



MAGYAR VÍZIKÖZMŰ SZÖVETSÉG
HUNGARIAN WATER UTILITY ASSOCIATION
UNGARISCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWESEN

**Minta terv készítése, minta tartalmi elemek a vízellátó rendszerek
rekonstrukciós tervének összeállításához**

A magyarországi vízellátó rendszerek rekonstrukciós tervezésének főbb elemei

Útmutató

Az útmutató számadatai 5 évenként felülvizsgálandók

2. kiadás

**Készült
a
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium
megbízásából**

2008

Tartalom

Bevezetés	3
1. A rekonstrukció fogalma.....	4
2. A vízellátó rendszerek – az elosztó rendszer - + osztályozása bonyolultságuk szerint	5
3. A rekonstrukciós terv egyes lépéseinek összeállítása	6
3.1. A rendszer adatbázisának elkészítése	8
3.2. A vagyon megállapítása – vagyonértékelés	9
3.3. A rekonstrukció pénzügyi alapjai	9
3.4. A vízigények meghatározása	10
3.5. A vízmérlegek (vízkormányzás) elkészítése	11
3.6. A rendszer hidraulikai modellje.....	13
3.6.1. A rendszer modelljének elkészítése	13
3.6.2. A modell azonosítása, identifikációja	14
3.7. A rendszer átfogó vizsgálata (rendszermodell vizsgálata).....	15
3.7.1. Üzemi állapotok kiválasztása.....	15
3.7.2. A rendszer “statikus” vizsgálata, az eredmények értékelése	16
3.7.3. A vízellátó rendszer üzemének vizsgálata	17
3.7.3.1. Folyamat elemzés.....	17
3.7.3.2. Jellemző feladatok.....	17
A csőhálózati jelleggörbék kiszámítása	17
Üzemszimulációs vizsgálatok, üzemmód-ellenőrzés.....	18
3.8. Gazdasági mutatók.....	20
3.8.1. Vízdíj becslése, az ellátási stratégiák alapján	20
3.8.2. A különböző ellátási változatok összehasonlítása	21
3.8.3. Vízellátási fejlesztési tervek, és hatásuk a vizsgálandó változatokra	21
3.8.4. A fenntarthatóság elvének érvényesítése a gazdasági vizsgálatokban.....	21
3.9. A változatok előnyeinek és hátrányainak bemutatása.....	22
3.10. Javaslatok.....	22
Irodalom.....	24

Az útmutató a megegyező című tanulmány (2. kiadás) alapján készült, megállapításai a teljes anyaggal együtt érvényesek. A tanulmány szerzői jogai a tanulmányban felsorolt szerzők tulajdonát képezik.

A tanulmány felhasználási joga a KVVM tulajdonát képezi, felhasználása a KVVM illetékességi területére korlátozva.

A tanulmány további teljes vagy részleges felhasználása csak a szerzők engedélyével és rájuk való hivatkozással lehetséges



Bevezetés

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából 2007-2008-ban elvégzett munkák alapján, illetve azok felhasználásával készült ezen útmutató. A hivatkozott tanulmányok az alábbiak:

Távlati vízigények elemzése

(Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából a MAVÍZ –ben, Budapest 2007.).

Ivóvízellátó hálózatok rekonstrukciója

(Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén, Budapest 2007.).

Vízellátó hálózatok analízise Módszertani útmutató

(Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából. Budapest 2008.)

A felsorolt tanulmányok felhasználásával és lényeges kiegészítésével elkészült az alábbi tanulmány

A magyarországi vízellátó rendszerek rekonstrukciós tervezésének főbb elemei

Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából a MAVÍZ –ben, Budapest 2008.)

amely összefoglalja mindazon, a vízellátó rendszerre vonatkozó feladatokat, melyek **rendszertervezés** (ide számítjuk a rekonstrukciós terveket is) terén a közeljövőben az ágazat előtt állnak.



1. A rekonstrukció fogalma

A jelenlegi, hazai, létesítmény szemléletű meghatározás helyett javasoljuk egy új, a víziközmű szolgáltatásban elengedhetetlen rendszerszemléletet is tükröző fogalom-meghatározás bevezetését, mely szerint:

„A már meglévő tárgyi eszközök technikai megújítása, olyan részleges vagy teljes újrалétesítése, illetve cseréje, amely az eredetihez képest, a jövőbeli igényekhez igazodó műszaki színvonalat eredményez. A rekonstrukció a tárgyi eszközön olyan egyidejűleg végzett fejlesztési és felújítási tevékenység, amelynek során az elhasználódott tárgyi eszköz eredeti állapotának megközelítő és teljes helyreállításán túlmenően a beruházással a tárgyi eszköz kapacitása, funkciója, az ellátható feladatok köre megváltozhat.”

A fenti meghatározás bevezetését azért is fontosnak tartjuk, mert a gyakorlatban (és természetesen elméletileg is) az egyes vízellátó rendszerek rekonstrukciós feladatait sokszor ugyan a **rendszerelemek** szintjén határozzuk meg, azonban az egyes elemek (**1. ábra**) változása, változtatása kisebb, vagy nagyobb mértékben, de visszahat a többi rendszerelemre és ilyen módon a teljes rendszerre is.



1. ábra

Meglévő hálózatok fejlesztési terveinél sem szabad megelégedni – ami a rekonstrukciós tervezésnél ma még nem jellemzően a gyakorlat része – a **rendszereszméletű tervezésről**. Ennek fő kérdése, hogy a létesítendő fejlesztés csak az eredeti célt tudja szolgálni, vagy rendszereszmélettel megközelítve egyéb (szinte a rekonstrukció tárgykörébe tartozó) követelményeket is képes kielégíteni.

A tanulmányunk (melyben végigfutó gondolat a rendszereszmélet) nemcsak a **műszaki** kérdésekkel foglalkozik, hanem a rekonstrukciós feladatokhoz tartozó **műszaki-gazdasági** alrendszer egyes elemeivel is. Tekintettel arra, hogy a feladatok pénzügyi vonzata igen fontos, a jelen helyzetben, amikor a saját erő korlátozottan áll csak rendelkezésre az EU-s források mellett, mindenképpen a gazdaságos, de műszakilag megfelelő megoldások kell dominálnak. Ez egyben azt is jelenti, hogy minden esetben vizsgálni kell a beruházási költségek mellett az egyes beruházásoknak az üzemköltségekre gyakorolt hatását is. Meg kell határozni azt a díjat, illetve díjstratégiát, amellyel hosszútávon az EU Vízi Keretirányelv ajánlásának – és a készülő Víziközmű Törvénynek – megfelelően a teljes költségmegtérülés biztosítható, vagyis a mindenkori igénybevevők a díjban tudják finanszírozni az elkészült beruházás működtetését (gazdasági fenntarthatóság).

*Meglévő hálózatok **fejlesztési** terveinél sem szabad megelégedni a **rendszereszméletű** tervezésről. Ennek fő kérdése, hogy a létesítendő fejlesztés csak az eredeti célt tudja szolgálni, vagy **rendszereszmélettel** megközelítve egyéb (a rekonstrukció) célt is képes kielégíteni. Sok esetben éppen ezért a fejlesztési és **rekonstrukciós** terveket nem szabadna elválasztani egymástól, bár ennek jelenleg **finanszírozási** (számvetési) oldalról még jelentős akadályai vannak.*



2. A vízellátó rendszerek – az elosztó rendszer - + osztályozása bonyolultságuk szerint

„kis” rendszer

- A rendszeren belül kicsik a geodéziai magasságkülönbségek.
- A rendszer egy betáplálással (esetleg a hozzá tartozó szivómedencével) és egy magastározóval rendelkezik.
- Az ellátott terület egy településre korlátozódik, a rendszerhez más település nem csatlakozik.

A rendszer vizsgálata a *mértékadó üzemi állapotok* kiválasztása után „egyben” (egy rendszerként) történik, az alkalmazott módszer „*statikus vizsgálatok*”.

„közepes” rendszer

- Nagyobb, esetleg több településre kiterjedő, de csak egy betáplálással, illetve egy tározóval rendelkezik (egy nyomászóna)
- Olyan alrendszerekre, rendszerrészekre bontható, melyek
- általában sorba vannak kapcsolva,
- területileg (helyszínrajzilag) egyszerűen elkülöníthetők.

A vizsgálatokhoz még alkalmazható a „*statikus*” módszer,

„nagy/bonyolult” rendszer

A besorolás független

- a vizsgálandó település, összekapcsolt, kistérségi rendszer nagyságától,
- az ellátottak számától és milyenségétől,
- a napi igényelt vízmennyiségektől.
- stb.

Amitől a rendszer besorolása függ, az a rendszer bonyolultsága.

Bonyolult lehet egy adott rendszer, mert

- nagy a lakossága és/vagy
- több nyomászónája van, és/vagy
- tagolt a terep, és/vagy
- több betáplálással rendelkezik, és/vagy
- több tározója van és/vagy
- a rendszer hidraulikailag nem választható szét stb.,

tehát a rendszer tervezése során sok a bonyolult elem, *de leginkább azért, mert az üzemeltetése is bonyolult.*

Mindezek alapján a bonyolult rendszerek csak egyben, összességükben vizsgálhatók. Ezekben az esetekben a feladat megoldásához nem elégséges csupán a jólképzett szakember, hanem emellett számítógépes programokkal, hidraulikai modellekkel is kell rendelkezünk, vagy a megfelelő, ezzel foglalkozó szakértők, cégek tudását és szoftverjeit kell alkalmazni. Az alkalmazott módszereknek alkalmasnak kell lenniük az ún. „szimulációs” vizsgálatok elvégzésére. Ezek a módszerek lehetővé teszik a teljes rendszer egyben, egyidejűleg történő vizsgálatát, a feltett rekonstrukciós kérdésekre komplex válaszokat (több variáció) tudnak adni, és a rendszer üzemeltethetősége is igazolható.



A statikus vizsgálatok mellett a szimulációs módszer is alkalmazandó!

3. A rekonstrukciós terv egyes lépéseinek összeállítása

A tervezések során itt is, mint mindenhol a kitűzött feladat megoldásakor a jövőt kell figyelembe venni. A jövőkép megalkotásakor azonban a jelen állapotból kell kiindulnunk. Ezért a rekonstrukciós terv „időfüggő”. A munka kezdetekor meg kell állapítanunk azokat az **időhorizontokat**, melyekre a tervezést el kívánjuk végezni. A problémát két tényező befolyásolja elsősorban:

A vízigények megállapítása hosszú (években mérhető pl. 5-10) távlat figyelembe vételével

A trendeket, a hosszú távú vízigény-előrebecslésünket időszakosan, de rendszeresen felül kell vizsgálni, hiszen a gazdasági-társadalmi helyzet, a környezeti viszonyok akár jelentősen is eltérhetnek a terveink kiindulásának tekintett forgatókönyvektől.

Az egyes rendszerelemek „leírási” idejének különbözősége.

A leírási kulcsok különbözősége azt sugallhatja a tervezőnek, hogy pl. egy-egy szivattyúcserénél nincs szükség olyan nagyon pontos és előre ütemezett vízigény-meghatározásra, hiszen a szivattyúcseré egy egyszeri költsége eltörpülhet egy tározó, vagy egy vezeték-építés egyszeri költségeitől.

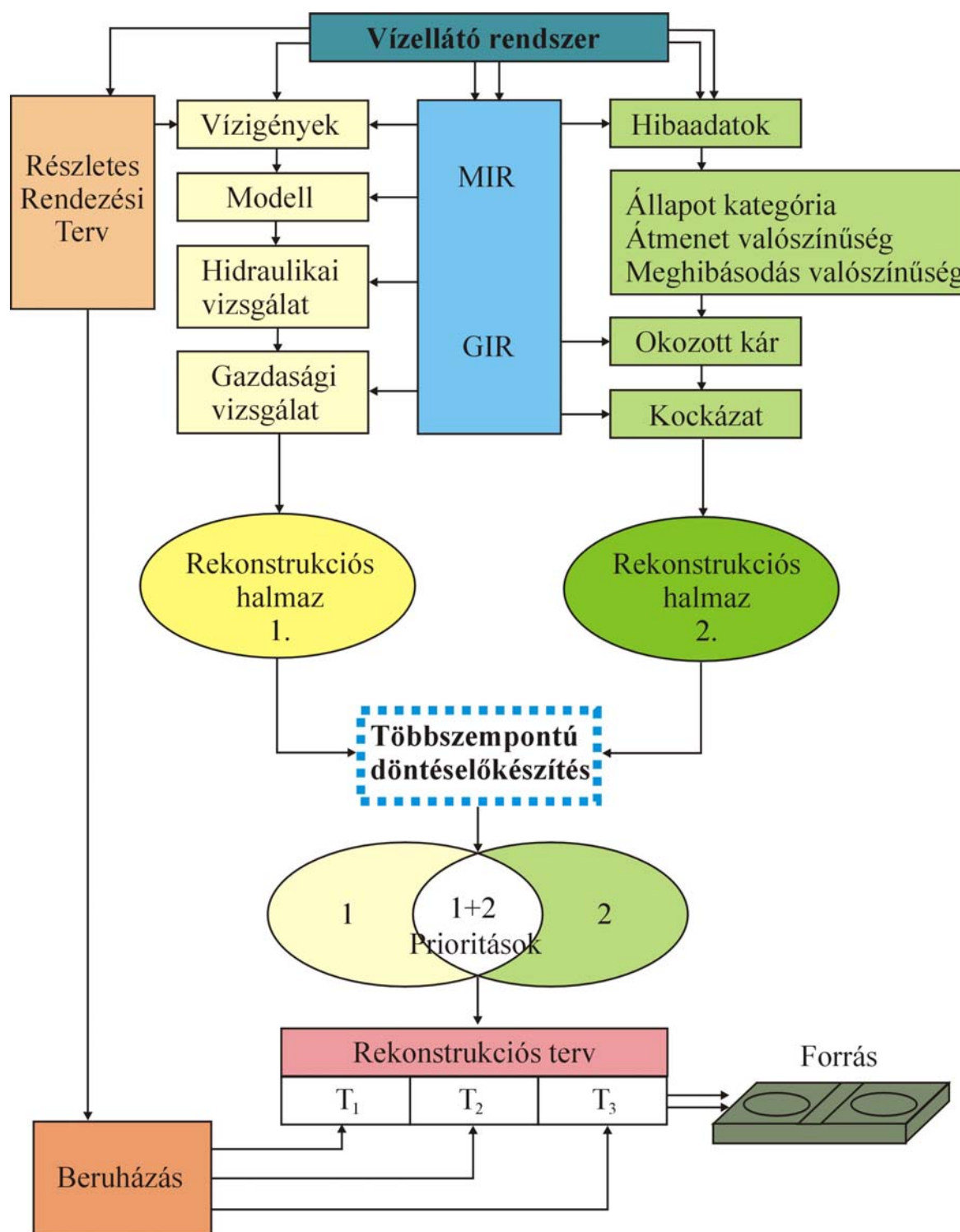
Kerülni kell az egyes rendszerelemek külön-külön vizsgálatát, el kell érni, hogy a rekonstrukció-tervezés rendszerrekonstrukció legyen.

A „**rekonstrukciós terv**” elkészítése. Ennek tartalmaznia kell (**2. ábra**):

(Távlati vízigények elemzése 2007., Ivóvízellátó hálózatok rekonstrukciója 2007., Vízellátó hálózatok analízise 2008.,. A magyarországi vízellátó rendszerek rekonstrukciós tervezésének főbb elemei 2008.)

A rekonstrukció szükségességének bemutatása után

1. a rendszer adatbázisának elkészítését,
2. a vagyon megállapítását – vagyonértékelést-,
3. a vízigények meghatározását,
4. a vízmérlegek (vízkormányzási stratégiák) elkészítését,
5. a rendszermodell létrehozását,
6. a rendszer átfogó vizsgálatát (rendszermodellen végzett vizsgálatok),
7. a gazdasági mutatókat,
8. a változatok műszaki és gazdasági előnyeinek és hátrányainak bemutatását,
9. megvalósítási javaslatokat.



2. ábra

A rekonstrukciós terv alapján a tulajdonos, vagy tulajdonosok döntenek el, hogy a megvalósítás

- milyen prioritásokkal,
- milyen időütemezéssel,
- milyen pénzügyi konstrukcióban fog történni.



Bár tanulmányunkban elsősorban a vízelosztó alrendszer, azon belül is a hálózat rekonstrukcióját tárgyaljuk, mindenképpen meg kell említenünk, hogy a javasolt módszertan kiterjeszthető a teljes vízellátó rendszerre (vízszállítás alrendszerére is). A vizsgált alrendszertől függetlenül a vízigények (mint rendszerelem) mindenképpen, minden esetben vizsgálándók.

3.1. A rendszer adatbázisának elkészítése

A rendszer vizsgálatának, a feladatok megoldásának alapvető feltétele, kiindulási alapja az adatok, információk összegyűjtése, rendszerezése (**1. táblázat**). Az adatok összegyűjtése alapvetően három módon történhet:

- az adatok (állandó és változó) kézzel írt formában állnak rendelkezésre, ezek teljes, vagy egy része feldolgozott lehet, tehát információként állnak rendelkezésünkre,
- a mérő-adatgyűjtő rendszerről gépen, egyébként kézi módon kapott információk,
- a Műszaki Információs Rendszerből (illetve egyéb rendszerekről) gépről-gépre kerülnek az információk.

A számításhoz szükséges adatok, információk

Adatok	Információk (részlet)	Feladathoz (részlet)
Vezetékek adatai: hossz, átmérő, anyag, kor, egyéb	hálózat topológiája nyomászónák, csősérülések, javítások, idő	Bármely vizsgálat kiinduló, el nem maradható információja;
Csomópontok adatai: terepszint	hálózat topológiája szükséges nyomásszint	Bármely vizsgálat kiinduló, el nem maradható információja
Tározók adatai: térfogat, jellemző vízállások, alak, stb.	a rendszer topológiája térfogat-vízállás görbe be- és elvezetés módja	Statikus vizsgálatok, szimulációs vizsgálatok
Betáplálások adatai: hely, mennyiségi, minőségi, szint adatok, stb.	leszívási görbe, mennyiség-minőség összefüggés, stb.	Statikus vizsgálatok, szimulációs vizsgálatok
Víz tisztító telep: berendezéseinek adatai	technológiai egységek ciklusideje	Statikus vizsgálatok, szimulációs vizsgálatok
Átemelők, szivattyúk adatai: szivattyú típus, jelleggörbe, nulla szint, szabályozás, stb.	a rendszer topológiája szállított vízmennyiség energiafelhasználás, stb.	Szimulációs vizsgálatokhoz gazdaságos üzemeléshez,
Fogyasztási/vízigény adatok: fogyasztók száma fogyasztók helye (csomópont) vízdíjszámlázás adatai várható fejlesztések	Időhorizontonként évi, napi vízfogyasztás adatai napi menetgörbe adatai előrebecslés	Alapadat, illetve alapinformáció. E nélkül nincs semmilyen vizsgálat
Egyéb adatok: alaptérkép adatai, csomóponti szerelvények, stb.	Önkormányzat, stb. MIR	Napi üzemeltetés, javítások, haváriák, stb. önkormányzat
Gazdasági adatok	Főkönyv szükséges adatai	Rekonstrukció, vagyoneértékelés, stb
Tulajdonosi struktúra adatai	Tulajdonos, üzemeltetői struktúra	Rekonstrukció, összevetések

1. táblázat



A rendszer bonyolultságától függetlenül

- a vízfogyasztás/vízigény,
- a betáplálás(ok) helye, vízmennyisége, szivattyú(k) típusa vagy jellemző vízszállítása,
- a tározó(k) magassága, jellemző vízszintjei,
- a hálózat alapadatai (ágak hossza, helye, átmérője, anyaga) megadandók.

3.2. *A vagyon megállapítása – vagyonértékelés*

A **rekonstrukciós** feladatok pénzügyi fedezetét a víz-csatornadíjakban lehet biztosítani. A jelenlegi helyzet az, hogy a szolgáltatás megfelelő színvonalon történő biztosításához a fenntartási munkákat sem tudják sok esetben megfelelő színvonalon végrehajtani az üzemeltetők, mert a megállapított díj nem ad erre módot, mivel a közművagyon amortizáció elszámolási gyakorlatában jelentős problémák vannak.

A problémák az alábbiakra vezethetők vissza

- A korábbi (a tulajdonba adáskori) vagyonérték megállapítása nem volt megfelelő.
- Az elmúlt időszak (10 év!) alatt a közművagyonokban jelentős vagyonvesztés történt.

Ennek oka, hogy

- az amortizáció a vízdíjban nem, vagy csak egy hányada került elszámolásra,
- vagy az elszámolt amortizációt nem, vagy nem teljes mértékben használták rekonstrukcióra a tulajdonosok.

Ez azt jelenti, hogy a magyarországi víziközmű üzemeltetőknek illetve a közmű tulajdonosainak az elkövetkező években **fel kell értékelteni** az üzemeltetett közmű vagyonukat, a közművagyon értékének valorizálása érdekében.

3.3. *A rekonstrukció pénzügyi alapjai*

A víziközmű szolgáltatás távlati biztonsága, a megfelelő üzemeltetési költségek, ezen belül az ellátó rendszerek eszközeinek megfelelő intenzitású felújítása, pótlása (rekonstrukciója), illetve az erre fordítható forrásoknak a függvénye.

A forrás, illetve fedezet lehet az árban érvényesített

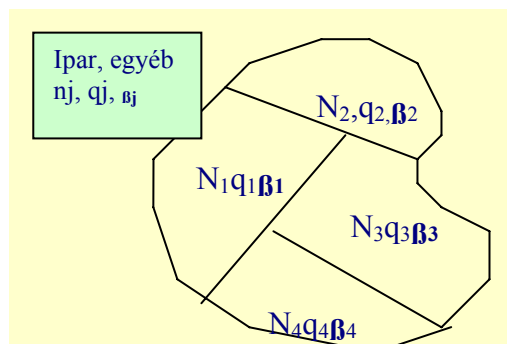
- amortizáció,
- használati, bérleti díj, (melynek centruma az amortizáció)
- mérleg szerinti (adózott) nyereség,
- továbbá külső forrás, véglegesen átvett pénzeszköz.

A vagyon felértékelése a tulajdonosnak – bármely nagyságrendű rendszerről van is szó – érdeke, akkor is ha ez visszahat a díjra.



3.4. A vízigények meghatározása

Egy adott település vízigényeit meghatározni az alábbiak szerint lehetséges (2. ábra):



Ahol

N_i - lakosság az i -ik körzetben

q_i - fajlagos vízigény az i -ik körzetben

β - évszakos egyenlőtlenségi tényező az i -ik körzetre vonatkoztatva

n_j - a településen található nem kommunális fogyasztó,

q_j - a nem kommunális fogyasztók fajlagos vízigénye

2. ábra

$$Q_{d\text{átl}} = Q_{d\text{átl}.i} + Q_{d\text{átl}.j} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot q_i + \sum_{j=1}^n n_j \cdot q_j$$

$Q_{d\text{átl}}$ – Átlagos napi vízigény (m³/d)

$Q_{d\text{átl}}^m$ – Átlagos napi méretezési vízigény (m³/d)

Q_v – Napi veszteség (m³/d)

$$Q_{d\text{átl}}^m = \sum_{i=1}^n Q_{d\text{átl}.i} + \sum_{j=1}^n Q_{d\text{átl}.j} + Q_v$$

Amennyiben a vízigény-meghatározás új hálózat tervezése, ill. rekonstrukció tervezés céljából történik, a meghatározott vízigényeknél figyelembe kell venni a veszteséget is. Ebben az esetben a vízigény veszteséggel növelt értékét méretezési vízigénynek nevezzük.

$$Q_d^m = Q_d + Q_v^{\text{hálózat}} + Q_v^{\text{technológia}}$$

Annak függvényében, hogy a méretezés során a vízigényt mire használjuk, a hálózati vagy a hálózati és technológiai „vesztesége”-t is hozzá kell adnunk a mértékadó vízigényhez.

A maximális napi vízigény

$$Q_{d\text{max}} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot N_i \cdot q_i + \sum_{j=1}^n \beta_j \cdot n_j \cdot q_j$$

$Q_{d\text{max}}$ – Maximális napi vízigény (m³/d)

$Q_{d\text{max}}^m$ – Maximális napi méretezési vízigény (m³/d)

β – évszakos egyenlőtlenségi együttható



$$Q_{d\max}^m = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot Q_{d\text{átl}.i} + \sum_{j=1}^n \beta_j \cdot Q_{d\text{átl}.j} + Q_v$$

β értékét a $Q_{d\max}/Q_{d\text{átl}}$ valós mérési adatok alapján (jelen állapotra) lehet számítani.

Legkisebb napi vízigény $Q_{d\min}$ (m^3/d)

Ha mérések nem állnak rendelkezésre, akkor az átlagos napi vízigény 80 – 90%-a.

Bármely vízigényfajtát vizsgáljuk, megállapítható, hogy azok változása **területenként** és **időben** is **változó** (általában a napon belüli változásokat szoktuk figyelembe venni).

A legnagyobb órai vízigény $Q_h(t)$ (m^3/h)

A nap legnagyobb fogyasztású órájában jelentkező vízigény. Megadása a gyakorlatban a napi vízigény %-ában szokásos.

Legnagyobb töltési vízigény $Q_{t\max}$ (l/s , l/min)

Különleges vízfogyasztó berendezések esetében az igényelt víztérfogat (V) és a vízvételzés időtartamának (T) hányadosa.

Tűzoltási vízmennyiség $Q_{tűz}$ (l/s , l/min)

Nem sorolható a vízigények közé, ez más kategória. Amiért mégis ebben a körben foglalkozunk vele, az annak tudható be, hogy a gyakorlatban, főleg tervezésnél itt szoktuk figyelembe venni.

A vízigények megállapításánál minden esetben a település besorolásából (fejlődő, stagnáló, visszafejlődő), távlati fejlesztési igényeiből indulunk ki.

Külön vizsgálatot igényelnek az üdülőtérületek, a nem állandó vízfogyasztók, a napközben kis időintervallum alatt nagy vízigényű fogyasztók.

„Kis” rendszereknél különös figyelmet kell fordítani a tűzvíz meghatározására, elsősorban akkor, ha nagyságrendje határozhatja meg a településen a (tervezett) vezetékek átmérőjét.

„Bonyolult” rendszerek esetében az egyes körzetek vízigényének meghatározása mellett az esetleges nyomászónák vízigényeit külön is meg kell állapítani.

3.5. A vízmérlegek (vízkormányzás) elkészítése

A betáplálási lehetőségek és a fogyasztás/vízigények összevetése több időhorizont figyelembevételével, illetőleg bizonyos esetekben a napi (hetes) adatok figyelembevételével történhet.

A betáplálási (vízszerzési) oldal esetén a kitermelhető vízkészlet időben változható **mennyiségi** (m^3/d) és **minőségi** adataira van szükségünk.



A fogyasztás időhorizontonkénti és évszakonkénti változásait kell figyelembe vennünk a vízmérlegek elkészítéséhez.

A vízszerezés minősítése során az első feladat a termelési adatsorok begyűjtése. A termelési adatsorok elemzése során fel kell deríteni a jellemző termelési értékeket. Hosszabb vizsgálat kezdeti időpontját megelőző (min. 5 év) időszak figyelembevételével képzett jellemző **átlag**, jellemző **maximum** és jellemző **minimum** képzése (nem extra szélsőértékek). Így rendelkezésünkre állnak a termelési helyre jellemző $Q_{\text{term max}}$, $Q_{\text{term átl}}$, $Q_{\text{term min}}$ értékek. (Figyelni kell, hogy csak a dinamikus vízkészleteket termeljük ki, tehát a minimum az ehhez tartozó engedélyezett minimumot nem haladhatja meg !).

Tekintettel arra, hogy általános esetben a vízszerezési lehetőség is időben változó - a fogyasztás természetesen szintén - ki kell jelöljük az összetartozó értékpárokat (pl. $Q_{\text{vízszerezés min.}}$ - $Q_{\text{fogyasztás maximum}}$, stb.). Bonyolultabb a helyzet abban az esetben, ha a mennyiségi oldal mellett a minőségi oldalt is figyelembe kell venni (több betáplálás, különböző mennyiségi és minőségi paraméterrel).

Vízmérlegek készíthetők a teljes rendszerre, illetőleg a részrendszerekre (körzetek, zónák) is.

A vízmérleg-számítások eredményeit felhasználhatjuk a teljes rendszer távlati vízbázisfejlesztési feladatainak kijelöléséhez önmagukban is, és a részrendszerek vízbázisfejlesztési programjának eldöntésére is. (Ezek az eredmények azonban hidraulikai számítások nélkül, a szállítórendszerre vonatkozóan csak tájékoztató jellegűeknek tekinthetők!)

A rekonstrukciós tervezés alapváltozatai a vízkormányzási stratégiák, melyekben meghatározzuk a lehetséges termelési és szállítási mennyiségeket, minőséget és irányokat. Ezeknél figyelembe vesszük a különböző időhorizontokban a vízigények alakulását, valamint az eredeti állapothoz képest, a megváltozott feltételekből adódó átalakítási igényeket.

Az előállított jellemző vízkormányzási változatokat, különböző jellemző üzemállapotokban, esetleg teljes 24 órás szimulációval kell elemezni. Ez azt jelenti, hogy a vízkormányzási stratégiában előállított ellátási változat hidraulikai értelemben véges számú (véleményünk szerint ez hozzávetőlegesen 3-5) üzemi változatra bontható. Ezek egy része létesítési költség szempontjából előnyös (pl.: kis tározótérfogat stb.), más változatok energetikai szempontból előnyösek, de egyéb szempontból történő optimalizálás is elképzelhető (pl.: hálózati nyomás, nyomásmenedzsment).

Ez azt jelenti, hogy egy stratégiai változatban a mértékadó vízigénynél (Q_{dmax}) állíthatjuk elő a releváns hidraulikai változatokat. Ezek hatásait ellenőrizni szükséges az időhorizontra jellemző egyéb vízigényre is ($Q_{\text{dátl}}$, Q_{dmin}).

Az így előállított változat-halmaznál, azonosítani kell a szükséges műszaki beruházások tételeit (pl.: tározó létesítése, új átemelő létesítése, átemelő átépítés – többlet kapacitás, tűzvízbiztonság stb., vezeték építése stb.) jellemző kategóriákra bontva (pl.: vezeték anyag, átmérő bontásban stb.).

A műszaki változatoknál számba kell venni egyéb fontos műszaki jellemzőket is, melyek befolyásolhatják a költségek alakulását (pl.: hálózati nyomás – vezeték nyomásfokozata, vezeték nyomvonalvezetése – kedvező és kedvezőtlen altalajviszonyok, víztelenítés stb.).

Az egyes tételek esetében a fajlagos költségek segítségével meghatározható az egyes műszaki változatok beruházási költsége.



A „kis” rendszereknél a vízmérlegek elkészítése akkor bizonyulhat igen fontosnak, amikor a meglévő vízbázis – bármely okból – a későbbiekben nem használható fel. Ebben az esetben az új vízbázis (hely szerint akár több is elképzelhető) bekapcsolása a topológiai modellt is befolyásol(hat)ja. Ezután elképzelhető, hogy a rendszer a „bonyolult” irányába tolódik el.

A „bonyolult” rendszereknél nemcsak a mennyiségi, hanem a minőségi vízmérleg is elkészítendő.

3.6. A rendszer hidraulikai modellje

3.6.1. A rendszer modelljének elkészítése

A rendszerelemek vizsgálata a tervezés ezen szakaszában a modellezésük kérdéseivel, illetőleg az egyes rendszerelemek konkrét modellezésével folytatódik.

Célja az, hogy olyan módon képezzük le a vizsgálandó rendszert, ami biztosítja, hogy a számítások elvégzésekor kapott eredmények megfelelnek a valóságnak (sebesség, nyomások, tározóvízszintek, szivattyú-jellemzők).

A vízellátó rendszer modellje gyakorlatilag három nagy részből áll:

Hidraulikai (fizikai) modell

Ennek a modellrésznek a létrehozása csak részben a tervező feladata, mert a számítógépes programok magukat a matematikai összefüggéseket már tartalmazzák. (Bernoulli, Kirchoff, stb.).

A feladat ebben az esetben a csőhálózat és az egyéb elemek fizikai, hidraulikai jellemzőinek meghatározása, az egyenletek paramétereinek, együtthatóinak megadása.

Topológiai modell

A vezetékek, a tározók, átemelők, kutak, szabályozó szerelvények geometriai adatait, térbeli elhelyezkedését és kapcsolati rendszerét határozzuk meg.

Vezetékek, terepszint, szükséges nyomásszint, tározók jellemző vízszintjei, betáplálási pontok – szivattyúk – stb. modellezése történik, illetve ezek egymással való kapcsolata kerül meghatározásra.

Fogyasztási modell

Általában két nagy csoportja lehet

- Terület-arányos fogyasztás/vízigény elosztás – A kijelölt fogyasztási körzetek aktuális (és ezen belül is jellemző) fogyasztásait a vízdijszámlázás alapján lehet meghatározni. Ez a leolvasások ismétlődési idejétől függően átlag lesz. A számításokat végző programrendszer adatmegadási igényeitől függően ezután a terhelést súlyszámok formájában akár terület egységekre, akár vezetékekre, akár csomópontokra bontva kell/lehet megadni.
- Csomópontokra terhelte megosztás. A megosztó, általában lakossági terhelések megadása a fentiek szerint csomópontokra is terhelhető, de a kiemelkedő jelentőségű, szignifikáns nagyfogyasztókat mindig csomópontokra terhelten kell figyelembe venni.

A vizsgálatok elkezdése előtt meg kell arról győződnünk (pl. pályázatbíráláskor, engedélykérelemkor, stb.), hogy a modellek felállítása az alapvető szabályok szerint történt-e. Ez vonatkozik a topológiai, illetve a fogyasztás modellezésére egyaránt. Figyelembe kell venni a hidraulikai számításokat elvégző program esetleges külön igényeit is. Ezek a számítást végző programok általában olyan résszel is rendelkeznek (felhasználói kézikönyv és on-line segítség), amelyek felvilágosítást adnak a modellezésről is.



A „kis” rendszerek esetén, – mivel itt a későbbiekben módunk van kevesebb vizsgálat elvégzésére – nem jelenti, nem jelentheti azt, hogy a modellezést elnagyoljuk. A rendelkezésünkre álló – nem túl bonyolult – számítógépes programok ebben az esetben is segítséget adnak a modellezéshez .

A „bonyolult” rendszerek esetén a modellezés már a legtöbb esetben gyakorlott szakember igénybevételét kívánja meg. Az egyes rendszerelemek modellezése már nem egyszerű feladat, ugyanis az egyes modell-elemek összekapcsolása, rendszerbe illesztése komoly felkészültséget igényel.

Az egyes számítógépes, a rendszert vizsgáló programok (pl.: EPANET, és várhatóan a HCWP programrendszer is) térítésmentesen állnak rendelkezésre, de azok alkalmazásakor már szükség van/lehet a modellezést, a programot jól ismerő szakember részvételére.

3.6.2. A modell azonosítása, identifikációja

A modellek elkészítése (összefűzzük az egyes rendszerelemek modelljeit egységes **rendszermodellbe**) után következő – és igen fontos – feladat a modell és a jelenlegi üzem együttes vizsgálata, azaz annak bizonyítása, hogy a modellünk ugyan úgy viselkedik – azonos kiindulási és kerületi feltételek esetén – mint a valóság. Ennek bizonyítása általában a valós rendszerbeli mérések és a modellbeli eredmények összehasonlításával történik. Ezt a folyamatot nevezzük identifikációnak. Az azonosítás történhet a teljes rendszerre, de az egyes részrendszerekre (zónákra) is.

A megvalósítás menete	
A fogyasztás/vízigény idő- és területi eloszlás szerinti értékeinek megállapítása	
„Nagy” bonyolultságú rendszerek esetén <ul style="list-style-type: none"> Az identifikáció időtartamának megállapítása (pillanatfelvételek, vagy szimuláció) az identifikációhoz szükséges betáplálási/átemelési adatok mérése, vagy mérő-adatgyűjtő rendszerről a tározók vízállásainak vízállásváltozásainak megállapítása (mérés, vagy egyéb megbízható adatok alapján) a rendszerben lévő szerelvények (ide értve a nyomásmérőket is) adott időponthoz, vagy időintervallumhoz tartozó üzemi állapota 	„Kis” és esetleg „közepes” bonyolultságú rendszerek esetén <ul style="list-style-type: none"> általában a kijelölt időintervallum alatt a betáplálás vízhozamának és tározó vízállás változások folyamatos mérésével ismert fogyasztás (pl. éjjel) esetében a tározó vízállásának mérésével
Eredmények értékelése	
<ul style="list-style-type: none"> a tározók vízállásváltozásainak összehasonlítása, a betáplálási és átemelési pontokon számított és mért nyomásadatok, szimulációs vizsgálat esetén a tározó vízforgalom időbeli változásainak, stb. összehasonlítása, a rendszer kitüntetett pontjain számított és mért nyomásadatok összehasonlítása. 	<ul style="list-style-type: none"> általában a mért és számított betáplálási nyomások összehasonlításával.

A számítások elvégzése után kapott **eredmények** összevetése a valós rendszerben mért adatokkal, és az esetleges hibák javítása.



3.7. A rendszer átfogó vizsgálata (rendszermodell vizsgálata)

3.7.1. Üzemi állapotok kiválasztása

A vízellátó rendszer folyamatos üzemű. Az üzemi folyamat során az egyes rendszerelemek különböző állapotokat vehetnek fel (fogyasztás változása, szivattyúk ki-bekapcsolása, záruk nyitása-zárása, stb.). Üzemállapot alatt a folyamatról készült "pillanatfelvételt" értjük, amikor az egyes rendszerelemek pillanatnyi állapotát határozzuk meg, illetve rögzítjük.

Az üzemi állapotok meghatározásának célja, hogy kiválasszuk azokat a rendszerre jellemző eseteket (időhorizontonként, évszakonként, illetve napi adatok felhasználásával), amelyek vagy a teljes rendszerre, vagy az egyes rendszerelemekre, illetve rendszerelemek kitüntetett csoportjaira az üzemeltetés szempontjából, vagy bármely más okból (pl. havária) jellemzőek, illetve **mértékadóak** lehetnek.

Q_f a továbbiakban minden esetben **méretezési** vízigényt jelent

Az üzemállapotokat a következő tényezők alapvetően jellemzik:

- a fogyasztás/vízigény időhorizontonkénti változásai (Q_{jelenleg} , $Q_{\text{távlatok}}$),
- a fogyasztás/vízigény évszakai változásai (Q_{dmax} , $Q_{\text{dátl}}$, Q_{dmin}),
- a fogyasztás/vízigény napon belüli változásai (Q_{fmax} , $Q_{\text{fátl}}$, Q_{fmin} , Q_{cspmax} , stb.),
- a betáplálások és átemelések időhorizontonkénti és évszakai változásai ($Q_{\text{be}}(t)$),
- az betáplálások és átemelések napon belüli üzemrendje (Q_{szmax} , Q_{szmin} , stb.),
- a tározók magassága (meglévő tározók esetében; $H(t)$).

A rendszer és az egyes rendszerelemek szempontjából jellemző üzemi állapotok

„Nagy” (és esetleg közepes) bonyolultságú rendszerek esetén

Q_{szmax} és Q_{szmin}

$(Q_{\text{sz}} - Q_f)_{\text{max}}$ illetve $(Q_f - Q_{\text{sz}})_{\text{max}}$

Q_{imax}

Az esetleges nagy (koncentrált) fogyasztók óracúcsa Q_{imax}

$Q_{\text{tűz}}$

Üzemzavar figyelembe vétele

- Csőtörés
- A szivattyútelepen előálló üzemzavarok
- Különleges üzemi helyzetek
- tározó karbantartás
- több szivattyúegység esete
- több tározó esete
- több zóna esete

„Kis” és esetleg „közepes” bonyolultságú rendszerek esetén

Q_{szmax} és Q_{szmin}

$(Q_{\text{sz}} - Q_f)_{\text{max}}$ illetve $(Q_f - Q_{\text{sz}})_{\text{max}}$

Q_{hmax}

$Q_{\text{tűz}}$

Esetleges, üzemzavarok hatásainak figyelembe vétele

- Csőtörés
- A szivattyútelepen előálló üzemzavarok

Amint ez jól érzékelhető, igen sok üzemi állapotot tudunk kijelölni. Ezek a kiindulási adatok a számításokhoz.



3.7.2. A rendszer „statikus” vizsgálata, az eredmények értékelése

A statikus vizsgálatok az üzemi folyamatra, annak szabályozási követelményeire, az üzemmódok megválasztására legfeljebb tájékoztató jellegű eredményeket adnak.

Az elkészített és identifikált rendszermodell felhasználásával, az erre a célra kifejlesztett, a piacon jelenlevő program-rendszerek alkalmazásával, lehetőségünk van az egyes vezetékszakaszok hidraulikai paramétereinek (egy általunk kiválasztott időpillanatra vonatkozó) kiszámolására, felhasználva a mértékadó (vagy bármilyen kívánt) üzemi állapotokat. Amennyiben a számításra előkészített modellünk és az alkalmazott programunk jól felkészített, akkor a rendszerről igen sok információhoz juthatunk. Az eredmények értékeléséhez a legtöbb esetben grafikus megjelenítés is rendelkezésre áll.

Értelmes válaszokat azonban csak akkor kapunk, ha jól és jól kérdeztünk (itt van nagy jelentősége a jellemző üzemi állapotoknak).

Bonyolultabb rendszerek esetében igen sok üzemi állapot adódik, tehát el kell döntenünk, hogy milyen számítási motort – programot – alkalmazunk:

- Kis települések, „kis” vízellátó rendszer esetében, amikor kis vízigény mellett várhatóan a tűzoltás ad mértékadó üzemállapotot, elegendő egy kisebb kapacitású program is, amely nem képes szimulációs számítások végrehajtására. Megjegyzendő, hogy ilyen esetekben a tartózkodási időszámítás - mint ellenőrzés - vízminőségi szempontból fontos lehet, ehhez azonban már kell a szimuláció is!
- „Közepes” és „nagy” modellek esetében célszerű inkább szimulációra alkalmas eszközt választani, hiszen a szimulációs vizsgálatoknál úgyis minden óra (de lehet, hogy ennél kisebb időintervallum is) kiszámításra kerül, és így az eredmények sokasága, a teljes üzemi folyamat fog a rendelkezésünkre állni. Erre a feladat megoldási metodikára még az üzemszimulációs vizsgálatoknál visszatérünk.

A vizsgálatok az üzemi állapotok beállításával kezdődnek. Ehhez meg kell adnunk

- a tározó(k) **aktuális** vízállását (mBf.);
- a betáplálandó vízmennyiségek **aktuális** értékeit (l/s); esetleg a szivattyú(k) jelleggörbéit, és üzemállapotát;
- a fogyasztás **aktuális** napi értékét (m^3/d);
- a fogyasztási menetgörbe **aktuális** értékét (%), vagy a számítás kezdő időpontját;
- a csomópontok (esetleg a kiválasztott) terepszint feletti magasságát (ez elhagyható, de akkor külön kell számítani a kialakuló nyomásveszteségek adott útvonalon történő összegzésével a mértékadó pontokon kialakuló nyomást) (mvo. , vagy m hasonló sík felett);
- a feltételezett tűzvíz-kivétel helyét és a tűzvíz vételezés nagyságát;
- az esetleges haváriát jellemző adatokat (pld. csőtörés helye, stb.).

Az eredmények:

Az egyes vezetékszakaszokon kialakuló

- vízszállítás (l/s) és iránya,
- a sebesség nagysága (m/s),
- a nyomásveszteség (m).

**A csomópontokon**

- terepszinttel megadott csomópont esetében a terep feletti nyomást (mvo.), illetve az abszolút nyomást (mHf),
- terepszinttel nem rendelkező csomópontok esetében az abszolút nyomást (mHf.)

A tározók

- aktuális, pillanatnyi vízforgalma (töltődés/ürülés (-/+) l/s)

Az átemelők

- megadott vízszállításához tartozó emelőmagassága (mvo.),
- jelleggörbe megadása esetén a vízszállítása (l/s) és emelőmagassága (mvo.).

Az adatok megadása tetszőleges nagyságú rendszer esetében hasonló metodika szerint történik. Fontos tudni, hogy az eredmények alapvetően függenek a megadott adatoktól, tehát az adathiba eredményhibát okoz!

3.7.3. A vízellátó rendszer üzemének vizsgálata**3.7.3.1. Folyamat elemzés**

Az identifikáció befejeztével lehetőség kínálkozik nem csak egyes statikus állapotok elemzésére, hanem az üzemi folyamat, a meglévő üzemeltetési módok, szabályozások felülvizsgálatára is. Ennek alapját a kvázi-stacioner szimuláció jelenti.

A kvázi-stacioner szimuláció nem más, mint a valóságban lejátszódó – valójában nem permanens – folyamat stacioner állapotok sorozatával végzett közelítése. Feltételezi, hogy az egyes stacioner üzemállapotok között eltelt időben (Δt lépésköz), a vizsgált rendszer állapotváltozásának gradiense elhanyagolható mértékű. A folyamat ilyen megközelítése természetesen rejt magában hibalehetőséget, ami a tapasztalatok szerint az üzemtani vizsgálatánál elhanyagolható, illetve kiküszöbölhető.

3.7.3.2. Jellemző feladatok**A csőhálózati jelleggörbék kiszámítása**

A csőhálózati jelleggörbék felvételének célja az, hogy megállapítsuk, kiszámítsuk a kitüntetett szivattyúzási helyekre vonatkozó jelleggörbe seregeket, melyek a szivattyúk üzemi tartományát mind vízszállítás, mind emelőmagasság szempontjából kijelölik. A szivattyúk munkapontját a rendszerben érvényes fogyasztás és tározó(k) vízállása, az egyéb kivételek és betáplálások aktuális értéke befolyásolhatja. Ezek a független változók a szivattyú munkapontjainak egy ún. csőhálózati jelleggörbe sereggel jellemezhető, lehetséges állapotterét jelölik ki. A gyakorlat számára a legtöbb esetben elegendő a jelleggörbe-sereg üzemszerűen előálló alsó-felső határolóinak (mint jellemző értékeknek) meghatározása.

A vízellátó rendszer bármely pontjára felvehető (a gyakorlatban általában a betáplálási/átemelési pontokra vesszük fel) a csőhálózati jelleggörbe.

A felső csőhálózati jelleggörbe meghatározásánál figyelembe veendő

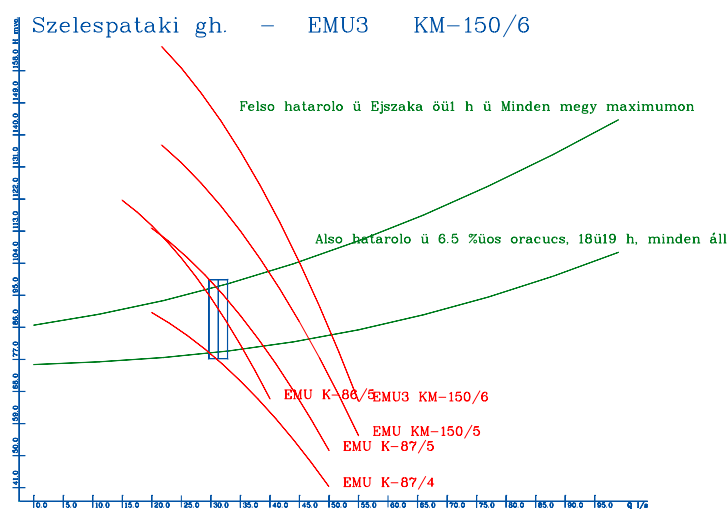
- a fogyasztás Q_{fmin} ,
- a magastározó túlfolyó szintje,
- a mélytározó fenékszintje,
- a minimális továbbemelés jellemzői.



Az alsó csőhálózati jelleggörbe meghatározásánál figyelembe veendő

- a fogyasztás Q_{fmax} ,
- a magastározó fenékszintje,
- a mélytározó túlfolyó szintje,
- a maximális továbbemelés jellemzői.

Bonyolult, több tározóval és betáplálással rendelkező rendszerek esetében az egyes rendszerelemeket (tározók, a többi betáplálás) értelemszerűen kell figyelembe venni. A lényeg az, hogy a jelleggörbe-sereg általunk meghatározott feltételek szerinti határolóit kaphassuk meg (ez bizonyos esetekben nem biztos, hogy az abszolút felső-alsó határoló, mert a feltételek megválasztásakor a ténylegesen lehetséges, előforduló üzemi eseteket vesszük csak figyelembe).



3. ábra

A szélső csőhálózati jelleggörbék szempontjából jellemző üzemi állapotok kijelölése után a számítás (program) a 3. ábra szerinti eredményt adja meg, amihez a megfelelő szivattyú(k) kiválasztható(k). Az ábrán látható az a „kijelölt terület”, ahová a legkedvezőbb munkapontú szivattyúkat igyekszünk kiválasztani.

Üzemszimulációs vizsgálatok, üzemmód-ellenőrzés

A „kis” rendszerek esetében szimulációs vizsgálatok elhagyhatók, ha szakszerű a statikus vizsgálat elvégzése.

Az üzemszimulációs vizsgálatok elvégzése gyakorlatilag az utolsó fázisa a munkának (optimalizációs feladatok megoldására is alkalmas).

A cél: a feltételek figyelembevételével mellett **bizonyítani, ellenőrizni**, hogy a korábban kialakított vízellátó rendszer üzemeltetése lehetséges, illetve milyen feltételek mellett lehetséges és gazdaságos.

Az üzemszimulációs vizsgálatok azt jelentik, hogy hosszabb (általában 24 órás) időszak és az időközbeni változások figyelembevételével számoljuk a rendszer egyes elemeinek hidraulikai paramétereit.

Meg kell adni:

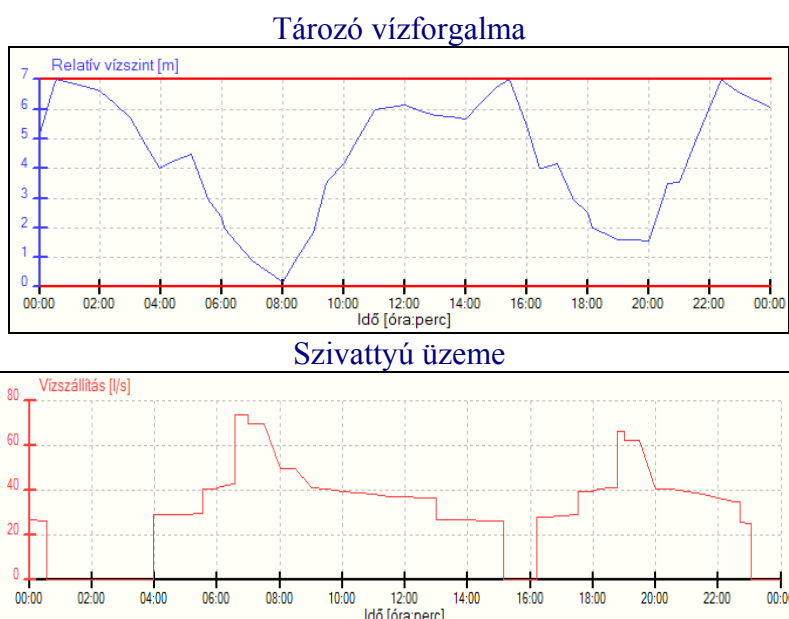
- a fogyasztás területi és időbeli (napi fogyasztási menetgörbék) változását,



- az egyes tározók jellemző szintjeit,
- az egyes tározók térfogatát és alakját,
- az egyes tározókhoz tartozó szabályozott szivattyúkat, valamint a szabályozási algoritmust,
- az egyes szivattyúk jelleggörbéit (betáplálási, közbenső és továbbemelő szivattyúk).

A számítások eredményei:

- az egyes tározók vízállásváltozása (figyelembe vett időintervallum alatt **4. ábra**),
- az egyes gépházak üzemrendje (mikor üzemel/nem üzemel, mikor kapcsol át kisebb/nagyobb szivattyúra), a vízzsállítás, a kimenő nyomás, emelőmagasság, szívóoldali nyomás értékei, a szivattyú energia felhasználása (**5. ábra**),
- a vezetékekben kialakuló hidraulikai viszonyok bármely időpillanatban rendelkezésre állnak,
- bizonyos szoftverek a hálózati vízkorokat, az azonos korhoz tartozó vonalakat is megjelentetik.



4. és 5. ábra

Az eredmények értékelése:

A tervezett rekonstrukció megvalósításának igazolása

- a tározók vízállásváltozásainak megvizsgálása (túlfolyik, leürül),
- a szivattyúk vízforgalmának vizsgálata (beadta-e/továbbemelte-e a megadott intervallumhoz tartozó kívánt vízmennyiségeket),
- az ülemszerű állapotoknál jelentkezett-e a hálózatban probléma (túl nagy/túl kicsi nyomások, sebességek határon belül vannak-e),
- az energia felhasználás, szerződésekkel kapcsolatos ellenőrzések (P_{\max}), szerződésmódosítási lehetőségek vizsgálata.

Amennyiben minden feltétel teljesül, a rekonstrukció tervezett elemei megvalósításra alkalmasak. Ha nem, úgy változtatások szükségesek.



A beavatkozási lehetőségek

- a szabályozási algoritmus változtatása (a kapcsolási szintek újbóli meghatározása),
- a szabályozási helyek (a szivattyút másik tározóról szabályozzuk) megváltoztatása,
- a szivattyúk üzemrendjének változtatása,
- a szivattyú(k) cseréje (a szivattyúválasztásnál nem jártunk el gondosan és nem a jellemző üzemi állapotokat vettük figyelembe),
- esetleg a túlterhelt vezetékek átmérőinek növelése, alulterheltek csökkentése (ha lehet!!).

A változtatások után a számítások újból elvégzendők

3.8. Gazdasági mutatók

A tervezés során az egyes – műszakilag egyenértékűnek ítélt – változatokat kell összehasonlítani. A műszaki megoldások akkor egyenértékűek, ha a megtervezett művek üzemeltethetősége a meghatározott, tervezési alapadatként adott időtávon lényeges beavatkozás nélkül fenntartható. Megjegyezzük, hogy ebbe az is beletartozik, hogy a rövid élettartamú eszközöket, berendezéseket a vizsgálati időtávon belül akár többször is felújítjuk, vagy cseréljük !

Az egyes változatok gazdasági szempontból különböző költségtényezők és szintek alapján hasonlíthatók össze:

- **Beruházási költségek** számítása egy adott időszakra
- **Üzemeltetési költségek** számítása egy adott időszakra
- **Üzemeltetési és beruházási költségek** együttes vizsgálata

Az eddig felsorolt költség összehasonlítások, a műszaki megoldások a közvetlenül vizsgált rendszerre vonatkoztak. Vizsgálni szükséges ezen kívül az egyes beavatkozások régiós hatásait, illetve a rendelkezésre álló műszaki lehetőségeket úgy, hogy a gazdálkodási hatások egyik érintett üzemeltetési régióban se csökkenjenek.

Rekonstrukciós tervek készítésénél figyelembe kell venni, hogy egy regionális rendszer feldarabolását az Európai Unió Víz Keretirányelve nem támogatja.

3.8.1. Vízdíj becslése, az ellátási stratégiák alapján

A rekonstrukció tervezés során a beruházási költségeken túlmenően fontos szerepe van az üzemeltetés során jelentkező költségeknek. Ezen költségek alapján képződik a vízdíj, melyet jelenleg a következő képlet alapján képezhetünk:

$$D = M + R_T + F_T + H_F + H_R + AM$$

ahol:

D – teljes költségmegtérüléshez szükséges vízdíj

M – az üzemeltetéssel kapcsolatos működési költség. A működési költség fedezi a vízellátás működtetésének összes szükséges költségét. Ezek a teljesség igénye nélkül – vízkészlet használati járulék, átvett víz költsége, energia költség, bérköltség, fenntartási költség, tisztítástechnológia- és vegyszerköltség, egyéb költségek.

R_T – rekonstrukciós céltartalék

F_T – fejlesztési tartalék



H_F – hiteldíjak (fejlesztéshez)
 H_R – hiteldíjak (rekonstrukcióhoz)
AM – amortizáció

3.8.2. A különböző ellátási változatok összehasonlítása

Az elkészített műszaki változatok összehasonlítása nem elégséges csak beruházási és nem elégséges üzemeltetési költség szempontjából. Az elkészített változatokat össze kell hasonlítani mindkét szempontból.

Az összehasonlítás feltétele az egyes költségek egy időpontra való diszkontálása. Abban az esetben, ha egy időhorizont (jelen) árszintjén határozunk meg minden költséget (beruházási, üzemeltetési) számítható a megtérülési idő, vagy adott megtérülési idő alatt meghatározható a pénzügyileg előnyösebb változat.

3.8.3. Vízellátási fejlesztési tervek, és hatásuk a vizsgálandó változatokra

A rekonstrukciós terv összeállítása során figyelembe kell venni a vízellátási célú kapcsolódó fejlesztési terveket, elképzeléseket. Első lépésként a fejlesztési terveket a Település Rendezési Tervekkel összhangba kell hozni. A rekonstrukciós tervekben felmerülő szükséges beavatkozásoknál meg kell különböztetni a

- a rekonstrukciós igényből megvalósítandó beruházásokat,
- a fejlesztési és rekonstrukciós célú beruházásokat,
- a fejlesztési igényből megvalósítandó beruházásokat.

Amennyiben a rekonstrukciós beruházásoknál figyelembe vesszük a fejlesztési igényeket, akkor egy-egy műszaki beavatkozás célja kettős. Egyrészt a rekonstrukciós célt szolgálja, másrészt pedig a fejlesztési célt. Ebben az esetben a gazdasági számításokban külön kell kezelni a fejlesztési hányadból származó költségeket. A költségeket úgy tudjuk szétválasztani, ha elkészítjük a rekonstrukciós tervet a fejlesztési tervek figyelembevételével és figyelembe vétele nélkül.

A fejlesztések rekonstrukciós tervben való figyelembe vétele abban az esetben is elképzelhető, ha az üzemeltetési változat vízbiztonsági szempontból kedvezőbb lesz. Ebben az esetben vizsgálni kell a hálózatban kialakuló vízkort, mivel a megnövekedett vízkor estén nő a közegészségügyi kockázat. Amennyiben igazolható, hogy a fejlesztési változat csökkenti a közegészségügyi kockázatot, úgy indokolható ennek finanszírozása a rekonstrukciós tervben.

3.8.4. A fenntarthatóság elvének érvényesítése a gazdasági vizsgálatokban

Az egyes műszaki változatok vizsgálata során a megtérülési időn túl az üzemköltség alapján meghatározott vízdíj nagysága fontos tényező. A készülő Víziközmű Törvény szerint, a vízdíjat az EU Víz Keretirányelv teljes költségmegtérülés elvének megfelelően kell megállapítani. Ennek az elvnek megfelelő vízdíj a jelenlegi gyakorlatban alkalmazott vízdíjakkal magasabbra adódik, így vizsgálni szükséges, hogy a fogyasztók képesek lesznek-e a vízdíj megfizetésére. Vizsgálni szükséges továbbá, hogy a kalkulált vízdíj részaránya mekkora a fogyasztói kosárban.

A megfizethetőség kérdése a vízdíj jövőbeni emelkedésének mértékével mérhető. Amennyiben a kalkulált vízdíj emelkedése a mindenkorin infláció alatt marad, úgy a fogyasztói kosárban



meghatározott aránya folyamatosan csökken, vagyis a finanszírozhatósága nő. Éppen ezért **nagyon fontos az egészséges közművagyonszerkezet minél előbbi elérése, mert ezáltal a vízdíj szükséges emelkedése a mindenkori infláció alatt tartható.**

3.9. A változatok előnyeinek és hátrányainak bemutatása

Többszemponútú döntéselőkészítés

Szemponatok	Előnyök	Hátrányok	Lehetőségek	Veszélyek
1. (2.,3.) változat				
Ellátási stratégiák • vízmérleg • hidraulika • vízminőség	Napra kész modell Optimalizálható rendszer és üzem Olcsóbb üzemeltetés lehetősége	Jólképzett, elméleti szakemberek alkalmazása Mérő adatgyűjtő rendszer fejlesztése	További fejlesztések lehetősége	Túlszervezés, plusz költségek
Fejlesztési tervek hatása a rendszerkialakításra	Mit és mennyiért kell megépítenünk Mit nyer a fogyasztó, PR	Építés során esetleges zavar az ellátásban Lakosság megértése / megérttetése.	Legjobb változat kiválasztása	Nem tudja a fogyasztó kifizetni a díjat, kinnlevőségek. Nem lesz pénz a tervek megújítására
Finanszírozás • Amortizáció • Használati, bérleti díj • Mérlegszerinti (adózott) nyereség • Külső (hitel) forrás	Teljes költség-megtérülés	Vízdíjnövekedés (infláción túl) Teljes költség megtérülés	Prioritások eldöntése, vízdíj nagyságának fokozatos elérése	Nem lesz elegendő pénz a rekonstrukcióra
Gazdasági elemzés • Beruházási költség • Üzemeltetési költség • Költség optimum	Legjobb és legolcsóbb elrendezés kiválasztása Fogyasztók maradéktalan kielégítése	A költségek növekedése	Minden költség előre tervezhető	Szembesülés a (nagyon) megnövekedett díjakkal, sokkolt fogyasztók Nem lesz pénz a tervek megújítására
Költség-haszon elemzés	Biztosított az egészséges vagyonszerkezet elérése (amortizáció)	Kinnlevőségek növekedése	PR, meggyőzés, valamit valamiért	A rekonstrukciós hányad felélése tulajdonosi egyéb célokra

Itt a mérnöki munka befejeződik és a döntés az önkormányzatok – tulajdonosok – kezébe kerül.

3.10. Javaslatok.

A tulajdonosoknak (önkormányzatok) a Rekonstrukciós Terv ismeretében döntést kell hozniuk. El kell dönteniük,

- hogy melyik változatot,
- milyen időütemezéssel,
- milyen prioritásokkal,
- milyen pénzügyi konstrukcióban



valósítják meg.

A kiválasztott idősíkokban meghatározásra került a **teljes rendszer** állapota, A rendszerállapot meghatározásával az egyes üzemállapotok illetőleg az üzemmódok (napi, vagy több napi) vizsgálata elkészült



A vizsgálatok kiterjedtek a gazdaságossági számításokra, tehát pl. az energia szükségletre is. Ezáltal az egyes állapotokhoz tartozó költségek (nemcsak energia) ismertek. A lehetőségek ismeretében a legkedvezőbb rekonstrukciós megoldás kiválasztható (az egyes megoldások műszakilag gyakorlatilag egyenértékűek).

A vízellátó rendszer Rekonstrukciós Tervének elkészítése komplex, többsíkú feladat, melynek megoldása elősegíti az alábbi kérdések megválaszolását:

***Hol kell vezeték csere, milyen átmérővel, mikor ?
Milyen szivattyút kell kicserélni ?
Milyen üzemeltetési stratégiát kell követni ?
Hogyan alakulnak a díjak és a költségek ?***

A Rekonstrukciós Tervezés elméleti alapjai és eszközrendszere napjainkban a szolgáltató szervezetek napi gyakorlatában már rendelkezésre áll. A jogszabályi háttér jelenleg nem áll egyértelműen rendelkezésre (Víziközmű Törvény). A gyakorló szakemberek sem tudnak időnként dönteni az alkalmazott módszerekről, így az eredmények nem mindig homogének, nem mindig összehasonlíthatóak, nem mindig tudatos döntés alapján születnek. Ez nemzetgazdasági szempontból hátrányos erőforrás felhasználást eredményezhet.



Irodalom

- **Távlati vízigények elemzése tanulmány** Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából a MAVÍZ –ben Budapest 2007.
- **Ivóvízellátó hálózatok rekonstrukciója**, módszertani elemző tanulmány Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén Budapest 2007.
- **Vízellátó hálózatok analízise Módszertani útmutató**, Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kezdeményezésére a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából. Budapest 2008.
- **A MaVíz szolgáltató szervezeteire jellemző statisztikai adatok feldolgozása 2000 – 2004.**Megbízó: Ágazati Párbeszéd Központ Szolgáltató KhT
- **Évkönyv Víz és csatornaszolgáltatás 2000 – 2007.** Magyar Víziközmű Szövetség
- **Esztergom város vízellátó rendszer lehetséges üzemeltetési változatainak műszaki-gazdasági vizsgálata.**2008. Hydroconsult Kft Megbízó: Esztergom város Önkormányzata
- Dávidné, Deli Matild: **Települések vízellátása** Kézirat. 1989
- Öllös Géza: **Vízminőség-változás a vízelosztó rendszerben** Közlekedési Dokumentációs Kft. 2008
- Dr. Horváth Lászlóné: **Víziközmű -beruházások megvalósítása állami és uniós támogatással 2005-2015.** Vízmű Panoráma 2005.3.sz.
- Dr. Horváth Lászlóné: **A kormány Ivóvízminőség-javító Programjának helyzete.** Vízmű Panoráma2007/1 különszám
- Bódi Gábor – Fülöp Roland: **Közművagyon jelenértéke és a rekonstrukciós programjuk finanszírozása** 2007. 1.sz.
- Mihácsi István - Füstös András: **Komárom város csatorna-rekonstrukció előkészítése** Vízmű Panoráma 2007. 4.sz.
- Holló Gyula: **Az Európai Unió vízpolitikája** Vízmű Panoráma 2007. 1. különszám
- Dávidné dr. Deli Matild – Bódi Gábor: **Vízigények hatása a rekonstrukciós program végrehajtására** Öko-Aqua 2008. Előadás
- Darabos Péter Az egységes közműnyilvántartás utasításrendszerének megújítása Öko-Aqua 2008. Előadás
- Zách Péter: **Gondolatok a vízbiztonságról** Vízmű Panoráma 2007.2. különszám



- Hetényi Zsuzsa-Zimmer Péter-Tolnai Béla: **Fuzzy logika elvén működő térinformatikai hálózat rekonstrukciós tervező modell** Vízmű Panoráma. 2006. 5. sz.
- Solymosi Ernő: **Közüemi tűzoltóvíz-szolgáltatás** Vízmű Panoráma. 2006. 3.sz.
- Palotás László: Mérnöki kézikönyv III. kötet Műszaki Könyvkiadó 1985 – Dávidné dr. Deli Matild – 4.8.8 fejezet Regionális és kistérségi vízellátó rendszerek
- Kovács Károly: Víziközműveink és vizünk értéke. Települési Önkormányzatok Országos Szövetsége Komárom-Esztergom megyei Önkormányzati Fórum Előadás Tatabánya 2008. december 5.
- Füstös András: Környezetvédelmi infrastruktúra vagyonértékelése. Előadás Budapest, 2008.
- Információs rendszerek – www.itb.hu
- Informatikai rendszerek – www.bibl.u.szeged.hu
- Informatikai rendszerek fejlesztése – www.cic.klte.hu