

Az éghajlatváltozás hatása Pécs város csapadékdinamikájára

Nagy Gábor¹, Czigány Szabolcs³, Ronczyk Levente², Halmai Ákos², Pirkhoffer Ervin³ és Geresdi István⁴

¹ Pécsi Tudományegyetem, Földtudományok Doktori Iskola H-7624 Pécs, Ifjúság útja 6., E-mail: gnagy@gamma.ttk.pte.hu

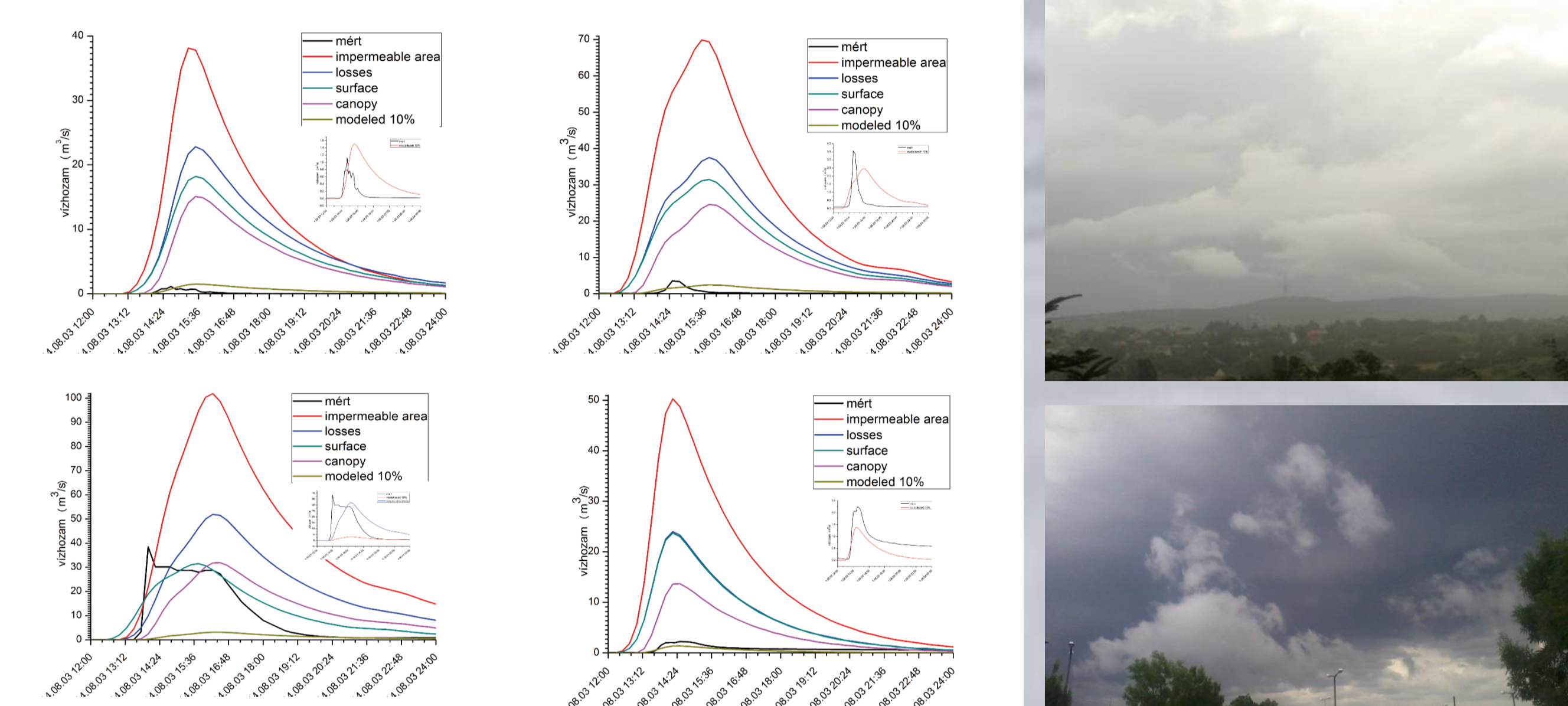
² Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék, Földrajzi Intézet

³ Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Földrajzi Intézet

⁴ Földtani és Meteorológiai Tanszék, Földrajzi Intézet

Bevezetés

Hegy és dombvidéki városaink vízháztartására, vízgazdálkodására és a város fejlesztésére jelentős hatással bírhat a klímaváltozás következtében előforduló nagy intenzitású csapadék események. A Pécs városára hullott 2014.08.03.-i csapadék esemény által kiváltott árhullámokat Kenessey-féle lefolyási tényezővel parametrizáltuk. A lefolyás modellünk validálása során azt tapasztaltuk, hogy a mért és a modellezett kumulatív vízhozam értékek vízgyűjtőnként eltérő ~10-20 %-os fajlagos lefolyással bírtak, a lehullott ~75 mm csapadékból 7,5 mm folyt le. Jelen kutatásunk a mért hidrológiai és hidrometeorológiai adatbázisunk alapján a vizsgált időszak hiányzó, 12 órája alatt meg nem jelenő vízmennyiségnek, mint veszteség forrásának meghatározását és a jobb fajlagos lefolyási közelítést tűzte ki célul.



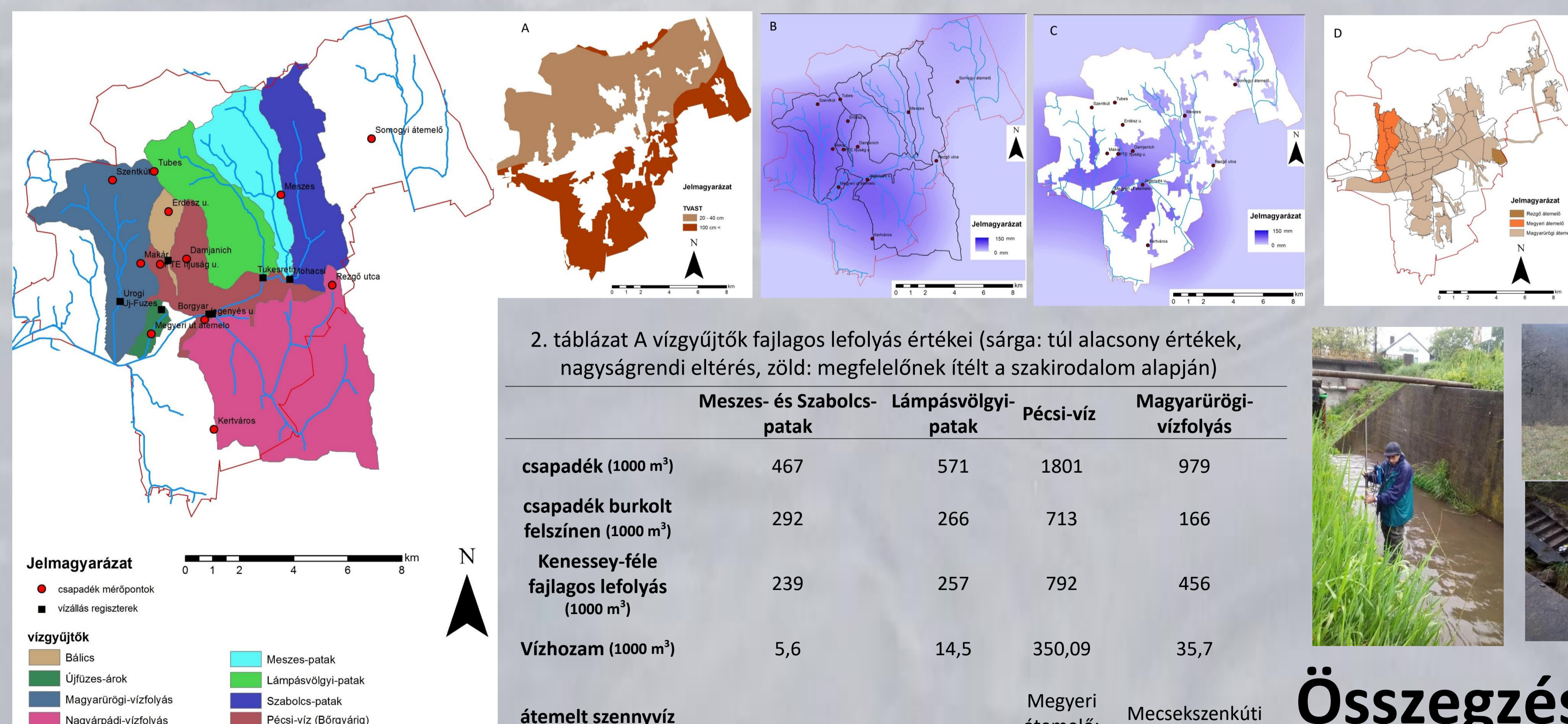
3. ábra 2014.08.03.-i csapadék esemény alapján a HEC-HMS modell alapján számított és a mérőpontokon mért értékek összevetése A: Mohácsi út, B: Tüskésrét, C: Bőrgyár, D: Páfrány utca

Eredmények

Az 1901-2010 időszakhoz képest azt tapasztaltuk Pécsen, hogy az utóbbi 30 évben nőtt a 20 mm csapadékösszeget meghaladó napok száma (1. ábra), míg augusztusban előforduló 20 mm meghaladó napok száma a teljes évhez viszonyítva 10% valószínűséggel fordul elő (2. ábra). A 2014. évi csapadék eseményt vizsgálva kapcsán azt az eredményt kaptuk, hogy a nem csak a felszínen, hanem a szennyvízcsatornában is mérhetően detektálhatóak (1. táblázat) a csapadékesemények (4. ábra), melyek területileg megegyeznek az interpolált csapadékmérési eredményének (5. ábra). A HEC-HMS-sel történő 2014.08.03.-i lefolyás modellezése során azt tapasztaltuk, hogy a mért és a szimulációs eredmények között jelentős eltérés tapasztalható (3. ábra), ezért a vízháztartási egyenlet módosított változatával (1. egyenlet) értékeltük ki a vízgyűjtőkre bontva a fajlagos lefolyást (2. táblázat). A nagyméretű burkolt felszínek elhelyezkedése egybeesett a legnagyobb mért csapadékok mérési helyével. A lehullott csapadékhhoz képest legalább egy nagyságrenddel kevesebb mennyiségű víz folyt le a vízfolyásokban, míg a szennyvíz csatornahálózatban felszíni lefolyáshoz hasonló mértékű különbség volt tapasztalható. A számolt, felszínhasználatlalt korrigált lefolyás várható értékét (Kenessey-féle lefolyási tényezővel számított) nem haladta meg a mért felszíni lefolyás.

Kenessey-féle fajlagos lefolyás: $V=1000 \cdot \alpha \cdot h \cdot A$

ahol, α : Kenessey féle lefolyási tényező; h : csapadék (mm); A : terület (km²)



2. táblázat A vízgyűjtők fajlagos lefolyási értékei (sárga: túl alacsony értékek, nagyságrendi eltérés, zöld: megfelelőnek ítélt a szakirodalom alapján)

	Meszés- és Szabolcs-patak	Lámpásvölgyi-patak	Pécsi-víz	Magyarürögi-vízfolyás
csapadék (1000 m ³)	467	571	1801	979
csapadék burkolt felszínen (1000 m ³)	292	266	713	166
Kenessey-féle fajlagos lefolyás (1000 m ³)	239	257	792	456
Vízhozam (1000 m ³)	5,6	14,5	350,09	35,7
átemelt szennyvíz (1000 m ³)			Megyeri átemelő: 0,646	Mecsekzenkúti átemelő: 5,234
vízátározás (1000 m ³)	461,4	556,5	1450,3	938,066
lefolyási tényező (α)	0,012	0,026	0,19	0,042
lefolyási tényező burkolt felszínre (α)	0,02	0,03	0,55	0,25

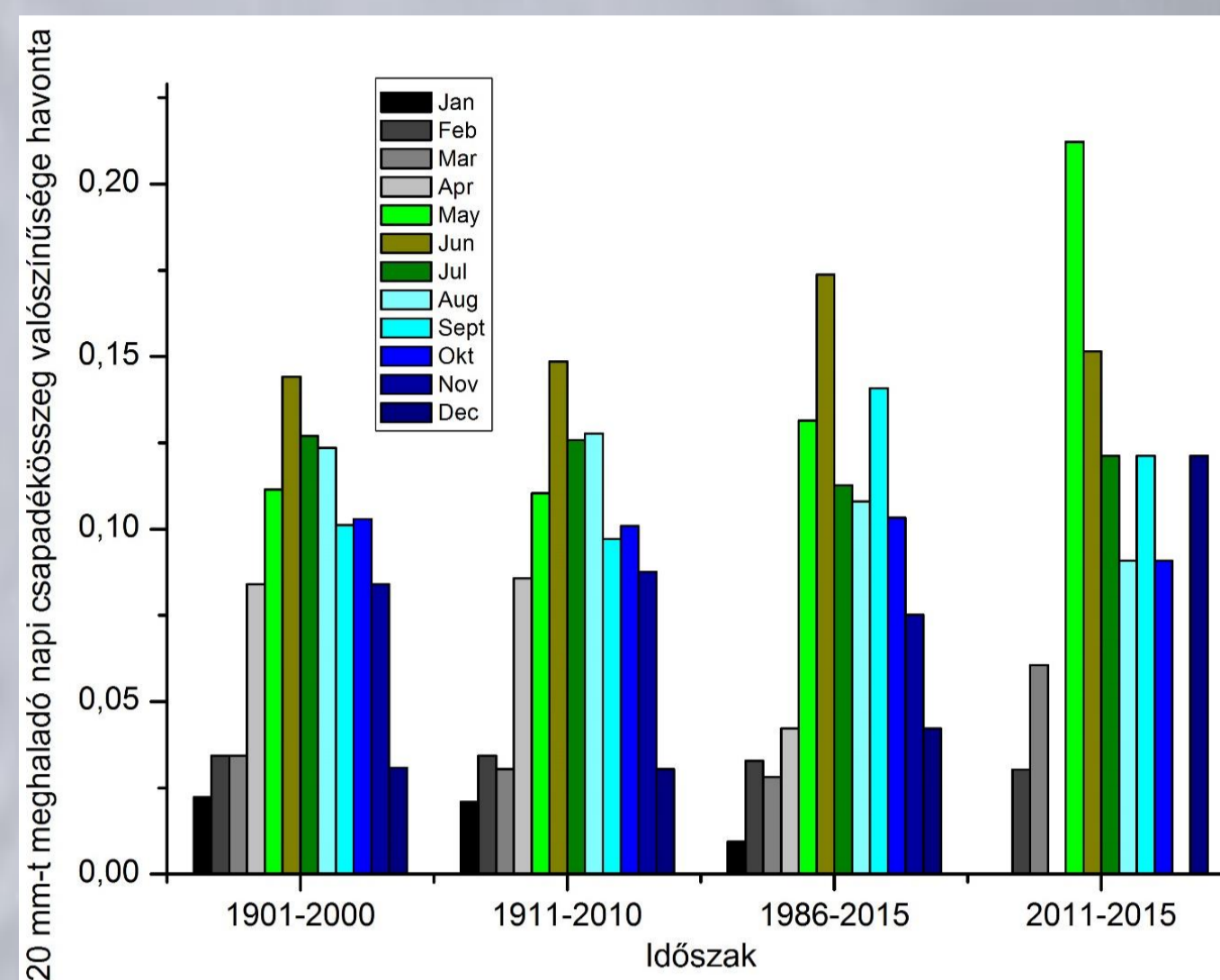
5. ábra a vízgyűjtők elhelyezkedése, A: talajvastagság (cm), B: vízgyűjtőkre hullott csapadék (mm), C: burkolt felszínre (mm) hullott csapadék, D: szennyvíz átemelők lefedettség

Irodalom

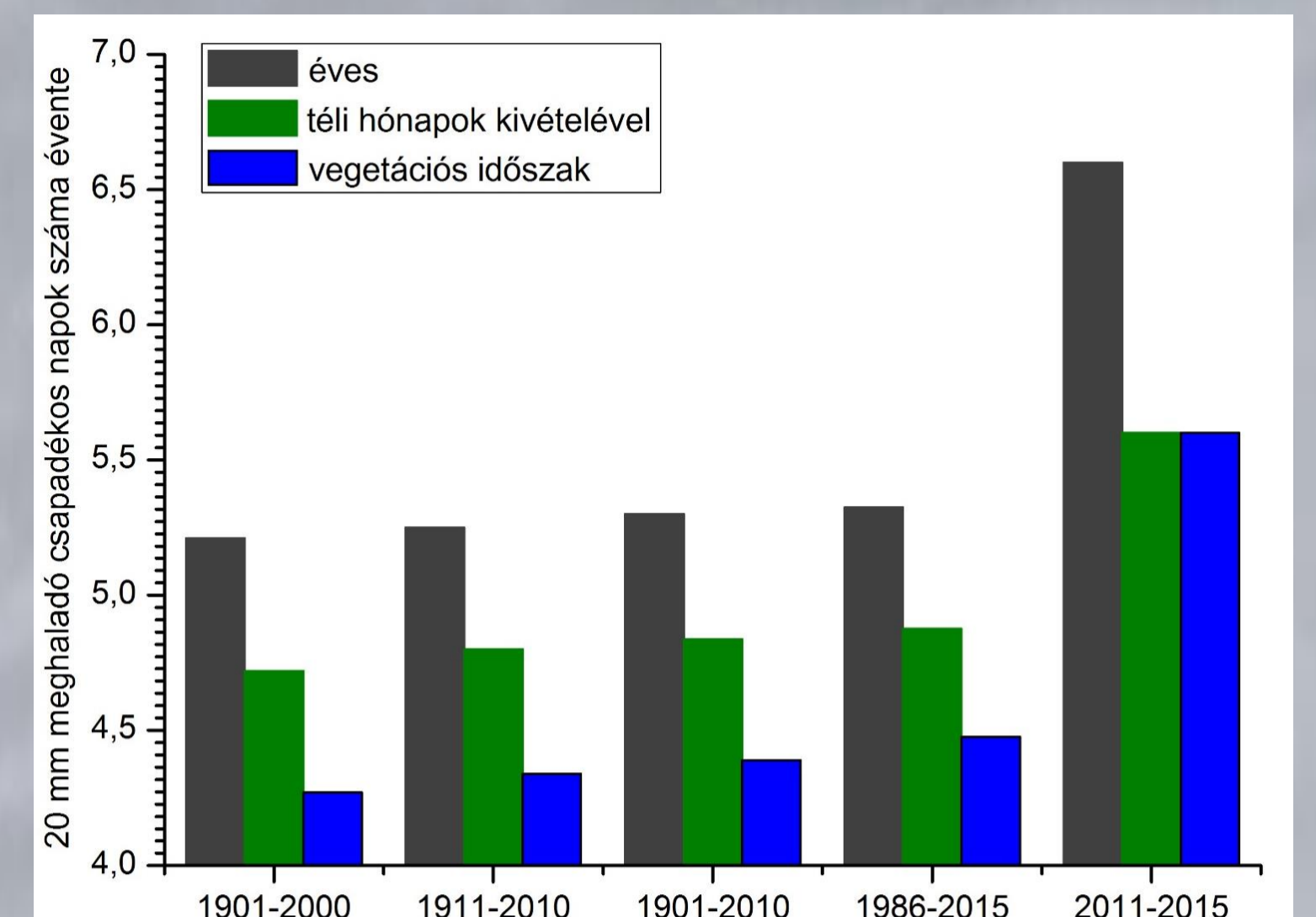
Stelcer Károly (2000). A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest 410 p.
 Ronczyk L, Czigány S, Balatonyi L, Kriston Á: Effects of excess urban runoff on wastewater flow in Pécs, Hungary, RISCURI SI CATASTROFE 11: (2) pp. 144-159.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a kutatásba együttműködő partnereinknek. Jelen tudományos munkánkat az alapításának 650. évét ünneplő Pécsi Tudományegyetemnek ajánljuk.



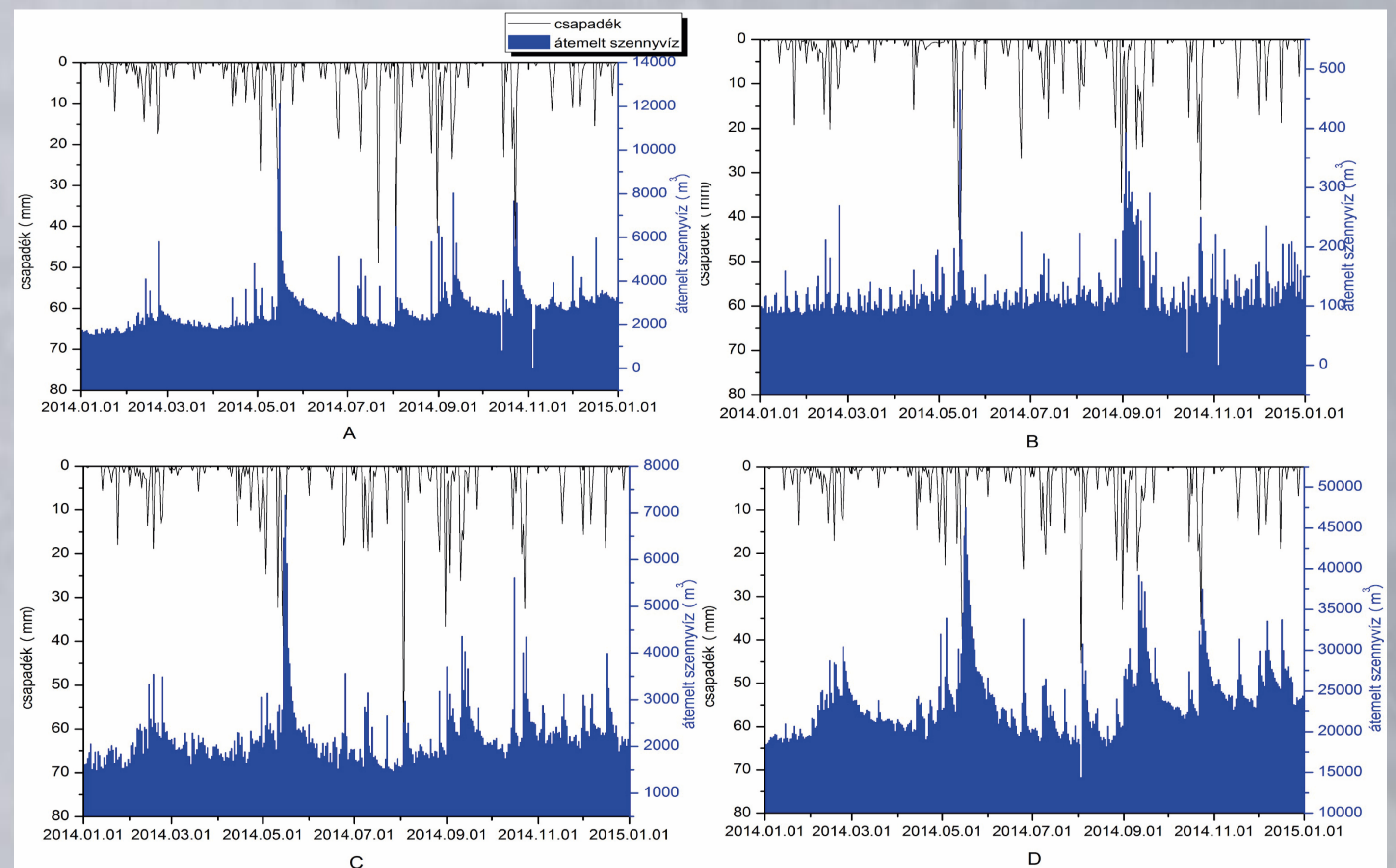
1. ábra a havi >20 mm napi csapadékösszeget meghaladó nap valószínűségének a változása 1901 – 2015 közötti időszakban



2. ábra az éves >20 mm meghaladó napi csapadékösszeget alakulása: éves, márciustól novemberig és a vegetációs időszakban (április 15- október 15)

Eszközök és módszer

Az 1901 - 2010 közötti időszakban Pécsen mért csapadék adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) szabad hozzáférésű adatsorából származtak. A 2010 - 2015 közötti mért adatokat a Pécsi Tudományegyetemen (Ifjúság u. 6.) működő Vaisala időjárás állomás és a Lambrecht billenőedényes csapadékszenzor szolgáltatta. További csapadékadatokat gyűjtöttünk a Pécsi-víz felső szakaszán elhelyezett Boreas (BES-06) csapadék monitoring hálózat segítségével felszerelve, a mérőhálózat további részeként Dataqua vízállás regiszterek kerültek elhelyezésre: a Pécsi-vízen 3 db, a Nagypáti vízfolyáson, az Újfüzes-árokban és a Magyarürögi-vízfolyáson pedig 1-1 db. A vízháztartási egyenlet (STELCZER 2003) módosított változatát (1. egyenlet) alkalmaztuk a mennyiségi viszonyok meghatározására. A vizsgált időszak 12 órán keresztül tartott, mely alatt az árhullám a vízfolyásokon teljesen levonult.



4. ábra 2014. évi csapadék események és az átemelt szennyvíz kapcsolata A: Mecsekzenkút; B: Rezgő utca; C: Megyeri út; D: Pellérd szennyvíz tisztító befogadó

1. táblázat a szennyvíz-átemelők által továbbított mennyiségek

üzem idő (h)	Mecsekzenkút		Rezgő utca		Megyeri út		Összátétel		
	teljes (1000 m ³)	különbség (1000 m ³)	teljes (1000 m ³)	különbség (1000 m ³)	teljes (1000 m ³)	különbség (1000 m ³)	teljes (1000 m ³)	különbség (1000 m ³)	
1083	6,50	4,50	372	0,22	0,12	2,51	0,65	14,4	-6,55

Vízháztartási egyenlet

$$P = ET + R + \Delta S = ET + (R_s + R_{ch}) + (S_s + S_k)$$

ahol P csapadék (mm)

ET párolgás (mm/nap)

R lefolyás (m³/s); R_s felszíni lefolyás;

R_{ch} szennyvíz elvezetésben megjelenő lefolyás

ΔS tárolás (m³): S_s talajban történő tárolás

S_k karsztban történő tárolás

Összegzés

Eredményeink alapján a kumulatív kifolyó vízmennyiség minden esetben meghaladta a mért értékeket (összhangban RONCZYK et al. 2012 adataival). Az egy vízgyűjtőhöz tartozó vízállás mérő és szennyvízáttemelő esetében legalább egy nagyságrendű különbség tapasztalható a mért és a számolt vízhozamuk között. 2014.08.03.-i csapadék esemény nem érintette egyformán a város teljes területét, ezért tapasztalható eltérés az egyes vízgyűjtőkön és vízgyűjtők területén lévő szennyvíz átemelők vízhozamai között. A mért felszíni lefolyást összevetve a Kenessey-féle fajlagos lefolyással, megállapítható ott ad jó közelítést a számítás (bár felül becsül), ahol a burkolt térfelszín vízgyűjtők területének <20% fedték le. A burkolt térfelszín jelentőségét jelzi, hogy ha csak a rájuk hulló csapadékhányadot számítjuk, akkor jobb eredményt kapunk, mint a vegyes felszínhasználatra számított értékűknél. A különbségként megjelenő vízmennyiség a mérési és számítási eljárások hibájából, a vízgyűjtőket keresztelő átszelő vízevezetési hálózatból, a csapadék interpoláció pontatlanságából, a Q-h görbék a felvételi intervallumon kívüli pontatlanságából adódhat. Ki kell hangsúlyoznunk, hogy a jelen eredmények egyetlen csapadékesemény adatait dolgozták fel, ezért egy városi lefolyásmodell kifejlesztéséhez és a pécsi elfolyási viszonyok pontosabb megértéséhez további kutatások szükségesek. Ezek további csapadékesemények és modellek/számítási módszerek használatát (pl. SWMM) teszik szükségessé.