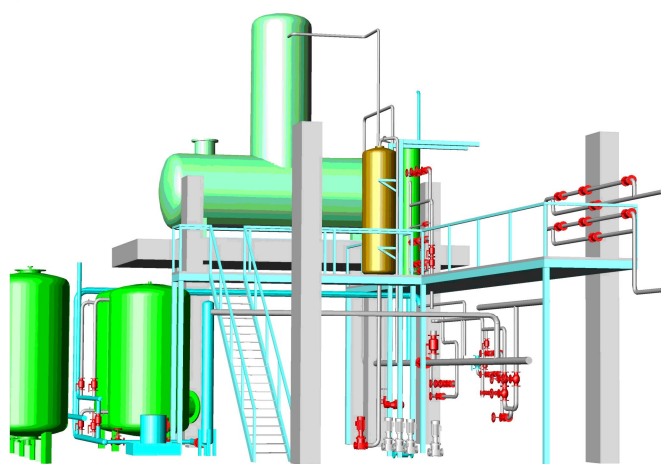


Magyar Mérnöki Kamara
Energetikai Tagozat

TÁVHŐRENDSZEREK VÍZTECHNOLÓGIÁJA: VÁKUUM - VEGYSZERES GÁZTALANÍTÁS

Szerző: Forrai György



Budapest, 2015.11.08.

A tanulmány a Magyar Mérnöki Kamara 2015. évi feladatalapú pályázata és támogatása keretében készült.

TARTALOMJEGYZÉK

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Problémafelvetés..... | 4 |
| 2. | Elméleti alapok, és következtetések..... | 8 |
| 2.1 | Távhőhálózatok szénacél elemeinek oxigénkorróziója..... | 9 |
| 2.2 | Távhőhálózatok szénacél elemeinek oxigénkorrózió elleni védelme..... | 12 |
| 2.3 | Nyomáscsökkentés (vákuumos) gáztalanító eljárások..... | 12 |
| 2.4 | Vegyszeradagolás..... | 16 |
| 2.4.1 | Vegyszeradagolás általános kérdéseiről..... | 16 |
| 2.4.2 | Oxigénmegkötő vegyszerek..... | 18 |
| 3. | A víztechnológia rendszer kialakításáról..... | 20 |
| 4. | A pótvízrendszer elvi kapcsolása és működése V-VG esetén..... | 23 |
| 4.1 | A pótvízrendszer üzemi paraméterei, és azok biztosítása..... | 25 |
| 4.1.1 | Üzemi hőmérséklet..... | 25 |
| 4.1.2 | Üzemi nyomás..... | 26 |
| 4.2 | Az LTT funkciói, a GPTT átalakítása..... | 27 |
| 4.3 | A lágyvíz tárolók (LTT, NLT, ZLT) hőntartása..... | 28 |
| 5. | A vákuum – vegyszeres gáztalanító ág (V-VG) kapcsolása..... | 28 |
| 5.1 | Vákuumos gáztalanító berendezés..... | 29 |
| 5.2 | Vegyszeradagoló berendezés..... | 34 |
| 6. | Nyomástartás elvi kapcsolása..... | 38 |
| 6.1 | A tágulási rendszer (TÁT) elvi kapcsolása..... | 39 |
| 6.2 | Elfolyó blokk kialakítása (EB)..... | 41 |
| 6.3 | Távfüttő hálózati zárt tágulási tartálytelep (TÁT)..... | 42 |
| 6.4 | Nyomástartó szivattyú blokk kialakítása (NSB)..... | 43 |
| 6.5 | Szabályozás-vezérlés- informatika,..... | 44 |
| 7. | Villamos erősáram, vezérlés és informatika..... | 44 |
| 7.1 | Erősáramú ellátás..... | 44 |
| 7.2 | Vezérlés, szabályozás..... | 45 |
| 7.3 | Informatika..... | 46 |
| 8. | A pótvízrendszer berendezései..... | 46 |
| 8.1 | A lágyvíz tároló..... | 46 |
| 8.1.1 | Zárt közbenső lágyvíz tartálytelep vákuumos gáztalanításhoz (ZLT) .. | 47 |
| 8.1.2 | Az alacsony nyomású hálózat nyitott lágyvíz tágulási tartálya (LTT)..... | 47 |
| 8.1.3 | Kiegészítő nyitott lágyvíz tartálytelep (NLT)..... | 49 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.2 | Szivattyúk..... | 50 |
| 9. | A megvalósításról..... | 51 |
| 9.1 | Tervezés | 51 |
| 9.2 | Kivitelezés | 52 |
| 10. | Nyomáscsökkentéssel (vákuumos) gáztalanító berendezések referenciái..... | 53 |
| 10.1 | Áramlásos nyomás csökkentésű légtelenítők..... | 53 |
| 10.2 | Kis teljesítményű (fűtővíz- szivattyús) vákuumozó berendezések..... | 53 |
| 10.3 | Közepes teljesítményű vákuum szivattyús vákuumozó berendezések | 55 |
| 10.3.1 | Szekszárdi fűtőmű..... | 55 |
| 10.3.2 | FŐTÁV ZRt. Újpalotai Fűtőmű | 56 |
| 10.3.3 | FŐTÁV ZRt. Füredi úti Fűtőmű | 57 |
| 10.3.4 | FŐTÁV ZRt. Rákoskeresztúri Fűtőmű..... | 59 |
| 10.4 | Nagy teljesítményű, víz- gáz injektoros vákuumszivattyús berendezések . | 59 |
| 11. | Az ATG- V-VG eljárások üzemviteli összehasonlítása..... | 60 |
| 12. | Az ATG- V.VG eljárások gazdasági tényezőinek összehasonlítása | 61 |
| 12.1 | 1. változat: ATG eljárás | 62 |
| 12.2 | 2. változat: V-VG eljárás..... | 63 |
| 12.3 | Gazdaságossági értékelés | 64 |
| 13. | Környezetvédelem, energiagazdálkodás. | 65 |
| 14. | Összefoglalás. | 66 |
| 15. | Mellékletek..... | 66 |
| 15.1 | Irodalomjegyzék | 66 |
| 15.2 | A technológiai vízigények felmérése | 67 |
| 15.3 | Jelölések | 70 |

1. Problémafelvetés

A tanulmány a távhőellátásban bevezetésére ajánlott *vákuum- vegyszeres gáztalanítás* elvéről, eszközeiről, tervezési szempontjairól, és hazai referenciáiról szól.

Tervezési segédletnek nem tekinthető- annak kibocsátásához további tapasztalatok, ellenőrző mérések, valamint távhő szakmai kutatás - fejlesztés, és egyeztetés szükségesek!

Szerző olyan meghatározásokat és megoldásokat ismertet, melyek adott feladathoz kapcsolódva alkalmazhatók, vagy vitathatók- az utóbbira a távhőellátás fejlődéséhez mindenkor szükség van...

A vákuumos, vagy vegyszeres gáztalanítást az energetikában, vízgazdálkodásban, élelmiszeriparban régóta használnak (kondenzációs erőművek, termálvíz, élelmiszer-tartósítás stb.).

Elmélete ismert- nyomáscsökkentéses (vákuumos) gáztalanító berendezéseket a hazai szekunder fűtési rendszerekben jelenleg is kedvező tapasztalatokkal alkalmaznak. Átaluk a *fűtővíz* szabad, és részlegesen az oldott gáztartalma is részáramú gáztalanítással eltávolítható, kedvezőbb, telítetlen állapotát hozva létre. Kereskedelmi forgalomban kapható választékuk megfelelő, műszaki dokumentációjuk kellően részletes, hazai referenciáik megismerhetők (lásd 10. fejezet). A tanulmányban azonban csak érintőlegesen esik róluk szó, mivel tárgyát a távfűtési hálózatok nagyságrenddel nagyobb, és szigorúbb minőségi követelményű *pótvíz igényének* biztosítása képezi.

Pótvíz bevezetésére a távhőhálózati elemek feltöltése, veszteségeinek pótlása, nyomástartás (hőtágulás), és egyes technológiai folyamatok ellátása céljából van szükség (lásd 15.2 melléklet).

Leggyakrabban csak lassú *vízpótlás* történik ($0,1 \dots 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$), amihez viszonylag kis teljesítményű, az oldott gázszennyeződések korlátozott hatékonysággal csökkentő, azonban fajlagosan így is költséges vákuumos gáztalanító rendszerre lenne szükség.

Kazánok, tárolók, vagy a hálózat gyorsfeltöltésekor azonban időnként néhány óra alatt nagy mennyiségű pótvíz bevezetéséről ($V > 100 \text{ m}^3$) kell gondoskodni!

Vegyszeradagolás esetén ez egyfelől kisebb beruházási költséggel, teljesebben megoldható. másfelől azonban nagy mennyiségű (költségű), egészségre és környezetre veszélyes vegyszerhasználatot feltételez. Emellett szelektív hatású- leggyakrabban csupán oxigénmegkötés történik, miközben a többi szabad és oldott gázszennyeződés (pl. CO_2) koncentrációja alig változik.

Az oxigén eltávolítására, vagy megkötésére a miatt kell fokozott figyelmet fordítani, mivel az rövid idő (egy-két keringési ciklus) alatt rozsdává alakul [5], s így eltérően az inaktív gázoktól (pl. N_2), utólagos részarámú gáztalanítása gyakorlatilag okafogyott.

Az igényeket és a lehetőségeket is figyelembe véve a tanulmányban „*gáztalanítás*” *alatt valamennyi, a fűtővízben lévő szabad, és oldott gáz adott hatásfokú (részleges) eltávolítása, azon belül pedig az oxigén lehető teljes megkötése értendő!*

Az alapvetően eltérő jellegű (vákuumos, és vegyszeres) eljárásokkal tehát különböző célok elégíthetők ki, melyek azonban jól kiegészítik egymást! Példaképpen a gázkoncentrációt vákuum gáztalanító berendezéssel előzetesen csökkentve, a maradó oxigén megkötéséhez már csak nagyon kevés vegyszerhasználat szükséges.

Az oxigénkorrozó elleni védelem egyik leghatékonyabb koncepciója belépésének minél teljesebb meggátlása, ami kis pótvíz mennyiségnél vákuumos gáztalanítással, gyorsfeltöltés esetén pedig vegyszeradagolással együtt, vagyis a vákuum-vegyes gáztalanítással (V-VG) érhető el!

A két eljárás komplex alkalmazása a távfűtési pótvíz gáztalanítására külföldön régóta használatos. Magyarországon is évtizedek óta ismert, azonban hogy eddig mi miatt szorult háttérbe, és hogy most mégis miért ajánlható, rövid történeti áttekintéssel magyarázható.

A távhőellátás kezdetén a fűtőművekben még kellő mennyiségű gőz, (forróvíz) állt rendelkezésre. Emiatt a felmerülő víztechnológiai feladatok (vízelőkészítés, tárolás, nyomástartás, túgulás-kompenzálás) legracionálisabban egyetlen berendezéssel: a „gáztalanító tornyos pótvíz-túgulasi tartállyal” (GPTT) voltak elláthatók. Kis energiaköltségek mellett az sem okozott gondot, hogy a berendezés akkor is folyamatosan, jelentős hő, áram, és vízvesztéssel üzemelt, amikor pótvíz bevezetésére egyáltalán nem volt szükség. Emiatt ez a fajlagosan kis beruházási

költségű, kezelést alig igénylő eljárás (továbbiakban „atmoszferikus termikus gáztalanítás”= ATG) terjedt el legáltalánosabban, jelenleg is használják.

Alapvetően megváltozott azonban a helyzet, mikor a fűtőműi gőz és forróvíz termelés megszűnt, átadva helyét a kisebb hőmérsékletű (<100 °C) gázmotoros kapcsolt energiatermelésnek.

A vákuum- vegyszeres eljárás elvileg már akkor... 15- 20 éve kellett volna, hogy váltsa az atmoszferikust, azonban még nem volt meg a szükséges ismereti, és gyártmány háttere (ami még ma sem mondható teljes körűnek...).

Minthogy a távhő- üzemek előtt nem nyílt más út- többségük a korábbi gáztalanítási elvet (ATG), és berendezéseket megtartva kis nyomású és kapacitású gőzkazánokat telepített, melyek teljesítménye csupán a napi veszteségek, és kisebb feltöltések végzésére volt elegendő. Emiatt például gyorsfeltöltés esetén nagy mennyiségű oxigén jutott a vezetékhálózatba, ami ott gyorsan le is korrodált. Azt követően pedig már hiába történt a GPTT - ben „részáramú gáztalanítás”! Leggyakrabban éppen a szándékkal ellentétes jellegű folyamat játszódhatott csak le: az oxigéntől nagyjából már „lerozsdásodott” (0-10 µg/l) visszatérő hálózati víz a gáztalanító toronyban nem hogy tovább tisztult, hanem annak hatásfokától függő mértékben ismételten gázokkal szennyeződött (30-100 µg/l)- nem hagyva stabilizálódni a fűtővíznek a hálózatban (sajnálatosan éppen a korrózió miatt...) kialakult kedvezőbb állapotát! A GPTT- ből visszavezetett oxigén mennyisége, és az általa okozott korrózió mértéke a becslések alapján más tényezőkével (pl. a pótvízzel) azonos nagyságrendű, vagy annál nagyobb lehetett (lásd 2.1 fejezet).

Nem elegendő tehát csupán a pótvizet gáztalanítani, hanem *olyan kapcsolást kell kialakítani, melynél a visszatérő, már stabilizálódott állapotú hálózati víz a friss lágyvízzel a GPTT- ben nem keveredhet, ismétlődően gázt véve fel!*

Normál üzemi feltételek között ugyanis gáztalanítani csupán a lágyított pótvizet kell... A hálózati és a friss lágyvíz keveredése által okozott lassú, azonban feltételezhetően így is igen nagy károkat okozó korrózió hatása mindeddig vélhetően a miatt maradhatott észrevétlen, mert az oxigénkoncentráció folyamatos mérése, és automatikus szabályozása sem megfelelően megoldott! Az időszakos, napi, vagy heti gyakorisággal végzett ellenőrző mérések nem nyújthatnak támpontot az esetenként azonnali teendők meghatározására. A fűtővíz O₂ koncentrációjának mérésére sok helyen használt, kezelést is igénylő, többcsatornás mérőberendezésekkel annak

folyamatos ellenőrzése, koncentrációjának szabályozása nem lehetséges. Annál is inkább, mivel szabályozásra mindeddig csak kevés mód nyílt (pl. a pótvíz térfogatáramának korlátozása). Minthogy azonban az oxigén a hálózatba jutva szinte azonnal rozsdává alakul, a szakaszosan végzett ellenőrző mérések csupán hamis biztonságérzetet kelthetnek, miközben a korróziós meghibásodások száma az idővel fokozódva növekszik.

Olyan gáztalanítási eljárásra van szükség, ami a szélsőséges (kis, és nagy) pótvíz igényeket a visszatáguló hálózati víztől különválasztva, a követelményeknek megfelelő minőségben, a szükségletnek megfelelő szakaszossággal, azonban folyamatosan ellenőrizhetően és szabályozhatóan, optimalizálható beruházási, energia és közüzemi üzemeltetési költségekkel, automatikusan működtethető!

Ezeknek a céloknak jelenleg leginkább a tanulmányban ajánlott többfokozatú „vákuum- vegyszeres gáztalanítás” (**V-VG**) feleltethető meg, aminek hatékonysága további rendszertechnikai módosításokkal (pl. kis hőmérsékletű termikus előgáztalanítással) javítható. A Tanulmány ezeket az eljárásokat vizsgálja és ismerteti.

A távhőellátás eszköztára az elmúlt 20 esztendőben minden részterületén – hőtermelésben, szállításban és fogyasztásban ugrásszerűen fejlődött. Közöttük a víztechnológia is - automatikus vízlágyítók, sótelenítők, frekvenciaváltós nyomástartó szivattyúk stb. telepítése történt.

Kivételt talán éppen csak a pótvíz gáztalanítása és a hőtágulás kompenzálása képeznek, melyek csökkenő hatékonysággal, és növekvő ráfordításokkal a mai napig a GPTT– ben végezhetők!

Korszerűsítésükhöz azonban már nem elegendő csupán a vákuum- vegyszeres, vagy más hatékony gáztalanító eljárások alkalmazása, mivel *a fűtőműi víztechnológiában a pótvíz előkészítése (lágyítás, gáztalanítás), és bevezetése (nyomástartás) elválaszthatatlan egységet alkotnak!* Emiatt a tanulmányban szükségszerűen lesznek utalások a fűtőműi víztechnológia egyéb vonatkozásaira is.

A távhőellátás az energiahatékonyság, környezetvédelem, és a versenyképesség jegyében kell, hogy fejlődjön. Korszerűsítése részelemeinek fejlesztésével régóta

folyamatban van, azonban elérkezett az idő, amikor koncepciószerűen is újra kell gondolni. A megújuló és hulladék hőforrásokat összegyűjtő és hasznosító decentralizált hőforrásokkal üzemelő távhőhálózatok közös elemét jóformán már csak a vízelőkészítés és nyomástartás képezi. Emiatt a víztechnológia a távhőellátás fejlődésének kulcstényezője, ami befolyásolja más részterületeinek kialakítását, hálózatának kiterjedését, növeli, vagy csökkenti élettartamát, megbízhatóságát, közmű jellegét. Miközben jelenleg még a korszerűsítés folyamatának egyik legelmaradottabb, leginkább fejlesztést igénylő területe?

A vákuum-vegyszeres gáztalanítás olyan eljárás, melyről már hazai referenciái alapján is elmondható, hogy bizonyította alkalmasságát! Szükség van arra, hogy lehetőségei közismertté váljanak.

2. Elméleti alapok, és következtetések

A következő összefoglaló a távhőhálózatok szénacél elemeinek oxigénkorróziójáról, annak méréséről, szabályozásáról szól. Nem vállalkozhat az elektrokémiai korrózió, és az elleni védelem teljes körű ismertetésére: a vizsgálat csupán a gázok, főképpen az oxigén bejutására, és eltávolítására koncentrálna.

A folyamat a vas és az oxigén között víz jelenlétében játszódik le, melynek eredményeképpen rozsdá képződik:



A vegyületben a vas tömege 2,32- szer több mint az oxigéné. Így ha valamely közepes teljesítményű fűtőmű hálózatába egy év alatt 10.000 m³ lágyított vizet gáztalanítás nélkül vezetnék be (8 mg/l oldott O₂ koncentráció), akkor röviddel utána 190 kg (23 dm³) szerkezeti acél alakulna 270 kg rozsdává. Ami valamely nagy kiterjedésű, több ezer négyzetméter területű hálózaton egyenletesen elosztva nem tűnhet jelentősnek, azonban koncentráltan, lyukkorrózióként nagy kárt okozhat. Emellett korróziós termékei az áramlattal sodródva a vezetékhálózatban eróziót és lerakódásokat kelthetnek.

A korrózió hatása jobban érzékeltehető, ha a folyamat számszerű analízise a távvezetékek elvárható élettartama (50 év) figyelembevételével történik.

2.1 Távhőhálózatok szénacél elemeinek oxigénkorróziója

A nagy kiterjedésű távhő hálózatokba jutó oldott oxigén bár csökkenő sebességgel, azonban teljes mennyiségében megkötődik!

Ez a megállapítás a visszatérő víz korszerű műszerekkel mért nulla O_2 koncentrációjával igazolható akkor, ha a GPTT- ben történő légutánpótlása gátolt! Az oldott oxigén döntő többségét a hálózat szénacél elemeinek korróziója- a rozsdaképződés köti le. (Más folyamatok, pl. oxigénkiválás, légtelenítés elhanyagolhatók).

Az átalakuló szerkezeti acél, és a keletkező rozsdá mennyisége az adott mérési referencia időtartam (τ_{ref}) alatt mért, vagy számított átlagos pótvíz mennyiség (V'_{pv} , m^3/h), és O_2 koncentráció (κ_{pv} , $\mu g/l$ szorzatával, azok összegével arányos.

Referencia időtartam (τ_{ref}) azon legrövidebb mintavételi időszak, ami alatt a jelzett paraméterek átlagos értéke méréssel, vagy számítással meghatározható.

Korszerű térfogatáram és oxigénkoncentráció mérők műszerekkel ez másodperc (s), vagy perc (min), máskor viszont órás (h), vagy naponkénti (d) gyakoriságú időtartamot jelölhet. Az értékeket m^3/h , κ_{pv} , $\mu g/l$ –re számítva át, és adva meg, az eredmény $\tau = 1$ órára vetítve adódik.

- A referencia idő alatt bejutó oxigén tömege: $G_{\tau_{ref}O_2} = 10^{-6} * V'_{\tau_{ref}pv} * \kappa_{pv} \dots kg/h$

- Az átalakuló szerkezeti acél tömege : $G_{\tau_{ref}Vas} = 2,32 * G_{O_2} \dots kg/h$

- Az átalakuló szerkezeti acél térfogata : $V_{\tau_{ref}Vas} = 0,0003 * G_{O_2} \dots m^3/h$

- A keletkező korróziós termék tömege: $G_{\tau_{ref}Rozsda} = 3,32 * G_{O_2} \dots kg/h$

Minthogy a pótvíz mennyisége, és a koncentrációja gyorsan változik, informatívabb eredmény a kisebb referencia idejű mérőeszközök használatával érhető el. A térfogatáram ultrahangos áramlás érzékelőkkel, az oxigén koncentráció pedig ppb - felbontású merülő érzékelőkkel jelenleg már másodpercenkénti (percenkénti) mintavétellel mérhető. Ilyen gyakoriságú mintavétel nem csupán a bejutó oxigén mennyiségének pontos meghatározására, de a vákuum- vegyszeres gáztalanítás minőségi folyamatszabályozására is lehetőség nyújt.

A korróziós folyamatról szemléletesebb képet azonban a hosszabb vizsgálati időszakra vonatkozó elemzések nyújthatnak. Vizsgálati időszakként bármely időtartam: óra ($\tau = 3600s$), nap ($86400s$), év ($3,16E+07s$), vagy élettartam (pl. 50 év esetén $1,58E+09s$) választható.

A vizsgálati időszak (τ) oxigén terhelése a referencia időszakokban mért és számított értékek összegeként (integráljaként) határozható meg.

- A vizsgálati időszakban bejutó oxigén tömege:

$$G_{\tau O_2} = \sum_{i=\tau} G_{\tau ref O_2} \dots \text{kg}/\tau$$

A többi paraméter azzal arányos:

- Az átalakuló szerkezeti acél tömege : $G_{\tau Vas} = 2,32 \cdot G_{\tau O_2} \dots \text{kg}/\tau$

- Az átalakuló szerkezeti acél térfogata: $V_{\tau Vas} = 0,0003 \cdot G_{\tau O_2} \dots \text{m}^3/\tau$

- A keletkező korróziós termék tömege: $G_{\tau Rozsda} = 3,32 \cdot G_{\tau O_2} \dots \text{kg}/\tau$

Példaképpen tekintsünk egy olyan víztechnológiai berendezést, melynél a hálózathoz folyamatosan visszatérő $10 \text{ m}^3/\text{h}$, $0\text{--}5 \text{ }\mu\text{g/l}$ O_2 koncentrációjú fűtővíz a GPTT- ben $50 \text{ }\mu\text{g/l}$ –re dúsul:

- A bejutó oxigén tömege : $G_{th; O_2} = 10^{-6} \cdot 10 \cdot 50 = 0,0005 \text{ kg/h}$

- Az átalakuló szerkezeti acél tömege : $G_{thvas} = 2,32 \cdot 0,0005 = 0,00116 \text{ kg/h}$

- Az átalakuló szerkezeti acél térfogata: $V_{thvas} = 0,0003 \cdot 0,0005 = 0,000015 \text{ m}^3/\text{h}$

- A keletkező korróziós termék tömege: $G_{thvas} = 3,32 \cdot 0,0005 = 0,00166 \text{ kg/h}$

1 óra alatt tehát elhanyagolható mértékű (~1 gramm) korrózió lép csak fel.

A vizsgálati időtartamot 1 évre választva, és a korróziós folyamat egyenletességét feltételezve azonban a tényezők alakulása jobban érzékeltethető:

- A bejutó oxigén tömege : $G_{\tau; O_2} = 8765 \cdot G_{th; O_2} = 4,38 \text{ kg/év}$

- Az átalakuló szerkezeti acél tömege : $G_{\tau vas} = 2,32 \cdot 4,38 = 10,16 \text{ kg/év}$

- Az átalakuló szerkezeti acél térfogata: $V_{\tau vas} = 0,0003 \cdot 4,38 = 0,0013 \text{ m}^3/\text{év} = 1,3 \text{ dm}^3$

- Az átalakuló szerkezeti acél tömege : $G_{\tau vas} = 3,32 \cdot 4,38 = 14,56 \text{ kg/év}$

Ilyen mennyiségű szerkezeti acél átalakulása már nem hanyagolható el, mert kedvezőtlen feltételek esetén, valamely kisebb hálózatban már nagyobb valószínűséggel okozhat pl. lyukkorróziót.

Itt jelentkezik a tényező, hogy a korrózió valószínűsége a hálózat kiterjedésétől is függ! Az oxigénkoncentráció ugyanis a szerkezeti acélokkal érintkezve térben és időben fokozatosan csökken, nagyobb felületű hálózatokon fajlagosan kevesebb nyelődik el.

Emiatt informatívabb egy olyan paraméter, ami a fűtővízzel érintkező szerkezeti acélok korrózió miatt átalakuló tömegének ($G_{\tau\text{vas}}$), és felületének (A , m^2), vagy az utóbbival összefüggésbe hozható más paramétereinek (hossza l , tömege kg stb.) arányát valamely vizsgálati időszakra (pl. $\tau=1$ év) vetítve, mint *(fajlagos) vezetékhálózati korróziós tényezőt* (η') határozná meg!

$$\eta' = G_{\tau\text{vas}} / A \quad \text{kg/m}^2/\text{év}$$

Amennyiben az előbbi példa szerinti évenkénti korrózió ($10,16 \text{ kg/év vas}$) valamely $1,0 \text{ km}$ nyomvonal hosszúságú, DN 300 hálózatban lép fel ($A = 2 \cdot 1000 \cdot 0,308 \cdot \pi = 1935 \text{ m}^2$), akkor:

- A vezetékhálózati korróziós tényező $K' = 5,24 \text{ g/m}^2/\text{év}$
- Az átalakuló vas fajlagos térfogata: $V_{\text{évFe}} = 5,24/7,8 = 0,64 \text{ c m}^3/\text{m}^2/\text{év}$,
- A falvastagság egyenletes csökkenése: $v = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$, vagyis nem egészen egy ezred mm/év .

Ha viszont a hálózat kétszer kisebb felületű, ugyanolyan mennyiségű oxigén bejutásakor kétszer nagyobb korróziós tényező adódik ($\eta' = 10,48 \text{ g/m}^2/\text{év}$), ami miatt a korrózió kialakulásának valószínűsége is megnő.

A távfűtési hálózatok élettartamát (50 év) tekintve vizsgálati időszaknak, a veszélyeztetettség még nagyobb: a példa esetén 500 kg acél korróziója, és 730 kg korróziós termék keletkezése várható akkor is, ha az oxigén előírás szerinti határértéke a GPTT után folyamatosan biztosított ($< 50 \mu\text{g/l}$)! Ekkor már nem csupán a korrózió miatti vízvesztés, hanem a jelentős mennyiségű korróziós termék miatti üzemeltetési és kezelési problémák is gondot okozhatnak.

A bevezetésre ajánlott **vezetékhálózati fajlagos korróziós tényezővel** szemben ugyanolyan követelmény értékek támaszthatók, mint amelyek pl. a pótvíz O_2 koncentrációja vonatkozásában jelenleg már léteznek. Előírható értékük meghatározásához azonban még további, méréseken alapuló vizsgálatokra, tapasztalatokra, és egyeztetésekre van szükség.

Az előző példák arra utalnak, hogy a hazai távhőellátás fejlődése nem jelentheti pusztán a külföldi tapasztalatok, és eszközök adaptálását, hanem azt a távlati

célkitűzések, és a korszerű technológiák figyelembe vételével elméletileg is távhő szakmai szinten újra kell gondolni.

Az már jelenleg belátható, hogy a távhő hálózatba jutó oxigén, és más szennyeződések mennyiségének kellő gyakoriságú, pontos mérése, nyilvántartása és szabályozott védelme (ami nem része a jelenlegi tervezési és üzemeltetési gyakorlatnak) a távhőellátás fejlődésének elengedhetetlen feltétele! Amire a tanulmányban ismertetett, meglévő és új távhő rendszerekben egyaránt alkalmazható, kombinált vákuum- vegyszeres eljárás lehetőséget nyújt.

2.2 Távhőhálózatok szénacél elemeinek oxigénkorrózió elleni védelme

A kiterjedt távhő rendszerekben az oxigén már az első, gyakran több óra időtartamú keringési ciklusa során rozsdává alakul.

Emiatt a gáztalanítás egyik fő célja az oxigénnek a lágyított vízből még a hálózatba történő bevezetése előtti teljes eltávolítása, vagy megkötése kell, hogy legyen!

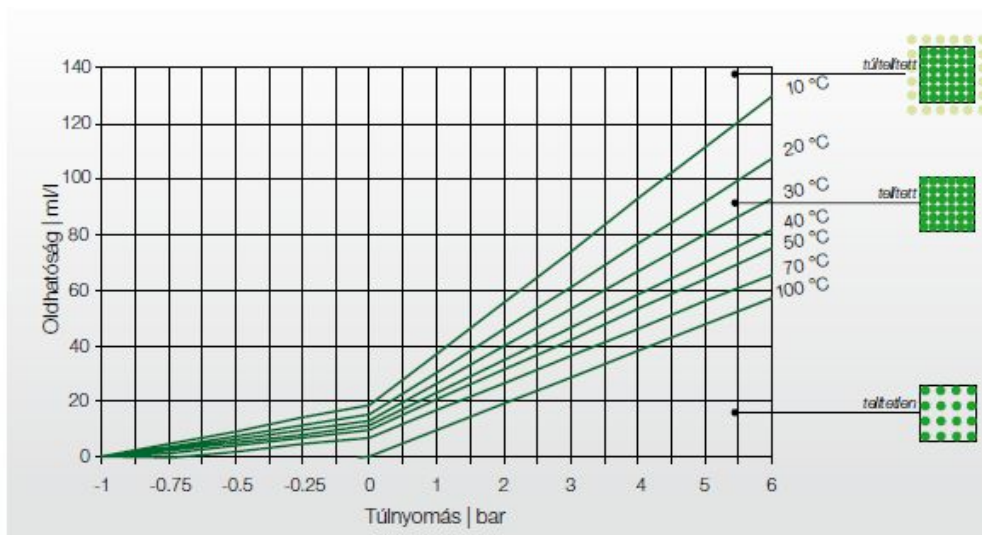
Amit más védelmekkel: például sótalánítással, PH szabályozással, passziváló vegyszerek adagolásával célszerű kiegészíteni.

A távhőhálózatok megengedhető pótvíz oxigénkoncentrációja vezetőképességétől is függ- nagyobb vezetőképesség esetén kisebb oxigénkoncentráció engedhető meg.

Habár a korrózió sebessége $< 50 \mu\text{g/l}$ esetén lassul, idővel mégis bekövetkezik. Az oxigén kívánatos *teljes eltávolítása, vagy megkötése* viszont önmagában sem az atmoszferikus, sem pedig a nyomáscsökkentéses gáztalanító eljárással gyakorlatilag nem lehetséges! Emiatt van szükség a vegyszeres utókezelésre.

2.3 Nyomáscsökkentéses (vákuumos) gáztalanító eljárások.

A vákuumos gáztalanítóknál fűtővíz (pótvíz, vagy hálózati víz) gáztalanítása az atmoszferikusnál kisebb nyomáson végezhető. A fűtőközeg a gáztalanító tartály terén áthaladva vákuumban gáztalanodik. Ami szintén a Henry-Dalton törvény szerint történik, csak az atmoszferikusnál kisebb nyomáson, és 100°C -nál kisebb hőmérsékleten ($70\text{--}80^\circ\text{C}$). Így hulladék, vagy kapcsoltan termelt hő, vagy sokkal kisebb hőmérsékletű hőforrás is alkalmazható, azonban a berendezés teljesítőképessége és hatásfoka az ahhoz tartozó nyomáson az elszívott gázok növekvő fajtérfogata miatt lecsökken.



1. ábra HENRY –diagramm ([14]-ből)

A vákuumos elven üzemelő gáztalanító berendezések főbb részei:

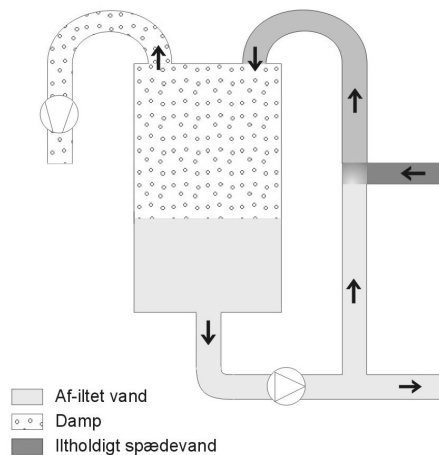
- **Vákuum tartály**, melyben a fűtővíz gáztalanítása, átmeneti tárolása történik
- **Vákuumszivattyú**, amivel a vákuumozó tartály nyomása csökkenthető.
- **Feltöltő szivattyú**, amivel a gáztalanított víz nyomása az atmoszferikus fölé, vagy a hasznosítási hely nyomására visszaemelhető

1... A **vákuum tartállyal** szemben követelmény a vákuumállóság, és a fűtővíz megfelelő kontaktusfelülete, ami porlasztásával, vagy csörgedeztetésével (ahogyan az ATG esetén is) érhető el. Térfogata, kialakítása a szükséges pótvíz teljesítményhez igazodik: szekunder rendszerekhez (<1,0 m³/h) kis térfogatú, ballonszerű, nagyobb hálózatokhoz több köbméteres vákuumozó tartályok készülnek.

2... A **vákuum előállítás**a különféle eszközökkel érhető el:

a./ Zárt vákuumtartály **fűtővíz szivattyúval** történő megszívásával. Ez esetben a vákuum a tartály terében keletkezik, és ugyanazon szivattyú tölti vissza a hálózatba a gáztalanított vizet. A kivált gázok a tartály újratöltésekor, a túlnyomásos ütemben távolíthatók el. Az egyik legegyszerűbb, részleges gáztalanítást biztosító eljárás, azonban mert csak kis tartálytérfogathoz illeszthető, referenciái főképpen szekunder rendszerekben (<1,0 m³/h teljesítmény) találhatók. (referencia lásd 10.2 fejezet)

b./ Zárt vákuumtartály **vákuumszivattyúval** történő megszívással.



2. ábra Zárt tartály vákuumszivattyús gáztalanítás sémája

A vákuum ekkor a tartályon kívül, pl. lágyvízzel hűtött vákuumszivattyúban keletkezik. A gáz a tartály tetejéről vezetéken keresztül szívható el, a gáztalanított víz visszaemeléséhez a hálózatba *feltöltő szivattyú* szükséges. A fűtővizet a tartályban szétporlasztják, vagy nagy felületű tölteten keresztül csörgedeztetik. Közepes, és nagy teljesítményű (~150 MW, 100 m³/d pótvíz) fűtőművek vákuumos gáztalanító berendezései készülhetnek így, és üzemelnek több hazai fűtőműben is (lásd 10.3 fejezet).

c./ Zárt vákuumtartály **fűtővíz szivattyúval meghajtott víz- gáz injektorral**. A vákuum ekkor is a tartályon kívül, az injektorban keletkezik, a gázok a tartály tetejéről vákuumvezetékkel szívhatók el. Minthogy az injektorban gázokkal szennyeződő víz a hasznóvízzel nem keveredhet, nyitott, átmeneti tartályban kilevegőztetve és lehűtve hasznosítható újra. Ehhez a megoldáshoz 6 -10 bar nyomású fűtővíz szivattyú, és megfelelően méretezett víz-gáz injektor szükséges. A gáztalanított víz visszatáplálása szintén feltöltő szivattyúval történhet. Általa nagy térfogatú tartályok vákuumozhatók, külföldön >1000 m³/h pótvíz igényű távhőrendszerekben is alkalmazzák ([2] , lásd 10.4 fejezet).

3... A **felöltő szivattyúk** a már gáztalanított vizet emelik vissza a fűtőműi alacsonyomású (PÜ-1,0) pótvíz hálózatba, melyből a primer távfűtésbe nyomástartó szivattyúk továbbítják. (Szekunder hálózatoknál a visszaemelés közvetlenül a fűtési rendszerbe történhet). Elhelyezési magasságától, és a fűtővíz hőmérsékletétől (max. 85 °C) függően a feltöltő szivattyú szívócsonkján és járókerekén vagy vákuum, vagy túlnyomás uralkodhat, amitől a berendezés kialakítása, kavitációmentes üzemé függ:

- Abban az esetben, ha a vákuumozó tartály a szivattyú felett > 10 m magasságban helyezhető el, a szivattyú biztonságosan túlnyomásos üzemű. Ez a műszakilag kedvező megoldás azonban az esetek többségében nem, vagy csak nagy költséggel biztosítható.
- Amennyiben a vákuumozó tartály és a szivattyú szintkülönbsége < 10 m, azonban így is a szállító által megadott, vagy méretezett szinten (3-4 m) helyezkedik el, kavitáció nem léphet fel. Tömszelencéje, vezetékai és szerelvényei azonban ekkor is vákuumtömör kialakításúak kell, hogy legyenek, ellenkező esetben pl. leálláskor levegő szívároghat a szivattyúba, problémát okozva újraindításkor.

Nyomáscsökkentéses gáztalanító berendezésekkel elérhető **pótvíz minőség** tekintetében a következőket kell figyelembe venni:

- Nagy teljesítményű vákuumos gáztalanító berendezések egyes típusainál garantálható valamely maximális O_2 koncentráció (50, 20 $\mu\text{g/l}$). Azonban számos olyan körülmény (pl. extrém kis, vagy nagy pótvíz igény) adódhat, ami miatt az előírás szerinti koncentráció végül mégsem érhető el- emiatt is alkalmaznak vegyszer-adagolásos utókezelést.
 - A szekunder és primer hálózatoknál használatos kis ($< 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$) és közepes ($< 30 \text{ m}^3/\text{h}$) teljesítményű vákuumos gáztalanító berendezések esetében általában eleve nem a megengedhető maximális gázkoncentrációt, hanem az oldott gáztartalom csökkentésének hatásfokát (0,8-0,95) garantálják. Ez esetben a maradó gázkoncentráció a kezdetihez viszonyított arányként számítható. Ha például a lágyított víz kezdeti oxigén koncentrációja kisebb, mint 1000 $\mu\text{g/l}$, akkor valamely 0,95 hatásfokú vákuumgáztalanító berendezés segítségével az előírás szerinti 50 $\mu\text{g/l}$ követelményérték még elérhető. Közbenső pótvíz tárolással lehetőség nyílt arra, hogy a gáztalanítási ciklust kellő számban megismételve nagyobb kezdeti koncentrációjú *lággyvíz* is az elfogadható határértékig megtisztítható legyen.
- A kis kiterjedésű *szekunder hálózatokat*, ha pótvíz igényük nem jelentős, a maradó oxigénkorrozó kevésbé veszélyezteteti. Habár enyhébb követelmény érték (pl. egyes kazánokra 100 $\mu\text{g/l}$) szintén létezik, esetükben a szabad gázok teljes leválasztása (légtelenítés) és az oldott gázok telítetlenségi állapotának növelése - vagyis a pótvíz

és a hálózati víz részleges gáztalanítása lehet a jelenleg reálisan elérhető cél. Ami a lassúbb korróziót okozó, és az inert gázok közvetlen nyomáscsökkentés, több keringési cikluson keresztül végzett részáramú gáztalanításával is megoldható.

Más a helyzet a nagy kiterjedésű, és pótvíz igényű *távfűtési hálózatokban*, melyekben az oxigén részáramú gáztalanítása nem hatékony. Esetükben belépésének teljes meggátlása az indokolt védelmi stratégia, ami azonban csupán nyomáscsökkentéses gáztalanító berendezések használatával nem érhető el! Ha például valamely 8000 $\mu\text{g/l}$ kezdő O_2 koncentrációjú lágyvíz gáztalanítása $\eta=0,8$ hatásfokú berendezéssel történik, akkor a maradó oxigéntartalom 1600 $\mu\text{g/l}$, ha pedig $\eta=0,95$ hatásfokúval, 400 $\mu\text{g/l}$. Mindkettő jelentősen meghaladja a távfűtési hálózatok megengedett (50 $\mu\text{g/l}$), a korróziótól az előzőek szerint így sem mentesítő követelmény értékét!

Megjegyzendő, hogy alkalmas kapcsolással, például, a lágyított víz *termikus előgáztalanításával*, és közbenső tárolását követő ismételt vákuumos gáztalanításával az oxigén koncentrációja tovább csökkenthető, azonban csak nagyobb, költségesebb vákuumos gáztalanító és tároló kapacitás létesítésével!

Itt említhető meg, hogy 100 °C - nál kisebb hőmérsékletű termikus előgáztalanítás atmoszferikus nyomáson is végezhető, azonban csak a víz aktuális telítettségi görbéjének megfelelő szintig. Például a lágyvizet 80 °C hőmérsékleten a GPTT- be porlasztva O_2 koncentrációja a felére (~4000 $\mu\text{g/l}$) csökkenthető, kedvezőbb kiinduló állapotot hozva létre a vákuumos gáztalanítás előtt.

2.4 Vegyszeradagolás

2.4.1 Vegyszeradagolás általános kérdéseiről

Vákuumos gáztalanítással az oldott gáztartalom a gyakorlatban csak meghatározott hatásfokkal távolítható el! Emiatt a maradó oxigén teljes megkötésére inkább a vegyszeradagolás ajánlható, amivel az még a hálózatba történő belépése előtt, vagy szükség esetén a hálózat bármely pontján is maradéktalanul közömbösíthető. Így, míg más gázok vonatkozásában a részáramú gáztalanítás is hatékony, az oxigénkorrózió elleni védelemre utókezelési eljárásként leginkább annak mennyiségétől függő. „minőségi szabályozású” vegyszeradagolás ajánlható, amire lehetőséget a kis referencia időtartamú érzékelés és adatfeldolgozás nyújt!

Távhőrendszerekben jelenleg is sokféle vegyszert (PH szabályozó, passziváló, stb.) adagolnak. *Műszaki- Biztonsági* adatlapjaik ismertetik használatuk feltételeit, korlátait, és a szükséges egyéni védőeszközöket.

Azonban továbbra is kérdés az alkalmazható vegyszerek megfelelősége véletlenszerű emberi környezetbe jutásuk esetén, a fogyasztóknál. Általánosan érvényes szakmai követelmények hiányában a távfűtési üzemek saját előírásaik alapján járnak el, kiválasztási feltételeként például a vegyszer OÉTI, vagy egyenértékű más (pl. FDA Certifikat) hatósági engedélyének meglétét igényelve.

Itt említhető, hogy bár az oxigénredukáló szerek nagy része az élelmiszeriparban tartósítószerként is használatos, ivóvízre nem mindegyiknek van engedélye. Megjegyzendő, hogy a zárt távfűtési hálózatokban azzal maga a fűtővíz sem rendelkezhetne, mivel összetétele, és az alkalmazott szerkezeti anyagok ivóvízre nem minősítettek. Külföldön azonban mégis számos olyan, nagyteljesítményű ún. „nyitott” távfűtési rendszer létesült, melyek HMV fogyasztóinak ellátása közvetlenül a primer hálózati lehűlt visszatérőből, hidegvíz hozzákeverésével történt. Természetesen a fűtőműi pótvíz előkészítés (vízlágyítás, gáztalanítás) teljesítőképessége is ahhoz volt mérhető (lásd 10.4 fejezet)

Magyarországon azonban kezdettől csak zárt távfűtési rendszerek létesültek- melyeknél az ivóvízhálózat hatékony elválasztása- pl. nyersvíz megszakító tartály, a korrózióálló anyagú lemezes hőcserélők következetes alkalmazása, és a vegyszeradagolás a reálisan kitűzhető cél.

Jelenleg is többféle, kombinált hatású vagy szelektíven oxigénredukáló vegyszer szerezhető be (lásd 5.2 fejezet), melyek azonban nem rendelkeznek ilyen engedéllyel. (Miközben a kazánok, HMV hőcserélők tisztításához alkalmazott sósav oldatoknak, vagy a klórnak is van...)

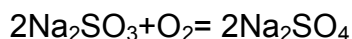
Az elsődleges kérdés azonban nem is magának az engedélynek a létezése, hanem az, hogy valójában milyen egészségügyi követelmények támasztandók a zárt távfűtési rendszerbe adagolható oxigénmegkötő, vagy más- passziváló, PH szabályozó stb. vegyszerekkel szemben?

A megoldás az alkalmazási feltételekben rejlik. Vagyis abban, hogy pontosan csak annyi vegyszer adagolása, és úgy történjen, amennyi az oxigénnel reakcióba lépve el is használdik. A másik cél a pótvízfogyasztás, tehát a hálózati meghibásodások csökkentése.

A tanulmányban ismertetett, a pótvíz térfogatáramának, és oxigénkoncentrációjának mérésén alapuló *minőségi vegyszeradagolás* biztosítékot nyújt a takarékos vegyszerhasználatra, és a vegyszer túladagolás meggátlására. Ha pedig nem marad a hálózati vízben vegyszer, és a reakciótermékei sem károsak, az egészségügyi követelmények nyilvánvalóan teljesülnek.

2.4.2 Oxigénmegkötő vegyszerek

Csak oxigén megkötésre korábban *nátrium- szulfitot* [2] adagoltak, melynek kémiai reakció egyenlete:



Adagolása a $G=(8C+K)/B$ összefüggés szerint történt:

- $C = \text{g/m}^3$ a maradó oxigéntartalom
- $K = 0 \dots 4 \text{ g/m}^3$ vegyszertöbblet
- $B =$ vegyszer koncentráció (pl. vizes oldatban)

Vagyis 20% oldatkonzentráció esetén 1g oxigén megkötéséhez legkevesebb 40 g vegyszert kell adagolni.

Magyarországon pl. a *nátrium- biszulfít* (NaHSO_3) hatóanyagú HIDROKOND-X [13] rendelkezik OÉTI engedéllyel.

Sűrűsége: $\rho = 1,125 \text{ kg/dm}^3$

$\text{pH}_{20^\circ\text{C}} = 4,5$

Ballonos (20 kg) és hordós kiszerezésben szerezhető be. Egy gramm oxigén megkötéséhez ekkor is 40,0 gramm oldott vegyszert szükséges adagolni.

Szükséges tömege 1 gramm oxigénre számítva

$$G_{\text{Vegyszer}} = 40,0 * G_{\text{ref O}_2} \dots \text{g}$$

Az oldat térfogata 1 gramm oxigénre számítva:

$$V_{\text{Vegyszer}} = 0,0035 * G_{\text{ref O}_2} \dots \text{l}$$

Az adagolószivattyú műszaki adatlapja alapján a PC- vel meghatározható, és minőségi szabályozás céljából továbbítható a szivattyú impulzusainak aktuális száma, azok összegzésével pedig a vizsgálati időszak vegyszerfogyasztása.

Példaképpen napi 10m^3 , $8,0 \text{ mg/l}$ oxigéntartalmú lágyvíz közömbösítése előgáztalanítás nélkül $3,2 \text{ kg/nap}$ ($2,8 \text{ l/d}$, $\sim 1000 \text{ kg/év}$) vegyszerhasználattal járna.

Nagy mennyiségben adagolva tehát ez is fokozott kezelést- karbantartást igénylő, egészségre és környezetre veszélyes, költséges eljárás. Azonban a vegyszerhasználat a pótvíz vákuumos előgáztalanításával, és pontosan szabályozott adagolással nagyságrendekkel csökkenthető, káros hatásai elkerülhetők!

A bejuttatott vegyszer egyfelől a belépő pótvíz maradó O_2 tartalmát csökkenti nullára, másfelől méretezett többlete (mivel a hálózat minden pontját egy keringési ciklus alatt elérheti), a hálózatba pl. vízbetörés miatt bekerülő oxigén hatékony megkötésére bárhol felhasználható. Emiatt az oxigén részarányú vákuumos gáztalanítás útján történő eltávolítása helyett is inkább a vegyszeradagolás ajánlható! Pontos szabályozására azonban mind a két esetben szükség van, hogy túlادagolása, ami szintén káros- elkerülhető legyen.

A vegyszeradagolás minőségi (a pótvíz térfogatárama és O_2 koncentrációja mérése alapján történő) szabályozása a vákuum- vegyszeres eljárás nélkülözhetetlen feltétele!

Ugyanakkor figyelembe kell venni azt is, hogy bármely vegyszer adagolása esetén más vegyületek, pl. sók képződnek, melyek hatása szintén kedvezőtlen lehet: megváltoztathatja a fűtővíz PH értékét, növelheti vezetőképességet, korróziót, adott hőmérsékletviszonyok között pedig mikrobiológiai fertőzést (HMV rendszerekben <35-45 °C esetén) táplálhat.

Emiatt kiegészítő védelmi eljárásokra: pl. sóltalanításra, más vegyszerek adagolására is szükség lehet.

Biztosítani kell a vegyszer tárolására, kezelésére használatára vonatkozó műszaki-biztonsági előírásokat, védőfelszereléseket.

Figyelembe kell venni a primer, és a fogyasztói hálózatok kapcsolatát, hogy egészségre káros koncentrációjú vegyszer ne kerülhessen a fogyasztóval érintkezésbe

Mindezek jobb megismerése további K-F tevékenységet igényelne- olyan vegyszerek, és vegyszer kombinációk kifejlesztését, melyek az oxigén, és más korróziót okozó gázok teljes megkötése a leghatékonyabban, és legkevesebb káros hatással elérhető. Legfontosabb azonban a vízveszteségek forrásának mielőbbi feltárása, és kijavítása, ami szükségtelenné teszi magát a pótvíz bevezetést!

3. A víztechnológia rendszer kialakításáról

A gáztalanítás nem választható külön a víztechnológia más, vele párhuzamos, vagy egymást követő folyamataitól.

Természetesen a már üzemelő távfűtéseknel, amennyiben lehetséges, az indokolható mértékig alkalmazkodni kell a meglévő kapcsolási elvhez, és berendezésekhez, illetve törekedni kell részegységeik (pl. tárolók, GPTT stb.) megváltozott funkcióval történő felhasználására, átalakításukra.

Emiatt valamely fűtőmű víztechnológiájának korszerűsítése egyedi feltételeit mérlegelő előzetes tanulmányterv kidolgozását igényeli, aminek részét kell, hogy képezze a jelentkező technológiai vízigények teljes körű felmérése is (lásd 15.2 melléklet)

A víztechnológia formálisan a következő alrendszerekre bontható:

a. *Segédüzemi alrendszerek*

- Vízfogadás, víznyerés
- Nyersvíz tárolás, nyomásfokozás
- Szűrés
- Technológiai vízelvezetés
- Erősáramú energiaellátás
- Szabályozás- vezérlés
- Informatika

b. *Vízlágyítás, sóatlanítás*

Jelenleg már a legtöbb fűtőműben korszerű, kétoszlopos, automatikus vízlágyítás történik, helyenként fordított ozmózisos teljes sóatlanító berendezésekkel kiegészítve. (Részletezése a tanulmányban szükségtelen)

c. Pótvízrendszer, ami a vákuum-vegyszeres gáztalanító, túguláskompenzáló, és a szivattyús nyomástartó alrendszereket fogja össze, működésüket koordinálja.

Az 3. ábra az atmoszferikus termikus (ATG), és a vákuum vegyszeres (V-VG) víztechnológiák különbözőségeit szemlélteti.

Az utóbbira történő átállás egyik oka az energiaellátás változtatásának: gőz helyett hulladék hő alkalmazásának fokozódó igénye. A csupán 10-20 K különbség ellenére a V-VG eljárás energetikailag, és gazdaságilag mégis sokkal előnyösebb. Másfelől

azonban kapcsolása is lényegesen bonyolultabb – bevezetéséhez új funkciók, berendezések, üzemeltetési módok válnak szükségessé. Kezelésük azonban egyszerűsödik, mert az alkalmazott technológiák automatizálhatók, és a várható legszélsőségesebb igényeknek is kezelői beavatkozás nélkül megfelelnek.

Megjegyzendő, hogy a tapasztalat szerint a segédüzemi vízigény V-VG esetén jelentősen csökken. Emiatt a segédüzemi alrendszerek (a.) és a már korszerűsített vízlágyítás (b.) általában nem igényelnek gépészeti változtatást - esetükben vezérlési, és informatikai fejlesztés válhat szükségessé.

Rendszerelvű változtatások a pótvízrendszer (c.), kialakításában indokoltak. Főképpen abból a célból, hogy az ATG- től eltérően a lágyvíz gáztalanítása a visszatáguló hálózati víz hozzákeverése nélkül legyen végezhető, ami a *tágulási* és a vízkezelési funkciók különválasztásával jár.

A szokásos terminológia is pontosítandó: a tanulmányban feltételesen használt meghatározások némelyike ugyanis eltér a jelenlegitől.:

- **Nyersvíz** (V_N , m^3/h): külső forrásból (közüzemi hálózat, kút) nyert, vízkezeléssel (szűrés, vastalanítás stb.) előkészített hidegvíz, a vízlágyítóg.

- **Lágyvíz** (V_L , m^3/h): V-VG technológia esetén a GPTT- ben, vagy más kisnyomású, nyitott, atmoszférikus nyomású tartályban tárolt lágyított, esetenként *felfűtéssel is előgáztalanított* víz lágyvíznek tekinthető. Ami azonban a hálózatba utógáztalanítás (vagy oxigénmegkötés) nélkül üzemszerűen nem még vezethető be. Ezen kívül más technológiai célokra (pl. géphűtés) is szolgálhat. ($V_L < V_N$)

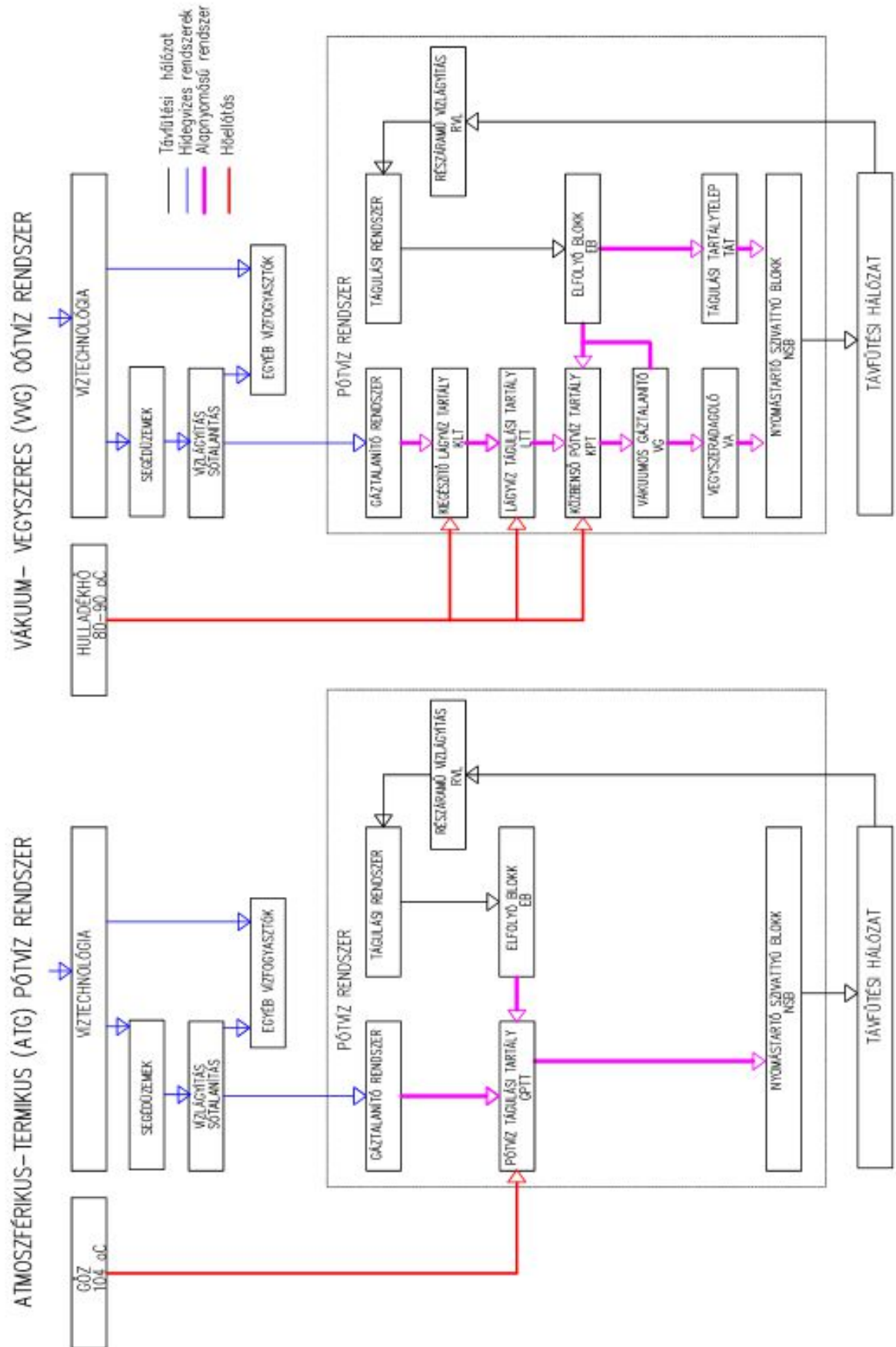
- **Gáztalanított víz** (V_G , m^3/h), a lágyvízből gáztalanítással előállított, zárt pótvíz tartályokban tárolt, a hálózatba közvetlenül bevezethető pótvíz. ($V_G < V_L$)

- **Hálózati víz** (V_H , m^3/h), a távfűtési hálózatban keringő fűtőközeg.

- **Táguló víz** (V_T , m^3/h), a hőtágulás hatására, vagy a nyomástartás folyamatában az elfolyó blokkon (EB) keresztül a hálózatból kivezetett, és levegőtől elzárt (*tágulási*) tartályokban átmenetileg tárolható pótvíz. Megfelelő szabályozás hiányában azonban ez igen intenzív ($>10 \text{ m}^3/\text{h}$) lehet, és a GPTT-n átvezetve jelentős többlet oxigén bevitelt okozhat!

- **Pótvíz** (V_P , m^3/h): a hálózati víz lehűlése, és veszteségei okozta nyomáscsökkenés pótlására, vagy feltöltésre szolgáló, külső forrásból (V_G gáztalanított lágyvíz) vagy a hálózatból (V_T tágulási, vagy V_H recirkulációs) származó, nyomástartó szivattyúkkal bevezetendő fűtővíz.

$$V_P = V_G + V_T + V_H \text{ m}^3/\text{h}$$



3. ábra A víztechnológiai rendszer blokksémái ATG és V-VG eljárások esetén.

4. A pótvízrendszer elvi kapcsolása és működése V-VG esetén

(A továbbiakban a 15.3 mellékletben ismertetett betűszó jelölések alkalmazása történik)

A pótvízrendszer vízforrásai:

- *Külső forrása a nyitott tágulási tartályából (LTT) induló gáztalanító rendszer, ami normál üzemben lágyított vizet (V_G), extrém hőtágulás, vagy részáramú gáztalanítás szükségessége esetén pedig hálózati vizet ($V_T; V_H$) is kezel.*
- *Belső forrása a tágulási rendszer, ami az elfolyóbloktól (EB) indul, és a visszatágult (V_T), vagy recirkuláltatott (V_H) pótvíz átmeneti tárolását végzi.*

A vízforrásokat az alapnyomású pótvíz hálózat (APH) egyesíti a nyomástartó szivattyú blokk gyűjtője (NSB) előtt. Igénybevételük tetszőlegesen változhat.

A továbbiakban olyan eljárás részletezése történik, amikor a pótvíz és a távhőrendszer elemei egymástól elkülönített, szabályozottan együttműködő hálózatot alkotnak. Előnye, hogy így a pótvízrendszer a hálózaténál kisebb nyomáson (<1,0 bar), változó térfogattal és hőmérséklettel üzemelhető.

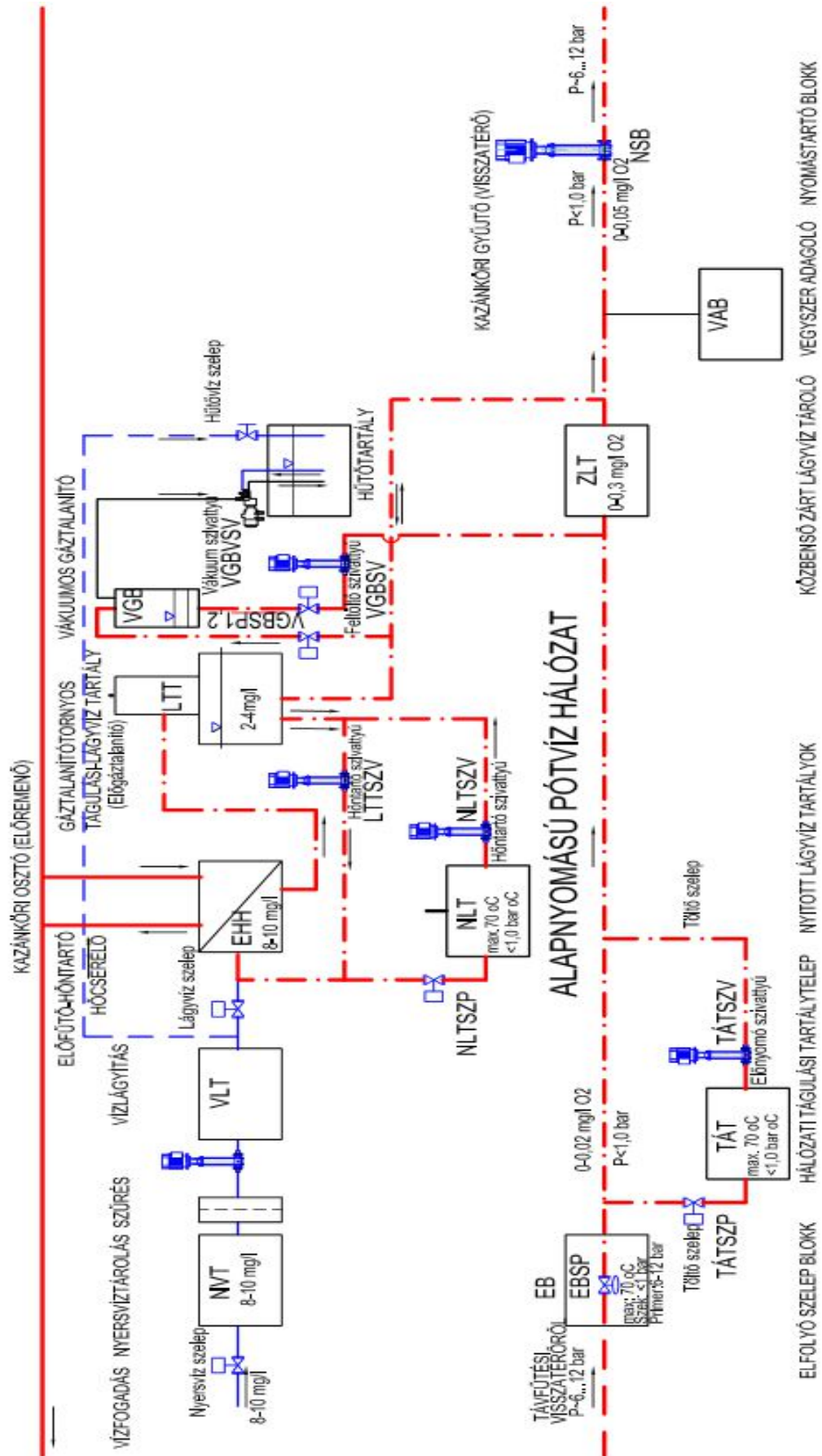
A pótvízrendszernek tartalmaznia kell minden olyan alrendszert és berendezést, ami az előírt minőségű és mennyiségű pótvíz előkészítéséhez, és tárolásához szükséges.

Funkcionális részegységei:

Alapnyomású pótvíz hálózat (APH) nyitott tágulási tartállyal (LTT), a kiegészítő hidegvizes, vagy felfűtéssel előgáztalanított nyitott (NLT), és zárt (ZLT) lágyvíz tárolókkal, valamint víztechnológiai alrendszerekkel:

- a. *Vákuumos gáztalanítás,*
- b. *Vegyszeres oxigénmegkötés*
- c. *Táguláskompenzálás*
- d. *Nyomástartás (elfolyó és nyomástartó blokk)*

Az alapnyomású hálózat **gerincvezetése** előnykapcsolás szerinti soros, vagy párhuzamos kapcsolással egyesíti a pótvíz előkészítéséhez szükséges elemeket (tartályokat, gáztalanítót, vegyszeradagolót stb.). Átmérője a maximális terhelésre (pl. gyorsfeltöltés ~30 m³/h esetén DN150) méretezendő. Statikus nyomását (0,6 <P<1,0 bar) a kellő magasságban telepített, atmoszférával közlekedő, szintméréssel ellenőrizhető térfogatú lágyvíz tágulási tartály (LTT) határozhatja meg.



4. ábra Pótvízrendszer P&I diagramja V.VG eljárás esetén

Meglévő rendszereknél a módosított funkciójú GPTT, vagy más megfelelő szintmagasságú és térfogatú, nyomásnélküli hőszigetelt lágyvíz tartály is alkalmazható.

V-VG esetén a pótvízhálózatban több olyan berendezés elhelyezése válhat szükségessé, melyek miatt az üzemi vízhőmérsékletet korlátozni kell. Például a zárt, nyomásnélküli zsákos tágulási tartályok (TÁT) $<70\text{ }^{\circ}\text{C}$, a vákuumozó tartály (VGT) $<85\text{ }^{\circ}\text{C}$, a vegyszeradagoló, oxigénérzékelő $<70\text{ }^{\circ}\text{C}$),

Emiatt is szükség van arra, hogy a pótvíz rendszer a hálózattól elkülönülő, kishőmérsékletű, és nyomású legyen, aminek feltételeit biztosítani kell!

A segédüzemi alrendszerekből szabályozottan érkező szűrt nyersvíz a vízlágyító berendezésen (VLB), (esetenként sótalanítón) keresztül lép be az alacsonyomású hálózat nyitott tágulási tartályába (LTT). Az alacsonyomású hálózat kapcsolatban állhat más, fűtéssel előgáztalanított és hőntartott, változó szintű, nyomásnélküli zárt vagy nyitott lágyvíz tárolókkal is (ZLT, NLT_{1...n}). A hálózathoz mellékáramban, szükség esetén szivattyúval meglévő (pl. GPTT), és méretezett térfogatú új tartályok is csatlakoztathatók. Átaluk tetszőleges mennyiségű előgáztalanított lágyvíz, és hő tárolása válhat lehetővé, amivel a sztochasztikusan üzemelő hulladékhőforrások hasznosítása, és a hálózat üzembiztonsága is javítható.

Másfelől ebből a célból szabályozott *hőntartó rendszert* is ki kell építeni.

Az alacsonyomású hálózat (APH) üzemi nyomását ($<1,0\text{ bar}$) a legmagasabb szintjén elhelyezkedő lágyvíztartály (LTT) határozza meg. Aminek szintmérése alapján történhet a távhőhálózat vízmérlegének ellenőrzése és szabályozása, továbbá a tágulási és a pótvíz ágak összehangolt működésének vezérlése (lásd 7.2 fejezet).

4.1 A pótvízrendszer üzemi paraméterei, és azok biztosítása

4.1.1 Üzemi hőmérséklet

A pótvízrendszer üzemi hőmérséklete az alkalmazott berendezések előírásaitól függően max. $70...85^{\circ}\text{C}$, között változhat. Emiatt a tágulási ág kezdőpontját a visszatérő hálózat olyan pontján kell csatlakoztatni, ahol annak hőmérséklete üzemi feltételek között nem haladja meg a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t.

A hálózati visszatérő hőmérséklet növekedését a fűtőműben a kazán recirkulációs körök, hulladékhőforrások (pl. gázmotorok előnykapcsolása), a külső hálózaton pedig

a kooperációs hőforrások, vagy a hőközpontok állandó tömegáramú kapcsolása okozhatja.

Ezeket a tényezőket a V-VG tervezése során ellenőrizni kell, és a távhőhálózat fejlesztése során is figyelembe kell venni! Ami azt jelenti, hogy nem csupán a hőközpontokban, de a szekunder fogyasztói rendszerekben is *kerülni kell az állandó tömegáramú*, pl. hidraulikus osztóval, vagy hőcserélős HMV tárolóval történő *szabályozást, ha az* növelheti a primer visszatérő hőmérsékletet. Arra az esetre, ha valamely üzemzavar miatt a $>70\text{ °C}$ túlhőmérséklet mégis előáll, a kritikus berendezéseket (pl. butil gumi zsákos tárolókat, vákuumos gáztalanító tartályt) automatikával ki kell zárni a működésből, ideiglenes helyettesítő megoldást (pl. LTT) biztosítva.

4.1.2 Üzemi nyomás

Az alapnyomású hálózat (APH) a nyitott tágulási tartállyal biztosítva nyomásnélküli ($<1,0\text{ bar}_{abs}$), vagy kisnyomású ($<2,0\text{ bar}_{abs}$) lehet.

Alsó nyomásszintjét a nyomástartó szivattyúblokk kavitációmentes üzeme korlátozza, ami a 80 °C -nál kisebb üzemi hőmérsékletnek megfelelően közelítőleg $0,4\text{ bar}$ (4 mvo) értéken. A kavitáció elkerülésére a minimális nyomást úgy kell tervezni, hogy az üzemi ingadozások során a következő egyenlőtlenség fennállhasson:

$$P_A + P_M - P_G > \text{NPSH bar}$$

Ahol :

P_A ...bar atmoszferikus nyomás az adott helyszínen ($1,03\text{ bar}$ a tengerszinten)

P_M ...bar statikus nyomás a szivattyú felett (pl. $0,3\text{ bar}$)

P_G ... bar kigőzölgési nyomás az adott hőmérsékleten (pl. 80 °C , $0,47\text{ bar}$)

NPSH...bar a szivattyúra az adott feltételek mellett jellemző nyomásérték (pl. $0,25\text{ bar}$)

$$1,03 + 0,30 - 0,47 = 0,86 > 0,25\text{ bar}$$

Vagyis valamely NPSH= $0,25\text{ bar}$ jelleggörbéjű nyomástartó szivattyú $< 80\text{ °C}$ hőmérsékleten, a gáztalanító oszlop 3 m szintmagasságú elhelyezésekor nem szenved kavitációt.

A meglévő fűtőműi GPTT általában biztosítja a szükséges elhelyezési magasságot. Ha nem, akkor vagy a kellő szintmagasságra kell emelni, vagy új LTT- t kell létesíteni egyéb szükségletek (vész- pótvíz és hőtárolás) figyelembe vételével.

4.2 Az LTT funkciói, a GPTT átalakítása

ATG eljárás esetén az atmoszferikus kapcsolat a GPTT pipacsövén és a biztonsági állványcső vízzárján keresztül, vagy biztonsági szeleppel, ~0,2-0,5 bar túlnyomáson valósult meg. Szintszabályozása szintmérés alapján, automatikusan történt.

A megfelelő szinten elhelyezett GPTT a V-VG eljárás esetén is módosuló funkciókkal, és kapcsolatokkal felhasználható:

- *Mint lágyvíz előgáztalanító és tárolótartály* - ami a lágyvíz 75-80 °C-on való folyamatos hőntartása útján valósulhat meg. Ha beépített fűtőcsőkhígyóval nem rendelkezik, akkor szivattyús keringetésű, külső hőcserélős hőntartó rendszer létesítendő. Az előgáztalanításhoz, ahogyan az ATG- esetén, felhasználható a gáztalanító torony is, melyben a belépő friss víz szétporlasztható.

A hálózatból visszatáguló, már gáztalanodott fűtővizet azonban porlasztás nélkül kell a tartály vízterébe vezetni.

- *Mint tartalék táguló-víz tároló* arra az esetre, ha a hálózatból, pl. az átlagosnál nagyobb, a méretezett zárt tágulási tartály kapacitást (TÁT) meghaladó visszatágulás történik, illetve azokat meghibásodás, vagy egyéb okok miatt zárják ki. Minthogy a fűtött víz kipárolgása fékezi a levegő bejutását, a keveredő lágyvíz oxigénkoncentrációja ekkor is az előgáztalanítási szinten tartható. Pótvízként történő bevezetése a hálózatba azonban vákuumos, vagy vegyszeres utógáztalanítást igényel.

- *Mint a hálózat vízmérlegének érzékelője*, amire változatlan műszerezéssel általában továbbra is alkalmassá tehető. A primer és a pótvízrendszer vízmérlege hőtágulás, folyadék és gáz veszteség (vagy szennyezett víz behatolás), illetve maguknak a víztechnológiai berendezéseknek (tágulási, vákuumozó tartályok stb.) üzeme miatt sztochasztikusan változik. Hatásuk összegződve a nyitott LTT- ben jelentkezik. Emiatt a távfűtési és a pótvízrendszerek pillanatnyi aktuális vízmérlege legpontosabban az LTT- ben mérhető, annak alapján adható ki vezérlési jel a lágyvíz bevezetésére, vagy feleslegének elvezetésére.

4.3 A lágyvíz tárolók (LTT, NLT, ZLT) hőntartása

AVG eljárás esetén ezt a feladatot a GPTT - be vezetett kisnyomású gőz látta el.

V-VG eljárás esetén a tárolt lágyvíz előgáztalanítása, párolgásának biztosítása, a vákuumgáztalanításhoz szükséges 70-80°C hőmérséklet előállítása és fenntartása céljából különálló, szivattyús keringetésű, szabályozott **hőcserélős hőntartó rendszer** létesítendő.

Hőforrása úgy választandó ki, hogy a szükséges fűtővíz hőmérséklet folyamatosan, vagy legalább a hőtároláshoz mérten kellő gyakorisággal elérhető legyen. Ami különösen nyáron okozhat problémát, amikor a hőforrások (gázmotorok, kazánok) is szakaszosan üzemelnek. Sok esetben mérlegelhető a megszűnő gőzkazán melegvízüzemű átalakítása, amivel a fűtőmű hőtermelő kapacitása is növelhető. Méretezett térfogatú, fűtött lágyvítároló kapacitás is létesíthető, mellyel akár több napos hőforrás hiány is áthidalható.

A hőntartó hőcserélőt primer oldalon szabályozni kell a lágyvíz túlfűtése, vagy lehűtése megakadályozására pl. akkor, ha időlegesen a fűtővíz hőmérséklete kisebb. A fűtővizet a primer előremenő hálózat olyan pontján ajánlatos csatlakoztatni, ahol annak hőmérsékletét a visszatérő víz hozzákeverése nem csökkenti a tárolók hőntartáshoz szükséges 80-90 °C alá.

Vákuumos gáztalanítás egyébként 70°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten is történhet, azonban lényegesen kisebb teljesítménnyel, és hatékonysággal, illetve kiegészítő (helyettesítő) vegyszeradagolás esetén nagyobb vegyszerfogyással.

5. A vákuum – vegyszeres gáztalanító ág (V-VG) kapcsolása

A vákuum-vegyszeres gáztalanító rendszer az LTT- ben és más lágyvíz tárolókban (ZLT, NLT) tárolt, a vízlágyítóból, vagy hálózatból érkező, gázokkal szennyezett lágyvíz vákuumos, és vegyszeres gáztalanítására, ismétlődő (ciklikus) üzeme esetén közbenső tárolására szolgál.

Részei:

- Vákuumozó berendezés (VGB)
- Közbenső zárt lágyvíz tartály (ZLT)
- Vegyszeradagoló berendezés (VAB)

5.1 Vákuumos gáztalanító berendezés

A vákuumos gáztalanító a gáztalanító rendszer előnykapcsolt berendezése, mellyel meghatározott mennyiségű lágyvíz a közbenső, zárt lágyvíztartály (ZLT) közbeiktatásával kigáztalanítható, hálózati gyorsfeltöltés esetén pedig vegyszeradagolás előtti gáztalanítás végezhető.

A továbbiakban a referenciáknál (10.3 fejezet) alkalmazott, közepes teljesítményű vákuumszivattyús megoldás (EUROWATER []) ismertetése történik. Részei:

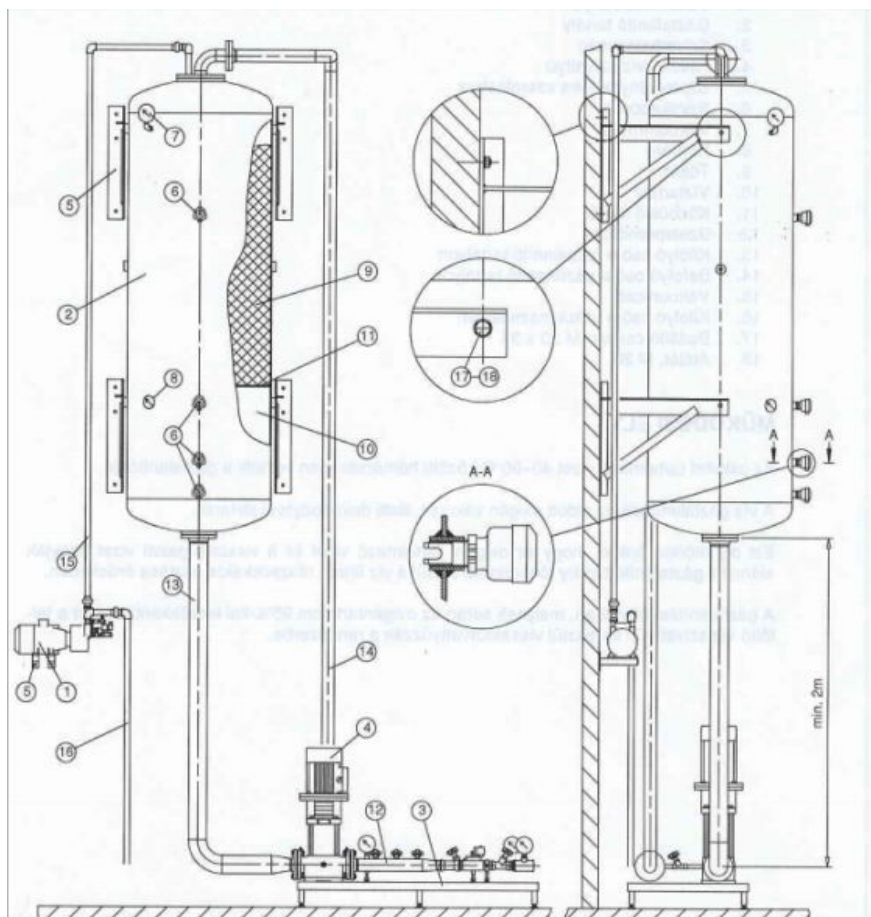
- **Hidraulikus modul,**
- **Vákuumozó „torony” (VGT)**
- **Feltöltő szivattyú (VGBSV)**
- **Közbenső zárt lágyvíz tároló (ZLT)**
- **Szabályozás-vezérlés**

A vákuumgáztalanító berendezés **hidraulikus modulja** a szabályozott bevezető, és elvezető ágak szerelvényeit tartalmazza. Az EUROWATER lábakon álló, horganyzott alapkereten, készre szerelve szállítja, a következő tartozékokkal:

1. A **bevezető ág** automatikus szelepén keresztül, a hálózati túlnyomás ($<1,0$ bar), és a vákuum szívóhatása ($<1,0$ bar) miatt a lágyított víz a vákuumozó torony (VGB) tetején áramlik be, elárasztva a csörgedezettető elemeket, melyek felületén a lágyvíz gáztalanodása történik. A gáztalanított víz a tartály alján gyűlik össze, ahonnan feltöltő szivattyúval (VGBSV), az ugyancsak szabályozott **elvezető ágon** keresztül vezethető vissza a nyomástartó hálózat vegyszeradagolója (VAB) elé, vagy újabb gáztalanítási ciklus végzésére a zárt közbenső lágyvíz tartályba (ZLT).

A fűtővíz visszaáramlását a vákuumozó tartályba a feltöltő szivattyú üzemszünete esetén az elvezető ág szerelvényei akadályozzák.

2. **Vákuumozó torony (VGB, D $<1,0$ m, H $\sim 3,0$ m, <2000 kg)**, belső szerkezettel, áramlásosztóval, felületnövelő csörgedezettető elemekkel, alsó támasztó szerkezettel, és vízgyűjtő térrel. Üzemszerűen, (például hideg víz bevezetése esetén) extrém ($1,0$ bar) vákuum is kialakulhat, így összeroppanás, és korrózió ellen is védett kell, hogy legyen. Üzemi hőmérséklete max. 90 °C.



5. ábra EUROWATER VA-B vákuumos gáztalanító elrendezési rajza [8]

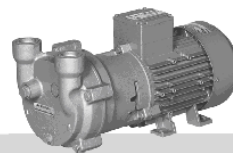
A tartályban ultrahangos szintérzékelő szondák vannak (minimum, alsó üzemi, felső üzemi, maximum), melyek alapján a berendezés működése vezérelhető.

A tartályt a feltöltő szivattyú feletti, kavitációra méretezett magasságban, a szintérzékelők kezeléséhez hozzáférhetően, zárt, fűtött térben ajánlott elhelyezni.

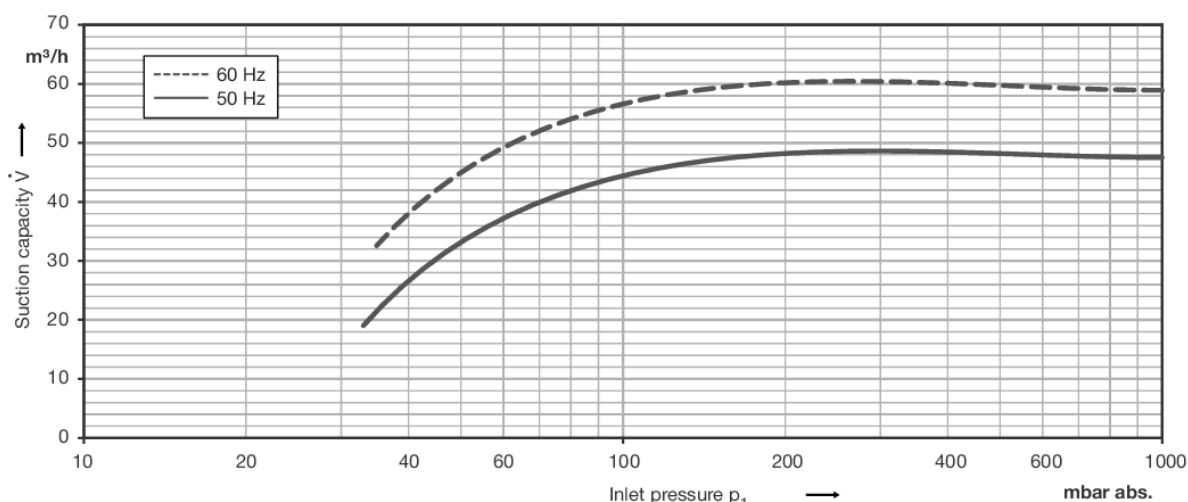
3. **vákuumszivattyú** (VGBVSV) ~20-48 m³/h, 0,7 bar vákuum) a gáz- vízgőz keveréket a tartály (VGB) tetejéről szívja el. A tartály teljes vákuumozásához néhány percnyi időtartam szükséges, azonban az elszívó vezetékben lévő visszacsapó szeleppel a rendszer kellő tömörsége esetén a vákuum az újabb bekapcsolásig részben megőrizhető.

A szállított, térfogat kiszorítású, vízgyűrűs ELMO –RIETSCHE gyártmányú vákuumszivattyú szállítóképessége 100 mbar nyomásig stabil (lásd 6. ábra), az elszívott gázok tömege a sűrűséggel arányosan változik. 100 m bar alatt viszont már a szállított gáztérfogat is csökken, emiatt használata 45 °C alatt nem ajánlott.

Series L-BV2 | L_200
Range 2BV2 061 Vacuum pump ATEX



Performance curves for vacuum operation



6. ábra A vákuumszivattyú jelleggörbéje

A vákuumszivattyút (1,5 kW) *lágyszívattal kell hűteni* (240 l/h), emiatt fogyasztása az üzemidőtől függően jelentős lehet. A gáz és egyéb szennyeződésekkel túltelített hűtővíz visszavezetése a hálózatba (pl. az LTT- be) általában nem ajánlott. Emiatt, a vákuumszivattyú tartós üzemé esetén a hűtővíz visszahűtése inkább hőhasznosítással (pl. HMT készítés), vagy léghűtéssel (pl. radiátor, ventilátoros hűtő) történhet.

Megjegyzendő, hogy külföldön szivattyús keringetű víz/gáz injektoros vákuumozást is alkalmaznak. Magyarországon ez a megoldás jelenleg csak egyedi tervek alapján, és kivitelben készülhet.

4. A feltöltő szivattyú a vákuumtartályból elszívott *gáztalanított vizet* (V_G) a használatához szükséges, atmoszferikusnál nagyobb nyomásra emeli. Szerkezete, és telepítési magassága különös figyelmet igényel, mivel szívóoldalán vákuum, kavitáció léphet fel. Emiatt úgy kell a tartály vízszintje alatt elhelyezni, hogy a szívócsonkjára ható víznyomás üzemi állapotban (70°C , $P_A > 0,3 \text{ bar.}$) megakadályozhassa a kavitáció kialakulását.

$$P_A + P_M > \text{NPSH} + P_G \text{ bar}$$

$$0,3 + 0,3 = 0,6 > (0,25 + 0,3) = 0,55 \text{ bar}$$

Látható, hogy valamely NPSH = 0,25 bar szivattyú 3,0 m el a tartály vízszintje alatt éppen csak hogy megfelelne. Emiatt kell törekedni a szivattyú minél alacsonyabb, vagy a tartály magasabb szinten történő elhelyezésére, a megfelelő vízhőmérséklet tartására, valamint kis NPSH értékű, vákuumtömör szivattyú választására.

A gyártó cég a továbbiakban ismertetett referencia berendezések (lásd 10.3) bevezető és elvezető ágait, valamint a feltöltő szivattyút közös *tartókeretre* szerelve szállítotja.

A bevezető és elvezető ágak elzárói (mágnesszelepek) közötti vezetékszakasz, a tartály és a feltöltő szivattyú is üzemszerűen 0,5-0,7 bar vákuum (0,5-0,3 bar abs), kedvezőtlen esetben pedig (pl. hidegvíz) akár teljes vákuum ($<0,1$ bar_{abs}) alá kerülhetnek. A vákuumozott hálózat minden eleme ennek megfelelően vákuumálló, és vákuumtömör kell, hogy legyen.

Közbenső zárt lágyvíz tartály -telep (ZLT)

A zárt, nyomás nélküli (kisnyomású $<1,0$ bar) közbenső pótvíz tartályt az átlagos napi pótvíz igényre, legfeljebb a felére célszerű méretezni. A lágyvíz oxigéntartalma a vákuumozó tartályon történő áthaladása után oly mértékben (<1000 $\mu\text{g/l}$) lecsökken, hogy ismételt áthaladását követően már vegyszeres utókezelés nélkül is a hálózatba vezethető.

A közbenső pótvíz tartály (ZLT) magasságát a nyomástartó hálózat üzemi vízszintje $\sim 3-4$ m-ben korlátozza, így több tartályból álló telep, vagy fekvőhengeres tároló kapacitás létesítése válhat szükségessé.

A közbenső zárt lágyvíz tartályok hőszigetelendők, véletlenszerű vákuumra- szívás ellen méretezendők, vagy vákuumtörőkkel védendők.!

Szabályozás-vezérlés- informatika,

A vákuumos gáztalanításnak helyi, és a pótvízrendszerről felülvezérelt szabályozása van. Működési jelet automatikusan, vagy kézi beállítással a pótvízrendszer központi szabályozó PC-ből kaphat.

- Az automatikus üzem indításának jelét a PC pótvíz bevezetés, az LTT szintcsökkenése esetén adja ki, leállítása pedig az LTT szintnövekedése függvényében történik.

- Kézi vezérlést a távhő hálózati víz elszennyeződése, részáramú gáztalanításának igénye esetén a kezelő végez. Ezt megelőzően azonban a hálózat térfogata ($V_{\text{hálózat}}$,

pl. 2000 m³) alapján meg kell határozni a gázszennyeződés mértékét, majd a vákuumos gáztalanítás teljesítőképessége (pl. $V'_{v.gázt} = 14 \text{ m}^3/\text{h}$) figyelembe vételével a részáramú gáztalanítás időtartamát.

$$T = V_{\text{hálózat}} / V'_{v.gázt} = 2000/14 = 143 \text{ óra}$$

Vagyis a hálózat teljes kigáztalanításához több nap folyamatos részáramú gáztalanítás szükséges, ami azonban csak a nagy reakcióidejű, és inert gázokra értelmezhető. (Az oxigén megkötése vegyszeradagolás esetén már az első keringési ciklusokban megtörténik.)

A vákuumgáztalanító berendezés vezérlő automatikája kétféle üzemmódra tervezhető:

- *Folyamatos vízbevezetés*
- *Folyamatos szivattyú üzem.*

Folyamatos vízbevezetés esetén a bevezető mágnesszelep folyamatosan nyitott, töltve a vákuumozó torony alsó gyűjtőterét. A feltöltő szivattyú ismétlődően csak annak felső üzemi szintjén kapcsol be, lesüllyesztve a gáztalanított víz szintjét a torony alsó üzemi szintjéig. Maga a gáztalanítás ugyan egyenletesen történik, a szivattyú kapcsolási száma azonban nagy.

Folyamatos szivattyú üzem esetén a bevezető mágnesszelep az üzemi szintek között ki –bekapcsolva szakaszos gáztalanítást végez, miközben a szivattyú üzemelhet folyamatosan. A rendszerelemek összehangolt működésének eléréséhez célszerű a feltöltő szivattyú frekvenciaváltós meghajtását kialakítani.

A vákuumos gáztalanító toronyból a közbenső zárt lágyvíz tároló (ZLT) már megfelelően előgáztalanított lágyvízzel tölthető fel, ami a hálózatba történő bevezetésekor vákuumosan ismételtlen utó gáztalanítható. Így a napi igénynek megfelelő pótvíz mennyiség kisebb vákuumgáztalanító kapacitással, vegyszeradagolás nélkül is előkészíthető.

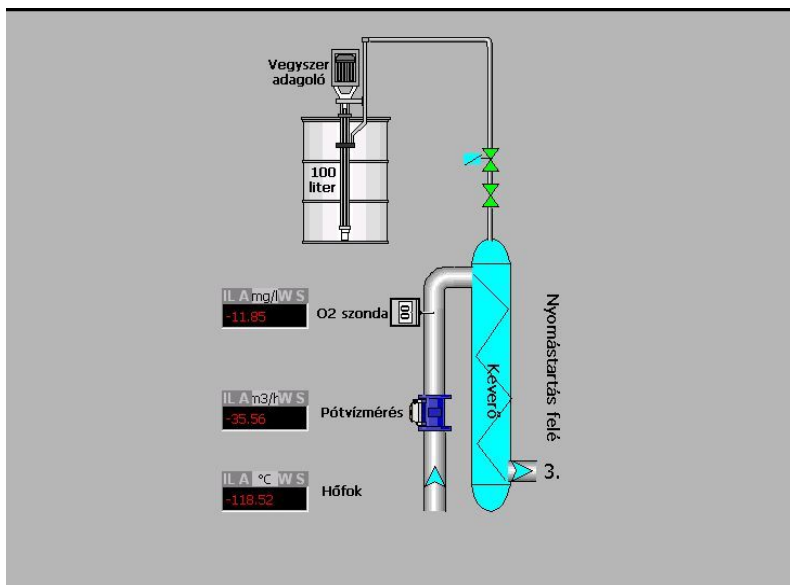
Az automatika túlhőmérséklet, leürülés, túltöltődés elleni védelmeket is biztosít.

Informatika

Az informatikai rendszer a vákuumos gáztalanítás nyomás, hőmérséklet, vízszint, működési és hibajelzéseit továbbítja a központi PC-be.

5.2 Vegyszeradagoló berendezés

A vegyszeradagoló a vákuumos gáztalanító után kapcsolva a tervezhető maximális pótvíz, vagy hálózati vízáram oxigéntartalmának még a hálózatba (nyomástartó blokkba) történő bevezetése előtti teljes megkötésére szolgál...



7. ábra A vegyszeradagoló berendezés monitorképe

Főbb egységei:

Vegyszeradagoló tartály, kármentővel, tartozékokkal, és felszerelésekkel.

Úrtartalmát a várható fogyasztásnak megfelelően, úgy célszerű meghatározni, hogy vegyszerpótlásra (eltekintve a tervezhető és a havária feltöltésektől) évente legfeljebb csak egy, vagy két alkalommal legyen szükség!

Példaképpen a vákuumos előgáztalanítás esetén (0,5 m³/h pótvíz, ~0,8 mg/l O₂) jelentkező éves oxigénterhelés:

$$G_{\text{év}; \text{O}_2} = 8765 \text{ h} \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 800 \text{ } \mu\text{g}/\text{l} = 3,5 \text{ kg}/\text{év}$$

A szükséges vegyszer tömege 100% koncentrációja esetén:

$$G_{\text{év}, \text{vegyszer}} = 0,0035 \cdot 3500 = 12,25 \text{ kg}/\text{év}$$

A szükséges vegyszer tömege 20% kiserelési koncentrációja esetén:

$$G_{\text{év}, \text{vegyszer}} = 12,25 / 0,2 = 61,25 \text{ kg}/\text{év}$$

Évi egy alkalommal történő vegyszerpótláshoz szükséges tartálytérfogat ($\rho = 1,125 \text{ kg}/\text{l}$):

$$V_{\text{év}, \text{vegyszer}} = 12,25 / 0,2 = 54,5 \text{ l}/\text{év}$$

Ami gyári kiszerezésben (20 kg; 20%-os) történő szállítása esetén 100 dm³ tároló térfogatban kellő tartalékkal elhelyezhető.

Minthogy azonban az oldatkonzentráció változhat, azt a rendelés (szállítás) során tisztázni, és szükség esetén az adagoló szivattyú beállításával korrigálni kell!

Vegyszeradagoló szivattyú, és vezetékhálózata.

Az adagoló szivattyú szállítóképességét valamely kritikusan nagy térfogatú hálózati szakasz, vagy berendezés gyorsfeltöltésekor jelentkező *legnagyobb* vegyszerfogyasztás függvényében kell meghatározni. Példaképpen 30 m³/h feltöltési sebességet választva, és előgáztalanítás nélküli lágyvizet feltételezve (8 mg/l O₂), az óránként belépő oxigén tömege:

$$G_{h;O_2} = 10^{-6} \cdot 30 \text{ l/h} \cdot 8000 \text{ } \mu\text{g/l} = 0,24 \text{ kg/h}$$

A szükséges vegyszer tömege 100% koncentrációja esetén:

$$G_{\text{év, vegyszer}} = 0,0035 \cdot 0,24 = 0,84 \text{ kg/h}$$

A szükséges vegyszer tömege 20% kiszerezési koncentrációja esetén:

$$G_{\text{év, vegyszer}} = 0,84 / 0,2 = 4,2 \text{ kg/h}$$

Az óránként szükséges vegyszer térfogatárama ($\rho = 1,125 \text{ kg/l}$):

$$V_{\text{év, vegyszer}} = 4,2 / 1,125 = 3,7 \text{ l/h}$$

Amihez a kereskedelmi forgalomban beszerezhető 0,006-6 dm³/óra teljesítményű adagoló szivattyú biztonsággal megfelel. Kiválasztásakor figyelembe kell venni a nátrium– biszulfid oldat sűrűségét.

A vezérlőautomatika kézi beállításra, és külső impulzusvezérlésre is alkalmas kell, hogy legyen. Az impulzusvezérlés az alkalmazott vegyszer, és a mért adatok (térfogatáram, és oxigénkoncentráció) figyelembevételével, központi PC-be írt programmal történhet.

A vezetékhálózat lehetőleg rövid, vegyszerálló műanyagcsőből, mechanikus sérüléstől védetten szerelt. A tartályban lábszelep, a csatlakozásnál visszacsapó, és elzáró szelep készül. Valamennyi elem, vezeték, és szerelvény vegyszerálló anyagú. Komplet vegyszeradagoló berendezések (tartály, szivattyú) a hazai kereskedelmi forgalomban beszerezhetők.

Keverőoszlop

A vegyszert a pótvízhez keverve a vegyi folyamat meghatározott reakció idő alatt játszódik le. Nátrium- biszulfít esetén ez igen rövid időtartamot jelent, azonban a belépéséhez közel még korróziót okozhat. A keveredési folyamat felgyorsítására keverő szakasz (oszlop, tartály) használható, melynek térfogata min. 30-60 sec alatti áthaladását, és intenzív keveredését biztosítja, és aminek hatékonysága pl. a pótvíz excentrikus bevezetésével növelhető. Kialakítása egyedi gyártmányként, függőlegesen, oszlopszerűen történhet. Anyagát a vegyszer korróziós tulajdonságainak megfelelően kell megválasztani.

Vegyszerek

A hazai kereskedelmi forgalomban többféle kombinált, vagy specifikusan csak oxigénmegkötésre szolgáló termék kapható. Ezek egy része kazántápvíz-adalékként kerül forgalomba. (Alkalmazásuk előtt a forgalmazóval, és szakemberrel célszerű előzetesen egyeztetni, mert az adagolás a kiszerezési higitástól is függhet)

- Hidrokond –X ...hatóanyag: nátrium- biszulfít, OÉTI engedély

Adagolása: 10 ppm/1 ppm O₂ (HIDROFILT, Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft.)

(Fagyáspontja nagyobb 0°C- nál, fűtött, szellőztetett térben tárolandó)

- Hidrokond –X12 ...hatóanyag: nátrium- biszulfít, 30-40% OÉTI engedély

Adagolása: 10 ppm/1 ppm O₂ (HIDROFILT, Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft.)

(Fagyáspontja nagyobb 0°C- nál, fűtött, szellőztetett térben tárolandó)

- Hidrokond –LD... hatóanyag: kálium – hidroxid, kálium poliszulfid, nátrium – izoaszkorbinát), mint oxigénmegkötő- lúgosító kazántápvíz kondicionáló.

Adagolása: 40-60 cm³/ m³ (HIDROFILT, Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft.)

- Hidrostream-G70 (hatóanyag: DEHA),

Adagolása: 8 ppm/1 ppm O₂ (HIDROFILT, Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft.)

- SP 995 (gyors reakciójú, távfűtésekhez)

Adagolása: 130 g/1 g O₂ (HIDROFILT, Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft.) (FDA kompatibilis)

- BWT SH-7001

Adagolása: 25 ppm/1 ppm O₂ (BWT Hungária Kft.)

Kezelésük során be kell tartani a műszaki –biztonsági lap előírásait.

- Hidro- X ...hatóanyag: tanin, és más, multifunkcionális alkotók,

Adagolása: 50-250g/ m³ (Víztechnika- Hő Környezetvédelmi Kft) FDA- kompatibilis.

Térfogatáram, és oxigén érzékelés

Az O_2 koncentráció „finomszabályozása”, a széles határok között, gyorsan változó mennyiségű és koncentrációjú előgáztalanított lágyvíz térfogatáramának, és oxigéntartalmának közvetlenül az adagolási pont előtt történő mérése alapján, vegyszeradagolással történhet. Emellett további, tájékoztató jellegű O_2 mérések is szükségesek a folyamat ellenőrzéséhez és nyilvántartásához.

Mindez nem történhet olyan mérőpont-váltó műszerrel, melynél meg kell várni a műszercső és tartály kellő átöblítését. Megfelelő érzékenységi osztályú (1...10 ppb), gyors válaszidejű merülő érzékelőkre van szükség (környezeti feltételek: PÜ1; Tü 90 °C), többcsatornás távadóval.

Ilyen érzékelők és távadók pl. az élelmiszeriparban használatosak, kezelést (pl. elektrolit utántöltést) igénylő, vagy a nélküli változatban, például

Típus: InPro6800 M300 - PR-2102-2140000353, 6 ppb (Mettler- Toledó)

A térfogatáram méréshez a távhőellátásban ismert ultrahangos áramlásérzékelők és térfogatáram számláló-tavadók alkalmazhatók. (pl. Kamstrup MULTICAL® 62 és ULTRAFLOW 54)

A mérési adatokat központi PC dolgozza fel, és küld impulzust az adagoló szivattyú működéséhez

A vegyszeradagolás szabályozása, vezérlése, informatika

A vegyszeradagolás a nyomástartó hálózat központi szabályozója által felülvezérelhető. A szokásos gyakorlattól eltérően, amikor a szabályozó csupán a mért térfogatárammal (m^3/h) arányosan adagolja a vegyszert (mennyiségi szabályozás), adott esetben az oxigénkoncentrációval (mg/l) szorozva előbb a belépő oxigén tömegének, majd abból a bevezetendő vegyszer mennyiségének, és végül a szivattyú impulzusszámának meghatározása történik (minőségi szabályozás). A vegyszer az adagoló utáni keverőelemben, vagy szükség esetén méretezetten túlادagolva a hálózatban lép gyors vegyi reakcióba az oxigénnel.

A szabályozás főbb részei:

Merülő oxigénérzékelők, 1 percnél rövidebb reagálási idejű, és ppb pontosságú érzékeléssel (PN6, T90). Az érzékelőt közvetlenül a vegyszeradagoló előtt szükséges elhelyezni További, informatív jellegű merülő érzékelők elhelyezése

ajánlható a pótvíz forrásoknál (hálózati visszatérőn, és az LTT után), továbbá a kiegészítő lágyvíz tárolóknál (ZLT, NLT) is. Az oxigénérzékelők karbantartást igényelnek, s így hozzáférhetően, szakaszolhatóan szerelendők..

Pótvíz térfogatáram mérés, ultrahangos áramlásmérővel, úgy telepítve, hogy a nyomástartó blokkba (hálózatba) bármely úton belépő pótvíz mennyisége mérhető legyen.

Vezérlő automatika kézi beállításra, és külső impulzusvezérlésre. Az impulzusvezérlés az alkalmazott vegyszer, és a mért adatok (térfogatáram, és oxigénkoncentráció) figyelembevételével, a központi PC-be írt programmal történik.

Műszerezés, hőmérsékletérzékelők, és kapcsolók.

Személyi segéd, és védőeszközök (pl. Lutz szivattyú a vegyszer átfejtéséhez)

A vegyszeradagoló telepítése forgalomtól védett helyen, kármentőben, kezeléshez, karbantartáshoz hozzáférhetően történjen.

Üzeme

A vegyszeradagoló berendezés folyamatosan üzemkés. Működéséhez csupán a vegyszer, valamint az adagoló szivattyú és a szabályozó áramellátása szükséges. Szünetmentes energiaellátással a fűtőműi elektromos energiaszolgáltatás szünete (pl. havária) esetén is működtethető..

Teljesítőképességét a várható legnagyobb pótvízáramra méretezve a távhőrendszer korróziós üzembiztonsága növelhető. Előgáztalanítás nélkül azonban a vegyszerfogyasztás túl nagy, és a reakciótermékek is károsak lehetnek. Emiatt a lágyvíz felmelegítéssel, és vákuummal történő előgáztalanítása ajánlott.

Az informatikai rendszerrel figyelhetők és értékelhetők a következő paraméterek:

- Éves összegzett pótvíz mennyiség (ultrahangos mérővel)
- Éves vegyszerfogyasztás
- Éves belépő oxigén mennyiség (a pótvíz térfogatáram, és a pótvízszivattyúk előtti O₂ érzékelővel)
- Éves hűtővízfogyasztás
- A kapcsolódó villamos berendezések áramfogyasztása (opció)

6. Nyomástartás elvi kapcsolása

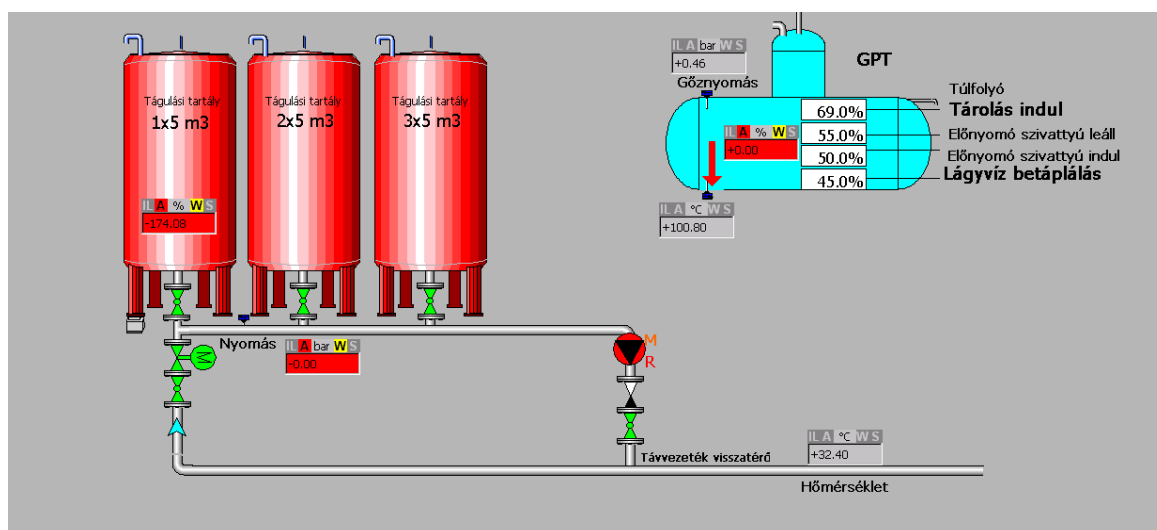
A nyomástartás a hálózati víz hőtágulását (tágulási rendszer), és víztérfogata vesztéseit (nyomástartó rendszer) kompenzálja, annak biztonságos üzemviteléhez minden pontján és időben szükséges nyomás fenntartása céljából.

A szabályozott állandó nyomású pont helye szerint a távfűtési hálózatok *alsóponti*, *felsőponti* és közbensőponti nyomásszabályozásúak lehetnek. Összekapcsolt hálózatoknál változó nyomásszabályozás is kialakítható.

6.1 A tágulási rendszer (TÁT) elvi kapcsolása

A hálózati víz hőtágulása, és a pótvíz bevezetése külön, vagy közös vezetéken történhet. Az utóbbi esetben a fűtővíz alternatív áramlású. A ki-beáramló víz mennyiségét egyenlegük ellenőrzése, veszteségeik megismerése céljából mérik.

Vákuum-vegyszeres gáztalanítás esetén „tágulási rendszer” alatt a visszatáguló hálózati víz levegőtől zárt, nyomásnélküli (<1,0) átmeneti tárolása, és visszavezetése értendő!



8. ábra A tágulási rendszer monitorképe (Újpalotai fűtőmű lásd 10.3.2 fejezet)

A tágulási rendszert a visszatérő hálózat 70°C-nál folyamatosan kisebb hőmérsékletű pontjához csatlakoztatva, és a friss lágyvízzel való keveredés nélkül tárolva a hálózatba való visszavezetésekor jellemzően nem igényel sem vákuumos gáztalanítást, sem oxigénmegkötést. Kivételt képez a hálózaton bekövetkező vízbetörés, amikor a visszatérő hálózati vizet a gáztalanító rendszeren is át kell vezetni.

Minthogy lágyított vízzel nem keveredhet, különálló, zárt, membrános, („zsákos”) nyomásnélküli tágulási tartály-telepben (TÁT) tárolható.. (Alternatíva a nitrogénpárnás tárolás). Elemei:

- Elfolyóblokk (EB), nyomásvezérelt villamos, vagy segédenergia nélküli szelepekkel (EBSP),

- Zárt tágulási tartálytelep (TÁT), töltőszeleppel (TÁTSZP), és előnyomó szivattyúval (TÁTSZV)

A tágulási rendszer a hálózati nyomástartás módjától függően szakaszosan, vagy folyamatosan üzemel.

Folyamatos üzemű, ha a nyomástartás „**alsó- nyomáskorlátozású**”, vagyis ha az elfolyóblokk (EB) nyitónyomása a nyomástartó szivattyúblokké (NSB) alá van állítva. Szabályozatlanságuk esetén ez a hálózati víz intenzív elfolyásával, és a pótvíz szivattyúk folyamatos működésével jár. ATG eljárásnál, amikor az elfolyó hálózati víz kényszerűen az LTT-n is át kell, hogy áramoljon, ismétlődő oxigénfelvétele elkerülhetetlen, ami jelentős mértékű korrózió forrása.

Másfelől megfelelőbben kialakítva a „dinamikus nyomástartás” a hálózati nyomás pontos, és rugalmas szabályozását biztosíthatja pl. havária esetén, mivel nem álló szivattyút kell fordulatra hoznia.

Szakaszos üzemű, ha a nyomástartás „**felső nyomáskorlátozású**”, vagyis ha az elfolyóblokk nyitónyomása a nyomástartó szivattyúblokk fölé van állítva. Ekkor nyitása csak akkor következhet be, ha a nyomás a hálózati víz melegevése miatt növekedik, és csak addig, amíg a víztöbblet el nem távozik. Ha viszont a hálózati veszteségek meghaladják a hőtágulás mértékét, akkor felfűtéskor sem kell, hogy megnyíljon. Hogy üzemszünetük alatt ne hűljenek ki, hőntartásukról gondoskodni, hirtelen nyomáscsökkenéskor pedig a szivattyúkat fel kell futtatni.

Habár a veszteségek csökkentik a visszatáguló víz mennyiségét, a tágulási tartálytelep térfogatát mégis azok megszüntetésével, azonban a maximálisan lehetségesnél sokkal kisebb, átlagos hőtágulás figyelembevételével célszerű meghatározni!

A hálózat maximális hőtágulása a tervezett legnagyobb (20-ról 130/70 °C) hőmérséklet növekedéssel számolva valamely 1000 (500 m³e.+500m³v.) térfogatú hálózatban ~ 50 m³ –re adódna. Ilyen mértékű hőtágulás azonban a valóságban még a hálózat leállása utáni felfűtésekor sem fordul elő!

Az átlagos hőtágulást az előremenő hőfokgrafikon rövidtávú változása (pl. 10-20 K, 100 °C középhőmérsékleten) és térfogata (500 m³ előremenő) alapján célszerű meghatározni, (a visszatérő hálózat térfogatváltozása általában elhanyagolható).

Ekkor 8,0 m³ tágulási térfogat adódna, ami megfelel valamely közepes teljesítményű fűtőműi GPTT (25 m³) hasznos térfogatának.

A tágulási térfogat alulméretezettsége, vagy a hálózat nagyobb mértékű felfűtése esetén kényszerűen a csatornába elfolyó pótvíz, és az annak lehűtéséhez szükséges hidegvíz nevezhető *tágulási veszteségnek* (15.2 melléklet, 1.1.11 pont), amit a hálózat lehűlésekor pótolni kell!

Az utólagos vákuum- vegyszeres gáztalanítás lehetővé teszi olyan, nagytérfogatú, nyomásnélküli, nyitott, azonban fűtéssel előgáztalanított vész lágyvíz és hőtároló kapacitás létesítését, ami akár a hálózatról visszatáguló víz teljes mennyiségének átmeneti tárolására is elegendő.

A zárt, butilgumi zsákos tágulási tartályban (TÁT) tárolt hálózati víz normál üzemben a vákuumos gáztalanító berendezést és a vegyszeradagolót megkerülve közvetlen a nyomástartó szivattyúblokk elé vezethető. Csupán hálózati vízbetörés miatt fertőződve válhat szükségessé a vákuumozó tartályban történő gáztalanítására (CO₂, N₂), és vegyszeradagolással történő oxigénmegkötésre.

6.2 Elfolyó blokk kialakítása (EB)

Az elfolyó blokk (EB) a tágulási rendszer távfűtési hálózathoz kapcsolódó kezdőpontja, általa a nyomástartó szivattyúk vagy a hálózati víz térfogat növekedése okozta túlnyomás korlátozható.

Része a *segédenergia nélküli, villamos, vagy pneumatikus meghajtású* túlnyomás elvezető -szelep, ami a nyomástartó szivattyúk beállított nyomásához képest *alsó, vagy felső nyomáskorlátozású lehet.*

Villamos meghajtás esetén gyakran gyors működésű mágnesszelepet használnak. Segédenergia nélküli típusaik membrános meghajtásúak, pontosságuk arányossági tartományukhoz mérhető.

V-VG eljárás esetén az elfolyó blokkot a visszatérő hálózat (gyűjtő) olyan pontjáról szükséges leágasztani, ahol a megengedett 70 °C- nál nagyobb hőmérsékletű közeg nem fordulhat elő. A fűtőműben ilyen probléma a hulladékhőforrások (pl gázmotorok) vagy a kazánköri recirkuláció, a külső hálózaton pedig az előremenő fűtővíz állandó tömegáramú szabályozás okozta visszakeveredése miatt állhat elő. Az utóbbi esetben a hálózaton változó tömegáramú szabályozást kell kialakítani.

Minthogy a túlnyomás elvezető szelepen nagy (6-16 bar) nyomásesés történik, főképpen felsőponti, (forró vizes $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$) nyomástartás esetén erős zajjal járó kavitáció történhet. A nyomásérzékelő impulzuscsövet az előremenőn hagyva, csak a táguló vezetékét helyezve át a visszatérő ágba ($<0\text{ }^{\circ}\text{C}$) a kavitáció, és azzal járó zaj csökken.

6.3 Távfűtő hálózati zárt tágulási tartálytelep (TÁT)

A távfűtési hálózat visszatérő gerincéből az elfolyó blokkon (EB) keresztül kivezetett, $<1,0\text{ bar}$, és $<70\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű hálózati víz (V_T ; V_H) a nyomástartó szivattyúkkal történő visszavezetéséig pl. zárt, nyomásnélküli butilgumi-zsák bélelésű, állóhengeres acél tágulási tartályokban tárolható.

Ilyen, $5\text{--}8\text{ m}^3$ térfogatú tartályok a kereskedelembe beszerezhetők- a belőlük összeállított tartálytelep alkalmassá tehető a távfűtési hálózat átlagos napi hőtágulásának befogadására.

Habár a butilgumi $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten is hőálló, azonban a szállító cégek által garantált 70°C , és $0,7\text{ bar}$ - nál nagyobb paraméterek esetén gyorsabban öregszik, ridegedik- a visszatérő hőmérséklet korlátozása részben emiatt szükséges.. Meghibásodása esetén a zsák a tartály tetején cserélhető, amit a telepítésekor figyelembe kell venni.

A tartályok töltöttsége nem szint, hanem súlyméréssel határozható meg. Súlyérzékelő bélyeg az egyik tartályláb alatt helyezhető el. Emiatt a tartály csatlakoztatása az alacsonyomású hálózathoz az elmozdulását biztosító flexibilis csővel, szakaszolhatóan történhet.

Feltöltése és ürítése a pótvízrendszer PC-je által vezérelhető:

- Feltöltés az alacsonyomású hálózathoz, a töltő mágnesszelepen keresztül (TÁTSP) történik akkor, ha a visszatágulás miatt az LTT szintje növekedni kezd.
- Ha a hálózati víz összehúzódik, s emiatt az LTT szintje lecsökken, a tartálytelep előnyomó szivattyúja (TÁT SZV) lép üzembe, ürítve a tágulási tartályt (TÁT), és továbbítva a benne tárolt hálózati vizet a nyomástartó blokk (NSB) felé.
- Amikor a TÁT súlymérője minimum töltést jelez, az előnyomó szivattyú (TÁT SZV) működése megszűnik, és az LTT ürítése kezdődik.
- Az LTT vízhiánya előbb az előgáztalanított NLT tárolókból, és csak legutoljára közvetlenül a vízlágyítóból pótolható.

Ha a TÁT fűtött belső térben helyezkedik el, akkor hőntartásra, vagy fagyvédelemre nincs szüksége. A 70 °C- nál melegebb, vagy 0,7 bar- nál nagyobb nyomású hálózati víz bevezetése ellen azonban a töltő szelep (TÁTSZP) lezárásával védeni kell. Ekkor, vagy a tartálytelep javításának idejére a visszatáguló fűtővíz azt megkerülve az LTT- be vezethető, ami így a TÁT tartalékát képezi.

6.4 Nyomástartó szivattyú blokk kialakítása (NSB)

A nyomástartó szivattyúblokk (NSB) a tágulási és pótvíz ágak külön vagy keveredetten érkező pótvíz áramát fogadja, és továbbítja a távfűtési hálózatba, nyomástartás, vagy hálózati szakaszok feltöltése céljából.

Teljesítmény igénye széles határok között változhat:

- Folyamatos vízpótlás ($< 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$) pótvízzel
- Feltöltés javítás után (mosatás, nyomáspróba)
- Üzemszerű feltöltés ($< 30 \text{ m}^3/\text{h}$) pótvízzel
- Havária feltöltés ($> 30 \text{ m}^3/\text{h}$) lágyvízzel, vagy pótvízzel.

A nyomástartó szivattyú blokk üzeme szakaszos, vagy folyamatos.

- **Szakaszos üzemű** a hálózati nyomás függvényében ki-be kapcsolt szivattyú blokk, melynél a növekvő hálózati nyomás „felső nyomáskorlátozású” elfolyóblokkal (EB) pl. mágnesszeleppel vezethető el. Mindez meghatározott szabályozási holtidővel, nyomásingadozással jár.

- **Részlegesen szakaszos üzemű** az olyan, szintén felső nyomáskorlátozású, több szivattyúból álló blokk, melyek közül a mindenkori *üzemi szivattyú* frekvenciaváltóval, a többi pedig léptetéssel szabályozott. A hálózati nyomást a folyamatos működésű üzemi szivattyú beállított nyomása határozza meg. Ez esetben az elfolyó blokk csak a hálózati víz tágulása esetén kell, hogy kinyisson, amikor viszont az üzemi szivattyú kényszerűen le kell, hogy álljon. Problémát jelenthet az extrém pótvíz igény miatt belépő tartalékok későbbi automatikus leállítása, mivel az elfolyóblokk a nyomásnövekedést megakadályozva a vízfelesleget elengedi. Ez esetben a szivattyúk visszaléptetéshez további információk, és kézi beavatkozás szükséges.

- **Folyamatos üzemű** az olyan, frekvenciaváltós szabályozású szivattyúblokk, melynek üzemi nyomása az elfolyóblokk nyitó nyomásánál nagyobbra van beállítva („alsó nyomáskorlátozás”). Minthogy ekkor a hálózatnak állandóan nyomástöbblete

van, az elfolyó blokk segédenergia nélküli túláram szelepei folyamatosan nyitottak, átengedve a vízfelesleget. Megfelelően összehangolt szabályozásuk esetén (pl. a szivattyúblokk utáni segédenergia nélküli nyomásszabályozóval) a nyomástartás pontossága növelhető, miközben a hálózati víz átáramlása, és keringetési energiaigénye a minimumra csökkenthető. Minthogy a szivattyú folyamatosan üzemel, a hirtelen nyomásingadozásokra *dinamikus nyomástartásként* a leggyorsabban reagálhat, ami nagy teljesítményű távhő rendszereknél fontos előny.

6.5 Szabályozás-vezérlés- informatika,

A segédenergia nélküli elfolyó szelepek a beállított nyitónyomás, és arányossági tartományuk szerint működnek.

A hálózati nyomás az alkalmazott kapcsolástól függően állítja le, vagy tartja üzemben a nyomástartó szivattyúblokkot, nyitja vagy zárja az elfolyóblokk szelepeit, tölti- üríti a zárt tágulási tartály telepet.

A helyi szabályozású tágulási rendszer és nyomástartó szivattyú blokk összehangolt üzemének felülvezérlése szintén a központi PC- ből történik (lásd következő fejezet).

7. Villamos erőáram, vezérlés és informatika

7.1 Erőáramú ellátás

A V-VG létesítésével az ATG üzeméhez szükséges villamos berendezések, (kazánégő, tápvízszivattyú ~5,0 kW) megszüntethetők.

Helyettük szakaszosan, rövidebb ideig üzemelő villamos berendezések telepíthetők:

- Vákuumszivattyú
- Feltöltő szivattyú
- Előnyomó szivattyú
- Hőntartó szivattyú
- Vegyszeradagoló szivattyú

Ezek beépített teljesítménye nagyjából azonos, a normál feltételek között várható üzemidejük azonban sokkal rövidebb- napi 1-2 óra.

Közülük a kis teljesítmény igényű vegyszeradagolót, és automatikáját célszerű szünetmentesen ellátni. Így a fűtőmű teljes leállása, vagy havária esetén is megakadályozható az oxigén hálózatba jutása.

7.2 Vezérlés, szabályozás

A pótvízrendszer helyi szabályozású alrendszerei (gáztalanítás, tágulás, nyomástartás stb.) összehangolt működésének vezérlése, biztonsági funkcióinak ellenőrzése, a fűtőműi kétirányú közösüzemi kapcsolatok fenntartásának szintje a pótvíz rendszer központi PC-je.

Amihez információt az LTT szint és hőmérséklet érzékelői, az alrendszerek és a fűtőmű informatikai adatcseréje biztosítanak.

Fő feladata a segédüzemi és pótvízrendszerek normál és havária üzemi vezérlése a fűtőműi berendezések és a hálózat nyomásának biztosításához szükséges, megfelelő mennyiségű, minőségű pótvíz előállítása és bevezetése céljából.

Normál üzemben:

1. Elsődleges feladata a nyomástartó (NSB) és az elfolyó blokkok (EB) összehangolt üzeme, aminek során az alacsonyomású lágyvíz hálózatban (APH), annak nyitott tágulási tartályában (LTT) keletkezik mérhető szintváltozás, többlet, vagy hiány.
2. Tágulás esetén hálózati víztömeg többlete elkülönített, zárt tágulási tartálytelepbe (TÁT) vezethető és tárolható mindaddig, amíg az meg nem telik. Ha a tágulás tovább folytatódik, a felesleg az LTT- be, majd azon is túlfolyva az NLT- be, vagy végül a csatornahálózatba üríthető. (A *nyersvíz tárolóba* való elfolytatása mérlegelendő, mivel utána hidegvizet igénylő berendezések- vízlágyító, csapágy és mintahűtő is következhetnek).
3. Táguláskor a pótvízrendszer gáztalanító ága nem kell, hogy üzemeljen. A hálózat víztömegének összehúzódása, vagy vízvesztése miatt csökkenő LTT szintre azonban a vezérlő PC szintén több fokozatú választ ad. Az előnykapcsolás szerint elsőként a tágulási tartálytelep (TÁT) ürítése történik, az előnyomó szivattyúval (TÁT SV). Ez normál üzemben még a gáztalanító ág kapcsolása nélkül történhet.
4. A TÁT kiürülése után, az LTT lágyvíz tartalékát kell igénybe venni, amit azonban a gáztalanító ágon is át kell vezetni. Eközben mindaddig, amíg az LTT a minimum üzemi szintre nem ürül le, nincs szükség friss lágyvíz bevezetésére, vagyis a segédüzem és a vízlágyító működésére. Így kellő tartalék maradhat az LTT- ben a tágulási periódusra.
5. Az LTT vízhiánya esetén elsőként az előgáztalanított, nyitott tárolók (NLT) lágyvíztartalmának hasznosítása történik.

6. A segédüzemek és a vízlágyító csak akkor kezdenek üzemelni, amikor az LTT és NLT víztartaléka is a minimum alá csökken. Működésüket az LTT kellő szintje elérése után a PC szakítja meg. (lásd 7.2 fejezet)

A pótvízrendszer központi PC-je távfűtési hálózat adottságainak függvényében más üzemmódokat, és alrendszereket is vezérelhet. Például részáramú gáztalanítás esetén a vákuumos gáztalanítást meghatározott időn keresztül, folyamatosan végzi.

7.3 Informatika

Az informatikai rendszer feladata az alrendszerek, valamint a fűtőmű közösüzemi információinak, és vezérlő utasításainak kidolgozása, az információ csere lebonyolítása, feldolgozása, naplózása.

8. A pótvízrendszer berendezései

Már üzemelő távfűtési üzemek vákuum- vegyszeres gáztalanításának kialakításához módosított funkciójú és kialakítású meglévő, valamint a kereskedelmi forgalomban beszerezhető, vagy egyedi tervezésű új berendezések szükségesek.

8.1 A lágyvíz tároló

A alacsonyomású hálózat *különböző pontjain* nyitott vagy zárt, nyomásnélküli vagy kisnyomású fűtött lágyvíz tárolók létesíthetők. Erre a célra a meglévő GPTT és más, fűthető tartályok is felhasználhatók. Megfelelő hőmérsékletük ($>70\text{ }^{\circ}\text{C}$) esetén előgáztalanítás történik, a képződő vízpára gátolja a levegősödést, a tárolt fűtővíz oxigénkoncentrációja a telítési alatt tartható. A vákuum- vegyszeres gáztalanítás előtt ezáltal nagy térfogatú, nyomásnélküli pótvíz és hőtároló térfogat alakítható ki.

A hőtárolás amiatt is fontos, mert a vákuumgáztalanításhoz a lágyvíz $70\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ - ra történő előfűtése, és tárolása szükséges. A blokkfűtőerőművek többsége viszont áramvezérelve, naponta csupán néhány órát üzemel- hasonlóan a kazánok- s így a hőtárolók csak akkor fűthetők fel. A lágyvítárolók megfelelő hőmérséklete és térfogata esetén viszont a V-VG -nek nem kell alkalmazkodnia a hőforrások üzeméhez.

Megjegyzendő, hogy a V-VG üzembehelyezése után a gőzkazán véglegesen megszüntethető- mivel a vákuumos gáztalanító (VGB), és a vegyszeradagoló (VAB) meghibásodásuk esetén rövid időre egymás tartalékát képezhetik.

A gőzkazán elbontása helyett azonban mérlegelhető inkább melegvíz üzeművé alakítása. Általa a gáztalanításhoz szükséges energia nyáron a hulladékhőforrások elégtelensége esetén is biztosítható, illetve a fűtőmű más technológiai céljaira (pl. havária fagyvédelem) tartalékolható.

A különböző lágyvíz és pótvíz tárolók (TÁT; ZLT,LTT; NLT) az alapnyomású pótvíz hálózat (APH) gerincvezetékéhez, vagy egymáshoz csatlakoztathatók. Tekintettel a kis (<1,0 bar) üzemi nyomásra és hőmérsékletre, névleges nyomásfokozatuk PN2,5 bar lehet.

Vezérlésük a távhőhálózat nyomás és tágulási szintérzékelése alapján, a központi PC-vel összehangoltan történik.

8.1.1 Zárt közbenső lágyvíz tartálytelep vákuumos gáztalanításhoz (ZLT)

A vákuumgáztalanítón részlegesen előgáztalanított, a megengedettnél azonban még nagyobb O₂ tartalmú lágyvizet felhasználásáig zárt, közbenső lágyvíz tartályban (ZLT) tárolva, majd a vákuumos gáztalanítást megismételve az előírásnak már megfelelő pótvízminőségben, vegyszeradagolás nélkül lehet a hálózatba visszavezetni. Térfogata a napi átlagos pótvízigényhez illesztve választható.

A közbenső lágyvíz tároló meglévő vagy új, teltszelvényű, kisnyomású, a környező levegőtől elzárt, fekvő, vagy állóhengeres acéltartály, nyomásfokozata PN2,5-6,0 bar. Legfelső pontja az alapnyomású pótvíz hálózat (APH) minimum vízszintje alatt legalább 1,0 m –re legyen. Legmagasabb pontján biztonsági vákuumtörőt kell felszerelni. Töltetének áramoltatása a vákuumozó berendezés feltöltő szivattyúja (VGBSV), vagy a nyomástartó blokk (NSB) bekapcsolásával biztosítható.

Hőszigetelendő, hőntartásáról (>70 °C) gondoskodni kell.

8.1.2 Az alapnyomású hálózat nyitott lágyvíz tágulási tartálya (LTT)

Bár maga az alapnyomású pótvíz hálózat kis térfogatú, nyitott tágulási tartályát a *távfűtési hálózat* átlagos napi pótvíz, vagy legkisebb feltöltési igénye szerint ajánlott méretezni! Telepítési magasságának, és minimum vízszintjének biztosítani kell az alapnyomású pótvíz hálózat megfelelő elárasztását- 1,0 m-t a közvetlenül kapcsolódó berendezések, tartályok fölött, valamint a nyomástartó blokk (NSB) kavitációs előnyomását. Kivételt képeznek a vákuumozó tartály (ami fölötté), és a szivattyús lágyvíz tartályok, melyek bármely szinten elhelyezhetők.

Lágyvíz tágulási tartályként általában a korábbi GPTT, vagy más, megfelelő minimum vízszintű lágyvíz tartály alkalmazható.

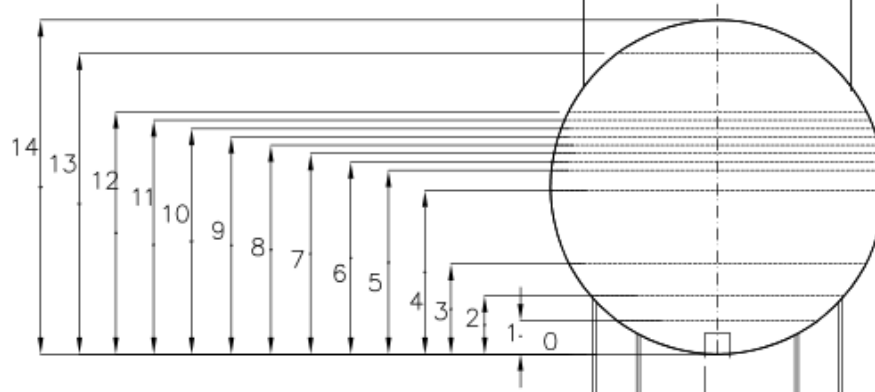
Fontos funkciója a hálózat vízmérlegének figyelése- szintmérése és szabályozása.

A V-VG pótvízrendszer szabályozását a korábbi üzemi, és közüzemi– biztonsági szinthatárok között lehet felvenni, kis üzemi vízszintingadozást engedve csak meg. Szintkiosztásának egy változata a következő ábrán látható.

A mért szintek alapján adhat vezérlési utasítást a központi PC a segédüzemi és a pótvíz rendszer egységeinek előnykapcsolásos üzemére.

| | | | |
|-------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| | | | |
| 14 | Tartály telített | Tartály megtelt | Havária teendők |
| 13 | Maximális szint | Maximum szint | Ellenőrzés, reteszek |
| 12 | Visszatágulás | Tágulási térf. | |
| 11 | Normál üzemi térfogat | Normál üzemi | TKS ki, TKEP nyit |
| 10 | Tágulási tartály töltés | TÁT töltés | TKS be, TKEP zár |
| 9 | Lágyvíztartálytöltés ki | LT töltés vége | LTS ki |
| 8 | Lágyvíztartálytöltés be | LT töltés | LTS be |
| 7 | Puffertérfogat | – | Megeng. szintingadozás |
| 6 | Vízlágyítótöltés ki | VL töltés vége | LTSZ1 zár |
| 5 | Vízlágyítótöltés be | VL töltés | LTSZ1 nyit |
| 4 | Közösüzemi retesz I. | Retesz I. | Tűzelés ki |
| 3 | Közösüzemi retesz II. | Retesz II. | Tűzelés ki, Ks ki |
| 2 | Közösüzemi retesz III. | Retesz III. | Tűzelés ki, KS ki, PS ki |
| 1 | Ürítési szint | Leürülés ! | Havária teendők |
| 0 | Fenékszint | Maradvány | Ürítőszeleppel üríthető |
| SZINT | MEGNEVEZÉS | JELZÉSEK | TEENDŐK |

SZINTSZÁMOZÁS



9. ábra Példa a pótvízhálózati tágulási lágyvíz tartály (LTT) szabályozási szintkiosztására

8.1.3 Kiegészítő nyitott lágyvíz tartálytelep (NLT)

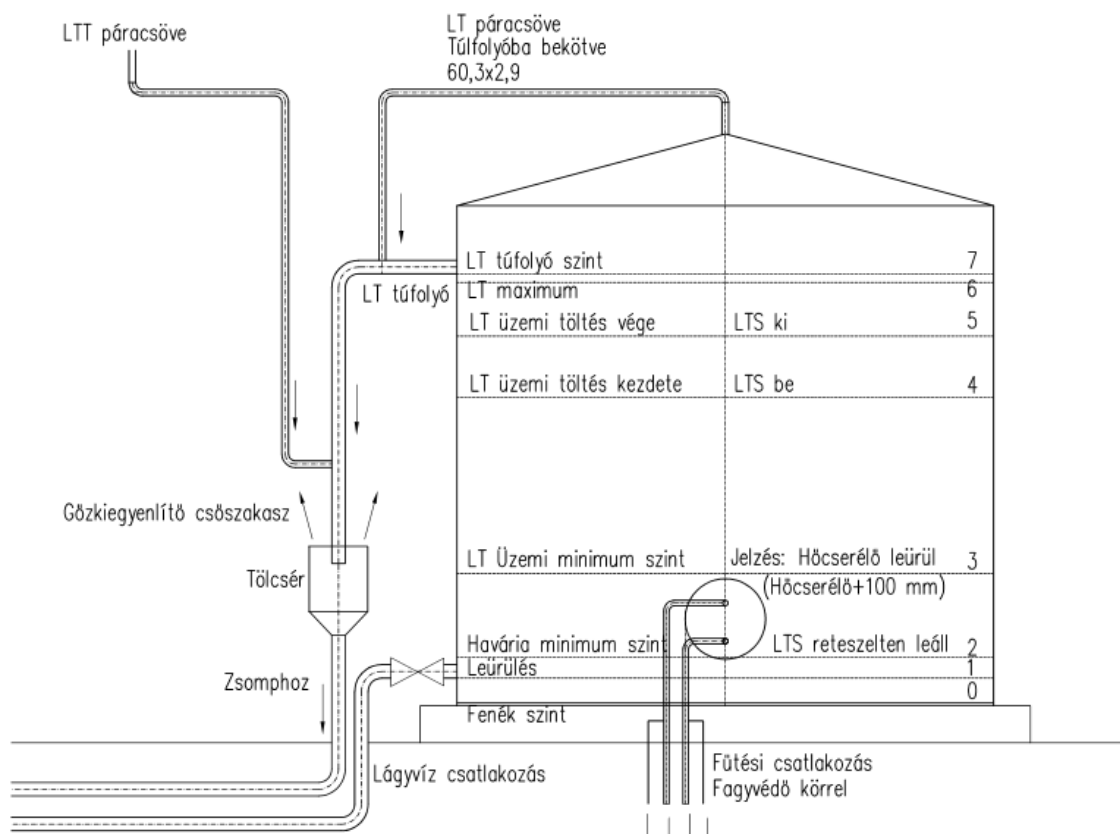
Az előgáztalanított melegvizet tároló, *kiegészítő nyitott lágyvíz tartálytelep* V-VG utó gáztalanítással üzemi hő, és havária víz tartalékként hasznosítható. Az LTT utáni újabb tágulási tartály fokozatként a hálózat felfűtésekor extrém vízmennyiség felfogására is alkalmassá tehető.

Kapcsolata az alapnyomású pótvíz hálózattal (APH) közvetlen hozzáfolyásos, vagy szivattyús lehet. A fűtőmű bármely meglévő, megfelelő állapotú, kisnyomású, hőszigetelt tartálya ilyen célra átalakítható.

Felfűtésük és melegen tartásuk beépített fűtő csőkégyóval, vagy külső hőcserélővel, hulladékhő forrású szabályozott *hőntartó rendszerrel* történhet.

Hatékony hőszigeteléssel, és a szükséges helyeken fagyvédelemmel a külső térben is elhelyezhetők. Általuk tetszőleges hő és lágyvíz tároló kapacitás építhető ki, mivel a bennük tárolt víz a V-VG utógáztalanítást követően nagy töltési sebességgel vezethető a távfűtési hálózatba.

Ürítésük- töltésük ellenőrzésére szintérzékelővel látandók el. Szintkiosztásuk egy változata a következő ábrán látható.



10. ábra Példa a pótvízhálózati kiegészítő lágyvíz tartályok (NLT) szabályozási szintkiosztására

8.2 Szivattyúk

A V-VG eljárásban a szivattyúk általában szakaszosan, kis kihasználási idővel üzemelnek.

TÁT előnyomó szivattyú (TÁTSZP jelű)

A tágulási tartályban tárolt hálózati víz nyomását az atmoszferikusról az alapnyomású rendszer nyomására emeli. A szivattyú működése a GPT szintjéről vezérelt. Minthogy meghatározott térfogat feltöltésére szolgáló, állandó kisnyomáson ($\sim 1,0$ bar), és kis ($< 2,0$ mvo) NPSH értékkel üzemelő szivattyú, egyéb kötelező előírások hiányában frekvenciaváltós szabályozást nem igényel.

LTTSV Alapnyomású hálózati lágyvíz tágulási tartály szivattyú

A nyitott tágulási tartályban LTT tárolt hálózati vizet forgatja át az előfűtő–hőntartó hőcserélőn. Működése az LTT hőmérsékletéről vezérelt. Minthogy meghatározott térfogat felfűtésére szolgáló, lapos jelleggörbéjű ($\sim 1,0$ bar), és kis ($< 2,0$ mvo) NPSH értékkel üzemelő szivattyú, egyéb előírások hiányában frekvenciaváltós szabályozást nem igényel.

VGBSV feltöltő szivattyú :

A kigáztalanított pótvizet a vákuumos gáztalanítás nyomásáról ($0,1-0,3$ bar_{abs}) az alapnyomású rendszerébe ($1,5-1,7$ bar_{abs}) tölti fel. Vákuumtömören, kis NPSH értékkel, azonban a pontos beállításhoz frekvenciaváltóval tervezendő.

VABSV vegyszeradagoló szivattyú :

Tartályra szerelhető, kézi, és táv impulzusvezérlésre alkalmas, vegyszerálló adagoló szivattyú, a szükséges kiegészítőkkel (lábszelep, visszacsapó szelep stb.. Szünetmentes áramellátása ajánlott.

9. A megvalósításról

A vákuum- vegyszeres eljárás energetikai és környezeti előnyei miatt támogatható. Támogatási pályázat esetén pedig a megvalósítás folyamata nagymértékben függ a annak jogi- finansziális háttérétől, feltételeitől.

Másfelől a feladat összetettsége, esetenként *kutatás-fejlesztési, sőt- kísérleti jellege* gondos előkészítést, tervezést és kivitelezést igényel. Legalább is szerző a megvalósult referenciák tervezése során számos azt igénylő (érdemlő) műszaki problémával találkozott, (pl. az előfűtött lágyvíz tárolók levegősödésének gátlása).

A feladat megoldása elsődlegesen a *teljes távhőrendszer* meglévő állapotának, és *távlati fejlesztése terveinek*, azon túl is a jövőben várható távolsági hőtermelői és fogyasztói kapcsolatoknak ismeretét, szükség esetén felmérését, vagy kidolgozását igényli- víztechnológiájuk kompatibilis kell, hogy legyen!

Emiatt első lépésként az *Építető (Hőszolgáltató)* hatáskörében, és támogatásával azok meghatározására szolgáló, változatokat is tartalmazó Program Terv készítése ajánlható. Ami alapján Hőszolgáltató a választott változat szerint elérendő célokat, és módszereket tartalmazó tender kiviteli tervet készített a kivitelezői pályáztatáshoz.

Amennyiben az lehetséges (pl. meghívásos pályázati kiírás esetén), nem a legkisebb költségű, hanem a műszakilag és gazdaságilag legalkalmasabb változat választása célszerű. Aminek szempontjai számszerűsítésében és elbírálásában ajánlatos, hogy a Tervező is közreműködjön.

9.1 Tervezés

A tervezés során fel kell dolgozni és elemezni a víztechnológiáról, és annak kapcsolatairól (pl..a nyári hőtermelésről) szóló adatokat.

Abban az esetben, ha adatok nem állnak rendelkezésre, szükség lehet mérőberendezés kiépítésére, és mérési program végzésére, amiben a Beruházó (Építető) közre kell működjön.

A következő tervezési szakágak együttműködésére lehet szükség:

- Technológia, gépészet
- Építészet, statika
- Villamosság, automatika
- Informatika
- Környezetvédelem
- Speciális (pl. hegesztési, vegyészet stb.)

A tervezés több ütemű:

- I. Előkészítő programtervezés (Építtető hatásköre),
- II. Kiviteli (tender kiviteli) terv, pályázati szempontokkal. (Építtető hatásköre),
- III Megvalósulási „D” terv (Kivitelező hatásköre)
- IV. Kezelési, karbantartási utasítás (Kivitelező hatásköre, a Tervező bevonásával)
 - Ajánlatos, támogatási pályázat esetén pedig szükséges is, hogy a Tervező a működés gazdaságossági értékelését biztosító mérésekre és számításokra vonatkozó javaslatokat tegyen.
 - Tekintettel arra, hogy a munkálatok általában működő távfűtési üzemben, folyamatos hőszolgáltatás mellett végezhetők, kellő részletességű organizációs és ütemterv kell, hogy készüljön.

9.2 Kivitelezés

A belső terű szerelési munkák nagy része bármely időszakban végezhető. A rácsatlakozás, üzempróbák, beszabályozások azonban a fűtési idényen kívül tervezhetők.

A kivitelezés több ütemű, és több szakág együttműködését igényli, egyeztetett munkarenddel.

I. Előkészítő időszak, a rendelések megtételére, valamint a rövid leállást igénylő gépészeti és villamos munkálatok, provizóriumok, csatlakozások elkészítésére (kiszakaszkodás, lehűtés, ürítés, szerelés, ellenőrzés, feltöltés, stb.) a távfűtési üzem tervezhető üzemszünete esetén. Amire már a tervezés időszakában gondosan fel kell készülni, mivel elmaradása később nehezebben elhárítható problémát okozhat.

II. Az új berendezéseket úgy kell telepíteni, és megszerelni, hogy a meglévők az átállás időpontjáig zavartalanul üzemelhessenek. Üzempróbáik a szolgáltatás zavarása nélkül történjenek, ami esetleg provizórikus kapcsolatok korábbi kialakítását is igényelheti.

III Az átállás a meglévő ATG eljárás leállítását és a V-VG eljárás indítását jelenti, ami a szolgáltatás időleges leállításával jár. Emiatt ezt a folyamatot is előzetesen (a fűtési idényen kívülre) meg kell tervezni, és a Hőszolgáltatóval is egyeztetni.

IV. A próba üzem időszakában az ATG eljárás esetleges igénybevételére pl. javítások miatt még szükség lehet, azután elbontható, vagy konzerválható, illetve a gőzkazán melegvízüzemre alakítható.

10. Nyomáscsökkentés (vákuumos) gáztalanító berendezések referenciái

Bár elmélete rég ismert, a vákuumos gáztalanítás megvalósítása a távhőellátásban Magyarországon csak nemrég kezdődött.

A berendezések teljesítményük, szerkezetük és működésük alapján csoportosíthatók:

- *Légtelenítők*, (áramlásos jellegűek)...
- *Kis teljesítményű gáztalanítók*, (fűtővíz szivattyús)....<2,0 m³/h,
- *Közepes teljesítményű*, (vákuumszivattyús , vegyszeres) ...<50 m³/h
- *Nagyteljesítményű*, (víz- gáz injektoros [8]); 50...1000 m³/h

A továbbiakban hazai referenciák bemutatása történik

10.1 Áramlásos nyomáscsökkentésű légtelenítők

Csupán a teljesség kedvéért történik említés róluk. A fűtőközeg áramlásával létrehozott kismértékű nyomáscsökkentés is alkalmas a fűtővíz telítetlenségi állapotának létrehozására, gátolva a levegősödést felmelegedése után. Teljesítménycategóriába alig sorolhatók: tágulási tartályok, alapvezetékek részarámú levegőtlenítése történhet általuk.

Referenciáik ma már gyakorlatilag mindenütt megtalálhatók.

10.2 Kisteljesítményű (fűtővíz- szivattyús) vákuumozó berendezések

A kisteljesítményű, fűtővíz- szivattyús vákuumozó berendezések általában *indirekt kapcsolású* távfűtéses, vagy tömbkazánházas *szekunder fogyasztói hőközpontokban* alkalmazhatók.

A hazai távfűtési rendszerek túlnyomó többségében a primer és a szekunder hálózatokat hőcserélő választja el. Bár esetükben is van lehetőség (korábban gyakorlat. volt) a szekunder hálózat fűtőműben előállított primer hálózati vízzel való töltésére, azonban ma már csak ritkán alkalmazzák.

Helyszíni víztechnológia esetén viszont felmerül a pótvíz előkészítésének, a vízlágyítás, gáztalanítás kialakításának kérdése, amire szintén léteznek követelmények, és megoldások:

- Vízlágyítás egy- vagy kétszlopos (iker) automatikus berendezéssel.
- Légtelenítő automaták a szabad gázok teljes, és az oldott gázok részleges eltávolítására (mint előző fejezet)
- Nyomáscsökkentéses gáztalanítók.

Az utóbbira szolgáló gyártmányok hazai választéka megfelelő

Gyártmány: REFLEX, típus: „Servitec”

Gyártmány: TA- HYDRONICS, típus: „VENTO” [5,7]

Gyártmány: FLAMCO, típus: „ENA” 7-30 [4]

Gyártmány: AQUA- CONTROL

Ezek jelenleg is kellő mélységű műszaki, tervezési információval rendelkeznek. [4; 5; 7; 14]



11. ábra VENTO mobil fűtővíz szivattyús vákuumgáztalanító berendezés, (forrás: TA-HYDRONICS [14])



12. ábra ENA fűtővíz szivattyús vákuumgáztalanító berendezés a Kazincbarczikán
(forrás: FLAMCO)

10.3 Közepes teljesítményű vákuum szivattyús vákuumozó berendezések

Közepes teljesítményű, Magyarországon is forgalmazott vákuumszivattyús gáztalanító az EUROWATER VA- B (DÁNIA) gyártmány- sorozata, ami 1- 22 m³/h pótvíz folyamatos, 95% -os hatásfokú tisztítására alkalmas. .

A napi átlagos veszteségek pótlására közbenső zárt lágyvíz tárolással (ZLT) és ismételt vákuumos gáztalanítással feleltethető meg.

Ilyen berendezés létesült a Szekszárdi Távfűtési Üzem fűtőművében, és a FŐTÁV ZRt három fűtőművében, Budapesten. Az utóbbiakban azonban a gyorsfeltöltések nagyobb teljesítmény igényének ellátására vegyszeradagolásos oxigénmegkötés is történik (V-VG eljárás)

10.3.1 Szekszárdi fűtőmű

A szekszárdi fűtőműben 2011-ben létesült a meglévő fűtőműi tárolókhoz kapcsolódó EUROWATER gyártmányú, VA- 1B típusú (1 m³/h pótvíz teljesítményű) vákuumszivattyús gáztalanító (VGB) berendezés. A pótvíz rendszer részei még:

- LTT ...Kisnyomású nitrogénpárnás zárt tágulási tartály
- NLT...120 m³ .nyomás nélküli nyitott lágyvíz tartály
- Nyomástartása felsőponti, nyomástartó (NSB) és mágnes szeleppel felülvezérelt elfolyóblokkal.

Vegyszeradagolás nélkül 30-80 $\mu\text{g/l}$ O_2 koncentráció érhető el.

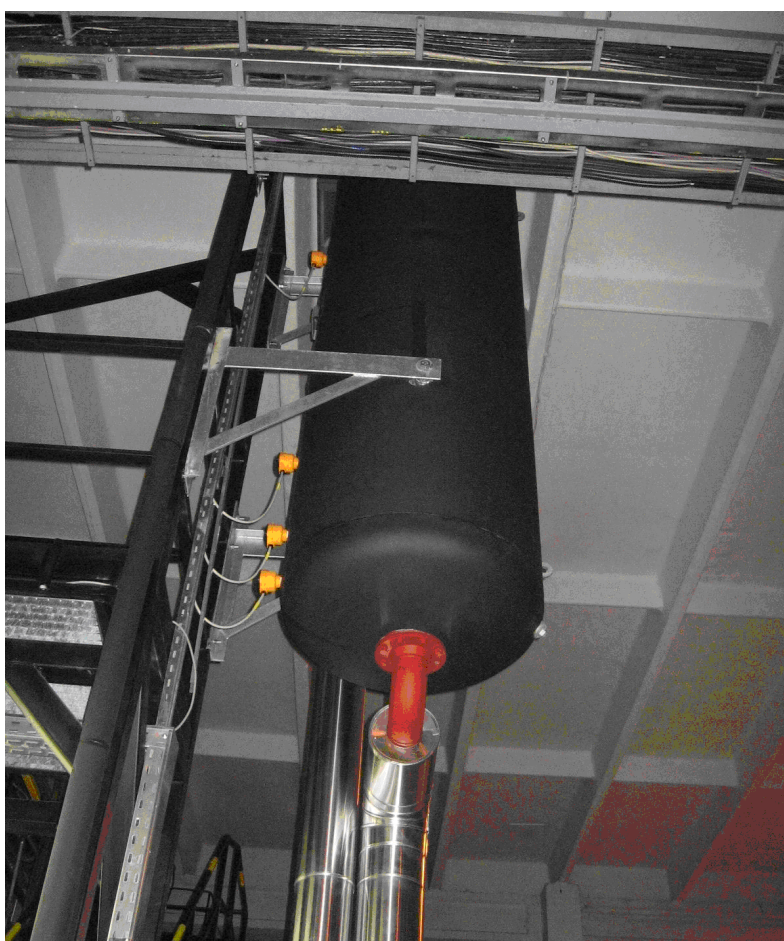
10.3.2 FŐTÁV ZRt. Újpalotai Fűtőmű

A Főtáv Újpalotai Fűtőmű ~16000 lakást és közületeket lát el. Kiterjedt vezetékhálózata ~1600 m^3 , nyomástartása felsőponti, segédenergia nélküli, felülről korlátozott elfolyó (EB) szelepekkel, frekvenciaváltóval szabályozott, szivattyús nyomástartó (NSB) blokkal.

Korábban 25 m^3 -es GPTT ben történt atmoszferikus (ATG) gáztalanítás

A *vákuum szivattyús- vegyszeres gáztalanítás* 1 db 14 m^3/h teljesítményű vákuumszivattyús EUROWATER VA-9B gáztalanító toronyból (VGB), és vegyszeradagolóból (VAB) áll. Kiegészítőleg 3 db 5 m^3 -es zárt, nyomásnélküli zsákos tágulási (TÁT), és 2 db 8 m^3 -es közbenső zárt lágyvíz tartály (ZLT) létesült.

Szabályozás és monitoring céljából két folyamatos működésű, nagy pontosságú merülő O_2 érzékelő elhelyezése történt, a vákuumgáztalanító, és a vegyszeradagoló után.



13. ábra Vákuumos gáztalanítótorny



14. ábra Közbenső tartály és O₂ érzékelő

A berendezést 2014.06.26-án helyezték üzembe. A 2015. októberi mérésekig részben folyamatos vízpótlás, részben a javított távvezetési szakaszok mosása, és gyorsfeltöltése céljából, az eltelt 15 hónap 140 kg vegyszerhasználat (HIDROKOND-X) történt. 1 m³ pótvíz teljes gáztalanításhoz átlagosan 23 g vegyszerre volt szükség. A művelet eredményeképpen normál üzemben 0...10 µg/l belépő oxigénkoncentráció mérhető.

Áram, és hűtővíz fogyasztás csak a vákuumgáztalanító üzemkor jelentkezett.

10.3.3 FŐTÁV ZRt. Füredi úti Fűtőmű

A FŐTÁV Füredi úti Fűtőműve 25000 lakást, és közületeket lát el. Kiterjedt vezetékhálózata 2660 m³, nyomástartása felsőponti, segédenergia nélküli, felülről korlátolt elfolyó (EBSP) szelepekkel, és frekvenciaváltóval szabályozott, szivattyús nyomástartó (NSB) blokkal.

Az atmoszferikus gáztalanítás (ATG) a 25 m³-es GPTT-ben történt. A gőzkazán naponta 200 m³-földgázt igényelt.

A *vákuum- vegyszeres gáztalanítás* 1 db 14 m³/h teljesítményű vákuumszivattyús elszívású, EUROWATER VA-9B gáztalanító toronyból (VGB) és vegyszeradagolóból (VAB) áll. Kiegészítőleg 4 db 5 m³-es nyomásnélküli zsákos táglási (TÁT), és 2 db 8 m³-es zárt lágyvíz tartály (ZLT) létesült.



15. ábra Tágulási (4×5 új m^3) és pótvíz (2×8 új + 3 m^3 meglévő) tartálytelep
 A berendezés 2014.07.03-án lépett üzembe. A 2015. októberben történt ellenőrző mérésig eltelt 15 hónap 250 kg vegyszert használtak fel (HIDROKOND-X).
 1 m^3 pótvíz teljes gáztalanításhoz átlagosan 12,5 g vegyszerre volt szükség. Szabályozása és monitoringja céljából két folyamatos működésű, nagy pontosságú merülő O_2 érzékelő elhelyezése történt, a vákuumgáztalanító, és a vegyszeradagoló után. A gáztalanítás eredményessége a fotón látható.



16. ábra O_2 koncentráció a vegyszeradagoló előtt (A) és után (B) a Füredi úton
 Áram, és hűtővíz fogyasztás csak a vákuumgáztalanító üzemkor jelentkezett.

10.3.4 FŐTÁV ZRt. Rákoskeresztúri Fűtőmű

A Főtáv ZRt. Rákoskeresztúri Fűtőműve lakóépületeket és közületeket lát el. (Beépített kazán 55 MW). Vezetékhálózata ~670 m³ térfogatú, nyomástartása alsóponti, segédenergia nélküli, alulról korlátozott elfolyó (EBSP) szelepekkel, szabályozatlan szivattyús nyomástartó (NSB), blokkal.

A vákuum-vegyszeres gáztalanítás 1 db 14 m³/h teljesítményű vákuumszivattyús gáztalanító toronyból (VGB), és vegyszeradagolóból (VAB) áll. Kiegészítőleg 1db 5 m³-es nyomásnélküli zsákos tágulási tartály (TÁT) létesült, illetve a meglévő 50 m³-es pótvíz tartály (NLT) is a rendszerbe lett integrálva.

A berendezést 2014.12.22 -én helyezték üzembe. Az eltelt 10 hónap alatt 40 kg vegyszer (HIDROKOND-X) fogyott.

A vegyszeradagolás szabályozása és monitoringja céljából négy folyamatos működésű, nagy pontosságú merülő O₂ érzékelő elhelyezése történt, a vákuumgáztalanító, a vegyszeradagoló, és a lágyvíz tárolók után. A gáztalanítás eredményeként normál üzemben 0....10 mg/l belépő O₂ koncentráció mérhető.

10.4 Nagy teljesítményű, víz- gáz injektoros vákuumszivattyús berendezések

Ez a fejezet tájékoztató jellegű, mivel *nagy teljesítményű, víz- gáz injektoros vákuumszivattyús távfűtési gáztalanító berendezések* hazai forgalmazásáról, referenciáiról nincs információ. Jelenleg nincs igény rájuk- szükségességük **decentralizált hőforrásokat** és *fogyasztói központokat* összekötő kiterjedt, vagy **részleges hálózati fűtővíz hasznosítással** működő (részben ún. **nyitott**) távvezeteki, és **zárt**, azonban **direkt kapcsolású fogyasztói rendszerek** esetén jelentkezhet.

a./ Decentralizált (megújuló és hulladék) hőforrások nagy távolságú (több tíz kilométeres), települések közötti hálózatára nincs hazai példa. Korábban ugyan léteztek közepes távolságú, széntüzelésű erőműi, vagy ipari kooperációk, melyeket korszerűtlenségük, vagy érdekmúlás miatt máig meg is szüntettek.

Másfelől újabbak kialakítása ismét folyamatban van (pl. Újpesti Hulladékégető-Újpalotai Fűtőmű). E tekintetben iránymutató, hogy a 2015.évi LVII törvény az *energiatermelésről* [1], továbbá a 122/2015.(IV.26) Kormány rendelet [2] kiemelten foglalkoznak a távhőellátással, és távhűtéssel, valamint az ipari hulladékhő hasznosításával, akár 30 km távolságig!

Egyébként ennek az eljárásnak külföldön, például Németországban számos referenciája van, pl. Ruhr –vidék egy „hősinre” kapcsolódó nagy ipari központjai (Dinslaken, Moers, Disburg, Oberhausen, Gelsenkirchen, Herne, Dortmund stb., , melyeket a Thyssen, Krupp, és hernei erőművek táplálnak.. Hasonló rendszerek működnek a Saarvidéken, Mannheim, Berlin és Hamburg környékén, különleges hőtárolási, tartalékképzési és egyéb műszaki megoldásokkal.

b./ „Nyitott” távhő rendszerekre, melyek hálózati visszatérőjét hasznosításra kivezetik, szintén nincs hazai referencia. Külföldön azonban évtizedek óta üzemelnek nagy távolságú (20-30 km), regionális rendszerek, a lehűtött visszatérő hálózati víz részleges HMV, vagy más célú, keveréssel történő, közvetlen hasznosításával. A hőforrásnál azonban több ezer m^3/h teljesítményű pótvíz lágyító- gáztalanító [6;9], és több tízezer m^3 -es pótvíz tároló kapacitást kell, hogy működtessenek. Korróziós és üzemeltetési problémák miatt alkalmazását kerülik.

c./ Hasonlóképpen nem alkalmaznak már közvetlen kapcsolású **fogyasztói rendszereket**, amire pedig több hazai távfűtésben (pl. Debrecen, Kaposvár) is van példa. Habár többségük indirektkapcsolásúvá történő átalakítása folyamatban van, vagy részben meg is valósult, azonban kisebb léptékben, például a több épületet ellátó, kazánházak tömbfűtéseinél, vagy egy épületen belül is a direkt kapcsolás megmaradt.. Esetükben a primer és a szekunder fogyasztói hálózat vízminősége értelemszerűen azonos, a pótvíz előkészítése egységesen a fűtőműben (kazánházban) történik, egyeztetve a hőtermelő, szállító, és fogyasztó berendezések gyakran eltérő vízminőség igényeit.

A közvetlen kapcsolás szakmai megítélése tehát lépték függő- nagyszámú, kis teljesítményű fogyasztói helyeken műszaki gazdasági szempontból a jövőben is előnyös lehet.

11. Az ATG- V-VG eljárások üzemviteli összehasonlítása

A V-VG eljárásnál megszüntethetők, csökkenthetők, vagy egyszerűsíthetők olyan tevékenységek, amelyek jelenleg fokozottabb kezelést igényelnek. Mint például az ATG eljáráshoz kapcsolódó gőzüzem, ami folyamatosan kell, hogy működjön, ügyelve a szélsőségesen változó pótvízigény okozta problémák (a gázégő kikapcsolása kis pótvíz igény esetén, a gőzhálózat vákuumra szívása nagy pótvíz igény esetén stb.) elkerülésére, és megoldására.

A V-VG eljárás viszont a vegyszerkezeléstől (szállítás, tárolás, betöltés) eltekintve teljes mértékben automatizálható, emellett a távhőrendszer más egységeivel az informatikai hálózaton keresztül összehangoltan szabályozva csak akkor kell, hogy üzemeljen, ha pótvíz bevezetésre van szükség.

A vákuumos és a vegyszeres eljárások nem csak kiegészítik, de helyettesíthetik is egymást. Ezáltal az oxigén eltávolításának, megkötésének folytonossága biztosítható a szélsőségesen kis, vagy nagy pótvízigény, vagy bármelyikük meghibásodása esetén is

A fűtéssel előgáztalanított lágyvíz utólagos vákuum- vegyszeres gáztalanítása lehetőséget nyújt tetszőleges mértékű nyomásnélküli lágyvíz tároló térfogat létrehozására.

Ezáltal egyfelől a távhőhálózat biztonságos lágyvíz tartaléka teremthető meg, másfelől lehetőség nyílik a sztochasztikus üzemű hulladékhőforrások (kapcsolt energiatermelés, EKO stb.) által termelt hő tárolására.

V-VG esetén az oxigén teljes megkötése már a hálózatba lépése előtt megtörténik. Ha pedig a hálózaton belül mégis szennyeződik, vegyszeres részáramú gáztalanítással annak bármely pontján egy keringési cikluson belül megköthető. Ilyen meghibásodás a merülő oxigénkoncentráció érzékelőkkel azonnal észlelhető! Ugyanaz lehetőséget biztosít a vegyszerfogyasztás pillanatnyi ellenőrzésére és szabályozására, valamely vizsgálati időszakra vonatkozó felhasználásának kiszámítására.

Az oxigén teljesebb megkötése miatt a hálózati elemek gyors és lassú lefolyású korróziója, és azzal okozott üzemviteli problémák minimálisra csökkenthetők.

12. Az ATG- V.VG eljárások gazdasági tényezői összehasonlítása

A Tanulmány nem vizsgálja a beruházási költségtényezőket, és a megtérülésüket. Érdemben és hitelesen csak konkrét esetben- valamennyi befolyásoló tényező (a meglévő hálózat korszerűsítésének szükségessége, a saját pénzeszközök, hitelek, támogatások aránya, a főberendezések aktuális választéka, szállítási árak stb.) ismeretében lennének végezhetők.

A változatok többlet segédüzemi költségei viszont reálisan becsülhetők. Kivéve az olyan, ma még nehezen értékelhető járulékos *minőségi* költségtényezőket, mint a

hálózati korrózió csökkenése, ami pedig közülük valójában a legnagyobb. Vagy a nyomásnélküli, nyitott lágyvíz hőtárolók integrálhatóságát a kapcsolási sémába, melyekkel V-VG eljárás esetén a hálózat üzembiztonsága, és a hulladékhő hasznosítás növelhető.

A továbbiakban az ATG, és a V-VG eljárások többlet üzemeltetési költségtényezőinek bemutatása, és összehasonlítása történik, valamely átlagos, közepes teljesítményű távfűtési rendszer felvett adatain keresztül.

A számítás csak azokat a költségtényezőket tartalmazza, melyekben különböznek, s így gazdasági hatékonyságuk jellemezhető. Amelyek kimondottan a V-VG változat miatt maradnak el, vagy jelentkeznek.

12.1 1. változat: ATG eljárás

Az ATG eljárás segédüzemi veszteség (költség) tényezői a folyamatos üzemű gőzellátáshoz kapcsolódnak.

a./ Lágyvíz melegítési hőigény.

Habár a gőzzel felmelegített lágyvíz hőtartalma a távfűtési hálózatban hasznosul, miatta az olcsóbb hulladékhő felhasználást (pl. gázmotorokét) kell jelentősen csökkenteni. Példaképpen átlagosan $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$; 20°C lágyvíz gőzzel történő felmelegítéséhez évente gáztüzeléssel ($\eta=0,8$) előállított hő mennyisége:

$$Q_{HH} = 8765 \cdot 1000 \cdot (102-20) / 0,8 \cdot 4,186 = 3754 \text{ GJ/év}$$

Aminek értéke 15 MFT/év ($\sim 4000 \text{ Ft/GJ}$). Habár ez a hőmennyiség a hálózatban hasznosul, azonban hulladékhővel lényegesen olcsóbban előállítható. A földgáz hulladékhővel történő kiváltása az egyik leghatékonyabb megtérülési tényező!

b./ A gőzüzem hővesztesége

A gáztüzeléssel előállított hő egészében nem hasznosítható- a gőzüzemhez kapcsolódó különféle veszteségek csökkentik (becsült értékek):

- A hőszigetelt GPTT (25 m^3 -es) lesugárzása $>102^\circ\text{C}$ vízhőmérsékleten ($\sim 8,0 \text{ kW}$)
- A hőszigetelt gőz és a kondenz vezetékhálózatok hővesztesége ($\sim 3,0 \text{ kW}$)
- A GPTT pipacsövén (1") keresztüli párolgás ($\sim 5,0 \text{ kg/h}$, $3,0 \text{ kW}$)
- A gőzkazán iszapolása

Összesen: 15 kW , éves hőegyenértéke:

$$Q = 8765 \cdot 15,0 / 0,8 \cdot 4,186 = 700 \text{ GJ/év}$$

Aminek értéke: ~2,8 MFT

c. Gőzüzemi vízveszteségek

A gőzüzem *közvetlen* (pl. iszapolás, párolgás), és *járolékos*, (pl. hűtési, regenerálási, közömbösítési) vízveszteségei (15.2 melléklet: 1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.4; 1.1.9; 1.1.10 pontok) nem csak vízdíjat, hanem lágyítási, és csatornázási (pl. a regeneráló víz elszállíttatása) költségeket is okoznak. Ezek naponta 0,5-1,0 m³, évi 200-400 m³/év nyers és lágyított vízveszteséggel járnak (1500 Ft/m³), melynek értéke 0,3-0,6 MFt/év

d. Áramköltségek:

ATG üzemmódban a kazánégő, és a tápvízszivattyú igényelnek villamos energiát. 5,0 kW teljesítményt és 2000 h/év üzemüket feltételezve 10000 kWh/év, 0,4 MFt/év áramköltséggel lehet számolni.

Az I. változat (AVG) összes becsült segédüzemi többletköltsége:

$$15,0 + 2,8 + 0,6 + 0,4 = 18,8 \text{ MFt}$$

12.2 2. változat: V-VG eljárás

a./ Lágyvíz melegítési hőigény.

V-VG eljárás esetén a lágyvizet csak 70-80 °C üzemi hőmérsékletre kell melegíteni, amihez 80-90 °C primer hőmérséklet szükséges. További hő szintén hulladékhőként közvetlenül a hálózatba vezethető be. Így bár hőmegtakarítás miatta nem jelentkezik, azonban költségcsökkenés a hulladékhő kisebb ára miatt (felvéve: 3000 Ft/GJ) igen: ~11,0 MFt.

b./ Hőveszteségek

Az LTT és vezetékhalózatainak hővesztesége 70-80 °C hőmérsékleten jelentősen csökken. Gyakorlatilag megszűnik a párolgási veszteség, elmaradnak a kazánüzemi hőveszteségek (lesugárzás, iszapolás, füstgáz, stb.).

Reálisan ~60%, évi 470 GJ/év hőveszteség prognosztizálható, aminek a költsége az olcsóbb hulladék hővel csupán 1,4 MFt.

c. Vízveszteség a V-VG üzemben

V-VG üzemben, a gőzüzemhez korábban kapcsolódó közvetlen és járulékos vízveszteségek egy része megszűnik (1.1.4; 1.1.10), más része csökken (1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 1.1.9).

Megjelenik viszont a szakaszos üzemű vákuumszivattyú hűtésének közel azonos vízigénye, ami recirkulációs hűtőrendszerrel (pl. a HMV előfűtésére hasznosítva) megszüntethető.

Ez esetben többlet vízköltség nem jelentkezik.

d. Áramköltségek:

A V-VG üzemmód beépített villamos teljesítménye közelítőleg azonos (5 kW), működési ideje azonban átlagosan kisebb (napi 1,0- 2,0 óra, évi ~700 óra.). Emiatt éves áramfogyasztása (3500 kWh), és költsége (<0,2 MFT) is kisebbek

e. Vegyszerköltség

A vegyszerigény a V-VG eljárás többletköltségeként jelentkezik. Kis vízveszteség, vákuumos előgáztalanítás esetén azonban az éves vegyszerigény ~50-100 kg, aminek költsége <0,1 MFT

Az II. változat (V.VG) összes becsült segédüzemi többletköltsége:

$$11,0 + 1,4 + 0,2 + 0,1 = 12,7 \text{ MFT}$$

12.3 Gazdaságossági értékelés

A végzett vizsgálat alapján a hipotetikus távfűtési rendszer gáztalanításának éves segédüzemi többletköltsége ATG üzemmódban 18,8MFT/év, V-VG üzemmódban pedig 12,7MFT/év- vagyis 6,1 MFT/év megtakarítás jelentkezik.

A jelenlegi beruházási háttér (referenciák) figyelembe vételével ez így is < 10 év megtérülést jelentene.

A pótvíz teljes oxigénmegkötésének kedvező hatása azonban a távfűtési hálózat élettartama, mint vizsgálati időszak ($\tau=50$ év) alatt korrózióját csökkentve folyamatosan érvényesül. Így nem csupán 305 MFT üzemeltetési költség elmaradás jelentkezik, hanem lényegesen nagyobb karbantartási, és javítási költségek előzhetők általa meg! Csak felsorolásszerűen:

- Kazánok, tárolók berendezések korrózió miatti javítása, cseréje
- Távfűtetéki meghibásodásokkal kapcsolatos mélyépítési munkálatok
- Járlékos károk, és költségek: egészségkárosodás, közlekedéskorlátozás, alépítmények, közmlűvek meghibásodása, szolgáltatás kiesés.

A távfűtési rendszerek részelemeivel, alrendszereivel szemben lehetséges, sőt esetenként (pl. automatika) indokolt is rövid megtérülési időt (élettartamot) feltételezni, mivel azok kiváltása a távhővezetéki hálózat egészére csak kis hatást gyakorol. Ez a szemlélet azonban nem tartható magával a vezetékhálózattal, és annak állapotát befolyásoló alrendszerekkel szemben, melyek közé a pótvíz gáztalanítása is tartozik, és ami jelenleg mindközül a legelavultabb.

Az ilyen technológiák pénzügyi megtérülése csak hosszabb időtávban vizsgálható. Emiatt fel kellene gyorsítani a javításukat célzó kutatásokat és fejlesztéseket, támogatni korszerősítésüket, fokozni képzésüket.

13. Környezetvédelem, energiagazdálkodás.

Ahogy a gazdasági, úgy a környezetvédelmi értékelés során sem csupán az *elmaradó és új*, hanem a tartós vizsgálati időszak alatt *megelőzhető* káros környezeti tényezőket is célszerű figyelembe venni.

A gőzellátás környezeti tényezői közül a gáztüzeléssel járó emissziók (NO_x, CO₂, CO. stb.), az iszapolás, valamint a gázégő okozta zaj elmaradása említhetők.

Energiagazdálkodási szempontból azonban a legfontosabb a hulladékenergia alkalmazása miatti földgáz megtakarítás. A hazai távhőellátás évi ~1.0 Mm³ pótvíz felhasználása esetén ez összességében 125 Mm³ földgáz kiváltását jelenthetné olcsóbb, pl. a helyszínen előállított árammal kapcsoltan termelt hulladékenergiával.

A *megelőzhető* tényezők köre ennél is szélesebb:

- A lyukadások miatt megnövekedő pótvízigény előkészítésével- a nyersvíz előállításával, beszerzésével, a vízlágyítással, sóatlanítással, gáztalanítással, szennyvíz elhelyezéssel kapcsolatos környezeti terhelések elmaradása.
- A járulékos környezeti károk, az élővilág és épített környezet, közmlűvek zavarásának, sérülésének csökkenése.
- A járulékos primer energia, és technológiai környezeti terhelések megszűnése.

Költségesítve a megelőzhető környezeti károk értéke feltételezhetően nagyobb, mint a V-VG technológia bevezetése miatt elmaradóké.

14. Összefoglalás.

A problémafelvetés aktualitását növeli, hogy a távhőellátás szerepe az elmúlt évtizedek visszaesését követően jelenleg ismét növekedik, megítélése javul.

A 2015.évi LVII törvény az energiahatékonyságról (továbbá a 122/2015.(IV.26) Kormány rendelet az energiahatékonyságról szóló törvény végrehajtásáról) kiemelten foglalkoznak a távhőellátással, és távhűtéssel, valamint az ipari hulladékhő hasznosításával, akár 30 km távolságig!

Mindez kiterjedt távhőellátó rendszerek fejlesztése lehetőségére és szükségességére utal!

A távhőellátás gazdaságossága és üzembiztonsága a jövőben el kell, hogy érje azt a szintet, amivel más közművek már rendelkeznek. Aminek feltételei közül a víztechnológia, azon belül pedig a pótvíz gáztalanítása, mint a nagy költségű hálózatok korrózióvédelmének, élettartama növelésének eszköze emelhetők ki!

A vákuum- vegyszeres gáztalanítás hazai referenciái meglévő távfűtési üzemekben, azok technológiájához alkalmazkodva készültek. A végzett mérések bizonyítják, hogy a megfelelően illesztett víztechnológiájú, vákuum-vegyszeres gáztalanítással üzemelő hálózatok O₂ terhelése, minimálisra csökkenthető.

Új távhőrendszerek esetén nyilvánvalóan egységesebb megoldások születhetnének. Mindez elősegítheti a megújuló és hulladékenergia bázisú, primer energiatakarékos, környezettudatos távhő, és távhűtő rendszerek jövőbeni kialakítását.

15. Mellékletek

15.1 Irodalomjegyzék

[1] 2015.évi LVII törvény az energiahatékonyságról

[2] 122/2015.(IV.26) Kormány rendelet az energiahatékonyságról szóló törvény végrehajtásáról)

[3] ÖNORM –EN 12828 Heizungssysteme in Gebäuden –Planung und Installation von Warmwasser - Heizungsanlagen

- [3] ÖNORM H 5195-1 Verhütung von schaden durch Korrosion und Steinbildung in geschlossenen Warmwasser Heizungsanlagen mit Betriebstemperaturen bis 100 °C 2001-06-01
- [4] FLAMCO ENA 7-30 Szerelési és kezelési útmutató
- [5] TA HYDRONICS: Levegő Problémák, Okok, Megoldások
TA Hydronics kézikönyv 2013 c TA HydronicsSA, Eysins
- [6] A.C. Ivanyenko: Vodopodgatovka (Kezelői segédlet) Kijev „Tehnika” 1978
- [7] PNEUMATEX vento 1106 Szerelés, kezelés, karbantartás
- [8] EUROWATER PURE WATER TREATMENT G16B-30-AVER3
Vákuumos gáztalanító berendezés. Használati Útmutató VA1B- 11B típus. SILHORKO-EUROWATER A/S, DÁNIA
- [9] Sarenergomash; Vákuumos gáztalanítók DV-5...DV800M típus- sorozat
- [10] SDS BWT SH-7001 (v3 080811) HU Hungarian PDF
- [11] Mettler-Toledo InPro6800 szonda,
<http://hu.mt.com/hu/hu/home/products/Process-Analytics/DO-CO2-ozone-sensor/dissolved-oxygen-meter/InPro-6800.html>
- [12] Mettler-Toledo M300 távadó,
[hTTP://HU.MT.COM/HU/HU/HOME/PRODUCTS/PROCESS-ANALYTICS/TRANSMITTER/BASIC-TRANSMITTER-M300.HTML](http://HU.MT.COM/HU/HU/HOME/PRODUCTS/PROCESS-ANALYTICS/TRANSMITTER/BASIC-TRANSMITTER-M300.HTML)
- [13] Hidrokond –X
- [14] Kepka György Nyomástartás, gáztalanítás, nyomásfelügyelet hidraulikai rendszerekben TA-HIDRONICS (Előadás, pdf)

15.2 A technológiai vízigények felmérése

A távhőellátásban a víz felhasználása és veszteségei nyersvíz, lágyított víz, és pótvíz minőségben jelentkeznek. Megkülönböztethetők *folyamatos*, és *eseti* víz igények, melyektől a vízlágyító és a pótvízrendszerek kialakítása függ, és amelyek ismerete a víztechnológiai tervezés alapja.

Folyamatos lágyvíz igény technológiai okokból, vagy veszteségek pótlásához szükséges. Viszonylag kis teljesítménnyel, azonban folyamatosan, vagy rendszeresen ismétlődve jelentkezik.

Eseti lágyvíz igény karbantartás, vagy havária esetén, berendezések (kazánok, osztók), hálózati szakaszok feltöltésekor merül fel.

Tervezéshez a meglévő távhőrendszerek alábbi adatainak mért, vagy prognosztizált ismerete szükséges (lehetőség szerint legalább két évre):

1. Összes nyersvízfogyasztás, havi bontásban (V_{δ} , $\text{m}^3/\text{év}$, $\text{Ft}/\text{év}$), és a másodperc csúcs l/s
2. Központi HMV készítés (ha van): havi bontásban ($V_{\text{H MV}}$, $\text{m}^3/\text{év}$),
3. Egyéb nyersvízfogyasztás (vizesblokkok, stb): havi bontásban (V_{E} , $\text{m}^3/\text{év}$) és a másodperc csúcs l/s
4. Lágyított (sótalanított) vízfogyasztás: havi bontásban (V_{L} , $\text{m}^3/\text{év}$), és az órai csúcs
5. Lágyító (sótalanító) regenerálásához szükséges víz mennyisége (V_{R} , $\text{m}^3/\text{év}$)
6. Hálózat által igényelt pótvíz: havi bontásban (V_{P} , $\text{m}^3/\text{év}$)
7. Feltöltésekhez használt pótvíz éves mennyisége (V_{T} , $\text{m}^3/\text{év}$)
8. A legnagyobb kizárható (üríthető) hálózati szakasz, berendezés térfogata (Q , m^3).
9. A vízlágyító rendszer tényleges teljesítőképessége (V'_{L} , m^3/h) az ikeroszlopok párhuzamos üzeme esetén, ami egyúttal a gáztalanító rendszer névleges tervezési teljesítményének is tekinthető.

A következő táblázat a technológiai vízigény tervezés során figyelembe veendő többet vízigények leggyakoribb fajtáit foglalja össze (nagyságrendi becsült adatok):

| N | Megnevezés | Előfordulás | Mennyiség | Minőség kezdetben | Minőség végén |
|--------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | FOLYAMATOS VÍZIGÉNYEK | | | | |
| 1.1.1 | Vízlágyító | Regenerálásakor | Lágyítottal arányos | Nyersvíz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.2 | Fordított ozmózis | Működésekor | Sótalanított arányos | Lágyított víz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.3 | Elfolyó csapadékvíz hűtése | Üritéskor | Hőmérsékl. függő | Nyersvíz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.4 | Mintavevő hűtés | Mintavételkor | $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$ | Nyersvíz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.5 | Szivattyúcsapágy hűtés | Működésekor | | Lágyított víz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.6 | Vákuumszivattyú hűtés | Működésekor | $0,1-0,3 \text{ m}^3/\text{h}$ | Lágyított víz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.7 | Berendezés hűtés | Pl.Gázmotor turbóhűtés | Külső hőm. + telj. függő | Lágyított víz | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.8 | Hálózati szivárgás | Lyukadáskor folyamatosan | Nyomás és méret | Pótvíz | Környezetbe |
| 1.1.9 | GPTT páracső | ATG eljárásnál | $\sim 5-10 \text{ kg/h}$ | Lágyított víz | Környezetbe |
| 1.1.10 | Gőzkazán iszapolás | Időszakos | | Tápvíz (pótvíz) | Technológiai szennyvíz |
| 1.1.11 | Tágulási veszteség | Táguláskor | Előremenő melegedés | Hálózati víz | Technológiai szennyvíz |

| | | | | | |
|--------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1.1.12 | Értékesítés | Pl. kooperációs hőforrás felé | - | Pótvíz, vagy lágvíz | - |
| 2. | ESETI VÍZIGÉNYEK | | | | |
| 2.1 | Karbantartás | | | | |
| 2.1.1 | Hálózati szakasz feltöltése | Karbantartásnál | Szakasz térfogat | Pótvíz | Hálózati víz |
| 2.1.2 | Osztócsövek feltöltése | Karbantartásnál | Szakasz térfogat | Pótvíz | Hálózati víz |
| 2.1.3 | Kazánok feltöltése | Karbantartásnál | 10-30 m ³ | Pótvíz | Hálózati víz |
| 2.1.4 | Fogyasztói szekunder hálózat | Feltöltéskor | 1-10 m ³ / alkalom | Pótvíz | Hálózati víz |
| 2.1.5 | Légtelenítés, szűrőtisztítás | Kezelésnél | 5-50 l/ alkalom | Pótvíz | Technológiai szennyvíz |
| 2.2 | Havária | | | | |
| 2.2.1 | Havária nyomástartás | Veszteség és idő függő | | Pótvíz, vagy lágvíz | Környezetbe |
| 2.2.2 | Havária hűtés | Veszteség és idő függő | | lágvíz | Technológiai szennyvíz |

17. ábra Táblázat Távhő rendszerek vízigénye és vízveszteségei

A felsorolt tényezőkhöz újabbak adódhatnak, mások megszűnhetnek. Folyamatosan azonban a csekélynek vélhető veszteségek is nagy kárt okozhatnak: 0,1 m³/h vízveszteség éves szinten 900 m³/h, vagyis ~ 1,35 Mft) lágýtott víz és csatorna (1500 Ft/m³) költséggel jár. Emellett az elfolyó víz hőtartalmának költsége is jelentős. A fűtött lakások számára vetítve a hazai távfűtési üzemek éves vízvesztesége 0,5-1,0 m³/év, költsége pedig ~ 0,75-1,5 milliárd Ft/év nagyságrendű.

Emiatt kell a víztechnológia tervezésekor felmérni a konkrét távhőrendszer lehetséges vízveszteségeit, javaslatot téve csökkentésükre.

- A GPTT páracső vesztesége (1.1.9) vákuumos gáztalanítás esetén (LTT) minimálisra csökken, és megszűnik a gőzkazán iszapolása (1.1.10).

- Tágulási veszteség (1.1.11) a hálózat átlagosnál nagyobb felfűtések, például nyári karbantartás után, vagy a csúcsidőszakban, hirtelen lehűléskor jelentkezik. Mértéke a hálózati (TÁT) és a lágvíz tároló (LTT, ZLT, NLT) kapacitás növelésével csökkenthető, melyek megfelelősége a nagymértékű hálózatbővítések is ellenőrizendő.

- A külső hálózat tervezésekor gondoskodni kell megfelelő gyakoriságú szakaszolásáról, ahol a munkába vett szakasz biztonságosan üríthető (hűthető, 1.1.3), illetve feltöltése (2.1.1) a fűtőműben, vagy a helyszínen rendelkezésre álló mobil eszközökkel, szabályozott, megengedhető sebességgel végezhető.

- A hálózati szivárgások (1.1.8) helyét fel kell deríteni, ki kell javítani.

A vízveszteségek csökkenése járulékosan kihat a pótvíz előkészítő rendszer vízigényének csökkentésére is (1.1.1; 1.1.2)

15.3 Jelölések

A tanulmányban, a szövegben és a 4. ábrán alkalmazott jelölések összefoglalóan a következők:

Víztechnológiai rendszer

NVT -nyersvízfogadás, tárolás

VL T – vízlágyítás

EHH- Előfűtő, hőntartó hőcserélő

Alapnyomású pótvíz hálózat

APH- alapnyomású pótvíz hálózat

LTT- az alapnyomású pótvíz hálózat nyitott lágyvíz tágulási tartálya

LTTSZV- a nyitott lágyvíz tágulási tartály hőntartó szivattyúja

NLT- az alapnyomású pótvíz hálózat nyitott kiegészítő lágyvíz tágulási tartálya

NLTSZV- a kiegészítő lágyvíz tartálytelep hőntartó szivattyúja

NLTSZP- a kiegészítő lágyvíz tartálytelep szakaszolója

Tágulási rendszer

TÁT(n) - tágulási rendszer, vagy zárt membrános tágulási tartály (telep)

TÁT SZP- tágulási tartálytelep töltő szelep

TÁT SZV –Tágulási rendszer előnyomó szivattyú

Vegyszeradagolás

VAB- Vegyszeradagoló berendezés

VABSV – Vegyszeradagoló szivattyú

VKO – a vegyszeradagoló keverő oszlopa

Vákuumos gáztalanítás

VGB- Vákuumgáztalanító berendezés, vagy torony

VGBSV- vákuumgáztalanító feltöltő szivattyú

VGBVSV- vákuumszivattyú

ZLT- a vákuumgáztalanító berendezés közbenső zárt lágyvíz tágulási tartálya

VGBSP1- Vákuumgáztalanító bevezető ági szelep

VGBSP2- Vákuumgáztalanító elvezető ági szelep

Elfolyó blokk

EB- Elfolyó blokk

EBSP- Elfolyó szelep

Nyomástartó (pótvíz) blokk

NSB – Nyomástartó (pótvíz) szivattyú blokk

NSZ1...n Nyomástartó (pótvíz) szivattyú