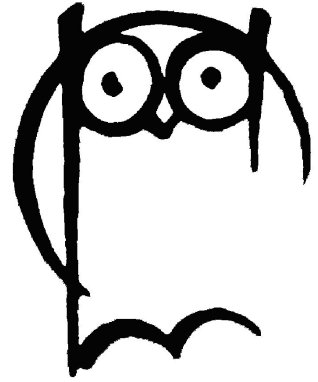


Debreceni Egyetem

Műszaki Kar

Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék



## **A terhelhetőségi vizsgálat metodikájának továbbfejlesztése**

Készítette: **Katona Péter Gergő környezetmérnök MSc szakos hallgató**  
**Gazsó Ákos környezetmérnök MSc szakos hallgató**

Belső konzulens: Dr. Bodnár Ildikó

Külső konzulens: Dr. Clement Adrienne

Tanszékvezető: Dr. Bodnár Ildikó

Debrecen

2012.

## **Tartalomjegyzék:**

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés .....                                                                           | 3  |
| 1.1. Témaválasztás: .....                                                                    | 3  |
| 1.2. Általánosságban a terhelhetőségről: .....                                               | 3  |
| 1.3. Jogszabályi háttér .....                                                                | 4  |
| 2. Víz Keretirányelv célja és fontossága .....                                               | 9  |
| 2.1. A Keretirányelv előírásai szerint a fő környezeti célkitűzés: .....                     | 9  |
| 2.2. A VKI célkitűzései .....                                                                | 9  |
| 2.3. Víz Keretirányelv szerinti RW 17-es típus jellemzése: .....                             | 11 |
| 2.3.1. Hidromorfológia .....                                                                 | 11 |
| 2.3.2. Biológia .....                                                                        | 11 |
| 3. Terhelések hatásai .....                                                                  | 13 |
| 4. Célkitűzés .....                                                                          | 15 |
| 5. A terület bemutatása .....                                                                | 16 |
| 5.1. A Körös-éri főcsatorna jellemzése, állapotának bemutatása (2005. évi állapot) .....     | 18 |
| 6. A modell felépítése .....                                                                 | 20 |
| 6.1. Modellezendő komponensek kiválasztása: .....                                            | 20 |
| 6.2. Keveredési zóna meghatározás: .....                                                     | 20 |
| 6.3. Ammónium-N, Összes-P, BOI5, KOI, Oldott ortofoszfát-P: .....                            | 22 |
| 6.4. Oldott oxigén .....                                                                     | 22 |
| 6.5. Nitrit-N, Nitrát-N, Összes-N .....                                                      | 24 |
| 6.6. Egyéb észrevételek .....                                                                | 24 |
| 7. Mintavételi pontok ismertetése .....                                                      | 26 |
| 7.1. Mintavételi pontok leírása .....                                                        | 26 |
| 8. Háttér koncentráció (Ch) meghatározása .....                                              | 29 |
| 9. Az elkészített Modellek kiértékelése .....                                                | 32 |
| 9.1. 2011.01.28-án a komponensek változása a Körösi-éri főcsatorna hossz-szelvényében: ..... | 32 |
| 9.2. 2012.05.21-én a komponensek változása a Körösi-éri főcsatorna hossz-szelvényében: ..... | 36 |
| 10. A terhelhetőségi vizsgálat gyakorlati alkalmazása .....                                  | 41 |
| 11. Összefoglalás .....                                                                      | 43 |
| 12. Célkitűzés .....                                                                         | 44 |
| 13. Hivatkozások listája .....                                                               | 45 |

# 1. Bevezetés

## 1.1. Témaválasztás:

A témával először akkor találkoztunk, amikor 2011-es Tudományos Diákköri Konferenciára elkészített (továbbiakban TDK) dolgozatainkat – *A Körös-ér vízminőségének vizsgálata a víz keretirányelv szerint (Ákos)*, *A Perje főcsatorna vizének fizikai, kémiai vizsgálata (Gergő)* – szerettük volna kiegészíteni terhelhetőségi vizsgálattal, ezzel növelni azok színvonalát. A hazai szakirodalmat részletesen áttanulmányozva meg kellett állapítanunk, hogy nincs szabályozás egy terhelhetőségi vizsgálat elvégzésére. Arra az elhatározásra jutottunk, hogy az előző évi TDK dolgozatainkat nem folytatjuk, helyette inkább – az előző évben megszerzett tudásunkra alapozva – közösen megpróbálunk egy módszert kidolgozni a **terhelhetőségi vizsgálat** elvégzésére. A vizsgálat kidolgozásának alapjául a Körös-éri főcsatornát választottunk, mivel Ákos a víztestet az előző évi dolgozata kapcsán alaposan megismerte. A szakirodalom áttekintése után konzultáltunk a Budapesti Műszaki Egyetem témát kutató kollégájával **Clement Adriennel**, arról hogy hogyan is induljunk el a kutatásban.

## 1.2. Általánosságban a terhelhetőségről:

„A vizeink terhelhetőségének meghatározását – hasonlóan az ökológiai vízigényhez – az emberi vízhasználatok tették szükségessé. A kérdés a gyakorlatban úgy merül fel, hogy milyen szennyezőanyag terhelés engedhető meg a vizeinkben anélkül, hogy az veszélyeztetné az ökoszisztéma „egészséges” működését, ezáltal az emberi vízhasználatot. A háttérterhelés függvényében meg kell határozni az ökoszisztéma ún. „kritikus terhelését”, vagyis azt a terhelést, amely még nem idéz elő visszafordíthatatlan ökológiai változást.<sup>1</sup> A magyar jogi szabályozás alapján a befogadó terhelhetősége, a környezetvédelmi felügyelőség által megállapított olyan mértékű, még megengedhető terhelés, amely mellett még biztosítható a környezeti célkitűzés elérése. Általában egy víztesten többféle terhelés, igénybevétel jelentkezik egyidejűleg. A víztest terhelhetőségénél figyelembe kell venni a már meglévő igénybevételeket. A terhelhetőség függ a meglévő állapottól, és annak az adott vízre vonatkozó célállapottól való „távolságától”. A kiinduló állapotot a már meglévő terhelések határozzák meg.”

---

<sup>1</sup> Dr. Clement Adrienne Vízminőségsszabályozás (Budapest 2007): 8.

### 1.3. Jogszabályi háttér

A környezetvédelem általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 36. §-ban, a 110. § (7) bekezdés f.) pontjában, valamint a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény 14. § (6) bekezdésében foglaltakra alapozva a 220/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet rendelkezik a felszíni vizek minőség-védelmének egyes szabályairól, **amelyben a vizek terhelhetőségét is figyelembe vették.** A 19. § (2) bekezdése szerint az egyedi határérték megállapítása során figyelembe kell venni – többek között – a befogadó terhelhetőségét.

220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet (3. § 7. pont) a következő fogalom meghatározást adja:

**„Befogadó terhelhetősége:** előzetes vízszennyezettségi vizsgálatok és a vonatkozó vízszennyezettségi határérték alapján az illetékes környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőség (a továbbiakban: felügyelőség) által megállapított olyan mértékű, még megengedhető terhelés, amely mellett még biztosítható a környezeti célkitűzés elérése”<sup>2</sup>.

A 220/2004. (VII.21.) rendelet 14. § (4) bekezdés alapján a kibocsátási határértéket az engedélyben rögzített, illetve arra a pontra kell alkalmazni, ahol a kibocsátott szennyező anyag elhagyja a vízszennyező forrást. Immissziós oldalról a (4a) bekezdés ad előírást. Eszerint a felügyelőség azokra a felszíni vizeket szennyező elsőbbségi és egyéb veszélyes anyagokra, amelyekre a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló miniszteri rendelet környezetminőségi határértékeket határoz meg, a befogadó terhelhetőségére tekintettel **keveredési zónát** jelölhet ki.<sup>3</sup>

A keveredési zónában az elsőbbségi és egyéb veszélyes anyagok, anyagcsoportok koncentrációja:

- Nem érintve a felszíni víz további részét
- Meghaladhatja a környezetminőségi határértéket.

---

<sup>2</sup> 220/2004. (VII.21.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól 3. §

<sup>3</sup> 220/2004. (VII.21.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól 14. §

A **220/2004. (VII.21.)** rendelet 19. §-ának (2) bekezdése szerint az egyedi határérték megállapítása során figyelembe kell venni – többek között – a befogadó terhelhetőségét.

A **28/2004. (XII.25.) KvVM** rendelet rendelkezik a határértékek általános alkalmazási szabályairól. A 3. § (7) bekezdése alapján „a befogadó terhelhetőségének meghatározásánál figyelembe kell venni:

- A befogadó sajátos viszonyait, különösen a mértékadó vízhozam és az átlagos szennyvízmennyiség arányát,
- A szennyvízbevezetés módját (parti vagy sodorvonali),
- A befogadó vizének hasznosítási szempontjait,
- A szennyvíz lebomlási jellemzőit,
- A szennyvíz közegészségügyi szempontból való ártalmasságát,
- A szennyvíztisztító berendezés tisztítási hatásfokát<sup>4</sup>.”

A vízszennyezőanyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékek és alkalmazásuk szabályai a **28/2004. (XII.25.) KvVM** rendeletben megállapítás szintjén jelentek meg. Maga az **EU Víz Keretirányelve** (VKI) a vizek állapotának javítását tűzte ki célul, amely mellett előírja a felszíni vizek állapotának minősítését ökológiai és kémiai szempontú jellemzésével. **A terhelhetőségre vonatkozó kritériumokat a VKI sem határoz meg**, viszont előírja a jó és a kiváló állapotot, illetve a potenciál megtartását (ahol fennáll), és a jó állapot elérését (ahol nem áll fenn). Magyarországon a felszíni vizek minősítését az MSZ 12749:1993 szabvány írja elő. A szabvány vízfolyásonként az országos törzshálózat keretében írja elő a mintavételek helyét, és annak gyakoriságát, és meghatározza felszíni víz minősítésének szempontjait. Nem foglalkozik a szabvány a vízhasználatok szerinti és a biológiai vízminősítéssel.

A minősítés a következő csoportok szerint történik:

- Az oxigénháztartás jellemzői
- A nitrogén- és foszforháztartás jellemzői
- A mikrobiológiai jellemzők
- Mikro-szennyezők és toxicitás
- Egyéb jellemzők (vezetőképesség, keménység, savasság, stb.)

---

<sup>4</sup> 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól

A vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló **147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet** vízkészlet-gazdálkodási előírásai között szerepel (10. § (5) bekezdés), hogy a „használt víz, illetve a szennyvíz elhelyezésének tervezése során a vizek védelméről szóló jogszabályokban meghatározott rendelkezések figyelembevételével kell meghatározni:

- **a)** a használt víz, illetve a szennyvíz várható mennyiségét, minőségét,
- **b)** a befogadó terhelhetőségét,
- **c)** a befogadóba történő bevezetés módját,
- **d)** a szennyvíztisztítás módját, valamint
- **e)** műszaki-gazdasági számítások alapján a legkisebb környezeti terheléssel járó megoldásokat.<sup>5</sup>

A felszíni víz vízszennyezettségi határértékeire és azok alkalmazásának szabályaira vonatkozó **10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet** a felszíni víz jó állapotának eléréséhez és megőrzéséhez – e rendelet mellékleteiben ismertetett – **környezetminőségi és vízminőségi határértékek (együtt: vízszennyezettségi határértékek)** betartását írja elő (2. § (1) bekezdés).

---

<sup>5</sup> 147/2010 (IV. 29.) Kormányrendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról 10§

**2. melléklet a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelethez**

**VÍZMINŐSEGI HATÁRÉRTÉKEK VÍZFOLYÁSOKRA**

1. Táblázat Vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről

|    | A                          | B                                                       | C                                       | D                                             | E                        | F                                | G                                 |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | Fizikai-kémiai jellemzők   | Hegyvidéki és dombvidéki kisvízfolyások felső szakaszai | Hegyvidéki és dombvidéki kisvízfolyások | Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók | Síkvidéki kisvízfolyások | Síkvidéki közepes és nagy folyók | Síkvidéki, pangó vízü vízfolyások |
| 2  | pH                         | Szilikátos: 6-8;<br>Meszes: 6.5-9                       | 6,5-9                                   | 6,5-9                                         | 6,5-9                    | 6,5-9                            | 6,5-9                             |
| 3  | Vezetőképesség (µS/cm)     | Szilikátos <500<br>Meszes <900                          | <900                                    | <700                                          | <1000                    | <900                             | <1200                             |
| 4  | Klorid (mg/l)              | <50                                                     | <50                                     | <50                                           | <60                      | <60                              | <60                               |
| 5  | Oxigén telítettség (%)     | 85-100                                                  | 80-110                                  | 80-120                                        | 60-130                   | 70-120                           | 50-130                            |
| 6  | Oldott oxigén (mg/l)       | >8                                                      | >7                                      | >7                                            | >6                       | >7                               | >5                                |
| 7  | BOI5 (mg/l)                | <3                                                      | <3,5                                    | <4                                            | <4                       | <4                               | <4                                |
| 8  | KOIcr (mg/l)               | <15                                                     | <20                                     | <25                                           | <30                      | <25                              | <40                               |
| 9  | NH4-N (mg/l)               | <0,1                                                    | <0,2                                    | <0,3                                          | <0,4                     | <0,4                             | <0,4                              |
| 10 | NO2-N (mg/l)               | <0,04                                                   | <0,06                                   | <0,06                                         | <0,06                    | <0,06                            | <0,06                             |
| 11 | NO3-N (mg/l)               | <3*                                                     | <3*                                     | <3                                            | <2                       | <2                               | <1                                |
| 12 | Összes N (mg/l)            | <4*                                                     | <4*                                     | <4                                            | <3                       | <3                               | <3                                |
| 13 | PO <sup>4</sup> -P (mg/m3) | <30**                                                   | <50**                                   | <50**                                         | <250                     | <120                             | <200                              |
|    |                            | 30-100*                                                 | 50-100*                                 | 50-100                                        |                          |                                  |                                   |
| 14 | Összes P (mg/m3)           | <80**                                                   | <100**                                  | <100**                                        | <500                     | <250                             | <400                              |
|    |                            | 80-200*                                                 | 100-200*                                | 100-200                                       |                          |                                  |                                   |

A táblázatban pirossal jelöltük a Körös-éri főcsatornára (RW 17) vonatkozó határértékeket.

- A **keveredési zóna** kijelölésére vonatkozó előírásokat a VM rendelet 5. §-a tartalmazza:
- „(1) A keveredési zónát úgy kell kijelölni, hogy a keveredési zóna kiterjedése – az engedélyezetten bevezetett szennyezőanyag-koncentráció mértékének figyelembevételével – a lehető legkisebb, valamint a bevezetési pont szennyezőanyag-koncentrációjára és a szennyezőanyag-kibocsátási feltételekre tekintettel arányos legyen.
- (2) A keveredési zóna kijelölését felül kell vizsgálni a kibocsátási engedély felülvizsgálata során, vagy ha a ... vízügyi hatóság a vízjogi engedélyt hivatalból módosítja. A keveredési zóna felülvizsgálata során azt szűkíteni kell az elérhető legjobb technika alkalmazásán alapuló szennyezőanyag kibocsátás csökkenthetőségének függvényében.
- (3) A környezetvédelemért felelős miniszter (a továbbiakban: miniszter) a vízgyűjtő gazdálkodási tervben gondoskodik egy adott víztesten kijelölt keveredési zóna...
  - a) elhelyezkedésének, a keveredési zónába bevezetett szennyezőanyagok körének,
  - b) határainak megállapításánál alkalmazott szempontok, módszerek, valamint
  - c) kiterjedésének jövőbeni csökkentése érdekében már meghozott, illetőleg tervezett intézkedések ismertetéséről.
- (4) A keveredési zóna kijelölésére vonatkozó részletes útmutatást a miniszter a Magyar Közlöny mellékleteként megjelenő Hivatalos Értesítőben teszi közzé.”<sup>6</sup>

A VM rendelet 5. § (4) bekezdésében említett keveredési zóna kijelölésre vonatkozó útmutató a rendelet 2010. augusztus 26-i hatálybalépése óta nem jelent meg.

**Összefoglalóan megállapítható, hogy a felszíni vizek terhelhetőségére** több jogszabály, és a **Víz Keretirányelv** is hivatkozik. Azonban **egy terhelhetőségi vizsgálat** elvégzésére **sehol sem írnak konkrét kritériumokat**. A hazai szabályozásban **nincs módszer**, amely egy terhelhetőségi vizsgálatot megfogalmazna.

---

<sup>6</sup> 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelete a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól

## 2. Víz Keretirányelv célja és fontossága

Hazánk vízpolitikáját az elkövetkező években nagyban befolyásolja majd a Víz Keretirányelv. A VKI előírásai szerint az Európai Unió tagállamaiban **2015-ig jó állapotba kell hozni minden olyan felszíni és felszín alatti vizet**, amelyek esetén ez egyáltalán lehetséges és fenntarthatóvá kell tenni a jó állapotot.

### 2.1. A Keretirányelv előírásai szerint a fő környezeti célkitűzés:

- A felszíni és a felszín alatti vizek jó állapotának elérése legkésőbb 2015-ig esedékes.
- A vizek állapota romlásának megelőzése.

A Keretirányelv hatálya minden olyan emberi tevékenységre kiterjed, amely jelentős mértékben kedvezőtlenül befolyásolhatja a vizek állapotát és így akadályozhatja a vizek jó állapotának elérését, illetve megőrzését.

A Keretirányelv egyes esetekben lehetőséget ad kevésbé szigorú környezeti célkitűzések megfogalmazására és későbbi határidők kijelölésére. Kevésbé szigorú környezeti célkitűzések is megállapíthatók akkor, ha

- egy víztestet olyan mértékben befolyásol az emberi tevékenység, vagy
- annak természetes viszonyai olyanok, hogy jó állapotát lehetetlen vagy csak ésszerűtlenül költséges módon lehet elérni.

A kevésbé szigorú környezeti célkitűzéseket alaposan indokolni kell és minden gyakorlati lépést meg kell tenni a vizek állapotának további romlásának megelőzésére<sup>7</sup>.

### 2.2. A VKI célkitűzései

A Víz Keretirányelv megteremti a jogi kereteket a szárazföldi felszíni vizek, az átmeneti vizek, a parti vizek és a felszín alatti vizek védelmének megvalósításához. Az általános célokat az 1. cikk határozza meg:

---

<sup>7</sup> A VKI általános célja és fontossága <http://www.vizeink.hu/?module=pvki>

- A vízi ökoszisztémák, és - tekintettel azok vízszükségletére - a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémák és vizes élőhelyek állapotának javítása és védelme.
- A vízkészletek fenntartható használatának elősegítése.
- A különösen veszélyes anyagok vizekbe való bevezetésének fokozatos csökkentése és megszüntetése.
- A felszín alatti vizek szennyezésének csökkentése.
- Az áradások és aszályok hatásainak mérséklése.

A környezeti célkitűzéseket a 4. cikk határozza meg. A legfontosabb előírások a felszíni vizekkel kapcsolatban:

- El kell érni a víztestek jó ökológiai állapotát 15 év alatt.
- El kell érni az erősen módosított és mesterséges víztestek jó potenciálját és jó kémiai állapotát 15 év alatt.
- Meg kell akadályozni a felszíni vizek állapotának romlását.

A legfontosabb előírások a felszín alatti vizekre vonatkozóan:

- El kell érni a jó mennyiségi és minőségi állapotot 15 év alatt.
- Vissza kell fordítani a jelentős terhelési trendeket.
- Meg kell akadályozni, illetve korlátozni kell a káros anyagok vizekbe történő bejutását.
- Meg kell akadályozni a felszín alatti vizek állapotának romlását.

Az Európai Parlament és a Tanács - tekintettel a felszín alatti vizek védelmére - speciális intézkedéseket írt elő a vízszennyezés korlátozására és csökkentésére vonatkozóan. Ehhez az Európai Bizottságnak a Keretirányelv hatálybalépésétől számított két éven belül javaslatokat kellett előterjesztenie.

A mesterséges és erősen módosított víztestek külön kategóriát képeznek, kijelölésük minden esetben csak az adott állapot javítási lehetőségeinek alapos vizsgálatát követően történhet meg. Ezeknél a víztesteknél, illetve víztest-részeknél, amelyek esetében a jó ökológiai állapot egyáltalán nem, illetve elviselhető mértékű ráfordításokkal nem állítható helyre, valamint a helyreállítás bizonyos vízhasználatokat (mint a vízerőművek, hajózás, árvízvédelem) döntően akadályozhat, nem a jó ökológiai állapot, hanem a jó ökológiai potenciál elérése a cél. A jó ökológiai állapot és a jó ökológiai potenciál meghatározása a Keretirányelv V. mellékletében található táblázatok alapján történik.

Az erősen módosított víztestek kijelöléséhez elvégzett vizsgálatok során nem csak a már meglévő vízállapotokra, hanem az emberi beavatkozások következtében fellépő változásokra is tekintettel kell lenni. Ezekben az esetekben a döntési folyamat során alternatív környezeti lehetőségeket is vizsgálni kell.<sup>8</sup>

## **2.3. Víz Keretirányelv szerinti RW 17-es típus jellemzése:**

### **2.3.1. Hidromorfológia**

Minimálisan 1000m széles ártér a vízfolyás mentén. Ezen az ártéren a patak, a folyó szabadon vándorolhat, alakíthatja saját szűkebb és tágabb környezetét. Ennek kialakítása ma is elképzelhető: akár 500-1000 m széles ártér (hullámtér) meghagyása mellett a vízfolyást magára lehet hagyni, és csak ennek az ártéri zónának a külső szélénél elvégezni azokat a szabályozásokat, amik a társadalom számára szükségesek. A kiszélesedő völgyeletekben, buckaközi lápokban gyakran 80-100%-os is lehet a növényfedettség, hasonlóan a szerves vízfolyásokhoz. A fás parti zóna meghatározó fái elsősorban a fűzök, de a cserjeszint már nagyon változatos lehet, főleg az ártér felőli oldalon.

### **2.3.2. Biológia**

Parti- és vízinnövényzet:

Ezeknek a típusoknak kétféle referencia-állapota is lehet: a szűkebb völgyekben, völgyeletekben és a kiszélesedő árterületeken referencia-állapotban (zavartalan állapotban) mind a hidrológiai és morfológiai viszonyok, mind pedig a makrovegetáció jellege élesen eltérnek egymástól. A szűkebb völgyeletekben érvényesül a parti fás zóna árnyékoló hatása, de így is 20-30%-os lehet a vízfelület növényfedettsége. A kiszáradó típusú víztesteknél a mederben az a zonalitás jelenthet növénymentes talajfelszínt, rövid tenyészidejű szárazföldi növényzetet és mocsári növényzetet is.

A kiszélesedő buckaközi lápokban gyakran 80-100%-os is lehet a növényfedettség, hasonlóan a szerves vízfolyásokhoz. Itt a növényzet szerkezete is lápi jellegű. A zónaszám változó 0 vagy 2(3) és a nagyobbaknál 3(4) lehet: azonális (hírtavas-mocsárinövényes v. magassásos), v. hírtav, mocsári (sokszor vegyes), patakkísérő erdősáv, rét. A csapadékosabb időszakokban az ártéri réteken a

---

<sup>8</sup> Vízvédelmi politika Magyarországon és az EU-ban, Célkitűzések,  
<http://www.euvki.hu/content/vegrehajtas/altalanos.html>

savanyúfüvek (sásfélék, szittyófélék) túlsúlya jellemző, szárazabb periódusban pedig az édesfüveké. A mélyártereken tartósan vízállásos, pangóvízes területek alakulhatnak ki, és annak megfelelően változnak a növényzetben a dominanciaviszonyok is.<sup>9</sup>



1. ábra a Körös-éri főcsatorna az 5+952-es km szelvényben



2. ábra a Körös-éri főcsatorna a 26+439-es km szelvényben

---

<sup>9</sup> Magyarország Vízyűjtő gazdálkodási Terve

### 3. Terhelések hatásai

„A vízminőség pillanatnyi állapotát sokféle, egymással összefüggő folyamat alakítja. A vízminőség változások nyomon követéséhez, a terhelések hatásainak előrejelzéséhez ezért a legtöbb esetben matematikai modelleket használunk. Bizonyos feltételek megléte azonban ezek a modellek lényegesen egyszerűsíthetők: időbeli állandóság esetén (stacionárius állapotban) a gyors, tranziens jelenségeket nem vesszük figyelembe, keskeny folyóknál, azonnali elkeveredést feltételezve csak a hossz-menti vízminőség változással kell számolnunk. (2. ábra) Ilyen esetekben az  $x=0$ ,  $C=C_0$  kezdeti feltételt alkalmazva a szennyezőanyag folyás irányú koncentrációja elsőrendű kinetikát feltételezve a  $C(x) = C_0 \exp(-k x/v_x)$  egyenlettel írható le, ahol  $k$  a lebomlás sebességét jellemző kinetikai állandó,  $v_x$  a vízfolyás középsebessége. „

A kezdeti koncentráció az egyszerű hígulási összefüggéssel számítható:

**Ahol:**

$$C_0 = \frac{C_h Q + C_{sz} q}{Q + q}, \quad ^{10}$$

- $C_0$  szennyvízbevezetés utáni kezdeti koncentráció
- $C_h$  a bevezetés feletti háttér koncentráció,
- $Q$  a befogadó (terhelési állapot szempontjából mértékadó) vízhozama,
- $C_{sz}$  a szennyvíz minőségét jellemző koncentráció,
- $q$  a szennyvíz hozama

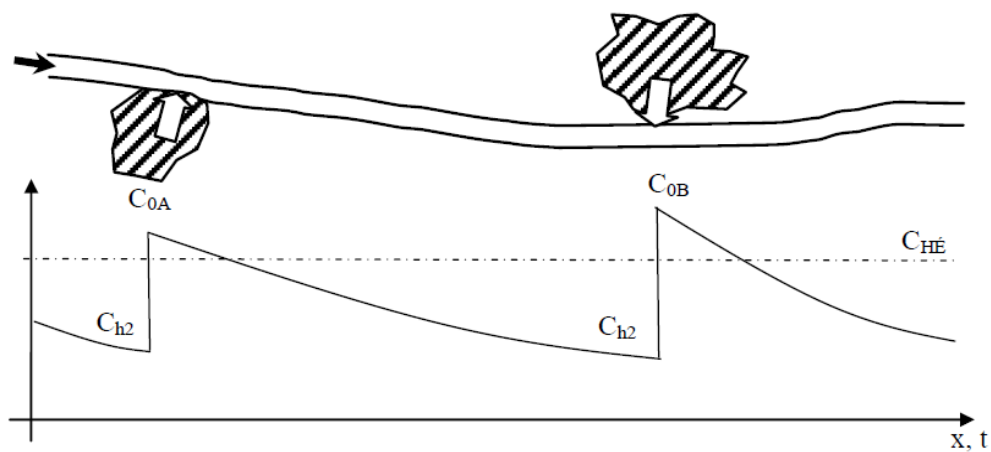
Ezt az összefüggést a számításaink során többször is felhasználtuk.

Megjegyezzük, hogy a hígítás alapján számított  $C_0$  valójában egy nem létező koncentrációhoz vezet, hiszen az a víztest teljes keresztmetszetére vonatkozó elkeveredést feltételez, ami csak konzervatív szennyező esetében állhat elő ténylegesen a befogadóban. Egyéb esetekben, még keskeny folyóknál is az elkeveredési szakaszon (csóvában) számolnunk kellene csekély mértékű lebomlással. Ennek elhanyagolása azonban, különösen kisvízfolyásoknál nem okoz számottevő hibát. <sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Dr. Öllös Géza Szennyvíztisztítás jegyzet (Budapest 1992): 10.

<sup>11</sup> Dr. Clement Adrienne Vízminőségsszabályozás (Budapest 2007): 10.



3. ábra Szennyvízbevezetések vízminőségi hatása azonnali elkeveredés és első rendű kinetika szerinti lebomlást feltételezve<sup>12</sup>



4. ábra a Nagykőrösi szennyvíztisztító telep tisztított szennyvíz bevezetése

<sup>12</sup> Dr. Clement Adrienne Vízminőségsszabályozás (Budapest 2007): 11.

## 4. Célkitűzés

TDK dolgozatunk célja, a terhelhetőségi vizsgálat metodikájának fejlesztése, alkalmassá tétele jogszabályba illesztésre. A terhelhetőségi vizsgálat szemléltetésére a Körös-éri főcsatornát választottuk. A modellt felépítését számoló Excel táblázatba szerettük volna belefoglalni, melybe a mért adatokat megadva a teljes hossz-szelvényben vizsgálni tudjuk a komponensek koncentrációinak alakulását. A kiválasztott víztest példáján szeretnénk bemutatni, hogy milyen adatok és ismeretek szükségesek egy síkvidéki csatorna terhelhetőségi vizsgálatának elvégzéséhez.



5. ábra a Körös-éri főcsatorna az 5+850-es km szelvényben (egy betétpallós műtárgy)

## 5. A terület bemutatása

A Körös-éri főcsatorna a közép magyarországi régióhoz, azon belül pedig Pest megyéhez és a Ceglédi kistérséghez tartozik. Tájföldrajzi adottságait tekintve a Duna-Tisza közti homokvidék Kiskunsági-homokháti és a Pilis-Alpári-homokháti részén fekszik. A felszíni vizek szempontjából a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik. A terület nyugati vízválasztó vonala a Duna-Tisza közti homokhátság. A Körös-éri főcsatornát északon a Gerje-Perje vízrendszer, mint vízválasztó, keleten a Tisza, valamint délen a 032 számú Tizsakécskei belvízrendszer határolja. A Körös-ér természeti adottságai miatt Nagykőrös kizárólagos belvízelvezető vízi útja, és emellett a térség egyedüli felszíni vízkészletének hordozója. **A Körös-éri főcsatorna hossza 40312m és befogadója a Tisza 295,64 fkm.-e (30+725 jtkm). A Körös-éri főcsatorna vízgyűjtő területe 480,9 km<sup>2</sup> kiterjedésű,** amely a felszíni csapadékvíz mellett a környék tisztított szennyvizeinek elvezetését is szolgálja.<sup>13</sup> A Körös-éri főcsatorna befogadója a Tisza folyó A 2. táblázaton a Körös-éri főcsatorna terhelőit láthatjuk.

2. Táblázat Körös-éri főcsatorna terhelői 2012-ben

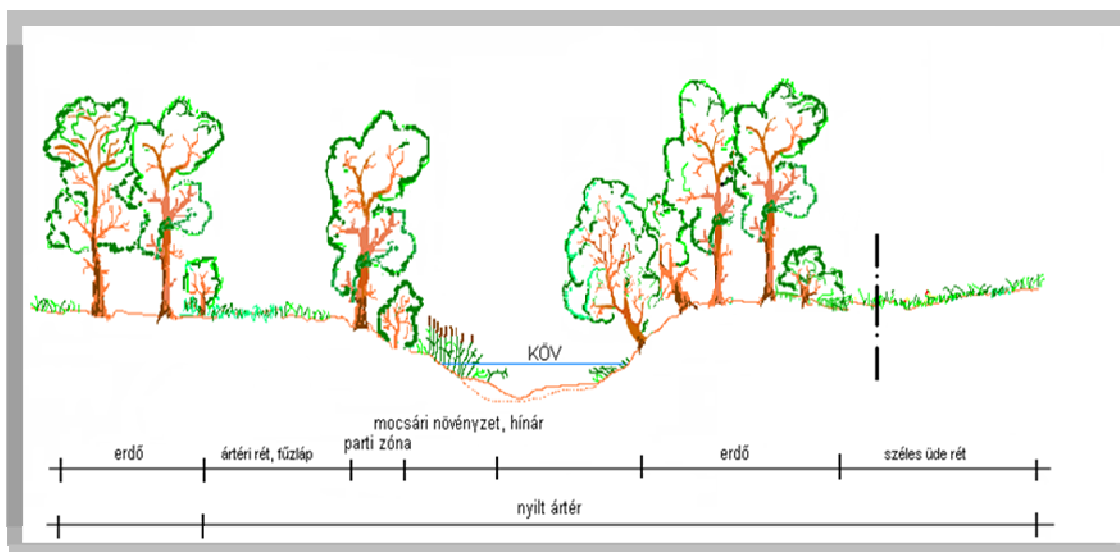
| Terhelések                        | Szelvényszám [km] | m <sup>3</sup> /d |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Nagykőrös strand                  | 34+275            | -                 |
| Nagykőrös szennyvíztisztító telep | 31+833            | ~1200             |
| Bonduelle konzervgyár (máj.-okt.) | 30+188            | ~1641             |
| Csemői szennyvíztisztító telep    | 28+075            | ~141              |

A Körös-éri főcsatorna több vízfolyás befogadója: Gógány-ér, Tetétleni csatorna, Csukás-éri főcsatorna, a Kürtilaposi-csatorna, a Jászkarajenői és a Tiszavárkonyi csatorna.

<sup>13</sup> A Körös-ér földrajzi terület bemutatása [http://www.koroserfejlesztese.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49:koeroes-er-foeldrajzi-teruelet-bemutatasa&catid=34:elzmenyek&Itemid=50](http://www.koroserfejlesztese.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=49:koeroes-er-foeldrajzi-teruelet-bemutatasa&catid=34:elzmenyek&Itemid=50)



### 5.1. A Körös-éri főcsatorna jellemzése, állapotának bemutatása (2005. évi állapot)



7. ábra a Körös-éri főcsatorna VKI szerint a 17. víztípusba sorolható<sup>15</sup>

Al-ökorégió szerinti besorolása: síkvidék

- Hidro-geokémiai jelleg: meszes
- Mederanyag: közepes-finom
- Vízyűjtő mérete: közepes és kisesésű
- Hidromorfológiailag erősen módosított

Egy 2005-ös felmérés során megállapították, hogy a Körös-éri főcsatorna főleg tápanyagokkal terhelt víztest. Ennek legfőbb oka a pontszerű szennyvízbevezetések. A felmérés kapcsán készült minősítés alapján víztest biológiai élőlénycsoportok szerinti minősítése gyenge; fizikai-kémiai állapota szerint nem éri el a jó potenciált. A hidromorfológiai értékelés szerinti minősítése gyenge.

A nem megfelelő hidromorfológiai minősítést a víztest a különböző szélességű és sebességű vízterek, csobogók hiánya miatt kapta. A morfológiai hiányosságok miatt a víztest oxigén beoldódása nem megfelelő.

A felmérés készítésekor a szennyezés fő okozója a nagykörösi szennyvíztisztító telep volt.

<sup>15</sup> Magyarország Vízyűjtő gazdálkodási Terve

Ákos 2011-es TDK munkájában 2007-2011 intervallumban vizsgálta a Körös-éri főcsatornát. A vizsgált fizikai és kémiai paraméterek alapján a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvénye összességében egyik évben sem érte el a jó potenciált, melynek oka főleg a tápanyagok komponenscsoport kiugró értékei. Az oxigénháztartás és a sótartalom sem érte el a jó potenciált. Sok paraméter változása bizonyos másik változását is okozhatja, így magas vezetőképességi érték esetén ekvivalens, hogy a víztestben sok ion található, melyek között sok elsődlegesen tisztított szennyvíz bevezetésével kerül a vízbe. Ebben az 5 évben a magas tápanyagtartalom esetén főleg a KOI mérőszáma emelkedett meg, melynek oka főleg a nagy szerves anyag tartalmú bevezetett szennyvíz.

A vizsgálatok alapján észrevehető volt a folyamatos vízminőség javulás, ami a 2010-es, illetve 2011-es évre már olyan mértékű javulást mutatott, hogy a savasodási állapoton –minden évben kiváló minősítést ért el- kívül már több komponenscsoport potenciálja is elérte a jó minősítést, de döntően a tápanyag komponenscsoport még mindig nem volt jellemezhető jó potenciállal. A 2010-től észlehető javulásban szerepet játszik a Körös-éri főcsatorna meder felújítási munkálata, Nagykőrösön a belterületi 1200m-es szakaszt befedték. 40km-es szakaszon megszüntették a szűkületeket, illetve mederkotrást végeztek. A kotrást természetbarát módon végezték, a meder egyik oldala teljesen érintetlen maradt. Másik javító tényező az akkoriban folyó csatornázási munkálatok hatása, illetve a Bonduelle saját szennyvíztisztítójának elkészülte.

A Nagykőrösi szennyvíztisztító telep korszerűsítése 2011-2012-ben ment végbe, ez a víztest egyértelmű javulását okozta.<sup>16</sup>

---

– <sup>16</sup> A KÖRÖS-ÉR VÍZMINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA A VÍZ- KERETIRÁNYELV SZERINT  
– Gázsó Ákos 2011

## 6. A modell felépítése

A terhelhetőségi vizsgálat bemutatására és a modell felépítésére, mint azt már említettük a Körös-éri főcsatornát választottuk, mivel nagy számú vízminőségi adat állt rendelkezésünkre a csatornáról, amelyeket a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság Regionális Laboratóriuma szolgáltatott.

A vízminőségi adatok mellé szükségünk volt a csatorna vízhozamának, vízsebesség adataira is, amelyeket a KÖTIVIZIG Hidrológiai és Modellezési Osztálya bocsátott rendelkezésünkre.

Az adatok összeegyeztetésénél már nehézségekbe ütköztünk. Hiába voltak 2011. és 2012. évben havi rendszerességgel vízminőségi adataink, vízhozam és vízsebesség adatunk jóval kevesebb időpontban volt (költségcsökkentés miatt). 2011-ben összesen egy időpontban állt rendelkezésünkre vízhozam, vízsebesség adat, ennél valamivel jobb a 2012-es év, ugyanis itt 4 időpontban volt vízhozam mérés a Körös-éri főcsatornán.

Mivel a modell felépítése megköveteli a vízhozamok és a vízsebességek pontos ismeretét, így csak azokban az időpontokkal tudtunk vizsgálni, amelyekben rendelkezésünkre álltak vízhozam és vízminőségi adatok is. Ilyen időpontok: 2011.01.28. 2012.05.21. Ebben a 2 időpontban próbáltuk meg modellezni a nem konzervatív anyagok változását a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében.

### 6.1. Modellezendő komponensek kiválasztása:

A Európai Unió Víz Keretirányelvet követve a biológiát támogató fizikai kémiai paraméterek közül a nem konzervatív komponensek változását próbáltuk meg bemutatni a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében. Így kerültek kiválasztásra a következő komponensek: **Ammónium-N, Összes-P, BOI5, KOI, Oldott ortofoszfát-P, Oldott oxigén, Nitrát-N, Nitrit-N és az Összes-N.**

### 6.2. Keveredési zóna meghatározás:

Kis vízhozamú csatornáknál azonnali elkeveredést feltételezünk. Mivel a Nagykörösi szennyvíztelep bevezetése után ~ 160m-el volt az egyik mintavételi pont, a következő képlet segítségével meghatároztuk a pontos elkeveredési távolságot:

$$x_1 = 0.027 \frac{D_y}{v_x} B^2 \quad D_y = d_y R U_* \quad \text{és} \quad U_* = \sqrt{gRS} \quad 17$$

### Melyben:

- **$d_y$ :** dimenzió nélküli konstans (egyenes mederre 0.15, szabálytalan mederre 0.2-0.6)
- **$R(m)$ :** a hidraulikus sugár (nedvesített terület/nedvesített kerület)
- **$B$ :** meder szélessége
- **$v_x$ :** középsebesség
- **$g$ :** gravitációs állandó
- **$S$  (-)** a vízfelszín esése

### Adatok:

$d_y$  értékét 0,3-ra becsültük, mivel a meder kisebb eltérésektől eltekintve egyenesnek mondható.

$$R(m) = 1,785 \text{ m}^2 (\text{nedvesített terület}) / 4,02 \text{ m} (\text{nedvesített kerület}) = 0,444 \text{ m}$$

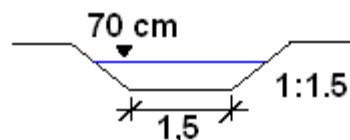
$$B = 3,6 \text{ m}$$

Mintakeresztmetszély a bevezetésnél

$$V_x = 0,1 \text{ m/s}$$

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$S = 10 \text{ cm/km} \text{ (hossz-szelvényről leolvasva)}$$



### Számítás menete:

$$U_* = \sqrt{9,81 * 7,785 * 10} = 27,6$$

$$D_y = 0,3 * 1,785 * 27,6 = 14,78$$

$$X_1 = 0,027 * 14,78 / 0,1 * 3,6^2 = \underline{51,71 \text{ m}}$$

$X_1$  elkeveredési távolságra számításaink szerint körülbelül **~ 52 méter** adódott, mely valóban azonnali elkeveredést feltételez, és a fent említett mintavételi ponton már teljes az elkeveredés.

Az elkeveredési távolságot meghatározva megállapítható, hogy a Nagykőrösi szennyvíztisztító telep után vett minta, már teljes mértékben elkeveredett a Körös-éri főcsatornában, mivel a mintavételi pont a szennyező forrástól ~150 méterre helyezkedik el.

<sup>17</sup> Dr. Szilágyi Ferenc, Dr. Clement Adrienne Módszertan a felszíni vizek környezetminőségi követelményeinek és terhelhetőségének meghatározására (Budapest 2007): 54.

### 6.3. Ammónium-N, Összes-P, BOI<sub>5</sub>, KOI, Oldott ortofoszfát-P:

Ammónium-N, a BOI, KOI, oldott ortofoszfát-P és az összes-P hossz-szelvény szerinti alakulásának modellezéséhez a következő egyenletet használtuk fel:

$$C(x) = C_0 \exp(-k x/v_x)^{18}$$

**Melyben:**

- **C<sub>0</sub>:** kezdeti koncentráció
- **k:** lebomlási állandó
- **x:** távolság [m]
- **v<sub>x</sub>:** középsebesség [m/s]
- **C(x):** koncentráció x méter távolságban

A **k:** lebomlási állandó a vízfolyásra jellemző érték bizonyos vízhozam és középsebesség mellett.

Először komponensenként kalibrálni kellett a 'k' értékét, majd fel lehetett írni bármely pontban a koncentrációt. A modellben 250 méterenként vettük fel a pontokat. A változást diagramon ábrázoltunk, amelyen az x tengely a távolság, az y tengely pedig a koncentrációváltozást jelöli. A jó potenciál eléréséhez szükséges határértékeket piros vonallal jelöltük a grafikonokon.

A modellezést Excel táblázat segítségével végeztük, mely táblázatokat mellékletként csatoltunk TDK dolgozatunk mellé. Az Excel táblába bevittük az egyes mérési pontokhoz tartozó vízhozam, vízsebesség és vízminőség adatokat, majd a fenti egyenlet segítségével ábrázoltuk az egyes komponensek változását.

### 6.4. Oldott oxigén

Az O<sub>2</sub> koncentráció változását a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében az alábbi Streeter és Phelps-féle oldott oxigén görbe egyenlettel modelleztük:

$$C = C_s - \left\{ \frac{K_d}{K_s - K_r} \left[ \exp\left(-K_r \frac{x}{v_{\text{átl}}}\right) - \exp\left(-K_s \frac{x}{v_{\text{átl}}}\right) \right] \right\} L_0 - \left[ C_s - C_0 \right] \exp\left(-K_s \frac{x}{v_{\text{átl}}}\right) .^{19}$$

**Melyben:**

**C:** adott távolságra a koncentráció

**C<sub>s</sub>:** O<sub>2</sub> telítettség

**K<sub>d</sub>/K<sub>r</sub>:** lebomlási tényező

**K<sub>a</sub>:** O<sub>2</sub> beviteli tényező

**X:** távolság

**V<sub>átl</sub>:** középsebesség

**L<sub>0</sub>:** C-BOI\*vízhozam

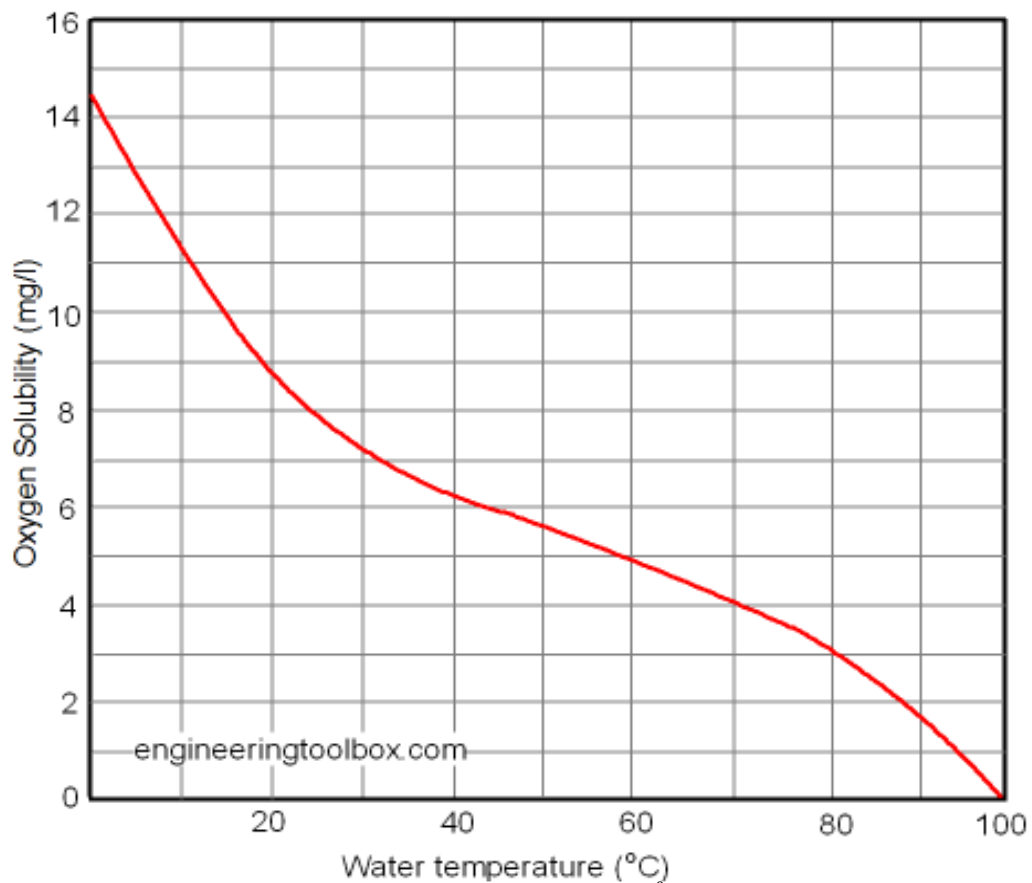
**C<sub>0</sub>:** kezdeti O<sub>2</sub> koncentráció

<sup>18</sup> Dr. Öllös Géza Szennyvíztisztítás jegyzet (Budapest 1992): 15.

<sup>19</sup> Dr. Öllös Géza Szennyvíztisztítás jegyzet (Budapest 1992): 32

A többi komponenshez hasonlóan az oldott oxigén koncentráció változásának ábrázolására is számoló Excel táblát készítettünk. A számláló táblázatba csak az adatokat kell beírni, melyből az felrajzolja a diagramot.

Az alábbi ábra az oldott oxigén telítettségi állapotát mutatja különböző hőmérsékleteken.



8. ábra O<sub>2</sub> telítettségi állapot- hőmérséklet °C függvényében

A vízfolyásokban az alábbi tényezők befolyásolják az oldott oxigén koncentrációját.

#### **Oxigén bevitel**

Fotoszintézis  
Légköri diffúzió

Mellékfolyók

#### **Oxigén fogyás**

Légzés  
Üledék  
Szerves anyag (C, N)

## 6.5. Nitrit-N, Nitrát-N, Összes-N

### Nitrogén forgalom:

N1 – szerves N,

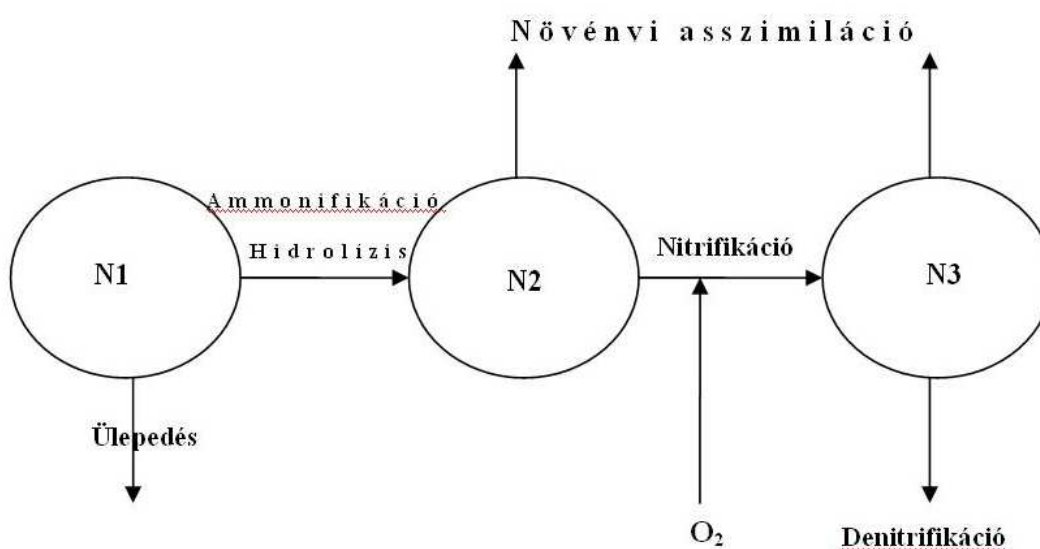
N2 – NH<sub>4</sub>-N

N3 – NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N

$$\frac{dN_1}{dt} = -(k_{\text{ülep}} + k_{\text{ammon}})N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = k_{\text{ammon}}N_1 - (k_{\text{nitrif}} + k_{\text{asszim}})N_2$$

$$\frac{dN_3}{dt} = k_{\text{nitrif}}N_2 - (k_{\text{asszim}} + k_{\text{denitr}})N_3$$



9. ábra Nitrogénformák alakulása a vízfolyásokban<sup>20</sup>

Jelen tanulmányunkban a Nitrit-N, Nitrát-N és az összes N változását a Körös-éri főcsatornán nem modelleztük. Ezen komponensek szemléltetésére az egyes mintavételi pontokhoz tartozó vízminőségi paraméterekre grafikont illesztettünk.

## 6.6. Egyéb észrevételek

A 2011. évi és a 2012. évi vízhozamok között jelentős eltérések vannak. A 2011-es évben a víztest nagyobb vízhozammal rendelkezett, míg a 2012-ben kisvízes időszak volt. A vízhozam eltérések a grafikonokban is megmutatkozik.

Az 1+677 km szelvényben van egy operatív monitorozó pont, ahol a víztestre ható összes terhelés/hígulás együtt jelentkezik. Elvileg ezen a ponton tudjuk meghatározni a modell pontosságát. Azonban az utolsó mintavételi pont előtt számos

<sup>20</sup> Dr. Clement Adrienne Oktatási anyag

betáplálás van a csatornába melyek vízhozamát és vízminőségét nem ismerjük, így számolni sem tudunk azokkal. Ennek eredményeképpen az utolsó mintavételi pontban a számított és a mért adatok között jelentős eltérések lehetnek.



10. ábra Mellécsatornák becsatlakozási pontja, amelyek általunk nem ismert vízhozammal rendelkeznek. Piros körrel jelölt zóna.



11. ábra Körös-éri főcsatorna - Nyilas összekötő csatorna torkolatában (kiszáradt időszak 2012. október)

## 7. Mintavételi pontok ismertetése

A 12. ábra a Körös-éri főcsatorna mintavételi pontjait, és a terhelőket mutatja.



12. ábra Mintavételi pontok bemutatása a Körös-éri főcsatornán

### 7.1. Mintavételi pontok leírása

A 2 felmérési időpont a mintavételi pontjai között eltérés van. Ennek oka, hogy 2012-ben új terhelő jelent meg a Körös-éri főcsatornán, így az első – terhelésektől mentes – mintavételi pont módosításra került.

#### Mintavételi pontok 2011.01.28.

##### 1. Körös-éri főcsatorna 34+841 csatorna km

Az első mintavételi ponton vélhetően még nem éri terhelés a víztestet. Ezen a mintavételi ponton vizsgálhatjuk a Körös-éri főcsatorna háttér-koncentrációját. Ez a mérési pont közvetlenül a nagykőrösi szennyvíz-tisztítótelep bevezetése felett található.

##### 2. Körös-éri főcsatorna 31+674 csatorna km

A második mérési pont közvetlenül a nagykőrösi szennyvíztisztító alatt helyezkedik el. Ezen a ponton tudjuk kimutatni hogy változnak meg az egyes komponensek koncentrációi a szennyvízbevezetés hatására.

##### 3. Körös-éri főcsatorna 26+439 csatorna km

A Gógány-ér (Csemő tisztított szennyvize) hozzáfolyás alatt helyezkedik el a 3. mintavételi pont. A 2. és a 3. mintavételi pont között található még a Bonduelle

konzervgyár bevezetése, de az csak májustól októberig terhel így a vizsgált időpontban nincs bevezetés.

#### 4. Körös-éri főcsatorna 1+677 csatorna km

Az utolsó mintavételi ponton a vízfolyást érő összes terhelés/lebomlás változást együtt tudjuk kimutatni. Fontos mintavételi pont, hiszen közvetlenül a Tisza folyóba torkollás előtt helyezkedik el.

#### Egyéb mintavételezések:

##### 1. Gógány-ér

Csemő tisztított szennyvizét szállítja a Körös-éri főcsatornába.

##### 2. Csukás-éri főcsatorna

#### **Mintavételi pontok ismertetése 2012.05.21.**

##### 1.Körös-éri főcsatorna 36+621 csatorna km

A 2012. évtől új terhelő Nagykörösi Standfürdő vezet be a Dózsa György úti csapadékelvezető csatornán keresztül a használt vizét a Körös-éri főcsatorna 34+275 km-nél. 2011-ben a 34+841 km-nél jelöltük ki a terhelésmentes mintavételi pontot, azonban a mérési eredmények azt mutatták, **hogy ez a pont még terhelésektől nem mentes**. Ezért új mintavételi pontot jelöltünk ki a 36+631 km-nél. Vélhetően ezen a ponton még sem diffúz sem pontszerű terhelés nem éri a víztestet. Ennél a mintavételi pontnál határozhatjuk meg a háttér-koncentrációját a csatornának.

##### 2. Körös-éri főcsatorna 33+000 csatorna km

A mérések tanulsága szerint – mint azt majd később láthatjuk – a komponensek koncentrációi jelentősen megnőnek. Ennek oka egyrészt a Nagykörösi Strand használt vizének bevezetése, valamint a Nagykörösről érkező diffúz terhelések. A mintavételi pont közvetlenül a nagykörösi szennyvíz-tisztítótelep felett helyezkedik el.

##### 3. Körös-éri főcsatorna 31+674 csatorna km

A harmadik mérési pont közvetlenül a nagykörösi szennyvíztisztító alatt helyezkedik el. Ezen a ponton jól szemléltethető a szennyvíztisztító telep terhelése.

##### 4. Körös-éri főcsatorna 26+439 csatorna km

A Gógány-ér (Csemő tisztított szennyvize) hozzáfolyás alatt helyezkedik el a 3. mintavételi pont. A 2. és a 3. mintavételi pont között található még a Bonduelle konzervgyár bevezetése is.

##### 5. Körös-éri főcsatorna 1+677 csatorna km

Az utolsó mintavételi ponton a vízfolyást érő összes terhelés/lebomlás változást együtt tudjuk kimutatni. Közvetlenül a Tisza folyóba torkollás előtt helyezkedik el.

Egyéb mintavételezések:

1) Nagykőrösi szennyvíztisztító telepről érkező tisztított szennyvíz

Mivel nem ugyanabban az időpontban történtek a mintavételek mint a Körös-éri főcsatornán, így ezeket az adatokat csak összehasonlításként használtuk fel.

2) Bonduelle konzervgyárról érkező szennyvíz



13. ábra Bonduelle bevezetés a Körös-éri főcsatornába



14. ábra Nagykőrösi szennyvíztelep bevezetése

## 8. Háttér koncentráció (Ch) meghatározása

3. Táblázat Háttér koncentráció meghatározása 2011.01.28./ 34+841 km szelvényben a vízminőségi határértékek figyelembevételével

| Ökológiai állapotot befolyásoló komponensek | Háttér koncentráció<br>2011.01.28.<br>34+841 km szelvény | Jó/közepes<br>vízminőségi<br>határérték<br>(RW17) | Rendelkezésre<br>álló tartalék |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                             |                                                          |                                                   | "dC"                           |
| pH                                          | 7,7                                                      | 6,5-9                                             | 1,3                            |
| Fajlagos vezetőképesség (µS/cm)             | 1002                                                     | 1200                                              | 198                            |
| Klorid ion(mg/L)                            | 52                                                       | 60                                                | 8                              |
| Oldott oxigén (mg/L)                        | 11,7                                                     | 5                                                 | 6,7                            |
| BOI5 (mg/L)                                 | 1,1                                                      | 4                                                 | 2,9                            |
| KOI (mg/L)                                  | 25                                                       | 40                                                | 15                             |
| NH4-N (mg/L)                                | 0,04                                                     | 0,4                                               | 0,36                           |
| NO2-N (mg/L)                                | 0,01                                                     | 0,06                                              | 0,047                          |
| NO3-N (mg/L)                                | 3,3                                                      | 1                                                 | -                              |
| Összes-N (mg/L)                             | 3,9                                                      | 3                                                 | -                              |
| Oldott ortofoszfát-P (mg/L)                 | 0,08                                                     | 0,2                                               | 0,12                           |
| Összes foszfor (mg/L)                       | 0,13                                                     | 0,4                                               | 0,27                           |

A 2011.01.28-án a 34+841 km szelvényénél vett vízminták alapján az fenti táblázatban összefoglalt eredmények adódtak. Az adatok alapján elmondható, hogy a Körös-ér **pH** értékét tekintve **megfelel** az előírt határértéknek.

### Sótartalom komponenscsoport

A komponenscsoporton belül a **fajlagos vezetőképességet** és a **klorid iont** kell vizsgálni.

A szennyvízbevezetések előtt a Körös-ér Háttér koncentrációja sótartalom komponenscsoport tekintetében **megfelel** a jó potenciálra vonatkozó vízminőségi határértékeknek. A terhelhetőségét tekintve, valamint az adott komponenscsoportot nézve rendelkezésre álló **tartalékkal rendelkezik** a víztest.

### Oxigénháztartás komponenscsoport

Ebben a komponens csoportban az **oldott oxigén**, **BOI5**, **KOI** és **ammónium-N** tartalom, minősítési kategóriában nézve **kiváló** értékeket ért el a vizsgált víztest. Terhelhetőségét vizsgálva a víztest a vizsgált időpontban sok **tartalékkal rendelkezik** a 34+841 km szelvényben.

## Tápanyag komponenscsoport

A Körös-ér 34+841 szelvényében a **nitrit** és **nitrát** koncentrációk **meghaladják** a jó potenciálra vonatkozó vízminőségi határértéket, így a terhelhetőséget tekintve tartalékkal sem rendelkezik, amelyből következtethetünk, már jelen lévő terhelésre. Az **összes nitrogén**, **oldott ortofoszfát-P** és **összes foszfor** tartalmát tekintve a víztest ezen a ponton még **rendelkezik tartalékkal**.

4. Táblázat Háttér koncentráció meghatározás 2012.05.21./ 36+621 km szelvényben a vízminőségi határértékek figyelembevételével

| Ökológiai állapotot befolyásoló komponensek | Háttér koncentráció<br>2012.05.21.<br>36+621 km szelvény | Jó/közepes<br>vízminőségi<br>határérték<br>(RW17) | Rendelkezésre<br>álló tartalék |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                             |                                                          |                                                   | "dC"                           |
| pH                                          | 7,8                                                      | 6,5-9                                             | 1,2                            |
| Fajlagos vezetőképesség (µS/cm)             | 531                                                      | 1200                                              | 669                            |
| Klorid ion (mg/L)                           | 20                                                       | 60                                                | 40                             |
| Oldott oxigén (mg/L)                        | 8,5                                                      | 5                                                 | 3,5                            |
| BOI5 (mg/L)                                 | 1,2                                                      | 4                                                 | 2,8                            |
| KOI (mg/L)                                  | 33                                                       | 40                                                | 7                              |
| NH4-N (mg/L)                                | 0,02                                                     | 0,4                                               | 0,38                           |
| NO2-N (mg/L)                                | 0,004                                                    | 0,06                                              | 0,056                          |
| NO3-N (mg/L)                                | 0,12                                                     | 1                                                 | 0,88                           |
| Összes-N (mg/L)                             | 0,2                                                      | 3                                                 | 2,8                            |
| Oldott ortofoszfát-P (mg/L)                 | 0,02                                                     | 0,2                                               | 0,18                           |
| Összes foszfor (mg/L)                       | 0,17                                                     | 0,4                                               | 0,23                           |

### Háttér koncentráció meghatározása 2012.05.21-én.

A 2012.05.21-én a 36+621 km szelvényében vett vízminták alapján a fenti táblázat értékeit kaptuk. A **pH** tekintetében a vizsgált időpontban a **kiváló** kategóriába sorolható.

## Sótartalom komponenscsoport

A vizsgált időpontban a fajlagos vezetőképesség és klorid ion tartalmát tekintve a Körös-éri főcsatorna ezen a szelvényt szakaszon terhelhető, **rendelkezik tartalékokkal**, hiszen a mért értékek a **kiváló** minősítési kategóriával jellemezhetőek.

## Oxigénháztartás komponenscsoport

Az **oldott oxigén** és **KOI** értékek a 2012.05.21. vett vízminták vizsgálata során **jó potenciált** mutatnak. A **biológiai oxigénigény** és az **ammónium-N** tartalma a víztest

36+621 km szelvényében a **kiváló** kategóriába sorolható, amely alapján a Körös-ér ezekre komponensekre nézve még terhelhető, **van tartaléka**.

### **Tápanyag komponenscsoport**

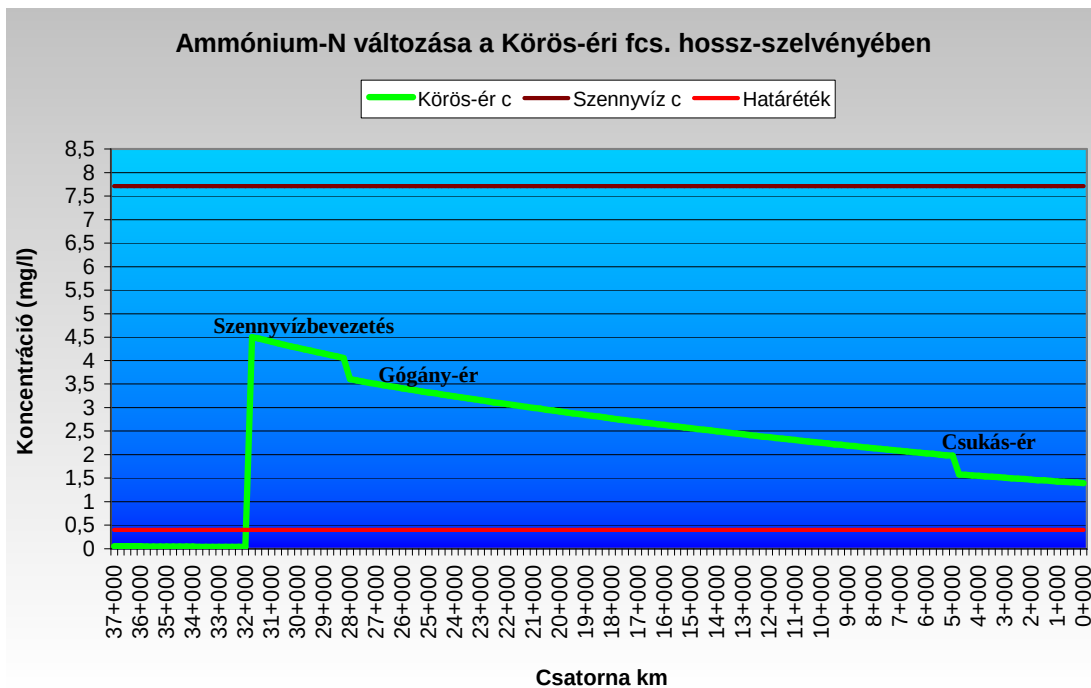
A tápanyag komponenscsoporton belül a vizsgált vízminta alapján **nincs** **határértékeket meghaladó paraméter**. A tápanyag háztartás tekintetében a vizsgált szelvényben még **terhelhető**.



15. ábra áteresz a Körös-éri főcsatornán, Mintavétel 2011

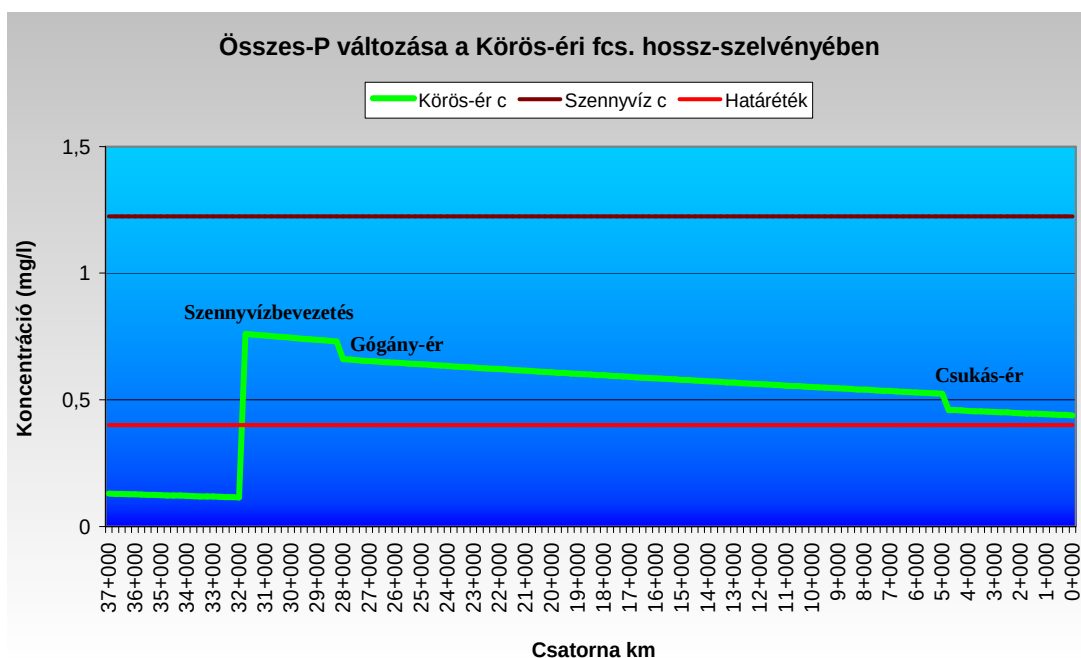
## 9. Az elkészített Modellek kiértékelése

### 9.1. 2011.01.28-án a komponensek változása a Körösi-éri főcsatorna hossz-szelvényében:



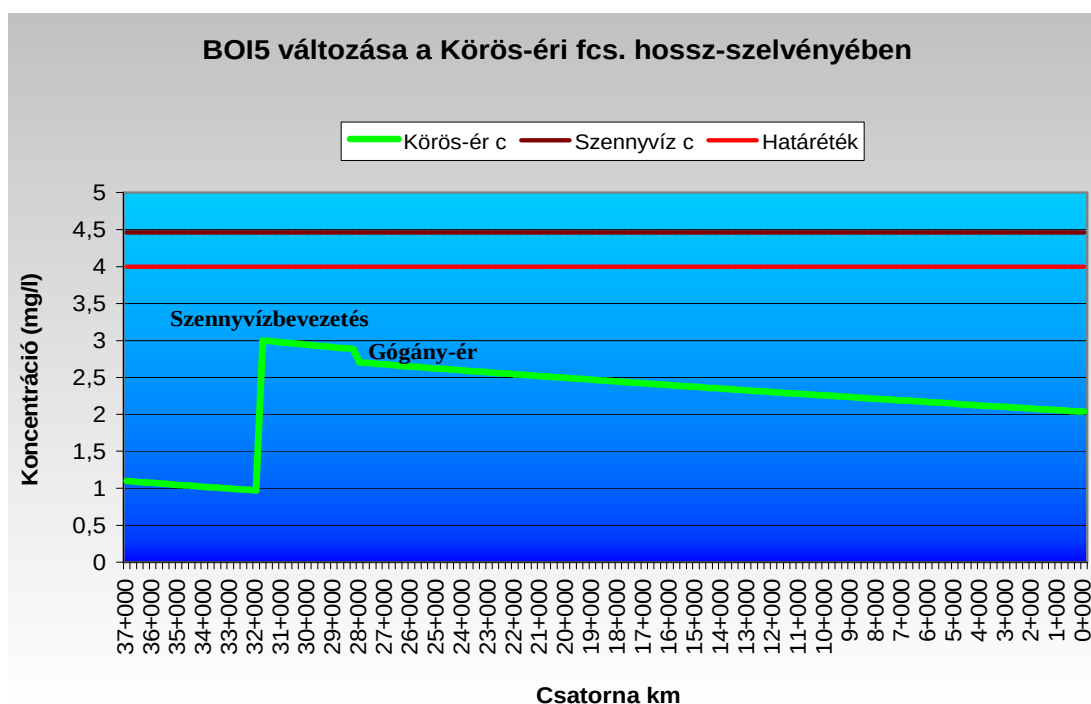
16. ábra Ammónium-N változása a Körösi-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A 16. ábrán jól látszik a Nagykörösi szennyvíztelep bevezetése után jelentősen megnő az ammónium-N koncentrációja. A koncentráció nagyságrendekkel nő meg, jóval a határérték fölé emelkedik. A Gógány-ér Csemő tisztított szennyvizét szállítja, mégis hígító hatás lép fel az elkeveredés után. A diagramon jól látszik, hogy a lebomlás nem elég intenzív így még a Tisza folyóba torkollás előtt is jóval határérték feletti a koncentráció. A diagramon ábrázoltuk a szennyvíz koncentrációját is.



17. ábra: Összes-P értékeinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

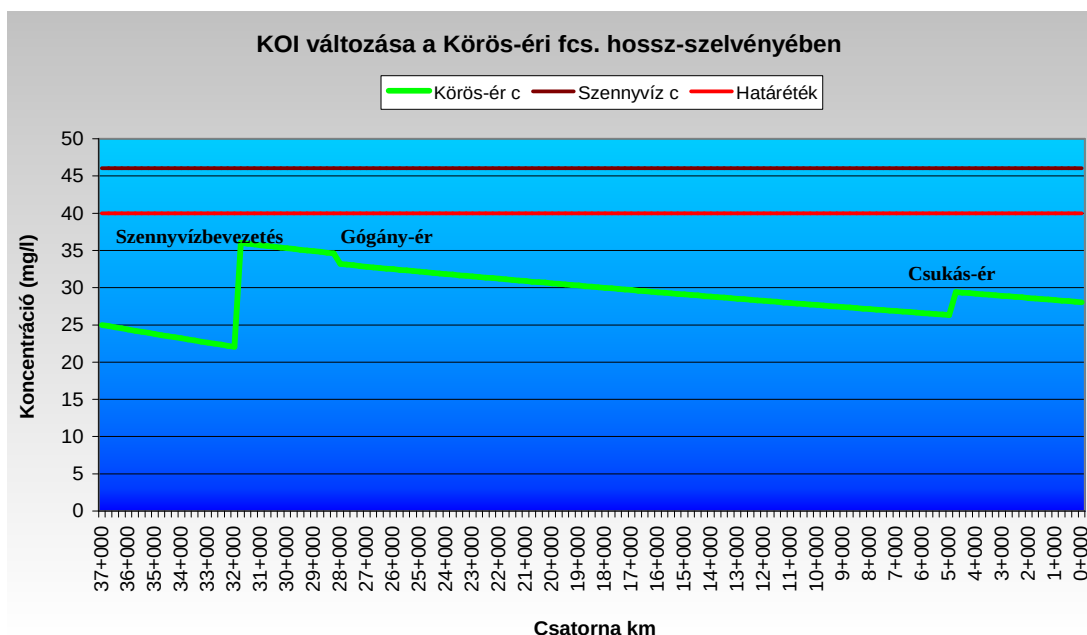
A 17. ábrán az összes foszfor változása hasonlóan alakul, mint ammónium-N, a szennyvízbevezetés hatására jelentősen nő a koncentráció. A Gógány-ér és a Csukás-éri főcsatorna ennél a komponensnél is hígító hatást fejt ki. A hossz-szelvény végére megközelíti a határértéket. A szennyvízben lévő összes-P koncentrációját ábrázoltuk a diagramon



18. ábra BOI5 paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

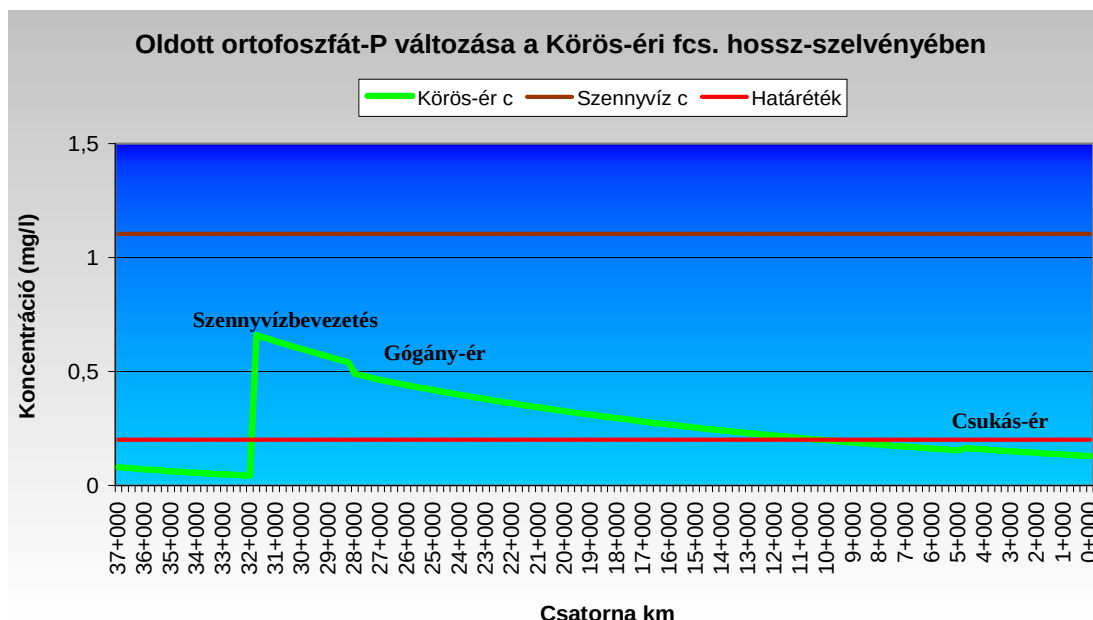
A szennyvízbevezetés hatására jelentősen megnő a biológiai oxigénigény, de még így sem haladja meg 4 mg/L határértéket. A Gógány-ér becsatlakozása a BOI5

esetében is javítja a koncentrációt. A Csukás-éri főcsatorna nem változtat a koncentráción.



19. ábra KOI értékeinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

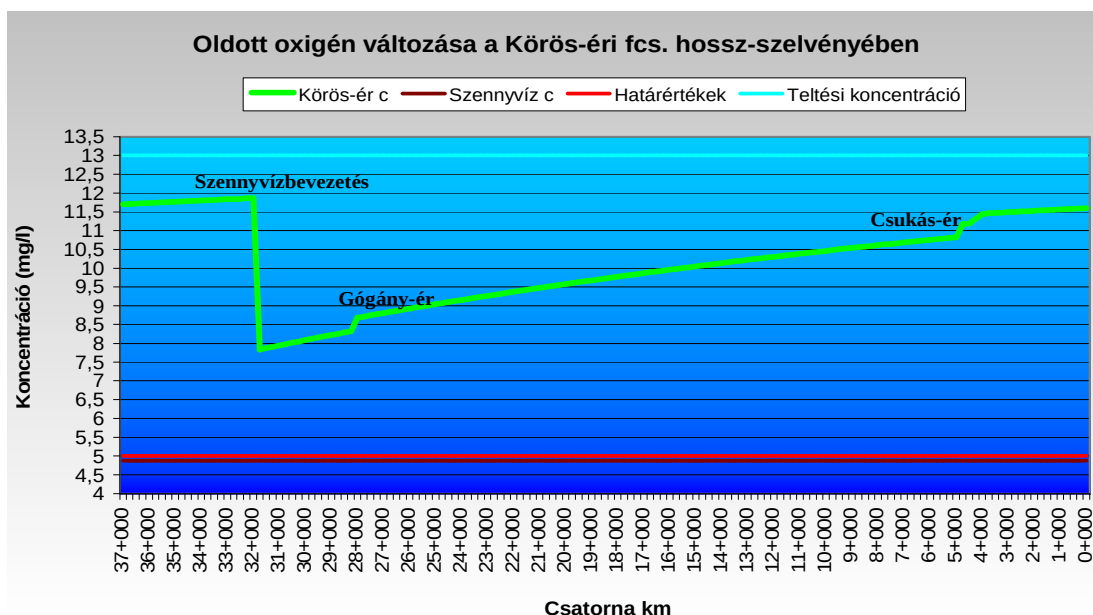
A 19. ábrán látható, hogy a kémiai oxigénigény esetében sem történt határérték túllépés a vizsgált időpontban. Hasonlóan a BOI5-höz jelentősen megemelkedik a koncentráció a szennyvízbevezetés hatására. A szennyvíz koncentrációt barna vonallal jelöltük



20. ábra Ortofoszfát-P paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

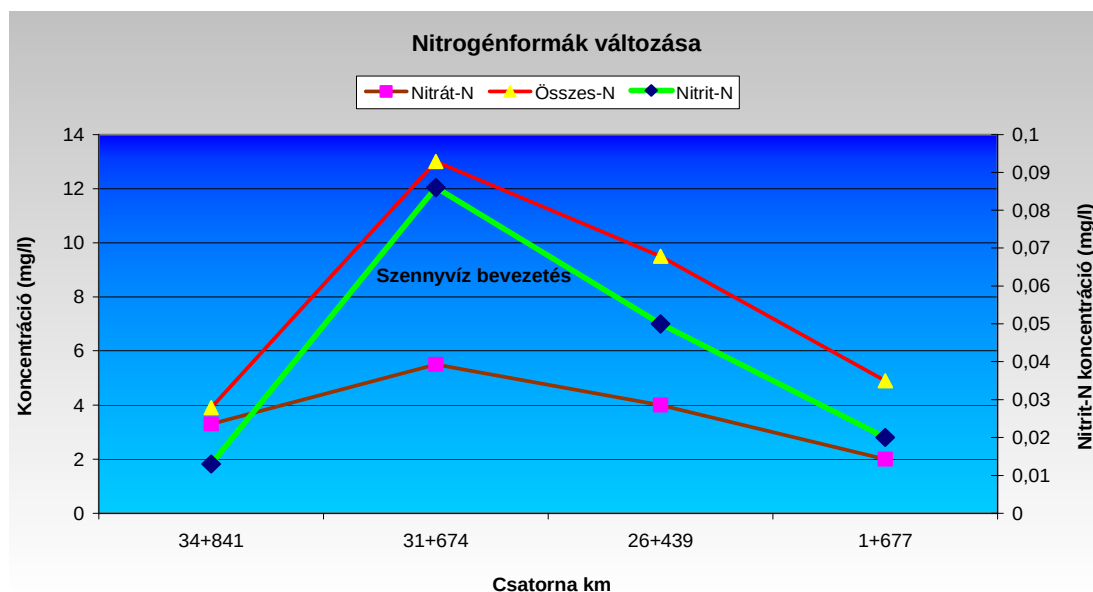
Az oldott ortofoszfát-P vizsgálata során megállapítható, hogy jelentősen megnő a koncentráció a szennyvízbevezetés hatására (jóval határérték fölé). A Körös-éri

főcsatornán végbemenő öntisztulás hatására a 9+500 km szelvény körül a koncentráció határérték alá esik. A szennyvízben lévő Oldott ortofoszfát-P koncentrációt is ábrázoltuk a diagramot.



21. ábra Oldott- oxigén paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

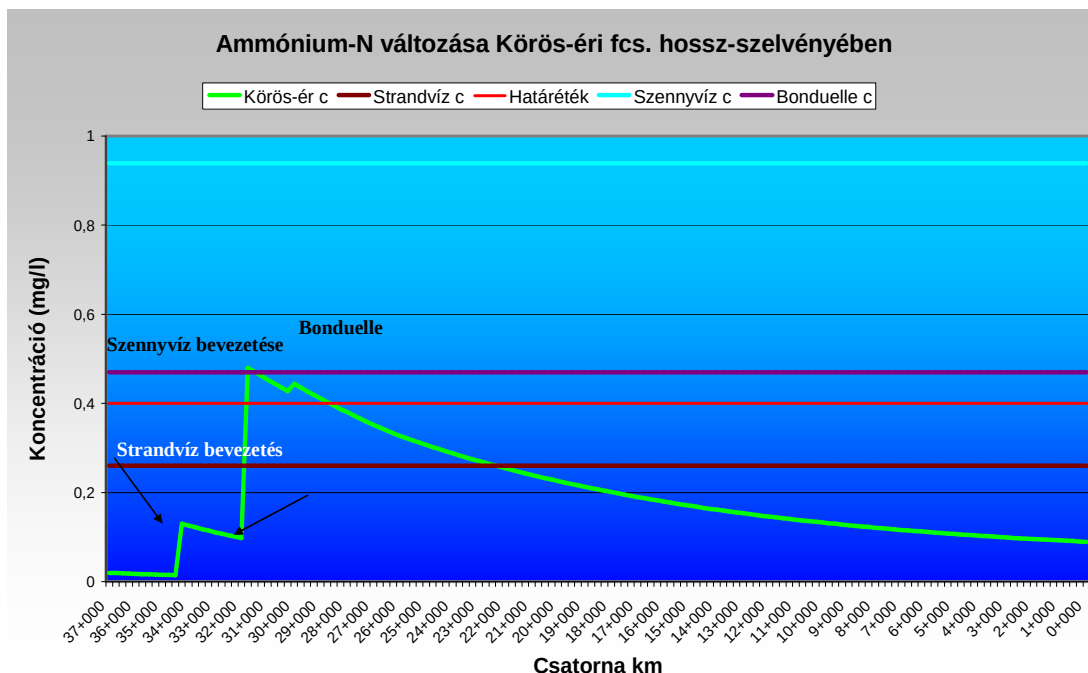
Az Oldott oxigén változását ábrázoló grafikon eltér az eddigiektől. A grafikonon kékszöld színnel ábrázoltuk az oxigéntelítési koncentráció melyet adott hőmérsékleten ( $\sim 5^{\circ}\text{C}$ ) 13 mg/L. Jól látható hogy a szennyvízbevezetés hatására (szerves szennyezők) csökken az oldott oxigén szint. A csatorna hossz-szelvényén haladva légköri diffúzió hatására folyamatosan telítődik oxigénnel a vízfolyás.



22. ábra Nitrogén formák változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A 22. ábra az egyes mintavételi pontokhoz tartozó Nitrogén formák koncentrációját ábrázolja. A diagramon jól látszik, hogy a szennyvízbevezetés után megnövekszik a koncentrációk.

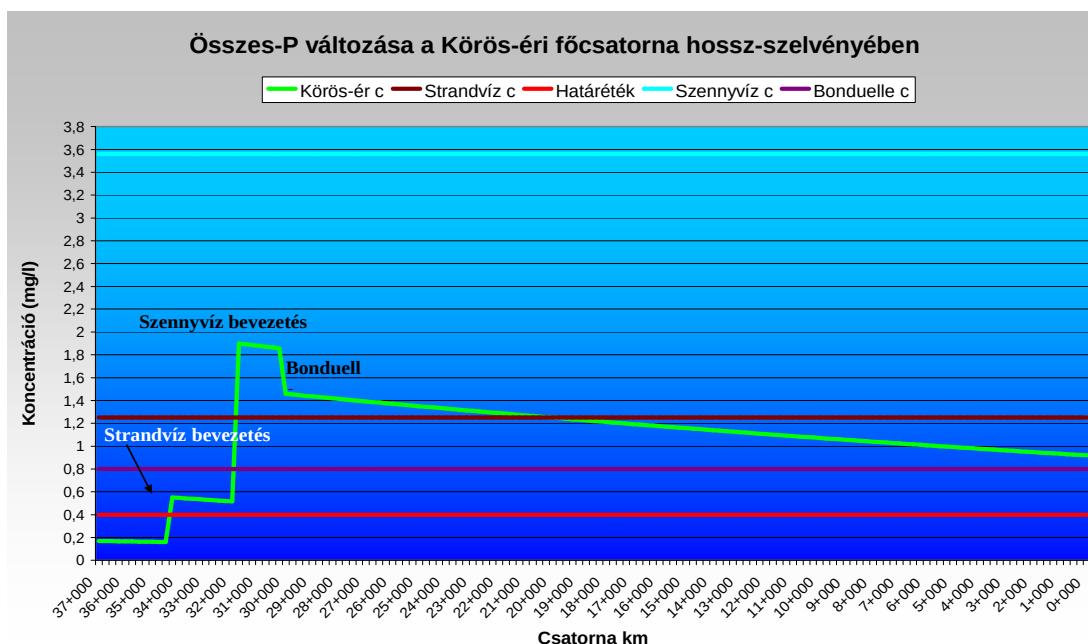
## 9.2. 2012.05.21-én a komponensek változása a Körösi-éri főcsatorna hossz-szelvényében:



23

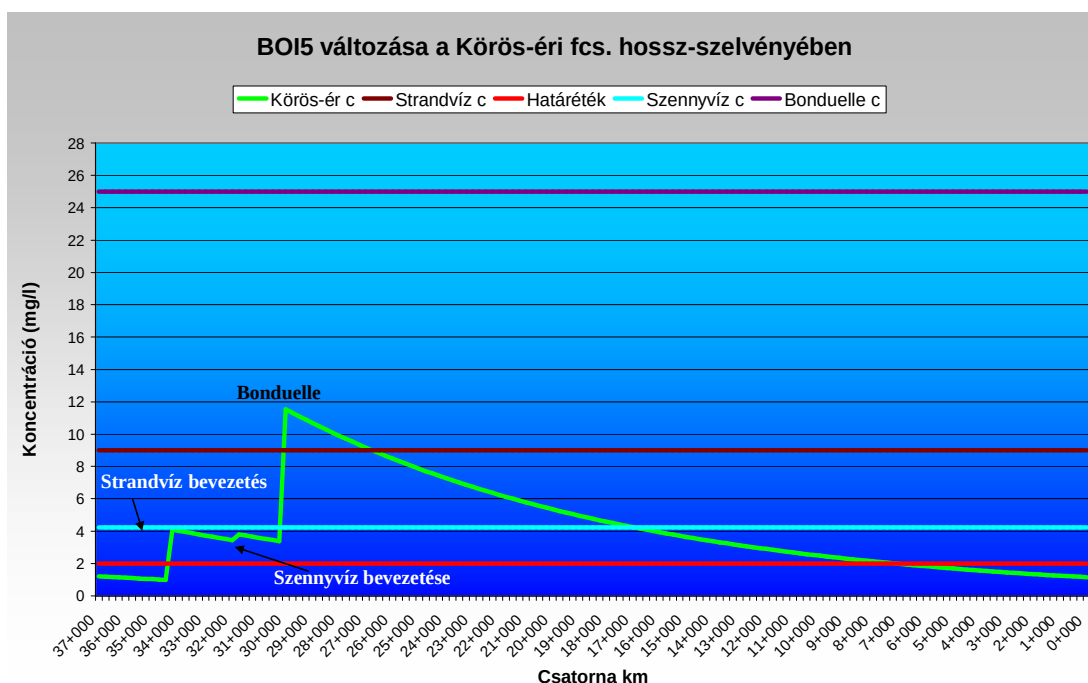
. ábra Ammónium-N értékeinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

2011-ben a vizsgált időpontban a szennyvízbevezetés után a teljes hossz-szelvényben határérték feletti volt az ammónium-N koncentrációja. A 23. ábra szemlélteti, hogy 2012-ben már csak a szennyvízbevezetés után ~ 3,5 km-es szakaszon haladta meg az ammónium-N koncentráció a jó potenciálra vonatkozó vízminőségi határértéket. Ennek oka, hogy a 2012-es évben kiépülésre került a biológiai szennyvíztisztító fokozat a városi szennyvíztisztítóban, így a 2011-es évhez képest jóval alacsonyabb terhelés érte a víztestet ammónium-N tekintetében. A vizsgálati időpontban még a próbaüzeme zajlott a szennyvíztisztító telepnek. A diagramon külön-külön ábrázoltuk az egyes terhelők bevezetésének koncentrációját.



24. ábra Összes-P paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

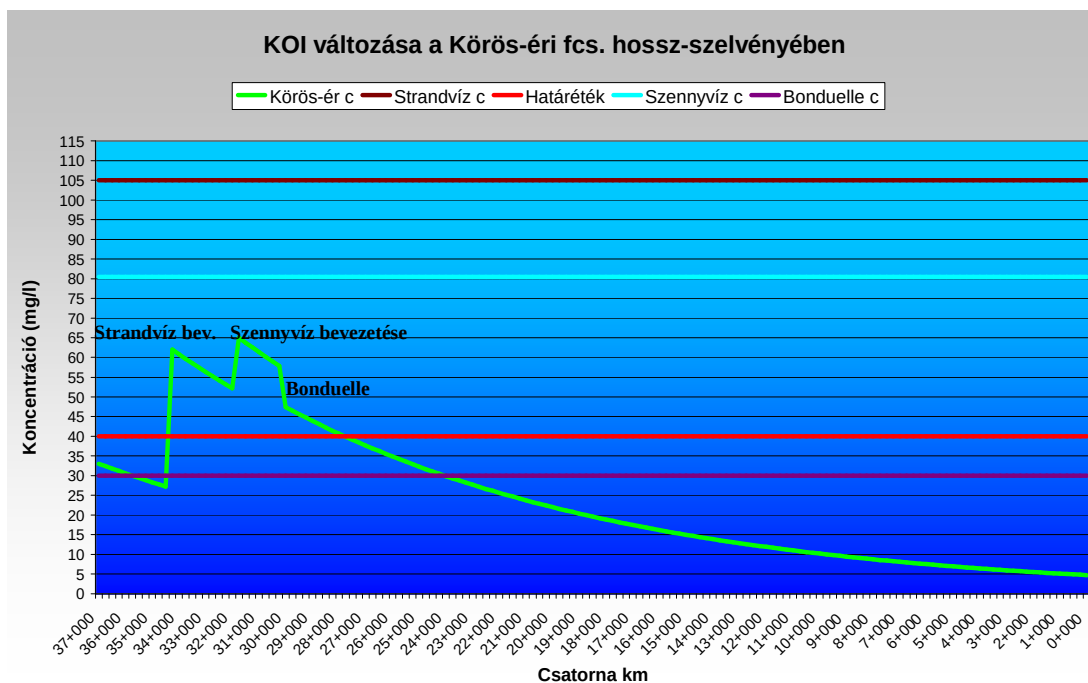
A 24. ábra jól szemlélteti, hogy már a strandvíz bevezetés hatására határérték fölé emelkedik az összes-P koncentrációja a Körös-éri főcsatornában. A szennyvízbevezetés után még drasztikusabban emelkedik a koncentráció, a Bonduelle bevezetés valamelyest csökkenti a koncentrációt (hígítja). A csatorna végére sem csökken a koncentráció határérték alá.



25. ábra BOI5 paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A BOI5 koncentráció jelentősen megnő a strandvíz bevezetés után, azonban a szennyvíz bevezetés hatására nincs jelentős növekedés amely szennyvíztisztító telepen

végrehajtott fejlesztéseknek köszönhető. A Bonduelle konzervgyár bevezetése jelentősen növeli a BOI5 koncentrációt, de a csatorna 7+000 szelvénye környékére a lebomlás hatására határérték alá csökken a koncentráció. A diagramon külön-külön ábrázoltuk az egyes terhelők bevezetésének koncentrációját.

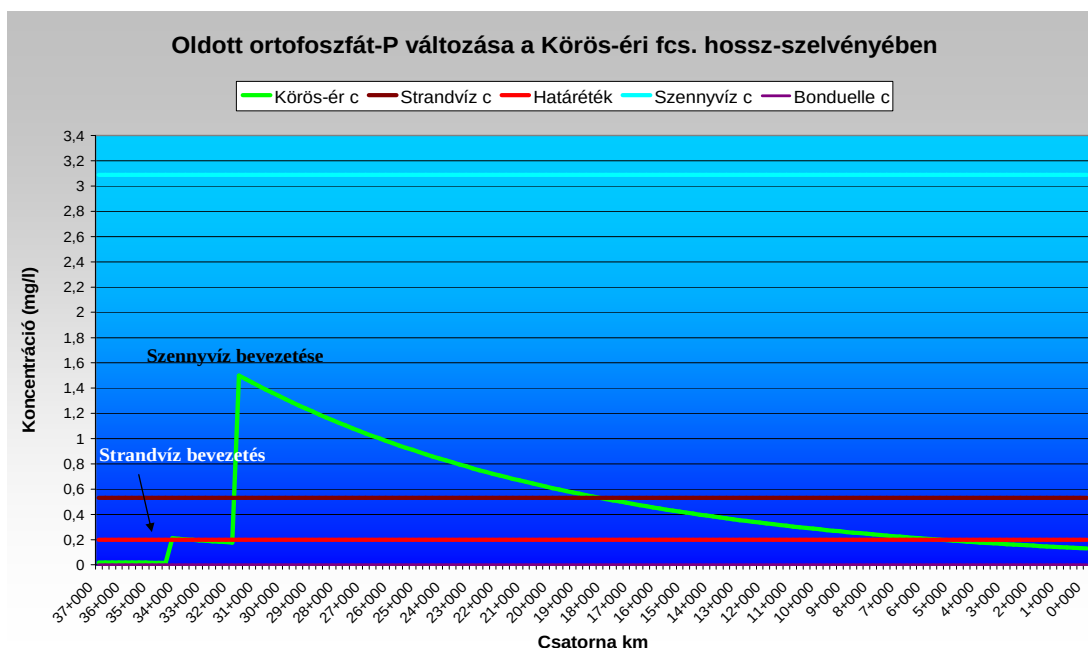


26. ábra KOI paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A 26. ábra jól szemlélteti, hogy a KOI koncentrációja a strandvíz bevezetés hatására jelentősen növekszik (jóval határérték fölé). Majd a Bonduelle konzervgyár bevezetése csökkenti a KOI koncentrációt. A Körös-éri főcsatorna 27+000 km szelvény környezetében már határérték alá csökken a koncentráció. Az ábrán a terhelők koncentrációját külön-külön ábrázoltuk.

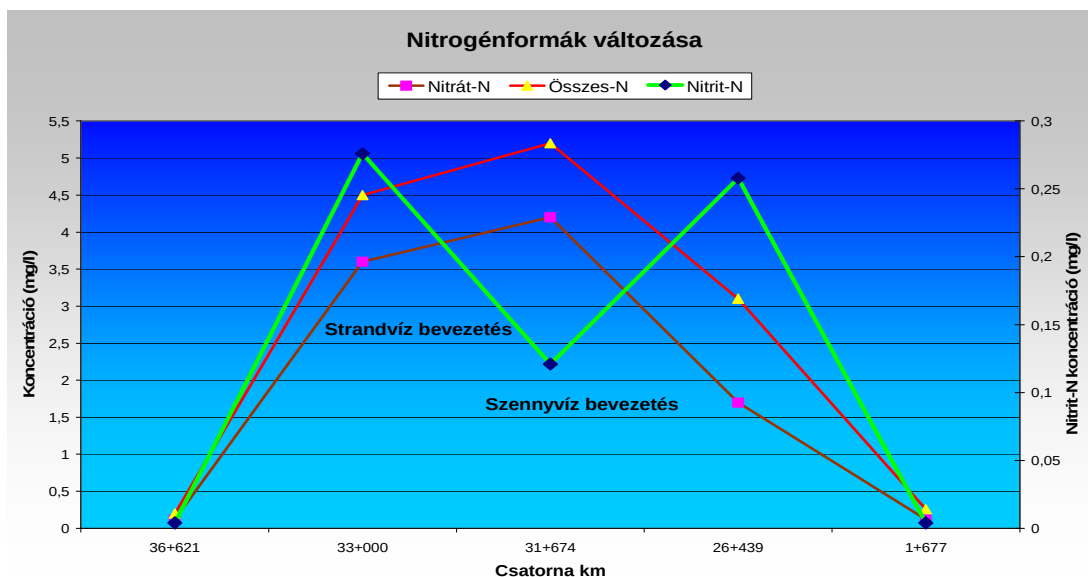
## Oldott oxigén

Az oldott oxigén modellt nem írtuk fel a 2012.05.21-i időpontban mivel a szennyvízbevezetés után jóval telítési koncentráció feletti volt az oldott oxigén koncentrációja mérési eredmények alapján. Ezt a modell nem tudta helyesen ábrázolni.



27. ábra Oldott ortofoszfát-P paramétereinek változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A diagramon jól kivehető, hogy a strandvíz bevezetés hatására az oldott ortofoszfát-P koncentráció határérték közelire növekszik, majd a szennyvízbevezetés hatására drasztikusan megnő. A csatorna utolsó szakaszán azonban határérték alá csökken a koncentráció. A Bonduelle konzervgyár oldott ortofoszfát-P bevezetéséről nem áll rendelkezésükre adat.



28. ábra Nitrogén formák változása a Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében

A 28. ábra a nitrogénformák értékét ábrázolja az egyes mintavételi pontokban. A diagramon jól látszik, hogyan nő meg a nitrogénformák koncentrációja a strandvíz bevezetés után.

A „k” lebomlási tényezőre a következő eredményeket kaptuk

5. Táblázat a „k” lebomlási tényezőkre kapott értékek

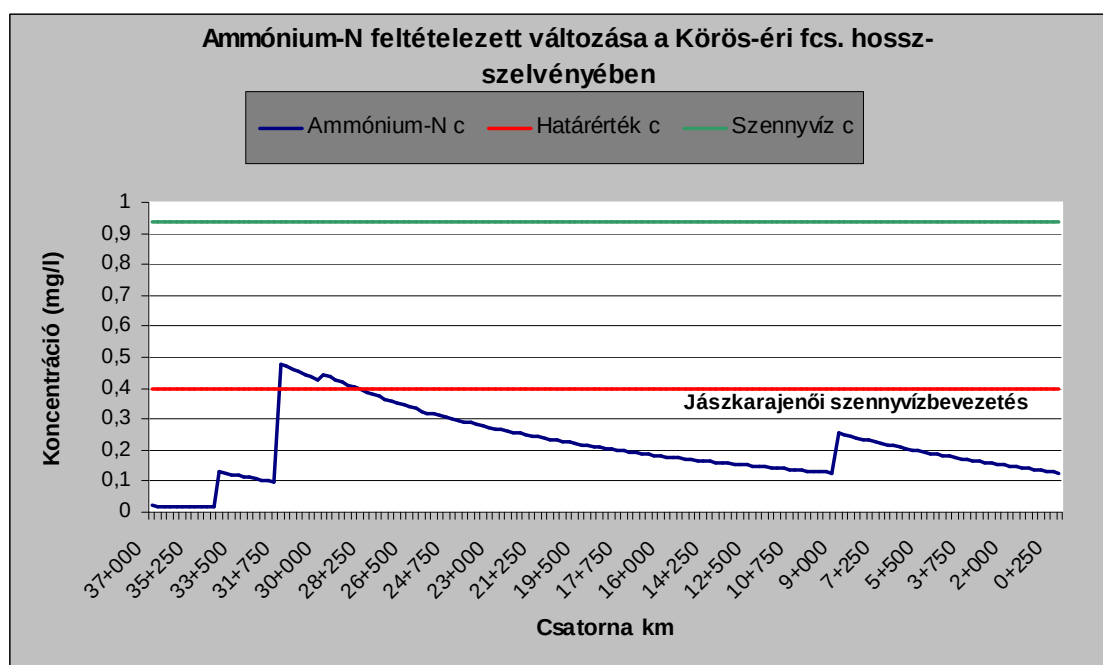
|                               | 2011.01.28.     | 2012.05.21.     |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Ammónium-N</b>             | <b>0,000026</b> | <b>0,00001</b>  |
| <b>Összes-P</b>               | <b>0,00001</b>  | <b>0,000002</b> |
| <b>Oldott ortofoszfát-P</b>   | <b>0,00005</b>  | <b>0,00001</b>  |
| <b>BOI5</b>                   | <b>0,00001</b>  | <b>0,00001</b>  |
| <b>KOI</b>                    | <b>0,00001</b>  | <b>0,00001</b>  |
| <b>Oldott oxigén esetében</b> |                 |                 |
| <b>Ka</b>                     | <b>0,00001</b>  | <b>-</b>        |
| <b>Kd</b>                     | <b>0,00006</b>  | <b>-</b>        |

Az 5. táblázatba látható értékeket a modellek felépítése során kalibráltuk, a mellékletekben szerepelnek a fenti értékek.

Megjegyezzük, hogy a „k” értéke a középsebesség függvényében változik. A 2012-es évben jóval alacsonyabb a középsebesség így a „k” értéke is alacsonyabbra tevődött.

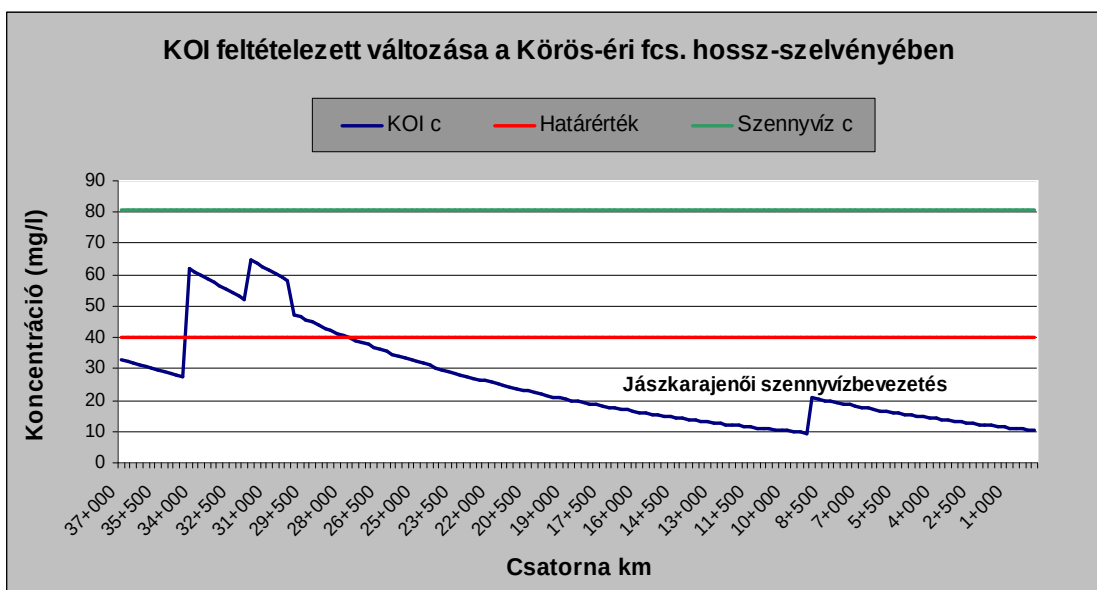
## 10. A terhelhetőségi vizsgálat gyakorlati alkalmazása

A terhelhetőségi vizsgálat gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit egy példán keresztül szeretnénk szemléltetni. Tételezzük fel, hogy 2013-tól Jászkarajenő település a Körös-éri főcsatornába szeretné vezetni tisztított szennyvizét. Az új telep a már meglévő (Nagykőrösi) szennyvíztisztító telep terheléseivel megegyező mértékben (az egyes komponensek koncentrációi és hozamai) terhelné a Körös-éri főcsatornát. Az új bevezetés a csatorna 9-es km szelvényében valósulna meg. A Körös-éri főcsatorna 2012-es állapotából kiindulva meghatároztuk, hogy milyen változást jelent a víztestre az új terhelő megjelenése. A vizsgálatot ammónium-N, KOI és oldott ortofoszfát-P paraméterekre végeztük el. Az ammónium-N és a KOI paraméterek tekintetében a víztest rendelkezik tartalékkal a fenti diagramok alapján. Az új terhelést a már meglévő modellbe építjük bele.



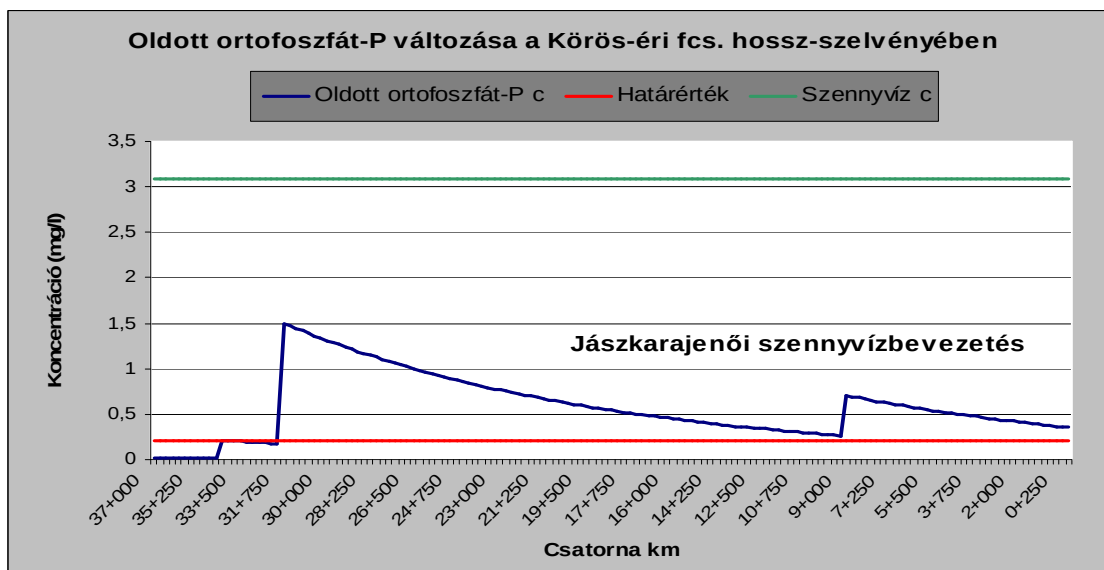
29. ábra az új terhelő feltételezett hatása a Körös-éri főcsatornára az ammónium-N tekintetében

A 29. ábra jól szemlélteti, hogy hogyan változna az ammónium-N koncentrációja Körös-éri főcsatorna hossz-szelvényében. Ugyanaz a szennyvízterhelés a víztest 9-es km szelvényében kevésbé fejt ki koncentráció növekedést a mint a 31+833 km szelvényben. Ez azzal magyarázható, hogy a Körös-éri főcsatornának a 9-es km szelvényben jóval nagyobb a vízhozama, így jobban érvényesül a hígulás. Míg az első szennyvízbevezetésnél  $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$  a vízhozam addig a feltételezett második szennyvízbevezetésnél  $0,081 \text{ m}^3/\text{s}$ . Az új szennyvízterhelés nem jelentene gondot a Körös-éri főcsatorna vízminőségét tekintve, az új bevezetés hatására is határérték alatt maradna az ammónium-N koncentrációja.



30. ábra az új terhelő feltételezett hatása a Körös-éri főcsatornára a KOI tekintetében

A KOI koncentrációja az új terhelő hatására hasonlóan változna mint az ammónium-N koncentrációja. A víztest rendelkezik tartalékkal az új bevezetés szelvényében, és az új bevezetés hatására sem emelkedne határérték fölé a KOI koncentrációja.



31. ábra új terhelő feltételezett hatása a Körös-éri főcsatornára az oldott ortofoszfát-P tekintetében

A 31. ábra az oldott ortofoszfát-P koncentráció változását mutatja az új szennyvízbevezetés hatására. Az előző két komponenstől eltérően az oldott ortofoszfát-P tekintetében a víztest nem rendelkezik elegendő tartalékkal a bevezetés szelvényében. Míg az új terhelő nélkül az oldott ortofoszfát-P koncentrációja a víztest ~ 8km szelvényére határérték alá csökken, addig a bevezetés hatására a víztest végére sem csökken határérték alá a koncentráció. A fenti diagramon látható, hogy a nagyobb vízhozam jobb hígulást eredményez ugyanolyan szennyvíz terhelés mellett.

## 11. Összefoglalás

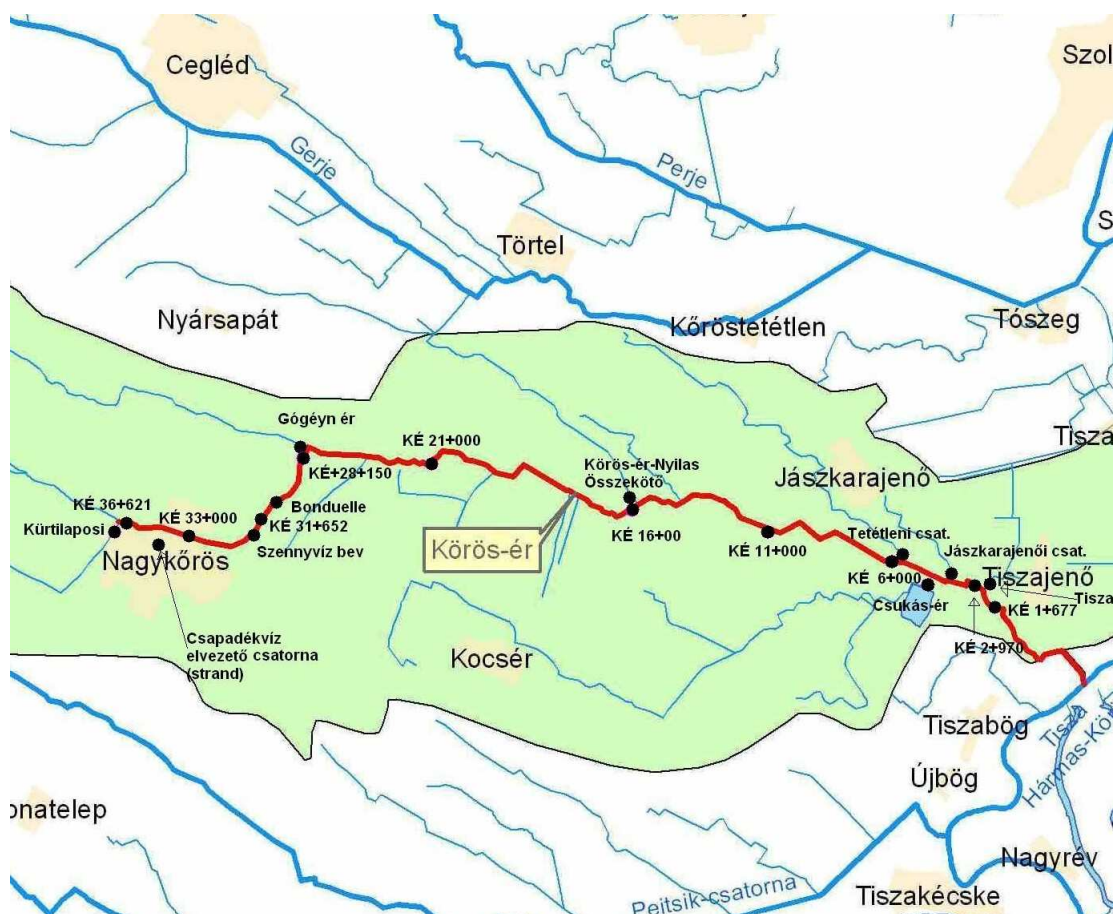
Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a rendelkezésünkre álló adatok segítségével sikerült 6 komponens változását modellezni a Körös-éri főcsatorna hosszszelvényében. Sikerült a Körös-éri főcsatornán egy terhelhetőségi vizsgálatot elvégezni. A munkák során felhasznált egyenleteket Excel számoló táblázatba építettük, melybe beillesztve az adatokat, az diagramon ábrázolja a koncentrációk változását a hosszszelvényben.

Egy példán keresztül bemutattuk, hogy hogyan alakulna a Körös-éri főcsatornában 3 komponens koncentrációja, egy új terhelő megjelenése esetén. A vizsgálatot bármelyik nem általunk modellezett komponensre ki lehet terjeszteni. Modellezni lehet, továbbá hogy milyen hatással lehet a víztestre új, jobb hatásfokkal működő szennyvíztisztítási technológia alkalmazása. A felépített modellünk fő hiányossága, hogy a Körös-éri főcsatornába torkolló mellékcsatornákról nem álltak rendelkezésünkre adatok.

A tanulmányban felhasznált egyenletek segítségével hasonló síkvidéki csatornákon is modellezni lehet, hogy hogyan változnak a komponensek a hosszszelvény függvényében. Véleményünk szerint a dolgozatunkban bemutatott módszer a terhelhetőségi vizsgálat elvégzésére, könnyen kiterjeszthető bármelyik víztestre, mivel csak néhány vízhozam és vízminőségi adatra van szükség a vizsgálat elkészítésére.

## 12. Célkitűzés

Szeretnénk a későbbiekben a Nitrit-N, Nitrát-N és az Össz-N komponenseket is modellezni a Budapest Műszaki Egyetem témát kutató kollégájának (Clement Adrienne) bevonásával. A Körös-éri főcsatorna és mellékcsatornái teljes körű felmérésével (vízminőség, vízhozam, vízsebesség) tovább kívánjuk finomítani a modellt. A 32. ábra a teljes felmérés mintavételi pontjait ábrázolja:



32. ábra a tervezett mintavételi pontokat ábrázolja

A 2013. évben szeretnénk Hec-Ras modellt felépíteni a Körös-éri főcsatorna hidrodinamikájára és vízminőségére. Reményeink szerint a Hec-Ras modellt összehasonlítva az általunk felépített modellel további következtetéseket tudunk majd levonni.

### 13. Hivatkozások listája

- Dr. Clement Adrienne, Vízminőségsszabályozás, Budapest, 2007
- Dr. Clement Adrienne Oktatási anyag
- Dr. Öllös Géza, Szennyvíztisztítás, Budapest, 1992
- Dr. Szilágyi Ferenc, Dr. Clement Adrienne Módszertan a felszíni vizek környezetminőségi követelményeinek és terhelhetőségének meghatározására Budapest, 2007
- Magyarország Vízyűjtő gazdálkodási Terve
- 220/2004. (VII.21.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól
- 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól
- 147/2010 (IV. 29.) Kormányrendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról
- 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelete a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól
- A VKI általános célja és fontossága <http://www.vizeink.hu/?module=pvki>
- Vízvédelmi politika Magyarországon és az EU-ban, Célkitűzések, <http://www.euvki.hu/content/vegrehajt/altalanos.html>
- A Körös-ér földrajzi terület bemutatása  
[http://www.koroserfejlesztese.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49:koeroes-er-foeldrajzi-teruelet-bemutatasa&catid=34:elzmenyek&Itemid=50](http://www.koroserfejlesztese.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=49:koeroes-er-foeldrajzi-teruelet-bemutatasa&catid=34:elzmenyek&Itemid=50)
- A KÖRÖS-ÉR VÍZMINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA A VÍZ- KERETIRÁNYELV SZERINT - Gázsó Ákos 2011