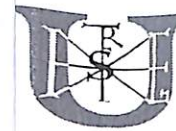


SZAKDOLGOZAT

Molnár Dezső

2017



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2017

Molnár Dezső

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Nagykőrös város ivóvízhálózatának hidraulikai és vízminőségi modellezése
Belső konzulens:	Dr. Dombay Gábor főiskolai tanár
Külső konzulens:	Ivaskó Csaba főmérnök, BÁCSVÍZ ZRt.

A szakdolgozat beadási határideje: 2017. január 6. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2017. január 3.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

Nagykőrös ivóvízhálózatának hidraulikai és vízminőségi modellezése

Készítette:

Molnár Dezső, IV. évfolyamos infrastruktúra mérnöki szakcsoportos
építőmérnök hallgató

Belső konzulens:

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing főiskolai tanár, intézetigazgató

Külső konzulens:

Ivaskó Csaba, Beruházási és vállalkozási főmérnök - BÁCSVÍZ

Budapest

2017.

Nagykőrös város ivóvízhálózatának hidraulikai és vízminőségi modellezése

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar

Infrastrukturamérnöki szakcsoport

NYILATKOZAT

Molnár Dezső büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye. A felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a szakdolgozatra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

Molnár Dezső
.....

aláírás

Születési idő: 1994.01.06.

TARTALOMJEGYZÉK:

1.	BEVEZETÉS	4
2.	NAGYKÖRÖS VÍZELLÁTÁSA	5
2.1.	Nagykőrös város bemutatása	5
2.2.	Nagykőrös vízellátásának története a XX. század elejéig	6
2.3.	Nagykőrös vízellátásának története a XX. század közepétől.....	9
2.4.	Vízellátó rendszer általános ismertetése.....	10
2.4.1.	Az üzemeltető adatai	11
2.4.2.	A vízellátó rendszer adatai	11
2.4.3.	A vízmű telep adatai.....	11
2.4.4.	Vízmű telep leírása	11
2.4.5.	Vízszerezés	11
2.4.5.1.	Kutak jellemző adatai.....	12
2.4.5.2.	Vízminőség.....	13
2.4.6.	Vízisztítás	15
2.4.6.1.	Gáztalanítás.....	15
2.4.6.2.	Oxidálószer adagolás	15
2.4.6.3.	Vas- és mangántalanító berendezés	16
2.4.6.4.	Ülepítő medence	18
2.4.6.5.	Fertőtlenítés.....	18
2.4.7.	Alacsony tároló	18
2.4.8.	Nyomásfokozás	19
2.4.9.	Hálózati elosztó akna.....	19
2.5.	Vízelosztás.....	20
2.5.1.	Vízhálózat.....	20
2.5.2.	Víztárolás	20
3.	A VÍZELLÁTÓ RENDSZER HIDRAULIKAI MODELLJE	21
3.1.	A hidraulikai modell elkészítése.....	21
3.1.1.	Kezdeti beállítások	21
3.1.2.	A vízhálózat topológiai modellének felállítása	21
3.1.3.	Vízigények megadása	22
3.1.4.	Szivattyúzás jellemzőinek megadása	24
3.1.5.	A tározó jelleggörbéjének megadása	25
3.1.6.	A modell első futtatása	26
3.1.7.	A modell kalibrálása	26

3.2.	A modell elemzése:	27
3.2.1.	Normál üzemi állapot vizsgálata	27
3.2.1.1.	Magasponti tározó vizsgálata normál üzemi állapot esetén	28
3.2.1.2.	Szivattyúk üzemrendje normál üzemi állapot esetén	29
3.2.1.3.	Áramlási sebességek normál üzemi állapot esetén	30
3.2.1.4.	Csomóponti nyomások normál üzemi állapot esetén	31
3.2.1.5.	Főkör vizsgálata normál üzemi állapot esetén	31
3.2.1.6.	Tartózkodási idők vizsgálata normál üzemi állapot esetén	32
3.2.1.7.	Normál üzemi állapot értékelése	33
3.2.2.	Töltővezeték megszüntetése két csomópont között (csőtörés)	35
3.2.2.1.	Tározó vízszintváltozása csőtörés esetén	35
3.2.2.2.	Szivattyúk üzemrendje csőtörés esetén	35
3.2.2.3.	Áramlási sebességek csőtörés esetén	36
3.2.2.4.	Csomóponti nyomások csőtörés esetén	36
3.2.2.5.	Főkör vizsgálata csőtörés esetén	37
3.2.2.6.	Tartózkodási idők csőtörés esetén	37
3.2.2.7.	Főkör értékelése	38
3.2.3.	Hálózat vizsgálata tűzi vízigény esetén	39
3.2.3.1.	Magasponti tározó vízszintváltozása tűzi vízigény esetén	39
3.2.3.2.	Szivattyúk üzemrendje tűzi vízigény esetén	40
3.2.3.3.	Áramlási sebességek vizsgálata tűzi vízigény esetén	40
3.2.3.4.	Csomóponti nyomások tűzi vízigény esetén	41
3.2.3.5.	Főkör vizsgálata tűzi vízigény esetén	41
3.2.3.6.	Tartózkodási idők vizsgálata tűzi vízigény esetén	41
3.2.3.7.	Hálózat értékelése tűzi vízigény esetén	42
4.	ÖSSZEGZÉS.....	43
5.	FELHASZNÁLT IRODALOM:	45

1. Bevezetés

Ez a szakdolgozat Nagykőrös város ivóvízhálózatának hidraulikai és vízminőségi modellezése érdekében készült el. A város az elmúlt évtizedben szemmel láthatóan jelentősen terjeszkedett (főleg a családi házak által), de ennek ellenére az ivóvízhálózat a várost teljes mértékben lefedi. Ennek ellenére az ivóvízhálózat kihasználtsága elég alacsony, mivel a város területén a kertes házak egy döntő része rendelkezik saját fűtő kúttal, melyek nagy valószínűséggel nem tesznek eleget a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról szóló, többször módosított 72/1996.(V.22.)¹- es kormányrendeletnek. Ez annyit jelent, hogy a kertes házak többsége rendelkezik ugyan ivóvíz hálózati rákötéssel, de sokan gazdasági okokból inkább a saját, vízminőségileg bizonytalan, kismélységű (25-30 m) kútjaikból házi vízművel, szivattyúval kinyert vizet használják fel otthonaikban.

Nagykőrös ivóvízhálózata több mint 129 km hosszú és folyamatosan bővül. Az üzemeltetőnek problémát jelent, hogy az ivóvízhálózat lefedettségéhez viszonyítva sokan nem használják a hálózati vizet, így a hálózatban nagy tartózkodási idők alakulnak ki. Gondot jelent az is, hogy a nyersvíz erősen vasas, valamint mangánt is több mint kétszer annyit tartalmaz, mint amennyit a 201/2001.(X.25.)² kormányrendelet megenged.

A szakdolgozatban bemutatásra kerül Nagykőrös hidraulikai és vízminőségi modellje, amely EPANET 2.0 segítségével készült el. A modell segítségével megállapíthatók a hálózatban keletkező tartózkodási idők, nyomásviszonyok, áramlási sebességek, a tározóban keletkező vízszintváltozások, valamint az áramlási irányok. A modell természetesen csupán a valóság közelítése, a nem adminisztrált hálózati változások miatt, valamint a fogyasztási körzetek közelítő meghatározása miatt eltérhet a valóságtól. Ennek ellenére a modell jó viszonyítási alapul szolgál, az ivóvízhálózatban lejátszódó hidraulikai és minőségi viszonyok megállapításához, közelítéséhez. A víziközműszolgáltató akár következtetéseket is levonhat a modell segítségével.

¹ Kormányrendelet a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról

² Kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről

2. Nagykőrös vízellátása

2.1. Nagykőrös város bemutatása

Nagykőrös a Duna - Tisza közén, Pest megye déli részén elhelyezkedő mezőváros, Budapesttől 90 km-re délkeletre, a két szomszédvárostól egyaránt 15 km-re lévő Cegléd és Kecskemét között. Vonzáskörzete viszonylag kicsi, de jelentős a külterületi, tanyás ingatlanok száma. A kiskunság peremének homokvidéke meghatározza az itt élők mezőgazdasági munkáját. Városunk tengerszint feletti magassága 115 m körüli, szinte teljes síkság. Az évszázadokkal ezelőtti mocsaras, tavas részek mára kiszáradtak, egyetlen folyóvíze a Körös-ér belvízelvezető főcsatorna. Legközelebbi folyó a Tisza, mely több mint 30 km-re található.

A város lakossága a XVIII. századtól a múlt század végéig dinamikusan emelkedett. Azóta 25000 - 30000 között váltakozik, az utóbbi években lassú csökkenéssel. A csökkenéshez hozzátartozik az is, hogy 1948-1954. között több határrészt (Köröstetétlen, Csemő, Nyársapát, Törteli rész) elcsatoltak és ott új községeket szerveztek.

Az éghajlati viszonyok az alföldi nagytájra jellemzőek. A napsütéses órák száma 2200 körül van esztendőnként, a téli (januári) átlag 60 óra, nyári (júliusi) 300 óra. Az évi átlagos középhőmérséklet 10,5 °C, a téli (januári) -2 °C, a nyári (júliusi) 20 °C. Az évi csapadékmennyiség 500-550 mm között alakul, a téli (januári) 25-30 mm, a nyári (júliusi) 50-55 mm körüli érték. Az uralkodó szélirány északkeleti illetve délnyugati. *(Nagykőrös város hivatalos honlapja, 2016.)*

2.2. Nagykőrös vízellátásának története a XX. század elejéig

Galgóczy Károly 1896-os városmonográfiájából tudjuk, hogy a homokos felszínű Nagykőrösön sem voltak kedvezőbb helyzetben. Itt a köz-és magán kutak (pl.: Padlós-kút, Bogó-kút, Tortyi-kút, Vadas-kút stb.) zöme ráadásul még csak nem is téglá, hanem deszkafalazatú volt, nagyobb esőzések alatt pedig mindegyik bőven „nyelte” a felszínről belédfolyó ganéjleves, sáros vizet. Szégyen, hogy a városnak nincs egy valamirevaló fedett útja – írta a Nagy-Kőrös című hetilap 1881. október 09-i száma, majd így folytatta:

„Ha elgondoljuk, hogy mennyi piszkot vagyunk kénytelenek meginni a miatt, hogy minden gányó megmerítheti piszkos ronda kantáját vagy korsóját a kútba, nem lehet csodálkozni a sokféle betegségen, mely kiüt a lakosság közt. Ha bár porból lettünk s porrá kell lennünk, mégis nem élvezetes ránk nézve a bűzös, poros vizet innunk...”

„...a kolera mindig a tisztázatlan helyekre fészkelte be magát ... (tehát) ... távolítsunk el minden szennyet közelünkől, ásassunk csatornákat, vezessük le a városban nagy számmal található pocsolyák bűzhödtt vizét – olvasható a Nagy-Kőrös című lap 1884. november 30-i számában egy másik orvos, dr. Mester Gyula tollából. A doktor szót emelt az u. n., vízállás negyed” népiskolája ügyében is, mert szerinte ott volt a legfenyegetőbb a járványveszély, nem csak a kolera, hanem a hasi hagymáz (tifusz) és a roncsoló toroklob (diftéritisz) is. Az újság lapjaink ez után kibontakozó hosszú vitát december 28-án a következő tréfás hangvételű, lényegében évbúcsúztató témájú írás zárta le: „Hiszen uramfia! Nincs annál könnyebb, mint a kolera elleni kúra. Bort kell inni víz helyett, s pipaszáron szívni be a levegőt, az majd megdolgozza a levegőt úgy, hogy szörnyet hal benne minden bacillus... (tehát) ... a népiskolát nem kell megbolygatni, ha már beleölték a pénzt, hanem e helyett adjanak minden iskolás gyerek kezébe egy-egy karafina vörös bort... (délelőtt és délután is)... jótállok érte, hogy valamennyi gyerek jó tapasztalású hazafinak fog felnőni...”

„A magas fűrtorony egyszerű, de szilárd szerkezetével már napok óta fel van állítva” – írta a Nagykőrös c. lap 1896. augusztus 23-án, majd hozzátette, hogy a város által felfogadott vállalkozó, a hódmezővásárhelyi Soós Sámuel a napokban megkezdte a munkát az e célra kijelölt Széchenyi-téren.

A fűrészek kezdetben egy régi, betemetett ásott kút újbóli megnyitásával próbálták öblítővízhez jutni, ez a módszer azonban nem vált be, így a gőzgép bódéja mellett készítettek új kutat. A lakosság „tömeges helyszíni érdeklődése” mellett, folyó munka eredményeként október közepére 220 m-ig hatoltak le, ekkorra azonban már egyre nagyobb nehézségeket okozott, hogy „...nem kapnak kellő mennyiségű vizet a kifűrt földréteg felmosására, s így kénytelenek a vizet vizes hordóban a helyszínrre szállítani.”

November 08-án a talp 262 m – vagyis a vállalkozó meghaladta a szerződésben kikötött 250 m-es mélységhatárt – de kifolyó vizet még nem talált. A város ekkor kifizette az előre megígért 2000 forintot. Soós pedig vállalta, hogy addig hatol tovább, míg kifolyó vizet nem kap. Az „eredményről” a helyi lap 1896. november 22-én számolt be, közöve, hogy a kivitelező lefűrt ugyan 334 m-ig” ... de ekkor beállt az a helyzet, hogy a kútúrás munkája félbe szakadt.” A város vezetése ekkor Farkas Kálmán királyi főmérnöktől kért szakértői véleményt, aki a – most már végleges – leállás magyarázatát így írta meg 242/1896. sz. levelében:

Amikor a kivitelező elért a 334 m-es mélységet, az ott elhelyezkedő hosszú agyagrétegben megszorult, s”...a csöveket oly nagy erővel kellett a szorító csavarokkal lenyomatni, hogy a csavarok lehorgonyzó gerendái felemelkedtek és a további csőpréselést be kellett szüntetni.”A szakértő szerint most már csak azt lehet tenni, hogy a csöveket visszahúzzák a fentebb harántolt”... tekintélyes kavicsrétegek alsó határáig – azután azokat a kavicsrétegbe hasogattassa meg (tni.: a tanács – l.l.) és az így a csőbe hatoló vízmennyiséget akár emberi, akár pedig géperővel szivattyúzza fel.

A Nagy-Kőrös című lap eltérő véleményét hangoztatta az ügyben: szerinte a kivitelezőt ösztönözni kell a továbbúrásra, mert lehetséges, hogy akár 10-20 méterrel lejjebb is már a jó vízáadó szintre bukkanhatnak, így az eddig kifizetett 2000 forint sem lenne kidobott pénz.

1986. november 29-én ismét cikk jelent meg az ügyről, írója szerint „...artézi kút cím alatt talán utoljára”. Az írás utal a közvélemény azon meggyőződésére, hogy a balsiker egyértelműen a kivitelező hibájának róható fel, hiszen a kezdő 130 mm-es csövet nem 95 m-ig, hanem legalább 150 m-ig kellett volna beépítenie, mert akkor nem vékonyodik ki

ennyire (85-mm-re) a csövezet. A szerző legfontosabb állásfoglalása az, hogy a szakértői véleményt elfogadva hitet tesz a kavicsréteg megnyitása, vagyis egy szivattyús kút kialakítása mellett. De most már késő volt. A város nem tudott megegyezni Soós-sal, így a vállalkozó 1896. végén szétszedette berendezését és elvonult a helyszínről.

„Ezzel tehát egy időre lekerült az artézi kút kérdés a szőnyegről” – kommentálta az eseményt a helyi lap 1986. december 20-án.

3.6.9. Nagykőrös, kút a Szabó Károly-féle telken. (B-24, 552 m)

Az 1896-os kudarc után a Kőrösiek hite megrendült a kútúrás ügyében, többségük igazolva látta dr. Szontagh Tamás szakvéleményét, mely szerint a város térsége nem alkalmas kifolyó vizet adó artézi kút létesítésére. Talán a más területeken sorozatban végzett sikeres fúrások híre, talán a századelő magasabb technikai színvonalába vetett hit volt az oka annak, hogy a város vezetése 1913. elején ismét pályázatot hirdetett. (Ne feledjük: 1896-ban sokan nem fogadták el a bukás kizárólagos geológiai okát.) A létesítendő kút helyéül, mint a város legalacsonyabb pontját az ún. „Szabó Károly-féle telket” jelölték ki – ma a strandfürdő van itt – a kutatófúrás mélységét pedig ezúttal már 500 m-ben határozták meg.

A kivitelezéssel megbízott Steiner Miksa 1913. novemberének elejére lejutott 519,2 m-ig, megfelelő vízázó rétegre azonban nem akadt, ezért abbahagyta a munkát. A polgármester ekkor a helyszínrre kérette a Belügyminisztérium szakértőjét, Czárán Péter kir. mérnököt, majd annak 1913. november 24.-én kelt leveléből a következőket tudhatta meg:

A jelenlegi mélységig három, viszonylag jobb minőségű vízázó réteg található a szelvényben (399-402 m, 415-425 m és 455-460 m között) ezekből a fúrás során észleltek is több-kevesebb beáramlást. A legkedvezőbbnek az látszik, ha a 455-460 m közöttire képezik ki a kutat, de még jobb lenne, ha a város 100 m-es továbbfúrást rendelne el.

Kellő mérlegelés után a vezetés az utóbbi megoldás mellett döntött, és hogy nem rosszul, azt Steiner december 13-i levele igazolja. A vállalkozó ebben közölte megbízóival, hogy 562 m-ig jutott le, és 535-550 m között egy minden eddiginél jobb kifejlődésű homokrétegre akadt, igaz, kifolyó vizet még nem észlelt belőle. Mivel szerinte a

továbbfűrés értelmetlen, vállalja, hogy az ünnepek után ezt a réteget szivattyúval „megdolgozza”, mert az feltehetően bővizű és kedvező vízminőségű. A javaslatra adott válasz kedvező lehetett, mert máig is fennmaradt Steiner 1914. március 25-én kelt levele, melyben közli a polgármesterrel, hogy a munkát sikerrel befejezte, ezért kéri, hogy fizessék ki a járandóságát. Többszöri próbálkozás után sikerült tehát egy „igazi” artézi kutat létesíteni Nagykőrösön, az eredmény azonban- (+ 1,6 m-en, 70-80 l/perc, 35 °C- os víz)- messze elmaradt a helybeliek várákozásaitól. (BARABÁS, 1992.)

2.3. Nagykőrös vízellátásának története a XX. század közepétől

Annak ellenére, hogy a városban 1967-ben indult meg a közműves vízellátás kiépítése, egységes, a város egész területére kiterjedő vízmű üzemeltetésére csak 1990-ben került sor. Ezt megelőzően hosszú évekig három, sokáig egymástól független vízmű működött Nagykőrösön.

A város központjában mélyfűrésú kútra támaszkodva 1967-ben a központi intézményeket és lakótelepet ellátó, hidroforral működő vízmű kezdte meg a működését. 1968-ban a város keleti és nyugati oldalán az ott települt ipari üzemek és kapcsolódó lakótelepek ellátására fűrtak kutakat és létesítettek hidroglóbuszal is rendelkező vízműveket. 1968-76 közötti időszakban a városközpont és a két ipari körzet vízműve egymástól függetlenül üzemelt. Mivel az ipartelepek vízfogyasztása határozta meg a vízművek teljesítményét, a kapcsolódó lakossági fogyasztás másodrendű volt.



1. kép: Központi vízmű telep

Ennek megszüntetésére épült meg a nyugati város-részben az ipartól leválasztott ún. Tormási vízmű telep önálló kúttal, gépházzal és magas tárolóval.

A központi városrészben, 1971-ben egy 700 m³-es víztorony építését kezdték meg. Ennek elkészülése után a városköz-pont hálózatát gerincezetéssel összekötötték a tormási vízművel. A vízigények tovább növekedtek, ezért a város vezetése újabb vízbázis kiépítését indította el. A víztermelő terület a keleti városrész közelében volt, ekkor sor került az ezzel szomszédos, az addig különálló vízműnek a központi hálózattal, illetve az ott létesített víztoronnyal való összekapcsolására.

A három helyről származó víz keveredése vízminőségi problémát okozott, melyhez még a tormási vízmű vízszint csökkenése is járult. 1985-1986-ban azután végre egységes fejlesztési koncepció alapján, új helyen kezdődött meg a központi vízmű telep kialakítása 2 db nagy hozamú kúttal, gáztalanítóval, vas-mangántalanítással, fertőtlenítéssel és magas nyomású gépházzal. A központi vízmű telep kapacitása 3,68 ezer m³/nap, mely biztosítja a város vízszükségletét.

2005 évben 608 em³ vizet termelt a KÖVA Zrt. Nagykőrös városban. Ez a mennyiség az elmúlt 5 év átlagának kb. 95 %-a. Bár ez a mennyiség a 2004 évihez viszonyítva (2004. évi termelés 596 m³ volt) 2,04%-os emelkedést jelentett. 2006 év kilenc hónapja alatt 475 m³ volt a hálózatra adott vízmennyiség.

2004 során 50 %-os mértékű hálózatbővítésre került sor, jelentős mértékű cél és címzett támogatás segítségével. 3.854 bekötés valósult meg a városban. (MAVIZ, 2006)

2.4. Vízellátó rendszer általános ismertetése

A település vízellátását biztosító vízbázist 2 db üzemelő mélyfúrású kút alkotja. A vízmű telepen vas- és mangáneltávolítást követően a víz tárolására és az egyenletes hálózati nyomás biztosítására 700 m³ térfogatú víztorony van a településen.

2.4.1. Az üzemeltető adatai

A cég neve: BÁCSVÍZ – Vízf- és Csatornaszolgáltató Zrt.

Székhely: 6000 Kecskemét, Mindszenti Krt. 36

Tel.: +36 (76) 481-211

Fax.: +36 (76) 481-368

2.4.2. A vízellátó rendszer adatai

Vízikönyvi szám: Körösér/117

Vízjogi üzemeltetési engedély száma: 15.076-5/1981.

Éves lekötött vízmennyiség: 800.000 m³

2.4.3. A vízmű telep adatai

Vízmű telep címe: 2750 Nagykőrös, Kocséri út (Hrsz.: 9506)

Vízmű mértékadó kapacitása: 3.840 m³/d

Vízikönyvi szám: Körösér/117

Vízjogi üzemeltetési engedély száma: 15.076-5/1981.

A kistérségi népegészségügyi intézet azonosító kódja: 13010240

2.4.4. Vízmű telep leírása

A vízmű telepre 2 db üzemelő kút termeli a vizet, amely az előklór és kálium-permanganát adagolást követően vas-, és mangántalanító szűrőn keresztül, utóklór adagolást követően, jut a 2.000 m³ térfogatú térszínti víztároló medencébe, majd 3 db átemelő szivattyú segítségével a hálózatba.

2.4.5. Vízszerezés

Normál üzemi körülmények között a vízmű telep területén elhelyezkedő V/2. sz., illetve a különálló kútkertben lévő XIII. sz. mélyfúrású kutak biztosítják a vízszolgáltatást. A mélyfúrású kutak a 141,0 – 237,2 m között települt vízáadó rétegeket termeltetik.

Vízkészlet jellege: II. osztályú rétegvíz

Vízhasználat jellege: közcélú

Vízügyi felügyeleti besorolás: II.

Kitermelt vízmennyiség: hiteles vízórával mért

2.4.5.1. Kutak jellemző adatai

V/2. sz. kút

Kataszteri szám: K-710

Helyrajzi szám:

9506.

Fúrás éve: 1991.

EOVX = 187.235,51

Felújítás éve: 2002.

EOVY = 707.944,54

Talpmélység: 245,0 m

Max. kitermelhető vízmennyiség: 2.500 l/p

Tartósan kitermelhető vízmennyiség: 2.000 l/p

Üzemállapot: üzemel

Csővezés:

0,0 - 6,5 m-ig Ø 1200/1180 mm acélcső

0,0 - 78,9 m-ig Ø 813/797 mm acélcső

48,3 – 180,0 m-ig Ø 610/594 mm acélcső

132,6 – 245,0 m-ig Ø 241/228 mm acélcső

Szűrőzés:

194,0 – 234,0 m-ig Ø 241/228 mm 26 sárgaréz szítaszövet

Betétsző:

173,3 - 240,0 m-ig Ø 139,7/125,7 mm acélcső

Betétszűrőzés:

194,0 – 195,7 m-ig Ø 139,7/125,7 mm 26 sárgaréz szítaszövet

195,7 – 232,0 m-ig Ø 139,7/125,7 mm 0,4 mm Johnson

232,0 – 234,0 m-ig Ø 139,7/125,7 mm 26 sárgaréz szítaszövet

XIII. sz. kút

Kataszteri szám: K-660/a

Helyrajzi szám:

0139/5.

Fúrás éve: 1969.

EOVX = 187.681,95

Felújítás éve: 1997.

EOVY = 707.418,46

Talpmélység: 250,0 m

Max. kitermelhető vízmennyiség: 2.500 l/p

Tartósan kitermelhető vízmennyiség: 1.900 l/p

Üzemállapot: üzemel

Csővezés:

0,0 - 22,8 m-ig Ø 419/401 mm acélcső

0,0 - 58,6 m-ig Ø 318/302 mm acélcső

58,6 – 189,5 m-ig Ø 241/228 mm acélcső

177,0 – 250,0 m-ig Ø 159/149 mm acélcső

Szűrőzés:

192,5 – 205,5 m-ig Ø 159/149 mm 40/50 sárgaréz szítaszövet

207,0 – 219,0 m-ig Ø 159/149 mm 40/50 sárgaréz szítaszövet

222,0 – 232,0 m-ig Ø 159/149 mm 40/50 sárgaréz szítaszövet

Mindkét üzemelő kút a 200-300 m mélyen fekvő vízadó rétegek vizeit termeli ki, vagyis ugyanarra a vízadó rétegre van szűrőzve, így egymással közvetlen hidrodinamikai kapcsolatban állnak.

2.4.5.2. Vízminőség

Az üzemben tartott kutakból termelt víz jellemző vízminőségi paramétereit az alábbi táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Termelt víz jellemző vízminőségi paramétereit

Vizsgált paraméter	Mértékegység	V/2. sz. kút	XIII. sz. kút
Fajlagos elektromos vezetőlépesség	µS/cm	517	522
pH	-	7,78	8,04
Nátrium	µg/l	31.620	34.050

Nagykőrös város ivóvízhálózatának hidraulikai és vízminőségi modellezése

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi kar

Infrastruktúramérnöki szakcsoport

Kálium	µg/l	1.240	1.290
Kalcium	µg/l	65.860	65.300
Magnézium	µg/l	20.250	19.800
Vas	µg/l	230	213
Mangán	µg/l	106	117
Ammónium	mg/l	0,65	0,70
Klorid	mg/l	3,35	283
Szulfát	mg/l	<5	<5
Hidrogén-karbonát	mg/l	382	400
Karbonát	mg/l	<3	<3
Nitrát	mg/l	<0,50	<0,50
Nitrit	mg/l	<0,01	<0,01
Összes keménység	mg CaO/l	139	137
Lúgosság (m)	mmol/l	6,26	6,56
Lúgosság (p)	mmol/l	<0,10	<0,10
KOI _{ps}	mg/l	0,58	0,36
Arzén	µg/l	<1	<1
Fluorid	mg/l	-	-
Foszfát	mg/l	-	-
Bór	µg/l	-	-
Higany	µg/l	-	-
Kadmium	µg/l	-	-
Króm	µg/l	-	-
Nikkel	µg/l	-	-
Ólom	µg/l	-	-
Réz	µg/l	-	-
Alumínium	µg/l	-	-
Trícium	Bq/l	-	-
Hőmérséklet	°C	20	20
Összes metán	l/m ³	2,06	2,23
A víz gáztartalom szerinti fokozata ³	-	„B”	„B”

³ 12/1997. (VIII.29.) KHVM rendelet szerint

A terület rétegvizei viszonylag egységesen kalcium-hidrogénkarbonátos jellegűek, az összes keménység 8-12 nk°, a vas, mangán és ammónium tartalom az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló, módosított 201/2001.(X.25.) Kormányrendeletben előírt tűrhető határértéket meghaladja.

2.4.6. Vízisztítás

A rendelkezésre álló két üzemelő kút vize, amely a vízmű területén egyesítve, „kevert vízként” áll rendelkezésre, 4 – 4.2 bar nyomáson.

A kutak által termelt nyersvízbe, az eredményes vas-mangántalanítás érdekében, előklór és kálium-permanganát vizes oldatát kell juttatni. Ezután a víz az automata üzemű vasmangántalanító berendezésre kerül, amelyen kb. 10 m/h szűrési sebességgel halad át.

A vízmű-gépház egy 14,60 x 6,60 m alapterületű, 4,00 m hasznos belmagasságú, belülről mosható felületű téglapépület, melyben található a vegyszeradagoló és szűrő berendezések.

2.4.6.1. Gáztalanítás

A kutak gáztartalmát a 2.2.4.2. pont tartalmazza, mely alapján a vonatkozó rendelet szerint külön gáztalanító berendezést nem kell létesíteni, de a tárolás során a kiszellőzést biztosítani kell. A szűrőtartályok kilevegőztető vezetékai olyan kialakításúak, hogy az épületen kívül egy megszakítással rendelkeznek, ezáltal a vízgépház is védett a felszabaduló metángáztól.

2.4.6.2. Oxidálószer adagolás

2.4.6.2.1. Klórgáz adagolás

A kálium-permanganát adagolás mellett kis mennyiségű klórgáz adagolás is szükséges.

180 m³/h beérkező vízhozamhoz adagolandó elő-klór: **0,3 g/m³**

Az adagolandó elő-klór mennyisége: **50 g/h**

2.4.6.2.2. Kálium-permanganát adagolás

Az oxidáció során a vízhez először kálium-permanganát vizes oldatát kell adagolni.

Adagolás paraméterei:

Kálium-permanganát oldat töménysége **3 %**

Adagolandó mennyiség: **4 l/h**

2.4.6.3. Vas- és mangántalanító berendezés

A vastalanító berendezés alapvetően a CHRIST AG technológiáin alapszik, és annak berendezéseit, illetve az általa alkalmazott és kipróbált részegységeit tartalmazza. A technológia által használt katalitikus BIRM töltet azonban már nincs használatban. Jelenleg a tartályokban mangán-zöldhomok, illetve hidroantracit töltetek végzik a vas és a mangán ionok megkötését.

A töltetek cseréjével párhuzamosan új visszamosatási rendszer került kialakításra. Az egyes szűrőtöltetek visszamosatása jelenleg öblítő szivattyú segítségével a hálózatra menő (szűrt) vízzel történik.

A FERMASTIL 3150 egy ikeroszlopos, párhuzamos üzemű és automatikus vezérlésű vastalanító. A berendezés a napi vízigénytől és a kezelt víztárolási lehetőségétől függően üzemeltethető.

A vas-mangántalanító berendezés kapacitása: **3.680 m³/d**

A vasiszappal telített szűrőhomok nem számít veszélyes hulladéknak, évente lesarabolva hulladéklerakóra helyezhető.

A vas-mangántalanítást végző mangán-zöldhomok, illetve hidroantracit töltetek várható élettartama ~10 év. Az üzem során cserére nem szorulnak. Azonban mivel a vas- illetve mangán ionokat a felületükön kötik meg, így idővel a töltetek telítődnek. Ilyenkor a tölteteket reaktiválni kell. Az aktiválások gyakoriságát az üzemi tapasztalatok határozzák meg. A megfelelő működéshez szükség van a szűrt víz vas- illetve mangán-ion koncentrációjának legalább heti rendszerességgel történő ellenőrzésére. A kapott adatok feljegyzésével és kiértékelésével ellenőrizhető a vas-mangántalanító berendezés megfelelő

működése. Amennyiben a szűrt vízben a mangántartalom 0,03 mg/l értéket meghaladja, el kell végezni a szűrőtöltetek reaktiválását.

A szűrt víz mennyiségének a mérése indukciós áramlásmérővel történik:

A vas-mangántalanító szűrt víz vezetéken található az KROHNE OPTIFLUX 2100C típusú indukciós vízmennyiség mérő berendezés. A készülék NA 200 mm méretű, és alkalmas 300 m³/h átfolyt víz mennyiség mérésére, helyi súrlódási veszteség keletkezése nélkül.

Vastalanító berendezés műszaki specifikáció:

Típus:	FERMASTIL 3150
Egységszám:	1 db
Teljesítmény:	180 m ³ /h
Tartalma:	Olajmentes légsűrítő kompresszor (pneumatikus szerelvények működéséhez szükséges levegő előállítására) 1 db Pneumatikus működtetésű pillangó szelepek 11 db Kézi működtetésű pillangó szelepek 3 db Automatikus vezérlésű szűrőtartály 2 db

Szűrőtartály:

Átmérő:	3150 mm, acél szűrőtartály
Magassága:	3400 mm
Korrózióvédelem:	ivóvízre engedélyezett belső festés
Töltet:	Támréteg: d=2-4 mm szűrőkavics, 45 cm rétegvastagság d=1-2 mm kvarchomok, 15 cm rétegvastagság Szűrőközeg: mangánzöldhomok, 60 cm rétegvastagság hidroantracit, 20 cm rétegvastagság
Vezérlése:	PLC (automatikus)
Csatlakozásai:	Nyers víz: NA 200
Kezelt víz:	NA 200
Hulladék víz:	NA 200
Energia igény:	Légkompresszor: 2,2 kW (napi üzemidő: 0.5-1 óra)* PLC folyamatirányító rendszer: 0,3 kW (napi üzemidő: 24 óra)

*Amennyiben a víztisztítási technológia megköveteli, hogy a szűrők előtt oxidációs

levegőbevitel történjen, akkor légkompresszor napi üzemideje 10-12 óra.

A szűrők

Kialakítása:	nyomás alatti zárt gyorszűrő
Felülete:	2x7,8 m ²
Fajlagos hidraulikai terhelése:	9 m ³ /m ² /h
Öblítési gyakoriság:	felváltva 48 óránként (a fajlagos terhelés alapján)
Öblítővíz igénye:	190-200 m ³ /h

2.4.6.4. Ülepítő medence

Vasiszap szikkasztó egy 10,90 x 8,60 m alapterületű, 1,50 m mélységű, osztott vasbeton medence, részlegesen földbe süllyesztve.

2.4.6.5. Fertőtlenítés

A kezelt víz fertőtlenítése a vas- mangántalanító előtt előklór, a térszíni tároló előtt utóklór adagolási pontokon klórgázzal történik. A kórgáz adagolást ADVANCE 205 típusú vákuumos klórgáz adagoló berendezés végzi. A hatékonyság érdekében WEDEMAT típusú digitális vízmennyiség-arányos klórmennyiség szabályozót alkalmazunk, mely képes a szabályozást a maradék klórtartalom szerint alkalmazni.

Az utóklór adagolás során arra törekszünk, hogy a városi vízhálózatra adott víz szabad aktív klór tartalma 0,3-0,5 mg/l érték között legyen. Ez a mennyiség elegendő ahhoz, hogy a vízhálózat legtávolabbi pontján is jelen legyen a fertőtlenítéshez elegendő mennyiség a vízben.

A biztonságos üzemeltetés érdekében a klórozó helységben WEDEGAS típusú gáz- és légtérellenőrző készülék van telepítve. A légcserét természetes és mesterséges szellőztető berendezések biztosítják az MSZ 21875⁴ előírásai szerint.

2.4.7. Alacsony tároló

A Kocséri úti vízmű-telep 2.000 m³-es hasznos térfogatú medencéje fogadja a mélyfúrású kutak vas- mangántalanított vizét.

A medence 22,70 m belső átmérőjű, kör alakú vasbeton műtárgy.

⁴ Munkahelyek fűtésének és szellőztetésének követelményei

Medence körüli járdaszint: 112,15 mBf

Medence minimális vízszintje: 111,95 mBf

Medence maximális vízszintje: 116,05 mBf

2.4.8. Nyomásfokozás

A kocséri úti vízmű telepen található a 2.000 m³- es térszíni medence mellett helyezkedik el a nyomásfokozó gépház. A térszíni tároló és a nyomásfokozó gépház között NA 500 AC csővezeték épült. A medencében lévő víz gravitációsan jut a gépházban elhelyezett 3 db függőleges tengelyű - NA 700 mm-es csőben elhelyezett - patron szivattyúra.

A nyomásfokozó gépházba beépített szivattyúk a folyamatirányító rendszerben a 9.1; 9.2; 9.3 elnevezést kapták. (2. táblázat)

Patron max. vízszintje: 109,50 mBf

Patron min. vízszintje: 106,70 mBf

2. táblázat: Nyomásfokozó gépészete:

Pozíció	Típus	Vízszállítás [m ³ /h]	
9.1	GRUNDFOS SP 125-3	160	
9.2	VOGEL 154.TP.K. 3702	144	melegtartalék
9.3	GRUNDFOS SP 125	215	
tartalék	GRUNDFOS SP 125-3-A-A		hidegtartalék

2.4.9. Hálózati elosztó akna

A szolgáltatott ivóvíz a vízmű telepről a hálózati elosztó aknán keresztül, két egymástól független hálózati töltővezetéken jut el a víztoronyba és a városi vízhálózatba. A vízhálózat párhuzamos megtáplálása fokozza az üzembiztonságot, mivel a két töltővezeték bármelyikével, külön-külön megvalósítható a vízellátás.

2.5. Vízelosztás

2.5.1. Vízhálózat

A városi ivóvízhálózat egy nyomásövezetből áll, körvezetékes rendszerű, betáplálása normál üzemállapotban egyoldalú.

Az elmúlt tíz évben épült csőhálózatok anyaga a közüzemi és bekötő vezetékeknél KPE. A tíz évnél régebben épült csőhálózatok anyaga azbesztcement és acél.

Tűzcsapok száma: **225 db** ebből föld feletti: **187 db**, föld alatti: **88 db**.

Közkifolyók száma: **88 db**.

2.5.2. Víz tárolás

A városi vízmű ellennyomó rendszerű magasponi tárolója a fogyasztás súlypontjában, a Kálvin téren (Hrsz.: 3393/5) található. A kehely alakú acél víztorony térfogata 700 m^3 , amely biztosítja hálózati szivattyúzás és fogyasztás kiegyenlítését, egyenletes nyomást és a tűzoltási célú víz tárolását.

A tároló típusa:	AKK-700
A tároló szerkezete:	acél
A tároló térfogata:	700 m^3
Víztoronynál a burkolat szintje:	112,75 mBf
Túlfolyó szint:	155,15 mBf
Ivóvíz max. szint:	154,75 mBf
Ivóvíz min. szint:	152,55 mBf
Tűzivíz min. szint:	150,25 mBf
Fenékszint:	149,75 mBf

3. A vízellátó rendszer hidraulikai modellje

3.1. A hidraulikai modell elkészítése

3.1.1. Kezdeti beállítások

Mivel az EANET 2.0 egy angolszász (amerikai) modellező program, így a topológiai modell felállítása előtt lényeges alapbeállítás-változtatásokat kell végezni. A program alapbeállításul az angolszász mértékegységrendszert használja, ezt át kell állítani a mértékegységek nemzetközi rendszerére (SI mértékegységrendszerre). A program ezt követően minden hosszirányú méretet méterben értelmez, valamint a térfogatokat köbméterben, a vízhozamokat pedig m^3/min -ben. Fontos megemlíteni, hogy a program a súrlódásból adódó hidraulikus energiavesztésért alapbeállítás esetén a Hazen-Williams formulával határozza meg, ez átállítandó a Darcy-Weisbach összefüggésre.

3.1.2. A vízhálózat topológiai modellének felállítása

A rendszerelemek topológiai jellemzőinek, a hálózati vezetékek kapcsolatrendszerének modellezése. A hálózat topológiája, a hálózat geometriája nélkül, hogy a hálózat fizikai jellegével foglalkoznánk. A nyomás alatti csőhálózatok hidraulikai számításában a topológiai modell mindig egy összefüggő, folytonos irányított gráffal írható le. (DELI - BÓDI, 2009)

A topológiai modell felállításához szükséges volt egy, a vízhálózatot ábrázoló, digitális (akár hagyományos papír alapú térkép is jó, ha az áll rendelkezésre) alaptérkép, amely feltünteti a csőanyagokat, csőátmérőket, csőhosszakat valamint a geodéziai magasságokat. Ezt az alaptérképet az üzemeltető, BÁCSVÍZ térinformatikai osztálya szolgáltatta. A topológiai modell elkészítéséhez az üzemeltető által kiadott DWG formátumú fájlból képformátumú, BMP fájl készítése volt szükséges mivel az EPANET 2.0 csak BMP típusú képformátumot képes beillesztett háttérképként (background) kezelni.

A hálózat topológiai modelljének felállításához elengedhetetlen volt egy személyes konzultáció az üzemeltető egyik szakképzett, nagy helyismerettel rendelkező munkatársával, mivel az alaptérképen tisztázatlanok voltak az egyes csőszakaszok

egymáshoz viszonyított magassági elhelyezkedései. Az adategyeztetés után kiderült, hogy melyek azok a vezeték szakaszok amelyek csak keresztezik egymást és melyek azok, amik bekötnek egymásba. A modell elkészítése során, mivel a város egész területe domborzatilag sík, így a modell egyszerűsítése érdekében minden csomópont egy síkon helyezkedik el.

Csomópontok megadása:

- X és Y koordináták megadása
- Geodéziai magasságok megadása Balti tenger feletti magasságban

Az ágak megadása:

- Egyes csomópontok összekötése
- Csőátmérő megadása (belső átmérő mm-ben)
- Csőfal érdességének megadása (mm-ben, KPE esetén 0.1 mm; AC esetén 0,4 mm)

Magastározó megadása:

- X és Y koordináták megadása
- A tározó fenékszintjének megadása: 149,75 mBf (+0,00 m)
- A tározó vízszintje 0 órakor, induló vízszint: +3,80 m
- A minimális vízszint a tározóban (tűzi-vízigény): +0,50 m
- A maximális vízszint a tározóban: +4,90 m
- A tározó átmérője: mivel a tározó átmérője nem konstans, így el kellett készíteni a tározó jelleggörbáját (volume curve), ami alapján a program tudja közelíteni a tározó alakját.

3.1.3. Vízigények megadása

A vízműtelep automatikus üzemét a SCADA folyamatirányító rendszer felügyeli az ASPIC 3.30 program segítségével. A program minden egyes technológia egység működését szabályozni tudja az előre megadott paraméterek alapján. Ez a rendszer az irányítás mellet az adatok (mennyiségek, kapcsolási számok, stb.) rögzítését is elvégzi.

A modellezés során a különböző kommunális és ipari jellegű vízigények egyenkénti meghatározására nem volt szükség, mivel a SCADA folyamatirányító rendszer által rögzített fogyasztási adatok alapján vízmérleg felállításával pontosan lehetett kalibrálni a modellt. A folyamatirányító rendszer rögzíti a vízmű-telepről kimenő pillanatnyi áramlási sebességet (m^3/h), ugyan ebben az időpillanatban rögzíti a víztorony töltöttségi szintjét (%), ezt a műveletet a program két percenként megteszi, majd a kimenő vízmennyiségeket ugyancsak két perces időközökkel összegzi egy napi kimenő (m^3) vízmennyiséggé.

A hálózatba betermelt víz és a tározó vízszintváltozásának a különbségeként könnyen meghatározható a város napi fogyasztása. Ez alapján felírható a következő összefüggés:

$$Q_f = Q_{sz} - Q_t$$

ahol:

Q_f : a város napi vízfogyasztás [m^3]

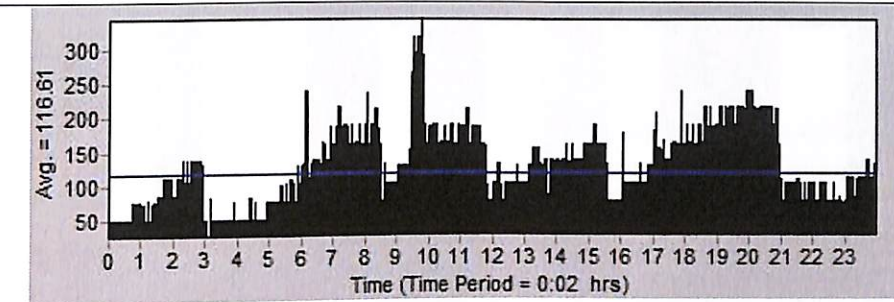
Q_{sz} : a hálózatba termelt víz mennyisége [m^3]

Q_t : a tározóba eljutott víz mennyisége (tározó töltődése, vagy ürülése) [m^3]

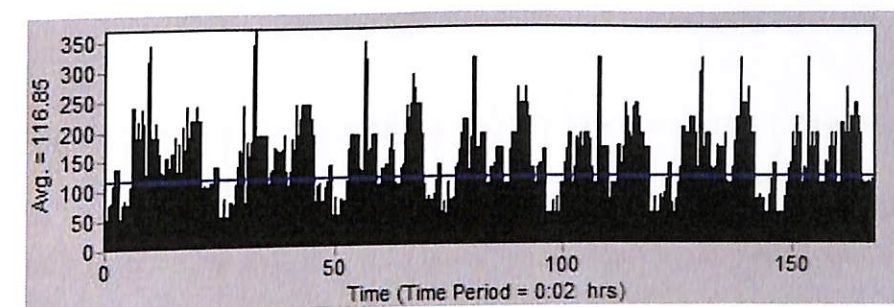
A folyamatirányító rendszerből 2013 augusztusának és 2013 novemberének fogyasztási adatai álltak rendelkezésre a már fent említett két perces időközökkel. A modellezéshez kiválasztott időszak 2013. augusztus 02. és 2013. augusztus 09. közötti egy hét, azaz a modell az előbb említett egy hét alatt lejátszódó hidraulikai és vízminőségi jellemzők modellezésére alkalmas.

Természetesen a modell további kalibrálásával akár hosszabb időintervallumot is lehetne modellezni.

A vízigények megadásakor a modellben a csomópontra terhelt fogyasztások összege 1, ami azt jelenti, hogy ez esetben a fogyasztási menetgörbe tartalmazza a tényleges fogyasztásokat m^3/h -ban megadva. Lényeges megjegyezni, hogy a program a fogyasztási menetgörbe adatait minden esetben m^3/h dimenzióban értelmezi. (1. és 2. ábra)



1. ábra: Fogyasztási menetgörbe (24h), 2013.08.03.

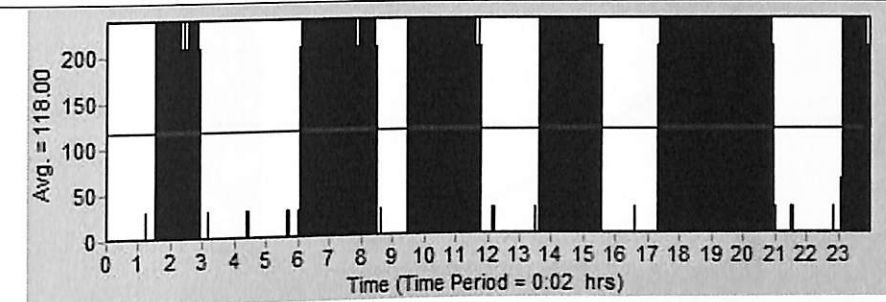


2. ábra: Fogyasztási menetgörbe (168h), 2013.08.02 – 2013.08.09.

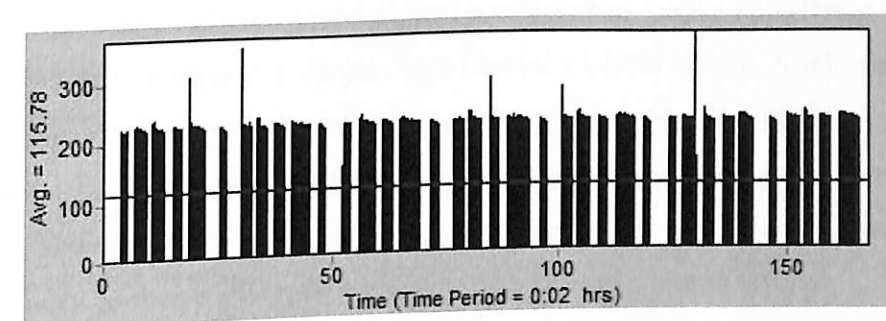
A csomóponti fogyasztások hossz arányosan lettek meghatározva, azaz a csomópontokhoz csatlakozó egyes vezetékszakaszok hossza alapján súlyozva lettek szétosztva csomópontonként.

3.1.4. Szivattyúzás jellemzőinek megadása

A hálózatba termelt vizet a 2.4.7. pontban említett két darab nyomásfokozó szivattyú juttatja az elosztó hálózatba. A szivattyúzási üzemrend az előző pontban leírtakkal közel azonos módon meghatározható. A folyamatirányítási rendszer folyamatosan két percenként feljegyzi a hálózatba termelt víz mennyiségét m^3/h -ban. A betáplálás helyén a szivattyúk egy csomóponttal lettek helyettesítve, amely fogyasztásának értéke -1, ez azt jelenti, hogy ez a csomópont a hálózatból nem vesz ki vizet, hanem a hálózatba termeli be azt, mégpedig az ehhez a csomóponthoz rendelt fogyasztási menetgörbe alapján, ami ebben az esetben a szivattyúzási üzemrend. A fogyasztási menetgörbéhez hasonlóan, ebben az esetben, a szivattyúzási üzemrendbe a hálózatba betermelt víz mennyiségét kell írni, m^3/h -ban. (3. és 4. ábra)



3. ábra: Szivattyúzási üzemrend (24h), 2013.08.03.



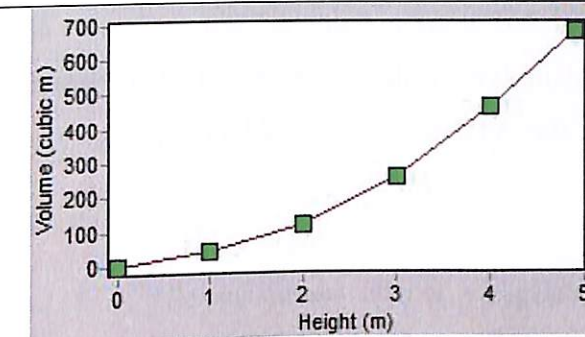
4. ábra: Szivattyúzási üzemrend (168h), 2013.08.02. – 2013.08.09.

3.1.5. A tározó jelleggörbéjének megadása

Mivel a magasponti tározó átmérője nem állandó, így a modellező program számára úgynevezett jelleggörbe (volume curve; 5. ábra) segítségével meg kell határozni a tározó geometriai alakját. Az egyes vízszintmagasságokhoz rendelt térfogat értékek az AUTOCAD háromdimenziós modellező program segítségével lettek meghatározva.

3. táblázat: Magas tározó jelleggörbe adatai:

Magasság [m]	Térfogat [m ³]
0,0	0,00
1,0	37,60
2,0	117,48
3,0	254,37
4,0	463,53
4,9	680,06



5. ábra: Magasponti tározó jelleggörbe

Az adatbevitel után a program a tározót, ami a valóságban csonka kúp (fém gomba) alakú, az 5. ábrán látható jelleggörbe alapján fogja kezelni a későbbiekben. A jelleggörbe számát hozzá kell rendelni a tározó modellterben található megfelelőjéhez (tank), így a program tudja, hogy a jelleggörbe melyik, a modellterben elhelyezett objektumhoz tartozik. Ebben az esetben akármilyen, nullával nem egyenlő értéket adunk meg a tározó átmérőjeként, a modell minden esetben a jelleggörbe alapján fogja kezelni a tározó alakját.

3.1.6. A modell első futtatása

A szimuláció az első alkalommal hibaüzenet nélkül lefutott, de a vízelosztó rendszerben nem voltak reális sebességek, nyomások, valamint a tározóban a vízszint csupán néhány centimétert ingadozott (töltődött-ürült). A hiba oka az volt, hogy az adatbevitel során a bevitt fogyasztások, valamint szivattyúzási értékek m^3/min -ben lettek megadva, a program pedig m^3/h -ban értelmezte azokat, így a rendszerben a fogyasztások és a betáplált víznek csupán 1/60-ad része jelent meg, ami irreálisan kicsi hálózati sebességeket és nyomásokat okozott. Az értékek átváltása és bevitel után, a modell újbóli futtatása ismét sikeres volt, hibaüzenet nélkül lefutott, a valóságot közelítő áramlási sebességek és nyomások jelentkeztek.

3.1.7. A modell kalibrálása

A modell kalibrálása folyamán először egy olyan modell készült el, amely 24 óra adatait képes lefuttatni. Ezután összehasonlításra került sor a kapott mérési adatok és a modell által számított nyomás illetve vízforgalmi adatok között. Lényeges eltérés nem volt tapasztalható. Miután kiderült, hogy a modellező program képes kezelni a két perces időközökkel bevitt fogyasztási és szivattyúzási adatokat, egy másik, hosszabb

időintervallumot kezelő változat is készült, amely a város 168 órányi, azaz egy heti valós fogyasztási és szivattyúzási adatait kezeli és modellezi. Ezek után, a közmű-üzemeltetőtől kapott adatokból a lehető legpontosabb hidraulikai modell készült.

3.2. A modell elemzése:

A modell elemzéséhez több jellemző üzemi állapot vizsgálata szükséges. Az üzemi állapotok vizsgálatának célja, hogy meghatározzuk és elemezzük azokat az eseteket, amelyek az elosztó rendszer működése során felléphetnek (időszakosan, évszakonként, egy nap alatt) és hatással vannak az egész rendszerre, vagy csak lokálisan, egy-egy rendszerelemre az üzemeltetés szempontjából, vagy akár vízbiztonsági okokból (vízminőség problémák, havária).

A hálózat hidraulikai vizsgálata során jellemzőnek tekintett üzemállapotok céljukat tekintve két csoportba sorolhatók:

- Méretezési üzemállapotok, melyek a rendszert zavartalan üzem esetén jellemzik.
- Ellenőrzési üzemállapotok, amelyek valamilyen zavaró tényezőt modelleznek, ilyenek a tűzvíz kiszolgáltatásának esete, csőtörés miatti lezárások, medencekiürülés, szivattyú leállás (pl. áramkimaradás miatt). (ÖLLÖS, 1987)

Az egyes üzemállapotokat a következő szempontok alapján kell megvizsgálni, hogy pontos következtetéseket lehessen levonni:

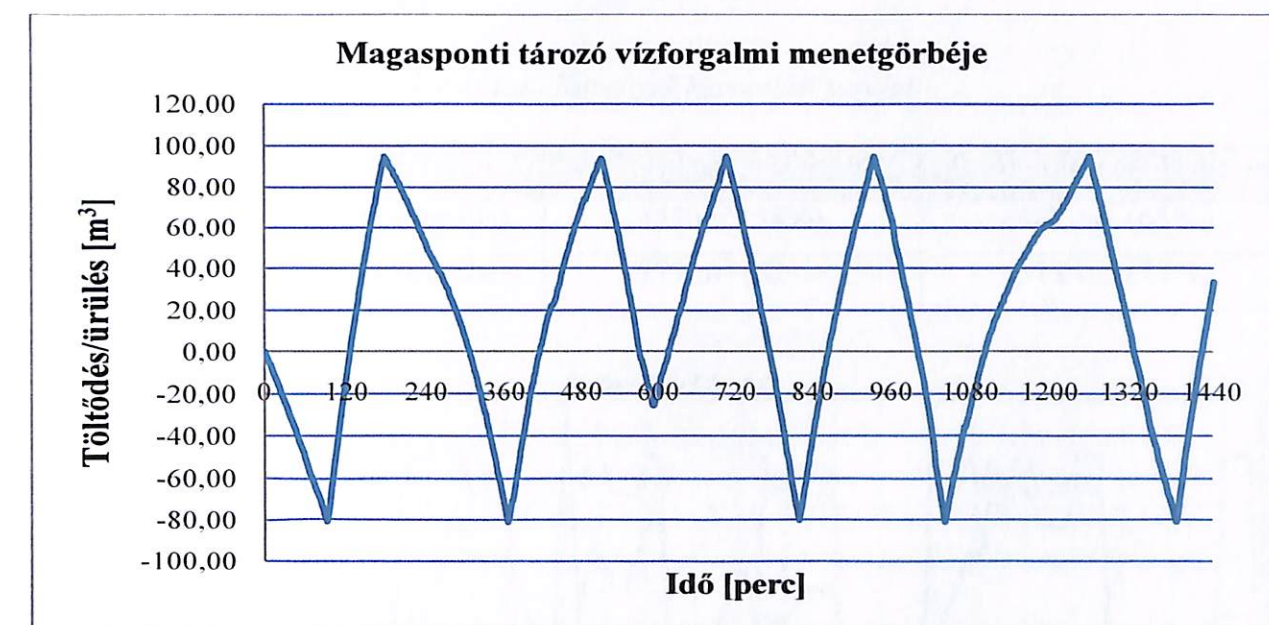
- A tározó vízszintváltozása
- Szivattyúk üzemrendje
- Áramlási sebességek
- Csomóponti nyomások
- Főkör vizsgálata
- Tartózkodási idők

3.2.1. Normál üzemi állapot vizsgálata

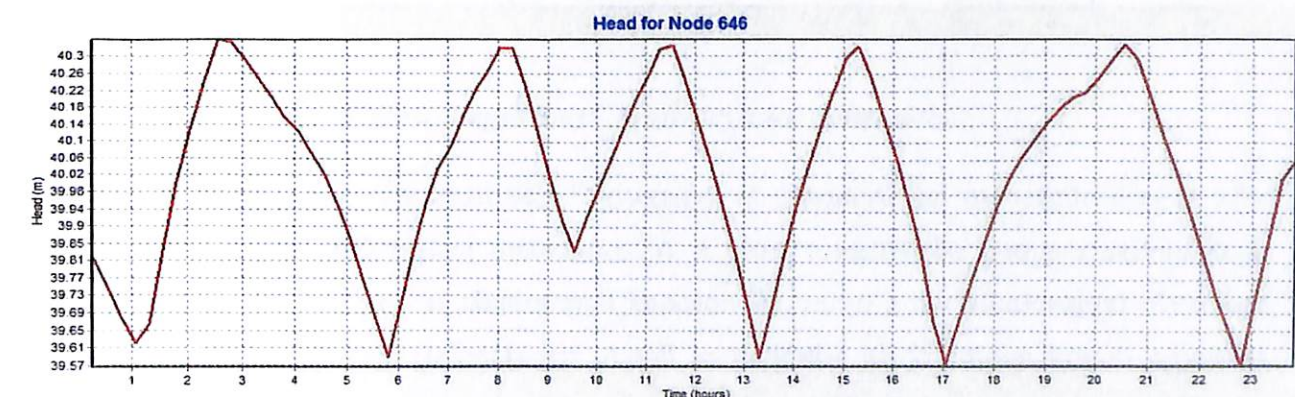
A hálózatot csupán az általános napi terhelések érik. A normál, zavartalan üzemi állapot során nincs különleges vízigény, sem csőtörés, sem szivattyúzás kimaradása.

3.2.1.1. Magasponti tározó vizsgálata normál üzemi állapot esetén

A magasponti tározó vízforgalmi görbéje a közmű üzemeltető által szolgáltatott adatok alapján könnyedén ábrázolható. A véletlenszerűen kiválasztott üzemeltetési nap folyamán a tározó hat alkalommal ürül, és hat alkalommal töltődik. A 6. és 7. ábrák összehasonlítása után szemmel látható, hogy a két menetgörbe közel azonos, tehát a modell jól közelíti a valóságot.



6. ábra: Magasponti tározó vízforgalmi menetgörbéje számított adatok alapján



7. ábra: Magasponti tározó program által generált vízforgalmi menetgörbéje

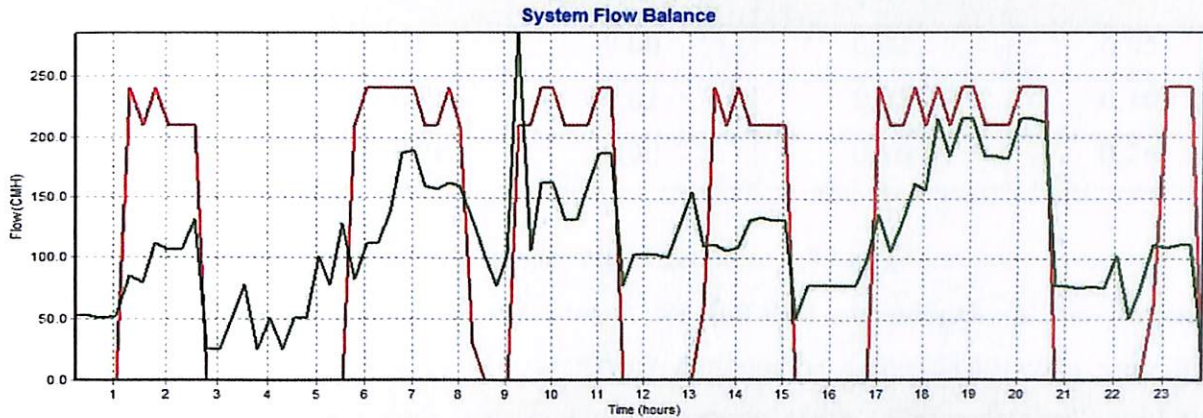
3.2.1.2. Szivattyúk üzemrendje normál üzemi állapot esetén

A napi átlagfogyasztás valamelyik GRUNDFOS típusú szivattyúval lehet fedezni. Normál üzemi állapot esetén a 2.4.7. pontban említett, nagyobb teljesítményű GRUNDFOS-SP 125-3 típusú nyomásfokozó szivattyú üzemel 1. prioritásban, a 2. prioritásban lévő GRUNDFOS-SP 125 típusú nyomásfokozó szivattyú pedig heti egy alkalommal van üzembe helyezve próbaüzem, valamint vízmozgatás céljából.

A nyomásfokozó szivattyúk vezérlése a városi víztorony vízszintje alapján történik automatikusan. (3. táblázat)

3. táblázat: Szivattyúk kapcsolási pontjai:

Időszak	alsó, bekapcsolási pont	felső, kikapcsolási pont
Téli időszakban (október-április)	377 m ³ (53%)	462 m ³ (65%)
Nyári időszakban (április-október)	377 m ³ (53%)	512 m ³ (72%)



8. ábra: Fogyasztási- és szivattyúzási menetgörbe

A 8. ábrán látható a kiválasztott nap fogyasztási és szivattyúzási menetgörbéje. A zöld menetgörbe a város fogyasztási menetgörbéje, a piros menetgörbe pedig a szivattyúzás menetgörbéje. A szivattyú hat alkalommal kapcsol be, mind a hat alkalommal olyankor, amikor nagyobb fogyasztás jelentkezett. A két menetgörbe jól láthatóan követi egymást, mivel a nyomásfokozó szivattyúk akkor kapcsolnak be, ha a magasponti tározóban a vízszint eléri a bekapcsolási, minimum vízszintet. A két menetgörbén látható hogy követik

egymást, mivel a szivattyúk frekvenciaváltóval vannak ellátva, amelyek segítik a szivattyúk indítását, valamint leállítását.

3.2.1.3. Áramlási sebességek normál üzemi állapot esetén

Az egyes üzemi állapotokban történő sebességváltozások szemléltetéséhez kiválasztásra került 8 db vezetékszakasz.

4/a. táblázat: Áramlási sebességek értékei a vizsgált vezetékekben:

Vezeték	Átmérő [mm]	Anyag	Sebesség 6:18-kor [m/s]	Sebesség 10:18-kor [m/s]	Sebesség 18:18-kor [m/s]
267	DN 315	KPE	0,36	0,30	0,33
16	DN 315	KPE	0,30	0,26	0,29
247	NA 200	AC	0,11	0,11	0,16
806	DN 110	KPE	0,01	0,00	0,01
636	DN 110	KPE	0,01	0,00	0,01
211	DN 225	KPE	0,00	0,02	0,05
220	DN 225	KPE	0,02	0,05	0,10
202	DN 225	KPE	0,00	0,10	0,26

Maximális sebesség a hálózatban a tározó töltővezetékén: 1,37 m/s

A hálózat egészen meglehetősen alacsonyak az áramlási sebességek, a kis átmérőjű vezetékekben a víz alig mozog, csak abban az esetben, ha a fogyasztó vizet vesz ki a rendszerből. A betáplálási pont, valamint a magasponti tározó környezetében, ahol van folyamatos vízmozgás, a sebességek nagyobbak, a végágak közelében gyakorlatilag pang a víz a rendszerben.

3.2.1.4. Csomóponti nyomások normál üzemi állapot esetén

Az egyes üzemi állapotok összehasonlítása a 3.2.1.3. ponthoz hasonlóan a csomópontok nyomásviszonyainak alakulását is 8 db vizsgált csomópont segítségével történik. A kiválasztott csomópontok a hálózatban egymástól teljesen más helyen helyezkednek el.

5/a. táblázat: Csomóponti nyomások a vizsgált csomópontoknál:

Csomópont	Nyomás 06:18-kor [mvo.]	Nyomás 10:18-kor [mvo.]	Nyomás 18:18-kor [mvo.]
22	39,94	40,10	40,02
21	40,11	40,20	40,80
31	40,06	40,15	39,96
207	40,01	40,12	39,98
244	39,98	40,07	39,81
183	40,79	40,81	40,72
11	40,70	40,64	40,60
103	40,00	40,07	39,80

3.2.1.5. Főkör vizsgálata normál üzemi állapot esetén

Normál üzemi állapot esetén a tározó két irányból töltődik két DN 300-as töltővezeték segítségével. A töltődés- ürülés folyamán a töltővezetékben az áramlási irány folyamatosan változik attól függően, hogy a tározó éppen töltődik vagy ürül. A fő áramlási irány a Szolnoki út alatt futó I. számú fővezeték. 2004 után bekapcsolták a hálózatba a Gyimes út alatt húzódó töltővezeték is, ez a II. számú fővezeték.

Maximális áramlási sebességek:

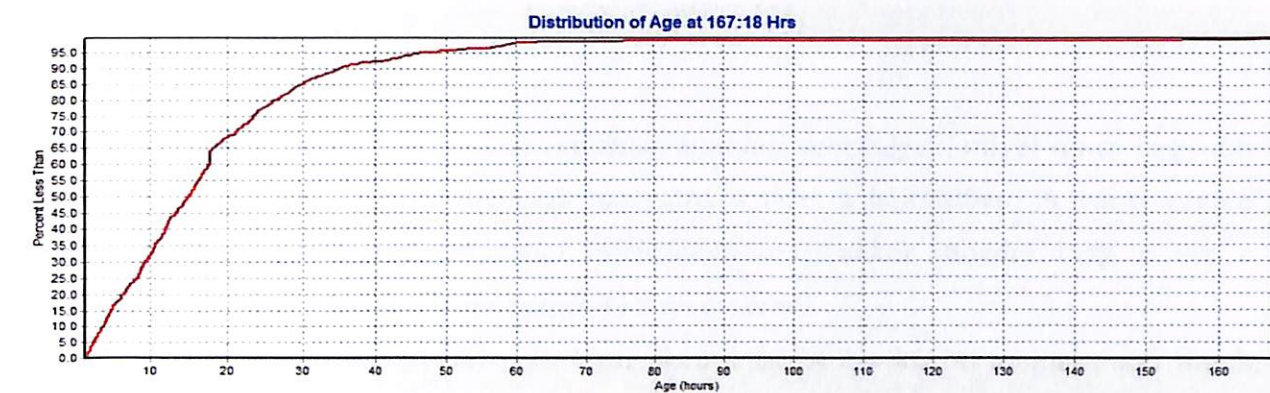
- I. számú töltővezetékben: 0,53 m/s
- II. számú töltővezetékben: 0,30 m/s

Minimális áramlási sebességek:

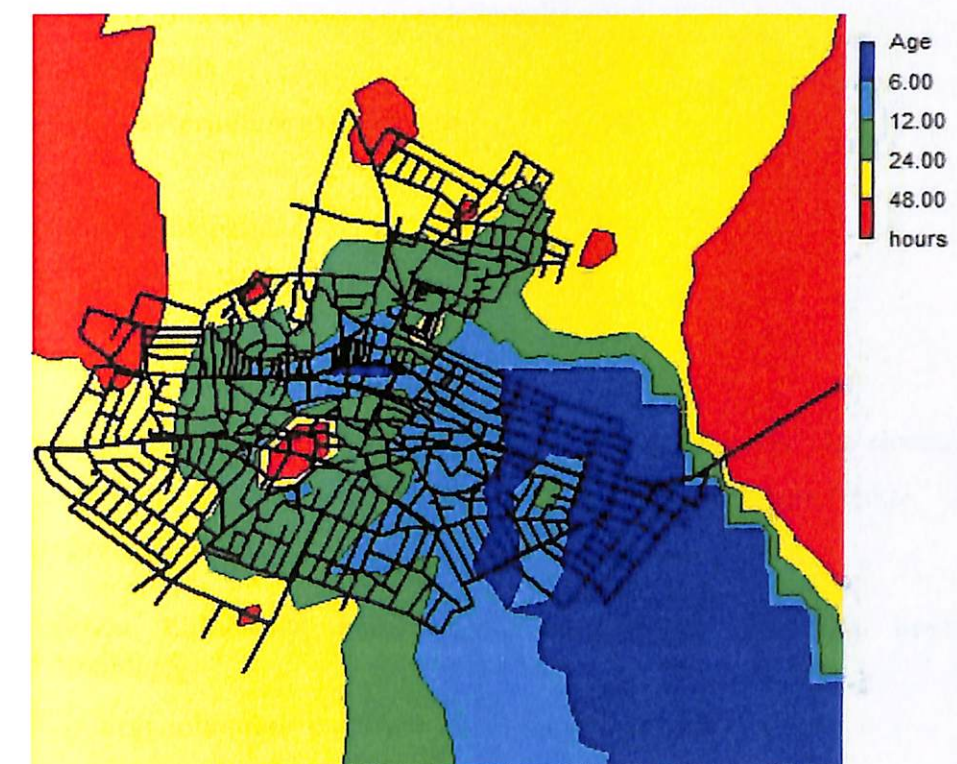
- I. számú töltővezetékben: 0,04 m/s:
- II. számú töltővezetékben: 0,01 m/s

3.2.1.6. Tartózkodási idők vizsgálata normál üzemi állapot esetén

A tartózkodási idők 168 óra (7nap) üzemidőre lettek megvizsgálva. A tartózkodási idők vizsgálatához felhasznált fogyasztási és szivattyúzási adatok egy hét valós fogyasztási és szivattyúzási adatai (2. és 4. ábra) 2013.08.02. és 2013.08.09. között.



9. ábra: Tartózkodási idők százalékos megoszlása 168 óra üzemidő után



2. kép: Tartózkodási idők alakulása 168 óra üzemidő után

3.2.1.7. Normál üzemi állapot értékelése

Normál üzemállapot folyamán a modell hibaüzenet nélkül zavartalanul lefut. A vizsgálat során a tározóban a vízszint egyszer sem süllyedt 3,6 m alá, mivel a folyamatirányító rendszer ezen a ponton kapcsolja be a nyomásfokozó szivattyúkat. A tározó töltődése és ürülése egyenletes, vízhiány nem lép fel.

A hálózat egészén meglehetősen alacsonyak az áramlási sebességek, mivel nincs nagyobb fogyasztó a hálózaton, ami esetlegesen mozgatná a vizet a hálózatban. A város szélén vannak olyan vezetékszakaszok, ahol kifejezetten csak akkor mozdul meg a víz a vezetékekben, ha a fogyasztók vizet vesznek ki a rendszerből.

A tartózkodási idők a betáplálási pont környékén 0 és 24 óra között vannak, ami jónak mondható a város dél-nyugati részéhez képest, ahol a tartózkodási idők egyes végágakban akár 160 óra fölé is emelkednek. A tartózkodási idők 95 %-a 50 óra alatt van.

A magas tartózkodási idők következményei lehetnek:

- Vízminőség romlás
- Kórokozók, baktériumok megjelenése
- Zavarosság
- Üledék-, biofilmképződés
- Maradék fertőtlenítőszer elfogyása

Vízminőség romlás:

Az ivóvíz minősége az elosztó hálózatban, térben és időben változik. Az elosztó hálózat olyan komplex reaktornak (reaktor-rendszerben) tekinthető, amelyben fizikai, kémiai és biológiai folyamatok mennek végbe. A vízminőség-változások

- a hálózat hidraulikai kapacitásának csökkenése (korrózió, bevonat- és üledékképződés),
- az ivóvíz organoleptikus paramétereinek romlása,
- esetenként a közegészségügyi kockázat szintjének emelkedése (bakteriális fertőzés, hálózati nitrifikáció) formájában jelentkezhetnek.

A reaktor működését számos tényező befolyásolja, melyek közül a legfontosabbak:

-
- maradék klór koncentráció,
 - hidraulikai jellemzők,
 - csőanyag,
 - csőátmérő,
 - víz hőmérséklet,
 - a víztisztítás szintje.

A hidraulika és a vízminőség közvetlen kapcsolata elsősorban az ülepedési-felkavarodási folyamatok esetén lehet jellemző, de hatása a biofilm szempontjából is jelentkezik. Mivel a vízminőség-változás folyamata az idő függvénye is a víz, hálózatbeli tartózkodási ideje is befolyásoló tényezőnek tekintendő. (DOMBAY - ÖLLÖS,1998.)

Üledék-, biofilmképződés:

A vízelosztó rendszerben az üledék is az AOB (ammonia-oxidizing bacteria = ammónia-oxidáló baktériumok) túléléséhez járulhat hozzá. Az üledékben és a biofilmben nagyobb mennyiségű ammónia-oxidáló baktérium van jelen, mint egyéb rendszerek vízmintáiban, feltehetően a nagyobb mennyiségű tápanyag jelenléte miatt, és a rendszer védelmet nyújt a fertőtlenítéssel szemben. (ÖLLÖS, 2008.)

Maradék fertőtlenítőszer fogyasztás:

A maradék klór veszteség a cső/víz határfelületen bekövetkező reakciók következtében súlyos lehet, a hosszú tartózkodási idők miatt. (ÖLLÖS, 2008.)

Zavarosság:

A szuszpendált anyagok a fertőtlenítőszer adagolást követően a víz fizikai- és kémiai minőségét megváltoztathatják: például ha a vízben oldott szerves anyagok vannak, azok általában oxidálódnak, pelyhesednek, így a zavarosság nőhet. Olyan anyagok, amelyek a fertőtlenítőszerrel szemben affinitással rendelkeznek (például humin vegyületek, redukált vas), a versenyszerű oxidálási folyamatok a fertőtlenítőszert fogyasztják, vagy csíráölő tulajdonságait megváltoztatják (például a hipoklóros sav és az ammónia reakciójaként klóraminok keletkeznek, ezáltal a fertőtlenítés reakciósebességét és hatékonyságát csökkentik. (ÖLLÖS, 1997.)

3.2.2. Töltővezeték megszüntetése két csomópont között (csőtörés)

A megszüntetett vezetékszakasz kiválasztásához olyan szakaszt kellett választani, amely koránál fogva kockázati tényezőnek számít a hálózat üzemelése folyamán, nagy járműforgalom ér, valamint a hálózat üzemeltetésében nagy szerepet játszik.

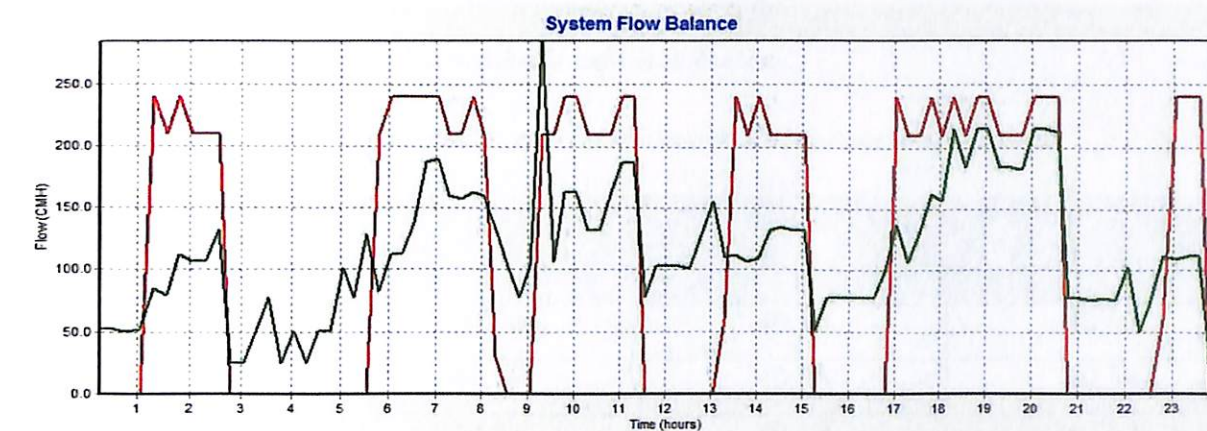
A kiválasztott vezetékszakasz a Kustár utca alatt húzódó I. számú, DN 315-ös töltő vezeték.

A hálózatot érő fogyasztási terhelések a normál üzemi állapottal megegyeznek.

3.2.2.1. Tározó vízszintváltozása csőtörés esetén

A tározó vízforgalma változatlan a II. számú fővezeték teljes mértékben helyettesíteni tudja a kiszakasztott I. számú töltővezetékét, nem lép fel vízhiány a tározóban, sem a rendszerben. A tározó vízforgalmi menetgörbéje megegyezik a 3.2.1.1.-es pont 7. ábrájával.

3.2.2.2. Szivattyúk üzemrendje csőtörés esetén



10. ábra: Fogyasztási- és szivattyúzási menetgörbe csőtörés esetén

A szivattyúzási üzemrend nem változott, a korábbiakhoz hasonlóan ki tudta elégíteni a fogyasztást. A két menetgörbe azonos a normál üzemállapot menetgörbéivel.

3.2.2.3. Áramlási sebességek csőtörés esetén

4/b. táblázat: Áramlási sebességek értékei a vizsgált vezetékekben:

Vezeték	Átmérő [mm]	Anyag	Sebesség 6:18-kor [m/s]	Sebesség 10:18-kor [m/s]	Sebesség 18:18-kor [m/s]
267	DN 315	KPE	0,29	0,26	0,29
16	DN 315	KPE	0,33	0,28	0,30
247	NA 200	AC	0,19	0,16	0,19
806	DN 110	KPE	0,02	0,01	0,01
636	DN 110	KPE	0,05	0,02	0,00
211	DN 225	KPE	0,03	0,00	0,04
220	DN 225	KPE	0,05	0,00	0,09
202	DN 200	KPE	0,21	0,06	0,19

3.2.2.4. Csomóponti nyomások csőtörés esetén

5/b. táblázat: Csomóponti nyomások a vizsgált csomópontoknál:

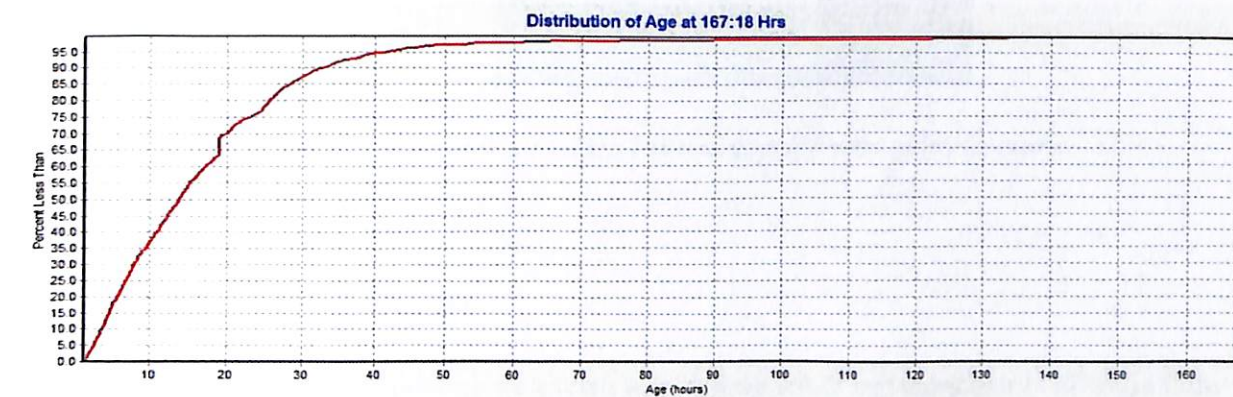
Csomópont	Nyomás 06:18-kor [mvo.]	Nyomás 10:18-kor [mvo.]	Nyomás 18:18-kor [mvo.]
22	39,94	40,10	40,02
21	40,75	40,55	40,34
31	40,51	40,37	40,12
207	40,19	40,20	40,02
244	40,21	40,17	39,90
183	41,16	40,90	40,84
11	41,17	40,89	40,78
103	40,36	40,23	39,91

3.2.2.5. Főkör vizsgálata csőtörés esetén

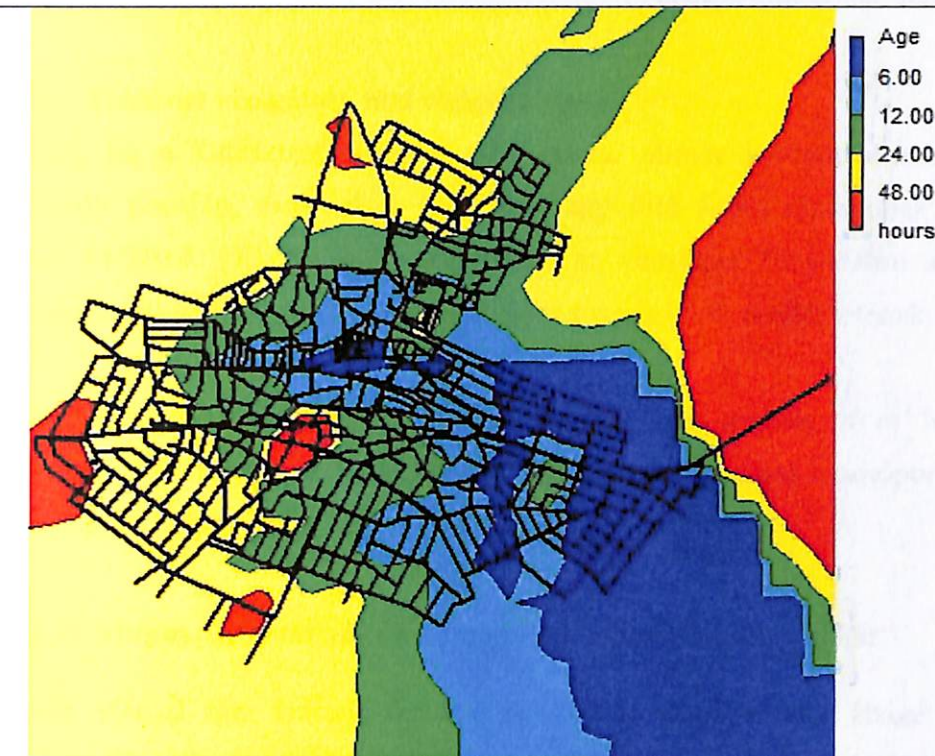
A modellezett kiszakaszolás (csőtörés) esetén a II. számú fővezeték teljes mértékben helyettesíteni tudja az I. számú fővezetékét, nem lép fel a hálózatba vízhiány, a tározó maradéktalanul tud töltődni.

3.2.2.6. Tartózkodási idők csőtörés esetén

A tartózkodási idők változatlanul 168 óra üzemidőre lettek megvizsgálva. A tartózkodási idők vizsgálatához felhasznált fogyasztási és szivattyúzási adatok egy hét valós fogyasztási és szivattyúzási adatai (2. és 4. ábra) 2013.08.02. és 2013.08.09. között.



11. ábra: Tartózkodási idők százalékos megoszlása 168 óra üzemidő után csőtörés esetén



3. kép: Tartózkodási idők alakulása 168 óra üzemidő után csőtörés esetén

3.2.2.7. Főkör értékelése

Az I. számú főkör üzemképtelensége esetén a II. számú főkör egymagában is el tudja látni a tározó feltöltésének a szerepét. A tározó nem ürült le, a hálózatban vízhiány nem lépett fel. A szivattyúzási üzemrend változatlanul megfelelt, mivel fogyasztásnövekmény nem történt. A megnövekedett áramlási sebességek miatt a tartózkodási idők csökkentek a város észak, észak-keleti részén, ugyanakkor a dél, délnyugati részen valamivel romlottak. A tartózkodási idők 95 %-a 168 üzemóra után csupán 40 óra alatt marad. A megnövekedett áramlási sebességek a tartózkodási idővel fordítottan arányosan változtatták meg a vizsgált csomópontoknál a hálózati nyomásokat. Azokon a helyeken, ahol megnöttek az áramlási sebességek és lecsökkentek a tartózkodási idők, a hálózati nyomások megnöttek. A város dél, dél-nyugati részén, ahol lecsökkentek a sebességek, ott lecsökkentek a hálózati nyomások is.

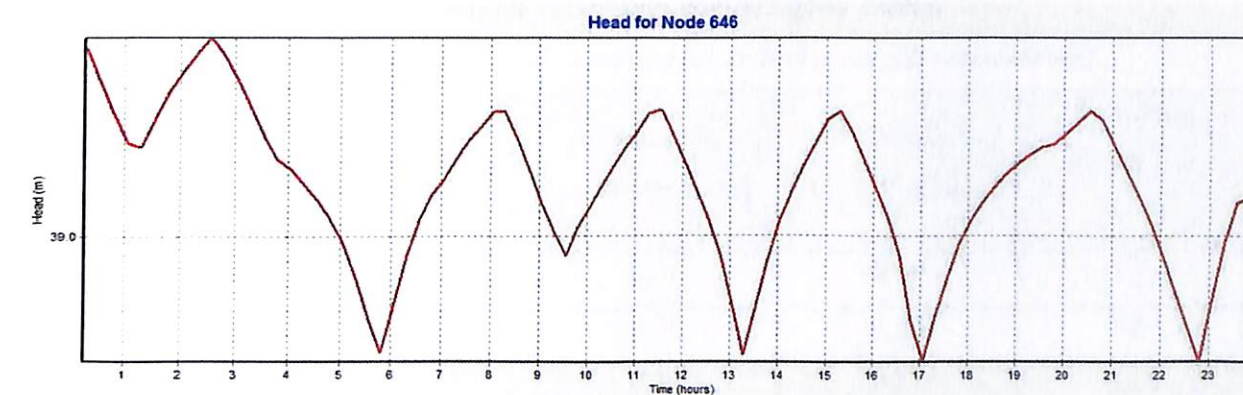
3.2.3. Hálózat vizsgálata tűzi vízigény esetén

A valóságban, ha a katasztrófavédelem munkatársai oltóvíz kivételt hajtanak végre a hálózat bármely pontján, akármelyik földalatti vagy föld feletti tűzcsapnak tudnia kell teljesíteni az 54/2014. (XII.5.) BM rendeletben, az Országos Tűzvédelmi szabályzatba megfogalmazott teljesítményeket, amelyeket a BM rendelet 8. mellékletének 1. táblázata tartalmaz.

A hálózat teszteléséhez változatlan szivattyúzási paraméterek mellett, $50 \text{ m}^3/\text{h}$ intenzitású oltóvíz igény lett 4 órán keresztül ráterhelve a hálózat 211.-es számú csomópontjára, ami a város déli peremén helyezkedik el.

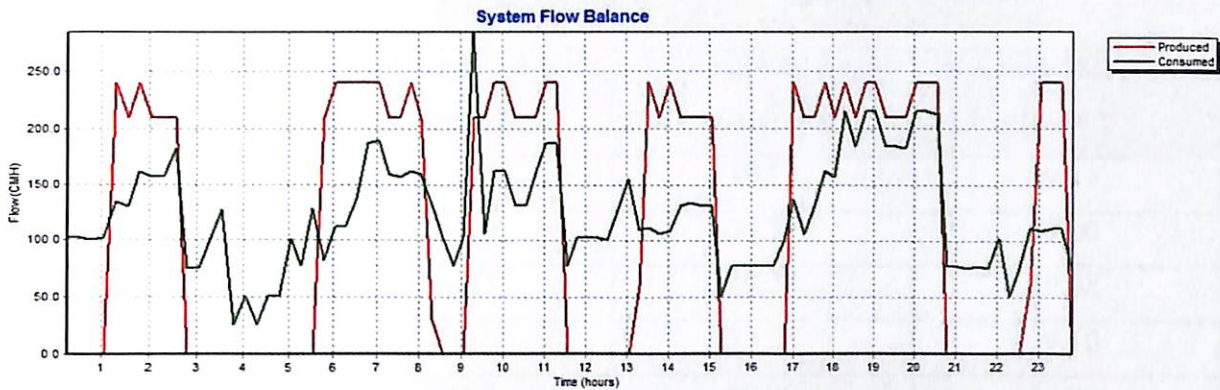
3.2.3.1. Magasponti tározó vízszintváltozása tűzi vízigény esetén

A magasponti tározó tűzi víztartaléka 200 m^3 . Ennél nagyobb tűzi vízigény esetén a hálózati szivattyúk teljesítményének növelésére van szükség. A 12. ábrán látható, hogy a tűzi vízigény jelentkezésekor a tározóban a vízszint ugrásszerűen csökken, majd a vízszintvezérelt szivattyúzás nélkül a vízszint 3 m vízoszlop alá csökken.



12. ábra: Magasponti tározó vízforgalmi menetgörbéje tűzi vízigény esetén

3.2.3.2. Szivattyúk üzemrendje tűzi vízigény esetén



13. ábra: Fogyasztási- és szivattyúzási menetgörbe tűzi vízigény esetén

A zöld színnel jelölt fogyasztási menetgörbe 0:00 és 04:00 között a 3.2.3.-ban említett 50 m³/órával megnőtt a korábbi fogyasztási menetgörbékhez képest, a szivattyúzás üzemrendjében változtatás nem történt, a tározó 200 m³-es tűzi víz tartaléka lett felhasználva.

3.2.3.3.Áramlási sebességek vizsgálata tűzi vízigény esetén

4/c. táblázat: Áramlási sebességek értékei a vizsgált vezetékben:

Vezeték	Átmérő [mm]	Anyag	Sebesség 6:18-kor [m/s]	Sebesség 10:18-kor [m/s]	Sebesség 18:18-kor [m/s]
267	DN 315	KPE	0,36	0,30	0,33
16	DN 315	KPE	0,30	0,26	0,29
247	NA 200	AC	0,11	0,11	0,16
806	DN 110	KPE	0,01	0,00	0,01
636	DN 110	KPE	0,01	0,00	0,01
211	DN 225	KPE	0,00	0,02	0,05
220	DN 225	KPE	0,02	0,05	0,10
202	DN 225	KPE	0,00	0,10	0,26

3.2.3.4. Csomóponti nyomások tűzi vízigény esetén

5/c. táblázat: Csomóponti nyomások a vizsgált csomópontoknál:

Csomópont	Nyomás 06:18-kor [mvo.]	Nyomás 10:18-kor [mvo.]	Nyomás 18:18-kor [mvo.]
22	39,02	39,23	39,14
21	39,19	39,32	39,20
31	39,15	39,27	39,08
207	39,10	39,25	39,10
244	39,07	39,20	39,93
183	39,88	39,84	39,83
11	39,79	39,76	39,72
103	39,09	39,20	38,92

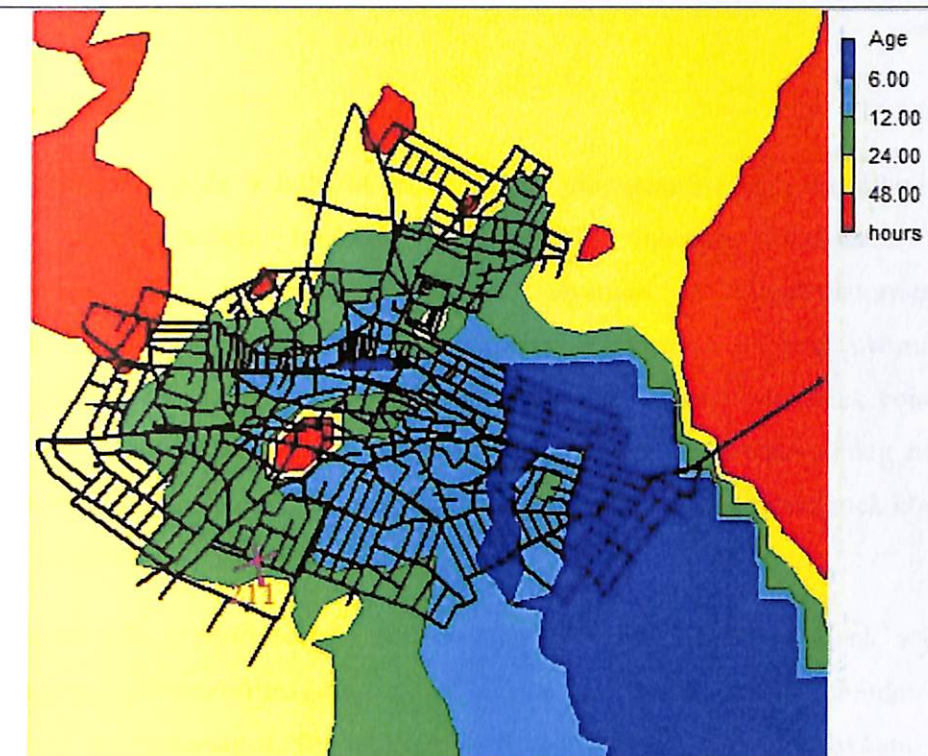
3.2.3.5. Főkör vizsgálata tűzi vízigény esetén

Tűzi vízigény esetén a töltővezetékben a sebességek változatlanok, mivel a szivattyúzási rend nem lett megváltoztatva. A valóságban ilyenkor a szivattyúk azonnal bekapcsolnának, amikor a torony töltöttségi szintje eléri a minimális bekapcsolási szintet.

3.2.3.6. Tartózkodási idők vizsgálata tűzi vízigény esetén



14. ábra: Tartózkodási idők százalékos megoszlása 168 óra üzemidő után tűzi vízigény esetén



4. kép: Tartózkodási idők alakulása 168 óra üzemidő után tűzi vízigény esetén

A tartózkodási idők a 4. képen lila „X”-el jelölt 211-es csomópont környezetében javult, mivel a csomópontra többlet vízkivétel lett ráterelve, így a hálózat ezen részén megnöttek a sebességek, csökkentek a tartózkodási idők, viszont a város egész területén 40 mvo. alá estek a csomóponti nyomások a hirtelen nagy vízkivétel miatt.

3.2.3.7. Hálózat értékelése tűzi vízigény esetén

A hálózat kiépítettségét tekintve képes ellátni az a tűzi vízigény esetén fellépő többlet vízigényt. A fentebb említett 200 m^3 , vagy az alatti hirtelen fellépő vízkivételt akár a tározó is el tudja látni anélkül, hogy a hálózatba többlet vizet táplálnánk be. A 200 m^3 feletti hirtelen fellépő vízigény esetén szükséges mind a két nyomásfokozó szivattyú üzembe helyezése, szükség esetén a 3. VOGEL típusú nyomásfokozó szivattyú üzembe helyezése, amely QHT-2E típusú nyomásszabályzóval van ellátva, aminek segítségével képes a város ivóvízhálózatának víztorony nélküli üzemeltetésére.

4. Összegzés

A modell elkészítése és a hálózat jellemzőinek megismerése után megállapítható, hogy Nagykőrös város ivóvíz hálózata jól kiépített, valamint folyamatos fejlesztésen korszerűsítésen esett át az elmúlt 15 év folyamán. A város víztornya súlyponti elhelyezkedésű, feladatát jól ellátja, a városban egyenletes hálózati nyomást biztosít, valamint a tűzi víz tartaléka is elegendőnek bizonyult. A töltő vezetékek gond nélkül fel tudják tölteni a magaslati tározót akkor is, ha az egyik fővezeték esetleg nem üzemel. 2004-ben megvalósult Nagykőr város ivóvízhálózatának bővítése, amelynek következtében kialakult a hálózat mai formája.

Gondot jelentenek a rendszerben magasak a tartózkodási idők, amelyek a jól kiépített hálózat alacsony felhasználtságára foghatók. A magas tartózkodási idők eredményezhetnek a rendszerben zavarosságot, üledékképződést, klórfogyást, valamint további vízminőség romlást, amit ha a fogyasztók észlelnek, azonnali bejelentést tesznek a közmű üzemeltető felé. A közmű üzemeltetőnek ezzel a lakosság az esetleges vízminőségi problémákon túl még bevételkiesést is okoz, aminek nem feltétlen a saját házi vízmű az egyetlen oka, hanem a csatornadíj megállapítását is megnehezítik a saját kúttal rendelkező háztartások.

A magas tartózkodási idők és a hálózat működése szempontjából előnyös volna, ha a város agglomerációja iparosodni tudna, ezáltal a hálózatban nagyobb vízmozgások volnának. 2016 őszén a nagykőrösi média bejelentette, hogy a városban 300 új munkahely fog létrejönni, mivel egy japán nagyvállalat telepszik a városba, amely elektronikai autóalkatrészeket fog gyártani. Ha csak a 300 fő két műszakban történő szükségleti vízfogyasztását és a technológiához, iparcsarnok tisztántartásához szükséges vízmennyiséget vesszük figyelembe,

$$300 \times 10 \text{ l/nap} + 2000 \text{ l/nap} = 5000 \text{ l/nap} = 5,0 \text{ m}^3/\text{nap} \rightarrow 1825 \text{ m}^3/\text{év},$$

ami egy végág esetén igencsak nagy vízmozgást eredményez. A jövőben, mivel a kecskeméti Mercedes Benz autógyár folyamatos bővítéseket hajt végre, Nagykőrös ipari szempontból kedvező lehet a beszállító vállalatok számára, mivel a város közvetlen vasúti

és közúti kapcsolattal rendelkezik Kecskeméttel. Ezáltal az ivóvízhálózat kihasználtsága nőhet és a pangó vizek mennyisége a rendszerben minimalizálódhat.

A pangó vizek megszüntetésének érdekében a közmű üzemeltető folyamatosan végez hálózat öblítést, a koros vizek megszüntetése, valamint hálózat tisztítás érdekében. Érdemes volna a hálózaton mechanikai tisztítást végrehajtani, mivel a pangó vizek jelenléte elősegíti az üledék- és a biofilmképződést. Ezzel jelentős vízminőség javulást lehetne elérni, valamint a hálózatban lejátszódó hidraulikai viszonyok is javulnának rövidtávon.

Nagykőrös Önkormányzata, mint a viziközmű rendszer tulajdonosa, rendelkezik fejlesztési támogatással a vízmű korszerűsítésére. Ennek lényege, hogy a jelenlegi vas- és mangántalanítás mellett ammóniamentesítés is elvégzésre kerül, annak érdekében, hogy a nem kellő mértékű tartózkodási idő miatt minél kedvezőbb minőségű víz legyen kitéplálva a hálózatra.

Hosszú távon az olyan irányú törekvések volnának célszerűek, amelyek a még nem körvezetékessített végágak összekapcsolására, valamint a csőátmérő optimalizálásra irányulnának. A legkézenfekvőbb és legcélszerűbb megoldás, az olyan üzletpolitika folytatása volna, ami minél több fogyasztó számára előnyös opcióként tüntetné fel a hálózati víz használatát.

A modell további pontosításával üzemoptimalizálást is el lehetne érni, ehhez viszont nagy humán erőforrás alkalmazására volna szükség, hogy az egyes fogyasztók fogyasztási adatait pontosan, helyrajzi szám szerint meglehessen határozni.

5. Felhasznált irodalom:

BARABÁS. 1992 = BARABÁS Imre: Fejezetek a XIX. századi ártézi kútúrás történetéről. Kézirat. 1992

DELI – BÓDI. 2009 = DÁVIDNÉ DR. DELLI Matild – BÓDI Gábor: Vízellátó rendszerek hidraulikai vizsgálata, vizsgálati módszertana. Budapest, 2009.

DOMBAY – ÖLLÖS. 1998 = DR. DOMBAY Gábor – DR. ÖLLÖS Géza: Az ivóvízelosztó rendszerek vízminőségváltozásának modellezése. Hidrológiai közlöny. 1998/1. 46. p

ÖLLÖS. 1987 = DR. ÖLLÖS Géza: Vízellátás K + F eredmények. Franklin. Budapest, 1987.

ÖLLÖS. 1997 = DR. ÖLLÖS Géza: Víz tisztítás - üzemeltetés. Egri Nyomda Kft. Eger, 1997

ÖLLÖS. 2008 = DR. ÖLLÖS Géza: Vízminőség-változás a vízelosztó rendszerben. Közlekedési Dokumentációs Kft. 2008.

Egyéb források:

BÁCSVÍZ - Víz és Csatornaszolgáltató Zrt. – Nagykovácsi Vízellátó Rendszer Üzemeltetési utasítás 2. kiadás, 2015. Szeptember 1. Kecskemét

MAVÍZ. 2006 = MAVÍZ: A víz honfoglalása/A közműves ivóvízellátás fejlődése Magyarországon a római kortól napjainkig. Magyar Víziközmű Szövetség. 2006