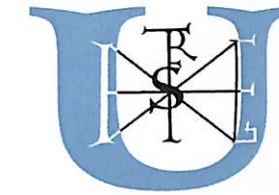


SZAKDOLGOZAT

Meleg Zoltán

2016

**Az Aranyhegyi patak Budapest III kerületi
szakaszának vizsgálata**



Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Szakedolgozat

Készítette: Meleg Zoltán

Szak: Levelező, Építő BSC Infrastruktúramérnök szakirány

Konzulens: Dr. Komárominé Kucsák Mónika

Külső konzulens: Dr. Bardóczyné Dr. Székely Emőke, docens

Budapest, 2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
2. A kerület bemutatása	6
2.1. Fekvése	6
2.2. Története	6
2.2.1 Az 1950-es évektől az 1980-as évek végéig	6
2.2.2 Az 1990-es évek elejétől napjainkig	7
2.3 Népeség	8
2.4 A kerület gazdasági súlya, szerepköre	8
2.5 Ágazati szerkezet	8
2.6 Mezőgazdaság	8
3. Aranyhegyi patak természetföldrajzi és vízrajzi adottságai	11
3.1 Vízyűjtő területe	11
3.2. Földtani adottságok	12
3.3. Talajvíz mélysége	13
3.4. Arany-hegyi patak tulajdonságai táblázatos formában	13
3.4. Az Aranyhegyi patak Budapest III. kerületén belül	14
3.4.1. Domborzat	14
4. A beépített területek arányának hatása a hirtelen lezúduló csapadékból keletkező vízhozamokra	15
4.1. A mértékadó vízhozam számítása	15
4.1.1. A mértékadó vízhozam, mint tervezési alapadat	15
4.1.2. A mértékadó vízhozam meghatározásának lehetőségei	16
4.1.3. Mértékadó vízhozam meghatározása Racionális-módszerrel	17
4.1.4. A fajlagos esővízhozam	17
4.1.5. A lefolyási tényező és a lefolyási arány	17
4.1.6. A lefolyási tényező változása a csapadékesemény alatt	18
4.1.7. A Kenessey-féle lefolyási tényező	18
4.1.8. A területi lefolyási tényező meghatározása	19
4.2. Aranyhegyi patak Budapest III. kerületi szakaszának a vízhozama	20
4.2.1 A vízyűjtő terület lehatárolása	20
4.2.2 Lefolyási tényező	21
4.2.2.1. A lejtési viszonyoktól függő tényező	22
4.2.2.1. A lejtési viszonyoktól függő tényező	22
4.2.2.3. Talaj vízáteresztő-képességétől függő tényező	23
4.2.3. A fajlagos esővízhozam	24
4.2.3.1. Budapest éghajlati jellemzői	24

4.2.4. Mértékadó árvízhozam számítása	25
4.2.4. Mértékadó vízhozamai racionális módszer szerint	26
4.2.5. A mértékadó vízhozam meghatározása települések esetén racionális méretezési módszerrel	27
5. A terhelésének csökkentési lehetőségei, a fedettség és a lefolyás szabályozása, lehatárolása	28
5.1. Tárolás és hasznosítás	28
5.2. A fedettség szabályozása és hatása az elvezetendő vízhozamra	29
5.3. Zöldtetők alkalmazása	29
5.4. Következtetés	32
6. Mértékadó vízhozam számítása a teljes vízgyűjtő területen	32
6.1. A mértékadó vízhozam Csermák féle eljárással számolva	32
6.3. A mértékadó vízhozam közbeszerzési értesítő alapján	34
6.1.2. A mértékadó vízhozam közbeszerzési értesítő alapján	34
6.1.3. Mértékadó árvízszint, ill. vízhozam levonulási szintje	34
7. A patakmeder morfológiai vizsgálata és a keresztező műtárgyak állapotvizsgálata, illetve javaslatok a korrekciókra	35
7.1. [0+000] – [1+635]	36
7.2. [1+635] – [2+809]	39
7.3. [2+900] – [3+700]	45
7.4. [3+700] – [4+200]	47
7.5. [4+200] – [5+899]	49
7.7. A mederkorrekció során figyelembe vett egyéb szempontok	54
7.7.1. A kotrási anyag /mederüledék/ elhelyezésének kérdésköre	54
7.7.2. Uniós vízpolitika - Víz Keretirányelv	54
7.7.3. Természet közeli állapot visszaállítása	55
8. Árvízvédelem	56
8.1. Magasságiányos töltésszakaszok	56
8.2. Keresztmetszet hiányos védvonal szakaszok	56
8.3. Felszíni vízrendezés	57
9. Összegzés	60
10. Irodalomjegyzék	61

Az Aranyhegyi patak Budapest III kerületi szakaszának vizsgálata

1. Bevezetés

Hazánk vízjárásainak részletes hidrológiai elemzése manapság egyre jobban szükségessé válik, annak ellenére, hogy az előforduló árvízi események ellen hatékonyan védekeznek a szakemberek. Sajnálatos módon azonban a legtöbb helyen megváltozott területhasználat (pl. burkolt felületek arányának növekedése) mennyiségi és minőségi vonatkozásban is egyre jobban megnehezíti ezt a feladatot. Fontos, hogy az antropogén eredetű hatások mellett egyidejűleg érzékelhető az éghajlatunkban bekövetkező változás [Nováky, 2011.], mely a teljes hidrológiai körfolyamatot is képes befolyásolni. ^[1]

A Szakdolgozatomban Budapest III. kerületére vonatkozóan megvizsgáltam a beépített területek arányának hatását a hirtelen lezúduló csapadékból keletkező vízhozamokra. Elvégeztem a patak hidrológiai és hidraulikai vizsgálatát, medermorfológiai elemzését és a keresztező műtárgyak állapotfelmérését. Ahol szükséges az EU VKI figyelembevételével javaslatot tettem a mederszakaszok, műtárgyak felújítására.

2. A kerület bemutatása

2.1. Fekvése

Keleten a Duna, Budapest IV. kerülete és a XIII. kerület határolja. Délen és délnyugaton a II. kerület, északnyugaton Solymár és Üröm, északon Budakalász a szomszédai. Területéhez tartozik az Óbudai-sziget is. A kerületet domborzati szempontból élesen kettéosztja a Bécsi út – Aranyhegyi út – Dózsa György utca tengely. E vonaltól nyugatra (a temetőt kivéve) a Budai-hegység és a Pilis domborúatai kezdődnek. Keletre viszont sík területet találunk, amelyet a Duna legnagyobb áradásai gátak híján jelentős mértékben elöntene. A kerület központja a Flórián tér és a Fő tér körzete, bár (főleg a lakótelepeken) alközpontok is létrejöttek. (Pl. Csobánka tér, Római tér, Kolosy tér)

2.2. Története

2.2.1 Az 1950-es évektől az 1980-as évek végéig

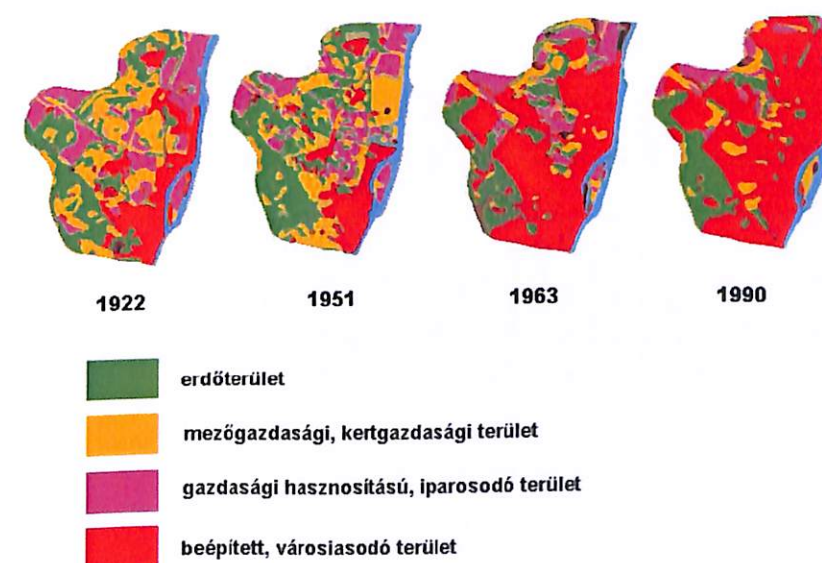
Az új Duna-híd, az Árpád híd 1950-es megépülésével fokozódott a forgalom, az M1-es bevezető szakaszának átadásáig a nyugatra irányuló közúti forgalom is a kerületen haladt keresztül. Az egykor szőlővel borított hegyoldalak telekkönyvileg is magánkézbe kerültek. A filoxéra után, majd a II. világháborút követően a szőlőművelés aránya minimálisra csökkent. Az 1960-as évektől a magántulajdonban maradt telkeken az erdő leirtása után hétvégi házak, majd az 1980-as évektől családi házak épültek. A mindenkori városkörnyék rohamosan megváltozott, a nagyarányú lakótelep beépítésnek is jelentős szerepe volt ebben. A beerdősült telkek elővásárlási jogát elmulasztották, ezért következhetett be az, hogy a 150 évvel ezelőtti szőlőket mára a hegygerincig beépítették.

A korábban időszakosan víz borította területeken (Mocsáros-dűlő, Kaszás-dűlő) feltöltésük után ipari létesítmények épültek. A bányagödrök különböző utóhasznosítási formákat kaptak: bányaudvari gyárak, kommunális hulladékkal való feltöltés, tereprendezés, beültetés. A nagy gyümölcsösök tulajdonosait 1972 után arra kényszerítették, hogy 1 000 m²-re osszák fel telkeiket. A kertek lakó- és hétvégi házas beépítése a domboldalakon felgyorsult.

2.2.2 Az 1990-es évek elejétől napjainkig

A rendszerváltozást követően a kerületi gyárak és üzemek nagy részét bezárták, új beruházási formák jelentek meg: lakóparkok, bevásárlóközpontok, benzinkutak. A lakosság száma 1990-ig folyamatosan növekedett; ez a beépített területek nagyságának a növekedését is okozta. A mélyen fekvő területeken a magas talajvízszint és az időszakos vízborítás miatt építési tevékenység csak jelentős feltöltés után volt végezhető. Mára Óbuda-Békásmegyer összterületének 80,9%-a művelésből kivett, beépítésre szánt terület, 10,3%-a erdőterület, 4,7%-a gyümölcsös, 2,1%-a szántó, 1,3%-a kert. A szőlő, a rét, a legelő és a fásított területek összesen nem érik el az 1%-ot. Óbuda és térségének táj- és területhasználati változása jól mutatja a főváros dinamikus fejlődését. A történelem során a városkörnyék folytonosan és nagymértékben változott, gyorsan mentek végbe a parcellázások és a beépítések. A városi, az urbánus hatások gyors terjedése miatt pedig ökológiai kiegyenlítő felületek szűntek meg, a zöldfolyosók kialakítására nem marad hely. A kondicionáló bel- és külterületi zöldfelületi rendszer feltételeinek biztosítása elmaradt, ez pedig a tájkép nagymértékű megváltozását eredményezte Óbuda esetében a római kortól napjainkig.

2.1. ábra. Tájalakulás Óbuda térségében



Forrás: Csémez-Csillik-Kollányi-Prajczer, 1991. pp. 95-99

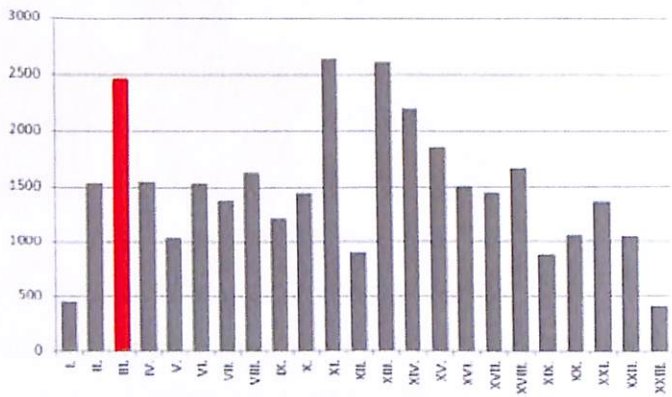
2.3 Népeség

A 2011-es népszámlálás alapján a kerületnek 126 478 lakosa volt. A lakosságszám az 1990-es népszámláláson érte el a csúcst, 149 028 főt, azóta folyamatosan csökken. 2011-ben a népsűrűség 3 186 fő/km² volt. A kerületben a 15 év alattiak aránya 13,1%, az időskorúaké 18,4%. A lakosság 2,5%-a külföldi állampolgár.

2.4 A kerület gazdasági súlya, szerepköre

Óbuda gazdasági súlyát tekintve több szempontból is megelőzi a fővárosi kerületek többségét, a kerületek „gazdasági versenyében” többnyire az élmezőnyben szerepel. A kerületben is jellemző – a budapestihez és az országoshoz hasonlóan – a tercier szektor túlsúlya. A korábbi ipari létesítmények többsége mára nem működik, illetve a gazdasági szerkezetváltozást követően ezek az épületek mára más funkciót kaptak.

2.2. ábra. Az iparban tevékenykedő regisztrált társas vállalkozások száma Budapesten, kerületenként – 2012

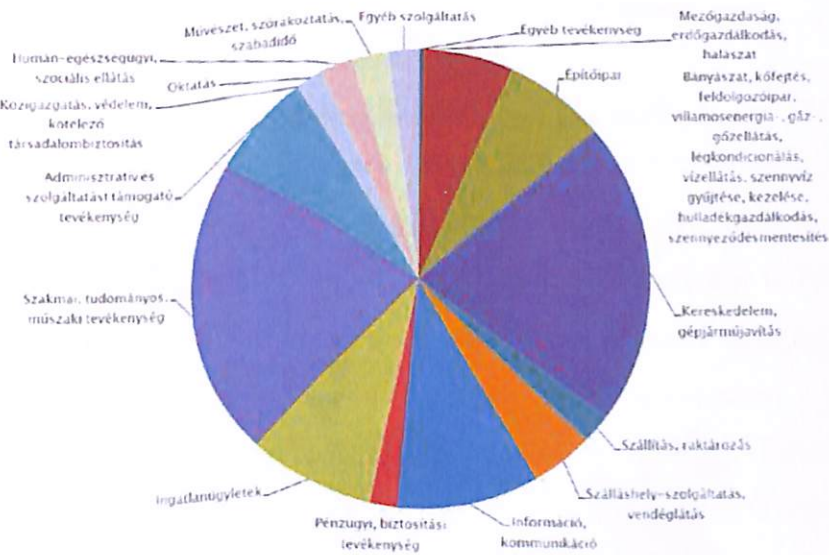


Forrás: Központi Statisztikai Hivatal

2.5 Ágazati szerkezet

A kerület regisztrált vállalkozásainak nemzetgazdasági ágankénti megoszlását vizsgálva elmondhatjuk, hogy két nemzetgazdasági ágazat emelkedik ki, ezek a kereskedelem és gépjárműjavítás, valamint a szakmai, tudományos, műszaki tevékenység. Mindkét ágazat 21-21%-os részt tudhat magáénak a bejegyzett vállalkozások közül. A regisztrált vállalkozások nemzetgazdasági ágak közötti megoszlását az alábbi diagram mutatja be.

2.3. ábra. A kerületben bejegyzett vállalkozások megoszlása az egyes nemzetgazdasági ágak között – 2012



Forrás: Központi Statisztikai Hivatal

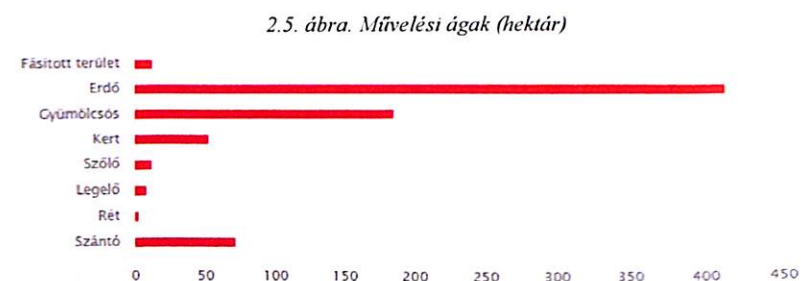
2.6 Mezőgazdaság

Az ingatlan-nyilvántartási adatok alapján, termőföld esetén a művelési ágak és a minőségi osztályok Budapesten a III. kerületben található a legnagyobb területen termőföld (a Földhivatali alaptérkép adatai alapján). A termőterületek művelési ágankénti felosztásában látszik, hogy Óbudán erdőből található a legtöbb, valamint jellemző még a gyümölcsös is. Konfliktusként jelentkeznek igen sok helyen a nagyon apróra darabolt telkek, melyek önmagukban véve alkalmatlanok a megállapított területhasználatra.^[1]

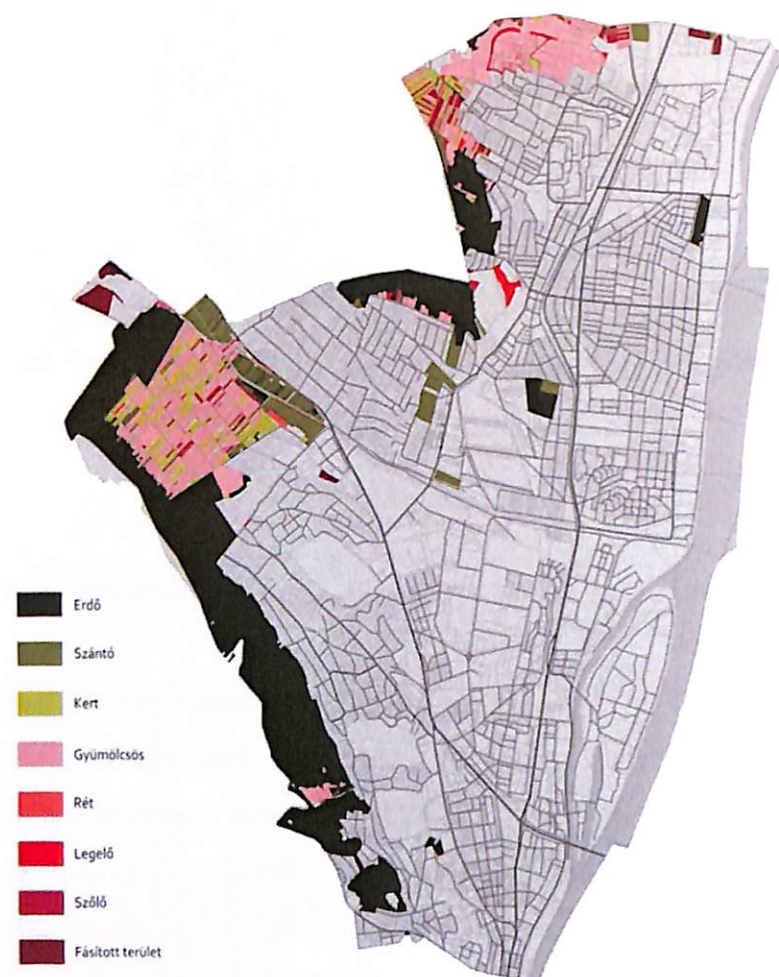
[1] Települési stratégiai dokumentumok – Óbuda-Békásmegyer | 1. Megalapozó vizsgálat 10.1

2.4. ábra. Művelési ág szerinti területmegoszlás

MŰVELÉSI ÁG	TERÜLET (HA)	TERÜLET ARÁNYA
Szántó	77,516	9%
Rét	2,458	0%
Legelő	7,909	1%
Szőlő	11,917	2%
Kert	52,585	7%
Gyümölcsös	184,208	24%
Erdő	413,148	55%
Fásított terület	12,164	2%
ÖSSZESEN	751,885	100%



2.6. ábra. Óbuda-Békásmegyer termőföldjei művelési ág szerinti elosztásban



Forrás: Települési stratégiai dokumentumok Budapest III. kerület Óbuda-Békásmegyer

3. Aranyhegyi patak természetföldrajzi és vízrajzi adottságai

Az állandó jellegű vízfolyások közül a budai oldalon az Aranyhegyi-patak a legnagyobb, mely a Pilis hegységben ered több forrásból (Szántói-, Háziréti-, Rétvölgyi-, Solymári-patak). Vízfolyása a Budai-hegységet és a Pilist elválasztó Vörösvári-árokban halad, s Budapest területén torkollik a Dunába.

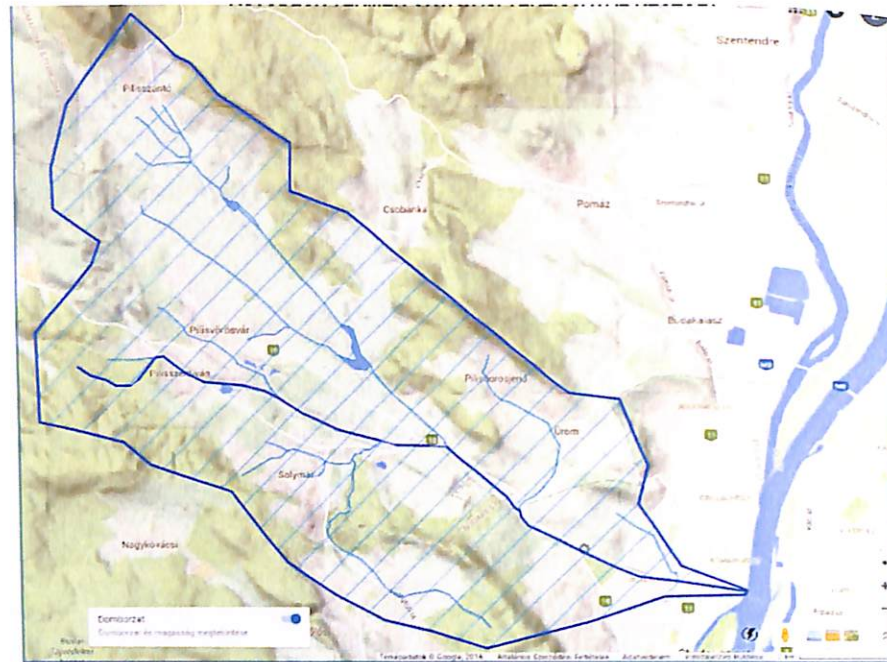
A terület vízhálózatát főleg szerkezeti megoldások alakították ki. A vízfolyások merev északnyugati-délkeleti futása világosan jelzi, hogy tektonikus vonalakat követnek. A patak főforrása Pilisszántó felett van, a Pilis-hegy délkeleti lejtőjén. Rövid úton egyesül a medence déli oldalának vízfolyásával. Pilisvörösvártól északra a Köves-árok tart feléje. Ettől kezdve a Vörösvári-völgy fenekén folyik a Duna felé. A bécsi műút átlépése után egyesül a solymári Jegenye-patakkal, az már a Pesthidegkúti-medence vizét is magával hozza. Az ürömi vasútállomás előtt a pilisborosjenői időszakos patakot is felveszi. Ezután a patak dél-délkeletnek fordult és a Hajógyár felett érte el az Óbudai-Duna-ágot. Torkolatára 1882-ben zsilip épült, de azt tavaszi hóolvadáskor nem lehetett lezárni. Emiatt Óbuda patak menti területeit többször elöntötte a víz. Ezért 1919-1921 között a patakot új mederbe terelték. Ma az óbudai vasútállomástól az esztergomi vasútvonal mellett, az Újpesti vasúti híd mellett fut a Dunába. A patak teljes hossza 23 km. Vízugyűjtőjének felépítése és 610 mm-es évi csapadéka miatt árvizei tekintélyesek. Átlagos vízhozama csak 0,3 m³/s, de nagy árvízkor 44 m³/s vízhozamot is várhatunk. Árvizeket a fagyott felszínen bekövetkező hóolvadás vagy nagy nyári zivataros esők váltanak ki, mert ilyenkor a vízgyűjtő hosszú teknőre emlékeztető területén a közeli magas peremek lefolyó vize egyszerre zúdul a patakba. [2]

[2] Dr. Pécsi Márton: Budapest természetföldrajza. Akadémia kiadó, Budapest, 1959.

3.1 Vízugyűjtő területe

Vízugyűjtő területe 117 km², kiterjed a Pilisvörösvári(Solymári)-völgyre, valamint északról a Pilisszántói- és délről a Pesthidegkúti-medencére. Északkeletről a Róka-hegy, Nagy-Kevély, Hosszú-hegy és a Pilis, délnyugatról a Nagy-Kopasz, Fehér-hegy, Nagy-Szénás, Remete-hegy, Kecse-hegy, Hármashatár-hegy határolja. Vízugyűjtő területén lévő települések: Óbuda, Üröm, Pilisborosjenő, Solymár, Pesthidegkút, Pilisvörösvár város, Pilisszentiván és Pilisszántó.

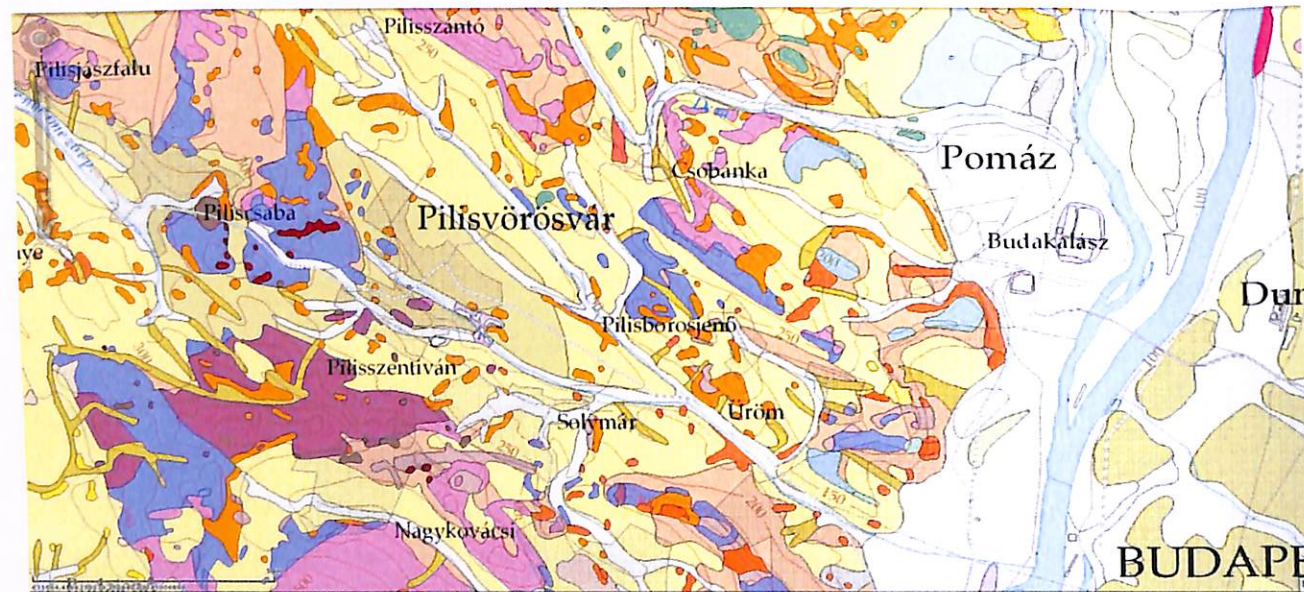
3.1. ábra. Aranyhegyi patak vízgyűjtő területe



Forrás: Saját szerkesztés

3.2. Földtani adottságok

3.2. ábra. A teljes vízgyűjtőterület földtani térképe

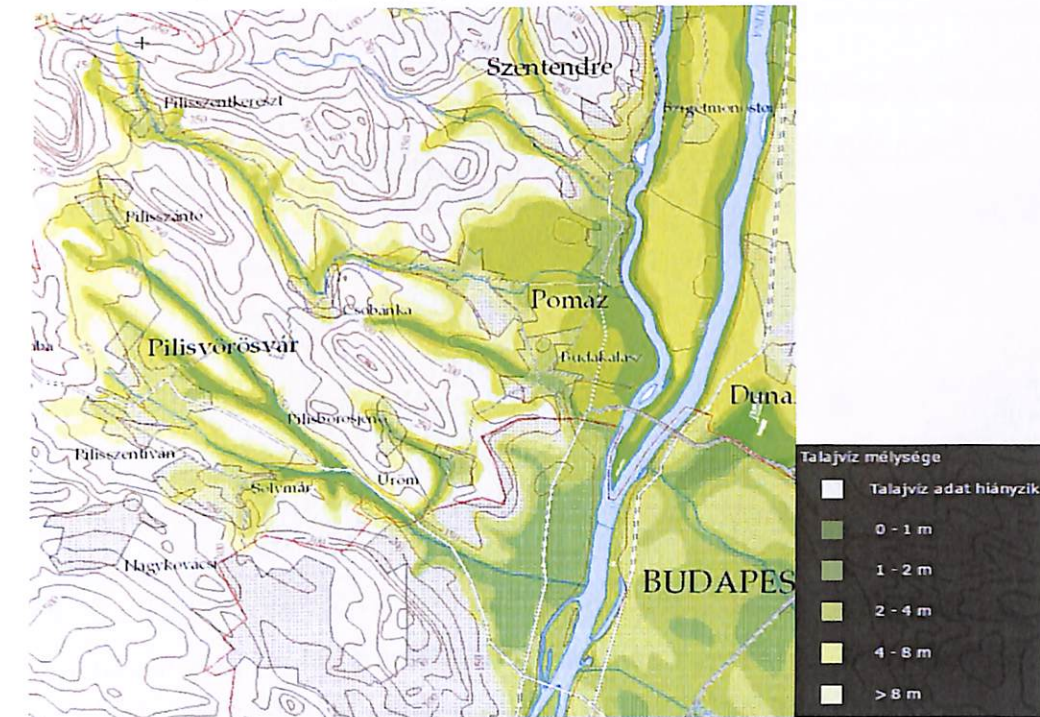


Forrás: Magyar Állami Földtani Intézet

A hegyeket alkotó dolomit, dachsteini mészkő, nummulinás mészkő gazdag járatrendszerük révén vízáteresztők, de erre hajlik a likacsos hárshegyi homokkő és a fiatalabb miocén mészkő is. Ezek azonban együtt sem tesznek ki többet 1,5 km²-nél. A medencék és völgyek lösztölteléke és a Pilisvörösvár környéki homokfelszínek is vízbocsátók.

3.3. Talajvíz mélysége

3.3. ábra. Talajvíz mélysége a vízgyűjtő területen



Forrás: Magyar Állami Földtani Intézet

3.4. Arany-hegyi patak tulajdonságai táblázatos formában

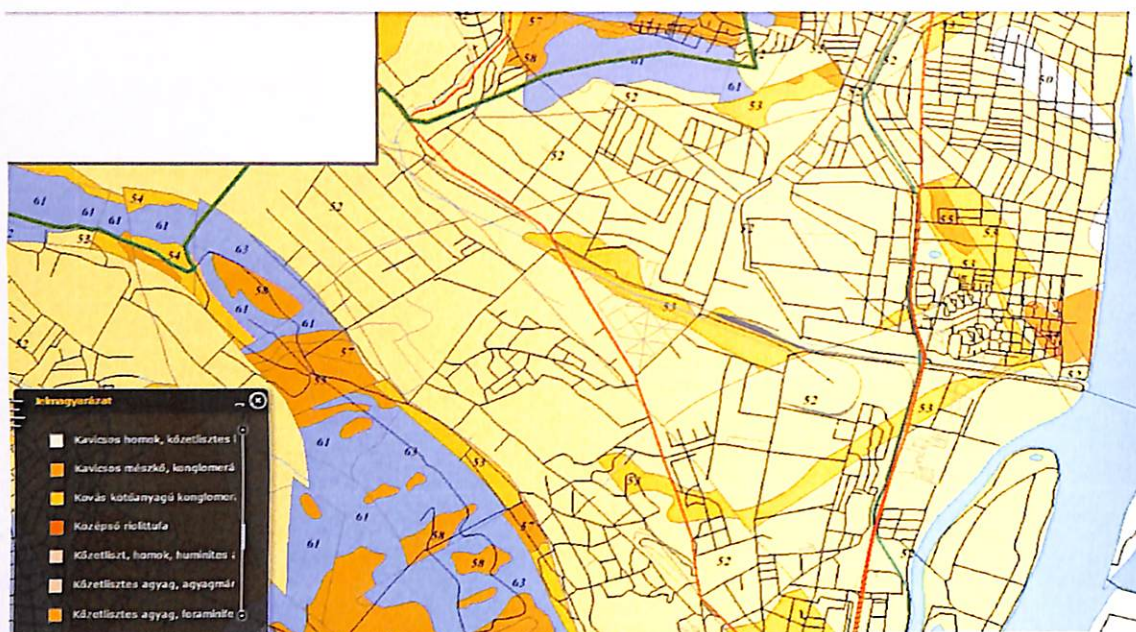
3.1. táblázat. Az Aranyhegyi patak tulajdonságai

Víztest kód	Víztest neve	Mesterséges víztest	Erősen módosított víztest	Típus kódja	Típus leírása	Összetett víztest	Vízfolyás hossza [km]	Időszakosság	Vízgazdálkodási besorolás	
AEP279	Aranyhegyi- és Határréti-patakok	nem	igen	S3	dombvidéki – közepes esésű – meszes – durva és közepes-finom mederanyagú – kicsi vízgyűjtőjű	Igen	18,46	állandó vízszállítás	természetes vízfolyás	
Teljes vízgyűjtő-méret [km2]	Sokéves középvízhozam a teljes vízgyűjtőn (1971-2000) [m3 /s]	Leggyakoribb vízhozam a teljes vízgyűjtőn (1981-2010) [m3 /s]	Augusztusi 80%-os vízhozam a teljes vízgyűjtőn (1981-2010) [m3 /s]	Ökológiai klsz a teljes vízgyűjtőn [m3 /s]	Víztest közvetlen vízgyűjtő-méret [km2]	Víztest átlagos közvetlen vízgyűjtő-mérete összesített vízfolyás víztesteknél [km2]	Sokéves fajlagos lefolyás a közvetlen vízgyűjtőn (1971-2000) [l/s/km 2]	Leggyakoribb fajlagos lefolyás a közvetlen vízgyűjtőn (1981-2010) [l/s/km 2]	Augusztusi 80%-os fajlagos lefolyás a közvetlen vízgyűjtőn (1981-2010) [l/s/km 2]	Ökológiai klszhez tartozó fajlagos lefolyás a közvetlen vízgyűjtőn [l/s/km 2]
	117	0,228	0,096	0,032	0,014	117	59	1,939	0,737	0,269

Forrás: EU VKI

3.4. Az Aranyhegyi patak Budapest III. kerületén belül

3.4. ábra. A III. kerület mérnökgeológiai térképe



Forrás: MFGI Budapest mérnökgeológiai térképe

A felszín legfontosabb kőzettípusai a mezozoikus mészkő és dolomit formációk üledéksorozatai, eocén, szarmata, pannóniai és negyedidőszaki édesvízi mészkövek, oligocén agyag és hárshegyi homokkő, eocén márga, miocén agyag és kavics, a peremeken a pannóniai homok és agyag összletek. A felszínt litofációkban gazdag lejtőüledékek és lösz borítja. A felsoroltak közül számos kőzet jó minőségű építési nyersanyag (pl. hárshegyi homokkő, kiscelli agyag, édesvízi mészkő). Főbb nyersanyagok Solymár határában cserépagyag, öntödei homok, dolomitmurva, Pesthidegkúton homokkő.

3.4.1. Domborzat

A vizsgált területet a Dunántúli-középhegység keleti tagja, minden oldalról középhegységi főtörések határolják. Szerkezeti-morfológiai alkata alapján a töréses-szerkezeti árkos medencékre és sasbércekre különült középhegység domborzattípusát képviseli. Az ÉNy-DK-i és erre merőleges szerkezeti vonalak mellett a domborzat tagolásában jelentős szerepük volt a fiatalabb, É-D-i irányú töréseknek is. A terület szerkezeti-morfológiai képe változatos. A törések, lépcsős levetődések mellett enyhe lokális boltozódások, györődések, feltorlódások és pikkelyeződések alakították a hegységet. Szeizmikusan érzékeny a terület. A főváros közigazgatási határain belül nagymértékű a beépítettség, az agglomerációs övezetben, a medencékben a nagyüzemi mezőgazdasági hasznosítás helyett fokozottan előtérbe kerül a zártkertek és üdülők kialakítása. A földhasznosítás módja és a területek, települések funkciója átalakult, de változás következett be az erdők használatában, funkciójában is.

4. A beépített területek arányának hatása a hirtelen lezúduló csapadékból keletkező vízhozamokra

Hazánkban hozzávetőlegesen 50 évenként lehet számítani olyan időjárási eseményre, amelyből egy adott kisvízfolyáson katasztrofális árvízcsúcs alakulhat ki és jelentős károk következhetnek be. Ez a tény önmagában véve is megmagyarázza, hogy miért olyan elhanyagolt a kisvízfolyás rendezés Magyarországon, hiszen 50 év távlatilag is hosszú idő, és ahogyan Keynes mondta: „hosszú távon mindannyian halottak vagyunk”.

Egy-egy rendkívüli felhőszakadás, vagy azok sorozata nyomán keletkező árvízből származó természeti csapás is lehet pusztító, de ezt rendszerint fokozza az emberi mulasztás, a haszonlesés, a helyzet téves értékelése, hibák elkövetése, stb. Összefoglalóan: az antropogén hatások kedvezőtlen összejárása.

Ilyen tipikus példa többek között a 2005-ös Mátrakeresztési árvíz, amelynél több száz millió forintos kár keletkezett épületekben, utakban, közművekben, stb. A keletkezett árvízcsúcs valószínűsíthetően 1000 évnél ritkábban előforduló esemény volt, ennek ellenére a károk mérsékeltebbek lehettek volna [3]

[3] A kisvízfolyás rendezés mai keletű problematikája Csinger Patak (ajka) példáján keresztül, Horváth Vilmos

A fejezetben megvizsgáltam, hogy milyen hatással van a beépített területek aránya a mértékadó vízhozamokra. **A fejezetben csak a Budapest III. kerületi vízgyűjtő területet vizsgáltam, mint koncentrált terhelést.**

4.1. A mértékadó vízhozam számítása

4.1.1. A mértékadó vízhozam, mint tervezési alapadat

Vízépítési műtárgy tervezésekor mindig felmerül a kérdés, hogy mekkora az előre meghatározható, illetve feltételezhető valószínűséggel bekövetkező lehetséges legnagyobb vízhozam, amely visszatartására, vagy éppen átbocsátására az adott műszaki létesítményt méretezni kell. Ez a bizonyos vízhozam a mértékadó vízhozam, amelynek számszerű értéke a vízi létesítmények egyik legfontosabb tervezési alapadata. [4]

[4] Gribovszki Zoltán Víztan

4.1.2. A mértékadó vízhozam meghatározásának lehetőségei

A mértékadó vízhozam minél megbízhatóbb meghatározását a hosszú távú meteorológiai és hidrológiai megfigyelések segítik. Ma már több évtizedes adatsorok állnak rendelkezésre különféle természeti körülmények között, a kisebb-nagyobb vízfolyások vízjárásáról, vízhozamainak alakulásáról. A mérési eredmények felhasználásával a nagyobb térségekre, a nagyobb vízgyűjtőkre tapasztalati eljárásokat dolgoztak ki. A vízügyi szempontból kevésbé fontos kisvízgyűjtőkkel azonban más a helyzet. Azok ma sem bővelkednek a konkrétan azokon gyűjtött észlelési adatokban. Kisvízgyűjtőkön a nagyobb területekről kisebbekre történő extrapolációk, valamint a részben tapasztalati, részben spekulatív megfontolásokon alapuló ún. szempiempirikus eljárások alkalmazhatók. Ilyen értelemben szempiempirikus eljárásnak lehet tekinteni a mértékadó vízhozam meghatározására szolgáló ún. Racionális-módszert is, amely a kisebb vízgyűjtőkön, így az erdészeti gyakorlatban is leginkább alkalmazható.

4.1.3. Mértékadó vízhozam meghatározása Racionális-módszerrel

A Racionális-módszer értelmezése. Amikor egy területet i (mm/óra) intenzitású csapadékesemény ér, akkor óránként i liter csapadékvíz érkezik 1 m² felületre. Az időegység alatt lehulló csapadék ilyen módon területegységre vonatkoztatott értéke az ún. fajlagos esővízhozam, amelynek a jele q , s általában l/sec/ha, vagy m²/ sec/km² mértékegységgel fejezhető ki. Az egész területet érő csapadék mennyisége a fajlagos érték (q) és a terület (F) szorzataként adódik. A csapadéknak azonban csak egy részéből keletkezik lefolyás, amelynek arányát a lefolyási tényező (α) fejezi ki. Mindezek alapján az i intenzitású csapadékesemény hatására F területről történő lefolyás vízhozama az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$Q = \alpha \cdot q \cdot F$$

ahol: Q , a mértékadó vízhozam (m³/sec)

F , a vízgyűjtő kiterjedése (km²)

q , a mértékadó fajlagos esővízhozam (m³/sec/km²)

α , a lefolyási tényező (-)

4.1.4. A fajlagos esővízhozam

Területegységre időegység alatt hulló csapadék mennyiségét fejezi ki, s amelynek számértéke a csapadék intenzitásából származtatható. Az „ x ” mm/óra intenzitású csapadékból 1 óra alatt ugyanis éppen „ x ” liter víz jut 1 m² felületre, vagyis „ x ” liter/ óra*m², amely fajlagos, azaz területegységre vonatkoztatott esővízhozamnak nevezhető, és q -val jelölendő.

A mértékadó esővízhozam négyzetméterre vonatkozó dimenzióját a gyakorlati számításokban való jobb felhasználhatóság érdekében nagyobb területegységekre, általában hektár vagy négyzetkilométer vonatkoztatási alapra szokás átalakítani.

4.1.5. A lefolyási tényező és a lefolyási arány

A lefolyási tényező nemcsak egyes csapadékeseményekkel kapcsolatban értelmezhető, hanem bizonyos időszakok (hónap, vegetációs időszak, év) csapadékösszegéhez arányítva is, ezért ezeket helyesebb havi, vagy vegetációs időszak, vagy évi lefolyás, illetve vízleadás arányának nevezni, mivel a két dolog között lényeges különbségek vannak.

Állandó vagy időszakos források nélküli vízgyűjtő területen, ahol felszíni lefolyás csak akkor van, amikor csapadék is van, az időszak átlagos lefolyási aránya számítható az időszak csapadékeseményeihez rendelhető lefolyási tényezőknek a hozzájuk tartozó csapadékok magasságaival súlyozott átlagaként. Ebben az esetben tehát az egyes csapadékeseményekhez tartozó lefolyási tényezők és egy időszak átlagos lefolyási aránya között közvetlen összefüggés van. Ha a vízgyűjtőn források, szivárgók vannak, ha a vízgyűjtőnek van talajvíz-kibocsátása, akkor a lefolyási tényező nem ugyanazt jelenti, mint az előző esetben, mivel a terület vízleadása itt két részből tevődik össze: a talajvíz-kibocsátásból és a közvetlen felszíni lefolyásból. Ez az összetettség az egyes csapadékeseményekre és a vizsgált időszakra vonatkoztatottan is fennáll. Különösen valamely időszakra vonatkozóan mutatkozhat különös eredmény, mivel az alfa értéke elérheti, sőt meg is haladhatja az 1,0 értéket. Ekkor olyan adatok arányáról van szó, amelyek a lefolyási arány szempontjából nem tartoznak össze. A havi átlagos lefolyási arány kalkulálásakor például gondolni kell arra, hogy az adott hónap talajvíz-kibocsátását nemcsak az adott havi, hanem a megelőző időszak csapadékviszonyai is befolyásolják. Így az a látszólagos, furcsa helyzet is előállhat, hogy a lefolyási tényező nem értelmezhető, illetve végtelen nagyságú, ha például az adott időszakban volt lefolyás, de nem volt csapadék. Mindezek miatt valamely időszakra vonatkozó csapadék-lefolyás arányt nem helyes lefolyási tényezőnek nevezni.

4.1.6. A lefolyási tényező változása a csapadékesemény alatt

Valamely C csapadékesemény alatt is változik az adott csapadékeseményhez rendelhető a lefolyási tényező. Az elején nulla, majd fokozatosan növekedik és elvileg (de csak elvileg) a 100%-ot is elérheti, amikor szintén csak elvileg, már nincs benedvesedés, párolgás, beszivárgás. A lefolyási tényezőnek ez az időbeli változása és ennek összefüggése az összegyülekezéssel nem elhanyagolható körülmény.

4.1.7. A Kenessey-féle lefolyási tényező

Fentiekből is látszik, hogy a lefolyási tényezőt meglehetősen különböző módon és különféle dolgokra lehet értelmezni. Magyarországon a gyakorlatban ma is elterjedten alkalmazzák a Kenessey Béla által publikált lefolyási tényezőt, amelyet Lauterburg svájci kutató nyomán három résztényező összegeként javasolt felírni (Kenessey 1930).

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

ahol, α_1 , a lejtési viszonyok résztényezője

α_2 , a talaj áteresztőképességének résztényezője

α_3 , a növényzet résztényezője

4.1.. Táblázat. Kenessey-féle lefolyási tényező

1. A lejtési viszonyok tényezői (α_1)	
igen erős lejtőnél, ha az oldalak hajlása > 35%	0.22 - 0.30
közepes lejtőnél, ha az oldalak hajlása 11 - 35 %	0.12 - 0.20
szolid lejtőnél, ha az oldalak hajlása 3.5 - 11 %	0.06 - 0.10
síkvidéknél, ha az oldalak hajlása < 3.5 %	0.01 - 0.05
2. Az áteresztőképesség tényezői (α_2)	
igen vízzáró talajra	0.22 - 0.30
közepes áteresztő talajra	0.10 - 0.20
áteresztő talajra	0.06 - 0.10
igen átersztő talajra	0.03 - 0.05
3. növényvel borítottsági tényező (α_3)	
kopár sziklára	0.22 - 0.30
rét, legelőre	0.17 - 0.25
feltört kultúrtalajra és erdőre	0.07 - 0.15
zárt erdőre, laza hordalékra, kőves, homokos talajra	0.03 - 0.05

4.1.8. A területi lefolyási tényező meghatározása

Amikor a terület lefolyási szempontból annyira heterogén, hogy egyetlen lefolyási értékkel nem lehet jellemezni, akkor részterületenként határozandó meg a lefolyási arány, a teljes területre pedig a részterületekkel súlyozott átlagos érték vonatkoztatható.

$$\alpha = \frac{\sum \alpha_i \cdot F_i}{F}$$

ahol:

α , az átlagos lefolyási tényező

α_i , a részterületek lefolyási tényezői

F_i , a részterületek (km²)

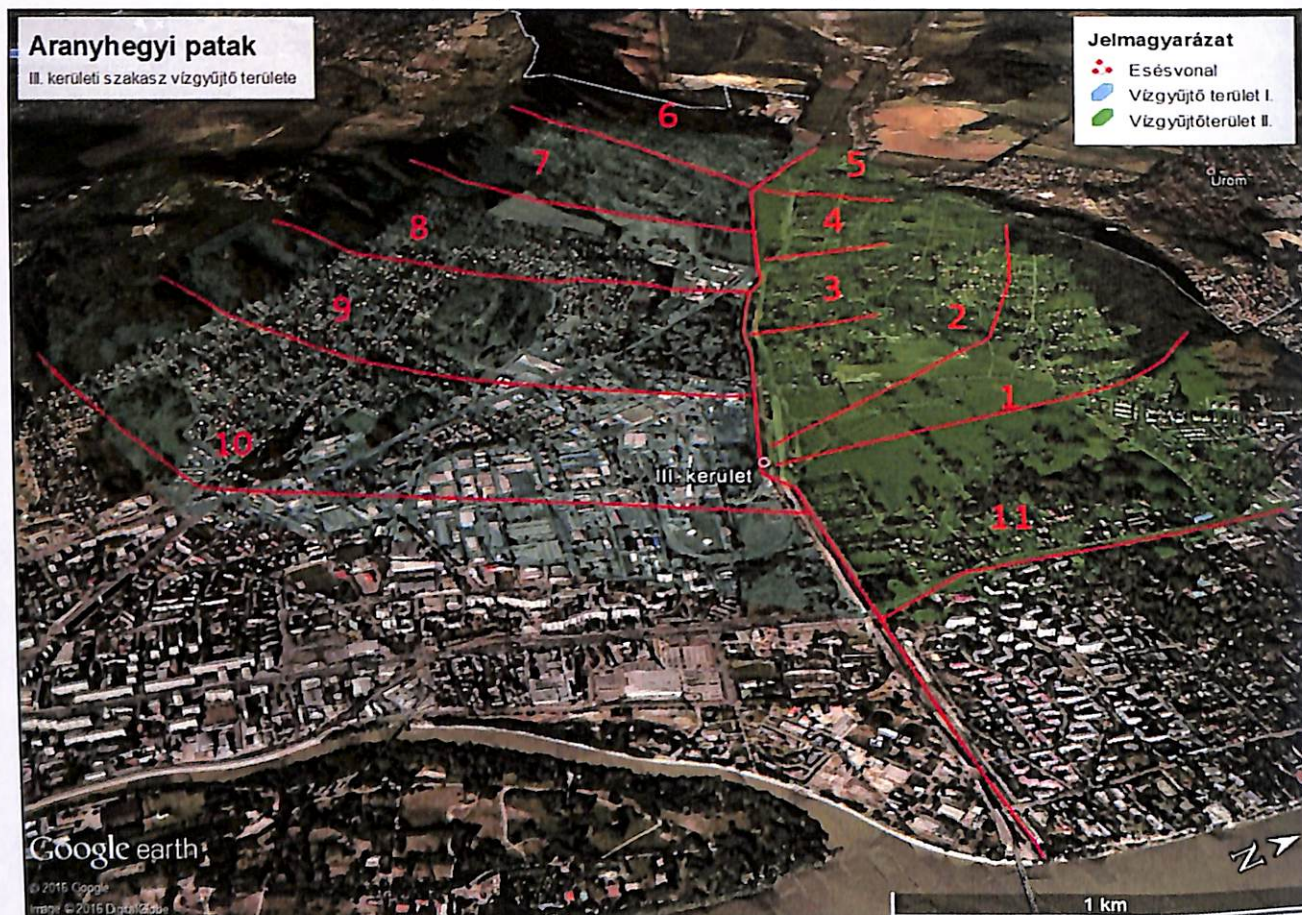
F , a teljes terület (km²)

4.2. Aranyhegyi patak Budapest III. kerületi szakaszának a vízhozama

4.2.1 A vízgyűjtő terület lehatárolása

A vízgyűjtő terület lehatárolásához, domborzati viszonyainak és méreteinek vizsgálatához a Google earth pro-t használtam.

4.1. ábra. Aranyhegyi patak III. kerületi szakaszának vízgyűjtő területe



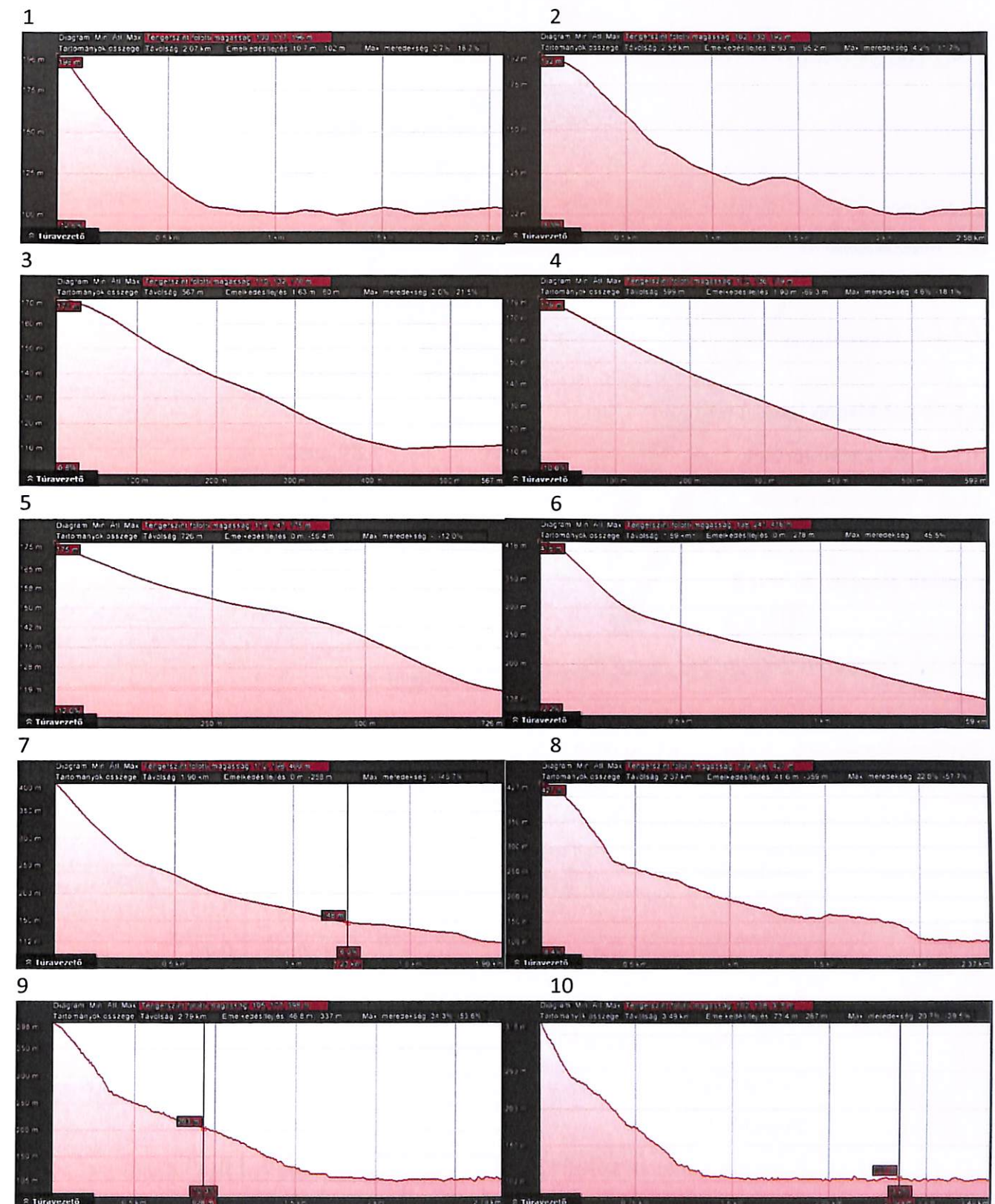
Forrás: Saját szerkesztés a Google earth pro programban

A késsel jelzett terület nagysága $10,2 \text{ km}^2$, a zöld pedig $5,60 \text{ km}^2$. Összesen $15,80 \text{ km}^2$. A piros vonalak jelzik a hossz-metszetek helyeit a térképen, amik alapján számoltam a lejtési viszonyoktól függő tényezőt.

4.2.2 Lefolyási tényező

A lefolyásvonalak hossz-metszeteit az alábbi ábrák szemléltetik.

4.2. ábra. Lefolyásvonalak hossz-metszetei





4.2.2.1. A lejtési viszonyoktól függő tényező

3,5 %-nál kisebb lejtésű területek	($\alpha = 0,05$)	5,45 km ²
3,5-11 % lejtésű terület	($\alpha = 0,1$)	7,89 km ²
11-35 % lejtésű terület	($\alpha = 0,2$)	2,44 km ²

Fentiek alapján: $\alpha_1 = 0,2$

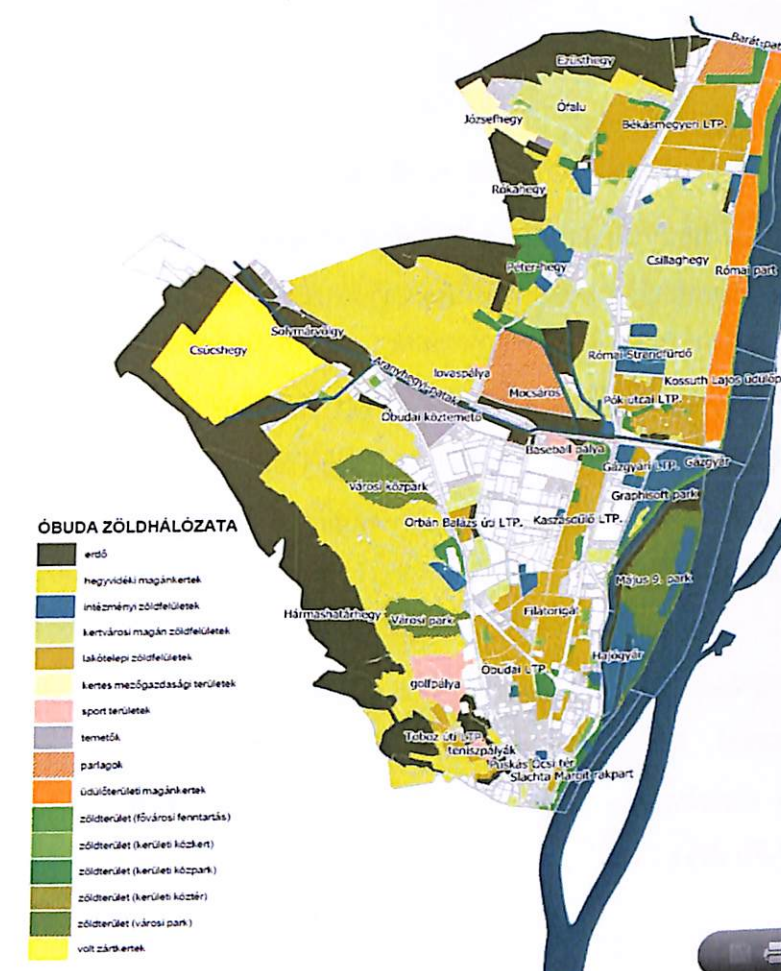
4.2.2.2. Területhasználatoktól függő tényező

Területhasználatok Budapest III. kerületében

4.2. táblázat. Részterületek lefolyási tényezői

Vízgyűjtő területe [km ²]/lefolyási tényező [-]	15,80	0,14
Település	2,95	0,3
Erdő	1,65	0,05
Hegyvidéki magánkertek	4,90	0,15
Parlagok	0,50	0,15
Zöldterület (városi park)	0,50	0,20
Volt zárkertek	1,25	0,15
Temető	0,35	0,15
Kertvárosi magán zöldfelületek	0,70	0,15

4.3. ábra. Óbuda Zöldhálózata



Települési stratégiai dokumentumok Budapest III. kerület Óbuda-Békásmegyér

Fentiek alapján

Területhasználatoktól függő tényező értéke $\alpha_2 = 0,14$

4.2.2.3. Talaj vízáteresztő-képességétől függő tényező

A terület Budapest mérnökgeológiai térképe alapján közepesen vízáteresztőnek tekinthető.

Közepesen vízáteresztő talaj $\alpha = 0,10$

Fentiek alapján $\alpha_3 = 0,10$

Lefolyási tényező $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0,44$

4.2.3. A fajlagos esővízhozam

4.2.3.1. Budapest éghajlati jellemzői

Budapest sokévi átlagos havi középhőmérsékleteit tekintve elmondható, hogy a leghidegebb hónap a január, míg a legmelegebb a július. Az évi közepes hő ingás $21,1^{\circ}\text{C}$.

Budapest átlagos évi csapadékösszege 533 mm, két esősebb (kora nyár és késő ősz), és két szárazabb időszak (tél közepe-kora tavasz és kora ősz) váltja egymást. A legkevesebb csapadék február-márciusban hullik, a legcsapadékosabb hónapok pedig – nagyjából kétszer akkora összegekkel – a május-június.

Budapesten a napsütéses órák éves összege átlagosan 1930 óra, de évről évre nagy változékonyságot mutat. Megfigyelhető a napfénytartam jellegzetes évi menete, a nyári hónapokban van a maximuma (havi 250-270 óra), míg november-január időszakban a minimuma (havi 50-70 óra).

4.3. Táblázat. Átlagos havi hőmérsékletek, csapadék- és napfénytartam-összegek Budapesten

Hónapok	Hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]			Csapadék [mm]	Napfénytartam [óra]
	Közép	Maximum	Minimum		
január	0.4	2.9	-1.6	37	62
február	2.3	5.5	0.0	29	93
március	6.1	10.6	3.5	30	137
április	12.0	16.4	7.6	42	177
május	16.6	21.9	12.1	62	234
június	19.7	24.6	15.1	63	250
július	21.5	26.7	16.8	45	271
augusztus	21.2	26.6	16.5	49	255
szeptember	16.9	21.6	12.8	40	187
október	11.8	15.4	7.85	39	141
november	5.4	7.7	2.9	53	69
december	1.8	4.0	0.0	43	52

Forrás: OMSZ

4.2.4. Mértékadó árvízhozam számítása

A 4/1981. (IV.04.) OVH rendelkezés alapján a vízfolyásokat az előtéssel veszélyeztetett terület népgazdasági értékének figyelembevételével - a települések belterületén és a különleges népgazdasági jelentőségű létesítmények környezetében az 1-3%-os, - egyéb területen a 10-33%-os előfordulási valószínűségű árvízi vízhozamra kell méretezni. Vízfolyás medrének mélységét a környezet művelési ágától és a beépítettségétől függően kell megválasztani. A legkisebb medermélység a terepszint alatt 1 m lehet. Földmedrű vízfolyás fenékszélessége legalább 0,8 m legyen, rézsúhajlását a talajminőségtől függően kell megválasztani, de 1:1,5-nél meredekebb nem lehet. A csapadékvíz-elvezető árok legkisebb fenékszélessége 0,4 m. A medret legalább gypesítéssel vagy gypburkolattal kell védeni.

4.4. Táblázat. Mértékadó valószínűségek

Méretezendő	p [%]	T_{gy} [év]
Belterületi műtárgyak: átereszt, híd, továbbá a meder	1	100
Belterületi csapadékvíz elvezető árokhalózat	4	25
Külterületi műtárgy	3	33,33
Külterületi patakmeder	10	10
Kis tározó műtárgyai	1	100

A megfelelő alakú csapadékmáximo függvényt az

$$i_p = a \left(\frac{T}{10} \right)^{-m}$$

összefüggés írja le.

4.5. táblázat. Fajlagos csapadékkintenzitás értékei

p , valószínűség	T_{gy} , gyakoriság év	a l/s · ha	a m ³ /s · k m ²	m
%				
1	100	660	66	0,75
2	50	560	56	0,74
3	33	500	50	0,74
4	25	470	47	0,73
5	20	440	44	0,73
10	10	365	36,5	0,72
25	4	270	27	0,72
50	2	203	20,3	0,71

A nem mértékegység koherens képletben szereplő a és m függvényállandókat az 5. táblázat tartalmazza.

A mértékadó csapadék időtartama T_0 megegyezik a τ összegyülekezési idővel ($\tau = T_0$). Ennek számítása Wisnovszky-képletével:

$$\tau = \frac{L^2}{\sqrt{AS}}; \text{perc}$$

ahol

L — völgyhossz [km],

A — a szelvényhez tartozó vízgyűjtő terület a térkép alapján meghatározva [km²],

S — a völgyfenék átlagos esése

4.2.4. Mértékadó vízhozamai racionális módszer szerint

A számításokat excel segítségével végeztem el. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza.

4.6. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok

Visszatérési idő	Valószínűség	Fajlagos csapadékintenzitás	m	Vízgyűjtő terület	Vízfolyás lejtése	Vízfolyás hossza	Összegyülekezési idő	Csapadékintenzitás	Mértékadó vízhozam	Lefolyási tényező	α_1	α_2	α_3
[év]	[%]	[mm/s/km ²]	[-]	[km ²]	[-]	[km]	[perc]	[mm/s/km ²]	[mm ³ /s]	[-]	[-]	[-]	[-]
100	1%	66	0,75	15,8	0,00035	5,89	466,52	3,70	25,70	0,44	0,20	0,14	0,10
33	3%	50	0,74					2,91	20,24				
25	4%	47	0,73					2,84	19,77				
10	10%	36,5	0,72					2,29	15,95				

Ha az α_2 területhasználatától függő tényező értékét sikerülne csökkenteni az 5. pontban foglaltak szerint legalább 0,07 értékre, akkor a mértékadó vízhozamok az alábbiak szerint alakulnának.

4.7. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok

Visszatérési idő	Valószínűség	Fajlagos csapadékintenzitás	m	Vízgyűjtő terület	Vízfolyás lejtése	Vízfolyás hossza	Összegyülekezési idő	Csapadékintenzitás	Mértékadó vízhozam	Lefolyási tényező	α_1	α_2	α_3
[év]	[%]	[mm/s/km ²]	[-]	[km ²]	[-]	[km]	[perc]	[mm/s/km ²]	[mm ³ /s]	[-]	[-]	[-]	[-]
100	1%	66	0,75	15,8	0,00035	5,89	466,52	3,70	21,61	0,37	0,20	0,07	0,10
33	3%	50	0,74					2,91	17,02				
25	4%	47	0,73					2,84	16,62				
10	10%	36,5	0,72					2,29	13,41				

Ezzel 16%-al csökkenne a patak terhelése.

4.2.5. A mértékadó vízhozam meghatározása települések esetén racionális méretezési módszerrel

A települési vízrendezés legtöbbször szerves kapcsolatban van a környező külterület vízrendezésével. A terület vizsgálatánál érdemes foglalkozni ezzel a kérdéssel, vagyis meghatározni, hogy mennyi a településről kifolyó mértékadó vízhozam.

A csapadékból keletkező kártételeket leggyakrabban a záporsemenyek (felhőszakadások) okozzák. Belterületeknél a mértékadó vízhozamon a települési vízgyűjtőterület összegyülekezési idejéhez

($\tau = 10$ perc) tartozó és a p valószínűségű ($p = 4\%$) modelleszapadékból keletkező elfolyás tetőző vízhozamát értjük. A modelleszapadékot az $i_p = a\left(\frac{T}{10}\right)^{-m}$ képlettel számoltam ki.

A mértékadó vízhozam számításának képlete:

$$NQ_{p\%} = \psi \cdot i_{p\%} \cdot A, \text{ m}^3/\text{s},$$

Amely képletben az

A — a szelvényhez tartozó vízgyűjtőterület nagysága, hektár vagy km² a térkép szerint (a település teljes területe),

ψ — az ún. települési lefolyási tényező, dimenzió nélkül;

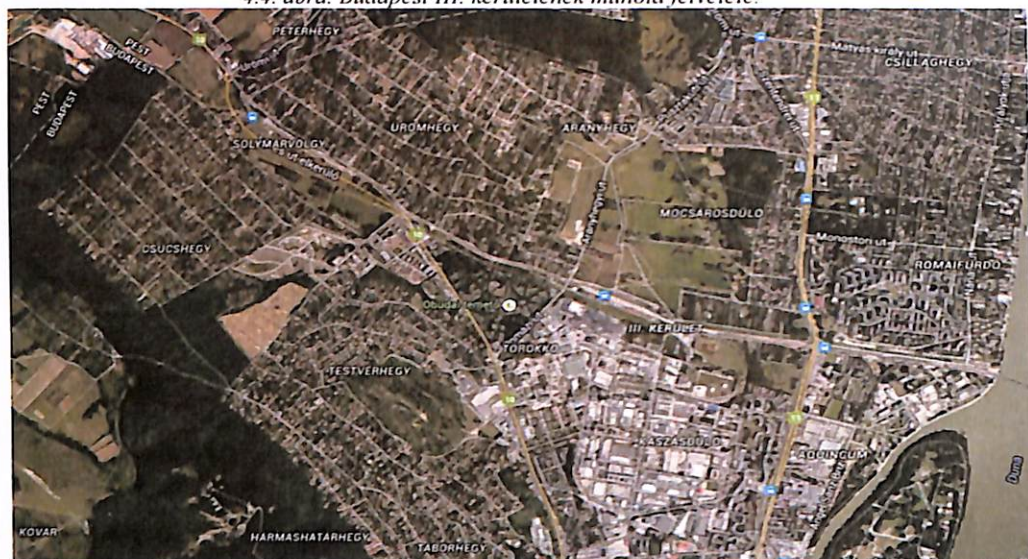
i_p — a p valószínűségű τ összegyülekezési időhöz tartozó csapadékintenzitás az állandó m³/s·km²

A települési lefolyási tényező (ψ) meghatározására a

$$\psi = 0,14 + 0,65R$$

képlet javasolt, melyben az R a vízzáró felületek (tetők, utak, burkolatok) hányada (mértékegység nélkül). R értéke műholdas felvételek és terepbejárás alapján 0,4.

4.4. ábra. Budapest III. kerületének műhold felvétele.



Forrás: Google earth

4.8. táblázat. A lefolyási tényezők ajánlott értékei

Kapcsolódó felület fajtája	Lefolyási tényező ψ	Megjegyzés
Vízzáró felületek és nagyhajlású tetők	0,90-0,99	Szivárgási veszteség szerint
Nagyméretű lapostetők	0,50	10.000 m ² felett
Kisméretű lapostetők	0,99	100 m ² alatt
Áteresztő felületek	0,00-0,30	A tereplejtés és a felület minősége szerint

$$R=0,4$$

A racionális vízhozam-számításnál szükséges, illetve célszerű valamilyen mértékű késleltetést is figyelembe venni, p késleltetési tényező beszámításával. Ennek értéke a

$$p=0,62^m$$

képlettel becsülhető, melyben az m hatványkitevő azonos az

$$i_p = a \left(\frac{T}{10} \right)^{-m}$$

képlet hatványkitevőjével. Mindezek alapján a településről érkező mértékadó vízhozam,

$$NQ_{p\%} = p \cdot \psi \cdot i_{p\%} \cdot A, \text{ m}^3/\text{s},$$

képlettel számítható. [5]

[5] BMEEOVVAT27 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére

A számításokat excel segítségével végeztem el. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza.

4.9. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok

Visszatérési idő	Valószínűség	Fajlagos csapadékintenzitás	m	Vízgyűjtő területe	Vízfolyás lejtése	Vízfolyás hossza	Összegyűjtési idő	Csapadékintenzitás	Mértékadó vízhozam	ψ	p	R
[év]	[%]	[mm/s/km ²]	[-]	[km ²]	[-]	[km]	[perc]	[mm/s/km ²]	[m ³ /s]	[-]	[-]	[-]
100	1%	66	0,75	15,8	0,00035	5,89	466,52	3,70	16,33	0,40	0,70	0,40
33	3%	50	0,74					2,91	12,92		0,70	
25	4%	47	0,73					2,84	12,68		0,71	
10	10%	36,5	0,72					2,29	10,28		0,71	

5. A terhelésének csökkentési lehetőségei, a fedettség és a lefolyás szabályozása, lehatárolása

A 21. század elején a települési csatornázás sokkal több, mint a csapadékvíz egyszerű elvezetése a településről (Gayer, 2005 b). A csapadékvíz elhelyezésének új stratégiáját az alábbi öt cél jellemzi (Chocat et al., 2004):

- A városi lefolyás csökkentése a csúcs-vízhozam mérséklése céljából.
- A szennyezés csökkentése a városi vízgyűjtőkön keletkező szennyezőanyagok összegyűjtése és tisztítása révén.
- A csapadékvíz visszatartása és lehetőség szerinti maximális felhasználása a vízgyűjtőn, vagy annak közelében.
- A településképp javítása a víz elrejtése helyett annak megjelenítésével és a zöldövezetekbe történő beillesztésével,
- a csatornázási beruházás csökkentése, például a csapadékvíznek a zöldterületekre vezetésével, csökkentve ezáltal az infrastrukturális költségeket és javítva a mikroklimát.

5.1. Tárolás és hasznosítás

A forrásszabályozási módszerek között említhető a tetővíz összegyűjtése és elkülönítése a csatornába vezetett, szennyezett csapadékvizektől, miáltal alternatív vízkészlethez jutunk, melynek hasznosítása kézenfekvő, elsősorban öntözésre, de a készlettől és az igényektől függően WC öblítésre és esetleg mosásra is. Ez a vízszegény arid országok gyakorlatában terjedt el elsősorban. A vízdíj növekedése, a háztartási komfortszint javulása és az európai gyakorlatban általánosan alkalmazott csapadékvíz elvezetési díj előtérbe hozta a telken belül összegyűlekező csapadékvíz hasznosítását, melyre német, holland példák vannak. Hazánkban is történtek erre próbálkozások (Dima et al., 1997, 2003)) és megjelentek a felsőoktatásban az ilyen témájú diplomatervek (Germ, 2004) is. A tetővíz hasznosítással foglalkozó tanulmányok megtalálhatók a hazai szakirodalomban (Horváthné et al., 2003), (Dulovicsné, 2003, 2004 b, 2005.), (Gayer, 2004, 2005a,b) (Sali, 2005). Megállapítható, hogy a tetővíz hasznosítás eszköz az integrált szemléletű települési vízgazdálkodásban, mivel a fenntarthatóságot segíti elő a takarékos ivóvízkészlet használatával, és a csatornák terhelésének csökkentése révén. Célszerű lenne alkalmazásának elterjesztése és ösztönzése, elsősorban a víz- csatornadíjak rendszerének korábban említett újragondolása révén.

5.2. A fedettség szabályozása és hatása az elvezetendő vízhozamra

Egyes országokban létezik olyan előírás, miszerint a települési területek beépítése során, a fedettséggel elfoglalt területek lefolyási viszonyait az eredeti állapotot közelítő módon kell biztosítani zöld felületeknek tetőkön, falakon, burkolt felületeken, villamosvasúti pályákon történő alkalmazásával. Japánban az elfoglalt zöldterületeknek 20 %-át kell mesterséges zölddel pótolni.

5.3. Zöldtetők alkalmazása

Minden zöldtető – beleértve a vékony rétegű zöldtetőket is – a következő hatásokat gyakorolja a csapadék lefolyásra (Roth-Kleyer, 2005):

- a csapadék okozta lefolyás csökkentése,
- a csapadék tárolása a zöldtetőkben és a csúcsok csökkentése,
- a növényzet okozta tárolás,
- evapotranspiráció (a talaj és növényzet együttes párologtatása).

A tetőre felhordott egyes töltőanyagoktól függően az átlagos tároló képesség l/m²-ben és a maximális teljes tároló-képesség a térfogat %-ában az alábbi táblázat szerint alakul, Lieske (1988) és Roth-Kleyer (1995) mérései alapján:

5.1. táblázat

A töltőanyag		Átlagos tároló képesség [l/m ²] a rétegvastagság [mm] függvényében			Maximális teljes tároló-képesség [térfogat %]
Típusa	Szemcseméret [mm]	40	60	80	
Kavics	4/8-8/16	2-4	3-6	4-8	5-10
Lávakő zúzalék	1/5-4/12	5-9	8-13	10-08	12-20
Tégla zúzalék	0/12	18	26	35	44
Zúzott tégla	2/12	11	17	22	28
Mosott habkő	2/4-4/12	12-17	18-25	18-25	30-42
Zúzott duzzasztott agyag	2/4-4/11	5-9	7-13	10-18	13-22

A zöldtetők átlagos tároló képessége l/m²-ben és a maximális teljes tároló képessége a térfogat %-ában

A fenti táblázathból kitűnik, hogy a tetőkre felhordott egyes anyagoktól függően a tároló-képesség a teljes csapadék 5-42 %-a is lehet. A zöldtetők éves visszatartó képessége és éves lefolyási tényezője a 5.1. táblázat szerint alakul, évi 650-800 mm-es csapadékmagasság esetén, a szerkezeti vastagságtól és az alkalmazott növényzettől függően. A 10. táblázat szerint az átlagos éves lefolyási tényezők (az egy évben átlagosan levezetendő és a lehulló csapadék

hányada) az alkalmazott növényi kultúra és a szerkezeti vastagság függvényében 0,10-0,60 között változhatnak, a fedett területeken jelentkező és az 8. táblázatban szereplő maximális 0,99 értékű lefolyási tényezőhöz képest.

5.2. táblázat

A művelés típusa	Szerkezeti vastagság cm-ben	A vegetáció típusa	Átlagos éves visszatartás a teljes csapadékhöz képest	Átlagos éves lefolyási tényező
Extenzív kultúrák	2-4	Mocsári varjúháj	0,40	0,60
	4-6	Mocsári varjúháj	0,45	0,55
	6-10	Lágyszárú mocsári növények és varjúháj	0,50	0,50
	10-15	Lágyszárú növények, varjúháj és fű	0,55	0,45
	15-20	Fű, lágyszárú növények	0,60	0,40
Intenzív kultúrák	15-25	Pázsitfű, évelők, kis fafajták	0,60	0,40
	25-50	Pázsitfű, évelők, cserjék	0,70	0,30
	> 50	Pázsitfű, évelők, cserjék, fák	0,90	0,10

A zöldtetők átlagos éves visszatartó képessége és lefolyási tényezője a szerkezeti vastagság valamint az alkalmazott vegetáció függvényében

Az előzőkből a következő megállapítások szűrhetők le:

- a lehulló csapadék elvezetendő hozama jelentősen csökken a zöldtetők alkalmazásának hatására,
- a szerkezet kialakítása (anyaga, mérete, az alkalmazott növényi kultúra stb.) befolyásolja a lefolyási tényezőt és ez által a lefolyást,
- meg kell azonban állapítani, hogy a tető hajlásszöge a lefolyást és annak sebességét egyenes arányban, míg a beszivárgás mennyiségét fordított arányban befolyásolja, a vízgyűjtő területi lefolyáshoz hasonlóan.

5.4. Következtetés

A csapadékvíz elvezető rendszer költségei csökkenthetők a zöldtetők alkalmazásával, ezért annak megtakarításai terhére a zöldtetőket érdemes támogatni, mivel a zöldfelületek a globális felmelegedéssel szemben a mikroklimát javítják, és így környezet-hatékony megoldásnak tekinthetők. A zöldtetőkhöz hasonlóan a fedettség csökkenthető a burkolt közlekedési felületek áteresztőképességének növelésével, a zöldtetőkhöz hasonló zöld járda- és terelőszigetek alkalmazásával, a közutaktól, a burkolatoktól elválasztott villamosvasúti pályák füvesítésével. Természetesen ezek az intézkedések az üzemeltetés műszaki létesítményeit és – költségeit befolyásolják, melyeket feltétlenül figyelemmel kell kísérni. [6]

[6] MASZESZ 2005 szept-okt. szám. Dulovics D-né dr., Dr. Dulovics Dezső: A csapadékterhelés, hatásai és csökkentésük egyes módszerei

A fentiek alapján, ha visszaállítanánk a terület természetes lefolyási értékeit, akkor a vízhozamok az alábbiak szerint változnának:

5.3. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok

Visszatérési idő	Valószínűség	Fajlagos csapadékkéntenzitás	m	Vízgyűjtő területe	Vízfolyás lejtése	Vízfolyás hossza	Összegyűjtkezési idő	Csapadékkéntenzitás	Mértékadó vízhozam	ψ	ρ	R
[év]	[%]	[mm/s/km²]	[-]	[km²]	[-]	[km]	[perc]	[mm³/s/km²]	[m³/s]	[-]	[-]	[-]
100	1%	66	0,75	15,8	0,00035	5,89	466,52	3,70	8,37	0,21	0,70	0,16
50	2%	50	0,74					2,91	6,62		0,70	
33	3%	47	0,73					2,84	6,50		0,71	
25	4%							2,29	5,27		0,71	

Az R értéke 0,1, ami azt jelenti, hogy a terület 90%-a „zöldítésre” került. Az 1%-os valószínűségű mértékadó árvízhozam 16,33m³/s-ról szinte a felére, 8,37m³/s-ra csökkent.

6. Mértékadó vízhozam számítása a teljes vízgyűjtő területen

6.1. A mértékadó vízhozam Csermák féle eljárással számolva

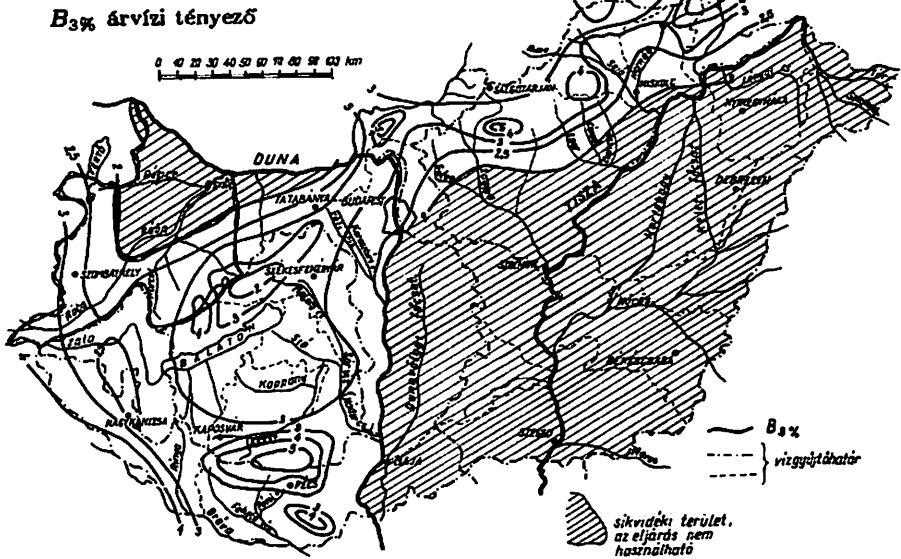
A Csermák-féle eljárás (A=0-3000 km²) Az eljárás alapelve az amerikai Myer (1879) elgondolásán alapszik, mely szerint: $Q_p = f(A) A_p(\%)$ előfordulási valószínűségű árvízhozam (meghaladási valószínűség):

$Q_{p\%} = r \cdot B_{3\%} \cdot A$ (m³/s),
ahol

A-a vízgyűjtő terület nagysága (km²),

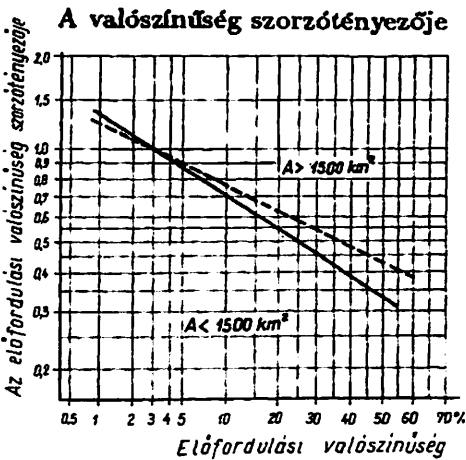
$B_{3\%}$ -a 3%-os nagyvízi vagy árvízi tényező, ennek értékét Magyarország hegy- és dombvidéki területeire kidolgozott izovonalas térkép tünteti fel,

6.1.ábra. Izovonalas térkép



r-a valószínűségtől függő, segédgrafikonról leolvasható szorzótényező.
Áttérés a 3%-os előfordulási valószínűségről az 1 %-os és 10 %-ra: az alábbi ábra alapján:

6.2. ábra. A valószínűség szorzótényezője



$Q_{p\%} = r_{p\%} \cdot Q_{3\%}$

A mértékadó vízhozamokat excel segítségével számoltam. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza. Összehasonlításként a táblázat alatt szerepel a patak néhány adata egy közbeszerzési értesítőből, illetve az FCSM által készített vízhozam adatok kiértékelése 1996-ból. Valószínűleg a számítás jó közelítést ad a valósághoz.

6.1. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok

Visszatérési idő	Valószínűség	$B_{3\%}$	A valószínűség szorzótényezője	Vízgyűjtő területe	Mértékadó vízhozam
[év]	[%]	[m³/s/km²]	$r_{p\%}$	[km²]	[m³/s]
100	1%	3	1,3	117	42,18
50	2%		1,1		35,69
33	3%		1		32,45
25	4%		0,9		29,20
10	10%		0,7		22,71

6.1.2. A mértékadó vízhozam közbeszerzési értesítő alapján

Aranyhegyi-patak, torkolati szelvény: Közvetlen vízgyűjtő átlagos lefolyása, KÖQ: 360,3 l/s

Közvetlen vízgyűjtő mértékadó kisvízi lefolyása, Q_{aug80} : 33,8 l/s Közvetlen vízgyűjtő

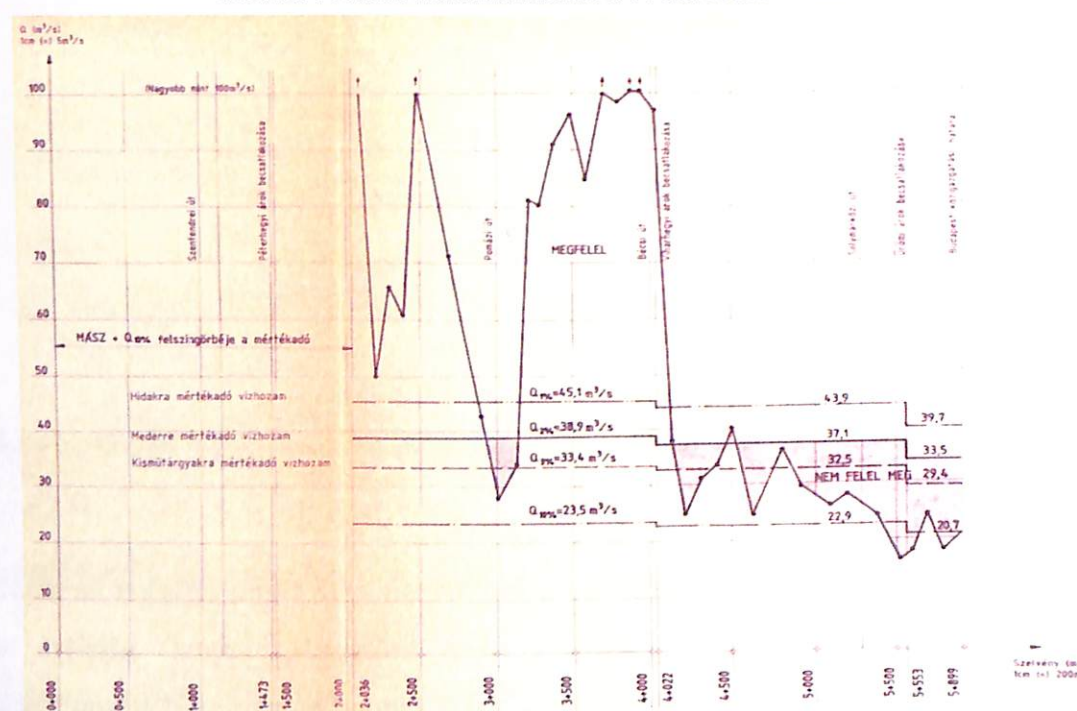
mértékadó árvízi lefolyása, Q_3 %: 26,8 m³/s [7]

[7] Közbeszerzési Értesítő száma: 2015/78

6.1.3. Mértékadó árvízszint, ill. vízhozam levonulási szintje

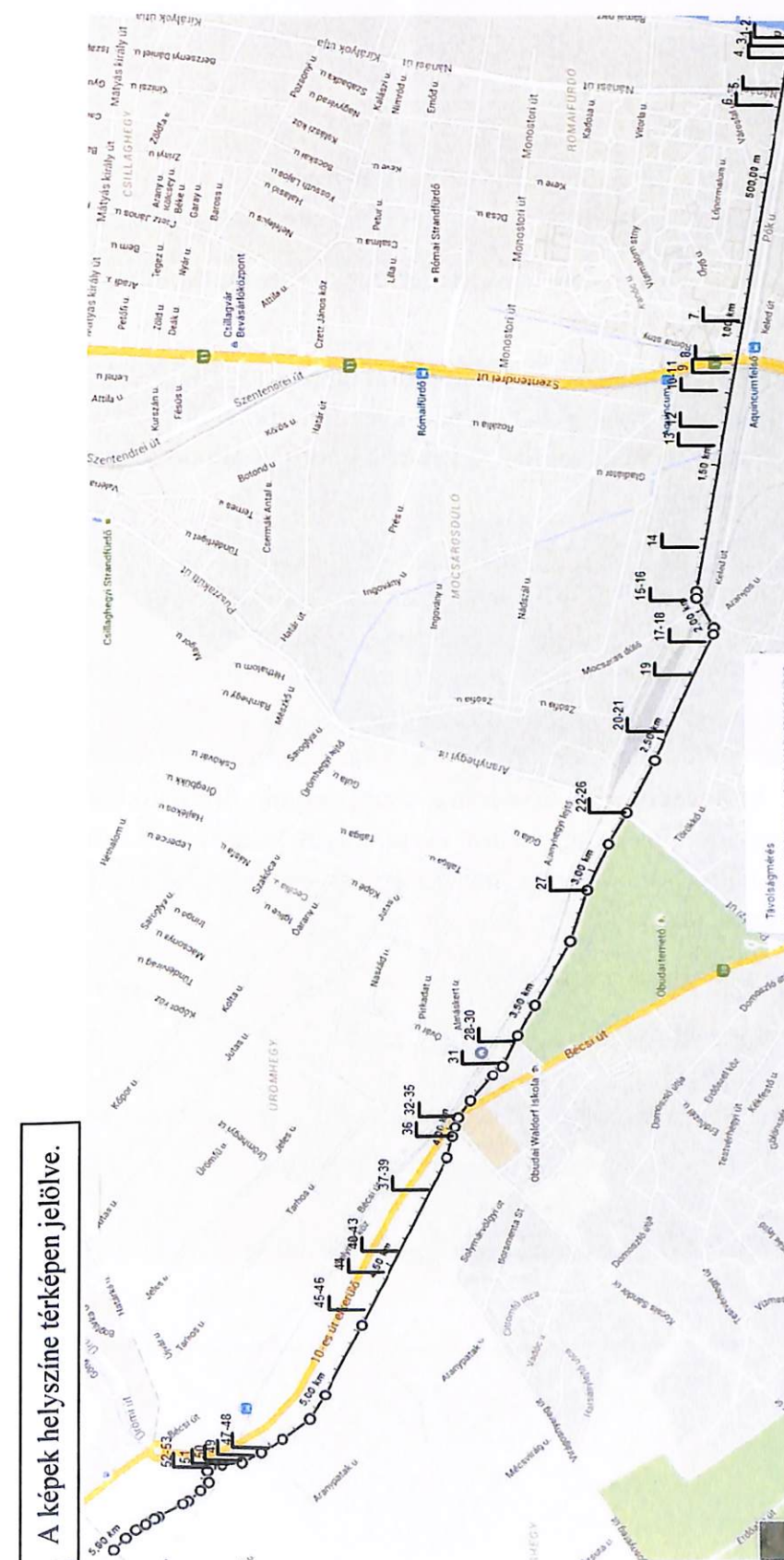
Az Aranyhegyi pata torkolati szakasza a 0+000 – 2+036 szelvény között elsőrendű védvonal, így ezen a szakaszon a Duna mértékadó árvízszintjére ráfutó $Q_{10\%}$ -os patak nagyvíz feszníve a mértékadó. A tanulmányban, csak érintőlegesen foglalkoztam a Dunai árvíz patakra gyakorolt hatásával.

6.3. ábra. Vízhozam adatok kiértékelése 1994 okt. Forrás: FCSM



7. A patakmeder morfológiai vizsgálata és a keresztező műtárgyak állapotvizsgálata illetve javaslatok a korrekciókra

A patak teljes szakaszát bejártam értékelve a meder és a környező műtárgyak jelenlegi állapotát. Ahol szükséges javaslatot tettem a korrekciókra. A forrásmegjelölés nélküli képeket a felmérés során készítettem.



7.1. ábra. A képek helyszíne térképen jelölve

A patakot a szakaszokra bontottam a szükséges intézkedések függvényében. Az árvízvédelemmel kapcsolatos javaslatokra az „Árvízvédelem” című fejezetben tértem ki.

7.1. [0+000] – [1+635] A patak torkolata és a Szentendrei úti közúti és HÉV híd közötti szakasza

[0+000] 1-2.kép. A torkolat töltését a vizsgálat időpontjában nem borította növényzet és burkolattal sincs ellátva, ami így nem tartaná meg sokáig a mostani formáját. A meder erózióvédelmének érdekében a képen látható módon érdemes lenne köburkolattal ellátni.

A pataktorkolat közeli részén csak a mederfenék van burkolattal ellátva. Állapota jó. Beavatkozást nem igényel (3. kép).

[0+096] A kerékpárúti hídtól egészen a Szentendrei úti közúti és HÉV hídig [1+365] burkolattal van ellátva. A burkolat állapotát a 4-7. képek szemléltetik. Sok helyen növények telepedtek meg a burkolólapok közötti hézagokban. Ezeket a burkolat állapotának megőrzése érdekében el kell távolítani.

Az 5. kép a Nánási úti híd melletti csatornabekötésről készült. Az árvízvédelemről föld alatt is gondoskodni kell, hogy az ár ne a „hátsó ajtón”, azaz a csatornán, az utcákon és házakon keresztül törjön be. A patakok és a folyók manapság gyakrabban, intenzívebben és legfőképpen gyorsabban lépnek ki a medrükből. A riasztási és a reakcióidő megrövidül. A homokzsákos védekezések és a kézi elzárások idő- és munkaigényesek. A csapadécsatorna hálózatok, be- és elvezető csatornái árvédelmi csappantyúval felszerelhetők, megakadályozva ezzel a csatornahálózatok kiöntéseit. Az árvédelmi csappantyúk önműködően, áramforrás nélkül működnek. Ezzel egyidejűleg az árvédelmi csappantyúk csapadékos időben is lehetővé teszik a csapadécsatorna hálózatokban a víz biztonságos elvezetését. Az árvédelmi csappantyúnál a befogadó visszaduzzadása esetén is lefolyik a víz, amíg a csatornahálózatban nagyobb a víznyomás.

[0+231] Nánási úti híd. Állapota megfelelő. (6. kép)

[1+635] Az 8. kép a Szentendrei úti közúti és HÉV híd alatt készült. A burkolat állapota megfelelő. A képen látható bekötés sem rendelkezik csappantyúval, így ezt is érdemes ellátni vele.

Szentendrei úti közúti és HÉV híd. Állapota megfelelő (9. kép).

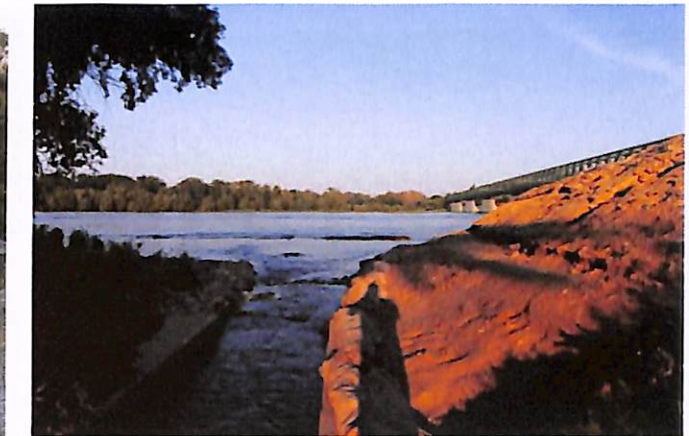
7.2. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól

1. kép



A pata torkolata az Újpesti vasúti hídról fényképezve

2. kép



Torkolat a patakpartról fényképezve

3. kép



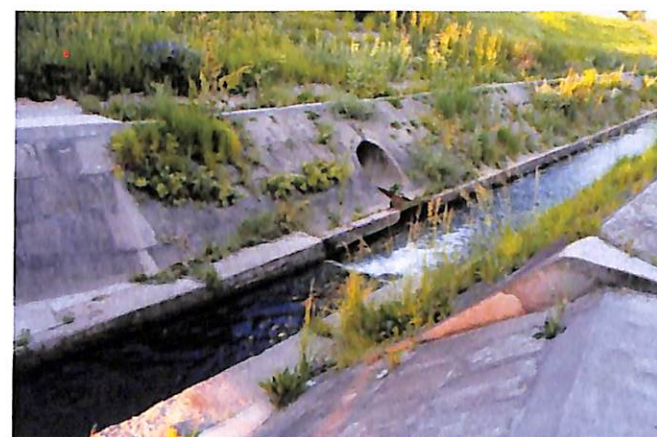
Torkolat közeli szakasz a patakpartról fényképezve

4. kép



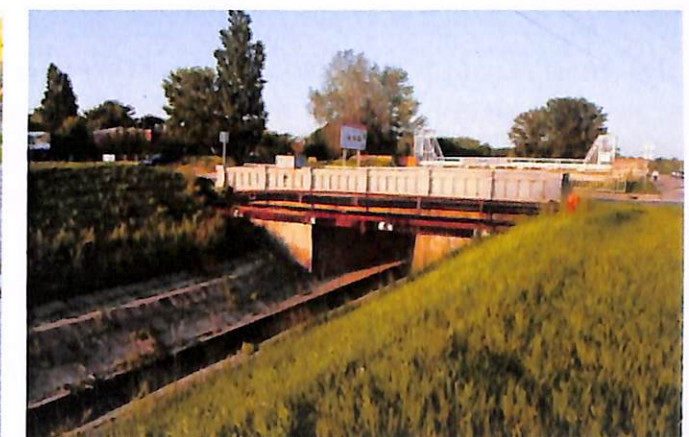
Kerékpárúti híd

5. kép



Csapadécsatorna bekötés

6. kép



Nánási úti híd

7.3. ábra. Képek a patakról és keresztelő műtárgyairól

7. kép



A patak burkolata

8. kép



Csapadéksatorna bekötés a HÉV híd alatt

9. kép



Szentendrei úti közúti és HÉV híd

4. kép

7.2. [1+635] –[2+809] Szentendrei úti közúti és HÉV híd és az Óbudai temető közötti szakasz

A meder szélessége 1,00 m és 2,00 m között változik. Legnagyobb mélysége 3,8m legkisebb 2,5m. Esése 1,32 és 3,99 ezrelék között változik. A 10. számú kép közvetlenül a Szentendrei úti közúti és HÉV híd után készült. A képen látható, hogy geotextíliával védekeztek a meder eróziója ellen. A területen jelenleg földmederben folyó szakaszokra a RENO matrac technológia alkalmazását javaslom. A medermatracok a legerősebb áramlások, okozta terhelést is jól viselik, segítik egy tájba illő, természet közeli folyó-, és patakmeder kialakulását. Gazdaságos telepíthetősége miatt; helyszín közeli anyagok felhasználásával készülhet; rugalmas, repedésmentes; vízzárása, vízáteresztése szabályozható; természetes hatású, gazdag színvilággal; növényekkel kombinálható.

7.4. ábra.



Az Aranyhegyi-patak egyik mederkorrekciója (fent a régi állapot, lent az új mederkialakítás RENO matraccal) Forrás: innorail.hu

Javasolt keresztmetszet hidraulikai méretezése Chézy képlettel

A terület esését az FCSM által biztosított 1994-es hossz-szelvény alapján vettem fel. A maximális vízhozam számításánál az 1,32 ezrelékes esést vettem mértékadónak, mert ennél a legkisebb a keresztmetszet vízszállító képessége. A RENO matraccal burkolt meder érdekességi tényezője megegyezik a karbantartott földcsatornáéval.

A képlet általános alakja és módosított formái a következők:

$$Q = A * V_k [m^3/s]$$

$$V_k = C * \sqrt{R * I} [m/s]$$

és az egyes jellemzők jelentése:

Q — a csatorna vagy a meder vízszállító képessége, m^3/s ;

A — a nedvesített keresztmetszet, m^2 ;

V_k — a csatornában, mederben folyó víz középsebessége, m/s ;

C — a sebességi tényező, $m^{1/2}/s$;

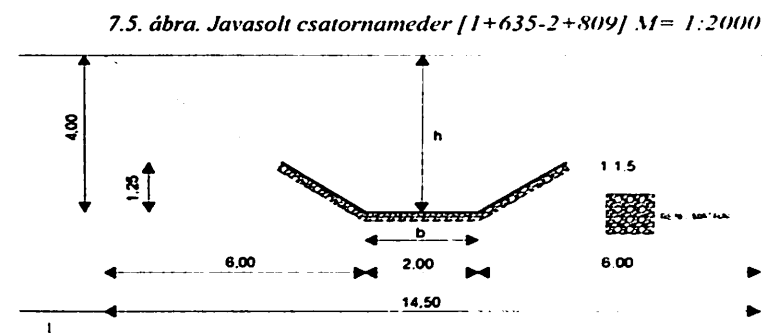
R — a hidraulikai sugár, $R = A/K$, m ;

K — a nedvesített kerület, m ;

I — a hidraulikai esés, a vízszín esés, $(-)$;

n — érdekességi tényező ^[5]

[5] BMEEOVVAT27 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére



7.1. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén

$Q = A \cdot V_k$ [m ³ /s]	$V_k = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$ [m/s]	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	$R = A_n/K$	I [‰]	A_n [m ²]	K [m]	Típus	n	k	a [m]	b [m]	h [m]	rézsű arány	rézsű dőlésszög
129,56	4,05	79,83	1,95	1,32	32,00	16,42	közepes betoncsatorna	0,01	71,40	14,00	2,00	4,00	1,00 1,50	33,69
90,69	2,83	55,88					karbantartott földcsatorna	0,02	50,00					
60,46	1,89	37,25					rossz állapotú földcsatorna	0,03	33,30					
45,34	1,42	27,94					nagyon rossz állapotú földcsatorna	0,04	25,00					

A mértékadó vízhozam $Q_{2\%}=35,69$ m³/s. A keresztmetszet maximális vízszállító képessége $Q_{\max}=90,69$ m³/s. A maximális vízsebesség $V_{\max}=2,83$ m/s. A maximális vízhozam esetén a vízsebesség meghaladná az előírásokban szereplő értékeket, de ekkora vízhozam, csak nagyon szélsőséges esetekben fordulhat elő. Átlagosnak tekinthető 40cm-es vízmélység mellett a sebesség csak 0,85 m/s, ami a határérték alatt van.

7.2. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása 40 cm-es vízmélység esetén

$Q = A \cdot V_k$ [m ³ /s]	$V_k = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$ [m/s]	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	$R = A_n/K$	I [‰]	A_n [m ²]	K [m]	Típus	n	k	a [m]	b [m]	h [m]	rézsű arány	rézsű dőlésszög
1,22	1,17	58,51	0,30	1,32	1,04	3,44	közepes betoncsatorna	0,01	71,40	3,20	2,00	0,40	1,00 1,50	33,69
0,85	0,82	40,96					karbantartott földcsatorna	0,02	50,00					
0,57	0,55	27,31					rossz állapotú földcsatorna	0,03	33,30					
0,43	0,41	20,48					nagyon rossz állapotú földcsatorna	0,04	25,00					

A Trapéz szelvényű vízelvezető árkok alkalmazandó burkolattípusa a levezetésre kerülő víz sebességének függvényében:

- 1,2 m/s vízsebességig földmeder
- 1,2 – 1,5 m/s vízsebességig földmeder terméskő terítéssel
- 1,5 – 2,8 m/s vízsebességig mederlap burkolat homokos-kavics ágyazaton
- 2,5 – 3,8 m/s vízsebességig mederlelemesburkolat beton ágyazaton
- 3,8 m/s felett mederlap burkolat energiatörő fogakkal, fenéklépcsőkkel.

[1+997] Vasúti híd (18. kép) Kiváló állapotú. A híd alatt a patakmeder betonburkolattal van ellátva. A szélessége 2,00 m. A földmeder és a betonburkolat közötti átmenetet nagyméretű terméskő burkolat biztosítja.

[2+036] Közüti híd (18. kép) Állapota megfelelő.

[2+063, 2+065] NÁ 1000 táv hő csőátvezetés.

[2+070] NÁ 250 csőátvezetés. A műtárgyak állapota megfelelő. A patakmeder 18. képen szereplő közúti hídtól [2+786] közúti hídig szabálytalan földmederben folyik. A meder szélessége 1,00 m és 1,80 m között változik.

[2+604] Gyalogos híd. Állapota nem megfelelő. Felújítást igényel. (21. kép)

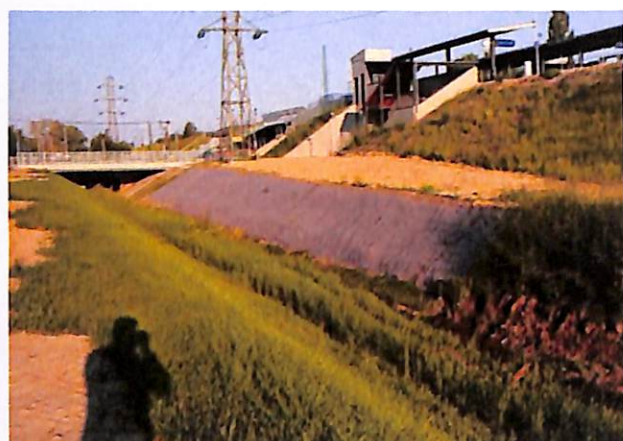
[2+734] A képen távolabbi NÁ 80 csőátvezetés karbantartást igényel.

[2+739] NÁ 300 csőátvezetés állapota jó.

[2+786]-[2+809] A patakmeder a közúti hidak alatt betonburkolattal van ellátva. A földmeder és a betonburkolat közötti átmenetet itt is nagyméretű terméskő burkolat biztosítja. A műtárgyak a 22-26 képeken szerepelnek. Újszerű állapotban vannak. A csatornabekötések, ahol szükséges csappantyúval ellátottak.

7.6. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól

10. kép



Erózióvédelem geotextiliával

11. kép



Erózióvédelem geotextiliával

12. kép



Csapadéksatorna bekötés a környező vasúti földműve árkaiból

13. kép



Erózióvédelem geotextiliával

14. kép



Fénykép a vasút utcai töltésén állva

15. kép



7.7. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól

16. kép



Kép a patakról a vasúti átjárón állva

17. kép



Vasúti átjáró

18. kép



Közüti híd

19. kép



NÁ 1000 táv hő csőátvezetés NÁ 250 csőátvezetés.

20. kép



Fénykép a patakról a gyalogos hídon állva

21. kép



[2+604] Gyalogos híd

7.8. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
22. kép



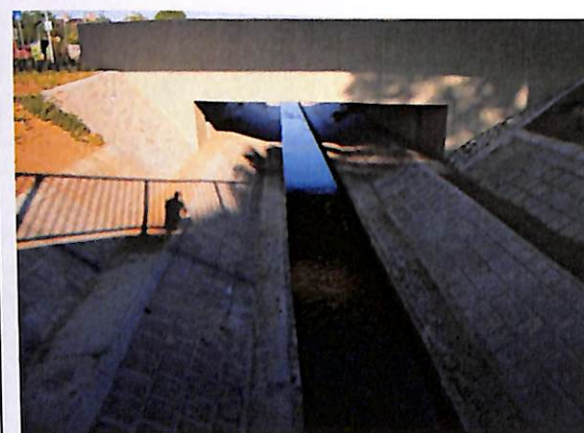
Kép a patakról a közúti hídon állva

23. kép



Csapadéksatorna bekötés

24. kép



Közúti híd

25. kép



Csapadéksatorna bekötés

26. kép



Közúti híd

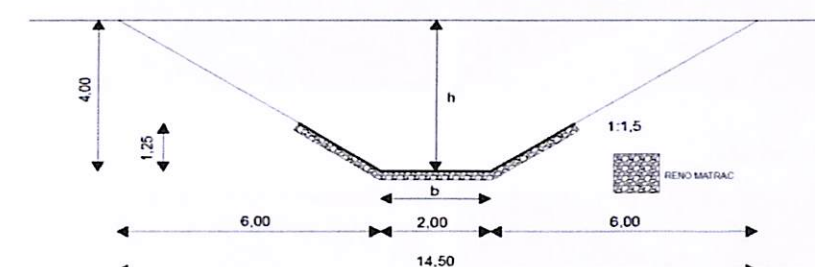
7.3. [2+900] – [3+700] Óbudai temető

A 27-28 kép az Óbudai temető melletti szakaszon készült. A meder fala sok helyen megbomlott, szabálytalan. A további erózió elkerülése érdekében javaslom a meder felújítását.

Javasolt keresztmetszet hidraulikai méretezése Chézy képlettel

A terület esését az FCSM által biztosított 1994-es hossz-szelvény alapján vettem fel. Értéke 3,99 ezrelék. A maximális vízszállító képessége 100 m³/s A legnagyobb mélysége 4,00, szélessége 2,00 m. A RENO matraccal burkolt meder érdességi tényezője megegyezik a karbantartott földcsatornáéval.

7.9. ábra. Javasolt csatornameder [2+900-3+700] M= 1:2000



7.3. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén

$Q = A \cdot V_k$ [m ³ /s]	$V_k = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$ [m/s]	$C = \frac{1}{n} R^{2/3}$	$R = A_n/K$	I [‰]	A_n [m ²]	K [m]	Típus	n	k	a [m]	b [m]	h [m]	rézsű arány	rézsű dőlésszög
225,24	7,04	79,83	1,95	3,99	32,00	16,42	közepes betoncsatorna	0,01	71,40	14,00	2,00	4,00	1,00 1,50	33,69
157,67	4,93	55,88					karbantartott földcsatorna	0,02	50,00					
105,11	3,28	37,25					rossz állapotú földcsatorna	0,03	33,30					
78,84	2,46	27,94					nagyon rossz állapotú földcsatorna	0,04	25,00					

A mértékadó vízhozam $Q_{2\%}=35,69$ m³/s. A számítások alapján a javasolt keresztmetszelen maximális vízszállító képessége $Q_{\max}=157,67$ m³/s. Maximális vízsebesség $V_{\max}=4,93$. A maximális vízhozam esetén a vízsebesség meghaladná az előírásokban szereplő értékeket, de ekkora vízhozam, csak nagyon szélsőséges esetekben fordulhat elő. Átlagosnak tekinthető 40cm-es vízmélység mellett a sebesség csak 1,48 m/s, ami a határértéken belül van.

7.4. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása átlagos vízmélység esetén

$Q = A \cdot V_k$ [m ³ /s]	$V_k = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$ [m/s]	$C = \frac{1}{n} R^{2/3}$	$R = A_n/K$	I [‰]	A_n [m ²]	K [m]	Típus	n	k	a [m]	b [m]	h [m]	rézsű arány	rézsű dőlésszög
2,11	2,03	58,51	0,30	3,99	1,04	3,44	közepes betoncsatorna	0,01	71,40	3,20	2,00	0,40	1,00 1,50	33,69
1,48	1,42	40,96					karbantartott földcsatorna	0,02	50,00					
0,99	0,95	27,31					rossz állapotú földcsatorna	0,03	33,30					
0,74	0,71	20,48					nagyon rossz állapotú földcsatorna	0,04	25,00					

[3+664] Gyalogos híd (29. kép). Rossz állapotban van, felújítást igényel. A híd melletti csatornabekötése (30. kép) felújításra szorul és a fentebb említett okok miatt el kell látni csappantyúval.

[3+700]. Csapadéksatorna bekötés az Óvár utcánál. (31. kép)

7.10. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyaitól

27. kép



Meder erózió

28. kép



29. kép



Gyalogos híd

30. kép



Csatornabekötés

31. kép



7.4. [3+700] – [4+200]

Budapest-Esztergom vasútvonal felújítása keretében átépítésre került. A rézsű eróziógátlását RENO matraccal biztosították

[3+980] Bécsi úti közúti híd. Jó állapotú. (33. kép)

A 34. képen a Kocsis Sándor út felől érkező csapadékelvezető árok látható. Ez a híd alatt csatlakozik a patakhoz (35. kép).

[4+200] Gázvezeték keresztezés. Megfelelő állapotú.

7.11. ábra. Képek a patakról és keresztelő műtárgyaitól

32. kép



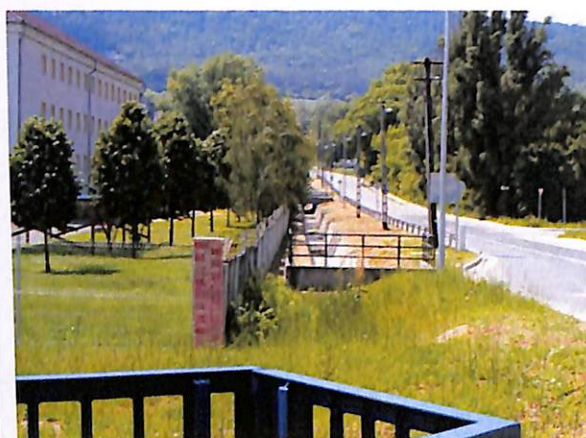
Felújított szakasz

33. kép



Bécsi úti közúti híd

34. kép



Kocsis Sándor út felől érkező csapadékelvezető árok

35. kép



Csapadécsatorna bekötés a híd alatt

36. kép



Gázvezeték keresztelése

7.5. [4+200] – [5+899]

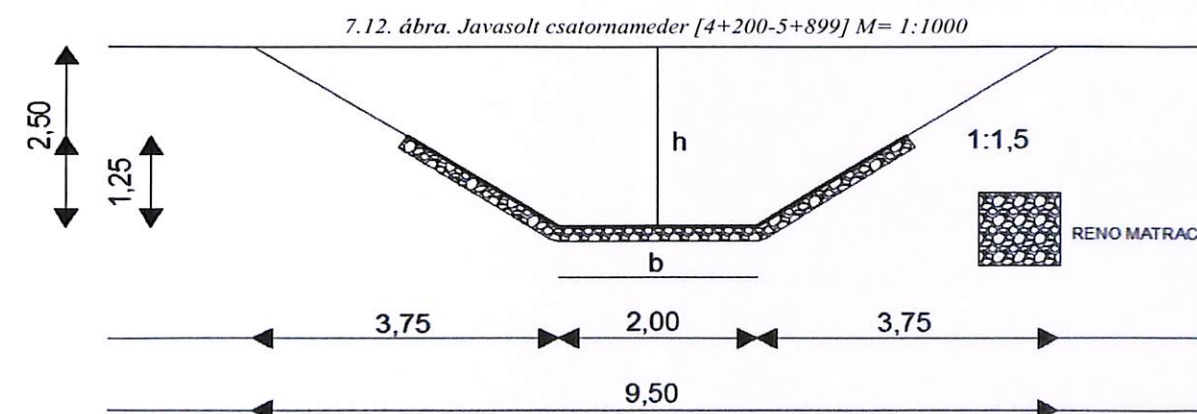
A patak a gázvezetékig lett felújítva, utána földmeder található a Virágosnyereg útig.

A patakmeder ettől a szakasztól az egész közigazgatási határon belül nem felel meg a $Q_{2\%} 35,39 \text{ m}^3/\text{s}$ mértékadó vízhozamra. A területen az átlagos vízszállító képessége $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Javasolom a patakmeder bővítését RENO matrac technológiával. A területen a legkisebb meredekség 2 ezrelék. A javasolt keresztmetszet számításánál ezt veszem mértékadónak, mert a legkisebb meredekség mellett a legkisebb a keresztmetszet vízszállító kapacitása. A számításokhoz az FCSM által biztosított 1994-es hossz-szelvényt és a Chézy képletet használtam.

A javasolt keresztmetszet maximális vízszállító képességét és vízsebességeket különböző mederburkolatok függvényében a következő táblázat tartalmazza. A RENO matraccal burkolt meder érdességi tényezője megegyezik a karbantartott földcsatornáéval. Az így kapott eredmények alapján maximális vízhozam $Q_{\max}=38,39 \text{ m}^3/\text{s}$. A vízsebesség $V_{\max}=2,67 \text{ m/s}$. Ezek az értékek megfelelnek a mértékadó vízhozamnak és a vízsebesség előírásainak.

7.5. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén

7.2. táblázat: átlagosan csatornaátlagok vízszintjének maximális vízszintjéig esőkor															
$Q = A \cdot V_k \text{ [m}^3/\text{s]}$	$V_k = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \text{ [m/s]}$	$C = \frac{1}{n} R^{2/3}$	$R = A_n/K$	$I \text{ [‰]}$	$A_n \text{ [m}^2]$	$K \text{ [m]}$	Tipus	n	k	$a \text{ [m]}$	$b \text{ [m]}$	$h \text{ [m]}$	rézsű arány	rézsű dőlésszög	
33,74	3,37	72,41	1,09	2,00	10,00	9,21	közepes betoncsatorna	0,01	71,40	8,00	2,00	2,00	1,00 1,50	33,69	
23,62	2,36	50,69					karbantartott földcsatorna	0,02	50,00						
15,75	1,57	33,79					rossz állapotú földcsatorna	0,03	33,30						
11,81	1,18	25,34					nagyon rossz állapotú földcsatorna	0,04	25,00						



[4+300] Csapadécsatorna bekötés. A környező utcákból és a patak melletti 10-es számú főút földműveiről vezeti a csapadékot a mederbe. Hordalékfogóval és csappantyúval van ellátva. (37-38-39 képek).

[4+400] Közúti híd. Új építésű. A Virágosnyereg út melletti talpárok a patakba van bekötve csappantyúval. A bekötés előtt energiatörű műtárgy van beépítve, ami a 42. képen (41-42 képek).

A 43. és 44. kép közvetlenül az előző közúti híd mellett készült. A patak innentől szabálytalan földmederben folyik.

[4+670] Gyalogos híd. Vízelvező árok csatlakozás. (45. kép)

[5+290] Gyalogos híd. Felújításra szorul. (47. kép)

A 48-49-es képeken látszik, hogy ezen a részen a patak nagyon közel folyik a telekhatárokhoz. A 49. képen látszik továbbá, hogy jelentős a mederfal kimosódása is.

[5+400] Csatornabekötés. A környező földművek árkaiból gyűjti össze a csapadékot. Innentől az Ürömi árok betorkollásáig a meder betonburkolattal van ellátva. Szerintem a RENO matrac itt is jobb megoldás lett volna a fent említett tulajdonságai miatt. (50. kép)

[5+473] Vasúti híd. Jó állapotú. A vasút csapadékelvezető árokrendszere is a patakhoz csatlakozik. (51. kép)

[5+553] Ürömi árok betorkollása. Innentől a patak a közigazgatási határig (53. kép látóhatára) földmederben folyik. Ezen a területen a patak vízszállító képessége $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ és $24.6 \text{ m}^3/\text{s}$ között változik. A mértékadó vízhozam $Q_{2\%} 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.13. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól

37. kép



Csapadékelvezető árok

38. kép



Csapadékelvezető árok hordalékfogó műtárggyal

39. kép



Bekötés

40. kép



Közúti híd

41. kép



Bekötés

42. kép



Csapadékelvezető árok

7.14. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
43. kép



Patakmeder

44. kép



45. kép



Gyalogos híd és vízelvezető árok csatlakozása

46. kép



47. kép



Gyalogos híd

48. kép



7.15. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
49. kép



Patakmeder

50. kép



Csapadékcsonna bekötés a környező földművekről

51. kép



Vasúti híd

52. kép



Ürömi árok betorkollása

47. kép



A közigazgatási határ vége

7.7. A mederkorrekció során figyelembe vett egyéb szempontok

7.7.1. A kotrási anyag /mederüledék/ elhelyezésének kérdésköre

A tervezés időszakában az átvett létesítmények felújítására, jó karba helyezésére, a pénzügyi források biztosítására pályázati úton nyílt lehetősége a társulatoknak. A költségek megállapítására normatívák kerültek kiadásra. A sikeres pályázat előfeltétele volt a normatívákon belüli költségvetés.

Egy átlagos kisvízfolyás rendezésének és költségeinek jelentős részét a földmunkák (kitermelés, terítés, stb.) teszik ki. A kitermelt föld, iszap elhelyezése, esetleges mozgatása alapvetően befolyásolja a rendezés fajlagos költségeit. Alapesetben külterületen a felesleges föld és iszap elhelyezése, elterítése – a parti birtokosokkal történő megállapodás alapján – a meder partján lehetséges. Ez a leggazdaságosabb megoldás.

Belterületen ez a megoldás az esetek többségében csak részben alkalmazható, a kitermelt és az építés helyszínén vissza nem építhető anyagok egy részét legális lerakóhelyre kell elszállítani. Ez ugyan jelentős többletköltséget okoz, mely azonban – a belterületi szakaszok viszonylagos rövidege miatt – a fajlagos költségeket lényegesen nem módosítja.^[2]

7.7.2. Uniós vízpolitika - Víz Keretirányelv, Víz Keretirányelv hazai végrehajtása

"A közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról a víz-politika területén" című, 2000. december 22-én hatályba lépett, 2000/60/EK irányelv (a továbbiakban: Víz Keretirányelv), az EK új víz-politikája érvényesítésének legfontosabb eszköze. Előírásai szerint az Európai Unió tagállamaiban 2015-ig jó állapotba kell hozni 4 minden olyan felszíni és felszín alatti vizet, amelyek esetén ez egyáltalán lehetséges, és fenntarthatóvá kell tenni a jó állapotot. Az irányelv jelentőségét elsősorban az adja, hogy egységes keretbe foglalva szabályozza a felszíni, felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelmét, a pontszerű és diffúz szennyező-forrásokkal szembeni fellépést és előírja a vizek jó állapotának eléréséhez vezető intézkedések vízgyűjtő szintű összehangolását. Ennek Magyarország számára kiemelt jelentősége van, mert Magyarország egész területe a Duna vízgyűjtőjében fekszik és a Víz Keretirányelv szerint az egész Duna medencét kell vízgyűjtő területnek tekinteni. A Víz Keretirányelv rendelkezéseit integrált módon a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés eszközeivel kell végrehajtani az érdekeltek széleskörű bevonásával.^[8]

[8] 2012 Bartek István Budaörs Frankhegy Közműtervezés

7.7.3. Természet közeli állapot visszaállítása

A természeteshez közeli állapot elsősorban a meder morfológiai megjelenésére, nyomvonalára, parti növényzetére, élővilágára vonatkozik.

A természeteshez közeli vízfolyás jellemzői általánosságban a következők:

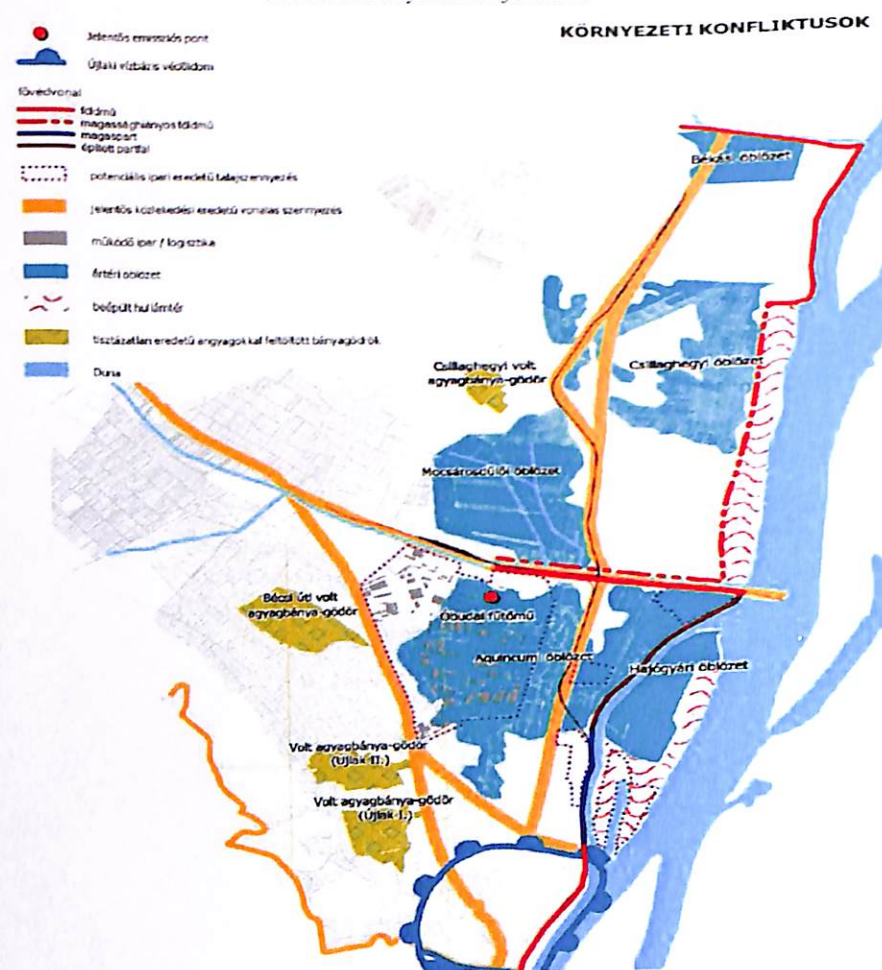
- A vonalvezetés változatos sugarú ívekkel és rövid egyenes szakaszokkal jellemezhető.
- A meder hossz szelvényében kis vizek idején 0,05-0,50 m szintkülönbségű fenéklépcsők találhatók, melyeken átfolyó (rohanó) vizet, csendesebb áramló szakaszok követik.
- A keresztzelvényekben a szűkületeket kiszélesedések (kiöblösödések) követik.
- A kialakult kis- középvízi medret árvízi levonulást mutató terepalakulat követi, padka jelleggel.

8. Árvízvédelem

8.1. Magassághiányos töltésszakaszok

A magassághiányos töltésszakaszok a mértékadó árvízszinthez viszonyított +1,3 méteres többlet magassággal nem rendelkeznek. A kiépítési biztonság elmaradása azt jelenti, hogy 870 cm-es Vigadó téri vízállás esetén a folyó vízállása a védmű koronaszintjével egyezne meg.

8.1. ábra. Környezeti konfliktusok



Forrás: Települési stratégiai dokumentumok Budapest III. kerület Óbuda-Békásmegyer

8.2. Keresztmetszet hiányos védvonal szakaszok

Keresztmetszet hiányosnak azt a védvonalszakaszt tekintjük, amelynek keresztmetszeti geometriai jellemzői a vonatkozó jogszabályokban előírt méreteknél nem felelnek meg, így például koronaszélességük, rézsűjük meredeksége. Az ilyen jellegű védművek nem tesznek eleget a statikai, közvetve a geotechnikai és szivárgáshidraulikai állékonysági biztonság, veszélyes vízállás esetén havária helyzetet idézhetnek elő. Külön meg kell említeni, hogy a legtöbb védműről nem áll rendelkezésre megfelelő geotechnikai adat, így a 800 cm feletti vízállásnál különösképp számítani lehet altalaj jellegű hibajelenségre.

Hely jellemző magasságihiány [cm] érintett szakasz hossza [m] Buda-Észak árvízvédelmi szakasz

Aranyhegyi-patak bal part a Pók utcánál magassághiány (cm) 0-70 hossz (m) 600

Aranyhegyi-patak Mocsáros dűlői töltése magassághiány (cm) 20-80 hossz (m) 670

Keresztmetszet hiányos védműszakaszok az érintett szakasz hosszával: Hely érintett szakasz
hossza (m) Buda-Észak árvízvédelmi szakasz

Aranyhegyi-patak bal partja a Pók utcánál 520

8.3. Felszíni vízrendezés

A terület közvetlen a Duna, illetve a Szentendrei Duna-ág mentén fekszik. A Duna 1659,3 fkm-nél lép a terület területére és 1650 fkm-nél hagyja el a területet. A Duna a vízgyűjtőjéről változó mennyiségű vizet szállít, amely a folyón árhullámok kialakulását okozza, amelyek a mélyebben fekvő part menti sávot elöntik. A víz kiterülése vagy a nagyvízi meder élig, vagy a védműig tart. A területben északról a Barát patak torkolatától a Duna menti terület védelmét elsőrendűnek tekinthető kiépített földgát biztosítja a Pünkösdfürdő utcáig. A Pünkösdfürdő úttól délre eső első beépített tömb déli határáig továbbépítették a gátat a telek déli kerítés vonaláig, ahol kerítés vonalán beton műtárgy képezi a védvonalat a Királyok útjáig. A Királyok útján az árvízvédelmet a Királyok útja-Nánási út járdájában elhelyezett földgát biztosítja, az Aranyhegyi-patakig. A védvonal többnyire az út keleti, ahol az út magassága indokolja a nyugati járda mentén halad. A védvonal többnyire földgát, rövidebb- hosszabb szakaszon a magasabban fekvő út. A földgátat az egyes telkek megközelíthetőségét biztosító kapu behajtók szakaszolják. A kapunyílásokat úgy alakították ki, hogy magasabb árhullámnál helyi védekezéssel azok lezárhatóak legyenek. Az Aranyhegyi-pataktól délre a part menti terület védelmét a terület magas parti fekvése biztosítja. A III. kerülethez tartozó Hajógyári sziget védelmét részben a sziget magas parti kiemelkedése, részben a sziget szélén futó földgát biztosítja. Az elsőrendű védelmet nyújtó védmű és a Duna medre közötti terület hullámtéri terület, amely magasabb árhullámok levonulásakor víz alá kerülhetnek. A területben hullámtéri területként kezelendő a Barát patak és az Aranyhegyi-patak közötti Duna szakasz menti parti sáv a földgátig. A Pünkösdfürdő úttól északra eső hullámtéri terület beépítetlen, így vízelöntés jelentősebb károkat nem okoz. A Pünkösdfürdő út és az Északi-Vasúti összekötő híd közötti szakaszon, ahol a védmű a Nánási út-Királyok útján halad, a Nánási út-Királyok útja és a Duna medre közötti hullámtéri terület, amely beépített, így a vízelöntés ellen az épített környezet védelmét helyi védekezéssel meg kell oldani.

A levonuló árhullámok mértéke alapján meghatározott mértékadó árvízszintet a 74/2014 (XII.23) BM rendelet rögzíti. A vizsgált elöntéssel veszélyeztetett Római parti terület mentén annak déli határán, az Aranyhegyi-patak torkolatánál a mértékadó árvízszint 103,96 mBf-i, a hullámtérbe levő védelmet igénylő beépített terület északi határán a Pünkösdfürdő utcánál 104,15 mBf-i. Az ennél mélyebben fekvő, nem védett területek a mértékadó árvízszintek levonulásakor elöntésre kerülnek.

A mértékadó árvízszint feletti elhelyezés, vagy mértékadó árvízszintre kiépített védelem teljes biztonságot, pl hullámverés ellen nem nyújt. Ezért a 11/2010 (IV.28) KvVM rendelet 2. melléklet rögzítette a folyók árvízvédelmi fővédvonalának magassági biztonsági mértékét, amelyet az érintett szakaszon a mértékadó árvízszint felett 1,3 m-ben határozta meg. Ezzel a magassági biztonsággal kiegészítve a mértékadó árvízszintet, biztonságos árvízvédelmet lehet nyújtani. A veszélyeztetett területen az Aranyhegyi-patak torkolatánál 105,26 mBf-i, annak északi határán, a Pünkösdfürdő útnál, 105,45 mBf-i korona magasságú árvízvédelmi létesítmény, illetve terepmagasságú elhelyezkedés tudna biztosítani megfelelő védelmet. Időközben a rendelet 1. mellékletében rögzített, a Dunára vonatkozó előírások módosításra kerültek, mely szerint a már korábban is árvízi védekezést igénylő Római parti szakasznál az Aranyhegyi-patak torkolatánál a mértékadó árvízszint 103,96 mBf-i értékről 104,73 mBf-ire változik, a Pünkösdfürdő utcánál 104,15 mBf-i. értékről 105,43-ra változik. Ekkora méretű mértékadó árvízszint emelkedés már nem csak a Római parti sávot, hanem a teljes III. kerület Duna menti területeit érinti a Barát pataktól a Szentendrei Duna-ág nagy Dunába való betorkolásáig, érintve a Hajógyári szigetet, továbbá déli irányban a Duna mentén a kerületi határt jelentő Szépvölgyi útig. Ezzel a kerület területét érintően az árvízvédelmet nyújtó védvonal teljes hosszában felülvizsgálatot igényel. Meg kell jegyezni, hogy korábban is vízelöntéssel veszélyeztetett, hullámtérnek kezelt terület volt a Barát patak és az Aranyhegyi-patak között a Nánási út-Királyok útjától keletre, a Duna medervonaláig terjedő terület. Az akkor érvényes előírások szerint a területre csak időszakos hasznosításra alkalmas épületeket-építményeket helyezhettek el, elfogadva, hogy azok időnként víz alá kerülnek. Ennek keretében létesítettek csónakházakat, üdülőket. A terület intenzívebb hasznosítása a Békásmegyeri lakótelep építésével együtt indult el, a múlt század 80-as éveiben. A lakótelep építésével egy időben épült ki a térség közműellátása, és nyílt lehetőség a parti ingatlanok részleges közművesítésére is, figyelembe véve az időnkénti víz alá kerülést.

A hullámterek beépítését korlátozó rendelkezések csak a múlt század utolsó éveiben jelentek meg. Az akkori rendelet még a Dunához kapcsolódó sportolási célú épületek elhelyezését megengedte. Erre alapozva kerültek a területre az un üdülő épületek, amelyeket a jelenleg joghatályos településrendezési terv, üdülő övezetbe sorolt. annak ismeretében, hogy ide épülő

ingatlanok, a Dunán levonuló árhullámok következtében, víz alá kerülhetnek. A nagyon kedvező Duna menti elhelyezkedésre tekintettel egyre igényesebb, lakófunkcióra hasznosítható üdülőket építettek, és ez a gyakorlat a Duna egyéb parti sávjainál, de egyéb vízfolyások menti területeken is megjelent. Ezért módosították a hullámterek hasznosítási lehetőségét szabályozó rendeletet, amely a hullámterekben már csak vízgazdálkodással és a meder karbantartásával összefüggő építmények elhelyezését teszi lehetővé. Ezzel kialakult az, az ellentmondásos állapot, amely korábban megengedte a terület, üdülő övezetbe sorolását, majd, mint hullámtér annak hasznosítási lehetőségét korlátozta. A területen levő épületek egy részének természetes védelmét megoldották azzal, hogy a mértékadó árvízszint feletti feltöltésre helyezték el, a korábbi terepre helyezett épületek védelmét viszont csak árvízvédelmi művek létesítésével lehet megoldani. A jelenlegi hullámtérben a már beépített fel nem töltött területen levő építmények védelmét csak gátépítés segítségével lehet biztosítani. Az állandóra telepített gáttest egyrészt területigényes, másrészt a szükséges magassága korlátozza a Duna látványát, így az ilyen gát létesítésével szemben a vélemények megosztottak. A funkciót mobil gáttestekkel is teljesíteni lehet, ennek elhelyezése a part menti zöldsávban igényelne komolyabb beavatkozást, amelynek elfogadtatása megkérdőjelezett.

A magas parti védelemmel rendelkező Mozaik utca-Nagyszombat utca közötti partszakaszon a védelmet nyújtó parapetfal műszaki állapotára tekintettel a védvonal megerősítési igényével kell számolni. Hasonlóan a Hajógyári sziget természet alakította védelmét is a mértékadó árvízszint növekedésére fejleszteni szükséges. A főváros területén az árvízvédelmi feladatokat a Budapest Főváros Polgármesteri Hivatal megbízásával a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. látja el. A Duna jobb partján, a budai oldalon, Budapest területén 7 árvédelmi öblözet védelmét kell megoldani, s ebből kettő a III. kerület területét érinti. Az egyik az un Csillaghegyi öblözet, a másik az un Aquincumi öblözet, ahol árhullám levonulásakor helyi árvízi védekezés szükséges. A III. kerület közvetlen Duna menti elhelyezkedése a csapadékvíz és a felszíni vizek számára kedvező befogadóként áll rendelkezésre. A kerület Dunába torkoló két legfőbb vízfolyása északon a Barát patak, attól délre az Aranyhegyi-patak és a kerület déli határán haladó Szépvölgyi árok. A patakok medrében a Dunán levonuló árhullámok visszaduzzadást okoznak, ezért a patakok mentén is védművel kell a vizek mederbe tartását megoldani. Ez a két vízfolyás és Szépvölgyi árok fogadja be a kerület területéről a kisebb árkokkal, csapadécsatorna hálózattal összegyűjtött vizeket. A csapadékvíz elvezetésben még jelentősebb szerepet betöltő árok északról délre haladva: Téglagyári árok, Kőbányai úti árok, Hegyi árok, Csillaghegyi árok, Ürömi úti árok, Péterhegyi árok, Pusztakúti úti árok, Bene árok, Viharhegyi árok, Rókahegyi árok, Sheffer árok, Pomázi utcai árok, Laborc árok, Bécsi úti árok, Táborhegyi árok, Remetehegyi árok, Testvérhegyi árok, Téglá utcai árok. . Ezeknek az árkoknak a közvetlen befogadója vagy az egyesített, illetve zárt csatornahálózat, illetve a két patak és a

Szép völgyi árok, amelyek a vizeket tovább szállítják a végbefogadónak tekinthető Dunába. A két patak és a Szép völgyi árkon kívül még több rövidebb-hosszabb árok, folyóka csatorna gyűjti a csapadékvizeket, amelyek közvetlenül a Dunába szállítják a vizeket. Több ilyen közvetlen vízbevezetés található a Római part területén, valamint a Mozaik utca- Nagyszombat utca között. Meg kell még említeni a kerületnek azokat a mélyebben fekvő részeit, amelyre jellemző a magasabb talajvízállás. A Duna magas vízállásával egyidejűleg emelkedő talajvízszint rövidebb-hosszabb ideig a felszín felett is megjelenhet. Ilyen vízállásos terület alakulhat ki a Mocsaras dűlő területén, továbbá Csillaghegy és Békásmegyer-Ófalu mélyebben fekvő területein. Korábban a békásmegyeri és Pók utcai lakótelep területe is mély fekvésű, mocsaras terület volt, de beépítését megelőzően a területét feltöltötték. ^[1]

[1] Települési stratégiai dokumentumok - Óbuda-Békásmegyer | I. Megalapozó vizsgálat 10.1

9. Összegzés

Az Aranyhegyi patak [3+750] szelvénye mellett élek az Aranyhegyi utcában 2010 óta. Az elmúlt években szemtanúja voltam a patakmedren és környező műtárgyakon átesett változásoknak. Úgy gondolom, hogy az eddig elvégzett felújítási munkák jól kivitelezettek. Amennyire lehetséges figyelembe veszik az Európai Unió irányelveit. Remélem, hogy az általam javasolthoz hasonló intézkedések is megvalósulnak az elkövetkező években.

10. Forrásjegyzék

- [1] Települési stratégiai dokumentumok - Óbuda-Békásmegyer | I. Megalapozó vizsgálat 10.1
- [2] Dr. Pécsi Márton: Budapest természetföldrajza. Akadémia kiadó, Budapest, 1959.
- [3] A kisvízfolyás rendezés mai keletű problematikája Csinger Patak (ajka) példáján keresztül, Horváth Vilmos
- [4] Gribovszki Zoltán Víztan jegyzet
- [5] BMEEOVAT27 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére
- [6] MASZESZ 2005 szept-okt. szám. Dulovics D-né dr., Dr. Dulovics Dezső: A csapadékterhelés, hatásai és csökkentésük egyes módszerei
- [7] Közbeszerzési Értesítő. Száma: 2015/78
- [8] 2012 Bartek István Budaörs Frankhegy Közműtervezés
- 2000/60/EK Az Európai Parlament és Tanács. Víz Keretirányelv
- Gayer J., Ligetvári. F. (2007.). Települési vízgazdálkodás, csapadékvíz elvezetés. Budapest: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- HEFOP. (2004). Hidrologia I. Budapest.
- Kontur L., Koris K., Winter J. (2003.). Hidrológiai számítások.
- Magyar Állami Földtani Intézet
- Google earth pro térképadatbázis
- Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.
- Zagyva folyó felső vízgyűjtőterületének hidrológiai vizsgálata Vörösmarti Zsuzsa 2011

Ábrajegyzék

- 2.1. ábra. Tájalakulás Óbuda térségében
- 2.2. ábra. Az iparban tevékenykedő regisztrált társas vállalkozások száma Budapesten, kerületenként – 2012
- 2.3. ábra. A kerületben bejegyzett vállalkozások megoszlása az egyes nemzetgazdasági ágak között – 2012
- 2.4. ábra. Művelési ág szerinti területmegoszlás
- 2.5. ábra. Művelési ágak (hektár)
- 2.6. ábra. Óbuda-Békásmegyer termőföldjei művelési ág szerinti elosztásban
- 3.1. ábra. Aranyhegyi patak vízgyűjtő területe
- 3.2. ábra. A teljes vízgyűjtőterület földtani térképe
- 3.3. ábra. Talajvíz mélységek a vízgyűjtő területen
- 3.5. ábra. A III. kerület mérnökgeológiai térképe
- 4.1. ábra. Aranyhegyi patak III. kerületi szakaszának vízgyűjtő területe
- 4.2. ábra. Lefolyásvonalak hossz-metszetei
- 4.3. ábra. Óbuda Zöldhálózata
- 4.4. ábra. Budapest III. kerületének műhold felvétele
- 6.1. ábra. Izovonalas térkép
- 6.2. ábra. A valószínűség szorzótényezője
- 6.3. ábra. Vízhozam adatok kiértékelése 1994 okt. Forrás: FCSM
- 7.1. ábra. A képek helyszíne térképen jelölve
- 7.2. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.3. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.4. ábra. Az Aranyhegyi-patak egyik mederkorrekciója (fent a régi állapot, lent az új mederkialakítás RENO matracca!) Forrás: innorail.hu
- 7.5. ábra. Javasolt csatornameder [1+635-2+809] M= 1:2000
- 7.6. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.7. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.8. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.9. ábra. Javasolt csatornameder [2+900-3+700] M= 1:2000
- 7.10. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.11. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.12. ábra. Javasolt csatornameder [4+200-5+899] M= 1:1000
- 7.13. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.14. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 7.15. ábra. Képek a patakról és keresztező műtárgyairól
- 8.1. ábra. Környezeti konfliktusok

Táblázat jegyzék

- 3.1. táblázat. Az Aranyhegyi patak tulajdonsági
- 4.1.. Táblázat. Kenessey-féle lefolyási tényező
- 4.2. táblázat. Részterületek lefolyási tényezői
- 4.3. Táblázat. Átlagos havi hőmérsékletek, csapadék- és napfénytartam-összegek Budapesten
- 4.4. Táblázat. Mértékadó valószínűségek
- 4.5. táblázat. Fajlagos csapadékintenzitás értékei
- 4.6. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok
- 4.7. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok
- 4.8. táblázat. A lefolyási tényezők ajánlott értékei
- 4.9. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok
- 5.1. táblázat A zöldtetők átlagos tároló képessége l/m²-ben és a maximális teljes tároló képessége a térfogat %-ában
- 5.2. táblázat A zöldtetők átlagos éves visszatartó képessége és lefolyási tényezője a szerkezeti vastagság valamint az alkalmazott vegetáció függvényében
- 5.3. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok
- 6.1. táblázat. Mértékadó vízhozam adatok
- 7.1. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén
- 7.2. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása 40 cm-es vízmélység esetén
- 7.3. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén
- 7.4. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása átlagos vízmélység esetén
- 7.5. táblázat. Javasolt csatornameder vízszállítása maximális vízmélység esetén

