz-bevezetések alatt stabilabb a humusz az iszapban.

3. tézis

Az iszapvizsgálatok új eredményei hozzájárulnak számos komponens-, vagy tulajdonság esetében a két termálvíz-bevezetés alatt- és fölött azonos előjelű, míg más komponensek esetében ellenkező előjelű változások kimutatásához. Ezzel igazoltam, hogy az iszapvizsgálat - a mederüledék időnkénti-, vagy folyamatos átrendeződése miatt - alkalmatlan a szennyezőforrások hatásainak valós környezetben történő monitoringjára, a szennyezőforrások hatásainak szétválogatására.

4. tézis

Új – a szakirodalomban eddig nem közölt - eredmény, hogy a vízben és az ugyanabban a keresztmetszvényben a mederüledékben mért EC-értékek csekély összefüggést mutatnak, mely nyilvánvalóan más vízfolyásra is érvényes megállapítás.

5. tézis

Az anyagforgalom-számítás újszerű, általam kidolgozott módszerét alkalmaztam a terhelhetőség mértékének - akár szezonális eltérésekkel történő - meghatározására. Ezzel a - más vízgyűjtőkre is alkalmazható - számítással a beavatkozás helye is pontosítható. Meghatároztam az anyagforgalom-számítás újszerű módszerének adatigényét, mely lehetőséget nyújt más vízgyűjtőkön is hasonló módon elvégezhető számításra a vízminőség-mérés sűrűségétől független eredményességgel.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A **BEVEZETÉSben** ismertetem a témát és annak aktualitását támasztom alá a vízminőségi elvárásokkal, a klímaváltozás vízgazdálkodásunk feltételeire gyakorolt várható hatásaival, a termálvíz felhasználás trendjével. A téma a Kösely vízgyűjtőjének a sóforgalom által meghatározott minőségének és a vízminőségjavítás lehetőségeinek vizsgálata. A választott vízgyűjtő sajátossága, hogy teljes egészében az ország területén fekszik, így saját hatáskörünkben tehetünk hatékony intézkedéseket. A dolgozat BEVEZETÉSben megfogalmazott célkitűzései

a saját méréssel is alátámasztott minősítésre,

a mederüledék bevezetések körüli változásának vizsgálatára,

a víz- és az iszap vezetőképessége közötti lehetséges összefüggés keresésére,

a sókoncentrációval összefüggő vízminőség hígítással történő javításának lehetőségeire,

a határértékekkel nem megválaszolható fenntarthatósági kritériumok teljesülésének vizsgálatára terjed ki.

2. fejezet (szakirodalom)

A szakirodalom és a Víz Keret Irányelv alapján ismertetem a sószennyezések forrásait-, vízminőséget befolyásoló hatásait és az ezzel összefüggő elvárásokat.

A szakirodalomra támaszkodva ismertetem a felszíni vizek öntisztulási folyamatát, ezen belül a hígulást, mely konzervatív szennyezőanyagok esetében elsődleges szerepet kap. Ismertetem a vízminőséget a hígulás folyamata által meghatározó vízháztartási elemet, a lefolyást és az ebből a szempontból veszteséget jelentő beszívargást és párolgást, melyek ebben a régióban jelentős hányadot képeznek.

A szakirodalomra támaszkodva áttekintem a vízminőség-szabályozás módszereit, elsősorban azokat, amelyek a só mint konzervatív szennyezőanyag esetében eredményesen alkalmazhatóak. A hidraulikai- és vízminőségi modellek összekapcsolt alkalmazására, valamint az anyagforgalom számítással egybekapcsolt terhelhetőség-vizsgálatra térek ki. Az adathiány miatt hangsúlyt fektetek a többféle módszer párhuzamos alkalmazására.

3. fejezet (módszer)

A módszertani fejezetben ismertetem a mintaterületet, a Kösely vízgyűjtőjét többirányú -hidrometeorológiai-, területi vízháztartási-, hidromorfológiai - adatgyűjtésre alapozva. Ebben a fejezetben jellemzem vízminőség szempontjából a Kösely vízgyűjtőjét néhány korábbi év törzshálózati és alkalmi méréseket tartalmazó TIKÖFE-adatsora alapján.

Ennek a saját mérési adataimmal való összevetés-, másrészt a háttérkoncentrációk hosszabb időszakra támaszkodó megismerése szempontjából van jelentősége. A háttérkoncentráció a terhelhetőség meghatározásához nélkülözhetetlen alapadat. Az adatgyűjtés kiterjed a sóforgalom vízgyűjtőbeli tényezőinek ismertetésére is.

Ismertetem a mintavételi területet, a 11 mintavételi helyet és ezek kiválasztásának szempontjait, a 28 alkalommal történt elektromos vezetőképesség mérés technikai hátterét és ennek a sótartalommal való összefüggését, valamint közlöm a mért adatokat. Itt ismertetem az egyszeri mederüledék- és vízmintavétel célját, a minta előkészítésének és a méréseknek a módszerét.

Ebben a fejezetben ismertetem a HEC-RAS hidrodinamikai modell alkalmazásának célját, az adatigényeket és az előkészítő számításokat. Az ötszáz méterenként bevitt keresztmetszeti adatokra épült medermodellt és a digitalizált térképet átvettem egy TDK dolgozatból. A peremfeltételnek számító vízhozamadatokat számítással határoztam meg különböző – vízminőségvédelmi – és szezonális szempontból mértékadó helyzetben – a Kösely 7 szakaszára. Szintén számítással határoztam meg a hígítóvíz-igényeket a mért EC-értékek és az ismert határértékek alapján. További hidrológiai esetként kezeltem a KFCS-ben, valamint a zárószelvényben történő hígítóvíz-bevezetéseket, majd mindegyik - összesen 11 - változatban futtattam a programot. A program által számolt hidraulikai paraméterekből mindegyik hidrológiai hígítási esetre számoltam a transzportfolyamatok – advekciós szállítás és hosszirányú diszperziós elkeveredés – jellemzőit, a szállítás idejét, a hosszirányú diszperziós tényezőket.

Ez a fejezet tartalmazza a terhelhetőség-számításaimat a vizsgált víztest termálvizet befogadó szakaszaira.

Célkitűzéseim között szerepelt a csapadék- és EC-adatok közötti összefüggés megismerése, de ezt nem sikerült nyomon követni, mert ehhez több adatra van szükség.

A só-anyagforgalom számításaimat is ez a fejezet tartalmazza. Ez áttekinthetővé teszi a vízkitermelés és a sóterhelés arányait a vízgyűjtőn, az éves só-mérleget $\text{m}^3/\text{év}$, illetve $\text{t}/\text{év}$ mértékegységben, valamint a sóáram mértékét g/s -ban.

4. fejezet (eredmények értékelése)

A mért EC-adatokat a víz több elvárás-rendszer szerinti minősítése- és öntözővízként való használhatósága szempontjából értékelem. Az öntözési időnyre vonatkozóan külön értékelést végzek. A számításokból kiderül, melyik mértékadó helyzetben mely

szakaszokon lehetséges a jelenlegi adottságok mellett-, beavatkozás nélkül öntözővizet biztosítani.

Mivel a jelenlegi adottságok mellett nem megfelelő a víz minősége, alternatív- jelenleg nem biztosított lehetőséget feltételezve – a zárószelvényben is „vezettem be” hígítóvizet a KFCS fölötti szakaszok javítására. Ennél a megoldásnál a meder-keresztzelvény volt a „szűk keresztmetszet”, az akadály. A jelenlegi mederszelvények figyelembevételével határoztam meg a zárószelvénybeli hígításon felül további hígítást igénylő szakaszokat.

A transzportfolyamatok jellemzőire vonatkozó eredményeket ismertetem az összes futtatott esetre. Az eredmények értékelése során egyrészt megerősítem azt a szakirodalomban is közölt állásfoglalást, miszerint a tapasztalati képletek elsősorban becslésre alkalmasak. Másrészt kiemeltem a kétféle képlettel számolt diszperziós tényezők szélsőértékeihez tartozó jellemző keresztzelvényeket. Az eredmények konkrét szennyezőhullám levonulásának leírására is alkalmasak.

Elemzem a mederüledék vizsgálatok eredményeit. A számos vizsgált tényező közül kiemelem az egymással jól korreláló tényezőket, kiemelem a bevezetések fölött- és alatt vett iszapminták között kimutatható változásokat, valamint az ugyanazon minta különböző jellemzői közötti összefüggéseket.

Ebben a fejezetben jellemzem a Kösely vízgyűjtőjének termálvíz gazdálkodási gyakorlatát a fenntartható anyagforgalom kritériumai szerint. Ehhez nem kellett célzott mérést végezni, az eddigi eredmények és az adatgyűjtés alapján végeztem az értékelést.

5. fejezet (következtetések, javaslatok)

Az **5. fejezetben** az eredmények alapján következtetéseket fogalmazok meg és javaslatokat teszek a Kösely sóterhelésből származó vízminőségi problémáinak megoldására.

8. SUMMARY

Chapter 1: INTRODUCTION AND PROBLEM FORMULATION

The introduction reviews the topic along with its actuality and the goals of the dissertation. The topic is evidently actual for several reasons. First of all water quality standards defined in the WFD are not met and the tendency is not likely to improve due to the predicted impacts of climate change on Hungarian water regimes and the trend of current thermal water management practices. The topic is the assessment of the salt-related quality of the river Kösely and tributaries and of the applicability of dilution for quality improvement.

It is a special case that the chosen study area, the whole catchment lays in Hungary so any measurement can be implemented on national institutional level.

The goals for which this study is carried out are quantifying the changes in water quality above and below thermal water emissions, quantifying the annual and seasonal exceedence of standard criteria, quantifying the changes in composition and other characteristics of the sediment above and below thermal water emissions, investigating the rate of possible improvement in the water quality by the means of dilution water inlet and finally the assessment of how salt flow in the Kösely catchment meet the criteria of sustainable material flow.

Chapter 2: LITERATURE REVIEW

In this chapter I investigate the sources of salt, the possible consequent adverse impacts of salt content and the standard criteria of salt in the surface waters from the viewpoint of irrigation water demand and ecosystem maintenance.

Also the elements of and interrelations among the hydrological cycle are summarized in this chapter as they are in close connection with the natural dilution conditions originating from runoff. Natural dilution conditions determines the self purification processes of rivers. Kösely and its tributaries are sensitive due to very low natural dilution and high salt loadings.

Further elements of self purification in rivers are introduced, regarding conservative soluble pollutants like salts.

Applicable water quality control- measurements addressing conservative soluble pollutants are also assessed in this chapter. These measures cover the combined application of hydrodynamic and dynamic water quality models, as well as the

combined application of material flow analysis and estimation of permitted loading. All of these measures are considered in the study because data supply is very limited.

Chapter 3: METHODOLOGY

In this chapter I describe the hydrometeorological characteristics and the hydromorphological features of the study area which is the Kösely catchment. The qualification of the water bodies in the catchment - based on data series of the regional environmental authority TIKÖFE deriving from ten years anticipating the year of my own measurements - is presented. This evaluation serves on the one hand as a base for comparison with my findings and on the other hand as baseline-concentration of salts. Baseline-concentrations are necessary for determining permitted loads.

The study area with the eleven sampling sites is also introduced along with the results of EC-measurements of water samples on 28 occasions in the one year-long sampling period. This chapter also introduces the aim of sediment measurements, the preparation and analytical measurement process of 16 sediment samples collected on twelve sites.

Also in this chapter on methodology the preparatory calculations for using hydrodynamic model HEC-RAS is carried out. The model of the river channel is readily adopted but the lowest - the least favorable - discharges in plant vegetation period and in the whole year - which is the relevant discharge regarding water quality - is calculated based on the data of the only one gauging station. These discharge-data are then divided among the 7 reaches of the river channel, based on the influencing factors like the areas of the sub-catchments, the planned excess-water discharge on the reaches and the ten years-long series of rain data. Further cases are then determined by letting in different quantities of dilution water in two cross-sections. One of these is the existing Eastern Main Channel, the other is an optional – alternative – one at the ending section of the river, at the confluence of river Tóció and Kondoros. This latter case is considered in order to provide dilution for the upstream reaches as well, above the Eastern Main Channel. HEC-RAS calculates several hydraulic variables for each cases which allows for calculating the longitudinal transport of the river, namely advection and longitudinal dispersion coefficient.

This Chapter also concludes the calculation of possible loadings of salt in g/s and in m³ of thermal water/year on three reaches of the river Kösely.

Correlation between rain events and EC-data was not successfully completed due to lack of enough data.

Salt mass balance is also estimated in this chapter the results being quantified ratios of different loads on the catchment both in [tons/year] and in [mass/sec].

Chapter 4. : FINDINGS AND DISCUSSION

In this chapter I evaluated the measured EC-data for the one year period and for the irrigation period as well to see whether quality standards are met in these periods and to see which reaches of river Kösely are suitable for irrigation. It is shown in this chapter, which reaches of river Kösely and its tributaries - with the currently given possibilities for irrigation water inlet - are appropriate for irrigation in different hydrologic situations. An “alternative” way of irrigation water inlet in the end cross section 60+900 of Kösely is also assessed in this respect. In this case the bottleneck was the hydraulically narrowest bankfull section of the river channel. River reaches needing more dilution water are determined for both given and “alternative” cases.

Also the results characterizing the transport processes in river Kösely are presented in this chapter. I found on the one hand – as it is already published - that longitudinal dispersion coefficients must be determined through measurements, because formulas have proved to be appropriate only for estimation. On the other hand I emphasize those river sections where the maximum and minimum values of D_L are calculated. These may have importance in determining the optimal section for the inlet of dilution water. I also compare the calculated the range of values with those given in literature.

I also analyze the results from the laboratory measurements of the sediment samples with due regard to variables of high correlation coefficients, to changes in sediment quality below thermal water or sewage emission points. The whole correlation matrix is included showing which variables are in significant correlation and which are not.

Also in this chapter I characterize the thermal water management practice of Kösely catchment considering the criteria of sustainable material flow.

Chapter 5: CONCLUSIONS AND FINAL THOUGHTS

Besides formulating the scientific results I draw practical conclusions from the results of the study and make suggestions in order to improve the salt-related quality of river Kösely and tributary Tóció.

9. SZAKIRODALOM JEGYZÉK

- [1.] BACCINI, P. , BRUNNER, P. H., Metabolism of the Anthroposphere, Springer, 1991, Heidelberg, Berlin, New York, (ISBN 978-3-540-53778-6)
- [2.] BÍRÓ, T., THYLL, SZ. (1999): A belvíz-veszélyeztetettség térképezése. Vízügyi Közlemények, 81 (4):709–718.
- [3.] CLEMENT, A. 2009. Vízyűjtő-gazdálkodási tervek készítése projekt KEOP-2.5.0; Mezőgazdasági fórum 2009. szeptember 7.
A felszíni vizek állapotértékelésének eredményei
- [4.] CLEMENT, A., SZILÁGYI, F., LÁSZLÓ, F., 2009. Háttéranyag az országos VGT 5. fejezetéhez; 5-2. Felszíni víztestek jó állapotához tartozó fizikai-kémiai és kémiai határértékek és minősítési rendszer; Tanulmány; Budapest
- [5.] DRUCZA, M., 2008. A párolgás és a talaj vízháztartási tulajdonságainak modellezése: magyarországi esettanulmányok; doktori értekezés,
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, Budapest
- [6.] FELFÖLDY, L. 1987. A biológiai vízminősítés; Vízügyi Hidrobiológia 16. kötet. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest
- [7.] FILEP, GY 1999. Az öntözővizek minősége és minősítése. Agrokémia és Talajtan, 48. 1-2, 49-65 p.
- [8.] FILEP, GY. 2002. Talajszennyeződés. Talaj és Környezet, Debrecen, 63-85.
- [9.] FITCH, G. M., BARTELT-HUNT , S., SMITH, J. 2009., Oyanedel-Craver ,V-, Fuller,M., Salt-Water Recycling For Brine Production At Road-Salt-Storage Facilities, Environmental Progress & Sustainable Energy
Volume 28 Issue 4, Pages 565 – 575
- [10.] FISCHER, H.B.,1968, Methods for predicting dispersion coefficients in natural streams, with application to lower reaches of the Green and Duwamish Rivers, Washington: U.S. Geological Survey Professional Paper 582-A, 27p.
- [11.] FITCH, G.M., BARTELT-HUNT, S., SMITH, J. 2005. Characterization and environmental management of storm water runoff from road salt storage facilities; TRB 84th Annual Meeting in January 2005, pp. 125-132
- [12.] FROELICH, D. C.: Finite element surface-water modelling system. Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center.

- Georgetown. 2000. p. 6-6.
- [13.] GYŐRI, Z., ALAPI, K. 2002.: Talajvizsgálatok a nehézfém terhelés utáni szennyezett tiszai ártéren. Talaj és Környezet, Debrecen, 250-257.
- [14.] HAIMES, Y.Y.: The process of water resources project and planning: a system approach. Studies and reports in hydrology No. 44. UNESCO. Paris, 1987.
- [15.] HANCZ, G. 2004. Adverse Environmental Impacts of Thermal Water Utilization Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar Tudományos lapja) III.évf.2. szám; 2004/2.
- [16.] HANCZ, G. 2010. A Kösely vízfolyás és mellékágainak sóterheléssel összefüggő minősége, Debreceni Műszaki Közlemények 2010/1, p. 5-13.
<http://www.mfk.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20101/>
- [17.] HANCZ, G. – ARADI, CS. 2010. Suggested Practices Of Used Thermal Bathing Water Disposal ; 9th Alps-Adria Scientific Workshop, 12-17 April, 2010 – Špičák, Czech Republic, RESILIENCE WITHIN AGRO-ECOSYSTEMS
- [18.] HANCZ, G. 2010. A Kösely vízfolyás sókoncentráció vizsgálata ,VI. Kárpát-Medencei Környezettudományi Konferencia Nyíregyházi Főiskola, 2010. április 22-24
- [19.] HANCZ, G., BÍRÓ,T., MOLNÁR, K. 2010. Hígítóvíz szükséglet számítása a Kösely vízfolyáson, EMT -VIZKO konferencia kiadvány,
www.hidrologia.hu, www.gwpmo.hu
- [20.] HÁRS, T. (2006.): A termálvizek környezetterhelési és gazdasági hatásai, Doktori értekezés, VITUKI, 1959): Magyarország vízkészlete. IV. Minőségi számbavételek
- [21.] JOLÁNKAI, G., közreműködött: BÍRÓ, I., 2000. Description of the CAL programme on Water Quality Modelling, Version 2, Basic river and lake water quality models (with an outlook to "ecohydrological" applications)
- [22.] JOLÁNKAI, G., közreműködött: BÍRÓ, I., 1999. A vízminőségvédelem alapjai különös tekintettel a rendszerszemléletű ökohidrológiai módszerekre;TTK egyetemi jegyzet
- [23.] JUHÁSZ J. 1976. Hidrogeológia, Akadémia Kiadó, Budapest, 766 p.
- [24.] JUHÁSZ P. 2008. TDK dolgozat,A vízutánpótlás szerepe a Kösely vízminőségének javításában, Debreceni Egyetem, Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Mezőgazdaságtudományi Kar

- [25.] KESSICK, M.A., MANCHEN, K.,L. 1976. Salt Water Domestic Waste Treatment Journal ,Water Pollution Control Federation, Vol. 48, No. 9, Annual Conference Issue (Sep., 1976), pp. 2131-2136
- [26.] KINNER, N.E.; BISHOP, P.L.; AND ASCE, M. (1962) Treatment of Saline Domestic wastewater Using RBC's.' J.;Environ. Eng., 108, 650
- [27.] KINCANNON, D.F., AND GAUDY, A.F. (1968) 'Response of Biological Waste Treatment Systems to Changes in Salt Concentrations.' Biotechnol. Bioeng., 10, 483
- [28.] 221/2004 (VII.21.) Korm. rendelet a Vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól
- [29.] KESSICK, M. A. AND MANCHEN, K. L. 1976. Salt Water Domestic Waste Treatment Journal (Water Pollution Control Federation), Vol. 48, No. 9, Annual Conference Issue (Sep., 1976), pp. 2131-2136
- [30.] DR. KONECSNY, K.; DR. LÁSZLÓ F.; LIEBE, P., 2006.
Vizsgálatok a magyarországi állandó és időszakos jellegű vízfolyás szakaszokkal kapcsolatban; Magyar Hidrológiai Társaság által 2006. július 5–6. között megrendezett XXIV. Országos Vándorgyűlés
- [31.] KOSTICK, S.D.1993. The material flow of salt , IC9343, information circular, U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines (Washington, D.C)
<http://pubs.usgs.gov/usbm/ic-9343/ic9343.pdf>
- [32.] KOSTICK, S.D. 1996. The material flow concept for materials
Natural Resources Research, Volume 5, Number 4, p 211-233, Springer
Netherlands, ISSN 1520-7439 (Print) 1573-8981 (Online)
- [33.] KOVÁCS, B. 2007. Hidrogeológia. Felszín alatti vízkészletek
Szegedi Tudományegyetem, http://www.gama-geo.hu/kb/okt/hg/fa_vizkeszletek.pdf
- [34.] LÁNG, I. A klíma politika rejtelsei: csökkentés,
alkalmazkodás, mindkettő, Klíma-21 füzetek, 49. sz. 2007. P. 91-93.
- [35.] LITERÁTHY, P. 1975. Környezetvédelem analitikája. II. kötet. Vízanalitika
- [36.] LEWIS, E. Salinity: its definition and calculation. J Geophys Res. 1978;83:466–478. doi: 10.1029/JC083iC01p00466
- [37.] MAKRAY, I. 2006. A víz sótartalom mérés jelentősége, Magyar Hidrológiai Társaság XXIV. Országos Vándorgyűlése
<http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/24/2szekcio/242107.htm>

- [38.] MAGYARORSZÁG VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERVE 2009.
www.euvki.hu/pages/download.aspx?DocID=250
- [39.] MOHD. NASIR, H. 1993. Longitudinal Dispersion of Pollutants in Natural Streams - The Aggregated Dead-Zone Approach
Pertanika J. Sci. & Technol. 1(2): 225-238 (1993) ISSN: 0128-7680
© Universiti Pertanian Malaysia Press
- [40.] NAGY, ZS. 2007. A biológiai elemek állapotát befolyásoló főbb hidromorfológiai tényezők meghatározása magyarországi kisvízfolyásokra, doktori értekezés; interdiszciplináris természettudományok (1.5) és agrártudományok (4.1)
- [41.] NEMES, ZS.J. 2007. Az öntözővizek minősége a hazai vízkultúrás zöldségtermesztésben; 13 április 2007, Értekezés/disszertáció.
- [42.] NOVÁKY, B. 2000. Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai. Vízügyi Közlemények, 82 (3–4). 418–448.p.
- [43.] OECD WORKING GROUP ON ENVIRONMENTAL INFORMATION AND OUTLOOKS (WGEIO) 2000 Special Session On Material Flow Accounting
- [44.] PÁLFAI, I. 2001.: A belvíz definíciói. Vízügyi Közlemények, 89 (3): 371–389.
- [45.] PÁLFAI I., (2007): Éghajlatváltozás és aszály. „KLÍMA-21” Füzetek. 49. 59–65.
- [46.] BACCINI, P., P., H., BRUNNER 1987. Metabolism of the Antroposphere; Springer-Verlag, 1987., p.73.
- [47.] PAPP, F., 1975. Debrecen térségének vízgazdálkodása, Vízügyi Közlemények, pp.485.-510.
- [48.] RÉTHÁTI, L., 1968., A Tiszántúl csapadékviszonyainak és talajvízjárásának korrelációja, Hidr.Közlöny, 7. szám, pp.296.-305.
- [49.] PREGUN, CS., TAMÁS, J., BÍRÓ, T. A HEC-RAS vízfolyásmodell agrár-környezetvédelmi szempontjainak vizsgálata a Berettyó folyón.
Agrárinformatikai Nyári Egyetem és Fórum. Szent István Egyetem. Gödöllő, 2004. CD.
- [50.] REINMANN, J., 1983. megjegyzések korreláció- és regresszióelmélethez I., Hidr.Közlöny, 11. szám, pp.478.-484.
- [51.] SALLAI F., MÁNDOKI M., 2009. Hazai vízkészleteink állapotértékelése [
In.: Szűcs P. – Sallai F. – Zákányi B. – Madarász T. (szerk.) A

- vízminőségvédelem aktuális kérdései] Bíbor kiadó. Budapest. 289.-325.
- [52.] SENTHILKUMAR, S.; SURIANARAYANAN, M.; SUDHARSHAN, S.; SUSHEELA, R. APRIL 2008. Biological treatment of tannery wastewater by using salt-tolerant bacterial strains
- [53.] SLEZÁK, K. A., 2001. Fehér termésű paprika sóútérése. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola
- [54.] SMS 5.0 Reference Manual. Brigham Young University - Engineering Computer Graphics Laboratory. 1997.
- [55.] SOMLYÓDY, L.: Víz és vízgazdálkodás. In: A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. (szerk. Somlyódy L.) MTA, Budapest. 2000. 13-34. old.
- [56.] SZABÓ, SZ., BÍRÓ, T. 2003. Hidrológiai modell alkalmazása a tájértékelésben Acta Geographica Tomus pp. Debrecen, Debrecina 2001/2002 XXXVI 141-154.
- [57.] STEFANOVITS P.-FILEP GY.-FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- [58.] TÓTH, T.;KUTI,L.; KABOS, S.; PÁSZTOR, L.2001.
Az alföldi szikes talajok elterjedését meghatározó agrogeológiai tényezők térinformatikai elemzése 1:500 000 méretarányban, alaptérképek; Földrajzi Konferencia, Szeged 2001.
- [59.] THYLL, SZ.: 1998. VÍZSZENNYEZÉS – VÍZMINŐSÉGVÉDELEM, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, jegyzet
- [60.] THYLL, SZ., BÍRÓ, T.: A környezetgazdálkodás hidrológiai és hidraulikai alapjai. DATE. Debrecen, 2000. 67 old.
- [61.] TJORNSLAND, T. Longitudinal Dispersion in a Stream
Calculated by One Dimensional Numerical Model, Nordic Hydrology, 14, 1983, 41-46
- [62.] VÁRALLYAY, GY. 2001. A talaj vízgazdálkodása és a környezet ; Magyar Tudomány, 2001/7
<http://www.matud.iif.hu/01jul/varally.html>
- [63.] VÁRALLYAI, GY., FEJÉR, 1936 Adatok az öntözővizek minőségi megítéléséhez. Kisérl. Közl., 39: 1-3. p.
- [64.] VÁRALLYAY, GY., (2007b): A talaj, mint legnagyobb potenciális természetes víztározó. Hidrológiai Közlöny **87**. 5. 33–36.

- [65.] VERMES, L. , SZŰCS, I. 2008 „A mezőgazdasági vízhasználat jelene és jövője Magyarországon”, A mezőgazdaság vízhasználat jogi szabályozásának aktuális kérdései; szakmai-társadalmi vitafórum;Szarvas, HAKI, 2008. október 28
- [66.] VÖLGYESI, I. 2006. A Homokhátság felszínalatti vízháztartása - vízpótlási és visszatartási lehetőségek; Magyar Hidrológiai Társaság által 2006. július 5–6. között megrendezett XXIV. Országos Vándorgyűlés
- [67.] VITUKI (2005)
http://www.vizeink.hu/files/vizeink.hu_0580_lp_vgt_termal_2.pdf
- [68.] 2009. A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása
VÍZGYŐJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV
http://vizeink.hu/files2/Orszagos_VGT.pdf
- [69.] WEC (WORD ENERGY COUNCIL), 2005. Global energy scenarios to 2050 and beyond.GLOBAL <http://www.worldenergy.org/wec-geis/edc/scenario.asp#table1>
- [70.] WARNER, J., BRUNNER, G., WOLFE, B., PIPER, S. (2002). User`s Manual. HEC-RAS River Analysis System Version 3.1. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center
- [71.] Víz Keretirányelv (2000/60/EK Irányelve)
- [72.] V.NAGY, I. Hidrológia, Tankönyvkiadó, 1980., Budapest
- [73.] WMO: Real-time intercomparison of hydrological models. Technical Report No. 255. 1987.
- [74.] ZSUFFA, I. Műszaki Hidrológia, Műegyetemi Kiadó (1996), Budapest

10. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Magyar nyelvű Tudományos közlemény, lektorált folyóiratban

1. Hancz, G. : 2010. A Kösely vízfolyás és mellékágainak sóterheléssel összefüggő minősége, *Debreceni Műszaki Közlemények* 2010/1: 5-13. HU ISSN 1785 0622; HU ISSN 2060 6869
2. Hancz, G. : 2010. A Kösely vízfolyás és mellékágainak sóterheléssel összefüggő minősége. *Gép* 2008/8 59. 33.-36.
3. Hancz. G.: 2005. Diffúz szennyezők hatása a felszíni vizek minőségére, *Debreceni Műszaki Közlemények*, DE MK Folyóirata, 4. Évfolyam 1. szám: 79.-91. HU ISSN 1587-9801.

Idegen nyelvű Tudományos közlemény hazai, lektorált folyóiratban

4. Hancz G., Issa I., Hajdok I., Tolner L., Czinkota I.: 2011. A Simple Method to Estimate the Long Term Effect of Emission on the Quality of Organic Matter of the Sediment in the Receiving Water Body. *Applied Ecology and Environmental Research*, *közlésre leadva; regisztrációs száma* 738
5. Hancz, G. – Aradi, Cs.: 2010. Suggested Practices of Used Thermal Bathing Water Disposal; *1556/Növénytermelés* 59.2010.1., p.303 -306.
6. Hancz., G. : 2004. Adverse environmental impacts of thermal water utilization, *Debreceni Műszaki Közlemények*, DE MK Folyóirata, 3. Évfolyam, 2. Szám: 99.-109. HU ISSN 1587-9801.

Magyar nyelvű könyvfejezet és konferencia kiadvány

7. Bodnár, I. - Hancz. G.: 2008. A Kösely vízfolyás és mellékágainak sóterhelése *MTA DAB MSzB konferencia kiadványa, könyvrészlet* 147.-156. HU ISSN 2060-7954, ISBN 978 - 963 - 7064 -19 -7
8. Hancz., G. : 2010. A Kösely vízfolyás sókoncentráció vizsgálata VI. KÁRPÁT-MEDENCEI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KONFERENCIA NYÍREGYHÁZI FŐISKOLA, 2010. április 22-24; p.187.-192.

Idegen nyelvű könyvfejezet és konferencia kiadvány

9. Jolánkai G. - Hancz G. - Pataki B. - Jolánkai Zs. : 2010. Water Related Impacts Of Climate Change And The Adaptation Strategies To Cope With Them:- Interim Results Of The Project „Climatewater”: In: Proc. Int. Conf.. Published by Rexpo Nyomda, Debrecen, pp 635-645, OCTOBER 2010., „BUILDING SERVICES, MECHANICAL AND BUILDING INDUSTRY DAYS”, 14-15, DEBRECEN, HUNGARY, ISBN 978-963-473-423-9

konferencia előadások

10. Czinkota I. - Issa I. - Hanz G. - Hajdók I. - Nyilas T. - Tolner L. (2011): Mederüledék-minták vizsgálata kivonatok fényabszorpció-hullámhossz függvény paramétereinek elemzésével. IX. Magyar Biometriai, Biomatematikai és Bioinformatikai Konferencia, 2011. július 1., Budapest
11. Hancz, G. - Kovács, S. : 2011. Water Quality Investigations With Special Emphasis On Salinity On River Kösely XXVth Conference Of The Danube Countries On Hydrological Forecasting And Hydrological Bases Of Water Management, Budapest, 16-17 June 2011
12. Hancz G. - Pataki B. - Garnier M. :2011. Making Use Of Scenarioplanning In Identifying Climate Change-Related Research Hotspots In The Mediterranean, MEDCLIVAR FINAL CONFERENCE

MEDITERRANEAN CLIMATE: FROM PAST TO FUTURE 6-9 June
2011 Lecce, Italy

13. *Hancz, G. - Hajdok I.- Issa, I.- Czinkota, I.*: 2011. A Simple Method To Estimate The Long Term Effect Of Emission On The Quality Of Organic Matter Of The Sediment In The Receiving Water Body
19 – 21 APRIL, 2011 IRBID- JORDAN
THE SIXTH JORDANIAN INTERNATIONAL CONFERENCE OF CHEMISTRY AND THE 10TH JORDANIAN CHEMICAL CONFERENCE; abstract book, p.119.
14. *Hancz, G.- Molnár K.-Bíró, T.* : 2010. Hígítóvíz szükséglet számítása a Kösely vízfolyáson; ERDÉLYI MAGYAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS TÁRSASÁG, NEMZETKÖZI VÍZGAZDÁLKODÁS-TUDOMÁNYI KONFERENCIA; 2010. JÚNIUS 2-5., SZÉKELYUDVARHELY 2010.06.02-05., WWW.HIDROLOGIA.HU
15. *Jolánkai G. D.Sc. Dr. Habil - Hancz G.- Pataki B.- Jolánkai Zs.*:2010. Water Related Impacts of Climate Change and the Adaptation Strategies to Cope with them: Interim Results of the Project „CLIMATEWATER” 2010 OKT.14.-15. XVI. ÉPÜLETGÉPÉSZETI, GÉPÉSZETI ÉS ÉPÍTŐIPARI SZAKMAI NAPOK 2010-10-14-15 Debrecen, műszaki tudományok előadás
16. *Hancz G.- Jolánkai G.- Pataki B.* : 2009. Bridging the Gap between Adaptation Strategies of Climate Change Impacts and European Water Policies MEZŐTÚR; MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ ÉSZAK ALFÖLDI RÉGIÓBAN, KONFERENCIA 2009. május 20.
17. *Hancz G.*: 2008. Sókoncentráció mérés a Kösely vízgyűjtőjén
ÉPÍTŐMÉRNÖKI TUDOMÁNYOS TANÁCSKOZÁS SZIE YBL MIKLÓS
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR KÖZMŰ- ÉS MÉYLEPÍTÉSI TANSZÉK ÉS A
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET TALAJMECHANIKAI
SZAKOSZTÁLYA KÖZÖS RENDEZÉSÉBEN, 2008. nov.10.

11. ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK ÉS MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

ÁBRÁK

1. ábra: Az azonnali teljes elkeveredést feltételező vízminőségi modell sematikus szemléltető ábrája (*JOLÁNKAI et al.,1999*)
2. ábra: Vízfolyás típusok és mesterséges víztestek (VGT)
- 3./1 ábra: A Kösely-főcsatorna hossz-szelvénye (TIVIZIG)
- 3./2 ábra: A Kösely-főcsatorna hossz-szelvénye (TIVIZIG)
4. ábra: Vízállások idősora és jellemző értékei a Kösely 6+705 szelvényében 1998.01.01. – 2007.12.31. között (TIKÖVIZIG adatok alapján)
5. ábra: Vízhozamok idősora és jellemző értékei a Kösely 6+705 szelvényében
6. ábra: Halobitás 2005.-2008 a Tócon (T_eredés)
7. ábra: Kösely, Nádudvar (K_1), 35 éves EC-adatsor és jellemző értékei
8. ábra: Halobitás 2005.-2008-években a Köselyen, Nádudvarnál(K_1)
9. ábra: a Tóco halobitásának hossz-szelvénye, 2005.
10. ábra: Tóco halobitás hossz-szelvénye, 2007.
11. ábra: Magyarország folyóvizeinek összes oldott sótartalma (mg/l) *MAUCHA (1948)* diagramok szerint. (VIKÖZ 1971 után, módosítva, *BÍRÓ 1984*).
12. ábra: Felszín alatti víztestek vízkémiai jellemzése. Összes oldott anyag Medencebeli és hegyvidéki nem karsztos víztestek, 50m-nél sekélyebb kutak KvvM, kármentesítési füzetek
13. ábra: A mintaterület és a mintavételi helyek a vízgyűjtő határával (TIKÖVIZIG)
14. ábra: Számított sókoncentráció és összes oldott anyagtartalom (TIKTVF)
15. ábra: Az egyéves EC-méréshez használt műszer
16. ábra: Tizenegy szelvényben 28 alkalommal mért EC-értékek
17. ábra: Tizenegy szelvényben 17 alkalommal öntözési időnyben mért EC-értékek
18. ábra: Iszapoldatok legnagyobb Ca-, Na- és K-koncentrációi, mg/kg
19. ábra: Fémek legnagyobb mért koncentrációi az iszapoldatokban, mg/kg
20. ábra: EC-értékek az iszapoldatokban és a vízmintákban [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
21. ábra: pH-értékek az iszapoldatokban és a vízmintákban [-]
22. ábra: Vízhozamok gyakorisági értékei a Kösely 6+705 szelvényében
23. ábra: Százalékban kifejezett vízhozam-tartósságok a Kösely 6+705 szelvényében

24. ábra: 10%-os valószínűségű vízhozamnál kisebb értékek előfordulása havi bontásban
25. ábra: Vízhozam-tartósság a Köselyen (K_1) az augusztusi hónapban
26. ábra: A Kösely digitális nyomvonala (JUHÁSZ,2008.)
27. ábra: A Kösely 26+500-as digitális keresztshelvénye
28. ábra: Digitális 3D medermodell
29. ábra: A terhelhetőség VKI szerinti értelmezése
30. ábra: „1” számú futtatás: sokéves októberi csapadék alapján, hígítás nélkül
31. ábra: transzportfolyamatok „1” futtatásából számolt jellemzői
32. ábra: „1a” számú futtatás: sokéves októberi csapadék + $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítás a záróshelvényben
33. ábra: transzportfolyamatok „1a” futtatásából számolt jellemzői
34. ábra: „1b” számú futtatás: sokéves októberi csapadék + $10,14 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítás a záróshelvényben
35. ábra: transzportfolyamatok „1b” futtatásából számolt jellemzői
36. ábra: „2” számú futtatás: sokéves februári csapadék alapján hígítás nélkül
37. ábra: Transzportfolyamatok „2” futtatásából számolt jellemzői
55. ábra „2 b” számú futtatás: sokéves februári csapadék $2,58 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a
38. ábra: „2 b” számú futtatás: sokéves februári csapadék $2,58 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a záróshelvényben
39. ábra: Transzportfolyamatok „2b” futtatásából számolt jellemzői
40. ábra: „2 c” számú futtatás: sokéves februári csapadék $9,23 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a KFCS-ből
41. ábra: Transzportfolyamatok „2c” futtatásából számolt jellemzői
42. ábra: „3 b” számú futtatás: 2008. júliusi csapadék $2,67 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a záróshelvényben
43. ábra: Transzportfolyamatok „3b” futtatásából számolt jellemzői
44. ábra: „3 c” számú futtatás: 2008 júliusi csapadék $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$ hígítással a KFCS-ből
45. ábra: Transzportfolyamatok „3c” futtatásából számolt jellemzői
46. ábra: „4” számú futtatás: 2008 októberi csapadék hígítás nélkül
47. ábra: Transzportfolyamatok „4” futtatásából számolt jellemzői
48. ábra: „5” számú futtatás: 90 %-os valószínűséggel előforduló mértékadó vízhozam hígítás nélkül

49. ábra: Transzportfolyamatok "5" futtatásából számolt jellemzői
50. ábra: Havi csapadékösszegek 2008-ban az 1971-2000-es értékek százalékában (OMSZ)
51. ábra: A mintavételek egy évében mért havi csapadékösszegek
52. ábra: EC-mérést megelőző napok csapadékösszege
53. ábra: K_1 vízhozam- és EC-adatsora
54. ábra: EC változása a megelőző öt nap csapadékösszegével a K_4 szelvényben
55. ábra: A 18. táblázat grafikus feldolgozása
56. ábra: Debrecen termálvizének össz-sótartalma $5433 \text{ mg/l} \approx 7762 \text{ }\mu\text{S/cm}$.
57. ábra: 2008 évi összes termálvíz kitermelés havi bontásban, $\text{m}^3/\text{hónap}$
TIKÖVIZIG adatok alapján
58. ábra: A termálvíztermelés- és a sókibocsátás megoszlása a települések között a 20. táblázat alapján
59. ábra: A Kösely vízfolyás éves termálvíztermelése- és só-anyagforgalma a 2008. évi adatok alapján
76. ábra: A Kösely vízfolyás éves vízhozama a sóforgalom adatokkal
77. ábra: A szelvényenként mért EC értékek statisztikai elemzése
statisztikai elemzése a mérés évében
78. ábra: Huszonnyolc mintavételi napon mért EC - értékek statisztikai elemzése
79. ábra: Öntözési idényre eső mért EC - értékek szelvényenkénti statisztikai elemzése
80. ábra: Öntözési idényre eső tizenhét mintavételi nap mért értékeinek statisztikai elemzése
81. ábra: szakaszonkénti októberi hígítóvíz -hiány
82. ábra: szakaszonkénti júliusi hígítóvíz-hiány
83. ábra: szakaszonkénti februári hígítóvíz-hiány
84. ábra: szakaszonkénti kisvízi hígítóvíz-hiány
85. ábra: összegzett hígítóvíz-hiányok „alternatív” hígítás esetén, m^3/s
86. ábra: A Fischer-féle képlettel számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek ábrázolása
87. ábra: A McQuivey-Keefer-féle képlet szerint számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek ábrázolása
88. ábra: A McQuivey-Keefer- és a Fischer-féle képlet szerint számított hosszirányú diszperziós tényezők jellemző értékeinek aránya
- 89/1.,2. ábra: Kösely-csatorna hossz-szelvénye

90. ábra: Az összes iszapminta abszorbanancia eredményei, NaOH oldatból
91. ábra: A Kösely és befogadója abszorbanancia eredményei, NaOH oldatból
92. ábra: A Kondoros abszorbanancia eredményei, NaOH oldatból
93. ábra: A Tóció eredményei, NaOH oldatból
94. ábra: Összhumusz mennyisége az iszapokban, NaOH- oldatból
95. ábra: Humuszminőség az iszapokban , NaOH oldatból
96. ábra: Az egyéves mért vezetőképességek átlaga
97. ábra: A desztillált vizes iszapoldatok vezetőképessége és az egyéves vízben mért vezetőképességek átlaga
98. ábra: A desztillált vizes iszapoldat pH- és EC- értéke közötti összefüggés
99. ábra: A desztillált vizes iszapoldat pH- és EC- értéke az egyes keresztshelvényekben
100. ábra: Az egyéves vízminták EC-értékeinek átlaga és az egyszeri iszapminta-vétellel egy időben vett vízminták EC-értékei közötti összefüggés
101. ábra: Az egyéves vízminták EC-értékeinek átlaga az egyszeri iszapminta-vétellel egy időben vett vízminták EC-értékeivel az egyes keresztshelvényekben
102. ábra: Az egyéves vízminták EC- értékeinek átlaga és a vizes iszapkivonat kálium tartalma közötti összefüggés
103. ábra: Az egyéves vízminták EC- értékeinek átlaga és a vizes iszapkivonat kálium tartalma az egyes keresztshelvényekben
104. ábra: A desztillált vizes iszapkivonat EC-értéke és Na- tartalma közötti összefüggés
105. ábra: A desztillált vizes iszapkivonat EC-értéke és Na- tartalma közötti összefüggés az egyes keresztshelvényekben
106. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat réz tartalma közötti összefüggés
107. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat réz tartalma az egyes keresztshelvényekben
108. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat cink tartalma közötti összefüggés
109. ábra: A vizes kivonat vezetőképessége és a salétromsavas kivonat cink tartalma az egyes keresztshelvényekben
110. ábra: A vizes kivonat kálium tartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség közötti összefüggés

111. ábra: A vizes kivonat kálium tartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség az egyes keresztaszelvényekben
112. ábra: A vizes kivonat tartalma és az egyszeri iszapminta-vételkor a vízben mért vezetőképesség közötti összefüggés
113. ábra: A vizes kivonat Na-koncentrációja és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja közötti összefüggés
114. ábra: A vizes kivonat Na- tartalma és a salétromsavas kivonat rézkoncentrációja az egyes keresztaszelvényekben
115. ábra: Na- és K- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta vizes kivonatában
116. ábra: A Na- és K-tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta kalciumkloridos kivonatában
117. ábra: Mg- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta kalciumkloridos kivonatában
118. ábra: Ca- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta vizes kivonatában
119. ábra: Zn-,Cu-, Fe- és Mn- tartalom az egyes keresztaszelvényekben vett iszapminta salétromsavas kivonatában

TÁBLÁZATOK

1. táblázat: Javasolt környezetminőségi határértékek a VKI-hoz (CLEMENT et.al.,2009)
2. táblázat: MSZ 12749-ben rögzítettek szerinti minősítés
3. táblázat: A halobitás fokozatai Felföldy szerint (*FELFÖLDY, 1981.*)
4. táblázat: Tapasztalati összefüggéseket leíró képletek a D_L tényező becslésére
5. táblázat: Fenékesés változása a Köselyen (TIVIZIG)
6. táblázat: TIKÖFE adatok szerinti minősítés négy szelvényben
7. táblázat a Kösely vízgyűjtőjén található termálfürdők adatai
8. táblázat: Egész éves EC-mérés eredményei
9. táblázat: Üledékvastagság a Kösely medrében, (VGT,TIKÖVIZIG)
10. táblázat: Iszaptömeg-mérés
11. /a,b táblázat: A Kösely vízgyűjtőjén mért havi csapadékösszegek a mérés évében és a sokéves havi csapadékösszegek

12. táblázat: Vízhhozam adatok szétoosztása a Kösely hét szakaszára
13. táblázat: Q_h [m^3/s] szakaszonkénti hígítóvíz szükségletek
14. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, július
15. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, október
16. táblázat: A tervezett hígítással együtt várható összegzett vízhozamok, február
17. táblázat: A HEC-RAS-szal végzett 13 futtatás bevitt vízhozam-adatai
18. táblázat: Magyarország sóforgalma, VKI jelentés alapján
19. táblázat: 2008. évi összes termálvíztermelés havonta, $m^3/hónap$
20. táblázat: Termálvíztermelés és sókibocsátás településenként
21. táblázat: Részvízgyűjtők területe és az éves vízhozamuk
22. táblázat: Hígítóvíz-hiány a zárószelvényben történő „alternatív” hígítóvíz bevezetés esetén

MELLÉKLETEK

MELLÉKLET 1	csapadékadatok
MELLÉKLET 2	Minősítés TIKÖFE adatok alapján
MELLÉKLET 3	mintaterület, fényképek
MELLÉKLET 4	képek a műszeres analitikai vizsgálathoz
MELLÉKLET 5	műszeres analitikai vizsgálatok mérési eredményei
MELLÉKLET 6	Nádudvar, Q-h görbe 2008-tól
MELLÉKLET 7	Korpádér, vízleadás a vizsgált időszakban
MELLÉKLET 8	HEC-RAS futtatások bevitt és számolt hidraulikai tényezői
MELLÉKLET 9	műszeres analitikai vizsgálat, korrelációs mátrix

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkám során segítségemre voltak, ezért köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Bíró Tibor Ph.D.-nak és Dr. Thyll Szilárd CSc Professzor Úrnak a célravezető útmutatásaikért, a Gödöllői Agráregyetem Talajtani tanszékén dolgozó barátaimnak, Dr. Czinkota Imre PhD.-nak és Dr. Tolner Lászlónak a laborban végzett mérésekben nyújtott pótolhatatlan segítségükért, valamint a TIKÖFE és TIKÖVIZIG munkatársainak a készséges adatszolgáltatásért. Türelmükért és biztatásukért köszönettel tartozom családomnak.

Havi csapadékmennyiségek sokéves átlagai
2010. évben érvényes adatok

Állomás		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Ápavára**		26,7	24,1	27,0	41,1	50,9	65,6	59,6	47,1	46,9	37,9	43,7	40,2
Bakonszeg**		29,4	26,2	27,0	47,2	54,7	75,0	65,5	43,9	47,3	39,8	42,0	43,1
Balmazújváros**		27,6	25,2	24,9	43,0	55,1	69,3	69,3	48,0	43,3	36,8	44,7	38,9
Berettyóújfalu**		33,1	29,0	30,3	49,9	60,7	76,0	65,1	49,2	47,9	40,4	44,8	45,4
Biharnagybajom**		31,2	25,4	27,2	43,8	54,0	69,0	56,1	46,4	40,9	34,9	40,1	41,2
Darvas**		29,8	26,0	30,6	45,3	63,7	76,7	65,8	45,8	49,9	43,4	46,2	45,6
Debrecen-Bánk*	(T_1, Ko_1)	35,1	35,7	34,2	51,4	62,9	70,4	65,5	51,3	46,9	42,0	45,5	47,9
Debrecen**	(T_1, Ko_1)	32,2	27,4	29,5	49,4	63,8	74,4	63,0	49,8	39,3	37,0	43,0	40,6
Folyás*		24,1	22,1	23,1	33,9	49,4	55,1	57,9	40,8	41,9	30,1	34,5	29,6
Hajdúböszörmény**	(T_2,T_3)	29,3	28,6	27,0	42,9	56,3	64,5	69,7	45,5	41,2	36,9	41,2	38,3
Hajdúnánás**		26,6	26,0	25,3	41,2	52,9	71,3	69,1	48,8	41,7	36,0	41,8	34,9
Hajdúsámson*	(Ko_2,Ko_3)	40,8	39,2	38,5	52,4	65,8	76,7	74,8	61,3	52,8	42,1	50,0	48,4
Hajdúszoboszló*		29,8	38,8	31,8	51,0	55,6	76,4	64,9	54,8	47,6	36,8	45,1	44,6
Hajdúszovát*	(K_2, K_3)	32,6	30,5	31,3	45,0	56,9	71,5	65,5	50,3	41,5	37,3	41,2	42,1
Hortobágy**		30,1	28,1	27,1	40,2	50,2	71,7	64,6	42,1	43,1	36,4	42,3	39,9
Kaba**		28,2	24,5	26,5	43,2	52,3	67,5	52,5	47,0	38,2	33,0	38,1	38,1
Komádi**		40,5	30,3	37,6	52,6	65,2	82,3	69,4	56,8	48,8	48,3	48,7	51,5
Körösszakál*		32,3	39,5	35,3	51,9	47,9	70,1	77,8	74,3	53,5	37,8	46,2	52,9
Mezősas**		31,5	27,2	29,4	45,2	56,6	75,9	63,4	48,5	43,4	39,1	40,8	43,9
Nyírábrány**		34,7	29,7	29,0	45,8	60,6	81,5	71,5	52,7	43,5	38,9	43,8	44,3
Nyíradony*		42,4	41,0	38,3	58,5	67,4	79,9	80,2	57,5	53,8	43,8	53,8	55,4
Pocsaj**		35,3	30,1	28,9	47,2	59,5	78,1	62,7	57,0	45,1	37,8	45,1	45,4
Polgár**		27,9	27,5	25,5	46,5	60,0	75,8	65,3	48,2	45,0	43,1	43,1	34,4
Szeghalom*		31,9	30,5	33,6	41,1	57,0	65,2	67,0	51,4	44,7	36,3	44,9	44,3
Szerep**		26,4	21,6	24,0	40,3	55,8	64,4	59,1	43,9	40,8	35,3	38,4	37,4
Tiszacsépe*		26,8	29,9	29,5	40,4	55,3	64,2	57,3	53,5	43,2	35,3	40,4	36,1
Tiszafüred**		26,0	24,6	25,0	39,2	52,1	63,2	56,7	44,5	41,5	36,3	41,1	35,2
Tiszalök**		33,9	33,0	28,4	49,9	63,1	87,1	64,4	60,7	50,7	48,0	50,8	43,5
TIKÓVIZIG Átlag		31,3	29,3	29,5	45,7	57,3	72,1	65,1	50,8	45,2	38,6	43,6	42,2

Állomás		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Debrecen**	(T_1, Ko_1)	32,2	27,4	29,5	49,4	63,8	74,4	63,0	49,8	39,3	37,0	43,0	40,6
Hajdúböszörmény**	(T_2,T_3)	29,3	28,6	27,0	42,9	56,3	64,5	69,7	45,5	41,2	36,9	41,2	38,3
Hajdúsámson*	(Ko_2,Ko_3)	40,8	39,2	38,5	52,4	65,8	76,7	74,8	61,3	52,8	42,1	50,0	48,4
Hajdúszovát*	(K_2, K_3)	32,6	30,5	31,3	45,0	56,9	71,5	65,5	50,3	41,5	37,3	41,2	42,1
Hajdúszoboszló*	K_1	29,8	38,8	31,8	51,0	55,6	76,4	64,9	54,8	47,6	36,8	45,1	44,6
Kaba**		28,2	24,5	26,5	43,2	52,3	67,5	52,5	47,0	38,2	33,0	38,1	38,1

a mintavételek időszakában a Kösely vízgyűjtőjén mért havi csapadékösszegek, mm

hónap	Kaba (Kösely- alsó)	Hajdúszoboszló (Kösely-alsó)	Hajdúszovát (Kösely-felső)	Debrecen-egyetem (Tócsó-alsó, Kodoros- alsó)	Hajdúsámson (Kondoros- felső)	Hajdúböszörmény (Tócsó- felső)
2008.március	43	42,4	33,5	31,6	42,5	44,7
2008.április	51,3	67,8	42	47,2	61,8	57,1
2008.május	47,3	56,1	85,8	42,7	48,1	56
2008.június	90,3	113,8	92,5	76,2	103,4	46,1
2008.július	119,9	128,9	130,2	131,8	179,9	143,6
2008.augusztus	42,4	30,9	27,9	20,4	21,5	33,4
2008.szeptember	43,5	58,6	41,9	36	35,7	36,8
2008.október	13	18,4	13,4	17,9	16,6	16,9
2008.november	25,1	22,8	21	21,3	23,4	22,8
2008.december	54,1	58,4	55,6	55,3	60,4	67,6
2009.január	34	26,9	21,6	17,4	25,1	33,9
2009.február	49,1	53,9	50	1,8	60,1	50,2
2009.március	39,1	39,8	39,8	32	56,5	40

<http://www.vizadat.hu/vir/adatbank.nsf/csapadek?openform>

MELLÉKLET 2

Minősítés TIKÖFE adatok alapján

Kondoros, Mikepércs, vasúti híd

(Ko_1)

Mintavétel dátuma	KOI _{cr} mg/l	évenkénti minősítés MSZ szerint	BOI ₅ mg/l	évenkénti minősítés MSZ szerint
2005.01.10	30,0	V. osztály, erősen szennyezett		I. osztály, kiváló
2005.02.23	38,4			
2005.03.09	30,0			
2005.05.24	38,7			
2005.07.20	79,9		1,8	
2005.08.16	40,7		3,1	
2005.09.26	30,0		3,6	
2005.11.16	28,7			
2005.12.12	88,2	III. osztály, tűrhető		III. osztály, tűrhető
2006.01.23	39,2			
2006.08.28			6,7	
2006.11.07		III. osztály, tűrhető		III. osztály, tűrhető
2007.03.26	30,9			
2007.09.24	19,3			
2007.12.04	31,2	III. osztály, tűrhető	7,2	III. osztály, tűrhető
2008.03.19	29,7		5,1	
2008.04.14	22,5		7,9	
2008.07.14	34,2	III. osztály, tűrhető		III. osztály, tűrhető
2008.10.20	26,8		3,1	

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték
 minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

A Kondoros vízfolyás minősítése a BOI₅ és KOI_{cr} koncentrációk- és a vonatkozó-, MSZ 12749 szabvány alapján; Mikepércs, vasúti megállóhely, 2005.-2008. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kondoros, Mikepércs, 47-es, közúti híd			Ko_2			
Mintavétel dátuma	KOI _{cr} mg/l	KOI _{cr} , sorbarendevezve	évenkénti minősítés MSZ szerint	BOI ₅ ; mg/l	BOI ₅ , sorbarendevezve	évenkénti minősítés MSZ szerint
2005.01.12	32,0	23,2	III. osztály, tűrhető	4,6	1,3	II. osztály, jó
2005.01.24	27,2	24,4		3,3	1,6	
2005.02.07	28,8	24,8		1,3	2,7	
2005.02.21	24,4	26,4		5,0	2,8	
2005.03.07	35,2	26,8		1,6	2,9	
2005.03.09	26,4	27,2			3,3	
2005.03.21	36,8	27,6		9,3	3,5	
2005.04.06	29,2	28,8		2,7	3,5	
2005.04.11	28,8	28,8		2,8	3,6	
2005.05.04	40,0	29,2		2,9	3,6	
2005.06.13	32,0	32,0		4,3	4,3	
2005.07.11	27,6	32,0		4,3	4,3	
2005.08.17	24,8	32,3		3,6	4,6	
2005.09.19	26,8	35,2		3,5	5,0	
2005.10.24	23,2	36,8		3,5	9,3	
2005.11.16	32,3	40,0				
2005.12.07				3,6		
2006.01.17	13,8		IV. osztály, szennyezett	3,2		III. osztály, tűrhető
2006.02.13	37,8			2,8		
2006.04.10	42,5			<1		
2006.05.10	42,3			<1		
2006.03.20						
2006.06.14	51,3			5,8		
2006.07.10	46,0					
2006.08.14	34,2			4,8		
2006.09.11	31,9			3,1		
2006.10.25	34,6			6,1		
2006.11.07				6,2		
2006.11.20	46,7			9,4		
2006.12.11	30,1			3,9		
2007.01.15	29,1		III. osztály, tűrhető	2,9		III. osztály, tűrhető
2007.02.12	30,8			6,1		
2007.05.16	39,4					
2007.09.24	23,3					
2007.12.04	24,6			6,5		

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték

minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

A Kondoros vízfolyás minősítése a BOI₅ és KOI_{cr} koncentrációk- és a vonatkozó-, MSZ 12749 szabvány alapján; Mikepércs, 47-es út, közúti híd (Ko_2) 2005.-2007. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kondoros; Mikepércs; Vasúti megállóhely (Ko_1)				
Mintavétel dátuma	Elektromos vezető-képesség; $\mu\text{S}/\text{cm}$	Elektromos vezetőképesség; sorbarendezeve	minősítés MSZ szerint	minősítés öntözővízként
2005.01.10	1028	799	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2005.02.23	928	895		
2005.03.09	1007	928		
2005.05.24	799	936		
2005.07.20	1398	966		
2005.08.16	936	1007		
2005.09.26	966	1028		
2005.11.16	895	1398		
2005.12.12	1441	1441		
2006.01.23	1089	561	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2006.08.28	807	667		
2006.11.07	865	807		
2007.03.26	833	833		
2007.09.24	667	865		
2007.12.04	561	1089		
2008.03.19	815	778	III. osztály, tűrhető	nem felel meg
2008.04.14	778	815		
2008.07.14	847	847		
2008.10.20	924	924		

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték

minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

A Kondoros vízfolyás - Mikepércs, vasúti megállóhely(Ko_1) - minősítése a vezetőképesség értékek- és a vonatkozó-, MSZ 12749 szabvány alapján; 2005.-2008. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kondoros; Ko_2, Mikepércs; Közúti híd, 47. számú főút				
Mintavétel dátuma	Elektromos vezetőképesség $\mu\text{S}/\text{cm}$	Elektromos vezetőképesség; sorba-rendezeve	minősítés MSZ szerint	minősítés öntöző-vízként
2005.01.12	1023	489		
2005.01.24	1029	686		
2005.02.07	1083	785		
2005.02.21	882	829		
2005.03.07	1100	863		
2005.03.09	947	864		
2005.03.21	976	875		
2005.04.06	944	882	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2005.04.11	965	944		
2005.05.04	1005	947		
2005.06.13	829	965		
2005.07.11	686	976		
2005.08.17	489	1005		
2005.09.19	864	1023		
2005.10.24	875	1029		
2005.11.16	863	1083		
2005.12.07	785	1100		
2006.01.17	993	634	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2006.02.13	1018	695		
2006.04.10	978	771		
2006.05.10	925	790		
2006.06.14	939	832		
2006.07.10	695	834		
2006.08.14	634	855		
2006.09.11	832	925		
2006.10.25	771	939		
2006.11.07	855	978		
2006.11.20	834	993		
2006.12.11	790	1018		
2007.01.15	840	594	III. osztály, tűrhető	nem felel meg
2007.02.12	854	709		
2007.05.16	848	840		
2007.09.24	709	848		
2007.12.04	594	854		

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték
minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett A Kondoros vízfolyás - Mikepércs, közúti híd; (Ko_2) - minősítése a vezetőképesség értékek- és a vonatkozó-, MSZ 12749 szabvány alapján; 2005.-2007. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kösely Közúti híd, Nádudvar (K_1)		KOI _{cr} sorbarendezeve	évenkénti minősítés	BOI ₅ mg/l	BOI ₅ sorbarendezeve	
mintavétel dátuma	KOI _{cr} eredeti mg/l					
2005.01.12	42,4	42,4	IV. osztály, szennyezett		1,40	II. o
2005.01.24	43,2	31,6		4,10	1,7	
2005.02.07	52	41,9		1,40	1,80	
2005.02.21	49,2	43,2		4,90	1,8	
2005.03.07	47	44,4		2,00	1,9	
2005.03.21	47	47		1,80	2,00	
2005.04.06	51,2	47		3,80	2,60	
2005.05.04	56	48,0		3,10	2,60	
2005.06.13	48,0	48		2,60	3,10	
2005.06.13	48	49,2		2,60	3,80	
2005.07.11	31,6	51,2		1,7	4,10	
2005.08.17	41,9	52		1,8	4,90	
2005.09.19	44,4	56		1,9		
2006.01.17	47,5	34,7	V. osztály, erősen szennyezett	7,1	7,1	I. os kivá
2006.02.13	51,1	39,0		<1	<1	
2006.04.10	59,0	42,8		1,8	1,8	
2006.05.10	53,6	44,2		<1	<1	
2006.06.14	85,4	47,3		2,7	2,7	
2006.07.10	39,0	47,5				
2006.08.14	47,3	47,8		2,8	2,8	
2006.09.11	47,8	51,1		3,9	3,9	
2006.10.25	44,2	53,6		4,7	4,7	
2006.11.20	42,8	59,0		5,7	5,7	
2006.12.11	34,7	85,4		2,6	2,6	
2007.01.15	44,0	29,0	IV. osztály, szennyezett	<1	<1	IV. c szel
2007.02.12	38,3	31,6		4,6	1,8	
2007.03.12	49,5	33,3			1,8	
2007.04.11	45,0	35,8			3,6	
2007.05.16	33,3	36,0			3,7	
2007.06.11	31,6	37,8		3,7	4,1	
2007.07.09	29,0	38,3		1,8	4,6	
2007.07.25		44,0			5,8	
2007.08.08	36,0	45,0		4,1	10,6	
2007.09.10	48,1	48,1		1,8		
2007.10.09		49,5		10,6		
2007.11.12	35,8			5,8		
2007.12.10	37,8			3,6		
2008.01.14	43,2	35,4	V. osztály, erősen szennyezett	5,3		III. c tűrh
2008.02.11	40,9	37,0		1,0		
2008.05.19	39,5	38,8		1,5		
2008.06.09	62,6	39,5				
2008.07.09	38,8	39,6				
2008.09.08	37,0	40,9				
2008.10.14	39,6	43,2		6,9		
2008.11.10	35,4	62,6				
2008.12.08						

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték

minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

A Kösely vízfolyás - K_1, Nádudvar, közúti híd - minősítése

a BOI₅ és KOI_{cr} koncentrációk- és az MSZ 12749 szabvány alapján;

2005.-2008. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kösely (K_1), Nádudvar

mintavétel dátuma	Elektromos vezetőképesség; $\mu\text{S/cm}$	Elektromos vezetőképesség, sorbarendezeve	minősítés MSZ szerint	minősítés öntöző-vízként
2005.01.24	1078	674	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2005.02.07	1147	804		
2005.02.21	1170	991		
2005.03.07	1240	998		
2005.03.21	991	1078		
2005.04.06	1245	1124		
2005.05.04	1155	1124		
2005.06.13	1124	1147		
2005.06.13	1124	1155		
2005.07.11	674	1170		
2005.08.17	804	1240		
2005.09.19	998	1245		
2006.01.17	1257	739	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2006.02.13	1313	752		
2006.04.10	1329	786		
2006.05.10	1295	846		
2006.06.14	1133	848		
2006.07.10	786	880		
2006.08.14	846	1133		
2006.09.11	880	1257		
2006.10.25	752	1295		
2006.11.20	848	1313		
2006.12.11	739	1329		
2007.01.15	933	518	III. osztály, tűrhető	nem felel meg
2007.02.12	730	531		
2007.03.12	921	573		
2007.04.11	872	578		
2007.05.16	591	591		
2007.06.11	573	647		
2007.07.09	531	718		
2007.07.25	518	730		
2007.08.08	578	766		
2007.09.10	785	785		
2007.10.09	647	872		
2007.11.12	718	921		
2007.12.10	766	933		
2008.01.14	928	689	III. osztály, tűrhető	nem felel meg
2008.02.11	840	692		
2008.05.19	803	709		
2008.06.09	689	737		
2008.07.09	709	789		
2008.09.08	737	803		
2008.10.14	692	826		
2008.11.10	789	840		
2008.12.08	826	928		

Kösely, K_4; közúti híd, Hajdúszovát						
mintavétel dátuma	BOI ₅ ; mg/l	BOI ₅ , sorba-rendezve	évenkénti minősítés MSZ szerint	KOI _{cr} ; mg/l	KOI _{cr} , sorba-rendezve	évenkénti minősítés MSZ szerint
2005.01.12		1,9		64	64	
2005.01.24	4,10	2,5		68	53,6	
2005.02.07		2,5		104	57	
2005.02.21	5,10	2,9		57	58,4	
2005.03.07	3,80	2,9		68	58,4	
2005.03.21	4,20	3,1		53,6	60,7	
2005.04.06	2,90	3,1	II. osztály, jó	73	61,7	V. osztály, erősen szennyezett !!!!!!!!!!!!
2005.05.04	2,50	3,8		74	68	
2005.05.13	3,10	4,1		58,4	68	
2005.06.13	3,10	4,2		58,4	70,5	
2005.07.11	2,90	5,1		61,7	73	
2005.08.17	1,90			60,7	74	
2005.09.19	2,50			70,5	104	
2006.01.17	4,6	2,0		36,1	36,1	
2006.02.13	3,3	2,4		105,5	41,8	
2006.03.20		2,5			58,4	
2006.04.10	2,0	3,1		61,7	61,7	
2006.04.24		3,3			68,9	
2006.04.25		4,4			70,5	
2006.04.27		4,6			71,7	
2006.05.10	<1	5,2	II. osztály, jó	70,5	74,4	V. osztály, erősen szennyezett !!!!!!!!!!!!
2006.06.14	3,1	<1		71,7	77,6	
2006.07.10		<1		68,9	86,1	
2006.08.14	2,5			58,4	105,5	
2006.09.11	4,4			77,6		
2006.10.25	<1			74,4		
2006.11.20	5,2			41,8		
2006.12.11	2,4			86,1		
2007.01.15	6,8	2,5		110,1	51,0	
2007.02.12	5,0	3,8		69,9	66,4	
2007.03.12		4,0		81,1	68,6	
2007.04.11		4,4		213,0	69,9	
2007.05.16		5,0		85,7	72,2	
2007.06.11	5,7	5,7	III. osztály, tűrhető	81,5	77,6	V. osztály, erősen szennyezett !!!!!!!!!!!!
2007.07.09	3,8	5,8		68,6	81,1	
2007.08.08	4,4	6,8		77,6	81,5	
2007.09.10	2,5	7,6		66,4	85,7	
2007.10.09	7,6				110,1	
2007.11.12	4,0			51,0	213,0	
2007.12.10	5,8			72,2		
2008.01.14	5,2	3,7	II. osztály, jó	68,1	40,0	V. osztály, erősen szennyezett !!!!!!!!!!!!
2008.03.17	4,5	4,5		67,9	48,8	
2008.04.07	3,7	4,9		70,7	55,6	
2008.05.19	4,9	5,2		89,2	67,9	
2008.06.09		5,8		55,6	68,1	
2008.07.09				48,8	70,7	
2008.08.11				40,0	71,0	
2008.09.08				84,2	84,2	

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték

minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

A Kösely vízfolyás minősítése a BOI₅ és KOI_{cr} koncentrációk- és a vonatkozó-, MSZ 12749 szabvány alapján; szelvény: K_4, Hajdúszovát, közúti híd, 2005.-2008. A mértékadó érték színezéssel kiemelve.

Kösely, K_4, Hajdúszovát, közúti híd				
mintavétel dátuma	Elektromos vezetőképesség; $\mu\text{S}/\text{cm}$	Elektromos vezetőképesség orbarendezeve	minősítés MSZ szerint	minősítés öntözővízként
2005.01.12	1284	763		
2005.01.24	1378	895		
2005.02.07	1437	985		
2005.02.21	1237	985		
2005.03.07	1386	1237		
2005.03.21	1276	1276	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2005.04.06	1384	1284		
2005.05.04	1314	1314		
2005.05.13	985	1325		
2005.06.13	985	1378		
2005.07.11	895	1384		
2005.08.17	763	1386		
2005.09.19	1325	1437		
2006.01.17	1290	878		
2006.02.13	1665	950		
2006.03.20		968		
2006.04.10	1278	1143		
2006.04.24	878	1278		
2006.04.25	950	1280		
2006.04.27	1143	1290	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2006.05.10	1370	1292		
2006.06.14	1322	1303		
2006.07.10	1303	1322		
2006.08.14	968	1350		
2006.09.11	1280	1360		
2006.10.25	1292	1370		
2006.11.20	1350	1665		
2006.12.11	1360			
2007.01.15	1389	858		
2007.02.12	1197	968		
2007.03.12	1285	1116		
2007.04.11	1261	1197		
2007.05.16	1442	1220		
2007.06.11	1246	1245	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2007.07.09	1245	1246		
2007.08.08	1317	1261		
2007.09.10	1116	1285		
2007.10.09	1220	1317		
2007.11.12	968	1389		
2007.12.10	858	1442		
2008.01.14	1275	852	IV. osztály, szennyezett	nem felel meg
2008.03.17	1265	967		
2008.04.07	1269	984		
2008.05.19	1348	1068		
2008.06.09	984	1265		
2008.07.09	852	1269		
2008.08.11	1068	1275		
2008.09.08	1581	1348		

minősítés < 12 minta / év alapján → mértékadó a legnagyobb érték

minősítés > 12 minta / év alapján → mértékadó a 90%-os összegzett relatív gyakoriságú érték

TIKÖFE adataiból, halobitás változása 2005.-2008-években a Köselyen, Hajdúszovát (K_4). Összes oldott anyagra nincs határérték



Hortobágy, befogadó



Kösely, Nádudvar



Kösely, bevezetés alatt



Kösely, bevezetés fölött



Kösely, Hajdúszovát



Tócó, betorkollás fölött



Tócó, bevezetés alatt



Tócó, Józsa alatt



Ko_1

betorkollás fölött

Kondoros, Mikepércs,



Ko_2

Kondoros



Ko_3

Acsádi út

Kondoros, Debrecen,

**MELLÉKLET 4
VIZSGÁLATHOZ**

KÉPEK A MŰSZERES ANALITIKAI



Az egyik debreceni gyógyvizes medence (vízminta neve: „debreceni medence”)

Az iszapmintaoldatok (3*16 db) rázógépbe helyezése



Előkészületek a 3*16 oldat szűréséhez ráztatás közben



Salétromsavas iszapminta-oldatok (16 db) szűrése



Kálciumkloridos iszapminta-oldatok szűrése (16 db)



Desztillált vizes iszapminta-oldatok szűrése (16 db)



A Na, K, Ca koncentráció meghatározásához használt lángfotométer



Az iszapminták előkészítése és a mérések a Szent István Egyetem, Gödöllő; Talajtani és Agrokémiai Tanszékének laboratóriumában történtek

MELLÉKLET 5 **műszeres analitikai vizsgálatok mérési eredményei**
Atomabszorpciós vizsgálat eredményei

Magnézium leolvasás					
	CaCl ₂ -os iszapoldat, mg K/kg	salétrom-savas iszapoldat, mg K/kg	desztillált vizes iszapoldat, mg K/l	vízminták mg K/l	termálvíz-minták
H	270	516	23	73	
K_1	320	615	17	67	
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	200	657	8	67	
K_3	270	595	8	107	
K_4	0	353	3	105	
T_1	158	353	0	91	
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	156	615	6	82	
T_3	293	605	24	191	
T_eredés	408	514	36	191	
Ko_1	87	324	1	0	
Ko_2	68	254	0	130	
Ko_3	330	403	0	89	
debreceni ivókút					0
debreceni medence					0
hajdúszoboszlói elvezetés					29

kalibrálások			
Mg	HCl	µg/ml	viszonyszám
		0	0
		2	9
		5	31
		10	85
		50	305
		100	464

$Y = 1,41066 + 0,06626 \cdot X + 3,13653E-4 \cdot X^2$

Magnézium koncentráció					
	CaCl ₂ -os iszapoldat, mg Mg/kg	salétrom-savas iszapoldat, Mg mg/kg	desztillált vizes iszapoldat, mg Mg/kg	vízminták mg Mg/l	termálvíz-minták; mg Mg/l
H	42,2	119,1	3,1	7,9	0,0
K_1	54,7	160,8	2,6	7,3	0,0
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	27,2	180,3	2,0	7,3	0,0
K_3	42,2	151,9	2,0	12,1	0,0
K_4	0,0	63,9	1,6	11,8	0,0
T_1	19,7	63,9	0,0	10,0	0,0
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	19,4	160,6	1,8	9,0	0,0
T_3	47,8	156,5	3,2	25,5	0,0
T_eredés	80,7	118,3	4,2	25,5	0,0
Ko_1	9,5	55,8	1,5	0,0	0,0
Ko_2	7,4	38,5	0,0	15,3	0,0
Ko_3	57,4	79,1	0,0	9,8	0,0
debreceni ivókút	80,66	180,33	4,20	25,51	0,00
debreceni medence	0,00	38,48	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	34,01	112,39	1,83	11,79	0,00
debreceni ivókút	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
debreceni medence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hajdúszoboszlói elvezetés	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6

cink leolvasás				
	salétrom- CaCl ₂ -os iszapoldat , mg K/kg	savas iszapoldat , mg K/kg	desztillált vizes iszapoldat mg K/l	termálvíz- minták
H	14	618	4	0
K_1	17	619	2	0
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	15	603	0	0
K_3	17	623	0	0
K_4	21	628	0	0
T_1	345	596	12	0
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	41	547	0	0
T_3	17	483	0	0
T_eredés	18	570	0	0
Ko_1	25	622	2	0
Ko_2	10	364	2	0
Ko_3	19	362	0	0
debreceni ivókút				0
debreceni medence				0
hajdúszoboszlói elvezetés				0

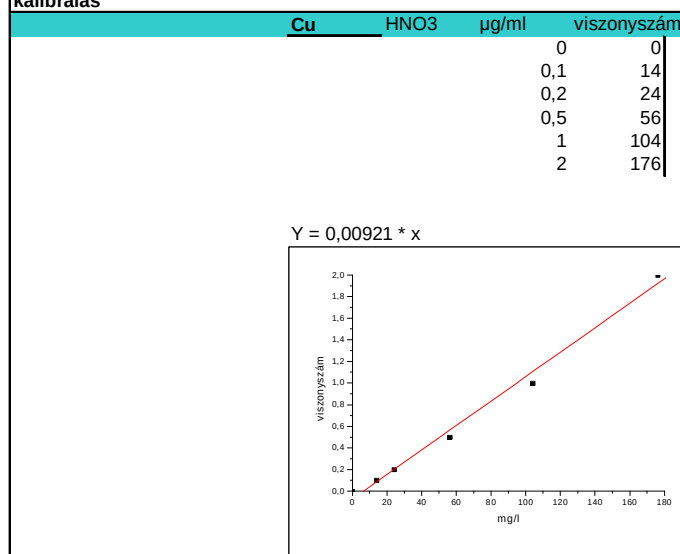
kalibrálások			
Zn	HNO ₃	µg/ml	viszonyszám
		0,1	90
		0,5	145
		1	241
		2	373
		5	564
		10	625

$$Y=0,00451*x+0,00032*exp(0,01736*(x-48,12942))$$

cink koncentráció				
	salétrom- CaCl ₂ -os iszapoldat , mg Zn/kg	savas iszapoldat , mg Zn/kg	desztillált vizes iszapoldat ;mg Zn/kg	termálvíz- minták,mg Zn/l
H	0,06	9,12	0,02	0,00
K_1	0,08	9,24	0,01	0,00
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	0,07	7,60	0,00	0,00
K_3	0,08	9,72	0,00	0,00
K_4	0,09	10,37	0,00	0,00
T_1	1,61	7,01	0,05	0,00
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	0,19	4,31	0,00	0,00
T_3	0,08	2,79	0,00	0,00
T_eredés	0,08	5,32	0,00	0,00
Ko_1	0,11	9,59	0,01	0,00
Ko_2	0,05	1,72	0,01	0,00
Ko_3	0,09	1,71	0,00	0,00
debreceni ivókút	1,61	10,37	0,05	0,00
debreceni medence	0,05	1,71	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0,21	6,54	0,01	0,00
debreceni ivókút	0,00	0,00	0,00	0,00
debreceni medence	0,00	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0,00	0,00	0,00	0,00

réz leolvasás				
	salétrom- CaCl ₂ -os iszapoldat , mg K/kg	savas iszapoldat , mg K/kg	desztillált vizes iszapoldat mg K/l	termálvíz- vízminák minták
H	0	234	0	7
K_1	0	181	0	4
K_2 átlag, a vízminánál K_2	0	176	0	3
K_3	0	420	26	2
K_4	0	268	0	4
T_1	0	280	29	4
T_2 átlag, a vízminánál T_2	27	95	0	4
T_3	0	94	8	3
T_eredés	0	161	0	6
Ko_1	0	45	0	6
Ko_2	0	30	0	8
Ko_3	0	50	0	7
debreceni ivókút				5
debreceni medence				5
hajdúszoboszlói elvezetés				6

kalibrálás



réz koncentráció					
	salétrom- CaCl ₂ -os iszapoldat , mg Cu/kg	savas iszapoldat , mg Cu/kg	desztillált vizes iszapoldat ;mg Cu/kg	termálvíz- vízminák minták mg Cu/l	termálvíz- minták mg Cu/l
H	0,00	2,16	0,00	0,06	0,00
K_1	0,00	1,67	0,00	0,04	0,00
K_2 átlag, a vízminánál K_2	0,00	1,62	0,00	0,03	0,00
K_3	0,00	3,87	0,24	0,02	0,00
K_4	0,00	2,47	0,00	0,04	0,00
T_1	0,00	2,58	0,27	0,04	0,00
T_2 átlag, a vízminánál T_2	0,25	0,87	0,00	0,04	0,00
T_3	0,00	0,86	0,07	0,03	0,00
T_eredés	0,00	1,48	0,00	0,06	0,00
Ko_1	0,00	0,41	0,00	0,06	0,00
Ko_2	0,00	0,28	0,00	0,07	0,00
Ko_3	0,00	0,46	0,00	0,06	0,00
debreceni ivókút	0,25	3,87	0,27	0,07	0,00
debreceni medence	0,00	0,28	0,00	0,02	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0,02	1,56	0,05	0,04	0,00
debreceni ivókút	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
debreceni medence	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
hajdúszoboszlói elvezetés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06

vas leolvasás					
	CaCl2-os iszapoldat , mg K/kg	salétrom-savas iszapoldat , mg K/kg	desztillált vizes iszapoldat mg K/l	vízminták mg K/l	termálvíz-minták
H	0	650	0	0	
K_1	0	700	0	0	
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	0	700	0	0	
K_3	0	700	0	0	
K_4	0	685	0	0	
T_1	0	685	152	0	
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	0	685	7	0	
T_3	0	690	0	0	
T_eredés	0	690	0	0	
Ko_1	0	689	84	0	
Ko_2	0	675	104	0	
Ko_3	0	700	0	0	
debreceni ivókút					0
debreceni medence					0
hajdúszoboszlói elvezetés					0

kalibrálás			
Fe	HNO3	µg/ml	viszonyszám
		0	0
		0,1	0
		0,2	6
		0,5	18
		1	44
		2	74

$$Y = 0,02558 \cdot x$$

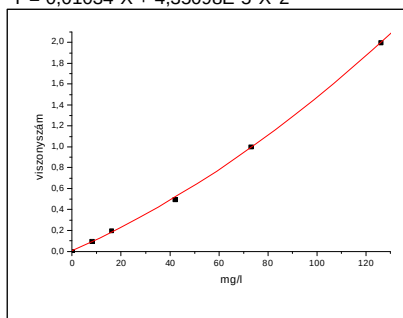
vas koncentráció					
	CaCl2-os iszapoldat , mg Fe/kg	salétrom-savas iszapoldat , mg Fe/kg	desztillált vizes iszapoldat ;mg Fe/kg	vízminták mg Fe/l	termálvíz-minták;mg Fe/l
H	0	5,99	0,00	0,00	0,00
K_1	0	6,45	0,00	0,00	0,00
K_2 átlag, a vízmintánál K_2	0	6,45	0,00	0,00	0,00
K_3	0	6,45	0,00	0,00	0,00
K_4	0	6,31	0,00	0,00	0,00
T_1	0	6,31	1,40	0,00	0,00
T_2 átlag, a vízmintánál T_2	0	6,31	0,06	0,00	0,00
T_3	0	6,35	0,00	0,00	0,00
T_eredés	0	6,35	0,00	0,00	0,00
Ko_1	0	6,35	0,77	0,00	0,00
Ko_2	0	6,22	0,96	0,00	0,00
Ko_3	0	6,45	0,00	0,00	0,00
debreceni ivókút	0,00	6,45	1,40	0,00	0,00
debreceni medence	0,00	5,99	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0,00	6,33	0,27	0,00	0,00
debreceni ivókút	0	0,00	0,00	0,00	0,00
debreceni medence	0	0,00	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0	0,00	0,00	0,00	0,00

mangán leolvasás				
	CaCl ₂ -os iszapoldat , mg K/kg	salétrom-savas iszapoldat , mg K/kg	desztillált vizes iszapoldat mg K/l	termálvíz-vízmin-ták
H	260	538	0	0
K_1	8	528	0	0
K_2 átlag, a vízmin-tánál K_2	0	528	0	0
K_3	46	540	0	0
K_4	17	527	0	0
T_1	34	430	0	0
T_2 átlag, a vízmin-tánál T_2	39	512	2	0
T_3	125	540	26	0
T_eredés	430	540	0	0
Ko_1	101	490	21	0
Ko_2	60	482	16	0
Ko_3	7	540	0	0
debreceni ivókút				0
debreceni medence				0
hajdúszoboszlói elvezetés				0

kalibrálás

Mn	HNO ₃	µg/ml	viszonyszám
		0	0
		0,1	8
		0,2	16
		0,5	42
		1	73
		2	126

$$Y = 0,01034 \cdot X + 4,35098 \cdot 10^{-5} \cdot X^2$$



mangán koncentráció						
	CaCl ₂ -os iszapoldat , mg Mn/kg	salétrom-savas iszapoldat , mg Mn/kg	desztillált vizes iszapoldat ;mg Mn/kg	termálvíz-vízmin-ták mg Mn/l	minták;m g Mn/l	
H	5,63	18,16	0,00	0,00	0,00	0,00
K_1	0,09	17,59	0,00	0,00	0,00	0,00
K_2 átlag, a vízmin-tánál K_2	0,00	17,59	0,00	0,00	0,00	0,00
K_3	0,57	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00
K_4	0,19	17,53	0,00	0,00	0,00	0,00
T_1	0,40	12,49	0,00	0,00	0,00	0,00
T_2 átlag, a vízmin-tánál T_2	0,47	16,68	0,02	0,00	0,00	0,00
T_3	1,98	18,27	0,30	0,00	0,00	0,00
T_eredés	12,49	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Ko_1	1,49	15,51	0,24	0,00	0,00	0,00
Ko_2	0,78	15,09	0,18	0,00	0,00	0,00
Ko_3	0,07	18,27	0,00	0,00	0,00	0,00
debreceni ivókút	12,49	18,27	0,30	0,00	0,00	0,00
debreceni medence	0,00	12,49	0,00	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	2,01	16,98	0,06	0,00	0,00	0,00
debreceni ivókút	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
debreceni medence	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hajdúszoboszlói elvezetés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lángfotometria eredményei

minta neve		Ca koncentráció					Na koncentráció					Kálium koncentráció				
iszap- oldat minták 16 db	vízminták	deszt. vizes kivonat Ca- tartalom	CaCl ₂ -os iszapolda t, mg Ca/kg	sáletrom- savas iszapolda t, mg Ca/kg	vízminták mg Ca/l	termálvíz- minták	deszt. vizes kivonat Na- tartalom	CaCl ₂ -os iszapolda t, mg Na/kg	sáletrom- savas iszapolda t, mg Na/kg	vízminták mg Na/l	termálvíz- minták	deszt. vizes kivonat tartalom	CaCl ₂ -os K- t, mg K/kg	sáletrom- savas iszapolda t, mg K/kg	vízminták mg K/l	termálvíz- minták
H	H	1147,89	1163,2	23069,7	1147,9		432,14	789,2	0,0	507		432,14	186,5	1145,8	432	
K_1	K_1	1005,13	9992,0	33238,0	1005,1		432,14	571,0	0,0	390		432,14	150,1	896,0	432	
K_2 átlag	K_2	1067,93	13563,9	36176,1	1067,9		478,24	742,9	0,0	404		478,24	140,3	728,6	478	
K_3	K_3	1434,27	13419,9	48288,8	1434,3		646,84	353,3	0,0	555		646,84	31,4	1145,8	647	
K_4	K_4	1302,32	12296,4	3755,6	1302,3		662,26	612,0	0,0	578		662,26	158,8	824,1	662	
T_1	T_1	1425,81	12973,4	11173,0	1425,8		732,12	531,4	1207,8	486		732,12	124,3	342,9	732	
T_2 I.	T_2		12382,9	32820,3				1150,8	208,6				79,9	455,7		
T_2 II.			2027,3	33065,1	1409,0			2146,1	2146,1	368			73,8	498,6	760	
T_2 III.			2012,9	30674,3				1996,0	2462,3				69,8	450,5		
T_2 átlag		1389,55	5474,4	32186,6			827,58	1764,3	1605,7			827,58	74,5	468,3		
T_3 I.	T_3		10395,3	39200,7				1577,8	8518,7				79,9	520,8		
T_3 II.			10798,6	40943,4	1239,2			1449,1	7779,3	338			2,2	515,2	411	
T_3 III.			10813,0	43550,3				1325,8	7635,5				79,5	555,0		
T_3 átlag																
T eredés	T eredés	879,68	10668,9	41231,5			450,95	1450,9	7977,9			450,95	53,8	530,3		
Ko_1	Ko_1		9848,0	34505,4	1520,5			386,2	6013,3	341			868,0	3809,5	1512	
Ko_2	Ko_2	1223,65	10784,2	15162,6	991,5		435,82	987,8	0,0	306		435,82	26,4	155,3	520	
Ko_3	Ko_3	1417,37	19670,6	10510,5	893,0		454,67	936,1	2301,5	316		454,67	19,8	91,8	486	
		754,60	17827,1	34231,8	754,6		346,66	2301,5	7,9	314		346,66	430,3	208,7	347	
	debreceni ivóút				421,3						347				455	
	debreceni medence hajdú szoboszlói elvezetés				1223,6						306				436	
					1417,4						316				455	

MELLÉKLET 6 től

Nádudvar, Q-h görbe 2008-

Jelentés készítésének időpontja: 2010-Jan-25 11:55
Vízfolyás: Kösely- főcsatorna Állomás: Nádudvar híd (Kösely 6+705) Azonosító: 002561
Távolság a torkolattól: 6.7 km
Vízgyűjtő terület nagysága: 1060.0 km²
Vízmerce "0" pontja: 84.40 m.B.f. Érvényes: 1984 Ápr-20-tól
84.40 m.B.f. Érvényes: 1990 Aug-28-tól
84.40 m.B.f. Érvényes: 2001 Aug-08-tól
84.41 m.B.f. Érvényes: 2006 Aug-30-tól
Mérések: cm-től cm-ig. A relatív eltérések szórása: %
Közelítés módja: lineáris
Görbe szerkesztési módja: nincs korrekció

Érvényesség: 2008 Jan-01 -tól

Görbe száma: 10

Vízállás	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-30	0.000									
-20	0.180	0.162	0.144	0.126	0.108	0.090	0.072	0.054	0.036	0.018
-10	0.365	0.347	0.328	0.310	0.291	0.273	0.254	0.236	0.217	0.199
0	0.550	0.532	0.513	0.495	0.476	0.458	0.439	0.421	0.402	0.384
0	0.550	0.573	0.595	0.618	0.640	0.663	0.685	0.708	0.730	0.753
10	0.775	0.798	0.820	0.843	0.865	0.888	0.910	0.933	0.955	0.978
20	1.00	1.02	1.05	1.07	1.09	1.12	1.14	1.17	1.19	1.21
30	1.24	1.26	1.28	1.31	1.33	1.35	1.38	1.40	1.42	1.45
40	1.47	1.49	1.52	1.54	1.56	1.59	1.61	1.64	1.66	1.68
50	1.71	1.73	1.75	1.78	1.80	1.82	1.85	1.87	1.89	1.92
60	1.94	1.96	1.98	2.01	2.03	2.05	2.07	2.09	2.12	2.14
70	2.16	2.18	2.20	2.23	2.25	2.27	2.29	2.31	2.34	2.36
80	2.38	2.41	2.43	2.46	2.48	2.51	2.53	2.56	2.58	2.61
90	2.63	2.66	2.68	2.71	2.73	2.76	2.78	2.81	2.83	2.86
100	2.88	2.92	2.96	3.00	3.04	3.09	3.13	3.17	3.21	3.25
110	3.29	3.33	3.37	3.41	3.45	3.50	3.54	3.58	3.62	3.66
120	3.70	3.75	3.80	3.84	3.89	3.94	3.99	4.03	4.08	4.13
130	4.18	4.22	4.27	4.32	4.37	4.41	4.46	4.51	4.56	4.60
140	4.65	4.70	4.76	4.81	4.86	4.91	4.97	5.02	5.07	5.12
150	5.18	5.23	5.28	5.33	5.39	5.44	5.49	5.54	5.60	5.65
160	5.70	5.75	5.80	5.85	5.90	5.95	6.00	6.05	6.10	6.15
170	6.20	6.25	6.30	6.35	6.40	6.45	6.50	6.55	6.60	6.65
180	6.70	6.75	6.80	6.85	6.90	6.95	7.00	7.05	7.10	7.15
190	7.20	7.25	7.30	7.35	7.40	7.45	7.50	7.55	7.60	7.65
200	7.70	7.76	7.83	7.89	7.95	8.01	8.08	8.14	8.20	8.26
210	8.33	8.39	8.45	8.51	8.58	8.64	8.70	8.76	8.83	8.89
220	8.95	9.02	9.09	9.15	9.22	9.29	9.36	9.42	9.49	9.56
230	9.63	9.69	9.76	9.83	9.90	9.96	10.0	10.1	10.2	10.2
240	10.3	10.4	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.7	10.8	10.8
250	10.9	11.0	11.0	11.1	11.1	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4
260	11.5	11.6	11.6	11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1
270	12.2	12.2	12.3	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7	12.7
280	12.8	12.9	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.3	13.4
290	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	13.8	13.9	14.0	14.0
300	14.1									

MELLÉKLET 7 Korpádér, vízleadás a vizsgált időszakban, kiemelve a mértékadó időszakokat

	K-VII Fővízkiv.				K-VII Ventúri			Korpád vízleadó				K-VII Fővízkiv.				K-VII Ventúri				
	89,32 mBf. 91,62 / 230				91,62 / 88,47			89,32 mBf. 91,62 / 230				89,32 mBf. 91,62 / 230				91,62 / 88,47				
Nap	F.	A.	NY.	Q.	F.	A.	Q.	F.	Ny.	Q.	Nap	F.	A.	NY.	Q.	F.	A.	Q.		
8/1/2008	242	70	3	0.2	70	50	0.2				7/1/2008	234	70	3	0.2	70	50	0.2		
2	242	70	3	0.2	70	50	0.2				2	236	70	3	0.2	70	50	0.2		
3	242	70	3	0.2	70	50	0.2				3	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
4	242	70	3	0.2	70	50	0.2				4	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
5	242	70	3	0.2	70	50	0.2				5	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
6	242	70	3	0.2	70	50	0.2				6	242	70	3	0.2	70	50	0.2		
7	240	70	3	0.2	70	50	0.2				7	242	70	3	0.2	70	50	0.2		
8	240	70	3	0.2	70	50	0.2				8	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
9	240	70	3	0.2	70	50	0.2				9	242	70	3	0.2	70	50	0.2		
10	240	70	3	0.2	70	50	0.2				10	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
1. dekád.											1. dekád.									
11	240	70	3	0.2	70	50	0.2				11	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
12	238	70	3	0.2	70	50	0.2				12	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
13	236	70	3	0.2	70	50	0.2				13	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
14	232	70	3	0.2	70	50	0.2				14	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
15	232	70	3	0.2	70	50	0.2				15	238	70	3	0.2	70	50	0.2		
16	232	70	3	0.2	70	50	0.2				16	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
17	234	70	3	0.2	70	50	0.2				17	240	70	3	0.2	70	50	0.2		
18	234	70	3	0.2	70	50	0.2				2x12	1.0	18	240	70	3	0.2	70	50	0.2
19	240	70	3	0.2	70	50	0.2				2X18	1.5	19	242	70	3	0.2	70	50	0.2
20	238	70	3	0.2	70	50	0.2				2X18	1.5	20	240	70	3	0.2	70	50	0.2
2. dekád.											2. dekád.									
21	240	70	3	0.2	70	50	0.2	2X18	1.5	21	240	70	3	0.2	70	50	0.2			
22	244	70	3	0.2	70	50	0.2	2X18	1.5	22	242	70	3	0.2	70	50	0.2			
23	248	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	23	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
24	250	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	24	242	70	3	0.2	70	50	0.2			
25	250	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	25	242	70	3	0.2	70	50	0.2			
26	250	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	26	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
27	248	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	27	242	70	3	0.2	70	50	0.2			
28	246	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	28	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
29	246	70	3	0.2	70	50	0.2	2x18	1.5	29	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
30	246	70	3	0.2	70	50	0.2	2x12	1.0	30	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
31	248	70	3	0.2	70	50	0.2	2x12	1.0	31	244	70	3	0.2	70	50	0.2			
3. dekád.											3. dekád.									
Összesen:	6.2				6.2			24.5			Összesen:	6.2				6.2				

K-VII Fővízkiv. – szelvényszám: 20+784

K-VII Ventúri – szelvényszám: 20+784, maximális leadás 6,0 m³/s

Korpád vízleadó - szelvényszám: KFCS-Kösely találkozásában; 26+870; maximális leadás 1,0 m³/s

MELLÉKLET 8

HEC-RAS futtatások bevitt és számolt hidraulikai tényezők

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Ort W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	3.44	97.2	97.79	97.79	97.97	0.145451	1.9	1.81	4.93	1	
60000	3.44	96.7	97.31	97.31	97.51	0.147176	1.95	1.76	4.61	1.01	
59000	3.44	96.7	97.25	97.25	97.44	0.147208	1.93	1.79	4.8	1.01	
58500	3.44	96	96.58	96.58	96.77	0.146132	1.95	1.76	4.61	1.01	
58000	3.44	96.1	96.9	96.9	97.06	0.153065	1.74	1.98	6.42	1	
57500	3.44	95.5	96.5	96.5	96.75	0.157657	2.21	1.56	3.14	1	
57000	3.44	94.7	95.9	95.9	96.19	0.186182	2.42	1.42	2.38	1	
54700	3.44	93.8	94.68	94.68	94.9	0.148605	2.08	1.66	3.78	1	
54500	3.44	93.7	94.84	94.84	95.14	0.183139	2.39	1.44	2.51	1.01	
54000	3.44	93.1	94.09	94.09	94.33	0.157761	2.2	1.56	3.17	1	
53500	3.44	93.2	93.88	93.88	94.11	0.151191	2.16	1.6	3.44	1.01	
53000	3.44	92.8	93.67	93.67	93.9	0.151891	2.1	1.64	3.75	1.01	
52500	3.44	92.5	93.18	93.18	93.37	0.14793	1.97	1.75	4.53	1.01	
52000	3.44	92.2	93.24	93.24	93.51	0.161631	2.27	1.52	2.91	1	
51500	3.44	91	92.18	92.18	92.49	0.194716	2.44	1.41	2.39	1.01	
51000	4.06	91.6	92.35	92.35	92.56	0.145713	2.02	2.01	4.98	1.01	
50500	4.06	91.2	92.05	92.05	92.28	0.145492	2.09	1.94	4.47	1.01	
50000	4.06	90.6	91.55	91.55	91.8	0.149105	2.19	1.86	3.89	1.01	
49500	4.06	91.4	91.92	91.92	92.11	0.143841	1.93	2.11	5.66	1.01	
49000	4.06	91.1	91.83	91.83	92.06	0.144156	2.11	1.92	4.3	1.01	
48500	4.39	89.6	90.35	90.35	90.61	0.144701	2.24	1.96	3.88	1.01	
48000	4.39	91.05	91.52	91.52	91.68	0.149571	1.78	2.47	7.83	1.01	
47500	4.39	90.6	91.23	91.23	91.41	0.143527	1.9	2.31	6.38	1.01	
47000	4.39	90.6	91.24	91.24	91.44	0.142482	2	2.19	5.43	1.01	
46500	4.39	90.15	91.05	91.05	91.35	0.151995	2.4	1.83	3.17	1.01	
46000	4.39	90.3	90.84	90.84	91.02	0.148014	1.89	2.33	6.56	1.01	
45500	4.39	90.1	90.73	90.73	90.93	0.143182	1.97	2.23	5.78	1.01	
45000	4.39	89.7	90.67	90.67	90.91	0.146585	2.14	2.05	4.4	1	
44000	4.39	89.7	90.35	90.35	90.59	0.141586	2.19	2.01	4.17	1.01	
43500	4.39	89.1	89.85	89.85	90.02	0.158519	1.61	2.43	7.6	1.02	
43000	4.77	89	89.49	89.49	89.69	0.143195	1.98	2.41	6.13	1.01	
42500	4.77	89.9	89.61	89.61	89.84	0.141397	2.1	2.28	5.2	1.01	
41500	4.77	89.2	90.85	90.85	91.25	0.273583	2.79	1.71	2.18	1	
41000	4.77	89.2	90.04	90.04	90.35	0.166799	2.5	1.91	3.04	1.01	
40500	4.77	89.3	90.79	90.79	91.17	0.240449	2.71	1.76	2.36	1	
40000	4.77	89.1	90	90	90.23	0.167712	2.13	2.24	4.99	1.02	
39500	4.77	88.5	89.69	89.69	89.9	0.174881	2.02	2.36	5.75	1	
39000	4.77	89	89.47	89.47	89.66	0.142579	1.93	2.48	6.63	1.01	
38500	4.77	88.2	89.03	89.03	89.29	0.146574	2.29	2.08	3.96	1.01	
38000	4.77	88.6	89.29	89.29	89.53	0.142975	2.19	2.18	4.57	1.01	
37500	4.77	88.4	89.5	89.5	89.78	0.151546	2.35	2.03	3.69	1.01	
37000	4.77	88.9	89.96	89.96	90.19	0.146461	2.14	2.23	4.62	0.98	
36500	4.77	88.1	88.99	88.99	89.25	0.141424	2.25	2.12	4.09	1	
36000	4.77	88	88.94	88.94	89.16	0.140973	2.07	2.3	5.29	1	
35500	4.77	87.8	88.29	88.29	88.4	0.169809	1.47	3.25	14.89	1	
35000	4.77	88.7	89.44	89.44	89.69	0.141387	2.18	2.18	4.58	1.01	
34500	4.77	88.8	89.49	89.49	89.59	0.183123	1.35	3.53	19.56	1.01	
34000	4.77	88.6	89.14	89.14	89.23	0.177124	1.36	3.52	18.9	1	
33500	4.77	88.9	89.39	89.39	89.48	0.180371	1.3	3.67	21.45	1	
33000	4.77	88.4	88.97	88.97	89.15	0.144819	1.88	2.54	7.2	1.01	
32500	4.77	89	89.51	89.51	89.71	0.141744	1.99	2.4	6.02	1.01	
32000	4.77	88.8	89.45	89.45	89.66	0.142064	2.04	2.34	5.64	1.01	
31500	4.77	88.3	88.81	88.81	89.01	0.141998	1.98	2.4	6.08	1.01	
31000	5.1	88.4	88.99	88.99	89.19	0.140098	2	2.55	6.32	1.01	
30500	5.1	88.2	88.9	88.9	89.1	0.142968	1.98	2.58	6.62	1.01	
30000	5.1	88.2	88.8	88.8	89.02	0.136307	2.1	2.43	5.51	1.01	
29500	5.1	87.9	88.52	88.52	88.74	0.138011	2.08	2.46	5.68	1.01	
29000	5.1	87.8	88.81	88.81	89.06	0.139154	2.22	2.3	4.57	1	
28500	5.1	87.35	88.07	88.07	88.34	0.139601	2.28	2.23	4.27	1.01	
28000	5.1	87.2	87.91	87.91	88.18	0.138393	2.27	2.24	4.29	1	
27500	5.1	87.1	87.66	87.66	87.87	0.139445	2.04	2.5	5.97	1.01	
27000	5.1	87.4	88.09	88.09	88.3	0.14125	2.02	2.52	6.2	1.01	
26700	5.53	87.2	87.76	87.76	88.02	0.145963	2.24	2.47	4.91	1.01	
26500	5.53	86.6	87.19	87.19	87.4	0.142426	2.01	2.75	6.81	1.01	
26000	5.53	86.6	87.36	87.36	87.59	0.138008	2.1	2.63	5.94	1.01	
25500	5.53	86.4	87.35	87.35	87.59	0.136999	2.16	2.56	5.4	1	
25000	5.53	86.2	87.04	87.04	87.29	0.139473	2.21	2.5	5.17	1.01	
24500	5.53	85.7	86.95	86.95	87.2	0.167483	2.24	2.47	5.02	1.02	
24000	5.53	86.6	87.19	87.19	87.41	0.137378	2.07	2.68	6.24	1.01	
23500	5.53	86.4	87.12	87.12	87.35	0.136211	2.12	2.61	5.78	1.01	
23000	5.53	86.4	87.04	87.04	87.27	0.136518	2.16	2.56	5.43	1.01	
22715	5.53	86.1	86.82	86.82	87.05	0.138244	2.12	2.61	5.84	1.01	
22500	5.53	86.1	86.77	86.77	87.02	0.136563	2.2	2.51	5.16	1.01	
22000	5.53	85.9	86.66	86.66	86.85	0.144906	1.93	2.87	7.67	1.01	
21500	5.53	86	86.53	86.53	86.74	0.138315	2.04	2.71	6.5	1.01	
21000	5.53	85.9	86.57	86.57	86.8	0.137535	2.1	2.63	5.94	1.01	
20500	5.53	85.5	86.3	86.3	86.54	0.140531	2.19	2.53	5.33	1.01	
20000	5.53	85.4	86.28	86.28	86.53	0.137943	2.19	2.52	5.22	1.01	
19500	5.53	85.6	86.32	86.32	86.55	0.138472	2.12	2.6	5.78	1.01	
19000	5.53	85.4	86.07	86.07	86.3	0.136801	2.16	2.55	5.42	1.01	
18500	5.53	85.4	86.06	86.06	86.3	0.136243	2.15	2.57	5.49	1.01	
18000	5.53	85.4	86.18	86.18	86.43	0.139432	2.2	2.51	5.16	1.01	
17500	5.53	85.4	86.13	86.13	86.36	0.137159	2.25	2.46	4.87	1.01	
17000	5.53	85	85.69	85.69	85.95	0.13869	2.25	2.46	4.83	1.01	
16500	5.53	85.4	86.23	86.23	86.52	0.139449	2.37	2.34	4.18	1.01	
16000	5.53	85.4	86.18	86.18	86.4	0.144483	2.08	2.66	6.04	1	
15500	5.53	85.1	86.02	86.02	86.3	0.140783	2.35	2.35	4.23	1.01	
15000	5.53	85.1	85.87	85.87	86.16	0.141111	2.37	2.33	4.15	1.01	
14500	5.53	85.1	85.87	85.87	86.18	0.145892	2.45	2.26	3.83	1.02	
14000	5.53	84.9	85.8	85.8	86.07	0.139499	2.32	2.38	4.41	1.01	
13500	5.53	85	85.59	85.59	85.82	0.138859	2.15	2.58	5.57	1.01	
13000	5.53	84.8	85.51	85.51	85.73	0.138617	2.07	2.67	6.23	1.01	
12500	5.53	84.6	85.55	85.55	85.89	0.155096	2.59	2.14	3.18	1.01	
12000	5.53	84.9	85.64	85.64	85.87	0.14061	2.1	2.63	6.01	1.01	
11890	6.49	84.6	85.52	85.52	85.8	0.133133	2.35	2.76	4.9	1	
11500	6.49	84.25	85.06	85.06	85.33	0.133364	2.28	2.85	5.46	1.01	
11000	6.49	84.3	85.16	85.16	85.43	0.135438	2.3	2.82	5.34	1.01	
10500	6.49	84.2	84.96	84.96	85.2	0.137021	2.17	2.98	6.36	1.01	
10000	6.49	84.35	84.92	84.92	85.14	0.136503	2.07	3.13	7.26	1.01	
9500	6.49	83.8	84.58	84.58	84.84	0.132377	2.26	2.87	5.55	1	
9000	6.49	83.75	84.49	84.49	84.7	0.142022	2.02	3.22	8.01	1.02	
8500	6.49	83.9	84.55	84.55	84.76	0.137559	2.04	3.19	7.6	1	
8000	6.49	84	84.75	84.75	84.98	0.134605	2.13	3.04	6.64	1.01	
7500	6.49	84.15	84.77	84.77	84.97	0.140754	2	3.24	8.09	1.01	
7000	6.49	83.9	84.54	84.54	84.77	0.136974	2.14	3.04	6.66	1.01	
6500	6.49	84.25	84.79	84.79	84.98	0.144809	1.91	3.4	9.38	1.01	

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Crit W.S. (m)	EG. Elev (m)	EG. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	13.05	97.2	98.32	98.32	98.66	0.119736	2.61	5	7.2	1	
60000	13.05	96.7	97.86	97.86	98.17	0.123392	2.49	5.25	8.33	1	
59000	13.05	96.7	97.82	97.82	98.11	0.123942	2.37	5.51	9.56	1	
58500	13.05	96	97.15	97.15	97.46	0.124411	2.47	5.27	8.56	1.01	
58000	13.05	96.1	97.34	97.34	97.63	0.126	2.37	5.51	9.76	1.01	
57500	13.05	95.5	97.25	97.25	97.6	0.130666	2.64	4.95	6.95	1	
57000	13.05	94.7	96.72	96.72	97.19	0.153138	3.06	4.27	4.53	1	
54700	13.05	93.8	95.29	95.29	95.67	0.124468	2.71	4.81	6.42	1	
54500	13.05	93.7	95.52	95.52	95.84	0.140514	2.5	5.21	8.27	1.01	
54000	13.05	93.1	94.76	94.76	95.14	0.129179	2.72	4.79	6.36	1	
53500	13.05	93.2	94.55	94.55	94.99	0.129344	2.93	4.45	5.1	1	
53000	13.05	92.8	94.3	94.3	94.66	0.126734	2.66	4.91	6.93	1.01	
52500	13.05	92.5	93.73	93.73	94.09	0.122121	2.65	4.92	6.89	1	
52000	13.05	92.2	94.01	94.01	94.4	0.133149	2.76	4.73	6.09	1	
51500	13.05	91	93.06	93.06	93.49	0.152786	2.9	4.5	5.38	1.01	
51000	13.67	91.6	92.87	92.87	93.23	0.11989	2.67	5.11	7.03	1	
50500	13.67	91.2	92.6	92.6	92.97	0.122645	2.68	5.09	7.06	1.01	
50000	13.67	90.6	92.15	92.15	92.56	0.126509	2.84	4.81	5.93	1.01	
49500	13.67	91.4	92.39	92.39	92.74	0.120825	2.6	5.26	7.75	1.01	
49000	13.67	91.1	92.37	92.37	92.7	0.126753	2.55	5.36	8.25	1.01	
48500	14	89.6	90.96	90.96	91.39	0.124804	2.92	4.8	5.55	1	
48000	14	91.05	91.89	91.89	92.18	0.124078	2.38	5.88	10.36	1.01	
47500	14	90.6	91.66	91.66	91.98	0.119835	2.49	5.62	8.89	1	
47000	14	90.6	91.75	91.75	92.07	0.126577	2.49	5.61	8.88	1	
46500	14	90.15	91.74	91.74	92.21	0.132959	3.04	4.61	4.96	1.01	
46000	14	90.3	91.26	91.26	91.6	0.123233	2.6	5.39	8	1.01	
45500	14	90.1	91.19	91.19	91.53	0.120933	2.57	5.45	8.24	1.01	
45000	14	89.7	91.23	91.23	91.64	0.125167	2.82	4.96	6.12	1	
44000	14	89.7	90.98	90.98	91.25	0.134426	2.31	6.05	11.19	1	
43500	14	89.1	90.24	90.24	90.55	0.122957	2.46	5.69	9.24	1	
43000	14.38	89	89.92	89.92	90.29	0.121456	2.68	5.38	7.4	1.01	
42500	14.38	88.9	90.1	90.1	90.49	0.121856	2.75	5.24	6.93	1.01	
41500	14.38	89.2	91.73	91.73	92.17	0.183646	2.93	4.91	5.45	0.99	
41000	14.38	89.2	90.74	90.74	91.29	0.160346	3.3	4.35	3.92	1	
40500	14.38	89.3	91.65	91.65	92.05	0.174636	2.8	5.14	6.43	1	
40000	14.38	89.1	90.5	90.5	90.89	0.144163	2.79	5.16	6.67	1.01	
39500	14.38	88.5	90.16	90.16	90.51	0.152297	2.61	5.51	7.99	1	
39000	14.38	89	89.88	89.88	90.21	0.120661	2.57	5.59	8.43	1.01	
38500	14.38	88.2	89.61	89.61	90.1	0.137096	3.08	4.67	4.86	1	
38000	14.38	88.6	89.83	89.83	90.27	0.124939	2.96	4.86	5.46	1	
37500	14.38	88.4	90.12	90.12	90.55	0.128117	2.89	4.97	5.87	1	
37000	14.38	88.9	90.46	90.46	90.81	0.13162	2.64	5.44	7.69	1	
36500	14.38	88.1	89.57	89.57	90.01	0.123842	2.94	4.89	5.54	1	
36000	14.38	88	89.41	89.41	89.77	0.121247	2.66	5.42	7.58	1	
35500	14.38	87.8	88.52	88.52	88.75	0.140717	2.12	6.8	15.31	1.01	
35000	14.38	88.7	90.11	90.11	90.32	0.13776	2.04	7.04	16.46	1	
34500	14.38	88.8	89.69	89.69	89.88	0.150001	1.96	7.35	19.84	1.03	
34000	14.38	88.6	89.34	89.34	89.53	0.140731	1.94	7.4	19.24	1	
33500	14.38	88.9	89.57	89.57	89.75	0.148881	1.87	7.68	22.37	1.02	
33000	14.38	88.4	89.36	89.36	89.66	0.123092	2.42	5.95	10.18	1.01	
32500	14.38	89	89.95	89.95	90.3	0.120385	2.64	5.44	7.76	1.01	
32000	14.38	88.8	89.9	89.9	90.26	0.122132	2.65	5.43	7.74	1.01	
31500	14.38	88.3	89.25	89.25	89.59	0.120717	2.6	5.53	8.13	1.01	
31000	14.71	88.4	89.41	89.41	89.75	0.120675	2.57	5.72	8.65	1.01	
30500	14.71	88.2	89.32	89.32	89.62	0.122638	2.45	5.99	9.92	1.01	
30000	14.71	88.2	89.26	89.26	89.65	0.120052	2.75	5.36	7.07	1.01	
29500	14.71	87.9	88.98	88.98	89.34	0.11956	2.68	5.5	7.65	1.01	
29000	14.71	87.8	89.33	89.33	89.69	0.122643	2.64	5.57	7.89	1	
28500	14.71	87.35	88.63	88.63	89.05	0.120794	2.87	5.12	6.09	1	
28000	14.71	87.2	88.46	88.46	88.89	0.122757	2.9	5.07	6.01	1.01	
27500	14.71	87.1	88.1	88.1	88.46	0.117766	2.65	5.54	7.73	1	
27000	14.71	87.4	88.52	88.52	88.87	0.120014	2.61	5.64	8.26	1.01	
26700	15.14	87.2	88.26	88.26	88.69	0.131471	2.88	5.26	6.34	1.01	
26500	15.14	86.6	87.61	87.61	87.95	0.122031	2.55	5.94	9.04	1	
26000	15.14	86.6	87.8	87.8	88.1	0.122629	2.4	6.31	10.8	1	
25500	15.14	86.4	87.85	87.85	88.16	0.122738	2.46	6.16	10.02	1	
25000	15.14	86.2	87.54	87.54	87.91	0.119414	2.7	5.62	7.58	1	
24500	15.14	85.7	87.45	87.45	87.84	0.138585	2.79	5.42	7.03	1.01	
24000	15.14	86.6	87.62	87.62	87.98	0.11894	2.66	5.69	7.99	1.01	
23500	15.14	86.4	87.56	87.56	87.91	0.119928	2.61	5.79	8.44	1.01	
23000	15.14	86.4	87.51	87.51	87.86	0.119264	2.63	5.77	8.24	1	
22715	15.14	86.1	87.27	87.27	87.63	0.118709	2.65	5.71	7.97	1	
22500	15.14	86.1	87.25	87.25	87.66	0.119594	2.84	5.34	6.59	1.01	
22000	15.14	85.9	87.02	87.02	87.36	0.123771	2.58	5.87	8.88	1.01	
21500	15.14	86	86.94	86.94	87.3	0.119038	2.68	5.65	7.85	1.01	
21000	15.14	85.9	87.02	87.02	87.38	0.11752	2.67	5.67	7.82	1	
20500	15.14	85.5	86.77	86.77	87.17	0.121548	2.82	5.37	6.75	1.01	
20000	15.14	85.4	86.76	86.76	87.14	0.119998	2.71	5.59	7.57	1.01	
19500	15.14	85.6	86.76	86.76	87.13	0.118739	2.7	5.61	7.56	1	
19000	15.14	85.4	86.52	86.52	86.77	0.13373	2.22	6.83	13.73	1	
18500	15.14	85.4	86.53	86.53	86.91	0.117979	2.78	5.49	7.12	1	
18000	15.14	85.4	86.66	86.66	87.05	0.120749	2.78	5.44	7.03	1.01	
17500	15.14	85.4	86.62	86.62	87	0.146523	1.86	8.14	22.26	1	
17000	15.14	85	86.2	86.2	86.62	0.120667	2.89	5.25	6.19	1	
16500	15.14	85.4	86.8	86.8	87.23	0.124033	2.91	5.2	6.11	1.01	
16000	15.14	85.4	86.62	86.62	86.96	0.131179	2.59	5.84	8.56	1	
15500	15.14	85.1	86.56	86.56	86.99	0.12201	2.9	5.23	6.13	1	
15000	15.14	85.1	86.44	86.44	86.89	0.125118	2.96	5.11	5.73	1	
14500	15.14	85.1	86.4	86.4	86.8	0.128814	2.8	5.42	6.95	1.01	
14000	15.14	84.9	86.32	86.32	86.76	0.123878	2.94	5.15	5.96	1.01	
13500	15.14	85	86.05	86.05	86.44	0.119558	2.78	5.44	6.89	1	
13000	15.14	84.8	85.93	85.93	86.3	0.119786	2.72	5.57	7.55	1.01	
12500	15.14	84.6	86.3	86.3	86.75	0.139504	2.99	5.06	5.61	1.01	
12000	15.14	84.9	86.08	86.08	86.44	0.118793	2.67	5.67	7.82	1	
11890	16.1	84.6	86.02	86.02	86.42	0.122985	2.79	5.78	7.46	1.01	
11500	16.1	84.25	85.51	85.51	85.93	0.118962	2.86	5.64	6.88	1.01	
11000	16.1	84.3	85.62	85.62	86.04	0.117876	2.85	5.65	6.83	1	
10500	16.1	84.2	85.36	85.36	85.77	0.119884	2.81	5.72	7.2	1.01	
10000	16.1	84.35	85.29	85.29	85.66	0.119355	2.7	5.96	8.15	1.01	
9500	16.1	83.8	85.02	85.02	85.43	0.118757	2.83	5.68	7.06	1.01	
9000	16.1	83.75	84.84	84.84	85.18	0.119396	2.56	6.3	9.48	1	
8500	16.1	83.9	84.89	84.89	85.24	0.122094	2.59	6.22	9.29	1.01	
8000	16.1	84	85.13	85.13	85.48	0.119805	2.65	6.08	8.88	1.01	
7500	16.1	84.15	85.11	85.11	85.45	0.118556	2.57	6.27	9.34	1	
7000	16.1	83.9	84.93	84.93	85.32	0.119657	2.75	5.85	7.71	1.01	
6500	16.1	84.25	85.1	85.1	85.42	0.123489	2.49	6.46	10.4	1.01	
6000	16.1	83.9	84.75	84.75	85.07	0.120762	2.51	6.42	10.1		

River Sta	Q Total	Min Ch B	W.S Bev	Crit W.S	EG Bev	EG Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Roude # C
(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
60500	1.59	97.2	97.61	97.61	97.74	0.165716	1.58	1.01	4.03	1.01
60000	1.59	96.7	97.12	97.12	97.26	0.164442	1.63	0.98	3.71	1.01
59000	1.59	96.7	97.06	97.06	97.2	0.167125	1.57	1.01	4.13	1.01
58500	1.59	96	96.39	96.39	96.53	0.163332	1.63	0.98	3.69	1.01
58000	1.59	96.1	96.67	96.67	96.81	0.165408	1.69	0.94	3.32	1.01
57500	1.59	95.5	96.23	96.23	96.42	0.180187	1.92	0.83	2.27	1.01
57000	1.59	94.7	95.58	95.58	95.8	0.207134	2.08	0.77	1.74	1
54700	1.59	93.8	94.44	94.44	94.6	0.169544	1.8	0.88	2.76	1.01
54500	1.59	93.7	94.54	94.54	94.75	0.202708	2.05	0.78	1.85	1.01
54000	1.59	93.1	93.82	93.82	94	0.180359	1.91	0.83	2.32	1.02
53500	1.59	93.2	93.66	93.66	93.82	0.166176	1.76	0.9	2.92	1.01
53000	1.59	92.8	93.44	93.44	93.61	0.168705	1.8	0.88	2.76	1.01
52500	1.59	92.5	92.99	92.99	93.12	0.166404	1.63	0.98	3.71	1.02
52000	1.59	92.2	92.96	92.96	93.16	0.182916	1.96	0.81	2.13	1.01
51500	1.59	91	91.87	91.87	92.09	0.215918	2.09	0.76	1.75	1.01
51000	1.89	91.6	92.16	92.16	92.3	0.162681	1.67	1.13	4.07	1.01
50500	1.89	91.2	91.83	91.83	91.99	0.161135	1.78	1.06	3.37	1.01
50000	1.89	90.6	91.3	91.3	91.48	0.164783	1.88	1.01	2.87	1.01
49500	1.89	91.4	91.75	91.75	91.88	0.163995	1.57	1.2	4.9	1.01
49000	1.89	91.1	91.61	91.61	91.77	0.160172	1.75	1.08	3.52	1.01
48500	2.05	89.6	90.11	90.11	90.29	0.157755	1.85	1.11	3.22	1.01
48000	2.05	91.05	91.37	91.37	91.48	0.169892	1.45	1.41	6.68	1.01
47500	2.05	90.6	91.05	91.05	91.18	0.162619	1.59	1.29	5.09	1.01
47000	2.05	90.6	91.05	91.05	91.19	0.162607	1.64	1.25	4.66	1.01
46500	2.05	90.15	90.76	90.76	90.97	0.165117	2.03	1.01	2.45	1.01
46000	2.05	90.3	90.68	90.68	90.8	0.170156	1.51	1.36	6.04	1.01
45500	2.05	90.1	90.55	90.55	90.68	0.161425	1.63	1.26	4.8	1.01
45000	2.05	89.7	90.44	90.44	90.61	0.165555	1.84	1.12	3.3	1.01
44000	2.05	89.7	90.12	90.12	90.29	0.155644	1.81	1.13	3.4	1
43500	2.05	89.1	89.66	89.66	89.8	0.162193	1.66	1.23	4.38	1
43000	2.26	89	89.32	89.32	89.45	0.161391	1.58	1.43	5.65	1
42500	2.26	88.9	89.42	89.42	89.56	0.158361	1.71	1.32	4.55	1.01
41500	2.26	89.2	90.42	90.42	90.72	0.308578	2.45	0.92	1.52	1
41000	2.26	89.2	89.76	89.76	89.97	0.173017	2.03	1.11	2.7	1.01
40500	2.26	89.3	90.41	90.41	90.69	0.265439	2.33	0.97	1.75	1
40000	2.26	89.1	89.77	89.77	89.94	0.185064	1.83	1.23	3.7	1.01
39500	2.26	88.5	89.53	89.53	89.66	0.191509	1.57	1.44	5.64	0.99
39000	2.26	89	89.3	89.3	89.42	0.160002	1.58	1.43	5.67	1
38500	2.26	88.2	88.8	88.8	88.97	0.157293	1.85	1.22	3.61	1.01
38000	2.26	88.6	89.09	89.09	89.25	0.157639	1.75	1.29	4.2	1.01
37500	2.26	88.4	89.22	89.22	89.42	0.165387	2.02	1.12	2.74	1.01
37000	2.26	88.9	89.61	89.61	89.82	0.165139	2.04	1.11	2.65	1.01
36500	2.26	88.1	88.74	88.74	88.92	0.159634	1.91	1.18	3.27	1.01
36000	2.26	88	88.69	88.69	88.87	0.157935	1.86	1.21	3.51	1.01
35500	2.26	87.8	88.2	88.2	88.27	0.188595	1.13	2	14.73	0.88
35000	2.26	88.7	89.21	89.21	89.38	0.156071	1.82	1.24	3.72	1.01
34500	2.26	88.8	89.3	89.3	89.46	0.156692	1.77	1.28	4.08	1.01
34000	2.26	88.6	89.06	89.06	89.12	0.210985	1.07	2.12	18.77	1.01
33500	2.26	88.9	89.26	89.26	89.38	0.164681	1.51	1.5	6.57	1.01
33000	2.26	88.4	88.8	88.8	88.93	0.162049	1.56	1.45	5.94	1.01
32500	2.26	89	89.33	89.33	89.47	0.160535	1.63	1.39	5.21	1.01
32000	2.26	88.8	89.25	89.25	89.4	0.157211	1.72	1.32	4.46	1.01
31500	2.26	88.3	88.63	88.63	88.76	0.158802	1.62	1.39	5.24	1
31000	2.42	88.4	88.8	88.8	88.94	0.158019	1.66	1.46	5.29	1.01
30500	2.42	88.2	88.72	88.72	88.86	0.16286	1.64	1.47	5.55	1.02
30000	2.42	88.2	88.6	88.6	88.75	0.156624	1.71	1.42	4.86	1.01
29500	2.42	87.9	88.32	88.32	88.47	0.154726	1.73	1.4	4.65	1.01
29000	2.42	87.8	88.55	88.55	88.74	0.157478	1.93	1.25	3.36	1.01
28500	2.42	87.35	87.82	87.82	88.01	0.153438	1.91	1.27	3.45	1.01
28000	2.42	87.2	87.66	87.66	87.85	0.153333	1.9	1.27	3.49	1.01
27500	2.42	87.1	87.46	87.46	87.61	0.155851	1.7	1.43	4.92	1.01
27000	2.42	87.4	87.9	87.9	88.05	0.15869	1.68	1.44	5.18	1.01
26700	2.6	87.2	87.55	87.55	87.71	0.160378	1.78	1.46	4.54	1
26500	2.6	86.6	87.02	87.02	87.15	0.163818	1.61	1.61	6.28	1.01
26000	2.6	86.6	87.15	87.15	87.31	0.154324	1.76	1.47	4.76	1.01
25500	2.6	86.4	87.11	87.11	87.28	0.158596	1.84	1.42	4.28	1.02
25000	2.6	86.2	86.81	86.81	86.98	0.156342	1.84	1.42	4.23	1.01
24500	2.6	85.7	86.73	86.73	86.89	0.184143	1.81	1.44	4.33	1
24000	2.6	86.6	86.99	86.99	87.14	0.154517	1.71	1.52	5.22	1.01
23500	2.6	86.4	86.89	86.89	87.05	0.151217	1.8	1.45	4.44	1.01
23000	2.6	86.4	86.81	86.81	86.98	0.152721	1.8	1.45	4.47	1.01
22715	2.6	86.1	86.62	86.62	86.77	0.157304	1.73	1.5	5.08	1.02
22500	2.6	86.1	86.55	86.55	86.72	0.152578	1.8	1.45	4.47	1.01
22000	2.6	85.9	86.49	86.49	86.62	0.164429	1.56	1.66	6.74	1
21500	2.6	86	86.34	86.34	86.48	0.154791	1.66	1.57	5.64	1
21000	2.6	85.9	86.37	86.37	86.52	0.151304	1.73	1.5	4.93	1
20500	2.6	85.5	86.09	86.09	86.25	0.15643	1.78	1.46	4.62	1.01
20000	2.6	85.4	86.04	86.04	86.22	0.153528	1.85	1.41	4.11	1.01
19500	2.6	85.6	86.08	86.08	86.25	0.151619	1.82	1.43	4.29	1.01
19000	2.6	85.4	85.85	85.85	86.01	0.154159	1.78	1.46	4.62	1.01
18500	2.6	85.4	85.84	85.84	86.01	0.151963	1.79	1.45	4.53	1.01
18000	2.6	85.4	85.94	85.94	86.12	0.154483	1.84	1.41	4.18	1.01
17500	2.6	85.4	85.87	85.87	86.05	0.152508	1.84	1.41	4.14	1.01
17000	2.6	85	85.46	85.46	85.63	0.155189	1.84	1.41	4.16	1.01
16500	2.6	85.4	85.96	85.96	86.16	0.152958	1.97	1.32	3.39	1.01
16000	2.6	85.4	85.96	85.96	86.12	0.156592	1.77	1.47	4.69	1.01
15500	2.6	85.1	85.72	85.72	85.93	0.153652	2.03	1.28	3.09	1.01
15000	2.6	85.1	85.62	85.62	85.81	0.154463	1.93	1.35	3.64	1.01
14500	2.6	85.1	85.6	85.6	85.81	0.154885	2.01	1.29	3.18	1.01
14000	2.6	84.9	85.51	85.51	85.71	0.152731	2	1.3	3.24	1.01
13500	2.6	85	85.38	85.38	85.54	0.156292	1.74	1.5	4.95	1.01
13000	2.6	84.8	85.31	85.31	85.46	0.156177	1.71	1.52	5.23	1.01
12500	2.6	84.6	85.24	85.24	85.47	0.165342	2.12	1.22	2.72	1.01
12000	2.6	84.9	85.44	85.44	85.59	0.15968	1.73	1.5	5.1	1.02
11890	2.99	84.6	85.24	85.24	85.44	0.150944	1.97	1.52	3.93	1.01
11500	2.99	84.25	84.8	84.8	84.99	0.149726	1.9	1.58	4.39	1.01
11000	2.99	84.3	84.9	84.9	85.09	0.151515	1.9	1.57	4.38	1.01
10500	2.99	84.2	84.74	84.74	84.9	0.155048	1.77	1.69	5.46	1.01
10000	2.99	84.35	84.73	84.73	84.87	0.155904	1.67	1.8	6.45	1.01
9500	2.99	83.8	84.32	84.32	84.5	0.14788	1.88	1.59	4.48	1.01
9000	2.99	83.75	84.27	84.27	84.42	0.155934	1.73	1.73	5.8	1.01
8500	2.99	83.9	84.33	84.33	84.48	0.156113	1.71	1.75	6.02	1.01
8000	2.99	84	84.52	84.52	84.68	0.151119	1.78	1.68	5.26	1.01
7500	2.99	84.15	84.59	84.59	84.72	0.162711	1.6	1.86	7.32	1.01
7000	2.99	83.9	84.33	84.33	84.49	0.156558	1.72	1.74	5.92	1.01
6500	2.99	84.25	84.64	84.64	84.75	0.168105	1.51	1.98	8.77	1.01
6000	2.99	83.9	84.26	84.26	84.39	0.164032	1.55	1.92	7.98	1.01
5500	2.99	84.05	84.39	84.39	84.51	0.161539	1.52	1.97	8.44	1
5000	2.99	83.9	84.24	84.24	84.36	0.165689	1.53	1.96	8.43	1.01
4500	2.99	83.25	83.8	83.8	83.95	0.152983	1.72	1.74	5.67	1.01
4000	2.99	83.65	84.31	8						

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	4.17	97.2	97.84	97.84	98.05	0.143401	2.01	2.08	5.16	1.01	
60000	4.17	96.7	97.37	97.37	97.58	0.143944	2.03	2.06	5	1.01	
59000	4.17	96.7	97.31	97.31	97.51	0.143024	2.02	2.06	5.02	1.01	
58500	4.17	96	96.64	96.64	96.85	0.142436	2.04	2.04	4.9	1.01	
58000	4.17	96.1	96.95	96.95	97.12	0.153837	1.85	2.26	6.74	1.02	
57500	4.17	95.5	96.58	96.58	96.85	0.157248	2.31	1.8	3.4	1.01	
57000	4.17	94.7	96	96	96.31	0.178953	2.48	1.68	2.7	1	
54700	4.17	93.8	94.75	94.75	94.98	0.144792	2.16	1.93	4.09	1	
54500	4.17	93.7	94.93	94.93	95.25	0.179538	2.49	1.67	2.71	1.01	
54000	4.17	93.1	94.17	94.17	94.43	0.153316	2.26	1.84	3.55	1	
53500	4.17	93.2	93.95	93.95	94.21	0.147928	2.26	1.84	3.6	1.01	
53000	4.17	92.8	93.74	93.74	93.99	0.148668	2.18	1.91	4.05	1.01	
52500	4.17	92.5	93.23	93.23	93.45	0.14453	2.06	2.02	4.78	1.01	
52000	4.17	92.2	93.33	93.33	93.61	0.157383	2.35	1.77	3.14	1	
51500	4.17	91	92.28	92.28	92.6	0.18976	2.53	1.65	2.58	1.01	
51000	4.47	91.6	92.38	92.38	92.6	0.139834	2.05	2.18	5.11	1	
50500	4.47	91.2	92.09	92.09	92.32	0.143522	2.13	2.1	4.63	1.01	
50000	4.47	90.6	91.59	91.59	91.84	0.14714	2.23	2	4.04	1.01	
49500	4.47	91.4	91.95	91.95	92.15	0.141367	1.97	2.27	5.78	1.01	
49000	4.47	91.1	91.86	91.86	92.1	0.144577	2.17	2.06	4.41	1.02	
48500	4.63	89.6	90.37	90.37	90.64	0.143588	2.27	2.04	3.94	1.01	
48000	4.63	91.05	91.53	91.53	91.69	0.148375	1.8	2.57	7.92	1.01	
47500	4.63	90.6	91.25	91.25	91.43	0.14254	1.92	2.41	6.49	1.01	
47000	4.63	90.6	91.25	91.25	91.46	0.141199	2.03	2.28	5.48	1.01	
46500	4.63	90.15	91.08	91.08	91.38	0.151232	2.43	1.91	3.23	1.01	
46000	4.63	90.3	90.85	90.85	91.04	0.146723	1.92	2.42	6.61	1.01	
45500	4.63	90.1	90.75	90.75	90.95	0.141982	1.99	2.32	5.87	1.01	
45000	4.63	89.7	90.69	90.69	90.93	0.145261	2.17	2.13	4.45	1	
44000	4.63	89.7	90.37	90.37	90.62	0.140393	2.21	2.09	4.24	1.01	
43500	4.63	89.1	89.86	89.86	90.04	0.157088	1.84	2.52	7.65	1.02	
43000	4.84	89	89.49	89.49	89.69	0.143017	1.99	2.44	6.14	1.01	
42500	4.84	89.9	89.62	89.62	89.84	0.141144	2.1	2.3	5.22	1.01	
41500	4.84	89.2	90.87	90.87	91.26	0.271959	2.78	1.74	2.22	1	
41000	4.84	89.2	90.04	90.04	90.36	0.166704	2.51	1.93	3.05	1.01	
40500	4.84	89.3	90.8	90.8	91.18	0.23984	2.72	1.78	2.37	1	
40000	4.84	89.1	90	90	90.24	0.16766	2.14	2.26	5.01	1.02	
39500	4.84	88.5	89.7	89.7	89.91	0.174733	2.03	2.39	5.75	1.01	
39000	4.84	89	89.47	89.47	89.66	0.142353	1.93	2.5	6.65	1.01	
38500	4.84	88.2	89.03	89.03	89.3	0.14641	2.3	2.1	3.97	1.01	
38000	4.84	88.6	89.3	89.3	89.54	0.142866	2.2	2.2	4.58	1.01	
37500	4.84	88.4	89.51	89.51	89.79	0.151279	2.36	2.05	3.71	1.01	
37000	4.84	88.9	89.96	89.96	90.2	0.150041	2.16	2.24	4.68	0.99	
36500	4.84	88.1	89	89	89.26	0.141271	2.26	2.14	4.11	1	
36000	4.84	88	88.95	88.95	89.16	0.140738	2.07	2.33	5.33	1	
35500	4.84	87.8	88.29	88.29	88.4	0.169385	1.47	3.28	14.89	1	
35000	4.84	88.7	89.45	89.45	89.69	0.141189	2.19	2.21	4.6	1.01	
34500	4.84	88.8	89.5	89.5	89.59	0.182512	1.36	3.57	19.56	1.01	
34000	4.84	88.6	89.14	89.14	89.23	0.176539	1.36	3.55	18.9	1	
33500	4.84	88.9	89.39	89.39	89.48	0.180163	1.31	3.7	21.46	1.01	
33000	4.84	88.4	88.97	88.97	89.15	0.144537	1.89	2.57	7.23	1.01	
32500	4.84	89	89.51	89.51	89.72	0.1414	2	2.42	6.04	1.01	
32000	4.84	88.8	89.45	89.45	89.67	0.141859	2.04	2.37	5.66	1.01	
31500	4.84	88.3	88.81	88.81	89.02	0.141694	1.99	2.43	6.1	1.01	
31000	5	88.4	88.98	88.98	89.18	0.139374	1.99	2.52	6.29	1	
30500	5	88.2	88.9	88.9	89.09	0.143593	1.97	2.54	6.58	1.01	
30000	5	88.2	88.78	88.78	89.01	0.139809	2.09	2.4	5.49	1.01	
29500	5	87.9	88.52	88.52	88.73	0.139439	2.07	2.42	5.66	1.01	
29000	5	87.8	88.8	88.8	89.05	0.139208	2.21	2.26	4.51	1	
28500	5	87.35	88.07	88.07	88.33	0.139952	2.27	2.2	4.24	1.01	
28000	5	87.2	87.91	87.91	88.17	0.138812	2.26	2.21	4.26	1	
27500	5	87.1	87.65	87.65	87.86	0.139855	2.03	2.46	5.94	1.01	
27000	5	87.4	88.09	88.09	88.29	0.141778	2.01	2.48	6.17	1.01	
26700	5.18	87.2	87.74	87.74	87.99	0.147156	2.19	2.36	4.87	1.01	
26500	5.18	86.6	87.18	87.18	87.37	0.144013	1.97	2.62	6.76	1.01	
26000	5.18	86.6	87.34	87.34	87.56	0.139214	2.07	2.5	5.81	1.01	
25500	5.18	86.4	87.33	87.33	87.56	0.138398	2.13	2.43	5.29	1	
25000	5.18	86.2	87.02	87.02	87.26	0.140755	2.17	2.38	5.07	1.01	
24500	5.18	85.7	86.93	86.93	87.17	0.166876	2.19	2.36	4.96	1.01	
24000	5.18	86.6	87.17	87.17	87.38	0.138972	2.03	2.55	6.14	1.01	
23500	5.18	86.4	87.09	87.09	87.32	0.138339	2.1	2.47	5.62	1.01	
23000	5.18	86.4	87.01	87.01	87.24	0.137606	2.13	2.43	5.32	1.01	
22715	5.18	86.1	86.8	86.8	87.02	0.139724	2.08	2.49	5.76	1.01	
22500	5.18	86.1	86.75	86.75	86.99	0.137541	2.17	2.39	5.08	1.01	
22000	5.18	85.9	86.64	86.64	86.83	0.148901	1.91	2.72	7.56	1.01	
21500	5.18	86	86.51	86.51	86.71	0.139012	2	2.59	6.43	1	
21000	5.18	85.9	86.55	86.55	86.77	0.138948	2.07	2.5	5.86	1.01	
20500	5.18	85.5	86.28	86.28	86.51	0.14196	2.15	2.41	5.26	1.01	
20000	5.18	85.4	86.26	86.26	86.5	0.139204	2.16	2.4	5.11	1.01	
19500	5.18	85.6	86.3	86.3	86.52	0.139493	2.09	2.47	5.64	1.01	
19000	5.18	85.4	86.05	86.05	86.27	0.134145	2.11	2.46	5.36	0.99	
18500	5.18	85.4	86.04	86.04	86.27	0.137155	2.12	2.45	5.41	1	
18000	5.18	85.4	86.16	86.16	86.4	0.139753	2.17	2.38	5.05	1.01	
17500	5.18	85.4	86.08	86.08	86.33	0.138317	2.21	2.35	4.79	1.01	
17000	5.18	85	85.67	85.67	85.91	0.139929	2.21	2.34	4.76	1.01	
16500	5.18	85.4	86.2	86.2	86.48	0.140494	2.33	2.22	4.09	1.01	
16000	5.18	85.4	86.16	86.16	86.38	0.149273	2.07	2.5	5.9	1.01	
15500	5.18	85.1	85.99	85.99	86.26	0.141862	2.33	2.23	4.11	1.01	
15000	5.18	85.1	85.84	85.84	86.12	0.14215	2.33	2.22	4.1	1.01	
14500	5.18	85.1	85.85	85.85	86.14	0.144815	2.4	2.16	3.77	1.01	
14000	5.18	84.9	85.77	85.77	86.04	0.140552	2.29	2.26	4.28	1.01	
13500	5.18	85	85.57	85.57	85.79	0.140179	2.11	2.46	5.5	1.01	
13000	5.18	84.8	85.49	85.49	85.7	0.14053	2.04	2.54	6.12	1.01	
12500	5.18	84.6	85.52	85.52	85.85	0.155874	2.54	2.04	3.13	1.01	
12000	5.18	84.9	85.62	85.62	85.84	0.142222	2.07	2.51	5.91	1.01	
11890	5.57	84.6	85.45	85.45	85.72	0.138743	2.29	2.44	4.67	1.01	
11500	5.57	84.25	85	85	85.25	0.136154	2.2	2.54	5.21	1.01	
11000	5.57	84.3	85.1	85.1	85.35	0.138498	2.22	2.51	5.12	1.01	
10500	5.57	84.2	84.91	84.91	85.13	0.13929	2.08	2.67	6.17	1.01	
10000	5.57	84.35	84.88	84.88	85.08	0.13884	1.98	2.82	7.11	1	
9500	5.57	83.8	84.52	84.52	84.76	0.136479	2.19	2.55	5.31	1.01	
9000	5.57	83.75	84.45	84.45	84.64	0.145069	1.93	2.89	7.8	1.01	
8500	5.57	83.9	84.49	84.49	84.69	0.140625	1.99	2.79	6.98	1.01	
8000	5.57	84	84.69	84.69	84.91	0.138824	2.07	2.69	6.33	1.01	
7500	5.57	84.15	84.72	84.72	84.91	0.144943	1.92	2.9	7.91	1.01	
7000	5.57	83.9	84.49	84.49	84.71	0.140584	2.05	2.72	6.51	1.01	
6500	5.57	84.25	84.75	84.75	84.92	0.149179	1.82	3.06	9.26	1.01	
6000	5.57	83.9	84.39	84.39	84.57	0.145563	1.85	3.02	8.63	1.01	
5500	5.										

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	1.59	97.2	97.61	97.61	97.74	0.165716	1.58	1.01	4.03	1.01	
60000	1.59	96.7	97.12	97.12	97.26	0.164442	1.63	0.98	3.71	1.01	
59000	1.59	96.7	97.08	97.08	97.2	0.167125	1.57	1.01	4.13	1.01	
58500	1.59	96	96.39	96.39	96.53	0.163332	1.63	0.98	3.69	1.01	
58000	1.59	96.1	96.67	96.67	96.81	0.165408	1.69	0.94	3.32	1.01	
57500	1.59	95.5	96.23	96.23	96.42	0.180187	1.92	0.83	2.27	1.01	
57000	1.59	94.7	95.58	95.58	95.8	0.207134	2.08	0.77	1.74	1	
54700	1.59	93.8	94.44	94.44	94.6	0.169544	1.8	0.88	2.76	1.01	
54500	1.59	93.7	94.54	94.54	94.75	0.202708	2.05	0.78	1.85	1.01	
54000	1.59	93.1	93.82	93.82	94	0.180359	1.91	0.83	2.32	1.02	
53800	1.59	93.2	93.66	93.66	93.82	0.166176	1.76	0.9	2.92	1.01	
53000	1.59	92.8	93.44	93.44	93.61	0.168705	1.8	0.88	2.76	1.01	
52500	1.59	92.5	92.99	92.99	93.12	0.166404	1.63	0.98	3.71	1.02	
52000	1.59	92.2	92.96	92.96	93.16	0.182916	1.96	0.81	2.13	1.01	
51500	1.59	91	91.87	91.87	92.09	0.215918	2.09	0.76	1.75	1.01	
51000	1.89	91.6	92.16	92.16	92.3	0.162681	1.67	1.13	4.07	1.01	
50500	1.89	91.2	91.83	91.83	91.99	0.161135	1.78	1.06	3.37	1.01	
50000	1.89	90.6	91.3	91.3	91.48	0.164783	1.88	1.01	2.87	1.01	
49500	1.89	91.4	91.75	91.75	91.88	0.163995	1.57	1.2	4.9	1.01	
49000	1.89	91.1	91.61	91.61	91.77	0.160172	1.75	1.08	3.52	1.01	
48500	2.05	89.6	90.11	90.11	90.29	0.157755	1.85	1.11	3.22	1.01	
48000	2.05	91.05	91.37	91.37	91.48	0.169892	1.45	1.41	6.68	1.01	
47500	2.05	90.6	91.05	91.05	91.18	0.162819	1.59	1.29	5.09	1.01	
47000	2.05	90.6	91.05	91.05	91.19	0.162607	1.64	1.25	4.66	1.01	
46500	2.05	90.15	90.76	90.76	90.97	0.165117	2.03	1.01	2.45	1.01	
46000	2.05	90.3	90.68	90.68	90.8	0.170156	1.51	1.36	6.04	1.01	
45500	2.05	90.1	90.55	90.55	90.68	0.161425	1.63	1.26	4.8	1.01	
45000	2.05	89.7	90.44	90.44	90.61	0.165555	1.84	1.12	3.3	1.01	
44000	2.05	89.7	90.12	90.12	90.29	0.155644	1.81	1.13	3.4	1	
43500	2.05	89.1	89.66	89.66	89.8	0.162193	1.66	1.23	4.38	1	
43000	2.26	89	89.32	89.32	89.45	0.161391	1.58	1.43	5.65	1	
42500	2.26	88.9	89.42	89.42	89.56	0.158361	1.71	1.32	4.55	1.01	
41500	2.26	89.2	90.42	90.42	90.72	0.308578	2.45	0.92	1.52	1	
41000	2.26	89.2	89.76	89.76	89.97	0.173017	2.03	1.11	2.7	1.01	
40500	2.26	89.3	90.41	90.41	90.69	0.265439	2.33	0.97	1.75	1	
40000	2.26	89.1	89.77	89.77	89.94	0.185064	1.83	1.23	3.7	1.01	
39500	2.26	88.5	89.53	89.53	89.66	0.191509	1.57	1.44	5.64	0.99	
39000	2.26	89	89.3	89.3	89.42	0.160002	1.58	1.43	5.67	1	
38500	2.26	88.2	88.8	88.8	88.97	0.157293	1.85	1.22	3.61	1.01	
38000	2.26	88.6	89.09	89.09	89.25	0.157639	1.75	1.29	4.2	1.01	
37500	2.26	88.4	89.22	89.22	89.42	0.165387	2.02	1.12	2.74	1.01	
37000	2.26	88.9	89.61	89.61	89.82	0.165139	2.04	1.11	2.65	1.01	
36500	2.26	88.1	88.74	88.74	88.92	0.159834	1.91	1.18	3.27	1.01	
36000	2.26	88	88.69	88.69	88.87	0.157935	1.86	1.21	3.51	1.01	
35500	2.26	87.8	88.2	88.2	88.27	0.188595	1.13	2	14.73	0.98	
35000	2.26	88.7	89.21	89.21	89.38	0.156071	1.82	1.24	3.72	1.01	
34500	2.26	88.8	89.3	89.3	89.46	0.156692	1.77	1.28	4.08	1.01	
34000	2.26	88.6	89.06	89.06	89.12	0.210985	1.07	2.12	18.77	1.01	
33500	2.26	88.9	89.26	89.26	89.38	0.164681	1.51	1.5	6.57	1.01	
33000	2.26	88.4	88.8	88.8	88.93	0.162049	1.56	1.45	5.94	1.01	
32500	2.26	89	89.33	89.33	89.47	0.160535	1.63	1.39	5.21	1.01	
32000	2.26	88.8	89.25	89.25	89.4	0.157211	1.72	1.32	4.46	1.01	
31500	2.26	88.3	88.63	88.63	88.76	0.158802	1.62	1.39	5.24	1	
31000	2.42	88.4	88.8	88.8	88.94	0.158019	1.66	1.46	5.29	1.01	
30500	2.42	88.2	88.72	88.72	88.86	0.16286	1.64	1.47	5.55	1.02	
30000	2.42	88.2	88.6	88.6	88.75	0.156624	1.71	1.42	4.86	1.01	
29500	2.42	87.9	88.32	88.32	88.47	0.154726	1.73	1.4	4.65	1.01	
29000	2.42	87.8	88.55	88.55	88.74	0.157478	1.93	1.25	3.36	1.01	
28500	2.42	87.35	87.82	87.82	88.01	0.153438	1.91	1.27	3.45	1.01	
28000	2.42	87.2	87.66	87.66	87.85	0.15333	1.9	1.27	3.49	1.01	
27500	2.42	87.1	87.46	87.46	87.61	0.155951	1.7	1.43	4.92	1.01	
27000	2.42	87.4	87.9	87.9	88.05	0.15969	1.68	1.44	5.18	1.01	
26700	13.44	87.2	88.2	88.2	88.59	0.132735	2.78	4.83	6.2	1.01	
26500	13.44	86.6	87.54	87.54	87.87	0.12293	2.53	5.32	8.23	1	
26000	13.44	86.6	87.75	87.75	88.03	0.124421	2.34	5.74	10.28	1	
25500	13.44	86.4	87.78	87.78	88.09	0.122622	2.46	5.46	8.8	1	
25000	13.44	86.2	87.46	87.46	87.82	0.121051	2.65	5.07	7.09	1	
24500	13.44	85.7	87.38	87.38	87.75	0.139536	2.72	4.94	6.67	1.01	
24000	13.44	86.6	87.55	87.55	87.89	0.120793	2.58	5.2	7.75	1.01	
23500	13.44	86.4	87.5	87.5	87.83	0.122139	2.55	5.26	8.07	1.01	
23000	13.44	86.4	87.45	87.45	87.78	0.121572	2.57	5.23	7.82	1	
22715	13.44	86.1	87.21	87.21	87.55	0.121156	2.57	5.23	7.79	1	
22500	13.44	86.1	87.18	87.18	87.57	0.121358	2.76	4.87	6.37	1.01	
22000	13.44	85.9	86.97	86.97	87.28	0.12597	2.49	5.39	8.72	1.01	
21500	13.44	86	86.88	86.88	87.22	0.121092	2.6	5.17	7.64	1.01	
21000	13.44	85.9	86.95	86.95	87.3	0.121182	2.62	5.13	7.48	1.01	
20500	13.44	85.5	86.7	86.7	87.08	0.123502	2.73	4.91	6.57	1.01	
20000	13.44	85.4	86.7	86.7	87.05	0.12147	2.64	5.09	7.24	1	
19500	13.44	85.6	86.69	86.69	87.04	0.12069	2.61	5.14	7.4	1	
19000	13.44	85.4	86.47	86.47	86.72	0.136978	2.2	6.11	12.69	1.01	
18500	13.44	85.4	86.46	86.46	86.82	0.121408	2.68	5.01	6.91	1.01	
18000	13.44	85.4	86.59	86.59	86.96	0.122782	2.7	4.97	6.8	1.01	
17500	13.44	85.4	86.54	86.54	86.93	0.123201	2.76	4.88	6.4	1.01	
17000	13.44	85	86.12	86.12	86.52	0.124023	2.82	4.77	5.98	1.01	
16500	13.44	85.4	86.72	86.72	87.13	0.124071	2.84	4.73	5.75	1	
16000	13.44	85.4	86.56	86.56	86.88	0.132737	2.53	5.32	8.2	1	
15500	13.44	85.1	86.49	86.49	86.89	0.123849	2.82	4.77	5.89	1	
15000	13.44	85.1	86.36	86.36	86.78	0.126702	2.89	4.65	5.46	1	
14500	13.44	85.1	86.34	86.34	86.71	0.130796	2.71	4.97	6.8	1.01	
14000	13.44	84.9	86.25	86.25	86.66	0.125771	2.86	4.71	5.77	1.01	
13500	13.44	85	85.98	85.98	86.35	0.122957	2.71	4.96	6.73	1.01	
13000	13.44	84.8	85.87	85.87	86.22	0.121423	2.63	5.12	7.41	1.01	
12500	13.44	84.6	86.17	86.17	86.65	0.142566	3.07	4.38	4.57	1	
12000	13.44	84.9	86.02	86.02	86.36	0.12076	2.59	5.18	7.57	1	
11890	13.83	84.6	85.94	85.94	86.3	0.12284	2.67	5.18	7.15	1	
11500	13.83	84.25	85.43	85.43	85.81	0.119741	2.74	5.05	6.6	1	
11000	13.83	84.3	85.53	85.53	85.91	0.120345	2.75	5.02	6.51	1	
10500	13.83	84.2	85.28	85.28	85.65	0.122647	2.7	5.12	7.03	1.01	
10000	13.83	84.35	85.21	85.21	85.55	0.122022	2.59	5.34	7.96	1.01	
9500	13.83	83.8	84.93	84.93	85.31	0.120947	2.73	5.07	6.82	1.01	
9000	13.83	83.75	84.77	84.77	85.08	0.124071	2.46	5.61	9.22	1.01	
8500	13.83	83.9	84.83	84.83	85.14	0.124963	2.47	5.59	9.16	1.01	
8000	13.83	84	85.05	85.05	85.38	0.122716	2.54	5.45	8.48	1.01	
7500	13.83	84.15	85.04	85.04	85.35	0.121301	2.46	5.62	9.1	1	
7000	13.83	83.9	84.85	84.85	85.21	0.122237	2.64	5.24	7.52	1.01	
6500	13.83	84.25	85.04	85.04	85.33	0.126482	2.39	5.8	10.19	1.01	
6000	13.83	83.9	84.68	84.68</							

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Ort W.S. (m)	EG. Elev (m)	EG. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	4.26	97.2	97.85	97.85	98.06	0.142965	2.02	2.11	5.19	1.01	
60000	4.26	96.7	97.38	97.38	97.59	0.143626	2.04	2.09	5.04	1.01	
59000	4.26	96.7	97.31	97.31	97.52	0.142594	2.03	2.09	5.05	1.01	
58500	4.26	96	96.65	96.65	96.86	0.141972	2.05	2.08	4.93	1.01	
58000	4.26	96.1	96.95	96.95	97.13	0.153162	1.85	2.3	6.78	1.02	
57500	4.26	95.5	96.58	96.58	96.86	0.156728	2.32	1.84	3.43	1.01	
57000	4.26	94.7	96.01	96.01	96.33	0.178225	2.49	1.71	2.73	1	
54700	4.26	93.8	94.75	94.75	94.99	0.144401	2.17	1.97	4.12	1	
54500	4.26	93.7	94.94	94.94	95.26	0.179311	2.5	1.7	2.73	1.01	
54000	4.26	93.1	94.18	94.18	94.44	0.152815	2.27	1.88	3.59	1	
53500	4.26	93.2	93.95	93.95	94.22	0.147583	2.27	1.87	3.62	1.01	
53000	4.26	92.8	93.75	93.75	94	0.148312	2.19	1.94	4.08	1.01	
52500	4.26	92.5	93.24	93.24	93.46	0.144119	2.07	2.06	4.81	1.01	
52000	4.26	92.2	93.34	93.34	93.62	0.156889	2.36	1.8	3.17	1	
51500	4.26	91	92.29	92.29	92.62	0.18925	2.54	1.67	2.6	1.01	
51000	4.52	91.6	92.39	92.39	92.6	0.139589	2.05	2.2	5.12	1	
50500	4.52	91.2	92.09	92.09	92.32	0.143244	2.14	2.11	4.65	1.01	
50000	4.52	90.6	91.6	91.6	91.85	0.146879	2.23	2.02	4.06	1.01	
49500	4.52	91.4	91.95	91.95	92.15	0.141061	1.98	2.29	5.8	1.01	
49000	4.52	91.1	91.86	91.86	92.11	0.144587	2.18	2.07	4.42	1.02	
48500	4.66	89.6	90.38	90.38	90.64	0.143428	2.28	2.05	3.94	1.01	
48000	4.66	91.05	91.53	91.53	91.7	0.14811	1.81	2.58	7.93	1.01	
47500	4.66	90.6	91.25	91.25	91.44	0.142434	1.92	2.42	6.51	1.01	
47000	4.66	90.6	91.25	91.25	91.46	0.141056	2.04	2.29	5.48	1.01	
46500	4.66	90.15	91.08	91.08	91.38	0.151136	2.43	1.92	3.23	1.01	
46000	4.66	90.3	90.85	90.85	91.04	0.14643	1.92	2.43	6.61	1.01	
45500	4.66	90.1	90.75	90.75	90.95	0.141739	2	2.34	5.88	1.01	
45000	4.66	89.7	90.7	90.7	90.94	0.145106	2.18	2.14	4.46	1	
44000	4.66	89.7	90.37	90.37	90.62	0.140298	2.22	2.1	4.24	1.01	
43500	4.66	89.1	89.86	89.86	90.04	0.155688	1.84	2.53	7.65	1.02	
43000	4.86	89	89.49	89.49	89.7	0.14275	1.99	2.44	6.15	1.01	
42500	4.86	89.9	89.62	89.62	89.84	0.140942	2.11	2.31	5.22	1.01	
41500	4.86	89.2	90.87	90.87	91.26	0.271441	2.78	1.75	2.23	1	
41000	4.86	89.2	90.04	90.04	90.37	0.166719	2.51	1.93	3.06	1.01	
40500	4.86	89.3	90.8	90.8	91.18	0.239704	2.72	1.79	2.38	1	
40000	4.86	89.1	90	90	90.24	0.167621	2.14	2.27	5.01	1.02	
39500	4.86	88.5	89.7	89.7	89.91	0.174727	2.03	2.39	5.75	1.01	
39000	4.86	89	89.47	89.47	89.66	0.142286	1.94	2.51	6.66	1.01	
38500	4.86	88.2	89.03	89.03	89.3	0.146377	2.31	2.11	3.97	1.01	
38000	4.86	88.6	89.3	89.3	89.54	0.142746	2.2	2.21	4.58	1.01	
37500	4.86	88.4	89.51	89.51	89.79	0.151245	2.36	2.06	3.72	1.01	
37000	4.86	88.9	89.96	89.96	90.2	0.150887	2.16	2.25	4.71	1	
36500	4.86	88.1	89	89	89.26	0.141221	2.26	2.15	4.12	1	
36000	4.86	88	88.95	88.95	89.17	0.140631	2.08	2.34	5.34	1	
35500	4.86	87.8	88.29	88.29	88.4	0.169216	1.48	3.29	14.89	1	
35000	4.86	88.7	89.45	89.45	89.69	0.141079	2.19	2.22	4.61	1.01	
34500	4.86	88.8	89.5	89.5	89.59	0.182299	1.36	3.58	19.57	1.01	
34000	4.86	88.6	89.14	89.14	89.23	0.176355	1.36	3.56	18.9	1	
33500	4.86	88.9	89.39	89.39	89.48	0.179999	1.31	3.71	21.46	1.01	
33000	4.86	88.4	88.97	88.97	89.16	0.144392	1.89	2.58	7.24	1.01	
32500	4.86	89	89.52	89.52	89.72	0.141289	2	2.43	6.05	1.01	
32000	4.86	88.8	89.46	89.46	89.67	0.141757	2.05	2.37	5.67	1.01	
31500	4.86	88.3	88.81	88.81	89.02	0.141597	1.99	2.44	6.1	1.01	
31000	5	88.4	88.98	88.98	89.18	0.13942	1.99	2.52	6.29	1	
30500	5	88.2	88.9	88.9	89.09	0.143523	1.97	2.54	6.58	1.01	
30000	5	88.2	88.79	88.79	89.01	0.139678	2.09	2.4	5.49	1.01	
29500	5	87.9	88.52	88.52	88.73	0.139448	2.07	2.42	5.66	1.01	
29000	5	87.8	88.8	88.8	89.05	0.138208	2.21	2.26	4.51	1	
28500	5	87.35	88.07	88.07	88.33	0.139652	2.27	2.2	4.24	1.01	
28000	5	87.2	87.91	87.91	88.17	0.138812	2.26	2.21	4.26	1	
27500	5	87.1	87.65	87.65	87.86	0.139655	2.03	2.46	5.94	1.01	
27000	5	87.4	88.09	88.09	88.29	0.141778	2.01	2.48	6.17	1.01	
26700	5.16	87.2	87.74	87.74	87.99	0.14717	2.19	2.35	4.87	1.01	
26500	5.16	86.6	87.17	87.17	87.37	0.144051	1.97	2.62	6.75	1.01	
26000	5.16	86.6	87.34	87.34	87.56	0.139311	2.07	2.49	5.81	1.01	
25500	5.16	86.4	87.32	87.32	87.55	0.138509	2.13	2.43	5.28	1	
25000	5.16	86.2	87.01	87.01	87.26	0.140882	2.17	2.38	5.06	1.01	
24500	5.16	85.7	86.93	86.93	87.17	0.166988	2.19	2.36	4.96	1.01	
24000	5.16	86.6	87.17	87.17	87.38	0.139108	2.03	2.54	6.13	1.01	
23500	5.16	86.4	87.09	87.09	87.31	0.138414	2.09	2.47	5.61	1.01	
23000	5.16	86.4	87.01	87.01	87.24	0.137695	2.13	2.42	5.31	1.01	
22715	5.16	86.1	86.8	86.8	87.02	0.139866	2.08	2.48	5.75	1.01	
22500	5.16	86.1	86.75	86.75	86.99	0.137535	2.16	2.39	5.08	1.01	
22000	5.16	85.9	86.64	86.64	86.82	0.149125	1.9	2.71	7.55	1.02	
21500	5.16	86	86.51	86.51	86.71	0.139122	2	2.58	6.42	1	
21000	5.16	85.9	86.55	86.55	86.77	0.138948	2.07	2.5	5.85	1.01	
20500	5.16	85.5	86.28	86.28	86.51	0.142004	2.15	2.4	5.26	1.01	
20000	5.16	85.4	86.26	86.26	86.5	0.13923	2.16	2.39	5.11	1.01	
19500	5.16	85.6	86.29	86.29	86.52	0.139596	2.09	2.47	5.63	1.01	
19000	5.16	85.4	86.04	86.04	86.27	0.139025	2.13	2.42	5.34	1.01	
18500	5.16	85.4	86.04	86.04	86.27	0.135177	2.1	2.45	5.41	1	
18000	5.16	85.4	86.15	86.15	86.39	0.139744	2.17	2.38	5.05	1.01	
17500	5.16	85.4	86.08	86.08	86.33	0.138465	2.21	2.34	4.79	1.01	
17000	5.16	85	85.66	85.66	85.91	0.139925	2.21	2.34	4.75	1.01	
16500	5.16	85.4	86.2	86.2	86.48	0.140601	2.33	2.22	4.09	1.01	
16000	5.16	85.4	86.16	86.16	86.37	0.149304	2.07	2.5	5.89	1.01	
15500	5.16	85.1	85.98	85.98	86.26	0.141887	2.32	2.22	4.1	1.01	
15000	5.16	85.1	85.84	85.84	86.12	0.142195	2.33	2.22	4.09	1.01	
14500	5.16	85.1	85.85	85.85	86.14	0.144638	2.39	2.16	3.76	1.01	
14000	5.16	84.9	85.77	85.77	86.04	0.140619	2.29	2.25	4.27	1.01	
13500	5.16	85	85.57	85.57	85.79	0.140263	2.11	2.45	5.5	1.01	
13000	5.16	84.8	85.49	85.49	85.7	0.140598	2.04	2.53	6.12	1.01	
12500	5.16	84.6	85.52	85.52	85.85	0.155898	2.54	2.03	3.13	1.01	
12000	5.16	84.9	85.62	85.62	85.84	0.142176	2.06	2.5	5.9	1.01	
11890	5.5	84.6	85.45	85.45	85.71	0.138963	2.28	2.41	4.65	1.01	
11500	5.5	84.25	85	85	85.24	0.136362	2.19	2.51	5.19	1.01	
11000	5.5	84.3	85.09	85.09	85.34	0.138702	2.21	2.49	5.1	1.01	
10500	5.5	84.2	84.91	84.91	85.13	0.139724	2.08	2.65	6.15	1.01	
10000	5.5	84.35	84.88	84.88	85.07	0.13901	1.97	2.79	7.09	1	
9500	5.5	83.8	84.51	84.51	84.75	0.136612	2.18	2.52	5.3	1.01	
9000	5.5	83.75	84.45	84.45	84.64	0.144009	1.92	2.86	7.74	1.01	
8500	5.5	83.9	84.49	84.49	84.69	0.140849	1.99	2.76	6.93	1.01	
8000	5.5	84	84.69	84.69	84.91	0.139007	2.06	2.67	6.31	1.01	
7500	5.5	84.15	84.72	84.72	84.91	0.145324	1.91	2.87	7.9	1.01	
7000	5.5	83.9	84.49	84.49	84.7	0.140676	2.04	2.7	6.5	1.01	
6500	5.5	84.25	84.75	84.75	84.92	0.149484	1.81	3.03	9.25	1.01	
6000	5.5	83.9	84.39	84.39	84.56	0.144247	1.83	3	8.82	1	
5500	5.5										

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Crit W.S. (m)	EG. Elev (m)	EG. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	1.59	97.2	97.61	97.61	97.74	0.165716	1.58	1.01	4.03	1.01	
60000	1.59	96.7	97.12	97.12	97.26	0.164442	1.63	0.98	3.71	1.01	
59000	1.59	96.7	97.08	97.08	97.2	0.167125	1.57	1.01	4.13	1.01	
58500	1.59	96	96.39	96.39	96.53	0.163332	1.63	0.98	3.69	1.01	
58000	1.59	96.1	96.67	96.67	96.81	0.165408	1.69	0.94	3.32	1.01	
57500	1.59	95.5	96.23	96.23	96.42	0.180187	1.92	0.83	2.27	1.01	
57000	1.59	94.7	95.58	95.58	95.8	0.207134	2.08	0.77	1.74	1	
54700	1.59	93.8	94.44	94.44	94.6	0.169544	1.8	0.88	2.76	1.01	
54500	1.59	93.7	94.54	94.54	94.75	0.202708	2.05	0.78	1.85	1.01	
54000	1.59	93.1	93.82	93.82	94	0.180359	1.91	0.83	2.32	1.02	
53800	1.59	93.2	93.66	93.66	93.82	0.166176	1.76	0.9	2.92	1.01	
53000	1.59	92.8	93.44	93.44	93.61	0.168705	1.8	0.88	2.76	1.01	
52500	1.59	92.5	92.99	92.99	93.12	0.166404	1.63	0.98	3.71	1.02	
52000	1.59	92.2	92.96	92.96	93.16	0.182916	1.96	0.81	2.13	1.01	
51500	1.59	91	91.87	91.87	92.09	0.215918	2.09	0.76	1.75	1.01	
51000	1.85	91.6	92.15	92.15	92.29	0.163549	1.67	1.11	4.03	1.01	
50500	1.85	91.2	91.82	91.82	91.98	0.161569	1.77	1.04	3.35	1.01	
50000	1.85	90.6	91.3	91.3	91.47	0.165702	1.87	0.99	2.84	1.01	
49500	1.85	91.4	91.75	91.75	91.87	0.164919	1.56	1.19	4.88	1.01	
49000	1.85	91.1	91.61	91.61	91.76	0.160863	1.74	1.06	3.5	1.01	
48500	1.99	89.6	90.1	90.1	90.28	0.160122	1.84	1.08	3.2	1.01	
48000	1.99	91.05	91.37	91.37	91.47	0.170668	1.44	1.38	6.61	1.01	
47500	1.99	90.6	91.05	91.05	91.17	0.163746	1.58	1.26	5.05	1.01	
47000	1.99	90.6	91.04	91.04	91.18	0.163374	1.63	1.22	4.64	1.01	
46500	1.99	90.15	90.75	90.75	90.96	0.164174	2.01	0.99	2.43	1	
46000	1.99	90.3	90.68	90.68	90.79	0.171082	1.49	1.33	6.02	1.01	
45500	1.99	90.1	90.54	90.54	90.68	0.16214	1.61	1.23	4.77	1.01	
45000	1.99	89.7	90.43	90.43	90.6	0.166068	1.83	1.09	3.26	1.01	
44000	1.99	89.7	90.11	90.11	90.28	0.156298	1.8	1.11	3.37	1	
43500	1.99	89.1	89.65	89.65	89.8	0.161279	1.68	1.19	4.15	1	
43000	2.19	89	89.32	89.32	89.44	0.162097	1.57	1.4	5.63	1	
42500	2.19	89.9	89.41	89.41	89.56	0.159534	1.7	1.29	4.53	1.02	
41500	2.19	89.2	90.4	90.4	90.7	0.309724	2.43	0.9	1.5	1	
41000	2.19	89.2	89.75	89.75	89.96	0.173252	2.01	1.09	2.69	1.01	
40500	2.19	89.3	90.39	90.39	90.67	0.266576	2.32	0.94	1.73	1	
40000	2.19	89.1	89.76	89.76	89.93	0.185779	1.82	1.2	3.65	1.01	
39500	2.19	88.5	89.52	89.52	89.65	0.208693	1.6	1.37	5.64	1.03	
39000	2.19	89	89.29	89.29	89.42	0.160926	1.57	1.4	5.64	1	
38500	2.19	88.2	88.79	88.79	88.96	0.156417	1.83	1.2	3.58	1.01	
38000	2.19	88.6	89.08	89.08	89.24	0.157928	1.74	1.26	4.16	1.01	
37500	2.19	88.4	89.21	89.21	89.41	0.165977	2	1.09	2.71	1.01	
37000	2.19	88.9	89.6	89.6	89.81	0.165833	2.03	1.08	2.63	1.01	
36500	2.19	88.1	88.73	88.73	88.91	0.159321	1.89	1.16	3.25	1.01	
36000	2.19	88	88.68	88.68	88.86	0.159328	1.86	1.18	3.46	1.01	
35500	2.19	87.8	88.2	88.2	88.26	0.190039	1.12	1.96	14.73	0.98	
35000	2.19	88.7	89.21	89.21	89.37	0.156845	1.81	1.21	3.69	1.01	
34500	2.19	88.8	89.29	89.29	89.45	0.15726	1.76	1.25	4.05	1.01	
34000	2.19	88.6	89.06	89.06	89.12	0.212702	1.05	2.08	18.77	1.01	
33500	2.19	88.9	89.26	89.26	89.37	0.164707	1.49	1.47	6.51	1	
33000	2.19	88.4	88.8	88.8	88.92	0.162968	1.55	1.42	5.9	1.01	
32500	2.19	89	89.33	89.33	89.46	0.159298	1.61	1.36	5.19	1	
32000	2.19	88.8	89.24	89.24	89.39	0.158037	1.7	1.28	4.41	1.01	
31500	2.19	88.3	88.63	88.63	88.76	0.159654	1.61	1.36	5.21	1	
31000	2.33	88.4	88.79	88.79	88.93	0.159016	1.64	1.42	5.25	1.01	
30500	2.33	88.2	88.71	88.71	88.85	0.164148	1.63	1.43	5.51	1.02	
30000	2.33	88.2	88.69	88.69	88.74	0.157339	1.69	1.38	4.63	1.01	
29500	2.33	87.9	88.31	88.31	88.46	0.155037	1.71	1.36	4.6	1.01	
29000	2.33	87.8	88.54	88.54	88.72	0.157011	1.91	1.22	3.31	1.01	
28500	2.33	87.35	87.81	87.81	88	0.154068	1.89	1.23	3.41	1.01	
28000	2.33	87.2	87.65	87.65	87.83	0.154362	1.89	1.24	3.45	1.01	
27500	2.33	87.1	87.45	87.45	87.6	0.156854	1.68	1.39	4.88	1.01	
27000	2.33	87.4	87.9	87.9	88.04	0.159493	1.66	1.4	5.12	1.01	
26700	4.23	87.2	87.68	87.68	87.89	0.150637	2.07	2.05	4.76	1.01	
26500	4.23	86.6	87.12	87.12	87.3	0.149198	1.86	2.27	6.59	1.01	
26000	4.23	86.6	87.28	87.28	87.48	0.143965	1.98	2.13	5.45	1.01	
25500	4.23	86.4	87.25	87.25	87.47	0.14653	2.05	2.06	4.94	1.02	
25000	4.23	86.2	86.95	86.95	87.17	0.145133	2.07	2.04	4.79	1.01	
24500	4.23	85.7	86.86	86.86	87.08	0.16883	2.06	2.05	4.77	1	
24000	4.23	86.6	87.11	87.11	87.3	0.142599	1.93	2.19	5.84	1.01	
23500	4.23	86.4	87.02	87.02	87.23	0.142412	2.01	2.11	5.23	1.01	
23000	4.23	86.4	86.95	86.95	87.16	0.142234	2.03	2.08	5.02	1.01	
22715	4.23	86.1	86.74	86.74	86.94	0.144849	1.97	2.14	5.53	1.01	
22500	4.23	86.1	86.68	86.68	86.9	0.141778	2.05	2.06	4.88	1.01	
22000	4.23	85.9	86.59	86.59	86.76	0.155216	1.81	2.34	7.27	1.02	
21500	4.23	86	86.45	86.45	86.64	0.144259	1.9	2.23	6.16	1.01	
21000	4.23	85.9	86.49	86.49	86.69	0.143288	1.96	2.16	5.6	1.01	
20500	4.23	85.5	86.21	86.21	86.42	0.146649	2.04	2.08	5.06	1.01	
20000	4.23	85.4	86.19	86.19	86.41	0.143078	2.06	2.05	4.8	1.01	
19500	4.23	85.6	86.23	86.23	86.43	0.142976	2.01	2.11	5.23	1.01	
19000	4.23	85.4	85.98	85.98	86.19	0.142755	2.02	2.1	5.13	1.01	
18500	4.23	85.4	85.98	85.98	86.18	0.141158	2.01	2.1	5.14	1	
18000	4.23	85.4	86.08	86.08	86.3	0.144165	2.08	2.04	4.74	1.01	
17500	4.23	85.4	86.01	86.01	86.24	0.141792	2.1	2.02	4.57	1.01	
17000	4.23	85	85.6	85.6	85.82	0.143996	2.1	2.02	4.56	1.01	
16500	4.23	85.4	86.12	86.12	86.37	0.144033	2.22	1.91	3.86	1.01	
16000	4.23	85.4	86.09	86.09	86.29	0.15192	1.97	2.15	5.55	1.01	
15500	4.23	85.1	85.9	85.9	86.16	0.14508	2.24	1.89	3.75	1.01	
15000	4.23	85.1	85.77	85.77	86.01	0.145422	2.2	1.92	3.94	1.01	
14500	4.23	85.1	85.77	85.77	86.03	0.146693	2.27	1.86	3.58	1.01	
14000	4.23	84.9	85.68	85.68	85.93	0.143782	2.21	1.91	3.89	1.01	
13500	4.23	85	85.51	85.51	85.71	0.144609	1.99	2.12	5.31	1.01	
13000	4.23	84.8	85.43	85.43	85.62	0.144705	1.94	2.18	5.82	1.01	
12500	4.23	84.6	85.43	85.43	85.73	0.158474	2.41	1.75	2.99	1.01	
12000	4.23	84.9	85.56	85.56	85.76	0.146794	1.96	2.15	5.62	1.01	
11890	4.57	84.6	85.38	85.38	85.62	0.142431	2.18	2.09	4.41	1.01	
11500	4.57	84.25	84.93	84.93	85.16	0.141139	2.1	2.17	4.92	1.01	
11000	4.57	84.3	85.03	85.03	85.26	0.142288	2.11	2.16	4.86	1.01	
10500	4.57	84.2	84.85	84.85	85.05	0.143019	1.97	2.31	5.92	1.01	
10000	4.57	84.35	84.82	84.82	85	0.145207	1.88	2.43	6.87	1.01	
9500	4.57	83.8	84.45	84.45	84.67	0.14011	2.09	2.19	5.02	1.01	
9000	4.57	83.75	84.38	84.38	84.57	0.144408	1.92	2.38	6.47	1.01	
8500	4.57	83.9	84.43	84.43	84.62	0.146961	1.93	2.37	6.41	1.02	
8000	4.57	84	84.63	84.63	84.83	0.142422	1.97	2.32	5.98	1.01	
7500	4.57	84.15	84.68	84.68	84.84	0.149636	1.81	2.52	7.7	1.01	
7000	4.57	83.9	84.44	84.44	84.63	0.144887	1.93	2.36	6.3	1.01	
6500	4.57	84.25	84.71	84.71	84.86	0.155258	1.72	2.66	9.12	1.01	
6000	4.57	83.9	84.35	84.35	84						

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Ort W.S (m)	EG. Elev (m)	EG Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	3	97.2	97.75	97.75	97.93	0.150272	1.85	1.62	4.77	1.01	
60000	3	96.7	97.27	97.27	97.46	0.150863	1.9	1.58	4.4	1.01	
59000	3	96.7	97.21	97.21	97.39	0.150226	1.86	1.61	4.66	1.01	
58500	3	96	96.54	96.54	96.72	0.14895	1.89	1.58	4.42	1.01	
58000	3	96.1	96.86	96.86	97.01	0.152386	1.76	1.71	5.43	1	
57500	3	95.5	96.45	96.45	96.68	0.160759	2.15	1.39	2.96	1	
57000	3	94.7	95.83	95.83	96.11	0.190757	2.36	1.27	2.25	1	
54700	3	93.8	94.63	94.63	94.84	0.151327	2.02	1.49	3.58	1	
54500	3	93.7	94.78	94.78	95.06	0.186573	2.33	1.29	2.38	1.01	
54000	3	93.1	94.03	94.03	94.27	0.160791	2.14	1.4	3	1	
53800	3	93.2	93.83	93.83	94.05	0.152397	2.08	1.45	3.33	1.01	
53000	3	92.8	93.63	93.63	93.84	0.154083	2.04	1.47	3.56	1.01	
52500	3	92.5	93.14	93.14	93.32	0.150267	1.9	1.58	4.36	1.01	
52000	3	92.2	93.19	93.19	93.44	0.16472	2.21	1.36	2.75	1	
51500	3	91	92.12	92.12	92.41	0.198317	2.37	1.26	2.26	1.01	
51000	3.55	91.6	92.31	92.31	92.5	0.148946	1.95	1.82	4.82	1.01	
50500	3.55	91.2	92.01	92.01	92.22	0.148148	2.03	1.75	4.26	1.01	
50000	3.55	90.6	91.51	91.51	91.74	0.15023	2.12	1.67	3.69	1.01	
49500	3.55	91.4	91.89	91.89	92.06	0.147429	1.86	1.91	5.5	1.01	
49000	3.55	91.1	91.78	91.78	92	0.146805	2.05	1.73	4.14	1.01	
48500	3.9	89.6	90.31	90.31	90.55	0.146794	2.18	1.79	3.76	1.01	
48000	3.9	91.05	91.49	91.49	91.64	0.152714	1.72	2.27	7.65	1.01	
47500	3.9	90.6	91.2	91.2	91.37	0.145726	1.84	2.11	6.15	1	
47000	3.9	90.6	91.2	91.2	91.39	0.146959	1.94	2.01	5.34	1.01	
46500	3.9	90.15	91	91	91.28	0.153822	2.34	1.67	3.04	1.01	
46000	3.9	90.3	90.81	90.81	90.98	0.151157	1.82	2.14	6.46	1.01	
45500	3.9	90.1	90.7	90.7	90.89	0.145669	1.91	2.04	5.6	1.01	
45000	3.9	89.7	90.63	90.63	90.86	0.149767	2.08	1.87	4.28	1	
44000	3.9	89.7	90.31	90.31	90.54	0.143909	2.13	1.83	4.03	1.01	
43500	3.9	89.1	89.63	89.63	89.98	0.156305	1.73	2.26	7.51	1.01	
43000	4.19	89	89.45	89.45	89.64	0.146522	1.91	2.2	6.03	1.01	
42500	4.19	89.9	89.57	89.57	89.78	0.143686	2.02	2.07	5.07	1.01	
41500	4.19	89.2	90.75	90.75	91.15	0.289506	2.79	1.5	1.94	1.01	
41000	4.19	89.2	89.98	89.98	90.28	0.167408	2.41	1.74	2.97	1.01	
40500	4.19	89.3	90.72	90.72	91.07	0.246503	2.65	1.58	2.24	1	
40000	4.19	89.1	89.96	89.96	90.17	0.167419	2.06	2.03	4.75	1.01	
39500	4.19	88.5	89.66	89.66	89.85	0.178441	1.94	2.16	5.72	1.01	
39000	4.19	89	89.43	89.43	89.61	0.144945	1.86	2.25	6.43	1	
38500	4.19	88.2	88.98	88.98	89.23	0.148112	2.21	1.89	3.89	1.01	
38000	4.19	88.6	89.25	89.25	89.48	0.145511	2.11	1.99	4.5	1.01	
37500	4.19	88.4	89.44	89.44	89.71	0.153755	2.29	1.83	3.51	1.01	
37000	4.19	88.9	89.83	89.83	90.12	0.157177	2.36	1.78	3.24	1.02	
36500	4.19	88.1	88.94	88.94	89.18	0.145897	2.2	1.9	3.92	1.01	
36000	4.19	88	88.89	88.89	89.1	0.143521	2.03	2.07	4.95	1	
35500	4.19	87.8	88.27	88.27	88.37	0.184834	1.43	2.93	14.85	1.03	
35000	4.19	88.7	89.4	89.4	89.63	0.143789	2.12	1.98	4.41	1.01	
34500	4.19	88.8	89.48	89.48	89.56	0.189805	1.3	3.23	19.54	1.02	
34000	4.19	88.6	89.12	89.12	89.21	0.184499	1.3	3.21	18.87	1.01	
33500	4.19	88.9	89.38	89.38	89.46	0.185598	1.25	3.36	21.38	1.01	
33000	4.19	88.4	88.94	88.94	89.1	0.146072	1.81	2.31	6.96	1	
32500	4.19	89	89.47	89.47	89.66	0.144773	1.92	2.18	5.85	1.01	
32000	4.19	88.8	89.41	89.41	89.61	0.144398	1.98	2.12	5.4	1.01	
31500	4.19	88.3	88.77	88.77	88.96	0.144872	1.92	2.18	5.9	1.01	
31000	4.47	88.4	88.95	88.95	89.14	0.14303	1.94	2.3	6.11	1.01	
30500	4.47	88.2	88.67	88.67	89.05	0.14234	1.9	2.35	6.41	1	
30000	4.47	88.2	88.76	88.76	88.96	0.142018	2.02	2.21	5.38	1.01	
29500	4.47	87.9	88.48	88.48	88.69	0.141769	2.01	2.22	5.51	1.01	
29000	4.47	87.8	88.76	88.76	89	0.142369	2.17	2.06	4.3	1	
28500	4.47	87.35	88.02	88.02	88.27	0.14199	2.21	2.02	4.1	1.01	
28000	4.47	87.2	87.86	87.86	88.11	0.141835	2.21	2.02	4.12	1.01	
27500	4.47	87.1	87.62	87.62	87.82	0.142088	1.98	2.26	5.75	1.01	
27000	4.47	87.4	88.05	88.05	88.25	0.144179	1.95	2.29	6.02	1.01	
26700	4.93	87.2	87.73	87.73	87.96	0.148053	2.16	2.28	4.84	1.01	
26500	4.93	86.6	87.16	87.16	87.36	0.144965	1.94	2.54	6.72	1.01	
26000	4.93	86.6	87.33	87.33	87.54	0.140135	2.05	2.4	5.72	1.01	
25500	4.93	86.4	87.31	87.31	87.53	0.139536	2.11	2.34	5.2	1	
25000	4.93	86.2	87	87	87.23	0.141706	2.15	2.29	5	1.01	
24500	4.93	85.7	86.91	86.91	87.15	0.168343	2.16	2.28	4.91	1.01	
24000	4.93	86.6	87.16	87.16	87.36	0.140034	2.01	2.45	6.06	1.01	
23500	4.93	86.4	87.07	87.07	87.29	0.139742	2.08	2.38	5.52	1.01	
23000	4.93	86.4	87	87	87.22	0.13865	2.11	2.34	5.23	1.01	
22715	4.93	86.1	86.79	86.79	87	0.139061	2.04	2.41	5.71	1	
22500	4.93	86.1	86.73	86.73	86.97	0.137639	2.13	2.31	5.04	1	
22000	4.93	85.9	86.63	86.63	86.81	0.151522	1.89	2.61	7.48	1.02	
21500	4.93	86	86.5	86.5	86.69	0.140199	1.97	2.5	6.37	1	
21000	4.93	85.9	86.54	86.54	86.75	0.139893	2.04	2.41	5.79	1.01	
20500	4.93	85.5	86.26	86.26	86.49	0.13922	2.1	2.35	5.22	1	
20000	4.93	85.4	86.24	86.24	86.47	0.140361	2.14	2.3	5.03	1.01	
19500	4.93	85.6	86.28	86.28	86.5	0.14037	2.07	2.38	5.53	1.01	
19000	4.93	85.4	86.03	86.03	86.25	0.138197	2.09	2.35	5.3	1	
18500	4.93	85.4	86.03	86.03	86.25	0.138226	2.09	2.36	5.34	1	
18000	4.93	85.4	86.14	86.14	86.37	0.140765	2.15	2.29	4.97	1.01	
17500	4.93	85.4	86.06	86.06	86.31	0.139131	2.18	2.26	4.74	1.01	
17000	4.93	85	85.65	85.65	85.89	0.140998	2.18	2.26	4.71	1.01	
16500	4.93	85.4	86.18	86.18	86.45	0.141294	2.3	2.14	4.04	1.01	
16000	4.93	85.4	86.14	86.14	86.35	0.149891	2.04	2.41	5.81	1.01	
15500	4.93	85.1	85.96	85.96	86.24	0.142649	2.3	2.14	4.02	1.01	
15000	4.93	85.1	85.82	85.82	86.09	0.1429	2.3	2.15	4.06	1.01	
14500	4.93	85.1	85.83	85.83	86.11	0.143339	2.36	2.09	3.73	1	
14000	4.93	84.9	85.75	85.75	86.01	0.141355	2.27	2.17	4.18	1.01	
13500	4.93	85	85.55	85.55	85.77	0.141261	2.08	2.37	5.45	1.01	
13000	4.93	84.8	85.48	85.48	85.68	0.141343	2.02	2.45	6.05	1.01	
12500	4.93	84.6	85.5	85.5	85.82	0.156451	2.51	1.96	3.1	1.01	
12000	4.93	84.9	85.61	85.61	85.82	0.143243	2.04	2.42	5.83	1.01	
11890	5.95	84.6	85.48	85.48	85.76	0.134702	2.3	2.58	4.78	1	
11500	5.95	84.25	85.03	85.03	85.28	0.135063	2.23	2.67	5.32	1.01	
11000	5.95	84.3	85.12	85.12	85.38	0.137216	2.25	2.64	5.21	1.01	
10500	5.95	84.2	84.93	84.93	85.16	0.138041	2.12	2.81	6.26	1.01	
10000	5.95	84.35	84.9	84.9	85.1	0.137777	2.02	2.95	7.19	1	
9500	5.95	83.8	84.54	84.54	84.79	0.135096	2.22	2.68	5.41	1.01	
9000	5.95	83.75	84.47	84.47	84.67	0.143725	1.97	3.02	7.89	1.01	
8500	5.95	83.9	84.51	84.51	84.72	0.139465	2.01	2.96	7.24	1.01	
8000	5.95	84	84.71	84.71	84.94	0.137753	2.1	2.83	6.46	1.01	
7500	5.95	84.15	84.74	84.74	84.94	0.143203	1.96	3.04	7.99	1.01	
7000	5.95	83.9	84.51	84.51	84.73	0.139243	2.08	2.85	6.58	1.01	
6500	5.95	84.25	84.77	84.77	84.95	0.147001	1.86	3.2	9.31	1.01	
6000	5.95	83.9	84.41	84.41	84.59	0.144434	1.88	3.16	8.82	1.01	
5500	5.95	84.05	84.54	8							

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Ort W.S (m)	EG. Elev (m)	EG. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	C
60500	1.45	97.2	97.6	97.6	97.72	0.167439	1.54	0.94	3.94	1.01	
60000	1.45	96.7	97.11	97.11	97.23	0.166549	1.59	0.91	3.63	1.01	
59000	1.45	96.7	97.06	97.06	97.18	0.169975	1.53	0.95	4.07	1.01	
58500	1.45	96	96.37	96.37	96.5	0.164216	1.59	0.91	3.6	1.01	
58000	1.45	96.1	96.65	96.65	96.79	0.167425	1.66	0.87	3.2	1.01	
57500	1.45	95.5	96.2	96.2	96.38	0.179961	1.88	0.77	2.19	1.01	
57000	1.45	94.7	95.55	95.55	95.76	0.209762	2.04	0.71	1.68	1	
54700	1.45	93.8	94.42	94.42	94.58	0.171643	1.77	0.82	2.66	1.01	
54500	1.45	93.7	94.51	94.51	94.72	0.205287	2.01	0.72	1.78	1.01	
54000	1.45	93.1	93.79	93.79	93.97	0.18248	1.87	0.77	2.23	1.01	
53800	1.45	93.2	93.64	93.64	93.79	0.168213	1.72	0.84	2.87	1.01	
53000	1.45	92.8	93.42	93.42	93.58	0.171638	1.77	0.82	2.65	1.01	
52500	1.45	92.5	92.97	92.97	93.1	0.168779	1.59	0.91	3.64	1.02	
52000	1.45	92.2	92.94	92.94	93.12	0.184391	1.92	0.76	2.05	1.01	
51500	1.45	91	91.84	91.84	92.05	0.218417	2.05	0.71	1.69	1.01	
51000	1.84	91.6	92.15	92.15	92.29	0.162444	1.66	1.11	4.03	1.01	
50500	1.84	91.2	91.82	91.82	91.98	0.161605	1.77	1.04	3.34	1.01	
50000	1.84	90.6	91.29	91.29	91.47	0.165998	1.87	0.98	2.83	1.01	
49500	1.84	91.4	91.75	91.75	91.87	0.165135	1.56	1.18	4.88	1.01	
49000	1.84	91.1	91.61	91.61	91.76	0.160997	1.74	1.06	3.49	1.01	
48500	2.05	89.6	90.11	90.11	90.29	0.157755	1.85	1.11	3.22	1.01	
48000	2.05	91.05	91.37	91.37	91.48	0.169892	1.45	1.41	6.68	1.01	
47500	2.05	90.6	91.05	91.05	91.18	0.162819	1.59	1.29	5.09	1.01	
47000	2.05	90.6	91.05	91.05	91.19	0.162607	1.64	1.25	4.66	1.01	
46500	2.05	90.15	90.76	90.76	90.97	0.165117	2.03	1.01	2.45	1.01	
46000	2.05	90.3	90.68	90.68	90.8	0.170156	1.51	1.36	6.04	1.01	
45500	2.05	90.1	90.55	90.55	90.68	0.161425	1.63	1.26	4.8	1.01	
45000	2.05	89.7	90.44	90.44	90.61	0.165555	1.84	1.12	3.3	1.01	
44000	2.05	89.7	90.12	90.12	90.29	0.155644	1.81	1.13	3.4	1	
43500	2.05	89.1	89.66	89.66	89.8	0.162193	1.66	1.23	4.38	1	
43000	2.31	89	89.33	89.33	89.45	0.160288	1.59	1.45	5.66	1	
42500	2.31	89.9	89.42	89.42	89.57	0.157482	1.72	1.34	4.57	1.01	
41500	2.31	89.2	90.43	90.43	90.73	0.307845	2.46	0.94	1.53	1	
41000	2.31	89.2	89.77	89.77	89.98	0.172648	2.04	1.13	2.71	1.01	
40500	2.31	89.3	90.42	90.42	90.7	0.264619	2.34	0.99	1.76	1	
40000	2.31	89.1	89.77	89.77	89.94	0.18441	1.84	1.25	3.73	1.01	
39500	2.31	88.5	89.53	89.53	89.66	0.207253	1.62	1.42	5.64	1.03	
39000	2.31	89	89.3	89.3	89.43	0.158818	1.59	1.46	5.7	1	
38500	2.31	88.2	88.81	88.81	88.98	0.156985	1.86	1.24	3.62	1.01	
38000	2.31	88.6	89.09	89.09	89.25	0.157671	1.76	1.31	4.22	1.01	
37500	2.31	88.4	89.22	89.22	89.43	0.164874	2.02	1.14	2.77	1.01	
37000	2.31	88.9	89.61	89.61	89.83	0.164853	2.06	1.12	2.67	1.01	
36500	2.31	88.1	88.74	88.74	88.93	0.158151	1.91	1.21	3.29	1.01	
36000	2.31	88	88.7	88.7	88.88	0.156861	1.87	1.24	3.54	1.01	
35500	2.31	87.8	88.21	88.21	88.27	0.188177	1.14	2.03	14.74	0.98	
35000	2.31	88.7	89.22	89.22	89.39	0.15556	1.83	1.26	3.74	1.01	
34500	2.31	88.8	89.3	89.3	89.46	0.15605	1.78	1.3	4.09	1.01	
34000	2.31	88.6	89.07	89.07	89.12	0.209898	1.07	2.15	18.78	1.01	
33500	2.31	88.9	89.27	89.27	89.38	0.162402	1.51	1.53	6.63	1	
33000	2.31	88.4	88.81	88.81	88.93	0.161551	1.57	1.47	5.97	1.01	
32500	2.31	89	89.34	89.34	89.47	0.158025	1.63	1.41	5.23	1	
32000	2.31	88.8	89.25	89.25	89.4	0.154887	1.72	1.34	4.49	1	
31500	2.31	88.3	88.64	88.64	88.77	0.15822	1.63	1.42	5.26	1	
31000	2.52	88.4	88.81	88.81	88.95	0.155811	1.67	1.51	5.34	1.01	
30500	2.52	88.2	88.73	88.73	88.87	0.161392	1.66	1.52	5.6	1.02	
30000	2.52	88.2	88.61	88.61	88.76	0.155738	1.73	1.46	4.89	1.01	
29500	2.52	87.9	88.33	88.33	88.49	0.153786	1.75	1.44	4.71	1.01	
29000	2.52	87.8	88.56	88.56	88.75	0.157125	1.95	1.29	3.41	1.01	
28500	2.52	87.35	87.83	87.83	88.02	0.152694	1.93	1.31	3.49	1.01	
28000	2.52	87.2	87.67	87.67	87.86	0.152238	1.92	1.31	3.52	1.01	
27500	2.52	87.1	87.47	87.47	87.62	0.154681	1.71	1.47	4.97	1.01	
27000	2.52	87.4	87.91	87.91	88.06	0.157377	1.69	1.49	5.25	1.01	
26700	2.74	87.2	87.56	87.56	87.73	0.160022	1.81	1.51	4.56	1.01	
26500	2.74	86.6	87.03	87.03	87.17	0.161919	1.64	1.67	6.31	1.01	
26000	2.74	86.6	87.16	87.16	87.32	0.153847	1.79	1.53	4.82	1.01	
25500	2.74	86.4	87.13	87.13	87.3	0.156265	1.85	1.48	4.35	1.02	
25000	2.74	86.2	86.82	86.82	87	0.154559	1.86	1.47	4.29	1.01	
24500	2.74	85.7	86.74	86.74	86.91	0.182384	1.84	1.49	4.37	1	
24000	2.74	86.6	87.01	87.01	87.16	0.15344	1.73	1.58	5.28	1.01	
23500	2.74	86.4	86.9	86.9	87.07	0.150906	1.82	1.5	4.5	1.01	
23000	2.74	86.4	86.82	86.82	86.99	0.151182	1.82	1.51	4.52	1.01	
22715	2.74	86.1	86.63	86.63	86.79	0.155753	1.76	1.56	5.12	1.01	
22500	2.74	86.1	86.57	86.57	86.73	0.151143	1.82	1.5	4.51	1.01	
22000	2.74	85.9	86.5	86.5	86.63	0.162537	1.59	1.73	6.79	1	
21500	2.74	86	86.35	86.35	86.5	0.153075	1.68	1.63	5.69	1	
21000	2.74	85.9	86.38	86.38	86.54	0.152566	1.76	1.56	5.01	1.01	
20500	2.74	85.5	86.1	86.1	86.26	0.155339	1.8	1.52	4.71	1.01	
20000	2.74	85.4	86.06	86.06	86.24	0.152386	1.87	1.46	4.18	1.01	
19500	2.74	85.6	86.1	86.1	86.27	0.149617	1.84	1.49	4.36	1.01	
19000	2.74	85.4	85.86	85.86	86.03	0.152765	1.8	1.52	4.67	1.01	
18500	2.74	85.4	85.85	85.85	86.02	0.15126	1.81	1.51	4.59	1.01	
18000	2.74	85.4	85.95	85.95	86.14	0.15425	1.87	1.47	4.23	1.01	
17500	2.74	85.4	85.89	85.89	86.06	0.148378	1.86	1.47	4.18	1	
17000	2.74	85	85.47	85.47	85.65	0.153723	1.87	1.47	4.2	1.01	
16500	2.74	85.4	85.98	85.98	86.18	0.151893	2	1.37	3.43	1.01	
16000	2.74	85.4	85.98	85.98	86.14	0.156025	1.78	1.54	4.82	1.01	
15500	2.74	85.1	85.74	85.74	85.95	0.152697	2.05	1.33	3.14	1.01	
15000	2.74	85.1	85.63	85.63	85.83	0.15339	1.95	1.4	3.67	1.01	
14500	2.74	85.1	85.62	85.62	85.83	0.154257	2.04	1.34	3.22	1.01	
14000	2.74	84.9	85.53	85.53	85.74	0.151638	2.03	1.35	3.29	1.01	
13500	2.74	85	85.39	85.39	85.55	0.155014	1.76	1.55	4.98	1.01	
13000	2.74	84.8	85.32	85.32	85.48	0.155479	1.74	1.58	5.28	1.01	
12500	2.74	84.6	85.26	85.26	85.5	0.16448	2.15	1.27	2.74	1.01	
12000	2.74	84.9	85.45	85.45	85.61	0.158165	1.75	1.56	5.15	1.02	
11890	3.28	84.6	85.27	85.27	85.48	0.149082	2.01	1.63	4.03	1.01	
11500	3.28	84.25	84.83	84.83	85.02	0.147791	1.94	1.69	4.5	1.01	
11000	3.28	84.3	84.93	84.93	85.12	0.148996	1.94	1.69	4.48	1.01	
10500	3.28	84.2	84.76	84.76	84.93	0.152559	1.81	1.81	5.55	1.01	
10000	3.28	84.35	84.75	84.75	84.9	0.152674	1.71	1.92	6.54	1.01	
9500	3.28	83.8	84.35	84.35	84.53	0.147	1.93	1.7	4.58	1.01	
9000	3.28	83.75	84.29	84.29	84.45	0.15329	1.77	1.85	5.94	1.01	
8500	3.28	83.9	84.35	84.35	84.5	0.15382	1.75	1.87	6.1	1.01	
8000	3.28	84	84.54	84.54	84.71	0.149338	1.82	1.8	5.43	1.01	
7500	3.28	84.15	84.61	84.61	84.74	0.158003	1.64	2	7.4	1.01	
7000	3.28	83.9	84.36	84.36	84.51	0.153001	1.76	1.86	5.99	1.01	
6500	3.28	84.25	84.65	84.65	84.77	0.165657	1.55	2.11	8.84	1.01	
6000	3.28	83.9	84.28	84.28	84.4						

MELLÉKLET 9

műszeres analitikai vizsgálat, korrelációs mátrix

korrelációs mátrix	CaCl ₂ K mg/kg	CaCl ₂ Na mg/kg	CaCl ₂ Ca mg/kg	CaCl ₂ Mg mg/kg	CaCl ₂ Zn mg/kg	CaCl ₂ Cu mg/kg	CaCl ₂ Fe mg/kg	CaCl ₂ Mn mg/kg	HNO ₃ K mg/kg	HNO ₃ Na mg/kg	HNO ₃ Ca mg/kg	HNO ₃ Mg mg/kg	HNO ₃ Zn mg/kg	HNO ₃ Cu mg/kg	HNO ₃ Fe mg/kg
0,000	0,000	1,000													
CaCl ₂ K mg/kg	0,000	0,763													
CaCl ₂ Na mg/kg	0,000		1,000												
CaCl ₂ Ca mg/kg	0,000	0,037	0,346	1,000											
CaCl ₂ Mg mg/kg	0,000	0,662	0,241	-0,219	1,000										
CaCl ₂ Zn mg/kg	0,000	-0,036	-0,172	0,035	-0,264	1,000									
CaCl ₂ Cu mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000								
CaCl ₂ Fe mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000							
CaCl ₂ Mn mg/kg	0,000	0,078	-0,020	-0,824	0,132	-0,141	0,000	0,000	1,000						
HNO ₃ K mg/kg	0,000	0,989	0,784	0,032	0,632	-0,013	0,000	0,000	0,077	1,000					
HNO ₃ Na mg/kg	0,000	0,549	0,611	0,313	0,112	-0,258	0,000	0,000	-0,088	0,465	1,000				
HNO ₃ Ca mg/kg	0,000	0,088	0,418	0,817	-0,060	0,098	0,000	0,000	-0,617	0,134	-0,077	1,000			
HNO ₃ Mg mg/kg	0,000	0,002	-0,381	-0,279	0,413	-0,306	0,000	0,000	0,035	-0,063	0,037	-0,443	1,000		
HNO ₃ Zn mg/kg	0,000	-0,294	-0,490	-0,651	0,057	0,077	0,000	0,000	0,241	-0,217	-0,723	-0,381	0,108	1,000	
HNO ₃ Cu mg/kg	0,000	-0,144	-0,452	-0,402	0,238	0,303	0,000	0,000	0,182	-0,076	-0,725	-0,127	0,103	0,701	1,000
HNO ₃ Fe mg/kg	0,000	-0,147	0,011	0,800	-0,169	0,100	0,000	0,000	-0,964	-0,165	0,126	0,600	-0,049	-0,266	-0,303
HNO ₃ Mn mg/kg	0,000	0,370	0,184	-0,213	0,731	-0,793	0,000	0,000	0,279	0,330	0,207	-0,162	0,525	-0,014	0,049
H ₂ O K mg/kg	0,000	-0,356	-0,586	0,030	-0,330	0,423	0,000	0,000	-0,306	-0,372	-0,091	-0,317	0,089	0,216	0,360
H ₂ O Na mg/kg	0,000	-0,097	-0,449	-0,408	0,220	0,242	0,000	0,000	0,180	-0,035	-0,651	-0,190	0,032	0,704	0,957
H ₂ O Ca mg/kg	0,000	-0,726	-0,591	0,035	-0,677	0,336	0,000	0,000	-0,131	-0,673	-0,455	-0,088	-0,271	0,314	0,418
H ₂ O Mg mg/kg	0,000	-0,054	-0,373	-0,745	0,437	-0,363	0,000	0,000	0,662	-0,125	-0,113	-0,652	0,545	0,254	0,085
H ₂ O Zn mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
H ₂ O Cu mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
H ₂ O Fe mg/kg	0,000	-0,036	-0,172	0,035	-0,264	1,000	0,000	0,000	-0,141	-0,013	-0,258	0,098	-0,306	0,077	0,303
H ₂ O Mn mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
víz K mg/kg	0,000	-0,458	-0,575	0,040	-0,462	0,462	0,000	0,000	-0,317	-0,448	-0,205	-0,239	-0,068	0,315	0,389
víz Na mg/kg	0,000	-0,107	-0,487	-0,418	0,233	0,236	0,000	0,000	0,184	-0,057	-0,624	-0,231	0,073	0,684	0,947
víz Ca mg/kg	0,000	-0,422	-0,777	-0,268	-0,102	0,394	0,000	0,000	-0,027	-0,460	-0,310	-0,451	0,291	0,386	0,578
víz Mg mg/kg	0,000	-0,030	-0,184	0,309	0,253	-0,005	0,000	0,000	-0,114	-0,130	0,101	0,235	0,141	-0,536	-0,073
víz pH	0,000	-0,114	0,023	0,037	-0,114	0,040	0,000	0,000	0,085	-0,152	0,235	-0,096	0,452	-0,367	-0,280
iszap pH	0,000	0,241	0,395	0,557	-0,023	-0,239	0,000	0,000	-0,204	0,147	0,813	0,178	-0,046	-0,943	-0,724
víz EC	0,000	-0,357	-0,533	0,161	-0,275	0,448	0,000	0,000	-0,348	-0,409	-0,011	-0,162	0,002	0,034	0,258
víz éves EC	0,000	-0,386	-0,574	0,166	-0,190	0,425	0,000	0,000	-0,377	-0,430	-0,091	-0,128	0,083	0,075	0,360
iszap EC	0,000	-0,238	-0,427	-0,382	0,250	0,048	0,000	0,000	0,198	-0,193	-0,611	-0,149	0,302	0,647	0,883
E4/E6	0,000	0,041	0,057	-0,288	0,059	0,063	0,000	0,000	0,437	0,053	-0,138	-0,083	0,280	0,115	0,334

	HNO ₃ Mn mg/kg	H ₂ O K mg/kg	H ₂ O Na mg/kg	H ₂ O Ca mg/kg	H ₂ O Mg mg/kg	H ₂ O Zn mg/kg	H ₂ O Cu mg/kg	H ₂ O Fe mg/kg	H ₂ O Mn mg/kg	víz K mg/kg	víz Na mg/kg	víz Ca mg/kg	víz Mg mg/kg	víz pH	iszap pH	víz EC	víz éves EC
HNO ₃ Fe mg/kg	1,000																
HNO ₃ Mn mg/kg	-0,410	1,000															
H ₂ O K mg/kg	0,066	0,448	1,000														
H ₂ O Na mg/kg	-0,561	0,726	0,442	1,000													
H ₂ O Ca mg/kg	0,552	-0,246	0,083	-0,357	1,000												
H ₂ O Mg mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000											
H ₂ O Zn mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000										
H ₂ O Cu mg/kg	-0,793	0,423	0,242	0,336	-0,363	0,000	0,000	1,000									
H ₂ O Fe mg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
H ₂ O Mn mg/kg	-0,527	0,972	0,467	0,824	-0,345	0,000	0,000	0,462	0,000	1,000							
víz K mg/kg	0,085	0,484	0,996	0,439	0,126	0,000	0,000	0,236	0,000	0,489	1,000						
víz Na mg/kg	-0,190	0,859	0,609	0,590	0,162	0,000	0,000	0,394	0,000	0,812	0,659	1,000					
víz Ca mg/kg	0,220	0,007	-0,067	-0,147	0,251	0,000	0,000	-0,005	0,000	-0,124	-0,013	0,204	1,000				
víz Mg mg/kg	-0,015	-0,178	-0,506	-0,146	0,103	0,000	0,000	0,040	0,000	-0,228	-0,497	-0,097	0,037	1,000			
víz pH	0,126	-0,085	-0,674	-0,255	-0,134	0,000	0,000	-0,239	0,000	-0,205	-0,639	-0,269	0,530	0,268	1,000		
iszap pH	-0,379	0,906	0,328	0,603	-0,193	0,000	0,000	0,448	0,000	0,872	0,379	0,863	0,300	-0,155	0,082	1,000	
víz EC	-0,314	0,893	0,388	0,619	-0,181	0,000	0,000	0,425	0,000	0,856	0,435	0,882	0,318	-0,083	0,036	0,978	1,000
víz éves EC	0,269	0,238	0,780	0,307	0,203	0,000	0,000	0,048	0,000	0,267	0,779	0,542	-0,059	-0,017	-0,646	0,211	0,336
iszap EC	0,220	-0,200	0,171	-0,110	0,181	0,000	0,000	0,063	0,000	-0,192	0,166	0,086	-0,064	0,502	-0,264	-0,154	-0,112