

CUM SCIENTIA PRO AQUIS HUNGARIAE

Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia

Tanulmányok



Szerkesztette:
BÍRÓ TIBOR

Dialóg Campus

Tartalom

A szerkesztő előszava	7
I. rész: A települési vízgazdálkodás hidrológiai folyamatai témakörében elhangzott előadások publikációi	9
Hoffmann Lilla – Lakatos Mónika: Növekvő csapadékintenzitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában	11
Ilyés Csaba – Szűcs Péter – Turai Endre: Csapadékösszegek és talajvízszint-idősorok spektrális elemzése	21
Czigány Szabolcs – Domján Anita – Nagy Gábor – Ronczyk Levente: Reakcióidő-számítás hidrológiai mérőhálózat alapján Pécssett	29
Horányiné Csiszár Gabriella – Ilyés Csaba – Lénárt László – Szűcs Péter – Üszögh Lajos: Miskolci villámárvizek elemzése a bükkí források és a városi szennyvízelvezető rendszer hozamadatai alapján	39
Bardóczyné Székely Emőke: A biológiai aktivitásérték (BAÉ) fogalma és kapcsolata a települési hidrológiával	45
Orgoványi Péter – Salamon Endre – Török László: Egy mérnök számára szükséges adatok és módszerek a települési csapadékvíz-elvezetés és csapadékvíz-gazdálkodás tervezése során	55
II. rész: A települési infrastruktúra és települési vízgazdálkodás témakörében elhangzott előadások publikációi	65
Fehér János – Nagy Attila – Riczu Péter – Tamás János: A nagy felbontású 3D városmodell felépítése és szerepe a települési vízgazdálkodásban	67
Komárominé Kucsák Mónika: A villámárvízi elöntések enyhítése érdekében magnövelt városi zöldfelületek hatásvizsgálata egy konkrét példán keresztül	77
Karches Tamás – Mátrai Ildikó – Orgoványi Péter – Vadkerti Edit: Csapadékesemény hatása a mozgóágyas biofilmreaktorokat alkalmazó szennyvízkezelési technológiára	91
Puskás Tibor: Szélsőséges időjárási események hatása a pécsi víz- és szennyvízszolgáltatásra konkrét esetek alapján	99
Ámon Gergely: A települési vízrendszerek modellezéssel történő tervezése	109
Kozák Péter: A települési csapadékvíz-kezelés és a külterületi vízvezető rendszerek diszharmoniajának bemutatása dél-alföldi esettanulmányokon keresztül	117
Mrekva László: A zöldinfrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyásszabályozásában	127
Goda Zoltán: A villámárvizek meteorológiai háttere	149

III. rész: A csatornahálózatokra gyakorolt hatások és a fenntartható csapadécsatornázás témakörében elhangzott előadások publikációi	159
Dulovics Dezsőné: A települési csapadékvíz-gazdálkodás csatornahálózatra gyakorolt hatásai	161
Istók Balázs – Lengyel Róbert: A lézerszkennelt 3D felszínmodell alkalmazása a csatornakiöntések pontosítására	173
Salamon Endre: Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban	183
Rác Tibor: A 2017. május 23-i és az azt megelőző 2015. évi három budapesti felhőszakadás jellemzői	193
Gerőfi-Gerhardt András: Egyesített rendszerű csapadékvíz-elvezető művek bővítésének lehetőségei nagyvárosi környezetben	215
Hajtó Ödön: A vízügyi szabályozás és a csőstatika példája	227
Hancz Gabriella: A fenntartható csapadécsatornázás várható eredményei Debrecen példáján	235
IV. rész: A csapadékvíz-gazdálkodás katasztrófavédelmi aspektusai témakörében elhangzott előadások publikációi	243
Békési István – Sólyom Péter: Közép-Tisza-vidéki települések belvíz-veszélyeztetettségének értékelése	245
Jackovics Péter: Kárelhárítási, veszélyhelyzet-kezelési és helyreállítási feladatok a katasztrófavédelem polgári védelmi szakterülete elmúlt öt éves tevékenységének tükrében	251
Hábermayer Tamás: Katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése a települések ár- és belvíz elleni védekezéséhez	261
Takács Krisztina – Kuti Rajmund: Extrém esőzések következtében kialakult csapadéktöbblet kezelésének tapasztalatai Győrben	273
Balatonyi László – Makay Gábor – Tóth László: A közelmúlt globális klímaváltozásainak, helyi vízkáreseményeinek hatása és költségvetési következményei a dél-dunántúli kis vízfolyások esetében	279
Hoffmann Imre – Cimer Zsolt – Király Lajos: A csapadékvíz-gazdálkodás iparbiztonsági aspektusai	293
A tanulmánykötet szerzői	305

Csatornahálózat hidraulikai modellezése az oktatásban

A hidraulikai modellezés céljai, felhasználhatósága

A csapadék- és szennyvízelvezető hálózatok méretezéséhez és ellenőrzéséhez felhasznált összefüggések régóta rendelkezésünkre állnak, azokat a gyűjtőrendszerek tervezésekor és vizsgálatokor rutinszerűen, könnyedén alkalmazzuk. A hazai szabványok közül az MI-10-455/2-1988 és az MI-10-167/3-87 tartalmaznak minden összefüggést és alapelvet, amelyre az egyszerű számításokhoz szükségünk lehet. A külföldi műszaki irányelvek közül az itthon is jól ismert ATV-DVWK-A 110E és ATV-A 118E szabványt érdemes kiemelni. Már az 1980-as évekből származó hazai szabványaink is tartalmazzák a racionális méretezési módszert és az időben változó intenzitású csapadékokat, azonban az oktatásban egészen az utóbbi évtizedig a mértékadó permanens állapotra történő méretezés képezte a tervezési feladatok nagyobbik részének tárgyát.

Az összetett hálózatok számítására alkalmas számítógépes programok megjelenésével együtt azonban újabb feladatok, problémakörök is felmerültek, amelyeket már a hagyományos módszerekkel nem tudunk megoldani. Ezekre néhány példa:

- A lefolyás pontosabb modellezése, a településen belüli nagyszámú kisvízgyűjtő részletes beépítése a teljes csatornahálózatot magában foglaló modellbe. Ennek segítségével válik megválaszolhatóvá az egyik legfontosabb koncepcionális kérdés, miszerint a lefolyás csökkentésébe decentralizáltan (zöldtetők, ciszternák, tározó felületek, porózus burkolatok) érdemes adott esetben beruházni, vagy gazdaságosabb a hálózaton alkalmazott megoldás (tározó műtárgyak, túlfolyók).
- A befogadók szennyezőanyag-terhelésének ellenőrzéséhez, az elérhető legkisebb terhelést biztosító megoldás alkalmazásához elengedhetetlen a dinamikus modell alkalmazása. Egy kalibrált modell a záportározók üzemeltetéséhez is segítséget nyújthat azzal, hogy becslést ad a szennyezők levonulási idejére a hálózatban, ezáltal az üzemeltető ki tudja választani, hogy mely időponttól kezdve kell visszatartani vagy elengedni az érkező vízmennyiséget.
- Az elöntéssel okozott károk kockázatának becslésében is hasznos eszköz a modell. A hálózat helyszínrajzára és magassági vonalvezetésére minden esetben szükség van, ezért az elöntéssel érintett, károknak kitett ingatlanok köre is jól meghatározható.

- Végül a modellezés a tervezés fázisában is jól használható, hiszen az üzemi adatok (vízhozam, teltség, áramlási sebesség) gyakorlatilag élőben jelennek meg a tervezést végző előtt, nem is beszélve arról a lehetőségről, hogy a minimális költségeket és a legkedvezőbb üzemi paramétereket adó vonalvezetést akár automatizált algoritmusokkal is meg lehet keresni, természetesen a peremfeltételek gondos megadása után.

Oktatási keretek

A vízgyűjtők megadása, a hálózat geometriájának megadása hatékonyan csakis valamilyen térinformatikai rendszer keretei között képzelhető el. A települési vízgazdálkodásban dolgozó környezet- és építőmérnökök számára manapság a térinformatika megkerülhetetlen munkaeszköz, ezért az oktatás során a térinformatikai úton történő megoldást igyekszünk szorgalmazni.

Minden térinformatikai megoldás legkényesebb, legköltségesebb és legfontosabb része maga az információ. Az információ, vagy belőle a hozzáadott érték előállítása potenciálisan az a terület, ahol az üzemeltetés és az oktatás-kutatás együtt tud működni.

Adatgyűjtés

Az egyesített csatornahálózatok vagy egyesített öblözetek esetében általában nem jelent problémát a geometriai adatok meghatározása, mert ezeket az üzemeltető közműnyilvántartása tartalmazza. Azokon a településeken azonban, ahol elválasztott rendszer van, sok esetben már a zárt csapadécsatorna sincs nyilvántartva, a nyílt árkokkal rendelkező kis-településekről nem is beszélve.

Ebből látható, hogy a duális képzés keretei közt már a magassági vonalvezetés felméréseben egy elsőéves hallgató is részt tud venni, hiszen szintezni már technikus végzettséggel is tud, vagy erre rövid úton betanítható. Olyan egyszerű feladatokról nem is beszélve, mint például bejárással megállapítani, hogy mely ingatlanok rendelkeznek olyan alagsorral, mélygarázzsal, ami miatt az elöntés szempontjából veszélyeztetettebbek.

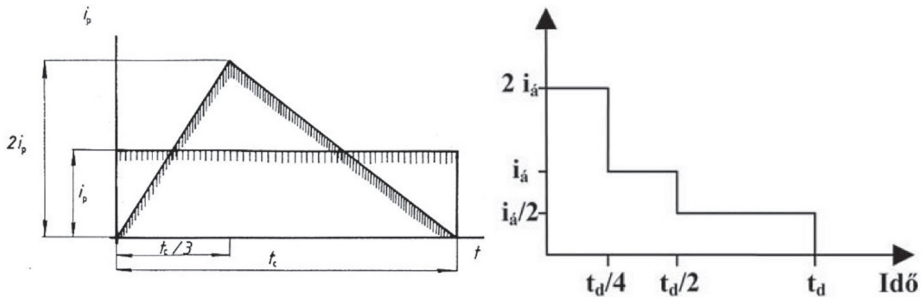
A legnagyobb hozzáadott értéket természetesen az a munka képviseli, amelynek során a hallgató térinformatikai adatokat, azokból pedig csatornahálózati modellt állít elő elektronikusan. Ez pontosan az a tevékenység, amire az üzemeltetőknek általában nincs ideje és kapacitása, a hallgatónak viszont pont ez a célja, hiszen az elvégzett munkát TDK-és szakdolgozatában felhasználhatja.

Legalább ekkora, ha nem nagyobb értéket képviselnek a hidraulikai peremfeltételeket megadó adatok. Az alsó hidraulikai peremfeltételek (tehermentesítő műtárgyak szintjei, vízállások stb.) pontosan meghatározhatók, a befogadó vízállásokhoz még előfordulási valószínűségek és kockázatok is rendelhetők. Egyesített csatornák esetén a száraz és csapadékos idej szennyvízhozamokról a folyamatirányító rendszereknek köszönhetően, az átemelők üzemét vizsgálva elég jó minőségű és nagy mennyiségű adatokat nyerhetünk.

A legegyszerűbb módszer, ami gyakorlatilag ingyenesen elvégezhető, nem más, mint hogy feljegyezzük a szintvezérelt átemelők ki- és bekapcsolási időpontjait, amiből a szivótér

térfogatának ismeretében az adott időtartamra vonatkozó átlagos vízhozamok meghatározhatók. Több napon át ismételve a napi vízhozam-menetgörbék felvehetők. Szinttávadók megléte és a szivattyúk vízszállításának ismeretében az átemelőkre folyó vízhozam pontos időszora is meghatározható.

A dinamikus modelleknek azonban kritikus pontjai a mértékadónak tekintett csapadék jellemzői. A visszatérési időkre, intenzitásokra, csapadékhullási időtartamokra vannak ismert hidrológiai összefüggések, ezek azonban a szélsőségeket nem biztos, hogy megfelelően írják le. Az előtérés vizsgálatok fontos továbbá az intenzitás időbeli változása, amelyre az egyes szabványok és szakirodalmak eltérő összefüggéseket közölnek, mint az az 1. ábrán is látható.



1. ábra

Időben változó csapadékintenzitások különböző szabványok szerint

Forrás: GAYER–LIGETVÁRI 2007

A modellből eredményül kapott előtérések szempontjából nem mindegy, hogy milyen időbeli lefutást választunk az intenzitásra. A szélsőségesebb csapadékokat például az 1. ábra jobb oldalán látható kettős lépcső alakú csapadék jobban közelíti (GAYER–LIGETVÁRI 2007).

Informatikai háttér

A tapasztalatok alapján az oktatás-kutatás során egyértelműen a nyílt forráskódú szoftverek felhasználása bizonyult előnyösebbnek, azzal együtt, hogy bizonyos feladatok és speciális kérdések esetén a kereskedelmi forgalomban levő programok alkalmazása is indokolt lehet. Ennek oka (amellett, hogy a hallgató számára jobban teljesíthető az a feladat, amivel a tanköri órákon és a felsőoktatási intézmény falain kívül is tud foglalkozni) az, hogy a kutatásnak nemcsak a modellfuttatás eredményeire kell irányulnia, hanem a modellezés módszertanára is. Ehhez pedig a nyílt forráskód, de legalábbis a kiindulási adatokat tartalmazó adatbázis részletes átláthatósága, manipulálhatósága szükséges.

A jövőben várhatóan a nyílt forráskódú programok tudása egyre javulni fog, hiszen az adatbázis-kezelés, a ge algoritmusok és a modellezés matematikai összefüggései univerzálisak, különbségek csak a szoftver által nyújtott szolgáltatás, „felhasználói élmény” színvonalában vannak. Az üzemeltetésben vagy az „idő pénz” típusú feladatok esetében a gyorsabban fejlődő kereskedelmi szoftverek alkalmazása is megmarad. A közeljövő

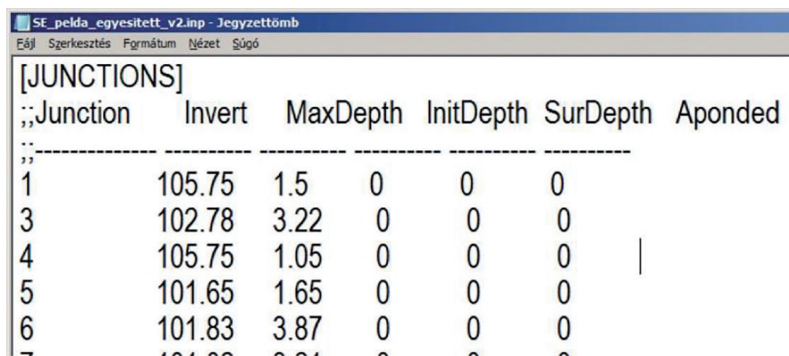
tapasztalatai el fogják dönteni, hogy az oktatásban alkalmazott ingyenes szoftverek használata fel tudja-e készíteni a hallgatót a gyakorlati alkalmazásokra. A nyílt forráskódú programok általában kevésbé felhasználóbarátak, viszont az adatok szerkezete és a műveletek kevésbé rejtettek a felhasználó előtt, így a mélyebb megértésre jobb esélyt kínálnak, tehát a válasz nagy valószínűséggel az, hogy igen. Ehhez azt is hozzá kell tenni, hogy egyelőre csekély azoknak a hallgatóknak a száma, akik munkába állva rögtön modellezéssel megoldandó feladatokkal szembesülnek.

Egyesített rendszerek és csapadécsatornák hidraulikai modellezésének oktatása

Mint minden vonalas létesítménnyel kapcsolatos tervezési feladatnál, a településen belüli vízvezető hálózatnál is egy magassági adatokat tartalmazó helyszínrajz a kiindulási adat a vízszintes és a magassági vonalvezetés tervezésekor. A hálózat geometriájának felvétele célszerűen magában a hidraulikai modellezéshez használt EPA SWMM programban történik, mert a lejtések automatikus számítása a vonalvezetés felvételét megkönnyíti. Ez a program a terepmodelleket és a terepszintek automatikus megadását nem támogatja, de az itt tárgyalt tervezési feladat célja nem a terepmodellekkel történő munkavégzés, hanem a hálózat tervezése, nagyobb hangsúllyal a hidraulikai jellemzőkön.

Kiindulási adatok

Az elkészült modell geometriai adatainak felvétele után rendszeren a hálózatot terhelő vízhozamok, műtárgyak vízszintjeinek, a hidraulikai peremfeltételek megadása következik. Ezután a számított áramlási sebességek, úsztatási mélységek alapján történik meg a lejtések és az átmérők pontos értékeinek megadása.



The screenshot shows a window titled "SE_pelda_egyesített_v2.inp - Jegyzettömb" with a menu bar (Fájl, Szerkesztés, Formátum, Nézet, Súgó). The main content is a text-based table of junction data:

[JUNCTIONS]						
;;Junction	Invert	MaxDepth	InitDepth	SurDepth	Aponded	
1	105.75	1.5	0	0	0	
3	102.78	3.22	0	0	0	
4	105.75	1.05	0	0	0	
5	101.65	1.65	0	0	0	
6	101.83	3.87	0	0	0	

2. ábra

Hálózatot leíró egyszerű szöveges formátumú adattábla EPA SWMM-ben

Forrás: a szerző szerkesztése

Az elkészült modell adatbázisa egy egyszerű szövegformátumú fájl (2. ábra), amely minimalisan a következő fontosabb adattáblákat tartalmazza:

Csomópontok (aknák) esetén: folyásfenékszint, terepszint. Opcionálisan az elöntéshez tartozó adatok, a terepszinten tárolódó víz mélysége, térfogata.

Élek (csövek) esetén: kezdő csomópont azonosítója, végső csomópont azonosítója, szelvényalak, él hossza, érdesség, kezdő és záró folyásfenék-magasság.

Tervezési feladatok megoldásának menete

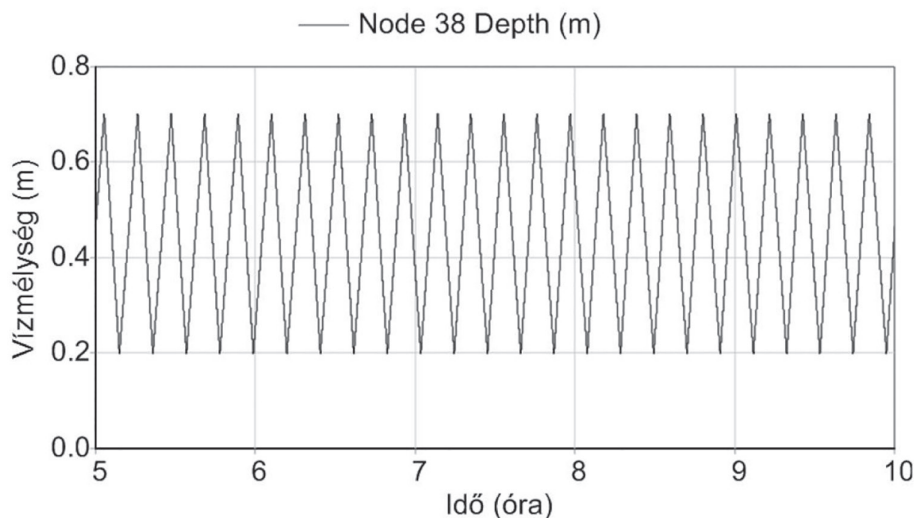
A hidraulikai számítások során a hallgatók a klasszikus kézi módszerrel (bár táblázatkezelő program alkalmazásával) dolgoznak. Ennek során mintegy elválasztott rendszeren a mértékadó csúcsvízhozamot hosszarányosan felosztják a hálózaton, majd a Prandtl–Colebrook–White (HORVÁTH 1976) összefüggés alkalmazásával kiszámítják a középsebességeket és az úsztatási mélységeket. Erről az üzemállapotról egy permanens modellt készítenek, amelynek eredményeit összevetik a kézi számítás eredményeivel, és az eltéréseket kritikailag értékelik.

Az eddigi eredmények (2017/2018. tanév tavaszi félévi tervezési feladatai) alapján a modell által számított és a szabványos előírás szerint, klasszikus képletekkel számolt eredmények eltérése nem szignifikáns, az úsztatási mélységben 1 cm-en belüli eltérések adódtak. A legfőbb különbség, hogy az EPA SWMM a Manning-féle érdességgel számol, így például az

$$n = \frac{1}{83.3 k^{1/6}}$$

képlettel (ACKERS 1958) lehet a kézi számításban megadott abszolút Colebrook-féle érdességet (k) átszámítani.

Egy másik ellenőrzési pont a kézi számolással történő méretezés és a modellezés között az átemelőszivattyúk kapcsolási száma. Mivel a hallgató helyesen méretezte a szükséges szivótéri térfogatot és a szivattyú vízszállítását, a modellben a megadott ki- és bekapcsolási szintekkel vissza kell kapni a mértékadó kapcsolási számot. Ez az ellenőrzés a dinamikus szimulációk hasznára és a szintvezérlés helyes beállításának fontosságára tanít. Példaként a 3. ábrán látható, hogy (permanens futtatás esetén) az átemelő kapcsolási száma 6 1/h-ra adódik, a futtatási eredményekkel így további üzemelési paraméterek is ellenőrizhetők.



3. ábra

Szintvezérelt átemelő vízszintjének modellel számított idősora

Forrás: a szerző szerkesztése

Miután a hallgató a kézi számítással összhangban levő, ellenőrzött modellt hozott létre, kezdődhet a csapadékhullás és az egyesített rendszerek vizsgálata. A kézi számítás jelentősége a tervezési feladat során, hogy ez mintegy helyettesíti a való életben alkalmazott kalibrációt. Igazolja továbbá a modell helyességét a szabványokban előírt tervezési alapelveknek megfelelően, ezzel is ráirányítva a mérnökhallgatók figyelmét az elvárható gondosság jogi fogalmára a tervezés során. Azok a hallgatók, akik TDK-munkájukat vagy szakdolgozatukat modellezés felhasználásával készítik, már mért adatokkal kell, hogy elvégezzék a kalibrációt.

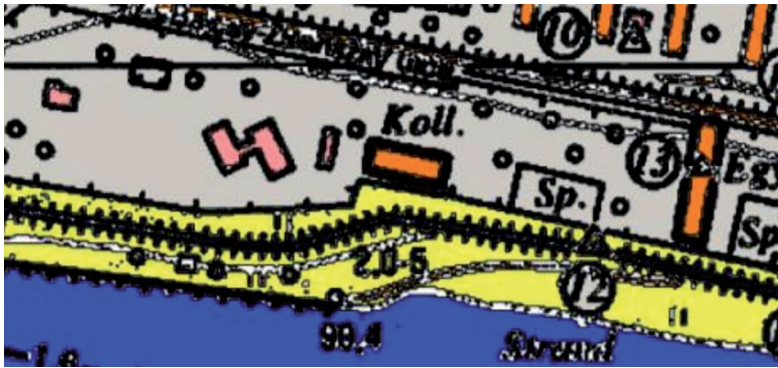
Hallgatói TDK- és szakdolgozat lehetőségek

A modellezési feladatok értéke nem csupán az eredmények hasznosításában van, hanem legalább ekkora értéket képvisel az adatgyűjtés is, azokban az esetekben, ahol a modellezéshez a meglévő állapot felmérése is megtörténik. A fontosabb hallgatói feladatok, amelyek a gyakorlatban a modellépítéshez és kalibrációhoz kapcsolódhatnak:

1. Lefolyási tényezők számítása, kisméretű vízgyűjtők (például tetőfelületek, térburkolatok) vízgyűjtő karakterisztikájának meghatározása, párolgás, evapotranszpiráció vizsgálata. Ez a téma azért is kiemelten fontos, mert a belterületi lefolyás okozta problémák kiváltó okainak megszüntetésére irányul, a napjainkban divatos elképzelések (zöldtetők, porózus burkolatok) hatékonyságáról szolgáltat információkat. A gyakran ismétlődő elemek (lapostetők, nyeregteretők) lefolyási viszonyainak

vizsgálata a kisvízgyűjtők és a belőlük építkező részletes, nagyobb modellek pontosságát javítja.

2. A belterületek térinformatikai analízise a csapadékvíz-elvezetés rendezéséhez. Ez alatt például a burkolt felületek nagyságára, tetőfelületekre, tereplejtésekre, elöntési viszonyokra kell gondolni. A helyi adottságok ilyen feltérképezésével lehet dönteni például arról, hogy egy sűrűn beépített városban, ahol a tetőfelületekről jelentős lefolyás származik, inkább egy zöldtetős beruházásba érdemes belekezdeni, szemben egy zöldterülettel, ahol inkább a vízelvező rendszer kapacitásának növelése lehet célravezetőbb, mert a lefolyási tényező tovább már nem csökkenthető gazdaságosan. Kisvízgyűjtők QGIS programban elkészített, raszteres térképről vektorizált ábráját mutatja az alábbi ábra.



4. ábra

Poligonizált helyszínrajz tetőfelületek meghatározásához

Forrás: a szerző szerkesztése

3. A szennyvíztisztítással kapcsolatos kutatásokhoz kapcsolódóan hidraulikai modellezzel elemezni a tisztítótelepekre befolyó vízhozam idősorait, a lehetséges árhullámokat. A szennyvíztisztítás dinamikus szimulációja és a hálózathidraulikai modell segítségével méretezni, ellenőrizni, üzemeltetni a tehermentesítő műtárgyakat, olyan módon, hogy a befogadó minimális terhelése valósuljon meg.
4. Jelzőanyag vizsgálatokkal, üledékből történő mintavétel segítségével a szennyvezők transzportját elemezni, modellezni. Ez nemcsak a haváriaszennyezések lefolyási idejéről ad tájékoztatást, hanem a vízgyűjtő pontszerű szennyezőforrásai is felderíthetők, és a még kevésbé ismert, térszíni lefolyásból származó diffúz szennyvezésekről is tájékoztatást kaphatunk.

A modellépítés eszközei

A hidraulikai modellekhez szükséges matematikai modellek jól dokumentáltak, azok régóta rendelkezésünkre állnak. A csapadék- és szennyvíz lefolyásának modellezése esetén a ma alkalmazott szoftverek az egydimenziós Saint-Venant-egyenletek (ROSSMANN 2010) megoldásán alapulnak (dinamikus hullám módszer).

Különbségek csak a megoldás módjában, illetve a felhasználói felület funkcióiban vannak. Az oktatásban használt két leggyakoribb modell az USA-ban fejlesztett, nyílt forráskódú SWMM, illetve Európában a dán fejlesztésű, kereskedelmi forgalomban kapható MOUSE. Utóbbi implicit megoldó algoritmus gyorsabb és folytonosabb eredményeket képes szolgáltatni, szemben az explicit módszerrel (SAROJ et al. 2014).

Mindkét modell tartalmaz csapadékhullás és a vízgyűjtőről történő lefolyás modellezésére szolgáló elemeket. Ezek megadása térinformatikai úton a legcélszerűbb. Míg a kereskedelmi szoftverek általában eleve valamilyen térinformatikai keretrendszerben futnak, az oktatásban használt EPA SWMM esetében a nagyszámú adatok bevitelét a felhasználónak kell megoldania. Az oktatás szempontjából ez előnynek számít, hiszen a hallgató képes lesz átlátni a modell szerkezetét, tehát egy lépéssel túljut azon, hogy csak programot futtasson. Az évközi feladatok tapasztalatai azt mutatják, hogy megfelelő oktatói segédlettel, rövid idő alatt hatékonyan meg tudják oldani a feladatot a hallgatók. A térinformatikai rész kezelésére a szintén ingyenes QGIS programot alkalmazzuk, vagy a minden hallgató számára hozzáférhető AutoCAD-et használjuk.

Az oktatási-kutatási oldalról a nyílt forráskódú programok egyetlen hátrányát az jelenti, hogy az oktatóknak és kutatóknak nincs idejük a programozási feladatokra. Ezért a komolyabb vizsgálatokra az egyszerűbben testre szabható és könnyen kezelhető programozási keretrendszert tartalmazó kereskedelmi szoftverek kerülnek előtérbe.

Összegzés

A települési szenny- és csapadékvíz-elvezető hálózatok modellezése napjainkra már magas szinten megoldott. Annak ellenére, hogy egyszerű adatgyűjtési módszerek és nagyszámú mérhető adat is rendelkezésre áll, az élőmunka-ráfordítás még mindig szűk keresztmetszetet jelent az adatbázisok és a modellek mért adatokkal való feltöltésében.

A legfontosabb tanulság, amit a hálózathidraulikai modellezés és a felsőoktatás kapcsolatából érdemes leszűrni, az, hogy a komoly szakmai háttértámogatással bíró hallgatók erőforrást jelentenek az adatgyűjtésben, a konkrét helyi problémák műszaki-tudományos szempontú elemzésében. Ez az erőforrás a duális képzés bővítésével és a kutatási infrastruktúra fejlesztésével a jövőben növekedni fog.

Napjainkban már léteznek azok a szoftveres megoldások, amelyek képesek a közműnyilvántartást a hidraulikai modellezés igényeinek megfelelően kezelni, a modell bemeneti adatait hatékonyan előállítani. Azonban a hazai adatbázisok, térképi nyilvántartások szerkezete nem egységes, ezért a nagyszámú kivétel miatt a modellek elkészítése még mindig sok időt emészt fel. A modellezéssel végzett munka hatékonyságát és a modellek szélesebb körben történő felhasználhatóságát az egységes adatbázis-szerkezet, CAD-szabványok alkalmazása nagyban elősegíthetné.

Az oktatás-kutatással és a mérnökhallgatók képzésével foglalkozó felsőoktatás pontosan az a terület, amely a szakmával és a hatóságokkal együttműködve ezt a folyamatot támogatni képes. A képzés fejlesztése során és a kutatásokban olyan megoldásokra törek-szünk, amelyek mindezeket a munkákat hatékonyabbá és könnyebbé teszik.

Irodalomjegyzék

- ACKERS, P. (1958): *Resistance of Fluids Flowing in Channels and Pipes*. (Hydraulics Research Paper, No. 1.) London, HMSO.
- HORVÁTH I. (1976): *A csatornázás és a szennyvízkezelés hidraulikája*. Budapest, Marczell Ferenc.
- GAYER J. – LIGETVÁRI F. (2007): *Települési vízgazdálkodás és csapadékvíz-elhelyezés*. Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- ROSSMANN, L. (2010): *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0*. Cincinnati, National Risk Management Research Laboratory.
- SAROJ, K. P. et al. (2014): Comparative Efficiencies Study of Slot Model and MOUSE Model in Pressurized Pipe Flow. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, Vol. 8, No. 1. 83–88. DOI: <https://doi.org/10.4090/juce.2014.v8n1.083088>

Szabványok

- MI-10-455/2-1988 Belterületi vízrendezés. Csapadékvíz-elvezető hálózat
- MI-10-167/3-87 Közcsatornák. Hidraulikai méretezés
- ATV-DVWK-A 110E Hydraulic Dimensioning and Performance Verification of Sewers and Drains
- ATV-A 118E Hydraulic Dimensioning and Verification of Drainage Systems

Vákát oldal

A tanulmánykötet szerzői

- Ámon Gergely:** okleveles építőmérnök, hidroinformatikai és vízgazdálkodási szakmérnök, vízépítési tervező, vízrendezési, hidraulikai és víziközmű-szakértő, TURA-Terv Mérnökiroda Kft.
- Balatonyi László:** árvízvédelmi osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet.
- Bardóczyné Székely Emőke:** egyetemi docens, SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Természetvédelmi és Tájgazdálkodási intézet Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék.
- Békési István:** a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.
- Cimer Zsolt:** egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, NKE Víztudományi Kar.
- Czigány Szabolcs:** habilitált egyetemi docens, tanszékvezető, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék.
- Domján Anita:** intézeti technikus, PTE Természetudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.
- Dulovics Dezsőné:** professor emerita, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar.
- Fehér János:** a DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet munkatársa.
- Gerőfi-Gerhardt András:** a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. munkatársa.
- Goda Zoltán:** kutatási főreferens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Hábermayer Tamás:** tűzoltó ezredes, megyei igazgatóhelyettes, Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság.
- Hajtó Ödön:** okleveles mérnök.
- Hancz Gabriella:** egyetemi docens, DE Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék.
- Hoffmann Imre:** közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkár.
- Hoffmann Lilla:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Horányiné Csiszár Gabriella:** ivóvíz-gazdálkodási részlegvezető, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.
- Ilyés Csaba:** tudományos segédmunkatárs, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.
- Istók Balázs:** adjunktus, BME Áramlástan Tanszék.
- Jackovics Péter:** tűzoltó ezredes, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Országos Polgári Védelmi Főfelügyelőség Veszélyhelyzet-kezelési Főosztály főosztályvezetője, a HUNOR Mentőszervezet parancsnoka.
- Karches Tamás:** főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.
- Király Lajos:** a ZOLTEK Zrt. munkatársa.
- Komárominé Kucsák Mónika:** egyetemi adjunktus, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Építőmérnöki Intézet.
- Kozák Péter:** okleveles mérnök, vízgyűjtőfejlesztési osztályvezető, Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság.
- Kuti Rajmund:** egyetemi docens, SZIE Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar.
- Lakatos Mónika:** az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa.
- Lénárt László:** c. egyetemi tanár, ME Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet.
- Lengyel Róbert:** oktató, BME.

Makay Gábor: osztályvezető, Országos Vízügyi Főigazgatóság.

Mátrai Ildikó: főiskolai tanár, intézetvezető, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Mrekva László: mérnök tanár, NKE Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet; ügyvezető igazgató, Bajavíz Kft.

Nagy Attila: adjunktus, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Nagy Gábor: tudományos segédmunkatárs, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet.

Orgoványi Péter: mérnök, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Puskás Tibor: hidrogeológus, TETTYE Forrásház Zrt.

Rác Tibor: osztályvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

Riczu Péter: tudományos segédmunkatárs, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

Ronczyk Levente: adjunktus, PTE Természettudományi Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék.

Salamon Endre: egyetemi tanársegéd, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Sólyom Péter: a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa.

Szűcs Péter: dékán, egyetemi tanár, az MTA doktora, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport.

Takács Krisztina: PhD-hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola.

Tamás János: egyetemi tanár, DE Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

Tóth László: gazdasági főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság; adjunktus, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Török László: főiskolai docens, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.

Turai Endre: intézetigazgató, habilitált egyetemi docens, ME Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai és Térinformatikai Intézet.

Üszögh Lajos: külkapcsolati tanácsadó, MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Vadkerti Edit: egyetemi docens, intézetvezető-helyettes, NKE Víztudományi Kar Vízellátási és Környezetmérnöki Intézet.