



SÁFÁR TAMÁS

Siemens Zrt.

mérnök-értékesítő

tamas.safar@siemens.com

**KIVONAT:** A Siemens már egy jó ideje nem csak vezérlő és terepi eszközöket gyárt a különböző ipari szegmensek számára, hanem a legmodernebb szoftverekkel támogatja az ipar szereplőit. A víz- és szennyvíziparban dolgozó üzemeltetők mindennapi munkájuknak támogatására a Siemens a SIWA alkalmazáscsaládot hozta létre, amelyben kiemelt helyet töltenek be a szivárgásérzékelő applikációk. A szállító csővezetékben kialakuló szivárgásokat a SIWA Leak szoftver alkalmazásával lehet detektálni és lokalizálni. Ehhez mindösszesen a szivárgásfigyelő rendszer az áramlás- és nyomásmérő műszereket használja a szivárgások felismerésére és lokalizálására. A szoftver öt különböző szivárgásmeghatározási módszer kombinációját használja a szivárgások észleléséhez.

A szállítóvezetékben kialakuló szivárgásokon túl, a vízelosztó hálózatokon belül keletkező szivárgások felderítése is komoly feladatot jelent az üzemeltetők számára. Ennek a feladatnak a megoldásához nyújt hatékony segítséget a SIWA LeakPlus applikáció. A szoftver mesterséges intelligencián alapuló innovatív megoldás a vízszivárgások detektálására és lokalizálására vízelosztó hálózatokban. Ez a szoftver elérhető felhőalapú megoldásként vagy az ügyfél telephelyén lévő külön munkállomásra, esetleg az ügyfél virtuális környezetében telepítve. A mai kor elvárásai szempontjából a felhőalapú megoldás a legbiztonságosabb az adatbiztonság, kibérvédelmi és hardver- és szoftverkarbantartási szempontokat figyelembe véve.

**KULCSSZAVAK:** Szivárgásérzékelés, Mesterséges intelligencia, Felhőalapú rendszer

## IPARI ÚJDONSÁG

## Mesterséges intelligenciával támogatott szivárgásérzékelő rendszerek

A víz- és szennyvízipar területén is megjelennek a mesterséges intelligenciával felvértezett megoldások. A cél - mint az ipar más területein - az üzemeltetési hatékonyság növelése, valamint a korlátozott erőforrásokkal történő felelősségteljes gazdálkodás, a fenntarthatóság. Ehhez, illetve a körkörös vízgazdálkodás érdekében a szektor vállalatainak integrált adatplatformra kell kapcsolnia mind a vízellátás, mind a szennyvízelvezetés keresleti és kínálati oldalát. Ehhez fejlesztette ki a Siemens a SIWA alkalmazásokat.

A SIWA a Siemens Water rövidítése, egy kifejezetten a vízipar igényeihez kifejlesztett alkalmazáscsalád. Ezekkel az alkalmazásokkal az üzemeltetők optimalizálhatják az energiahatékonyságot, elkerülhetik a vízvesztéseket, csökkenthetik a víztestek szennyezését, és megelőző karbantartási intézkedéseket hozhatnak. A következőkben bemutatott szoftverek a nem számlázott víz (NSZV) felderítésében segítik az üzemeltetőt. Ezek a szivárgások gazdasági veszteséget jelentenek a vízműveknek, mivel az előállított ivóvíz soha nem kerül leszámításra, következményes károkat okozhatnak utakban, épületekben, valamint jelenleg a szivárgások felderítése időigényes és költséges feladat.

### SIWA LEAK – SZIVÁRGÁS ELLENŐRZÉS A SZÁLLÍTÓ CSŐVEZETÉKBE

A SIWA Leak egy valós idejű szivárgásérzékelő alkalmazás, amely detektálja és lokalizálja a szivárgást olyan szállító csővezetékben, ahol nincs leágazás. A csővezeték két végén lévő áramlás- és nyomásmérő műszerek segítségével a szoftver felismeri és lokalizálja a szivárgást, valamint riasztást küld az operátornak. Ezeknél a csővezetékekénél nincs fogyasztói leágazás. A szoftver öt különböző szivárgásmeghatározási módszer kombinációját használja a megbízhatóság érdekében, így a kisebb és nagyobb

szivárgások is gyorsan érzékelhetőek.

**1. TÖMEGEGYENSÚLY MÓDSZER:** A tömegegyensúly módszerrel összehasonlítjuk a megfigyelt szegmens be- és kiáramlását. A szivárgás előtti és utáni áramlási sebességeket összehasonlítja és a különbséget méri a szoftver. A  $Q_{in}$  és  $Q_{out}$  mérési pontokon mért áramlási sebességek közötti különbséget érzékeli ugyanabban az időpillanatban és állandósult állapotban. Ha különbség van, akkor szivárgásról van szó.

**Módszer leírása:** Ez a módszer azt a tényt használja ki, hogy egy tömör csővezetékrendszerben nem lehet tömegvesztés. Az áramlási értékeket egy beállítható időtartományban integráljuk a szakasz be- és kimeneti pontjain. A kiértékelési folyamat során ezeket az integrált értékeket összehasonlítja a szoftver, és ha a különbség meghaladja a testre szabható határértéket, riasztás történik. Hosszú átlagolási idők alkalmazása esetén még a kis szivárgások is észlelhetők. Ez azonban azt is jelenti, hogy hosszabb időbe telik a szivárgás észlelése. Ezért általában két tömegmérleget használnak párhuzamosan, hogy gyorsabb és pontosabb eredményt kapjanak. Egy meghatározott idő alatt a csővezeték kiáramlásának kisebbnek kell lennie, mint a beáramlásnak, hogy a szoftver riasztást adjon ki a tömegegyensúlyra vonatkozóan. Abban az esetben, ha a kiáramlás nagyobb, mint a csővezeték beáramlása, a szoftver szintén riasztást jelez (hibás mérés).

**2. ÁRAMLÁSVÁLTOZÁS MÓDSZER:** A módszer lényege, hogy az áramlási sebességet a csőszakasz egy pontján méri és kiértékeli a szoftver. Az áramlási sebesség változása például a  $Q_{out}$  mérési ponton érzékelhető; a különböző időpontokban végzett méréseket összehasonlítja az alkalmazás.

**3. NYOMÁSESÉSES MÓDSZER:** Ez a módszer gyors nyomásesést keres egyetlen ponton végzett nyomásmérésnél. A nyomásváltozást

pl.: a  $p_{out}$  mérési ponton érzékeli és a különböző időpontokban végzett méréseket összehasonlítja a szoftver.

**Módszer leírása:** A szivárgások a csővezetékben fellépő gyors nyomáseséseken keresztül mutathatók ki. Az analóg értékeket testre szabható mintavételi sebességgel a FIFO elv szerint tárolja. A FIFO elv szerint az utolsó öt értéket tárolja a szoftver, amelyek közül a legalacsonyabbat veszi figyelembe. Ebből a legalacsonyabb értékből egy testre szabható hiszterézist von le, és az eredményt összehasonlítja az aktuális mérési értékkel. Ha az aktuális érték kisebb, akkor történik riasztás. Az esemény időpontja és dátuma megjelenik a rendszerben. Az ellenőrzött mérésnél nyomásesésnek kell lennie ahhoz, hogy a szivárgásérzékelő rendszer kiadja a riasztást és a riasztás idejét.

**4. NYOMÁSHULLÁM MÓDSZER:** Ez a módszer a hirtelen fellépő szivárgások lokalizálására szolgál.

**Módszer leírása:** Ezt az eljárást a csőszakasz mindkét végén

nyomásméréssel végezzük. A hirtelen szivárgások által keltett negatív nyomáshullámokat a szoftver érzékeli, és létrehozza az esemény időbélyegét. A csővezeték mindkét végéről származó időbélyegek, a csővezeték hossza és a vízben terjedő hullámok állandója alapján kiszámítható a szivárgás helye. Az időbélyegek, a csővezeték szakasz hossza és a negatív nyomáshullámok sebessége közötti különbségből a szivárgás helye meghatározható.

A szivárgási pont távolsága abszolút értéként és nyílként is megjelenik a „szivárgásérzékelő rendszer” képernyőjén a szivárgás előtt lévő érzékelőkhöz képest. A megfigyelt csővezeték szakasz mindkét végén nyomásesésnek kell lennie ahhoz, hogy a szoftver riasztást adjon és kiszámítsa a szivárgás pontos helyét. Amennyiben a kiszámított szivárgás a megfigyelt szakaszon belül van, riasztást ad ki. Ha a számított szivárgás a szakaszon kívül van, akkor a nyomáshullám is a szakaszon kívülről érkezik, ezért nem ad ki riasztást az alkalmazás.

**5. NYOMÁSGRADIENS MÓDSZER:** A nyomásgradiens módszer a

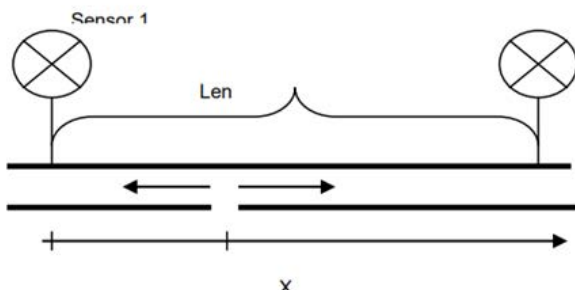
állapotban.

A 3. ábra mutatja a törvény által a szivárgás esetén előidézett nyomásgradienst:

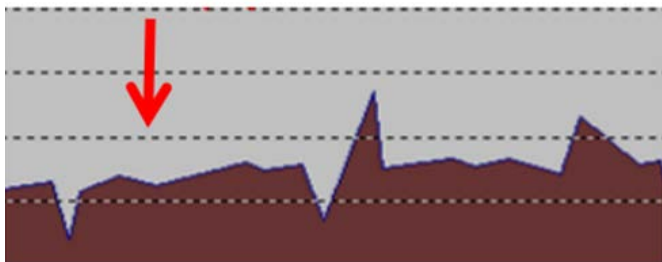
A szivárgás előtti és utáni nyomásgradiensek arányosak a mérhető  $q_1$  és  $q_2$  tömegáramokkal, és így kiszámíthatóak. Ezért a szivárgás helyét a két lineáris nyomásgradiens metszéspontjaként lehet meghatározni, amelyek  $p_1$  és  $p_2$  végpontjai szintén mérhetőek.

A mérési pontatlanságok és a csővezeték zajainak figyelembevételével a paraméterek által beállítható a riasztási érzékenység is. Így teljesen személyre szabható a szoftver. Fontos megemlíteni, hogy a szoftver gyártófüggetlenül tud kommunikálni a vezérlést végző PLC-kkel vagy felügyeleti SCADA rendszerrel.

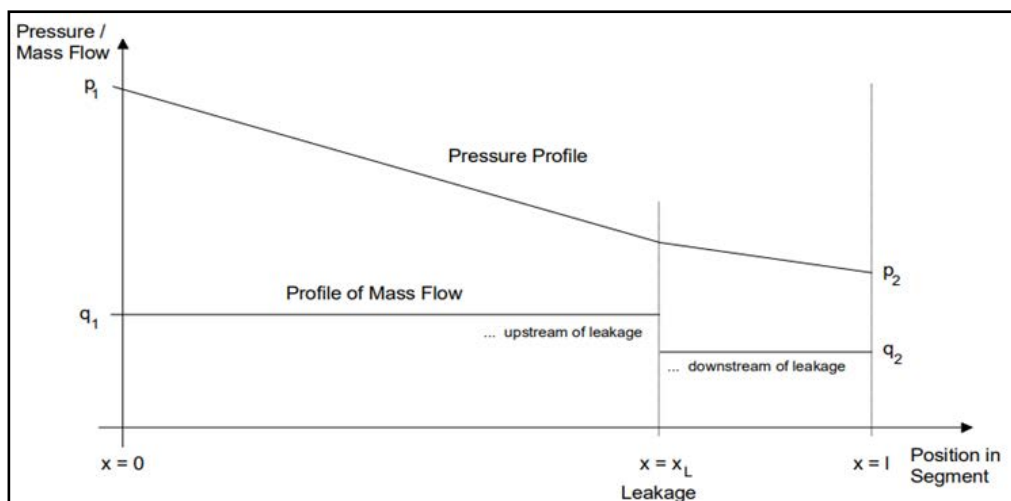
Összefoglalva a SIWA Leak használatának előnye, hogy állandó felügyeletet biztosít az ivóvíz szállítási rendszerek üzemeltetőinek a szivárgások csökkentésében, hozzájárul a következményes károk csökkentéséhez, valamint segítségével megnövekedhet a hatékonyság az üzemek működtetésében és karbantartásában.



1. ábra: Nyomáshullám rendszer módszere



2. ábra: Példa a szivárgás helyének jelzésére a „szivárgásérzékelő rendszer” képernyőjén



3. ábra: Nyomásgradiens szivárgás esetén az  $x_L$  pontban

szivárgás lokalizálására a Darcy-egyenletet használja. A Darcy-törvény a következő változók közötti összefüggést írja le: nyomáskülönbség, áramlási sebesség és a csővezeték hossza stacionárius

## SIWA LEAKPLUS – SZIVÁRGÁSELLENŐRZÉS A VÍZELOSZTÓ HÁLÓZATOKBAN

A szállító vezetékben kialakuló szivárgásokon kívül a vízelosztó hálózatokon belül keletkező szivárgások felderítése is komoly feladatot jelent a vízművek számára. Egy megbízható szivárgásérzékelő rendszer létrehozásához először is fontos megérteni, hogy miből áll a vízhalózat és hogyan működik.

A hálózat olyan elemekből áll, mint a gátak, víztározók, kutak, szivattyúállomások, csövek, tárolók és mérőberendezések. A szivárgások általában a vízelosztó csővezetékben fordulnak elő egy település teljes elosztóhálózatán belül. Az ilyen vízelosztó hálózatot úgynevezett DMA-kra (mérési körzetekre) osztják. Ez a

DMA-kra való felosztás előnyös a szivárgásellenőrzéshez szükséges adatok pontos és fenntartható mérése szempontjából, és csökkenti a hálózatban szükséges mérőberendezések számát. A következőkben röviden bemutatásra kerül a szoftver felépítése és működése.

## A FELHŐALAPÚ RENDSZER

SIWA LeakPlus egy mesterséges intelligencián alapuló innovatív megoldás a vízszivárgások detektálására és lokalizálására vízelosztó hálózatokban. Ez egy 100%-ban felhőalapú alkalmazás, amely elérhető „helyi” megoldásként. A felhőalapú megoldás előnye, hogy nincs szükség sem további hardver, sem további szoftver telepítésére, ami azt jelenti, hogy az ügyfél részéről nincs szükség hardver- és szoftverkarbantartásra vagy szervizelésre. A feltöltések és a frissítések automatikusan, a háttérben történnek. Mindössze egy webböngészőre és a SIWA LeakPlus projekthez való hozzáférésre van szükség. Nincs szükség külön szerződésre egy felhőszolgáltatóval, mivel a szoftvercsomag már tartalmazza az összes szolgáltatást. Az adatbiztonság és a kiberbiztonság tekintetében a SIWA LeakPlus felhőalkalmazásként megfelel a legmagasabb szintű informatikai biztonsági előírásoknak, és jelenleg az egyik legbiztonságosabb felhőalapú számítástechnikai környezetben, a németországi Frankfurtban található AWS-en fut. A helyi megoldás esetében két telepítési változat áll rendelkezésre: vagy az ügyfél telephelyén lévő külön hardveres rendszerre, vagy az ügyfél virtuális környezetébe. Az első változat esetében az alapberuházás magasabb, elsősorban a hardver szervizelése és karbantartása, valamint a rendszeres és szükséges szoftverfrissítésekhez való távoli hozzáférés miatt. A helyi megoldás oka lehet a helyi szabályozás, a törvények vagy a vállalat filozófiája. Ebben az esetben azonban elengedhetetlen az informatikai biztonsági szempontok értékelése. Melyiket könnyebb megvédeni? Egy felhőalapú környezetet egy olyan magasan specializált vállalat, mint az AWS know-how-jával, erejével és tapasztalatával, vagy a saját IT-környezetet? A SIWA LeakPlus, mint felhőmegoldás bizonyított tanúsítványokkal rendelkezik a kiberbiztonság tekintetében, és teljes mértékben megbízható.

## SENZORADATOK ÉS KOMMUNIKÁCIÓ

A szivárgásérzékelő alkalmazás a meglévő vezérlő- és automatizálási rendszerek kiegészítéseként, a vízvezeték állapotáról ad további tájékoztatást. A szenzoradatokon alapuló mesterséges intelligencia segíthet jelentősen csökkenteni a szivárgáskeresésre fordított értékes időt. A SIWA LeakPlus minden típusú érzékelőből származó adatot képes elemezni, például az áramlás- és nyomásméréseket. A DMA belépési és kilépési pontjain lévő áramlásérzékelők közvetlenül az alkalmazásba küldik az adataikat. Az adattovábbítás a legújabb IoT protokollok, például az MQTT, a SIGFOX, az FTP vagy a LoraWAN segítségével történhet, így a szoftver nagyon magas szintű csatlakoztathatóságot tud biztosítani. A felhasználó az áttekinthető térképek segítségével valós időben láthatja hálózatának aktuális állapotát. A térképen nagytáblán láthatóak az érzékelők telepítési helyei és az egyes alhálózatok. Egy érzékelőre kattintva részletes információk jelennek meg, például az elmúlt két hét tényleges és várható áramlásának adatai.

## A SIWA LEAKPLUS RENDSZER MŰKÖDÉSE

Az érzékelők valós idejű megfigyelését, a felhőalapú számítástechnikát, a mesterséges intelligenciát és a hidrológiai szimulációkat ötvözi egy innovatív megoldásban a rendszer, így megoldható a szivárgások korai szakaszban történő felderítése és lokalizálása. Ez a megoldás lehetővé teszi a különböző érzékelők adatainak rögzítését és elemezni kell a szivárgásra utaló rendellenességeket. A szoftver nemcsak az aktuális adatokat, hanem a vonatkozó idősor összes adatát is elemzi, és két évig elmenti. Az összes kiértékelt és elemzett adat különböző dashboard-okon jelenik meg a vonatkozó KPI-k és kritériumok alapján. A mesterséges intelligencia alkalmazásával a rendszer folyamatosan öntanuló üzemmódban van, és képes felismerni a fogyasztók viselkedésében megjelenő új tendenciákat, valamint különbséget tenni a hálózaton belüli növekvő vízfogyasztás és a szivárgások között. A beépített algoritmusok alapján a megvalósított mesterséges intelligencia azonosítja és megkülönbözteti a bekövetkezett eseményeket, például a szivárgást, az áramlási eltérést, az érzékelő hibáját és/vagy a nem tervezett vízkivételt. Az alkalmazás

automatikus riasztásokat és értesítéseket generál a különböző típusú rendellenességekről. A SIWA LeakPlus bármilyen átmérővel rendelkező hálózathoz illeszthető, valamint különböző méretű DMA mérésére alkalmas. Ez a megoldás zajos környezetben is működik, bármilyen időjárási körülmények között, és támogatja mind a szektoros, mind a nyílt rendszereket. Az alkalmazás az ügyfél igényeihez igazítható, és három változatban érhető el: Lite, Standard és Advanced. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó a Lite verzióval és egy maroknyi érzékelővel kezdheti a szivárgásérzékelést, és később a Standard vagy Advanced verzióra frissítheti, növelve az aktív érzékelők számát. A Lite verzió képes az egyes érzékelők által továbbított anomáliák észlelésére, míg a Standard verzió már képes azonosítani a DMA-t, amelyben az anomália előfordult, a Advanced verzió pedig akár 50-300 méteres pontossággal képes azonosítani a szivárgás helyét. A Standard és az Advanced változat a mesterséges intelligencia segítségével képes előrejelzéseket („várható érték” réteget) generálni, amelyeket összehasonlítanak a mért értékekkel, hogy MI alapú eseményeket generáljon. Ez a funkció növeli a pontosságot és figyelembe veszi az ünnepek, hétvégék, ...stb. szezonális hatásait a rögzített küszöbértékekkel szemben, amely a Lite verzióban megtalálható.

**ÖSSZEFOGLALVA** a SIWA LeakPlus használatának előnye, hogy támogatja a szektor üzemeltetőit a szivárgási arány akár 50%-os csökkentésével is, mert lényegesen kevesebb időbe telik azok észlelése és helymeghatározása. A korai felismerésnek köszönhetően a következményes károk megelőzhetőek. A szivárgási méretek és a lokalizáció nagy pontossága segíti a helyreállítási intézkedések tervezését is. Alkalmas minden csőanyaghoz és -átmérőhöz, valamint minden rendszerhez (DMA-val és anélkül).

A fenti digitális megoldások segítségével a vízművek az üzemeltetésükben lévő vezetékben és hálózatokban jelentkező szivárgásokat gyorsabban képesek felismerni és lokalizálni, így azok megszüntetésére irányuló beavatkozásokat is hamarabb elkezdhetik. Így a nem számlázott víz mennyisége is csökkenthető, ami kedvező hatással van az üzemeltetési és fenntartási költségek alakulására, valamint a hatékonyság növelésére.