

Ivóvízminőség-javító Program

Ivóvízellátó hálózatok rekonstrukciója

módszertani elemző tanulmány

Készült a

**Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium
kezdeményezésére a**

**Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság
megbízásából**

**Budapest
2007. október**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. A rekonstrukció fogalma.....	5
3. Hazai helyzet elemzése	7
3.1. Rekonstrukciótervezés, előkészítés.....	7
3.2. Ivóvízminőség-javító program	11
3.3. Víz Keretirányelv	12
4. Nemzetközi kitekintés.....	14
4.1. A rekonstrukció tervezés módszertani fejlesztésének nemzetközi eredményei.....	15
4.1.1. A vezeték állapotát leíró modellek.....	15
4.1.2. Kockázatelemzés.....	24
4.1.3. CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks)	26
4.1.4. Pontozáson alapuló rangsorolás	27
4.1.5. Gyakorlati alkalmazások, adatigény	28
4.2. Összefoglaló és a hazai alkalmazás lehetőségei	30
5. A rekonstrukció tervezés módszertana	31
5.1. A rekonstrukció tervezés alapadatai	33
5.1.1. Hibastatisztika.....	33
5.1.2. Vagyonleltár, hálózat-nyilvántartás, közmű-nyilvántartás, objektum nyilvántartás.....	34
5.1.3. A vezeték és környezetének kölcsönhatásai	35
5.1.4. Vízigény prognózis	36
5.1.4.1. Vízigény komponensek szétválasztása	36
5.1.4.2. Lakosság meghatározása	37
5.1.4.3. Évszakos egyenlőtlenség meghatározása.....	37
5.1.4.4. Fajlagos vízigények meghatározása.....	39
5.2. Hidraulikai rendszervizsgálat.....	39
5.2.1. Hidraulikai vizsgálati módszerek.....	40
5.2.2. Hidraulikai felülvizsgálat eredményei	42
5.3. Teljesítménymutatók alkalmazása a rekonstrukciós igények mérésére.....	43
5.3.1. A teljesítményértékelés és a teljesítménymutatók fogalma	43
5.3.2. A teljesítményértékelés a vízi közmű szolgáltatók körében, nemzetközi példák	43
5.3.3. Teljesítménymutatók alkalmazása a rekonstrukciótervezésben	47
5.4. A rekonstrukció tervezés főbb fázisai.....	48
5.5. Az Ivóvízminőség-javító Programmal kapcsolatos, legsürgetőbb rekonstrukció alá kerülő vezetékszakaszok kiválasztási módszerének meghatározása.....	49
5.6. Hosszútávon szükségessé váló feladatok meghatározása (módszertani összefoglaló).....	51
6. Hatékonyság és gazdaságosság, a vízdíjjal kapcsolatos várható hatások	53
6.1. A tulajdonviszonyok és díjmeghatározás ellentmondásai	53
6.2. A közművagyon értékvesztése.....	56
6.3. Vagyongazdálkodási megközelítés	58
6.3.1. Amortizációs mutató	58
6.3.2. Közművagyon „nulla” maradvány értéke	58
6.3.3. Vagyongazdálkodási célfüggvény	59
6.4. Közművagyon „pénzügyi” rekonstrukciója egy modellszámításon keresztül.....	61
6.4.1. A közművagyon amortizációs költsége, mint a felújítás forrása	61
6.4.2. Rekonstrukció körébe eső közművagyon beruházási értéke.....	62
6.4.3. A rekonstrukció finanszírozásának pénzügyi programja	62
6.5. A „műszaki” rekonstrukció hatásai.....	64

6.6. A hatáselemzés összefoglalója.....	64
7. Összefoglalás	66
8. FÜGGELÉK.....	70
8.1. Fogalom meghatározások	70

1. Bevezetés

Hazánkban a közüzemi ivóvíz szolgáltatás területén fennálló vízminőségi problémák megoldására 2001. évben országos Ivóvízminőség-javító Program került kidolgozásra. A Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) keretében 2007-ben kétfordulós pályázatok kiírására került sor. *A pályázatokkal kapcsolatos szakmai döntések megalapozása céljából* a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Vízgazdálkodási Főosztálya megbízta a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékot egy módszertani tanulmány készítésével. Az ajánlati felhívásban, és a szerződésben a tanulmány céljaként, és egyben feladatként Megbízó a következőket határozta meg:

- a közvetlen ivóvízminőség-javító beavatkozáshoz illeszkedve a feltétlen szükséges, legsürgetőbben rekonstrukció alá kerülő vezetékszakaszok kiválasztási módszerét dolgozza ki,
- útmutatást ad a hosszútávon szükségessé váló feladatok meghatározására,
- úgy készíti el a tanulmányt, hogy hatékonysági és gazdaságossági kérdéseket is vizsgáljon, beleértve a vízdíjjal kapcsolatos várható hatásokat is.

Ennek megfelelően, a Megbízó által elfogadott ajánlatban meghatározott tematika szerint a következő témakörökkel foglalkozunk:

- Hazai helyzet elemzése
 - Rekonstrukciós igények és lehetőségek értékelése.
 - A rekonstrukciótervezéshez szükséges adatok elérhetősége. Informatikai háttér.
 - A hazai gyakorlatban alkalmazott módszerek és eszközök.
- Fogalom meghatározások, jogszabályi háttér
 - A rekonstrukcióval kapcsolatos fogalmak definíciószerű rövid összefoglalása.
 - A fogalmakhoz kapcsolódó jogszabályi háttér áttekintése. Víz Keretirányelv.
 - Az Ivóvízminőség-javító Programra vonatkozó releváns jogszabályok áttekintése.
- Nemzetközi kitekintés
 - Rekonstrukciós igények az EU-ban és a fejlett világban.
 - Rekonstrukció tervezés módszertani fejlesztésének nemzetközi eredményei és a hazai alkalmazás lehetőségei.
- A rekonstrukció tervezés módszertana
 - A rekonstrukció tervezés alapadatai.
 - Vagyoneleltár, hálózat nyilvántartás.
 - Hibastatisztika.
 - Vízigény prognózis.
 - Informatikai követelmények.
 - Vezetékek állapotértékelése.
 - Kockázat elemzés.
 - Hidraulikai rendszerelemzés.
 - Teljesítmény mutatók alkalmazása a rekonstrukciós igények mérésére.
 - Műszaki rekonstrukciós prioritások meghatározása.
- Az Ivóvízminőség-javító Programmal kapcsolatos, legsürgetőbben rekonstrukció alá kerülő vezetékszakaszok kiválasztási módszerének meghatározása.
- A Víz Keretirányelv hatása az ivóvíz szolgáltatás díjára
 - Ajánlások az EU Víz Keretirányelv szerinti teljes költségmegtérülésből adódó díjmeghatározás módszerére.
 - A várható vízdíj emelkedéséből következő negatív társadalmi hatások csökkentési lehetőségeinek áttekintése.

2. A rekonstrukció fogalma

- *A rekonstrukcióval kapcsolatos fogalmak definíciószerű rövid összefoglalása.*
- *A fogalmakhoz kapcsolódó jogszabályi háttér áttekintése.*

A meglévő vezetékek helyreállításával, cseréjével, karbantartásával, javításával kapcsolatos fogalmak meghatározása nem egyszerű feladat. Az angolszász és német szakirodalom a felújítás fogalom helyett a **reconstruction** (újraépítés), **rehabilitation** (helyreállítás), **replace** (csere), **repair** (javítás) kifejezéseket használja, és ezeket is elsősorban műszaki megközelítésben. Ezek a kifejezések általában a rendszerekkel szemben támasztott igények tekintetében statikus szemléletet tükröznek. A változó igényeket is figyelembe vevő **development** (fejlesztés) kifejezést általában csak új vezetékhálózati elemek létesítése kapcsán használják. A vízellátó hálózatok vezetékeinek több évtizedes élettartamából adódóan azonban, a helyreállítási és csere esetek többségében nem lehet figyelmen kívül hagyni a technológiai fejlődésből, és az igények időbeli változásából eredő hatásokat. Ezért a fejlesztési és felújítási tevékenységek sok esetben keverednek egymással, sőt kell, hogy keveredjenek. A Magyarországon elterjedt **rekonstrukció** szakkifejezést, mint műszaki szakkifejezést, éppen ennek az összetett, felújítási és fejlesztési tevékenységnek a meghatározására használjuk.

A szakkifejezéseket azonban nemcsak a műszaki megközelítésben kell használnunk helyesen, hanem pénzügyi, számviteli értelemben is, hiszen a közművagyonnal kapcsolatos költségek elszámolásának rendjét számviteli törvények, jogszabályok határozzák meg. Ez a kettősség sokszor vezet félreértésekhez és vitákhoz, sőt peres eljárásokhoz is.

A közművagyonnal való gazdálkodás jelenlegi jogi kereteit

- a Számviteli Törvény,
- a KSH vonatkozó utasítása,
- a témakörben kiadott APEH állásfoglalások

határozzák meg. A témakör tárgyalása során semmiképpen sem tekinthetünk el az ezekben foglalt fogalmak ismertetésétől és értékelésétől (Lásd: Függelék).

A hazai számviteli gyakorlat a közműveket – egyébként elvileg is hibásan – nem önállóan definiálja, hanem, mint az épületek kiszolgáltatásának létesítményeit. Az is hibás megközelítés, hogy a közmű tárgyi eszközök (objektumok) felújítás szempontjából önállóaknak tekintendők, mikor ezek szerepüket a legtöbb esetben csak rendszerben egyesítve tudják kifejezni, ahol a működés szempontjából a kölcsönhatásoknak is jelentősége van. A műszakilag és használati szempontból is teljesen hibás megközelítés az oka a pénzügyi, számviteli és műszaki nomenklatúra közötti ellentmondásnak. Véleményünk szerint ebben az esetben is a természetes, rendszerszemléletű, funkcionális megközelítésből kiindulva lehet csak korrekt módon meghatározni a pénzügyi, számviteli összefüggéseket.

Kategorikusan fogalmazva a jelenleg hazánkban hatályos pénzügyi, számviteli jogszabályok a definíciók szakmai pontatlanságai miatt hibásak, és alkalmatlanok a közművekkel kapcsolatos vagyongazdálkodásban való alkalmazásra.

A tényleges, a működési körülményeket és követelményeket hosszú távon is figyelembe vevő megközelítésben nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy

- a közműhálózatok elemei egymással kapcsolatban állnak, és hatással vannak egymás működésére,
- a közműhálózatokkal szemben támasztott igények térben és időben változnak és ezek a hatások a meglévő létesítmények kapacitás megváltoztatásának igényét vetik fel,

- a közműhálózatok elemeinek, műszaki élettartamuk hosszából adódóan, nem csak a jelenlegi, hanem az élettartamuk végére prognosztizált igényeknek is meg kell felelni.

Mindezek a meggondolások joggal vetik fel a statikus, számviteli megközelítésen túlmutató **rekonstrukció** fogalom meghatározását.

Fogalom	Meghatározás
Rekonstrukció	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 rekonstrukció során a cserélt részek értékét a nyilvántartásból ki kell vezetni.

3. Hazai helyzet elemzése

- *Rekonstrukciós igények és lehetőségek értékelése.*
- *A rekonstrukciótervezéshez szükséges adatok elérhetősége. Informatikai háttér.*
- *A hazai gyakorlatban alkalmazott módszerek és eszközök.*
- *Az Ivóvízminőség-javító Programra vonatkozó releváns jogszabályok áttekintése.*
- *Víz Keretirányelv*

Magyarországon az elmúlt évtizedekben a társadalmi és gazdasági struktúra átrendeződésével együtt a vízi közmű szolgáltatás szerkezete is jelentősen átalakult. A változások egyik jellemzője volt, az alulértékelésből és alulfinanszírozásból adódóan, a szükséges felújítások, rekonstrukció elmaradása. A szakmai felügyelet és irányítás rendszerének átalakulása következtében a használatban lévő és új csőanyagokkal kapcsolatos tapasztalatok rendszerezett gyűjtése, értékelése, a vezetéképítési technológiákkal szemben támasztott, egységes szakmai követelmények megfogalmazása és érvényesítése ugyancsak elmaradt. Közismert tény, hogy az amúgy is súlyos helyzetet további tényezők kedvezőtlen irányba befolyásolják:

- Az 1960-as és 70-es években nagy kiterjedésű hálózatok épültek országszerte gyenge minőségű azbesztcement- és PVC csövekből.
- Különösen síkvidéki településeken a lakótelepek létesítéséhez kapcsolódva a hálózatok jelentős része feltöltésben, rendkívül inhomogén talajban, megfelelő ágyazat nélkül épült.
- Az építési fegyelem fellazulása, a szabályozás és az ellenőrzés hiányosságai miatt, évtizedek óta tart.

Mindezek a tényezők együttesen a vezetékek tömeges elhasználódását, sok esetben idő előtti tönkremenetelét eredményezik.

A szűkös források miatt azonban nem csak beruházások maradtak el, hanem a beruházások előkészítési munkálatai is (hálózat nyilvántartás, hibanyilvántartás, hiba statisztika) jelentős hiányosságokat, illetve elmaradást mutatnak. A vízi közmű üzemeltetők többsége nem rendelkezik korszerű, digitális nyilvántartásokkal a hálózatok geometriája, műszaki, vagyonkezelési adataira vonatkozóan. Az elavult jogszabályi kötelezettségből adódó szakági közmű nyilvántartási, változásvezetési kötelezettségüknek az üzemeltetők sok esetben, éppen az alulfinanszírozottság miatt nem tudnak eleget tenni. A hálózatok meghibásodási adatainak szervezett, egységes szempontok szerinti gyűjtése nem megoldott. A rekonstrukció (rehabilitáció) tervezése során objektív vizsgálatokat, állapotértékelést, kockázat elemzést a ritka kivételektől (Fővárosi Vízművek, Fővárosi Csatornázási Művek) eltekintve nem végeznek.

3.1. Rekonstrukciótervezés, előkészítés

A rekonstrukció tervezéssel kapcsolatos hazai fejlesztési tevékenység jelentős múltra tekint vissza. Az 1970-es években számos fejlesztés kezdődött meg (Mélyépterv, YMMF, stb.) azonban ezek a törekvések megelőzték a korszak igényeit és lehetőségeit, ezért széleskörű bevezetésükre nem került sor. A 2002-2003 telén, a Budapesten, sorozatban bekövetkezett csőtörések következményeként a Fővárosi Vízművek kezdett meg egy jelentős állapot felmérési projektet, és ehhez kapcsolódva kidolgozásra és szabadalmaztatásra került egy *fuzzy* logikán alapuló állapotértékelési módszer, melyet jelenleg is alkalmaznak a fővárosi vezetékek rekonstrukciós feladatok tervezésében (Hetényi et al., 2006).

2005-ben a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéke az előzőekben felsorolt hiányosságok felszámolásának megkezdésére kutatás-fejlesztési projektet kezdeményezett a következő fejlesztési célokat kitűzve:

- Csőanyag vizsgálatok és alkalmazási ajánlások:
 - A hazánkban legelterjedtebb csőrendszerek, csőanyagok (például: azbesztcement, PVC) minőségi jellemzőinek és ezek időbeli változásának meghatározása részletes, roncsolásos anyagvizsgálatokkal.
 - A különböző csőanyagokkal, csőrendszerekkel kapcsolatos üzemeltetési tapasztalatok összegyűjtése, értékelése, és alkalmazástechnikai ajánlások készítése.
- Műszaki informatikai fejlesztések:
 - Hálózati objektum- és hibanyilvántartó szoftver tervezése (funkcionális és adatmodell létrehozása). Ezen belül az objektum és hiba típusok definiálása, ezáltal az egységes szemlélet és kezelés lehetőségének megteremtése.
 - Térinformatikai alapú objektum- és hibanyilvántartó szoftver létrehozása az adat és funkcionális modell szerint.
- Rekonstrukciótervezési módszerek kifejlesztése:
 - Vezetékállapot értékelés módszerének kidolgozása, a csőtörés bekövetkezési valószínűségének meghatározására.
 - Meghibásodási kockázat alapú rekonstrukciós beruházási prioritási sorrend meghatározása.
- Rekonstrukciótervezésre alkalmazható szoftverek, programok kifejlesztése a kidolgozott módszerekre alapozva.
- A módszerek tesztelése, majd ezt követően a szakmában való elterjesztése.

A 2008-ban befejeződő projekthez támogatóként és résztvevőként 26 víziközmű üzemeltető szervezet csatlakozott. A csatlakozott üzemeltetők vállalták, hogy saját működési területükön a projekt keretében egységesített szempontrendszer szerint vezetik objektum- és hibanyilvántartásaikat. A projekt eddig eltelt 3 éve alatt az egyes területeken a következő eredmények születtek:

Műszaki informatikai fejlesztések

A projekt kezdetén felmértük a résztvevő cégeknél a hálózat-nyilvántartások és a hibanyilvántartások helyzetét. Megállapítottuk, hogy a legtöbb cégnél a forráshiányos működés miatt a szükséges, korszerű digitális hálózati és környezeti adatnyilvántartásokat nem tudják létrehozni és működtetni. Hiányzik a feladat-specifikus, megfizethető szoftver, és az alapadatok beszerzéséhez, előállításához, karbantartásához szükséges humán erőforrás és szakértelem. Ezért az objektum nyilvántartások (vagyonleltár) létrehozása, mint a rekonstrukció tervezés alappillére, a projekt kulcsfontosságú feladatává vált.

2005-ben kidolgoztuk a hálózati és környezeti objektumok nyilvántartási rendszerének adatbázis struktúráját és meghatároztuk a térinformatikai alapú objektumkezelővel szemben támasztott funkcionális követelményeket. A piacon beszerezhető szoftverek közismert hátrányait, mint például ár-érték, ár-szolgáltatás arányok, működési és strukturális hatékonyság ismerve, úgy döntöttünk, hogy célszerű egy speciálisan a közmű szolgáltatás igényeire szabott objektumkezelő szoftver kifejlesztése. A munkát 2006-ban kezdtük meg külső szoftver fejlesztő bevonásával.

A szoftverfejlesztés mellett, az üzemeltetők által szolgáltatott adatok alapján létrehoztuk, egy-egy mintaterületre az Objektumkezelőben az alaptérképi és szakági tartalmat. Ehhez külön segéd-szoftver kifejlesztésére volt szükség a munka hatékonyságának növelése céljából. Az AutoCAD ARX alkalmazás segítségével DWG formátumú térkép-rajzok szerkesztését-javítását és adatbázisba való beillesztését (migrálását) lehet elvégezni, jelentős

emberi munkaerő megtakarítással. A kifejlesztett szoftver nem csak a kezdeti adatfeltöltéskor, hanem a későbbi adatfrissítések alkalmával is hatékonyan használható.

Az elkészült szoftverek és adatok átadása 2007 márciusában megkezdődött.

Az objektum kezelő mellett a meghibásodási adatok kezelésére is szoftvert dolgozunk ki. Ennek első ütemében az objektumkezelővel együtt adunk át egy ún. hibaarchiváló szoftvert, amely az elmúlt 3-5 évben egyéb módon rögzített hibaadatok feldolgozására, egységes elvek szerinti tárolására szolgál.

Csőanyag vizsgálatok

A csőanyagvizsgálatok keretében általában arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen hatással van a külső (befoglaló) környezet és a szállított, tárolt közeg a csőanyagra. Hogyan befolyásolja mindez a csőanyag szerkezeti tulajdonságait, ezen keresztül az élettartamát? A vizsgálatok során a mechanikai szilárdságra, alakváltozásra, illetve geometriára vonatkozó méréseket végeztünk, tanulmányoztuk a cső anyagszerkezetét.

A közreműködő vízművek segítségével, a vezetékcserével járó rekonstrukció miatt felhagyott csövekből kerülnek ki a mintadarabok. Ezzel egy időben a vezeték környezetéből talaj és talajvíz minta vételére kerül sor. A mintavételről jegyzőkönyv készül, melyben rögzítik a helyszíni beépítettségi, forgalmi és egyéb környezeti adottságokat.

Eddig kétféle vízellátási célú csőanyaggal kapcsolatban kezdtük meg a munkát.

- Az azbesztcement vezetékekre vonatkozó vizsgálat sorozat keretében összesen 23 eredménnyel rendelkezünk. Ez a szám még nem elegendő általánosítható vélemény kialakítására, de bizonyos tendenciák már kivehetők. Az eredmények szerint a csőszálak tönkremenetele egyértelműen a cementmátrix korróziójával hozható kapcsolatba. Megállapítható, hogy a kapott mintadarabok döntő többségének tönkremenetele belülről kezdődött. Külső korrózió csak a savas ($\text{pH} < 7$) környezetben fekvő csöveknél volt megfigyelhető, azonban a semleges pH-tól való kis eltérés is komoly felületi tönkremenetelt okozott. A korróziós tönkremenetel kisebb átmérőjű csöveknél (DN 80-100) gyakoribb. Ez gyártási technológiai okokra vezethető vissza, mivel az is kimutatható volt, hogy a kisebb átmérőjű csövek átlag testsűrűsége is kisebb. Ezeket a megállapításokat a közeljövőben, amennyiben sikerül felgyorsítanunk a közreműködő vízművek által végzett mintavételi folyamatot, további minták vizsgálataival fogjuk ellenőrizni.
- A PVC nyomócsövek vizsgálatait 2006 novemberében kezdtük meg, és 2007 júniusában fejeztük be. A vizsgálati eredményeket elemezve valószínűsíthető, hogy
 - a várható átlagos élettartam legfeljebb **50 év** lesz,
 - a DN160-asnál nagyobb átmérőjű, szállító funkciójú vezetékek veszélyeztetettsége nagyobb mértékű.

Az adatszolgáltatásként kapott, 7612 km vezetékhosszra vonatkozó hibaadatok alapján a 2003. – 2006. évi átlagos hibaráta kedvező – alacsony – értéket mutat (**0,1146**). Ez a KM PVC cső általános megítélése szempontjából ugyan kedvező, de néhány üzemeltetőnél a fajlagos hibaérték sokkal kedvezőtlenebbek. Tekintettel a vizsgálatok és elemzések eredményeire, a KM PVC nyomócsövek meghibásodásaira továbbra is kiemelt figyelmet szükséges fordítani.

A vizsgálatok arra is rámutattak, hogy a PVC-U nyomócsövek az egyszerű-, eszközmentes- és gyors szerelés, továbbá a kedvező szilárdsági tulajdonságok miatt a jövőben is fenntartandó alternatíva a vízellátásban. Célszerű azonban a felhasználást a $\text{DN} \leq 160$ mm átmérőtartományra korlátozni.

Rekonstrukciótervező szoftver eszközök kifejlesztése

Az egységes szemléletű hibastatisztika elveinek lefektetését követően 2006-ban javaslatot dolgoztunk ki a vezetékek állapotértékelés és a kockázatelemzés módszerére.

A vezetékek állapotértékelésére egy statisztikai módszeren alapuló (Markov-lánc) eljárást javasoltunk. Ennek lényege, hogy a vezetékeket állapot kategóriákba soroljuk és az állapotkategóriák közötti időbeli átmenetek valószínűsége alapján becsüljük egy-egy konkrét vezetékek állapotváltozását.

A vezetékek állapotát jellemző meghibásodási valószínűség értéket az okozható kár mértékét kifejező számmal szorozva kapjuk meg az egyes vezetékekre vonatkozó kockázatot, ami alapján a vezetékek sorrendbe állíthatók. A károk és a kockázatok meghatározására módszert javasoltunk.

Mindezek alapján 2007-ben kezdtük meg a kockázatok számítására alkalmas szoftver kifejlesztését. A munka befejezése 2008 végére várható.

A hibanyilvántartások adathalmazainak létrehozása és az adatfeltöltés előreláthatóan a projekt befejeződését követően még több évig fog tartani. A fokozatosan növekvő számú adat birtokában, az adathalmazok egyesítése kapcsán előálló, statisztikailag is elegendő mintát tartalmazó adattömeg alapján az állapotértékelést Markov-lánc modell segítségével végezzük. Az állapotértékelés végeredménye a vezetékek meghibásodás valószínűsége, melyet a meghibásodás okozta kárral szorozva kockázati mérőszámot kapunk. A rekonstrukció szempontjából értelmezett sorrendet a vezetékek közötti kockázati rangsorral lehet megadni.

Alkalmazási ajánlások kidolgozása és publikálása

Ebben a munkarészben különböző csőanyagokkal, csőrendszerekkel, hálózati műtárgyakkal kapcsolatos tapasztalatok összegyűjtését és az alkalmazási ajánlások kidolgozását végeztük el. A következő tanulmányok és egyben alkalmazási ajánlások készültek el:

- PVC csatornacsövek
- PE nyomócsövek
- Csatornázási műtárgyak
- PE és PP csatornacsövek
- Kőagyag, ÜPE, azbesztcement, GÖV, beton csatornacsövek
- Duktíl vízvezeték csövek
- Roncsolás-mentes ivóvízvezeték vizsgálati módszerek
- Műanyag csövek ágyazása

Az elkészült tanulmányokat, szakmai ajánlásokat a Tanszék honlapján keresztül a legszélesebb szakmai kör számára is elérhetővé tettük, teljes egyetértésben, a kutatásban résztvevő, és azt finanszírozó 26 víziközmű üzemeltető szervezettel.

Azóta több visszajelzést is kaptunk, hogy kollégák az elkészült anyagokat sikerrel használták fel vállalati belső szabályozások és külső követelmények meghatározásához.

3.2. Ivóvízminőség-javító program

Magyarország számos településén az ivóvíz minősége nem felel meg az EU és az ezzel összhangban lévő hazai előírásoknak. A kiemelt fontosságú ivóvíz minőségi jellemzők határértékeinek teljesítésére a Csatlakozási Szerződés határidőket is megállapít. A határidők teljesítéséhez szükséges beruházások előkészítésére és lebonyolítására a Kormány a 2007-2015-ig terjedő időszakra a Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) keretében biztosít forrásokat.

A forrásokra elsősorban Települési Önkormányzatok, és azok különböző társulásai pályázhatnak.

A pályázat első fordulójában a projekt előkészítésre szerezhető támogatás, ami a következő tevékenységeket jelenti:

- Projektdokumentáció és a szükséges tanulmányok elkészítése
- Engedélyeztetés
- Műszaki tervek elkészítése
- Terület előkészítési tevékenységek
- Projekt menedzsment
- Közbeszerzési dokumentációk kidolgozása
- A projekt előkészítéshez kapcsolódó közbeszerzési tevékenységek
- Tájékoztatással és nyilvánossággal kapcsolatos tevékenység

A második, megvalósítási fázisban a következő műszaki megoldások támogatására nyílik lehetőség:

Vízkezelés

Amennyiben vízkezelési technológia alkalmazása (bővítés vagy új technológia létrehozása) bizonyul az összességében legelőnyösebb megoldásnak, akkor a kiemelt paraméterek (bór, fluorid, nitrit, arzén, ammónium, stb.) határérték alá csökkentése mellett komplex technológiával biztosítani kell, hogy a beavatkozás eredményeképpen a szolgáltatott ivóvíz minősége minden előírást kielégítő módon feleljen meg az irányelvnek és a kormányrendeletnek.

Áttérés másik vízbázisra

Más vízforrásra vagy vízadó rétegre telepített kút létesítése akkor választható megoldás, ha az adott települések, település-csoportok esetében hosszú távon is ez mutatkozik az összességében legelőnyösebbnek.

Csatlakozás másik vízellátó rendszerhez, térségi rendszer kialakítása

Több változat összehasonlító elemzése igazolhatja, hogy a helyi vízbázis és vízkezelési technológia feladása mellett a térségben található más vízműre történő csatlakozás, vagy új térségi vízmű kialakítása a legelőnyösebb megoldás.

Valamint a fenti megoldások kombinációi

Ivóvízhálózat rekonstrukciója

A meglévő ivóvízhálózat rekonstrukciója olyan mértékben képezheti a beruházások részét, amely feltétlenül szükséges ahhoz, hogy az ivóvíz minőség javítását közvetlenül szolgáló beavatkozások eredményessége a beruházás megvalósulása után és hosszú távon is biztosított legyen. A rekonstrukció költsége nem haladhatja meg az elszámolható költségek 20 %-át.

(Idézet a Pályázati Útmutatóból)

A projekt teljes elszámolható költségére vetített 20 %-os megkötést csak pénzügyi megközelítésű korlátozásnak lehet tekinteni, melynek műszaki szemléletű megalapozása általánosságban nem lehetséges. Konkrét esetekben azonban, megfelelő részletességű tervek és megfelelő szempontrendszer mellett a kérdés egyszerűen eldönthető, és a szükséges forrás mértéke is egyértelműen meghatározásra kerülhet. Műszaki szempontból ez a megkötés abban az esetben lehet aggályos, ha az ivóvízminőség javító beruházáshoz szorosan kapcsolódó, a beruházás eredményességét alapvetően befolyásoló, rekonstrukciós munkák (vezeték tisztítási helyek kialakítása, szakaszolhatóság biztosítása, ...) is már az így meghatározott kereten kívül kerülnek.

A Megbízó külön kérésére, az Ivóvízminőség-javító Programhoz szakmailag megalapozottan kapcsolható fejlesztési és rekonstrukciós feladatokon kívül meghatározásra kerül, az utóbbi évtizedekben a tulajdonosok hibájából elmaradt felújítások részbeni pótlására szolgáló rekonstrukciós feladatok meghatározásának módszere. Az elmaradt felújítások finanszírozása csak feltételesen, egy esetlegesen fennmaradó szabad keret függvényében, képzelhető el. Ezzel kapcsolatban azonban fel kell hívni a figyelmet az elszámolható költségekre vonatkozó, a pályázati útmutatóban megfogalmazott általános feltételekre, amelyekkel a többlet rekonstrukciós munkák finanszírozása később ellentmondásba kerülhet. A feltételek szerint általánosságban csak olyan költségek számolhatók el, amelyek:

- közvetlenül kapcsolódnak a támogatott projekt tevékenységhez, nélkülözhetetlenek annak elindításához és/vagy végrehajtásához, és a projekt elfogadott költségvetésében, illetve annak hatályos módosításában betervezésre kerültek;
- a projekt végrehajtáshoz feltétlenül szükségesek és arányos hozzá adott értéket képviselnek

A pályázati kiírásban a „Kiválasztási kritériumokban” részletesen felsorolásra kerülnek a projekt adminisztratív, formai és tartalmi feltételei. Az értékeléshez részletes pontrendszer áll rendelkezésre. Az értékelési rendszer közgazdasági szempontjai megfelelő háttéranyaggal támogatottak (pl.: közgazdasági költség-haszonelemzési útmutató stb.), ugyan ez a műszaki kritériumok tekintetében nincsen meg. Ezen bírálati szempontok szerinti értékeléshez vagy megfelelő felkészültségű szakértők alkalmazására kerül sor, vagy a szükséges útmutatókat sürgősen ki kell dolgozni. Véleményünk szerint a jelenleg érvényben lévő műszaki szabályozási rendszer nem ad minden szempontból megfelelő iránymutatást.

Tanulmányunkban éppen egy ilyen szempontrendszer kidolgozására vállalkoztunk, de hangsúlyoznunk kell, hogy megfelelő részletességű tervdokumentáció nélkül a mégoly jól kidolgozott szempontok sem alkalmazhatóak. Éppen ezért a pályázatok első, előkészítő szakaszában kell a megfelelő adatgyűjtési és tervezési munkát elvégezni, illetve elvégeztetni.

3.3. Víz Keretirányelv

A Víz Keretirányelv, az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK Irányelve (2000. október 23.) célja, hogy keretet adjon a szárazföldi felszíni vizek, az átmeneti vizek, a tengerparti vizek és a felszín alatti vizek védelméhez. Az Európai Parlament és az EU Tanácsa megállapította, hogy „A víz nem szokásos kereskedelmi termék, hanem örökség, amit annak megfelelően óvni, védeni és kezelni kell.” A megállapítások között szerepel, hogy „Szükség van egy integrált közösségi vízpolitika kialakítására”. Ugyancsak rögzítette, hogy „A közösségen belüli eltérő adottságok és szükségletek különböző egyedi megoldásokat tesznek szükségessé. Ezt a különbözőséget figyelembe kell venni azoknak az intézkedéseknek a tervezésénél és végrehajtásánál, amelyek a víz védelmét és fenntartható használatát biztosítják egy vízgyűjtő határain belül.”

Megállapították, hogy „A közösségi vízügyi politika átlátható, hatékony és összehangolt jogi kereteket kíván”. Az alapelvek rögzítése között szerepel, hogy „A jó vízminőség hozzájárul a lakosság ivóvízellátásának biztonságához. ... Az ezen irányelvben rögzített célkitűzések elérése és

az intézkedési programok kialakítása során a tagállamok ütemezhetik az intézkedési terv lépcsőzetes végrehajtását a teljesítés költségeinek megosztása érdekében. ... A tagállamoknak ki kell jelölniük az ivóvíz kivételére használt vizeket és biztosítaniuk kell az emberi fogyasztásra szánt vízminőségről szóló 1980. július 15-i 80/778/EGK Tanácsi Irányelv rendelkezéseinek betartását.” (Legutóbb a 98/83/EK irányelvvel módosították az előzőekben hivatkozott Tanácsi Irányelvet.)

Az ivóvíz ellátás tekintetében két fontos megállapítást tesz az alapelvek rögzítése során az Unió Tanácsa és az EP, mely szerint *„A tagállamok által használt gazdasági eszközöknek egy intézkedési terv részét kell képezniük, a vízszolgáltatások költség megtérülésének elvét figyelembe kell venni, beleértve a vízikörnyezetben előidézett károkkal vagy kedvezőtlen hatásokkal összefüggő környezetvédelmi és készlet-gazdálkodási költségeket is, összhangban – különösen – a szennyező fizet elvével.”*

Az Európai Parlament és az Unió Tanácsa az elfogadott irányelveket 26 cikkben és 11 mellékletben rögzítette. Ezek közül a tanulmány tárgya szempontjából fontosakat emeljük ki röviden összefoglalva:

Az **1. cikk** tartalmazza a „Cél”-t, mely a felszíni vizek, és felszín alatti vizek vonatkozásában elősegíti a hasznosítható készletek hosszú távú védelmére alapozott vízhasználatot.

A **2. cikkben** a fogalom meghatározásokat adja, bevezetve a víztest fogalmát, számba véve annak fajtáit és rögzítve azt, hogy mit jelent a felszíni és felszín alatti víz jó minőségi illetve mennyiségi állapota. Rögzíti, hogy *„a felszíni víz állapota egy felszín víztest állapotával kapcsolatos általános kifejezés, amely állapotot a víz ökológiai és kémiai állapota közül a rosszabb határoz meg.”* Definiálja, hogy *„a vízszolgáltatás minden olyan szolgáltatás, amely biztosítja a háztartások, közintézmények és bármely gazdasági tevékenység számára a felszíni vagy felszín alatti víz kivételét, duzzasztását, tárolását, kezelését és elosztását.”*

Az **5. cikkben** a vízgyűjtő kerület jellemzői, az emberi tevékenység környezeti hatásainak vizsgálata és a vízhasználat gazdasági elemzése kerül kifejtésre.

A **7. cikkben** az ivóvíz kivételére használt vizek követelményeivel foglalkozik, szem előtt tartva a 98/83/EK irányelvvel módosított 80/778/EGK irányelv követelményeit.

A **9. cikk** a vízszolgáltatások költségeinek megtérülésével foglalkozik kiemelve, hogy az ebben foglaltaknak a tagállamok 2010-re meg kell, hogy feleljenek azzal együtt, hogy meghatározza azt is, hogy az esetleges meg nem felelés mely esetben nem sérti meg ezt az irányelvet.

A **12. cikkben** ismertetésre kerül az eljárás tagállami szinten megoldhatatlan problémák esetén.

A Víz Keretirányelv talán legfontosabb követelménye a vízhasználattal kapcsolatban a teljes költségmegtérülés elvének alkalmazása (9. cikk). Ez a hazai víziközmű szolgáltatási díjakat, azok képzésének, hatósági megállapításának feltételeit és körülményeit ismerve jelentős díjemelési igényt fog kiváltani. Azonban az is nyilvánvaló, hogy a díjmegállapítás ellenőrzésének hazai eszközrendszere egyszerűen nem is létezik, nem is beszélve a szankcionálásról. Reményeink szerint a jelenleg előkészítési fázisának végén járó Vízi Közmű Törvény fogja meghatározni azokat a kereteket, amelyek az Önkormányzati hatáskörű díj megállapítási mechanizmus ellenőrzésének lehetőségét megteremtik.

4. Nemzetközi kitekintés

- *Rekonstrukciós igények az EU-ban és a fejlett világban.*
- *Rekonstrukció tervezés módszertani fejlesztésének nemzetközi eredményei és a hazai alkalmazás lehetőségei.*

A fejlett világ vízi közmű rekonstrukciós igényeire kevés adat áll rendelkezésre. Ennek oka, hogy nincs általánosan elfogadott nemzetközi kritérium rendszer, szabvány, műszaki előírás az ivóvízhálózatokra, amelynek segítségével minősíteni lehet a hálózati objektumok elhasználódottságát, a rekonstrukciós igény mértékét. Mindenki más módon határozza meg a saját rekonstrukciós igényét, ezért ezek az adatok nehezen összehasonlíthatók. A másik oka a kevés adatnak, hogy a hálózatok felújítása és fejlesztése élesen nem választható el egymástól.

Több nemzetközi, illetve hazai kutatás jött létre az elmúlt években, amelynek céljai között szerepelt, hogy egységesítsék rekonstrukciós fogalom szótárakat, illetve kifejlesszenek rekonstrukciós döntéstámogató rendszereket, amelyek segíthetik a pénzügyileg optimális választást. A két legjelentősebb nemzetközi kutatás az EU keretében folyt. A CARE-W projekt az ivóvízhálózatok rekonstrukciójának tervezésével foglalkozott, míg a CARE-S a csatornahálózatokkal. Ez utóbbi projektben tanszékünk is közreműködött,

A nemzetközi tapasztalatokat tekintve a rekonstrukciós beavatkozások fő célja a hálózati vízveszteségek csökkentése. A fejlett világban leginkább alkalmazott felújítási ráta évi 1%, ami azt jelenti, hogy a vezetékekre 100 éves élettartamot tételeznek fel. Az említett alacsony értéknek oka lehet, a régi jó minőségű, vastag falú öntöttvas csövek alkalmazása a rendszerekben. Sajnos az elmúlt 30 évben beépítésre került csövek várható élettartama, a kutatások alapján nem közelíti meg a 100 évet (azbesztcement, acél, duktil, PE, KM-PVC), ezért az 1%-os felújítási arány jelentősen növekedni fog. Néhány jelentősebb európai város felújítási rátáját láthatjuk napjainkban (Sveinung Saegerov et al, 2007):

- Lipcse: 0,9%
- Berlin: 0,9%
- Zürich: 1,9%
- Bristol: 0,3%

Az adatok szerint a német nagyvárosokban 100 éves élettartamot tételeznek fel. A német építési fegyelmet, szigorú minőségi követelményeket ismerve lehetségesnek tűnik az ilyen hosszú élettartam. A Nagy-Britanniai adatból következő 300 éves cső átlagélettartam azonban irreálisnak tűnik. Ha ehhez az élettartamhoz igazodó rekonstrukciós rátát alkalmaznak, az a hálózat előregedését és a meghibásodások számának növekedését fogja okozni.

A felújítási, fenntartási költségek jelentős pénzügyi forrásokat igényelnek. Évente a világon 33 milliárd dollárt költenek rekonstrukcióra és karbantartásra (Stewart Burn et al., 2007) , ami azt jelenti, hogy a Föld minden egyes lakosára (6,4 milliárd) körülbelül 5 dollár ilyen típusú költség jut. Ausztráliában, az utóbbi időszakban egy lakosra vetítve évi 13 amerikai dollárt fordítottak a szolgáltatók rekonstrukcióra, amely mint láttuk a világ átlagának több, mint kétszerese. Azonban ez az összeg is kevésnek bizonyult, hiszen a tapasztalatok szerint az üzemeltetett hálózatok egyre inkább előregesznek, amely a meghibásodások számának növekedésében is tükröződik (Vanier et al., 2006.). Az amerikai EPA előrejelzése szerint az elkövetkező 20 évben 77 milliárd dollárt kell költeni az Egyesült Államokban ivóvíz hálózati felújításokra (EPA, Ariamalar et al., 2002.). A fejlődő világ leginkább elmaradott részein üzemelő vízellátó hálózatok felújítására, fejlesztésére a világbank több tanulmányt is készített, amelyek közös célja, hogy a pénzügyi szempontból vizsgálja a fejlesztés lehetőségeit (Közel-Kelet, több afrikai ország). Ezekben, a tanulmányokban keveredik a fejlesztési és rekonstrukciós igény. Például Irakban 10-15 milliárd dollárt, kell költeni

az ivóvíz hálózatokra (Óslamic Republic News Agency, 2005.). Általánosságban el lehet mondani, hogy a fejlődő országokban, mint például Latin-Amerikai térség a vezetékes infrastruktúrára (vízellátás, szennyvízelvezetés, elektromos rendszer) évente legalább az állam GDP-jének 3%-át kell költeni, Kína például a GDP-je 4-6%-át költi ilyen típusú beruházásokra (Reina, 2005).

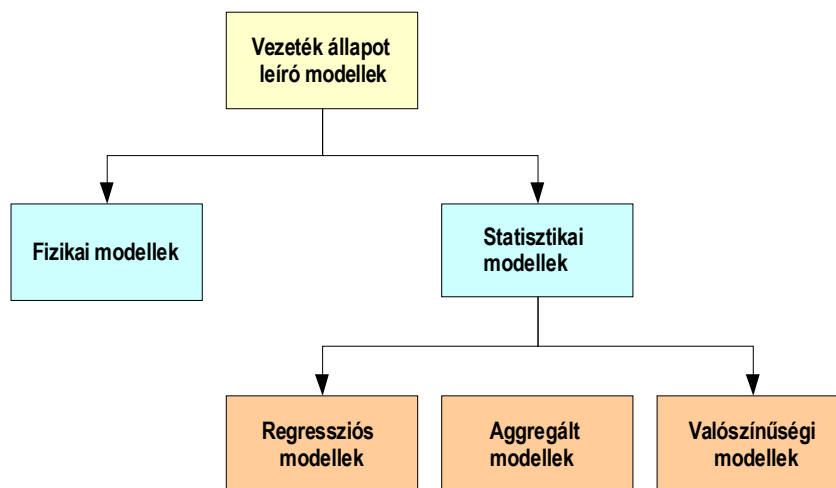
A Project Finance International előrejelzése szerint, a világ víz és szennyvíz ágazatában a fenntarthatóság biztosítására 2025-ig 2,3 trillió dollárt kell költeni, ezzel lehet biztosítani, hogy a vízdíjak szerkezetében ne legyen drasztikus változás, vagyis áremelkedés (Clasper, 2006).

4.1. A rekonstrukció tervezés módszertani fejlesztésének nemzetközi eredményei

Az ivóvízhálózat rekonstrukciójának tervezése leegyszerűsítve azt jelenti, hogy a hálózat vezetékei között sorrendet állítunk fel, amely a biztosítja, hogy a megfelelő vezetéket, a megfelelő időben és a megfelelő technológiával rekonstruáljuk. Ez a megközelítésmód a CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks – Ivóvízhálózatok rehabilitációjának számítógéppel segített stratégiai tervezése) projektnek is az alapgondolata (Saegrov et al., 2003). A vezetékszakaszok közötti fontossági sorrend kialakítása azonban meglehetősen összetett feladat. Első lépésként a vezeték állapotát kell meghatároznunk, vagy – amennyiben közvetlen úton a vezeték állapotára vonatkozó információhoz nem tudunk hozzájutni – valamilyen módon meg kell becsülni a vezetékszakasz jövőbeni viselkedését, az állagromlás mértékét. A második lépés annak figyelembe vétele, hogy az adott vezetékszakasz milyen területen helyezkedik el, esetleges meghibásodása milyen károkat okozhat. A harmadik lépés pedig a jövőbeni vízigényeket is figyelembe vevő hidraulikai rendszervizsgálat, melynek során fény derülhet pl. arra, hogy a rekonstrukció alkalmával átmérő, esetleg nyomvonal változtatást szükséges végrehajtani.

4.1.1. A vezeték állapotát leíró modellek

A vezetékek állapotát közvetlen (pl. állapotfelmérésekkel), és közvetett úton lehet megállapítani. Vízellátó hálózatok esetében a közvetlen diagnosztika technológiai megoldás szempontjából bonyolult és igen költséges, ezért a vezetékek állapotát közvetett módon állapot változási modellek alkalmazásával próbálják becsülni. Ezen modellek lényege, hogy a vezetékre, annak környezetére, korábbi meghibásodásokra vonatkozó adatok alapján meghatározzuk, becsüljük, hogy adott idő elteltével a vezeték állapota várhatóan milyen lesz. Az ilyen „állapot-előrejelző” modelleknek két fő csoportja különböztethető meg, a fizikai és a statisztikai modellek (4-1. ábra).

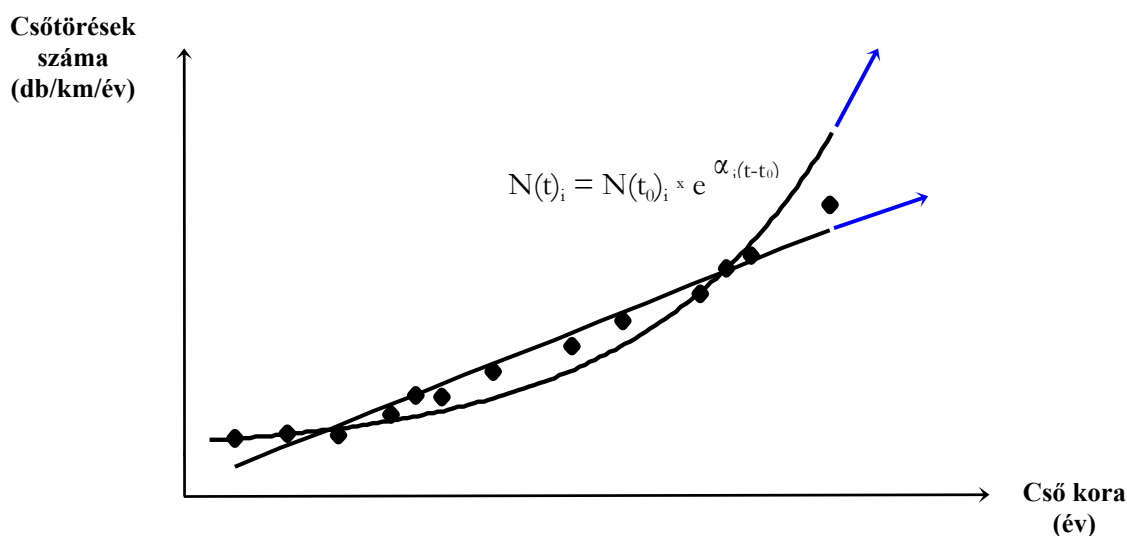


4-1. ábra

A vezetékek szerkezetében bekövetkezett változást (állagromlást) leíró **fizikai modellek** figyelembe veszik egyrészt a vezeték tulajdonságait (anyag, a cső-talaj kölcsönhatása, a kivitelezés minősége), a külső és belső terheket (üzemi nyomás, forgalomból adódó terhelés, stb.), a vezeték anyagának romlását (a külső és belső kémiai, biokémiai és elektrokémiai környezet hatására). Az állapotromlást okozó, és a csőtöréshez vezető fizikai folyamatok rendkívül összetettek és a mai napig nem teljesen tisztázottak (Rajani és Kleiner, 2001). Széleskörű alkalmazásuk a rekonstrukció stratégiai tervezésében egyelőre nem terjedt el.

A **statisztikai modelleknek** nem célja az állapotromlást okozó, csőtöréshez vezető fizikai folyamatok részletes vizsgálata. Ezek a modellek a múltbeli tapasztalatokból indulnak ki, és ez alapján adnak előrejelzést a jövőbeni viselkedésre. A következőkben különböző, a rekonstrukció tervezés során használható statisztikai modellek kerülnek bemutatásra. Ezek mindegyikénél követelmény a megfelelő számú mintavételi adatmennyiség biztosítása, ami egyben az alkalmazhatóság korlátja is.

Az **aggregált modellek** alkalmazásánál az első lépés a vezetékszakaszok csoportosítása oly módon, hogy az egy csoportba tartozó vezetékek hasonló tulajdonságokkal rendelkezzenek (anyag, terhelések, a vezetéket körülvevő talaj tulajdonságai, stb. alapján). Ezzel a csoportosítással lehet biztosítani a statisztikai elemzéshez szükséges adatmennyiséget. Második lépésként a csoporton (homogén csoporton) belül meghatározzák, hogy a kor függvényében az egyes szakaszok mely állapotkategóriába tartoznak. Így tehát annyi kor-állapotkategória függvény adódik, amennyi a homogén csoportok száma. Ivóvízvezetékek esetében az aggregált típusú modellezés alkalmazása során a kor-állapotkategória függvény helyett általában a kor-meghibásodások (vagy csőtörések) kapcsolatát ábrázolják, amelyre azután exponenciális vagy lineáris függvényt illesztenek, és ezáltal adnak előrejelzést a jövőben várható csőtörés számra (Shamir és Howard, 1979). Nagy átmérőjű vezetékek esetén (melyeken meghibásodások csak ritkán fordulnak elő) célszerűbb állapotkategóriákat meghatározni. Az aggregált típusú modellek előnye az egyszerűségük, azonban a modell paraméterei „összesítik” az egyes tényezők hatását, a csőtöréshez elvezető fizikai folyamatokról, arról azonban, hogy ezen tényezők milyen mértékben járultak hozzá a csőtörés bekövetkezéséhez, nem szolgáltatnak információt. A modell további hátrányának tekinthető, hogy exponenciális vagy lineáris kapcsolat feltételezésétől függően hosszú idő elteltével a becsült csőtörés számban igen jelentős eltérést mutat (**4-2. ábra**).



4-2. ábra - A cső kora és a csőtörések száma közötti kapcsolat

Az ún. „**kádgörbe**” is egy fajta aggregált típusú modell, ahol az üzembehelyezést követő időszak magas meghibásodás számmal jellemezhető (a kivitelezés nem megfelelő minősége, illetve anyaghibák következtében). A közművezetékek megépítését (műszaki átadását) követően rövid időn – a jótállási időszakon – belül jelentkező hibák elhárításának pénzügyi terhei általában nem az üzemeltetőnél jelentkeznek, azonban a presztízvesztés és az erkölcsi kár nem hárítható át a kivitelezőre. A rekonstrukció tervezése során ezek a kezdeti, magas meghibásodás számmal rendelkező időszakok nem vehetőek figyelembe; a rekonstrukció ütemezése szempontjából a vezetékek előregedése következtében fellépő növekvő meghibásodás számok a mértékadóak.

A modellek másik csoportját alkotják az ún. **regressziós modellek**. A regressziós modellek már valamelyest mélyebb betekintésre adnak módot abba, hogy az egyes tényezők milyen mértékben járulnak hozzá egy-egy csőtörés kialakulásához, a vezetékek meghibásodásaihoz. Ivóvízvezetékek esetében a környezeti feltételekre és a csőre vonatkozó független változók függvényében adják meg a várható csőtörés számot vagy a következő csőtörésig várható időtartamot. Az egyenlet egy vezeték m-edik csőtörésére vonatkozóan:

$$\beta_0 + X_{m1}\beta_1 + X_{m2}\beta_2 + X_{m3}\beta_3 + \dots + X_{mp}\beta_p = \ln T_m$$

A modell tehát a környezeti tényezőkre és a csőre vonatkozó adatokat veszi figyelembe. Minden egyes cső minden csőtöréséhez tartozik egy egyenlet. A kapott egyenletrendszerből a β_i modellparaméterek meghatározhatóak. Ezen paraméterek fizikailag azt jelentik, hogy az egyes változók (pl.: jármű okozta terhelés, talajvíz agresszivitása, a már bekövetkezett csőtörések száma, stb.) milyen mértékben járulnak hozzá egy csőtörés bekövetkezéséhez. A paraméterek meghatározása után így képet kapunk arról, hogy a változók közül melyek azok, amelyek leginkább „veszélyesek” és melyek azok, amelyek szerepet játszanak ugyan a csőtörés létrejöttében, de szerepük a többi változóhoz viszonyítva kevésbé fontos. Csatorna vezetékszakaszok, illetve nagy átmérőjű ivóvízvezetékek (melyeken csőtörés csak nagyon ritkán következik be) állapotának becsléséhez – az aggregált típusú modellekhez hasonlóan – a meghibásodások várható száma helyett, arra kaphatunk becslést, hogy egy adott tulajdonságú, adott környezetben található vezetékszakasz adott idő elteltével mely állapotkategóriával jellemezhető.

Ivóvízhálózatok esetében a csövek élettartamuk végéhez érnek, amikor az évente, adott hosszban bekövetkezett csőtörések száma elér egy adott értéket. Ezen érték meghatározása történhet gazdasági szempontok alapján – ha a csőtörések száma ennél magasabb (a csőtörés-szám időbeli alakulásának meghatározására a már említett aggregált és regressziós típusú modellek szolgálnak), akkor a vezeték helyreállítására, és a károk felszámolására fordított összeg nagysága meghaladja a csőcsere költségeit. Legkésőbb ezen a ponton a cső élettartama végéhez ér, rekonstrukcióra szorul.

A cső élettartama azonban nem kezelhető ennyire determinisztikus módon, hiszen számos bizonytalanságot hordoz magában. Konkrét számadat helyett célszerűbb egy tartomány megadása arra vonatkozóan, hogy a cső mikor éri el elméleti élettartama végét. A bizonytalanságok figyelembe vétele érdekében kerültek megalkotásra a **valószínűségi megközelítésen alapuló modellek**.

Ezen modellekben tehát az elméleti élettartam egy tartománnyal jellemezhető, például a cső élettartama 80-120 év, egyenletes eloszlással jellemezhető, így a cső élettartamának várható értéke: 100 év. Az élettartam leírására valamely eloszlás-függvény szolgál (egyenletes eloszlás, normál eloszlás, exponenciális eloszlás, Weibull eloszlás, Herz eloszlás, stb.) Ott a Herz eloszlás kerül ismertetésre, ugyanis a tapasztalatok azt mutatják, hogy megfelelően írja le a közművek előregedésének folyamatát (Herz, 1996; Herz, 1998).

A **4-3. ábra** az elméleti élettartam sűrűségfüggvényét mutatja. Látható, hogy a cső élettartama 10 és 120 év között helyezkedik el, legnagyobb a valószínűsége annak, hogy a cső élettartama 50 év (itt éri el maximumát a sűrűségfüggvény). Ezt a függvényt jelölje $f(t)$.

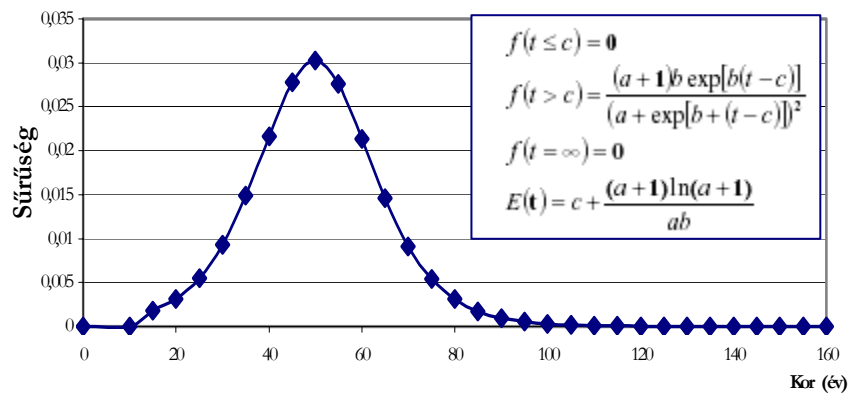
Az $1 - F(t)$ függvény (ahol $F(t)$ az $f(t)$ függvény integrálfüggvénye) adja az ún. túlélési tényező értékét. Ez a tényező azt adja meg, hogy a csövek ezen halmaza (amelyek élettartama 10 és 120 év között alakul, követve a Herz eloszlást) mekkora valószínűséggel él túl egy adott életkort. A 0 évhez tartozó túlélési valószínűség értelemszerűen 1 (100%), hiszen az biztos, hogy a cső legalább 10 évet megél. Elméletileg a vezeték 120 évnél magasabb kort nem fog megélni, ezért ennél magasabb értékekhez tartozó túlélési tényező 0. A görbéről leolvasható, hogy pl. a 75 évhez tartozó túlélési tényező 5 % körül alakul.

A $z(t)$ függvény a meghibásodási illetve a felújítási arányok értékeit adja meg. A függvény értékei az előző két függvény hányadosaként adódnak, azaz $z(t) = f(t)/[1 - F(t)]$. Ez a függvény megadja, hogy ha a cső az adott kort már elérte, akkor mennyi a valószínűsége annak, hogy pont abban az évben fogja elérni élettartama végét. Ez egy kockázati tényezőnek is tekinthető. Ez a kockázati tényező adja a meghibásodási arányt, illetve, ha a csövön felújítási munkálatokat végeztek, akkor a felújítási arányt. Látható, hogy az elméleti élettartam végénél (120 évnél) a Herz eloszlás szerint ez a függvény megközelíti b értékét, amelyhez azután aszimptotikusan közelít. A b értéke elméletileg nem érhető el, valójában azonban elérhető, sőt túl is léphető. Gyakorlati szempontból a b értéke az a meghibásodási arány, amely felett csőcsere szükséges.

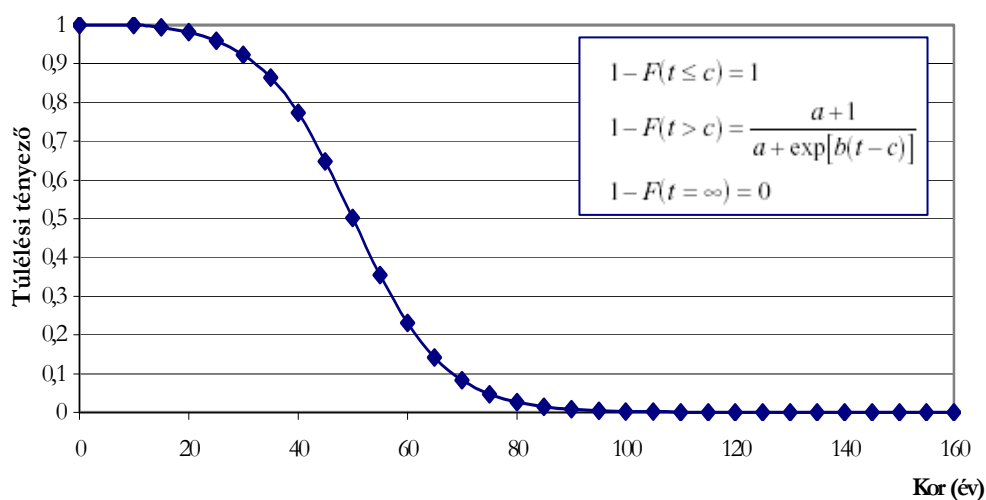
Az $E(t)$ függvény a várható élettartamot adja meg egy adott kor elérése után. Ez az érték 120 év után sem 0 év, hanem valamilyen alacsony értékhez ($1/b$ -hez) tart. Ez azt jelenti, hogy 120 év felett a cső kora egyre nő ugyan, de az állapota nem romlik tovább. Ebbe a szakaszba tehát a nagyon rossz állapotban lévő vezetékek tartoznak, de mivel azok továbbra is üzemelnek, a maradó élettartam nem tekinthető 0 évnek.

A modell paraméterei: a , b és c . A b értékéről már volt szó: ez az a paraméter, amely a cső élettartamának végéhez tartozó meghibásodási arányt adja meg. Ennek az értékét például gazdasági számításokból lehet meghatározni: ezen meghibásodási arány felett már gazdaságosabb a cső cseréje, mint a meghibásodások helyreállítása. A c értéke adja meg azt a kort, ami alatt különösebb ráfordítások nem szükségesek. c -nél kisebb kor esetén a meghibásodási arány értéke 0, a túlélési tényező értéke pedig 100 %. Az a paraméter az ún. „öregedési” tényező. Ha az a értéke 0-val egyenlő, akkor a cső nem öregedik. Az $a = 0$ esetben az eloszlás exponenciális eloszláshoz vezet, konstans meghibásodási aránnyal, a cső korától függetlenül (Herz, 1996; Herz, 1998).

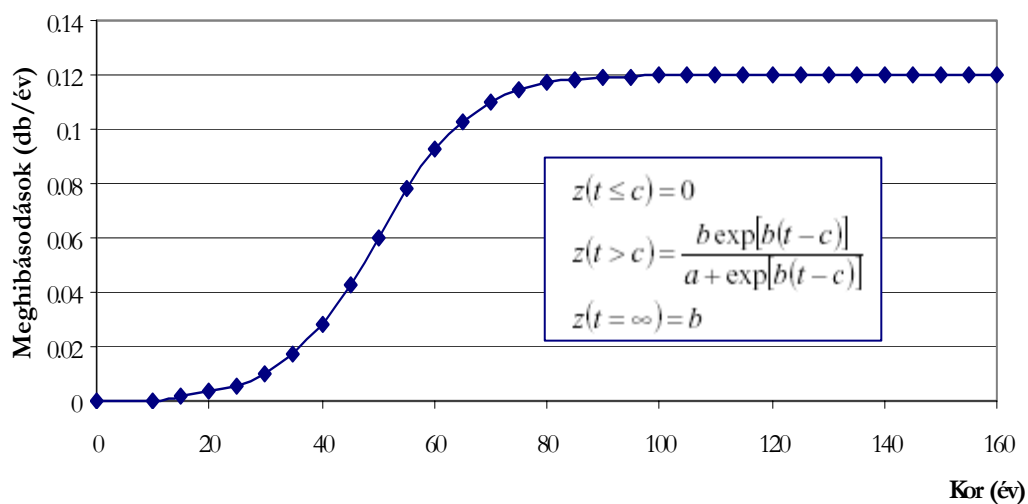
A modell alkalmazásakor az első lépés a vezetékek homogén csoportokba rendezése. Ezen csoportokon belül a vezetékek hasonló módon viselkednek, az „öregedési folyamat” hasonló. A csoportokra bontás történhet például csőanyag szerint, illetve – ha szükséges – egyéb környezeti és terhelési jellemzők alapján további csoportokra bontás is végezhető. A meghibásodási arány értékét a csövek kora szerint ábrázolva a $z(t)$ függvényhez jutunk. A $z(t)$ függvény értékeiből a modell a , b és c paraméterei meghatározhatóak, majd ezek felhasználásával a túlélési tényező, a sűrűségfüggvény és a várható élettartam függvénye ábrázolható. Minél inkább finomítjuk a csoportbontást, a csoporton belüli vezetékek viselkedése annál inkább hasonló, így a sűrűségfüggvény szórása csökken. Azonban ha sok csoportot hozunk létre, az adatigény is nő, hiszen egy csoporton belül annyi vezetéknek kell lennie, hogy a statisztikai elemzés elvégezhető legyen.



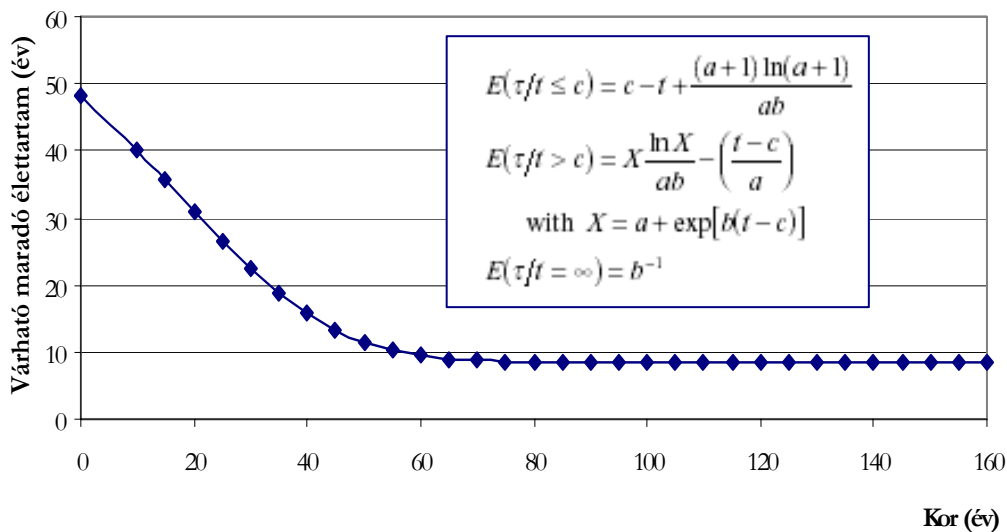
4-3. ábra - Vezetékek élettartamának sűrűségfüggvénye a Herz eloszlás alapján



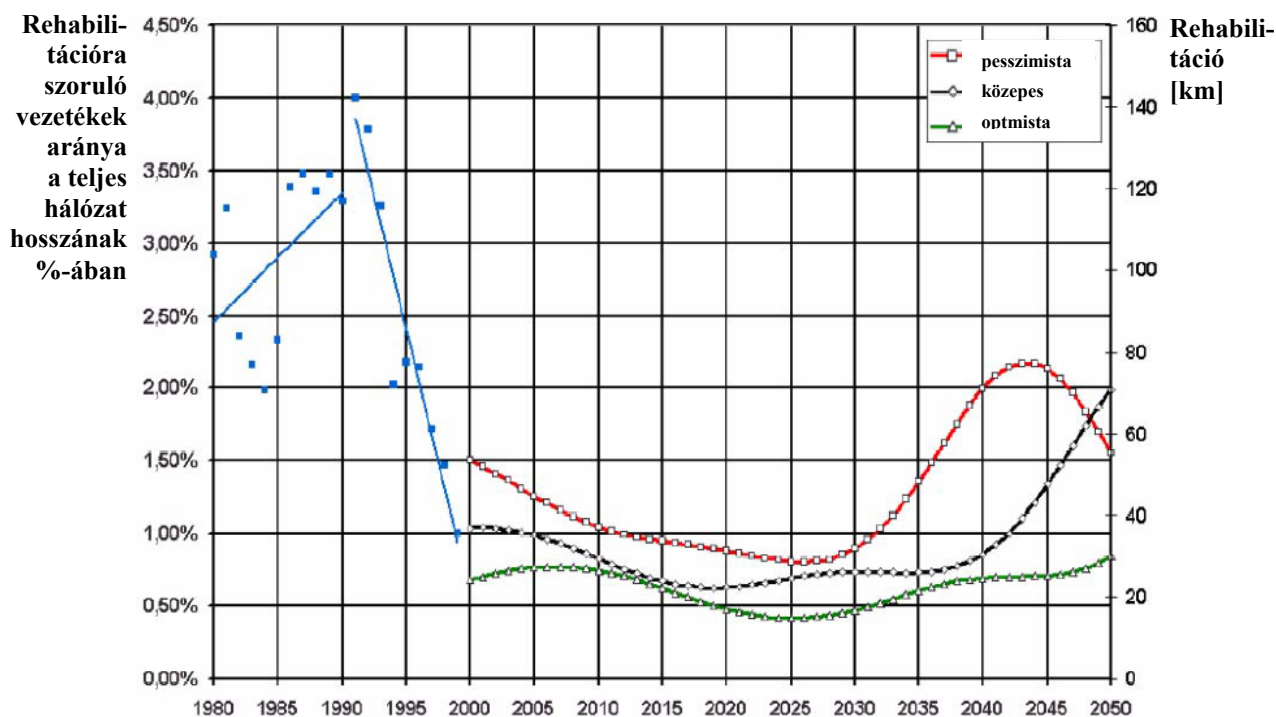
4-4. ábra- A „túlélési tényező” a Herz eloszlás alapján



4-5. ábra - A meghibásodási arány a Herz eloszlás alapján



4-6. ábra - A várható maradó élettartam a Herz eloszlás alapján



4-7. ábra - Rehabilitációs igények meghatározása hosszú távon (forrás: KANEW)

A vízelosztó hálózat kor- és anyagösszetétele ismeretében, a kapott túlélési görbék felhasználásával a rekonstrukció ütemezhető. A túlélési görbe alapján megadható, hogy az azonos korú és azonos (homogén) csoportba (cohort) tartozó vezetékek hány százalékán kell rekonstrukciót végrehajtani adott kor elérésekor. Amikor a túlélési görbe értéke 0-ra csökken, a homogén csoportot alkotó vezetékek 100%-a rekonstrukcióra javasolt. Az alkalmazásra mutat egy példát a **4-7. ábra** (KANEW program, Herz): a múltbeli rekonstrukciók és a hálózat összetétele alapján a rehabilitációs igények hosszú távon meghatározhatóak. Az eljárás az erőforrások időbeli ütemezéséhez nyújt segítséget, nem alkalmas konkrét – azonnali rekonstrukcióra szoruló – vezetékszakaszok kijelölésére.

Az előzőekben ismertetett Herz modell alkalmazásához definiálni kell azt az állapotot, ami esetén már azt mondjuk, hogy a vezeték elérte élettartama végét. Ez kis átmérőjű ivóvízvezeték esetén lehet pl. egy kritikus meghibásodásszám, ami felett a helyreállítás költségei már olyan magasak, hogy célszerűbb rekonstrukciót végrehajtani. Nagy átmérőjű ivóvízvezetékek és csatornák esetén pedig egy „határ” állapotkategóriát állapítunk meg, amely elérésekor a vezetékre azt mondjuk, hogy az teljesen tönkrement. A Herz eloszlás ennek megfelelően annak a valószínűségét adja meg, hogy egy adott korú vezeték ebbe a bizonyos kritikus állapotkategóriába lép. A vezetékszszakaszok állapotában bekövetkező változások ütemezésekor nem csupán az a kérdés fontos, hogy egy vezetékszszakasz mikor lép a kritikus állapotkategóriába, hanem annak az ismerete is, hogy mennyi időt „tartózkodik” az egyik állapotkategóriában, mielőtt a következőbe lép. Ezen a folyamatok – azaz az egyes állapotkategóriák közötti átmenetek – modellezésére szolgál a Markov-modell, illetve a „cohort survival” modell.

A **Markov-modell** alkalmazása során az első lépés (hasonlóan a már ismertetett aggregált-típusú és Herz modellekhez) a vezeték objektumok homogén csoportokba sorolása, hiszen a különböző anyagból készült, különféle környezeti feltételek között található vezetékek állapot-romlásának sebességei eltérőek. A vezetékszszakaszok az idő során a rosszabb állapotot tükröző állapotkategóriákba kerülnek, és annak a valószínűségét, hogy adott idő alatt egy vezeték az i. állapotkategóriából a j. állapotkategóriába kerül Markov folyamatok írják le. Ezek a valószínűségek mátrixba foglalhatóak össze, melynek elemei az ún. átmenet valószínűségek, azaz a mátrix i. sorának j. eleme azt a valószínűséget adja meg, hogy adott idő alatt a vezeték az i. állapotkategóriából a j.-be jut. Öt állapotkategória alkalmazása esetén a következőképpen néz ki az átmenet valószínűségek mátrixa:

$$P = \begin{array}{c|ccccc} & p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} \\ \hline 0 & 0 & p_{22} & p_{23} & p_{24} & p_{25} \\ 0 & 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & p_{35} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

A fenti mátrixban a „0” elemek azt jelentik, hogy az idő előrehaladtával állapotjavulás nem következik be. Amennyiben azt feltételezzük, hogy a vezeték állapota t idő alatt maximum 1 kategóriával romlik, akkor a mátrix szerkezete tovább egyszerűsödik: csak a főátlóban (a vezetékszszakasz t idő elteltével ugyanabban az állapotkategóriában marad) és a főátló melletti átlóban (t idő elteltével 1 kategóriával romlik az állapota) lesznek elemek:

$$P = \begin{array}{c|ccccc} & p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & p_{22} & p_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Az átmenet-valószínűségek mátrixának elemeinek meghatározása után a kor-állapotkategória sűrűségfüggvénye származtatható minden egyes homogén csoportra tetszőleges időközönként. Ez a grafikon tehát annak a valószínűségét ábrázolja, hogy egy adott csoportba tartozó, adott korú vezetékszszakasz valamely állapotkategóriában tartózkodik (**4-8. ábra**).

Tekintsük azt az esetet, amikor egy 20 éves vezetékcsoponton belül az állapotkategóriák eloszlása a következőképpen néz ki (ebben az esetben az 1. állapotkategóriába sorolhatóak a legjobb, az 5.-be pedig a legrosszabb állapotban lévő vezetékek):

- Az 1. állapotkategóriába sorolható a vezetékek 60%-a
 A 2. állapotkategóriába sorolható a vezetékek 30%-a
 A 3. állapotkategóriába sorolható a vezetékek 10%-a,

azaz $A(20) = \{0.6, 0.3, 0.1, 0, 0\}$

az átmenetvalószínűségek mátrixa pedig a következő:

$$P(1) =$$

0.840	0.160	0	0	0
0	0.995	0.005	0	0
0	0	0.981	0.019	0
0	0	0	0.094	0.006
0	0	0	0	1

azaz ha a vezeték az 1. állapotkategóriában van, akkor 84% a valószínűsége annak, hogy ebben az állapotkategóriában marad és 16% a valószínűsége annak, hogy 1 év elteltével a 2. kategóriába kerül, stb.

1 év elteltével a vezetékek megoszlása az egyes állapotkategóriákon belül a következőképpen számítható:

$$A(t+1) = A(t) * P(1), \text{ vagyis}$$

$$A(21) = A(20) * P(1) = \{0.6, 0.3, 0.1, 0, 0\} * \{0.504, 0.395, 0.100, 0.002, 0\},$$

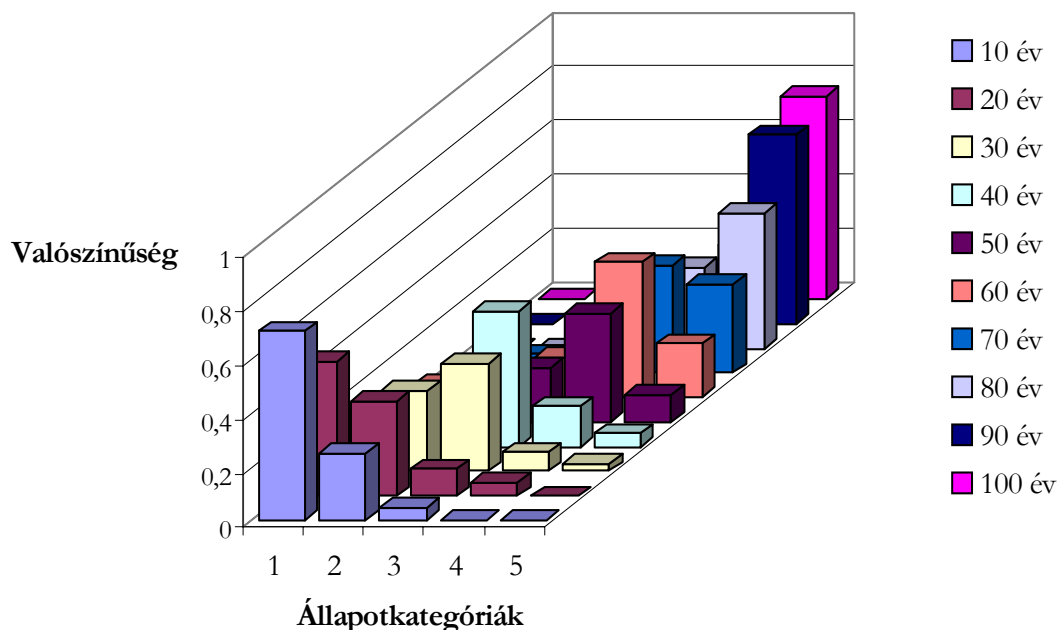
azaz a 21 éves kor elérésekor a vezetékek

- 50,4 %-a az 1. állapotkategóriába
 39,5 %-a a 2. állapotkategóriába
 10 %-a a 3. állapotkategóriába
 2 %-a a 4. állapotkategóriába sorolható.

Amennyiben a folyamat homogén, vagyis minden egyes lépésben az átmenet valószínűségek mátrixa ugyanaz, akkor tetszőleges időpontban kiszámítható, hogy a vezetékek hány %-a lesz egy adott állapotkategóriában a következő egyenlet szerint:

$$A(t) = A(t_0) * P^{t-t_0},$$

ahol t_0 a megfigyelés kezdetén az adott csoportba tartozó vezetékek korát, $A(t_0)$ pedig az adott csoporton belül az egyes állapotkategóriák között eloszlást jelenti a megfigyelés kezdetekor.



4-8. ábra – Kor-állapotkategória sűrűségfüggvény

Az előzőekben ismertetett Herz modell az élettartam végét jelentő állapot modellezését mutatta: a Herz eloszlás sűrűségfüggvénye megadja, hogy mennyi annak a valószínűsége, hogy egy adott csoportba (adott anyagú, adott környezetben található, adott terheléseknek kitett, stb.) tartozó vezeték egy adott kor elérésekor éri el a teljes tönkremenetel állapotát. Amennyiben az 5. állapotkategória jelenti a legrosszabb állapotot, akkor a Herz modell azt adja meg, hogy mennyi a valószínűsége annak, hogy egy adott korú vezeték a 4. állapotkategóriából az 5. állapotkategóriába lép át. A $4 \rightarrow 5$ átmenet modellezéséhez hasonlóan, kellő mennyiségű adat ismeretében meghatározható a többi átmenetvalószínűség is, azaz annak a valószínűsége, hogy egy adott korú vezeték az 1. állapotkategóriából a 2-esbe, a 2. állapotkategóriából a 3-asba, illetve, hogy a 3. állapotkategóriából a 4-esbe lép át. A Markov modell lényegében ugyanezt teszi, az egyes állapotkategóriák közötti átmenetet modellezi. Ilyen típusú modellek alkalmazása esetén sarkalatos pont tehát az állapotkategóriák definiálása. Kellő számú csőtörés adat ismeretében ez történhet pl. a csőtörés-számok alapján, nagyobb átmérőjű vízvezetékek esetében azonban (ahol általában csőtörés csak nagyon ritkán fordul elő), egyéb jellemzők alapján kell az állapotkategóriákat definiálni.

4.1.2. Kockázatelemzés

A várható csőtörések száma, a vezetékszakaszok várható állapota fontos adat a rekonstrukció ütemezéséhez, azonban számos más tényező figyelembe vétele is szükséges, hiszen nem mindegy az, hogy a csőtörés olyan területen következik be ahol jelentős károkat nem okoz, vagy ott, ahol számottevő az okozott kár. A hálózati rekonstrukció ütemezése során tehát, a vezetékszakasz várható állapotán túl, egy esetleges meghibásodás következményeinek figyelembe vétele is szükséges.

Az előzőekben ismertetett Herz modellnél már volt szó arról, hogy a cső cseréje, illetve rekonstrukciója akkor a leg gazdaságosabb, amikor a javításokra fordított összeg meghaladja a rekonstrukció költségeit. A javításokra fordított összeg összefüggésben van a csőtörések számával, a meghibásodások gyakoriságával. A csőtörések, meghibásodások száma viszont a cső korával van összefüggésben, így tehát meghatározható az az időpont, amikor a rekonstrukció végrehajtása a leg gazdaságosabb.

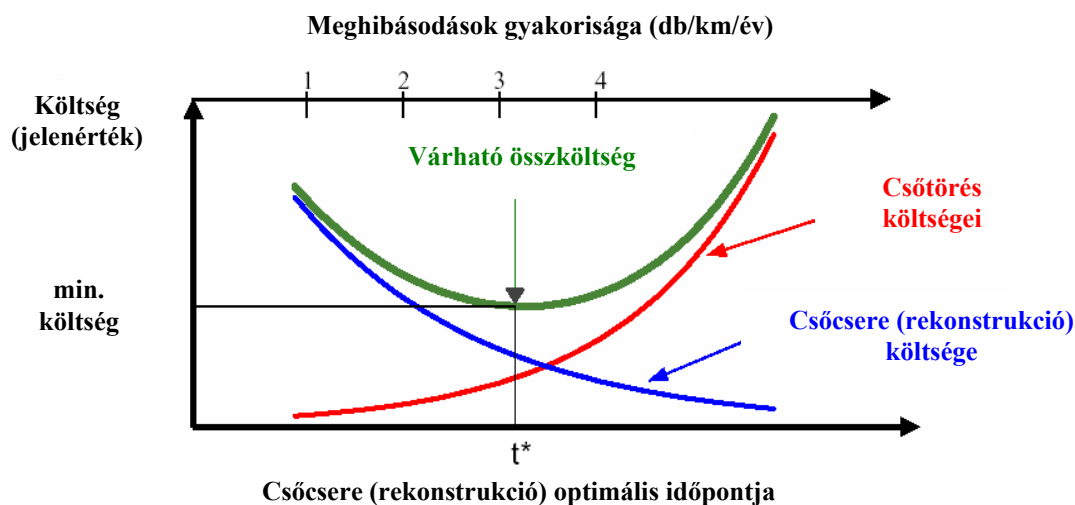
Shamir és Howard (1979) a csőcsere optimális időpontjának meghatározásakor a csőtörések számának alakulását aggregált típusú modellel jellemezte:

$$N(t) = N(t_0) \cdot e^{\alpha(t-t_0)}$$

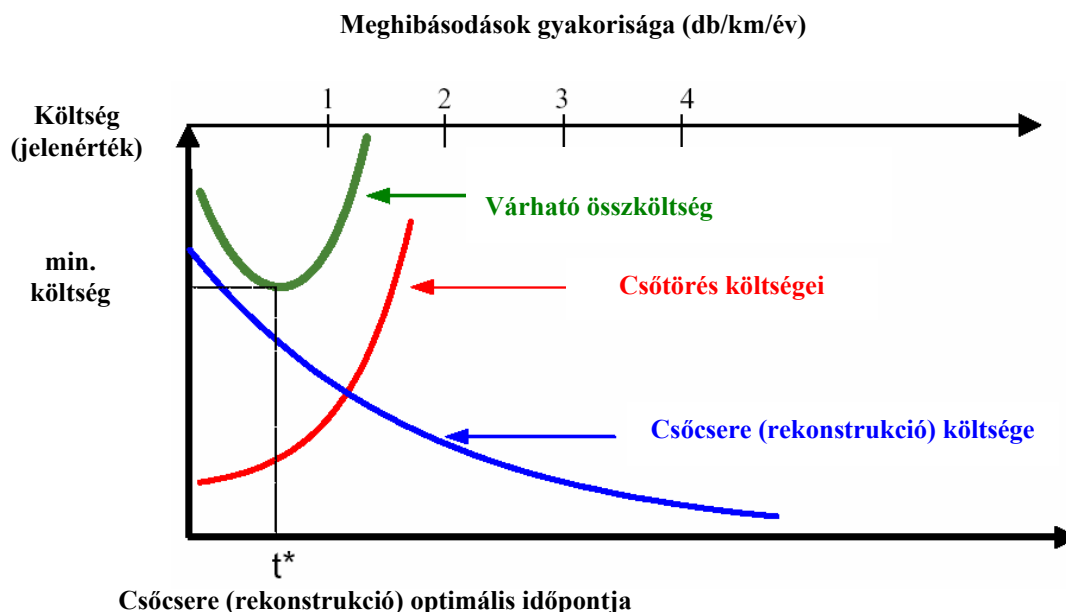
Ezek alapján a csőcsere gazdaságilag optimális időpontja:

$$t_r^* = t_0 + \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{\ln(1+R)C_r}{N(t_0)C_b} \right]$$

Ahol t_r^* a csőcsere gazdaságilag optimális időpontja, C_b a javítás költségei, C_r a csőcsere költsége, R a kamatláb, t_0 a megfigyelés kezdeti időpontja (Shamir és Howard kimutatta, hogy a csőtörés optimális időpontja független a választott kezdeti időponttól; annak nem feltétlenül kell a csőfejtetés évének lennie), $N(t)$ a csőtörések száma a t -edik évben, $N(t_0)$ a csőtörések száma a megfigyelés kezdetekor, α növekedési együttható (1/év).



4-9. - A csőcsere optimális időpontjának meghatározása (Shamir és Howard, 1979)



4-10. ábra - A csőcsere optimális időpontjának meghatározása - a meghibásodással járó költségek magasak (Shamir és Howard, 1979)

A csőtörés költségeibe nem csupán a helyreállítás költségei, a direkt költségek tartoznak bele, hanem egyéb, ún. indirekt költségek is. Ezen indirekt költségek, pl. az üzemkimaradásból származó károk, a víz elszennyeződése a javítás következtében, a járműforgalom akadályozása a javítás során, vízvesztés, a környező épületeken okozott kár, kulcsfontosságú fogyasztóknál (pl. kórházak) okozott zavar, stb. Az indirekt költségek egyes összetevői meglehetősen szubjektívek. Amikor egy, a jövőben bekövetkező csőtörés vizsgálata a cél, nehéz például annak a meghatározása, hogy a csőtörés a környező épületeken milyen károkat fog okozni. Walski és Pelliccia (1982) az optimális csőcsere időpontjának becsléséhez a C_b értékét korrekciós tényezővel módosította. A csőtörés tényleges költsége a javítás költségeinek és ennek a korrekciós tényezőnek a szorzata.

A rekonstrukció ütemezése ezek alapján történhet gazdasági alapokon. Ebben az esetben nem csupán a várható csőtörés-szám adja a rekonstrukció alapját, hanem az ehhez társuló költségek figyelembe vétele is megtörténik. Egy esetleges csőtörés során veszélyeztetett terület jellege határozza meg a fellépő indirekt költségek értékét, hiszen a sűrűn beépített, nagy forgalmú területeken ezen indirekt költségek számottevőek, míg a kis forgalmú, alacsony beépítettségi fokú területeken a direkt költségekhez képest akár el is hanyagolhatóak. Ez rámutat arra, hogy a jövőben bekövetkező csőtörések számának becslése ugyan nagyon fontos információ, azonban önmagában nem elég a rekonstrukció ütemezéséhez, hiszen annak gazdaságos tervezéséhez elengedhetetlen annak ismerete, hogy egy esetleges csőtörés milyen területet veszélyeztetne. A 4-9. és a 4-10. ábra jól szemlélteti, hogy egy olyan területen, ahol az okozott károk magasak, a rekonstrukció optimális időpontja lényegesen korábban következik be.

Az egyes csőszakaszok rangsorolása, a rekonstrukció sorrendjének meghatározása során tehát számos szempontot kell értékelni: emberi élet veszélyeztetése, éves javítás költségei, koordináció más munkákkal, vízvesztések, víz nélkül maradt fogyasztók, előtört terület veszélyeztetettsége, a földmozgásból adódó veszélyek, más közműveken okozott károk, a közlekedés akadályozásából adódó károk, stb. (CARE-W, ARP; Cooper et al., 2000). Ez az értékelés történhet gazdasági számítások alapján, azonban történhet úgy is, hogy az egyes szempontokhoz súlyszámokat rendelünk, és ez alapján rangsoroljuk a vezetéseket. Ebben az esetben tehát a különböző kár-típusokhoz nem rendelünk konkrét költség értékeket. Meg kell

azonban jegyezni, hogy a súlyszámok is valamilyen módon a kárhoz társítható költségeket tükrözik, hiszen nyilvánvalóan ahhoz a kár-típushoz ami jelentős költséggel jár, nagyobb súlyszámot rendelünk hozzá.

4.1.3. CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks)

A CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks – Ivóvízhálózatok rehabilitációjának számítógéppel segített tervezése) projekt egy 2005-ben lezárult kutatási projekt, mely az EU 5. Keretprogram részeként valósult meg. A projektben több európai kutatóintézet és vízművállalat vett részt (Norvégiából, Csehországból, Franciaországból, Németországból, Olaszországból, Portugáliából és az Egyesült Királyságból). A projekt koordinátora a norvégiai SÖNTEF (Foundation for Öndustrial and Technical Research) intézete volt. A projekt célja egy olyan döntéstámogató módszer kifejlesztése volt, amely a vízművállalatok részére segítséget nyújt a megfelelő rehabilitációs stratégia kiválasztásához (CARE-W, 2005; Saegrov et al., 2003). Röviden összefoglalva: a megfelelő vezeték rehabilitációja a megfelelő időben és a megfelelő technológiával.

A CARE-W program öt modulból áll, amelyek külön-külön is alkalmazhatóak (amennyiben pl. nem áll rendelkezésre elegendő adat az összes modul futtatásához):

Teljesítménymutatók modulja (**CARE-W PÓ**). A CARE-W program által alkalmazott teljesítménymutatók az IWA által javasolt teljesítménymutatókon alapulnak. Ezek a teljesítménymutatók relatív értékek, amelyek a költségeket (pl. rekonstrukciós költségek/km), az állapotot (pl. csőtörések száma/km), a teljesítményt (pl. évente 1000 bekötésre jutó panaszok száma) jellemzik. Az így nyert adatok a vállalatok közötti benchmarking (teljesítményértékelés) alapját képezhetik, illetve a hálózat különböző részeire külön-külön megállapítva ezeket az indikátorokat, a hálózat kritikus helyei behatárolhatóak, ezáltal a rehabilitációs stratégia kidolgozásában is segítséget nyújtanak.

A meghibásodások modulja (**CARE-W FAÖL**). A CARE-W FAÖL statisztikai elemzést végez, melynek során előrejelzi a várható meghibásodások számát vezetékszakasonként. Az elemzés során a különböző külső tényezők (úgy mint talaj típusa, vezeték anyaga, építés éve, az adott vezetékszakasz korábbi meghibásodásainak száma) szerepét számszerűsíti, amely alapján megállapítható, hogy mely tényezőknek van jelentős befolyásuk a meghibásodások kialakulására. A vizsgálatok alapján a legérzékenyebb paraméternek a „már előfordult meghibásodások száma” bizonyult.

Hidraulikai/megbízhatósági modul (**CARE-W REL**). Ez a modul a hidraulikai modellt összekapcsolja a meghibásodást előrejelző modellel, és ez alapján határozza meg a hálózat megbízhatósági szempontból kritikus helyeit.

Az éves rehabilitációt tervező modul (**CARE-W ARP**). Az ARP (Annual Rehabilitation Planning – Éves rehabilitációs tervezés) modul egy több szempontú döntéstámogató rendszer. Célja az, hogy konkrét vezetékszakaszokat jelöljön ki rehabilitációra. A modul felhasználja a FAÖL és a REL modul eredményeit, továbbá figyelembe veszi azt, hogy a vezeték milyen területen helyezkedik el, egy esetleges meghibásodás milyen következményekkel járhat. Ezen szempontok értékelése alapján jelöli ki a rekonstrukcióra szoruló konkrét vezetékszakaszokat.

A hosszú távú rekonstrukció tervezés modulja (**CARE-W LTP**). Az LTP (Long Term Planning – Hosszú távú tervezés) moduljának alapja a 3.1.1. fejezetben ismertetett Herz modell. Az LTP modul nem konkrét vezetékszakaszokra ad javaslatot, hanem a teljes vezetékcsoporthoz (pl. azonos anyagú vezetékek) rekonstrukcióját ütemezi hosszú távon, tehát megadja, hogy az elkövetkezendő években melyik csoportból hány km hosszú vezetékszakasz szorul rekonstrukcióra (azt azonban nem adja meg, hogy a csoporton belül mely vezetéket kell rekonstruálni). A modulban lehetőség van konkrét

rehabilitációs stratégiák értékelésére, annak hosszú távú hatásainak vizsgálatára, továbbá a hosszú távon legkedvezőbb rehabilitációs stratégia kiválasztására.

Az egyes modulokat már több város ivóvízhálózatának rekonstrukciós tervezésére alkalmazták a világ különböző részein (pl. Oslo, Stockholm, Trondheim, Las Vegas, Umlazi-Durban). A CARE-W-ben alkalmazott modellek szerkezetéből következően lehetőség van a helyi viszonyok figyelembevételére, hiszen a számítások nem egy rögzített eljárás szerint történnek. Például a meghibásodást előre jelző modul esetében a bemenő adatok alapján történik a modell kalibrálása, az LTP modulban az üzemeltető adja meg a várható élettartam értékeit saját tapasztalatai alapján, az ARP modulban szintén az üzemeltető állítja be a súlyszámokat. Ezek az eljárások tehát megteremtik annak lehetőségét, hogy a helyi sajátosságok alapján, az üzemeltetők tapasztalatainak beépítésével történjen a rekonstrukció stratégiai tervezése.

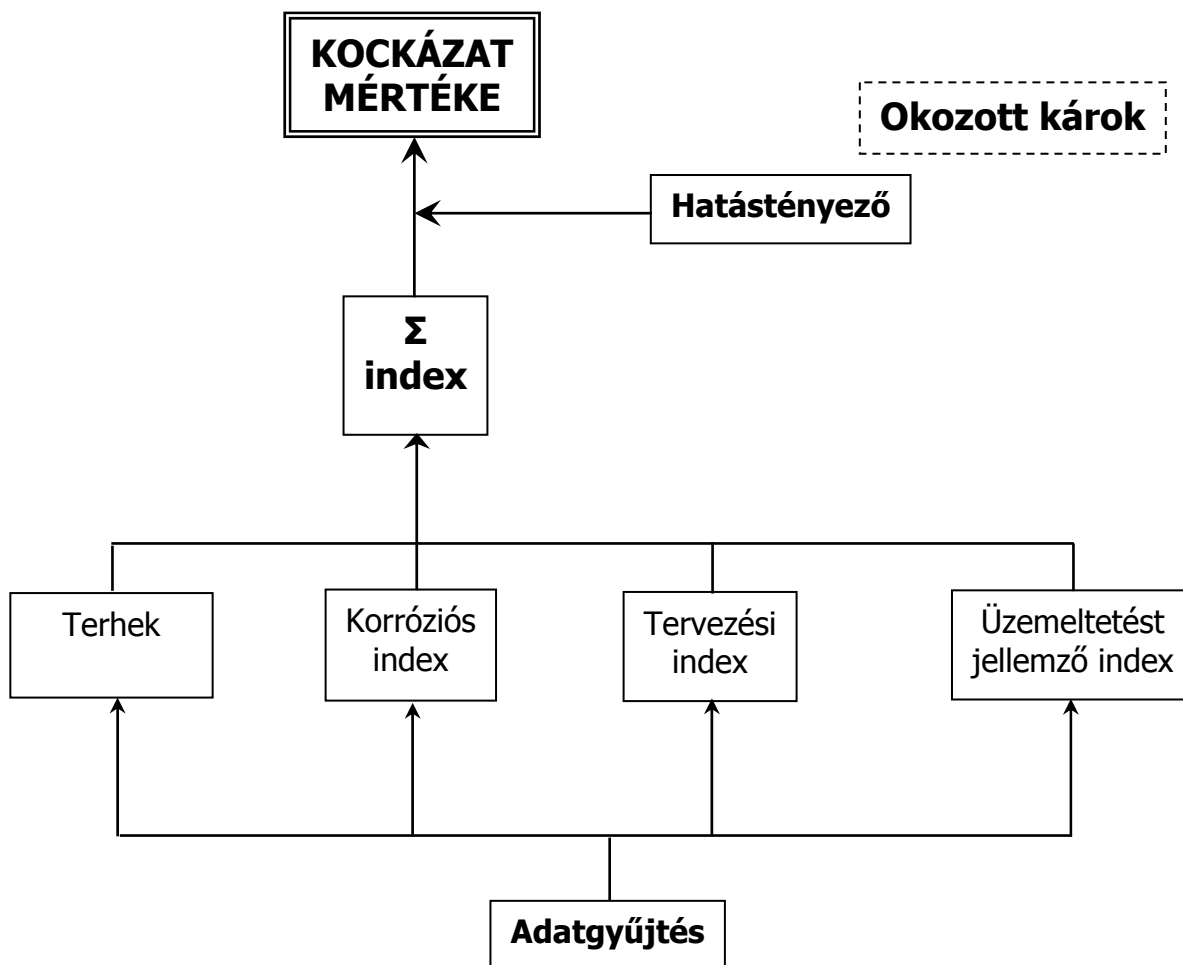
4.1.4. Pontozáson alapuló rangsorolás

A fentiekben ismertetett módszereken kívül egyszerűbb eljárásokkal, pl. pontozáson alapuló rangsorolással is végezhető a vezetékszakok rekonstrukciójának tervezése. W. Kent Muhlbauer: Pipeline Risk Management Manual c. kézikönyve egy ilyen eljárást mutat be, főként külterületi, veszélyes anyagot szállító termékvezetésekre (gáz- illetve olajvezetésekre) vonatkozóan. Az egyes szempontokhoz pontszámokat rendel, melyeken végighaladva meghatározható egy, a vezeték állapotára utaló érték, és egy másik, környezettől függő érték. A két mennyiség hányadosaként kapott érték adja a rekonstrukció ütemezésének alapját. Ez is tehát egy kockázatértékelés, hiszen mindkét szempont (állapot és következmény) megjelenik a rangsorolási eljárásban.

A modell szerkezetét a **4-11. ábra** szemlélteti: a vezeték állapotára, teherbírására utaló mérőszám a „teher index”, „korróziós index”, „tervezési index” és a „nem megfelelő üzemeltetés indexe” összegeként adódik.

A „teher index” magában foglalja a földtakarás mértékét, a felszínen folytatott tevékenységek okozta terheléseket (kivitelezési munkák, élővilág, stb.) és azon tényezőket, melyek a harmadik fél által okozott károsítások mértékét csökkentik, vagy esetleg tovább növelik (felszín felett található vezetékszakasz, figyelemfelkeltés a vezeték helyzetére vonatkozóan, stb.). A „korróziós index” három fő összetevője: légköri korrózió, belső korrózió és a földalatti fém anyagú vezetékek korróziója. A „tervezési index” a tervezéskor alapul vett (névleges) értékek és a tényleges üzemeltetési paraméterek arányát jellemző szám, amely tehát a rendszer biztonságára, a tartalékokra utal. A „nem megfelelő üzemeltetés indexe” figyelembe veszi mindazokat a jellemzőket, amelyek az üzemeltetéssel összefüggnek, és a biztonságot befolyásolják (szerelvények, megfigyelő rendszerek, az üzemeltetést végző személyzet képzése, oktató programok, a maximálisan megengedett nyomás elérésének valószínűsége, a beépítésre kerülő anyagok nem megfelelő tárolása, stb.).

Az okozott károk két részből tevődnek össze: a szállított anyag veszélyessége (toxikusság, az élővilágon okozott károk, stb.), illetve a szállított anyag terjedése. A környező területeken okozott károk figyelembe vétele egy, az alap-modellhez csatlakozó modul segítségével történik. Mivel a gáz- és olajvezetékek jellemzően nem beépített területen találhatóak, a környezet veszélyeztetése elsősorban az élővilág, természet veszélyeztetését jelenti.



4-11. ábra - Kockázatelemző modell (Muhlbauer, 1996)

4.1.5. Gyakorlati alkalmazások, adatigény

A következőkben összefoglaljuk az egyes modellek alkalmazási korlátait, hátrányait, illetve azt, hogy melyik esetben mely modell alkalmazása a célravezető. Kitérünk az egyes módszerek adatigényére is, hiszen ez kulcsfontosságú kérdés a rekonstrukció stratégiai tervezése során.

Annak eldöntése, hogy melyik módszert alkalmazzuk, természetesen a rendelkezésre álló adatok mennyiségétől és minőségétől függ. Figyelembe kell továbbá venni azt is, hogy mi is a cél: konkrét, rekonstrukcióra szoruló vezetékszakaszok kijelölése (rövid távú tervezés), vagy a rendelkezésre álló erőforrások ütemezése hosszú távon. Az előbbi esetben alkalmazhatóak pl. a regressziós modellek, míg az utóbbi esetben pl. a Herz-modell. Amennyiben kellő mennyiségű adat nem áll rendelkezésre egy „robosztusabb”, pontozásos eljárás alapuló módszer alkalmazása a célravezető.

Mint már a modellek részletes bemutatásánál említésre került, az adatok lényegében kétféle módon használhatóak fel: változóként beépülnek a modellekbe, vagy pedig homogén csoportok kialakítására szolgálnak (és ebben az esetben az adatok másik fele épül be változóként a modellekbe). Ez utóbbira legegyszerűbb példa az ismertetett Shamir és Howard (1979) által kidolgozott modell. Az eljárás előnye az egyszerű matematikai háttér, hátránya azonban az, hogy a jövőre vonatkozó előrejelzés különböző eredményeket adhat attól függően, hogy pl. lineáris vagy exponenciális kapcsolatot tételezünk fel az idő és a meghibásodások száma között. A homogén csoportok kialakításánál tekintettel kell lenni arra, hogy a csoportok kellőképpen kicsik legyenek

ahhoz, hogy a csoporton belüli vezetékszakaszokat homogénnek tekinthessük, ugyanakkor egy csoporton belül a statisztikai elemzéshez szükséges kellő számú adattal kell rendelkezünk.

A korábbiakban szintén részletesen ismertetett Herz modellnél is az első lépés a homogén csoportok kialakítása. Ez a modellezés nem alkalmas konkrét, rekonstrukcióra szoruló vezetékszakaszok kijelölésére, hanem a közép és hosszú távú rekonstrukciós igények meghatározására a hálózat egészére. A modell kalibrálása történhet pl. a felújítási arány alapján (**3-5. ábra**). Ebben az esetben a felújítási ráta alapján határozzák meg a modell paramétereit, melyekből a többi függvény (életkor sűrűségfüggvénye, túlélési tényező, várható maradó élettartam) származtatható. Az eljárás hátránya, hogy feltételezi, hogy a felújítás valóban akkor történt, mikor a vezetékszakasz élettartama végéhez ért, a gyakorlatban azonban ez sok esetben nem teljesül.

Nagy átmérőjű vezetékek esetén, melyeken ritkán fordulnak elő törések, meghibásodások, egy meghibásodás-előrejelző modell kalibrálása nem hajtható végre. Amennyiben azonban állapotfelmérési eredmények rendelkezésre állnak, az üzemeltetői tapasztalattal kiegészítve a Markov-modell alkalmazható. A Markov modell (a Herz modellhez hasonlóan) nem vezeték-szinten ad előrejelzést, hanem a vezetékek homogén csoportjára mondja meg, hogy adott idő elteltével mely állapotkategóriába sorolhatóak. Nagy átmérőjű vezetékek esetén, amennyiben a Markov-modell alkalmazásához szükséges adatok nem állnak rendelkezésre, szintén valamilyen pontozásos eljárás alkalmazása jelenthet megoldást.

A pontozásos eljárások hátrányaként említhető meg, hogy sok szubjektív elemet tartalmaznak, hiszen az egyes szempontokhoz rendelhető pontszámok, súlyszámok változtatásával a rangsorolás eredménye nagymértékben változik.

A modellek adatigénye csökkenthető lenne abban az esetben, ha előre tudnánk, hogy melyek azok a változók, amelyek a meghibásodások számát a legnagyobb mértékben befolyásolják. Ez esetben - kiterjedt hálózatok esetében - megoldás lehet egy esettanulmány-terület kijelölése. Erre a területre, a vezetékekre, a környezetre, terhelésre, stb. vonatkozó adatok összegyűjtése után az ismertetett modelleket alkalmazva, meghatározható, hogy melyek azok a paraméterek, amelyek jelentős mértékű befolyással vannak a meghibásodások számának alakulására. Ezután a teljes hálózatra vonatkozó adatgyűjtést elegendő lenne elvégezni csak ezekre, a szignifikánsnak bizonyult adatokra. Marks et al. (1985) a következő paramétereket találta a legfontosabbaknak:

- Vezeték hossz természetes alapú logaritmus
- Üzemi nyomás
- Nem beépített területek aránya
- Üzembe helyezés időszaka
- A vezeték kora a második (vagy későbbi) csőtöréskor
- Korábbi meghibásodások száma
- Talaj korrozivitás

Természetesen az, hogy melyek a szignifikáns változók, hálózatonként változhat a helyi sajátosságok miatt; ez az oka annak, hogy az egyik hálózatra kapott eredmények automatikusan nem adaptálhatóak egy másik hálózatra.

Összefoglalásképpen elmondható tehát, hogy a modellektől tehát nem várható el, hogy hiányos adatbázis esetén megbízható eredményeket adjanak, amelyek azután a rekonstrukció stratégiai tervezésében hasznosíthatóak. Az eredmények megbízhatósága a bemenő adatok mennyiségétől és minőségétől függ.

Összefoglalva, a szükséges adatok az alábbi fő kategóriákba sorolhatóak:

- vezetékekre vonatkozó adatok (anyag, kor, átmérő, korábbi meghibásodások, állapotfelmérések eredményei, stb.)

- a vezeték környezetére vonatkozó adatok (talaj, talajvíz, forgalom, beépítettség, érintett fogyasztók, stb.)
- üzemeltetői tapasztalatok (pl. várható életkor)
- gazdasági adatok (pl. meghibásodások esetén fellépő károk mennyisége)

A meghibásodások statisztikai elemzéséhez a szükséges adatok számának nagyságrendje: 1000, amennyiben tehát ilyen mennyiségben adat rendelkezésre áll, a modell kalibrálása megfelelően elvégezhető. Az alábbi táblázat példaként három konkrét alkalmazás adatigényét adja meg:

<i>Meghibásodás adatok száma</i>	<i>Megjegyzés</i>	<i>Hivatkozás</i>
1.500	Csak öntöttvas anyagú vezetékek	Arnoux, 1999
2.844	50.000 adat szűrése után	Pacchioli és Ugarelli, 2003
1.100	Szürkeöntvény, PVC anyagú vezetékek	LeGat et al., 1999

4.2. Összefoglaló és a hazai alkalmazás lehetőségei

Mint az a nemzetközi és hazai szakirodalom áttekintéséből jól látszik, a hálózat rekonstrukció világszerte, különösen a fejlett országokban egyre inkább előtérbe kerül. A felsorolt módszerek, szoftver eszközök, programcsomagok műszakilag jól szabályozott, fejlett informatikai infrastruktúrával rendelkező környezetben, ahol biztosított a meghibásodásokhoz kötődő adatok megfelelő színvonalú gyűjtése és rendszerezése, hatékony segítséget jelentenek a nagytömegben jelentkező rekonstrukciós igény optimális sorrendjének meghatározásában. Azonban az is megállapítható, hogy az ajánlott módszerek sokfélesége nehézséget okozhat az alkalmazásban. Ezek közvetlen adaptációja, automatikus használata a probléma empirikus jellege, az alapinformációk hiánya, valamint a hazai informatikai infrastruktúra hiányosságai miatt jelenleg nem lehetséges.

5. A rekonstrukció tervezés módszertana

- *A rekonstrukció tervezés alapadatai:*
 - Hibastatisztika
 - Vagyoneleltár, hálózat nyilvántartás
 - Vízigény prognózis
- *Hidraulikai rendszerelemzés*
- *Teljesítmény mutatók alkalmazása a rekonstrukciós igények és a hatékonyság mérésére*
- *Műszaki rekonstrukciós prioritások meghatározása*
 - Vezetékek állapotértékelése
 - Kockázat elemzés
- *Az Ivóvízminőség-javító Programmal kapcsolatos prioritások meghatározása*

A rekonstrukciótervezés módszertanának megértéséhez szükséges a rekonstrukciós igényt kiváltó okok áttekintése és csoportosítása (5-1.ábra)

Rekonstrukció kiváltó okai			
Szolgáltatással összefüggő		Szolgáltatástól független	
Technikai avulás	Elhasználódás	Területrendezés	Egyéb külső okok
Fajlagos vízigény Lakosszám Ellátott terület Előírások Vízminőségi követelmények	Korrózió Terhelés Talajviszonyok	Település rekonstrukció Területhasználat változása Közterület, közlekedési pályák rekonstrukciója	Más közmű rekonstrukciója Metró építés Alul-felüljárók építése Egyéb műtárgyak építése

5-1.ábra – A rekonstrukciós igényt kiváltó okok csoportosítása

A **szolgáltatástól független** okok egy része a települési szabályozási tervekhez kapcsolódóan, elvileg jól tervezhető és előkészíthető feladatot kéne, hogy jelentsen a tulajdonos és az üzemeltető számára egyaránt. Vannak azonban ad hoc jelleggel jelentkező feladatok is, melyekhez az üzemeltetőnek alkalmazkodnia kell.

Az EU csatlakozás kapcsán, az ivóvíz-minőségi követelmények szigorodásából származó rekonstrukciót kiváltó tényezők a szolgáltatással összefüggő, a technikai avulás körébe esőnek tekinthetők. Ezek országos méretű kihatása miatt a központi szakmai igazgatás kötelezettségei jelentkezők, melynek az államigazgatás az Ivóvízminőség-javító Program keretében kíván megfelelni. Emellett, általánosságban a **szolgáltatással összefüggő okok** kezelése, az igény felmerülésének detektálása az üzemeltető feladata. Ezzel kapcsolatban a következő tevékenységeket kell folyamatos végezni (5-2.ábra):

- A rekonstrukció kiváltó okaira vonatkozó adatok gyűjtése, rendszerezése, időszakonkénti kiértékelése.
- Szakági objektum nyilvántartás, és vagyoneleltár vezetése.
- Meghibásodási adatok gyűjtése.
- Szakági objektumok vizsgálata és diagnózis felállítása.
- A szakági objektumokra ható környezeti objektumok nyilvántartásának vezetése.

- Terhelési adatok gyűjtése, értékelése.
- Vezeték állapotértékelés.



5-2.ábra

A feladatokat áttekintve látható, hogy a felsorolt tevékenységek folyamatos, illetve rendszeres végzése, mind a szolgáltatáson kívüli, mind a szolgáltatáshoz kapcsolódó okokból szükségessé váló rekonstrukció tervezésének előkészítéséhez szükséges.

A szolgáltatástól független és a szolgáltatástól függő **technikai avulásból** adódó tervezési feladatok általában a következők:

- Terhelési prognózisok készítése.
- Hidraulikai rendszervizsgálatok
 - o a meglévő rendszer kapacitásainak ellenőrzésére, felmérésére,
 - o a távlati igényeknek is megfelelő, lehetőség szerint optimális (költség-hatékony) rendszer kialakítás kidolgozására.

A csővezeték **elhasználódása** a rekonstrukciót kiváltó okok közül a legkevésbé megfogható, tekintettel arra, hogy megbízható és főleg általánosítható adatok nem igen állnak rendelkezésre, vagy nehezen szerezhetők be. A nemzetközi gyakorlatot figyelembe véve, hazai körülmények között az állapot értékelés alapvető feltételeinek megteremtését követően (hálózati és környezeti objektum nyilvántartások létrehozása) válik lehetővé a 3. illetve 4. fejezetekben említett korszerű és hatékony módszerek valamelyikének alkalmazása.

5.1. A rekonstrukció tervezés alapadatai

5.1.1. Hibastatisztika

A hibaadatok gyűjtése, elemzése, értékelése, hibastatisztika készítése a vezeték állapotértékelés, és ebből következően a felújítás-rekonstrukció tervezés kulcsfontosságú feladata, melyet korszerű informatika eszközeivel lehet csak hatékonyan megoldani. Ez pedig a következőket jelenti:

- A hibastatisztika készítés körébe bevont vízellátási (szakági) objektumokról digitális nyilvántartást kell vezetni.
- Az objektum nyilvántartásnak biztosítania kell:
 - az objektumok azonosító, kapcsoló és leíró adatainak tárolását és kezelését,
 - grafikus felületen az objektumok térbeli, térképszerű megjelenítését, és geometriájuk kezelését,
 - a feladat szempontjából megfelelő részletességben az objektum környezet releváns elemeinek megjelenítését és kezelését térképszerű megjelenítéssel,
 - az objektumokat topológiai hálózattal rendezetten kell tárolni, hogy a hálózatszámításokhoz szükséges modellek elkészítése automatikusan elvégezhető legyen.
- A hálózati meghibásodásokról olyan nyilvántartást kell vezetni, amely
 - biztosítja a hiba és a meghibásodott objektum kapcsolatának automatikus generálását,
 - a hiba pontos térbeli és időbeli elhelyezkedését nyilvántartja.
 - A hibák azonosításában lehetőség szerint minél tágabb szakmai körben azonos elveket kell alkalmazni. Az egységes értelmezés lehetőséget biztosíthat több vízműnél keletkezett adatok közös halmazként való kezelésére.

A Tanszékünkön folyó rekonstrukciós K+F projekt keretében az ivóvíz vezeték hálózatra vonatkozóan a meghibásodás típusokat a következők szerint azonosítottuk.

Az ivóvízhálózati hibákat a csoportosítani érdemes aszerint, hogy a vezeték mely részén következett be:

- Csövön
- Kötésnél
- Csatlakozásnál (vezeték elágazás, pl.: gerinc és bekötővezeték csatlakozás)
- Fogyasztói megcsapoló helyen

A vezeték üzeme, illetve a hiba jellege általában meghatározza a hiba lehetséges kiváltó okait.

Hiba típusa	Hiba lehetséges okai
Csövön	
Keresztirányú törés	építési hiba, üregképződés, talajmozgás, nyíró feszültséget előidéző külső terhek, utólagos közmű keresztezés építési hibája
Hosszirányú törés	él menti teher, anyaghiba, építési hiba, üzemeltetési hiba (nyomáslengés), elfagyás, szívás
Kilyukadás	korrozio, építési hiba
Kagylós törés	korrozio, nyomás, vákuum
Horpadás	külső teher, vákuum
Cső ellapulása (deformációs hiba)	építés (ágyazat)
Kötésnél	
Ódom törés	korrozio, öregedés, gyártási hiba, ágyazás
Tömítetlenség	építés, korrozio, mechanikai igénybevétel, öregedés, túl magas nyomás
Csatlakozásnál	
Szerelvény törés	korrozio, öregedés, gyártási hiba, ágyazás

Hiba típusa	Hiba lehetséges okai
Tömítetlenség hiba	építés, korrózió, mechanikai igénybevétel, öregedés
Ódom törés	építési, anyag, öregedés, korrózió, mechanikai igénybevétel
Vízminőségi mintavételezési pont	
Fogyasztói vízminőségi panasz, Vízminőség nem megfelelő	A vízminőségi panaszok közül leggyakoribb zavarosodás, üledék megjelenése a fogyasztói megcsapoló helyen. A panaszoknak az okozói legtöbb esetben a hálózat kedvezőtlen áramlási viszonyai, a hálózattisztítási karbantartások elmaradása, esetlegesen a tisztítómű nem megfelelő működése, vagy éppen a tisztítómű hiánya.

A rongálásból eredő hibákat nem vesszük figyelembe, mert azok nincsenek összefüggésben a vezetékek állapotával.

5.1.2. Vagyoneleltár, hálózat-nyilvántartás, közmű-nyilvántartás, objektum nyilvántartás

Az Egységes közműnyilvántartásról szóló 3/1979.sz. ÉVM utasítás egyesített közmű nyilvántartásra kötelezi az önkormányzatokat, és szakági nyilvántartás vezetésére kötelezi a közmű üzemeltető szervezeteket. Elvileg ez a jogszabály a vízellátó hálózatok látvány-térképszerű nyilvántartásán kívül a vezetékhálózati leltárt is előírja, azonban ennek vezetése szinte sehol sem megoldott. A jogszabály azonban szakmai tartalma tekintetében rendkívül elavult és megújításra szorul. Az informatikai fejlettség jelenlegi szintjén nem szabad másról beszélnünk, mint strukturált adatbázisba rendezett láptérképi és szakági objektumok halmazáról, vagy más szóval digitális hálózat nyilvántartásról, amely része az üzemeltető szervezet, vagy a közmű tulajdonos vagyonynyilvántartásának.

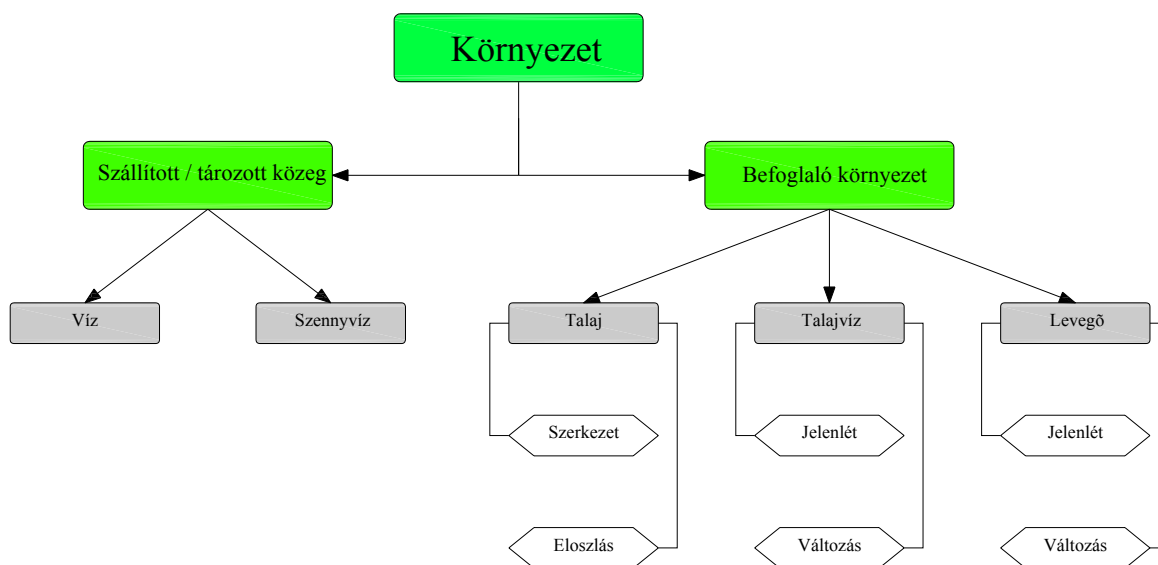
Az adatbázisba rendezett hálózat nyilvántartásának a rekonstrukció szempontjából releváns objektumokat, objektum típusokat tartalmaznia kell. Ezek pedig a vízellátó hálózatok tekintetében minimálisan a következők:

Objektum típus	Megjegyzés
Ivóvíz vezeték	A gerincvezeték- illetve bekötési jelleg, mint a vezetékeknek egy tulajdonsága jelenik meg.
Ivóvíz megfűró szerelvény	Bekötések csatlakozásánál
Ivóvíz szakaszoló elzáró szerelvény	Tolózárok, csapózárok, pillangók, ...
Ivóvíz tűzcsap	
Ivóvíz közkfolyó	
Ivóvíz fogyasztásmérési hely	A szolgáltatási pontoknál lévő bekötési vízmérők beépítési helye.
Ivóvíz szerelvény akna	Vezetéktisztítási szerelvényeket tartalmazó speciális csomópont ...
Ivóvíz akna fedlap	

Természetesen egy vagyonynyilvántartásban számos egyéb objektumtípus is megtalálható, azonban ezekre - mivel ezek a tanulmány tárgya szempontjából nem lényegesek - nem térünk ki.

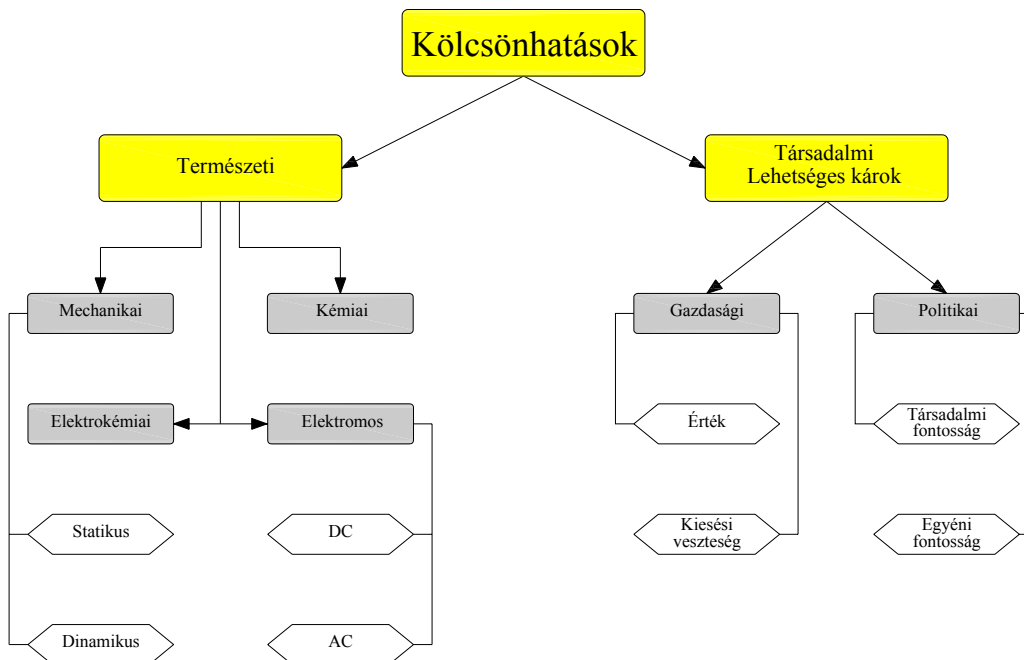
5.1.3. A vezeték és környezetének kölcsönhatásai

A csővezetékek állapotát befolyásoló környezeti rendszer általános struktúráját az **5-3.ábra** szemlélteti.



5-3.ábra – A vezetékre ható környezeti tényezők

A vezeték és környezete között kölcsönhatások lépnek fel, melyek esetenként károsító hatásúak. Ezeket a kölcsönhatásokat foglaltuk össze az **5-4. ábrában**.



5-4.ábra – Vezeték és környezete közötti kölcsönhatások

A vezeték és környezete egymásra hatásait úgy is csoportosíthatjuk, hogy:

A csővezeték és környezetének mechanikai kölcsönhatásai

A cső-talaj kölcsönhatás

Külső terhek

Belső terhek

A csővezeték anyagszerkezeti jellemzőit befolyásoló hatások

Kémiai hatások

Elektrokémiai hatások

Elektromos hatások (Kóboráram)

Lehetséges károk

Gazdasági károk

Politikai károk

Mindezeket a hatásokat a vezeték állapotértékelésnél, és a kockázat elemzésnél akkor tudjuk figyelembe venni, ha a meghatározzuk a környezeti objektumok körét és létrehozuk ezek nyilvántartását is.

A rekonstrukció tervezés szempontjából lényeges környezeti objektum típusok:

- Földrészlet
- Burkolat
- Köttött pályás közlekedés
- Párhuzamos, keresztező közművek
- Talaj (mintavételi hely, fűrásszelvény)
- Talajvíz észlelő kút
- Talajelektromosság mérési pont
- Meteorológiai állomás
- Építmények

5.1.4. Vízigény prognózis

A rekonstrukció tervezés során nem csupán a jelenlegi, hanem a távlati igényeket is figyelembe kell vennünk a rekonstrukciós stratégia, illetve taktika kialakításakor. Elsőként a tervezési időtávot kell meghatározni, majd a távlatban várható kommunális és közületi fogyasztók számát, és térbeli elhelyezkedését (lakosságot, közintézményi fogyasztókat, beépítési tervek, stb.), valamint a vízigény meghatározáshoz fontos mennyiségi mutatókat (fajlagos vízigény, évszakos egyenlőtlenségi tényező).

A vízigények meghatározása során fontos az egyes tényezők pontos becslése. A hálózat rekonstrukció szempontból a kommunális vízigények kielégítése az elsődleges feladat. A következőkben ezek tényezőinek meghatározásához adunk módszertani útmutatót.

5.1.4.1. Vízigény komponensek szétválasztása

Egy településen az alábbi fogyasztócsoportokat különböztetjük meg:

- Kommunális (az ellátott területen megoszlónak tekinthető)
 - Háztartások (lakosság)
 - Alapfokú közintézmények
 - Locsolás
- Koncentrált (pontoszerű vízkivétel) nagyfogyasztók
 - Közintézmények
 - Kereskedelem

- Szolgáltatást
- Locsolás (utcák, parkok, stb)
- *Ipar* (szociális és technológiai víz)
- Mezőgazdaság (csak az ivóvízhálózatra csatlakozó fogyasztók)
- A fentiekhez nem sorolható közüzemi vízellátó hálózathoz vizet igénylő egyéb fogyasztó.(pl.: hőközpontok)

A települési vízigény meghatározása során a különböző fogyasztói csoporthoz tartozó fogyasztók vízfogyasztási adatait kell vizsgálni. A különböző fogyasztási adatsorok elemzése nehézségekbe ütközhet, mert a számlázási rendszerben fogyasztói típusonként más és más számlázási ciklust szoktak alkalmazni, így az adatok legfeljebb negyedéves, féléves vagy éves gyakorisággal állnak rendelkezésre.

5.1.4.2. Lakosság meghatározása

A lakosság meghatározására több módszer kínálkozik:

- KSH adatok a települési népességszám meghatározására
- Műszaki Információs Rendszer alapján a postacím, fogyasztói hely, ingatlan, ingatlan típus, ingatlan nagyság alapján fogyasztók számának meghatározása.

A távlati vízigények meghatározásához szükséges adatok:

- Jelenlegi lakosság
- Múltbéli lakosság adatok időszaka, trendje
- Lakosság változást meghatározó fejlődési ráta
- Népesség fejlődési mutatószámok (fejlődő, stacioner, fogyó)
 - Korfa jellemzői
 - Fajlagos bekötésszám

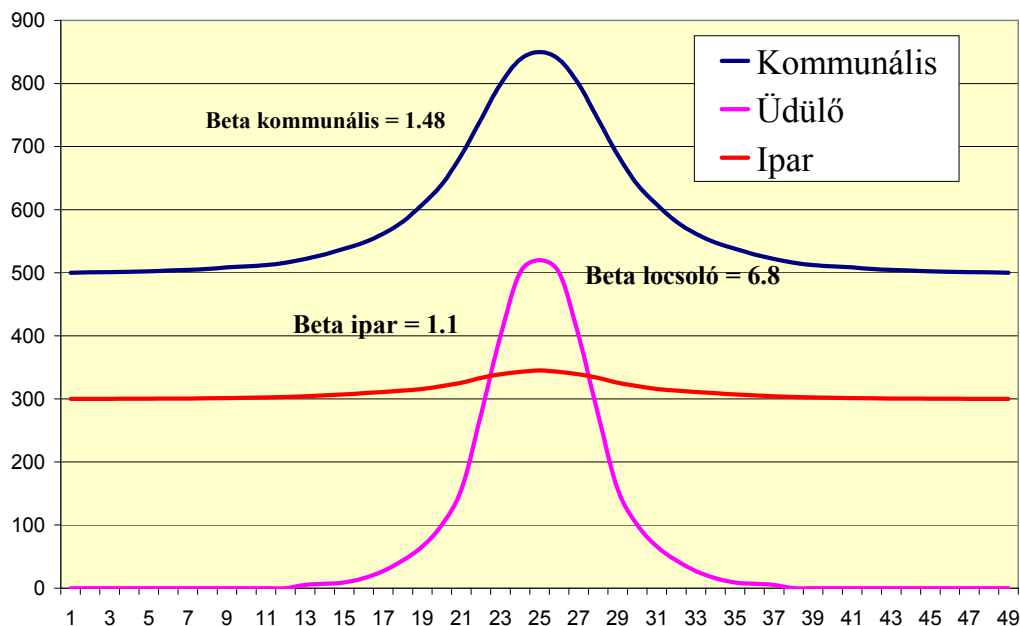
A távlati lakosság meghatározásának egyik lényeges mutatószáma a fejlődési ráta. Ez mutatja az előző év bázisán, hogy mennyi a települési népességszám növekedése vagy csökkenése. A települési rátát és annak trendjét egy hosszabb ismert adatsor alapján lehet felvenni.

A távlati lakosság meghatározásánál el kell választanunk a települési népességszám természetes változását és a rendezési tervekben foglalt ingatlanfejlesztési területek bekapcsolását. Az első esetben az egészséges korfa miatt a település természetes módon növekszik, vele együtt lassan átalakulnak az ingatlanok, beépülnek a foghíjas telkek és növekszik a fajlagos bekötésszám. A település természetes változása miatt növekvő igények kiszolgálása rekonstrukciós tevékenység, mivel általában nem a rendszer kapacitásának növeléséről van szó, hanem a rendszerkapacitások eloszlása változik a hálózaton belül, illetve növelni kell az üzembiztonságot. Ez utóbbi több esetben a túlterhelt hálózati elemek túlterhelésének csökkenését jelenti (ezzel egy időben csökkenhetnek a kísérő hibajelenségek is).

5.1.4.3. Évszakos egyenlőtlenség meghatározása

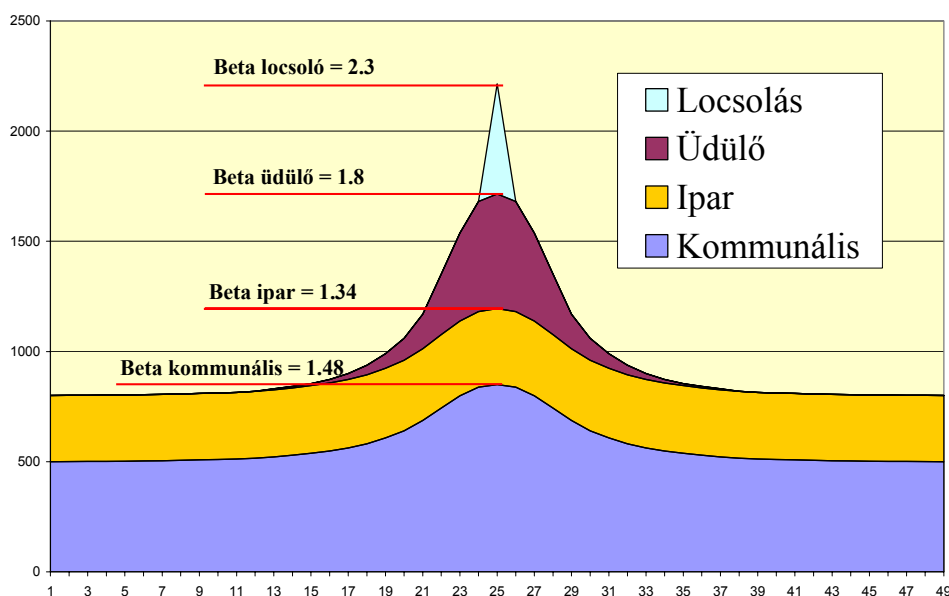
Településenként, illetve nyomáscsúszásként meghatározható adat a termelt és az átadott vízmennyiség. Ez tulajdonképpen a tényleges vízfogyasztás veszteségekkel növelt értéke. Feltételezve, hogy a tényleges és a veszteségekkel növelt fogyasztás időbeli változása azonos tendenciájú, meghatározhatók a jellemző évi fogyasztások:

Q_{dmax}	-	Legnagyobb napi vízfogyasztás
Q_{dmin}	-	Legkisebb napi vízfogyasztás
$Q_{d\bar{a}}$	-	Éves, átlagos napi vízfogyasztás



5-5. ábra – Évszakos egyenlőtlenség fogyasztási típusonként¹

A településekkel kapcsolatban meg kell határozni a jellemző „normál” vízigényeket, melyek a kommunális és a település működéséből adódó egyéb vízigényeket foglalják magukba (közintézmény, szolgáltatás, ipar stb.), és ezek évszakos ingadozását (**5-5. ábra**).



5-6. ábra – Évszakos egyenlőtlenség értelmezése

A fogyasztási idősor összeadódik a különböző csoportok rész idősorából. Ezek évközi eloszlása jellemző az egyes csoportokra. A rész fogyasztásokat, amennyiben az mérés technikailag megoldható, a következők szerint célszerű szeparálni (**5-6. ábra**):

¹ A két elvi ábrán a függőleges tengelyen a napi vízfogyasztás m³-ben van feltüntetve, míg a vízszintes tengelyen az idő, hetekben mérve.

- Kommunális fogyasztás
- Közintézményi fogyasztók
- Ipari jellegű fogyasztók
- Időszakos, üdülő jellegű fogyasztás
- Locsolás

A napi fogyasztási idősorokból meghatározható az egyes fogyasztócsoporthoz, illetve a településre, nyomásonként az évszakos egyenlőtlenségi együttható nagysága és a fogyasztási csúcs jellemző időszaka. Ez általában a kommunális fogyasztás esetén július – augusztusra tehető.

Az évszakos egyenlőtlenségi tényező jelentős ingadozása a települési fogyasztási idősorban akkor jelentkezik, ha a fogyasztók száma egyes időszakokban (általában nyáron) jelentősen változik (pl: üdülők száma). A másik jellemzően hirtelen kiugró – az előzőnél sokkal rövidebb ideig tartó – csúcs a locsolásból származó igény jelentkezése. Ez elsősorban a hosszabb kánikulai időszakokban jelentkezik és a napon belül is csak 1-2 óra hosszan tart.

A települési vízigényeknél meg kell határozni a jellemző „normál” vízigényeket, melyek a kommunális, és a település működéséből adódó egyéb vízigényeket jelenti (közintézmény, szolgáltatás, ipar stb.). Ehhez a vízigényhez meghatározható egy jellemző, aggregált évszakos egyenlőtlenségi tényező. A hálózat működtetéséhez szükség van az egyéb időnként és nagy szélsőértékkel jelentkező vízigények meghatározására (üdülés, locsolás stb.). Az „extra” vízigényekhez tartozóan meghatározható az ehhez tartozó évszakos egyenlőtlenségi tényező.

5.1.4.4. Fajlagos vízigények meghatározása

A lakossági vagy kommunális fogyasztást leválasztva az összes fogyasztásról meghatározható az éves kommunális vízigény. Az éves fogyasztási értéket osztva 365 nappal és a fogyasztói terület lakosszámaival meghatározható a fogyasztói területre jellemző fajlagos fogyasztás.

A jelenlegi állapotra vonatkozó rekonstrukciós tervekben a vízigényeket a tényleges fajlagos fogyasztás szerint vesszük fel. A távlati vízigényeknél a település jellegéből adódóan a jelenlegi vízigény növekedése, stagnálása, vagy csökkenése várható.

Határozott véleményünk, hogy a fajlagos vízfogyasztás egy közegészségügyi minimum alá nem csökkenhet, ez kb. 70 l/fő,d körül van. Ennek ellenére tapasztalható a fajlagos fogyasztások ennél kisebb értéke is, de ebben az esetben a vízigények egy része vízpótló berendezésekből kerül kielégítésre. A méretezési vízigény azonban ebben az esetben sem lehet kisebb, mint a közegészségügyi minimumnak tekinthető legkisebb vízigény.

A településeken a fajlagos vízigény növekedése egyrészt a település korösszetételét jellemző korfával, vagy az átlagosan egy lakásban élők számával hozható összefüggésbe. Amennyiben a település egyéb jellemzői „fejlődő” településre utalnak, úgy a fajlagos vízigények is a várhatóan növekedni fognak.

5.2. Hidraulikai rendszervizsgálat

A vízellátó rendszerek korszerű tervezéséhez és üzemeltetéséhez ma már általánosan elfogadott, hogy elméletileg megalapozott, megfelelő adatbázisra támaszkodó olyan hálózatszámítási eszközöket alkalmazzunk, melyek segítik az ellátás biztonságosabbá tételét, a beruházási, illetve az üzemeltetési költségek a lehető legalacsonyabb szinten tartását. A költségcsökkentés mellett további cél a szolgáltatás színvonalának tartós és emelkedő színvonalú biztosítása, mely az üzemeltetéssel (ebbe beleértjük a rekonstrukciót, a rendszerfejlesztést egyaránt) és az üzemeltetővel szemben megfogalmazott követelmények szintjének növekedését jelenti. A követelmények szint növekedését

több közvetlen ok is kiválthatja, melyek közül itt csak néhány, az utóbbi években előtérbe kerülő okot említünk meg:

- A **tél és nyár** közötti fogyasztási, terhelési különbségek fokozódása miatt a hálózat éves kihasználtsága alacsony, de a nyári (locsolással terhelt) időszakában a hálózat transzport elemei túlterhelődnek és nem jut el egyes területekre az igényelt vízmennyiség.
- A **„ki nem szolgáltat igények”** korlátozzák a település növekedését, mely csökkenti a település regionális jelentőségét.
- Jelentősen megnőtt az **energiafelhasználás** csökkentésének szerepe (ez nemcsak ár-, hanem környezetgazdálkodási kérdés is).
- Az elosztó jellegű vezeték hálózat kihasználatlansága, alulterheltsége miatt **az elsődleges és másodlagos szennyeződés** okoz jelentős gondot és esetenként fogyasztói panaszokat.

A hidraulikai rendszervizsgálatok célja tehát a következő:

Műszaki célok

- a vízbázisok mennyiségi és minőségi lehetőségeinek maximális kiaknázása
- a meglévő hálózati szállító kapacitás optimális kihasználása
- a szivattyúk energetikai felülvizsgálata
- a műszakilag optimális üzemrendek megválasztása (energetikai szempontból)
- a hálózati vízkor lehetőség szerinti minimalizálása

Műszaki - gazdasági célok

- rekonstrukciók gazdaságos megvalósítása
- a szivattyúk kiválasztásának műszaki-gazdasági vizsgálata
- gazdaságossági szempontok figyelembe vétele az üzemrendek megválasztásánál

Bár a műszaki és gazdasági célok nehezen választhatók szét, de a feladatok megoldási sorrendje miatt a különválasztás indokolt lehet.

Rendszervizsgálatokat alapvetően kétféle célból végzünk:

- meglévő rendszer üzemeltetésének hatékonyabbá tétele,
- távlati fejlesztések rendszerbe illesztése.

A kétféle cél részben eltérő rendszervizsgálati metodikát igényel. A meglévő rendszer üzemi hatékonyságának növeléséhez elengedhetetlenül fontos az alkalmazott modell és fizikai valóság megengedett hibahatáron belüli egybeesése. Míg a távlati tervezés esetében ennek jelentősége kisebb (csak a megmaradó hálózatrészekre vonatkoztatható).

5.2.1. Hidraulikai vizsgálati módszerek

Az előzőekben felsorolt célok elérése érdekében négyféle vizsgálati módszer alkalmazható:

- Statikus vizsgálat (üzemállapot vizsgálat)
- Szivattyúk felülvizsgálata (csőhálózati jelleggörbe számítás)
- Dinamikus vizsgálat (kvázi-stacioner szimuláció)
- Vízkor meghatározása (dinamikus rendszervizsgálat alapján)

A **statikus vizsgálat** a rendszer egy-egy „pillanatfelvétele”, melyet általában a szélsőséges üzemi állapotok vizsgálatára használunk. Egy kiterjedt, pl. térségi rendszerek, összetett, több nyomáscsúszónából álló települési rendszerek esetében a statikus vizsgálat csak térben és időben lokális eredményeket szolgáltat és az összetett bonyolult folyamatról és a folyamat szabályozási

lehetőségeiről nem kapunk információt (hálózati áramkép szélső értékei, energia felhasználás, vízforgalmi adatok stb.).

A **szivattyúk felülvizsgálata** keretében meghatározzuk a betáplálási és átemelési pontokra érvényes üzemi tartományt mind emelőmagasság, mind vízszállítás szempontjából (csőhálózati jelleggörbék készítése). Ezután ellenőrizzük a beépített szivattyúk jelleggörbéit. A megfelelő szivattyú kiválasztása tulajdonképpen egyfajta optimalizálást jelent, amelynél a célfüggvény tartalmilag többféle lehet:

- minimális energia felhasználás (energia költség csökkentése)
- optimális hálózati nyomás (csőstatikai – hálózatöregedési szempont)
- a hálózaton megfelelő áramlási sebességek (vízkor csökkentése)

Dinamikus vizsgálat segítségével lehet elvégezni egy nagyobb és bonyolultabb települési, vagy térségi (regionális) vízmű felülvizsgálatát, amelynek szerves része az üzemeltethetőség vizsgálata. A kvázi-stacioner szimulációval végzett ilyen jellegű vizsgálatok a rendszer irányítástechnikai tervezésének alapadatait is szolgáltatják. Másik igen fontos, de ma még nem igazán elterjedt alkalmazás az operatív üzemirányításon belül az egyes konkrét irányítási stratégiák tervezése és ellenőrzése.

A **vízkor számítása** a kvázi-stacioner szimuláció számítás eredményei alapján történik, a szimulációs lépések közötti időben változatlan áramlási viszonyokat feltételezve. A számítás általában dugószerű vízmozgást feltételez, keveredést a vízdugók között a vezetékekben nem vizsgálva. A különböző betáplálásokból, és különböző időpontban "születő" vízdugók keveredését általában csak csomópontoknál veszik figyelembe, a csomópontba beáramló időegység alatti víztérfogatok arányában. Az algoritmusok általában a számítás kezdetén a rendszerben lévő vízről nem élnek semmilyen feltételezéssel. Ennek alapján ezt a vizet "ismeretlen korúként" szokták jelölni az eredményekben. Egyes algoritmusok a vízdugókban lévő vizet nem "homogenizálják", azaz a különböző időben született "vízdugó részekből" nem számítanak súlyozottan vízkort, hanem a vízdugókban megőrzik a betáplálás helyét, és idejét, és ezeknek a részeknek az arányát tartják számon. Ezzel eredményként egy adott időpontban egy adott csomópontban lévő víznek nem csak az átlagos korát, hanem a kor szélső értékeit is szolgáltatják. Az eredmények statisztikai feldolgozásának eredményei a következők lehetnek:

- Súlyozott átlagos vízkor az egyes csomópontokra, az egyes időpontokban.
- A "legöregebb" víz, leghosszabb utazási idő.
- A "legfiatalabb" víz, a legrövidebb utazási idő.
- Egy adott térfogat aránynál nagyobb arányú vizek kora.
- Keveredési zónák.
- Stb.

Üzemeltetési célú alkalmazás esetében a vizsgálatok feltétele, hogy az alkalmazott rendszermodell kalibrált legyen, különben az eredmények és következtetések (javaslatok) megfelelősége nem biztosított. A **kalibrációs vizsgálatok** célja a modellek megfeleltetése a valóságos körülmények között üzemelő rendszer viselkedésével. Ennek keretében a valós üzem során mért és a számított eredményeket vetjük össze és keressük az eltérések okait (víztározók vízszintváltozása, szivattyúk kimenő nyomásának összehasonlítása stb.). A modellen végrehatott változtatásokkal az eltéréseket egy elfogadható mérték alá csökkentjük. A kalibrálás és a rendszervizsgálat során alkalmazott vizsgálati módok hasonlóak, de a kalibrálás módszertanilag nagyobb tapasztalatot és szakértelmet követel. A kalibrálás után meghatározandók a meglévő hálózat „gyengeségei” (pl.: szükségtelen zárások, egyes vezetékek elégtelen kapacitása, lehetséges tehermentesítések, kihasználatlan vagy elégtelen tározótérfogatok stb.) Ezt a munkarészt nevezzük szűkebb értelemben vett **hálózat analízisnek**.

5.2.2. Hidraulikai felülvizsgálat eredményei

Az előzőekben bemutatott, és a célnak megfelelően alkalmazott **hidraulikai számítások, vizsgálat alapján meghatározhatók** a szükséges beavatkozások és ezek közül kiválaszthatók azok, **melyeknek közvetlen vagy közvetett hatása van a hálózati vízminőségre** (ezek lehetnek a rendszerbe nem illő kapacitású vezetékek, elégtelen tározótérfogatok, a betáplálási és átemelési pontokhoz nem illeszkedő szivattyúk) és így **ezek a rekonstrukciós programból támogathatók**. Ezek az eredmények a következők:

1. Az üzemállapot számításokkal választ kaphatunk arra, hogy különböző előre megadott fogyasztási és betáplálási, átemelési helyzetekben (üzemállapotokban) hogyan alakul a tározók vízforgalma, a hálózat vezetékei mentén a vízszállítás, a sebesség, a nyomásvesztés, és a hálózat csomópontjain milyen nyomások alakulnak ki.
2. A betáplálási és átemelési pontokra meghatározható csőhálózati jelleggörbék alapján lehetőség van a beépített szivattyúk üzemi tartományának ellenőrzésére és a legmegfelelőbb szivattyúk kiválasztására.
3. A szimulációs vizsgálatok során, tekintettel arra, hogy az alkalmazott szimulációs program nem csak a tényleges vízellátórendszer működését, hanem az azt irányító rendszer egyes szabályozó elemeinek működését is képes modellezni, képet kaphatunk az egyes rendszerelemek időbeni együttműködéséről is. Ezzel a módszerrel lehetőség van szabályozási stratégiák tesztelésére, kipróbálására, vagy akár tervezésére is.
4. A szimulációs számítások eredményeinek felhasználásával meghatározható a hálózat egyes csomópontjain, hogy a kivett víz honnan származik, és mennyi időt töltött a hálózatban (vízkor).
5. Vízkormányzási tervek a vízbázisok megfelelő kihasználására.

5.3. Teljesítménymutatók alkalmazása a rekonstrukciós igények mérésére

5.3.1. A teljesítményértékelés és a teljesítménymutatók fogalma

A benchmarking (teljesítményértékelés), mint menedzsment módszer elterjedését 1989-től számítjuk, amikor Robert Camp, a Xerox vállalat mérnöke megjelentette a „Benchmarking: a kiváló teljesítményhez vezető legjobb gyakorlatok felkutatása” című könyvét. Ez a könyv a szerző tapasztalatait foglalja össze a Xerox vállalatnál 1976 és 1986 között végzett kutatásokban, amelyek célja a vállalat versenyképességének visszanyerése és fejlesztése volt (Pataki, 2005). Benchmarkingon hasonló folyamatok, szolgáltatások, termékek és szervezetek jellemzőinek szabványosított mérését és a mért eredmények összehasonlítását, elemzését értjük (Kis és Ungvári, 2006). A benchmarking eredményeképpen meghatározható a jelenlegi legjobb elért teljesítmény („benchmark teljesítmény”), és az, hogy az adott vállalat teljesítménye ehhez képest hol található. A legjobb gyakorlat (ún. „best practice”) keresése során pedig arra keressük a választ, hogy hogyan érték el a benchmark teljesítményt és hogy milyen okok állnak az adott vállalat és a benchmark vállalat teljesítményének az eltérése mögött (Pataki, 2005).

A vállalatok teljesítményének összehasonlításakor többféle szempontot veszünk figyelembe. Ahhoz, hogy az összehasonlítást számszerűsíteni lehessen, teljesítménymutatókat („performance indicators”) kell meghatározni, majd ezt követően minden vállalatra meghatározni ezek értékét.

5.3.2. A teljesítményértékelés a vízi közmű szolgáltatók körében, nemzetközi példák

Benchmarkingot számos országban alkalmaznak a víztisztítás, vízszétosztás, szennyvíztisztítás és csatornázás területén. A következőkben néhány nemzetközi példán (OFWAT, IBNET, IWA, Ausztria) keresztül mutatjuk be az alkalmazás lehetőségeit és céljait.

Az Egyesült Királyságban (UK) a víziközmű szolgáltatás állami felügyeletére létrehozott szervezet, az Office of Water (OFWAT) pontosan definiált, szabványban rögzített teljesítménymutatókat használ. Benchmarking rendszerének egyik célja, hogy a vízmű vállalatok az indikátorokon keresztül mutassák be, hogy a rekonstrukciós tervek megvalósítása hogyan járult hozzá a vízellátó rendszer, illetve a csatornahálózat üzemének javításához. Amennyiben egy vízmű vállalat ezt nem képes bizonyítani az OFWAT felé, a fogyasztói bevételek jövőbeni rekonstrukciós célokra történő felhasználását az OFWAT nem engedélyezi, továbbá visszavonhatja az adott vállalat, üzemeltetésre vonatkozó engedélyét.

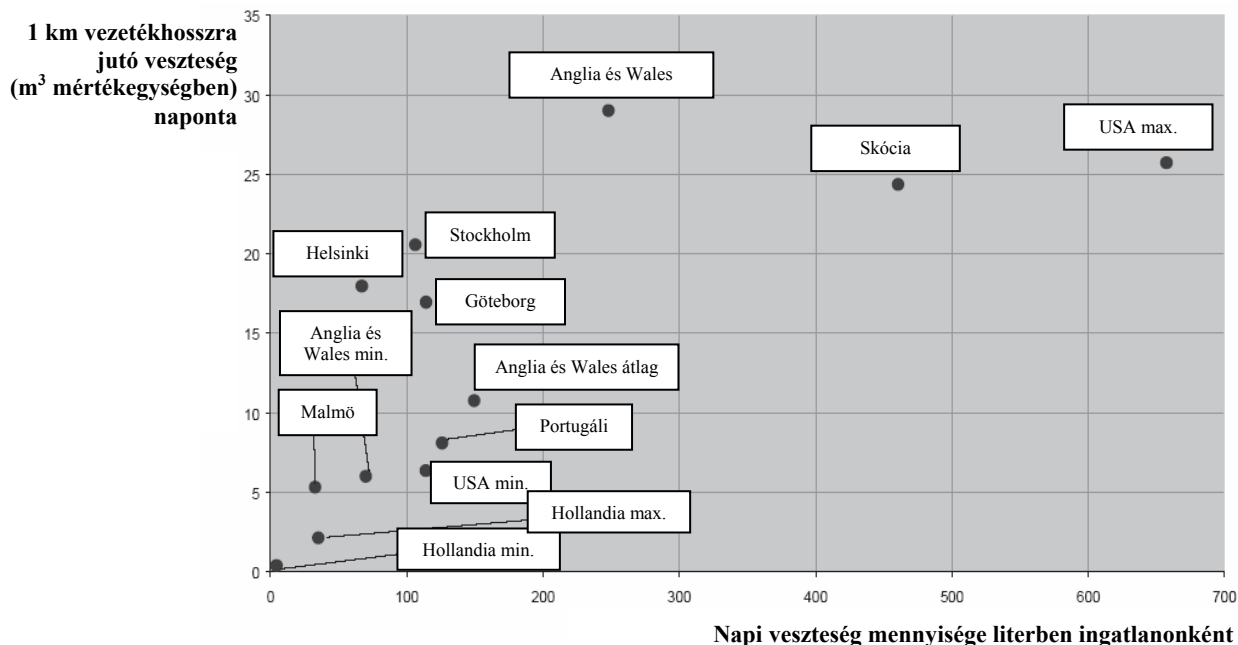
Az OFWAT teljesítménymutatói az alábbi 5 kategóriába sorolhatóak (az EPA 2001-ben készített tanulmánya alapján, Stone et al., 2002):

1. A víztisztító telep nagyságára és típusára vonatkozó mutatószámok:
 - 1.1. A telep kapacitása (térfogat/nap)
 - 1.2. Vezetékek hossza
 - 1.3. Az ellátott lakosok száma
 - 1.4. A rendszer által ellátott terület nagysága
 - 1.5. A vízkezelés költsége egységnyi térfogatra vonatkoztatva
 - 1.6. Üzemeltetés költsége
 - 1.7. A vagyontárgyak összes értéke
 - 1.8. A teljes rendszer értéke egységnyi vezetékhosszra vonatkoztatva
 - 1.9. A nyersvíz, illetve kezelt víz minőségére vonatkozó mutatók

2. A szolgáltatás minősége:
 - 2.1. Panaszok száma a szolgáltatás kimaradása miatt
 - 2.2. A víz ízére vonatkozó panaszok száma
 - 2.3. A víz szagára vonatkozó panaszok száma
 - 2.4. A nyomásra vonatkozó panaszok száma
 - 2.5. Egyéb panaszok száma
 - 2.6. Az egy főre jutó panaszok száma
 - 2.7. Az új bekötések száma
 - 2.8. A nem tervezett üzemkimaradások (6 óránál tovább tartó) által érintett ingatlanok száma
 - 2.9. Azon üzemkimaradások száma, amely az öntözés tilalmával jár
 - 2.10. Azon üzemkimaradások száma, amely a fogyasztás korlátozásával jár
 - 2.11. Tervezett üzemkimaradások száma
 - 2.12. Nem tervezett üzemkimaradások száma
3. A vízhálózat hatékonyságát és megbízhatóságát tükröző mutatószámok:
 - 3.1. Vezeték kora
 - 3.2. Vezeték anyaga
 - 3.3. Vezeték átmérője
 - 3.4. Adott típusú, méretű és elhelyezkedésű vezetékhez tartozó állapot
 - 3.5. Csőtörések száma
 - 3.6. Egységnyi vezeték hosszra jutó csőtörések száma évenként
 - 3.7. Az elszívárgott víz átlagos mennyisége percenként
 - 3.8. Az elszívárgott víz összes mennyisége
 - 3.9. Az egységnyi idő alatt, egységnyi vezeték hosszra elszívárgott víz mennyisége
 - 3.10. Maximális napi vízigény
 - 3.11. Maximális nyomás
 - 3.12. Csőtörések, szivárgások, stb. helyreállításának száma
 - 3.13. Egységnyi főre jutó vízfogyasztás
 - 3.14. A meghirdetett üzemkimaradás időtartamán belül végrehajtott helyreállítások százalékos aránya
 - 3.15. Nyomás
 - 3.16. A szivattyúzott, mért és kezelt víz mennyisége
 - 3.17. A számlázott vízmennyiség
4. Környezeti hatások mutatószámai:
 - 4.1. Egy főre jutó vízhasználat
5. Kivitelezési, fenntartási, rekonstrukciós költségek és a hatékonyságot jellemző mutatók:
 - 5.1. A vízszétosztás költsége egységnyi szivattyúzott vízmennyiségre vonatkoztatva
 - 5.2. Üzemeltetési és fenntartási költségek
 - 5.3. Egy háztartásra jutó költség
 - 5.4. Egységnyi eladott víz mennyiségére vonatkoztatott költség
 - 5.5. Új vezetékek hossza
 - 5.6. Meglévő vezetékek rekonstrukciója – hossz
 - 5.7. Azon üzemkimaradások százalékos aránya, melyeknek helyreállítása a kitűzött időtartamon belül megtörtént

A teljesítménymutatók közül példaként kiemelhető a hálózaton észlelt szivárgások mértéke, amely egy – a hálózat állapotát tükröző – mutatószám. Az OFWAT 2007-ben felmérést végzett, melynek során Anglia és Wales teljesítménymutatóit különböző európai, illetve Egyesült Államokbeli mutatószámokkal hasonlították össze. A felmérés eredményét az **5-8.** ábra. mutatja. Hasonló jellegű

összehasonlításokkal tehát egy ország helyzete meghatározható a többi ország/város teljesítményéhez képest, azaz országok közötti összehasonlítás végezhető (OFWAT, 2007).



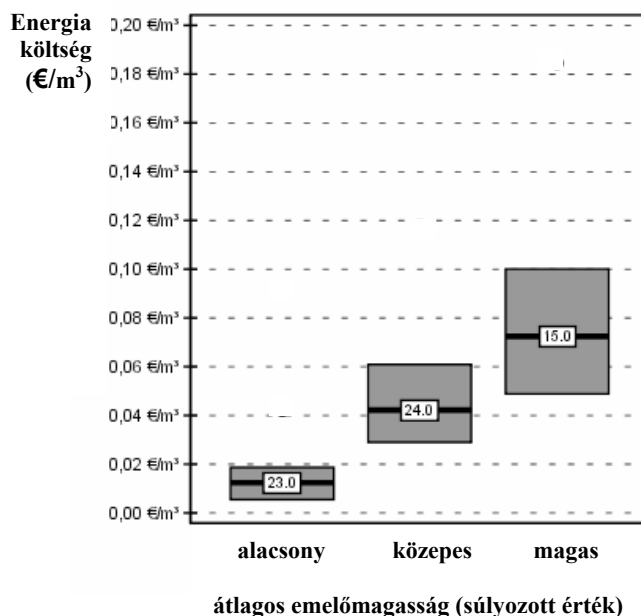
5-8. ábra – Becsült szivárgásértékek összehasonlítása (OFWAT, 2007)

Az IWA (International Water Association, Nemzetközi Víz Szövetség) 2000-ben adta ki a „Performance Indicators for Water Supply Services. Manual of Best Practice” (Teljesítménymutatók a vízellátásban. A legjobb gyakorlat kézikönyve) c. könyvet (Alegre et al., 2000). A kézikönyv a teljesítménymutatók számításához szükséges változókat tartalmazza a pontos definíciókkal, továbbá a mutatószámok számításának módszerét. 2006-ban jelent meg a kézikönyv második kiadása (Alegre et al., 2006). Több ország benchmarking rendszerének alapja az IWA által javasolt teljesítménymutató készlet. A CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks – Ivóvízhálózatok rehabilitációjának számítógéppel segített tervezése) program teljesítménymutatókkal foglalkozó modulja is az IWA indikátorain alapul (Saegrov et al., 2006).

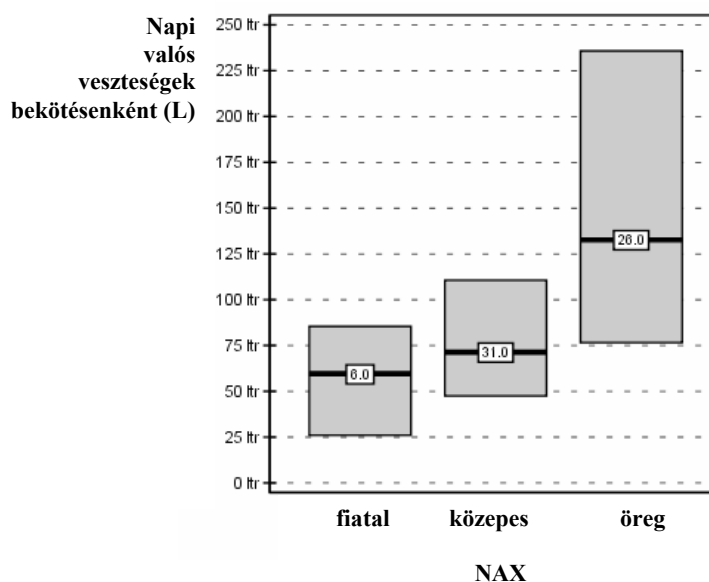
Ausztriában 2002 óta foglalkoznak benchmarkinggal a vízellátás területén. A projekt az OVGW (Osztrák Gáz és Vízi Közmű Szövetség) irányításával indult el, először egy pilot projekttel, 23 vállalat részvételével, melynek teljesítménymutatói az IWA (International Water Association) által javasolt indikátorokon (Alegre et al., 2000), valamint a bajor EffWB projekt indikátorain alapultak (Theuretzbacher-Fritz et al., 2005). 2006-ra már 72 vízmű vállalat vett részt a projektben (a lakosság kb. 50%-át képviselve), és összesen 79 teljesítménymutató alapján történt az értékelés. A vállalatok anonim módon, önkéntes részvétellel csatlakoztak a benchmarking projekthez (Theuretzbacher-Fritz et al., 2006).

Az adatok kiértékelésénél fontos szempont, hogy egy adott vállalat teljesítményét, a hozzá hasonló vállalatok (szerkezetben, domborzat jellegében, nagyságában, stb.) teljesítményével hasonlítsuk össze. Amennyiben elegendő számú vállalat vesz részt a benchmarkingban, a hasonló jellegű vállalatok egy csoportba sorolhatóak, és a csoporton belüli összehasonlítás elvégezhető. Az, hogy milyen szempont szerinti csoportosításra van szükség, az a vizsgálandó indikátortól függ. Pl. az energiaköltségekre jelentős hatása lehet a domborzat jellegének; a vízveszteség értékek és csőtörésszámok összehasonlításakor pedig a „városiasodás” mértékének (vidéki/városi/nagyvárosi) lehet jelentős, befolyásoló hatása. A **5-9. ábra** mutatja az energiaköltségeket az átlagos emelőmagasság (három kategória: alacsony, közepes és magas) függvényében. Az ábrán a 25%-os

kvartilis, a medián és a 75%-os kvartilis szerepel, valamint az adott kategóriába eső vízművállalatok száma. Látható, hogy az átlagos emelőmagasság értékének növekedése a fajlagos energiaköltségek növekedését vonja maga után (Neunteufel, 2007). Ez a példa jól mutatja tehát, hogy önmagában az energiaköltségek vállalatok közötti összehasonlítása félrevezető lehet, amennyiben az átlagos emelőmagasság értékét nem vesszük figyelembe.



5-9. ábra – 1 m^3 termelt vízre jutó energiaköltségek az emelőmagasság függvényében (forrás: Osztrák benchmarking projekt: www.wau.boku.ac.at/wv-bench/E_index.htm)



5-10. ábra – A veszteségek értéke a NAX függvényében (forrás: Neunteufel et al., 2007)

Az osztrák benchmarking projekt keretében új indikátorok kidolgozására is sor került. Ilyen indikátor pl. a hálózat korát jellemző index (NAX: Average Network Age Öndex), amely nem csupán a vezetékek korát veszi figyelembe, hanem azt is, hogy az üzemeltető véleménye szerint adott anyagú vezetékek várható műszaki élettartama mennyi. Ez alapján százalékban kifejezve megadja, hogy a hálózat az anyag és kor szerinti összetételét tekintve, a várható élettartamhoz képest összességében hol tart. Az osztrák benchmarking projekt ez alapján három kategóriába sorolja a hálózatokat: „fiatal”, „közepes”, és „öreg” hálózatok. A **5-10. ábra** mutatja a veszteségek

mértékét a kategória függvényében. Látható, hogy a magasabb NAX értékekhez magasabb veszteség értékek tartoznak.

Az országok közötti összehasonlításra egy átfogó, nemzetközi példa az **IBNET** benchmarking. A Világbank 1990-es évek végén egy nagyszabású, nemzetközi teljesítmény-értékelési programot indított a víz- és szennyvíz-szolgáltató vállalatok körében. Az International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET) elnevezésű kezdeményezés keretében a szolgáltatók egy szabványosított kérdőíven információt szolgáltatnak működésükről. Az egyedi, cégszintű adatokból egy adatbázis készül, mely lehetővé teszi a vállalatok működésének összehasonlító elemzését. A felmérést eddig több mint 70 országban végezték el, köztük Magyarországon is (Kis és Ungvári, 2006).

Az IBNET a mutatószámokat a következő kategóriákba sorolja (IBNET, 2007):

- A szolgáltatás lefedettsége (pl. a szolgáltatásba bekapcsolódott lakosság %-os aránya)
- Víz fogyasztása és termelése (pl. fogyasztás mértéke a különböző jellegű fogyasztók szerinti bontásban; évente a hálózatra táplált víz mennyisége)
- Bevételt nem hozó víz mennyisége (pl. a szolgáltatott és eladott vízmennyiség különbsége és a szolgáltatott vízmennyiség aránya; 1 km vezetékhosszon fellépő napi vízvesztesség mennyisége)
- A hálózat teljesítménye (pl. csőtörések száma)
- A mérés gyakorlata (a mérőórával felszerelt bekötések számának, és az összes bekötés számának százalékos aránya; a mért és eladott víz mennyiségének és az összes eladott víz mennyiségének százalékos aránya)
- Költségek és alkalmazottak (éves üzemeltetési költség és az évente eladott vízmennyiség aránya; 1000 csatlakozásra jutó alkalmazottak száma, 1000 lakosra jutó alkalmazottak száma, stb.)
- A szolgáltatás minősége (a vízminőségi tesztekre, a szolgáltatás folyamatosságára, a panaszok számára vonatkozó indikátorok)
- Számlázás (pl. az üzemeltetésből adódó bevétel az eladott víz mennyiségére vonatkoztatva)
- Pénzügyi teljesítmény (pl. a teljes, üzemeltetésből adódó éves bevétel, és az éves üzemeltetési költség hányadosa)
- Vagyontárgyak (pl. állótőke értéke és az ellátott lakosság aránya)
- Anyagi szempontból mennyire engedhető meg a szolgáltatás igénybevétele? (pl. a lakossági vízdíj állandó összetevője)
- Folyamat indikátorok (pl. mi a beruházások fő forrása?, van elismerés, illetve jutalom az alkalmazottaknak? van a vállalatnak az alkalmazottak továbbképzésével kapcsolatos stratégiája?, stb.)

Magyarországról az IBNET felmérésben 22 vízi közmű vállalat vett részt és adta közre a kb. 100 lekérdezett változó több éves idősorát. A Világbank nemzetközi elemzésén túl a MAKK (Magyar Környezetgazdaságtani Központ) egy részletes tanulmányt állított össze, amelyben mintegy 30 indikátor segítségével értékelte a vállalatok teljesítményét. A MAKK tanulmányának célja az ágazatban zajló folyamatok feltérképezése, számszerűsítése volt, valamint visszajelzés a felmérés résztvevőinek a mintán belüli relatív pozíciójukat illetően. (Kis és Ungvári, 2006)

5.3.3. Teljesítménymutatók alkalmazása a rekonstrukciótervezésben

Az említetteken kívül még számos nemzetközi példát lehetne felsorolni a benchmarking alkalmazására (pl.: az AWWA – American Water Works Association által kiadott kézikönyv; a skandináv „6-Cities Group” Oslo, Stockholm, Göteborg, Malmö, Helsinki, Koppenhága

részvételével), azonban a részletesen bemutatott példákon keresztül már jól látható a módszer lényege és célja, illetve hasznosíthatósága a vízellátó hálózatok rekonstrukciójának tervezésében:

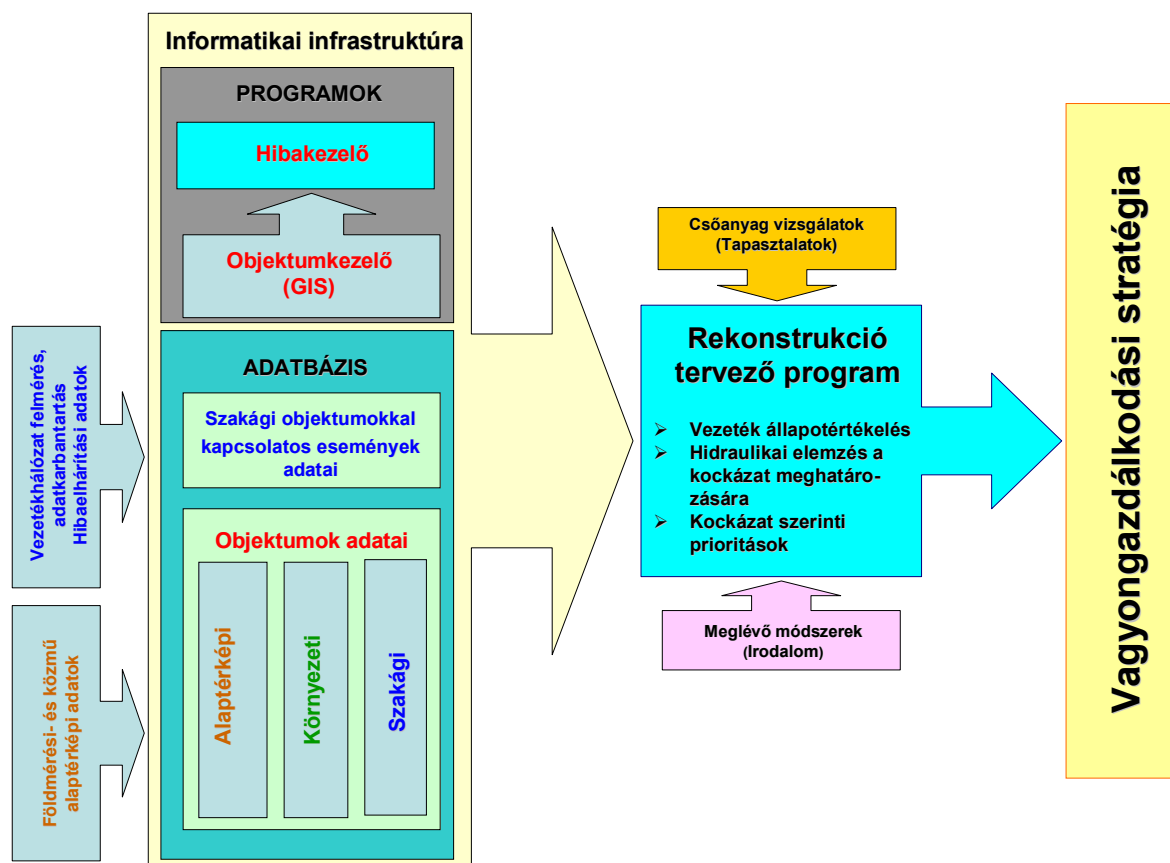
- Vízmű vállalatok teljesítménymutatóinak összehasonlítása alkalmával egy vállalat kritikus teljesítménymutatói meghatározhatóak (a többi vállalathoz képest rosszabb teljesítmény).
- Amennyiben egy hálózat zónáira határozzuk meg a teljesítménymutatókat, úgy a hálózaton belüli kritikus helyek meghatározhatóak.
- Több éves adatsor esetén az indikátorok időbeli változása mutatja a teljesítmény javulását vagy romlását, amely szintén a rekonstrukciós igényekre hívja fel a figyelmet.
- Rekonstrukciós tervek végrehajtásának pozitív hatása (vagy esetleg az elmaradt pozitív hatás) szintén megmutatkozik a teljesítménymutatók értékén.

5.4. A rekonstrukció tervezés főbb fázisai

A nemzetközi és hazai gyakorlat, és tapasztalatok szerint a rekonstrukció megalapozott tervezése a következő feladatok elvégzését jelenti:

1. Technikai avulásból adódóan vagy szolgáltatáson kívüli okok miatt szükségessé váló felújítások, rekonstrukció meghatározása
 - a. Terhelési prognózisok készítése
 - b. Hidraulikai rendszervizsgálatok
 - i. A meglévő rendszer kapacitásainak ellenőrzésére, felmérésére
 - ii. A távlati igényeknek is megfelelő, lehetőség szerint optimális (költség-hatékony) rendszerkialakítás kidolgozására
2. Elhasználódásból adódóan
 - a. Vezeték állapotértékelés
 - i. Homogén vezetékcsoportok képzése
 1. Csőanyag (csőtípus és gyártó)
 2. Átmérő tartományok
 - ii. Az állapotkategóriákba sorolás kritérium rendszerének meghatározása
 - iii. Egyes vezetékek (objektumok) állapotkategóriákba sorolása
 - iv. Átmenet valószínűség mátrix elemeinek meghatározása, kalibrálása
 - b. Lehetséges károk
 - i. A meghibásodások, illetve azok javítása alatt bekövetkező nyomáscsökkenések, kiöntések következtében fellépő károk meghatározására hidraulikai rendszervizsgálattal
 - ii. A meghibásodással kapcsolatos közvetlen költségek meghatározása
 - iii. A környezetben okozott károk meghatározása
 - c. Vezeték kockázat meghatározása, rangsor kialakítása
3. A kockázat elemzés és a távlati hidraulikai vizsgálatok eredményeinek egyesítése rekonstrukciós döntési alternatívákba.

A felsorolt feladatok megoldása igen összetett, jelentős szakmai felkészültséget igénylő feladata, amelyhez az **5-7..ábra** szerinti fejlesztések jelentős segítséget nyújthatnak.



5-7.ábra – A rekonstrukció tervezés módszertani fejlesztése

5.5. Az Ivóvízminőség-javító Programmal kapcsolatos, legsürgetőbbben rekonstrukció alá kerülő vezetékszszakaszok kiválasztási módszerének meghatározása

Magyarország EU csatlakozásának következménye, hogy azokon a településeken, ahol a szolgáltatott ivóvíz minősége nem felel meg az EU követelményeknek, megadott határidőn belül gondoskodni kell a megfelelő minőség fenntartható biztosításáról. A vonatkozó, azóta hatályon kívül helyezett magyar szabvány és a 98/83/EK irányelvben rögzített vízminőségi határértékek közötti eltérések miatt az ország több térségében, több száz településen kell gondoskodni a megfelelő minőségű ivóvíz szolgáltatásáról. Az Ivóvízminőség-javító Program a 201/2001. (X.25).sz. Kormányrendeletben került meghirdetésre, melyben meghatározták azokat a településeket, amelyeken vízminőséget 2006 december 25-ig, illetve 2009. december 25-ig a kívánatos határértéknek megfelelően kell biztosítani.

A majd 1000 települést, és mintegy 2,5 millió embert érintő Ivóvízminőség-javító Program a jogszabályban rögzített határidőkhöz képest jelentős lemaradást mutat.

A célkitűzésként meghatározott ivóvízminőség hosszú távú, fenntartható biztosításához azonban nem elegendő csupán a betáplálási pontokon biztosítani a megfelelő minőséget. A vízminőség alakulása függ a hálózat aktuális állapotától és a rendszer többi elemétől. A hálózatban áramló víz minőségének a szivattyúteleptől a fogyasztóig kimutatható fokozatos romlását az okozza, hogy az

adott víztérfogat a csőben vándorolva jelentős méretű csőfelülettel kerül érintkezésbe. Kedvezőtlen hidraulikai viszonyok, tartósan alacsony áramlási sebességek mellett megfigyelhető az igen finom szemcséjű hordalék lerakódása, a korróziós képződmények kialakulása és a kémiai-biológiai eredetű rétegek tapadása. Ezek a jelenségek általában az elosztó jellegű, kisebb átmérőjű vezetékeken gyakrabban fordulnak elő.

A szállított vízben mindig találhatók szerves vagy ásványi részecskék. Ezek vagy a betáplált vízben is jelen voltak, vagy az áramlás során váltak, csapódtak ki, de gyakran a fektetés, javítás során a vezetékben hagyott szennyeződések maradékai. Ezeket a víz magával ragadja és a kisebb sebességű helyeken lerakja (végágak, tározók, stb).

Az ivóvízben az egészségre ártalmatlan csírák is előfordulnak. Kedvező körülmények között elszaporodhatnak, és a csőfalon bevonatot alkotnak. Ezt nevezzük biofilmnek. Ezek a mikro-szervezetek, a csőfalon található szerves anyagokat, a vízzel érkező szerves anyagokat hasznosítva tovább fejlődnek addig, amíg a növekedésük a tápanyag hozzáférhetőségét nem akadályozza. A biofilm mindenképpen potenciális veszélyforrás. Egyensúlyának felborulása vízminőségi panaszokat okozhat, a biofilm alatt kialakuló oxigén hiányos környezet pedig a korróziós folyamatokat serkenti.

A hálózat rekonstrukciója szempontjából a vízminőség megőrzése céljából mindenekelőtt a következő alapvető szempontokat kell figyelembe venni:

- A vízmű a termelő, tisztító, elosztó, fogyasztó, tároló egységek együttese, amely rendszerre a dinamikus egyensúly a jellemző.
- A betáplálás vízminőségének, intenzitásának, esetleg helyének megváltoztatása ennek az egyensúlynak felborulását eredményezheti, ami jelentős vízminőségi panaszokhoz, vízminőség romláshoz vezethet.
- A körülmények változásából adódó vízminőségi panaszok elkerülésének egyetlen megbízható módszere a hálózat tisztítása, amelynek feltétele a hálózat megfelelő szakaszolhatósága és a tisztító eszközök, berendezések hálózatba juttatására és onnan történő eltávolítására alkalmas csomópontok rendelkezésre állása.

Vízellátó rendszerek fontos eleme a tározó, ahol szintén minőségi változások jöhetnek létre. A tározóból távozó víz szinte sohasem az oda érkező víz minőségével, s a szennyezés mértéke akkor növekszik meg, amikor a vízszint közelebb kerül a fenékre leülepedett réteghez. Ennek kedvezőtlen hatása ellen részben a tározó sűrűbb mosásával, részben utóklórozó telepítésével lehet védekezni. A víztárolás fő célja ugyan vízmennyiség-, és energiatárolás, de célja lehet a vízminőség javítása is. Ha a vízben utólagos vegyi folyamatok hatására lebegőanyag válik ki, azt tározóban célszerű visszafogni, és nem szabad az elosztóhálózatba engedni. Ez a viszonylag új követelmény, aminek a mai tározók nagy része nem felel meg, ezért ezek is rekonstrukcióra szorulhatnak (pl. a belső hidraulikai viszonyok javításával).

A vízminőség javító program célkitűzéseivel összhangban, véleményünk szerint nem kerülhető el az érintett települések hálózatainak, illetve ezek összekötésével létrehozott térségi, vagy regionális rendszerek több szempontból történő ellenőrzése és a hálózat rekonstrukciós feladatok pontos meghatározása:

- Részletes hidraulikai vizsgálattal meg kell határozni a betáplált vizek keveredését és tartózkodási idejét a hidraulikailag összefüggő vízellátó rendszerben a jelenlegi és távlati legnagyobb napi, átlagos napi és minimális napi vízigények esetére. Fel kell tární a pangó (24 órát meghaladó vízkorú) hálózati vezetékszakaszokat, és javaslatot kell kidolgozni azok felszámolására, vagy megfelelő karbantartásukra. A vizsgálatok alapján meghatározott rekonstrukciós feladatok az Ivóvízminőség-javító Projekt keretéből finanszírozandók, a karbantartási feladatok természetesen nem.

- A direkt módon történő vízminőség-javító beruházásokhoz kapcsolódva, a meglévő hálózatok csővezetékeit tisztítani szükséges. A tisztítást minden esetben alapos helyszíni felmérés előzze meg, ami a következőkre terjedjen ki:
 - Szakaszhosszosság.
 - A tisztító eszközök, berendezések hálózatba juttatására és onnan történő eltávolítására alkalmas csomópontok rendelkezésre állása.
- Amennyiben a hálózaton a feltételek valahol nem adóttak a tisztítás végrehajtásához, akkor a projekt keretében a feltételeket meg kell teremteni. Fontos azonban tudni, hogy egy-egy konkrét rendszer esetében ez mekkora, és milyen költségű feladat.
- Szükségesnek tartjuk a rendszerben található tározók ellenőrzését és szükség szerinti tisztítását.
- Az ivóvízminőség javító beruházás része a hálózat és a medencék és víztornyok egyszeri tisztítása, a beruházás üzembe helyezését megelőzően.

Véleményünk szerint a szolgáltatással összefüggő, vagy attól független okokból felmerülő, az előzőekben felsoroltakon kívüli rekonstrukciós igények kielégítése sem közvetlen, sem közvetett módon nem szolgálja az Ivóvízminőség-javító Program célkitűzéseit. Ezek megoldása a szolgáltatásért felelős tulajdonos és egyben díjmegállapító hatóság feladata, amelyhez a forrást a mindenkori vízdíjban kell megteremtenie !

Mégis, amennyiben a projekt keretében szabad forrás áll rendelkezésre azt érdemes egy egyszerűsített, alapvetően az üzemeltetői tapasztalatokra alapozott állapotértékelés alapján kiválasztott vezeték rekonstrukcióra fordítani. A rekonstrukcióra kerülő vezetékszakaszok kiválasztásának módszerére, tekintettel arra, hogy nem garantálható a megfelelő adatok rendelkezésre állása, csak szakértői becslésen alapuló módszer javasolható. Az 4. fejezetben bemutatott módszerek közül a pontozáson alapuló rangsorolás (4.1.4 fejezet) javasolható, mint legegyszerűbb, legkevésbé adat és munkaigényes megoldás, a kiválasztásra. A módszer alkalmazásának azonban feltétele, hogy a rangsor megállapításában ténylegesen is helyismerettel és átfogó ismeretekkel rendelkező szakértők egyaránt vegyenek részt ! A lebonyolítás a következő séma szerint képzelhető el:

1. A helyi üzemeltető elkészíti prioritási sorrendbe rendezett rekonstrukciós javaslatát.
2. A javaslathoz készített dokumentáció mindazokat az adatokat tartalmazza, ami a pontozásos kockázatelemzéshez szükséges.
3. A projekt értékelésében résztvevő, speciálisan a rekonstrukciótervezésben jártas független szakértő a javaslatot pontozásos módszerrel ellenőrzi és véglegesíti.
4. A véglegesített rangsorból a keretből finanszírozható beruházásokat, költségszámítás után jelöli ki a projekt értékelését végző bizottság.

5.6. Hosszútávon szükségessé váló feladatok meghatározása (módszertani összefoglaló)

A vezetékhálózati rekonstrukció tervezése összetett feladat, melynek fő célkitűzése a szolgáltatás színvonalának fenntartása, és a fogyasztói igények kielégítésének hosszú távú biztosítása. A feladat megoldása az ellátó rendszer bonyolultsága és kiterjedtsége miatt is komoly szakmai felkészültséget igényel.

Mind a nemzetközi, mind a hazai tapasztalatok és fejlesztések eredményeinek felhasználása a tervezés alapadatainak folyamatos gyűjtését, korszerű információ technológiai megoldások alkalmazásával történő rendszerezését igényli. Ez a hosszabb időszakon keresztül, folyamatosan

végzett tevékenység jelentheti az alapot a műszakilag és gazdaságilag optimális rekonstrukciós döntések meghozatalához.

Maga a rekonstrukció tervezése a vagyongazdálkodási stratégia részének tekintendő. A döntési alternatívák kidolgozása keretében elvégzendő feladat a távlati igényeket is kielégítő, rendszerszintű összhangot teremtő, a meghibásodási kockázat mértékét hatékonyan csökkentő beruházások műszaki tervezése.

Az 5. fejezetben részleteiben is áttekintettük a rekonstrukció tervezés, és a tervezés előkészítésének feladatait és lépéseit. A fejezet utolsó részében meghatároztuk az Ivóvízminőség-javító Programhoz közvetlenül kapcsolható rekonstrukciós igényeket, és az igények kielégítését célzó műszaki beavatkozások meghatározásához szükséges tervezési feladatokat:

- Részletes hidraulikai vizsgálattal meg kell határozni a betáplált vizek keveredését és tartózkodási idejét a hidraulikailag összefüggő vízellátó rendszerben a jelenlegi és távlati legnagyobb napi, átlagos napi és minimális napi vízigények esetére. Fel kell tárni a pangó (24 órát meghaladó vízkorú) hálózati vezetékszakaszokat, és javaslatot kell kidolgozni azok felszámolására, vagy megfelelő karbantartásukra. A vizsgálatok alapján meghatározott rekonstrukciós feladatok az Ivóvízminőség-javító Projekt keretéből finanszírozandók, a karbantartási feladatok természetesen nem.
- A direkt módon történő vízminőség-javító beruházásokhoz kapcsolódva, a meglévő hálózatok csővezetékeit tisztítani szükséges. A tisztítást minden esetben alapos helyszíni felmérés előzze meg, ami a következőkre terjedjen ki:
 - Szakaszolhatóság.
 - A tisztító eszközök, berendezések hálózatba juttatására és onnan történő eltávolítására alkalmas csomópontok rendelkezésre állása.

Amennyiben a hálózaton a feltételek valahol nem adottak a tisztítás végrehajtásához, akkor a projekt keretében a feltételeket meg kell teremteni. Fontos azonban tudni, hogy egy-egy konkrét rendszer esetében ez mekkora, és milyen költségű feladat.

- Szükségesnek tartjuk a rendszerben található tározók ellenőrzését és szükség szerinti tisztítását.
- Az ivóvízminőség javító beruházás része a hálózat és a tározó(k) egyszeri tisztítása, a beruházás üzembe helyezését megelőzően.

6. Hatékonyság és gazdaságosság, a vízdíjjal kapcsolatos várható hatások

- *Ajánlások az EU Víz Keretirányelv szerinti teljes költségmegtérülésből adódó díjmeghatározás módszerére.*
- *A várható vízdíj emelkedéséből következő negatív társadalmi hatások csökkentési lehetőségeinek áttekintése.*

A számvitelről szóló 2000. évi C. törvény (a továbbiakban: számviteli törvény) értelmében megengedett a közművagyon felértékelése, ha feltételezhető a tárgyi eszköz nagymértékű vagyonvesztése. A vagyonvesztés a víziközművek esetében szinte mindenütt tényszerűen bizonyíthatóan bekövetkezett, hiszen

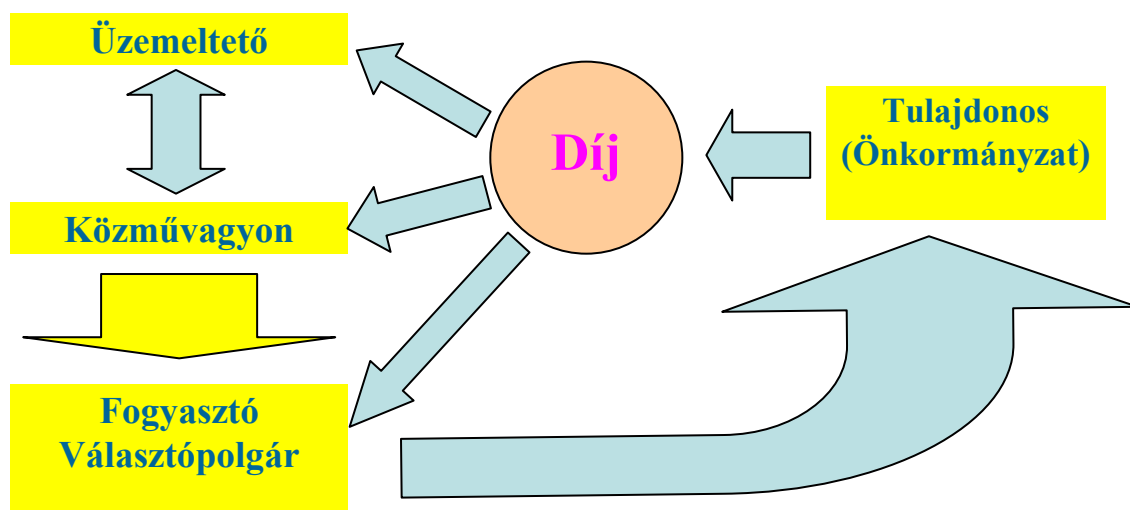
- a vagyonátadáskor éppen a díjak alacsonyan tartása érdekében alulértékelték a vagyontárgyakat,
- a rendszerváltást követően majd egy évtizedig kétszámjegyű infláció volt,
- a tulajdonosok többsége a beszedett felújítási díjhányadot sem rekonstrukcióra költötte.

A tényleges amortizációs költség meghatározásához ezért az első lépés a közművagyon újraértékelése, jelenértékének meghatározása (valorizálása). A felértékelést és azt követően a tényleges értékcsökkenés (amortizáció) számítás gyakorlatát támogatja az EU Víz Keretirányelvének útmutatása is. Az irányelv általánosságban előírja a vízhasználatokkal kapcsolatos tényleges költségeknek a használati díjban való elszámolását. Ez a hazai víziközmű díjképzési és elszámolási gyakorlathoz képest jelentős változás, hiszen a teljes és tényleges amortizációs költséget, és az időszakos és rendszeres felülvizsgálatok költségeit egyaránt be kell építeni a szolgáltatási díjba.

Ennek háttere a megfelelő vagyonfeltárás (objektum nyilvántartás), a költségek objektum szintű nyilvántartása (karbantartás, hibakezelés) és egyéb a rekonstrukció tervezését szolgáló nyilvántartások vezetése (környezeti tényezők és hatások), elemzések (hálózatanalízis), döntéstámogató szakértői vélemények készítése. Tapasztalataink szerint a 90-es években lefolytatott vízi közmű vagyon átadások után, a jelentős mértékű infláció ellenére, a vagyonérték aktualizálása elmaradt. A tulajdonviszonyok átrendeződése következtében a legrosszabb helyzetben az önkormányzatok kezelésében található közművagyon van, ugyanis nagyon sok helyen pontatlan és nem objektumszintű a vagyonszámla. A vagyon elemek pontos ismeretének igénye a szolgáltatási díj meghatározásán túlmutat, mivel a közmű rekonstrukció forrása, az „amortizációs kassza” jelenleg forráshiányos, és ennek korrigálása csak „sokkhatásszerű” díjemeléssel lehetséges. A várható élettartam reális becslésével ez a sokkhatás mérsékelhető, és elviselhető átmenettel vezethető be a teljes költségmegtérülést biztosító szolgáltatási díj.

6.1. A tulajdonviszonyok és díjmeghatározás ellentmondásai

Az **6-1.ábra** alapján látható a közművek alapvető problémája, az előző definícióban felsorolt összetevők egymásra hatása.



6-1. ábra – A díjmeghatározás dilemmája

A vízi közmű **tulajdonosának** az önkormányzati törvényben meghatározott ellátási kötelezettsége áll fenn. Ezt a feladatot hosszabb távon csak a tulajdonában található közmű vagyon üzemképes állapotban tartásával tudja megoldani. Tekintettel arra, hogy önmaga nem rendelkezik a megfelelő szaktudással, megfelelő szakmai felkészültségű üzemeltető szervezetet hoz létre, vagy választ. Az üzemeltető, feladatai elvégzése során, szakmai felkészültségének megfelelő színvonalon, hatást gyakorol a közmű állapotára. Az üzemeltetés során keletkezett adatok ismeretében javaslatot készít a szolgáltatás díjára, de a szolgáltatás díját a tulajdonos határozza meg. A tulajdonos döntésén múlik, hogy az általa elfogadott díjból a közmű állapota szinten tartható, esetleg fejleszthető legyen. Ennek a döntésnek a következménye hosszútávon a közmű, mint műszaki létesítmény mindenkori állapota és a közművagyon mindenkori nagysága. Közgazdaságtanilag az „egyszerű” újratermelés biztosítja a közművagyon zérus vagyonvesztését, a bővített újratermeléssel csökkenthetjük a fajlagos önköltséget és növekszik a gazdálkodás hatékonysága.

Az **üzemeltető** elsősorban a fogyasztó érdekében dolgozik, hogy a díj fejében a lehető legjobb szolgáltatást biztosítsa.

A **fogyasztó** szerepét vizsgálva egyrészt, mint igénybevevő szerepel, másrészt pedig, mint választópolgár. Az utóbbi miatt azonban hatással van a tulajdonos (önkormányzat) ármeghatározó szerepére. Ez a folyamat azonban könnyen „átpolitizálttá” válhat, azáltal, hogy a tulajdonosi jogokat gyakorló szervezet tagjai (önkormányzati képviselők) rövidtávú, személyes érdeke a szolgáltatási díj alacsony szinten tartása, politikai pozíciójuk megtartása érdekében. Ilyen érdekviszonyok mentén könnyen megtörténhet, hogy a megállapított díj még az egyszerű újratermelést sem finanszírozza, és ez vagyonvesztéshez vezet.

A **probléma**, hogy a folyamat szereplői döntéseik hatásait nem érzékelik. A fogyasztó csupán pillanatnyi érdekeit ismeri és hajlandó szem előtt tartani (alacsony díj), a politika választási ciklusokban gondolkodik (négy év), a döntések hatásai azonban ennél sokkal hosszabb távon jelentkeznek (15 – 30 év).

Ebből a folyamatból – ellentétben a nálunk fejlettebb országokkal - hazánkban hiányzik a független, szakmai döntési kontroll (ellenőrző szervezet), mely biztosítaná, hogy a megállapított díj közgazdaságilag mindenképpen biztosítsa a közművagyon „zérus” vagyonvesztését, vagyis legalább az egyszerű újratermelést.

Számviteli szempontból a szolgáltatási díj két fő részre bontható:

- Működési költség (bér, anyag, energia, stb.)
- Értékcsökkenés (amortizáció)

Amennyiben a megállapított díj nem biztosít mindkét feladatkör ellátásához megfelelő forrást, úgy elkezdődik a vagyon felélése, a jövő eliminálása.

Az amortizáció a vagyon újratermelésének forrása. A probléma gyökere, hogy a legtöbb esetben az üzemeltetett közművagyon tényleges értékét sem ismerjük pontosan, és így az amortizációs érték is csak virtuális lehet.



6-2. ábra

Az amortizáció a következőket fejezi ki:

- a tárgyi eszköz műszaki - gazdasági avulásának pénzben kifejezett értéke;
- a befektetett tőke visszanyerése.

Nagyságát a tőke leírásával határozhatjuk meg. A leírás módszere lehet lineáris, degresszív vagy progresszív.

Az amortizáció mértéke, mint költség többféleképpen határozható meg:

- EU Víz Keretirányelv alapján;
- Szinten tartásra törekedve (zérus vagyonvesztés);
- Évről-évre „folyamatosan” csökkenő módon.

Az EU Víz Keretirányelv közmű finanszírozási ajánlása szerint a szolgáltatás díjába be kell építeni a teljes működési költséget és a szükséges amortizációt. Amennyiben az amortizációt helyesen állapítjuk meg, úgy elérhető a „zérus vagyonvesztés”.

A jelenlegi hazai helyzetben a közművagyon nyilvántartása nem naprakész. A vagyonkezelés kettőssége miatt az amortizáció elszámolása a tulajdonos szervezet felkészültségére és jóindulatára van bízva. A helyzet rendezésére, az összetett kedvezőtlen hatások csökkentésére, egyetlen lehetőség van, a vagyonnyilvántartás megújítása és a nyilvántartott vagyoni érték korrekciója, a vagyon újraértékelése.

A felértékelés utáni amortizáció számítás gyakorlatát támogatja az EU Víz Keretirányelvének útmutatása, amely az üzemeltetés összes költségének elszámolását irányozza elő (a teljes és tényleges amortizációs költség beépítését a szolgáltatási díjba). Ez azt jelenti, hogy a magyarországi víziközmű üzemeltetőknek, illetve a közmű tulajdonosainak az elkövetkező években fel kell mérni és értékelteni az üzemeltetett közmű vagyont, a közművagyon értékének valorizálása érdekében. Erre vonatkozóan remélhetőleg a készülő Vízi Közmű Törvény fog megfelelő szabályozási keretet biztosítani.

6.2. A közművagyon értékvesztése

Az infláció sokféleképpen teríti szét a gazdaságban a jövedelem és a vagyon veszteségeit. A vagyonvesztés elsősorban a mikro szintű szervezetek készpénzes jövedelmeit és vagyontárgyait érinti, de az értékcsökkenés elszámolásának elmaradásából adódó pótlási hiány révén kiterjed a fizikai vagyonelemekre is. Az amortizációs pótlási hiány fogalma elsősorban arra utal, hogy az amortizációs számlán leírt költségek összege (akár megvan a valóságban, akár nincs) nem elég, vagy nem volna elég a szinten tartó, vagyis az egyszerű pótló beruházások összességének finanszírozására. Ebből a szempontból a pótlási hiány számviteli forráshiányt jelent.

A beruházási pótlási hiány azt jelenti, hogy az éves értékcsökkenés, és az adózott nyereségnek a beruházásokra – amennyiben a közművagyon az üzemeltető könyveiben szerepel – fordított része, valamint a külső (egyéni és vállalati, belföldi és külföldi) befektetések együttes forrása sem teszi ki az egyszerű szinten tartás (zérus vagyonnövekedés) pótlási szükségletét. Ez tehát már nem egy egyszerű számviteli rubrika problémája (ha onnan nincs elég pénz, ahonnan egy normális gazdálkodás és számvitel esetén származnia kellene), hanem egy valóságos (abszolút) vagyonvesztés, amely egy zsugorodó vállalatra jellemző folyamat.

Ez a folyamat pedig jellemző a legtöbb magyarországi közmű vállalatra. Ennek oka, hogy a korábbi számviteli törvény nem engedte meg a valóságos (valorizált) vagyonvesztés elszámolását.

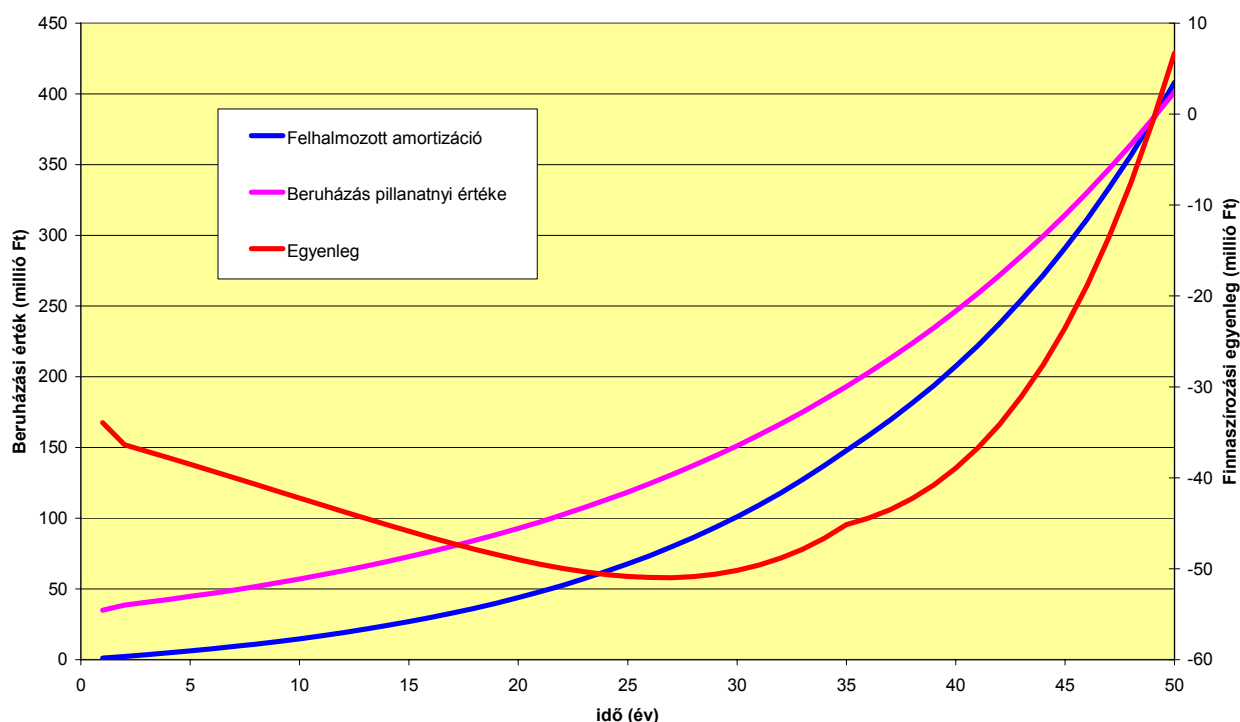
A számviteli törvény szerint egy 20 évvel ezelőtt 35 millió Ft beruházással létesített vezetékhálózatra, amelynek az alkalmazott amortizációs kulcsból adódó élettartama 35 év (példánkban a 3 %-os amortizációs leírást 35 évvel egyszerűsítettük) az aktiválást követő minden egyes évben 1 millió Ft-ot számolható el értékcsökkenésként, a lineáris amortizációs számítási képlet alapján. Ha egyszerűen felhalmoznánk ezt az évente keletkező összeget, a 35. évben elvileg rendelkezésre áll 35 millió forint pénzüsszeg a felújításra. Az is nyilvánvaló, hogy inflációból eredő árváltozások miatt ebből az összegből nem lehet a vezeték rekonstrukcióját finanszírozni. Közismert tény ugyanis, hogy az általános árszínvonal évről évre emelkedik, ezzel együtt a pénz vásárlóereje csökken, tehát a ma megkapott pénz reálértéke nagyobb a jövőben esedékes pénz reálértékénél. Természetesen a víziközmű üzemeltető kezd valamit a keletkezett amortizációs pénzeszközzel és nem hagyja elértéktelenedni. Feltételezzük, hogy az infláció hatásainak csökkentése érdekében a díjjal beszedett amortizációs pénzüsszeget a vállalat elhelyezte a legkedvezőbb ajánlatot adó bankban. A példában a piaci banki kamat optimista becsléssel 2%-kal magasabb, mint az infláció mértéke, vagyis a teljes időszakra feltételezett évenkénti infláció 5%, míg a bank által nyújtott kamat 7%. A 35 évvel ezelőtt befektetett 35 millió Ft az élettartam végére diszkontálva 193 060 538 Ft-ot jelent, vagyis ennyi a kicserélendő vezeték beruházási értéke. Az amortizáció klasszikus elszámolása során felhalmozott pénzüsszeg pedig csak 147 913 460 Ft.

A mintapélda tehát jól szemlélteti az üzemeltető gondját a rekonstrukcióhoz szükséges pénzüsszegek előteremtése kapcsán, a szükséges 193 060 538 Ft helyett csak 147 913 460 Ft áll rendelkezésre, a **hiány tehát 45 147 078 Ft**.

A valóságban az egy évben keletkezett amortizációt az éppen szükséges rekonstrukciós munkákra használjuk fel. Abban az esetben, ha a vagyon átlagéletkora magas (a vagyon „öreg”) akkor az évente képzett összes amortizáció – a mintapéldához hasonlóan – kevesebb, mint a szükséges rekonstrukciós munkákra fordított pénzeszköz.

Minden felkészült üzemeltetőnek tudnia, vagy éreznie kell, hogy az általa üzemeltetett rendszer vezetékei várható élettartamának függvényében közgazdaságilag egyenlegben van-e, vagy sem. A **6-3.ábrán** bemutatjuk a mintapélda szerinti pénzügyi mutatók (felhalmozott amortizáció, beruházási érték, a kettő különbsége) alakulását. Az ábra mutatja, hogy a felhalmozódó amortizáció csak az 50. év végére kerül egyenlegbe a számítható beruházási értékkel. Természetesen egy konkrét, valóságos vízellátórendszer esetén a fenti példa a vezetékek

összességének „rekonstrukciós forrástermelő” képességére vonatkozik, vagyis az amortizációs időt úgy kell megállapítani, hogy a kieső vezetékek rekonstrukciós költségeit mindenkor finanszírozza az amortizáció elszámolásából keletkező bevétel. Ez azt jelenti, hogy „pontosan” tudni kell az egyes vezetékek várható rekonstrukciós idejét, illetve a várható rekonstrukciós igényt és ennek függvényében kell az amortizációs politikát, az optimális leírási időt meghatározni. Az optimális leírási idő ismeretében a szükséges rekonstrukciós forrás mindenkor biztosítható lesz.



6-3.ábra – Beruházás érték inflációs változása és az értékcsökkenés felhalmozása

Általánosságban elmondható, hogy hazánkban a víz, mint természeti erőforrás ára alacsony, mind a mai napig alulértékelt. A víz reális ára biztosíthatja a takarékos gazdálkodást, illetve forrása lehet az erőforrás megőrzésének. **AZ EU vízárpópolitikájának lényege** tehát a „felhasználó fizess” elv **alkalmazása**, amely tartalmazza a „szennyező fizess” elvet is. Ez biztosíthatja a pénzügyi ösztönzést ahhoz, hogy a szolgáltatások használói kerüljék a pazarlást és a szennyezést.

A költségek három elemből tevődnek össze:

- pénzügyi költségek,
- környezeti költségek,
- erőforrás költségek.

A hatékony vízárképzés ösztönzi:

- a vízhasználatok hatékonyságának növelését,
- a vízszolgáltatási infrastruktúra megfelelő nagyságának kialakulását, a költség-hatékonyság javulását,
- a pénzügyi erőforrások mobilizálását, biztosítva a vízi infrastruktúra pénzügyi életképességét és a környezetvédelemhez szükséges források előteremtését.

A Víz Keretirányelv hatályba lépéstől számítva 10 évet határozott meg arra, hogy a tagországok érvényesítsék a teljes költségmegtérülés elvét a vízárpópolitikájukban. **Tehát 2010-ig meg kell valósítani a teljes mértékben önfinanszírozó szolgáltatást.**

Várhatóan az Európai Unió a jövőben csak olyan projekteket fog támogatni, ahol igazolható a költségmegtérülés elve, tehát az árképzésben biztosítani kell a termelő, szolgáltató eszközök pótlására szolgáló pénzeszközöket. Magyarországon, reményeink szerint, ezt a Víziközmű Törvény és a hozzá kapcsolódó árrendelet fogja szabályozni, amely jelenleg előkészítés alatt van.

A közmű üzemeltetésben a beruházás aktiválás kori értékéből képzik az értékcsökkenést. Az infláció figyelmen kívül hagyásából adódóan tehát mindenképpen vagyonszűkülés áll elő. Ennek értéke az infláció mértékétől függ. A Magyarországi vízi közmű üzemeltetők vagyonának jelentős része létezett a 90-es évek két számjegyű inflációs időszakában is, ebből következően az elszámolt amortizáció csak a beruházási igények töredékét képes fedezni.

Mint említettük a **jelenlegi pénzügyi szabályozások már lehetőséget adnak** bizonyos esetekben arra, hogy a korábbi rossz amortizáció elszámolási metodika által generált pénzügyi anomáliákat valamelyest korrigálni lehessen. A korrekció első lépése, hogy a **vagyont** az aktuális árszínvonal mellett **felértékelik**. Ennek során kiderülhet, hogy a tárgyi eszköz aktuális piaci értéke jóval magasabb, mint a könyvelésben található nyilvántartási értéke. Ebben az esetben érdemes korrigálni a könyvi értékeket, és a továbbiakban e szerint számítani az amortizációt a fennmaradó időszakra, ezáltal biztosítva a felújítás pénzügyi forrásait.

A vagyonfelértékeléssel a legtöbb esetben valamilyen vagyonátadás során élnek a cégek. Ezt a lehetőséget leginkább a hosszú leírási idővel bíró beruházások esetében célszerű alkalmazni, mint amilyenek a vízi közmű beruházások. Ugyanis, ahogy a mintapéldában is bemutattuk a hosszú időintervallum és az infláció, illetve az ipari árindex változása miatt az újjáépítés és az arra tartálékolt pénzügyösszegek között jelentős különbségek adódnak.

6.3. Vagyongazdálkodási megközelítés

6.3.1. Amortizációs mutató

Az amortizációs mutató a közmű vagyon éves amortizációjának és a nettó értékének hányadosaként határozható meg.

$$AM = \frac{Ecs}{Er} \cdot 100 [\%]$$

Ahol AM - amortizációs mutató
 Ecs - értékcsökkenési leírás éves összege
 Er - aktuális, valorizált vagyonérték

Az **amortizációs mutató** jellemzi egy vagyontárgy halmaz elértéktelenedését, korosodását. Tehát minél öregebb az adott vagyon, annál kisebb az amortizációs mutató értéke.

Amennyiben kiszámítjuk egy átlagos magyar vízmű amortizációs mutatóját 1 – 2 %-os értéket kapunk. Ezzel ellentétben, ha figyelembe vesszük a vagyontárgyak leírási idejét (7 – 50 év) és valorizált értékeket alkalmazunk az éves amortizáció számításához, akkor ennek az értéknek optimális esetben 5-6 % körül kellene lenni. A valorizált vagyon figyelembevételével számított amortizációs mutató „koros” (pl.: jellemzően vízhálózat) rendszer esetén 1 %-ról akár 8 - 10 %-ra is változhat. Ez csatornahálózat esetén 2 %-ról 6 %-ra történő változást eredményezhet.

6.3.2. Közművagyon „nulla” maradvány értéke

Az általános számviteli gyakorlatban megszokott, hogy a vagyontárgyakat amortizáljuk, majd a leírási idő végén, „nullára” írás után, a maradvány használati értékkel rendelkező vagyontárgyat

értékesítjük. A közmű üzemeltetésben az **üzemeltetői vagyon** tekintetében lehetséges, hogy a „nullára” írás után értékesíthető egy vagyontárgy (pl: gépjármű, haszongépek, számítógépek stb.). A korlátozottan forgalomképes **közmű vagyon** esetében azonban a „nullára” írás valóságos pénzügyi vagyonvesztést jelent. A vagyontárgy persze műszakilag ettől még sok esetben üzemeltethető, tehát nem feltétlenül szükséges a rekonstrukciója (cseréje, felújítása). A „műszakilag üzemeltethető” ebben az esetben úgy értendő, hogy az éves, könyvelt üzemeltetési költségnek kisebbnek kell lenni, mint a vagyontárgyak értéke alapján képződő amortizáció. Mivel a vagyonérték ebben az esetben „nulla”, így az utána elszámolható amortizáció is nulla, vagyis csak a teljesen meghibásodás nélkül üzemelő vagyontárgyak nem termelnek működési veszteséget !

Egy *hálózati elemnek* az üzemeltetői vagyontól történő éles elkülönítése azért is fontos, a tényleges pénzügyi „nullára íráson” felül, mivel utána legtöbb esetben költség keletkezik és nem bevétel. Ez akkor is igaz, ha az amortizációs idő lejártá előtt kerül rekonstruálásra, mivel a közmű hagyományos értelemben nem forgalomképes vagyontárgy, mint az egyéb tárgyi eszköz.

A hálózati elemek rekonstrukciója során felmerülő többlet költségekre néhány példa:

- Nagy részük veszélyes hulladékká válik üzemidejük után, kezelésük, ártalmatlanításuk jelentős pénzösszegbe kerül (pl. azbesztcement csövek).
- Újrahasznosítható anyagok földből történő kiemelése a földmunka miatt többbe kerül, mint az értékük kapott pénz.
- A szanált vezetéket, amelyeket a földben hagynak az előírások szerint el kell tömedékelni, ami ugyancsak költség.
- A beton műtárgyak elbontása, majd depóniába történő elhelyezése szintén költség.

A felsorolásból érezhető, hogy a jelentkező költségek (pl.: egy szanált vezetéknél) nagyságrendje egy új vezeték építésének 10 – 40 %-a is lehet, ezzel szemben az éves elszámolható amortizáció csak 3-4 %. Ebből következik, hogy az „aktív” csövek tönkremenetelének évében az elszámolt amortizáció nem fedezi a felhagyás során felmerülő többlet költségeket.

6.3.3. Vagyongazdálkodási célfüggvény

Közgazdasági értelemben meg kell különböztetni a „piaci” versenyben résztvevő cégeket a „klasszikus”, természetes monopóliumként működő, közösségi tulajdonban lévő vízi közmű cégektől. Ugyanis az előbbieket befektetéseiket látható időn belül szeretnék haszonnal realizálni, az utóbbiaknál ez nem mindig valósítható meg. A cél érdekében a „piaci” cégek olyan díjat határoznak meg, olyan árbevételt terveznek, hogy a nettó profit minél rövidebb idő alatt a legnagyobb legyen.

A nettó jövedelem egy n hosszúságú időszakra a következő összefüggés alapján számítható:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \dot{A}_k \cdot \frac{1}{(1+i)^k} - \sum_{k=1}^n M_k \cdot \frac{1}{(1+i)^k} - \sum_{k=1}^n B_k \cdot \frac{1}{(1+i)^k}$$

Egyszerűsítve: $NPV = \dot{A} - M - B$

ahol NPV = a nettó jövedelem jelenlegi értéke

\dot{A}_k = a k -dik évben esedékes összes árbevétel

\dot{A} = árbevétel egy adott időszakra összegezve

M_k = a k -dik évben esedékes összes működési költség

M = működési költség egy adott időszakra összegezve

B_k = a k -dik évben esedékes összes beruházási költség

B = beruházási költség egy adott időszakra összegezve

n = a vizsgált időszak hossza években mérve

$$i = \text{kamatláb}$$

A megtérülés időtartama a következő egyenlet alapján számítható:

$$\dot{A} = M + B$$

A képlet alapján az „n”-edik évben megtérül a beruházás. „Piaci” cégek esetén elvárható, hogy ez a megtérülési idő rövid legyen (3 – 10 év). Nem piaci érdekeltségű „közmű” cégek számára, nem a megtérülési idő csökkentése a lényeges, hanem hogy a beruházásnak az amortizációs időszak végére meg kell térülni, vagy inkább az amortizációból a szükséges beruházásokat – rekonstrukciós beruházásokat – fedezni tudjuk.

$$AM = B$$

Ahol AM az éves amortizációs költség.

Nem piaci érdekeltség alapján tehát a szolgáltatási díjra a következő összefüggés adódik:

$$D = M + AM$$

Ahol D egy adott időszakra meghatározott szolgáltatási díj nagysága.

A képlet összetevőit vizsgálva látható, hogy ha a díj rosszul kerül megállapításra (kisebb mint szükséges), akkor a képzett amortizáció csökken, vagyis kisebb lesz a rekonstrukcióra fordítható pénz, a vagyon fokozatos értékvesztést szenved (műszaki, gazdasági).

A képletből az is következik, hogy ha a működési költséget csökkenteni tudjuk, akkor a díj is csökkenthető egy adott időszakban. A működési költségek csökkentése rekonstrukció kapcsán is lehetséges, hiszen a rossz állapotú hálózat folyamatos karbantartási igénye, az indokoltnál nagyobb meghibásodási ráta, és ezzel összefüggésben a nagy vízvesztesség mind többlet működési költséget generálnak. Ilyen esetben, ha a megfelelő amortizációt képezzük és az így képződő pénzeszközt teljes mértékben rekonstrukcióra fordítjuk, akkor a működési költség csökkeni fog, mivel csökken a fenntartási, hibaelhárítási költség és még a vízvesztesség is.

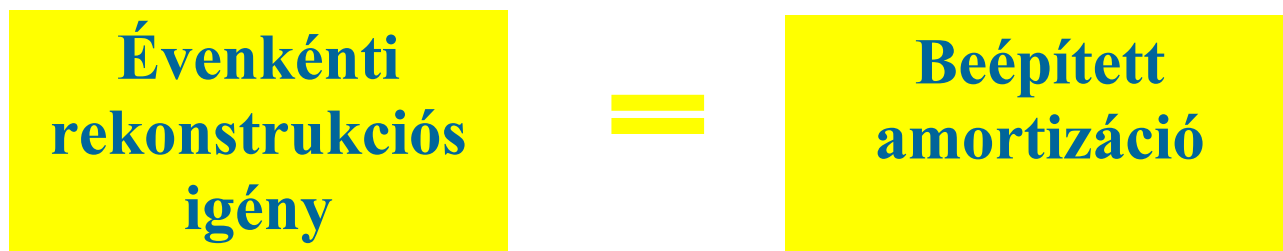
A közművagyon jelenlegi műszaki és gazdasági állapota miatt általában azonban nem elég csak az valorizált amortizáció beépítése a díjba, hanem a díj évenkénti növekedésének mértékét úgy tudjuk csökkenteni (a mindenkori infláció növekedése alá szorítani), hogy többlet, fejlesztési forrást építünk be a díjba.

$$D = M + AM + B$$

A bemutatott képletek alkalmazása feltételekhez kötött:

- ismerni kell a közművagyon aktuális értékét,
- lehetőség szerint minél pontosabban ismerni kell a közművagyon tárgyak várható élettartamát,
- a vagyoneértékből és a várható élettartamból számított amortizációt teljes mértékben be kell építeni a szolgáltatás díjába.

Amennyiben ezek a feltételek teljesülnek, olyan szolgáltatási díjat tudunk megállapítani, mely biztosítja a mindenkori pótlás fedezetét, vagyis a „zérus” vagyonvesztést.



6-4. ábra

6.4. Közművagyon „pénzügyi” rekonstrukciója egy modellszámításon keresztül

Ebben a részben modellszámításokkal készült becslést fogunk bemutatni az amortizáció képzésére, a rekonstrukcióra szoruló vagyon beruházási értékének meghatározására, valamint a rekonstrukciós program lebonyolításához szükséges évenkénti beruházás nagyságára. A modell egy közepes méretűnek tekinthető szolgáltató víz- és szennyvízhálózatára készült el. A számítások előkészítése során vagyonleltárt készítettünk, és ezt követően meghatároztuk a vagyon jelenértékét (valorizáltuk a vagyonértéket).

6.4.1. A közművagyon amortizációs költsége, mint a felújítás forrása

A számítás első változatában a közművagyonra (ivóvíz, szennyvíz) a klasszikus módszer szerint számítottuk ki az amortizációs költséget, amely elvileg a rekonstrukciós munkák pénzügyi alapját képezi. Korábbi megállapításunknak megfelelően a klasszikus módszer szerinti amortizációs számítás, nem veszi figyelembe az infláció által okozott pénzromlást, vagyis a pénz vásárló értékének csökkenését. Az amortizáció számítás alapadatát, a vagyontárgyak aktiválási idejében érvényes beruházási költségeket, a 2006-os évi beruházási költségekből kiindulva határoztuk meg. A beruházási értékeket, az ismert infláció alapján (KSH), degressziós együttható segítségével diszkontáltuk a tényleges üzembe helyezés időpontjára, majd pedig ebből került meghatározásra a klasszikus amortizációs számítás szerinti értékcsökkenés.

Egy másik változatban, melynek alapja a hálózatok tényleges jelenlegi értéke, először kiszámoltuk a vagyontárgyak tárgyévi építési költségét (2006), és ebből levontuk az aktiválásuk óta eltelt időre eső amortizációt. Így megkaptuk a vagyon tényleges jelenértékét (valorizált értéket).

A számítások eredményei szerint a vízhálózati vagyon valorizált jelenértéke és a hagyományos nettó vagyoni érték közötti arány 1/5. Csatornahálózat esetén ez az arány 1/3.

Az amortizációs mutató a kétféle számítás esetében a következőképpen alakult:

Szakág	Klasszikus számítási módszer	Valorizált érték alapján
Vízhálózat	1.02 %	8 %
Csatornahálózat	1.8 %	6 %

Az amortizációs mutatók összevetése alapján megállapítható volt, hogy a vízhálózat átlagos kora jóval túl van a leírási idő átlagán, a csatornahálózatnál valamivel jobb a helyzet. Ez persze a

tapasztalatok szerint egyáltalán nem meglepő, mert a csatornahálózatok a vízhálózathoz képest később épültek, tehát „fiatalabb” közművek.

Számításaink alapján egyértelműen kirajzolódott a jelentős eltérés az amortizáció során képződő pénzüsszegek tekintetében. Mivel a szennyvízhálózat általában fiatalabb, az ivóvíznél pedig beigazolódik az amortizációs mutató ismertetésénél tett kijelentés, miszerint minél öregebb a rendszer annál nagyobb eltérés mutatkozik a klasszikus módon számolt, és a felértékelt rendszer alapján elszámolható értékcsökkenés között. A víznél a kétféle érték aránya hozzávetőlegesen 1/8, a szennyvíznél 1/3.

6.4.2. Rekonstrukció körébe eső közművagyon beruházási értéke

A kétféle amortizáció számítás eredményei alapján vizsgáltuk, milyen mértékben fedezi a felújításra fordítható összeg a pénzügyi szempontból indokolt rekonstrukciós munkákat, hisz a felújítási munkák pénzügyi alapja az értékcsökkenés elszámolása során felhalmozott pénz.

A számítás során a rekonstrukcióra érettség egyedüli feltétele az amortizációs idő letelte volt. Természetesen a rekonstrukcióra érettség vizsgálatánál nem csak a számviteli törvény szerint előírt élettartam végét kell vizsgálni, hanem a műszaki érettséget is, ez a kettő nem sűrűn esik egybe. **Az amortizációs idő eltelte után üzemeltetett objektumok csak a pénzügyi kockázatot növelik, a műszakit várhatóan kisebb mértékben.** Az újraépítési összeg számításában azt feltételeztük, hogy a felújítás során, a meglévő tárgyi eszközt kell újból előállítani a tárgyévi árszínvonalon.

Modellszámításunkban a valorizált vagyon maradvány értékének és a rekonstrukciós program értékének aránya 5:4. Ez azt jelenti, hogy a kezelt vagyon értéke és a rekonstrukciós beruházási igény nagyságrendileg megegyezik, tehát a valorizált jelenértéken számolt amortizáció sem fedezi teljes mértékben a rekonstrukciós programot.

Véleményünk szerint az üzemeltetők zöme ezzel a problémával küzd, vagyis azzal, hogy a kezelt vagyonérték kicsi, viszont a rekonstrukciós beruházási igény pedig arányaiban nagy.

6.4.3. A rekonstrukció finanszírozásának pénzügyi programja

A következőkben a modellnek tekintett szolgáltató vízhálózatán keresztül szeretnénk bemutatni, hogy lehet megvalósítani az EU Víz Keretirányelv vagyon szempontjából önfenntartó „zérus vagyonvesztést” megvalósító finanszírozási megoldást.

A számítások peremfeltételei:

- A kezelt vagyon korösszetétele szerint a leírási idő vége felé jár.
- A vagyon kezdeti értéke a számítás szempontjából nem mérvadó, mert 10 év alatt a kezelt eredeti vagyon „elfogy”.
- 10 év alatt közelítően 1.7 milliárd Ft rekonstrukciós beruházási program készül el.
- Az évi infláció 7 %-ról (pessimista becslés) a 10 éves időszak alatt 3 %-ra csökken
- A személyi jellegű kiadásokat a mindenkorin infláció feletti értékkel vesszük figyelembe.
- Az üzemeltetés során az amortizáció mellett eredmény épül be a fedezeti vízárba.
- Az első 5 évben az értékesítés bővülésével nem számolunk a második 5 évben évi 1 %-kal nő az értékesített vízmennyiség.

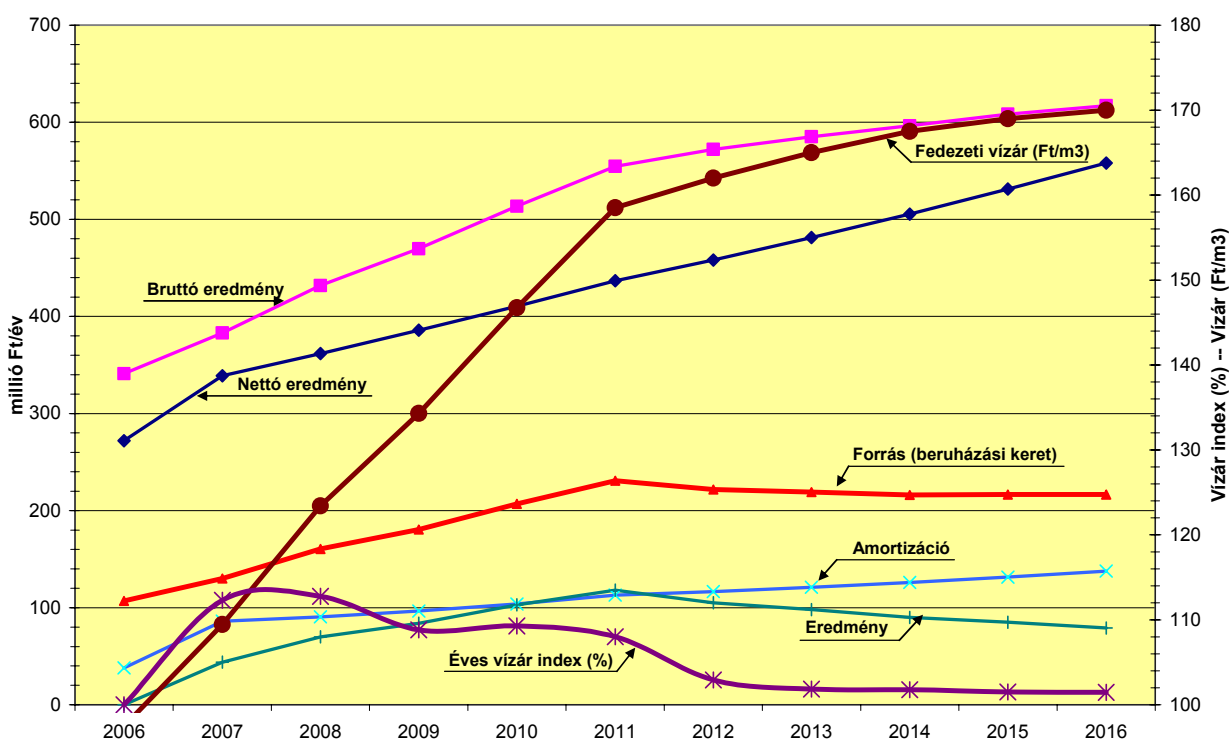
A rekonstrukciós program első lépése lehet, hogy a vagyont fel kell értékelni, és ezáltal elérjük, hogy az **amortizációból** származó rekonstrukciós programra fordítható források megnövekedjenek. Ez a számviteli törvény alapján, a valorizált amortizáció beépítését jelenti a szolgáltatás díjába. Ennek következménye, hogy a vízár a kezdeti időszakban jelentősen „meglódul”. Példánkban az éves

vízárnövekedési index egy 5 éves időszak alatt változik. Az első évben 113 %-ra ugrik, majd fokozatosan 108 %-ra csökken. Ezt a pénzügyi rendbetétel, fedezet biztosítására a tulajdonosnak, illetve az üzemeltetőnek meg kell tenni. Lehetséges, hogy a valorizált amortizáció nem fedezi a szükséges rekonstrukciós beruházást az első időszakban. Ebben az esetben **eredmény** beépítésére van szükség, ami számviteli szempontból fejlesztést jelent. Ez adózási szempontból hátrányos, de amikor a rendszer stabil lesz, akkor már folyamatosan csökkenthető ez a fajta költség (rugalmasan tudunk alkalmazkodni a forrás igényhez). Ezt mutatja a **nettó** és a **bruttó** eredmény „ollójának” folyamatos záródása.

A másik megoldás, hogy a felértékelt vagyon amortizációját nem egyszerre, hanem fokozatosan építjük be a költségekbe, így a hirtelen „megugró” költségek kicsit „enyhíthetők”, de akkor a vázolt rekonstrukciós program elhúzódik.

A számítások alapján az első öt évben 150 – 230 millió forint beruházásra lesz lehetőségünk. A lépés pozitív következménye a **6-5.ábrán** látható, ugyanis a modell szerint 2011-től, évi 210 milliós beruházási pénzösszeg folyamatos rendelkezésre áll, amit a **forrás** görbén ábrázoltunk.

Azért emlékezzünk meg a negatív következményről is. A 10 éves periódusban a felvett 100 Ft/m³-es vízár 172 Ft/m³-re emelkedett. Ez azt jelenti, hogy Magyarországon az EU Víz Keretirányelvében megfogalmazott teljes fedezeti vízár „nulla vagyonvesztés” mellett, a jelenlegi vízár 70 - 100 %-kal való emelését jelenti általában. A **6-5.ábrán** látható, hogy a „sokk” az első 5 évben „lecseng”, ezután a vízdíj emelkedésének mértéke az inflációs szinten vagy alatta tartható (éves vízár index).



6-5. ábra

Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a fogyasztói „sokkhatás” nem kerülhető el, ha a közmű vagyon kora a pénzügyi élettartam (leírási időszak) határán van, mert akkor a rekonstrukciós programot mindenképp meg kell kezdeni. Ezt a sokkhatást csak úgy lehet csökkenteni, ha műszakilag pontosan meg tudjuk mondani, meddig működőképes (kis ráfordítás mellett) a közművagyon. Ennek háttere a megfelelő vagyonfeltárás (objektum nyilvántartás), a költségek objektum szintű nyilvántartása (karbantartás, hibakezelés) és egyéb rekonstrukciót szolgáló nyilvántartások elemzések (környezeti tényezők, hálózatanalízis), döntéstámogató szakértői

vélemények készítése. Tapasztalataink szerint a legrosszabb helyzetben az önkormányzatok kezelésében található közművagyon tárgyak vannak, ugyanis nagyon sok helyen pontatlan a vagyonleltárunk, a 90-es évek tulajdon átrendeződéseinek következtében. Ennek az is következménye lehet, hogy egy hasonló pénzügyi számítás során torz eredményeket kapnánk az ilyen nem megfelelően nyilvántartott vagyona.

6.5. A „műszaki” rekonstrukció hatásai

Az előzőekben ismertetett „pénzügyi” rekonstrukció nem veszi figyelembe az egyes objektumok tényleges jelenlegi és várható állapotát. Abban az esetben, ha „pontosan” tudnánk a vezetékek élettartamát, akkor pontosan tervezhető lenne a teljes költségmegtérülést figyelembevevő díjrendszer. Ha a vezetékek nagy részének az élettartama várhatóan hosszabb, mint 50 év akkor a vezetékek amortizációja általában finanszírozza a rendszer rekonstrukciós költségeit. Mint azt az előző fejezetben bemutattuk a csupán pénzügyi megfontolású rekonstrukciót csak sokkoló mértékű áremeléssel lehet megvalósítani. Ezen sokkon azonban éppen az objektumok állapotának pontos ismeretével enyhíteni lehet.

Amennyiben a közmű üzemeltetők élni kívánnak a vagyon felértékelés lehetőségével, pontosan ismerni kell felértékelésre kerülő vagyontárgyaikat, és azok műszaki és számviteli szempontból fontos adatait (átmérő, hossz, anyag, építési év, stb.). A hagyományos, számviteli szempontból felépített tárgyeszköz nyilvántartás, mint „klasszikus” objektum nyilvántartás nem alkalmas igazából sem a vagyonérték meghatározására, sem arra, hogy a vezetékek állapotértékeléséhez használjuk fel. A feladatok együttes, színvonalas megoldásához elengedhetetlen a korszerű, digitális objektum nyilvántartás, amely alkalmas egy állapotértékelő és rekonstrukció tervező rendszer működésének kiszolgálására is.

Amennyiben az objektum nyilvántartásunkat fel szeretnénk készíteni hosszú távú döntés előkészítésre, meg kell teremteni a környezeti adatok tárolásának lehetőségét is. A környezeti adatok között csak azokat kell csak figyelembe venni, amelyek valamilyen hatással vannak a vezetékeinkre. Az adatokat környezeti objektumokhoz kapcsolva kell tárolni. Ezután térbeli relációk mentén elemezhetők az objektum és a környezet kölcsönhatásai és azok következményei (lásd 6.fejezet). A megfelelően strukturált adatok elemzésével meghatározható az objektumok jelenlegi állapota és egy későbbi időpontban a várható állapota. Számíthatóvá válik a rekonstrukció elmaradásának kockázata.

6.6. A hatáselemzés összefoglalója

Az VKI általánosságban előírja a vízhasználatokkal kapcsolatos tényleges költségeknek a használati díjban való elszámolását. Ez a hazai víziközmű díjképzési és elszámolási gyakorlathoz képest jelentős változás, hiszen a teljes és tényleges értékcsökkenést, és az időszakos és rendszeres felülvizsgálatok költségeit egyaránt be kell építeni a szolgáltatási díjba. A követelménynek a tagországokban 2010-ig kell eleget tenni.

Amennyiben a Magyarország a víziközmű szolgáltatás területén meg akar felelni ezeknek a elvárásoknak, akkor a következő feladatokat kell megoldani:

- A vagyon felmérésére korszerű digitális objektum nyilvántartásokat kell létrehozni, amely tartalmazza az objektumok műszaki és számviteli szempontból fontos adatait.
- Meg kell határozni a közművagyon aktuális, reális értékét (valorizálás).
- Meg kell határozni a műszakilag szükséges rekonstrukciós feladatokat és azok ütemezését.

- Ki kell dolgozni a rekonstrukció finanszírozásának programját, amelynek célja legalább a vagyonérték csökkenésének megakadályozása.

A Vízi Közmű Törvény megalkotása kapcsán gondoskodni kell olyan államigazgatási szervezet létrehozásáról, amelyik a VKI betartását üzemeltetői szinten ellenőrzi, és az árhatósági szerepet betöltő tulajdonosokat szankcionálhatja a követelmények be nem tartása esetén.

7. Összefoglalás

A hálózat rekonstrukció világszerte, különösen a fejlett országokban egyre inkább előtérbe kerül. A szakirodalom számos módszert, a módszerekre alapozott szoftver eszközöket, programcsomagokat ajánl, amelyek műszakilag jól szabályozott, fejlett informatikai infrastruktúrával rendelkező környezetben, ahol biztosított a meghibásodásokhoz kötődő adatok megfelelő színvonalú gyűjtése és rendszerezése, hatékony segítséget jelentenek a nagytömegben jelentkező rekonstrukciós igény hatékonyan finanszírozható ütemezésének meghatározásában. Azonban az is megállapítható, hogy az ajánlott módszerek sokfélesége nehézséget okozhat az alkalmazásban. Ezek közvetlen adaptációja, automatikus használata a probléma empirikus jellege, az alapinformációk hiánya, valamint a hazai informatikai infrastruktúra hiányosságai miatt jelenleg nem lehetséges. A hazai fejlesztések fő irányai azonban követelmények ismeretében meghatározhatóak.

A vezetékhálózati rekonstrukció tervezése összetett feladat, melynek fő célkitűzése a szolgáltatás színvonalának fenntartása, és a fogyasztói igények kielégítésének hosszú távú biztosítása. A feladat megoldása az ellátó rendszer bonyolultsága és kiterjedtsége miatt is komoly szakmai felkészültséget igényel. Mind a nemzetközi, mind a hazai tapasztalatok és fejlesztések eredményeinek felhasználása a tervezés alapadatainak folyamatos gyűjtését, korszerű információ technológiai megoldások alkalmazásával történő rendszerezését igényli. Ez a hosszabb időszakon keresztül, folyamatosan végzett tevékenység jelentheti az alapot a műszakilag és gazdaságilag optimális rekonstrukciós döntések meghozatalához.

Maga a rekonstrukció tervezése a vagyongazdálkodási stratégia részének tekintendő. A döntési alternatívák kidolgozása keretében elvégzendő feladat a távlati igényeket is kielégítő, rendszerszintű összhangot teremtő, a meghibásodási kockázat mértékét hatékonyan csökkentő beruházások műszaki tervezése.

Az Ivóvízminőség-javító Programhoz általánosságban a hálózati rekonstrukciós igényeknek csak egy része kapcsolható közvetlenül. A program jelenlegi stádiumában az aktuálisan kiírásra került pályázat első fázisában a rekonstrukciós igényeknek, és az igények kielégítését célzó műszaki beavatkozásoknak meghatározásához a következő tervezési munkákat tartjuk szükségesnek elvégezni az érintett vízellátó rendszerek esetében:

- Részletes hidraulikai vizsgálattal meg kell határozni a betáplált vizek keveredését és tartózkodási idejét a hidraulikailag összefüggő vízellátó rendszerben a jelenlegi és távlati legnagyobb napi, átlagos napi és minimális napi vízigények esetére. Fel kell tárni a pangó (24 órát meghaladó vízkorú) hálózati vezetékszakaszokat, és javaslatot kell kidolgozni azok felszámolására, vagy megfelelő karbantartásukra. A vizsgálatok alapján meghatározott rekonstrukciós feladatok az Ivóvízminőség-javító Projekt keretéből finanszírozandók, a karbantartási feladatok természetesen nem.
- A direkt módon történő vízminőség-javító beruházásokhoz kapcsolódva, a meglévő hálózatok csővezetékeit tisztítani szükséges. A tisztítást minden esetben alapos helyszíni felmérés előzze meg, ami a következőkre terjedjen ki:
 - Szakaszolhatóság.
 - A tisztító eszközök, berendezések hálózatba juttatására és onnan történő eltávolítására alkalmas csomópontok rendelkezésre állása.

Amennyiben a hálózaton a feltételek valahol nem adóttak a tisztítás végrehajtásához, akkor a projekt keretében a feltételeket meg kell teremteni. Fontos azonban tudni, hogy egy-egy konkrét rendszer esetében ez mekkora, és milyen költségű feladat.

- Fontosnak tartjuk a rendszerben található tározók ellenőrzését és szükség szerinti tisztítását.
- Az ivóvízminőség javító beruházás része a hálózat és a tározó(k) egyszeri tisztítása, a beruházás üzembe helyezését megelőzően.

Tanulmányunkban külön is foglalkoztunk az EU VKI hatásának a víziközmű szolgáltatás területén várható hatásával. A hatás elsősorban abból következik, hogy a VKI általánosságban előírja a vízhasználatokkal kapcsolatos tényleges költségeknek a használati díjban való elszámolását. Ez a hazai víziközmű díjképzési és elszámolási gyakorlathoz képest jelentős változás, hiszen a teljes és tényleges értéksökkenést, és az időszakos és rendszeres felülvizsgálatok költségeit egyaránt be kell építeni a szolgáltatási díjba. Amennyiben a Magyarország a víziközmű szolgáltatás területén meg akar felelni ezeknek a elvárásoknak, akkor az üzemeltető szervezeteknek és tulajdonosaiknak a következő feladatokat kell megoldani:

- A vagyon felmérésére korszerű digitális objektum nyilvántartást kell létrehozni, amely tartalmazza az objektumok műszaki és számviteli szempontból fontos adatait.
- Meg kell határozni a közművagyon aktuális, reális értékét (valorizálás).
- Meg kell határozni a műszakilag szükséges rekonstrukciós feladatokat és azok ütemezését.
- Ki kell dolgozni a rekonstrukció finanszírozásának programját, amelynek célja legalább a vagyonérték csökkenésének megakadályozása.

A Vízi Közmű Törvény megalkotása kapcsán gondoskodni kell olyan államigazgatási szervezet létrehozásáról, amelyik a VKI betartását üzemeltetői szinten ellenőrzi, és az árhatósági szerepet betöltő tulajdonosokat szankcionálhatja a követelmények be nem tartása esetén.

Budapest, 2007. október

Dr. Darabos Péter
adjunktus

Dr. Somlyódy László
egyetemi tanár
tanszékvezető

Irodalom

- Alegre H., Hirner W., Baptista J.M. és Parena R. (2000) *Performance Öndicators for Water Supply Services – Manual of Best Practice*. IWA Publishing, London, UK
- Alegre H., Baptista J.M., Cabrera E., Cubillo F., Duarte P., Hirner W., Merkel W. és Parena R. (2006) *Performance Öndicators for Water Supply Services – Második kiadás*; ÖSBN: 1843390515
- Arnoux P. (1999) *Modelling the ageing of cast iron water network and application to renewal strategies*. Proceedings of the 13th European Junior Scientist Workshop - EJSW - (September, 1999), Rathen (Németország).
- CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks). International Conference – Proceedings, 2001. november 1., Drezda, Németország
- CARE-W (Computer Aided Rehabilitation of Water Networks). Final report. SÖNTEF (Trondheim-Norvégia), 2005
- Cooper N. R., Blakey G., Sherwin C., Ta T., Whiter J. T., Woodward C. A. (2000) *The use of GÖS to develop a probability-based trunk mains burst risk model*. Urban Water, 2(2), 97-103
- Dana J. Vanier (2006): *Decision support system for water pipeline renewal prioritisation 2006*. www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2006_18
- Engelhardt M. O., Skipworth P. J., Savic D. A., Saul A. J., Walters G. A. (2000) *Rehabilitation strategies for water distribution networks: a literature review with a UK perspective*. Urban Water, 2(2), 153-170
- Gat Y., Eisenbeis P. (2000) *Using maintenance records to forecast failures in water networks*. Urban Water, 2(3), 173-181
- Herz R. K. (1996) *Ageing processes and rehabilitation needs of drinking water distribution networks*. J Water SRT – Aqua, 45(5), 221-231
- Herz R. K. (1998) *Exploring rehabilitation needs and strategies for water distribution networks*. J Water SRT – Aqua, 47(6), 275-283
- Hetényi Zs., Zimmer P., Tolnai B. (2006) *Térinformatikai hálózatrekonstrukciós tervező model*, X.Országos Vízi Közmű Konferencia, Debrecen, 2006. június
- IBNET benchmarking: www.ib-net.org
- Öran Daily (2005): Öraq Needs \$15b to fix Water Network. <http://iran-daily.com/1384/2312/html/ieconomy.htm#72891>
- Kis A. és Ungvári G. (2006) *IBNET teljesítmény-értékelés a vízi közmű szolgáltatók körében* (a MAKK: Magyar Környezetgazdaságtani Központ tanulmánya)
- Kleiner Y., Rajani B. (1999) *Using limited data to assess future needs*. J AWWA, 91(7), 47-61
- LeGat Y. (1999) *System reliability models for distribution networks*. Proceedings of the 13th European Junior Scientist Workshop - EJSW - (September, 1999), Rathen (Németország).
- Muhlbauer W.K (1996) *PÖPELÖNE RÖSK Management Manual*. Gulf Publishing Company
- Neunteufel R., Perfler R., Theuretzbacher-Fritz H. és Köbl J. (2007) *Explanatory Factor „Average Network Age Öndex” (NAX) for Mains Failures and Water Losses*. LESAM 2007 – 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management, Lisszabon, Portugália, 2007. október 17-19.

OFWAT (Office of Water Service, Egyesült Királyság) International Comparison of Water and Sewerage Service – report 2007:

[http://www.ofwat.gov.uk/aptrix/ofwat/publish.nsf/AttachmentsByTitle/int_comparison2007.pdf/\\$FILE/int_comparison2007.pdf](http://www.ofwat.gov.uk/aptrix/ofwat/publish.nsf/AttachmentsByTitle/int_comparison2007.pdf/$FILE/int_comparison2007.pdf)

Pacchioli M., Ugarelli R. (2003) *Pipe breaks and reliability analysis of a water supply system*. Rehabilitation Management of Urban Infrastructure Networks – 17th European Junior Scientist Workshop, Drezda, Németország 2003. szeptember 5-8.

Pataki B. (2005) *Változásmenedzsment*. Oktatási segédlet, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék

Rajani B., Kleiner Y. (2001) *Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models*. Urban Water, 3(2), 151-164

Saegrov S. (2007): *Ageing of Water and Wastewater networks International status and responding strategies*. SÖNTEF Report (Trondheim – Norvégia), 2007

Saegrov S., Schilling W., Røstum J., Tuhovcak L. Eisenbeis P., Herz R., LeGauffre P., Baptista J. Melo, Conroy P., deFederico V., Mazzacane S. és Schiatti M. (2003) *Computer-aided rehabilitation of water networks (CARE-W)*. Water Supply 3:1-2, pp: 19-27

Selvakumar A., Clark R.M., Sivaganesan M. (2002): *Costs for Water Supply Distribution System Rehabilitation*. EPA/600/JA-02/406

Shamir U., Howard C. D. D. (1979) *An analytic approach to scheduling pipe replacement*. J AWWA, 71(5), 248-258

Stone, S., E. J. Dzuray, D. Meisegeier, A. Dahlborg és M. Erickson (2002) *Decision-Support Tools for Predicting the Performance of Water Distribution and Wastewater Collection Systems*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-02/029, 2002

Walski T. M., Pelliccia A. (1982) *Economic analysis of water main breaks*. J AWWA, 74(3), 140-147

Theuretzbacher-Fritz, H. Schielein J., Kiesl H., Kölbl J., Neunteufel R. és Perfler R. (2005) *Trans-National Water Supply Benchmarking: The Cross-Border Co-operation of the Bavarian EffWB Project and The Austrian OVGW Project* – Water Science and Technology, Water Supply 6 (2005), p. 273-280

Theuretzbacher-Fritz et al. (2006) *Benchmarking und Best Practices in der österreichischen Wasserversorgung, Stufe B; az osztrák benchmarking projekt honlapja*: http://www.wau.boku.ac.at/wv-bench/E_index.htm

8. FÜGGELÉK

8.1. Fogalom meghatározások

A pénzügyi, számviteli szabályozásban használt fogalmak

Fogalom	Meghatározás
Tárgyi eszközök	Tárgyi eszközök azok az anyagi eszközök, amelyek tartósan – közvetett, vagy közvetlen módon – szolgálják a vállalkozási tevékenységet, értéküktől, üzembehelyezésüktől függetlenül. A tárgyi eszközök az alábbiak szerint csoportosíthatók: <ol style="list-style-type: none"> 1. Öngatlanok Műszaki berendezések, járművek Egyéb berendezések, felszerelések, járművek 4. Beruházások, felújítások
Öngatlanok	Minden anyagi eszköz, amelyet a földdel tartós kapcsolatba létesítettek. <ol style="list-style-type: none"> 1. A földterület, telek, telkesítés. 2. Az építmény <ol style="list-style-type: none"> a. épület, b. egyéb építmény, c. épületrészek, tulajdoni hányadok. 3. Üzemkörön kívüli ingatlanok.
Építmény	Mindazon végleges vagy ideiglenes rendeltetéssel megvalósított ingatlan, amely a talajjal való egybeépítés révén vagy a talaj állapotának természetes geológiai alakulatának megváltoztatása révén jön létre. A talajtól csak anyagaira, szerkezeteire szétbontás útján távolítható el, ezáltal eredeti rendeltetésére alkalmatlanná válik. Az építményhez tartoznak azok a víz, villany, gáz, csatornázási vezetékek, fűtési, szellőző, légfrissítő berendezések és felvonók, amelyek az építmény használhatóságát biztosítják. Még az esetben is, ha az építmény használhatóságának biztosítása mellett, technológiai célokat is szolgálnak, vagy már meglévő építménybe kerülnek beépítésre.
Épület	Az olyan szerkezetileg önálló építmény, amely a környező külső tértől épületszerkezetekkel részben vagy egészben elválasztott teret alkot. Állandó, időszakos, vagy ideiglenes jelleggel tartózkodásra, üzemi termelésre, tárolásra biztosít lehetőséget.
Egyéb építmény	Minden, épületnek nem minősülő építmény (út, kerítés). Mindaz az ingatlan, ami nem épület. Az építmények tételes felsorolása az építményjegyzékben, valamint az annak módosítására kiadott KSH Elnöki Közleményben található.
Műszaki berendezések, gépek, járművek	A rendeltetésszerűen használatba vett, a vállalkozási tevékenységet közvetlenül szolgáló: <ul style="list-style-type: none"> - erőgépek és elektromos berendezések, - szivattyúk, ventilátorok, kompresszorok, prészélszerszámok, - építőipari gépek, - műhely és szerszámgépek, - villamos kéziszerszámok, - műszerek és mérőeszközök, - laboratóriumi műszerek, berendezések, - víztisztítás és szennyvíztisztítás speciális gépei és berendezései, - irányítástechnikai, számítástechnikai és hírközlő berendezések, - járművek, - egyéb gépek, berendezések. A besorolásnál elhatároló ismerv, hogy az ide tartozó műszaki berendezések, gépek, járművek a tevékenységet közvetlenül szolgálják, amortizációjuk közvetlen költségként elszámolandó.
Egyéb gépek, berendezések, felszerelések, járművek	Az irodai, igazgatási, az üzemi, üzleti felszerelések, berendezési tárgyak, járművek, étkezdék, orvosi rendelők, munkásszállások, és szociális létesítmények berendezési tárgyai. A vállalkozás igazgatási tevékenysége során használt, illetve az alaptevékenységet, termelést, szolgáltatást közvetve szolgáló eszközök sorolandók az egyéb eszközök közé.
Beruházások	Beruházás a tárgyi eszközök beszerzése, létesítése, előállítás, a meglévő tárgyi eszközök bővítése, rendeltetésének megváltoztatása, átalakítása, felújítása , valamint az üzembe helyezésig, raktárba szállításig mindazon tevékenység költsége, mely az eszközökhöz egyedileg hozzárendelhető.
Felújítás	A már meglévő tárgyi eszközökön végzett olyan tevékenység, amely teljesen, vagy megközelítőleg

Fogalom	Meghatározás
	<p>visszaállítja a tárgyi eszköz eredeti műszaki állapotát (kapacitását, pontosságát), amely nem minősül a tárgyi eszköz folyamatos, zavartalan, biztonságos üzemeltetését szolgáló javítási, karbantartási tevékenységnek. Ez utóbbi költségeket a tárgyi folyó év fenntartási költségei között kell az eredmény terhére elszámolni. A felújítási munka költségével a tárgyi eszközök értékét növelni kell. A tárgyi eszközök meghatározó jellemzője, hogy a vállalkozási tevékenységet tartósan, legalább egy éven túl szolgálja.</p> <p>Felújítási munka akkor valósul meg, ha valamely lényeges részeit tekintve elkopott, elhasználódott, és üzemszerűen már nem használható eszközt ismét használhatóvá teszünk.</p>
Karbantartás	<p>A meglévő építményen végzett minden olyan munka, amely a folyamatos, zavartalan, biztonságos üzemeltetéshez szükséges, amelyet a rendeltetésszerű használat érdekében a tervszerű megelőző karbantartás (TMK) keretében vagy eseti jelleggel, de rendszeresen el kell végezni, ideértve a vismajor (előre nem látott körülmény, elháríthatatlan akadály) miatt szükségessé váló közvetlen hibaelhárítást, továbbá a közvetlen hibaelhárítás miatt más tárgyi eszközökön végzett bontási és helyreállítási munkákat is.</p>