

EGYÜTTMŰKÖDÉSBEN A FENNTARTHATÓSÁGÉRT, EGYETEMI ÉS SZAKKÉPZÉSI KOOPERÁCIÓ AZ ÓBUDA CSÚCSHEGY VÁROSI GAZDASÁG CSAPADÉKVÍZ-HASZNOSÍTÁSI PROJEKTJÉBEN

SZALISZNYÓ FERENC¹, GÖGH ZSOLT², VÁRKONYI BENCE³, JUHÁSZ BENEDEK⁴, SZABÓ BENCE⁴, BODÁNÉ KENDROVICS RITA⁵

DOI: 10.12700/PK.2026.114

^{1,3}környezetmérnök,

² BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, oktató

⁴ BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, technikus hallgató

⁵ Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar, egyetemi docens

ABSZTRAKT

Az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kara és a BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum 2021-ben okleveles technikusképzési együttműködést kötött, amely egy többéves, projektoktatásra épülő, gyakorlati szakmai partnerségen alapul. Az intézményi szinergia sikeres példája az Óbuda-Békásmegyer Önkormányzatával közösen, az Interreg Europe program keretében megvalósított CoFarm4Cities projekt (2023–2026), amely a csúcshegyi közösségi városi farm fenntartható vízellátását célozza. A közös kutatócsoportok – egyetemi és technikumi oktatók, illetve technikus tanulók és hallgatók – a terület talajvíz-háztartását, valamint a fenntartható víznyerési lehetőségeket elemezték. Mivel a mérések szerint a talajvíz kapacitása elégtelen, a karsztvíz kitermelése pedig költséges, a kutatás a leáramló csapadékvíz visszatartására fókuszált. A munka gyakorlati eredményeként a szakemberek meghatározták, miként biztosítható a városi gazdaság öntöző- és kommunális vízigénye. A partnerség mintaként szolgál a felsőoktatás és a szakképzés kutatás-fejlesztési együttműködésére, amelyből közös publikációk, szakdolgozatok és versenyeredmények is születtek.

A közös kutatócsoportok a klímaváltozással járó szélsőséges csapadékesemények kezelésére egy innovatív, általánosítható módszertant dolgoztak ki. A terület Lidar- és fotogrammetriai légi felmérését követően QGIS szoftverrel határozták meg a felszíni csapadéklevezető rendszert és a részvízgyűjtőket. A mezőgazdasági szempontból releváns, éves visszatérési idejű hidrológiai számítások igazolták, hogy a heves esőzésekből származó leáramló felszíni vízmennyiség hatékonyan összegyűjthető a városi gazdaság számára. Az eredmények gyakorlati validálására egy ideiglenes vízmennyiség-mérő akna került kiépítésre, megalapozva a mintaterület természetes vízellátását és a meglévő 35 m³-es földalatti tartály csapadékvíz-alapú feltöltését

KULCSSZAVAK: intézményi együttműködés, projektoktatás, CoFarm4Cities projekt, csapadékvíz-gazdálkodás, fenntarthatóság

BEVEZETŐ

Az Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar Környezetmérnöki és Természettudományi Intézete, valamint a BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum között 2021 tavaszán – a 2019. évi LXXX. törvény keretei között – formálisan is elindult az okleveles technikusképzési együttműködés. A két intézmény kapcsolata azonban lényegesen hosszabb múltra tekint vissza: az oktatók, hallgatók és technikumi tanulók már a hivatalos megállapodást megelőzően is számos közös szakmai programban dolgoztak együtt.

Ez a többéves, szoros együttműködés nem rekedt meg a jogi és formai keretek kialakításánál, hanem a mindennapi oktatási gyakorlat szerves részévé vált mind az egyetemi, mind a technikumi szinten. A közös munka módszertani alapját a projektoktatás adja, amely kiemelkedő pedagógiai eszközként hatékonyan támogatja a tanítási és tanulási folyamatot. Az intézmények közötti szakmai szinergia és a gyakorlatorientált partnerség eredményességét jól példázza a CoFarm4Cities projekt vízgazdálkodási részfeladatainak sikeres megvalósítása is.

A 2023-ban az Óbuda Békásmegyer III. Kerületi Önkormányzata, mint pályázati projektvezető által elindított Interreg CoFarm4Cities nemzetközi projekt célkitűzései között nagy hangsúlyt kapott a Csúcshegyen létrehozott városi gazdaság mintaterületének vízellátása. 2024 tavaszán „Talajvíz-háztartás vizsgálat a Csúcshegy keleti lejtőjén” című munkánkban (Tankó et al. 2024) kútkataszter létrehozásával, mennyiségi és minőségi vizsgálatokkal a talajvíz, mint lehetséges vízbázis adta lehetőségeket kutattuk. Vizsgálataink eredményei az első felszínalatti vízforrás kapacitásának jelenlegi elégtelen mivoltát állapították meg. Mivel rétegvizek hiányában a területen csak az igen nagy költséggel kitermelhető karsztvíz áll rendelkezésre más felszínalatti vízbázisként, így esetleges egyéb új lehetőségként a felszínen leáramló csapadékvíz részleges visszatartásából származó víznyerés lehetősége merült fel. A kutatási munka így a felszínről és a felszínen lefolyó csapadékvíz vizsgálatával folytatódott 2025/26-os tanévben.

A projektmunka immár azzal a céllal valósult meg, hogy az időközben megvalósított városi gazdaságban, mivel az előzetes kutatások kimutatták, hogy a felszín alatti vízforrásokból nem fedezhető a városi farm vízellátása, így arra terjedt ki, hogy összegyűjthető-e a felszínen lefolyó csapadékból a farm gazdálkodásához szükséges vízmennyiség. A kutatásban ismét mindkét intézmény oktatói és hallgatói/tanulói vettek részt. A módszertani megoldások terén, az eszközhasználatban, a szakmai kapcsolati háló felhasználásában mindkét fél azonos arányban tudta emelni a projekt kutatási színvonalát, sőt még a szükséges anyagi háttér biztosításában is közös felelősséget tudtak vállalni. Az eredményekből közös publikáció, egyetemi szakdolgozat, középiskolai kutatási versenyek értékes helyezései születtek.

A kutatási és fejlesztési projektek mentén történő egyetemi és szakképzési együttműködés terén jelen munka egyértelműen pozitív példaként szolgálhat.

A CoFarm4Cities projekt óbudai területén (Budapest III. Óbuda-Békásmegyer kerületében a Menedékház u. - Örvös köz - Őzsuta u. - Örvös u. által határolt tömbön belül) kialakított mintafarm öntöző- és kommunális vízszükséglete jelenleg csak külső forrásból, tartálykocsi segítségével oldható meg. Vizsgálataink a már kialakított 35 m³-es földalatti tartálynak a csapadékvíz összegyűjtésével történő, természetes módon való feltöltési lehetőségére adnak választ.

Jelen munka tehát a CE0100253 azonosító számú „CoFarm4Cities - Creating a sustainable model for urban fringe farming in Central Europe as an effective tool to prevent urban sprawl and to transition to a more sustainable food system and society” című projekt keretében a felszíni lefolyású csapadékvíz hasznosítási lehetőségét vizsgálta.

1. VIZSGÁLATI ÉS ELEMZÉSI MÓDSZEREK

A klímaváltozáshoz kapcsolódó alkalmazkodás során tudományos és gyakorlati értelemben is felmerült a závorszerű, nagy intenzitású csapadékos időjárási jelenségek vizsgálata, a felszínre egyszerre érkező nagy mennyiségű vízzel való gazdálkodás gondolata. Számos kísérleti projektnek lehetünk szemtanúi, amelyek a műszaki károk elhárítása mellett főleg hegyvidéki környezetben a leáramló felszíni víz útját lassítják, illetőleg az összegyűlt nagy mennyiséget akár városi környezetben is klímajavító és/vagy vízutánpótlási céllal felhasználják. Ezek a megoldások vegyesen műszaki és természetközeli eljárásokat használnak. Bármilyen technológiáról beszélünk azonban, mindenképpen szükséges a területre, az objektumra érkező vízmennyiség minél pontosabb ismeretére, amely a mérnöki tervezéshez elengedhetetlen. Munkánk újszerű módszertani ajánlás is egyben, amely más megvalósítandó vízvisszatartó objektum pontos tervezéséhez is érdemben hozzájárulhat majd.

1.1 Légi térképezés mikrodomborzati és részletes felszínborítási felvételezéssel

A légi térképezés és távérzékelés módszertanát ma már igen sokrétűen használják fel. Mezőgazdasági, erdészeti, régészeti, de akár geofizikai felderítésre is használják. A foto- és lézerskenner alapú felszínérzékelés mellett az elektromágneses spektrum igen széles skáláját alkalmazzák információszerzésre többször földi vizsgálati módszerekkel is kombinálva.

Esetünkben foto- és un. Lidar szkenneres felvételezéssel nagyfelbontású ortofotó és mikrodomborzati kép előállításra volt szükség. A nagyfelbontás kategóriája az ilyen ortofotók esetében egy képi pixel 0,5-5cm közötti terepi megfeleltetését jelenti.

Az UAV alapú, képi felvételezés útvonala előre programozott módon, nagy oldal- és hosszirányú átfedésekkel történik. Ily módon az objektumok pontjainak „sokszögű” felvételezésével térbeli pontfelhő állítható elő.

A Lidar egy lézer alapú távérzékelési technológia, amely az impulzusok kibocsátásával és detektálásával másodpercenként több százezer pont azonosításával igen részletes 3D kép áll elő a felszíni objektumokat tekintve. (Lechner Tudásközpont)

Az adatok szoftveres feldolgozása után, a pontfelhők szelekciójával állnak elő a szükséges térképi rétegek. Esetünkben a felszínborítottság részletes vizsgálata érdekében a képanyag feldolgozásával nagyfelbontású ortofotó, a lézers adatfelvételezéssel és feldolgozásával pedig igen nagy részletességű, 3D mikrodomborzati adatbázis (DTM- Digital Terrain Model) született.

1.2 Geodéziai illesztés és az ellenőrző pontok terepi felvétele

A képi és Lidar légi felvételezés a létrejött pontfelhőn belül biztosítja az objektumok egymás közötti relatív pontosságát.

Azonban minden esetben szükséges a teljes pontfelhő igazítása, georeferálása az aktuális (Magyarországon EOVI) vízszintes koordináta-rendszerhez, illetve ezzel együtt az abszolút magassági szintbeállítás is.

A 9db illesztőpont terepi felvételezése a pontjelölések légi láthatóságának kialakításával (erdei környezetben körütekintést igényel) és RTK GNSS beméréssel történt.

1.3 Pontfelhő / DTM előállítása

A feldolgozás DJI Terra szoftveres környezetben történt. A létrejött pontfelhőből és/vagy fotogrammetriai rekonstrukcióból származtatott DTM (Digital Terrain Model) szolgált a további hidrológiai levezetések alapjául.

A programban a „Rapid Point Cloud Generation” munkafolyamatot használtuk.

1.4 Térinformatikai elemzés

A mikrodomborzati adatok elemzése, a felszíni lefolyásmodellezés és a vízgyűjtő-lehatárolás QGIS 3.44.5 térinformatikai környezetben történt, a feldolgozási lépések a QGIS Processing keretrendszerén belül a SAGA GIS algoritmusok kombinálásával futottak.

1.5 Hidrológiai adatgyűjtés és számítási módszertan

Munkánk során az Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatójának 1/2021. számú utasításában szereplő módszertani eljárásokat vettük alapul („Az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak és a vízügyi igazgatóságoknak a racionális méretezési módszer és országos csapadékintenzitási adatok kötelező alkalmazására vonatkozó tervezési előírásról”). A részletes módszertani leírások az 1.számú mellékletben található. A mértékadó csapadékintenzitás meghatározását az ebben ajánlottak szerint HungaroMet adatbázisának (<https://www.met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas/>) segítségével végeztük el.

1.6 Terepi vízhozam mérések

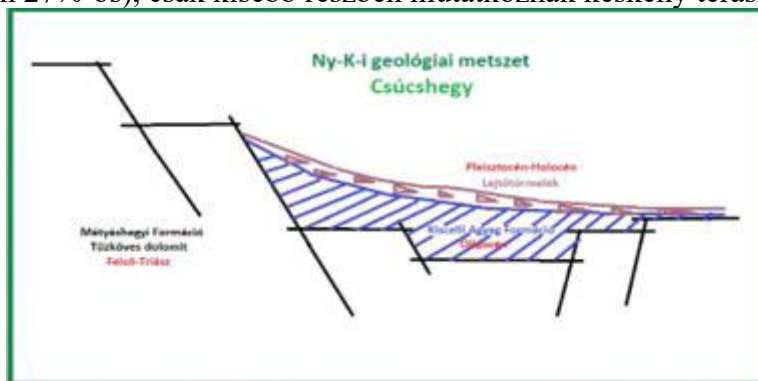
Számítási adataink helytállóságát igazolandó egy a városi farm közvetlen közelében lévő vízösszegyülekezési ponton ideiglenes vízmérőaknát hoztunk létre. Az útfelületről folyóka beépítésével begyűjtött vizet egy kétaknás rendszerbe vezetjük (a hordalék előülepítése szükséges), amelynek kivezetéséhez átfolyásmérőt kötöttünk be. A rendszer jelenleg 5mm/h csapadékintenzitás áteresztésére képes, amely alatta marad a területre érvényes mérnöki méretezési értéknek. A működőképesség ellenőrzése után terveink szerint kialakítható lesz egy a szélsőséges csapadékintenzitások terhelését is elbíró műtárgy.

A vízhozammérések adatai korrelálhatók lesznek a városi farm területén elhelyezett meteorológiai állomás adatsorával is.

2. A LÉGI TÉRKÉPEZÉS KIVITELEZÉSE, AZ ADATOK TÉRINFORMATIKAI ÉRTÉKELÉSE

2.1 A terület rövid domborzati és geológiai bemutatása

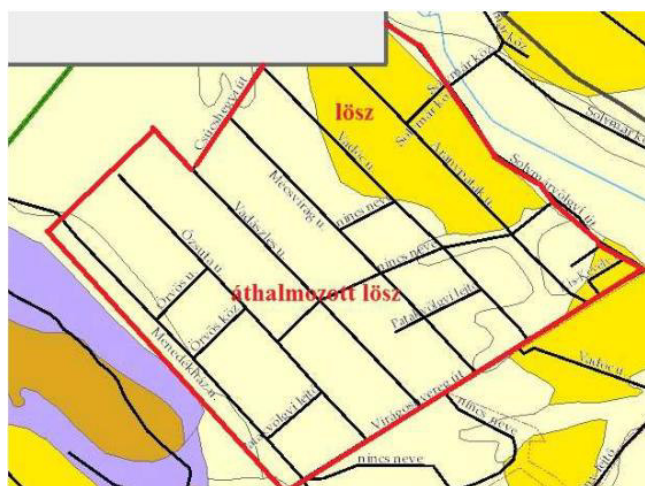
A hegyoldali lejtő teljes szakasza 280-120 mBf magasságú, a CoFarm övezete 280-250 mBf között húzódik. A lejtőoldal az utóbbi szakaszon jelentős meredekségű (a térképi adatokat tekintve átlagosan 27%-os), csak kisebb részben mutatkoznak keskeny teraszok.



1. ábra: A terület elvi geológiai felépítése (ábra- Gögh Zsolt)

Mint általában a Budai-hegységben az alapkőzetek triász, illetve eocén karbonátos üledékek (1. ábra). A tektonikusan létrejött blokkok a kiemelkedő csúcsokat, illetve hegyközi medencéket hozzák létre.

A medencéket kitöltő üledékek oligocén korúak, ezt ezen a hegyoldalon a Kiscelli Agyag Formáció rétegei jelentik. A legfelső rétegek kis részben szálban álló pleisztocén lösz üledékek, a nagyobb részt áthalmozott lösz és hegyoldali törmelékek tömör, agyagos keveréke teszi ki, amelyek gyenge vízáteresztő képességűek (2. ábra).



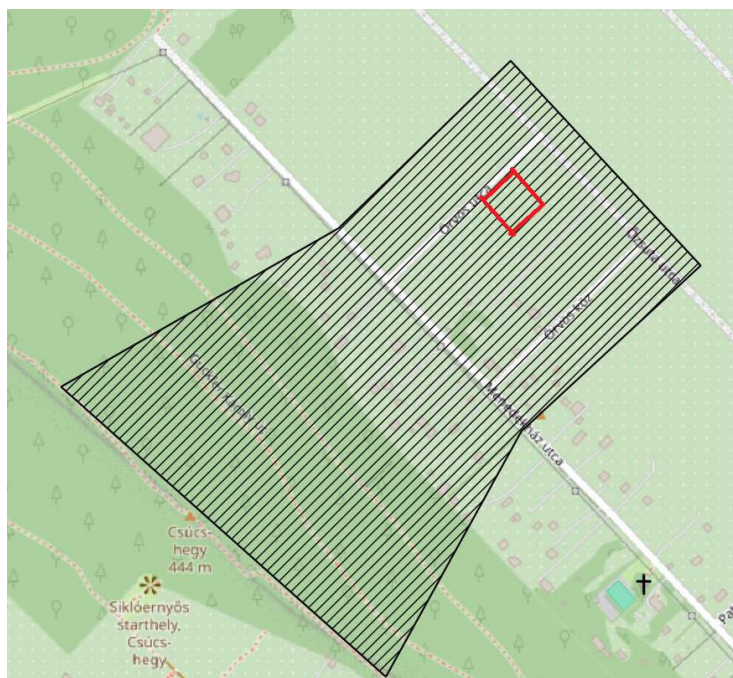
2. ábra: A terület fedett földtani térképe (Kovalóczy, 2017)
M 1: 23000

	pleisztocén lösz		oligocén Hárshégyi Hkő		triász Mátyáshegyi Dolomit
	pleisztocén lejtőlösz		eocén Budai Marga		eocén Szépvölgyi Mész

A felszíni vízfolyás szempontjából mind a lejtők igen nagyfokú meredeksége, mind a lefolyási tényező szempontjából pedig a felszíni geológiai rétegek kismértékű áteresztő képessége jó lehetőséget kínál az esetenként jelentős mértékű vízmennyiség összegyűjtésére és hasznosítására.

2.2 Repülési adatgyűjtés

A felmérés időpontja 2025. november 16-a volt. A repülési adatgyűjtés DJI ökoszisztémában történt, a feldolgozási dokumentáció (DJI Terra minőségjelentés) alapján 409 db felvétel készült, amelyek közül 382 db került sikeresen kalibrálásra. Az átlagos repülési magasság 129,47 m, a becsült terepi felbontás (GSD) 1,585 cm/pixel, a feldolgozott lefedés 0,328457 km² volt. A fotogrammetriai georeferálási pontosságot a minőségjelentés RMSE = 0,175 m értékkel adta meg.



3. ábra: A berepült terület átnézeti térképe a CoFarm területével
M 1:6000

A repülés tervezése során a terepkövetéses (AGL) logika, az átfedések és a sebesség olyan módon került beállításra, hogy a meredekebb lejtőszakaszokon is biztosított legyen a megfelelő mintavételezés (3. ábra).

A képernyőképek alapján a beállítások a következők voltak:

- Oldalátfedés (LiDAR): ~50%
- Oldalátfedés (Visible): ~61%
- Hosszirányú átfedés (Visible): ~80%
- Repülési sebesség: ~7 m/s
- Irányszög (course angle): ~136°
- Biztonságos felszállási magasság: 30 m
- Repülés végi automatikus eljárás: Return to Home (RTH).

2.3 Geodéziai illesztés és az ellenőrző pontok bemérése (RTK GNSS)

A georeferálás és a pontosságellenőrzés RTK GNSS méréssel, 9 db illesztőpont kijelölésével és térbeli helyzetének meghatározásával történt. A terepen Reach RS2 vevővel rögzített pontmérésnél a rendszer Fix megoldást jelzett (jó geometria mellett PDOP ~1,2), a műholdszám a dokumentált állapotban magas volt (pl. R: 39 / B: 28), a bázistávolság ~8,009 m nagyságrendű volt. A mérőrúd magassága a mért pontoknál 1,7 m-en állt.

A rögzített pontok adatai közül egy példa a meghatározás pontosságára nézve WGS84-ben: Lat 47.57251365°, Lon 18.99216521°, H 284.672 m. A készülék RMS értékei itt néhány milliméteres tartományban voltak megadva (pl. σE 0,001 m; σN 0,002 m; σU 0,004 m).

2.4 Térinformatikai elemzés

A térinformatikai elemzés legfőbb célja az igen nagy részletességű mikrodomborzati kép feldolgozása, végeredményben pedig a fő felszíni vízlefolyási csatornához tartozó vízgyűjtőterület lehatárolása és méretezése volt. A részvízgyűjtők területének meghatározása pedig a későbbi hidrológiai számítások alapját jelentette.

Az elemzés fő lépései az alábbiak voltak:

- a DTM (Digital Terrain Model) előkészítése, vetületi beállítás és a hidrológiai hibák csökkentése
- A teljes lefolyási csatornahálózat kinyerése, a dominás, meghatározó csatornák rend szerinti szűrése
- A főcsatornák vízgyűjtő területének lehatárolása
- A részvízgyűjtők méretezése
- Utómunkálatok: lejtés, lefolyási útvonalhossz megadása, felszínborítás

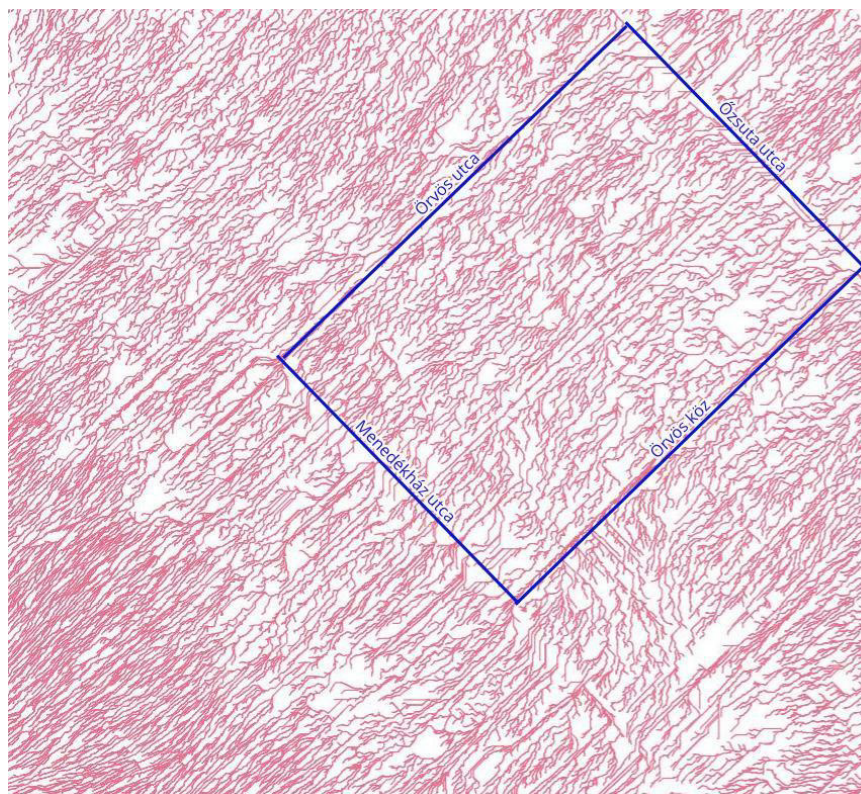
A DTM feldolgozása egységesen a magyarországi EOVS (EPSG:23700) koordinátarendszerben történt, a terület-/hosszszámítások így méter alapúak és közvetlenül értelmezhetők.

A nyers DTM-ek gyakran tartalmaznak kisebb lokális mélyedéseket (depressziókat), amelyek a numerikus lefolyásmodellezésben „csapdákat” képeznek, és mesterségesen megszakíthatják a lefolyási útvonalakat. Ennek elkerülésére a DTM-en depressziókitöltés (Fill sinks) futtatása történt. A QGIS Processing keretrendszerén belül a SAGA GIS algoritmusai közül a Fill sinks (Wang & Liu) (XXL változat) került alkalmazásra MINSLOPE = 0,1 paraméterrel. Ez a lépés egy hidrológiailag konzisztens felszínt ad.

A kezelt DTM állományt (4. ábra) a SAGA-ban a Channel network and Drainage basins algoritmus segítségével futtattuk. Ennél kritikus döntési pont a THRESHOLD beállítása (csatornakezdemény-küszöb), mert ez szabja meg, mennyire „sűrű” hálózatot generál az algoritmus. Több küszöbérték kipróbálása után a THRESHOLD = 6 körüli beállítást használtuk (5. ábra), míg a későbbiekben a fő ágakat már Strahler-szűréssel emeltük ki.

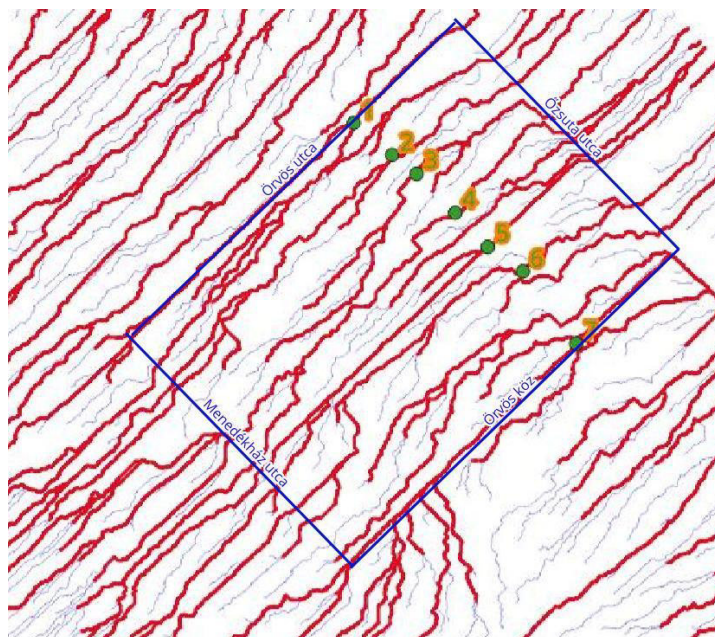


4. ábra: A CoFarm és környezete „nyers” DTM ábrázolásban
M 1:1000



5. ábra: A megfelelő beállítással (TRESHOLD=6) kinyert csatornahálózat
M 1:4000

A még így is sűrű, nehezen áttekinthető csatornahálózatot az ún. Strahler rendezés (Strahler Order) kategóriákba rendezi még ugyanebben a fent nevezett algoritmusban. A 7 fő kategória alapján vizuális módon a ≥ 4 kategória beállítás mutatott karakteres csatornarajzolatot.



6. ábra: Osztályozott csatornahálózat (a pirosak 4-7 közötti, míg a kékek 3-as értékűek)
M 1:3500

A megfelelő csatornarajzolat előállítását követően a CoFarm területére esően 6 összeáramlási pontot, egyben későbbi hidrológiai számítási pontot jelöltünk ki (6. ábra). A 7. ilyen pontot a farm területén kívül az Örvös köz lejtőjén határoztuk meg, amelyből esetleges felszínalatti átvezetéssel elérhető lehet a kísérleti terület közel eső vége.

A pontok meghatározták az oda összefutó fő csatornákat. Ezek, illetőleg a mellékcsatornák segítségével manuálisan lehatárolhatóvá vált mind a hét ponthoz tartozó részvízgyűjtő. A réteg attribútum táblázatából pedig lekérhetővé váltak a kijelölt területegységek méretei.

Az alábbi térképen (7. ábra) elkülönítettük a közvetlenül a farm területére összefutó fő csatornák részvízgyűjtőit (1-6. pontok), illetve az egyéb megoldási lehetőséget mutató 7. ponthoz tartozó területet.



7. ábra: A kijelölt részvízgyűjtők, illetve azok méretei hektárban
M 1:5300

3. HIDROLÓGIAI SZÁMÍTÁSOK

A számítások során az Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatójának 1/2021. számú utasításában szereplő módszertani eljárásokat vettük alapul. Jelen munka célja nem a szélsőségekre alapozó mérnöki méretezés volt (adott a földalatti tartály mérete), hanem sokkal inkább egy gyakrabban előforduló intenzitású záporosemény alapján történő várható vízhozam becslése. Ezért az egyéves visszatérési idő intenzitás adataival számoltunk (100 %-ban bekövetkező adatsor). Ez a gondolat inkább a mezőgazdasági tevékenység kiszámíthatóságra való törekvésével egyezik meg.

A HungaroMet feltüntetett állomásai közül a jellegében hasonló, légvonalban is legközelebbi János-hegy adatait vettük figyelembe.

Az alábbi számítások az 1-es összegyűlekezési ponthoz tartozó részvízgyűjtő méretezésére támaszkodnak. Ennek valódi oka a kutatás kísérleti jellegével indokolható. Kontrol jelleggel ide épül meg a terepi visszaméréseket biztosító vízmérő akna.

Az 1-es részterület alapadatai:

- Méret: 1,1 ha (a QGIS program által megadva)
- Átlagos lejtőérték: 27 % (térképi adatokból számítva)

A mértékadó vízhozam számítása az alábbiak szerint történik majd:

$$Q_m = ip \times K \times \alpha \times A$$

ip: mértékadó csapadékinテンzitás (mm/h, l/s, ha)

K: klíma biztonsági szorzó,

α : lefolyási tényező,

A: a vízgyűjtő terület nagysága (ha).

Az összegyűlekezési idő becslése: külterület esetében a terepen és a mederben való lefolyás idejét egyetlen közelítéssel lehet kiszámítani:

$$t = \frac{L^2}{\sqrt{A \cdot I}}$$

-L a leghosszabb lefolyási pálya mérete [m]: 301m

-A a részvízgyűjtő nagysága: 1,1ha = 11000 m²

-I a terepfelszín átlagos lejtése: 27% = 0,27

$$t = 1662 \text{ sec} = 27,7 \text{ perc}$$

A mértékadó csapadékinテンzitás meghatározása:

A HungaroMet adatbázisából a legközelebbi és karakterében hasonló típusterületet mintázó mérőállomás a János-hegyen található.

1. táblázat: HungaroMet adatok (<https://www.met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas/>)

Mérőállomás: 30; Budapest János-hegy Koordináták: 47.52 N ; 18.96 E

intenzitás (mm/h)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	47,09	37,52	25,92	13,63
2 éves, 50%-os	67,88	55,17	37,20	21,36
4 éves, 25%-os	82,61	67,68	45,19	26,84
5 éves, 20%-os	86,87	71,29	47,49	28,42
10 éves, 10%-os	99,44	81,96	54,31	33,10
20 éves, 5%-os	111,50	92,20	60,85	37,58
50 éves, 2%-os	127,10	105,45	69,32	43,39
100 éves, 1%-os	138,80	115,37	75,66	47,74

1. táblázat: i_p - mértékadó intenzitás értékek mm/h - ban.

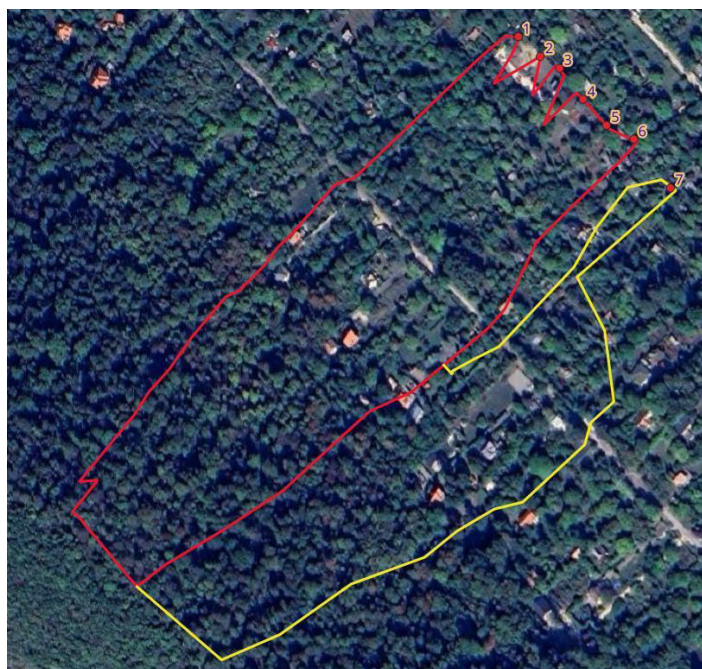
intenzitás (l/s x ha)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	129,51	99,81	71,54	37,36
2 éves, 50%-os	188,72	151,72	101,54	57,69
4 éves, 25%-os	228,01	186,79	123,81	73,28
5 éves, 20%-os	240,63	197,47	130,61	78,74
10 éves, 10%-os	273,46	225,39	149,36	90,36
20 éves, 5%-os	309,96	253,54	168,56	104,48
50 éves, 2%-os	350,80	291,03	192,01	119,75
100 éves, 1%-os	384,47	319,58	208,82	131,75

2. táblázat: i_p - mértékadó intenzitás értékek l/s x ha - ban.

A HungaroMet Nonprofit Zrt. elektronikus adatbázisának 2024.05.16.-i állapota szerint.

A mértékadó csapadékontenzitás vonatkozó értéke, amely a 1. táblázat adatai segítségével a 27,7 perchez tartozó interpolált érték: 78,04 l/s•ha (az 1 éves visszatérési idő sorában).

A lefolyási tényezők kérdését tekintve az általunk kijelölt részvízgyűjtők döntően kert és erdő borításnak felelnek meg. 5% -nál nagyobb lejtés esetében a jelölt értékek közül a maximummal kell számolni. Esetünkben ez mindkét felülettípusnál 0,1.



8. ábra: Valamennyi rész-, és nagyobb vízgyűjtő egység kert és erdő borítással rendelkezik (forrás: Google Satellite alaptérkép)

M 1:8000

2. táblázat: Lefolyási tényezők (OVF Főigazgatói 1/2021.sz. utasítás)

Felületfajta	Lefolyási tényező
1.	2.
Tetőfelületek	
Fém és palatető	0,95-0,90
Cseréptető	0,90-0,80
Lapos tető	0,80-0,70
Útburkolat	
Aszfalt vagy beton burkolat	0,90-0,85
Kiöntött hézagú kőburkolat	0,85-0,90
Kiöntetlen hézagú kőburkolat	0,70-0,50
Makadám burkolat	0,48-0,25
Kavics utak	0,30-0,15
Egyéb felületek	
Burkolatlan földfelület	0,15-0,10
Park, kert, temető	0,10-0,05
Sportpályák	0,20-0,10
Erdő, rét	0,10-0,03

Klímaváltozás biztonsági szorzó: A klímaváltozás hatásait a (K) biztonsági szorzóval kell figyelembe venni. Külterületen, 20 éves visszatérési idővel számolva ez az érték 1,1.

A mértékadó vízhozam kiszámítására a beszerzett, szükséges adatok ismeretében visszatérve:

$$Q_m = i_p \times K \times \alpha \times A$$

$$Q_m = 78,04 \text{ (l/s ha)} \cdot 1,1 \cdot 0,1 \cdot 1,1 \text{ (ha)} = 9,44 \text{ l/s}$$

Az 1-es összefolyási pontra kiszámolt összegyülekezési idővel számolva:

$$1662 \text{ s} \cdot 9,44 \text{ l/s} = 15694 \text{ l} \sim 15,7 \text{ m}^3$$

Évente egy alkalommal az 1-es pontra nézve tehát biztosan számíthatunk ekkora vízmennyiséggel közel félórás igen intenzív zápor hatására.

A táblázat értékei közül az évenkénti biztos visszatérésű, „legenyhébb” 60 perces, 37,36 (l/s ha) intenzitással érkező csapadékból is az említett félórás időtartam alatt ~ 7,5 m³ leáramló víz gyűjthető össze kizárólag ezen ez egy gyűjtőpontra! Hangsúlyozzuk, ezek nem a többéves visszatérési idővel számítható mérnöki méretezési értékek.

A többi kijelölt pontra nézve a területek arányában végezhetünk becslést, mivel a képlet egyéb értékei ugyanazok maradnak. Az egyesített vízhozam számítási módszere a városi farm hosszanti oldali drénezésével alkalmazható közvetlenül a gyakorlatban. Újabb, némileg költségesebb megoldás az Örvös köz vonalán lévő 7. gyűjtőpontról „átvezetéssel” nyerhető vízutánpótlás.

Számításainkat összefoglalva a fenti értékek a vízhozamok szempontjából igen kedvezőek. Az Örvös utcában megfigyelhető jó vízlevezető, tört aszfaltos, murvás felület, az út síkjának dőlése, az útszéli karakteres eróziós árok mind-mind jelentős vízmennyiségek rövid idejű lezúdulására utalnak, tehát ezek az elsőre nagynak tűnő értékek jó közelítést adhatnak. Pontosabb információk beszerzése indokolta egy a kutatás időszakára létrehozandó, ideiglenes vízhozammérő akna kialakítását.

4. VÍZHOZAMMÉRŐ AKNA TELEPÍTÉSE

2026 április 1-től egy már a kutatásunk elején betervezett vízmérő aknát telepítettünk az 1.számú vízösszeáramlási pontra, a farm főbejáratához (9. ábra).

**Közterületek lefolyásvizsgálata
Óbudán**

Az Óbudai Egyetem Környezetmérnöki Kar és a Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Óbuda-Békásmegyer Önkormányzatával együttműködésében kutatást végez.

A vizsgálat célja a nyári záporok során keletkező, felszínen lefolyó víz mennyiségének és viselkedésének pontosabb elemzése.

Az eredmények hozzájárulnak:

- az adatalapú várostervezés támogatásához;
- a csapadékvíz-elvezetés pontosabb tervezéséhez;
- a talajba szivárgás és vízmegtartás javításához;
- a zöld infrastruktúra fejlesztéséhez;
- az oktatási és kutatási célok erősítéséhez;
- a városi vízgazdálkodás hatékonyabbá tételéhez;
- a helyi sajátosságok feltárásához.

A projekt részeként ideiglenes műtárgyegyes kerül telepítésre a területen.

Időszak: 2026. április 1 - október 31.

OTTHONUNK
ÓBUDA
BÉKÁSMEGYER

ÖE ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

REJTŐ SÁNDOR
KÖNNYŰIPARI
ÉS KÖRNYEZETMÉRNÖKI KAR

9. ábra: A CoFarm bejáratához kifüggesztett tábla



10. ábra: Az elkészült egyszerű vízmérő műtárgy

A műtárgy méretezése jelenleg egy kb. 5mm/h intenzitású eső kontrolljára képes, ezért az önkormányzattal való megállapodás alapján a közeljövőben egy 1m³-es, vízszintmérővel és túlfolyóval ellátott új akna kerül a meglévő helyére (10. ábra). A csapadékintenzitások helyi követése a városi farm területén korábban elhelyezett meteorológiai állomás segítségével lesz megoldható.

5. ÖSSZEFOGLALÁS, A PROJEKT EREDMÉNYEI

A projekt munkálatai során a klímaváltozással járó szélsőséges csapadékmennyiségek kezelésével járó feladatok mérnöki tervezéséhez járultunk hozzá. A felszíni vizek leáramlását lassító, vagy összegyűjtő és a vizet felhasználó megoldási kísérletek sikere elengedhetetlen egy nagyon részletes terepi vizsgálat nélkül. Ennek keretében fektettünk le egy innovatív módszertani megoldási menetrendet.

Alaplépésként elengedhetetlen a kérdéses vízgyűjtőterület nagyfelbontású légi felvételezése képi és Lidar szkenneres módszerrel. Az adatállományból fotogrammetriai szoftverrel nagyfelbontású ortofotó, illetve mikrodomborzati réteg készült. A Csúcshegy K-i lejtőjének adott területén ez megfelelő berepüléssel és DJI Terra adatfeldolgozással megtörtént.

Következő lépésként az elkészült alaprétegek térinformatikai elemzése vált szükségessé. A QGIS 3.44 program megfelelő algoritmusaival (SAGA) a szűrési fázisokon keresztül kirajzolódott a terület karakteres és jól értelmezhető felszíni csapadékvezető rendszere. A rendszer részvízgyűjtőinek kijelölése, azok méretezése ezután vált lehetségessé.

A mérnöki tervezéshez szükséges hidrológiai számítások alapját a részvízgyűjtők területének ismerete, a megfelelő csapadékintenzitás és lefolyási adatok, a klimatikus szorzók jelentik. Hét felszíni pontra számoltuk ki az éves visszatérési idejű mértékadó vízmennyiséget.

Nem a műszaki tervezéshez szükséges 4, vagy 10 éves visszatérési idővel, hanem a mezőgazdasági szempontból értelmezhetőbb éves előfordulással terveztünk.

Számításaink alapján heves intenzitású csapadékesemények esetén nagy valószínűséggel jelentős leáramló felszíni vízmennyiségek lehetnek a farm számára összegyűjthetők és felhasználhatók. Ennek igazolására egy ideiglenes vízmennyiség követő aknát építettünk ki az egyik meghatározó terepponton. Vízbázis kutató módszerünk így válhat igazán általánosíthatóvá, a gyakorlatban is működőképesé.

Munkánkat a 2023-2026-ban lezajlott Interreg Europe - CoFarm4Cities projekt keretében Óbuda-Békásmegyer Önkormányzata, az Óbudai Egyetem RKK környezetmérnöki Intézete és a BMSZC Petrik Technikum együttműködéseként végeztük el. A fenntarthatósági szempontok alapján létrejött közösségi városi mintafarm természetes vízellátása projektünk eredményei által válik megvalósíthatóvá.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Nagy köszönettel tartozunk Fülöp Szilárdnak, légi térképezési szakember, Óbuda-Békásmegyer Városfejlesztő Nonprofit Kft. munkatársainak és az Óbudai Egyetem Környezetmérnöki és Természettudományi Intézetének hatékony segítségéért.



Co-funded by
the European Union



A projekt Budapest Főváros III. ker. Óbuda-Békásmegyer Önkormányzat, valamint az Európai Unió Interreg CE0100253 számú CoFarm4Cities:

Creating a sustainable model for urban fringe farming in Central Europe as an effective tool to prevent urban sprawl and to transition to a more sustainable food system and society pályázat támogatásával, az Óbudai Egyetem részvétele a Magyar Állam támogatásával valósult meg. A cikkben szereplő vélemények és állítások a szerző(k) álláspontját tükrözik, és nem feltétlenül egyeznek meg az Európai Unió vagy az Európai Oktatási és Kulturális Végrehajtó Ügynökség (EACEA) hivatalos álláspontjával. Sem az Európai Unió, sem az EACEA nem vonható felelősségre miattuk.

IRODALOMJEGYZÉK

Ortofotók, légi felvételek, Lechner Tudásközpont, <https://lechnerkozpont.hu/oldal/ortofotok-es-legifelvetelek>

Csapadékintenzitás adatok, HungaroMet adatok
<https://www.met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas/>

Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatójának 1/2021. számú utasítása „Az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak és a vízügyi igazgatóságoknak a racionális méretezési módszer és országos csapadékintenzitási adatok kötelező alkalmazására vonatkozó tervezési előírásról”

Kovalóczy Gy. (2017): *Geotechnikai szakvélemény*. In: Budapest III. Csúcshegyi-dűlő, Csúcshegy településrendezési tanulmányterv. Budapest III. Kerület Óbuda-Békásmegyer Önkormányzat