

36. OTDK MŰSZAKI TUDOMÁNYI SZEKCIÓ

A VÍZMINŐSÉG ÉS A VÍZHOZAM KAPCSOLATA A FÜZES-PATAK PÉLDÁJÁN

Szerző:

Nagy Magdolna

Környezetmérnök BSc. szak, III. évf.

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és

Környezetmérnöki Kar

Konzulens:

Bodáné dr. Kendrovics Rita

egyetemi docens

Budapest, 2022

Tartalomjegyzék

1 BEVEZETÉS.....	1
2 A FÜZES-PATAK ÉS VÍZGYŰJTŐJÉNEK BEMUTATÁSA.....	2
2.1 A Füzés-patak bemutatása.....	2
2.2 Területhasználat a Füzés-patak környezetében.....	2
3 VÍZMINŐSÉG-SZABÁLYOZÁS.....	4
3.1 Vízminőség-szabályozás.....	4
3.2 Állapotértékelés.....	4
3.3 Víz Keretirányelv (VKI) és állapotértékelés.....	5
3.3.1 Vízminőségi állapotértékelés.....	6
3.3.2 A Füzés-patak a VKI tükrében.....	8
3.4 Szennyezésszabályozás.....	10
3.4.1 A szennyezések fajtái.....	10
3.4.2 Határértékek.....	11
3.5 A felszíni vizek terhelhetősége.....	12
4 A PÁTYI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ BEMUTATÁSA.....	15
4.1 Alkalmazott technológia.....	15
4.2 A szennyvíztisztítás során alkalmazott határértékek.....	16
5 SAJÁT MÉRÉSEK, SZÁMÍTÁSOK.....	18
5.1 Mintavételezés.....	18
5.2 Mérési eredmények.....	19
5.2.1 Nitrogénformák értékelése.....	21
5.2.2 Foszforformák értékelése.....	23
5.2.3 A mangán értékelése.....	24
5.2.4 Az oldott oxigén értékelése.....	24
5.2.5 A KOI és BOI értékelése.....	26
5.2.6 A pH és a fajlagos vezetőképesség értékelése.....	27
5.2.7 A kapott eredmények összegzése.....	28
5.3 A Füzés-patak vízhozamának számítása.....	30
5.4 A kibocsátott szennyvíz jellemzése.....	34
5.5 Terhelhetőség.....	37
6 ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK.....	40
6.1 Elvégzett munka.....	40
6.2 Elvégzett számítások.....	41
6.2.1 A Füzés-patak átlagos vízhozama a telep felett.....	41
6.2.2 A kibocsátott szennyvíz jellemzése.....	42
6.2.3 A terhelhetőség.....	43

6.3 Következtetések.....	43
6.4 Ismert hiányosságok, további tennivalók.....	44
7 FELHASZNÁLT IRODALOM.....	46
8 ÁBRAJEGYZÉK.....	48
9 TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	49
10 MELLÉKLETEK.....	50
10.1 A Füzös-patak környezete [21].....	50
10.2 A Füzös-patak MSZ 12749:1993 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján).....	52
10.3 A Füzös-patak VGT1 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján).....	53
10.4 A VGT1 szerinti állapotértékelés osztályhatárai (8-as víztípus, éves átlagértékekre) [1].....	54
10.5 A Benta- és a Füzös-patak VGT3 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján).....	55
10.6 A VGT3 szerinti állapotértékelés osztályhatárai (3-as víztípus, éves átlagértékekre) [8].....	56

1 BEVEZETÉS

A kisvízfolyás ökológiai szerepe sokrétű: levezeti a vízgyűjtő területéről a lehullott csapadékvizet és a talajvizet, élőhelyet jelent számtalan, a vizes élőhelyet preferáló növény- és állatfajnak, befogadja a tisztított kommunális és ipari szennyvizet, de számos egyéb vízhasznosítást is biztosít.

A kisvízfolyások szoros kapcsolatban vannak a környezetükkel, ezért a talaj és a levegő szennyeződései közvetetten, a tisztított szennyvíz pedig közvetlenül szennyezi azokat. Nagyon fontos szemmel tartani minőségüket, mert egy rossz ökológiai állapotú kisvízfolyás például nem lesz képes megfelelő vizes élőhelyként funkcionálni, így a hatások messzire gyűrűzhetnek.

A dolgozat egy kisvízfolyást, a Füzes-patakot mutat be, amelynek állapota hosszú ideje aggasztja a környék lakosságát: gyakran panaszkodnak erős szaghatásra és habzásra, ezekért a pátyi szennyvíztisztító telepet – amelynek a befogadója a patak – teszik felelőssé. A lakossági bejelentések hatására számtalan ellenőrzést tartottak már a hatóságok a telepen, de eddig nem találtak kirívó szabálytalanságot. A megszabott határértékek betartását támasztják alá az önellenőrzési jegyzőkönyvek is.

A dolgozat igyekszik felderíteni ennek a látszólagos ellentmondásnak az okait a vízminőségi állapotértékelés, valamint a vízhozamra és a terhelhetőségre vonatkozó számítások segítségével.

2 A FÜZES-PATAK ÉS VÍZGYŰJTŐJÉNEK BEMUTATÁSA

2.1 A Fűzes-patak bemutatása

A Fűzes-patak Pátytól északra ered, majd Pátyon és Biatorbágyon keresztül folyva a Benta-patakba torkollik. A Benta-patak később a Dunába ömlik.

Útja során néhány forrás, mellékág táplálja. A források közül a legjelentősebb a Madár-forrás, ami tulajdonképpen egy forrás-csoport. A forrás vize egy nyitott medren keresztülhaladva Biatorbágyon, a Viadukt környékén találkozik a Fűzes-patakkal.

A Fűzes-patak hossza kb. 10 km, vízgyűjtőjének területe 33,83 km². [1] A Fűzes-patak környezetét szemlélteti az 10.1 melléklet.

A lélekszám növekedésének következtében Pátyon és Biatorbágyon is egyre nő a lebetonozott területek nagysága, ezért az utóbbi időben megnövekedett a talajba nem beszivárgó – közcsatornán elvezetett – csapadékvíz mennyisége, így a csapadékvíz befogadója is jórészt a pátyi szennyvíztisztító telepen keresztül a patak lett. Ennek következtében esős időben a patak vízhozama jelentősen megnő, ilyen módon már nem érvényesül a talaj pufferhatása.

A Fűzes-patak a pátyi, a Benta-patak pedig a biatorbágyi szennyvíztisztító telep befogadója. A Fűzes-patakon, közvetlenül a Benta-csatlakozás (és a biatorbágyi szennyvíztisztító kifolyója) fölött található a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság 120737 számú állomása.

2.2 Területhasználat a Fűzes-patak környezetében

A Budapesthez való közelség a térség folyamatosan fejlődését eredményezi. Az agglomerációs települések népszerűek a Budapestről elköltözni vágyók számára. A legtöbb település lakossága nagyjából megduplázódott az elmúlt 30 évben, ahogy azt a 1. táblázat is mutatja Páty és Biatorbágy esetében:

1. táblázat: Páty és Biatorbágy lakosságának változása 1990-2019 között [2]

Év	1990	2001	2011	2019
Páty lakossága (fő)	4006	5264	7009	7925
Biatorbágy lakossága (fő)	7176	8293	12484	13692

A lakosság számának növekedése a beépíthetőség növelésével jár, ami többek között a talajba jutó víz (és ennek következtében a felszíni vizek) mennyiségi és minőségi változását

eredményezi: a meredekebb területeken a – talajba beszivárogni nem képes – hirtelen eltűnő víz, a laposabb területeken pedig a – meredekebb területekről lezúduló – hirtelen felgyűlő víz okoz súlyos problémákat.

A megnövekedett számú lakosság a közművekre nézve is jelentős többletterhelést jelent, a szennyvíztisztító telepek esetében például a hidrológiai terhelés növekedése jelent kihívást. A klímaváltozás középtávú hatásaként jelentkező, hirtelen lezúduló és nagy mennyiségű csapadék, valamint a beépítések következtében a talaj által el nem vezetett és a növények által vissza nem tartott csapadék a – jogszabályi tiltás ellenére a – közcsatorna-hálózatba kerülve mind-mind olyan lökésszerű többletterhelést jelent, amire a szennyvíztisztító telepeket nem méretezték. [3]

A többletterhelés következtében nemegyszer előfordul, hogy a telepre beérkező szennyvíz az optimálisnál kevesebb időt tölt a telepen és emiatt a befogadóba engedés előtt a szennyvízben a lebontási folyamatok csak részben mennek végbe. Ez a felszíni vizek szempontjából még akkor sem ideális, ha a kifolyó víz egyébként megfelel a határértékeknek. A problémát az illegális bekötések felderítésével és megszüntetésével, valamint záportározók kiépítésével lehetne megoldani. [3]

A Füzes-patak két településen – Pátyon és Biatorbágyon – folyik keresztül, mielőtt a befogadóba torkollik. A Páty fölötti szakaszon, valamint Páty és Biatorbágy között is szántóföldek veszik körül, csak a Biatorbágy alatt szakaszon jellemző némi erdő és vegyes mezőgazdasági terület. Állattartó telep nem található a patak környezetében.

A vizsgált területen nem működik olyan ipari vagy egyéb létesítmény, illetve bánya, amely a vízkivétele miatt befolyásolná a patak vízminőségét vagy vízhozamát. Tisztított szennyvíz csak a pátyi szennyvíztisztító telepről kerül a patakba, a környező ipari parkok is ide vannak bekötve. A 6500 LE kapacitású üzem jelentős hatást gyakorol a patakra.

A mezőgazdasági területhasználat fokozott foszfor- és nitrogénterhelést jelent a felszíni vizekre nézve, így a Füzes-patakra is. A patak közvetlen környezete nitrátérzékeny terület, a fajlagos diffúz nitrogén- és foszforterheléseket 1100-1500 g/ha/év, illetve 500-700 g/ha/év. [4]

3 VÍZMINŐSÉG-SZABÁLYOZÁS

3.1 Vízminőség-szabályozás

A vízminőség-szabályozás (vízminőség-védelem) célja és feladata, hogy műszaki, gazdasági és jogi eszközök segítségével, valamint az emberi tevékenységekkel és a természeti tényezőkkel összeegyeztethető módon biztosítsa a vízszükségletek megkívánt minőségi szintjének kielégítését. [5]

Ebből az általános megfogalmazásból is látszik, hogy a feladat összetett, hiszen egyrészt meg kell állítani a víz állapotának további romlását, másrészt szükséges lehet a víz minőségének javítása. A további állapotromlás a romlást előidéző tevékenységet korlátozásával előzhető meg, ennek a következménye a szennyezések mennyiségének csökkenése és ezen keresztül a minőségének javítása. A vízminőség javítása a megfelelő tisztítási technológiák alkalmazásával is elérhető.

3.2 Állapotértékelés

A szakirodalmi meghatározás alapján a víz tulajdonságainak összessége a vízminőség. [6] Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy nincs egy olyan kiemelt tulajdonság, amely önmagában alkalmas lenne a víz minőségének a meghatározására, hanem mindig több paraméter együttesen jellemzi a vizet. A vízminősítés során először a paraméterek kvalitatív és kvantitatív meghatározására van szükség és ezután lehetséges a kapott eredményeket a kívánt vízminőséget jellemző értékekkel összehasonlítani.

Magyarországon Felföldy Lajos definiálta először a biológiai vízminőség fogalmát és a nevéhez kötődik az első biológiai vízminősítési rendszer is. Azóta, több változás után, 1994-ben került bevezetésre az MSZ 12749:1993 (Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés) jelű szabvány, amely 5 vízminőségi jellemzőt (oxigénháztartás jellemzői, tápanyagháztartás jellemzői, mikrobiológiai jellemzők, mikroszennyezők és a toxicitás jellemzői, egyéb jellemzők) és 5 vízminőségi osztályt (kiváló, jó, tűrhető, szennyezett és erősen szennyezett víz) definiál, ezen kívül összefoglalja a monitoring rendszerben vizsgálandó paraméterek körét, a vizsgálati gyakoriságot, a mérési módszereket és a minősítés elveit. Fontos hangsúlyozni, hogy az említett szabvány kizárólag a felszíni vizekre vonatkozik.

A legszigorúbb feltételeknek az ivóvíz céljára használt víznek kell megfelelni, ami nem meglepő: az ivóvízben nem lehet semmiféle olyan szennyeződés, ami károsan hat az emberi egészségre akár rövid-, akár hosszútávon. Az a víz, ami emberi fogyasztásra nem alkalmas, még alkalmas lehet az állatok vagy a növények számára a mezőgazdaságban, vagy - ha még ennél is rosszabb minőségű, - a gyárakban technológiai vízként.

Ebből adódik, hogy vízszennyezőnek tekinthető minden anyag, amely a víz felhasználását egy adott, specifikus célra ellehetetleníti és vízszennyezésnek minősül minden hatás, amely a vizek minőségét olyan mértékben és irányban változtatja meg, hogy a víz kevésbé vagy semennyire sem lesz megfelelő a benne zajló természetes folyamatok számára vagy emberi használatra. [6]

A vízminőség nem állandó, a természetes vizek esetében számtalan külső és belső tényező befolyásolja. A külső tényezők közül a legfontosabbak a szennyezések, ugyanis a víztestbe jutva rövid időn belül jelentősen befolyásolhatják a paraméterek értékeit, esetenként visszafordíthatatlan vagy nehezen visszafordítható károkat (például halpusztulást) okozva. Szintén külső tényező az időjárás, amely a csapadékmennyiségen és a hőmérsékleten keresztül van hatással a vízminőségre és a vízben lejátszódó biokémiai folyamatokra. Ezek a biokémiai folyamatok tekinthetők belső tényezőknek, hiszen hatásukra szintén változik a víz minősége. Ugyan a szennyezések és az időjárás is külső tényező a vízminőség szempontjából, de nagyon fontos különbség közöttük az, hogy a szennyezésekre lehet ráhatásunk, de az időjárásra – legalábbis közvetlenül – nem.

A fentiek tükrében a vízminőséget általában egy adott időpontban tudjuk meghatározni. Ha mérések sorozatát végezzük el, akkor mélyebb összefüggéseket, tendenciákat, következtetéseket is le tudunk vonni a kapott eredményekből. [6][7]

3.3 Víz Keretirányelv (VKI) és állapotértékelés

A víz nélkülözhetetlen az élethez, de korlátos erőforrás. Azért, hogy a jelenleg és a jövőben felmerülő igényeket ki lehessen elégíteni, meg kell óvni a felszíni és a felszín alatti vizek állapotát és bizonyos esetekben, lépéseket kell tenni azért, hogy az állapotuk javuljon. [1]

Az Európai Unió az elmúlt évtizedekben számos olyan irányelvet dolgozott ki, amely a környezet – és ezen belül a vízi környezet – védelmére vonatkozott. A vízi környezet szempontjából a legfontosabb ilyen irányelv a 2000-ben hatályba lépett 2000/60/EK Víz Keretirányelv (VKI), amelynek célja, hogy a vizek 2015-re „jó állapotba” kerüljenek:

magában foglalja a vízminőségvédelem és a fenntartható vízhasználatok alapelveit és jogi keretet ad a szárazföldi felszíni és felszín alatti vizek, az átmeneti vizek, a parti tengervizek védelméhez. A „jó állapot” egyaránt jelenti a víz tisztaságát, a vízhez kötődő élőhelyek minél zavartalanabb állapotát és a megfelelő vízmennyiséget is. [1]

Mivel az Európai Unió irányelvei az elérendő célok tekintetében – a megvalósítás módszerei és eszközei megválasztásának szabadságának meghagyása mellett – kötelezik a tagállamokat, ezért ez a dokumentum stratégiai jelentőségű a magyar vízgazdálkodás szempontjából. [1]

A Víz Keretirányelv általános célkitűzései a következők:

- a vizekkel kapcsolatban lévő élőhelyek védelme, állapotuk javítása,
- a fenntartható vízhasználat elősegítése a hasznosítható vízkészletek hosszú távú védelmével,
- a vízminőség javítása a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésével,
- a felszín alatti vizek szennyezésének fokozatos csökkentése, és további szennyezésük megakadályozása,
- az árvizeknek és aszályoknak a vizek állapotára gyakorolt kedvezőtlen hatásainak mérséklése. [1]

A célok eléréséhez szükséges információkat és intézkedéseket a vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT) tartalmazza. Az első vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT1) 2010-ben készült el. A VKI előírásai szerint a terveket 6 évente felül kell vizsgálni. Ennek megfelelően a VGT2 2015-ben, a jelenleg érvényes VGT3 pedig 2021 végére készült el. A VGT3-at a Kormány a 1242/2022. (IV. 28.) számú határozatával hirdette ki, a 2021-2027 közötti időszakra vonatkozó intézkedési programot határozza meg. [8]

A VGT elsősorban azoknak a szabályozásoknak és programoknak az összefoglalása, amelyek biztosítják a környezeti célkitűzések elérését, tehát koncepcionális és stratégiai terv, nem pedig egy – a megvalósítás részleteit tartalmazó – operatív terv. [1]

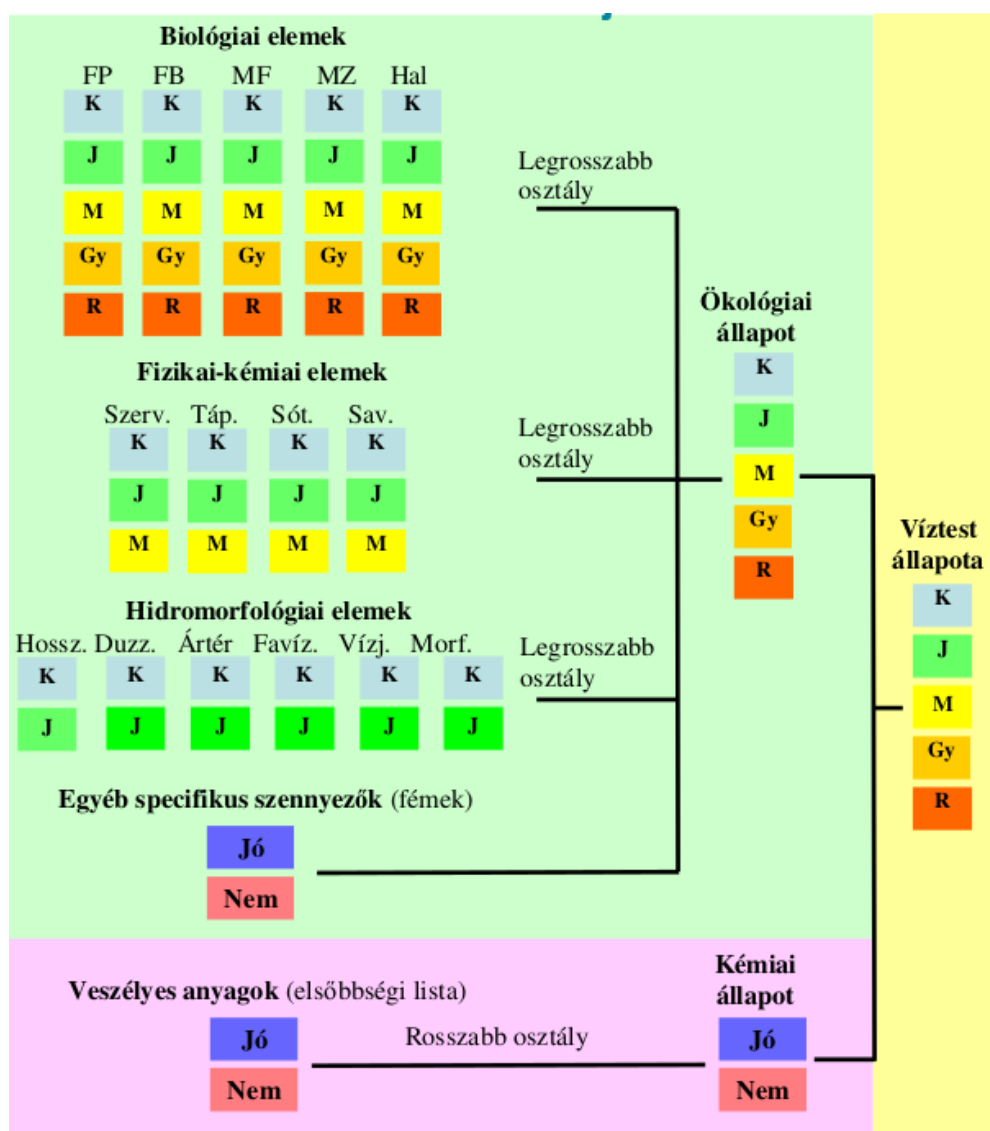
3.3.1 Vízminőségi állapotértékelés

A VKI életbe lépése előtt a már említett MSZ 12749:1993 számú szabvány (bővebben lsd. a 3.2 fejezetben) definiálta a felszíni vizek vízminőségi vizsgálati rendszerét és az öt minősítési

osztályt. A VKI implementálása ennek a rendszernek a bővítését eredményezte, az előírásokat „a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól” szóló 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet [9] tartalmazza.

A felszíni vizek VKI szerinti állapotértékeléséhez a tagállamoknak referencia feltételeket és ökológiai osztályhatárokat kellett meghatározni minden víztípusra és minőségi elemre. Az országfüggő osztályozási rendszerek az ún. interkalibrációs folyamat során kerülnek összehasonlításra.

A minősítési rendszert a 1. ábra mutatja be:



1. ábra: Állapotértékelés a VKI szerint

A víztest végső állapotát az ökológiai és a kémiai állapot együtt határozza meg. Az ökológiai állapot minősítése 5 osztályos (kiváló – jó – mérsékelt – gyenge – rossz) skálán, a monitoring során mért értéknek a víztípusra jellemző, az antropogén szennyezésektől, hatásoktól kvázi mentesnek tekinthető referencia állapothoz történő viszonyításával történik. Az ökológiai állapotot főképp a biológiai minősítés határozza meg, de a többi szempont is befolyásolja azt.

A kémiai állapot minősítése attól függ, hogy a víztest megfelel-e az EU szinten rögzített veszélyes anyag lista (ún. „elsőbbbségi lista”) minden elemének tekintetében az EU szinten rögzített környezetminőségi határértékeknek. Ha megfelel, akkor a víztest jó állapotú, egyébként pedig nem jó. [1]

3.3.2 A Füzes-patak a VKI tükreben

A VGT1-ben a Füzes-patak AEP495 kódon szerepelt, de a VGT2 és a VGT3 már a Benta-patakkal együtt tartja nyilván, a víztest kódja AOH638. A VGT a Füzes-patakot az erősen módosított víztestek közé sorolja a fenéklépcsők, a szabályos trapézmeder, és a szabályozott, helyenként burkolt meder miatt. Főbb jellemzőit a 2. táblázat mutatja be:

2. táblázat: A Füzes-patak értékelése a VGT1-ben [1]

Jellemző	Érték
Víztest típusa	8 (dombvidéki – meszes – közepes-finom – kicsi vízgyűjtő)
Magassági kategória	dombvidék
Geológiai kategória	meszes
Méret kategória	S
Víztest közvetlen vízgyűjtője [km ²]	33,83
Víztest teljes vízgyűjtője [km ²]	33,83
Közvetlen vízgyűjtő 1991-2000 évi átlagos fajlagos lefolyása [l/s/km ²]	907
Közvetlen vízgyűjtő 1991-2000 évi átlagos lefolyása, középvízhozam (KÖQ) [m ³ /s]	0,0307
Közvetlen vízgyűjtő 1991-2000 évi mértékadó kisvízi lefolyása, Qaug80 [m ³ /s]	0,0030
Közvetlen vízgyűjtő ökológiai kisvízi lefolyása [m ³ /s]	0,0015

A fenti adatok, valamint a részletes domborzati térkép [10] segítségével kalkulálható a vízgyűjtőnek a pátyi szennyvíztisztító telep beeresztési pontja fölé eső területe, ami 10,67 km². A telep alá 23,16 km² esik.

Egy vízgyűjtő hidrológiai viszonyairól elsődlegesen a természetes lefolyás jellemzői adnak információt. A természetes lefolyás – elnevezéséből adódóan – feltételezi, hogy a vizsgált vízgyűjtő semmiféle antropogén hatásnak (például területhasználatnak, vízkivételnek, vagy szennyvízbevezetésnek) nincs kitéve, azonban ilyen érintetlen terület alig létezik. Az antropogén hatásnak kitett vízgyűjtőknél a minél pontosabb eredmény elérése érdekében a ténylegesen mért lefolyásadatokat korrigálni kellene az antropogén hatásokra vonatkozó információkkal, azonban az elmúlt évtizedek gyakorlata – főképp ezeknek a hatásoknak a pontos és számszerű feltérképezésének hiánya miatt – nem különböztette meg a lefolyást alakító tényezőket, ezért a fenti számok is azt a megközelítést tükrözik, amely a ténylegesen mért lefolyásadatokat tekinti a természetes lefolyás jellemzőinek. A sokéves átlagos lefolyás az adott időszakban mért lefolyásadatok számtani közepe.

A vízfolyásokban az év kétharmadában a sokéves középvízhozam 10-50%-a a lefolyás, tehát a VKI szerinti jó állapotnak kisvízi lefolyási körülmények között kell teljesülnie. A jó ökológiai állapothoz mindig rendelkezésre kell állnia annak a vízmennyiségnek, amely szükséges a vízi élővilág fennmaradásához, a jó kémiai állapot eléréséhez pedig arra van szükség, hogy a vízfolyás vízmennyisége és a szennyezőanyagok mennyiségi terhelése együtt megfelelő koncentrációt eredményezzen. A kisvízi lefolyás két jellemzője

- az augusztus hónap folyamán 80%-os tartóssággal előforduló napi középvízhozam (Q_{aug80}), és
- az ökológiai kisvíz, tehát az ökológiai szempontból minimumnak tekintett lefolyás. (Ennél kisebb vízhozam nem elég az ökoszisztéma fennmaradásához, mert például nem mennek végbe azok a folyamatok, amelyek ahhoz szükségesek lennének.)

Az adatok könnyebb összehasonlíthatóságának érdekében a VGT készítői matematikai módszerekkel meghatározták, hogy két időszak – 1971-2000 és 1991-2000 – fajlagos lefolyási adatai hogyan aránylanak egymáshoz. Feltételezve, hogy a lefolyási értékek közötti különbséget kizárólag klimatikus okok eredményezték, az adott időszakokra vonatkozó csapadék mennyiségének és területi eloszlásának figyelembe vételével kiszámítható az

arányosítási tényező a lefolyási értékekre. A Füzes-patak vízgyűjtőjére ez az érték 0,98, ami azt jelenti a gyakorlatban, hogy a fajlagos lefolyás a vizsgált területen csökkent. Nincs okunk azt feltételezni, hogy a tendencia a 2000 óta eltelt 22 évben megváltozott volna, így a jelenlegi lefolyási értékek az arányosítási tényező segítségével becsülhetők. Az általam ez alapján számított lefolyási értékeket a korábban VGT-ben meghatározott adatokkal együtt a 3. táblázat tartalmazza:

3. táblázat: A lefolyási értékek alakulása a vizsgált időszakokban

	1971-2000	1991-2000	2001-2022
Közvetlen vízgyűjtő átlagos fajlagos lefolyása [l/s/km ²]	0,935	0,907	0,880
Közvetlen vízgyűjtő átlagos lefolyása, (KÖQ) [l/s]	31,630	30,681	29,761
Közvetlen vízgyűjtő mértékadó kisvízi lefolyása, Qaug80 [l/s]	3,098	3,005	2,915
Közvetlen vízgyűjtő ökológiai kisvízi lefolyása [l/s]	1,548	1,502	1,457

3.4 Szennyezésszabályozás

3.4.1 A szennyezések fajtái

A vízszennyezés lehet pontszerű vagy nem pontszerű (diffúz). A pontszerű szennyezés a víztest egy jól meghatározott pontján történik, helyhez kötött, ezért jól lokalizálható és a hatása is jól mérhető. A szennyezés csökkentésére vagy megszüntetésére irányuló szabályozások és beavatkozások pontosan meghatározhatóak. Pontszerű szennyező lehet egy üzem, amely a tisztítatlan szennyvizet egy csővezetéken keresztül a patakba engedi.

A diffúz szennyezés nagy területen szétterül, ezért a forrása nehezen (néha sehogy sem) azonosítható. Általában időben szakaszosan éri el a víztestet, például nagyobb eső után. Mivel a keletkezés helyét kis eséllyel lehet azonosítani, ezért a szennyezés nyomon követése is nehéz. Ezekből adódóan szintén nehéz meghatározni azokat az intézkedéseket, amelyek a szennyezés csökkentését eredményeznék. A diffúz szennyezés mértéke az esetek többségében nem befolyásolható időjárási eseményektől vagy geológiai adottságoktól függ, ezért nagysága időben és térben jelentősen változhat. Diffúz szennyezést okoznak például a mezőgazdasági területek talajából a talajvízbe kimosódó vegyszerek. A nem pontszerű szennyezések

csökkenését a területhasználatok során alkalmazott eszközök, technológiák helyes megválasztásával lehet elérni. [11]

A VGT [1] alapján azokat a jelentős pontszerű antropogén terheléseket kell számba venni, amelyek valószínűleg elérik a felszíni, illetve a felszín alatti víztestet és települési, ipari, mezőgazdasági és más létesítményekből, illetve tevékenységekből származnak. Pontszerű szennyezőforrások a települési szennyezőforrások (települési szennyvíz, városi csapadékvíz), az ipari szennyezőforrások (ipari szennyvíz, használt termálvíz) és a mezőgazdasági szennyezőforrások (állattartó telepek, halászat). A diffúz szennyezések általában intenzív területhasználat (mezőgazdaság, település, erdőgazdálkodás) következményei.

3.4.2 Határértékek

A szennyezésszabályozás – és ezen keresztül a vízminőség-szabályozás – a gyakorlatban a határértékeken keresztül történik. A vízminőségi határérték vonatkozhatnak a befogadóra (ezek az immissziós határértékek) vagy pedig az elfolyó, tisztított szennyvízre (ezek a kibocsátási vagy emissziós határértékek).

A kibocsátásra vonatkozó határérték lehet:

- technológiai határérték, amit a rendelkezésre álló technológiák alapján, a gazdaságosságot is figyelembe véve határoznak meg, vagy
- egyedi határérték, amit a befogadó terhelhetősége, a hígulás mértéke és az öntisztuló képesség figyelembe vételével határoznak meg.

A befogadóra vonatkozó határértékek betartása nehezebb, mint a kibocsátási határértékeké, hiszen míg a kibocsátási határértékek pontosan meghatározzák a kibocsátott tisztított szennyvíz paramétereit, addig a befogadóra vonatkozó határértékek csak a befogadóra határoznak meg minőségi követelményeket és ezekhez kell a kibocsátás paramétereit igazítani. Ez azért nem egyszerű, mert a befogadó állapota nem csak a kibocsátástól függ, hanem például a kezdeti állapottól is, ami viszont nagy valószínűséggel változik időben.

A fentiekből következik, hogy a befogadóra megadott határértékek a nehezebb betarthatóság ellenére ökológiai szempontból jobbak és pontosabbak, hiszen a meghatározásuk – a VKI szellemében – a vízminőségi célállapot alapján történik, tehát mindig az adott víztestre, a helyi viszonyok függvényében, egyedileg kerülnek meghatározásra. [1]

A hatályos szabályozás (28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet [12] és a 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet [13]) kibocsátási határértékeket határoz meg, de fontos kiemelni, hogy az

egyedi határérték – bár a kibocsátásra vonatkozik, de – valamennyire figyelembe veszi a befogadó terhelhetőségét a területi kategóriákon keresztül.

A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet négy vízminőségvédelmi területi kategóriát különböztet meg a befogadó terhelhetősége szempontjából, melyek: 1. Balaton és vízgyűjtője közvetlen befogadói, 2. Egyéb védett területek befogadói, 3. Időszakos vízfolyás befogadó, 4. Általános védettségi kategória befogadói. [12]

A hatóságoknak lehetősége van az említett két jogszabályban meghatározottnál szigorúbb, egyedi határértéket is megállapítani a terhelhetőségi vizsgálat eredményére hivatkozva. A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet [14] tartalmazza a VGT keretében meghatározott, a víztestekre meghatározott vízminőségi célkitűzéseket. Ezek a határértékek tehát a befogadóra vonatkoznak, nem pedig a emisszióra, így a felsorolt jogszabályok megfelelő alkalmazásával lehetőség van a kibocsátási és a befogadóban teljesítendő határértékek összehangolására. [1]

3.5 A felszíni vizek terhelhetősége

A Víz Keretirányelv legfontosabb célja a vizek jó állapotának elérése. Az állapot – ahogy a 3.4.1-es fejezetből is kiderül – nagymértékben függ a víztestben jelen levő szennyeződések mennyiségétől és minőségétől. A víztest szempontjából a tisztított szennyvíz bevezetése is szennyezésnek minősül, hiszen mondhatni lehetetlen, de legalábbis jelentős erőforrások árán lehet csak a befogadó vízminőségével megegyező paraméterekkel rendelkező tisztított szennyvizet előállítani. A jó hír, hogy erre nincs is minden szennyező esetében szükség, mert a természet képes elvégezni a tisztítás egy részét, ezt a szakmai terminológia öntisztulásnak nevezi. Az öntisztulás során a vízbe jutó, az élőlények számára hozzáférhető szerves anyag egy idő után „eltűnik”: a vízben található, szerves anyagokkal táplálkozó élőlények egy részét beépítik a saját testükbe, a többi részét pedig ásványosítják. [15]

A terhelhetőség vagy kritikus terhelés azt a szennyezőanyag-terhelést jelenti, amely még megengedhető anélkül, hogy az ökoszisztémában jelentős káros hatást vagy visszafordíthatatlan károkat okozna. [16]

A terhelhetőség függ a természetes háttérterheléstől és a vízminőségi célállapottól. Leegyszerűsítve kimondható, hogy a célállapot és a háttérterhelés különbsége adja azt a tartalékot, amennyivel például egy befogadó terhelhető még anélkül, hogy sérülne a jó állapota. A valóság egy kicsit összetettebb ennél, mert az öntisztulás a terhelés ellenében dolgozik.

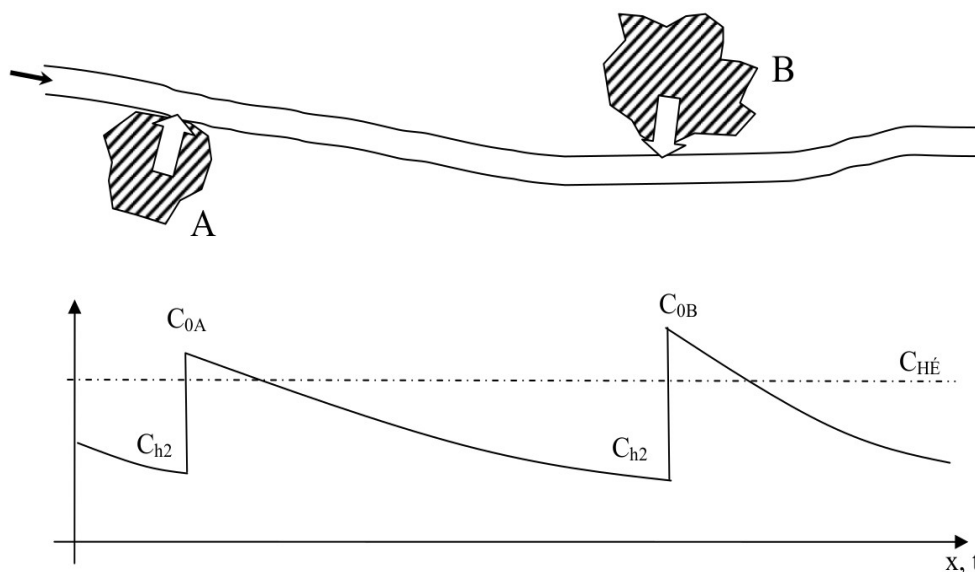
A szennyezőanyag folyásirányú koncentrációja a

$$C(x) = C_0 \cdot e^{-k \cdot \frac{x}{v_x}}$$

egyenlettel [5] írható le, ahol

- C_0 a kezdeti koncentráció,
- k a lebomlás sebességét jellemző kinetikai állandó,
- x a kezdőponttól való távolság és
- v_x a vízfolyás középsebessége.

A k lebomlási tényező minden szennyezőanyagra egyszerűen számítható, ha rendelkezésre áll a koncentrációra vonatkozó mérési eredmény két megfelelően megválasztott pontnál, a pontok távolsága, illetve a vízfolyás középsebessége. A lebomlási tényező ismeretében azután tetszőleges pontra ki lehet számítani a koncentrációt, természetesen az egyéb szennyezőforrások figyelembe vételével.



2. ábra: Szennyezőanyag koncentrációja az egyszerű vízminőségi modell szerint [5]

Az 2. ábra a szennyezőanyag koncentrációjának karakterisztikáját ábrázolja (Az A és B betűvel jelölt objektumoknál szennyvízbevezetés történik). Az ábra jól szemlélteti azt, hogy ha egy befogadót több forrásból ér terhelés, akkor azokat nem lehet egymástól függetlenül,

izoláltan tekinteni, mert a hatásaik összeadódnak. Az A és a B pontok között a vízfolyásnak $C_{h2}+C_{0A}$ koncentrációval kell megbirkóznia. Ennek a mennyiségnek az a része, ami az öntisztulás segítségével nem semlegesítődik, az fogja adni a C_{h2} háttérterhelést, így a B pont után már $C_{h2}+C_{0B}$ lesz a koncentráció.

Az egyszerű vízminőségi modell a konzervatív (vízben oldható) komponensek leírására alkalmas, a nem konzervatív komponenseket (például az olajat, a nehézfémek vegyületeit és a felhalmozódó vegyületeket) ilyen módon nem lehet modellezni.

A modell szintén nem alkalmas az oldott oxigén mennyiségének modellezésére, azt a Streeter és Phelps-féle összefüggés alkalmazásával lehet közelíteni. Az összefüggés két ellentétes folyamat – a szervesanyag bontásához szükséges oxigén felhasználása és az oxigén levegőből történő oxigén diffúziója – eredőjeként ábrázolja az oldott oxigén változását. [17]

4 A PÁTYI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ BEMUTATÁSA

4.1 Alkalmazott technológia

A szennyvíztisztító telepre két úton érkezik a szennyvíz: nagyjából Páty település egyesített rendszerű, gravitációs elven működő csatornahálózatából, elenyésző részben pedig tengelyen. A vízjogi üzemeltetési engedély jelenleg napi 1300 m³-re és 6500 LEÉ-re szól. Páty lakossága 2019-ben 7925 fő volt [2], így – a rácsatlakozó ipari létesítményeket is figyelembe véve – feltételezhető, hogy a telep kapacitásai végén jár. Ezt a ténytet a vízjogi üzemeltetési engedély is említi.

A pátyi szennyvíztisztító telep főbb technológiai lépései (lásd 4. táblázat):

- A rácsszűrő és a homokfogó a mechanikai tisztítást végzi: kiszűri a nagyobb darabos szennyeződéeket, illetve kiülepíti a nagyobb szemcsés ülepedő anyagokat.
- Az anaerob medence már a biológiai fokozat része, itt történik a biológiai foszforeltávolítás.
- Az anoxikus medencében megy végbe a nitrát és a nitrit nitrogéngázzá történő oxidálás útján történő eltávolítása, tehát a denitrifikáció.
- A levegőztető medence feladata a szervesanyag oxidáció útján történő eltávolítása és a nitrifikáció, vagyis az ammónium-formák oxidációja nitráttá.
- Az utóülepítő medence az iszapleválasztást végzi.
- A fertőtlenítő medencében kémiai tisztítás történik, a mikroorganizmusok egyedszámát fertőtlenítőszer adagolásával szabályozzák a közegészségügyi határértékeknek megfelelően.

4. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító telep felépítése

Puffer tároló medence 80 m ³	
Rácsszűrő	
Homokfogó 5,4 m x 0,55 m x 0,4 m	
Anaerob medence 58 m ³	Anaerob medence 58 m ³
Anoxikus medence 150 m ³	Anoxikus medence 120 m ³
Levegőztető medence 470 m ³	Levegőztető medence 330 m ³
Dortmundi típusú utóülepítő medence 2 x 60 m ³	Dortmundi típusú utóülepítő medence 2 x 50 m ³
Kiegyenlítő medence 55 m ³	
Aerob iszap-stabilizáló medence 306 m ³	
Homokszűrő	
Fertőtlenítő medence 29 m ³	
Iszapsűrítő 2 x 17,5 m ³	

Az ismertetett technológiák alapján levonható a következtetés, hogy a pátyi szennyvíztisztító – mint általában a hasonló korú és méretű telepek – nem tartozik a legmodernebb szennyvíztisztítók közé. Valószínűsíthető, hogy ez hatással van a Füzes-patak vízminőségére is.

4.2 A szennyvíztisztítás során alkalmazott határértékek

A határértékek megállapításának módjáról a 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet rendelkezik, de az alkalmazandó határértékeket a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet tartalmazza.

A 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a közvetlen bevezetéssel kapcsolatban úgy rendelkezik, hogy amennyiben a tevékenységre van technológia határérték, úgy azt kell alkalmazni, ha pedig nincs ilyen, akkor meghatározható a befogadó területi besorolásának megfelelő területi határérték.

A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a dikromátos oxigénigényre (KOI_k), a biokémiai oxigénigényre (BOI_5) és az összes lebegőanyagra (ÖLA) tartalmaz technológiai határértékeket, így a pátyi szennyvíztisztító telepre az alábbi értékek érvényesek:

5. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító technológiai határértékei

Technológiai határértékek	
Megnevezés	Határérték [mg/l]
KOI_k	125
BOI_5	25
ÖLA	35

A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet értelmében a Füzes-patak területi besorolásának (3. időszakos vízfolyás befogadói) megfelelően az alábbi területi határértékek lettek megszabva a hatóság által:

6. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító területi határértékei

Területi határértékek	
pH	6-9,5
Szennyezőanyagok	
Megnevezés	Határérték [mg/l]
Ammónia-ammónium-nitrogén	5
Szerves oldószer extrakt	5
Összes foszfor	5
Összes nitrogén	25

5 SAJÁT MÉRÉSEK, SZÁMÍTÁSOK

5.1 Mintavételezés

A pátyi szennyvíztisztító telepnek a Füzes-patakra gyakorolt hatásának a vizsgálatához érzékszervi és vízkémiai vizsgálatokat végeztem. A mintavétel célja elsődlegesen a minőségjellemzés volt, tehát az, hogy megállapításokat tudjak tenni a patak állapotával kapcsolatban, de másodlagos célként adta magát a minőség-ellenőrzés is. A mintavételi pontokat, a vizsgálandó paramétereket és az alkalmazott módszereket a céloknak megfelelően választottam ki, a mintavételezést is ennek megfelelően terveztem meg.

A mintavételhez két pontot jelöltem ki, egyet a telep fölött (F pont) és egyet a telep alatt (A pont). Az F pont 419 méterrel van a beeresztési pont fölött, az A pont pedig 480 méterrel alatta (lásd 7. táblázat). Az F pont kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy közte és a beeresztési pont között ne legyen olyan tényező, ami befolyásolja a patak vizének mennyiségét vagy minőségét. Az A pont kiválasztásánál is fennállt ugyanez a szempont, de itt az is fontos volt, hogy túl közel se legyen a beeresztési ponthoz, mert akkor fennállt volna a veszélye annak, hogy a beeresztett tisztított szennyvíz még nem keveredik el kellő mértékben a patak vizével és a mérés hamis eredmény ad. Ennek megfelelően – a vonatkozó szakirodalom ([7]) figyelembe vételével – jelöltem ki a mintavételi pontokat annak érdekében, hogy reprezentatív minta álljon a rendelkezésre.

7. táblázat: A mintavételek helyei és a beeresztési pont

	WGS84 (GPS)		EOV	
	Lat	Lon	Y	X
F pont	N47° 30'04.5"	E18° 49'26.3"	633163	239725
A pont	N47° 29'36.1"	E18° 49'24.8"	633129	238849
Beeresztési pont	N47° 29'51.2"	E18° 49'27.4"	633185	239315

A vízkémiai vizsgálatok csak abban az esetben adnak megbízható eredményt, ha a mintavétel és a vizsgálat maga is a kapcsolódó szabványokban rögzítetteknek megfelelően történik. Fontos biztosítani, hogy sem a mintavételezés, sem pedig a minta szállítása, tárolása ne okozzon változást a minta minőségi paramétereiben. [7] A szabványok a mintavétel, a szállítás és a tárolás módjára, valamint az ezen műveletek során alkalmazott eszközökre is tartalmaznak iránymutatást. Ennek megfelelően a mintavétel során néhány üres, tiszta PET

palackot a patakvízzel kétszer átöblítettem, majd a vízbe merítve légmentesen megtöltöttem a patak sodorvonalában, majd még a víz alatt rátekerve a kupakot biztosítottam, hogy ne kerüljön levegő a palackba. A vízmintákat hűtőtáskában szállítottam és azután hűtőszekrényben tároltam a mérés elvégzésének idejéig. Az oxigén jelenléte, illetve a túl sok ideig vagy nem megfelelő hőmérsékleten történő tárolás nem kívánatos biokémiai folyamatokat idéznek elő, illetve gyorsítanak meg. [18]

A vízminőség jellemzése történhet egy adott időpillanatban, de ha hosszabb távon, több időpillanatot vizsgálunk, akkor a hosszú távú trendek is meghatározhatóak. Minél hosszabb a vizsgálat időtávja, annál több mérési eredmény keletkezik. Több mérési eredményből pontosabb elemzéseket tudunk készíteni és pontosabb következtetéseket fogunk tudni levonni, hiszen elegendő adat birtokában a zavaró tényezők (például mérési hibák vagy környezeti extrémítások) súlya csökken, illetve bizonyos esetekben teljesen ki is lehet zárni őket.

A vizsgálat a 2022. márciusa és októbere között zajlott, ez idő alatt 9 alkalommal (lásd 8. táblázat) vettem egyszerű pontmintát a korábban említett F és A mintavételi pontokon. Iszap-, üledék- és mikrobiológiai minta vételezésére nem került sor.

8. táblázat: A mintavételek dátumai

A mintavétel sorszáma	A mintavétel dátuma
1	2022.03.23.
2	2022.04.27.
3	2022.05.18.
4	2022.06.08.
5	2022.06.29.
6	2022.07.27.
7	2022.08.17.
8	2022.09.14.
9	2022.10.05.

5.2 Mérési eredmények

A Füzès-patakából származó vízminták laboratóriumi vizsgálatára az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Karának 411-es vízminőségvédelmi laborjában került sor. A kapott eredmények a 9. táblázatban tekinthetők át:

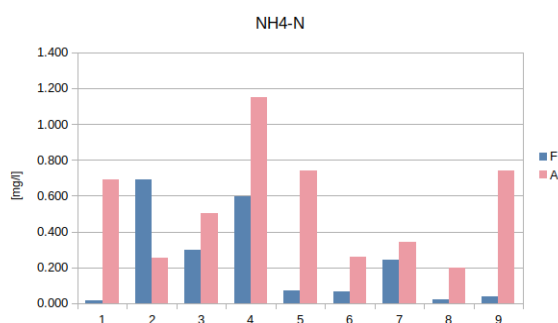
9. táblázat: A mérések eredményei

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]		NO ₂ -N [mg/l]		NO ₃ -N [mg/l]		PO ₄ -P [mg/l]		Mn [mg/l]		O ₂ [mg/l]		KOI _{kr} [mgO ₂ /l]		BOI ₅ [mgO ₂ /l]		pH		Fajlagos vezetés [mS/cm ²]	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
1	0,01	0,69	0,04	0,28	15,3	7,4	0,38	2,91	0,34	0,13							7,8	7,6	1,64	1,79
2	0,69	0,25	0,07	0,24	12,9	6,7	1,71	0,56	0,13	0,18	7,8	5,7	15,7	48			7,8	7,4	1,99	2,00
3	0,30	0,50	0,09	0,23	13,7	6,5	0,76	2,27	0,12	0,23			14,5	35	2	58	7,9	7,5	2,00	2,00
4	0,59	1,15	0,09	0,16	5,6	3,8	2,59	3,77	0,28	0,36	6,3	2,6	19,3	69	11	100	7,6	7,5	0,87	2,00
5	0,07	0,74	0,08	0,24	12,2	2,3	0,51	3,20	0,24	0,40			13,4	47	7	>100	7,9	7,4	2,00	2,00
6	0,06	0,26	0,15	0,25	3,9	2,8	0,55	1,82	0,12	0,25	4,3	2,5	15,2	33	11	28	7,6	7,4	2,00	2,00
7	0,24	0,34	0,03	0,21	1,6	0,5	1,49	3,78	0,34	0,31			33,6	65	24	64	7,5	7,4	1,51	2,00
8	0,02	0,20	0,05	0,25	0,1	3,9	0,58	2,75	0,13	0,16	4,4	2,6	16,8	54	15	30	7,8	7,5	2,00	2,00
9	0,04	0,74	0,04	0,26	4,0	4,4	0,92	3,15	0,13	0,30			15,8	41			7,9	7,5	2,00	2,00

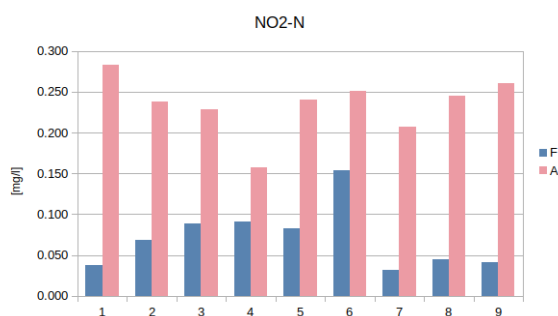
5.2.1 Nitrogénformák értékelése

A nitrogénformák öt alakban fordulnak elő a természetes vizekben (molekuláris vagy elemi nitrogén, szerves nitrogén, ammónia, nitrit és nitrát) és a különböző formák mennyisége, illetve aránya fontos információkat ad a víztest állapotáról. A különböző nitrogénformák együttesen adják a teljes nitrogéntartalmat, ami szintén nagyon fontos jellemzője a vizeknek.

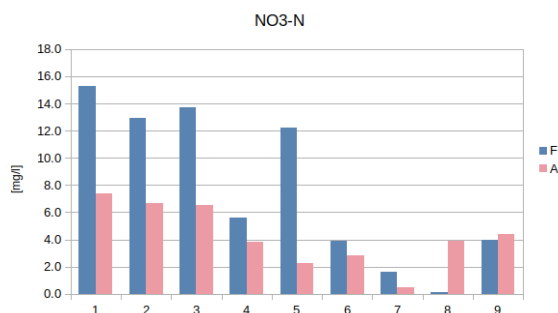
Az összes nitrogénnel kapcsolatban nem állnak rendelkezésre saját mérési eredmények és a szennyvíztisztító sem publikált adatot erre vonatkozóan, így nem lehet eldönteni, hogy ebben a tekintetben a telep megfelel-e a megszabott határértéknek. Szintén nincs adat a szerves nitrogénnel kapcsolatban, ezért csak a szervetlen formákat vizsgálom, a mérési eredmények a 3., a 4. és az 5. ábrákon láthatóak.



3. ábra: A mérések eredményei ($\text{NH}_4\text{-N}$)



4. ábra: A mérések eredményei ($\text{NO}_2\text{-N}$)



5. ábra: A mérések eredményei (NO₃-N)

A 10. táblázatban felsorolt paraméterek tekintetében kijelenthető, hogy a publikusan hozzáférhető adatok alapján a határértékek messzemenően teljesülnek. Az elfolyó szennyvízre vonatkozó adatok tekintetében az üzemeltető által közölt éves átlagokat vettem figyelembe.

Érdemes kiemelni, hogy habár a határértékek teljesülnek, a Fűzes-patak VGT1 szerinti minősítése az A pontban csak „mérsékelt”, ami arra enged következtetni, hogy a határérték és a patak terhelhetősége nincs összhangban.

10. táblázat: N formák mennyisége a különböző mintákban (az adatok forrása: saját mérések és [19])

	F minta	A minta	Elfolyó szennyvíz	Határérték
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
NH ₄ -N	0,23	0,54	<0,05	2
NO ₂ -N	0,07	0,24	<0,05	0,5
NO ₃ -N	7,4	4,3	1,1	50

Ammónia a patakba kétféle módon juthatott: egyrészt műtrágyákból kimosódva közvetlenül, másrészt pedig akkor, ha a szerves anyagok bontása a hőmérsékleti tényezők miatt megáll az ammóniánál és nem megy végbe a teljes bontási folyamat. Éves átlagminta vizsgálata esetén a hőmérsékletből adódó ammóniaképződés valószínűleg nem számottevő, így marad a közvetlen terhelés. Megfigyelhető, hogy már az F pontban is jelentős mennyiségű ammónia terheli a patakot és a koncentráció ugyan a duplája az A pontban, de ez nem jelent minőségi különbséget a VGT1-es besorolás szerint. A patak forrásától a szennyvíztelepig – Páty települést leszámítva – nagy kiterjedésű mezőgazdasági területek találhatók (állattartó telep és egyéb potenciális szennyezőforrás nincs), a legvalószínűbbnek az tűnik, hogy az

ammóniaterhelés a földről érkezik. Az ammónia viszonylag gyorsan nitrissé alakul, ezért a jelenléte friss szennyezésre utal.

A nitrit általában annak ellenére sem tud felhalmozódni a vízben, hogy a nitrátképződést – a nitrifikáló baktériumok érzékenysége miatt – a mangán jelenléte lassítja. A nitrit aránya a nitrogénspektrumon ennek megfelelően mindegyik mintában alacsony még annak ellenére is, hogy a mangán koncentrációja viszonylag magas.

A nitrogénspektrum legnagyobb szelete mindhárom mintában a nitráté, de még a kibocsátott szennyvízben is bőven a határérték alatt marad a számszerű értéke. A magas nitráttartalom eutrofizációhoz vezethet, de a szennyvíztisztító működésével kapcsolatban azt mutatja, hogy végbemegy a teljes lebontási folyamat, tehát a szennyvíz elegendő időt tölt a telepen.

5.2.2 Foszforformák értékelése

A foszfor a nitrogénhez hasonlóan szintén változatos formákban van jelen a vizekben. A szennyvíztisztító telep vonatkozásában az összes foszforra van megadva határérték, de erre a paraméterre vonatkozóan nem érhető el adat az elfolyó szennyvíz tekintetében, mint ahogy más foszforformákkal kapcsolatban sem.

A mintavételi pontokban az ortofoszfát-foszfor koncentrációját vizsgáltam, a mérési eredményeket a 6. ábra szemlélteti.



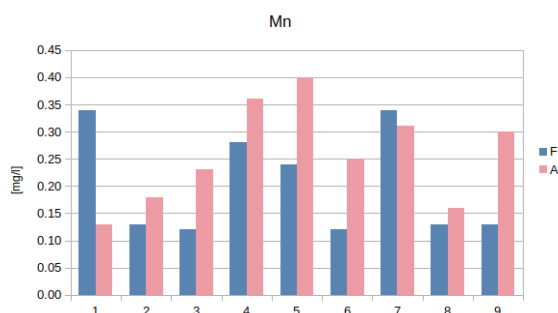
6. ábra: A mérések eredményei (PO₄-P)

Az ortofoszfát egyrészt a szennyvizekből közvetlenül kerül a természetes vizekbe (a mosószerekhez adagolt polifoszfát formájában, ez később ortofoszfáttá bomlik), másrészt pedig a – leggyakrabban a talajból – a vízbe szivárgó szerves anyagok bakteriális bontása következtében keletkezik. A rendelkezésre álló információ hiányossága miatt mindkét szennyezőforrás szóba jöhet a Füzes-patakkal kapcsolatban.

Mindkét vizsgált pontban viszonylag magas a koncentráció (tehát a patak ebből a szempontból már a telep fölött is nagyon rossz állapotban van), a VGT1 besorolás szerinti „rossz” osztályba esnek az értékek.

5.2.3 A mangán értékelése

A mangánra vonatkozó mérési eredmények a 7. ábrán láthatóak:

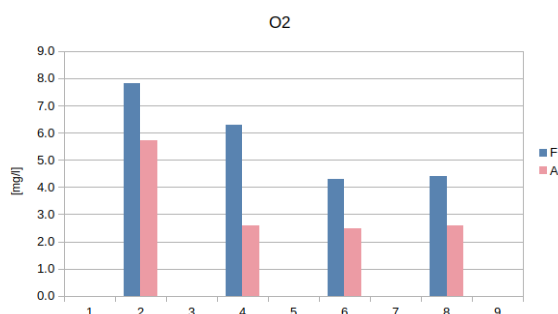


7. ábra: A mérések eredményei (Mn)

A mangán koncentrációja mindegyik mintában viszonylag magas, így már a telep feletti szelvényben vett mintákban is. A mangán már kis mennyiségben is gátolja a nitrifikáló baktériumok működését, ezért a jelenléte nitritfelhalmozódást eredményezhet, de ebben az esetben nincs erről szó, nincs aránytalanul sok nitrit a telep alatti szelvényben. A mangán a patakban valószínűleg geokémiai eredetű, ennek tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

5.2.4 Az oldott oxigén értékelése

Az oldott oxigénre vonatkozó mérési eredményeket a 8. ábra szemlélteti:



8. ábra: A mérések eredményei (O₂)

A vízben levő oldott oxigén mennyisége függ többek között a szennyezettség fokától és jellegétől, de az oxigéntelítettség pontosabban jelzi a víz minőségét. Az oxigéntelítettség a ténylegesen oldott oxigén mennyiségének és az elméletileg oldható oxigén mennyiségének a hányadosa százalékos formában kifejezve. Az elméletileg oldható oxigén mennyisége (többek között) hőmérsékletfüggő, a kalkulált értékek a szakirodalomban hozzáférhetőek.

Az oldott oxigén mért és az oxigéntelítettség számított értékei a 11. táblázatban találhatóak, a mérésre csak minden második alkalommal került sor:

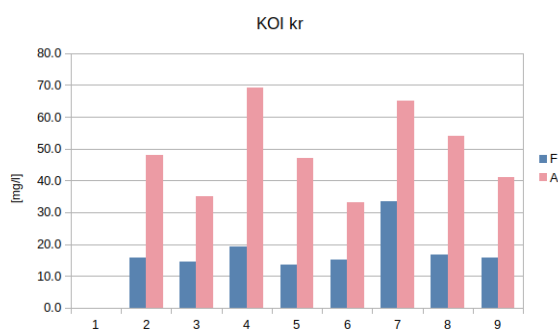
11. táblázat: Számított oxigéntelítettség értékek

Mérés	Minta	T _{minta} [C]	T _{minta} hőmérsékleten oldható oxigén mennyisége [mg/l] [20]	Oldott oxigén [mg/l]	Oxigéntelítettség [%]
2	F	10,3	11,19	7,8	70
	A	13,2	10,45	5,7	55
4	F	19,5	9,12	6,3	69
	A	18,6	9,29	2,6	28
6	F	16,5	9,71	4,3	44
	A	19,2	9,17	2,5	27
8	F	15,8	9,86	4,4	45
	A	21,0	8,84	2,6	29

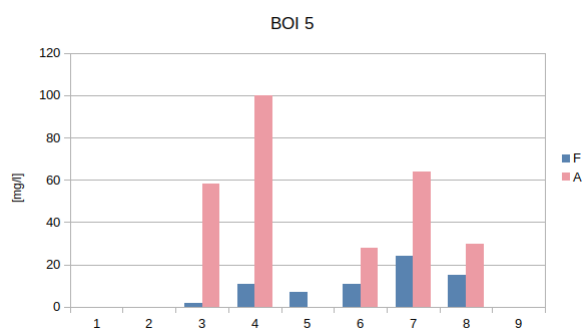
Ebben az esetben nem az éves átlagértékből indultam ki, hanem – a számítás sajátossága miatt – minden mintához kiszámoltam a rá vonatkozó oxigéntelítettség értékét. A patak az F pontban a „mérsékelt” vagy a „gyenge” osztályba sorolható, az A pontban pedig „mérsékelt”, de az esetek többségében „rossz”. A kapott eredmények alapján az oxigéntelítettségre szintén igaz, hogy a patak már a telep fölött sem éri el a „jó” minőségi osztályt, alatta pedig még rosszabb a helyzet. Az oldott oxigén mennyisége egész biztosan kevés ahhoz, hogy a patak megfelelő élőhely legyen halak számára. A halak kipusztulása miatt a vízben nagy valószínűséggel elszaporodtak a baktériumok és azok a gerinctelenek, akik tolerálják a rendelkezésre álló mennyiségű oldott oxigént. Ezt a feltételezést további vizsgálatokkal (például Bisel, mikrobiológia) lehetne bizonyítani. A kevés oldott oxigén nagyobb mennyiségű szerves anyag jelenlétére utal, ez egybevág a nitrogénformák jelenlétének mértékével, valamint a KOI és BOI értékekkel.

5.2.5 A KOI és BOI értékelése

A KOI_{kr} és a BOI_5 mért értékeit a 9. és a 10. ábrák mutatják:



9. ábra: A mérések eredményei (KOI_{kr})



10. ábra: A mérések eredményei (BOI_5)

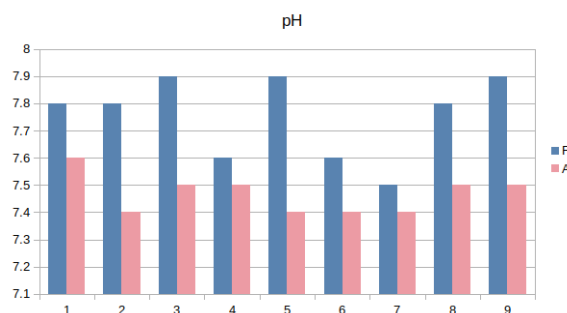
A 12. táblázat a KOI és a BOI átlagos értékeit szemlélteti. Ami elsőre szembetűnik, hogy a saját mérések átlagaiból számított BOI értéke az A minta esetében magasabb, mint a KOI értéke. Ez nyilvánvalóan nem lehetséges, ezért feltételezhető, hogy a BOI mérések nem megfelelő körülmények között történtek (nem állt rendelkezésre temperálószekrény) és ezért sajnos ezeket a mérési eredményeket ki kell zárni a vizsgálatokból. A KOI értékek nagysága nem túl alacsony, de nem is nagyon magas. Mivel az A minta értéke jóval magasabb, mint a F mintáé, ezért érdekes lenne megvizsgálni a kifolyó szennyvizet ebből a szempontból is.

12. táblázat: A KOI és a BOI átlagos értékei a mintákban

Jellemző	F minta [mg/l]	A minta [mg/l]
KOI _k	18	49
BOI ₅	12	56

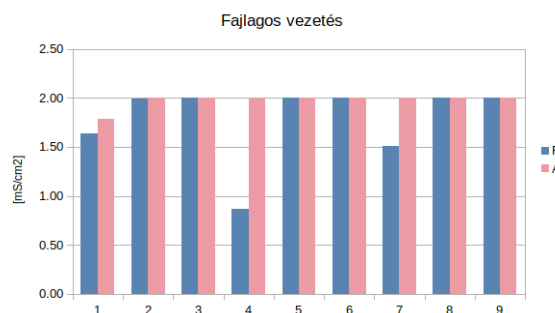
5.2.6 A pH és a fajlagos vezetőképesség értékelése

A pH – a mért eredmények a 11. ábrán láthatóak – az egyetlen olyan paraméter, amely a szennyvíztisztító feletti és alatti szelvényben is megfelelő. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a kommunális szennyvíz pH-ja is hasonló, illetve a patakot sem éri olyan terhelés a telep feletti szakaszon, ami befolyásolná a kémhatását.



11. ábra: A mérések eredményei (pH)

A fajlagos vezetőképesség tekintetében már közel sem ilyen jó a helyzet (értékei a 12. ábrán találhatóak). Már a telep feletti szakaszon is meglehetősen magas az értéke, így érdemes lenne további vizsgálatokkal felderíteni a szennyezés eredetét.



12. ábra: A mérések eredményei (fajlagos vezetés)

5.2.7 A kapott eredmények összegzése

A kapott eredmények azt mutatják, hogy a legtöbb vizsgált paraméter tekintetében a patak vize rosszabb minőségű lett a pátyi szennyvíztisztító alatt, mint fölötte volt – ez tulajdonképpen törvényszerűnek mondható –, de vannak kivételek. Az ammónium-nitrogén és a foszfát-foszfor koncentrációja egy alkalommal, a mangán koncentrációja pedig két alkalommal volt kisebb a telep alatt, ezekben az esetekben a szennyvíztisztító olyan koncentrációjú tisztított szennyvizet engedett a patakba, hogy az – elkeveredve a patak vizével – javított a vízminőségen, legalábbis az említett paraméterek tekintetében. Érdekes lenne összevetni ezeket a mérési eredményeket az adott napokon a nyers, illetve a kibocsátott szennyvíz azonos paramétereinek értékeivel.

A Füzes-patak VGT1 szerint állapotértékelése a 10.3 mellékletben, a hozzá tartozó osztályhatárok a 10.4 mellékletben találhatóak.

Az állapotértékelést a VGT módszertana szerint éves átlagmintán kellene elvégezni, hiszen az osztályhatárokat így határozták meg, azonban az egyes mintákat külön-külön is besoroltam az osztályhatároknak megfelelően. Az egyes mérési eredmények besorolását összevetve az éves átlag besorolásával látszik, hogy azokban az esetekben, amikor nagy a mérési eredmények szórása (például az oldott oxigén esetében), a besorolás elsőre talán meglepő lehet, hiszen vannak „mérsékelt” és „rossz” osztályba tartozó értékek, a besorolás eredménye pedig „gyenge” lett, de ez egyrészt a matematika törvényszerűségeiből következik, másfelől pedig rávilágít arra, hogy miért lehet félrevezető egy-egy minta alapján minősíteni a vizeket.

Mivel a mintavételek a március és a november közötti időszakot fedték le, a számított átlagok sem mondhatóak éves átlagnak, de az eredmények számszerű értékeit megvizsgálva

kimondható, hogy a hiányzó 2-3 mintának meglehetősen szélsőséges eredményt kellene adnia ahhoz, hogy a besorolásokat érdemben befolyásolják.

A 13. táblázat alapján a patak egyáltalán nincs jó állapotban, már a telep fölött sem. Az egyetlen paraméter, ami eléri a VGT szerinti „jó” minősítést, az a pH. A többi jellemző zömében „mérsékelt”, de van néhány „gyenge” és „rossz” érték is.

Páronként összehasonlítva az F és A mintákat (lásd az 5.2.1-5.2.6 fejezetekben) látható, hogy a telep működésének következtében általában nem változott az adott paraméter besorolása: egy esetben (O₂) 1 osztállyal és egy esetben (BOI₅) 2 osztállyal lett rosszabb, de egy esetben (NO₃-N) 1 osztály javulás is megfigyelhető.

13. táblázat: A Füzes-patak VGT1 szerinti vízminősítése

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]		NO ₂ -N [mg/l]		NO ₃ -N [mg/l]		PO ₄ -P [mg/l]		O ₂ [mg/l]		KOI kr [mgO ₂ /l]		pH		Fajlagos vezetés [mS/cm ²]	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
Átlag	0.225	0.542	0.071	0.235	7.7	4.3	1.05	2.69	5.7	3.4	18.0	49.0	7.8	7.5	1.78	1.98

A VGT3 szerinti állapotértékelést ugyan elvégeztem a teljesség kedvéért (az állapotértékelés az 10.5 mellékletben, a kapcsolódó osztályhatárok pedig az 10.6 mellékletben találhatóak), de nem tartom relevánsnak abban az értelemben, hogy véleményem szerint pontosabb eredményt ad, ha csak a Füzes-patakra vonatkozó (VGT1-es) adatokkal dolgozom. (Emlékeztetőül: a VGT1-ben a Füzes-patak még külön szerepelt, de a VGT2 már együtt kezeli a Benta-patakkal.) A két patak együttes hossza és vízgyűjtője többszöröse a Füzes-patakénak, így más a besorolásuk, és ebből adódóan más és más vízminőség-osztályhatárok vonatkoznak rájuk. Mivel a dolgozat célja a pátyi telep hatásának a vizsgálata, ezért pontosabb eredményt ad, ha a specifikusabb, tehát a VGT1 szerinti osztályozásból indulok ki.

A régi, MSZ 12749:1993 szabvány szerinti állapotértékelést is elvégeztem az összehasonlítás kedvéért, mert a minősítési rendszer gyökeresen változott meg az idők során. Az MSZ 12749:1993 szabványon alapuló rendszerben gyakorisági alapon történt a víztest besorolása: amelyek osztályba tartozott a legtöbb vizsgált paramétere szerint, az lett a víztest besorolása is. A VGT szerinti besorolás az „egy rossz, mind rossz” elvet követi, tehát a legrosszabb paraméter besorolása határozza meg a víztest minősítését.

Az MSZ 12749:1993 szerint minősítve az F átlagminta a „mérsékelt” az A átlagminta a „gyenge” osztályba sorolható. A VGT szerinti minősítésekben a foszfát-foszfor rossz értéke az

egész víz minősítésére rányomja a bélyegét, de sajnos enélkül is csak gyengének lehet minősíteni a patakot. A táblázat alapján a VGT „egy rossz, mind rossz” alapú besorolása túl szigorúnak tűnik elsőre, de ez teljes mértékben csak a kapcsolódó intézkedések tükrében ítéltető meg.

5.3 A Füzes-patak vízhozamának számítása

A dolgozat célja, hogy a mért vízminőségi adatokat összevessük a vízhozam értékkel. A vízhozam mérésére azonban nem volt lehetőség, és VGT kapcsán sem állnak rendelkezésre adat a Füzes-patakra vonatkozóan a pátyi szennyvíztisztító telep feletti szakaszon. Részletes mérési adatok hiányában közelítő módszert alkalmaztam a hiányzó adatok meghatározására.

A korábbi – VGT által – meghatározott adatok alapján a 14. táblázat összesíti a vízgyűjtő terület szennyvíztisztító telep fölé eső részének becsült lefolyási adatait.

14. táblázat: A lefolyási értékek a Füzes-patak felső szakaszán

Jellemző	A teljes vízgyűjtőre	A vízgyűjtőnek a pátyi szennyvíztisztító telep fölötti részére
Az érintett rész területe [km ²]	33,83	10,67
Közvetlen vízgyűjtő átlagos lefolyása, KÖQ [l/s]	29,761	9,387
Közvetlen vízgyűjtő mértékadó kisvízi lefolyása, Qaug80 [l/s]	2,915	0,919
Közvetlen vízgyűjtő ökológiai kisvízi lefolyása [l/s]	1,457	0,460

A vízgyűjtő terület kb. 31,5%-a a telep fölé esik, eszerint a teljes vízgyűjtőről lefolyó vízmennyiség azonos hányadának jelentkeznie kellene a Füzes-patakban, a telep bebocsátási pontjánál. A telep feletti területre lefolyási értékek arányosítva és a korábban számított 0,88 l/s/km² fajlagos lefolyással számolva a következőképpen alakulnak: a terület átlagos lefolyása (KÖQ) 9,387 l/s, a mértékadó kisvízi lefolyás (Qaug80) 0,919 l/s és az ökológiai kisvízi lefolyás 0,460 l/s. Eszerint átlagosan másodpercenként 9,4 l a patak vízhozama, azonban a helyszíni szemlék alapján ez nem tűnik reálisnak, a telep fölött a patak szinte álló helyzetéből következően. Ezek alapján úgy döntöttem, hogy további szempontokat keresek a pontosabb vízhozam meghatározás érdekében.

A Fűzes-patak teljes vízgyűjtőre számított átlagos lefolyása 29,761 l/s. Ez – a VGT módszertana alapján – tartalmazza a terület természetes lefolyását, illetve az antropogén hatásokat, ebben az esetben a pátyi szennyvíztisztító telep által bebocsátott tisztított szennyvizet, amelynek a pontos mennyiségét információ hiányában csak közelíteni tudom.

A legjobb kiindulási alapként a pátyi szennyvíztisztító telep önellenőrzési jegyzőkönyvei szolgáltak volna, mert a jegyzőkönyv pontosan tartalmazza a telepre érkező és az onnan távozó szennyvíz mennyiségét is, azonban azonban ezek az adatok csak a 2021. évre állnak rendelkezésre.

A szennyvízhozamra vonatkozó 2021. évi adatokat a 15. táblázat tartalmazza:

15. táblázat: A pátyi telep önellenőrzései (2021)

Dátum	Szennyvízhozam			
	Közcsatornán érkező [m ³ /nap]	Települési folyékony hulladék [m ³ /nap]	Érkező összesen [m ³ /nap]	Tisztított [m ³ /nap]
2021.03.04.	979	0	979	979
2021.05.07.	898	0	898	898
2021.08.05.	1071	0	1071	1071
2021.10.07.	1127	0	1127	1127

A KSH adattárában szintén találtam adatokat Páty település szennyvízhelyzetével kapcsolatban a 2021-es évre vonatkozóan, a fontosabb adatokat a 16. táblázat ismerteti:

16. táblázat: Páty település lakossága és szennyvízhálózatának főbb paraméterei

Jellemző	Érték
Lakónépesség száma az év közepén (a népszámlálás végleges adataiból továbbszámított adat) [fő]	8076
Állandó népesség száma [fő]	8217
Közcsonna-hálózatba bekapcsolt lakások száma [db]	2413
A közüzemi szennyvízgyűjtő-hálózatban (közcsatornában) tisztítottan elvezetett összes szennyvíz mennyisége [1000 m ³]	366,2
Háztartásokból a közüzemi szennyvízgyűjtő-hálózatban (közcsatornában) elvezetett szennyvíz mennyisége [1000 m ³]	223,6
A településről közvetlenül a szennyvíztisztító telepre szállított folyékony hulladék [1000 m ³]	0,7

Érdemes megfigyelni, hogy a szennyvízhálózat által elvezetett összes szennyvíz mennyisége (366200 m³/év, tehát 11,61 l/s) több mint másfélszerese a háztartásokból elvezetett szennyvíz mennyiségének (223600 m³/év, tehát 7,09 l/s), a különbség 142600 m³/év (4,52 l/s). Ennek az lehet a magyarázata, hogy Pátyon egyesített rendszerű csatornahálózat van, ezért a lehullott csapadék egy része a csatornahálózaton keresztül a szennyvíztisztító telepre jut, így ez a mennyiség nem jelentkezik a patakban a telep fölötti szakaszon, viszont a telep alattin igen.

Természetesen nem csak a háztartások vannak rákötve a csatornahálózatra, hanem például intézmények és ipari egységek is, de szóbeli közlés alapján valószínűsíthető, hogy ez a terhelés nem jelentős, mert az ipari eredetű szennyvíz nagy része tengelyen érkezik a telepre, ez lehet a fenti táblázat utolsó sora (700 m³/év, tehát 0,022 l/s). A befogadót évente 366900 m³ (11,63 l/s) terhelés éri a telepről.

A táblázatból az is kiszámolható, hogy az egy főre jutó szennyvíz mennyisége 27,69 m³/fő/év, tehát nagyjából 76 l/fő/nap, 8076 fővel számolva. Ez az eredmény valamivel kevesebb, mint amire az iparági tapasztalatok alapján számítani lehet, ezért valószínű, hogy a lakosság egy rész nincs a közcsonna-hálózatra csatlakozva, hanem valamiféle egyedi szennyvíztisztító megoldással rendelkezik. (A közműterképet megvizsgálva látható, hogy valóban vannak ilyen ingatlanok.)

A teljesség kedvéért megemlítem, hogy természetesen a VGT3 is tartalmaz ide vágó adatokat, de mivel például az „állandó népesség” mezőben 7476 fő szerepel (2018-ban volt ennyi) és a

bekötött lakások száma is csak 1976, ezért úgy gondolom, hogy az ott látható adatok esetleg nem a legfrissebbek és ennek megfelelően kell őket kezelni.

A 366900 m³-es éves szennyvízterhelés naponta 1005 m³ tisztított szennyvíz beengedését jelenti a Füzès-patakba. Ez nagyjából egybevág az önellenőrzések adataival és bőven az engedélyezett 1300 m³ alatt van, de fontos megemlíteni, hogy ez átlagérték, számos esetben előfordul, hogy a telep közelíti vagy meg is haladja a hidrológiai kapacitásának határait.

A teljes vízgyűjtőre jutó 29,76 l/s lefolyásnak egy része – 7,11 l/s – tehát (a csatornán keresztül, illetve tengelyen szállított) kommunális szennyvízből jön, a maradék – 22,65 l/s – forrása a csapadék. Mivel a vízgyűjtő kb. 31,5%-a a telep fölé esik, így a lefolyás arányos része 7,14 l/s azonban ennek egy része – 4,52 l/s – a patak helyett a csatornahálózatba kerül, így közelítően kiszámítható a patak vízhozama a telep fölötti pontban:

$$7,14 - 4,52 = 2,62 \text{ [l/s]}$$

17. táblázat: A számított lefolyások és vízhozamok összefoglalása

Jellemző	Érték
A Füzès-patak vízhozama a telep fölött, tehát a vízgyűjtő lefolyása a csatornába kerülő csapadék figyelembe vételével [l/s]	2,62
A telep fölötti vízgyűjtőre jutó csapadékmennyiség csatornába kerülő részének hozama, tehát a telep kibocsátásának csapadékból származó része [l/s]	4,52
A kommunális szennyvíz hozama (csatorna + tengely) [l/s]	7,11
A telep alatti terület arányos lefolyása [l/s]	15,51
Összesen [l/s]	29,76

5.4 A kibocsátott szennyvíz jellemzése

A VGT3 a pátyi szennyvíztisztító teleppel kapcsolatban az alábbi éves települési szennyvízterhelést határozta meg:

18. táblázat: A kibocsátott szennyvíz paraméterei a VGT3-ban

Jellemző	Érték
A kibocsátott tisztított szennyvíz mennyisége [ezer m ³ /év]	300
BOI [kg/év]	1830
KOI [kg/év]	18386
N [kg/év]	3779
P [kg/év]	886
Lebegőanyag [kg/év]	3605
Ammónia-ammónium-N [kg/év]	1460

A kibocsátott szennyvíz mennyiségét (300 ezer m³/év) összevetve a 17. táblázat hasonló adatával (366,9 ezer m³/év) úgy gondolom, hogy a hitelesebb eredmény érdekében a 18. táblázat értékeit korrigálni kell a két mennyiség arányával. A korrigált értékeket a 19. táblázat tartalmazza. Ha a kapott értékek mellé tesszük a vízjogi engedélyben megszabott határértékeket, akkor látszik, hogy a szennyvíztisztító telep átlagosan tudta azokat tartani a vizsgált időszakban, tehát 2021-ben.

19. táblázat: A kibocsátott szennyvíz paraméterei a határértékek tükrében 2021-ben

Jellemző	Korrigált érték [kg/év]	Korrigált érték [mg/l]	Határérték [mg/l]
BOI	2238,1	6,10	25
KOI	22486,1	61,29	125
N	4621,7	12,60	25
P	1083,6	2,95	5
Lebegőanyag	4408,9	12,02	35
Ammónia-ammónium-N	1785,6	4,87	5

A VGT azt is megállapítja, hogy ez a tápanyag- és szervesanyag terhelés fontos hatással van befogadóra. Az ipari szereplők tekintetében a VGT nem tart nyilván olyan kibocsátót,

amelynek közvetlen befogadója a patak lenne, így feltételezhetjük, hogy az ipari szennyvíz teljes egésze is a pátyi telep terheléseként jelentkezik. Szóbeli közlések alapján a telepre bekerülő ipari szennyvíz mennyisége jelenleg nem számottevő. (Ez a közeljövőben biztosan változni fog, mert tervben van ipari park létesítése.)

2022-re nem áll rendelkezésre hivatalos mérési eredmény, ezért a saját méréseimre tudok támaszkodni a szennyvíztisztító telep kibocsátásának vizsgálatához. A hígulási egyenlet [5] segítségével számítható a telep által kibocsátott szennyvízben a koncentráció:

$$C_0 = \frac{C_h \cdot Q + C_{sz} \cdot q}{Q + q} ,$$

ahol

- C_h a bevezetés feletti háttér koncentráció,
- Q a befogadó (terhelési állapot szempontjából mértékadó) vízhozama,
- C_{sz} a szennyvíz minőségét jellemző koncentráció és
- q a szennyvíz hozama.

C_h és a C_0 a saját mérési eredményeim rendre az F és az A pontban, hiszen az F pontban mért C_h érték a gyakorlatban az adott anyag háttérkoncentrációját jelenti a telep fölött, az A pontban mért C_0 érték pedig a folyásirányú koncentráció számításának kiinduló állapota. Q a patak feljebb számított átlagos vízhozama (2,62 l/s), q pedig a 16. táblázatból számolható (11,61 l/s). Q és q természetesen 2021-re vonatkozó adatok, de úgy gondolom, hogy az esetleges pontatlanságuk nem befolyásolja érdemben a számítások eredményét. Ezek alapján egyedül C_{sz} , tehát a kibocsátott szennyvízre vonatkozó koncentráció ismeretlen – hiszen az idei önellenőrzési adatok nem állnak rendelkezésre –, de az összefüggés segítségével minden mért jellemző minden mérésre kiszámítható. Az egyes jellemzőkre átlagolva a kapott eredményeket előállítható egy átlagos koncentráció, amit felszorozva a kibocsátott szennyvíz éves mennyiségével meghatározható az éves kibocsátás, ami már hasonlítható az előző éves adatokhoz (lsd. 19. táblázat). A BOI-t – az 5.2.5. fejezetben ismertetett okból itt már nem vettem figyelembe.

20. táblázat: A kibocsátott szennyvíz számított paramétereit 2022-re

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NO ₃ -N [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	KOI _{kr} [mg/l]
1	0,84	0,34	5,60	3,48	n/a
2	0,15	0,28	5,30	0,30	55,28
3	0,55	0,26	4,90	2,61	39,62
4	1,28	0,17	3,40	4,04	80,20
5	0,89	0,28	0,10	3,81	54,57
6	0,30	0,27	2,60	2,11	37,01
7	0,36	0,25	0,30	4,30	72,07
8	0,24	0,29	4,80	3,24	62,38
9	0,90	0,31	4,50	3,65	46,68
Átlag	0,61	0,27	3,50	3,06	55,98
Éves mennyiség [kg]	225	100	1277	1122	20537

Szembevetve, hogy az NH₄-N 2022-re számított átlaga jóval elmarad a 2021-es értéktől és a megszabott határértéktől is, magyarázatot egyelőre nem találtam a jelenségre.

A nitrogénnel kapcsolatban adat hiányában annyi megállapítást lehet tenni, hogy a 2022-re számított szerves N koncentrációja 4,363 mg/l, ami jóval az összes N határérték alatt van.

2022-re csak ortofoszfátot lehet kalkulálni, viszont ennek értéke 3,06 mg/l, ami már nincs nagyon messze az 5 mg/l határértéktől és mivel már önmagában is valamivel magasabb, mint a 2021-es összes foszfor átlagos koncentrációja, így nem zárható ki annak a lehetősége, hogy az összes foszfor átlagos koncentrációja 2022-ben a határérték fölött alakul.

A mangánt és az oldott oxigént nincs mihez hasonlítani, ezért nem térek ki rájuk. Szintén nem térek ki a lebegőanyag mennyiségére, mert ezzel kapcsolatban nem áll rendelkezésre mérési eredmény 2022-re.

A KOI 2022-re számított átlagos koncentrációja nem tér el lényegesen a 2021-es értéktől és mindkettő nagyon messze van a megszabott határértéktől. Ez sajnos nem jelenti azt, hogy minden rendben van, mert a minősítés szerint ezek elég magas értékek, a patak nem jó állapotú ebből a szempontból sem.

5.5 Terhelhetőség

A terhelhetőség, hogy a 3.5. fejezetben olvasható, az a szennyezőanyag-terhelés, amely még megengedhető anélkül, hogy az ökoszisztémában jelentős káros hatást vagy visszafordíthatatlan károkat okozna.

Az 5.4. fejezetben látható, hogy a pátyi szennyvíztisztító telep nagy átlagban teljesíti a számára előírt határértékeket, azonban tagadhatatlan, hogy a Fűzes-patak rossz állapotban van a telep alatt, ahogy a 10.3 melléklet is szemlélteti. A táblázatból az is kitűnik, hogy már fölötte is nagyon messze van a VKI által megkívánt jó állapottól.

Érdekes lehet megvizsgálni, hogy mi az a szennyvízkoncentráció, ami még nem veszélyezteti a patak jó állapotát a telep alatti szelvényben. Első olvasásra itt talán ellentmondás fedezhető fel, hiszen az előző bekezdés alapján a patak már a telep felett sincs jó állapotban, azonban nem szabad elfeledkezni arról, hogy a beeresztett szennyvíz elkeveredik a patak vizével és emiatt a koncentráció a hígulási egyenlet alapján fog alakulni. Az egyenlet paraméterezését ismerteti a 21. táblázat.

21. táblázat: Az elkeveredési egyenlet paraméterezése a kibocsátási koncentrációk meghatározásához

Jellemző	Érték
C_0	A szennyvízbevezetés utána koncentráció, ebben az esetben a jó állapothoz tartozó határérték a 10.4 mellékletből
C_h	A bevezetés feletti háttérkoncentráció, ebben az esetben az F pontnál mért érték a 10.3 mellékletből
Q	A befogadó vízhozama, 2,62 l/s (számítása az 5.3 fejezetben található)
q	A szennyvíz hozama, 11,63 l/s (számítása szintén az 5.3 fejezetben található)

A számítás során kényszerűségből egyszerűsítéssel kellett élnem, ugyanis nem álltak rendelkezésre a beeresztési pont közvetlen közeléből származó mérési eredmények, csak a már korábban említett F pontban mért értékek. Szintén nem ismerek a k lebomlási tényezők, így a pontos koncentrációkat kiszámítani sem volt lehetséges. Azonban az F pont és a beeresztési pont távolsága viszonylag kicsi, ezért úgy gondolom, hogy ha az eredmény nem is teljesen pontos, de jelentős eltérés nem lehet a valósághoz képest.

22. táblázat: Számított terhelhetőségi adatok

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NO ₃ -N [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	KOI _{kr} [mg/l]
1	0,12	0,04	0,23	0,01	n/a
2	-0,03	0,03	0,77	-0,29	14,84
3	0,06	0,03	0,59	-0,07	15,11
4	-0,01	0,03	2,41	-0,49	14,03
5	0,11	0,03	0,93	-0,02	15,36
6	0,11	0,01	2,80	-0,03	14,96
7	0,07	0,04	3,32	-0,24	10,81
8	0,12	0,04	3,65	-0,03	14,59
9	0,11	0,04	2,78	-0,11	14,82
Átlag	0,07	0,03	1,94	-0,14	14,32

A táblázatban számos esetben látható negatív érték (ezeket pirossal jelöltem), ezekben az esetekben még akkor sem érhető el a patak „jó” állapota, ha a kibocsátott szennyvízben 0 lenne az adott szennyezőanyag koncentrációja, tehát ezekben az esetekben elméletileg is lehetetlen elérni a jó állapotot. A táblázat utolsó sora a mérési eredmények átlagát tartalmazza, az ortofoszfát-foszfor tekintetében így sem biztatóbb az eredmény.

Az elméleti terhelhetőségi adatok birtokában megvizsgálható, hogy a szennyvíztisztító telep kalkulált kibocsátási értékei hogyan viszonyulnak ezekhez (a BOI-t természetesen ebben az esetben sem vizsgáltam):

23. táblázat: A kibocsátás viszonya a terhelhetőséghez

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NO ₃ -N [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	KOI _{kr} [mg/l]
1	0,84	0,34	5,60	3,48	n/a
2	0,15	0,28	5,30	0,30	55,28
3	0,55	0,26	4,90	2,61	39,62
4	1,28	0,17	3,40	4,04	80,20
5	0,89	0,28	0,10	3,81	54,57
6	0,30	0,27	2,60	2,11	37,01
7	0,36	0,25	0,30	4,30	72,07
8	0,24	0,29	4,80	3,24	62,38
9	0,90	0,31	4,50	3,65	46,68

Ahogy arra számítani lehetett, a kibocsátási értékek a legtöbb esetben meghaladják a Füzespatak terhelhetőségét, egyedül a nitrát-nitrogén esetében volt három olyan mérés, amikor a kibocsátott szennyvíz annyira fel tudta hígítani a patak vizét, hogy az A pontban mérve a vízminőség legalább a „jó” osztályba esett. A kapott eredmény egybevág a 10.3 melléklettel, amelynek a színezése megmutatja, hogy az A pontban vett minta pontosan csak ebben a három esetben volt legalább „jó”.

6 ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A Füzes-patak ökológiai állapota régóta foglalkoztatja a környék lakosságát, hiszen időről időre kifogások merülnek fel a vízminőséggel kapcsolatban. A patak a befogadója a pátyi szennyvíztisztító telepnek, és mivel más szennyező nem ismert, logikus lehet a következtetés, hogy a szennyvíztisztító felelős a patak rossz állapotáért. A kérdés sajnos mégsem zárható le ennyivel, mert a telep a hatályos jogszabályok alapján önellenőrzésre kötelezett és a mérések alapján tartják a megszabott határértékeket. Az önellenőrzések mellett – lakossági bejelentésre – számtalan esetben vizsgálták már különböző hatóságok a patak vízminőségét és szóbeli közlésük alapján nem állapítottak meg kirívó szabálytalanságot, a mért értékek legfeljebb egyes esetekben és csak csekély értékben haladták meg a – az egyébként éves átlagra vonatkozó – kibocsátási határértékeket. Dolgozatomban ennek a látszólagos ellentmondásnak jártam utána a patak vízminőségének vizsgálatán keresztül.

6.1 Elvégzett munka

Minden hasonló jellegű feladatnál első lépésként meg kell ismerni a vizsgálat tárgyát (ebben az esetben a Füzes-patakot) és az összes fontos körülményt, mert anélkül, hogy kontextusba helyeznénk a problémát, nem lehet helyes eredményre jutni. Ennek szellemében

- helytörténeti és földrajzi kutatásokat végeztem a környékkel kapcsolatban,
- bejártam a patakot a forrástól egészen a Benta-torkolatig és feljegyeztem minden lényegesnek vélt körülményt,
- ellátogattam a pátyi szennyvíztisztító telepre, ahol lehetőségem volt megismerni a telep felépítését, az alkalmazott technológiákat, a problémákat és a terveket,
- megkerestem az érintett hatóságokat (egy kivételtől eltekintve nem kaptam érdemi segítséget),
- kutatást végeztem a nyilvánosan hozzáférhető adatbázisokban (például a KSH és az E-közmű weboldalán) és
- informálódtam a környékbeli civil szervezeteknél.

Sajnos az erőfeszítések ellenére sem sikerült hozzájutnom minden adathoz, ami szükséges lett volna egy igazán precíz elemzéshez.

A következő lépés a szakmai háttér feltérképezése volt. Megismerkedtem

- a vízminőség-szabályozás fogalmával és kérdéseivel,
- az állapotértékelés fogalmával, különböző módszereivel és a kapcsolódó szabványokkal,
- a vízminőség jellemzőivel, a közöttük levő összefüggésekkel és a vízminőségi osztályokkal,
- a Víz Keretirányelv (VKI) és a Vízyűjtő-gazdálkodási Terv (VGT) fogalmával, céljával, szerepével, felépítésével és az eddigi három VGT releváns tartalmával (beleértve az alkalmazott módszertanokat is),
- a VKI monitoring rendszerével és a VKI szerinti állapotértékeléssel és
- a vízminőségvédelem és a szennyésszabályozás jogi háttérével (beleértve a határértékeket is).

A célként kitűzött vízminőség-vizsgálathoz nem állt rendelkezésre adat, ezért megterveztem egy majdnem egy egész évig tartó méréssorozatot, amelyhez meg kellett határozni a vizsgálandó paraméterek körét, a mintavételek helyét, idejét és módszerét, valamint az elvégezni kívánt vizsgálatok körét. Az év során 9 alkalommal vettem mintát a patakból 2-2 helyről és minden alkalommal elvégeztem a helyszíni és a laboratóriumi méréseket. A kapott eredményeket táblázatban rögzítettem és később a számításokhoz felhasználtam.

6.2 Elvégzett számítások

6.2.1 A Füzes-patak átlagos vízhozama a telep felett

A számításokhoz nagy szükség lett volna megbízható vízhozam-adatra közvetlenül a szennyvíztisztító telep feletti pontban, de ez végül nem állt rendelkezésre, így találnom kellett egy közelítő módszert a meghatározására. A meghatározáshoz a következő adatokat használtam fel:

- a VGT-nek a Füzes-patak vízgyűjtőjére (vízgyűjtő terület nagysága, földrajzi elhelyezkedés és a lefolyási értékek) és a pátyi telep vonatkozó adatait,
- a KSH demográfiai (lakosság alakulása) és az infrastruktúrával kapcsolatos (például a csatornahasználat és a szennyvízmennyiség) adatai és
- a pátyi szennyvíztisztító telep 2021. évi önellenőrzéseinek eredményei.

Mínt hogy a teljes vízgyűjtőre megadott lefolyási értékek tulajdonképpen a Fűzes-pataknak a Benta-patakba történő becsatlakozása felett kicsivel mért vízhozamai, ezért hasonló elgondolást követve tetszőleges szelvényben is meghatározható a vízhozam. Ehhez először le kell határolni a vizsgált szelvényhez tartozó részvízgyűjtőt, majd a vízgyűjtők területének arányosításával meghatározható a részvízgyűjtő átlagos lefolyása, ami megegyezik a vízfolyás átlagos vízhozamával. A képlet azonban sokszor nem ilyen egyszerű, így szükséges volt elvégezni néhány korrekciót az adatokon:

- a Fűzes-patak vízgyűjtőjére vonatkozó sokéves fajlagos lefolyást a nem éppen naprakész adatok miatt korrigálni kellett egy – a VGT-ben fellelt – korrekciós tényezővel,
- a vizsgált részvízgyűjtő lefolyási adatait korrigálni kellett az egyesített rendszerű közcsatorna-rendszer által elvezetett csapadékmennyiséggel, valamint
- a VGT egyes szennyezők mennyiségeire vonatkozó adatait korrigálni kellett a KSH szennyvízmennyiségre vonatkozó adatának és a VGT által megadott szennyvízmennyiség hányadosával, mert a VGT adata itt is elavultnak látszott.

Kisvízfolyáson vízhozamot mérni nem triviális feladat (főleg akkor nem, ha nincs beépítve mérőbukó), mert a meder alakjának esetlegessége miatt nehéz pontosan meghatározni az áthaladó víz mennyiségét. Mindemellett sok mérés szükséges ahhoz, hogy reprezentatív eredmény szülessen. Úgy gondolom, hogy a választott módszerrel sikerült jól közelíteni a keresett mennyiséget, bár bizonyosságot természetesen csak a módszer mérési validációja adna.

A módszer segítségével meg lehet határozni a vízhozamot minden esetben, amikor nem áll rendelkezésre pontos mérési eredmény vagy nem lehetséges a mérések elvégzése, de nagyon fontos a részvízgyűjtő körültekintő meghatározása és a korrekciós tényezőket is alaposan meg kell fontolni.

6.2.2 A kibocsátott szennyvíz jellemzése

A VGT 2021-re vonatkozóan tartalmaz adatokat a telep által kibocsátott szennyvízzel kapcsolatban, de az adatok jobb összehasonlíthatósága miatt itt is korrigáltam őket a KSH által megadott szennyvízmennyiség és a VGT-ben szereplő szennyvízmennyiség hányadosával. Az így kapott érték már hasonlítható volt a megszabott határértékekhez, így le lehetett vonni a megfelelő következtetést a telep működésével kapcsolatban.

2022-re a saját mérési eredményeim, a hígulási egyenlet és a korábban meghatározott átlagos vízhozam segítségével számítottam ki a telep által kibocsátott szennyvízre vonatkozó koncentrációkat. Az éves szennyvízmennyiséggel szorozva megkaptam az egyes szennyezők egy évre vonatkozó kibocsátását.

6.2.3 A terhelhetőség

Szintén a korábban meghatározott átlagos vízhozam és a hígulási egyenlet segítségével számítottam ki a Füzes-patak terhelhetőségét, vagyis azokat az elméleti szennyvízkoncentrációkat, amelyek még nem veszélyeztetik a patak VKI szerinti jó állapotát. A számított kibocsátási koncentrációkat a terhelhetőséghez hasonlítva le lehetett vonni a szükséges következtetéseket.

6.3 Következtetések

A pátyi szennyvíztisztító telep átlagosan tartja ugyan a számára előírt határértékeket, de ennek ellenére rendkívül sok a panasz a Füzes-patak vízminőségére. Mivel a panaszok szinte kizárólag a lakosságtól érkeznek, így nem mondhatóak objektívnek abban az értelemben, hogy nincsenek alátámasztva például mérési adatokkal, inkább csak szubjektív állításokon (például hogy büdös vagy habos a víz) alapulnak. Először tehát meg kellett vizsgálni a panaszok „jogosságát”, amit a legegyszerűbben a vízminőség vizsgálatával lehetett megtenni.

Az általam elvégzett helyszíni és laborvizsgálatok eredményeit a különböző minősítési rendszerek szerint vizsgálva kijelenthető, hogy a patak meglehetősen rossz állapotban van, de nem csak a telep alatt, hanem már felette is. A telep nem minden paraméter tekintetében ront a besoroláson: van olyan jellemző (a nitrát-nitrogén), amin van, hogy javít a beengedett szennyvíz és van olyan jellemző is (a nitrit-nitrogén), amelynek általában nem változik a besorolása. A patak környezetének vizsgálata után valószínűsíthető, hogy az állapotért leginkább a mezőgazdaság okolható, ezt további (a talajt és a felszín alatti vizeket érintő) vizsgálatokkal lehetne alátámasztani.

A számítások azt mutatják, hogy van olyan paraméter (az ortofoszfát-foszfor), amelynek a tekintetében akkor sem garantálható a patak jó állapota, ha a telep emissziója a paraméter tekintetében nulla, ez komoly bajt jelent.

Fontos körülmény, hogy Pátyon egyesített üzemű a közcsatorna-hálózat, így a településre hulló csapadékmennyiség egy része a csatornába kerül és a telepen keresztül jut a patakba. Ez több okból sem előnyös:

- A szennyvíztisztító telep már hidraulikai kapacitása határán jár és a hirtelen lezúduló nagyobb mennyiségű csapadék jelentős többletterhelést jelent még akkor is, ha rendelkezik záportározóval.
- A szennyvíztisztító telepek – főleg az elavultabbak – akkor működnek jól, ha a beérkező szennyvíz mennyisége és minősége is közel állandó. A kommunális szennyvízre mindkét állítás igaz, de a csapadékra egyik sem.
- A közcsatornába kerülő csapadékmennyiség hiányzik a talajból és hiányzik a Füzes-patak telep feletti szakaszáról is. A számításaim alapján másodpercenként 9,4 literről 2,62 literre csökkenti a patak átlagos vízhozamát, ami jelentős különbség.

A gazdasági szempontok figyelembe vételével valószínűleg nem várható el a közcsatorna-hálózat teljes átalakítása, de egy jövőbeli beruházásnál érdemes erre a szempontra is gondolni.

Az, hogy a telep teljesíti a megszabott határértékeket és mégis rossz állapotban van a patak, mégsem ellentmondás tehát: azt mutatja, hogy a határértékek nem vagy csak kis mértékben veszik figyelembe a befogadó paramétereit. Ahhoz, hogy a patak vízminősége a jó irányba változzon, mindenképp szükséges lenne olyan határértékeket megszabni, amik figyelembe veszik a terhelhetőségét. Az a kérdés, hogy vajon az esetenként jóval szigorúbb határértékek is betarthatóak lennének-e a jelenlegi politikai-gazdasági viszonyok között, messzire vezet.

6.4 Ismert hiányosságok, további tennivalók

A legfontosabb további tennivaló a 6.2.1. fejezetben bemutatott módszer helyességének mérésekkel történő ellenőrzése lenne, ehhez több adat rendelkezésre állása szükséges:

- a vízgyűjtő pontos területe,
- a Füzes-patak vízhozamára és a vízminőségre vonatkozó adatok közvetlenül a pátyi szennyvíztisztító feletti és alatti szelvényből,
- a telepre befolyó és onnan kiengedett szennyvíz minőségét és mennyiségét jellemző adatok, a lehető legkisebb granularitásban (hiszen összegezni bármikor lehet) és
- Páty település csatornázottságára és demográfiájára vonatkozó adatok.

Ha bebizonyosodna a módszer helyessége, akkor a jövőben jóval kisebb erőfeszítéssel, de megfelelő pontossággal lehetne meghatározni kisvízfolyások vízhozamát.

Érdemes lenne még több mérést végezni, hiszen számos egyéb paramétert is lehetne vizsgálni (például TOC, TN, TP, ÖLA, illetve a BOI, ami most nem sikerült), további mintavételi pontok kijelölésével pedig ki lehet számítani a k lebomlási tényező értékét minden vizsgált paraméterre. A k tényező ismeretében pontosabban lehetne modellezni a patak paramétereit az alsóbb szakaszokon.

Vizsgálni lehetne az elfolyó szennyvizet is a teljesebb kép kedvéért, de ha vannak pontos vízhozam adatok (beleértve az elfolyó szennyvíz hozamát is), akkor a hígulási egyenletből ezeket a paramétereket ki is lehet számítani.

A fizikai-kémiai vizsgálatokon túl célszerű lenne mikrobiológiai vizsgálatokat is végezni a rossz állapot okának felderítése céljából.

El kellene végezni a dolgozatban említett talaj- és talajvízvizsgálatokat a patak felső szakaszán, hogy tisztázódjon a mezőgazdaság hatása a patak vízminőségére.

7 FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <https://vizeink.hu/korabbi-vizgyujto-gazdalkodasi-tervek/vizgyujto-gazdalkodasi-terv/>, Magyarország első Vízyűjtő-gazdálkodási Terve (2010), 2022.10.20.
- [2] https://www.ksh.hu/nepszamlalas/docs/tablak/teruleti/13/13_4_1_1_1.xls, A népesség számának alakulása, terület, népsűrűség (Pest megye), 2022.08.10.
- [3] Sikos T. Tamás (szerk.): A budapesti agglomeráció nyugati kapuja (Budaörs, Törökbálint, Biatorbágy), Szent István Egyetem Kiadó, Budapest, 2015, ISBN 978 9632 69 463 4
- [4] <https://vizeink.hu/korabbi-vizgyujto-gazdalkodasi-tervek/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2015/>, Magyarország felülvizsgált, 2015. évi Vízyűjtő-gazdálkodási Terve, 2022.10.20.
- [5] Dr. Clement Adrienne: Vizminőségsszabályozás (Felkészülési segédanyag), BME ÉPK Vízi Közmű és Környezetmérnöki Kar, Budapest, 2007
- [6] Dr. Percsich Kálmán: Bevezetés a vízanalitikába, SZIE MKK, Gödöllő, 2005
- [7] Angyal Zsuzsanna (szerk.): Környezetvédelmi terepgyakorlat, Typotex, Budapest, 2012, ISBN 978 96 3279 546 1
- [8] <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/>, Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2021 (VGT3), 2022.10.20.
- [9] <https://njt.hu/jogszabaly/2004-31-20-0N>, 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet, 2022.10.20.
- [10] <https://www.magyarorszagterkep.com/magassag>, Magyarország részletes domborzati térképe, 2022.10.25.
- [11] Somlyódy László: Felszíni vizek minősége (Modellezés és szabályozás), Typotex, Budapest, 2021, ISBN 978 96 3279 983 4
- [12] <https://njt.hu/jogszabaly/2004-28-20-0N>, 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet, 2022.10.20.
- [13] <https://njt.hu/jogszabaly/2004-220-20-22>, 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet, 2022.10.20.

- [14] <https://njt.hu/jogszabaly/2010-10-20-2Y>, 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet, 2022.11.08.
- [15] Szabó M., Angyal Zs. (szerk.): A környezetvédelem alapjai, Typotex, Budapest, 2012, ISBN 978 96 3279 547 8
- [16] Vízgazdálkodási Évkönyv 2011, Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, Szolnok, 2012, ISSN 2061-9960
- [17] Vízgazdálkodási Évkönyv 2012, Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, Szolnok, 2013, ISSN 2061-9960
- [18] Záray Gyula (szerk.): Környezetminősítés, Typotex, Budapest, 2012, ISBN 978 96 3279 544 7
- [19] https://dakov.hu/index.php?region_city=316&pg=water_quality, A pátyi szennyvíztisztító vízminőségi adatai, 2022.10.28.
- [20] Barótfi István (szerk.): Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000, ISBN 963 286 009 8
- [21] <https://geoportal.vizugy.hu/portal/apps/webappviewer/index.html?id=5f07d2ce942b4ca6959d9a7671a58d54>, OVF Vízrajzi Atlasz, 2022.10.20.

8 ÁBRAJEGYZÉK

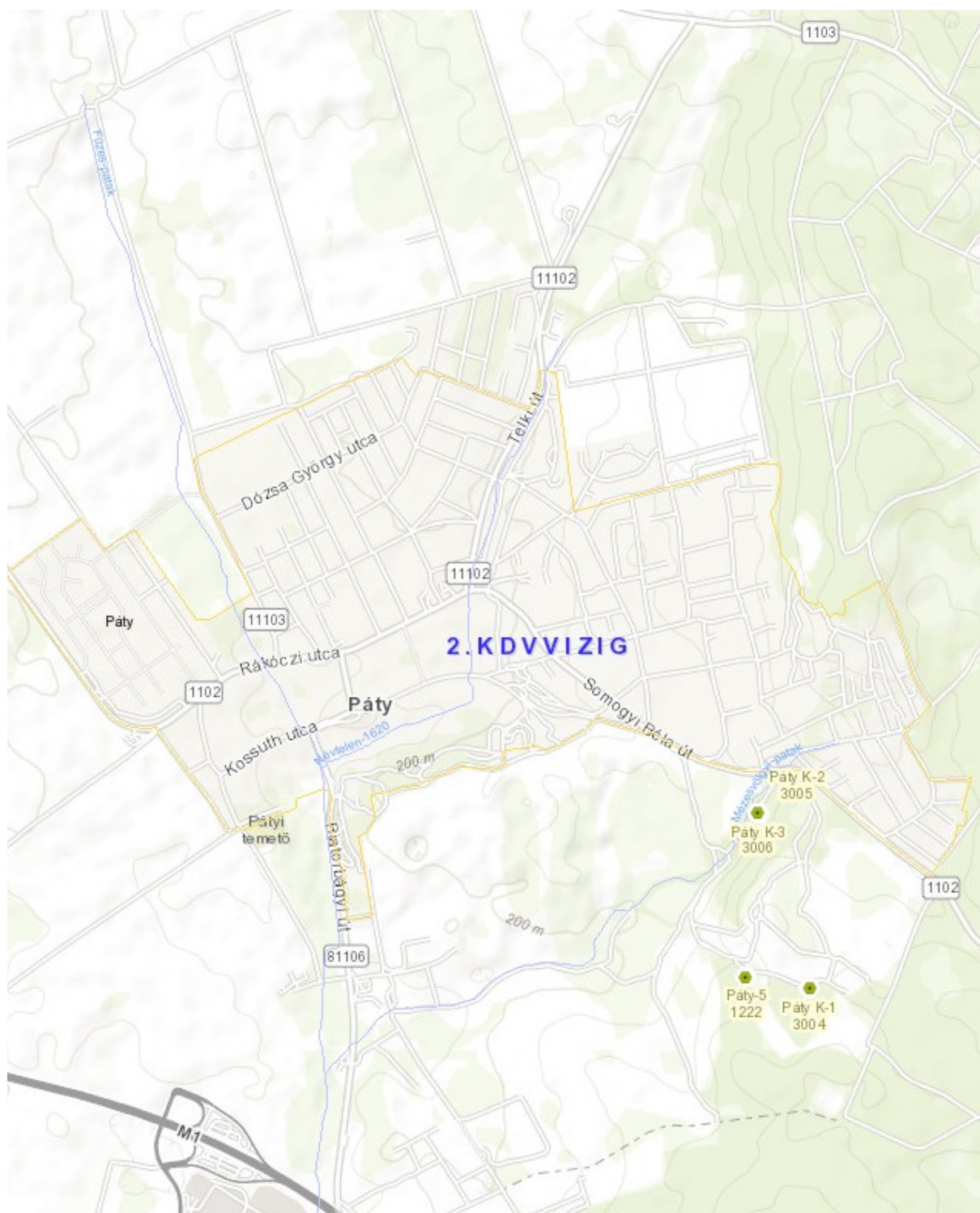
1. ábra: Állapotértékelés a VKI szerint.....	7
2. ábra: Szennyezőanyag koncentrációja az egyszerű vízminőségi modell szerint [5].....	13
3. ábra: A mérések eredményei ($\text{NH}_4\text{-N}$).....	21
4. ábra: A mérések eredményei ($\text{NO}_2\text{-N}$).....	21
5. ábra: A mérések eredményei ($\text{NO}_3\text{-N}$).....	22
6. ábra: A mérések eredményei ($\text{PO}_4\text{-P}$).....	23
7. ábra: A mérések eredményei (Mn).....	24
8. ábra: A mérések eredményei (O_2).....	24
9. ábra: A mérések eredményei (KOl_{kr}).....	26
10. ábra: A mérések eredményei (BOI_5).....	26
11. ábra: A mérések eredményei (pH).....	27
12. ábra: A mérések eredményei (fajlagos vezetés).....	28

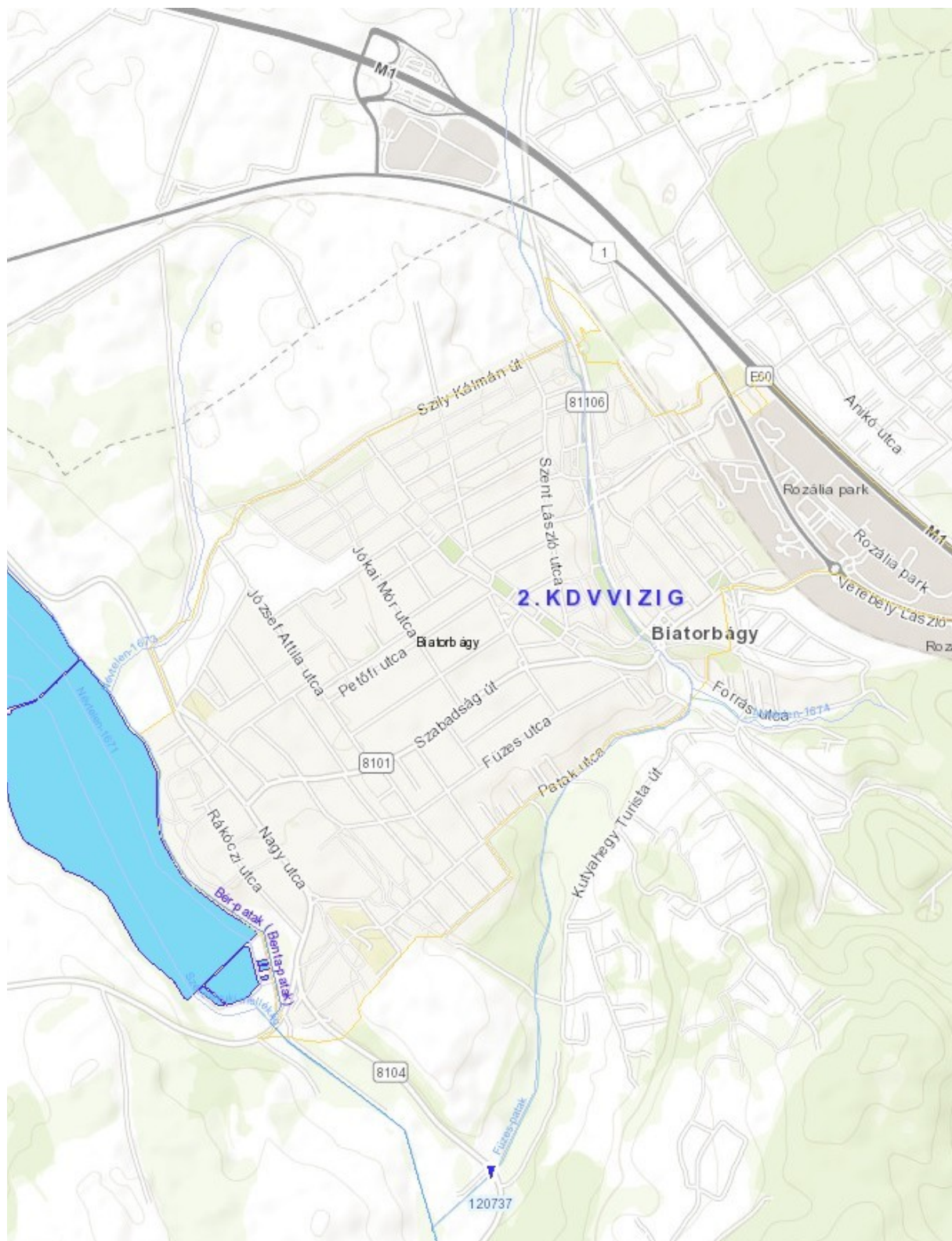
9 TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Páty és Biatorbágy lakosságának változása 1990-2019 között [2].....	2
2. táblázat: A Füzès-patak értékelése a VGT1-ben [1].....	8
3. táblázat: A lefolyási értékek alakulása a vizsgált időszakokban.....	10
4. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító telep felépítése.....	16
5. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító technológiai határértékei.....	17
6. táblázat: A pátyi szennyvíztisztító területi határértékei.....	17
7. táblázat: A mintavételek helyei és a beeresztési pont.....	18
8. táblázat: A mintavételek dátumai.....	19
9. táblázat: A mérések eredményei.....	20
10. táblázat: N formák mennyisége a különböző mintákban (az adatok forrása: saját mérések és [19]).....	22
11. táblázat: Számított oxigéntelítettség értékek.....	25
12. táblázat: A KOI és a BOI átlagos értékei a mintákban.....	27
13. táblázat: A Füzès-patak VGT1 szerinti vízminősítése.....	29
14. táblázat: A lefolyási értékek a Füzès-patak felső szakaszán.....	30
15. táblázat: A pátyi telep önellenőrzései (2021).....	31
16. táblázat: Páty település lakossága és szennyvízhálózatának főbb paraméterei.....	32
17. táblázat: A számított lefolyások és vízhozamok összefoglalása.....	33
18. táblázat: A kibocsátott szennyvíz paraméterei a VGT3-ban.....	34
19. táblázat: A kibocsátott szennyvíz paraméterei a határértékek tükrében 2021-ben.....	34
20. táblázat: A kibocsátott szennyvíz számított paraméterei 2022-re.....	36
21. táblázat: Az elkeveredési egyenlet paraméterezése a kibocsátási koncentrációk meghatározásához.....	37
22. táblázat: Számított terhelhetőségi adatok.....	38
23. táblázat: A kibocsátás viszonya a terhelhetőséghez.....	39

10 MELLÉKLETEK

10.1 A Füzös-patak környezete [21]





10.2 A Füzös-patak MSZ 12749:1993 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján)

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]		NO ₂ -N [mg/l]		NO ₃ -N [mg/l]		PO ₄ -P [mg/l]		Mn [mg/l]		O ₂ [mg/l]		KOI kr [mgO ₂ /l]		pH		Fajlagos vezetés [mS/cm ²]	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
1	0.013	0.690	0.038	0.283	15.3	7.4	0.38	2.91	0.34	0.13					7.8	7.6	1.64	1.79
2	0.688	0.252	0.068	0.238	12.9	6.7	1.71	0.56	0.13	0.18	7.8	5.7	15.7	48.0	7.8	7.4	1.99	2.00
3	0.299	0.500	0.089	0.229	13.7	6.5	0.76	2.27	0.12	0.23			14.5	35.0	7.9	7.5	2.00	2.00
4	0.594	1.150	0.091	0.158	5.6	3.8	2.59	3.77	0.28	0.36	6.3	2.6	19.3	69.0	7.6	7.5	0.87	2.00
5	0.071	0.740	0.083	0.240	12.2	2.3	0.51	3.20	0.24	0.40			13.4	47.0	7.9	7.4	2.00	2.00
6	0.063	0.260	0.154	0.251	3.9	2.8	0.55	1.82	0.12	0.25	4.3	2.5	15.2	33.0	7.6	7.4	2.00	2.00
7	0.240	0.340	0.032	0.207	1.6	0.5	1.49	3.78	0.34	0.31			33.6	65.0	7.5	7.4	1.51	2.00
8	0.021	0.200	0.045	0.245	0.1	3.9	0.58	2.75	0.13	0.16	4.4	2.6	16.8	54.0	7.8	7.5	2.00	2.00
9	0.040	0.742	0.041	0.261	4.0	4.4	0.92	3.15	0.13	0.30			15.8	41.0	7.9	7.5	2.00	2.00
Átlag	0.225	0.542	0.071	0.235	7.7	4.3	1.05	2.69	0.20	0.26	5.7	3.4	18.0	49.0	7.8	7.5	1.78	1.98

10.3 A Füzös-patak VGT1 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján)

Mérés	NH ₄ -N [mg/l]		NO ₂ -N [mg/l]		NO ₃ -N [mg/l]		PO ₄ -P [mg/l]		O ₂ [mg/l]		KOI kr [mgO ₂ /l]		pH		Fajlagos vezetés [mS/cm ²]	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
1	0.013	0.690	0.038	0.283	15.3	7.4	0.38	2.91					7.8	7.6	1.64	1.79
2	0.688	0.252	0.068	0.238	12.9	6.7	1.71	0.56	7.8	5.7	15.7	48.0	7.8	7.4	1.99	2.00
3	0.299	0.500	0.089	0.229	13.7	6.5	0.76	2.27			14.5	35.0	7.9	7.5	2.00	2.00
4	0.594	1.150	0.091	0.158	5.6	3.8	2.59	3.77	6.3	2.6	19.3	69.0	7.6	7.5	0.87	2.00
5	0.071	0.740	0.083	0.240	12.2	2.3	0.51	3.20			13.4	47.0	7.9	7.4	2.00	2.00
6	0.063	0.260	0.154	0.251	3.9	2.8	0.55	1.82	4.3	2.5	15.2	33.0	7.6	7.4	2.00	2.00
7	0.240	0.340	0.032	0.207	1.6	0.5	1.49	3.78			33.6	65.0	7.5	7.4	1.51	2.00
8	0.021	0.200	0.045	0.245	0.1	3.9	0.58	2.75	4.4	2.6	16.8	54.0	7.8	7.5	2.00	2.00
9	0.040	0.742	0.041	0.261	4.0	4.4	0.92	3.15			15.8	41.0	7.9	7.5	2.00	2.00
Átlag	0.225	0.542	0.071	0.235	7.7	4.3	1.05	2.69	5.7	3.4	18.0	49.0	7.8	7.5	1.78	1.98

10.4 A VGT1 szerinti állapotértékelés osztályhatárai (8-as víztípus, éves átlagértékekre) [1]

	Kiváló – jó	Jó – mérsékelt	Mérsékelt – gyenge	Gyenge – rossz
Kémhatás, pH [-]	6,5-7,5 (szilikátos), 7-8,5 (meszes)	6-6,5, 7,5-8 (szilikátos), 6,5-7, 8,5-9 (meszes)	6	5,5
Vezetőképeség, λ [μ S/cm]	<300 (szilikátos), <600 (meszes)	500 (szilikátos), 900 (meszes)	3000	5000
Klorid, Cl ⁻ [mg/l]	<35	35-50	300	500
Oxigéntelítettség, O [%]	90-100	85-90	<50	<30
Oldott oxigén, DO ₂ [mg/l]	>9	8-9	4	3
Biológiai oxigénigény, BOI ₅ [mg/l]	<2	2-3	15	25
Kémiai oxigénigény, KOI _{Cr} [mg/l]	<10	10-15	50	75
Ammónium-nitrogén, NH ₄ -N [mg/l]	<0,05	0,05-0,1	1	5
Nitrit-nitrogén, NO ₂ -N [mg/l]	<0,02	0,02-0,04	0.3	1
Nitrát-nitrogén, NO ₃ -N [mg/l]	<0,5	0,5-3	5	25
Összes nitrogén, N [mg/l]	<1	1-4	10	50
Ortofoszfát-foszfor, PO ₄ -P [mg/m ³]	<30	30-80	500	1000
Összes foszfor, TP [mg/m ³]	<80	80-150	1000	2000

10.5 A Benta- és a Füzes-patak VGT3 szerinti állapotértékelése (saját mérések alapján)

Mérés	NH4-N [mg/l]		Összes szervetlen N [mg/l]		PO4-P [mg/l]		O2 [mg/l]		KOI kr [mgO2/l]		pH		Fajlagos vezetés [mS/cm2]	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
1	0.013	0.690	15.35	8.37	0.38	2.91					7.8	7.6	1.64	1.79
2	0.688	0.252	13.66	7.19	1.71	0.56	7.8	5.7	15.7	48.0	7.8	7.4	1.99	2.00
3	0.299	0.500	14.09	7.23	0.76	2.27			14.5	35.0	7.9	7.5	2.00	2.00
4	0.594	1.150	6.29	5.11	2.59	3.77	6.3	2.6	19.3	69.0	7.6	7.5	0.87	2.00
5	0.071	0.740	12.35	3.28	0.51	3.20			13.4	47.0	7.9	7.4	2.00	2.00
6	0.063	0.260	4.12	3.31	0.55	1.82	4.3	2.5	15.2	33.0	7.6	7.4	2.00	2.00
7	0.240	0.340	1.87	1.05	1.49	3.78			33.6	65.0	7.5	7.4	1.51	2.00
8	0.021	0.200	0.17	4.35	0.58	2.75	4.4	2.6	16.8	54.0	7.8	7.5	2.00	2.00
9	0.040	0.742	4.08	5.40	0.92	3.15			15.8	41.0	7.9	7.5	2.00	2.00
Átlag	0.225	0.542	8.00	5.03	1.05	2.69	5.7	3.4	18.0	49.0	7.8	7.5	1.78	1.98

10.6 A VGT3 szerinti állapotértékelés osztályhatárai (3-as víztípus, éves átlagértékekre) [8]

Víztest típusa	Referencia állapot, osztályhatár	Savasodási állapot	Sótartalom		Oxigén háztartás, szerves szennyezés					Növényi tápanyagok				
		pH	Klorid	Vezkép	Old Oxigén	Oxigén telítettség	BOI	KOId	TOC	NH4-N	össz. szerves N	ÖN	PO4-P	ÖP
			mg/l	µS/cm	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/m³	mg/m³
3	(referencia)	7 - 8,5	15	700	9	90 - 100	2	10	3.75	0.05	1	2	30	80
	Kiváló / Jó	7 - 8,5	≤ 35	≤ 700	≥ 8	≥ 90	≤ 3	≤ 20	≤ 7,5	≤ 0,1	≤ 2	≤ 2,5	≤ 50	≤ 100
	Jó / Mérsékelt	6,5 - 7; 8,5 - 9	50	1000	7	80	5	30	11.25	0.3	3.5	5	100	200
	Mérsékelt / Gyenge	6	150	1500	4	50	10	50	18.75	1	5	10	300	500
	Gyenge / Rossz	5.5	300	2000	3	30	15	60	22.5	2	10	15	500	1000