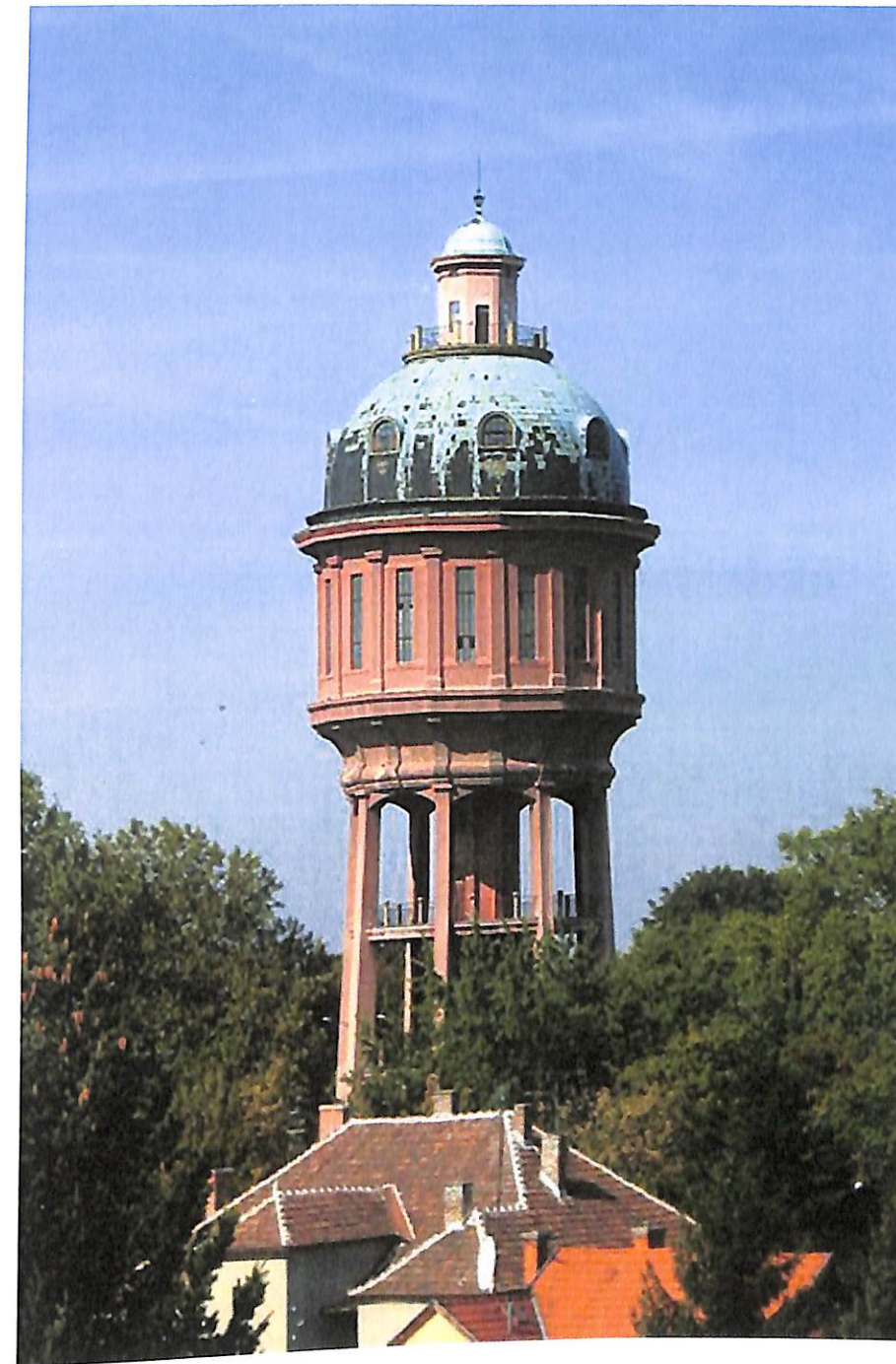


SZAKDOLGOZAT

Sári András

2014



*„Víz! Se ízed nincs, se színed, se zamatod, nem lehet meghatározni téged,
megtzlelnék, anélkül hogy megismernének. Nem szükséges vagy az
életben: maga az élet vagy.”*

(Antoine de Saint-Exupéry)



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Agresszív vizek a vízellátásban

Szakdolgozat

Konzulens: Bartók Miklós

Dr. Orbán Veronika

Készítette: Sári András

Építőmérnök szakos Bsc hallgató

Budapest, 2014.



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

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



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2014

Sári András

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Agresszív vizek a vízellátásban
Belső konzulens:	Bartók Miklós
Külső konzulens:	Székely Zsolt ivóvíz ágazati üzemvezető, Vasivíz Dr. Orbán Veronika ny. főiskolai docens

A szakdolgozat beadási határideje: 2014. június 6. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2014. június 4.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

Tartalomjegyzék

Bevezetés	6
1. Korrózió	9
1.1. Fogalma	9
1.2. Korrózió megjelenése, hatása	10
1.2.1. Egyenletes korrózió	11
1.2.2. Helyi korrózió	12
1.2.2.1. Lyukkorrózió	12
1.2.2.2. Kristálymenti korrózió	13
1.2.2.3. Szelektív korrózió	13
1.2.2.4. Feszültségkorrózió	14
1.2.2.5. Korróziós kifáradás	15
1.2.2.6. Eróziós korrózió	15
1.2.2.7. Kavitációs korrózió	16
1.2.2.8. Foltos korrózió	17
1.2.2.9. Réskorrózió	18
1.3. Mikrobiológiai korrózió	18
1.3.1. Aerob	19
1.3.2. Anaerob	20
1.4. Beton korrózió	20
1.4.1. „A” típusú korrózió	21
1.4.2. „B” típusú korrózió	21
1.4.3. „C” típusú korrózió	22
1.4.4. „D” típusú korrózió	22
1.5. Beton korrózió elleni védekezés	22
1.6. Redoxi folyamatok	22
1.6.1. Kémiai korrózió	23
1.6.2. Elektrokémiai korrózió	23
1.7. Korróziós károk	25
1.8. Korrózió ellen való védekezés	25

2. Vizek típusai vízellátás szempontjából	27
2.1. Mélységi felszín alatti vizek	28
2.1.1. Rétegvíz	28
2.1.2. Rés és karsztvíz	29
2.1.3. Források	30
2.1.4. Hévízek és ásványvizek	30
2.2. Parti szűrésű vizek	30
2.3. Talajvíz	31
3. Vizek kémiai összetétele és tulajdonságai	32
3.1. Lúgosság	33
3.2. Keménység	33
3.3. Kloridion	33
3.4. Szulfátion	34
3.5. Fajlagos vezetőképesség	34
3.6. Vízminősítés	34
4. Agresszív vizek a vízellátásban	35
4.1. Az agresszív víz kialakulásához vezető tényezők	36
4.2. Az agresszivitás típusai	36
4.3. Az agresszív víz kémiai jellemzői	37
4.4. Kezelési alternatívák	38
4.4.1. Gázok eltávolítása fizikai úton	38
4.4.2. Szén-dioxid eltávolítása kémiai úton	40
5. Szombathely újperinti vízbázis vízminőségének javítása az agresszivitás szempontjából	43
5.1. Előzmény	43
5.2. A tervezett vízkezelő műben lévő új dolgok	44
5.3. Technológiai megvalósítás	47
5.4. Érintett ingatlanok	47
5.5. Tervezési alapadatok	47
5.6. Hidraulikai előzmények	48
5.6.1. Kutak hidraulikai modellje	49
5.6.2. Gyűjtőhálózat modellje	49
5.7. Tisztítás technológiai modellje	50
5.8. A gázos nyersvíz gerinc tervezett csőátmérői	51

5.9. A kút csőhálózati jelleggörbéi	51
5.10. A vízmű telep kimenő nyomásának vizsgálata	52
5.11. Vízkezelés technológia	54
5.11.1. A technológia részfolyamatai	54
5.11.2. A technológia berendezései (vas- és mangántalanító fokozat)	55
5.11.2.1. Kálium-permanganát vegyszeradagoló	55
5.11.2.2. Vas- és mangántalanító szűrőtartály sor	55
5.11.2.3. Hideg gáztalanító fokozat	56
5.11.2.4. Fertőtlenítés	57
6. Összefoglalás	57
Köszönet	57
Felhasznált irodalom	58

Ábrajegyzék

1. ábra: A víz szén-dioxid tartalmának felosztása
2. ábra: Egyenletes korrózió
3. ábra: Lyukkorrózió
4. ábra: Kristályhatármenti korrózió
5. ábra: Szelektív korrózió
6. ábra: Feszültségkorrózió
7. ábra: Eróziós korrózió
8. ábra: Kavitációs korrózió
9. ábra: Foltos korrózió
10. ábra: Réskorrózió
11. ábra: Mikrobiológiai korrózió
12. ábra: Elektrokémiai korrózió két fém csatlakozásakor
13. ábra: Ötvözetek korróziója
14. ábra: Aktív korrózió védelem
15. ábra: A védőanód
16. ábra: A felszín alatti víztermelés százalékos megoszlása a nyugat-dunántúli régió területén
17. ábra: Artézi kút
18. ábra: Csápos kút
19. ábra: Gázmentesítő
20. ábra: Szórórózsás levegőztető
21. ábra: Kaszkádos levegőztető
22. ábra: Ütközőtányéros levegőztető
23. ábra: Fermago
24. ábra: Vasiszap ülepítő
25. ábra: Hideg gáztalanítást végző csörgedezettető oszlop
26. ábra: Gyűjtőhálózat modellje
27. ábra: Egyes vezetékszakaszok adatai
28. ábra: Egyes vezetékszakaszok adatai a vizsgált üzemállapotok figyelembe vételével

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Létrejövő gerincvezeték adatai
2. táblázat: Tervezett szivattyúk adatai

Mellékletek

1. számú melléklet: 1. sz. kút jelleggörbék
2. számú melléklet: 2/A. sz. kút jelleggörbék
3. számú melléklet: 2. sz. kút jelleggörbék
4. számú melléklet: 3. sz. kút jelleggörbék
5. számú melléklet: 4/A. sz. kút jelleggörbék
6. számú melléklet: 4. sz. kút jelleggörbék
7. számú melléklet: 5. sz. kút jelleggörbék
8. számú melléklet: 6. sz. kút jelleggörbék
9. számú melléklet: 7. sz. kút jelleggörbék
10. számú melléklet: 8. sz. kút jelleggörbék
11. számú melléklet: 9. sz. kút jelleggörbék

Képek

1. számú kép: Újperint vízbázisról ellátott települések
2. számú kép: Parkerdei víztározó

Bevezetés

A felsőoktatásban eltöltött éveim alatt, ahogy ismerkedtem meg a közműves, illetve a hozzájuk szervesen kapcsolódó tárgyakkal, egyre inkább körvonalazódott bennem, hogy ezek közül leginkább a vízellátás és az ezzel kapcsolatos problémák orvoslása érdekel leginkább. A másik fontos dolog volt számomra a diplomamunkám témájának kiválasztásánál, hogy valamilyen úton-módon legyen közel a lakóhelyemhez. Így még inkább magaménak tudjam érezni a feladatot. A Vasivíz Zrt. Szombathely Újperinti városrészén vízminőségi problémákkal küzd, többek között az agresszív víz okozta károsodásokkal. Így a szakdolgozatomban ezt a témát fogom, körüljárni, és az esetleges megoldásokat bemutatni.

A vízellátás folyamat elengedhetetlen része, és annak első fázisa a vízszerezés. Több feladatot foglal magába, így a víznyerő helyek felkutatásán és a vízellátás igénye szerinti értékelésén keresztül, a foglalási műtárgyak és rendszerének kialakításán, a természetes védelem kiegészítésén át, egészen a megvalósult műveknél a vízbázissal és annak védelemével kapcsolatos teendőkhöz. A vízszerezési megoldás lényeges meghatározója a kialakítható vízellátási rendszernek és ennek függvénye a víztisztítás szükségessége és annak mértéke.

Napjainkban az ivóvíz minősítése az előírt vizsgálatok együttes értékelése alapján történik.

Többfajta vízminősítés létezik, ilyenek:

- hidrológiai
- fizikai
- kémiai
- mikrobiológiai
- mikroszkópos biológiai

A vizek hidrodinamikai tulajdonságainak időbeli és térbeli változására irányuló mérések a hidrodinamikai minősítést szolgálják kiemelve az áramlási sebességet, a vízhozam mérés, valamint a vízállást. Az említett mérések nélkülözhetetlen a többi vízminőségi paraméter meghatározásához.

A fizikai vízminősítés esetében jelentőségük miatt a hőmérsékletet, lebegőanyag-tartalmat és a fajlagos vezetőképességet emeljük ki.

A kémiai vízminősítés az úgynevezett klasszikus komponensek, pH, lúgosság, savasság, fajlagos vezetőképesség, víz keménységét okozó sókat, oldott O_2 , KOI, BOI, TOC, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , foszfor-vegyületeket, redoxpotenciált, továbbá a szerves-, és szerves-mikro szennyezők meghatározását foglalja a magában.

A vizet akkor lehet ivóvíznek minősíteni, ha a víz nem tartalmaz egészségre káros kémiai anyagokat, mikrobiológiailag fertőzést okozó baktériumokat. Az ivóvíz akkor mondható jó minőségűnek, ha a módosított 201/2001.(X.25.) Korm. Rendelethez tartozó „Paraméterek és határértékek” követelményeknek megfelel.

A karszt-, talaj- és parti szűrészű vízbázisoknál előfordulhat, hogy a mikrobiológiai- és kémiai vízminőségi jellemzők, az előírt határértéket nem lépik túl, azonban az indikátor- és biológiai vízminőség jellemzőkben, illetve a szennyezés jelző paramétereknél azt meghaladják akkor kifogásolt minőségű ivóvíznek kell tekinteni.

Minden esetben a víznyerő helyet figyelembe kell venni a KOIps, ammónium-, nitrit- és kloridion koncentráció határérték megállapításánál. Ezen kívül figyelembe kell venni a rendeletben szereplő határértékek hatályba lépési időpontjait és a felsorolt településeket.

A víz szerepe a mindennapjainkban elengedhetetlen, közismert tény, hogy a víz szervezetünk legfontosabb alkotóeleme. Nem csak az élet kialakulásához, hanem a fenntartásához is nélkülözhetetlen. A felhasználása elég sokrétű, háztartásonként eltérő, de nagy általánosságban elmondható, hogy legnagyobb mértékben locsolásra (33%) és WC öblítésre (32%), ezután a fürdés, mosdás (17%) és mosás (12%) következik, végül pedig a legkevesebb vizet ivóvízre, főzésre és mosogatásra (4%), valamint autómosásra (2%) használjuk. A nem ipari tevékenységek vízfelhasználásának szinte a felét a kisháztartások, a luxus háztartások és a szállodák teszik ki. A maradék hozzávetőlegesen 50%-on pedig a vendéglők, campingek, iskolák, kollégiumok és irodaházak osztoznak.

A víz agresszív tulajdonságaira utaló jellemzők elsősorban a szénsav, pH érték és az oldott oxigén. Az élővizek növényi szervezetek anyagcsere folyamatokban az egyik legfontosabb szerepet a szén-dioxid (CO_2 , HCO_3^-) jelenti. A széndioxid a vizekbe az állati szervezetek életfolyamatai során, valamint a szerves vegyületek biokémiai reakcióinak, azaz oxidációs folyamatok végtermékeként keletkezik.

Szén-dioxid megjelenési formái a vízben:

- szabad széndioxid

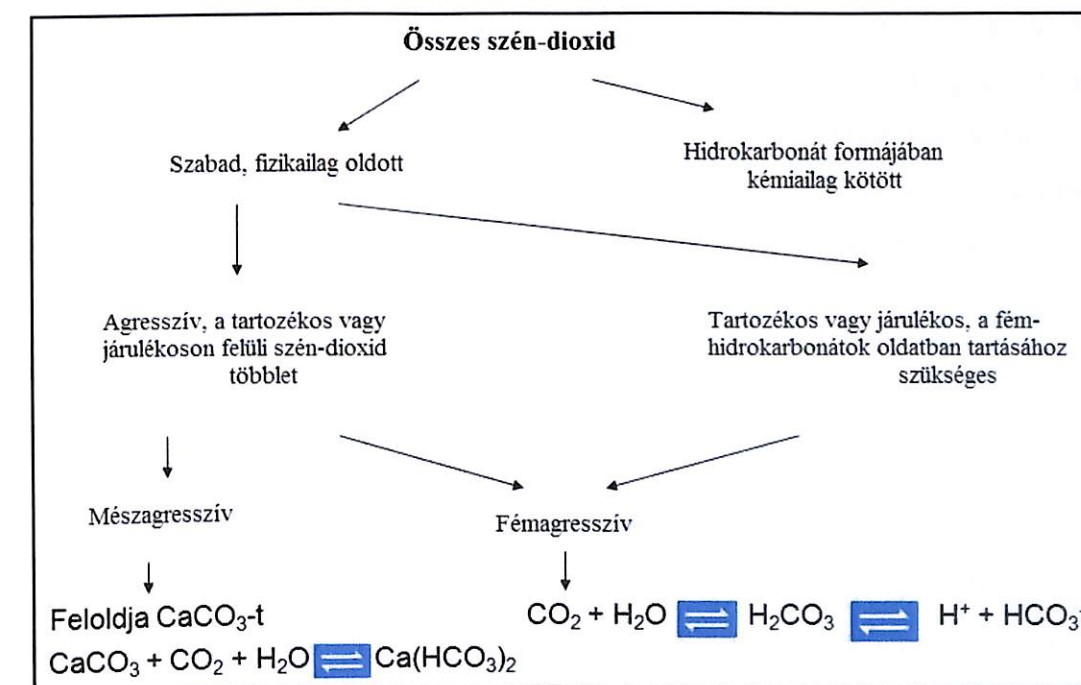
A vízben oldott széndioxid gáz.

- kötött széndioxid

A hidrogén-karbonátionban (HCO_3^-) és a karbonát ionban (CO_3^{2-}) levő szén-dioxid (CO_2), ami félig kötött és kötött állapotban lehet jelen a vízben.

- mészre agresszív szén-dioxid

A szabad széndioxid és az egyensúlyi széndioxid különbsége.



1. ábra: A víz szén-dioxid tartalmának felosztása [5]

Az ábrán látható H^+ iont a korrózió katód folyamata felhasználja és az egyensúly jobbra tolódik. Emiatt ameddig van oldott szén-dioxid, folyamatos lesz a depolarizátor utánpótlás.

Az agresszivitás meghatározásában nagy szerepe van a pH értéknek. A víz pH értékét, vagyis a savas vagy lúgos jellegét hidrogénion koncentrációja szabja meg. A természetes vizek az oldott szerves és szervetlen sóknak és gázoknak egész sorozatát tartalmazzák. A hidrogén-ionok koncentrációját rendszerint a pH érték segítségével szokás kifejezni, amely $[\text{H}^+]$ -nak tízes alapú logaritmus, $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$.

Ezért a semleges oldatok pH értéke 7, a savas oldatoké kisebb, mint 7, a lúgos oldatoké nagyobb, mint 7. Általában a legtöbb természetes víz pH értéke 6,5 – 8,5 között van.

A szén-dioxid mellett az élő vizek anyagcseréjében az öntisztulás folyamataiban és a mesterséges biokémiai folyamatokat igénybevevő szennyvíztisztításban legnagyobb szerepe az oldott oxigénnek van. A természetes felszíni vizekbe az oldott oxigén részben a levegőből diffúzió útján kerül be másrészt a vízi növényi szervezetek a fotoszintézise által keletkezik. Az oldott oxigén koncentráció változását befolyásolja a vizekben végbemenő biokémiai folyamatok.

A víz telített oldott oxigén tartalmát 0 - 30 C° –ig terjedő hőmérsékleten és 760 mm higanyoszlopnymáson határozzák és különböztetik meg. A felszíni vizek, valamint a mesterségesen létesített víztározók oldott oxigén tartalmának meghatározása, igen lényeges az ott végbemenő fizikai-kémiai folyamatok, az öntisztulás, valamint a vízi szervezetek élettani folyamatainak tanulmányozásánál. Itt is meg kell említeni, jelentőségük kiterjed a fémcsövekkel szemben fennálló korróziós folyamatokra is.

1. Korrózió

1.1. Fogalma

A korróziónak különböző megfogalmazásai lehetnek:

- Köznapi értelemben: Rozsdásodás, de ezt csak az acélból és vasból készült szerkezeti anyagoknál mondhatjuk, természetesen nemcsak a fémek, hanem más szerkezeti anyagok (beton, mészkő, műanyag, műtárgyak, stb.) környezeti hatásokra történő tönkremenetele esetén is beszélünk korrózióról.
- NACE-szabvány (National Association of Corrosion Engineers Standards) szerint: "a korrózió egy anyag, rendszerint egy fém tönkremenetele a környezetével való reakció miatt."
- ISO (International Organization for Standardization) "A korrózió fizikai-kémiai kölcsönhatás a fémtárgy és környezete között, amelynek eredményeként annak tulajdonságai megváltoznak. Ez a kölcsönhatás a fémtárgy teljes vagy részleges pusztulásához vezethet."

Nem nevezhető korróziónak az, amikor különböző mechanikai igénybevételek hatására repedeznek, vagy törnek a fémek. Ellenben korrózióról van szó minden olyan esetben, ha a mechanikai igénybevételekkel együtt érvényesül a környezettel való kémiai kölcsönhatás.

A korrózió a mindennapjainkban leggyakrabban előforduló, rongáló folyamat. Szinte nem is található olyan tárgy körülöttünk, amelyen a korrózió hatása a legkülönbözőbb formában ne lenne érzékelhető. Ezen folyamat esetén elsősorban a fémes anyagból készült tárgyak károsodásáról, nem kívánt tönkremeneteléről és idő előtti elhasználódásáról beszélünk. Hatalmas károkat tudnak ezek a nem kívánt elváltozások okozni, hiszen a fejlett ipari országok a nemzeti jövedelem 5% körüli értékét teszik ki.

Elsősorban a korrózióra hajlamos szerkezet azon részén alakul ki, ahol a vele érintkező környezettel kölcsönhatásba lép. Ezt közös határfelületnek nevezzük, itt kémiai és elektrokémiai reakciók során korróziós termékek képződnek. A korrózió tehát az anyagnak a felületéről kiinduló, a környezet hatására bekövetkező károsodása, elváltozása, amely kémiai, és/vagy elektrokémiai folyamatok révén megy végbe.

A korróziós alapfolyamat szerint megkülönböztetünk, kémiai, elektrokémiai és vegyes, vagy átmeneti korróziót. Csoportosíthatók a korróziós folyamatok a korróziós termék jellege, és a korróziót okozó közeg minősége alapján is. [1]

Ezek alapján előfordulhat:

- gázkorrózió (légköri, füstgáz okozta korrózió)
- folyadékkorrózió (oldat, olvadék okozta korrózió)
- talajkorrózió
- baktériumok

1.2. Korrózió megjelenése, hatása

- szemmel is észrevehető a külalak és esztétikusság romlása
- gyártmányszennyeződés
- legnagyobb problémát okozó működési-, és üzemzavar
- környezetszennyezés
- biztonsági tényező csökkentése, melyeket túlméretezéssel tudunk orvosolni.

Legkönnyebben természetesen a szemmel is észlelhető felületi elváltozásokat vesszük észre. Mivel az életbe első sorban a fémekkel, és azok korróziójával találkozunk, ezeket könnyen láthatjuk a termék színébe bekövetkező változás miatt. Ez ellen, ha nem lépünk fel időben, vagy nem vesszük észre a fém helye miatt, úgy a fémes anyag káros elváltozása, törése, kilyukadása jelzi a károsodást.

Mechanikai hatásokkal együttjáró korrózió

A fémes szerkezeteket általában statikus vagy gyakran periódikusan változó dinamikus hatások érik:

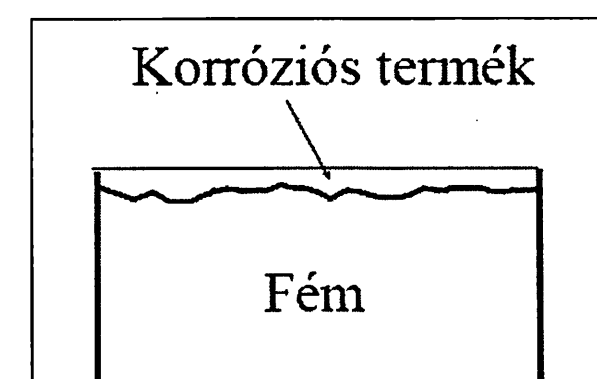
- Húzás
- Nyomás
- Nyírás
- Csavarás
- Rezgés

A felületen észlelt eloszlás alapján kétféle korróziót különböztetünk meg:

- egyenletes
- helyi, vagy más néven lokális (lyukkorrózió, kristályhatármenti, szelektív, feszültség, korróziós kifáradás, eróziós és kavitációs, foltos jellegű, kráteres, rés valamint lemezes korrózió) [1], [2].

1.2.1. Egyenletes korrózió

Nem tekinthető veszélyes korróziónak, mivel ezt meg lehet előzni, kellő anyagismerettel és helyes anyag megválasztásával. Fontos, hogy a korrózió sebessége ne legyen túlságosan nagy, mivel így az elhasználódás mértéke (a szerkezeti anyag élettartama) jó közelítéssel megbecsülhető. Ezt a fajta korróziót savak és lúgok idézhetik elő olyan fémek felületén, amelyek ezekben az anyagokban oldódnak. Az egész felületen egyszerre alakul ki és a vastagságcsökkenés is egyenletes.



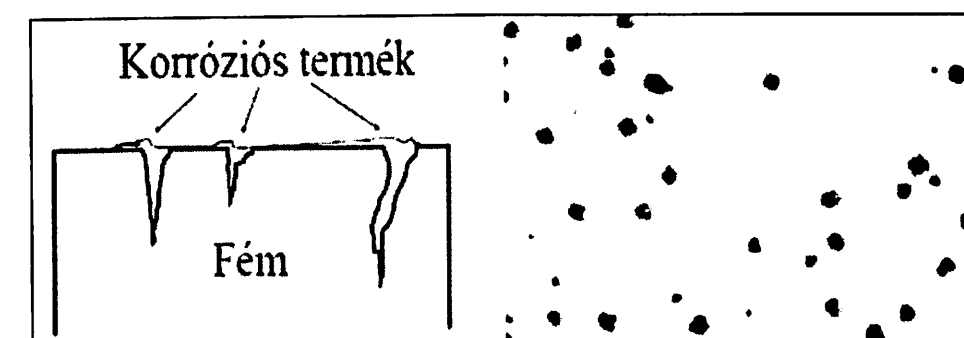
2. ábra: Egyenletes korrózió [1]

1.2.2. Helyi korrózió

Veszélyes, legalábbis az egyenletes korróziónál mindenképpen veszélyesebb káros elváltozás a helyi korrózió. Ez nem nagy területen terjed ki, hanem gyakran alig látható méretű elváltozásokat (lyukat, gödrösödést, repedést, felhólyagosodást, anyagkifáradást, stb.) okoz és a szerkezeti anyag mechanikai tulajdonságait jelentősen megváltoztatja.

1.2.2.1. Lyukkorrózió

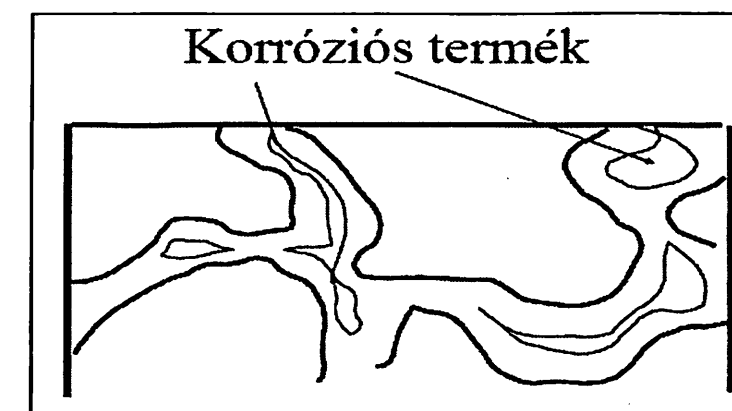
A helyi korrózió a legkülönbözőbb formában jelentkezik, veszélyes és gyakran előforduló formája a lyukkorrózió (2.1 ábra). Többnyire a korrozív közeggel érintkező fém teljes felületén, többé-kevésbé egyenletes eloszlásban jelenik meg, annak ellenére, hogy csak a kialakult lyukra korlátozódik gyakorlatilag a fémoldódás. A lyukak átmérője általában kisebb, mint a mélységük, a lyukgócok kialakulását követően a folyamat egyre intenzívebbé válik, ebből fakad a veszélyessége.



3. ábra: Lyukkorrózió [1]

1.2.2.2. Kristályhatármenti korrózió

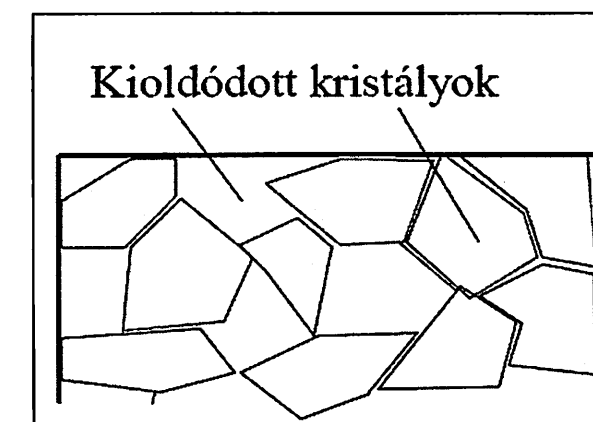
A fémkristályok határa mentén meggy végbe és mélyen behatol a fémbe. A kristallitok anyagánál általában elektropozitívabb szennyeződés sok esetben hajlamos elektrokémiai oldódásra, miközben a kristallitok közötti szilárdtest kapcsolat lényegében megszűnik. Ha a különböző összetételű kristallitokat tartalmazó fém elektrolittal kerül érintkezésbe, akkor galvánelemek alakulnak ki, és elektrokémiai korrózió lép fel. Hatására a felületen repedések indulnak ki, amely tovább terjed az anyag belseje felé. Mechanikai feszültség elősegítheti a kialakulását. Azért veszélyes, mert kívülről alig vehető észre. Különböző ötvöző anyagok határfelületein alakul ki, általában a hegesztési varratok hőhatása övezetében. Ez azonban kiterjedhet a közeggel kölcsönhatásban lévő fém teljes felületére, ha nem megfelelő a stabilizálás vagy a hőkezelés, de lokális jelleggel. A fémvesztés a korrózió e típusa esetén elenyésző, de lokalizált volta miatt igen veszélyes.



3. ábra: Kristályhatármenti korrózió [1]

1.2.2.3. Szelektív korrózió

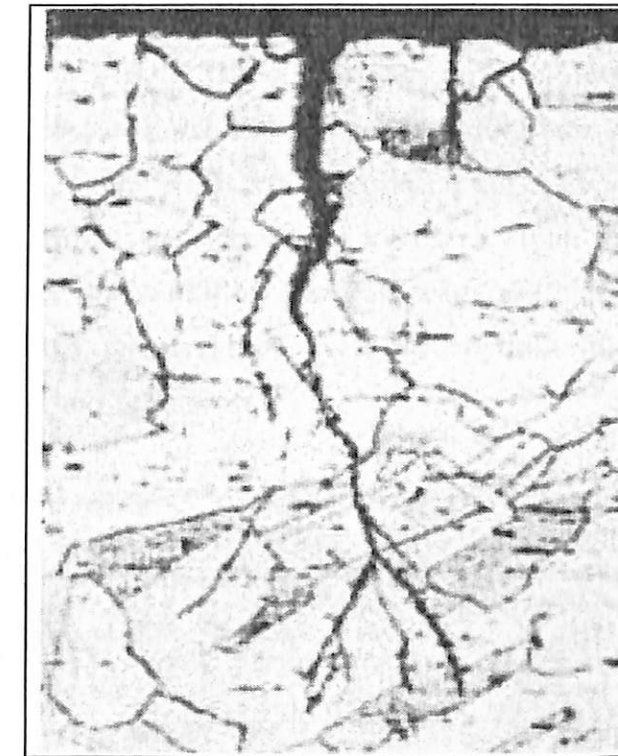
A szelektív korrózió akkor fordul elő, amikor a szilárd oldatot alkotó ötvözők egyikének oldódási sebessége lényegesen nagyobb a másik alkotóénál, például a sárgaréz esetében (Cu-Zn ötvözet), ahol a cink oldódásának eredményeként a szilárdoldat rézben dúsul, pórusossá válik és elridegedik. A támadásnak kitett felületen a cink oldódik, a vörös színű réz szivacsos szerkezettel visszamarad. A "kivörösödés" intenzitása és mélysége többnyire nem egyenletes eloszlású. A korrózió előrehaladtával inkább mélységben, mint átmérőben terjed és lyukadáshoz vezet.



5. ábra: Szelektív korrózió [1]

1.2.2.4. Feszültségkorrózió

Feszültségkorrózióról akkor beszélünk, ha a fémeket tartós, statikus mechanikai feszültség éri. Ilyenkor a fémek korrózív közegben előbb tönkremennek, mint feszültségmentes körülmények között. A feszültségmentes állapothoz viszonyítva a fém felületének egyes részei aktívabb állapotba kerülnek a rugalmas és a maradó alakváltozások miatt. A fém oldása a korrózív közegben ezeken a helyeken fokozottabb lesz, amit a mechanikai igénybevétel és a korróziós közeg együttesen idéz elő. A fémfelületek fizikai hibái különböző inhomogenitásokhoz vezetnek, ilyenek például a rácshibák, megmunkálási és mechanikai feszültségek, deformációk. Ezek a hibák az oldódási sebességekben különbségeket idézhetnek elő és így feszültségkorrózió jöhet létre. A korrózió e típusának megjelenésére elsősorban nagy szilárdságú fémek esetén kell számolni.



6. ábra: Feszültség korrózió [13]

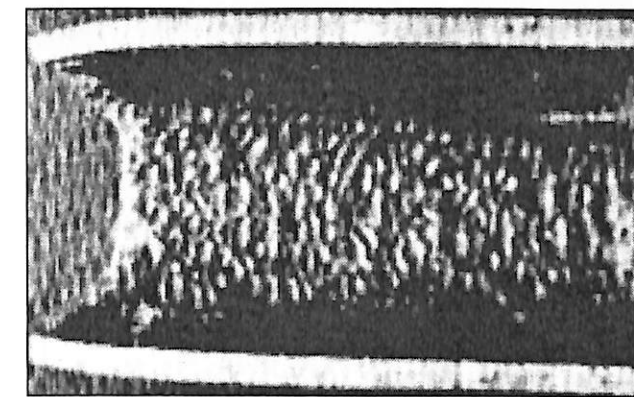
1.2.2.5. Korróziós kifáradás

Kifáradásnak az olyan fémek tönkremenetelét nevezzük, amelyek tartós, periodikus mechanikai igénybevételnek (pl.: rezgés) és egyidejű korróziós hatásnak vannak kitéve. Ciklusos igénybevétel esetén a fém kristályai egymáshoz viszonyítva elmozdulnak. Ez az elmozdulás az anyag felkeményedését, a felület érdesedését, a felületi védőréteg sérülését, összetöredezését, leválását eredményezi, amiből nagy probléma adódhat. A nemkívánatos gond abból adódik, hogy ezeken a helyeken, nagyobb az oldódási sebességük a fémeknek, az aktívabb, korrozív közeg jelenlétében. A korrozív közeg jelenléte miatt, hamarabb következik be az anyag kifáradása kisebb igénybevételnél, mint a közeg jelenléte nélkül. A fárasztás és a korrózió egymás hatását kölcsönösen fokozzák. A korróziós kifáradás minden fémén és minden közegben felléphet.

1.2.2.6. Eróziós korrózió

Eróziós korrózió a vízellátásban leggyakrabban előforduló korróziós fajta, hiszen a folyadékok áramlása okozza, pontosabban a korrozív közeg és a fémfelület egymáshoz képest bekövetkező elmozdulása. Bemélyedések, gödrösödések, lekerekített

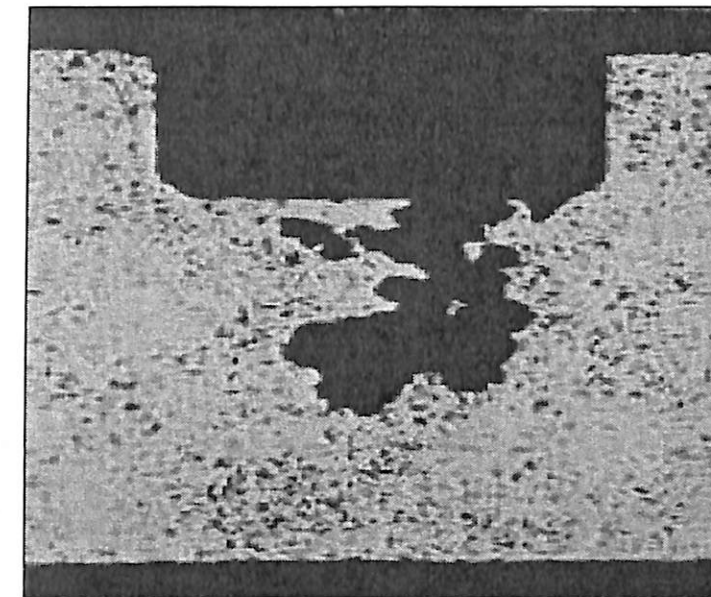
lyukak formájában jelenik meg, gyakran az áramlás irányának megfelelően irányított formában. A problémát az áramló folyadékban gyakran előforduló benne szuszpendált finom részecskék okozzák. A súrlódás miatt a fém felületén vagy ki sem alakulhat a korrózió elleni védő réteg, vagy megsérül és emiatt a korrózió közegben gyorsabb lesz a fém oldódása. Fokozottabban lép fel eróziós korrózió olyan helyeken, ahol a folyadék áramlása turbulensé válik (csőszűkület, áramlási irányváltozás, stb.). Nagy szerepe van a víz minőségének is, így annak javításával kiküszöbölhetjük az efféle korróziókat. Gyakorlatilag minden fémen felléphet.



7. ábra: Eróziós korrózió [13]

1.2.2.7. Kavitációs korrózió

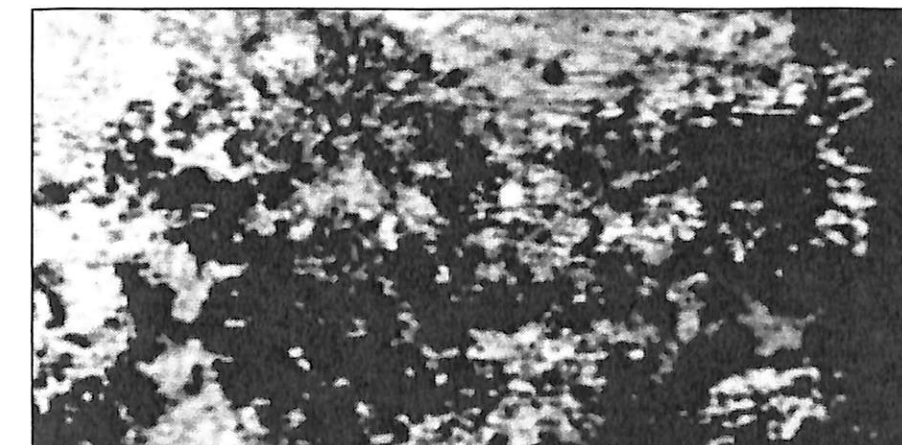
A kavitációs korróziót is a nagy sebességgel áramló víz okozza, de itt már szerepet játszik a folyadék hőmérséklete is, így ezzel leginkább meleg hűtővíz rendszerekben találkozhatunk. A sebesség növekedés akkora lehet szűkületeknél, a hűtőfolyadék be- és kilépési helyeinél, hogy a szükségszerűen bekövetkező nyomáscsökkenés miatt a meleg fémfelület adott pontjain gőzbuborék képződés léphet fel. Ütésszerű igénybevétel okoz a buborékok megszűnését. Gyakran vibrációs hatás is elősegítheti a buborékképződést és megszűnést. Természetesen ezek a hatások miatt itt is károsodik a védőréteg, egyre mélyebb lyukak keletkeznek és ezek befelé öblösödnek. Tartós hatás esetén általában átlukadáshoz vezetnek.



8. ábra: Kavitációs korrózió [1]

1.2.2.8. Foltos korrózió

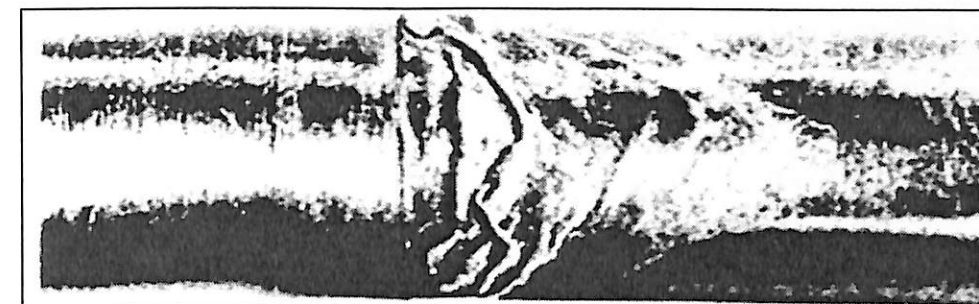
Foltos korrózió esetén a folyamat nem a teljes felületre, hanem viszonylag nagyobb foltokra terjed ki. Ilyen jellegű korrózióról beszélünk, amikor az egyenletes korrózió mértéke helyenként különbözik. Ez a korrózió átmenetet képez az egyenletes és a lyukkorrózió között, a kisebb kiterjedésű, kráteres bemaródásokkal.



9. ábra: Foltos korrózió [13]

1.2.2.9. Réskorrózió

A réskorrózió lokális bemaródásokat okozhat, a stagnáló folyadék réteggel érintkező, az elektrolit-oldat kicserélődése szempontjából nehezen hozzáférhető helyeken. Ilyen a folyadékoknak a fémre felhúzódó meniszkuszánál fellépő korrózió is. A lyukkorrózióhoz hasonlóan a réskorrózió is felgyorsul a folyamat megindulását követően.



10. ábra: Réskorrózió [13]

1.3. Mikrobiológiai korrózió

A korróziós folyamatok jelentős része speciális okokra vezethető vissza, elsősorban a mikrobiológiai folyamatokra. Egyes baktériumok, gombák életműködésük során korrozív anyagokat termelnek, illetve a korrózió egyik vagy másik részfolyamatát elősegítik. A mikrobiológiai korrózióhoz leginkább a vas és a kén (oxidáló és redukáló) baktériumok járulnak hozzá. Különböző tényezőktől függenek a mikroorganizmusok élhetőségei, ilyen például a hőmérséklet, a közeg pH értékétől, kémiai összetételétől, valamint a nedvességtartalomtól.

A hálózatban lejátszódó mikrobiológiai tevékenységek visszaszorítása érdekében az ivóvíztisztító telep technológiájának korszerűsítése szükséges.

A korszerűsítés az alábbiakban felsorolt lépésekből állhat:

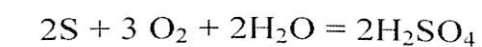
- A telepet elhagyó baktériumok határérték alatti számának megtartása.
- A telepet elhagyó víz partikulált, kolloid, illetve oldott vas-, mangán- illetve alumínium vegyületek mennyiségének minimalizálása (felületükön megtapadhatnak a mikroorganizmusok).

- Az elosztóhálózat anyagának figyelembevételével a telepet elhagyó víz korróziós potenciáljának csökkentésével (ezzel lehet visszaszorítani a vezeték korrózióját).
- A fertőtlenítőszer koncentrációját befolyásoló anyagok mennyiségének csökkentése.
- A hálózatban maradó fertőtlenítőszer koncentrációjának meghatározása a helyi viszonyok és hőmérséklet függvényében.
- Monitoring rendszer kiépítése a vízelosztó hálózaton.

A környezet típusa szerint megkülönböztetünk aerob és anaerob mikroorganizmust.[3]

1.3.1. Aerob

Az aerob mikroorganizmusok közé tartoznak a ként oxidáló baktériumok, melyek az elemi ként, vagy más kéntartalmú anyagot kénsavvá oxidálják. Ezt a folyamatot az alábbi reakcióegyenlet írja le:



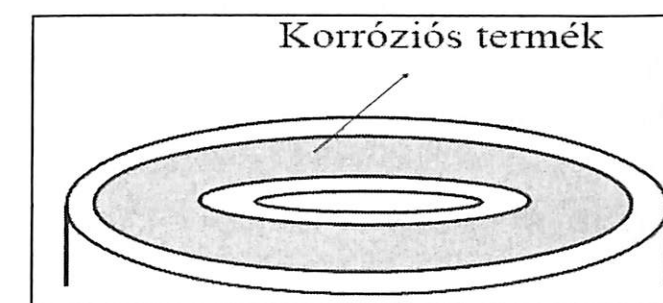
Savanyú környezet szükséges a mikroorganizmusok életműködéséhez. Akár 5 m/m % töménységű kénsavat is képesek előállítani, ez rendkívül korrozív környezetet eredményez. A vasbaktériumok is aerob környezetben működnek. Az energiát, ami az életműködésükhöz szükséges, az Fe^{2+} ionok Fe^{3+} ionokká való oxidációjából nyerik. A működésükhöz oxigén szükséges. Nagy térfogatú korróziós termék keletkezhet, mely elsősorban a csövek belsejében okozhat nagy károkat. A képződött korróziós termékek jelentősen lecsökkenthetik a cső aktív keresztmetszetét, legrosszabb esetben teljesen eltömíthetik azt.

1.3.2. Anaerob

A szulfátredukáló baktériumok a legfontosabbak az anaerob mikroorganizmusok közül. Ezek a közegben jelenlévő szulfát ionokat szulfid ionokká redukálják az alábbi egyenlet szerint:



Közel semleges pH értékű közegben és redukáló (pH= 5,5-8,5) környezetben is életképesek a szulfátredukáló baktériumok. Az ellenük való védekezés a levegőztetéssel, a víz klórozásával, baktericidek alkalmazásával, illetve a közeg meglúgosításával, vagy megsavanyításával lehetséges. Némelyik törzs hőérzékenysége elhanyagolható, mivel elég magas hőmérsékletet is el tudnak viselni, így súlyos károkat képesek okozni. Az anaerob baktériumok által okozott mikrobiológiai korrózió egyik jellegzetessége, hogy a levegőtől (oxigéntől) elzárt, egymással érintkező fémfelületek között jellegzetes alakú foltokban jelenik meg a korróziós termék.



11. ábra: Mikrobiológiai korrózió [1]

1.4. Beton korrózió

A különböző kémiai folyamatok a betonban is korróziót okoznak, ekkor a károsodás mállás formájában megy végbe.

A beton korrózió egyik nagy csoportja a beton lúgosságát szünteti meg. A kilúgozási korrózió a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ot oldja ki a betonból, ami a stabilitást adja. A cserebomlási-, a savkorrózió és az észter típusú vegyületek megkötik a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -t, így csökkentik a pH-t. Az agresszív anyagok képezik a másik nagy csoportot, amelyek térfogat növekedést okoznak. Ilyen agresszív anyag a talajvízben lévő Na_2SO_4 , az ipari vizekben előforduló szulfátok, valamint a cementben jelenlévő alkális. Ezen kívül még

létezik az úgynevezett reverzibilis korrózió. Erre a korrózió fajtára jellemző, hogy a beton visszanyeri az eredeti tulajdonságait, amennyiben eltávolítjuk az agresszív közeget. Beton korróziónál is létezik biológiai korrózió, ami valójában kémiai, amit a betonra telepedett szerves anyagok közvetítésével a mikroorganizmusok okoznak, de lehet fizikai is, ebben az esetben a beton szétrepedése következik be. [4]

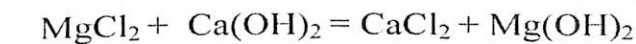
A beton korrózióknak négy típusát különböztetjük meg:

- „A” típusú – kilúgozási és cserebomlási korrózió
- „B” típusú – sav és lúg korrózió
- „C” típusú – térfogat növekedést okozó kémiai reakciók és kristályosodás
- „D” típusú – savkorrózió

1.4.1. „A” típusú korrózió

A cementkő alkotó vegyületeinek oldódása a kilúgozási korrózió. Ekkor a kalcium hidroxid kioldódik, melynek következtében a pH csökken. A kilúgozódást okozó kationok a nátrium, kálium és a kalcium. Az ionmentes vizek, valamint a nyomás alatt átszivárgó vizek tovább segítik a kioldódást.

A cserebomlási korróziót az ammónium és a magnézium segítik elő. A cementkő kalcium tartalma kicserélődik magnéziumra, melynek következtében a beton szétesik:



1.4.2. „B” típusú korrózió

A savkorrózió folyamán, a beton felületén lévő karbonátos réteg feloldódik, ez a mész kilúgozódásához vezet. A beton korróziót okozó szerves savak közül a leggyakoribb a szénsav, a kénsav, a salétromsav, míg a szerves savak közül az ecetsav, a tejsav, valamint a hangyasav.

A lúgkorróziónál csak az erős lúgoldatok az ártalmasak, mint például az NaOH, a kis koncentrációjú lúgos oldatok nem ártalmasak.

1.4.3. „C” típusú korrózió

Az agresszív vegyületek a cementkő alkotóival reakcióba lépnek, ezt térfogat növekedést okozó kémiai reakciónak nevezzük. Ilyenkor nagyobb térfogatú vegyületek (nátrium-szulfát, ammónium-szulfát, rézsulfát, alumínium-szulfát, vas-szulfát, kalcium aluminát-szulfát-hidrát) keletkeznek, amelyek a cementkő szerkezetének roncsolódását eredményezik.

Kristályosodásról beszélünk, ha a vegyület oldat formájában felszívódik a pórusokba. Ezután a betonban az oldat kikristályosodik, így ronsolja a beton szerkezetét.

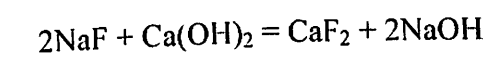
1.4.4. „D” típusú korrózió

A szerves vegyületek által okozott korrózió a savkorrózió (pl.: észter típusú vegyületek).

1.5. Beton korrózió elleni védekezés

A beton korrózió elleni védekezésnek két fajtája van, az aktív és a passzív mód.

Aktív módnál fő feladat az agresszív hatás semlegesítése, amit a cementadagolás növelésével (nagyobb mennyiségű Ca(OH)_2 több vegyületet köt meg) érhetünk el. A passzív mód esetén agresszív hatásoknak ellenálló beton készítése a cél, ezt vízzáró betonnal és szulfátálló cementtel tehetjük meg. Megoldást eredményezhet a vízzáró felületi réteg kialakítása (vízzáró cementvakolat, vízüveg bevonat, műgyanta bevonat). A fluátozással is megvédhetjük a betont a korrózióval szemben, mert ekkor kalcium-fluorid képződik, amely vízben oldhatatlan bevonatot képez: [1], [2]



1.6. Redoxi-folyamatok

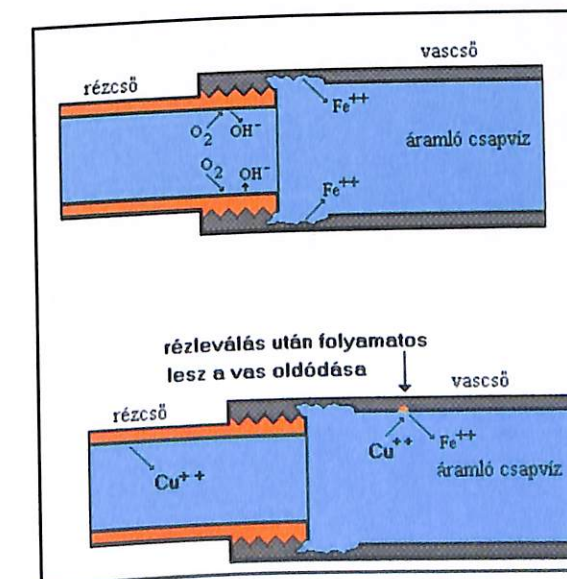
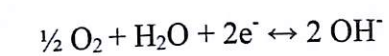
Bonyolult mechanizmusúnak tekinthető a fémek korróziójának folyamata. A korróziós termékek keletkezése redoxi folyamat, amely sorozatos és párhuzamos reakciókkal írható le. Jellemzően kémiai és elektrokémiai korróziókat különböztethetünk meg. [5], [6], [7]

1.6.1. Kémiai korrózió

Közönséges kémiai reakciók mennek végbe a fém és a korróziós közeg között a kémiai korrózió esetén. Ilyenkor a heterogén kémiai folyamatok törvényszerűségei érvényesülnek. Kémiai korrózió során az ionok elmozdulásának nincs szerepe a termékek képződési mechanizmusában, az elektromos töltéshordozók elmozdulása nem haladja meg a molekuláris mértéket (4 nm-nél kisebb).

1.6.2. Elektrokémiai korrózió

A közhasználatú fémes szerkezeti anyagokon lejátszódó korróziós folyamatok döntő többsége elektrokémiai jellegű. Az elektrokémiai korrózió legfontosabb jellemzője, hogy a töltéssel rendelkező részecskék (ionok) is részt vesznek a határfelületi folyamatokban. Ebben a mechanizmusban az ionoknak alapvető szerepük van, a folyamat sebességére az elektrokémiai kinetika törvényszerűségei érvényesek. Másik jellemzője még, hogy térbelileg elkülöníthető az oxidációs és a redukciós részfolyamat. A korróziós folyamatok jelentős része vizes közegben lejátszódó, elektrokémiai reakciók útján következik be. A korróziós termékek képződése során az elektromos töltések elmozdulása meghaladja a molekuláris mértéket. A vízben oldott oxigén redukciója játszódhat le semleges vagy lúgos közegben az alábbi reakcióegyenlet szerint:



12. ábra: Elektrokémiai korrózió két fém csatlakozásakor [5]

Itt említeném meg, hogy a fémek és ötvözeik felülete általában kémiai és mechanikai szempontból inhomogén. Ezek elektrokémiai szempontból úgy viselkednek, mint az elektród koncentrációs galvánelemek. A fém felületén úgynevezett helyi elemek (mikroelemek) jönnek létre, mivel az anódos és katódos helyek elkülönülnek. Amennyiben nem jön létre az ötvöző anyagokból új vegyület a szilárd fázisban két alkotó érintkezik egymással mikro-méretekből. Az öntött vas, jelentős mennyiségű grafitot tartalmaz. Jelentős potenciálkülönbség van a grafitváz és a vas között (vas a negatívabb), így a szerkezeti anyagból folyamatosan távozik a vas, ha megfelelő a környezet. A grafitra úgy tekintünk, mint az egyik legpozitívabb potenciálú szerkezeti anyagra. A szám adatok is ezt támasztják alá:

- Grafit potenciálja tengervízben telített kalomel elektródhoz képest:
+ (0,3 - 0,2) V
- Vas potenciálja tengervízben telített kalomel elektródhoz képest:
- (0,6 - 0,7) V



13. ábra: Ötvözetek korróziója [5]

1.7. Korróziós károk

A korróziós károkat két nagy csoportra bonthatjuk, közvetlenre és közvetettre.

A közvetlen korrózió a nevéből adódóan közvetlenül jelentkezik a korrózió elleni védelem és a korrodálódott berendezés kicserélésének költségeiben. Természetesen a cél, ezeken a költségeken a minél lejjebb tartása, ami a hatékony védelmi eljárásokkal érhető el. Ilyen eljárások az ellenálló ötvözetek felhasználása, védőbevonatok kialakítása, vagy katódos védelem alkalmazása. Megoldást jelenthet a csővezetékek, tartályok túlméretezése is.

A közvetett korróziós károk is többre bonthatók. A termelés vagy a szolgáltatás kiesése hatalmas károkat tud okozni. Nem mehetünk el szó nélkül a kilyukadaskor bekövetkező anyagvesztésről és a külalak károsodása mellett sem, hiszen ezekkel az élet-, balesetvédelem biztonsági tényezői nagyban romlanak.

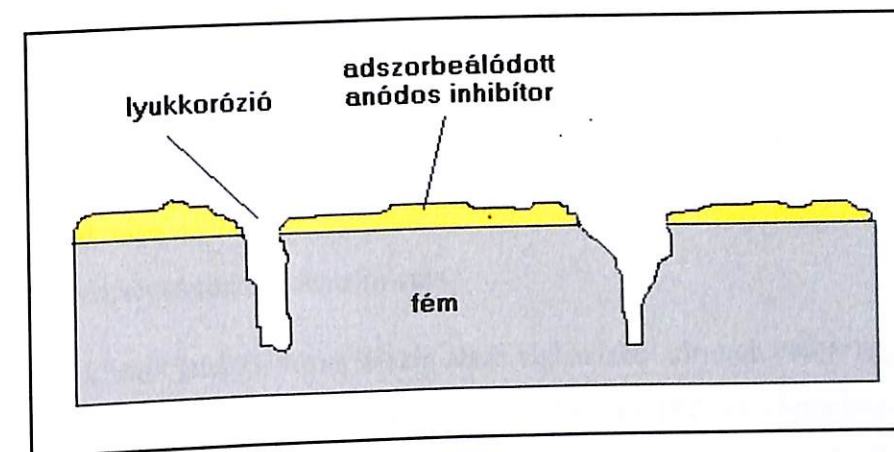
A korróziónak a környezetszennyezésben való szerepe mellett sem mehetünk el szó nélkül. A környezetben biológiai károsodást okoznak a korróziós termékek. A korrózió következtében tönkrement, elhagyott tárgyak szennyező hatásúak.

1.8. Korrózió ellen való védekezés

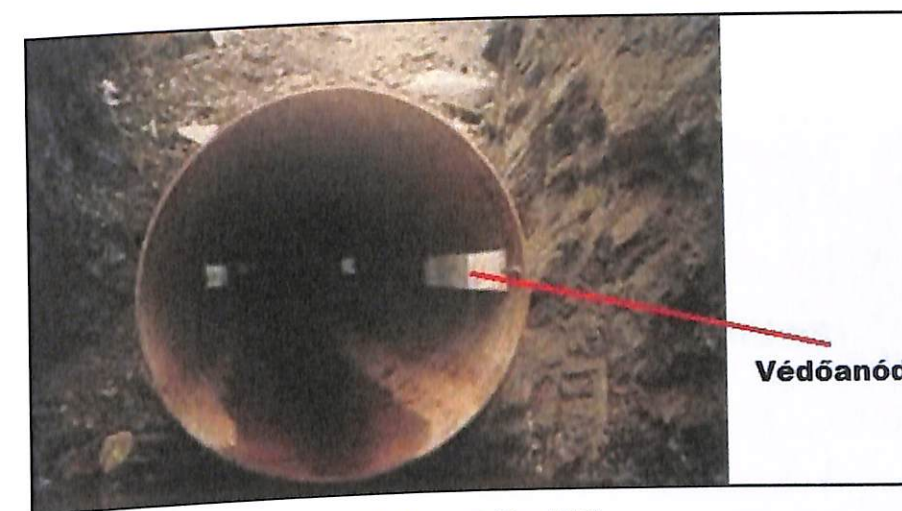
A korrózióvédelem egyik fontos célja, hogy megakadályozza az oxigén rendszerbe való jutását, illetve a már bejutott oxigén kémiai megkötését. Ezen túlmenően szükséges egy enyhén lúgos pH érték beállítása is. A korrózió elleni védekezést két nagy csoportra lehet bontani. Létezik az úgynevezett aktív és passzív védelem.

A passzív védelem egyik fő jellemzője, hogy védőréteget alkalmazunk a korróziós hatásoknak kitett felületen. Három típust különböztetünk meg a passzív védekezésben. Bizonyos lakkokkal, műanyagokkal vagy zománcal vonjuk be a fémeket, így védve azt a környezet káros hatásai ellen. Ezt az eljárást szinterezésnek nevezzük. Elektrokémiai korrózióvédelem szempontjából passzív védelem az is, ha a fém anódnak kapcsoljuk és azt elektrolizálva vastagítjuk meg a fém védő oxid réteget. Ez a folyamat az eloxálás. Olyan passzív fémbevonatot is ismerünk, amely csak addig védi a fémeket, amíg a bevonat meg nem sérül. Ez olyan elektródpotenciálú fém, amely a sérüléskor képződő helyi elem katódja lesz, mivel az ilyen bevonatok, csak a sérülésig védnek. Ezért ezt a fajta védelmet, csak olyan esetekben célszerű használni, amikor a felület nincs kitéve sérülésveszélynek.

Az aktív korrózióvédelem esetében a fém bevonása egy oxidációra nála hajlamosabb, nagyobb redukáló képességű (a redukáló sorban előtte álló) fémmel. A bevonat sérülése után is véd. A bevont fém csak akkor kezd oxidálódni, ha a másik fém teljesen elfogyott. A katódos védelmet elsősorban földalatti csővezetékknél alkalmazzák. [1], [2], [5]



14. ábra: Aktív korrózió védelem [2]



15. ábra: Védőanód [2]

2. Vizek típusai vízellátás szempontjából

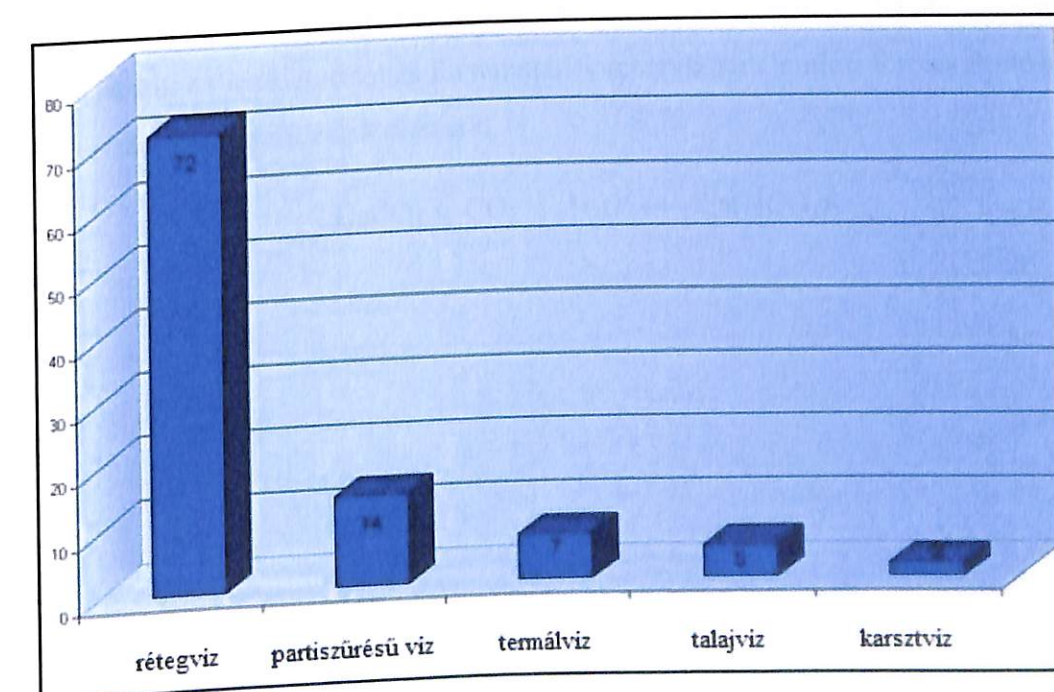
Vízellátás céljára számításba vehetők a felszínalatti és a felszíni vízkészletek.

Ezen belül lehetnek:

- a felszínközeli vizek (talajvizek),
- a mélységi vizek,
- az átmeneti (partiszfűrészű, talajvízdúsítás),
- a karszt- és forrásvizek,
- a folyóvizek,
- a tavak vize,
- a mesterséges tározók felszíni vize

A vízkivétel jelentős része felszín alatti vízbázisból történik (94,1 %), ezen belül is a mélységi vizek (42,3 %) és a parti szűrészű vízbázisok (42 %) a legjelentősebbek. A karsztvíz 11,9 %-al részesedik, míg a talajvíz aránya mindössze 2,9 %. [8], [9]

A Nyugat-dunántúli régióban az alábbi ábra mutatja a vízkivétel százalékos megoszlását.

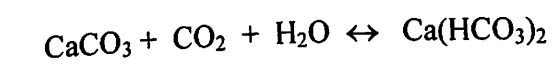


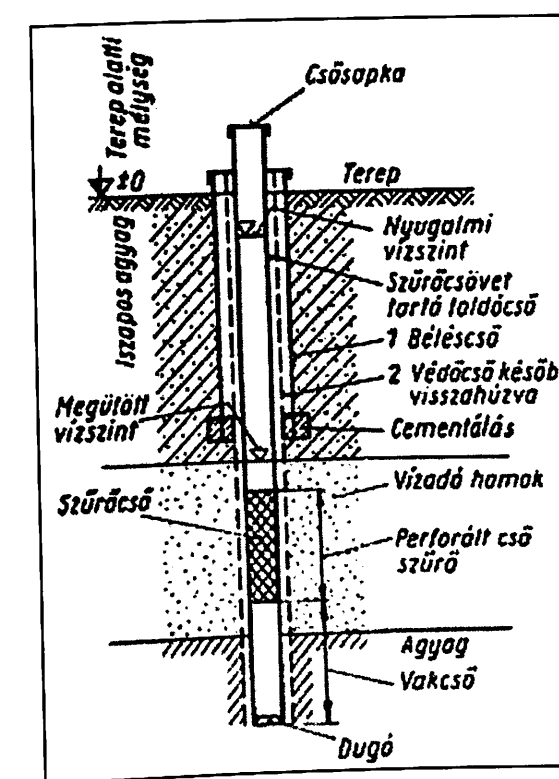
16. ábra: A felszín alatti víztermelés százalékos megoszlása a nyugat-dunántúli régió területén [14]

2.1. Mélységi felszín alatti vizek

2.1.1. Rétegvíz

A felszín alatti vízkészletek döntő hányada rétegvíz. Egyik legjellegzetesebb típusa a rétegvizeknek az artézi víz. A rétegvizet artézi kutak segítségével emeljük a felszínre, amely folyamat során a medenceszerűen elhelyezkedő víztartó rétegekből ránehezülő nyomást használjuk ki. A talajvíznél jóval lassabb a rétegvíz utánpótlása, viszont nagy előnye, hogy a mélyebben való elhelyezkedése miatt olyan földtanilag védett környezetben helyezkedik el, hogy nehezebben tud elszennyeződni. A lassú utánpótlódás adja a hátrányát is, mivel ügyelni kell arra, hogy a nagyfokú vízkiemelés ne eméssze fel a vízkészletet. Magyarországon az artézi kutak mélysége 100-300 méter közé esik. A rétegvíz a felszín alatti vizek azon típusa, amely a porózus kőzetekben helyezkedik el. E víztartó rétegeket alkotó kőzetektől függően található a vízben nátrium-, kalciumion, ha a kőzet andezit, a földpátok bomlása is a víz kálium-, nátriumion tartalmát növeli. A mészkőterületekről származó vízben sok kalciumion és magnéziumion, a gránitos terület vizében a káliumion lesz az uralkodóion. Ha a talaj, vagy a víz pH-értéke kicsi, vagyis savanyú kémhatású anyagokat tartalmaz, akkor a vas-mangán-ion a szilikátos kötésből kioldódik. A vizek összetételének alakulásában nagy szerepet játszik az ionkicserélődés folyamata. A rétegvíz kalciumion forrása a mészkő, melyet a szénsavtartalmú vizek oldanak:





17. ábra: Artézi kút [8]

2.1.2. Rés és karsztvíz

A kőzetek hasadékaiban, repedéseiben elhelyezkedő vizet résvíznek nevezzük. A résvizek közül a mészkő üregeiben található a karsztvíz. A mészköves területeken mélybe szivárgó karsztvíz a repedésekből indul, és a felszín alatt hatalmas földalatti folyosóvá is egyesülhet. A mészkővidékek járataiban jelentős, a vízellátásban is fontos szerepet játszó vízkészlet gyűlik össze. A karsztvíz a felszín alatti vizeknek azon típusa, amely a talaj karsztosodott kőzetrétegei között helyezkedik el. Két fő típusát különböztetjük meg. Nyílt karsztvíz esetében a csapadék és a felszíni vizek közvetlen kapcsolatban vannak karsztvízzel, táplálják a karsztvíz bázist, mivel a karsztvizet fedő kőzetrétegek nem vízzáróak. Fedett karsztvíz esetében a fedő kőzetek vízzáró jellegüknél fogva meggátolják a csapadék és a felszíni vizek karsztvíz bázisba történő bejutását. Természetes tisztaságánál fogva nagy értéket képvisel, lakossági fogyasztásra közvetlenül alkalmas lehet.

2.1.3. Források

A források lassúbb vagy gyorsabb mozgásban levő felszín alatti rétegvizek, melyek valamilyen okból a föld felszínére törnek. Ahol vízzáró réteg fut ki a felszínre, ott található a legtöbb forrás. Ilyen rétegek határán talajvíz és rétegvíz is a felszínre törhet (talajvízforrás, rétegforrás). A források átmenetet képeznek a felszín alatti és a felszíni vizek között.

Három fő típusát különböztetjük meg:

- Reokrén (zuhogó)
- Limnokrén (feltörő)
- Helokrén (mocsárforrások vagy forráslápok)

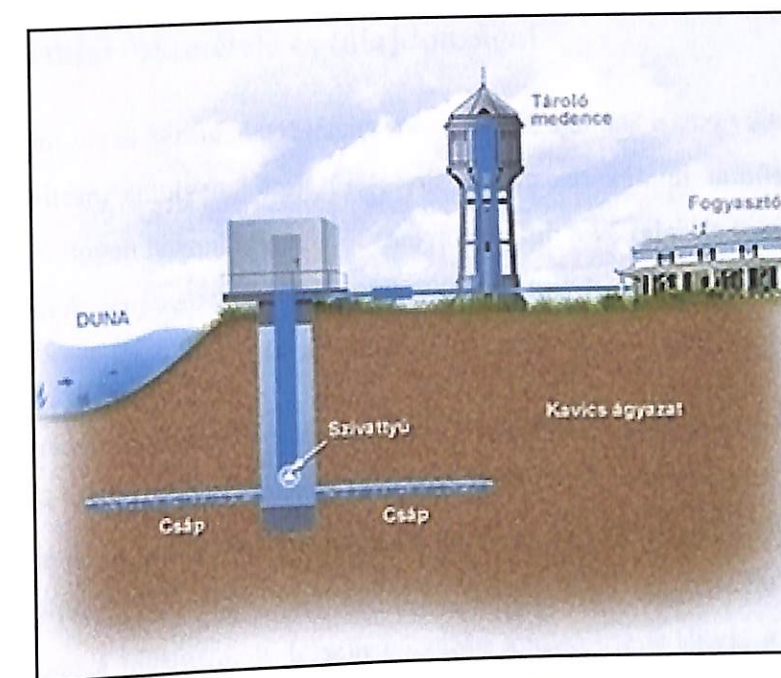
2.1.4. Hévizek és ásványvizek

Minél mélyebbről érkezik a víz a felszínre, annál magasabb a hőmérséklete. Azokat a forrásvizeket, amelyeknek a hőmérséklete a környezetének évi középhőmérsékleténél melegebb hévizeknek nevezzük. A 30 °C-nál melegebb felszín alatti vizeket tekintjük hévizeknek. Magyarországon a világtágnál magasabb a geotermikus gradiens (1 °C/33 méter), emiatt nagyon gazdag hévizekben.

A mélyben hosszú utat bejáró felszín alatti vizek többféle ásványi anyagot oldanak ki, ragadnak magukkal. Kémiai összetételük szerint megkülönböztetünk pl. szénsavas, vagy savanyúvizeket, konyhasós, keserű, vasas, kénes, jódos-brómos, rádiumos vizeket.

2.2. Parti szűrési vizek

Egyes vízfolyások adott szakaszain kialakuló kavicsteraszokon összegyűlt, rövid idő alatt megújuló felszínalatti víz, melynek forrása elsősorban a folyó, de részben a folyó felé áramló felszín-közeli víz. Tekintettel arra, hogy a partiszűrési víz, döntő többsége a folyóból a viszonylag jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkező parti rétegen átszűrődve jut el a víznyerő helyre, egyes vélemények szerint ez felszíni víz. Magyarországon a partiszűrési vizet a felszínalatti vizek közé soroljuk.



18. ábra: Csápos kút [8]

2.3. Talajvíz

A talajvíz, az édesvízkészlet azon része, ami a felső vízzáró réteg felett helyezkedik el, a csapadékból, illetve a felszíni vizekből (folyókból, tavakból) beszivárogva gyűlik össze és kitölti a talajszemcsék közötti üres teret. Magyarországon a talajvíz átlagos terepszint alatti mélysége 2-5 méter, a dombvidéki hátságokon viszont 8-10 m mélységben helyezkedik el. A mélysége függ a csapadéktól, a hőmérséklettől és a domborzattól. A talajvízszint ingadozását az emberi tevékenység is befolyásolja. A talajvízszintet süllyeszti a folyószabályozás, a lecsapolás, valamint a bányaművelés, az öntözés pedig emeli. A talajvíz kapcsolatban van a felszínnel és a csapadékkal, így a szintje ennek megfelelően ingadozik. Ha a talajvíz hígul, akkor annak oldott sótartalma csökken. A talajvíz minőségére az áramlási viszonyok is befolyással vannak, ezért a sótartalmát nagymértékben determinálják. A talajvíz minőségi összetételének alakulásában nagy szerepe van a felszíni szennyeződésnek is. Rendszerint a széndioxidban gazdag, ami azzal magyarázható, hogy a humuszt vagy korhadó növényi részeket tartalmazó talajban állandó lassú oxidációs folyamatok mennek végbe. A felszín alatt 4-5 méter mélységben összegyűlő talajvíz szinte kizárólag szerves anyagokat tartalmaz, esetenként szennyeződést jelző baktérium is található benne, a széndioxid tartalma magas lehet. A talajvíznek a kommunális szennyvízzel való érintkezését jelzi a víz megnövekedett baktérium száma, klorid-, és ammónium-ion tartalma. A szerves anyagok oxidációs folyamatait mineralizációnak nevezzük.

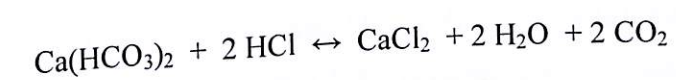
3. A vizek kémiai összetétele és tulajdonságai

A felszíni vizek kémiai összetételét meghatározza annak a vízgyűjtő területnek a geológiai felépítése, amelyen keresztül folyik, miközben kémiai minősége kialakul. Összetételükben ugyan hasonlóságot mutatnak az alattuk levő talajvíz összetételével, de oldott sótartalmuk lényegesen kisebb, 200-500 mg/dm³ között ingadozik. A felszíni vizeket kémiai összetételük alapján az alábbiak szerint csoportosíthatjuk: [6], [7], [10]

- Csapadékvíz: A levegő páratartalmából a légkör bizonyos magasságban, fizikai tényezők változásának hatására csapadék keletkezik. A csapadék keletkezésének pillanatában a környező légrétegből a gázokat különböző mértékben kioldja. A legnagyobb mértékben oldja a széndioxidot, majd az oxigént és legkisebb mértékben a nitrogént. A felszín közelébe kerülő csapadékvíz a levegő egyéb szennyeződéseit is felveszi. Ezen kívül főleg az ipari területek környékén kéndioxid, ammónia, nitrit, nitrát, nitrózus gázok. A levegőből az esőcseppek magukkal ragadhatnak por, korom, pernye-szemcséket, finom szerves foszlányokat és baktériumokat is.
- Folyóvizek: A hidrogeológiai szempontból adott földterületen összegyűlő csapadékvízből, a talajból kiszivárgó és mesterségesen kiemelt vízből tevődnek össze a folyó vizek. A felszíni vizek, így a folyóvíz is a talajjal érintkezik, abból jelentős mennyiségű sót felold, ezért összetételében a talajvízéhez hasonló. A talajvíz és a felszíni víz minősége között mégis lényeges különbség van. A folyóvíz jelentős mennyiségű szerves anyagot tartalmaz a benne élő szervezetek anyagcseretermékei folytán.
- Állóvíz (természetes és mesterséges tó): Az állóvizek oldott anyag mennyisége és minősége függ a vízbejutó csapadékvíztől, a talajtól, valamint a környezet gazdálkodásától. Különböző mennyiségben tartalmaznak szervesen oldott sókat, melyeknek legfontosabb ionjai a kalcium, nátrium, kálium, klorid, szulfát, és hidrogénkarbonát. Csak kis mennyiségben tartalmaznak vas-, mangán-, esetleg ammóniumot, nitrit-, nitrátiont. A folyó és állóvizek oxigén- és széndioxid-háztartása egyaránt jelentős, mivel a vizek biológiai egyensúlyát befolyásolják, meghatározzák.

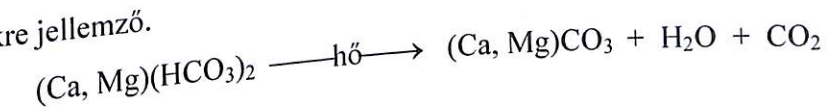
3.1. Lúgosság

A víz lúgossága alatt annak savmegkötő (savközömbösítő) képességét értjük. A természetes vizek lúgosságát a benne lévő alkáliföldfém-hidrokarbonátok, a vízben lévő bázisokból származó hidroxid-ionok, valamint a gyenge savakból és erős bázisokból képződött sók lúgos kémhatású hidrolízise okozza. A hidrolizáló karbonátok és hidroxidok a pH-értéket 8,3-nál magasabbra emelik. Az összes lúgosságnak az a része, amely meghaladja a 8,3 értéket, adja a víz szabad lúgosságát. Egységnyi lúgosságú az a víz, amelynek 1 dm³-jének közömbösítéséhez 1 cm³ mólos sósav szükséges.



3.2. Keménység

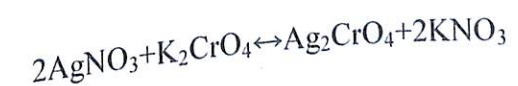
A vizek keménységét a bennük oldott kalcium-, és magnéziumionok koncentrációja CaO egyenértékben kifejezve adja. A disszociált formában jelenlevő kalcium-, magnéziumion kapcsolódhat hidrogén-karbonátionokhoz, egy bizonyos mennyisége, pedig szulfát-, kloridionokhoz. Eszerint különböztetünk meg változó- és állandó keménységet. A hő hatására a hidrogén karbonáthoz kapcsolódó ionok állandó keménységet. A hő hatására a hidrogén karbonáthoz kapcsolódó ionok eltávolíthatóak, ezt a keménységet változó keménységnek, a többi, forraláskor ki nem csapódó kalcium és magnézium által okozott keménységet állandó keménységnek nevezzük. A víz keménységét régebben, valamint még egy-két esetben német keménységi fokban is (nk°) megadják. 1 nk°-ú a víz, ha literenként 10 mg CaO-nak megfelelő kalcium- vagy magnéziumion található benne. A látszólagos keménység a szikes vizekre jellemző.



3.3. Kloridion

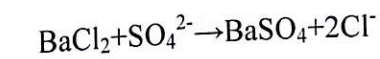
3.3. Kloridion

Szennyező hatás következtében a felszíni vizek normál természetes körülmények közötti kloridion tartalma megemelkedik. A vízben lévő kloridiont semleges vagy gyengén lúgos oldatban kálium-kromát indikátor jelenlétében ezüst-nitrát mérőoldattal titráljuk. A titrálás végét az ezüst-klorid teljes mennyiségének leválása után megjelenő vörösbarna színű ezüst-kromát csapadék jelzi.



3.4. Szulfátion

A szulfátion tartalma van a felszíni vizeknek, aminek a mennyisége a geológiai viszonyoktól függően változó lehet. Mennyiségét analitikai módszerrel lehet meghatározni.



3.5. Fajlagos vezetőképesség

Az oldatban jelenlévő töltéssel rendelkező ionok, melyek oldószer hatására keletkeznek, az elektromos áramot vezetik. A fajlagos elektromos vezetőképesség mérésével a vízben oldott sótartalomra következtethetünk. Az ismert anyagok közül azokat, amelyek oldata vagy olvadéka vezeti, az elektromos áramot elektrolitoknak nevezzük. Az elektrolit oldatok a kristály rácselemei és az oldószer kölcsönhatása következtében jönnek létre. Az oldott elektrolit minőségétől és az oldószer molekulákkal való kölcsönhatásának mértékétől függően az oldott anyag teljesen vagy csak részben disszociál ionokra. Elektrolitokban lévő ionok száma nagymértékben befolyásolja az áramvezetés mértékét. A természetes felszíni vizek gyenge elektrolitoknak tekinthetők, vezetőképességének ismeretében az oldott szerves anyag tartalomra lehet következtetni.

Két azonos méretű elektród közötti elektrolit oldat ellenállása:

$$R = p \frac{L}{Q} [\text{ohm}] \quad p - \text{fajlagos ellenállás} \left[\text{ohm} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = \text{ohm} \cdot \text{cm} \right]$$

3.6. Vízhőszigetelés

A felszíni vizek, valamint a szennyvizek minőségének értékelésénél nagy szerepe van az oldott oxigén tartalomnak. A felszíni vizek oldott oxigén tartalma optimális esetben 8-12 mg/dm³ között változhat. A növényi szervezetek asszimilációs tevékenysége következtében túltelítettség jelentkezhet, akár 20-25 mg/dm³ oxigén koncentráció is kialakulhat. Az ivóvíz minőségét a víz oldott oxigén tartalma nem befolyásolja. A 100 %-os oxigén telítettséghez tartozó oldott oxigén (10mg/L) koncentráció a hőmérséklet csökkenésével nő.

A felszíni vizek az alábbi osztályokba sorolhatók:

I. osztály: Minden szennyeződéstől mentes, kiváló víz.

II. osztály: Külső szennyeződésekkel csekély mértékben ugyan, de terhelt. A vízi szervezetek fajgazdagsága jellemzi, de szennyvíz-baktériumoknak nincsenek jelei.

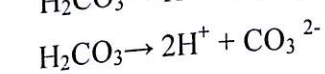
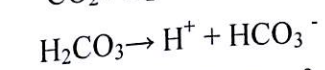
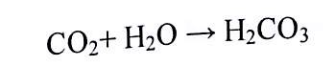
III. osztály: Tűrhető víz minőségi kategóriába tartozik, kisebb mértékben szennyvízzel terhelt. Már előfordulhat és az egyes algafajok túlszaporodása miatt szaghatás is jelentkezik.

IV. osztály: A szennyvizekkel terhelt biológiai tápanyagokban gazdag, az oldott oxigénháztartása széles határok között ingadozik. A színe változó, állapota zavaros, sokszor vízvirágzás is előfordulhat benne.

V. osztály: Erősen szennyezett víz.

4. Agresszív vizek a vízellátásban

A széndioxid /CO₂ / a víz és a levegő érintkezése, valamint a talajban és a vízben lejátszódó biológiai, kémiai folyamatok révén kerülhet a vízbe. [12]
A szabad széndioxidnak /a vízben szénsavnak/ két disszociációs foka van:



A természetben előforduló víz széndioxid tartalmának, azért van jelentősége, mert a szénsav agresszív, megtámadja a mésszel, betonnal és fémmel készült szerkezeteket. Nagy szén-dioxid-tartalmú agresszív szénsavat tartalmazó víz, ólomcsővezeték esetén még az egyébként a vízben nem oldódó bázisos ólom-karbonátot is képes oldani.

A vízben általában mindig jelenlévő kalcium-, magnézium- hidrogén-karbonátok az ugyancsak jelenlévő szén-dioxiddal egyensúlyban vannak. Ha a szén-dioxid mennyisége az egyensúlyi koncentrációnál kisebb, akkor kalcium-, ill. magnézium karbonát válik ki, ha pedig nagyobb, akkor a víz, erősen korrozív tulajdonságúvá válik. Amennyiben tehát az egyensúlyhoz szükséges mennyiségen túl található CO₂ a vízben, azt agresszív szén-dioxidnak nevezzük, melynek eltávolítása korrozív tulajdonsága

miatt szükséges. A vízben található agresszív széndioxidot kémiai vagy fizikai úton lehet eltávolítani az ivóvízből.

4.1. Az agresszív víz kialakulásához vezető tényezők

A víz szabad szénsav tartalmából fémekre, elsősorban vasra gyakorolt agresszív hatás szempontjából 3 esetre következtethetünk:

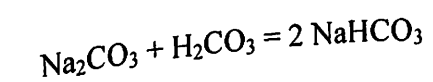
- Ha a víz szabad szénsavtartalma kisebb, mint az egyensúlyi szénsav, kalcium-karbonát válik ki, amely a vízvezetéki csövek falára lerakódva, vízkőréteget képez, ami a csőkeresztmetszet szűkülését, sőt teljes elzáródását idézheti elő.
- Ha a víz szabad szénsavtartalma az egyensúlyi szénsavval egyenlő, akkor ez a víz mész-szénsav egyensúlyát jelenti, amely bizonyos körülmények között, oldott oxigén jelenlétében, a természetes védőréteg kialakítására alkalmas.
- Ha a víz szabad szénsavtartalma nagyobb az egyensúlyi szénsavnál, akkor a víz kalcium-karbonátot, azaz védőréteget oldóan fog viselkedni, és ezért az ilyen vizekből, a vascsövek belső felületén a természetes védőréteg kialakulása nem várható, még oldott oxigén jelenlétében sem. Sőt agresszív szénsavtartalmánál fogva a már kialakult védőréteget feloldva, vassal szemben agresszív hatást fog kifejteni.

4.2. Az agresszivitás típusai

A víz agresszivitását a benne levő CO_2 okozza. A vízben lévő CO_2 lehet félig-kötött, kötött, vagy szabad állapotú. A szabad CO_2 tartalom megtámadja a vízzel érintkező fémeket, betont és meszet.

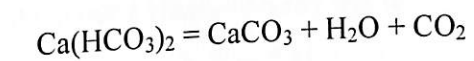
- Szabad szén-dioxid

A vízben oldott és bázishoz nem kötött szén-dioxid gázt értjük alatta. Természetes vizeinkben a szabad szénsav nem szokott nagyobb mennyiségben előfordulni. Többnyire 50, egyes esetekben 100 mg/l alatt tartalmaz a víz szén-dioxidot illetve szabad szénsavat. Ásvány- és gyógyvizeinkben, szénsavas forrásokban 2000 – 3000 mg/l is előfordulhat.



- Kötött szén-dioxid:

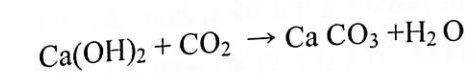
A hidrogén-karbonátban (HCO_3^-) és a karbonátban (CO_3^{2-}) levő szén-dioxid (CO_2) félig-kötött és kötött állapotban lehet jelen a vízben. A hidrogén-karbonátok bizonyos körülmények között karbonátokká alakulnak, miközben a bennük kötött szén-dioxid fele felszabadul:



A hidrogén-karbonátok szén-dioxidjának csak a felét tekintjük kötöttnek, míg a másik felét félig kötöttnek, mert bomláskor a kalcium-hidrogénkarbonát $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ két szén-dioxidja közül az egyik a karbonátban (CaCO_3) kémiaiilag teljesen megkötve marad, míg a másik fele szén-dioxid gáz formájában felszabadul.

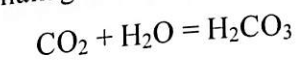
- Mészre agresszív szén-dioxid:

A szabad szén-dioxid és az egyensúlyi szén-dioxid különbségének egy része:

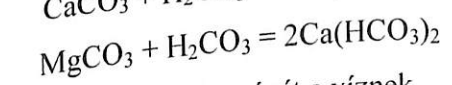
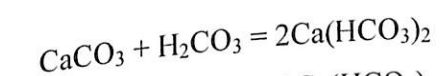


4.3. Az agresszív víz kémiai jellemzői

A természetes vizek mindig tartalmaznak oldott széndioxidot, CO_2 -t. A CO_2 a vizekbe kisebb mennyiségben a levegő CO_2 -tartalmának beoldódásával, nagyobb mértékben a vízben élő állati szervezetek légzése során kerülhet be. A CO_2 a vízben részben fizikailag, részben kémiaiilag oldódik. A kémiai oldódás eredménye a szénsav.



A vízben oldott szénsav egy része (az egyensúlyi CO_2) segít oldatban tartani a kalcium- és magnézium-hidrogénkarbonátot, míg az ennél több szénsavat tartalmazó víznél annak jelentős részét a fitoplankton hasznosítja, az agresszív mennyiség lassan oldja a kőzeteket alkotó mész-követ, dolomitot.



Az itt keletkező sók adják a változó keménységét a víznek.

4.4. Kezelési alternatívák

A gázok vízből való eltávolítására kétféle módszer alkalmazható, melyek fizikai és kémiai úton mehetnek végbe.

4.4.1. Gázok eltávolítása fizikai úton:

A gázok vízben történő oldódását a Henry-törvény írja le:

$$c_v = p_g \cdot H$$

c_v : a vízben oldott gáz koncentrációja

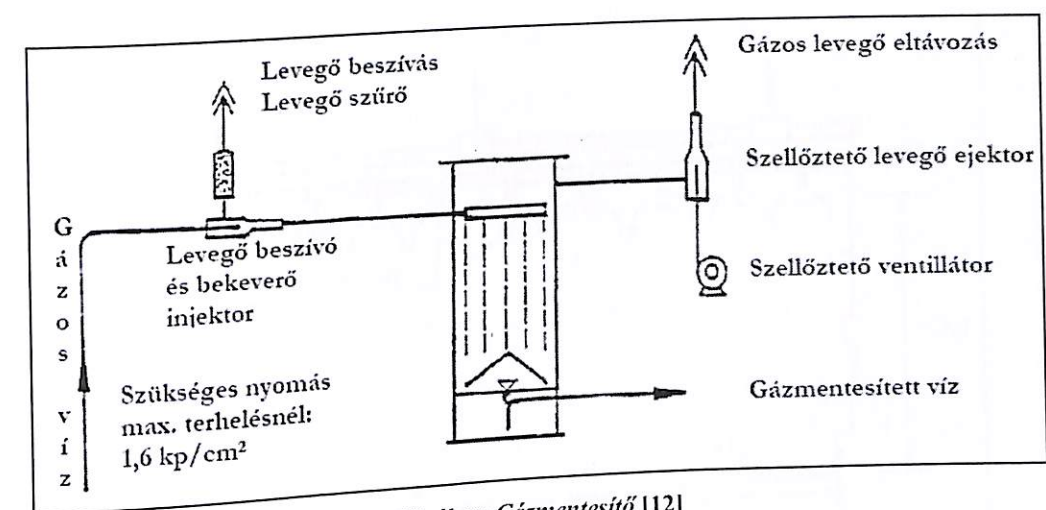
p_g : a gáz parciális nyomása

H : a Henry-tényező.

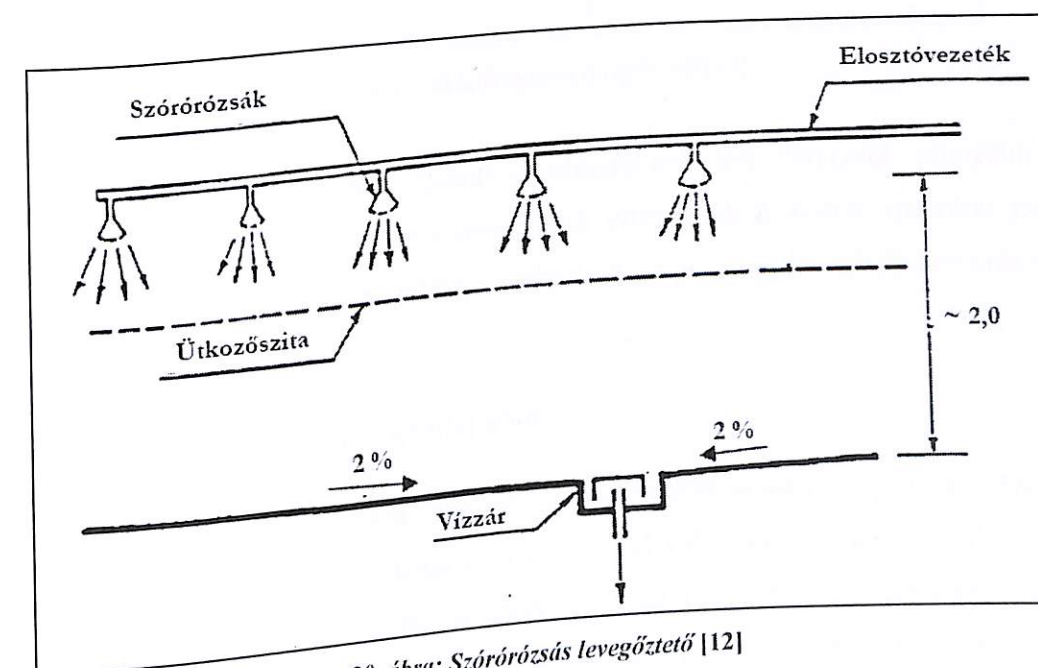
A parciális nyomás az a nyomásérték, amit az adott gáz akkor fejtene ki, ha a légtérben másfajta gázok nem lennének jelen. Ez az egyenlet csak fizikai oldódás esetén teljesül, amennyiben az adott gáz reakcióba lép a vízzel, akkor a Henry-törvény már nem tudja leírni a folyamatokat (ez történik pl. Cl_2 gáz oldódásakor, ugyanis a klór gáz a vízzel reakcióba lép, aminek következtében hipoklórossav és sósav képződik).

Amennyiben tehát a vízben nagy mennyiségű oldott gáz van jelen, kilevegőztetéssel jelentős része eltávolítható a vízből. A cél az, hogy minél nagyobb folyadék-levegő határfelületet biztosítsunk, és a levegőből a kioldódott gázokat elvezessük (ekkor ugyanis a légtérben nem lesz magas az adott gáz parciális nyomása). Ilyen levegőztető eljárások a kaszkádos, szórórózsás és ütközőtányéros levegőztetők, gázmentesítő berendezések

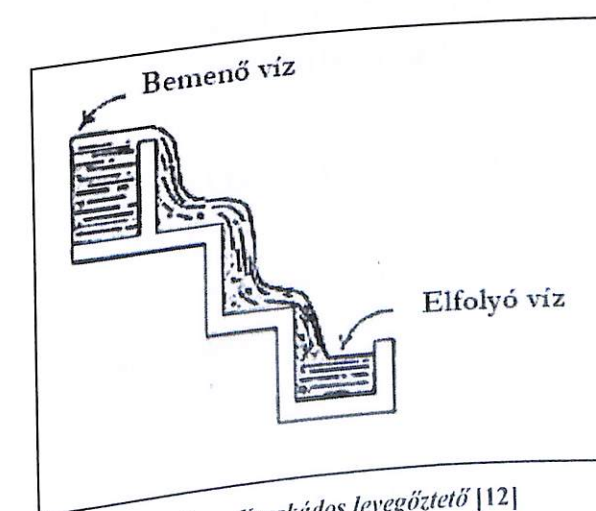
Agresszív vizek a vízellátásban



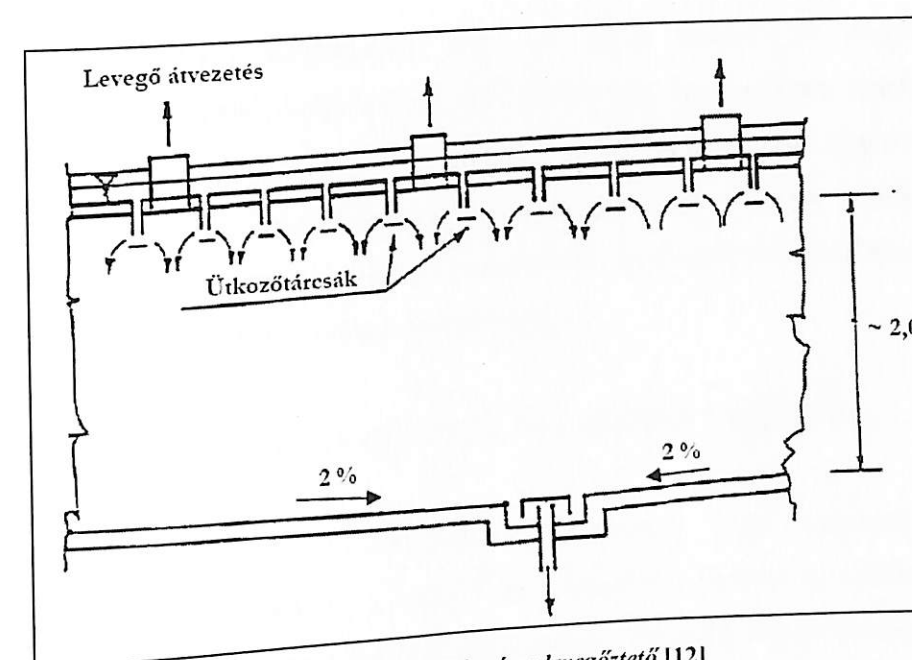
19. ábra: Gázmentesítő [12]



20. ábra: Szórórózsás levegőztető [12]



21. ábra: Kaskádos levegőztető [12]

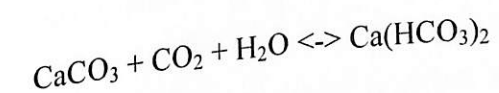


22. ábra: Ütközőtárcsás levegőztető [12]

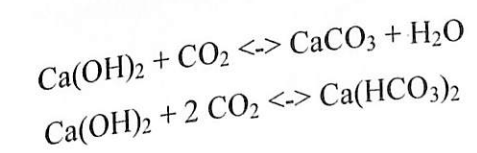
Az ilyen, úgynevezett nyitott rendszereknél két folyamat játszódik le párhuzamosan: egyrészt a vízben oldott gázok eltávoznak a vízből, másrészt pedig jelentős mennyiségű oxigén beoldódik a vízbe (ezáltal pl. a vas levegő általi oxidációja is megvalósul)

4.4.2. Szén-dioxid eltávolítása kémiai úton

A kémiai módszerekkel végzett szén-dioxidmentesítés alapját a CO_2 -nak kalcium- és magnézium karbonáttal és - oxidokkal való reakciói képezik. A kémiai reakciók egyrészt lejátszódhatnak valamilyen anyag (pl. mésztej) kezelendő vízhez történő adagolásával, vagy valamilyen CaCO_3 vagy MgO tartalmú anyagon történő átszűréssel. Ha a CO_2 tartalmú vizet 1-5 cm-es márvány darabokkal töltött tornyon csörgedeztetik át, akkor a következő reakció játszódik le:

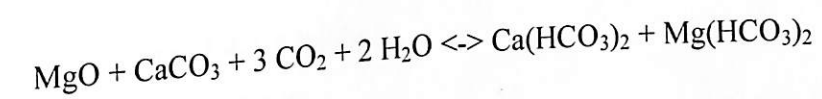


Ha a CO_2 tartalmú vizet oltott mésszel kezeljük, akkor az alábbi reakciók szolgálgják a CO_2 eltávolítását, ill. átalakítását:



Ez a módszer megköveteli, hogy az oltott meszet jól meghatározott mennyiségben használják, különben az első reakció lesz az uralkodó, amely CaCO_3 csapadékot eredményez, ezt pedig ülepítéssel és szűréssel lehetne csak eltávolítani, ami drágítja a víz tisztítását. Szokták még használni ugyanerre a célra a félig égetett dolomitot vagy magno-masszát, ami kalcium-karbonát és magnézium-oxid keveréke.

A lejátszódó reakció ilyenkor a következő:



Magyarországon pl. FERMAGO néven ismert MgO tartalmú anyagot (zsugorodásig égetett magnezit kvarchomokkal keverve) szoktak a szűrőhomokhoz keverni. A szűrőre kerülő víz széndioxid tartalmának függvényében kell meghatározni a kvarchomok: FERMAGO keverési arányt. A víz agresszív szén-dioxid tartalma a szűrőtölteten áthaladva reagál a magnézium-oxiddal, lényegében feloldja azt, miközben a víz agresszív szén-dioxid tartalma csökken. (Mészáros G, 1998)

A vízben oldott széndioxid semlegesítésével a FERMAGO javítja a savas víz tulajdonságait, kevésbé korrozívá teszi azt. A FERMAGO-t, mely egy magnézium-oxid tartalmú, zsugorodásig égetett mészkő-féleség, a leghatékonyabban ott lehet használni, ahol a pH-korrekció alapvető fontosságú. A pH-korrekciót és az anyagfogyasztást sok vízkémiai változó befolyásolja. Mivel savas közegben oldódik, a FERMAGO bár lassan, de fogy, időszakosan pótolni kell.

Súlyszázalékban a FERMAGO magnézium-oxid tartalma kb. ötször annyi savasságot képes semlegesíteni, mint a tiszta kalcium-karbonát (mészkő vagy márvány), ezért ugyanakkora pH-korrekcióhoz jóval kevesebb anyag szükséges. Figyelem: túl alacsony térfogatáram esetén a FERMAGO túlkompenzálhatja a pH-t, erősen lúgos közeget teremtve. Miközben a FERMAGO MgO-tartalma semlegesíti a vizet, növeli a keménységét, ezért egyes felhasználásoknál a neutralizáló szűrő után lágyító beépítése is szükségessé válhat. A FERMAGO-t hatékonyan lehet kombinálni pl. márvány őrleménnyel, vagy éppen ellenkezőleg, magnezit őrleménnyel, ha csökkenteni, vagy éppen növelni kívánjuk a szűrőtöltet savtalanító hatását. A FERMAGO a savtalanító töltetek között aktivitás szempontjából középen helyezkedik el.

Előnyök:

- A közepes aktivitás és a korrekció sebessége megfelelő áramlási sebességet biztosít, a túlkompenzálás veszélye nélkül.
- Nagy kapacitás, csekély töltetfogyás.

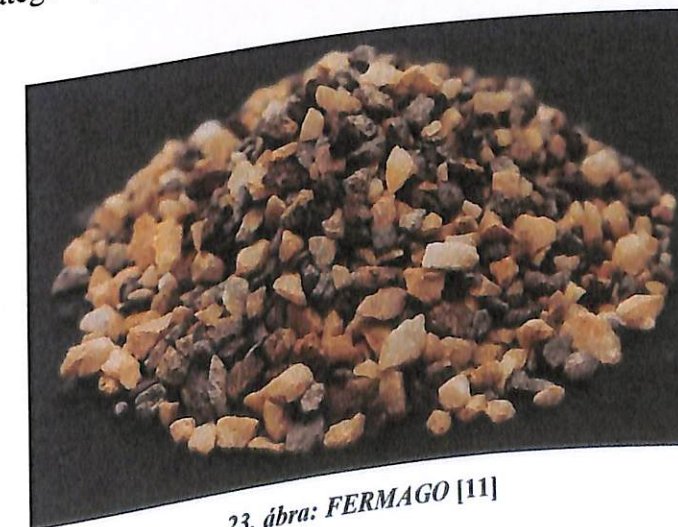
Fizikai tulajdonságok:

- Szín: barnás-fehér
- Halmazsűrűség: 1,4-1,6 kg/dm³
- Szemcseméret: 1 – 3 mm
- Fajsúly: 3,3 g/cm³
- Jellemző méret: 1,5 mm
- Egyenletesség: 1,7
- Összetétel CaCO₃ x MgO

Üzemi paraméterek:

- Kavics hordozóágy javasolt.
- Víz pH-tartománya: 4,5 – 6,0.
- Ágymagasság: 600 – 800 mm.
- Szabad térfogat: min. az ágymagasság fele.
- Gyakran kell visszamosatni, a cementálódás megelőzésére.
- Visszamosás sebessége: 25–30 m/h, a helyi igényektől függően változhat.

A FERMAGO a 201/2001.(X.25.) sz. Korm. Rendelet szerinti mészkő, illetve égetett mész kategóriájába tartozó, az ivóvíz ellátásban nem engedélyköteles bányaiipari termék.



23. ábra: FERMAGO [11]

5. Szombathely újperinti vízbázis vízminőségének javítása az agresszivitás szempontjából

5.1. Előzmény

A fennálló problémákat a Vasvíz Zrt. munkatársai mutatták be nekem, és vázolták fel a megoldás menetét. A továbbiakban a vízminőség javítására szolgáló megoldást szeretném részletesen bemutatni.

A Vasvíz Zrt. üzemeltetésében lévő Szombathely Újperint vízbázisról szolgáltatott ivóvíz vízminősége nem felel meg (vas, mangán, arzén tekintetében) a hatályos (201/2001.sz. Kormány Rendelet) előírásainak.

Az újperinti kutak közvetlenül a közüzemi vízhálózatra szivattyúzzák a kútvizet, emiatt a térségben új vízkezelő mű kiépítése szükséges. A már meglévő gerincvezetékek megfelelő minőségű ivóvíz szolgáltatását teszik lehetővé Szombathelyen és környékén (Kisunyom, Sorok menti települések irányában). A korrozív hatású CO_2 csökkentése a megvalósítandó célok között van.



1. számú kép: Újperint vízbázisról ellátott települések

A szombathelyi parkerdei víztározót, valamint a kisunyomi és a jáki víztornyot is a meglévő újperinti kutak kevert vize táplálja. Ahogy a jelenlegi tendenciák mutatják, vízigény növekedéssel nem kell számolni.

Az újperinti vízbázisról szolgáltatott vízigény:

- Éves átlagos napi vízigény Szombathely irányába: 5000 m³/nap
- Éves átlagos napi vízigény Ják, Kisunyom irányába: 1000 m³/nap
- Összesen: 6000 m³/nap = 300 m³/óra



2. számú kép: Parkerdei víztározó

5.2. A tervezett vízkezelő műben lévő új dolgok

- vas-mangán eltávolítás

A vas és a mangán geológiai adottságoktól függően előfordulhat talajvízben, rétegvízben és partiszűrészű kutak vízben egyaránt. A reduktív jelleg miatt a vízben jól oldódó vas vegyületek (Fe^{2+}) dominanciája érvényesül. Az eltávolításhoz oxidálni kell (folyadék-szilárd fázisszétválasztás miatt) vízben rosszul oldódó $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hidroxid vegyületté. Az oldott vas(II)-, és mangán(II) vegyületek nem okoznak a szervezetben, egészségügyi károsodást, emiatt eltávolításuk elsősorban esztétikai okokból szükséges.

Másodlagos hatásuk azonban nem hanyagolható el. Ilyenek a vas- és mangán hidroxidok kicsapódása a hálózaton, ami a vízvezeték belső falán növeli a biofilm vastagságát, vagyis fajlagos felület növekedését jelent. Ezen a nagy fajlagos felületen megtelepedhetnek a mikroorganizmusok, amik a vas- és mangán vegyületek lecsapódásához vezetnek a csővezeték faláról. II., IV/A., VII. és VIII-as kutak egyesített vízből a mangán eltávolítás hatásfokát kis mennyiségben adagolt, 1%-os kálium-permanganát oldattal növeljük.

- CO₂ eltávolítás

Az I., II/A., III., IV., V., VI., IX. kutak egyesített vizéből és a II., IV/A., VII. és VIII. kutak vas-, mangánintól mentesített vizéből a CO₂ koncentráció 30 mg/L közeli értékre csökkentése steril levegő befúvással működő műanyag töltetes csörgedeztető oszlopokon. A hideg gáztalanítókat az előtároló medencére ráépíthető változatban lett megtervezve, amely kis térfogatú alsó folyadékgyűjtő résszel (vízzárral) lett ellátva. A csökkentett szén-dioxid tartalmú víz (<30 mg/L), az előtárolóba a hideg gáztalanító oszlopokról közvetlenül a vízzáron keresztül folyik le.

- Víz-tárolás

Jelenleg a vízmű telepen nincs térszíni tározó. 2x300 m³ térfogatú vasbeton szerkezetű felszíni tározó kerül kialakításra, a szűrők visszaöblítési lehetősége, valamint a vízellátás biztonságának fokozása érdekében. A víztároló medence, szivó medenceként szolgál a szivattyú gépházba tervezett hálózati és visszaöblítő szivattyúnak.

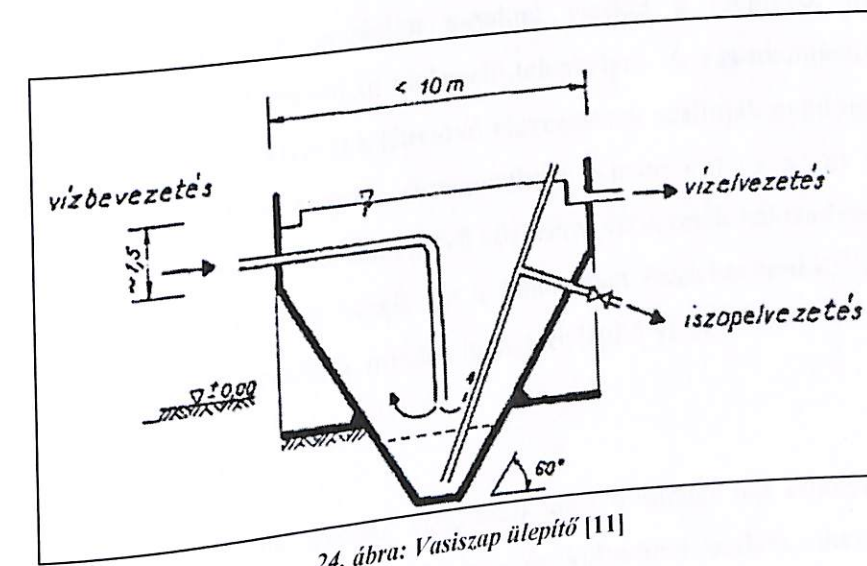
- UV fertőtlenítés

A fertőtlenítés az ivóvízkezelés egyik legfontosabb lépése. Célja, hogy a vízben található mikroorganizmusok számát a hatályos jogszabályokban megadott határértékek alá csökkentsük. Ezeket az UV fénnel történő fertőtlenítés során, fizikai úton hatástalanítjuk. Az ultra-ibolyasugárzás erős fertőtlenítő hatással rendelkezik meghatározott hullámhossz tartományban. Az UV fényt a sejtek DNS-e nyeli el. A folyamat során egyes bázispárok közötti kötések módosulnak. A fertőtlenítés hatékonysága független a kezelendő víz pH értékétől, illetve hatását nem befolyásolja az ammónium, vagy egyéb ionok jelenléte. Az UV sugárzással történő fertőtlenítés előnye, hogy az egészségre ártalmas melléktermékek nem képződnek. Hátránya hogy csak néhány centiméteres vízrétegben tudja kifejteni kívánt mértékben a fertőtlenítő hatását, és azt is csak a sugárzás időtartalma alatt. Emiatt nem tudja megakadályozni a hálózati mikroorganizmus-elszaporodást. Az UV fertőtlenítés a vízhozamtól függően zárt vagy nyitott rendszerben történik.

- Vasiszap ülepítő

Az öblítés után (10 m³/öblítés) a kibocsátott vas- és mangán tartalmú szűrlet a V=30 m³ hasznos térfogatú vasiszap ülepítőbe kerül. A vasiszap ülepítőből távozó szűrlet közvetlenül a közműcsatornába bocsátható, hiszen a vas- és mangán tartalma, a 201/2001.(X.26.) sz. Kormány Rendeletben meghatározott határérték alatt van

(vastartalom: $< 200 \mu\text{g/l}$, mangántartalom: $< 50 \mu\text{g/l}$). A vízmű telepnek jelenleg nincsen szennyvíz bekötése. A tervezett új szennyvízcsatorna el tudja szállítani a vasiszap ülepítőből a szennyezett vizet (kb. $20\text{-}30 \text{ m}^3/\text{nap}$, valamint a meglévő gépházban keletkező kommunális szennyvizet (kb. $0,5\text{-}1,0 \text{ m}^3/\text{nap}$). Az üzemeltető kérésére az elvezető csövet beszűkítik, így a vasiszap ülepítőből a maximális térfogatáram $7\text{-}9 \text{ l/s}$.



- Szennyvízelvezető vezeték

A jelenlegi és a telephely oltási vízmennyiségének szolgáltatását a meglévő és tervezett hidraulikai rendszer lehetővé teszi.

5.3. Technológiai megvalósítás

11 darab mélyfúrású kútból áll az újperinti vízbázis, melyeknek a működésük megfelelő. A kútszivattyúk cseréje viszont elengedhetetlen, a változó nyomásviszonyok miatt, ezzel együtt létrejön a kútfejek felújítása is.

A vastartalmú, illetve gáztartalmú nyers vizet és a Kisunym irányába tisztított vizet szállító vezeték, szeparálásra kerül a 7. számú kút, valamint a tervezett vízkezelő mű között. A magas vas-mangánion tartalmú vizeket a meglévő, megmaradó vízvezetékek szállítják a tervezett új vízkezelő telephelyre. A vas-mangánion mentes, magas széndioxid tartalmú vizeket a létrejövő vízvezetékek szállítják majd ugyan erre a telephelyre. A felhasználás irányába (Szombathely, Kisunym) ez az új vízvezeték szállítja a vizet, ami a csatlakozik a meglévő közüzemi vízvezeték hálózathoz. Ezáltal a kutakból kinyert nyersvíz és a kezelt víz a hálózatban összekeveredik, így alkotva megfelelő minőségű és összetételű, minden igényt kielégítő vizet.

5.4. Érintett ingatlanok

A tervezett vízkezelő gépház vízgazdálkodási területen fog elhelyezkedni. A tervezett közmű vezetékek nyomvonala bel- és külterületi utakon, mezőgazdasági területeken, meglévő külterületi árkokon halad keresztül. A könnyebb tervezési és elhelyezési munkákat szem előtt tartva a meglévő vízvezeték mellett kerül elhelyezésre a tervezett kútvíz, és a Kisunym irányába haladó tisztított vízvezeték.

5.5. Tervezési alapadatok

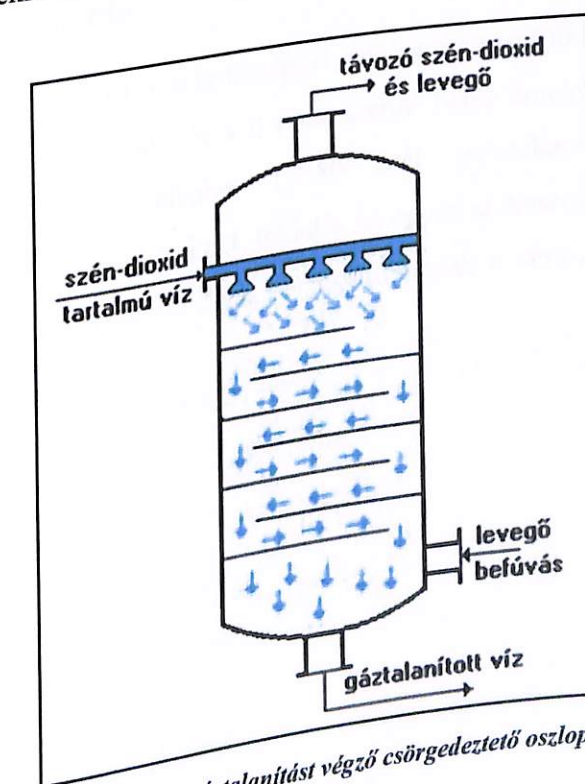
A tervezett nyomásfokozó gépházban, alap + havária jellegű szivattyú csoport szolgálja ki a szombathelyi, kisunyomi és a jáki vízigényeket medence, illetve a toronytöltési funkcióban.

- | | |
|---|--------------------------|
| • Napi vízszállítási lehetőség alap szivattyú csoporttal: | 6000 m ³ /nap |
| • Alap szivattyú csoport szívócsomk szint: | 215,0 mBf. |
| • Napi vízigény Szombathely irányába: | 5000 m ³ /nap |
| • Parkerdei víztározó túlfolyó szintje: | 248,09 mBf. |
| • Napi maximális vízigény Kisunym, Jáki irányába: | 1000 m ³ /nap |
| • Kisunym víztorony túlfolyó szintje: | 245,25 mBf. |
| • Jáki víztorony túlfolyó szintje: | 257,34 mBf. |
| • Alap szivattyú csoport emelőmagasság szint igény: | 258 mBf. = 4,3 bar |

- Havaria óracsúcs vízigény Kisunyor, Ják irányába: $80 \text{ m}^3/\text{óra}$
- Havaria óracsúcs vízigénynél, többlet emelőmagasság szint igény Kisunyor, Ják irányába: $273 \text{ mBf.} = +15 \text{ mvo}$
 $4 \times Q = 125 \text{ m}^3/\text{óra}$
- A tervezett alap szivattyú csoport:
 $H = 43 \text{ m}$ (Wilo 80/200-22-2-12 (2 üzemelő + 2 meleg tartalék))
- A tervezett többlet emelőmagasságú szivattyú csoport: $2 \times Q = 80 \text{ m}^3/\text{óra}$
 $H = 15 \text{ m}$ (Wilo NL 65/125-5,5/2-12 (1 üzemelő + 1 meleg tartalék))

5.6. Hidraulikai előzmények

Vas- és mangántalanítás a II., IV/A., VII. és VIII. kutak egyesített vizéből. Kis mennyiségben adagolt 1%-os káliumpermanganát oldattal növelik a mangán eltávolítás hatásfokát. Hideg gáztalanítás az I., II/A., III., IV., V., VI., IX. kutak egyesített vizéből és a már feljebb említett kutak vas- és mangán mentesített vizéből. Itt sterilizáló és a már feljebb említett kutak vas- és mangán mentesített vizéből. Itt sterilizáló befúvással működő műanyag töltetes csörgedeztető oszlopokon a CO_2 koncentrációt 30 mg/liter közeli értékre csökkentik.



25. ábra: Hideg gáztalanítást végző csörgedeztető oszlop [5]

A csörgedeztető oszlopok, amik a hideg gáztalanítást végzik gyakorlatilag gravitációs üzeműek, így a kútszivattyúk emelőmagassága szempontjából kötött nyomású pontként az oszlopok bevezetési pontjának tengerszint feletti magassága

jelenik meg. A vízhozamtól függően változó üzemi vízszint, a csővezetékek súrlódási vesztesége és a szűrőtartályok pillanatnyi nyomásvesztesége befolyásolja a kútszivattyúk emelőmagasságát. Az eltömődöttségtől függően 1-3, 1-5 [mvo] a szűrőtartályok nyomásvesztesége. A szivattyúválasztás miatt olyan hidraulikai modellt kell készíteni, ami figyelembe veszi a kutak üzemi vízszintjének, illetve a szűrőtartályok ellenállásának változását, valamint a kútszivattyúk egymásra gyakorolt hatását (dinamikus modell).

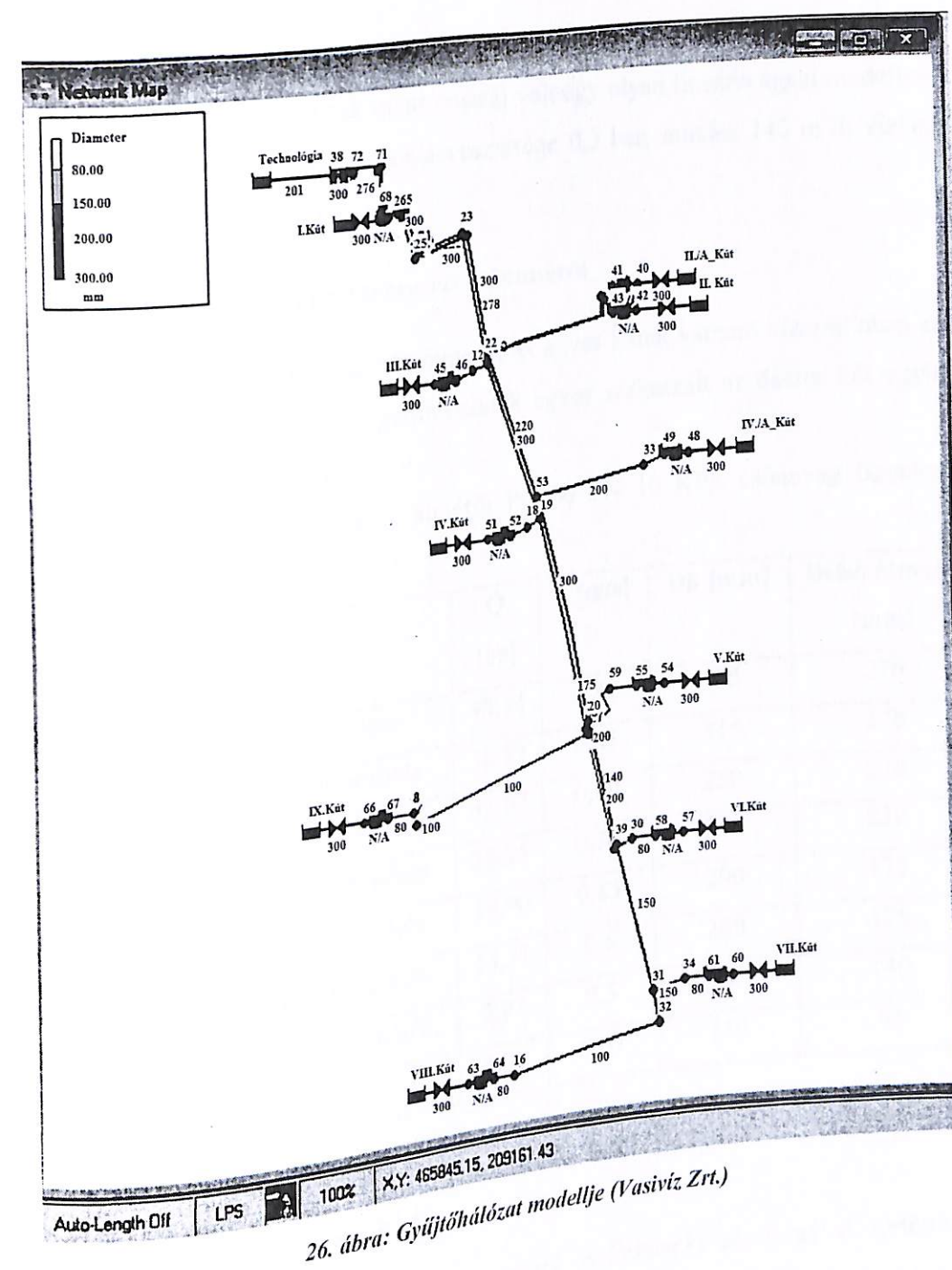
5.6.1. Kutak hidraulikai modellje

A kutak hidraulikai modellje 4 elemből áll:

- Tározó, melynek üzemi vízszintje megegyezik a kút nyugalmi vízszintjével
- Leszívási görbe
- Szivattyú (Q-H görbe)
- Termelő cső, melynek hossza megegyezik a szivattyú beépítési mélységével

5.6.2. Gyűjtőhálózat modellje

Az AC vezetékeket 0,4 mm érdességgel, névleges átmérőjükkel, a tervezett KPE vezetékeket 0,1 mm érdességgel és a 0 pont szerint belső átmérőjükkel, valamint a kutak termelői csöveit mindenhol DN80 acél csőszakaszként modellezték. Hidraulikailag hosszú csővezetékeknek tekintik az egyes szakaszokat a vezetékhálózat hossza miatt, ahol a helyi veszteségek elhanyagolhatóak a súrlódási veszteségekhez képest.



kicsapódásra is, viszont ez a rendszeres és emiatt elengedhetetlen karbantartással eltávolítható, orvosolható. Ezek miatt muszáj volt egy olyan lineáris ággal modellezni a szűrőket, aminek a maximális nyomásvesztése 0,3 bar, mindez 140 m³/h vízhozam mellett (tervezett kapacitás).

5.8. A gázos nyersvíz gerinc tervezett csőátmérői

A tervezett új gerincvezeték átmérői az egyes kutak várható vízszállítását szem előtt tartva határozták meg. A gerincvezeték egyes szakaszait az összes kút együttes üzeme mellett lett méretezve.

A létrejövő gerincvezeték átmérői PE100 PN 10 KPE csőanyag figyelembe vételével:

Szakaszok	Q [l/s]	v [m/s]	Dk [mm]	Belső átmérő [mm]
Vízműtelep – I. kút bekötés	48,34	0,81	315	276
I. kút bekötés – II/A kút bekötés	38,83	0,65	315	276
II/A kút bekötés – III. kút bekötés	33,97	0,89	250	220
III. kút bekötés – IV. kút bekötés	28,25	0,74	250	220
IV. kút bekötés – V. kút bekötés	19,90	0,83	200	175
V. kút bekötés – IX. kút bekötés	14,51	0,6	200	175
IX. kút bekötés – VI. kút bekötés	7,77	0,5	160	140
II/A bekötő vezeték	4,86	0,67	110	96

1. számú táblázat: Létrejövő gerincvezeték adatai (Vasivíz Zrt.)

5.9. A kút csőhálózati jelleggörbéi

Csőhálózati jelleggörbék (1-11. számú mellékletek) segítségével történik az egyes kútszivattyúk kiválasztása és ellenőrzése. Ezek megmutatják, hogy valamely szivattyúzási ponton adott vízhozamhoz milyen emelőmagasság igény jelentkezik. Úgynevezett alsó és felső határoló görbe értelmezhető az egyes kútszivattyúk esetén. Akkor érvényes az alsó határoló görbe, amikor a gyűjtőhálózatra az adott kút egymagában dolgozik. Ebben az esetben jelentkeznek a legalacsonyabb emelőmagasság igények, mivel más szivattyúzási hatás nem érvényesül. A felső határoló görbe akkor érvényes, amikor az összes szivattyú egyszerre dolgozik a gyűjtőhálózatra. Ilyenkor a kutak maximálisan hatnak egymásra, így jelentkeznek a legmagasabb emelőmagasság

igények. Az emelőmagasság igény a két határoló görbe között jelentkezik, minden más üzemállapotban (részlegesen csökkentett, vagy leállított víztermelés).

A tervezett WILO szivattyúk adatait:

Kút	Szivattyú
I.	TWI06.30-06N+NU 611-2/5
II/A	TWI06.18-06N+NU 431-2/30
II.	TWI06.30-06N+NU 611-2/5
III.	TWI06.18-07N+NU 431-2/37 D
IV/A	TWI06.50-07N+NU 611-2/11
IV.	TWI06.50-06N+NU 611-2/5
V.	TWI06.18-07N+NU 431-2/37 D
VI.	TWI06.30-06N+NU 611-2/5
VII.	TWI06.30-06N+NU 611-2/5
VIII.	TWI06.30-08N+NU 611-2/7
IX.	TWI06.30-06N+NU 611-2/5

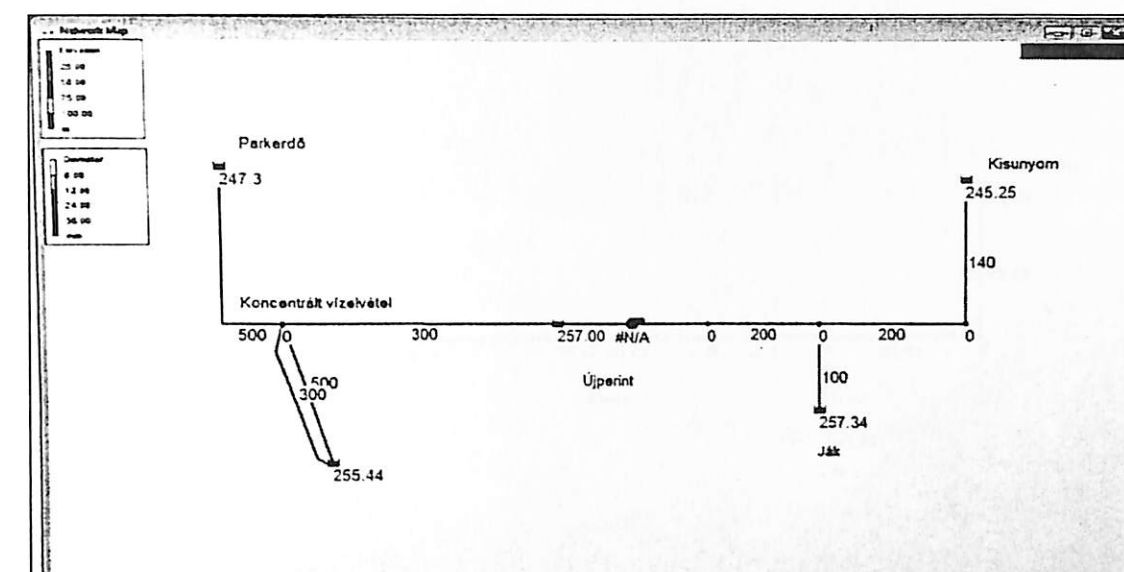
2. számú táblázat: Tervezett szivattyúk adatai (Vasivíz Zrt.)

A kiválasztott szivattyúk vízszállítása frekvenciaváltó segítségével, úgymond „hangolható” az adott kút vízáadó képességéhez.

5.10. Vízműtelep kimenő nyomásának vizsgálata

Érthető okokból a hálózati betáplálás megváltozását okozza az újperinti vízbázis átalakítása. Hálózati szivattyúk táplálják be a vizet a hálózatba, a tisztítási technológia végpontjából, a tisztavíz medencéből. A hálózati szivattyúk emelőmagasságának meghatározására a fent említett egyszerűsített hidraulikai modell készült.

A következő ábrán az egyes vezetékszszakaszok átmérője, a betáplálási pontok nyomásszintje és a tározók jellemző vízszintje olvasható le:

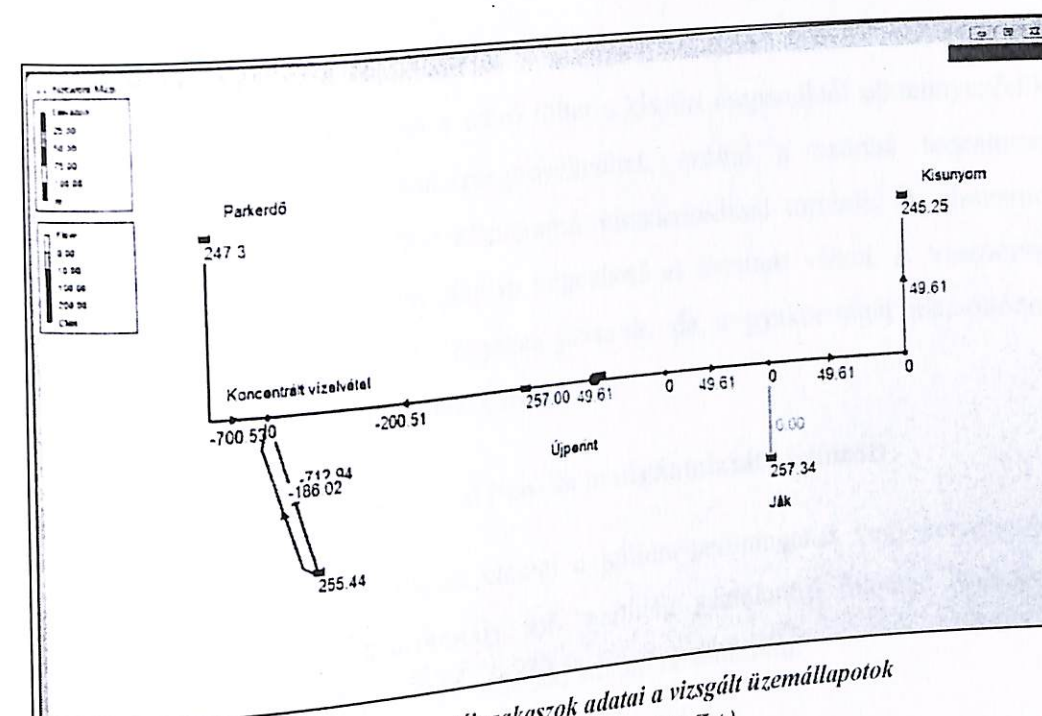


27. ábra: Egyes vezetékszakaszok adatai (Vasivíz Zrt.)

Olyan csővezetékre dolgozik az újperinti vízbázis, amely összeköti a parkerdei medencét a kisunyomi víztoronnyal. Ennek a modellszámításnak az volt a célja, hogy meghatározzák a legalacsonyabb kimenő nyomást (szivattyú emelőmagasság). Figyelembe kellett venni, hogy ez a nyomás mellett a rendelkezésre álló vízmennyiség (átlagosan $250 \text{ m}^3/\text{h}$) biztonsággal betáplálható legyen a rendszerbe.

Vizsgált üzemállapotok:

- A koncentrált vízelvétel modellezi a város vízfogyasztását, mely a vizsgált üzemállapotban $1800 \text{ m}^3/\text{h}$
- Sárdéri vízmű $255,44 \text{ mBf}$ nyomásszinten üzemel
- Parkerdő üzemi vízszintje: $248,09 \text{ mBf}$
- A kisunyomi víztorony üzemi vízszintje: $245,25 \text{ mBf}$
- A jáki víztorony üzemi vízszintje: $257,34 \text{ mBf}$



28. ábra: Egyes vezetékszakaszok adatai a vizsgált üzemállapotok figyelembe vételével (Vasvíz Zrt.)

A számítási eredmények szerint az újperinti vízbázis 258,00 mBf kimenő nyomásszintje mellett Szombathely irányába 200,51 m³/h, Kisunym irányába 49,61 m³/h vízhozam várható. A kisunyomi víztoronynál lényegesen magasabb a jáki víztorony üzemi vízszintje, ezért ha a jáki torony üzemi szintje lecsökken az 50%-os szintre, indítani kell a többletemelő magasságú szivattyút Kisunym-Ják irányába.

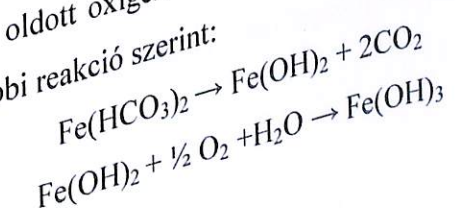
Kizárólag a kimenő nyomásszinttől függ a Szombathely irányába elmenő vízhozam, emiatt, amikor a kisunyomi víztorony feltöltődés után lezár, a rendelkezésre álló 50 m³/h körüli vízmennyiség csak akkor vihető be a rendszerbe, ha emeljük a kimenő nyomásszintet.

5.11. Vízkezelés technológia

A kezelt víz elvárt paramétereit, a 201/2001 (X.25) kormányrendelet írja elő. Ennek megfelelően az ivóvíz 30 mg/L körüli oldott szén-dioxidot tartalmazhat.

5.11.1. A technológia részfolyamatai

A berendezés töltete aktív katalizátor, amely kémiai kezelés nélkül, a vízben még meglévő maradék oldott oxigén felhasználásával katalitikusan oxidálja a vas- és mangán ionokat, az alábbi reakció szerint:



Töltete kiszűri a feloxidált és a csapadék alakjában kiváló vas- és mangán tartalmat. Az üzemeltetés során a szűrő töltet a kiszűrt csapadéktól elszennyeződik és így a szűrőoszlop ellenállása megnövekedhet, ezáltal a szűrés teljesítménye lecsökkenhet. A szűrő tisztítása ellenáramú visszamosással történik. A visszamosás automatikusan egy időprogram alapján végezhető el tisztított vízzel. A visszamosási művelet általában 2-3 naponta egyszer javasolt, de a gyakoriságát alapvetően az üzemeltetési körülmények határozzák meg.

5.11.2. A technológia berendezései (vas- és mangántalanító fokozat)

A technológiai berendezés elemei a kálium-permanganát vegyszeradagoló, a vas- és mangántalanító szűrőtartály sor, a hideg gáztalanító fokozat, valamint a csíráatlanítás. A továbbiakban, ezek műszaki adatait részletezem.

5.11.2.1. Kálium-permanganát vegyszeradagoló

- Típusa: BT4B0708PPT
- Mennyiség, felépítés: 1 db, 200 literes tartállyal a vastalanító elé bekötve, plusz 1 db bekeverő tartály
- Adagolt közeg: kálium-permanganát 1%-os oldat
- Adagolt mennyiség: 4,5 liter/óra (120 m³/h átlagos kútvíz-termelésre számítva)
- Feladata: oldott mangán és vas(II) oxidációja és kicsapása
- Teljesítmény: max 7,5 liter/óra 12 bar nyomással

5.11.2.2. Vas- és mangántalanító szűrőtartály sor

- Szűrőtartály típus: HF-AMF-1800-A/TS
- Mennyiség: 6 db párhuzamosan kapcsolva
- Oszlopméret: Ø 1800 x 2500
- Töltet: QF-11 katalitikus töltet szűrőkavics tám- és fedőréteggel
- Feladata: a kezelendő víz vas- és mangán tartalmának eltávolítása
- Működés: Automatikus
- Visszamosás térfogatárama: 62,5 m³/h
- Visszamosó víz mennyisége: 14 m³ oszloponként
- Vastalanító rendszer teljesítménye: névleges 140 m³/h

5.11.2.3. Hideg gáztalanító fokozat

Fertőtlenítő vegyszeradagoló:

- Típusa: BT4B0708PPT
- Mennyiség, felépítés: 1 db 500 literes tartállyal
- Vezérlés: mennyiségvezérelt
- Adagolt közeg: HYPO 150 g/L 10-szeres hígításban
- Adagolt mennyiség: 9 liter/óra
- Feladata: időszakos HYPO adagolásra szükség esetén
- Teljesítmény: Max. 12 liter/óra 10 bar nyomással

Gáztalanító sor:

- Típus: HF-DT-8
- Mennyiség: 2 db párhuzamosan kapcsolva
- Oszlopméret: Ø 1800 x 2500
- Felépítése: légbefúvásos csörgedezett torony alsó folyadékszárrel és gravitációs alsó kifolyással
- Töltet: nagy fajlagos felületű műanyagöltet
- Feladata: a kezelendő víz szén-dioxid tartalmának csökkentése
- Működés: automatikus
- Levegőszükséglet: 360 Nm³/h oszloponként
- Teljesítménye: névleges 270 m³/h

5.11.2.4. Fertőtlenítés

- Típusa: LIT DUV – 7/a UV fertőtlenítő
- Mennyiség, felépítés: 1 db
- Feladata: hálózati vízfertőtlenítés
- Teljesítmény: 250 m³/h 10 bar nyomással
- Működés: automatikus

Összefoglalás

Az ivóvízzel szemben alapvető követelmény, hogy az emberi szervezet számára ne tartalmazzon ártalmas élő és élettelen anyagokat, illetve megfeleljen a fogyasztók esztétikai igényeinek. Ezek határértékeire számos európai és magyar jogszabály vonatkozik. Azonban az emberi szervezetre ártalmas anyagok mellett megtalálhatók olyan elemek is a vízben, amelyek a vízellátó hálózatokat teszik tönkre. A vízben található CO₂ okozta agresszivitás, nem máról holnapra jelent problémát, hanem az évek alatt bekövetkező romboló hatás tud hatalmas károkat okozni.

Szombathely újperinti városrészén ez a probléma már előrehaladott állapotban volt, ezért lett fontos az itt lévő vízellátó rendszer korszerűsítése a nagyobb károk elkerülése érdekében. Persze nem lehet elmenni szó nélkül a minél gazdaságosabb üzemeltetés mellett. Így kézenfekvő volt az a megoldás, hogy a megépítendő új gépház olyan mértékben lecsökkentse a víz vas, mangán, és arzén értékét, valamint a CO₂ korrozív hatását, hogy azok jóval a hatályos (201/2001 (X.25.) sz. Kormány Rendelet) előírások alatt maradjanak. A régi gépház csökkentett üzemben tovább működik. Az új és a régi gépház által szolgáltatott víz a megépülő és a már meglévő gerincvezetéseken összekeveredve megfelelő minőségű vizet juttat a fogyasztóhoz.

Köszönet

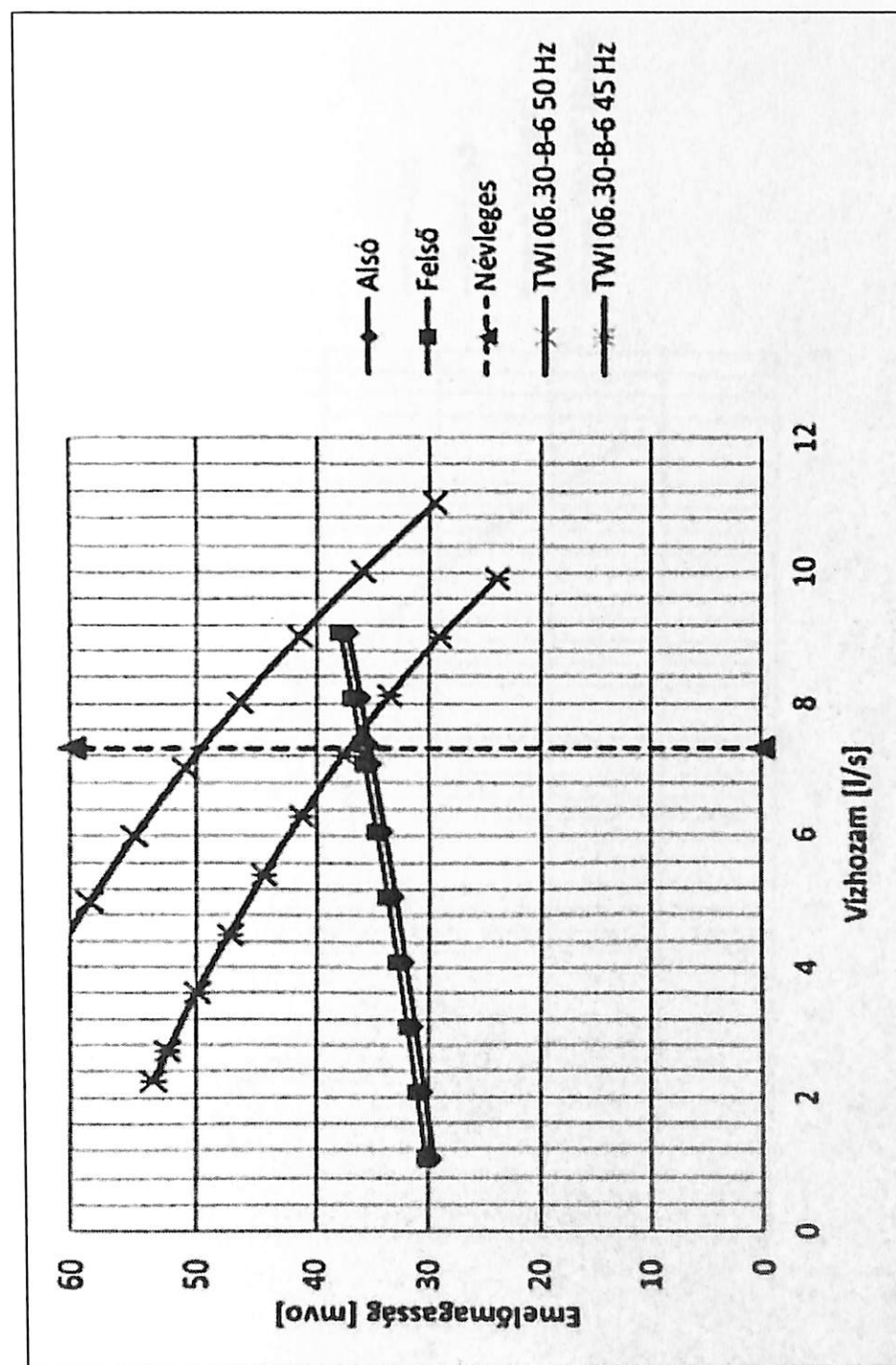
Szeretnék köszönetet mondani a belső konzulensemnek Bartók Miklósnak a Szent István Egyetem – Ybl Miklós Építéstudományi Kar adjunktusának, és külső konzulensemnek, Dr. Orbán Vera f. docensnek, az E.R.Ö.V. Víziközmű Zrt. szakmai tanácsadójának a diplomamunkám elkészítésénél nyújtott segítségükért.

Felhasznált irodalom

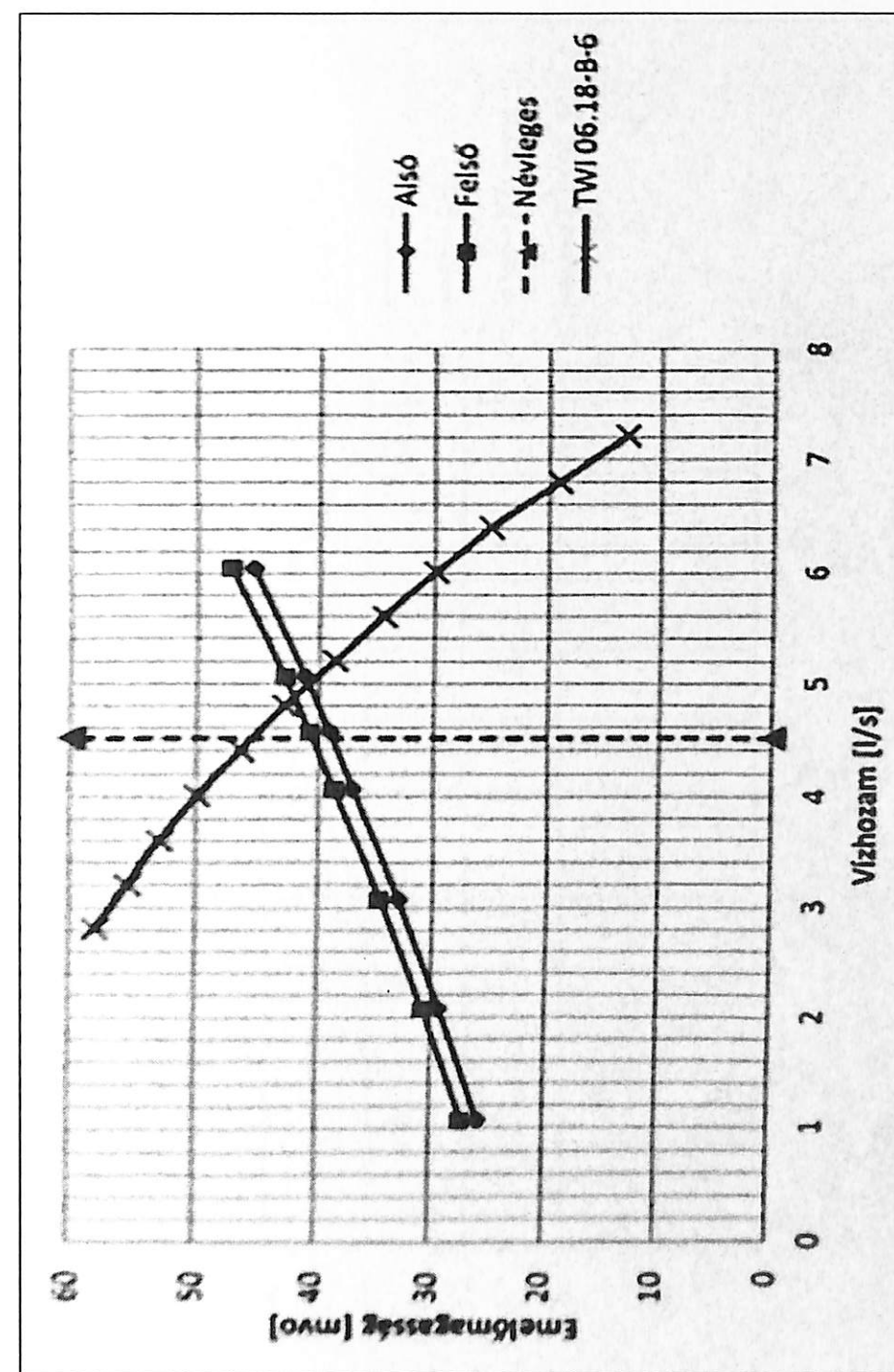
- [1] Dr. Báder Imre (1999): Korrózió – Oktatási segédlet, Miskolc
- [2] Dr. Németh György (2012): Korrózióvédelem – SZE egyetemi jegyzet, Győr
- [3] Kelemen László, Öllös Géza, Illés István (1983): Ipari vízgazdálkodás, Budapest
- [4] Dr. Nemes Rita (2009): Építőanyagok 2. – Beton 2. – Oktatási segédlet, BME Budapest
- [5] Bajnóczy Gábor, Szabó Imre (2001): Műszaki kémia, BME Budapest
- [6] Erdey – Grúz Tibor, Schay Géza (1952): Elméleti fizikai kémia I.- III. kötet, Budapest
- [7] Berecz Endre (1998): Kémia műszakiaknak, Budapest
- [8] Dr. Karácsony Sándor, Dr. Mészáros Gábor (1998): Vízellátás – vízszerezés Gyakorlati útmutató, Baja
- [9] <http://www.euvki.hu>
- [10] Szikra Csaba (2014): Vízellátás – csatornázás Elektronikus jegyzet, BME Budapest
- [11] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék (2007): Vízisztítás jegyzet, Budapest
- [12] Víz és szennyvíztisztítás (2004): HEFOP jegyzet
- [13] Dr. Rauscher Ádám (1996): A korrózió és a korrózió elleni védelem
- [14] www.nyuduvizig.hu

MELLÉKLETEK

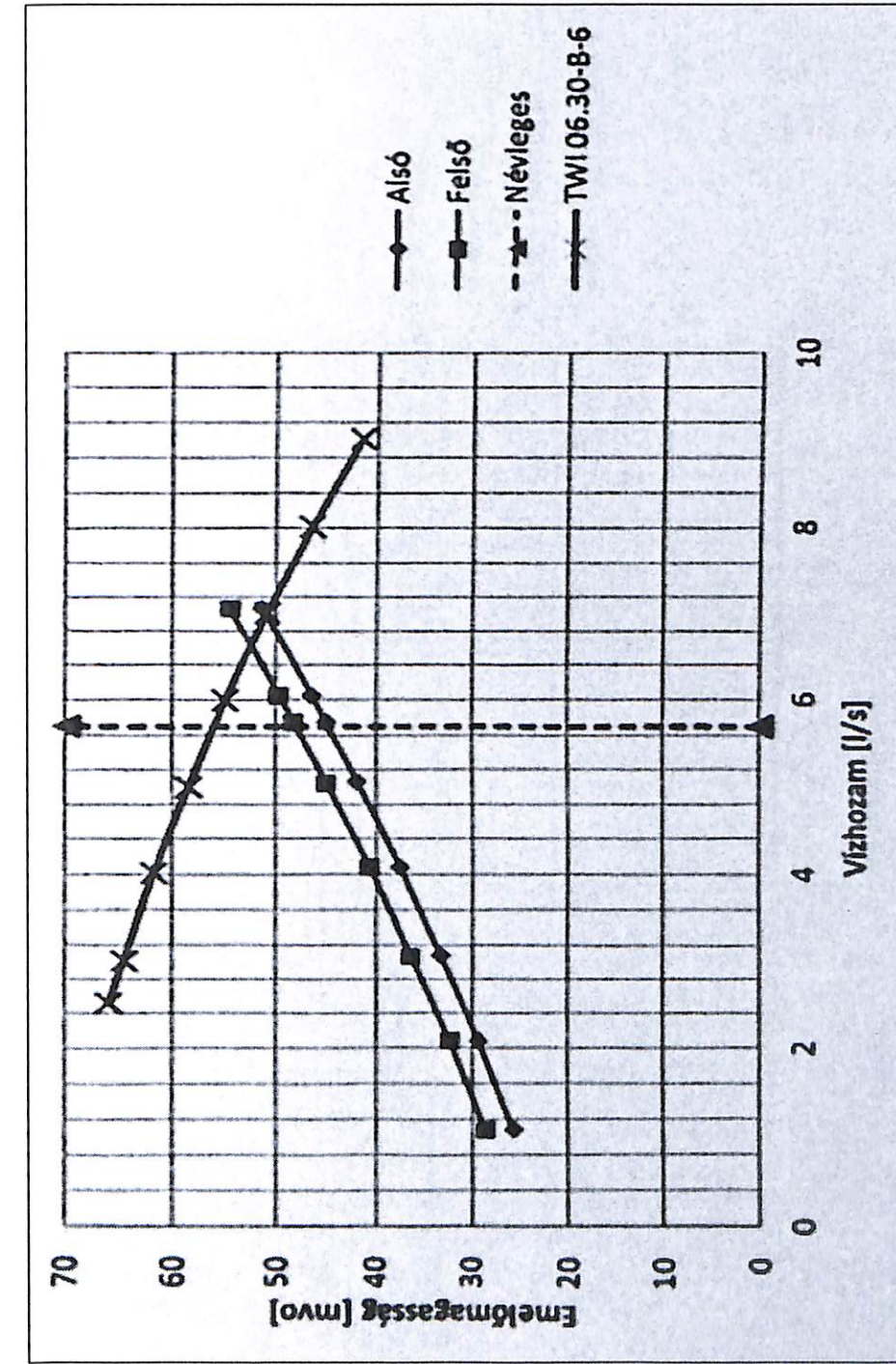
1. sz. kút jelleggörbe



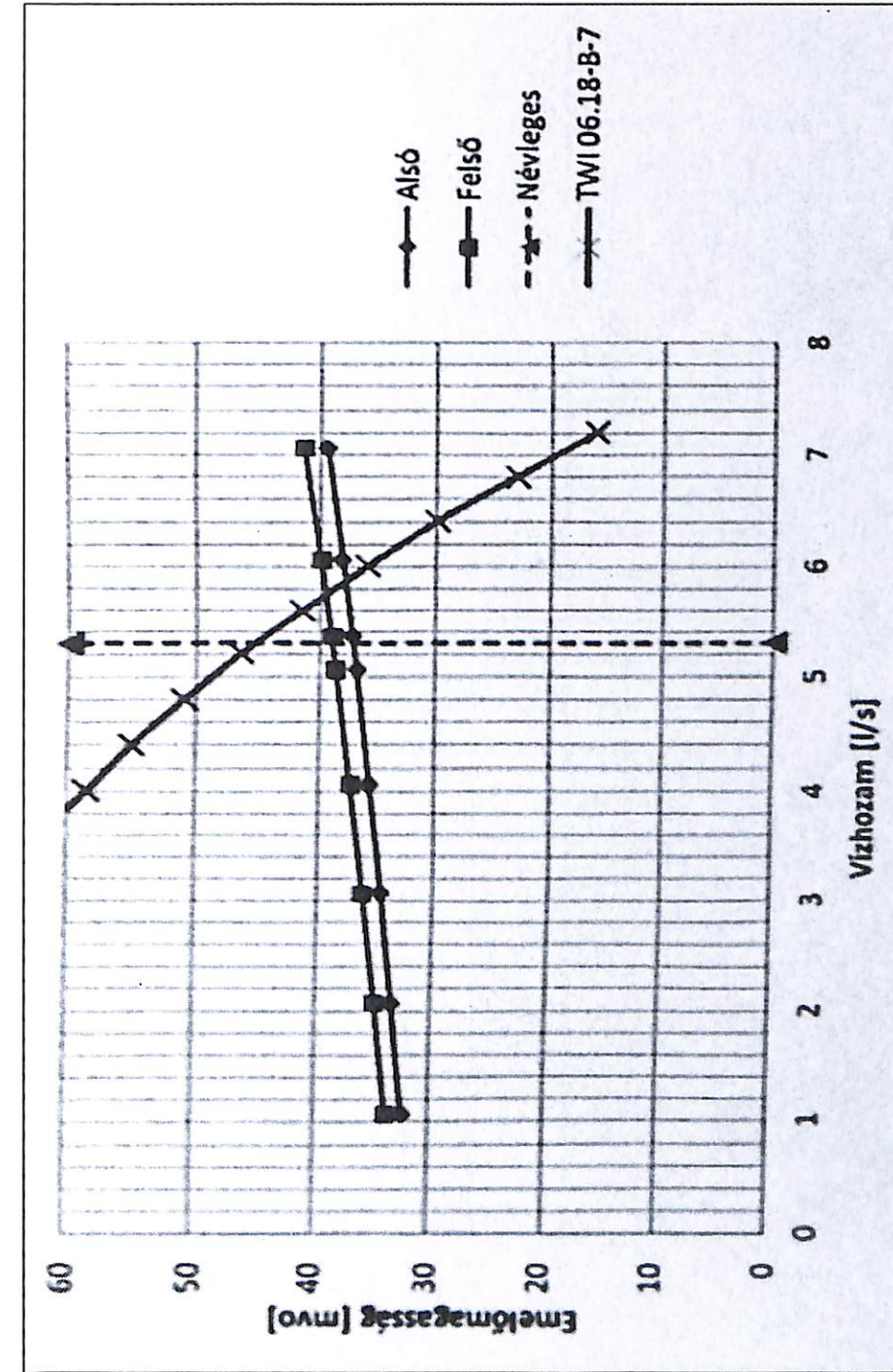
2/A. sz. kút jellemzői



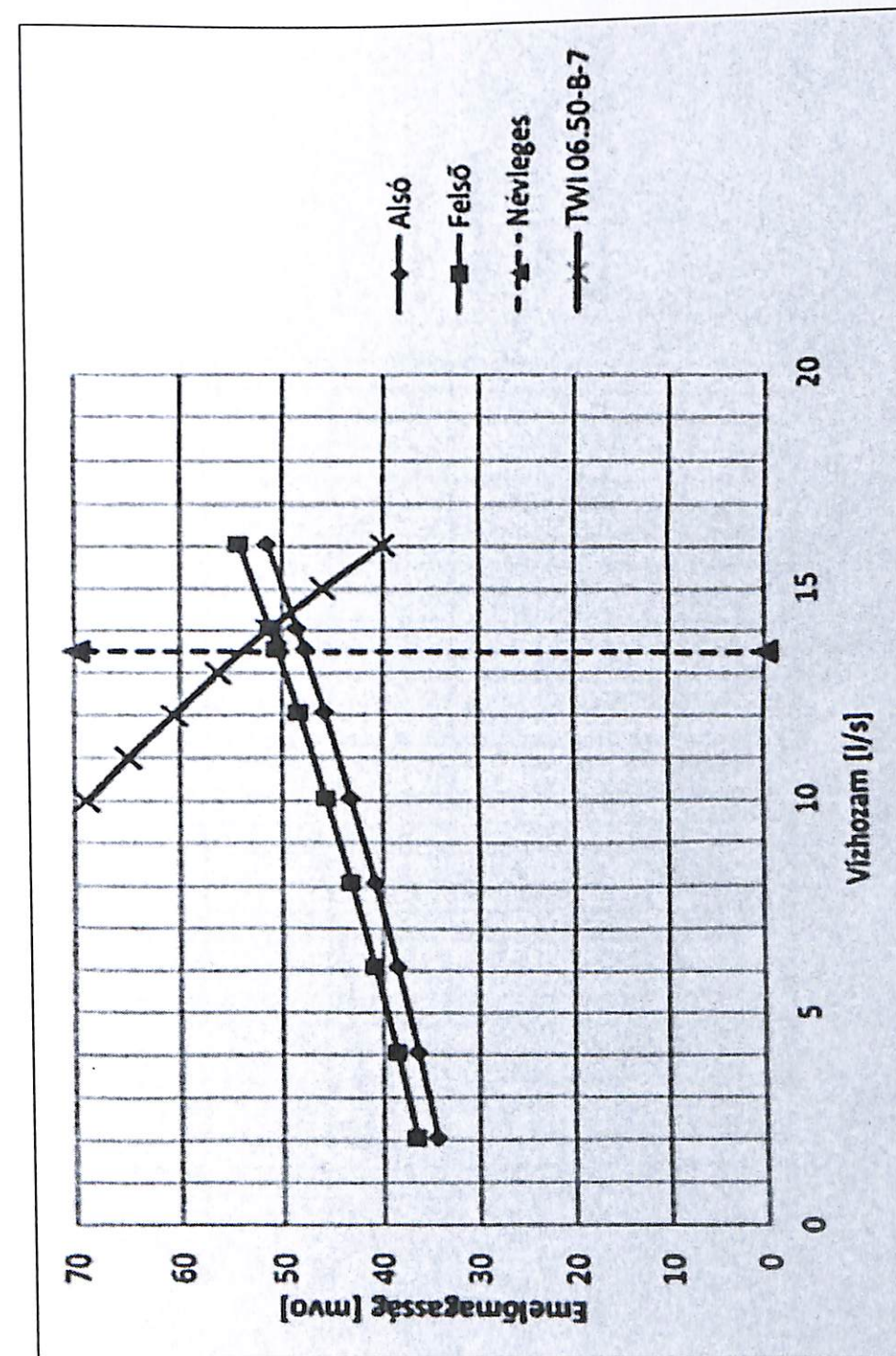
2. sz. kút jelleggörbe



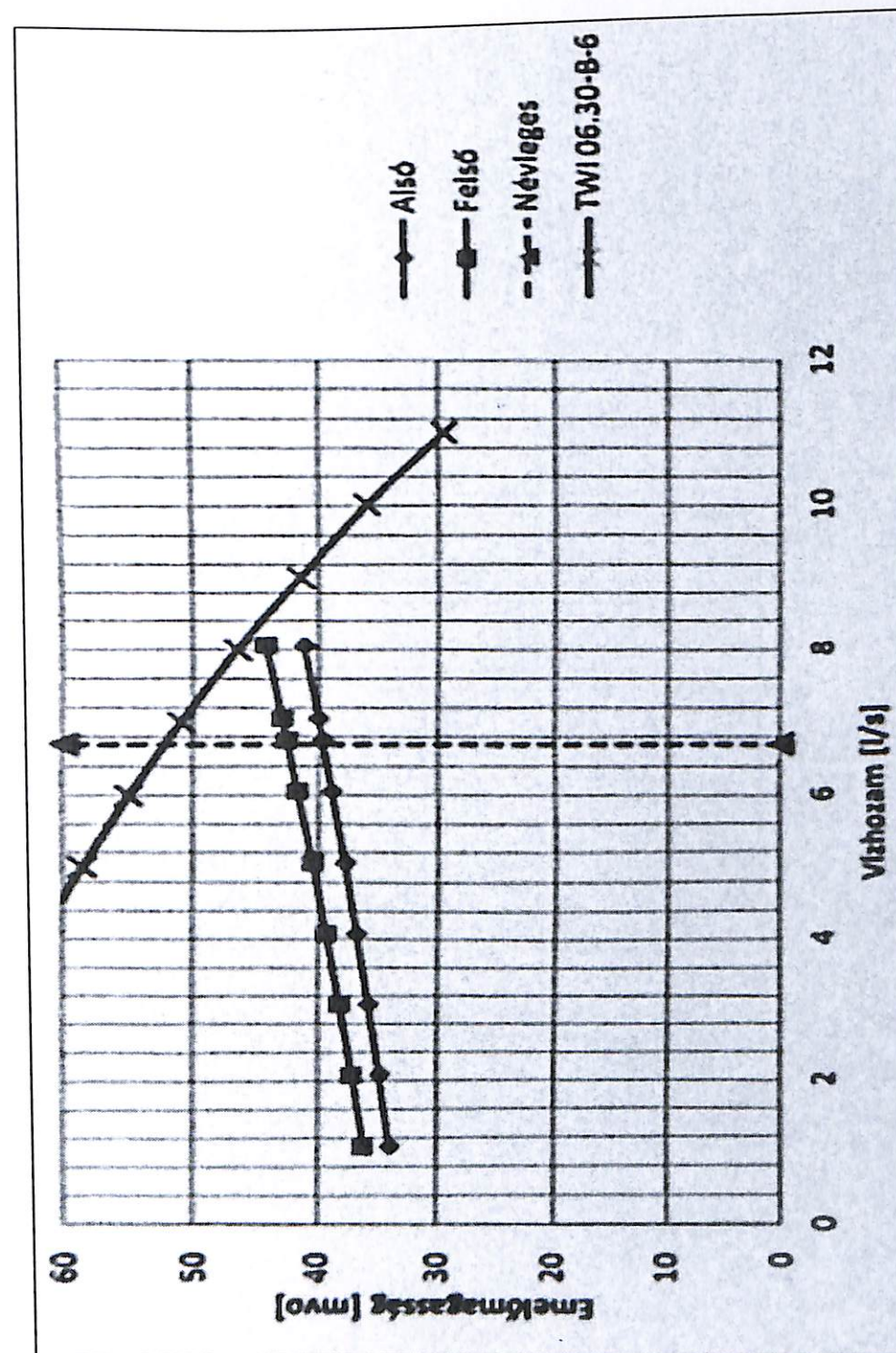
3. sz. kút jelleggörbe



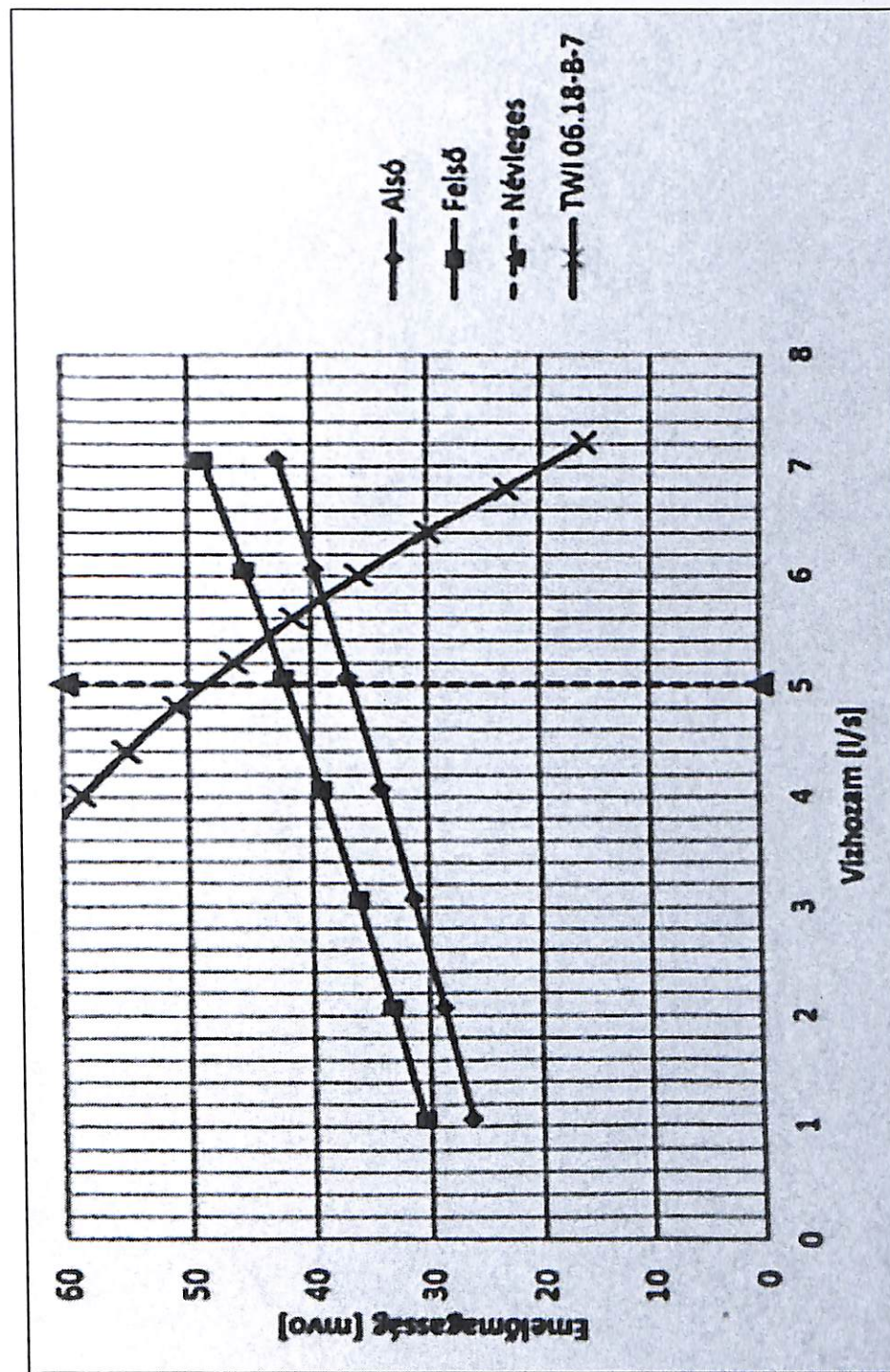
4/A. sz. kút jelleggörbe



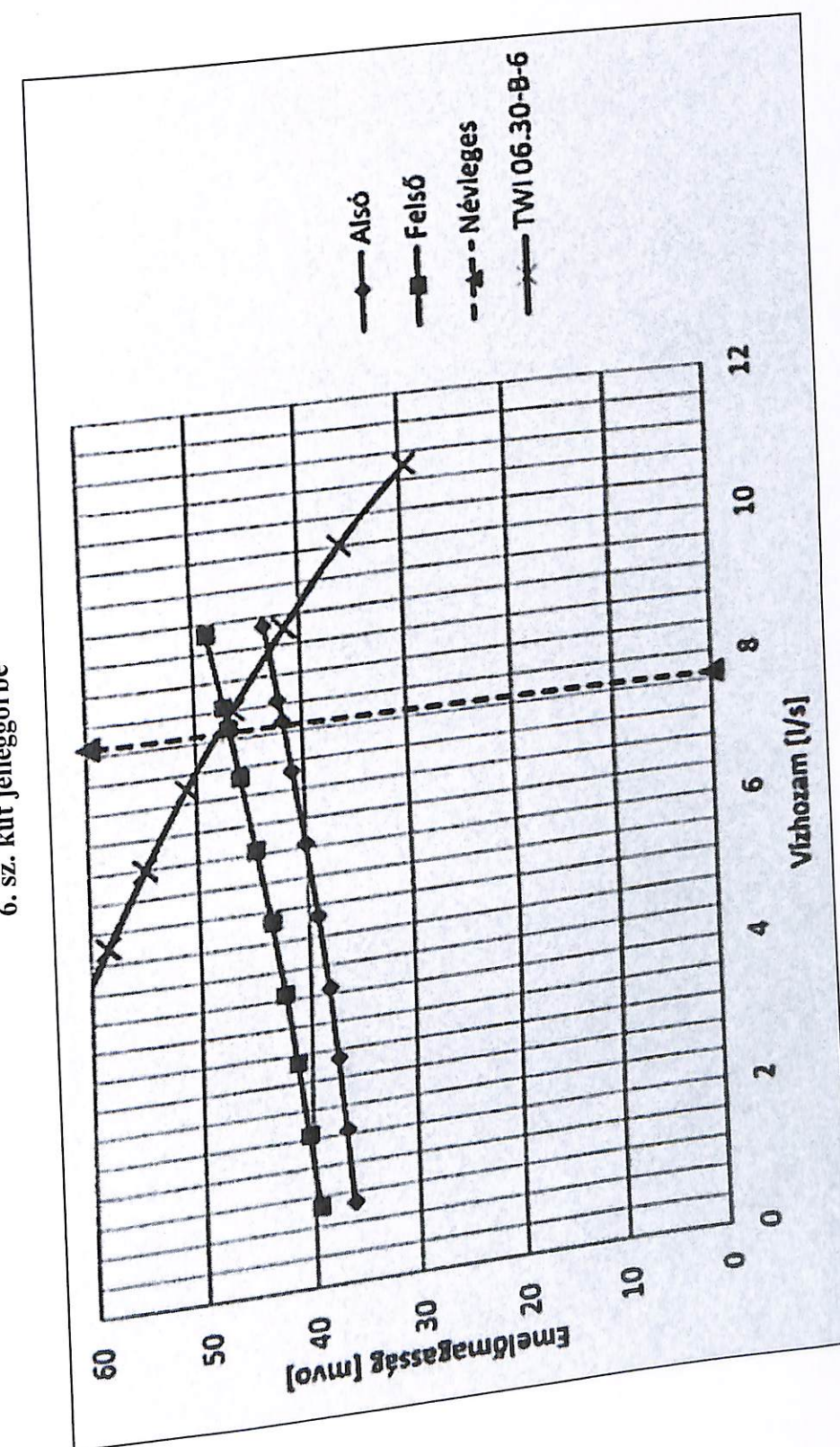
4. sz. kút jelleggörbe



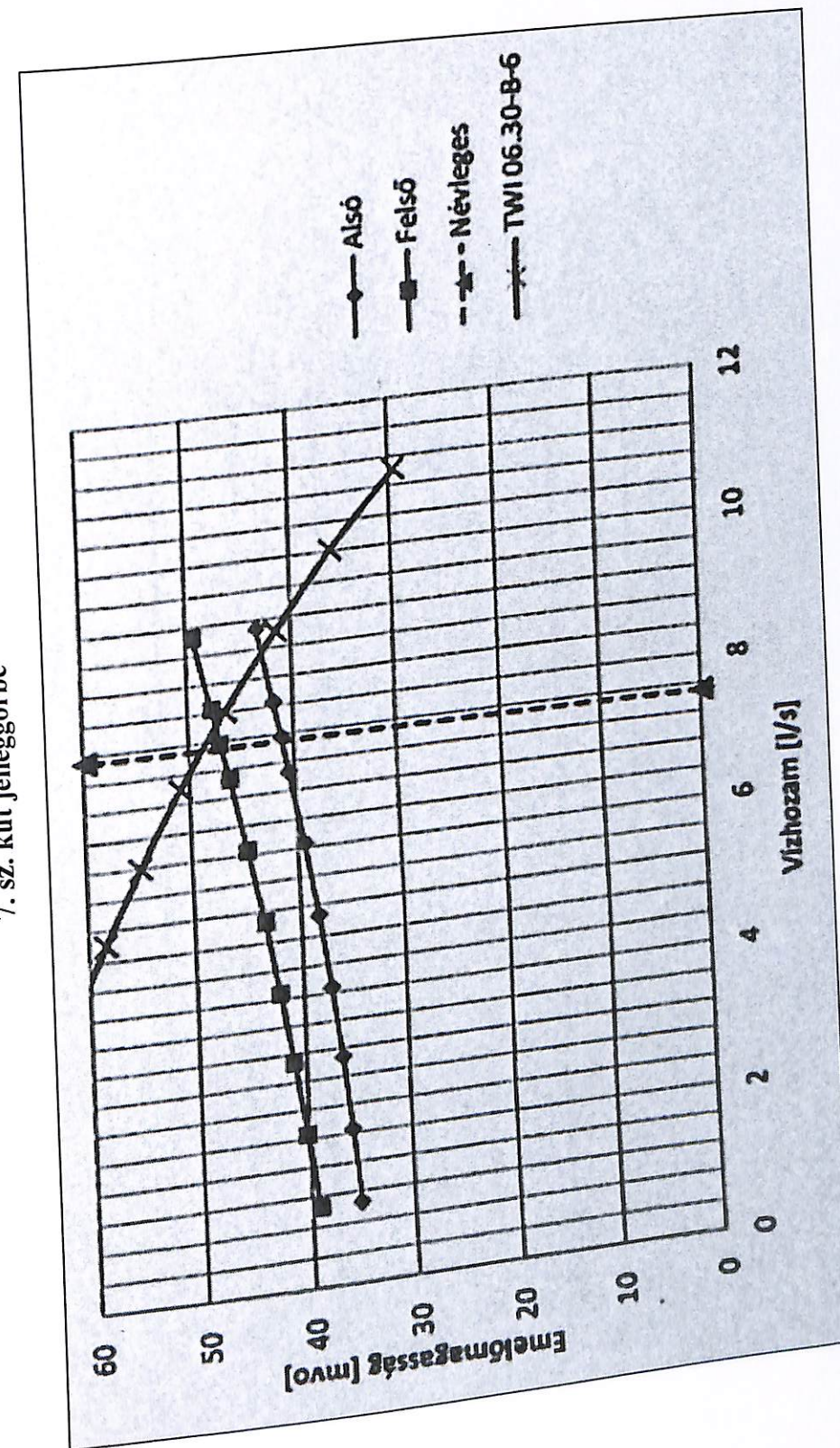
5. sz. kút jelleggörbe



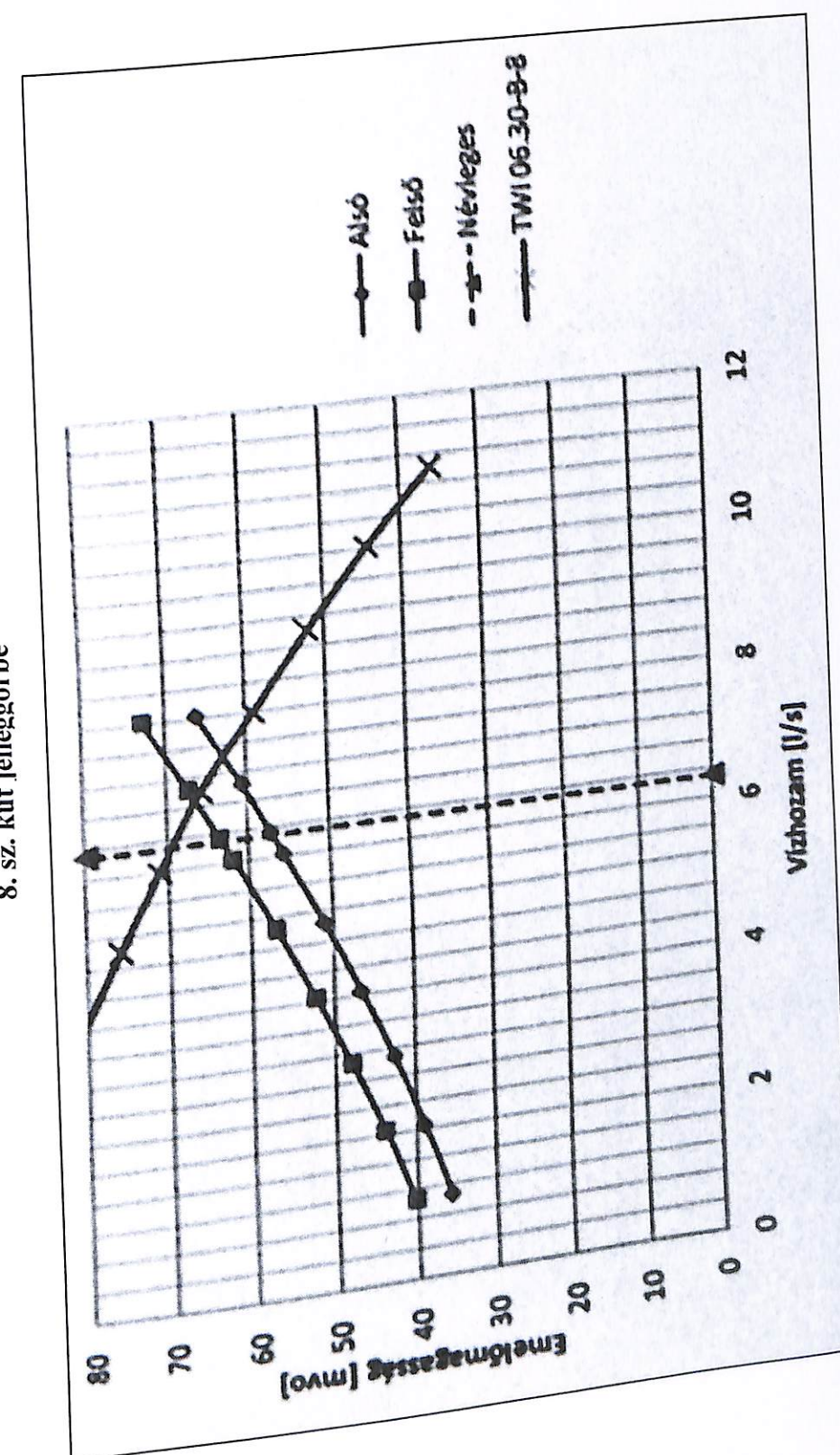
6. sz. kút jelleggörbe



7. sz. kút jelleggörbe



8. sz. kút jelleggörbe



9. sz. kút jelleggörbe

