

ON-LINE ÉS LABORATÓRIUMI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA FELSZÍNI VIZEK MINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATÁRA

Bobek Janka¹, Kovács Zsófia¹, Dr. Zsilák Zoltán²

¹Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10

²Pannon Egyetem, Általános és Szervetlen Kémia Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10

Absztrakt

A felszíni vizeket érő szennyezések rövid idő alatt levonulnak, így a hagyományos pont mintavételezési módszerrel nem lehet detektálni ezeket a szennyező hullámokat. Az on-line távvezérelhető monitoring módszerek lehetővé teszik a változások folyamatos nyomonkövetését, valamint ezek a mérés technikai és informatikai megoldások biztosítják, hogy távolról is hozzá férjünk azonnali információkhoz. A dolgozatom célja az on-line - és laboratóriumi mérés technikák összehasonlítása.

Munkám során két különböző elven működő on-line monitoring rendszerrel vizsgálom a Veszprémi-Séd vízfolyás fizikai és kémiai tulajdonságait továbbá heti rendszerességgel vett párhuzamos mintákból laboratóriumi méréseket végzek az on-line módszerek mérési eredményeinek ellenőrzése céljából. A dolgozatomban kitérek az on-line rendszerek telepítési, üzemeltetési nehézségeire illetve a havária időjárások következtében felmerülő problémákra is.

Kulcsszavak: Veszprémi-Séd, on-line monitoring rendszerek, mérés technikák összehasonlítása

1. BEVEZETÉS

Az EU Víz Keretirányelve (VKI) 2000/60/EK előírja a felszíni vizek jó ökológiai és kémiai állapotának elérését 2015-re. Ennek érdekében információval kell rendelkezniük a vízfolyások állapotáról, amelyhez jelentősen hozzájárulna, ha költséghatékony monitoring rendszerekkel folyamatosan képesek lennének vizsgálni a vizeink állapotát.

Munkám célja volt a Veszprémi-Séd vízminőségét mutató fizikai-kémiai paraméterek vizsgálatára kihelyezett on-line monitoring állomások és laboratóriumi módszerek bemutatása. A vízminőség folyamatos nyomonkövetése érdekében két különböző elven működő on-line monitoring rendszer került kihelyezésre. Munkám jelentős részét képezte a Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézete által a vízmonitoring területén kifejlesztett Mobil Mérőállomás (1 számú) tesztelése valamint lehetőségem adódott a Combit Számítástechnikai Zrt. támogatásával egy mérés technikailag komplexebb monitoring mérőállomás (2 számú) működésének is a nyomonkövetése. Így a két mérőállomást úgy helyeztük el, hogy Veszprém városának a hatása felmérhető legyen a vízfolyásra. Az on-line és az ellenőrzés céljából elvégzett laboratóriumi mérések segítségével sikerült feltérképezni a Veszprémi-Sédet érő terheléseket és a detektálni szennyező hullámok levonulását.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Vizsgált terület – Veszprémi-Séd bemutatása

A vizsgált felszíni víztest a Veszprémi-Séd középső szakasza. A vízfolyás a Duna vízgyűjtő területéhez, azon belül az Észak-Mezőföld és Keleti-Bakony tervezési alegységbe tartozik. A Veszprémi-Séd a Bakonyban ered, majd Veszprém településen átfolyva Ósinél torkollik a Nádor-csatornába. A Séd-Sárvízi-malomcsatorna teljes hossza 71,82 km. A pontszennyeződést a területen a kommunális és ipari szennyvizek bevezetése okozza. A területre jellemző az intenzív mezőgazdaság és az állattartás is. Így a pontszerű szennyezések mellett a diffúz szennyezés vizsgálatára is fókuszálni kell. [4.]

2.2 Telepített on-line monitoring állomások bemutatása

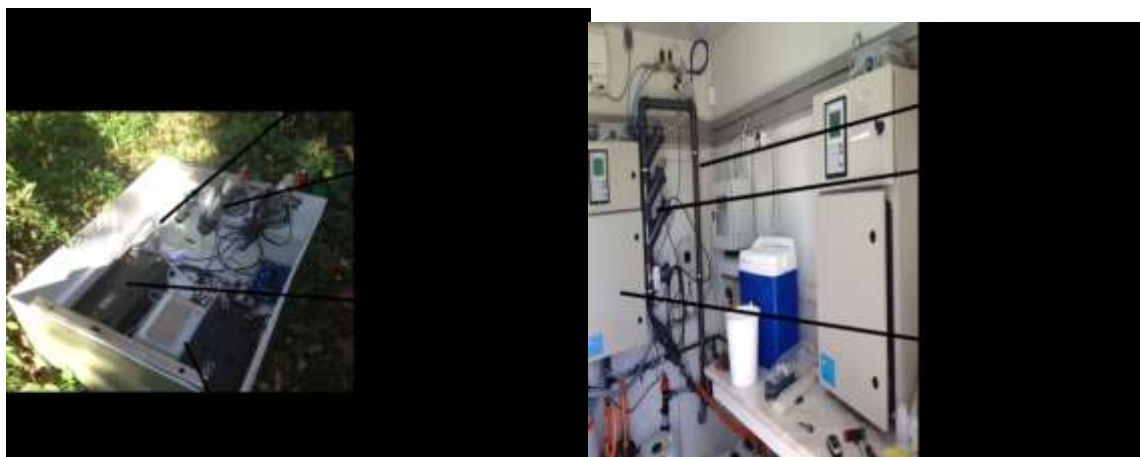
A Veszprémi-Séd középső szakaszára két vízminőséget ellenőrző on-line monitoring állomás került kihelyezésre. A folyamatos mérés során kiértékelt időszak 2013. augusztus 04 - október 11. A két rendszer több szempontból eltérő: telepítés helyszíne, méret, áramellátás, biztonság, mintavétel, mért fizikai-kémiai paraméterek (1. táblázat). Az 1 számú mérőállomás (2. ábra) a Veszprémi-Séd Veszprém városba belépő szakaszán, míg a 2 számú mérőállomás (2. ábra) a kilépő szakaszán került telepítésre (1. ábra).



1. ábra. A telepített mérőállomások elhelyezése

1. táblázat. Mobil Mérőállomások tulajdonságai

	Egyes számú mérőállomás	Kettes számú mérőállomás
Telepítés helyszíne	Veszprémi-Séd Veszprém városba belépő szakaszán vízmű belső védterületen	Veszprémi-Séd Veszprém városból kilépő szakaszán ipartelepen
Méret	85x85x85 cm befoglaló méretű erősített műanyagból készült monitoring állomás	2,4x2,4 m alapterületű magassága 2,5 m monitoring állomás
Szállítás	személygépkocsi	daruval ellátott teherautó
Áramellátás	2 db 12 voltos ólom akkumulátor	hálózati feszültség (220V)
Mért paraméterek	<ul style="list-style-type: none"> - pH [11.] - zavarosság [9.] - vezetőképesség [8.] - vízhőmérséklet [11.] - oldott oxigén koncentráció [10.] - poliaromás szénhidrogén koncentráció [17.] 	<ul style="list-style-type: none"> - pH [12.] - zavarosság [3.] - vezetőképesség [2.] - NH₄-N koncentráció [13.] - PO₄-P koncentráció [16.] - NO₃-N koncentráció [14.] - NO₂-N koncentráció [15.]
Mintavétel	15 percenként	óránként
Karbantartás	<ul style="list-style-type: none"> - akkumulátor csere (hetente) - szondák tisztítása 	<ul style="list-style-type: none"> - reagens csere, reagens vak, kalibrálás (2 hetente) - desztillált víz feltöltés(2 hetente) - minta elosztó edény, mintavételi csövek tisztítása



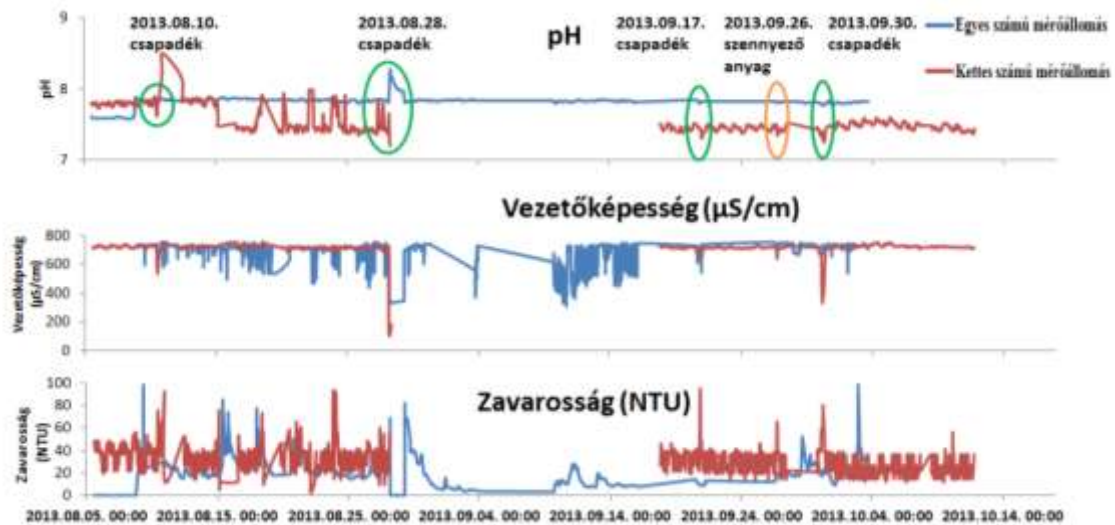
2. ábra. Az 1-es és a 2-es számú mobil mérőállomás felépítése

3. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSEK

3.1 On-line mérési eredmények

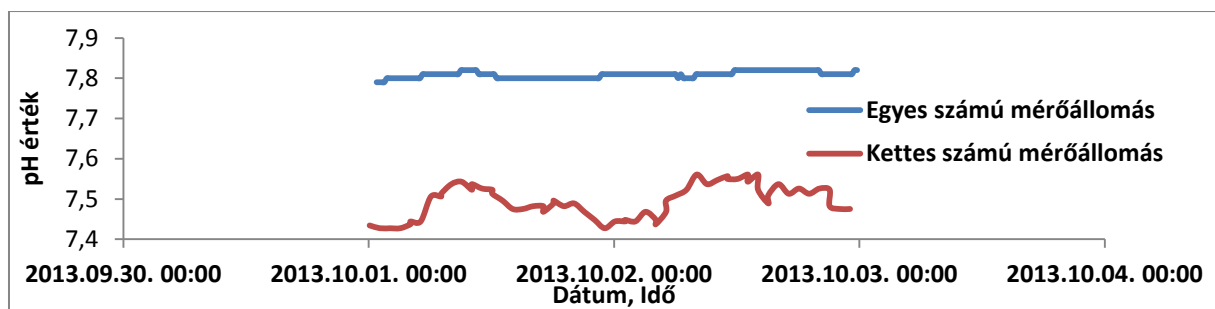
Az on-line mérésekből kapott eredmények alapján a kiértékelést 2013. augusztus 04-e és 2013. október 11-e között végeztük el. Minden mért paraméter esetében megfigyelhető egy tendencia, mely az adott komponens átlag értéke körül mutatkozik.

A fizikai paramétereket tekintve (3. ábra) pH értéke a Veszprémi-Séd vizsgált szakaszán 7,3-8 közötti. A vezetőképesség átlag értéke $720 \mu\text{S cm}^{-1}$, a zavarosság értéke 30 NTU-nál állapítható meg. Az alapvonalhoz viszonyított eltérések, kiugrások szennyeződésre, heves esőzésre vagy üzemzavarra utalnak. A kiértékelés egy részét képezi ezen csúcsok elemzése.



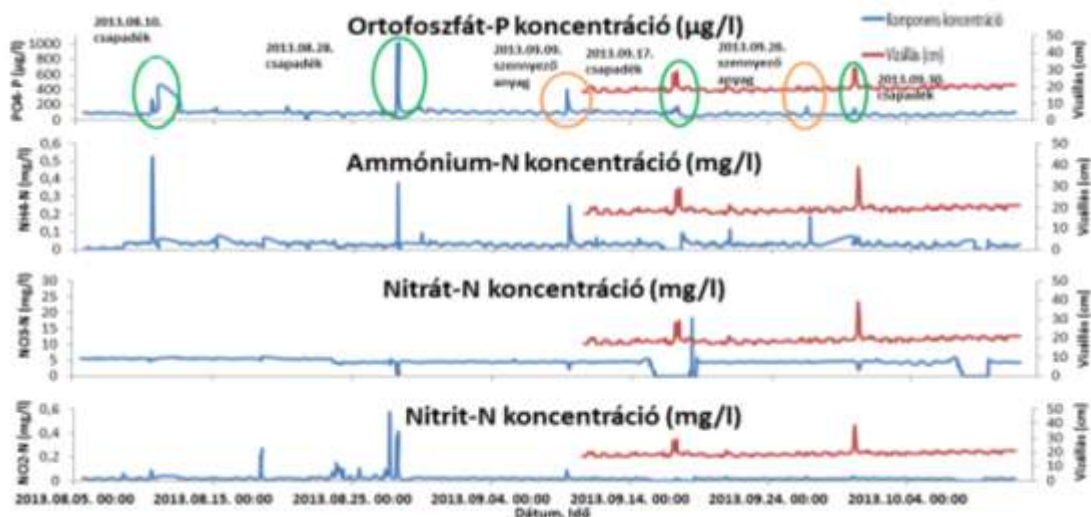
3.ábra. A vizsgált időszakban mért fizikai paraméterek eredményei

A mérőállomások elhelyezésének köszönhetően a mért pH értékekben változásokat lehetett detektálni a két mintavételi pont között. Az egyes számú mérőállomás átlag $0,4-0,5$ pH értékkel nagyobb pH értékeket mért (7,85), mint a kettes számú (7,45) állomás (4. ábra). A városon keresztül folyó Veszprémi-Sédhez több helyen karsztvíz hozzáfolyás található, mely okozhatja a pH érték csökkenését. A közutakról bemosódó esetleges savas szennyeződések, a csapadékvíz bevezetések és az ipar területek még hozzájárulhatnak a felszíni víz enyhe savasodásához.



4. ábra: A város hatása a pH értékre

A mért kémiai paraméterek (5. ábra) esetében is elmondható, hogy minden komponensnek van egy alapvonala, mely az átlagos koncentrációt mutatja. Az alapvonaltól való eltérésként megjelenő csúcsok szennyezőanyagra valamint csapadékos időjárásra utalhatnak. Az $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentráció esetében $90 \mu\text{g l}^{-1}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ esetében $0,03 \text{ mg l}^{-1}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ esetében $0,02 \text{ mg l}^{-1}$ és $\text{NO}_3\text{-N}$ esetében $4,5 \text{ mg l}^{-1}$ az átlag érték.

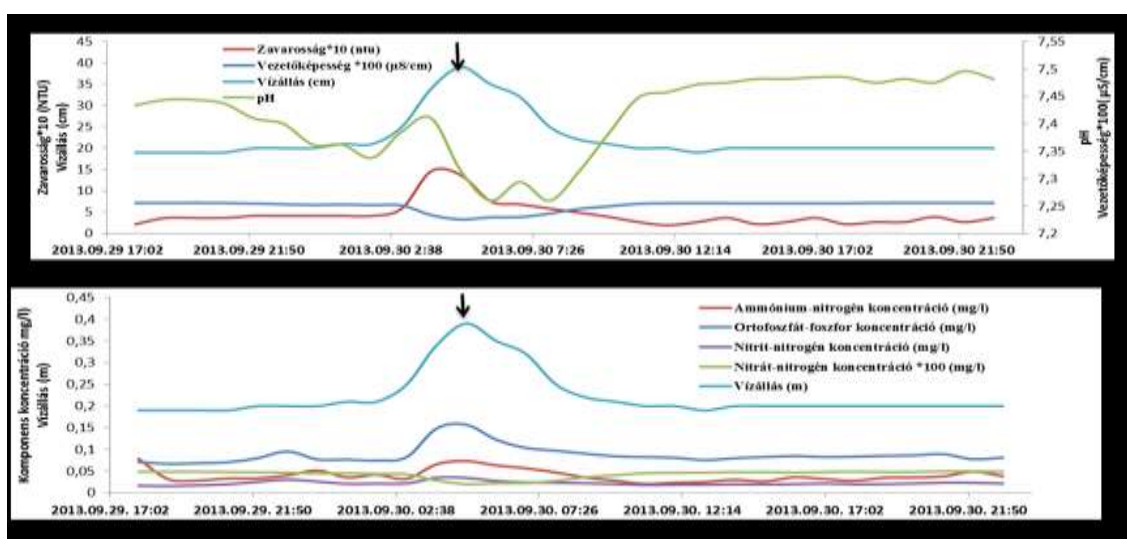


5. ábra. Kémiai paraméterek koncentrációjának alakulása a vizsgált időszakban

Minden kémiai paraméter esetében a kiugró értékek megfeleltethetők valamilyen eseménynek. Ha alaposan megfigyeljük az 3. és 5. ábrát akkor láthatjuk, hogy a csúcsok minden komponens esetében azonos időben jelentkeznek. Az értékelés során azonosítottam csapadékhullásból származó szennyezőanyag bemosódást és két esetben sikerült detektálni szennyező hullámot. Az eredmények értékelése során elmondható, hogy a pont mintavételezéssel (egy adott pillanatról rendelkezünk adattal) ilyen részletes információt nem kapunk a vízfolyás állapotáról. Az-on-line módszerek nagy előnye a folyamatosságukban rejlik, amelyet még ha csak egy rövidebb időintervallumban is üzemeltetjük, már akkor pontosabb képet kaphatunk a vízfolyás állapotáról így hatékonyabb intézkedéseket tudunk tenni a vízminőség-védelem tekintetében.

3.1.1 Csapadékból származó szennyezőanyag bemosódás

Az események azonosításához a kettős számú mérőállomás adatait használtam. Az események detektálását segítette, hogy minden csapadékos napot a vizsgált időszakban feljegyeztem. A vízállás adatokat a Belügyminisztérium Vízügyi Főigazgatóság vízügyi honlapján található adatbázisból töltöttem le. A Veszprémi-Séd vízállása átlagosan 20 cm. A jelölt időpontok (3.-5. ábra) közül a 2013. szeptember 30.-ai eseményt mutatom be.



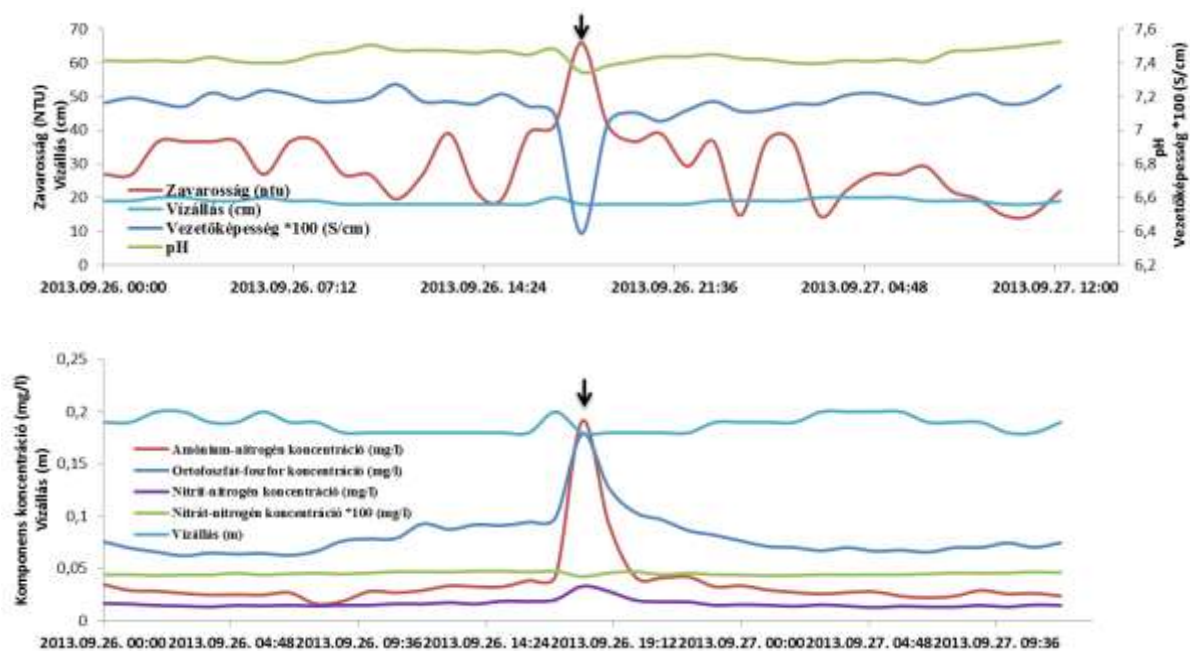
6. ábra. Csapadék hatása a fizikai-kémiai komponensekre

A vízállás emelkedésével közel egy időben kezdődött el a fizikai-kémiai paraméterek koncentrációjának a változása. A szennyező anyag bemosódás az eredmények alapján 04:00 és 06:00 között került detektálásra a koncentráció csúcs 05:00-kor jelent meg. A fizikai paramétereket tekintve (6. ábra) a zavarosság értéke emelkedett, majd pozitív csúcst (14,64 NTU) elérve csökkenni kezdett. A többi fizikai paraméter negatív csúcsként jelent meg. A lecsengés fázisában minden paraméter visszaállt az átlagértékére. A kémiai komponenseket tekintve (6. ábra) a vízállás emelkedésének hatására az $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-N}$ és $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentrációk növekedtek, míg a $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentráció negatív csúcsként jelent meg. A csapadék hullás során bemosódott szennyezőanyagok hatására mért kiugró fizikai-kémiai paraméterek értékei (pl. $\text{PO}_4\text{-P}$ $0,15 \text{ mg l}^{-1}$) a többlet vízmennyiség levonulása után visszaálltak az átlagérték (pl. $\text{PO}_4\text{-P}$ $0,05 \text{ mg l}^{-1}$) körüli tartományba.

3.1.2 Szennyező anyag detektálása

A szennyező hullámként azokat az eseményeket azonosítottam, mikor a vízszint emelkedés nem támasztja alá a komponensek átlagértéküktől való eltérését. Míg a csapadék hullás következtében a Veszprémi-Séd vízállás átlag értékének kétszeresére nőtt, addig a szennyező hullámok azonosításának időpontjában nincs jelentős emelkedés.

Az azonosított időpontok közül 2013.szeptember 26.-án történt eseményen mutatom be a szennyező hullám hatását a Veszprémi-Sédre. A szennyezés 17:00 és 19:00 között volt azonosítható, mely 18:00-ra érte el a csúcst. A fizikai paramétereket nézve (7. ábra) a zavarosság átlag értékének több mint a kétszeresére (60 NTU) emelkedik. A vezetőképesség jelentősen csökken, $700 \mu\text{S cm}^{-1}$ -ről $640 \mu\text{S cm}^{-1}$ -re. A pH egy tizeddel csökken (7,3) az előző értékeihez képest.

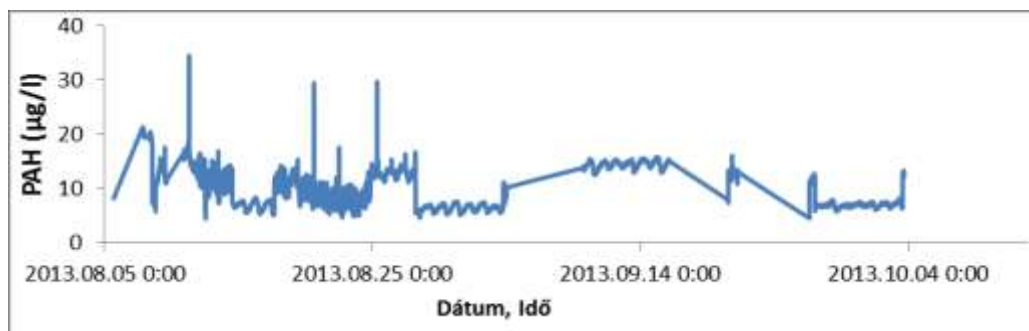


7. ábra: Szennyező hullám hatása a fizikai-kémiai komponensekre

A kémiai komponenseket tekintve (7. ábra) az $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentráció alapvonalához képest négyszeresére emelkedett ($0,19 \text{ mg l}^{-1}$). Az $\text{PO}_4\text{-P}$ és a $\text{NO}_2\text{-N}$ koncentráció ($0,18$; $0,03 \text{ mg l}^{-1}$) is jelentős emelkedést mutatott. A $\text{NO}_3\text{-N}$ negatív csúcsként ($0,04 \text{ mg l}^{-1}$) jelentkezett, de ez a komponens reagált a legkevésbé a változásra.

3.1.3 Poliaromás szénhidrogén koncentráció mérése

Az egyes számú mérőállomásnál elhelyezett PAH szonda (TRIOS) negyedóránként vett mintából mért eredményei (8. ábra) alapján poliaromás szennyező hullámot nem lett detektálva a vizsgált időszakban. A poliaromás szénhidrogén alapvonala 6-7 $\mu\text{g l}^{-1}$ és 13-15 $\mu\text{g l}^{-1}$ koncentrációknál helyezkedik el. Az alapvonaltól jelentősen eltérő értékek (35 $\mu\text{g l}^{-1}$) mérési hibának tudhatók be.



8. ábra: PAH koncentráció alakulása a vizsgált időszakban

3.2 Laboratóriumi mérési eredmények értékelése

A vizsgált időszakban 13 alkalommal vettem pontmintát a két mérőállomás helyszínéről. A mintákat minden esetben a mérőállomás mintavételezésével egy időpontban vettem, szabvány szerint (MSZ ISO 5667-1:2007) [6]. A mintákat az MSZ EN ISO 5667-3:2004 [7] előírásainak megfelelően hűtve szállítottam és még a mintavétel napján elemeztem. A 2. táblázat mutatja a mérésekhez használt eszközök típusait.

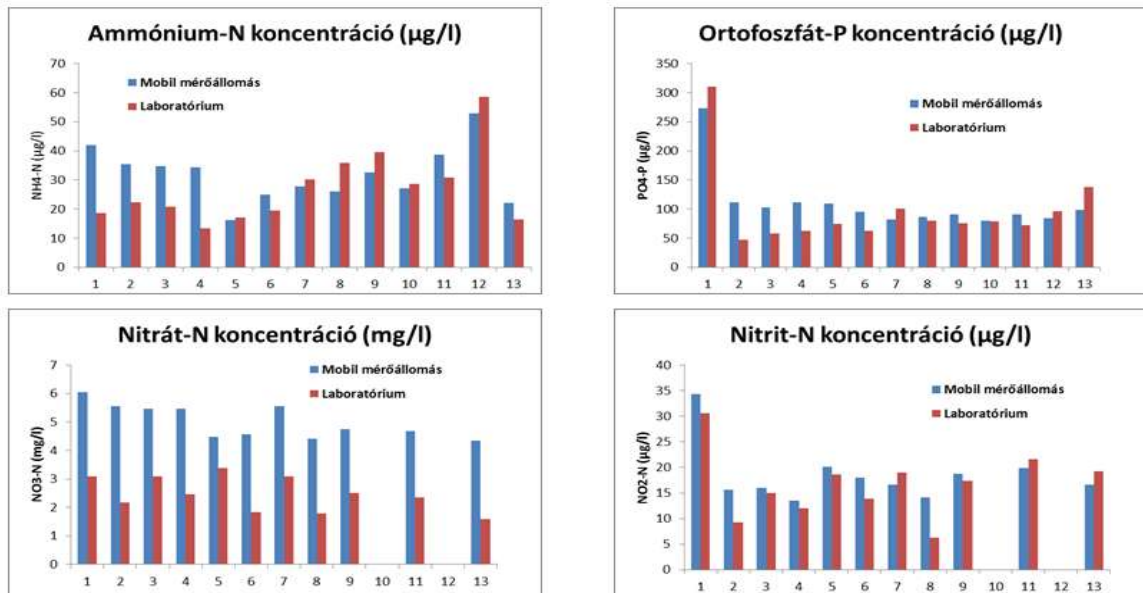
1. táblázat: Vizsgált komponensek mérési eszközei

Mért komponens	Egyes számú mérőállomás	Kettes számú mérőállomás	Laboratórium
pH	NOETEK-PONSEL, PHEHT	SENTEK PI11	Consort C902
Vezetőképesség	NOETEK-PONSEL C4E	Endress+Hauser InduMaxP CLS 50	Consort C902
Zavarosság	NOETEK-PONSEL NTU sensor	Endress+Hauser TurbiMax W CUS41/CUS41-W	-
PO ₄ -P	-	μ MAC C	Lovibond PC Spectro
NH ₄ -N			
NO ₃ -N			
NO ₂ -N			
PAH	Trios, eviroFlu-HC	-	-

A laboratóriumban mért eredményeket összehasonlítottam a 2-es mérőállomás kémiai analizátorainak eredményeivel. (9. ábra). Tendenciák minden komponens esetében mind a két mérési módszernél (on-line és laboratóriumi) megfigyelhetők. Látható, hogy a mérőállomás kiugró eredményeihez (pl.: 250 $\mu\text{g l}^{-1}$ PO₄-P) kiugró laboratóriumi eredmények tartoznak (pl.: 310 $\mu\text{g l}^{-1}$ PO₄-P). A NO₃-N koncentrációkban a laboratóriumi és a mérőállomás eredményei között jelentős különbséget tapasztaltam. A laboratóriumban kapott eredmények a mérőállomás eredményeinek

körülbelül a fele. Előzetes vizsgálatok alapján, a mérőállomáson üzemeltetett analizátor nagyobb koncentrációt mért, mint a tényleges koncentráció.

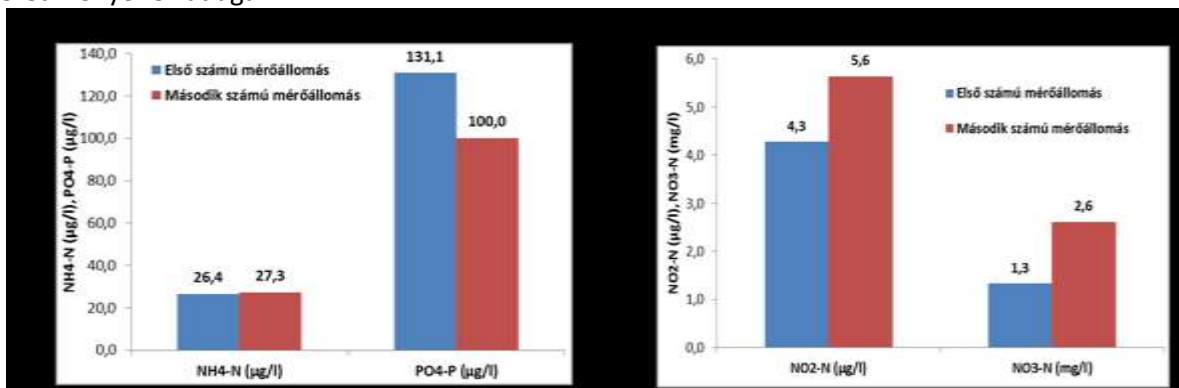
A szignifikáns különbség konkrét okát az idő rövidsége miatt még nem sikerült kideríteni. A hiba feltárása érdekében a jövőben további méréseket kell végezni.



9. ábra: A kettes számú mérőállomás és a laboratóriumi eredmények összehasonlítása

3.2.1 Veszprém város hatása a Veszprémi-Sédre

A két ponton vett vízminták laboratóriumi elemzésének köszönhetően sikerült kimutatni Veszprém város hatását a Veszprémi-Sédre. A diagramokon feltüntetett értékek az adott komponens 13 mérési eredményének átlaga.



10. ábra: Veszprém város hatása a Veszprémi-Séd vizsgált szakaszára

A 10. ábrán láthatjuk, hogy jelentős NH₄-N koncentráció változás (26,4-27,3 mg l⁻¹) nem történt a város két pontja között. A NH₄-N koncentráció ugrásszerű változása szennyező hullám illetve csapadék esetén jelentkezik. A PO₄-P értékeknél a koncentráció csökkenés (131-100 µg l⁻¹) a város kivezető szakaszán szembeűnő. A városba vezető szakaszon a Veszprémi-Séd mezőgazdasági területek, háztáji kertészetek mellett folyik. A mért érték csökkenésének fő oka, hogy Veszprém város belterületén több ponton is tiszta karsztvíz folyik a Veszprémi-Sédbe a szennyezés így jelentősen meghígul.

A NO₃-N és NO₂-N koncentrációk (10. ábra) esetében egyértelmű növekedés figyelhető meg (1,3-2,6 mg l⁻¹; 4,3-5,6 mg l⁻¹). A növekedés oka lehet a befolyó karsztvíz viszonylag nagy nitrát tartalma. A vízfolyás Veszprém belterületén háztáji kertészetek mellett folyik. A városon belül a csapadék

elvezető csatornák vízhozama, az állatkert csatornája és az utakról történő bemosódás is hozzájárul a koncentrációk emelkedéséhez.

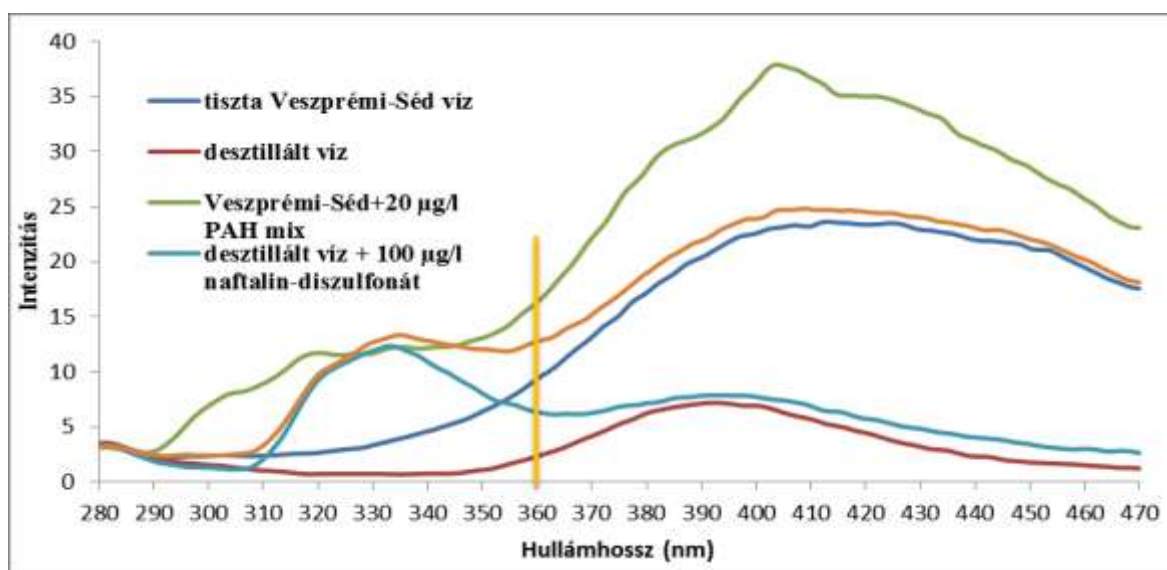
3.2.2 Poliaromás szénhidrogén koncentráció mérése

Az összemérés célja kettős volt teszteltem az EnviroFlu mérési eredményeinek megbízhatóságát. Továbbá szerettem volna kideríteni, hogy a szonda detektál-e más fluoreszcens tulajdonsággal bíró nem poliaromás szénhidrogén vegyületet. A pontosság ellenőrzéséhez addíciós módszert használtam „Supelco (Sigma-Aldrich): EPA TCL PolynuclearHydrocarbons Mix” kevert vegyszert. A szonda mérési eredményeinek ellenőrzésére zavaró hatásként naftalin-diszulfonátot mint tesztvegyületet használtam. Az oldatokat (PAH keverék nélküli Veszprémi-Séd, Veszprémi-Séd és $20\mu\text{g l}^{-1}$ PAH keverék oldata, naftalin-diszulfonát nélküli Veszprémi-Séd, Veszprémi-Séd és $100\mu\text{g l}^{-1}$ naftalin-diszulfonát oldata) megmértem a szondával és emissziós spektrumokat vettem fel. A laboratóriumi ellenőrző méréseket (MSZ 1484-6) [5] az ELGOSCAR 2000 laboratórium végezte el.

2. táblázat: A laboratórium és a szonda mérési eredményeinek összehasonlítása

			Különbség	
	EnviroFlu ($\mu\text{g/l}$)	Laboratórium ($\mu\text{g/l}$)	EnviroFlu ($\mu\text{g/l}$)	Laboratórium ($\mu\text{g/l}$)
Veszprémi-Séd	13,01	0,13	-	-
Veszprémi-Séd + $20\mu\text{g/l}$ PAH mix	25,27	13,7	12,26	13,57
Veszprémi-Séd + $100\mu\text{g/l}$ naftalin-diszulfonát	21,03	0,15	8,02	0,02

A laboratóriumi és a szonda eredményeit összehasonlítva először jelentős különbséget láthatunk (3. táblázat). Ha a kapott értékekből levonjuk az alapértéknek tekinthető Veszprémi-Séd értékeit, akkor hasonló eredményeket kapunk. Az így kapott eredmények megbízhatóságát a Perkin Elmer LS50B típusú fluoriméterrel felvett spektrumok (11. ábra) is alátámasztják [1]. A EnviroFlu szonda 360 nm-en detektálja a fluoreszcens fényt. A görbét 360 nm-nél tekintve láthatjuk, hogy a Veszprémi-Séd görbe és a mesterségesen szennyezett görbék közti intenzitás különbségek aránya megfelel a koncentráció különbségeknek. A laboratóriumi és szonda közti jelentős különbséget az adja, hogy a szonda valamennyi vegyületet érzékeli, amely az adott hullámhossznál gerjesztve fluoreszcenciát mutat. Ezt bizonyítja a jelentős alapkonzentráció különbséget, vagyis a szonda naftalin-diszulfonátra is jelet ad.



11. ábra: Fluoriméterrel felvett emissziós spektrumok

3.3. Víz Keretirányelv szerinti minősítés

A Veszprémi-Séd középső a VGT alapján a 3. típusba (hegyvidéki, meszes-durva mederanyagú, közepes vízgyűjtőjű vízfolyás) tartozik [18.]. A VKI alapján [19.] a vizsgált időszakra havi bontásban elkészítettem a vízminősítést. Az oldott oxigén és oxigén telítettség értékekhez az 1-es számú mérőállomás eredményeit, a többi komponenshez a 2-es számú mobil mérőállomás eredményeit használtam fel.

Havi komponens átlagokat számoltam (4. táblázat) és komponensenként ötfokozatú skálán osztályoztam majd osztályátlagokat képeztem és az osztályátlagok minimumát véve elvégeztem a minősítést minden hónapra (5. táblázat).

3. táblázat: Havi komponens átlagok

Komponensek	Augusztus	Szeptember	Október
pH	7,64	7,45	7,43
Vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	711,22	707,16	720,74
Oxigén telítettség (%)	84,15	93,4	77,32
Oldott oxigén (mg/l)	9,39	10,28	8,73
NH ₄ -N (mg/l)	0,033	0,031	0,026
NO ₂ -N (mg/l)	0,031	0,017	0,015
NO ₃ -N (mg/l)	5,12	4,02	4,14
PO ₄ -P ($\mu\text{g}/\text{l}$)	113,79	96,58	92,04

4. táblázat: VKI szerinti minősítés

	Augusztus	Szeptember	Október
Osztályátlagok minimuma	2,5	3	3
Minősítés	nem érte el a jó állapotot	nem érte el a jó állapotot	nem érte el a jó állapotot

Összefoglalva megállapítható, hogy a Veszprémi-Séd vizsgált szakasza a vizsgált időtartamban nem érte el a jó állapotot egyik hónapban sem.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az on-line mérési módszerek előnye, hogy folyamatosan nyomon követhető a vizsgált vízfolyás minősége. Az on-line műszerekkel olyan események is azonosíthatóak, melyeket pontminta vételezéssel nem lehetne detektálni (pl.: napi ingadozások, szennyező hullám extrém időpontban).

Az on-line módszerek nagy előnye még a távvezérelhetőség, így a karbantartáson kívül nem igényel személyi jelenlétet. Az on-line mérések esetében a cél a minél kompaktabb, kisebb helyigényű, költséghatékonyabb mérőállomások kialakítása. A 2-es számú mérőállomás hátránya az 1-es számú mérőállomással szemben a jelentős vegyszer, desztillált víz és a karbantartási idő ráfordítás.

A mérőállomások a tendenciákat mutatják, eredményeik a labormérésekkel azonos nagyságrendűek, de a pontosságban nem vetélkedhet egy akkreditált laboratóriummal szemben. Az on-line mérések célja a szennyező hullámok és a kiugró értékek detektálása, de az eredmények pontosságának javítása érdekében további laboratóriumi ellenőrző mérések elvégzésére lenne szükség.

A Vízgyűjtő Gazdálkodási Tervben a Veszprémi-Séd középső szakaszára vonatkozó kémiai paraméterek hiányoznak.

A dolgozatomban feltüntetett eredmények segítséget nyújthatnak az intézkedési tervek megfogalmazásához.

A projekt a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap támogatásával BAROSS_KD07_INFRA_07-2008-0006 valósult meg.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP-4.1.1. C-12/1/KONV-2012-0015 valósult meg.

Irodalomjegyzék

- [1]: Dr. Kristóf János: Kémiai analízis II. (Nagyműszeres analízis). VE 13/2000. Veszprém, Pannon Egyetemi Kiadó. 2000.
- [2]: Endress+Hauser Conductivity Sensor InduMaxP CLS 50 Technical Information
- [3]: Endress+Hauser Solids Content Sensor Turbimax W CUS 41/CUS 41-W
- [4]: Jelentős vízgazdálkodási kérdések; 1-13 Észak-mezőföld és Keleti-Bakony tervezési alegység, Közép-dunántúli és Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság, 2007. november, Székesfehérvár
- [5] MSZ 1484-6 ~Vízvizsgálat. Policiklusos aromás szénhidrogének meghatározása gázkromatográfiás - tömegspektrometriás módszerrel
- [6]: MSZ ISO 5667-1:2007 „Vízminőség. Mintavétel. 1. rész. Útmutató a mintavételi programok és mintavételi technikák tervezéséhez”
- [7]: MSZ EN ISO 5667-3:2004 „Vízminőség. Mintavétel 3. rész: Vízminták tartósításának és kezelésének irányelvei”
- [8]:NOETEK-PONSEL Digital sensorC4E: Conductivity/Salinity Datasheet
- [9]:NOETEK-PONSEL Digital sensorNephelometricTurbidity Datasheet
- [10]:NOETEK-PONSEL Digital sensor ODOT: Optical Dissolved Oxigen Datasheet
- [11]: NOETEK-PONSEL Digital sensor PHEHT: pH, Redox, Temperature Datasheet
- [12]: SENTEK PI 11
- [13]: SYSTEAMmonia in water 0-0,4 ppm N-NH₃ (LFA-NH₃-05 rev.1 common.609)
- [14]: SYSTEANitrate in water DTPA UV reduction 0-100 mg/l N-NO₃+N-NO₂ (LFA-NO₃DTPA-02 rev.1 comm.896)
- [15]: SYSTEANitrite in water and seawater 0-5 ppm N-NO₂ (LFA-NO₂-01 rev2.comm. 896)
- [16]:SYSTEAM Orthophosphate in water and seawater 0-20 ppmP (LFA-PO₄-02 rev.1 comm.896)
- [17]: Trios Optical Sensors enviroFlu-HC manual
- [18]:Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv a Duna-vízgyűjtő magyarországi részére, Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, 2009.december
- [19]:Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv a Duna-vízgyűjtő magyarországi részére, Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, 2009.december 1. melléklet

