

Pázmánd település hosszútávú vízellátásának biztosítása



Készítette:

Dr. Karches Tamás
Orgoványi Péter

Megrendelő:



8000 Székesfehérvár, Pozsonyi u. 99/A 1/2.

Cégjegyzékszám: 07-09-021281

Telefonszám: +36/22-614-662

E-mail: info@specialbauterv.hu

Dr. Karches Tamás
.....
Dr. Karches Tamás

Orgoványi Péter
.....
Orgoványi Péter

2024

Tartalomjegyzék

1. Előzmények.....	5
2. Megrendelt vizsgálati koncepciók.....	5
3. Alapadatok forrása	6
4. Vizsgált terület bemutatása.....	7
Általános leírás.....	7
Területen lévő közművek	8
Pázmánd jelenlegi vízellátása.....	8
Éghajlat.....	9
Domborzat.....	11
Demográfia.....	12
5. Vízigények	16
Pázmánd	16
Sukoró	21
Nadap	24
Lovasberény üdülők	28
6. Fogyasztás térbeli eloszlása	30
7. Hidraulikai modelllépítés	31
Matematikai modellezés módszertana.....	31
Alkalmazott szoftver (EPANET).....	32
Hálózati topológia	34
Jellegzőrők és menetgörbék	34
Kalibráció	36
Validáció a jelen állapotra	36
Prognosztizált állapot	37
8. Velence felőli ellátás vizsgálata.....	38
9. Nadap felőli ellátás vizsgálata.....	43
10. Mellékletek.....	53

Vezetői összefoglaló

Tanulmányunk Pázmánd település hosszútávú vízellátásának biztosítására irányuló projekt eredményeit és javaslatait tartalmazza, melyet a Special Bauterv Építőmérnöki Kft. megbízásából készítettünk. A projekt célja a település hosszútávú és biztonságos ivóvízellátása, mely a jelenlegi vízbázis kiváltásán alapul. A vízellátás mennyiségi és minőségi szempontjait együttesen kezelve a projekt során több olyan jövőbeni megoldási koncepciót vizsgáltunk, amelyek mindegyike a Velencei-tavi regionális vízmű (VRV) rendszerére való csatlakozást célozza meg.

A vizsgálatok során két fő megoldási koncepciót elemeztünk:

- A VRV rendszerhez kapcsolódva, a Velence település közigazgatási területén belül található Vörösmarty-hegyi tározókból történő vízellátás.
- A Nadap települési hálózat bővítésével, Sukoró település irányából történő vízellátás.

Mindkét javaslat közös eleme a víztározókhoz kapcsolódó távvezetékek kiépítése és a nyomásfokozók telepítése, illetve meglévő nyomásfokozók kapacitás bővítése (Nadap felőli változat), melyek biztosítják a szükséges vízmennyiség és nyomás elérését Pázmánd településen.

A demográfiai adatok vizsgálata alapján Pázmánd település lakossága várhatóan 600 fővel növekszik a következő 25 évben. A háztartásoknak szolgáltatott víz mennyisége 2022-ben 83 900 m³ volt, amely 2040-re várhatóan 123 000 m³-re, 2050-re pedig 143 460 m³-re növekszik. Az éves vízfogyasztás növekedése így 54 300 m³-rel nő 25 év alatt. Tehát összességében az ellátandó területen népesség és vízigény növekedéssel számolhatunk.

A hálózathidraulikai vizsgálatok eredményei alapján a jelenlegi és prognosztizált fogyasztásokra nézve a csővezetékek átmérője megfelelő. A vizsgálatok kimutatták, hogy a Határ utcában és a mélyebb területeken a nyomás helyenként meghaladja a 6,0 bar-t, ami indokolhatja a nyomáscsökkentő berendezések alkalmazását.

A jelen állapot csúcsfogyasztási időszakról elmondható, hogy az alkalmazott üzemrend a település igényeit ki tudja szolgálni. A jelenlegi szivattyú kapacitás mellett körülbelül napi 13 óra töltési állapottal lehet a kívánt mennyiségeket kielégíteni, ami azt jelenti, hogy megközelítőleg 11 óra tározási kapacitás van a rendszerben, ami mellett a folyamatos üzemelés is biztosítható. A 2050-re prognosztizált állapotban ez az érték csupán 9 órát tesz ki. A jelenlegi trendeket figyelembe véve a Pázmánd településen található, magaslati ponton elhelyezett térszíni tároló funkcióját kapacitás szempontjából el tudja látni a jövőben is. A futtatási eredmények alapján a teljes település tekintetében a jelenlegi és prognosztizált fogyasztásokra nézve a csővezeték átmérők megfelelőek.

A Velence felőli vízellátás biztosítása csak közvetlenül a tározóból történő szivóvezeték létesítésével oldható meg. Ez történhet a tározó mellett jelenleg is üzemelő nyomásfokozók bővítésével, tehát amennyiben területileg elhelyezhető még egy nyomásfokozó, akkor célszerűnek tartjuk közvetlenül a Vörösmarty-hegyi tározó medencék mellett elhelyezni a

tervezett pázmándi nyomásfokozót. A vizsgált koncepció alapján megközelítőleg 5191 fm Dk200 átmérőjű KPE csővezeték kiépítése szükséges a két terület összeköttetéséhez.

A javasolt nyomásfokozó szivattyú munkapontja $Q=40 \text{ m}^3/\text{h}$; $H=70 \text{ m}$. A nyomásfokozó szivattyúk két szivattyúállás létesítésével a jelenlegi nyomásfokozó gépházban véleményünk szerint elhelyezhető lenne. Ezen értékekkel a 2023-as csúcsofgyasztaási időszakra futtatott modell verzió eredményei alapján 14 óra szükséges a tározó leürülését követően a teljes töltésig. Körülbelül 11 órás tartalék található ebben az állapotban a pázmándi medencében. A 2050-re prognosztizált állapotban a tározó teljes töltése a létesítendő távvezetéken keresztül körülbelül 19 óra alatt tud megvalósulni.

A Nadap település felől történő ellátási koncepció a Sukoró települ közizgazgatási területén található nyomásfokozó szivattyúra épül. Számításaink alapján jelenleg 1172 m^3/nap a csúcsidei mennyiségi igénye a Sukoró – Nadap távvezetékkel ellátott területnek, ami Pázmánd településsel együtt 1727 m^3/nap mennyiségre növekedne.

A magasságkülönbségek miatt a két település hálózatanak összekötése gravitációs úton is megvalósítható. Ebben az ellátási koncepcióban szükséges körülbelül 4266 méter hosszú Dk200 átmérőjű KPE távvezeték kiépítése, amely Nadap település Akácfasor utca és Szabadság utca kereszteződésének közeléből, keleti irányban indulna. A szintkülönbségek miatt ajánlott egy olyan vízkormányzó műtárgy beépítése, amely a pázmándi magaslati tároló szintje alapján szabályozza a Nadap – Pázmánd távvezetéken átviramló vízmennyiséget. A távvezeték kiépítésén kívül, szintvezérelt kapcsolással szükséges megoldani a Pázmánd felé történő vízkormányzást, továbbá a település beltületén belül elhelyezkedő vezetékeket nagyobb átmérőre kell cserélni. A vezetékek átmérőjének növelése nagyobb üzembiztonságot és tűzvíz-ellátási képességet biztosít.

A jelenlegi rendszert a sukorói nyomásfokozónál található 2x50 m^3 -es víztározó látja el puffert tárolóként, ami nem tekinthető üzembiztosnak egy ilyen méretű ellátási területre vonatkoztatva. Javasolt a tározási kapacitás minimum 200 m^3 -re történő bővítése, amely két órás üzembiztonsági tartalékot biztosítana. Meg kell jegyezni, hogy tűzvíz szempontjából az elsődleges korlátozó tényező a nadapi medence, ajánlott a nadapi magaslati tároló medence tértogatának minimum 600 m^3 -re történő bővítése, amely normál üzemben egy napi, csúcsidőszakban pedig közel fél napi tározott vízmennyiséget biztosítana. A számítások alapján, javasolt nagyobb szállítási kapacitású szivattyúra kiváltani a jelenlegieket, amihez az irányérték $H=108 \text{ m}$, $Q=107 \text{ m}^3/\text{h}$.

Összefoglalva az ellátási koncepciók közül a Velence település felől történő, Vörösmarty-hegyi tározókból nyomásfokozóval ellátott vízellátás tűnik a legmegfelelőbbnek, míg a Sukoró-Nadap irányból történő ellátás jelentős műszaki beavatkozásokat igényelne, de szintén megvalósítható.

1. Előzmények

2024 év elején a Special Baulerv Építőmérnöki Kft.-től megkeresés érkezett, mely Pázmánd település hosszútávú vízellátását célozza. A település jelenlegi vízbázisának kiválását célzó projektben többféle jövőbeni megoldási koncepció került felvázolásra, amelyeket a víziközmű üzemeltetővel (DRV Zrt.) is megvitattunk személyes konzultáció keretében.

A víziközműrendszerek tervezése, kialakítása és fejlesztése során elsődleges szempont, hogy szakmailag megalapozott ismeretekre támaszkodva biztosítsuk az egészséges ivóvízellátást hosszú távon. Emellett fontos, hogy a víziközmű működése során minimalizáljuk a rendszeres javítások szükségességét, és fennartsuk az üzemeltetés biztonságát. A fejlesztés és rekonstrukció előtt elengedhetetlen, hogy hálózathidraulikai vizsgálatokat végezzünk annak érdekében, hogy megismerjük a vízellátó rendszer működését, hibáit és kapacitását.

2. Megrendelt vizsgálati koncepciók

Átfogó egyeztetések után két megoldási javaslat született, amelyekben közös, hogy a település jelenlegi vízművét kiváltva, a közelben megtalálható Velencei-tavi regionális vízmű (továbbiakban VRV) rendszerre csatlakozna.

Az első megoldási javaslat alapján a VRV rendszeren, Velence település közigazgatási területén belül található Vörösmarty-hegyi tározókból lenne ellátva Pázmánd település is. A magassági viszonyok és az ellátási terület távolsága miatt fellépő hossz-menti veszteség lektizdése érdekében, a megrendelővel és az üzemeltetővel egyetértésben az új nyomásfokozó létesítésével vettük figyelembe ezt a verziót már a kezdetektől. Az első verziós vizsgálat során a célterületen található víztározóhoz kapcsolódna a távvezeték közvetlenül, ahonnan a meglévő hálózaton keresztül megvalósul a település ellátása.

A másik vizsgált koncepció a Sukoró település irányából ellátott, Nadap települési hálózat bővítésével történő, szintén távvezetéken keresztül a pázmándi víztározó megtáplálása.

A két megoldási koncepció térképi megjelenítése az AH-03 számú helyszínrajzon került megjelenítésre.

3. Alapadatok forrása

Üzemeltetőtől kapott adatok:

- Mennyiségi adatok:
 - Hálózati szivattyúk havi mennyiségi adatai Pázmánd településre
 - Nyomásfokozó szivattyúk havi mennyiségi adatai /Sukoró – Nadapra átadott, - Pákozdra átadott, - MH üdülőknek átadott/
 - Vörösmarty-hegyi nyomásfokozók havi mennyiségi adatai
 - Számlázott mennyiségek Sukoró, Nadap, Pázmánd településre
- Üzemóra adatok:
 - Hálózati szivattyúk havi üzemóra adatai Pázmánd településre
 - Nyomásfokozó szivattyúk havi üzemóra adatai /Sukoró – Nadapra átadott, - Pákozdra átadott, - MH üdülőknek átadott/
 - Vörösmarty-hegyi nyomásfokozók havi üzemóra adatai
- Nyomás adatok – Pázmánd településen mért tűzcsap nyomások
- Infrastruktúra adatai:
 - Szivattyúk munkaponija, típusa – Pázmánd, Vörösmarty-hegyi nyomásfokozók, Sukoró nyomásfokozók, Nadap nyomásfokozó
 - Tározók paraméterei – Pázmánd Zsidó-hegyi magastározó, Vörösmarty-hegyi tározók, Nadapi víztározó, Sukoró nyomáscsökkentő medence
 - Vízellátó hálózat vonalvezetése, anyag és átmérő paraméterei
- Üzemeltetési szabályzatok – Pázmánd vízmű, Velencei-tavi regionális vízmű

Lechner Tudásközpont:

- Vizsgált terület 5x5-ös hálótömbbontású domborzati modellje
- Érintett települések demográfiai, közmuellátottsági mutatói éves bontásban

Önkormányzati weblapok:

- Települési arculati kézikönyvek
- Településszerkezeti Tervek
- Helyi Építési Szabályzatok

4. Vízszált terület bemutatása

Általános leírás

Elhelyezkedése: Pázmánd Fejér vármegye szívében helyezkedik el, a Velencei-hegység keleti lábánál, az M7-es autópálya mentén. A következő települések találhatók a közelében: Kápolnásnyék 7 km-re, Nadap 6 km-re, Pákozd 14 km-re, Baracska 10 km-re, Csákvár 23 km-re, Martonvásár pedig 13 km-re fekszik. A Szőlőhegy nevű része Pázmánd központjától délre, 3 km-re található.



1. ábra - Pázmánd elhelyezkedése [KSH helyiségnévár]

Megközelíthetősége: Az M7-es autópálya Pázmánd közigazgatási területén halad keresztül, ahol egy csomópont is biztosítja a település gyors elérhetőségét. Az 8117-es számú út a lakott területen átvéve összeköti a települést a déli Kápolnásnyékkal, valamint észak-északnyugati irányban Verebbel és Lovasbércennyel. A település délkeleti peremét a Budapest-Székesfehérvár vasútvonal határolja, bár Pázmádon nincs vasúti megálló; a legközelebbi állomás Velencén található.

Pázmánd és környéke régóta lakott terület, amelyet a környéken talált korai vaskori temetkezési leletek, valamint a területen áthaladó római kori út és település maradványai is alátámasztanak. Ezt a vidéket I. István király adományozta Hontnak és Pázmánynak, az államalapítás korában, akik e helyet választották nyári rezidenciájuknak, és később itt jött létre a mai falu is. Hont és Pázmány, a későbbi Hontpázmány család alapítói, nevüket adták a településnek. A tatárjárás korából nem maradt fenn írásos dokumentáció a faluról.¹

Károlyi János vármegyei történeti könyve alapján² - Vereb, Nadap, Kápolnás-Nyék és Pettend között helyezkedik el. Ezen a területen húzódott el az a római út is, amely Bicskétől elágazva Ácsán, Vereben és Kápolnás-Nyéken át Adony felé vezetett. Cuspinianus adatai szerint a XVI. században itt található volt egy vámhely is, Moór, Ondód, Igar és Bicske mellett. A Buzlay családról, az Országos Levéltár egyik dokumentuma alapján megjegyezve, hogy 1517-ben Pázmánd, Lovasbércny és Gárdony Buzlay Mózes lánya, Katalin birtokában voltak. A Buzlay család tulajdonát igazolja az a dokumentum is, amelyet Lovasbércny történetében említ Károlyi. Ebben a dokumentumban 1593. június 15-én Fejérváry István nyitrai püspök és királyi

¹ Magyarország kistájainak katasztere; Szerk. Dövényi Zoltán; Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. 2010. ISBN 978-963-9543-29-8

² Károlyi János: Fejér vármegye története 5. (Székesfehérvár, 1904)

helytartó kijelentni, hogy Lovasberény, Pázmánd, Nadap és Técs egykor Buzlay Mózes kihalt birtokai voltak. Ez a legrégibb ismert adat Pázmánd történetével kapcsolatban.

Pázmánd, a Velencei-tótól hat kilométerre található, ahol a 202 méter magas Zsidó-hegy és a Kálvária-hegy található. A hegyeket könnyen meg lehet hódtani, és a sziklaszorosan található kővek látványa lenyűgöző. A terület geológiai érdekessége, hogy a gránitétetet andezitáva törté át az eocén korban. A hegytetőn található kvarcisziklák és a Maléza-barlang is figyelemre méltó. A hegytetőről csodálatos kilátás nyílik a környékre, és a sziklagyeppek botanikai különlegességeket rejtenek.³

Területen lévő közművek

Pázmánd közigazgatási területén belül számos közműszolgáltató szolgáltatói elérhetők.

Hírközlési közművek:

DIGI Távközlési és Szolgáltató Kft.

Invitech ICT Services Kft.

Magyar Telekom Távközlési Nyilvánosan Működő Részvénytársaság

MVM NET Távközlési Szolgáltató Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Novi-Com Kereskedelmi és Szolgáltató Korlátolt felelősségű Társaság

Gázszolgáltatók közül:

E.ON Dél-dunántúli Gázhálózati Zrt.

FGSZ Földgázszállító Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Villamos energia szolgáltatók:

E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

A vízellátó hálózat és szennyvízelvezető hálózat:

Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.

Pázmánd jelenlegi vízellátása

A Pázmándi Vízmű üzemeltetési szabályzata alapján a jelenlegi vízellátó rendszer 1964-ben épült. Vízi jogi üzemeltetési engedélyek száma: 20.710/1986. (alaphatározat), 22377-4/1990., 20776/1992., 20.908-4/1997., 20.270-2/1998., 23548/2000., 16240/2007., 35700/1441-5/2016. ált., 35700/6718-9/2019. ált. (módosító határozatok).

Az elosztóhálózat KM-PVC és KPE csővezetékekből áll. A csomópontok kialakítását öntvény és acélidomokkal készítették el. A bekötéseket csőmegfűréssel, megcsapolóhíddal és bekötőfejjel készítették. minden esetben föld alatti elzárócsap beépítésével.

³ Láncezi Péter: Sziklakincsek Pázmánd határában: <https://www.turizamagazin.hu/hir/sziklakincsek-pazmand-hataraban>

Sajái vízbázisról történik a jelenlegi ellátás, jellege rétegvíz, minősége II. osztályú. Határérték feletti paraméterek Vas és Mangán tekintetében fordulnak elő a kitermelt nyersízben. Az elosztóhálózat egy nyomásvözelethől áll, amelyen a jellemző nyomásviszonyok 2.0-7.8 bar között alakulnak. A vízműtelepen monolit aknában elhelyezett, vízszintes patronba beépített búvárszivattyúk üzemelnek, amelyek a Zsidó-hegyi ellennyomó medence vízszint vezérlése alapján működnek. A tisztító technológiát, valamint nyomásfokozó szivattyúkat, épületet és környezetét mutatják a 2024.07.09-én történt helyszíni bejáráskor készült képek, amelyek a mellékletben találhatók (5. kép; 6. kép; 7. kép; 8. kép; 9. kép; 10. kép)

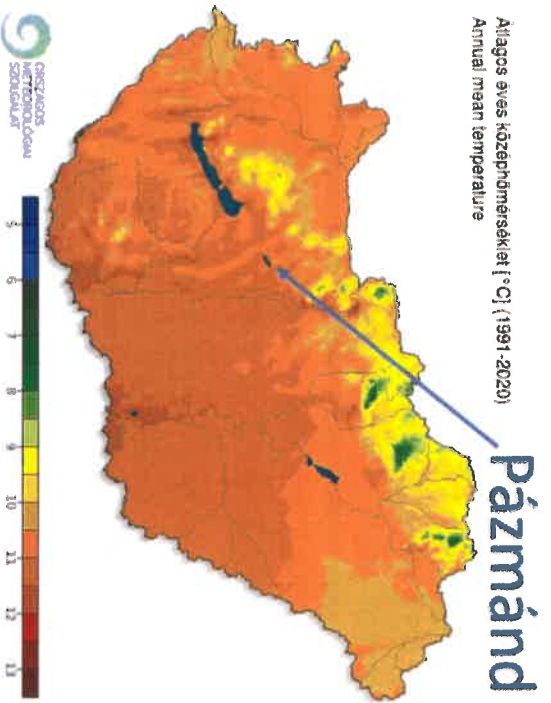
A vízműtelepen egy 200 m³-es szolgáltató medence van jelenleg használatban, amely 6.0x12.0 m belmérettel és 3.0 m vízszlop magassággal került kialakításra. A medence, a technológiai sorban a tisztítási technológia után. a hálózati szivattyúk előtt helyezkedik el.



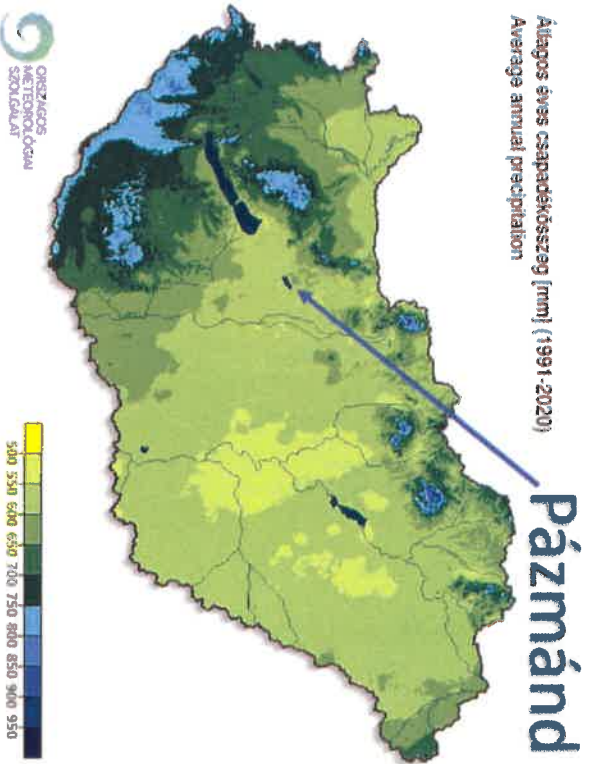
1. kép - Pázmánd vízműtelep [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]

Éghajlat

Pázmánd éghajlatát jelentősen befolyásolja a földrajzi elhelyezkedés, a tengerszint feletti magasság, és a tengertől való távolság. Az átlagos éves középhőmérséklet 11,5 °C körül alakul (2. ábra). A legmelegebb időszak július vége és augusztus eleje, a leghidegebb pedig január. A napi hőingás a nyári hónapokban a legnagyobb, míg decemberben a legkisebb.



2. ábra - Átlagos éves középhőmérséklet [met.hu]



3. ábra - Átlagos éves csapadékösszeg [met.hu]

Pázmánd éves átlagos csapadékösszege körülbelül 600 mm (3. ábra). Az országban az évi átlagos csapadékmennyiség 500-800 mm között változik, de jelentős eltérések vannak a különböző régiók között. A csapadékeloszlásra a domborzat, a Földközi-tenger mediterrán éghajlata és az Atlanti-óceán hatása is jelentős. 100 méter magasságnövekedés nagyjából 35 mm csapadéknövekedést eredményez, míg a tengerectől távolodva a csapadékmennyiség csökken. A legtöbb csapadék május és július között hullik, míg a legkevesebb január és március között. A csapadék mennyisége évről évre változó, ami azt eredményezi, hogy az évi csapadékösszeg jelentősen elérhet az átlagostól. Az utóbbi időszakban január lett a legszárazabb hónap, míg szeptember és október csapadékosabbá vált, eltüntetve a novemberi másodlagos csapadékmaximumot.

Domborzat

Pázmánd domborzata vízellátás szempontjából számos kihívást tartogat. A jelenlegi vízellátó hálózat területét vizsgálva, a minimális tengerszint feletti magasság 123.6 m.B.f.; a maximális magasság 206.9 m.B.f.. Jól látszik, hogy a relatív szintkülönbség közel 100 méter. A terület átlagos tengerszint feletti magassága 146,6 m.B.f.. Perspektív, torzított magassági domborzati térképét az 4. ábra - Pázmánd település domborzati modellje (magasságilag torzított megjelenítés) szemlélteti. A terület átlagos lejtése 6,67%, de előfordulnak 200% feletti lejtésű területszerek is. A terület színsávos térképét az AH-01 számú rajzon lehet megtekinteni.

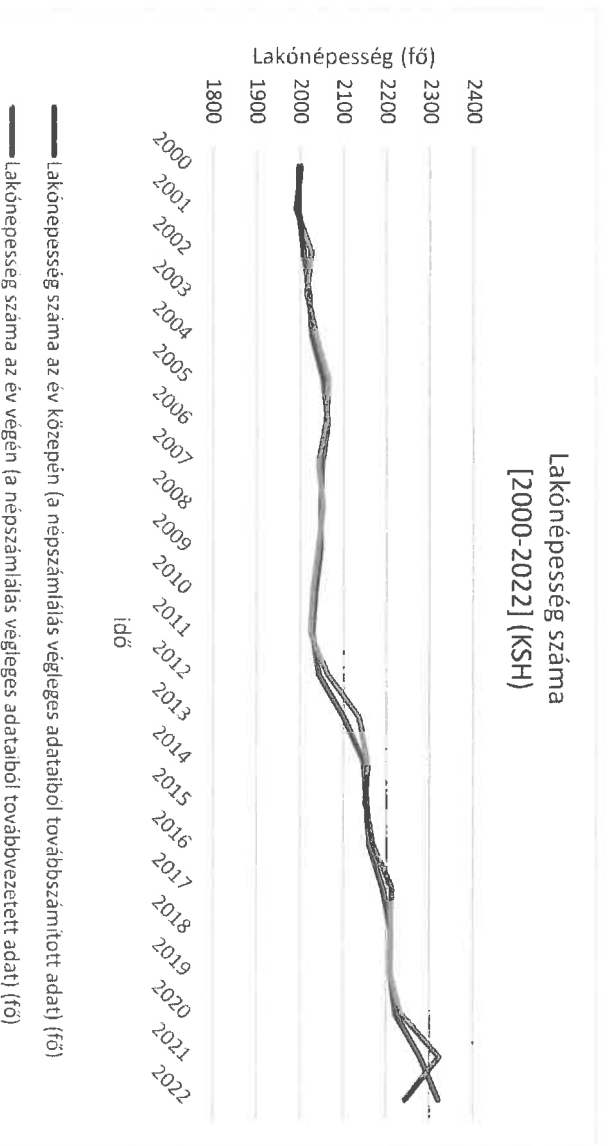


4. ábra - Pázmánd település domborzati modellje (magasságilag torzított megjelenítés)

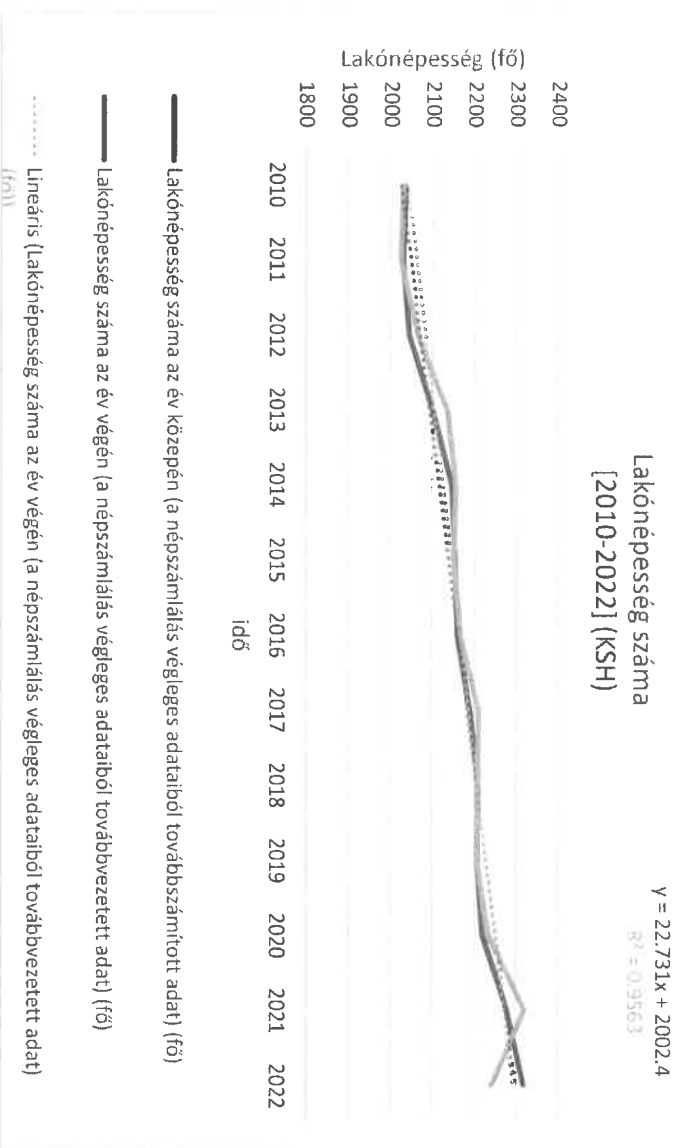
Demográfia

A demográfiai adatok vizsgálata nélkülözhetetlen a víziközmű-szolgáltatások tervezése és fenntartása során. A népesség száma és eloszlása például segít meghatározni a vízellátó rendszerek méretét és kapacitását. Ha egy területen a népesség növekszik, a vízigény is növekedni fog, ami infrastrukturális fejlesztéseket igényel. A demográfiai adatok, mint például a háztartások száma, a családok mérete, az életkor és a jövedelem, befolyásolhatják a vízfogyasztási szokásokat. Ezek az adatok segíthetnek a vízfogyasztás előrejelzésében és a vízkészletek megfelelő kezelésében. Bizonyos demográfiai csoportok, mint például az idősek vagy a kisgyermekek, érzékenyebbek lehetnek a vízminőségi problémákra. A demográfiai adatok segíthetnek azonosítani ezeket a veszélyeztetett csoportokat, és prioritást adhatnak a vízminőség javításának.

A Központi Statisztikai Hivatal adatai a lakónépességre vonatkozólag 2000-2022 közötti időszakra voltak elérhetők. A 5. ábra Pázmánd település lakónépességének alakulását mutatja az évek során. Általánosságban elmondható, hogy az évtizedek során folyamatosan nőtt a település lakossága. Bár voltak kisebb ingadozások, az általános trend egyértelműen a népességnövekedés irányába mutat. Két kiemelkedő időszak figyelhető meg az adatokban. Az 2013-as és 2014-es években például jelentős növekedés következett be. Az adatsor későbbi éveiben, különösen az 2020-as években, lassulás figyelhető meg a népesség növekedésében. A népesség növekedés trend vizsgálatához a 2010-2022 közötti időszakot külön vizsgáltuk. Ábrázolva a 6. ábra mutatja az értékeket. 2010 és 2022 között 212 fővel nőtt a lakosság értéke, amely a jelenlegi lakónépesség 9%-át jelenti. A prognosztizált értékek az elmúlt 12 év adatainak figyelembevételével, 2030. évre – 2460 főt, 2040. évre 2670 főt, még 2050. évre 2880 főt irányoz elő. Mindez azt jelenti, hogy megközelítőleg 600 fős lakosszám növekedéssel számolhatunk a következő 25 éves időszakra, ha a jelenlegi tendenciák maradnak.



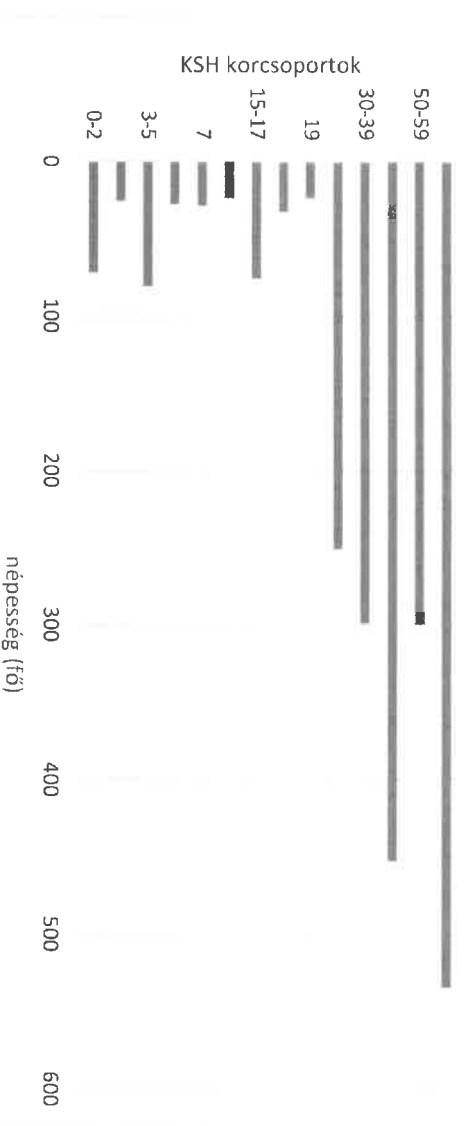
5. ábra - Pázmánd település lakónépesség száma (2000-2022) (KSH)



6. ábra - Pázmánd település lakónépesség száma (2010-2022) (KSH)

A korcsoport szerinti népesség eloszlása rendkívül fontos szerepet játszik a társadalom számos területén, ideértve a gazdasági fejlődést, az egészségügyi ellátást, az oktatást és még számos más területet is. Először is, a korcsoportok szerinti népesség eloszlása hatással van a munkaerőpiacra. Egy fiatalabb népességű területen például általában több potenciális munkavállaló van, ami lehetőségeket teremt a gazdasági növekedésre. Ugyanakkor egy idősödő társadalomban csökkenhet a munkaerőpotenciál, ami problémát jelenthet a munkaerőhiány és az öregedéssel kapcsolatos egészségügyi és szociális kiadások növekedése miatt. Másodszor, a korcsoport szerinti népesség eloszlása hatással van az egészségügyi rendszerre. Az idősebb lakosság általában több egészségügyi ellátást igényel, beleértve a krónikus betegségek kezelését és az időskori ellátást. Közvetlenül befolyásolja az oktatási rendszereket. Egy fiatalabb népességű országban nagyobb az igény az alap- és középfokú oktatási intézményekre, míg egy idősödő társadalomban a felnőttképzés és az egész életen át tartó tanulás fontossága nőhet. Összességében a korcsoport szerinti népesség eloszlása kulcsfontosságú tényező a társadalmi és gazdasági fejlődés szempontjából, és számos területen figyelembe kell venni. Az 7. ábra mutatja a vizsgált terület korcsoport szerinti megoszlását a 2022-es év KSH adatai alapján. Jól látható, hogy korcsoport szempontjából elöregedő jellegű településről beszélünk. A diagramon a korcsoportok a KSH által nyilvántartott korcsoportok bocsátott korcsoport szerinti beosztások alapján lett összeállítva. Az így létrejött ún. „korfa” segítségével a jelenlegi folyamatok ismeretében a távlati változások prognosztizálhatók. A korfa egy demográfiai fogalom, amely a különböző életkorokban lévő egyének százalékos megoszlását mutatja egy adott populációban vagy településen. A korfa általában különböző életkori csoportokra bontva mutatja meg az emberek számát vagy arányát, például csecsemők, gyermekek, fiatal felnőttek, középkorúak és idősek szerint.

Pázmánd település korcsoport szerinti megoszlása
[2022] (KSH)



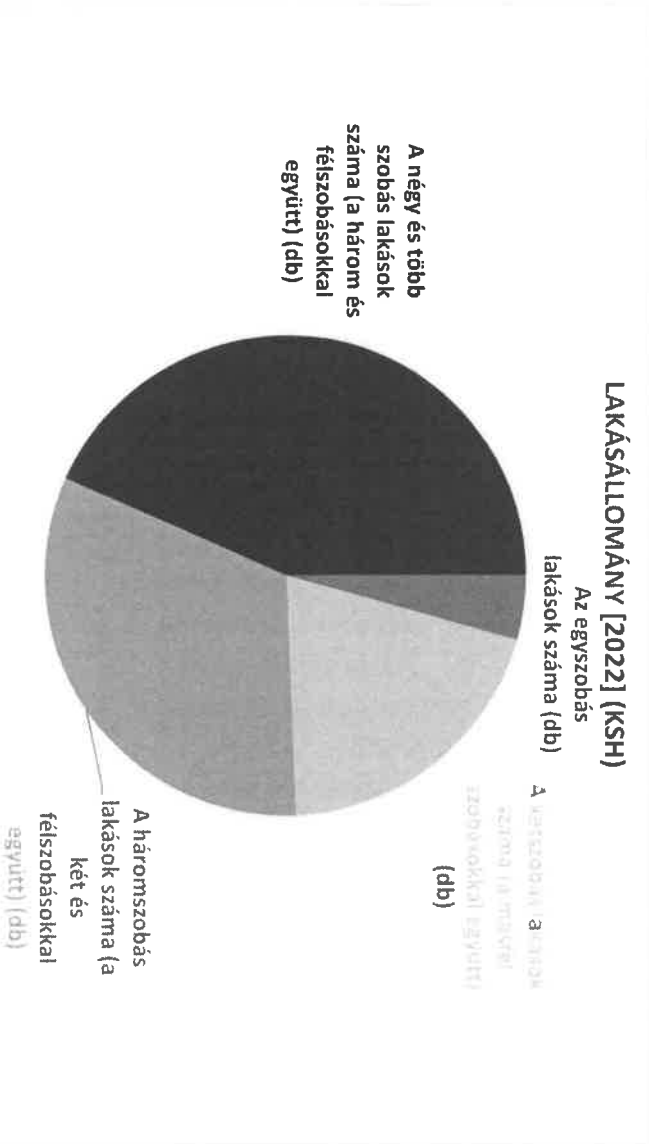
7. ábra - Pázmánd település korcsoport szerinti megoszlása [2022] (KSH)

Az előregedő települések olyan területek, ahol az idősebb korosztály aránya jelentősen meghaladja a fiatalabb korosztályét a lakosság összetételében. Ennek számos oka lehet, például a születések csökkenése, a népesség előregedése és az elvándorlás fiatalabb korosztályokhoz vonzóbb területekre. A vizsgált területen az 50 év feletti lakosság a teljes lakónépesség 37%-át teszi ki. A 40-49 év közöttiek 20%, még a 30-39 év közöttiek 13%-os arányt képviselnek. A 20 év alatti lakosság, mindössze a teljes népesség 18%-át teszi ki. A korcsoport szerinti megoszlásra vízellátás szempontjából csak indikátorként tekintünk, ugyanis a betelepüléseket, elvándorlásokat, valamint a szüléti és halálozási ráta nem veszi figyelembe, csupán egy pillanatnyi képet ad a lakónépesség koráról. Munkánk során vizsgáltuk a területre történő bevándorlások és elvándorlások egymáshoz viszonyított arányát is. Csak az állandó értékeket vettük figyelembe, tehát az ideiglenes értékekkel nem számoltunk. Ezek az értékek jóval magasabbak lennének. Az állandó bevándorlások és elvándorlások különbsége 2011-2022 közötti időszakra állt rendelkezésre. A vizsgált időszak kezdetén kismértékben az elvándorlás volt túlsúlyban, a további 11 éves időszakban, azonban végig a bevándorlás volt jellemző a településre. 2012-2017 között nagyjából egyenes tendenciával, átlagosan 21 fő/év értékkel bővült a település lakosszáma. 2018-ban tapasztalható volt egy visszaesés, ebben az évben a számítások alapján csak 5 fővel nőtt a lakosság. 2021 évben tapasztalható egy jelentős ugrás a bevándorlások tekintetében, ugyanis 104 fővel nőtt a lakosság. 2022-ben ez az érték visszatért a megszokott állapotr. A vizsgált időszak alatt összesen 930 fővel nőtt a lakosság a bevándorlásokból, ami az elvándorlásokat is beleszámolva a település 306 fős lakossági növekedését eredményezte.

Az elveszülések és halálozások viszonyát vizsgálva (KSH adat), a korábban említett kortá átal is jól látható tendencia szépen kirajzolódik az adatokon. A vizsgált időszakban (2011-2022) 2 év kivételével (2013 és 2014) végig a halálozások száma volt magasabb, ami a lakosság csökkenését eredményezte. Ez a tendencia 2019-ig viszonylag egyenes képet mutatott, de 2019-2022 között megközelítőleg a duplájára növekedett. A SARS-CoV-2 nevű koronavírus

okozta megbetegedések és a népesség csökkenésének ilyen irányú viszonyait jelen tanulmányban nem vizsgáltuk.

Pázmánd Község Helyi Építési Szabályzata (HÉSZ) szintén átvizsgálásra került a vízigény prognózis meghatározásakor. A település központi részén kialakítandó, beépítésre szánt területet figyelembe vettük. A jelenlegi lakásállomány összetételét a 2022-es évre vonatkozólag a 8. ábra mutatja. A legutóbbi KSH adatközlés alapján a településen 895 db lakóingatlan található. Ez közel megegyezik az üzemeltető által szolgáltatott bekötési értékkel is (971 db, amelyből, 42 bekötés közületi bekötésként lett megjelölve). Az egy-szobás lakások aránya 4%, amely 39 db ingatlant jelent. A két és másfél szobás lakások a település lakásállományának 20%-át teszik ki 179 darabos értékkel. A három és két és félszobás lakások 32%-os arányt tesznek ki, mintegy 289 db ingatlannal. A legnagyobb arányban a négy, illetve három és félszobás ingatlanok figyelhetők meg a területen, 43%-al, ami 388 lakást jelent. Az eltérő méretű ingatlanok közvetlenül befolyásolhatják a vízfogyasztás területi eloszlását. Például az egy szobás lakások általában kevesebb vízfelhasználással járnak, míg a nagyobb, több szobás lakásokban több ember lakhat, ami magasabb vízfogyasztással járhat. Emellett a lakások elhelyezkedése is számít: a városi területeken általában nagyobb lakások találhatóak, ahol a vízellátó infrastruktúra sűrűbb, míg a vidéki területeken a vízforrások távolabb lehetnek, és a vízellátó rendszer kevésbé fejlett. Ezért a lakásállomány megoszlása alapvető fontosságú annak érdekében, hogy hatékonyan tervezhessük és működtessük a vízellátási rendszereket, figyelembe véve a lakossági vízfogyasztás változatosságát és a különböző lakások által generált vízigényt.



8. ábra - Pázmánd település lakásállomány összetétele [2022] (KSH)

Mindenzen mutatók is alátámasztják, hogy a 2050-re prognosztizált, az utóbbi 10 év adatai alapján kalkulált népesség érték megfelelő biztonsággal használható a vízigények meghatározásakor.

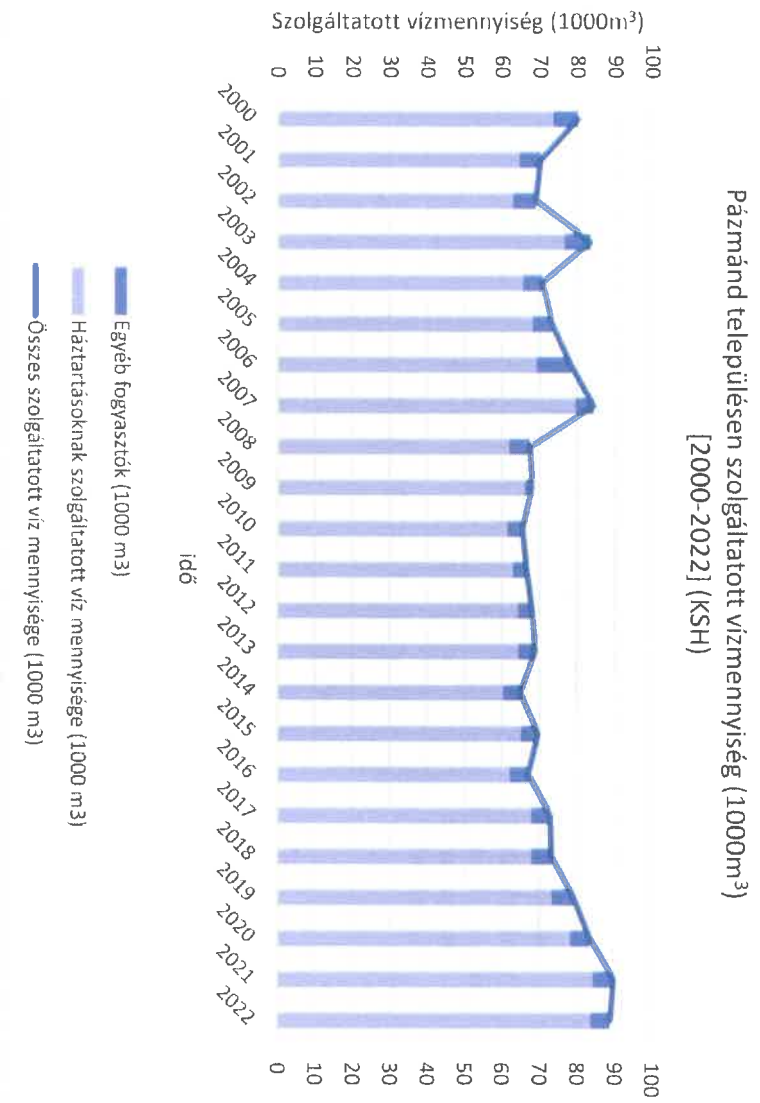
5. Vízigények

Pázmánd

A vízigény mutatók meghatározásakor két alapvető adatforrásra tudunk támaszkodni. A KSH adatok 2000-től rendelkezésre álltak, illetve az üzemeltető adatkérésünk alapján rendelkezésünkre bocsátotta az elérhető adatokat.

A település teljes fogyasztását, hosszabb, több mint 20 éves időtávra a 9. ábra mutatja, amely a KSH adatok felhasználásával a szolgáltatott vízmennyiséget két kategóriára osztva mutatja be. A vizsgált időszak alatt a nem lakossági célra szolgáltatott mennyiségek aránya minimálisan változott. 2006. évben volt egy kiugróan magas érték, ahol a korábbi évek képest 1.7 szerezésre növekedett az érték. Ennek oka nem ismert. 2009-ben pedig 3%-ra esett vissza, tehát több mint a felére. Feltételezhetően a világgazdasági folyamatok hazai kihatása állhat ennek a háttérben. A többi évre viszonylag stabil, enyhén esőkkendő tendencia mutatkozik. Az utóbbi években 6% volt az egyéb fogyasztók aránya a teljes települési mennyiségben belüli.

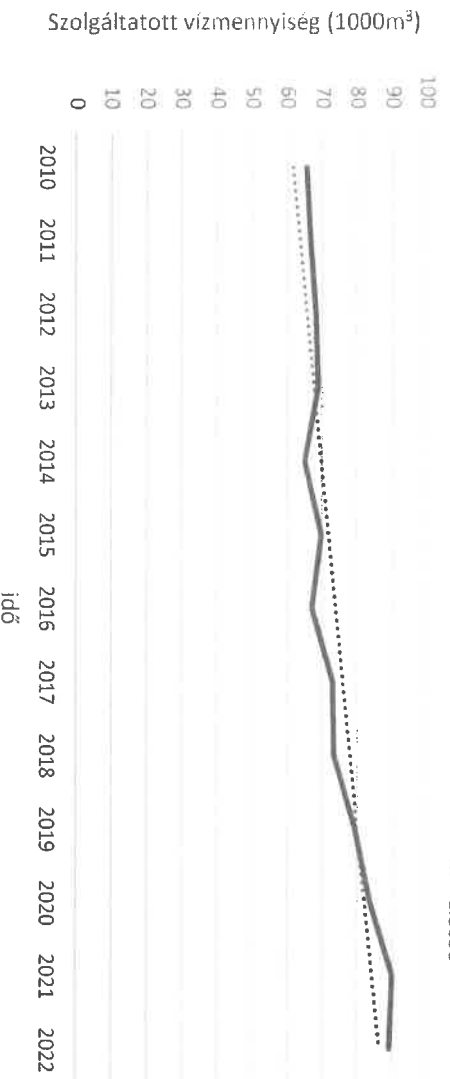
A háztartásoknak szolgáltatott víz mennyisége, amely 2022-ben 83 900 m³ volt a teljes évre vonatkoztatva, az előbb részletezett arányok alapján változott és növekedett. 2016 évtől kezdve viszonylag egyenletes ütemben kezdett növekedni a település vízigénye. A növekedés üteme egybevág a település népességének növekedésével, amit az előző fejezetben tárgyaltunk.



9. ábra - Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000 m³) [2000-2022] (KSH)

Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000m³)
[2010-2022] (KSH)

$$y = 2,0462x + 59,57$$
$$R^2 = 0,8095$$



10. ábra - Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000 m³) [2010-2022] (KSH)

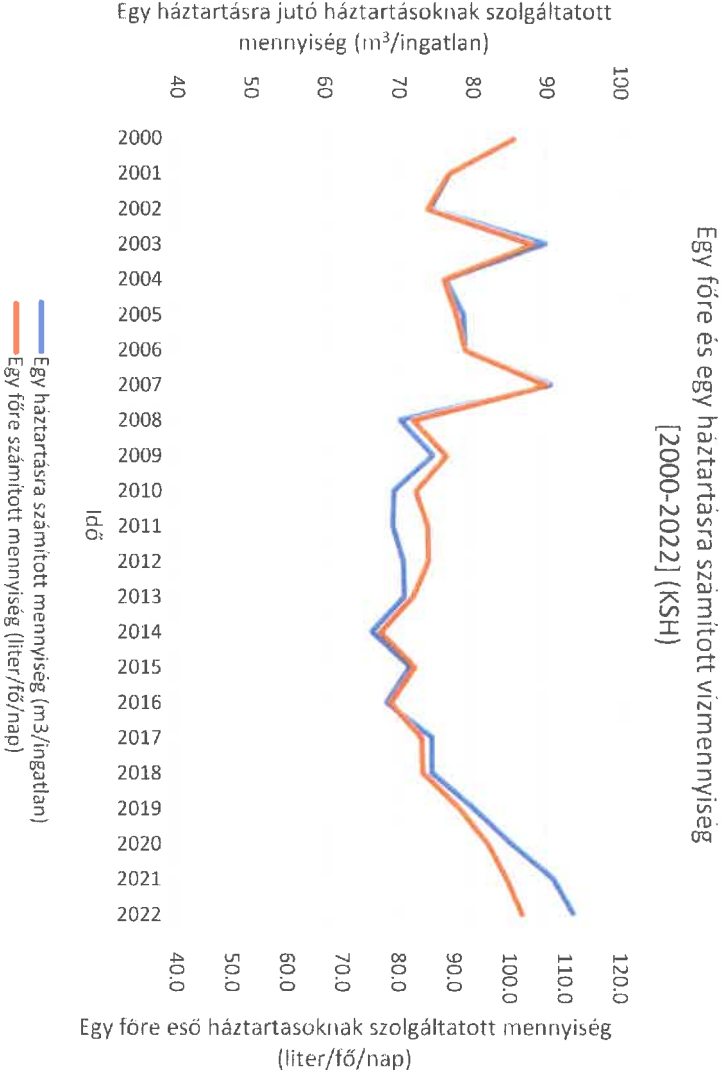
A 10. ábra - Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000 m³) [2010-2022] (KSH) elkülönítve a 2010-es évtől mutatja a szolgáltatott vízmennyiségi adatokat. A népességszám változásával egybefüggően a vízigény változás prognózisát is pontosabbnak tartottuk az utóbbi 12 év adataiból meghatározni. A lakossági vízhasználatot és annak változását számos tényező befolyásolja. Az országos tendencia alapján az 1990-es évektől mutatózó ugrás szerű csökkenés - melynek okaira ebben a tanulmányban nem térünk ki - az utóbbi évtizedben a stagnáló fogyasztási szokások helyett emelkedő trendet mutatnak. Pázmánd település fogyasztásában is megmutatkozik ez a jelenség. Amennyiben a trendek nem változnak jelentősen, akkor az előre vetített értékek alapján 2030 évre a 102 540 m³ értékkel lehet közelíteni a település éves fogyasztási értékét. Nagytávú előrejelzés alapján 2040-re 123 000 m³, míg 2050-re már 143 460 m³ értékkel számolhatunk. Ezen értékek alapján, illetve a demográfiai mutatókat is figyelembe véve, éves szinten 54300 m³ mennyiségi növekedéssel számolhatunk 25 év múlva.

A 11. ábra az egy főre és az egy háztartásra számított mennyiségek időbeni változását mutatja a tervezési területre. Az országosan tapasztalható folyamatos lekövetve, szépen kirajzolódik a fajlagos fogyasztási értékek növekedése. Az itt bemutatott értékek a háztartásoknak szolgáltatott mennyiségi értékekből kerültek meghatározásra, tehát a közületi és egyéb fogyasztások nem torzítják az értékeket.

Magyarországon jelenleg több víztakarékossági program is fut, amelyek részeként például ingyenes víztakarékos perlatorokat biztosítanak a lakosságnak, és olyan érzékenyítő kampányokat folytatnak, amelyek ráirányítják az emberek figyelmét a víz takarékosabb használatának fontosságára. Mindez hozzájárulhat ahhoz, hogy az emberek tudatosabban bánjanak a vízzel mindennapi életük során. A jövőben várhatóan emelkedni fog a víz, mint közmű szolgáltatás ára, ami további ösztönző lehet az embereknek arra, hogy

takarékoskodjanak a vízzel. Az áremelkedés ösztönözheti az embereket arra is, hogy befektessenek víztakarékos eszközökbe és technológiákba, ezáltal csökkentve vízhasználatuk költségeit és környezeti lábnyomukat egyaránt.

Mindezek összességében azt jelentik, hogy a vízhasználat és annak változása szorosan összefonódik a helyi és országos vízgazdálkodási politikákkal, az infrastrukturális fejlesztésekkel, valamint az átváltozásokkal, és ezek együttesen alakítják ki a lakosság vízfogyasztási szokásait és a vízgazdálkodást a közeljövőben.

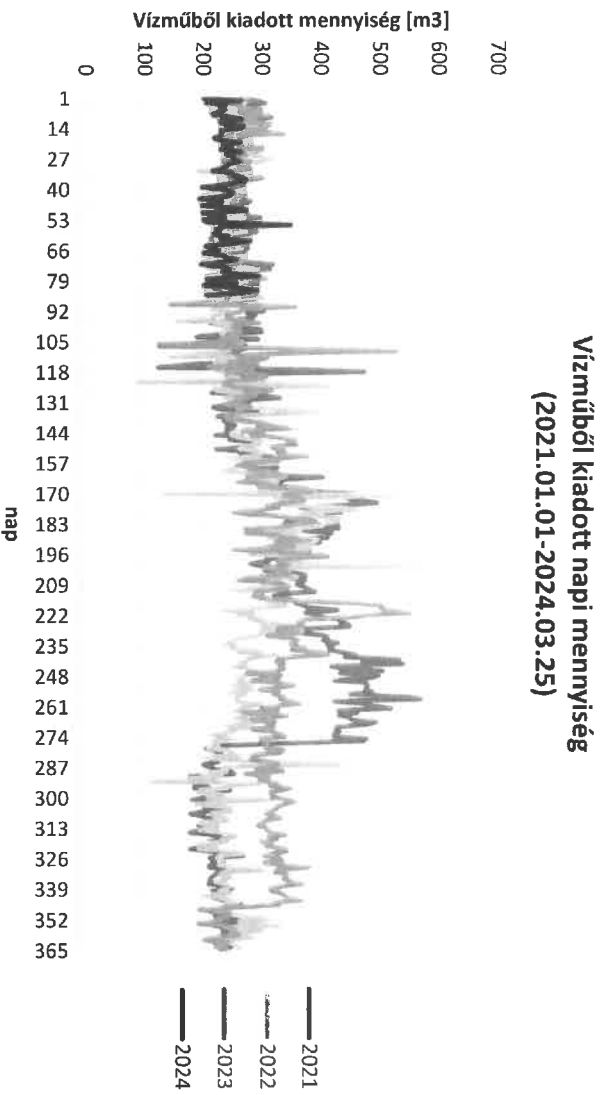


11. ábra - Egy főre és egy háztartásra számított vízmennyiség [2000-2022] (KSH)

Az eddig bemutatott adatok a KSH adatbázisából származtak. Az üzemeltető adatkérésünkre rendelkezésre bocsátotta a 2021-2023 év teljes, illetve a vizsgálat kezdetekor rendelkezésre álló 2024-es vízműből kiadott napi mennyiségi adatokat. A 2021-es évben hazánkban a SARS-CoV-2 nevű koronavírus miatti megváltozott társadalmi szokások még erősen érezhetőek voltak. A 12. ábra alapján ez jól látható is a 2021-es adatokon, első sorban a nyári időszakban. A 2022-es és 2023 évi adatok már nagyobb egyezést mutatnak. A napi adatsorok figyelembevételével meghatározásra kerültek az alapvető statisztikai mutatók a 2022-es és 2023-as évre (1. táblázat).

1. táblázat - Víznyoműből kiadott napi mennyiség adatsor általános statisztikai mutatói

	2022-es adatsor [m³/d]	2023-as adatsor [m³/d]	Megjegyzés
Minimum érték	92.00	126.00	2022-ben - 2022.05.02 2023-ban - 2023.04.16
Maximum érték	570.00	555.00	2022-ben - 2022.07.20 2023-ban - 2023.08.09
Átlag	271.03	302.22	
Medián	257.00	304.00	

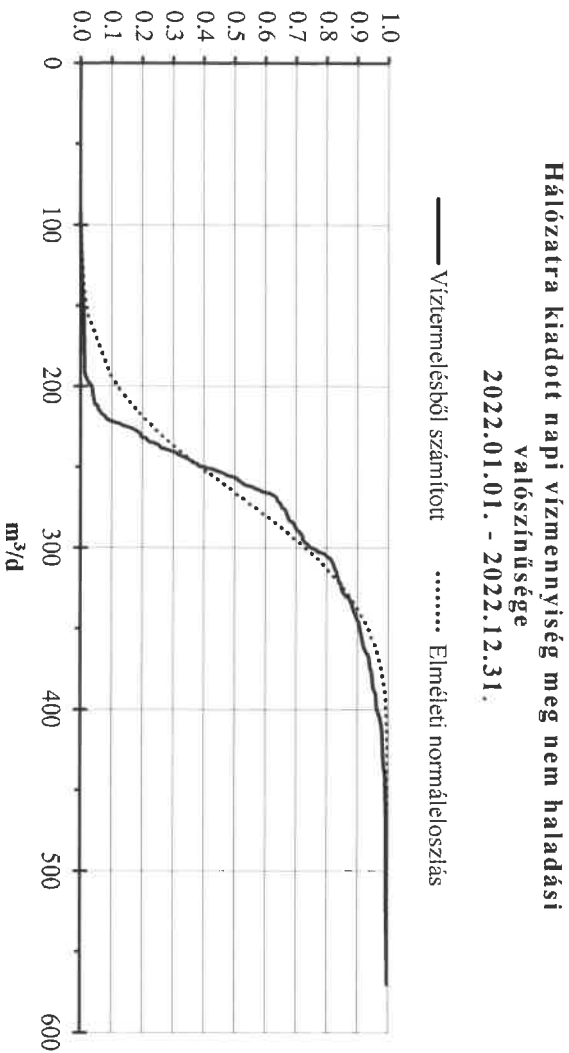


12. ábra - Víznyelő kiadott napi mennyiség (2021.01.01-2024.03.25)

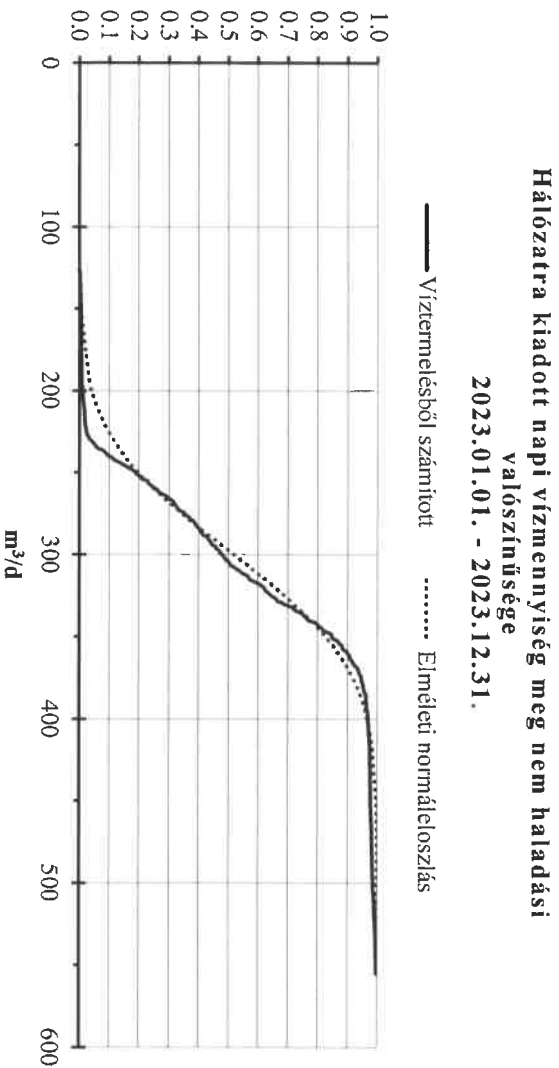
A napi adatsorok alapján lehetőség nyílik az évszaksosság vizsgálatára is. Az évszaksos egyenlőtlenség meghatározásával a fogyasztási szélsőértékek az adott területre meghatározhatók. Az évszaksos egyenlőtlenséget legegyszerűbben a medián vagy az átlagtól való eltérés mértékével tudjuk meghatározni az adott időszakra és területre vonatkozóan. A medián kevésbé érzékeny a szélsőséges értékekre, így akkor is megbízható jelzőszám lehet, ha az adatok egyenlőtlensége miatt az átlag nagyban eltérhet a tipikus értékektől. A 2023-as adatsor értékei, ahogy vizuálisan a 14. ábra is szemlélteti majd a következő oldalakon, közelebb van a normál eloszláshoz. Ha az adatok közelítenek a normális eloszlást, azaz a fogyasztás sokszoros értéke az átlagnak vagy a mediánnak, akkor az átlagtól való eltérés vizsgálata értelmezhető lehet. Az átlag érzékenyebb a szélsőséges értékekkel szemben, így ez azért lehet előnyös, hogy az extrém esetek is figyelembe legyenek véve. Ezen tényezők alapján 2023 év adataira az átlagtól való eltérést vizsgáltuk, amely alapján a téli évszaksos egyenlőtlenségi tényező 0.68, amely érték a többi vizsgálható év adataitól kismértékben alacsonyabb, de a biztonság javára tévedve alkalmazható. A nyári időszakra vonatkoztatott egyenlőtlenségi tényező a 2023-as évről 1.84. Ez az érték a 2021-es adatsorra 1.9, még 2022-re 2.1. A 2022-es év kiugró értékével nem számolhatunk biztonságággal az adatsor alapján, de az adatsorokat átlagolva 1.94-es értékkel az évszaksos egyenlőtlenség jól közelíthető. Ezen mutatók alapján a jelenleg 555 m³-es napi csúcsmennyiséghez képest, az előrejelített csúcsvízigény 746 m³/nap.

Vizsgáltuk a 2022-es és 2023-as évre vonatkozó ún. *megnemhaladási* valószínűségeket is. Az eredményeket a 13. ábra és 14. ábra szemlélteti. A megnemhaladási valószínűség (non-exceedance probability) vizsgálata statisztikai elemzést jelent, amely segít megérteni egy adott jelenség vagy változó viselkedését az adatok alapján. Ez a vizsgálat gyakran fontos a kockázatértékelésben és a tervezési folyamatokban, különösen az időjárási jelenségek, vízminőség, vízhozam vagy egyéb környezeti változók esetében.

A megnevezési valószínűség értéke azt mutatja meg, hogy egy adott érték vagy intervallum valószínűsége, hogy egy adott időtartam alatt nem lesz meghaladva vagy elérve. Ezáltal segít meghatározni a határértékeket vagy a kritikus értékeket, amelyek felett vagy alatt egy bizonyos esemény vagy változó elérheti vagy meghaladhatja a kívánt szintet. Az adatok alapján a 95%-os megnevezési valószínűség értéke a 2023-as évre vonatkoztatva 394 m³/d.



13. ábra - Hálózatra kiadott napi vízmennyiség meg nem haladási valószínűsége (2022.01.01. - 2022.12.31.)

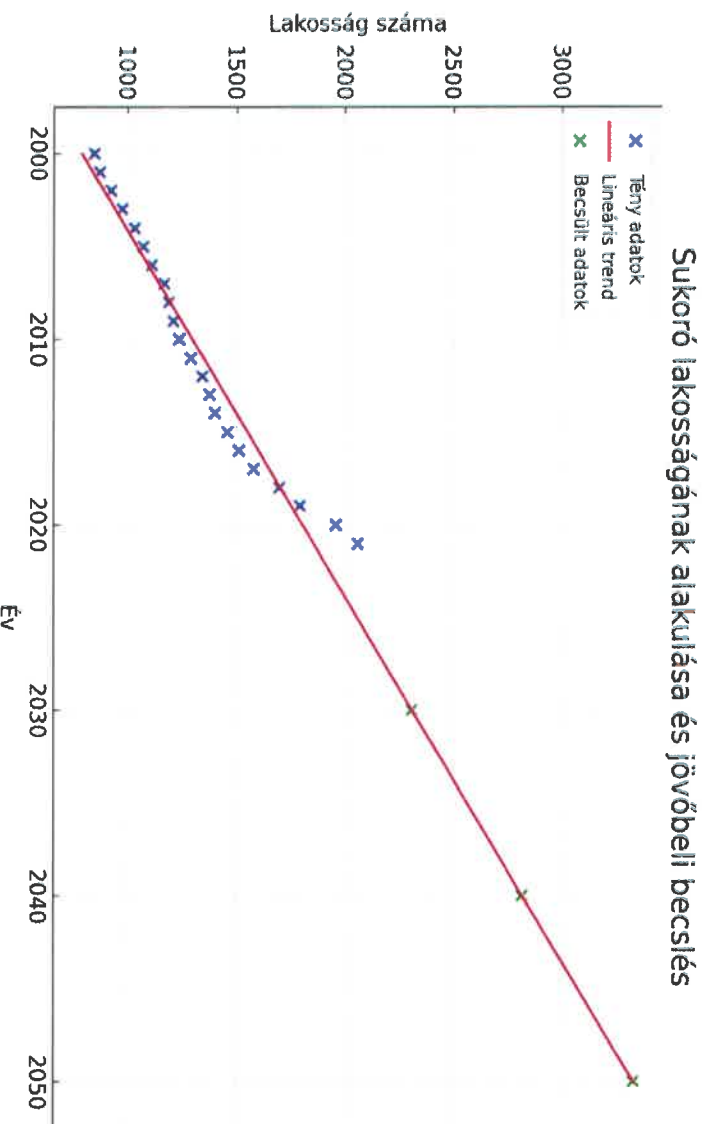


14. ábra - Hálózatra kiadott napi vízmennyiség meg nem haladási valószínűsége (2023.01.01. - 2023.12.31.)

Sukoró

Sukoró település a Velencei-tó északi partján, Fejér megyében található, mely könnyen megközelíthető mind autóval, mind tömegközlekedéssel. Az M7-es autópálya közelsége gyors és kényelmes hozzáférést biztosít Budapest és Székesfehérvár irányából. A települést a 7-es főúton, valamint a Budapest-Székesfehérvár vasútvonalon keresztül is elérhetjük, melyek közül a legközelebbi vasútállomás Velence vagy Gárdony. Innen buszjáratokkal vagy rövid autóúttal juthatunk el Sukoróba.⁴

A község infrastruktúrája jól kiépített, a lakosság minden alapvető közműhöz hozzáférhet. A vezetékes vízvezeték, szennyvízcsatorna, elektromos hálózat és földgázszolgáltatás a település egész területén rendelkezésre áll.



változások, mint például a gazdasági körülmények, infrastrukturális fejlesztések és demográfiai trendek, befolyásolhatják a tényleges növekedést.

Az üzemeltetőtől kapott üzemeltetési szabályzat⁵ alapján Sukoró településre a Velencei távvezeték rendszer részeként, Velence település irányából NA 250-es AC csővezetéken keresztül érkezik a víz. A helyi medence előtti tolózáraknába beépített NA 250 méretű, medence szintről vezérelt motoros tolózár szabályozza a távvezetéken a vízforgalmat. A velencei szakaszon a távvezetéktről házi bekötések is leágaznak. A Velencei-tó északi oldali területén több nyomásövezettel van biztosítva a fogyasztók ivóvíz ellátása. Sukoró község területén három nyomásövezetes vízellátás működik. Az I. zóna a 125 - 170 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztók ellátását biztosítja, és az ellennyomó medence túlfolyószintje 201.700 méter. A II. zóna a 170 - 200 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztók számára biztosít vizet, ahol az ellennyomó medence túlfolyószintje 231.50 méter. Végül a III. zóna a 200 - 237 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztókat látja el, az ellennyomó medence túlfolyószintje pedig 257.50 méter.

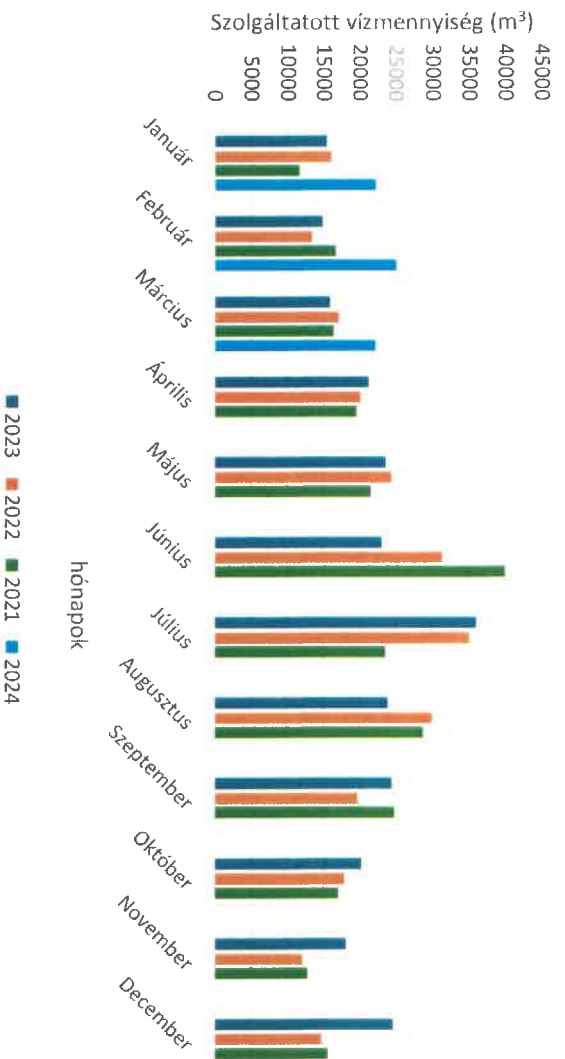


2. kép—Sukoró nyomásfokozó [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]

A következőkben csak a Nadap irányába dolgozó nyomásfokozóval és távvezetékkel foglalkozunk. A nyomásfokozó gépházát és környezetét mutatja a 2. kép.

⁵ DRV_V_407-üzemeltetési_szabályzat - Velencei-tavi regionális vízmű

Sukoró nyomásfokozó által továbbított vízmennyiség Nadap irányába
/havi mennyiségi értékek/
[2021-2024.03] (DRV)



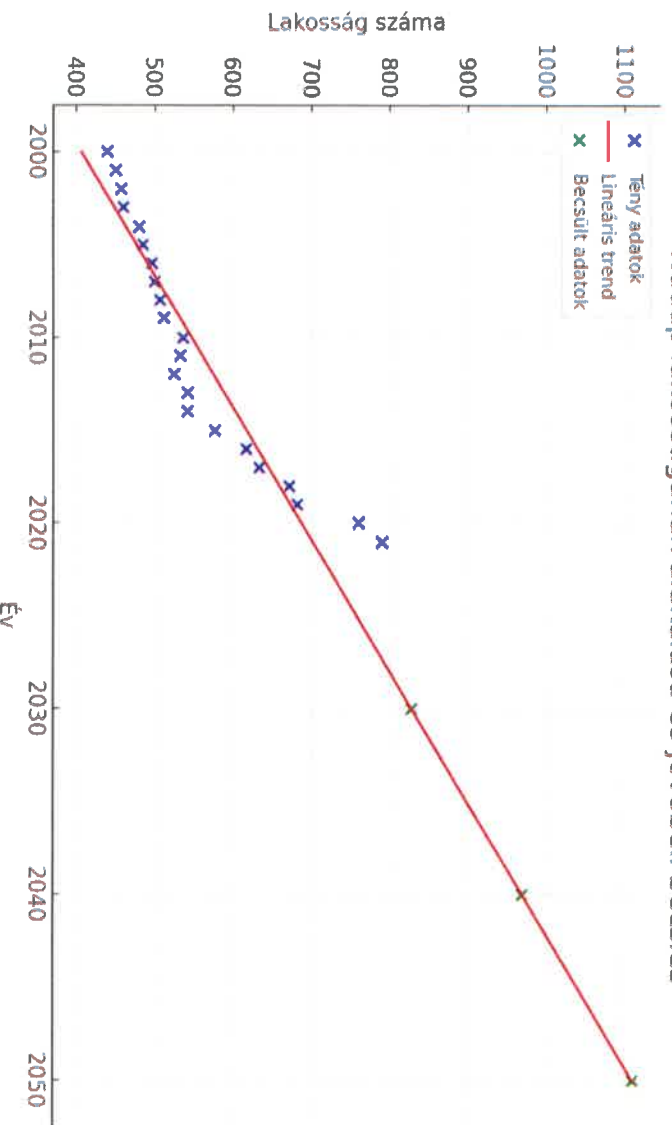
16. ábra - Sukoró nyomásfokozó által továbbított vízmennyiség Nadap irányába /havi mennyiségi értékek/

A diagram alapján látható, hogy minden évben június és július hónapokban van egy jelentős növekedés a vízfelhasználásban. Ez a szezonális minta a nyári időszakban jelentkező melegebb időjárásnak és a turisták számának növekedésének tudható be. A település havi vízfelhasználásának átlaga évről évre emelkedik, a legnagyobb növekedést a nyári hónapokban tapasztaljuk. A 2023-as év nagyobb ingadozást mutat az értékek között, ami a szórás alapján is megállapítható. Az évszakos egyenlőtlenségi tényező értéke, Pázmánd településhez hasonlóan 1.9-re tehető a 2021-es év adatai alapján. A 2022-es és 2023-as években 1.6 körül alakult.

Nadap

Nadap egy kis település Fejér vármegyében, a Velencei-hegységben, a Dunántúli-Középhegység területén. A falu közúton könnyen megközelíthető, hiszen közel helyezkedik el a 7-es főúthoz, valamint a Gárdonyi járás részeként jól kapcsolódik a környező településekhez. A 2021-es népszámlálás adatai szerint Nadap lakossága 790 fő volt. Nadap gazdag történelmi múlttal rendelkezik, melynek kezdetei a honfoglalás koráig nyúlnak vissza. Első írásos említése 1193-ból származik, amikor a település a fehérvári keresztes lovagok birtokában volt. A település több fontos földrajzi és történelmi nevezetességgel büszkélkedhet, mint például a színtezési ősjegy, amely Magyarország tengerszint feletti magasságának meghatározásánál alappontként szolgál.⁶ A település modern fejlesztései közé tartozik a turizmus fellendítése. Nadap a Velencei-hegység és a Velencei-tó közelsége miatt kedvelt kirándulóhely. A Bence-hegyi kilátó különösen népszerű, amely 2018-ban újra megnyitott és lélegzetelállító panorámát kínál a Velencei-tóra és a környező hegyekre. Továbbá a környéken található a Pákozd-i Katonai Emlékpark, mely az 1848-as pákozd-sukorói csata emlékére jött létre.⁷

Nadap lakosságának alakulása és jövőbeli becslés



17. ábra - Nadap népességszám alakulása

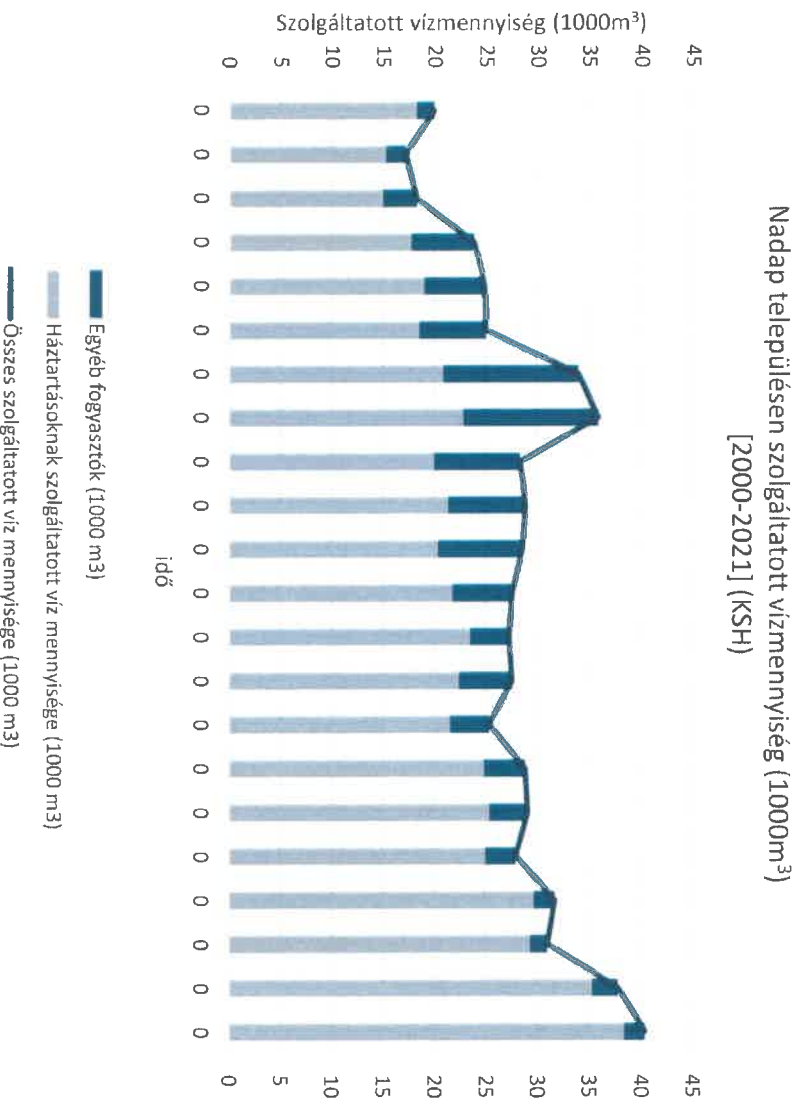
A fenti adatok alapján (17. ábra) Nadap lakossága az elmúlt két évtizedben szintén folyamatosan növekedett, bár néhány évben kisebb ingadozások is megfigyelhetők. Lineáris trend alapján a becsült lakosság számok: 2030-ra 829 fő; 2040-re 970 fő; míg 2050.-re 1110 fő. A becslések azt mutatják, hogy Nadap lakossága a következő évtizedekben tovább fog növekedni, ha a jelenlegi trend folytatódik. Bár a növekedés üteme kisebb, mint Sukoró

⁶ https://www.turabazis.hu/telepules_ismerteto_27599

⁷ <https://eloertekek.hu/nadap-es-a-velencei-to-videke/>

esetében, Nadap is vonzó lehet a jövőbeli lakosok számára a jó megközelíthetőség és a Velencei-tó közelsége miatt.

Nadap település északi részén található a Nadapi víztározó, amely két egyenként 200 m³-es vasbeton medencéből áll. Ezek a medencék egy közös zárkamrán keresztül csatlakoznak a Sukoró-Nadap NA 200-as távvezetékhez. A medencék túlfolyási szintje 230,825 m.B.f.. A víztározó medencék a Sukorói átemelő telepről induló NA 200-as távvezetéken keresztül tölthetők. A tároló védőterületén helyezkedik el a lovasberényi Honvédségi Údülő vízellátását biztosító nyomásfokozó, amely egy föld alatti vasbeton aknában található. Itt két búvárszivattyú biztosítja az üdülő ivóvízellátását. A medencék leürítő- és túlfolyóvezetékei a védőterületen kívül helyezkedő befogadóba vezetnek. Mindkét medence külön is üzemeltethető. A tározó és az átemelő energiaellátását a Nadap községi 0,4 kV-os elosztóhálózatról, földkábelben keresztül biztosítják.

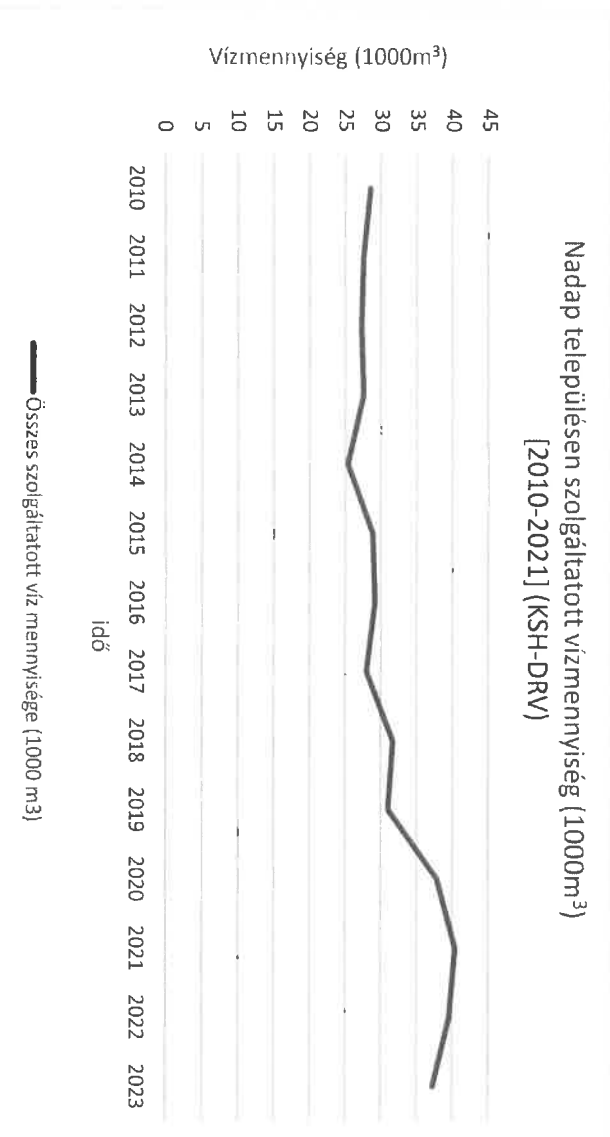


18. ábra - Nadap településre szolgáltatott vízmennyiség (1000m³) [2000-2021] (KSH)

A településre szolgáltatott vízmennyiség értékeit a 18. ábra összegzi. Hazánkban megfigyelhető trendek jól kirajzolódnak Nadap közigazgatási területén belül tapasztalható vízfogyasztás változással is. A háztartásokon kívüli egyéb, első sorban ipari fogyasztók a 2010-es évektől a háttérbe szorultak. Számos iparág vélhetően itt is, mint sok más területen is megszűnt. 2014-ig egy viszonylag stagnáló mennyiségi igény jelentkezik a területen, majd lassú de folyamatos emelkedés figyelhető meg 2017-ig, amikor a folyamat felgyorsul. Az egyéb fogyasztók arány jelentősen nem változik az elmúlt 10 évben a háztartási fogyasztókhöz képest. A vízmennyiség igényének emelkedése a lakosság számának emelkedésével és a Pázmánd település

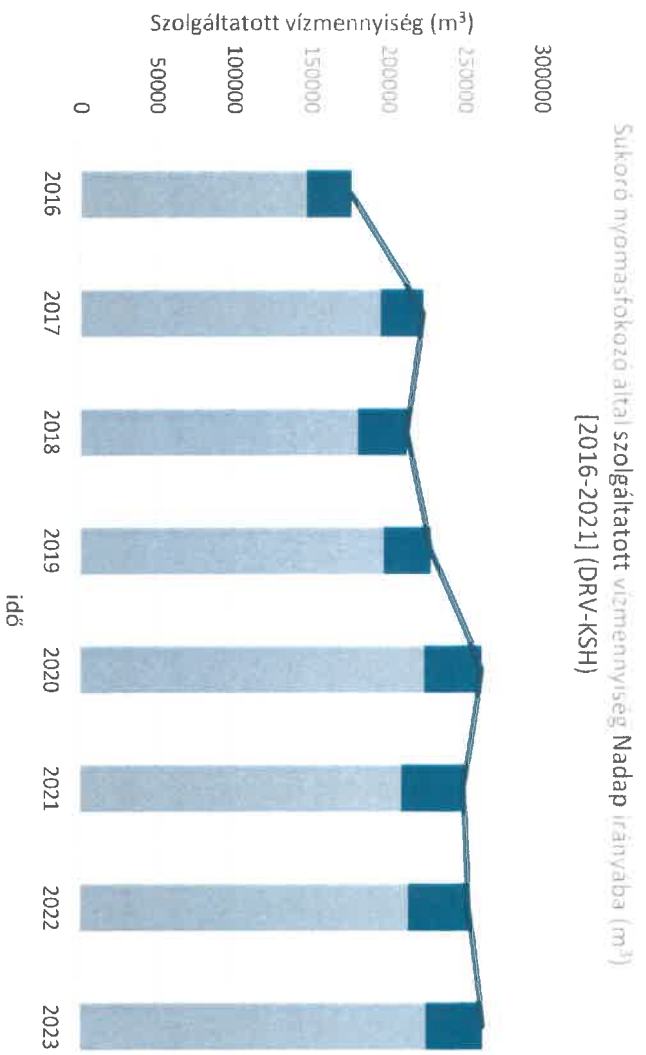
vízigénnyével foglalkozó fejezetben már ismertetett hazai trenddel, miszerint az egy főre eső lakossági fogyasztás értéke az elmúlt ~10 évben növekedésnek indult, jól leírható. Egyéb hatások nem figyelhetők meg a területen a vízmennyiségi adatok alapján.

A 19. ábra a településre szolgáltatott összes vízmennyiség értéket mutatja. Az üzemeltetőtől kapott adatsor értékei megfelelő egyezést mutattak a KSH adatokkal, így a KSH adatok között nem publikált évekre is el tudtuk készíteni a mennyiségi kimutatást. Ezen értékek alapján azt tapasztaljuk, hogy a 2020-évtől tapasztalható mennyiségi igény növekedés 2021-től egy stagnáló majd kis mértékben lassuló tendenciát vesz fel. Vélhetőleg a turista forgalom, a szezonális időszakokban jelentkező többletfogyasztások és azok, az elmúlt években bekövetkezett változása áll ennek a háttérében. Ezen adatok alapján nem jelezhető előre a vízigények csökkenése, inkább azt erősíti, hogy a népesség számmal és a turizmussal erősen összefügg és Nadap település vonatkozásában egy lassú növekedést jelezhetünk előre.



19. ábra - Nadap településen szolgáltatott vízmennyiség (1000m³)

A 20. ábra a Sukoró település közigazgatási területén található nyomásfokozó által továbbított mennyiségek évenkénti alakulását mutatja. Az előző ábrák által szemléltetett adatokon látható változások itt is megfigyelhetők, tehát nem csak Nadap településre, hanem az egész vonzáskörzetre jellemző a 2020-tól viszonylag stagnáló mennyiségi igény állapota. A rendelkezésünkre álló adatok alapján a Sukorói nyomásfokozó által továbbított mennyiségi értékekből kiszámítottuk és elkülönítve ábráztoltuk a Nadap települési mennyiségi igényeket és az egyéb igényeket. Az ábra értelmezését kis mértékben torzíja, hogy Nadap elkülönített vizsgálatához a Lovasberény üdülőtérületnek átadott mennyiségek is az egyéb vízigények kategóriába kerültek. Ezen terület vízigény szempontú részletezése a következő fejezetben olvasható.



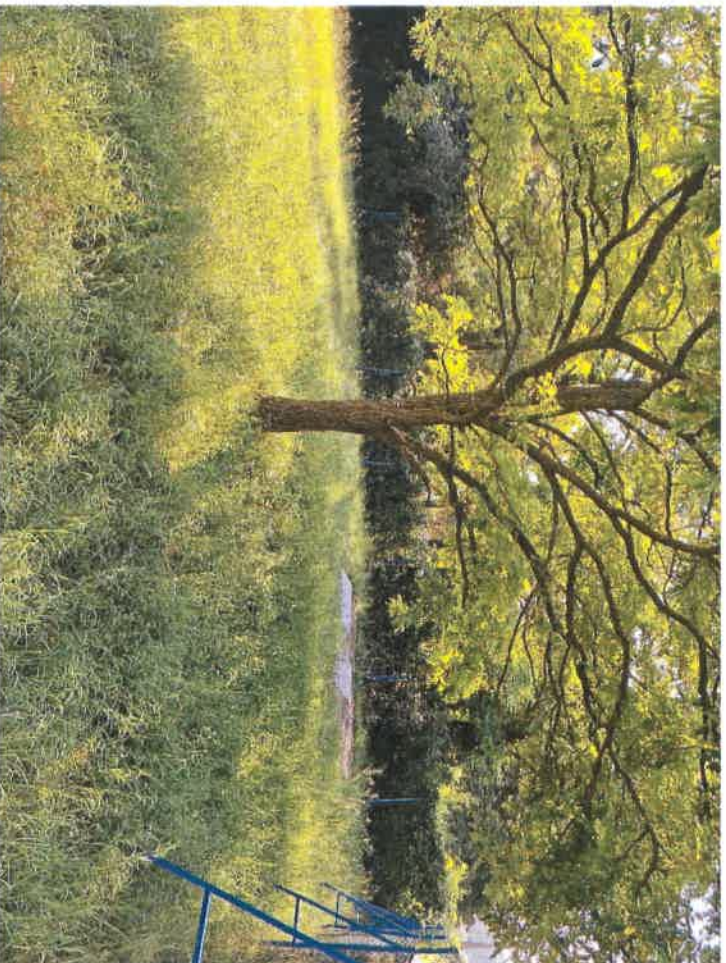
20. ábra - Sukoró nyomásfokozó által szolgáltatott vízmennyiség Nadap irányába (m³)



3. kép - Nadap magasponton lévő térszíni tároló területe [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]

Lovasberény üdülők

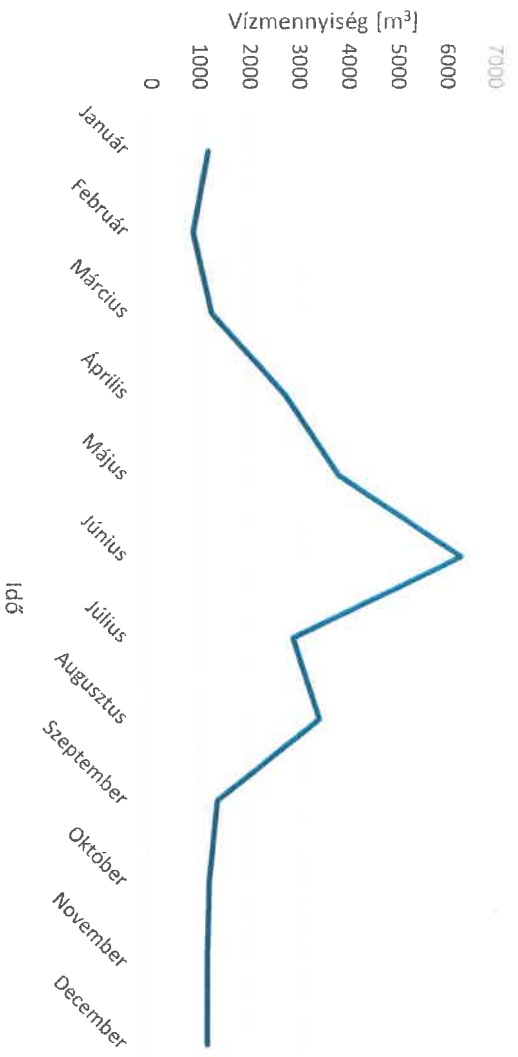
Nadap település közigazgatási területén, északi irányban található a Nadapi $2 \times 200 \text{ m}^3$ -es víztározó, amely két monolit szerkezetű, egyenként 200 m^3 -es vasbeton medencéből áll. Ezek a medencék egy közös zárkamrán keresztül csatlakoznak a Sukoró-Nadap NA 200-as távvezetékhez. A medencék túlfolyó szintje 230.825 m.B.f. A víztároló medencék a Sukorói átemelő telepről induló, NA 200-as távvezetéken keresztül tölthetők fel. A tároló védőterületén található a lovasberényi Honvédségi Üdülő vízellátását biztosító nyomásfokozó, amely egy térszín alatti vasbeton aknában elhelyezett, függőleges patronba beépített két bűvárszivattyúval emeli az üdülő által igényelt ivóvizet. Elhelyezkedését a nadapi térszíni medence mellett a 4. kép mutatja. A medencék leürítő- és túlfolyóvezetéke a védőterületen kívüli befogadóba csatlakozik. Mindkét medence külön-külön is üzemeltethető. A tározó és az átemelő energiaellátását a Nadap községi $0,4 \text{ kV}$ -os elosztóhálózatról, földkábelben keresztül biztosítják.



4. kép - Nadapi nyomásfokozó Lovasberény felé [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]

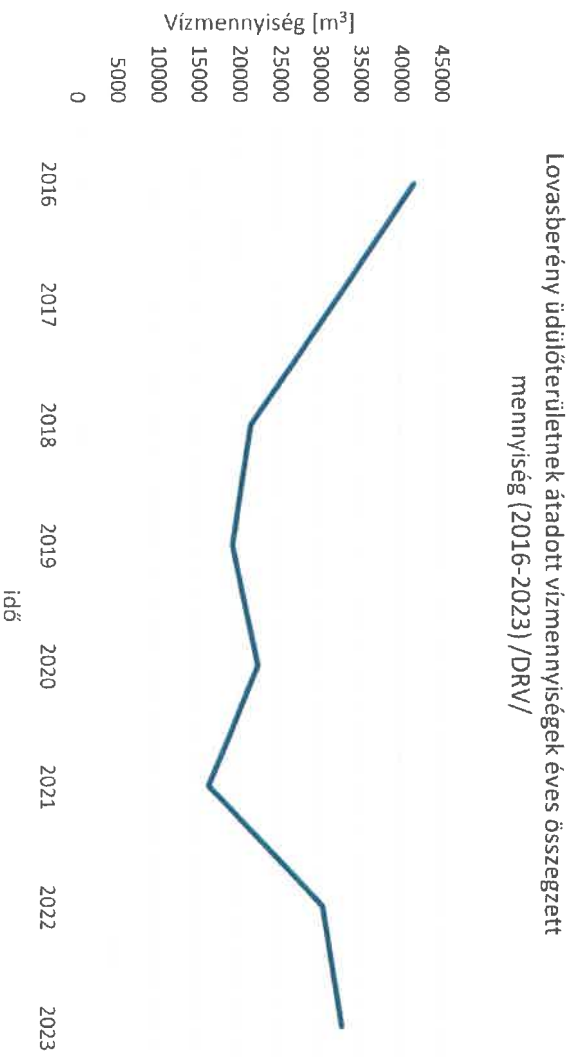
A 21. ábra A lovasberényi Honvédségi Üdülő vízigényeinek kielégítésére átadott mennyiségek átlagolt havi megoszlását mutatja. Üdülőterület lévén a szezonálitás szembetűnő az értéken. A mennyiségi igények fokozott növekedése április hónaptól jelentkezik a vizsgált 7 év viszonylatában és augusztus hónapban fejeződik be. Ezen hónapokban átlagosan 1.7 szeres terheléssel, még a legnagyobb fogyasztási időszaknak számító június hónapban 2.8 szoros terheléssel számolhatunk.

Lovasberény üdülőterületnek átlagot vízmennyiségek átlagai havi bontásban
(2016-2024.03)/DRV/



21. ábra - Lovasberény üdülőterületnek átlagot vízmennyiségek átlagai havi bontásban (2016-2024.03) közötti időszakra

A 22. ábra a rendelkezésre álló adatok alapján vizsgált évekre összegzett vízigény értékeket mutatja. A többi területen tapasztalható igény növekedés itt is tapasztalható, de a stagnáló jelleg itt nem figyelhető meg az elmúlt 3 évre. A számítások szempontjából az üdülési időszakban 90 m³/nap átlagos és szélsőséges csúcsfogyasztási időszakban 290 m³/nap mennyiségekkel számolhatunk a mértékadó üzemi állapotok esetében.



22. ábra - Lovasberény üdülőterületnek átlagot vízmennyiségek éves összegzett mennyiség (2016-2023)

6. Fogyasztás térbeli eloszlása

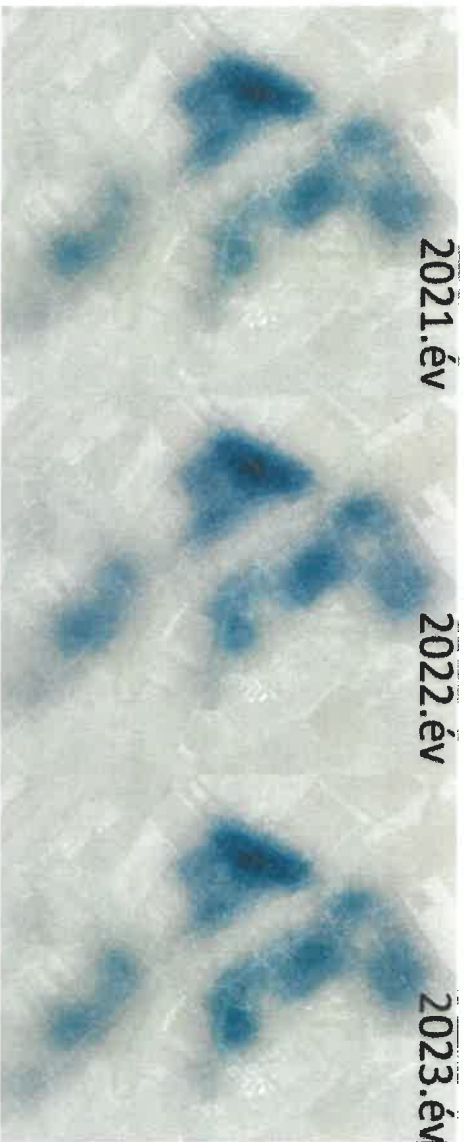
A hidraulikai modellek pontosságát a bemeneti paraméterek alapvetően befolyásolják. A területre az üzemeltető rendelkezésre bocsátotta a számlázási adatokat, amelyeket felhasználva egy általunk kidolgozott feldolgozási módszertannal⁸, egy geokódolási eljáráson alapuló területi meghatározással térbeliesítettük a számlázási adatokat. Az eredmények térképi megjelenítését a 23. ábra szemlélteti. Az ábra bal oldalán kék színnel jelölt pontok a számlázási adatok alapján térképen ábrázolt fogyasztókat mutatják.



23. ábra - Fogyasztók térbeli ábrázolása (DR1-számlázási adatok alapján) és hálószerkezetek meghatározása

Ezt követően az előkészített hálózathidraulikai modelhez kellett hozzánkcsatlakoznunk a feldolgozott adatokat, amelyet ún. Voronoi diagramok segítségével oldottunk meg. A hálózati topológia felbontását a rendelkezésre álló fogyasztási adatok függvényében készítettük el. A relatív nagy elemszám ebben az esetben biztosította, hogy a fogyasztási modelhez tudtuk igazítani a topológiai modellstruktúráját. Ennek eredményeképpen a létrehozott modell a későbbiekben egyéb célokai is elláthat majd. A területi fogyasztás eloszlást a vizsgált területre a 24. ábra szemlélteti. Ebben a megjelenítésben a feldolgozott adatsorok értékeit három egymást követő évre vonatkoztatva ábrázoltuk. A hőtésképes megjelenítés jól mutatja, hogy mely területeken nagyobb vagy kisebb az egészhez viszonyított vízfelhasználás. Megfigyelhetjük, hogy a három vizsgált évben nem tér el szignifikánsan a fogyasztás térbeli eloszlása, ami alapján ezt a térbeli eloszlást biztonsággal alkalmazhatjuk a hidraulikai modellépítés folyamataiban.

⁸ Orgoványi Péter, Karches Tamás: GIS-Based Model Parameter Enhancement for Urban Water Utility Networks, Urban Science 8 : 2 p. 35 (2024): <https://doi.org/10.3390/urbansci8020035>



24. ábra - Pécsmánd település fogvászásának térbeli eloszlása (2021-2023)

7. Hidraulikai modellépítés

Matematikai modellezés módszertana

A rendszeranalízis kezdeti lépéseként szükséges létrehozni a vízellátó rendszer modelljét, valamint kiválasztani azt az algoritmust, amelyet a számítások során használni kívánunk. Ehhez a vízellátó rendszert gráfként leírt hálózatként értelmezzük, ahol a gráf élei különböző kapcsolatokat és fizikai tulajdonságokat reprezentálnak. Első lépésként a hálózat geometriáját leíró topológiai modellt kell létrehozunk.

A hálózat topológiája azon geometriai tulajdonságok összességét jelenti, amelyek a hálózat szerkezetét leírják, anélkül, hogy a hálózat fizikai jellemzőivel foglalkoznánk. A gráfok alkalmazásával egyértelműen modellezhetők a topológiai összefüggések, és ebben az esetben a matematikai modell általában a gráfokat reprezentáló mátrixokat tartalmazza (kapcsolási mátrix, hurok mátrix stb.). Ezek a mátrixok kulcsfontosságúak a Kirchhoff-törvények alapján felírható kontinuitási és egyensúlyi egyenletek létrehozásában.

Nyomás alatti vízellátó rendszerekben létrejövő vízmozgás leírására a Navier-Stokes egyenletekből származtatott általános Bernoulli-egyenletet alkalmazzuk, vagyis a csővezetékekben áramló folyadék szakadásmentes áramvonalára írjuk fel az impulzusmegmaradás egyenletét sűrűlési energiavesztéséget feltételezve. Ennek kulcsparamétere az ellenállási tényező.

Az ellenállási tényező meghatározását úgy célszerű elvégezni, hogy kezdetben egy becsült vagy előző számításokból származó sebességérték alapján határozzuk azt meg. Az iteráció befejeztével, amikor már jól közelítjük a tényleges sebességeket, újra kiszámítjuk az ellenállási tényező értékét a közelítő sebességek alapján, majd újraiteráljuk a folyamatot.

A hálózat csomópontjaira és a csővezetékek által létrehozott hurokokra a Kirchhoff-törvényt alkalmazzuk. Mivel a Kirchhoff-törvények alapján felírt egyenletrendszer másodfokú, a megoldás iteratív módon történik. Az iterációs módszerek általában relaxációs jellegűek, vagyis a számítás során a hibatar csökken, és a számítás konvergál.

A hálózat vezetékei ágakból állnak össze, melyek ágakból indulnak ki, majd más csomópontokba futnak be. A csomópontok nem csupán az ágak kezdeti vagy végpontjai, hanem a hálózat olyan pontjai, ahol a fogyasztók vízigényét elosztjuk (vagy pontosabban, ahol a fogyasztás elosztását feltejezzük). A csomópontokban összekapcsolódnak az ágak, de változhatnak a vezetékek geometriai és/vagy hidraulikai jellemzői is.

A topológiai modell után a fogyasztást/vízigényeket kell meghatározni, melyhez a hely, nagyság és idő adathármasra van szükségünk. A vízfogyasztás helyének és mennyiségének együttes meghatározása azonban nehézkes és a modellben alkalmazott egyszerűsítések a modell bizonytalanságát növeli.

Nem minden esetben lehetséges minden fogyasztót külön csomópontként kezelni, eldönthetjük, hogy mi legyen az a távolság (például utcaszakasz), amelyen belül a fogyasztókat nem az aktuális helyükön, hanem az adott ág két végpontján modellezzük. Az alapadatok alapján készíthük el a rendszer modelljét. Ennek során a valós rendszer egyes elemeit modell-elemekké alakítjuk át. Ez azt jelenti, hogy meghatározzuk a modell-elemekhez kapcsolódó geometriai, fizikai-hidraulikai összefüggéseket leíró paramétereket.

A modell kalibrációja, azaz annak megfeleltetése a valóságnak, a rendszer állandó, üzemszerű működése során keletkező adatok felhasználásával történik, amelyeket a meglévő online adagyűjtő rendszer rögzít. Ebben az esetben megbízható, legalább 24 órás idősorok állnak rendelkezésre.

Alkalmazott szoftver (EPANET)

A mai piacon számos szoftver áll rendelkezésre ivóvízhálózatok modellezésére, ilyenek például a WATERCAD, PICCOLO, HCWP és az EPANET. Az EPANET szoftvert az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (USEPA) fejlesztette ki, melynek első verziója 1993-ban jelent meg, legutóbbi stabil verziója pedig 2020-ban (2.2). A program nyílt forráskódú, így a teljes C++ nyelven írt forráskódja letölthető és korlátlanul használható a szoftver honlapjáról. Az EPANET fő fejlesztési iránya a vízminőség hálózatbeli változásainak modellezése volt, ami szükségessé tette a hálózatbeli áramlási viszonyok pontos ismeretét. A szoftver két részből áll: egyrészt egy hidraulikai számításokat végző programból a nyomás alatti hálózaton, másrészt egy anyagtranszport egyenleteken alapuló részből, ami a minőségbeli változásokat írja le. (Deli, Bódi, 2009)⁹

A program képes korlátlan méretű hálózatok kezelésére, ahol a korlátokat csak a futtatásra használt számítógép jelentheti. A sűrűdési veszteség számításához több számítási képlet közül választhatunk (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning). A szoftver képes meghatározni az egyes szivattyúk energiafogyasztását és annak költségeit, valamint képes kezelni a fordulatszám szabályozott szivattyúkat is. Modellezi a különböző típusú nyomásszabályzókat és elzárószerelvényeket, és lehetőséget biztosít bármilyen alakú tározó

⁹ Dávidné Dr. Deli Maitlő, Bódi Gábor. 2009. Vízellátó rendszerek hidraulikai rendszervizsgálata, vizsgálati módszertana - módszertani elemző tanulmány. Vízikiózmű és Környezetmérnöki Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Budapest;2009.

betáplálására. A modellezési eredményeket táblázatosan és grafikusan is ábrázolhatjuk. (Lewis, 2000)

A vízminőség elemző rész képes modellezni az inert anyagok terjedését a hálózatban minden időpillanatban, valamint a reakcióképes anyagok transzportfolyamatait. Képes modellezni a víz minőségét jellemző vízminőségi paramétereket és ezáltal az egyes komponensek változását a teljes hálózaton belül. Így nyomon követhető a víz és a benne lévő anyagok áramlása a betáplálástól a végpontokig. Megfelelő beállítások mellett, egy regionális hálózat esetében a különböző forrásból származó vízfelhasználások keveredése és útja is kimutatható.

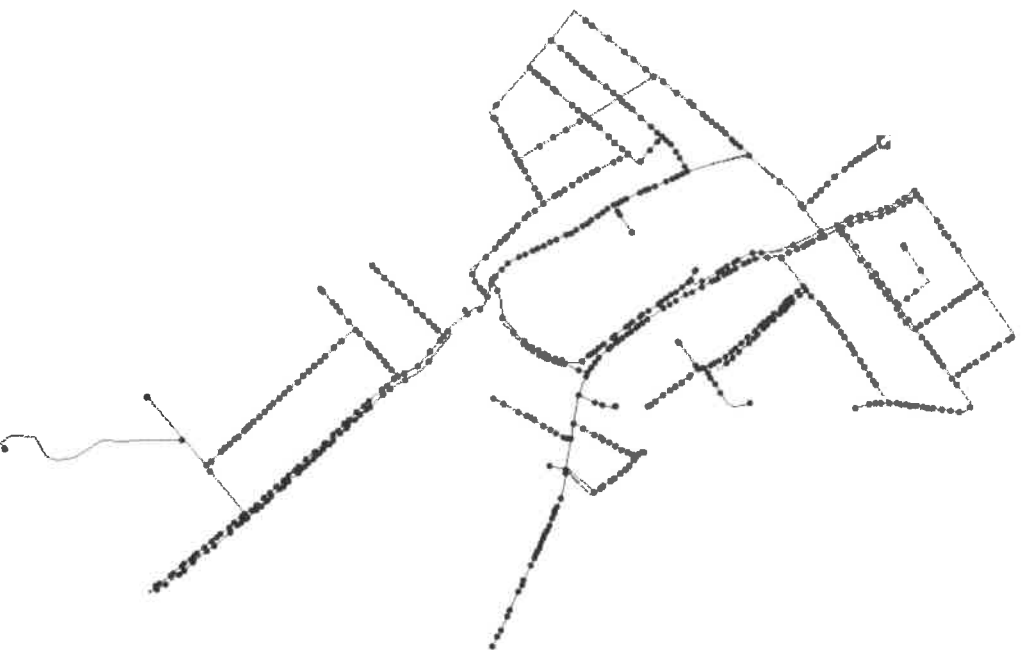
A csővezetésekre külön-külön meg lehet határozni számos paramétert, például az érdekesség értékét, ezáltal egy meglévő hálózat még pontosabban betáplálható a modellbe. (Lewis, 2000)¹⁰

Fontos megjegyezni, hogy a numerikus számítás a vízhozam peremfeltételére épül, ami azt eredményezi, hogy a szivattyú energiateljesítménye nem a szállított közeg és az előállított nyomás alapján, hanem a hálózathidraulikai számításokból származó vízhozam és nyomás alapján tér el a valóságtól. A modell létrehozásához szükséges a topológiai modell, a hidraulikai paramétereket reprezentáló tényezők és a fogyasztási modellek ismerete. Ezek együttes ismerete és a szoftveres környezetben való megfelelő integrációja alkotja a modell alapját. Ezen tényezők ismerete nélkül a modellezési feladat nem hajtható végre. Az egyes tényezők valósághoz való viszonyának ismerete a modell validálásához elengedhetetlen. A modellezési eredmények csak ezen ismeretek birtokában használhatók fel. (Deli, Bódi, 2009)

¹⁰ Lewis, A. Rossman, és mtsai. 2021. EPANET 2.2. User Manual. Water Infrastructure Division Center for Environmental Solutions and Emergency Response U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio 45268 : EPA, 2021. EPA/600/R-20/133.

Hálózati topológia

A hálózati topológiát az üzemeltetőtől kapott CAD alapú hálózati rajzi állomány alapján építettük. Sűrűségét a fogyasztási modell felbontásához igazítottuk. A település meglévő vízkivételi kútjai és azok jelenlegi vízműhöz történő csatlakozásai direkt nem lettek felvéve a topológiában.



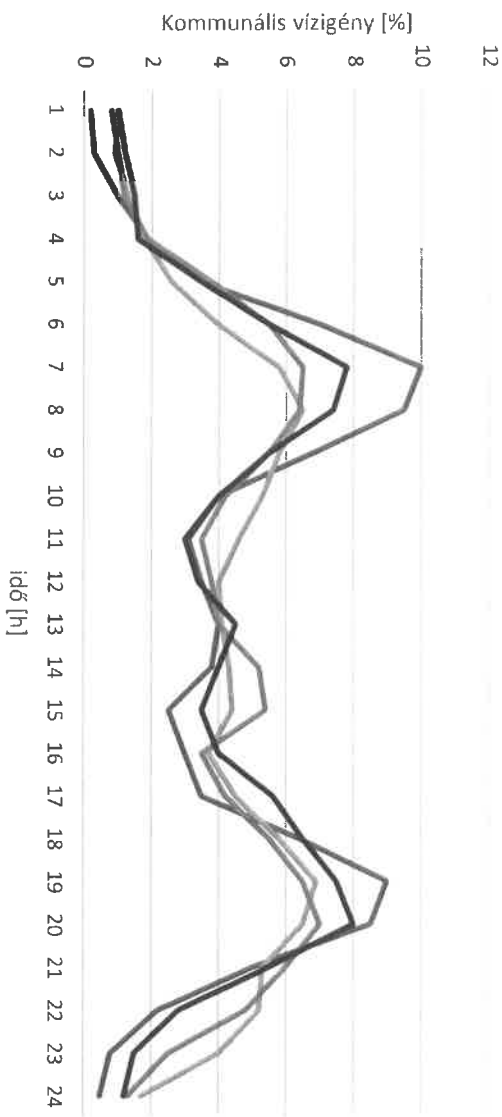
25. ábra - Pázmánd település vízellátó hálózati topológiai modellje

Jellegzőrűbék és menetűrűbék

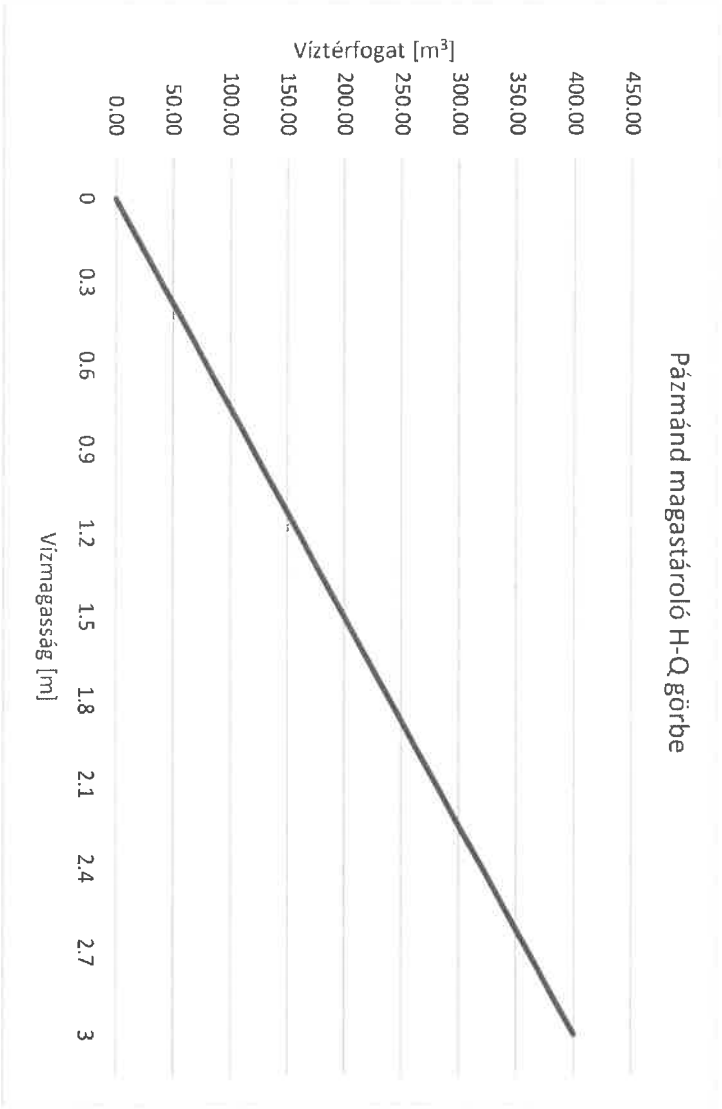
Pázmánd településre a fogyasztást a legkisebb rendelkező felbontásban, napi mennyiségben tudta biztosítani az üzemeltető. A napi értékekből a napon belül bekövetkező változásokat nem tudtuk vizsgálni, így az óránkénti felbontáshoz, amellyel a napon belüli változások szélsőségei is vizsgálhatóvá válnak, a MI-10-158-1 számú Víznormák irányelv értékei alapján közelítettük. A 26. ábra értékei az 5-10 ezer fős település típusok, illetve a 10-50 ezer fős település típusok értékei alapján lettek vizsgálva. A hivatkozott műszaki irányelv 1992-ben került kiadásra. Az azóta eltelt időben a kistelepüléseken is erősen az urbanizációs folyamatok dominálnak, amely

folyamatok miatt ezekben a lakosság kategóriákba tartozó értékek használatával a kistéleplések vízfogyasztási értékei is biztonsággaal közelíthetők. A 26. ábra fekete görbével jelzett értékeit használtuk Pázmánd fogyasztásának közelítésére.

Kommunális vízigény napi eloszlása
(szakirodalmi adat)



26. ábra - Szakirodalmi értékek a kommunális vízigény napi eloszlására [Ml-10-158-1]



27. ábra - pázmándi magastároló magasság-térfogat leíró összefüggése

Kalibráció

Pázmánd település ellátó hálózatára készülő alap modell értékeit az üzemeltető által megadott üzemeltetési paraméterek alapján építettük, majd ezekre a paraméterekre végeztük a kalibrációt. Az eredmények jóságát a kalibrációhoz használt adatoktól független adatsorra tudjuk megállapítani. A következő fejezet validáció folyamatát részletesen tartalmazza.

Validáció a jelen állapotra

A jövőbeni állapot tervezéséhez a jelenlegi állapotot a lehető legjobban közelítő modell megalkotása elengedhetetlen. A bemeneti adatok bizonytalansága kihatással van a végeredmény pontosságára és felhasználhatóságára. A kapott eredmények ellenőrzését a rendelkezésre álló hálózati nyomásértékek alapján tudtuk elvégezni, amelyeket a tűzcsap mérések jegyzőkönyveiből tudtunk átvenni. Sajnos az egyes mérések leírásához nem tartozik a teljes hálózatra vonatkozó aktuális üzem leírása (Ezeket a paramétereket nem szokták rögzíteni, a jegyzőkönyv nem írja elő), így az adatok csak ezen hibával terhelve kerülhetnek kiértékelésre. A validációhoz a 2023 évre kapott adatsorok alapján az átlagos és a csúcsfogyasztás értékekre is elvégeztük a vizsgálatot, melynek eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. Mindkét esetben az este 8 óras napi csúcs vízigény értékre készült az eredmények kiértékelése. A modell csomópontjai alapján térbeli közelséganalízis segítségével kapcsoltuk a tűzcsap mérési jegyzőkönyvek térbeli adatait. A létrehozott adatpárok kerültek ezt követően kiértékelésre.

2. táblázat - Nyomás vizsgálat Pázmánd alap modellen

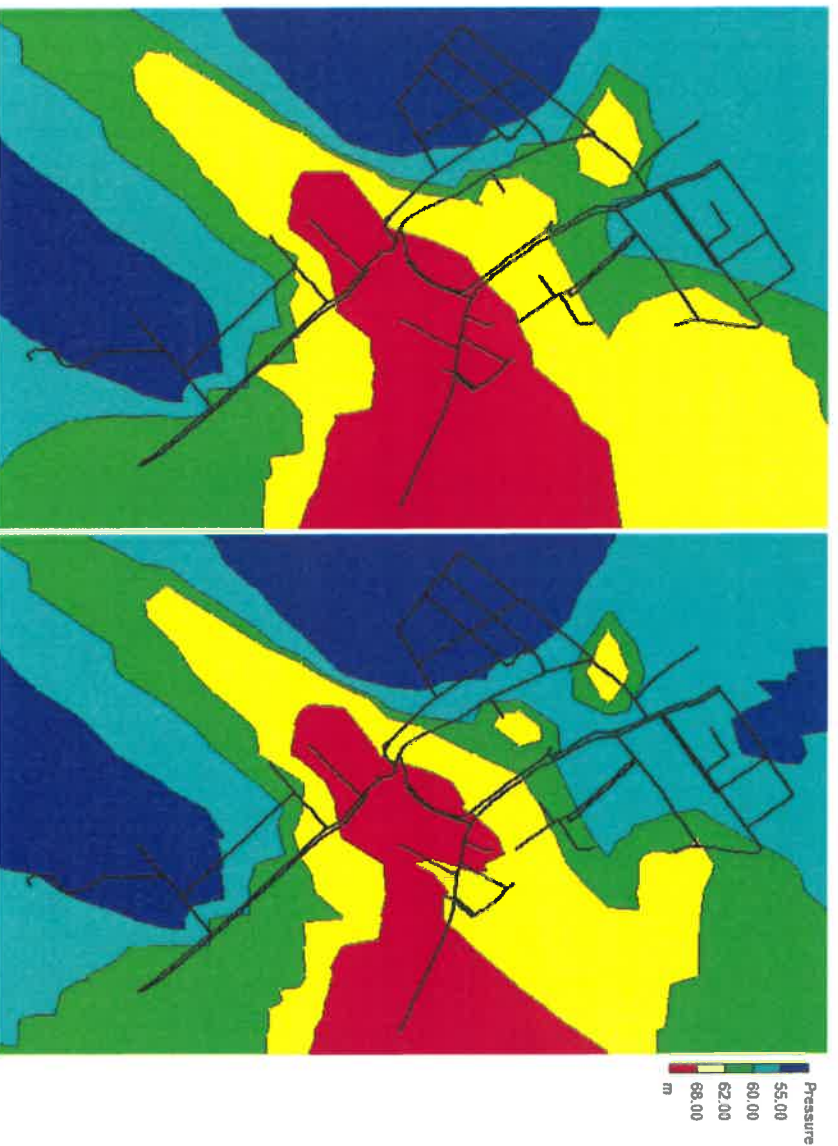
	2023. év átlagos fogyasztás	2023. év csúcsfogyasztás
Átlagos eltérés	0.37 bar	0.3 bar
Minimum	-0.41 bar	-0.49 bar
Maximum	1.18 bar	1.19 bar
Medián	0.33 bar	0.25 bar

Tűzcsap mérési jegyzőkönyvekből a feldolgozást követően 56 darabot tudtunk felhasználni. Ez azt jelentette, hogy az ellátóhálózaton belül 56 különböző helyszínrre volt referencia nyomásadatunk. A mérések alapján készült nyomásértékp az AH-02-es jelű helyszínrájon látható. A kiugró eltéréseket egyesével vizsgáltuk. A Kossuth Lajos utca és a Hegyalja utca találkozásánál tapasztaltunk a mért és számított értékek között 1.19 bar nyomásérték különbséget. Ennek pontos okát nem sikerült feltárnunk. Egyik feltételezésünk az volt, hogy az ott lévő csomópontban az észak nyugati irány le van zárva, de ennek az állapotnak a vizsgálata sem mutatott szignifikáns javulást az eltérésben. Valószínűsítettük, hogy a tűzcsap mérés értéke olyan időpontban került rögzítésre, amikor például tározó mosás volt, vagy hasonló-, a normál üzemiől eltérő állapot állt fenn a hálózaton.

A csúcsfogyasztási értékekre kapott medián érték írja le legjobban a modell jóságát, amely alapján +0.25 bar többlet nyomással számoltunk a következő vizsgálatok során. A bemeneti paraméterek bizonytalanságát figyelembe véve ez az érték kíváló egyezést mutat a valós, mért és modellértékek között.

Prognosztizált állapot

A validációt követően az alap modell verziót, amely a 2023 év csúcs vízigényére lett tervezve (555 m³/nap), mint mértékadó üzemállapot, elkészítettük a 2050-re prognosztizált nyári csúcsfogyasztási állapotra is (746 m³/nap). A település nyomásviszonyait alapvetően a domborzat és a tároló geodéziai magassága határozza meg. A jelenlegi üzemben a szivattyúk úgy vannak beállítva, hogy a tároló leürülése előtt, szintvezérlés alapján kapcsolnak és kezdik tölteni a geodéziai magasponton lévő (202.00 m.B.f. fenékszinttel rendelkező) 400 m³ tértfogatú tárolót. A napi csúcsfogyasztási állapotban kialakuló nyomásértékeket a hálózaton, amelyek ábrázolásakor a vízmű szivattyúi is üzemelnek, tehát a tároló töltési állapotban van a 28. ábra szemlélteti.



28. ábra - Pázmánd nyomástérkép jelenlegi és prognosztizált csúcsfogyasztási állapotokra (balra - 2023-ra számított, jobbra 2050-re számított értékek)

A csúcsfogyasztási időszakról elmondható, hogy a jelenlegi üzemrend a település jelenlegi igényeit ki tudja szolgálni. A jelenlegi szivattyú kapacitás mellett körülbelül napi 13 óra töltési állapottal lehet a kívánt mennyiségeket kielégíteni, ami azt jelenti, hogy megközelítőleg 11 óra tározási kapacitás van a rendszerben, ami mellett a folyamatos üzemelés is biztosítható. A 2050-re prognosztizált állapotban ez az érték csupán 9 órát tesz ki. A jelenlegi trendeket figyelembe véve a Pázmánd településen található, magassági ponton elhelyezett térszíni tároló funkcióját kapacitás szempontjából el tudja látni a jövőben is.

A futtatási eredmények alapján a teljes település tekintetében a jelenlegi és prognosztizált fogyasztásokra nézve a csővezeték átmérők megfelelőek. Meg kell azonban jegyezni, hogy

vizsgálatunk tárgyát a tűzvíz igények kielégítésének kérdésköre nem képezte. Erre a kérdésre további vizsgálatok adhatnak választ. Érdemes a biztosítható tűzvíz mennyiségi igényeket modellezéssel történő vizsgálat alá vonni, amennyiben ipari vagy nagyobb mennyiségi igényvel rendelkező gazdasági szereplő szeretne tevékenységet folytatni a területen.

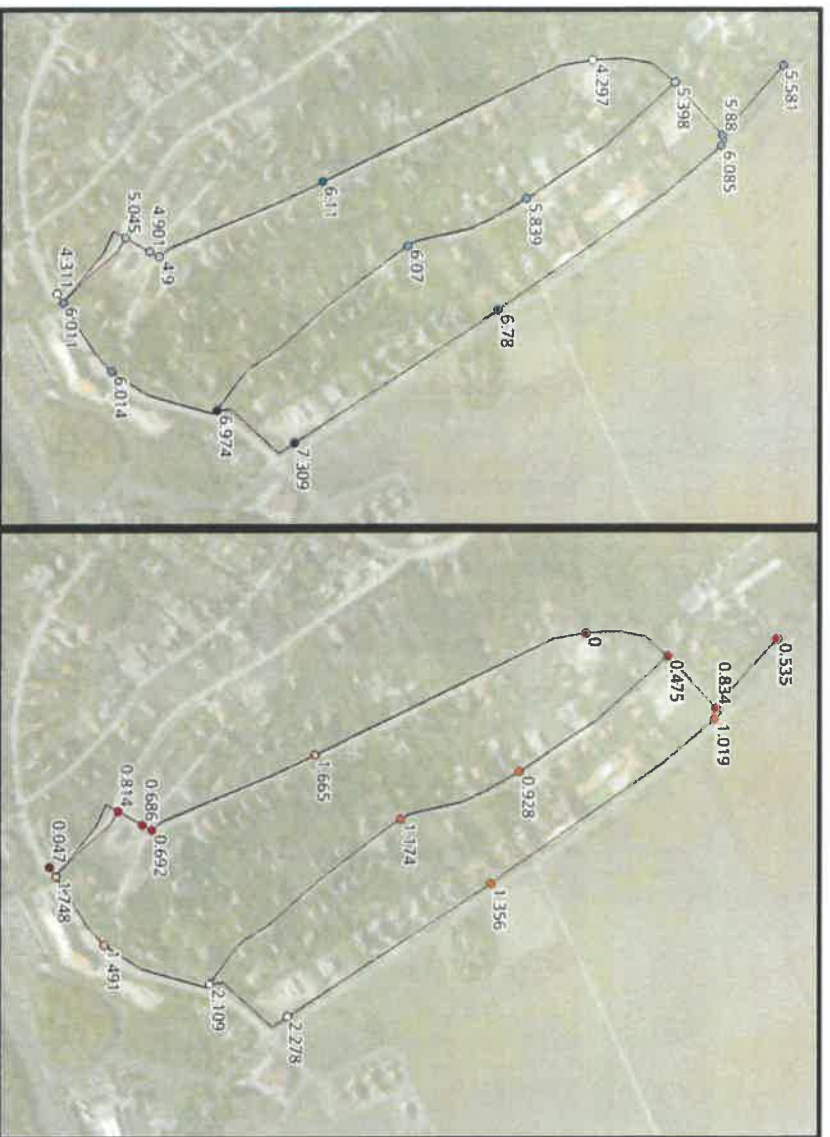
Az eredmények vizsgálatánál meg kell említeni, bár a domborzat alapján ismert jelenségről van szó, hogy a Határ utcában és a domborzatiilag mélyebb területeken helyenként a 6.0 bar¹¹ nyomásértéknél nagyobb is tapasztalható. Ezeken a területeken indokolt lehet a nyomáscsökkentő berendezések alkalmazása. Amennyiben a település fejlődése délkeleti irányba folytatódna, akkor javasoljuk a validált hidraulikai modell segítségével a nyomáscsökkentő történő szétosztás lehetőségét vizsgálni. Több nyomáscsökkentő kialakításával a lakosságnak és egyéb vízfelhasználóknak biztosíthatóvá válik a megfelelő víznyomás egyéb, bekötésenként elhelyezendő berendezések nélkül. A hálózat ilyen módon történő átalakítása jelentős műszaki átalakítással is járhat, mert alapszámban kell a teljes település vezetékhálózatának elrendezési koncepcióját, tározási kapacitását vizsgálni, de csak a vizsgálatok után állapítható meg a szükséges műszaki beavatkozások mértéke. Az alacsonyabb, csak a szükséges nyomáson üzemeltetett hálózatok élettartama jelentősen nagyobb, mert a műszaki infrastruktúra csak kellő mértékben van igénybevéve.

8. Velence felőli ellátás vizsgálata

Velence település felől történő ellátás alap koncepciója volt, hogy a célterülethez legközelebb eső területről, a Vörösmarty-hegyi tározóból nyomásnövelt II-es jelzésű zónáról történjen a vízelvétel egy tervezett nyomásfokozóval, amely biztosítja a szükséges nyomás és mennyiségi értékeket.

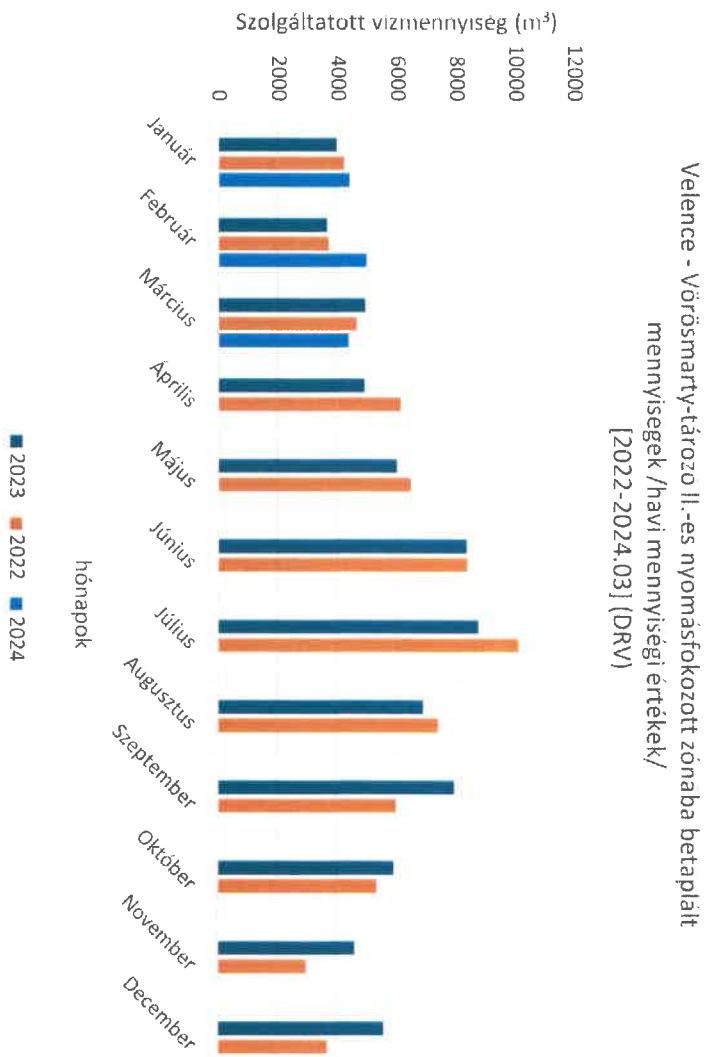
Számításaink alapján a területen található meglévő hálózatból a célterület nem ellátható. Az üzemeltetőtől kapott adatok alapján a velencei II-es nyomáscsökkentő vázlatos modelljét elkészítettük, amely segítségével a hálózatról történő ellátást vizsgáltuk. A 29. ábra a vizsgálati eredményeket mutatja. A bal oldalt a normál üzem közben kialakuló nyomásértékek láthatók „bar” mértékegységben kifejezve. A jobb oldali ábrarészen a Pázmánd települést ellátó nyomásfokozó szivattyú által okozott nyomáscsökkentés figyelhető meg, amely értékek szintén „bar” mértékegységben vannak kifejezve. A nyomásfokozó szivattyú a terület keleti oldalán került felvételre.

¹¹ 58/2013. (II. 27.) Korm. rendelet a víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról

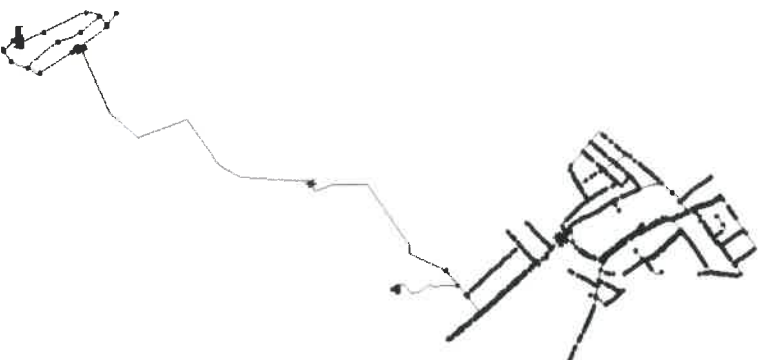


29. ábra - Velence II-es nyomáscsónáról történő ellátás. Bal oldalt normál üzem esetén a nyomások [bar], jobb oldalt párnázott nyomásfokozó működése közbeni nyomások [bar]

A normál üzem nyomásértékei közelítő értékek. A kapott kiindulási adatok nagymértékben befolyásolják az eredmények pontosságát. Az ábrán látható hálózati rész a II-es nyomáscsónárnak csak egy része. Számításaink alapján az ellátott terület ~45%-a. A zóna nagyobbik része a terület Nyugati oldalán helyezkedik el. Számításba vettük a zóna vízigényeit is. A rendelkezésre álló adatok alapján a zónára termelt havi mennyiségeket használtuk kiindulási alapként, amelyekből a 2022-es és a 2023-as évre vonatkozó adatok lettek részletciben vizsgálva. A korábbi mennyiségi mutatók vizsgálatától eltérően a 2021-es évet nem vettük figyelembe, mert 2 hónapra adathiányos időszak volt. A közelítő számítás alapján az évszakos egyenlőtlenségi tényezőt is figyelembe véve, ami 1.76 erre a területre, 334 m³/nap mennyiséggel számoltunk a teljes zónára. A zónába táplált mennyiségi adatok havi mennyiségi értékeit a 30. ábra mutatja. A hálózat topológiai modelljét a 31. ábra szemlélteti.

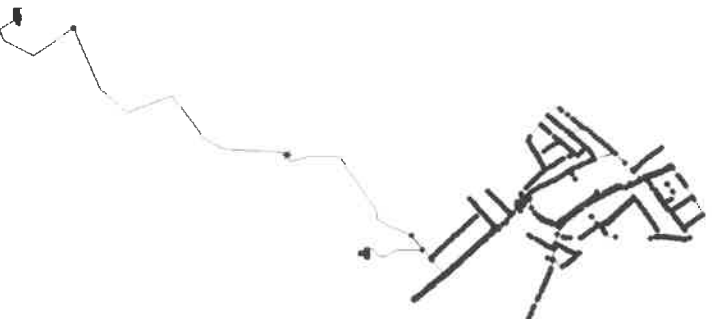


30. ábra - Velence - Vörösmarty-hegyi tározó II.-es nyomásfokozott zónába táplált mennyiségek (DRV)



31. ábra - Velence felől történő ellátás modell struktúra sematikus ábrája

Vizsgálataink alapján ezt a koncepciót nem javasoljuk, a Velence település felől történő ellátás csak a Vörösmarty-hegyi tározóból történő közvetlen csatlakozással rendelkező nyomásfokozó segítségével valósítható meg a hidraulikai számítások alapján.



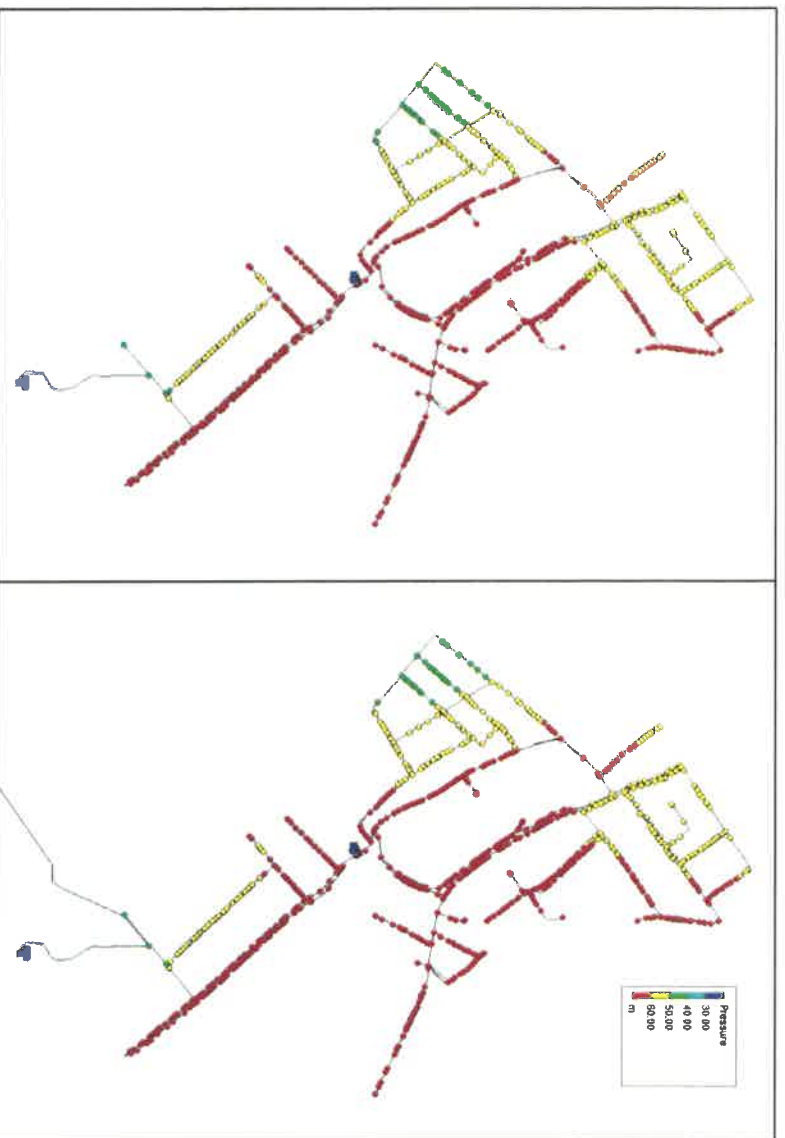
32. ábra - Velence felőli ellátás, közvetlen tározó csatlakozással modell struktúra sematikus ábrája

Az ellátás biztosítása tehát csak közvetlenül a tározóból történő szivóvezeték létesítésével oldható meg. Ez történhet a tározó mellett jelenleg is üzemelő nyomásfokozók bővítésével, tehát amennyiben területileg elhelyezhető még egy nyomásfokozó, akkor célszerűnek tartjuk közvetlenül a Vörösmarty-hegyi tározó medencék mellett elhelyezni a tervezett pázmándi nyomásfokozót.

A rendelkezésre álló adatok alapján (3. táblázat - Velence - Vörösmarty-hegyi tározóból biztosított vízmennyiségek a II. és III. zónába (2016-2024.03) /DRV/) a Vörösmarty-hegyi medencék átlagosan 90612 m³ vízmennyiség puffer tárolását végzik éves szinten. Mindkét medence (14. kép - Velence Vörösmarty-hegyi tározók [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]) monolit vasbeton szerkezetű, melyeknek túlfolyószíntje 156,815 m.B.f.. A 600 m³-es medence vízoszlop magassága 6 m, a 250 m³-es medence vízoszlop magassága 5 m. Mindkét medence mellett zárkamra található, ezekben helyezkednek el a medencék töltését, ürítését szabályozó tolóárak, visszacsapó szelepek, melyek kézi működtetésűek. Mindkét medence a velencei, NA 300-as fővezetéken keresztüli csatlakozik a VRV hálózathoz. A 250 m³-es medence főgyasztói vezeték lezárható úgy, hogy a Vörösmarty-hegyi nyomásfokozó gépház kizárólag abból a medencéből tudja vételezni a vizet, tehát ez egy tartalékolási lehetőség a Vörösmarty-hegy vízellátásához. Mindkét medencének külön folyamatos vízszintmérő berendezése van, ami csatlakozik a VRV üzemirányító rendszerhez. A havi bontású adatok alapján a napi csúcsok

nem vizsgálhatók megfelelő biztonsággal, így a havi értékekre vonatkozó éveszaks egyenlőtlenségi tényező állapítható csak meg. A medencékhez folyamatos vízszint és térfogat összefüggést leíró adatsort az üzemeltető nem tudott a rendelkezésünkre bocsátani. Ezen vizsgálat alapján a júliusi és augusztusi hónapokban jelentkezik a legnagyobb fogyasztási igény, ami az átlagos értékek másfélszerese, körülbelül 11 915 m³ havi mennyiség. Közelíteni tudjuk ezzel a napi mennyiségeket, ami ezek alapján ~400 m³-es vízigényt jelent. Ez a tározható mennyiség 47%-a. Amennyiben a pázmándi vízmennyiségeket is hozzáadjuk, akkor ~955 m³ mennyiséget kapunk. Ezen adatok alapján 112%-os a kihasználtság mértéke, tehát a jelenlegi csúcs vízigény mennyiségekre számolva a medencék nem tudnak 1 napi tározott mennyiséget kielégíteni. A pázmándi terület ellátása ugyanakkor normál üzemben, ami megközelítőleg napi 250 m³ tározási igényt jelent a velencei terület saját ellátására, 550 m³ mennyiséget jelent (ebből Pázmánd átlagos napi vízigénye 300 m³). Ez az érték a tározási kapacitás 65%-a. Ami azt jelenti, hogy normál üzemben Pázmánd település ellátása a medencék kapacitás kihasználását 35%-al növeli.

A vizsgált koncepció alapján megközelítőleg 5191 fm csővezeték kiépítése szükséges a két terület összekötéséhez. A jövőbeli igények kielégítése érdekében Dk200 KPE csővezeték alkalmazását javasoljuk. A létesítendő távvezeték a meglévő települési hálózathoz a Hegyalja úton lévő, pázmándi medencét ellátó DN200 KM-PVC töltővezeték hálózati csatlakozó pontjánál kerülne rákötésre a hálózatra. Ez a koncepció azt is biztosítja, hogy a magaslati medence töltési állapota közben a település folyamatos ellátása a távvezetéken érkező vízmennyiséggel biztosítható. A nyomásfokozó üzemet a magaslati tározó vízszint értékéhez javasoljuk igazítani szinkapsolás segítségével. A terület Velence felé alacsonyabb domborzat szempontjából, így az üzemen kívüli időszak tekintetében megfelelő szerelvényezéssel a magasabban fekvő pázmándi területről a visszaáramlást meg kell akadályozni. A pázmándi tározó felsőüzemi vízszintje a rendelkezésre álló adatok alapján 205.00 m.B.f. magasságon helyezkedik el, még a Vörösmarty-hegyi medencék fenékszintje 150,815 m.B.f., túlfolyó szintjük 156,815 m.B.f. (A 250 m³-es medence túlfolyó szintje 5m vízszlop magasságban helyezkedik el.). A közeleltő számítás alapján a távvezetéken keletkező hossz-menti veszteség értéke 12.5 m körül alakul a csúcspógyasztási időszakban, amikor a csővezetékben a szállított vízmennyiség 0.75 m/s értékkel mozog. Ezen értékek alapján a javasolt nyomásfokozó szivattyú munkapontja $Q=40$ m³/h; $H=70$ m. Ezen értékekkel a 2023-as csúcspógyasztási időszakra futtatott modell vezíró eredményei alapján 14 óra szükséges a tározó leürülését követően a teljes töltésig. Körülbelül 11 órás tartalék található ebben az állapotban a pázmándi medencében. A 2050-re prognosztizált állapotban a tározó teljes töltése a létesítendő távvezetéken keresztül körülbelül 19 óra alatt tud megvalósulni. Ezen időszak alatt a települési hálózatba is a távvezetéken keresztül történik az ellátás. A 33. ábra a 2023 évre számított csúcspógyasztási mennyiségekkel futtatott modellek nyomásterképét mutatják. Az ábra bal oldalán a jelenlegi hálózati üzem nyomásterkéje, ahol a tároló töltési állapota miatt a településen található vízmű szolgáltatja a vízellátáshoz és tároló töltéshez szükséges nyomást és mennyiséget. A jobb oldali ábrarészen a Velence felőli távvezeték biztosítja a szükséges paramétereket. A két ábra összehasonlítása alapján látszik, hogy a távvezetéken történő ellátás nem okoz semmilyen negatív hatást a hálózaton.



33. ábra - Velence felőli ellátási koncepció 2023-évi csőcsőgyasztási értékeire vizsgálva a pázmándi hálózat nyomáseértékei (bal oldalt a jelenleg üzemelő hálózat, jobb oldalt a távvezetékkel történő ellátás)

Összességében a Velence felőli, távvezetékkel történő ellátási koncepció a rendelkezésre álló adatok alapján elvégzett vizsgálati eredmények alapján megvalósítható. A Vörösmarty-hegyi medencék mellé, de mindenképpen közvetlenül a medencékből javasolt a létesítendő nyomásfokozó kialakítása, ami Pázmánd település ellátását biztosítja. Helyszíni bejárás során történt szemrevételezés alapján a nyomásfokozó szivattyúk két szivattyúállás létesítésével a jelenlegi nyomásfokozó gépházban véleményünk szerint elhelyezhető lenne. (15. kép - Velence Vörösmarty-hegyi tározó nyomásfokozó gépház belülről [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]) Az üzemeltetővel történt egyeztetés alapján a Vörösmarty-hegyi tározók és a nyomásfokozó gépház közötti szivóvezeték cseréje is szükséges lenne, amennyiben ez a koncepció kerülne megvalósításra, mert életkorából adódó állapota a meghibásodások gyakorisága alapján már nem megfelelő, ami rontja az üzembiztonságot.

9. Nadap felőli ellátás vizsgálata

A Nadap település felől történő ellátási koncepció a Sukoró települ közizgazgatási területén található nyomásfokozó szivattyúra épül.

Az üzemeltetőtől kapott üzemeltetési szabályzat alapján Sukoró településre a Velencei távvezeték rendszer részeként, Velence település irányából NA 250-es AC csővezetéken keresztlül érkezik a víz. A 2x50 m³-es helyi medence előtti tolózáráknába beépített NA 250 méretű, medence szinttől vezérelt motoros tolózár szabályozza a távvezetéken a vízforgalmat. (11. kép - Sukoró nyomásfokozó 2x50m³-es medencék [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]) A velencei szakaszon a távvezetéktről házi bekötések is léteznek. A Velencei-tó északi oldali területein

több nyomásövezettel van biztosítva a fogyasztók ivóvíz ellátása. Sukoró község területén három nyomásövezetes vízellátás működik. Az I. zóna a 125 - 170 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztók ellátását biztosítja, és az ellennyomó medence túlfolyószintje 201.700 méter. A II. zóna a 170 - 200 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztók számára biztosít vizet, ahol az ellennyomó medence túlfolyószintje 231.50 méter. Végül a III. zóna a 200 - 237 méter közötti geodéziai szinten elhelyezkedő fogyasztókat látja el, az ellennyomó medence túlfolyószintje pedig 257.50 méter.

A Sukoró település területén található nyomásfokozó biztosítja az említett zónák, valamint Nadap település ellátását, illetve üzemeltetési igény esetén, lehetőség van Pákozd felé is a vízellátás biztosítására. (12. kép - Sukoró nyomásfokozó gépház [Helyszíni bejárás - 2024.07.09])

Sukoró település belterületén található a Sukorói 2x130 m³-es nyomásesőkkentő tároló, amely a Sukoró – Nadap távvezetékéről ágazik le. A Sukoró I. zónai hálózat ellennyomó medencéje két, azonos szinten elhelyezkedő monolit vasbeton szerkezetű medencéből áll, amelyek közös zárkamrával, töltő és ürítő rendszerrel rendelkeznek. A medencék vízoszlopának magassága 3 méter, túlfolyószintjük 201.700 m.B.f. Töltésük a Sukoró-Nadap NA 200-as távvezetékéről, NA 100-as bekötővezetéken keresztül történik, és a vízszintet szintvezérlésről működő elektromos meghajtású pillangószeleppel szabályozzák. A medencék védőterületén található átemelő aknában helyezkednek el a Géczi-hegyi III. zónai átemelő búvárszivattyúk, amelyek függőleges patronba vannak beépítve. Az átemelőszivattyúk az I. zóna vezetékeiről kapják a vizet, és az NA 150-es töltővezetéken keresztül töltik a Géczi-hegyi medencéket. A szivattyúk helyi kézi vagy automatizált üzemmódban működnek. A villamos energia ellátást a Sukorói 0,4 kV-os elosztóhálózat biztosítja.

A Sukoró-Nadap NA 200-as távvezeték az említett lecsatlakozásokat és medencéket követően a nadapi hálózatra csatlakozik, ahol a nadapi medencét is tölti. A medencék paramétereinek részletes leírás a [Nadap](#) fejezetben olvasható.

Az előzőekben leírtak alapján, a Sukoró felől érkező távvezetéken a Nadap számára biztosított mennyiség a teljes mennyiségnek csak egy része. A KSH adatszolgáltatás, illetve az üzemeltető által átadott számlázási adatok alapján tudjuk közelíteni a településnek szolgáltatott mennyiségeket. Víz mennyiségi adatok közül a legfrissebb teljes év adatait vettük alapul, ami a 2023-as év volt. A számlázási adatok alapján ez a mennyiség 37320.5 m³. Mivel az éves adatoknál kisebb felbontásban külön Nadap településre nem állt rendelkezésünkre adat, ezért a Sukorói nyomásfokozó havi adatai alapján számított értékkel számoltunk. A biztonság javára 1.9-es (2021-re számított) értékkel. Ezek alapján a közelítő modellben 194.3 m³ mennyiséggel számoltunk Nadap településre. A vizsgált állapotban ezen értékek alapján 1172 m³/nap a csúcsidei továbbított mennyiség a Sukorói nyomásfokozóból. Ez az érték a prognosztizált népességszám változás alapján arányosított növekménnyel számítva, 2050 évre már 1828 m³/nap mennyiségre növekedhet.

A Nadap település felől történő ellátás vizsgálatához, a település részletes hidraulikai modelljét készítettük el, hogy a tervezett műszaki beavatkozás hatásai részleteiben vizsgálhatók legyenek. Ennek oka, hogy a település a meglévő magaslai ponton kialakított medencére támaszkodik, így a koncepció a település ellátó hálózatát érintené.

A 34. ábra a korábbi fejezetben ([Fogyasztás térbeli eloszlása](#)) bemutatott módszertanok alkalmazásával elkészített térbeli fogyasztás eloszlás feldolgozását mutatja a nadapi területnek. Piros vonallal a hálózat csővezetékei, kék vonallal a fogyasztási helyek hatásterületei, kék ponttal a hálózat topológiai csomópontjai, még zöld pontokkal a geokódolt fogyasztók adatai a számlázási rendszerből.



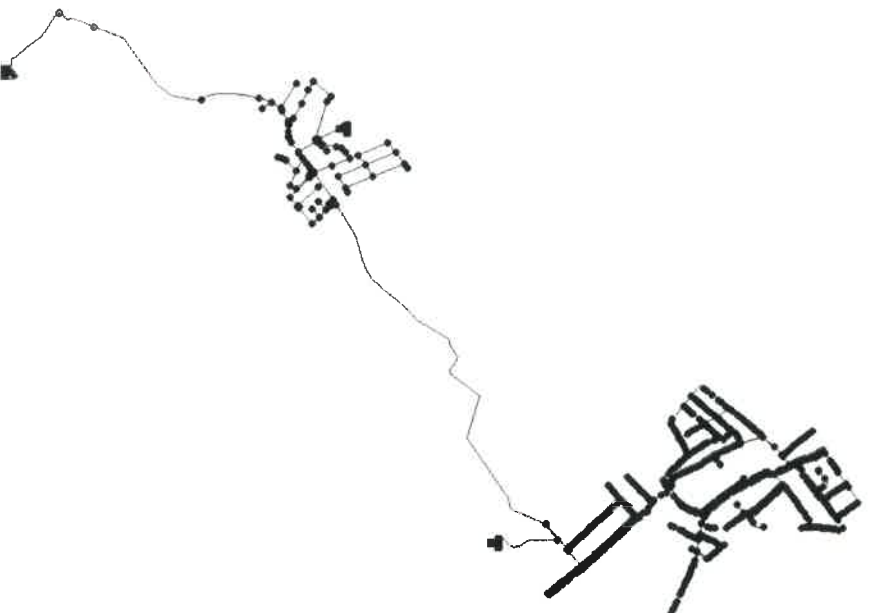
34. ábra - Nadap település fogyasztásának térbeli eloszlás vizsgálata

A 35. ábra a kapott eredmények hőértékes megjelentését mutatja 2021-2022-2023 évekre vonatkozólag. Ebben az esetben már nem mutat annyira egyforma képet a térbeli fogyasztás eloszlás, mint Pázmánd település esetében, de az összetartozó adapatárk alkalmazása miatt, itt is a 2023-as adatokkal dolgoztunk. A későbbiekben érdemes lenne vizsgálni Nadap település fogyasztás eloszlását részletesebben.



35. ábra - Nadap település fogyasztásának térbeli eloszlása (2021-2023)

Első közelítésként elkészítettük a jelenlegi Sukoró-Nadap távvezetékén keresztüli ellátott nadapi hálózati modellt. Ezen modelben Pázmánd rákapcsolása nélkül vizsgáltuk a jelenlegi rendszer működését. A hidraulikai modell a kívánt pontossággal visszaadta a várt értékeket, így elkészítettük a Nadap – Pázmánd távvezetékkel összekapcsolt modell verziókat. A Nadap – Pázmánd távvezetékkel növelt Sukoró – Nadap távvezeték rendszer vázlatos hálózati topológiáját a 36. ábra mutatja.



36. ábra - Nadap felől történő ellátás modell struktúra szemléltetése

Az ellátás a Velence felől történő ellátási koncepcióhoz hasonlóan (Velence felőli ellátás vizsgálata) a megfelelő műszaki beavatkozások elvégzését követően működőképes lehet. A Nadap közigazgatási területén található 2x200 m³-es víztározó túlfolyó szintje 230.825 m.B.f., még a Pázmándon található magaslati tározó túlfolyó szintje 205.00 m.B.f.. A magasságkülönbségek miatt a két település hálózatainak összekötése gravitációs úton is meg tud valósulni. Ebben az ellátási koncepcióban megközelítőleg egy 4266 méter hosszú DK200 KPE távvezeték kiépítése szükséges, amely Nadap település Akácfasor utca és Szabadság utca kereszteződésétől nem messze, keleti irányból indulna. Szintén a szintkülönbségek miatt, olyan vízkormányzást elősegítő műtárgy beépítése javasolt, ami a pázmándi magaslati tároló szintje alapján szabályozza a Nadap – Pázmánd létesítendő távvezetékén a vízmennyiség áramlását.

A Sukoró – Nadap távvezeték folytatásaként a Nadap – Pázmánd távvezetékhez történő csatlakozás érdekében a település beépített területén belül a meglévő hálózat átmérőjének bővítése javasolt a 37. ábra szerint bemutatott nyomvonalon. Ez a műszaki beavakozás a rendelkezésre álló térképi információk szerint ~400 fm NA80 AC csővezeték és ~115 m NA100 AC csővezeték kiváltását teszi szükségessé. A meglévő vezeték kiváltásával, ~515 fm Dk200 KPE vezeték beépítését javasoljuk.

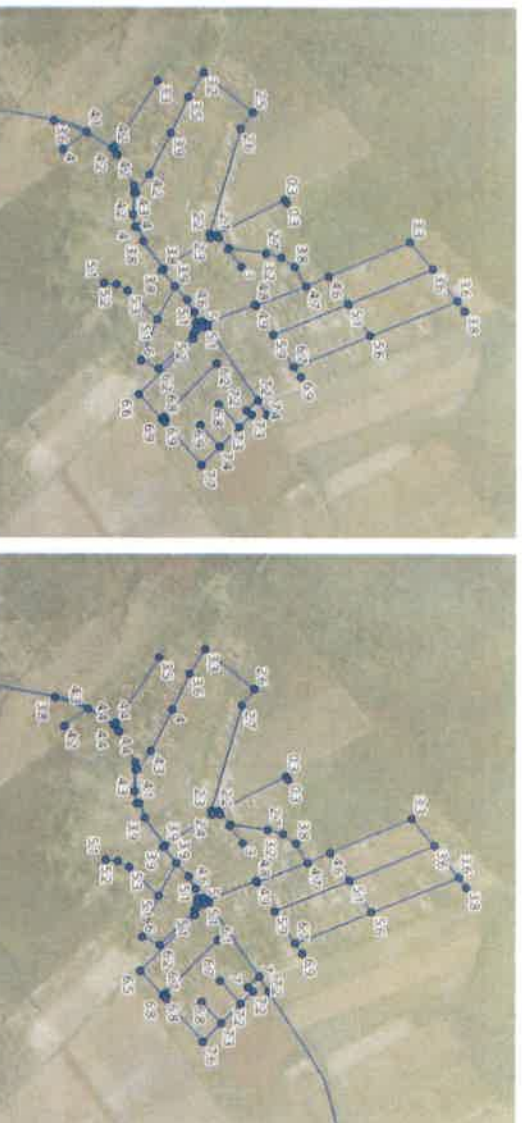


37. ábra - Átmérő szempontjából bővíendő szakaszok Nadap településen

Nadap település vízellátó hálózatának hidraulikai vizsgálata a jelen projektnek csak egy kiegészítő része, részletes helyszíni vizsgálatok nem készültek a nyomásértékek és az egyes szakaszokon áramló mennyiségek nem lettek mérésrel meghatározva. Validált modell így erre a területre nem készült. A rendelkezésre álló információk alapján a kalibrációt sikeresnek tekintjük. Mindenképpen ki kell azonban emelni, hogy ahogy a fejezet elején ismertetésre került, a Sukoró – Nadap távvezeték végén helyezkedik el Nadap, a háttérterület nagysága és vízigénye Nadap vízigényéhez képest jelentős. A lovasberényi üdülőtérlet vízigénye szintén befolyásolja a hidraulikai paramétereket, de csak időszakos fogyasztóként jelentkezik (bővebben: [Lovasberényi üdülők](#)).

A jelenleg üzemelő rendszer esti csúcsfogyasztási állapotában kialakuló nyomásértékeket a koncepcióként felmerült Nadap – Pázmánd távvezeték kiépítését követően bekövetkező változásokkal, ideértve a Nadap településen szükséges átmérő bővítést is, a 38. ábra ad irányértékeket. Az ábra bal oldalán tehát a jelenlegi rendszer csúcsfogyasztási állapotát látjuk, amikor a nadapi medence töltődik, tehát a sukorói nyomásfokozó üzemel. A jobb oldali ábrarészen ugyan ez az állapot látható, csak bővített vezeték átmérővel a 37. ábra alapján

jelzett területen, illetve Pázmánd irányába történő vízáradással. Jól látható, hogy ebben a mértékadónak mondható üzemi állapotban sem változik jelentősen Nadap település belső hálózata a nyomás. A vezeték átmérő bővítés nagyobb üzembiztonságot, nagyobb rendelkezésre álló tűzvíz ellátó képességet jelent. Itt meg kell jegyezni, hogy tűzvíz szempontjából az elsődleges limitáló tényező a területen a nadapi medence.



38. ábra - Nadap település vízellátó hálózatán kialakuló nyomásviszonyok (bal oldalt a jelenlegi üzem szerinti állapot, a tároló töltődik, jobb oldalon Pázmánd település távvezetékekkel rekapcsolva, a tároló töltődik)

A Nadap felől történő ellátás a megfelelő műszaki beavatkozások elvégzését követően, szintén megvalósítható. Ki kell emelni, hogy a távvezeték kiépítésén kívül, szintvezérelt kapcsolással szükségessé megoldani a Pázmánd felé történő vízkormányzást, szükséges továbbá a település belterületén belül jelentős mértékű vezeték kiváltása nagyobb átmérőre. A rendszer igen összetettnek mondható a Sukoró – Nadap távvezeték egyéb lecsatlakozásai, illetve a lovasberényi üdülők ellátása miatt. A jelenlegi rendszer a kiindulási pontnak tekinthető sukorói nyomásfokozónál található 2x50 m³-es víztározó lánya el puffer tárolóként, amely egy ekkora ellátási területre nem tekinthető üzembiztosnak. Számításaink alapján jelenleg 1172 m³/nap a csúcsidei mennyiségi igénye a Sukoró – Nadap távvezetékekkel ellátott területnek, ami Pázmánd településsel együtt 1727 m³/nap mennyiségre növekedne. Ez az érték a prognosztizált népességszám változás és egyéb tényezők vizsgálata alapján 2574 m³/nap értékre növekedhet 2050-re. Mindez azt jelenti, hogy csúcsideszakban Pázmánd település figyelembevételével, kicsit több, mint egy órai tározási kapacitás biztosítható csak a sukorói nyomásfokozók szolgálati medencéiből. Ezt az értéket a prognosztizált adatok alapján, javasolt minimum 200 m³ tározási kapacitásra bővíteni, ami prognosztizált állapotban 2 órai üzembiztonsági tartalékot, még a jelenlegi fogyasztási igények alapján 2.7 órás tározási tartalékot jelent. Kapacitás szempontjából a másik limitáló tényező a nadapi 2x200 m³-es medence, ami a koncepció megvalósulását követően már 3 területet kellene, hogy kiszolgáljon, amely területek együttes átlagos napi vízigénye (749 m³/nap + a Lovasberényi üdülők mennyiségi igényei) is meghaladja a tározási kapacitást, csúcsidei, illetve távlati, prognosztizált igényei (1018 m³/nap + a Lovasberényi üdülők mennyiségi igényei) pedig jelentősen túllépi azt. Ezen tényezők miatt, javasolt a nadapi magasponti tároló medence térfogatbővítése minimum 600 m³-re,

amivel normál üzemben rendelkezésre állna egy napi tározott vízmennyiség, csúcsidei üzemben pedig közel fél napi mennyiség. A jelenlegi nyomásfokozó szivattyúk munkapontja a kapott adatok alapján $H=108$ m, $Q=81\text{ m}^3/\text{h}$. A prognosztizált csúcsidei igényeket megfelelő üzembiztonsággal ezzel az értékkel nem lehet ellátni. A számítások alapján, javasolt nagyobb szállítási kapacitású szivattyúra kiváltani a jelenlegieket, amihez az irányérték $H=108$ m, $Q=107\text{ m}^3/\text{h}$.

A rendszer üzemeltetéséhez tehát egyéb, kiegészítő műszaki beavatkozások is szükségesek. A Sukorón található $2\times 50\text{ m}^3$ -es tározó bővítése, a nyomásfokozók állapotának felülvizsgálata és szivattyú kapacitás növelése, valamint a Nadap település belterületén a meglévő hálózat kiváltása nagyobb átmérőre a jelzett szakaszon, továbbá a nadapi medencék bővítése.

Ábrajegyzék

1. ábra - Pázmánd elhelyezkedése [KSH helyiségnévár]	7
2. ábra - Átlagos éves középhőmérséklet [met.hu]	10
3. ábra - Átlagos éves csapadékösszeg [met.hu]	10
4. ábra - Pázmánd település domborzati modellje (magasságilag torzított megjelenítés)	11
5. ábra - Pázmánd település lakónépesség száma (2000-2022) (KSH)	12
6. ábra - Pázmánd település lakónépesség száma (2010-2022) (KSH)	13
7. ábra - Pázmánd település korcsoport szerinti megoszlása [2022] (KSH)	14
8. ábra - Pázmánd település lakásállomány összetétele [2022] (KSH)	15
9. ábra - Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000 m ³) [2000-2022] (KSH)	16
10. ábra - Pázmánd településen szolgáltatott vízmennyiség (1000 m ³) [2010-2022] (KSH)	17
11. ábra - Egy főre és egy háztartásra számított vízmennyiség [2000-2022] (KSH)	18
12. ábra - Vízműből kiadott napi mennyiség (2021.01.01-2024.03.25)	19
13. ábra - Hálózatra kiadott napi vízmennyiség meg nem haladási valószínűsége (2022.01.01. - 2022.12.31.)	20
14. ábra - Hálózatra kiadott napi vízmennyiség meg nem haladási valószínűsége (2023.01.01. - 2023.12.31.)	20
15. ábra - Sukoró népességszám alakulása	21
16. ábra - Sukoró nyomásfokozó által továbbított vízmennyiség Nadap irányába /havi mennyiségi értékek/	23
17. ábra - Nadap népességszám alakulása	24
18. ábra - Nadap településre szolgáltatott vízmennyiség (1000m ³) [2000-2021] (KSH)	25
19. ábra - Nadap településen szolgáltatott vízmennyiség (1000m ³)	26
20. ábra - Sukoró nyomásfokozó által szolgáltatott vízmennyiség Nadap irányába (m ³)	27
21. ábra - Lovasberény üdülőtérületnek átadott vízmennyiségek átlaga havi bontásban (2016-2024.03) közötti időszakra	29
22. ábra - Lovasberény üdülőtérületnek átadott vízmennyiségek éves összegzett mennyiség (2016-2023)	29
23. ábra - Fogyasztók térbeli ábrázolása (DRV számlázási adatok alapján) és hatásterületek meghatározása	30
24. ábra - Pázmánd település fogyasztásának térbeli eloszlása (2021-2023)	31
25. ábra - Pázmánd település vízállató hálózat topológiai modellje	34
26. ábra - Szakirodalmi értékek a kommunális vízigény napi eloszlására [MI-10-158-1]	35

27. ábra - pázmándi magastároló magasság-térfogat leíró összefüggése	35
28. ábra - Pázmánd nyomásterkép jelenlegi és prognosztizált csúcsfogyasztási állapotra (balra - 2023-ra számított, jobbra 2050-re számított értékek)	37
29. ábra - Velence II-es nyomászónáról történő ellátás. Bal oldalt normál üzem esetén a nyomások [bar], jobb oldalt pázmándi nyomásfokozó működése közbeni nyomások [bar] ...	39
30. ábra - Velence - Vörösmarty-hegyi tározó II.-es nyomásfokozott zónába táplált mennyiségek (DRV)	40
31. ábra - Velence felől történő ellátás modell struktúra sematikus ábrája	40
32. ábra - Velence felőli ellátás, közvetlen tározó csatlakozással modell struktúra sematikus ábrája	41
33. ábra - Velence felőli ellátási koncepció 2023év csúcsfogyasztási értékeire vizsgálva a pázmándi hálózat nyomásértékei (bal oldalt a jelenleg üzemelő hálózat, jobb oldalt a távvezetékkel történő ellátás)	43
34. ábra - Nadap település fogyasztásának térbeli eloszlás vizsgálata	45
35. ábra - Nadap település fogyasztásának térbeli eloszlása (2021-2023)	45
36. ábra - Nadap felől történő ellátás modell struktúra sematikus ábrája	46
37. ábra - Átmérő szempontjából bővítenendő szakaszok Nadap településén	47
38. ábra - Nadap település vízellátó hálózatán kialakuló nyomásviszonyok (bal oldalt a jelenlegi üzem szerinti állapot, a tároló töltődik, jobb oldalon Pázmánd település távvezetékkel rákapcsolva, a tároló töltődik)	48

Táblázatijegyzék

1. táblázat - Vízműből kiadott napi mennyiség adatsor általános statisztikai mutatói	18
2. táblázat - Nyomás vizsgálat Pázmánd alap modellen	36
3. táblázat - Velence - Vörösmarty-hegyi tározóból biztosított vízmennyiségek a II. és III. zónába (2016-2024.03) /DRV/	53
4. táblázat - Sukoró nyomásfokozó által szállított vízmennyiség Nadap irányába (2016-2024.03) /DRV/	54
5. táblázat - Lovasberény üdülőknék átadott vízmennyiség Nadapról (2016-2024.03) /DRV/	55

Képlegyvélék

1. kép - Pázmánd vízműtelep [Helyszíni bejárás - 2024.07.09].....	9
2. kép – Sukoró nyomásfokozó [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	22
3. kép - Nadap magasponton lévő térszíni tároló területe [Helyszíni bejárás - 2024.07.09] ...	27
4. kép - Nadapi nyomásfokozó Lovasberény felé [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	28
5. kép - Pázmánd vízmű bejártat [Helyszíni bejárás - 2024.07.09].....	56
6. kép - Pázmánd vízmű udvartér [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	56
7. kép - Pázmánd vízmű víztisztító technológia [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	57
8. kép - Pázmánd telephelyi nyomásfokozó akna [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	58
9. kép - Pázmánd magasponton lévő tároló 1. kép [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	59
10. kép - Pázmánd magasponton lévő tároló 2. kép [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	59
11. kép - Sukoró nyomásfokozó 2x50m ³ -es medencék [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	60
12. kép - Sukoró nyomásfokozó gépház [Helyszíni bejárás - 2024.07.09].....	60
13. kép - Velence Vörösmarty-hegyi nyomásfokozó gépház [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	61
14. kép - Velence Vörösmarty-hegyi tározók [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]	61
15. kép - Velence Vörösmarty-hegyi tározó nyomásfokozó gépház belülről [Helyszíni bejárás - 2024.07.09].....	62

Rajzi mellékletek

AH-01 – Telephelyi áttekintő helyszínrajz domborzati viszonyok	
/Lapméret: A2, M=1:7500/	
AH-02 – Telephelyi áttekintő helyszínrajz - nyomásvizonyok (jelenlegi állapot)	
/Lapméret: A2, M=1:7500/	
AH-03 - Áttekintő helyszínrajz - vizsgálati koncepciók	
/Lapméret: A2, M=1:15000/	

10. Mellékletek

3. táblázat - Velence - Vörösmarty-hegyi tározóból biztosított vízmennyiségek a II. és III. zónába (2016-2024.03) /DRV/

Velence - Vörösmarty-hegyi tározóból biztosított vízmennyiségek a II. és III. zónába (2016-2024.03) /DRV/													
Év	Zóna	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December
2016	II-es zóna	2836	2794	3950	3875	5865	6295	7519	7291	5844	4272	3472	3904
	III-as zóna	781	738	1033	909	1481	-1027	5196	2180	1577	1217	988	1255
2017	II-es zóna	5768	4584	5289	4650	6152	8918	9546	8652	6087	4970	4147	4433
	III-as zóna	1292	2111	1377	1350	1936	2647	2957	2967	1871	1436	1374	1245
2018	II-es zóna	4789	4338	4560	7569	6221	7494	9190	11553	7287	5708	4195	4679
	III-as zóna	1294	1214	2508	3183	1899	1914	3022	3619	1470	2064	874	947
2019	II-es zóna	4638	4410	3804	7690	5977	10028	7381	10838	5749	6076	3931	4688
	III-as zóna	1145	997	764	1361	846	2208	1662	2211	1154	1212	709	859
2020	II-es zóna	4099	5051	3801	9122	7680	6692	8782	8034	8442	5276	5870	6566
	III-as zóna	823	1032	839	1800	1870	1885	2502	4297	280	1301	1494	1651
2021	II-es zóna	5501	5991	6851	11538	n.a.	n.a.	9953	8201	6385	4157	4252	3880
	III-as zóna	1324	1412	1157	4244	n.a.	n.a.	3688	3591	2027	774	833	912
2022	II-es zóna	4234	3724	4656	6146	6485	8397	10146	7425	5990	5336	2974	3680
	III-as zóna	974	774	746	865	1177	1899	2605	1827	529	1617	621	944
2023	II-es zóna	3963	3660	4940	4915	5995	8373	8783	6903	7962	5896	4589	5570
	III-as zóna	934	894	968	837	1834	2502	2385	2605	1952	942	650	1339
2024	II-es zóna	4405	4983	4376									
	III-as zóna	1157	1260	1060									



5. kép - Pázmánd vízmű bejárati [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



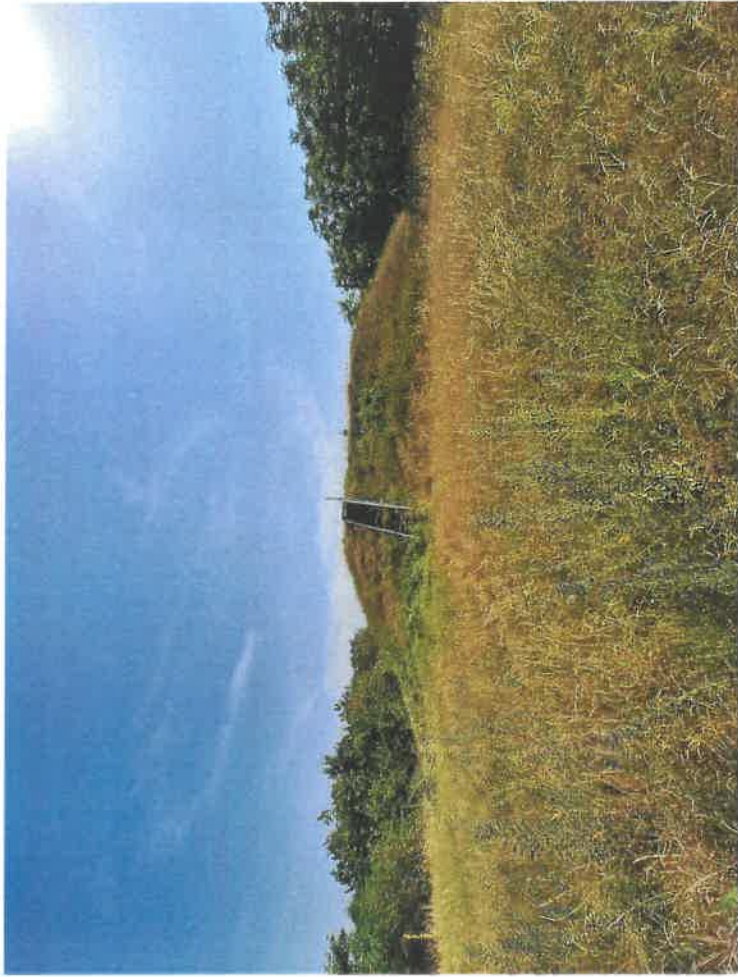
6. kép - Pázmánd vízmű udvarter [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



7. kép - Páznánd vízmű vízisztító technológia [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



8. kép - Pázmánd települési nyomásfokozó akna [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



9. kép - Pázmánd magasponton lévő tároló 1. kép [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



10. kép - Pázmánd magasponton lévő tároló 2. kép [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



11. kép - Sukoró nyomásfokozó 2x50m³-es medencék [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



12. kép - Sukoró nyomásfokozó gépház [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



13. kép - Vélence Vörösmarty-hegyi nyomásfokozó gépház [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



14. kép - Vélence Vörösmarty-hegyi tározók [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]



15. kép - Velence Törősmarty-hegyi tározó nyomásfokozó gépház betűlő [Helyszíni bejárás - 2024.07.09]

SZAKÉRTŐI NYILATKOZAT

PÁZMÁND TELEPÜLÉS HOSSZÚTÁVÚ VÍZELLÁTÁSÁNAK BIZTOSÍTÁSA

TANULMÁNYTERV

Megrendelő:

SPECIAL BAUTERV Építőmérnöki Kft.

Székhely: 8000 Székesfehérvár, Pozsonyi utca 99. A. ép. 1. em. 2.

Adószám: 23575080-2-07

Kijelentem, hogy a Pázmánd község hidraulikai vizsgálata során a számításokat a legnagyobb gondossággal végeztem el, figyelembe véve a rendelkezésre álló adatok és paraméterek bizonytalanságait. Ezeket a bizonytalanságokat alaposan értékeltem és a következtetések is ezen értékelések tükrében születtek.

Kijelentem, hogy a tervezést igénylő feladatrészeknél betartottam az épített környezet alakításáról és védelméről (Étv.) szóló 1997. évi LXXVIII. törvény, valamint az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet (OTÉK) előírásait.



Dr. Karches Tamás

Hidraulikai szakértő

Kamarai szám: 01-14675

SZVV-3.7., VZ-TEL

