



2023. júniusi hírlevelünk

Projekt-záró beszámoló:

Projekt azonosító száma: 2018-1.1.1-MKI-2018-00261 A projekt címe:

„Különösen nagy stabilitású folyamatos üzemű elektrokémiai direkt potenciometriás víz-analizátorok pH-érték, vagy olyan ionos összetevők koncentrációjának meghatározására, mint sók-, savak- és lúgok”

A támogató: NKFIH

A szerződött támogatás összege: 40 533 946 forint

A támogatás tervezett mértéke: 70,30%

Projekt tervezett befejezési dátuma: 2020. november 30.

Tényleges projekt befejezési dátum: 2021. november 30.

A támogatás tényleges végső mértéke: kb. 62%

Kedvezményezett neve: "LAMBDA-ELAN" Elektroanalitikai Kft.

A találmányok alapvető célkitűzése a jelenleg használatban lévő berendezésekhez viszonyított, a megszokottnál lényegesen nagyobb mérési stabilitás elérése, ami a gyakorlatban lényegesen ritkább újra-kalibrálást (legalább 3...5-ször hosszabb kalibrálási ciklusidőt) és egyúttal nagyobb elérhető mérési pontosságot biztosít.

A fejlesztés eredményeként javul az ilyen berendezések megbízhatósága, a detektálási küszöb csökken, az elérhető mérési pontosság és a mérés stabilitása lényegesen növekszik, ezzel az újra-kalibrálás gyakorisága is csökken (ami az esetek döntő többségében a manuális beavatkozások számát is jelentősen csökkenti).

A támogatott projekt kitűzött célja konkrétan négy különböző készülék prototípusának kifejlesztése, amelyek közül kettő az egyik, kettő a másik találmányt hasznosítja. Mindkét készülék-páros közül az egyik kifejezetten nyomelemzési célokat szolgál, a másik általános ipari alkalmazástechnikák keretében alkalmazható:

I. találmány: Vonatkozási elektród nélküli, ellentétes polaritású ionokra szelektív elektródpáron alapuló direkt potenciometriás iker-mérőcella. A két sorba-kapcsolt indikátor elektród alkalmazása következtében megduplázódott érzékenység, valamint a vonatkozási elektróddal szükségszerűen együtt járó diffúziós határréteg kiküszöbölése folytán az ilyen iker-mérőcellák a jelenleg használatos aszimmetrikus (egy indikátor és egy vonatkozási elektródot tartalmazó) mérőcellákhoz képest jóval alacsonyabb koncentráció tartományban is képesek megbízhatóan mérni. A találmány rövidített megnevezése: Eljárás anion-kation pár együttes mérésére ion-szelektív elektródokkal.

a) **1. prototípus:** Turbinavíz Tisztaság Monitor: hagyományos és nukleáris hőerőművek turbinavíz tisztaságának monitorozására alkalmas nyomelemző készülék (I. találmány első hasznosítása).

b) **2. prototípus:** Vonatkozási Elektród Nélküli Telepített Ipari (Online) Ion-pár Analizátor: normál koncentráció tartományban működő, egy-komponensű oldatok só-, sav- és lúg-koncentrációjának folyamatos mérésére- és/vagy szabályozására szolgáló berendezés (I. találmány második hasznosítása).

II. találmány: Hasonló felépítésű, azonos ionra szelektív elektródpáron alapuló direkt potenciometriás differenciál-mérőcella folyamatosan ellenőrzött és szükség szerint helyreállított vonatkozási elektród potenciállal. A találmány rövidített elnevezése: Speciális differenciál mérőcellán alapuló mérési eljárás a vonatkozási elektród potenciál-csúszásának mérés közbeni kompenzációjával.

a) **3. prototípus:** Nagy Tisztaságú Vízminták pH-mérője: nagy tisztaságú ipari vízminták (ioncserélt vizek, kazánvizek, tisztított hűtővizek, stb.) pH értékének folyamatos ellenőrzésére szolgáló speciális ipari telepített (on-line) pH-mérő (II. találmány első hasznosítása).

b) **4. prototípus:** Nagy Stabilitású Ipari Telepített (Online) Differenciál pH/Ion Mérő: összetett vízminták (un. mátrixok) pH értékének vagy ion-koncentrációjának folyamatos ellenőrzésére szolgáló, a jelenleg a világgpiacon kapható mérőrendszereknél lényegesen nagyobb stabilitású ipari folyamat-ellenőrző készülék. Normál ipari koncentráció tartományokban történő mérésre szolgál. (II. találmány második hasznosítása)

K+F projektünk rövid összefoglalása:

Direkt potenciometriás elektrokémiai paraméterek (pH, pX, ionok koncentrációja) mérésére, monitorozására és/vagy szabályozására szolgáló ipari folyamatos mérő-szabályozó rendszerek hosszú idejű stabilitásának minőségi javítása a mérőcellákban eddig hagyományosan alkalmazott vonatkozási elektród „kiküszöbölésével”, vagy a vonatkozási elektród instabilitásának folyamatos detektálása mellett a referencia oldat szükség szerinti megújításával a vonatkozási elektród instabilitásából származó mérési hiba mérés közbeni kompenzációja segítségével. Az így elért jóval nagyobb hosszú idejű stabilitás nagyobb mérési pontosságot, lényegesen ritkább újra-kalibrálást, tehát kevesebb manuális beavatkozást, és a kalibráláshoz használt standard oldatok mennyiségének csökkentését eredményezi.

A K+F projekt sikeres befejezése:

Ezúton, örömmel és büszkén értesítjük tisztelt ügyfeleinket, portálunk rendszeres látogatóit és az elektroanalitika iránt érdeklődő hazai szakmai grémiumot, hogy a 2018 decemberében indult ambiciózus K+F projektünket, - amelyet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap a **2018-1.1.1-MKI-2018-00261 számú pályázati szerződés** formájában támogatott - a covid-19 járvány és az abból fakadó sok egyéb nehézség ellenére, a tervezett határidőhöz képest egy teljes év késéssel ugyan, de sikerült eredményesen befejeznünk 2021. November 30.-ára.

A projekt célja négy különböző célú, páratlanul nagy stabilitású direkt-potenciometriás online analizátor prototípusának kifejlesztése volt:

1. Turbinavíz Tisztaság Monitor a hőerőművek nagy értékű turbináinak folyamatos védelme érdekében. A készülék különleges tulajdonságai a jelenleg a világgpiacon kapható azonos funkciójú készülékekhez képest:

- **Az egymással szembekapcsolt anion- és kation-érzékeny elektródokból kialakított mérőcella nem tartalmaz vonatkozási elektródot, emiatt a hosszú idejű nullpont-stabilitása lényegesen jobb, mint az „aszimmetrikus felépítésű”, csak egy indikátor elektródot és vonatkozási elektródot tartalmazó hagyományos ISE mérőcellákon alapuló jelenlegi gyártmányok.**
- **Mivel az anion- és kation érzékeny indikátor elektródok hasznos mérőjelei összeadódnak, az így felépített mérőcella érzékenysége kétszerese a hagyományos, aszimmetrikus felépítésű mérőcellával működő konkurens készülékeké.**
- **Az ion-érzékeny elektródok érzékelő membránjai nem ion-szelektív, hanem ugyancsak PVC alapú, de ioncserélő membránok. Ezeknek az érzékenysége egyébként is nagyobb, mert nem csak Na^+ és Cl^- ionokra, de elvileg bármilyen szennyező anionra és kationra is érzékenyek.**
- **A vonatkozási elektród használatával szükségszerűen együtt járó diffúziós határretegen fellépő un. diffúziós potenciál éppen az alacsony koncentráció tartományokban okoz leginkább mérési bizonytalanságot. (Ennek csökkentését szolgálja a hagyományos aszimmetrikus mérőcellák esetén az ionerősség beállítás.) A vonatkozási elektród használatának kiküszöbölésével éppen ebben a nyomelemzési tartományban így sokkal stabilabb mérőjelhez juthatunk és ráadásul gyakorlatilag szükségtelenné válik az áramló mintaoldat ionerősségének beállítása is.**
- **Az így megnövelt érzékenység, valamint a mikro-kapilláris elrendezésű két indikátor elektródot körülvevő alumínium blokk-termosztát által biztosított állandó hőmérséklet és jó minőségű elektromágneses és elektrosztatikus árnyékolás olyan jel/zaj-viszonyt teremt, amely már lehetővé teszi a jelenlegi konkurens gyártmányok esetében kényszerűségből használt pH-eltolási technika elhagyását! A hagyományos**

gyártmányokban kation oldali detektálás (Na^+ ISE) esetén karcinogén diiso-propilamint (DIPA-t), anion oldali detektálás esetén tömény hangyasavat használnak a minta pH értékének megfelelő mértékű diffúziós eltolása érdekében. Mindkét reagens erősen környezetszennyező és egészségre is kifejezetten ártalmas (különösen az erősen karcinogén DIPA)!

- **Az alkalmazott mikro-kapilláris elrendezésű elektródokból kialakított átfolyó mikro-mérőcella 1 - 5 ml/perc nagyságrendű minta áramlást tesz szükségessé, szemben a jelenleg kapható ilyen célú analizátorok hagyományos makro-elektrodok körül kialakított átfolyó mérőcellái által megkövetelt 30-50 ml/perc minta áramlási igényével.**
- **Mivel készülékünk esetében nem alkalmazunk diffúziós pH-eltolást és mérőcellában nincs**

hagyományos vonatkozási elektród (a mintaoldat és a vonatkozási elektród referencia elektrolitja között folyamatosan ionátjárható diafragmával), a nagy tisztaságú turbinavíz mintát gyakorlatilag semmi nem szennyezi a mérés folyamán. Ezért ez a csökkentett mintaáramlás is gond nélkül visszacsatolható a zárt turbinavíz körbe! Ezzel szemben az egy nagyságrenddel nagyobb minta áramlási sebességet igénylő jelenlegi monitorok esetében a diffúziós úton végrehajtott pH-eltolás, valamint a vonatkozási elektród diafragmáján keresztüli diffúziós ionszennyeződés miatt a mérőcellát elhagyó mintaoldat már nem vezethető vissza a turbinakörbe! Ez naponta átlagosan 58 liter drága, nagy tisztaságú víz előállítását (pótlás), és ugyanennyi kémiailag és biológiailag agresszív szennyvíz kémiai kezelését jelenti!

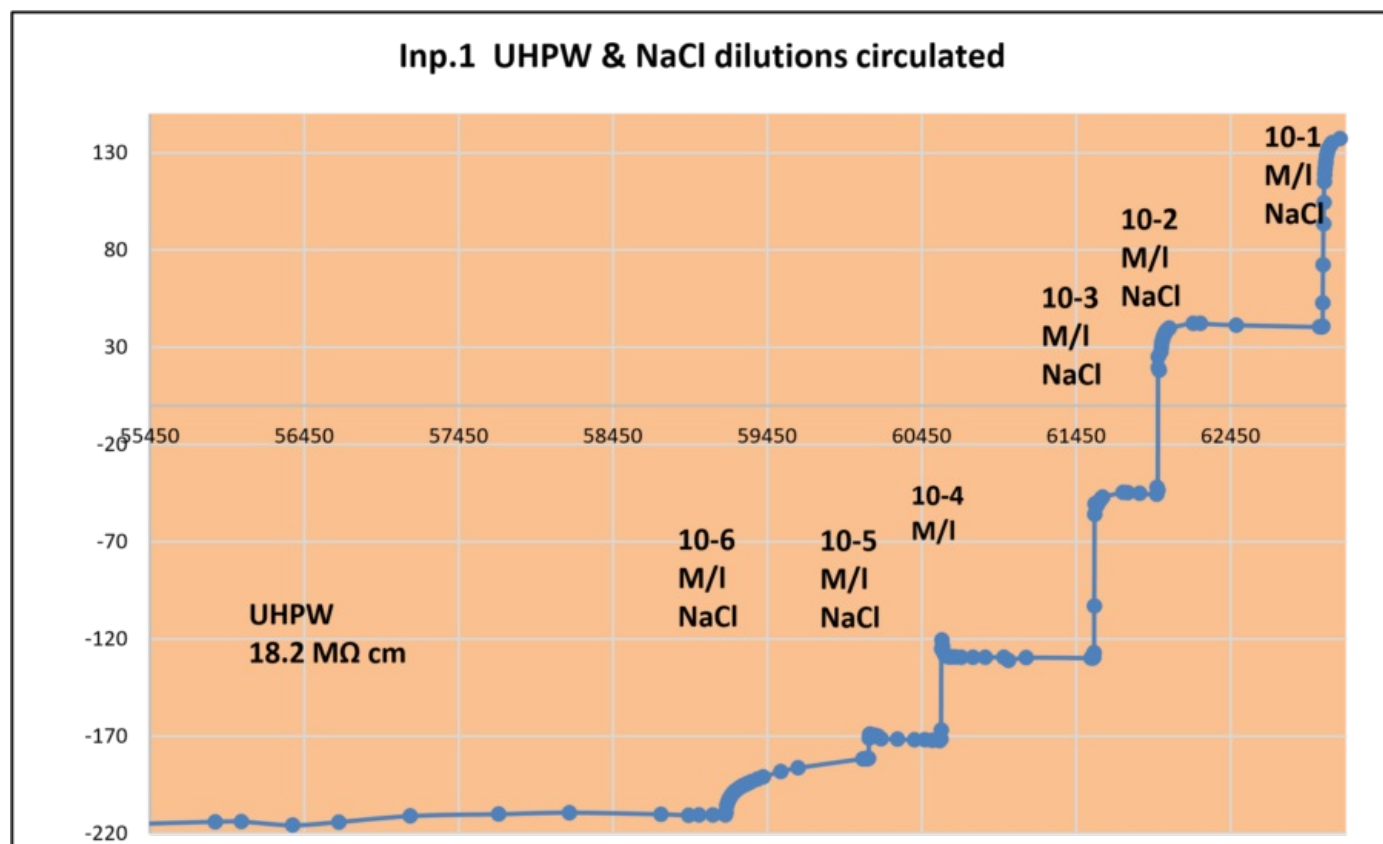
- A megnövekedett érzékenység és nullpont-stabilitás gyakorlatilag szükségtelemmé teszi a standard oldatokkal történő klasszikus illesztést (nincs vonatkozási elektród). Elég csak folyamatosan figyelni a mérőjel változásának időbeni meredekségét: ha az pozitív irányban meghaladja a kb. 10 $\mu\text{V}/\text{perc}$ meredekséget, az már biztosan nem zaj, hanem a zárt turbinavíz körbe beszivárgott ionszennyezés következménye. Eerre vonatkozó méréseink igazolták, hogy 18,2 M Ωcm -es HPLC tisztaságú vízmintával töltött 5 literes flakon tartalmát hónapokig zárt körben keringetve a mérőcellán keresztül, a jelváltozás meredeksége soha nem nőtt 2 $\mu\text{V}/\text{perc}$ fölé. Amikor ehhez az 5 liternyi áramló mintához 12,5 ml 10^{-4} Mol/l koncentrációjú NaCl oldatot injektáltunk (kb. 15 ppb eredő NaCl koncentráció), a jel 2 percen belül meglódult pozitív irányba és változása 5 percen belül a 25 $\mu\text{V}/\text{perc}$ meredekséget is meghaladta. A jelenlegi hasonló célú nyomelemző készülékeket un. DKA technikával (kétszeres standard addíció) néhány naponta szükséges újra-kalibrálni (illeszteni), ami gyakori, drága, manuális beavatkozást jelent!

- A turbinavíz minta nagy tisztasága miatt az ion-cserélő PVC membránok élettartama eddigi tapasztalataink szerint meghaladja az egy évet. Ráadásul az anion-cserélő membrán NaOH oldattal, a kation-cserélő membrán HCl oldattal, majd mindkettő tartós öblítésével (18,2 M Ωcm -es HPLC tisztaságú vizet áramoltatva az elektródokon keresztül kb. 48 órán át) jól regenerálhatók!

Turbine Water Purity Monitor

Inp.1: CationExchElectrSignal - AnionExchElectrSignal

Wide range static examination

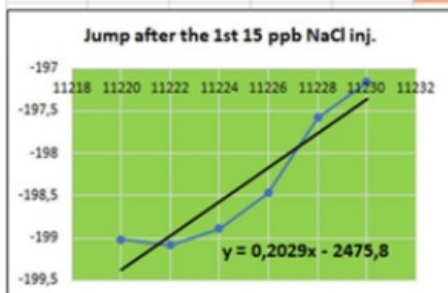
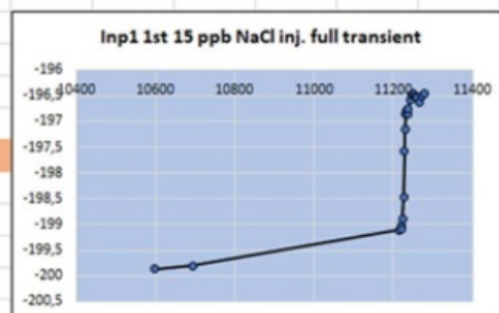
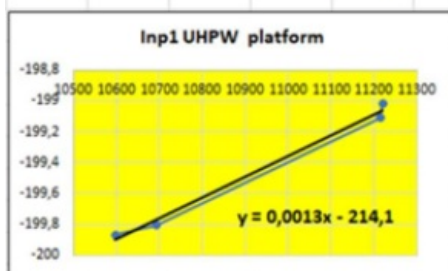


Turbine Water Purity Monitor

Inp.1: CationExchElectrSignal - AnionExchElectrSignal

Diminutive range dynamic examination

15 ppb NaCl injection: 2.5 ml 10⁻⁴ M/l NaCl injected to 1 l UHPW (Ultra High Purity Water in plastic bottle) circulated in closed system

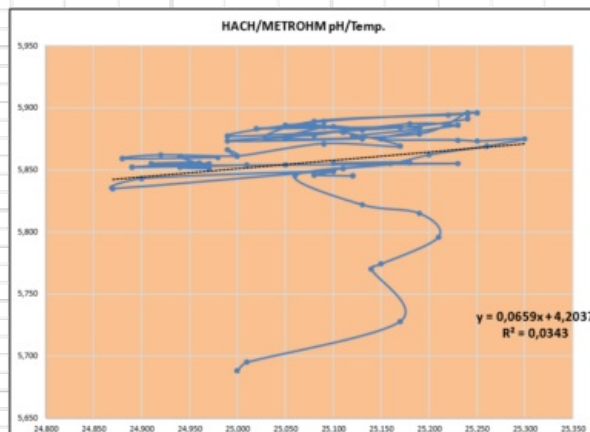
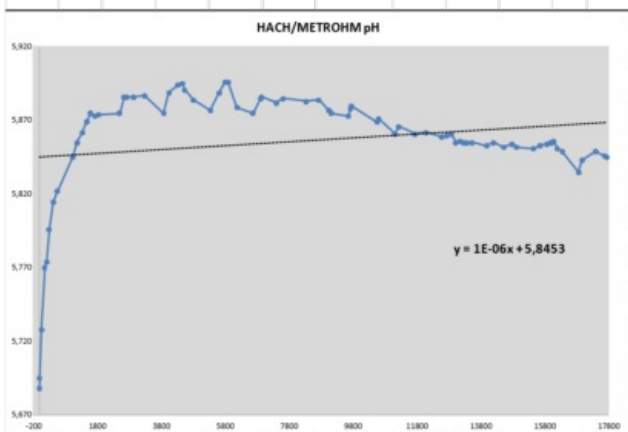
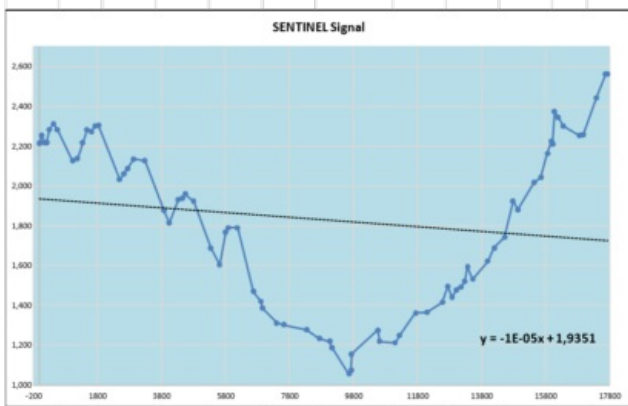
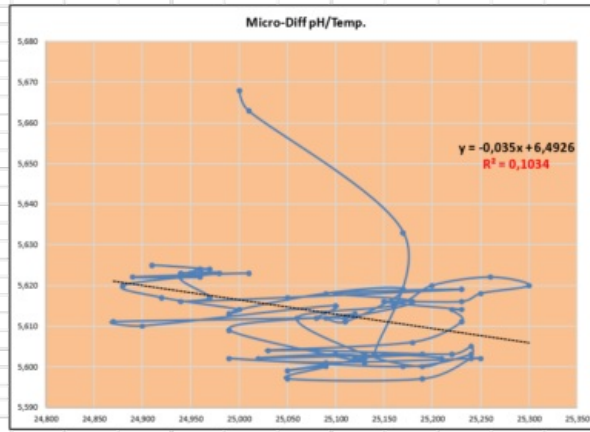
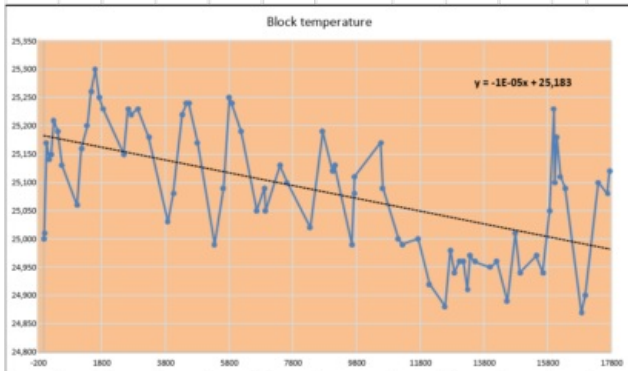


2. A Nagy-tisztaságú Vízminták pH Mérője nagyon hasznos mérőeszköz lehet a félvezetőiparban, az energiaiparban és mindenütt, ahol nagy tisztaságú vizet használnak, és elsősorban a beoldódott széndioxid mennyisége veszélyeztetheti a technológia megbízható működését. Ilyen célú hagyományos méretű elektródokat sokan kínálnak, mindannyian nagy pH-üveg membrán felülettel, az üveg membrán vastagságának minimalizálásával és általában nagy csiszolatos, vagy ún. „open-hole” diafragmával igyekeznek a mérőcella belső ellenállását amennyire lehet minimalizálni. Az Oxyguard cégnek korábban létezett differenciál pH-mérőcellán alapuló speciális gyártmánya is a tiszta vízminták pH-mérésére.

- Az általunk kifejlesztett készülék szintén differenciál mérőcellán alapszik, de azt mikrokapillaris elrendezésű pH elektródokkal valósítottuk meg. A vonatkozási elektród funkcióját ellátó mikrokapillaris pH elektródon átfolyó „referencia-minta oldat” egy AgCl kristály alapú mikrokapillaris kloridion-szelektív elektródon is átfolyik. A „referencia-minta oldat” és a ténylegesen mért minta között egy hagyományos diafragma elrendezés biztosít folyamatos ion-átjárást a galvánelem működőképességének biztosítása érdekében.
- Készülékünk a differenciál pH-méréssel párhuzamosan folyamatosan méri a vonatkozási pH-elektrod és a „Sentinel” segédelektrod (kloridion-szelektív elektród) közötti potenciálkülönbséget. Ha ennek értéke egy előre beállított limitet meghaladó mértékben elcsúszott az utolsó illesztés ideje alatt mért értéktől, egy kis perisztaltikus pumpa automatikusan elkezd megújítani a referencia-ágban lévő puffer oldatot. A pumpa akkor áll le, amikor az oldat megújítása következtében a „Sentinel” feszültségjel egy szigorúbb előre beállított limiten belül visszaáll az utolsó illesztés során mért értékhez.
- Leegyszerűsítve készülékünk a pH-mérés alatt, azzal párhuzamosan, a pH mérést nem zavarva, szükség szerinti gyakorisággal „egyponos illesztést” hajt végre és így a vonatkozási elektród potenciál-csúszását, mint zavaró jelet kiküszöböli.
- A mikrokapillaris elrendezésű indikátor- és vonatkozási-pH elektródok, valamint az ugyancsak mikrokapillaris elrendezésű kloridion-szelektív „Sentinel” segédelektrod ennél a prototípusnál is egy alumínium blokk-termosztátban lett elhelyezve, amely ebben az esetben is a hőmérséklet stabilizálása mellett árnyékolási funkciót is ellát. Utóbbi funkcióra itt is elsősorban a minta-oldat (nagy tisztaságú vízminták) igen kis vezetőképességéből fakadó nagyon nagy mérőcella belső ellenállás miatt van szükség.
- A készülékbe beépített hűtő/fűtő hőmérséklet-szabályozó rendszer választást enged a fix + 20,0 °C, illetve a fix +25,0 °C egyensúlyi tömb hőmérséklet értékek között, mégpedig $\pm 0,1$ °C pontosság és stabilitás mellett.
- A prototípus stabilitására jellemző, hogy újra-kalibrálás (illesztés) nélkül több hónapon keresztül is képes volt folyamatosan $\pm 0,02$ pH tartományon belül mérni zárt körben keringetett puffer-oldat mintákat.

MICRO-DIFF. pH Monitor - HACH/METROHM pH

More than 12 days without recalibration for both systems



Ratio of the long-term signal steepnesses: (HACH/METROHM pH)/(MICRO-DIFF pH) = - 4.8

3. Vonatkozási Elektrod Nélküli Online Ion-pár Analizátor elsősorban egykomponensű sav-, lúg- és sóoldatok koncentrációjának monitorozására, vagy beszabályozására alkalmas direkt-potenciometriás berendezés.

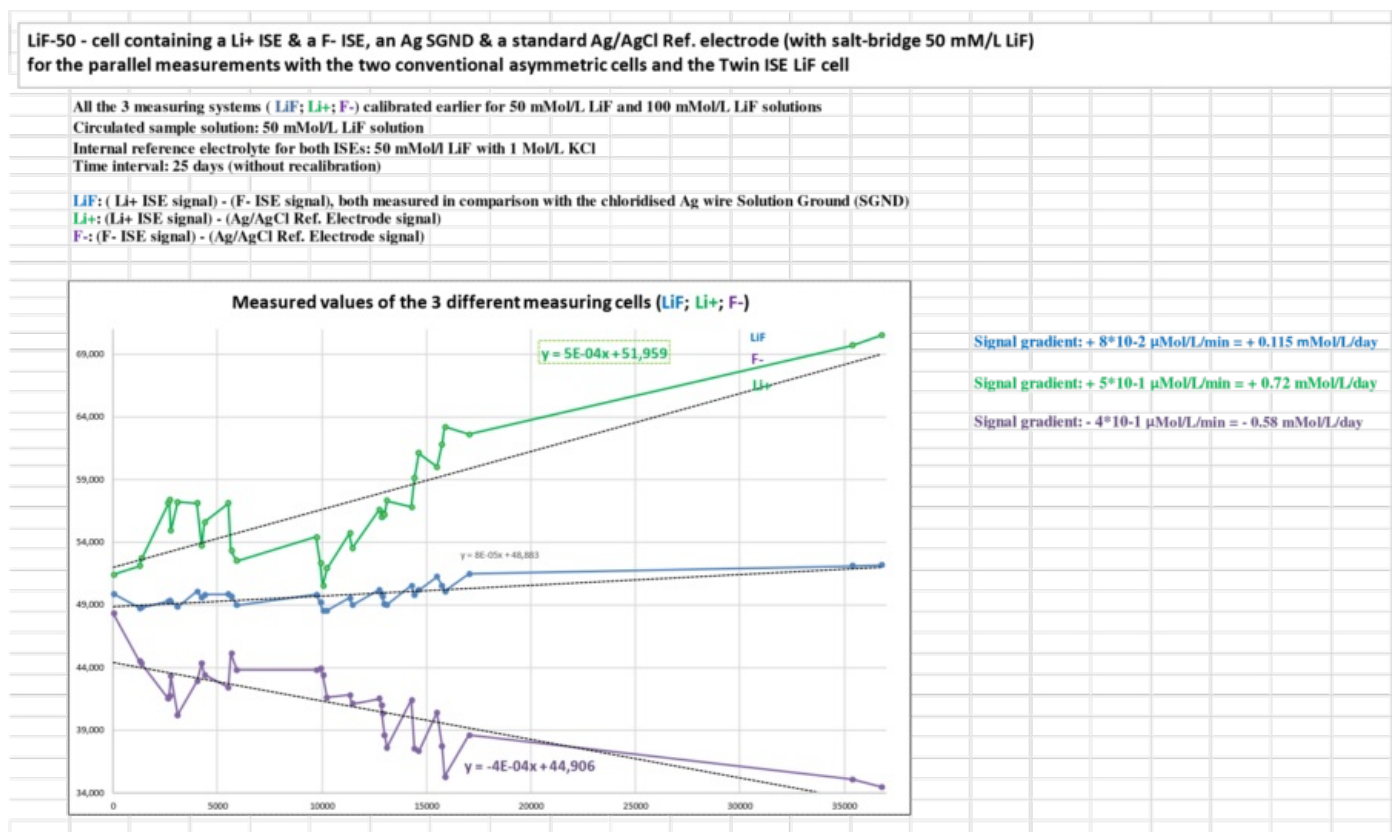
- Az egymással szembekapcsolt anion- és kation-szelektív elektródokból kialakított mérőcella nem tartalmaz vonatkozási elektródot, emiatt a hosszú idejű nullpont-stabilitása lényegesen jobb, mint a „aszimmetrikus felépítésű”, csak egy indikátor elektródot és egy vonatkozási elektródot használó hagyományos ISE mérőcellákon alapuló jelenlegi gyártmányoké.

- Mivel az anion- és kation-szelektív indikátor elektródpár hasznos mérőjelei mindig

összeadódnak, a

mérőrendszer érzékenysége kétszerese a hagyományos mérőcellával működő konkurens készülékekéhez viszonyítva.

- A prototípus hagyományos méretű, folyadék-elvezetésű ion-szelektív elektród-párt, a mintaoldat földelését (Solution Ground), valamint a hőmérsékletmérést is szolgáló (rozsdamentes acélpálcában elhelyezett) Pt1000 ellenállás-hőmérőt és ezek köré üvegből készített átfolyó „makro” mérőcellát tartalmaz.
- Az anion- és kation-szelektív elektródok belső referencia elektrolitjai azonos összetételűek, és a mért ionpár koncentrációjára nézve a monitorozni kívánt mintaoldat várható összetételével megegyezőek, vagy ahhoz a lehető legközelebb esnek (alkalmazás-függő belső referencia elektrolit összetétel!). Ez a kondíció biztosítja, hogy a két ion-szelektív elektród izotermái a minta koncentráció környezetében, azonos pont körül, és egyformán forognak a Nernst egyenletnek megfelelően. Így a hőmérséklet kompenzáció korrekt, és egyszerű számítási algoritmus szerint történhet és ráadásul a belső vonatkozási elektródok jelei széles hőmérséklet tartományban kompenzálják is egymást.
- Szeparált Li^+ és F^- ion-szelektív elektródok használata esetén 50 mM/l koncentrációjú, zárt körben keringetett minta esetén az így kapott differenciál jelből számított koncentráció értékek szórása egy kéthetes vizsgálat alatt negyed akkorának bizonyult, mint a méréssel egyidejűleg a két ISE jelét hagyományosan egy kettős diffúziós határretegű Ag/AgCl vonatkozási elektróddal szemben külön-külön mérve kapott eredményeink szórása a két aszimmetrikus mérőcellában. Az optimális kondíció érdekében a vonatkozási elektród sóhíd-oldata a mintával azonos 50 mM/l-es LiCl oldat volt. A 25 nap alatt sem a differenciál mérőcella, sem a két aszimmetrikus ISE mérőcella nem lett újra-kalibrálva. Az iker ISE mérőcella nullpont-csúszása pedig kevesebb mint ötödének bizonyult a hagyományos aszimmetrikus ionszelektív elektródos mérőcellákhoz viszonyítva! A mérőjelek hőmérsékletváltozással való korrelációja tekintetében is szignifikáns módon kisebbnek bizonyult az iker ISE mérőcella a két hagyományos aszimmetrikus ISE mérőcellához képest!



4. A Nagy Stabilitású Online pH Mérő átfolyó Mérőcellával normál ipari folyamatokban hosszú idejű pH monitorozásra és/vagy szabályozásra alkalmas készülék. Különlegessége ennek a prototípusnak is abban áll, hogy a pH mérés folyamatával párhuzamosan, de azt egyáltalán nem zavarva, szükség szerinti gyakorisággal megújítja a vonatkozási pH-elektrod referencia mintájaként használt külső referencia puffer oldatot, kiküszöbölve ezzel a mintával történő folyamatos érintkezés következtében változó (elszennyeződő) oldatösszetétel okozta kumulálódó nullponthibát. Ez a referencia oldat megújítás alkalmanként gyakorlatilag egyenértékű egy menet közbeni egyponnos illesztéssel.

- A hagyományos üveg átfolyó mérőcellába két azonos típusú szeparált pH elektród merül. Az indikátor pH elektród, valamint a mintaoldat földelését (Solution Ground) és a hőmérsékletmérést is szolgáló rozsdamentes acélpálcában elhelyezett Pt1000 ellenállás-hőmérő az áramló mintába merül. A vonatkozási elektród funkcióját ellátó vonatkozási pH elektród és egy kloridozott

ezüst „sentinel” elektród pedig egy ún. „külső referencia puffer oldat” tartályba merül. A két oldattér közötti ion-átjárhatóságot hagyományos kerámia diafragmák biztosítják.

- A mérőprogram által vezérelt perisztaltikus pumpa abban az esetben kezdi megújítani a külső referencia puffer tartály tartalmát, ha a referencia pH elektród és a „sentinel” segédelektrod között mért potenciálkülönbség („sentinel” jel) egy előre beállított határértéket meghaladóan elcsúszott az utolsó illesztés idején mért értékétől. Az oldat megújítást szolgáló folyamat akkor áll le, ha a „sentinel” jel egy szigorúbb, alkalmas limiten belül visszatér az illesztés idején mért érték környezetébe.

- A két szeparált pH elektród belső referencia puffer oldata, valamint a referencia tartályban lévő, automatikusan újítható külső referencia puffer oldat azonos összetételű. Ráadásul a három megegyező összetételű oldat alkalmazástól függően kerül megválasztásra úgy, hogy az indikátor- és vonatkozáselektrodok izotermái azonos pont körül, együtt foroghassanak a Nernst egyenletnek megfelelően és ez a nagyjából hőmérséklet-független forgáspont a minta várható pH értékéhez is közel essen. Ez korrekt és egyszerű algoritmuson alapuló automatikus hőmérséklet kompenzációt biztosít az amúgy is a megszokottnál lényegesen jobb termikus stabilitás mellett.

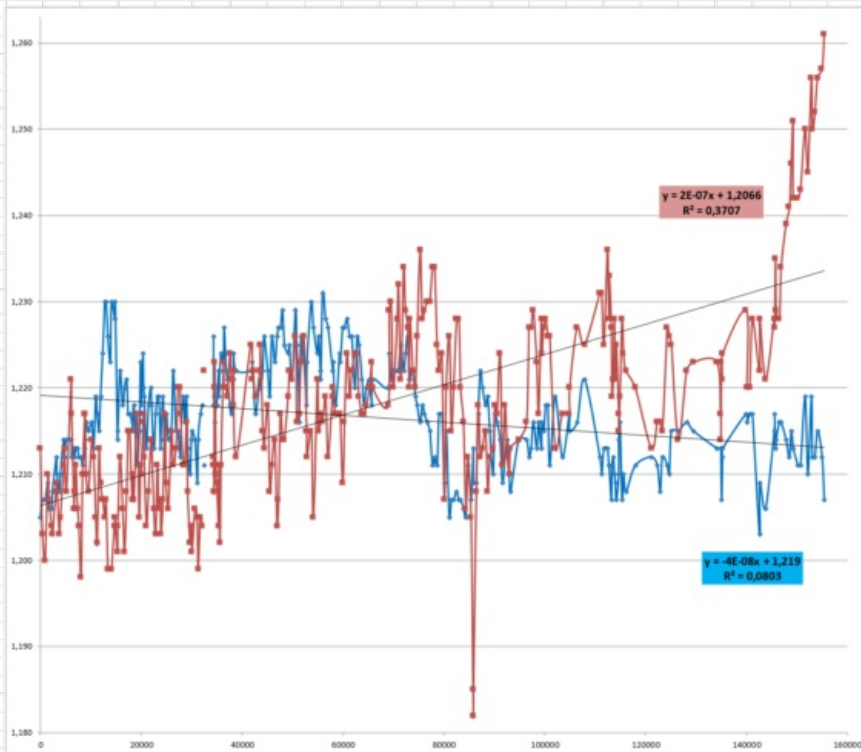
- A prototípussal 64 napos hosszú idejű stabilitás mérési folyamatot indítottunk. Összehasonlítás céljából egy HAMILTON Polilyte PlusPHI VP 120 Pt1000 polimer töltésű, „open-hole” diafragmás online elektróddal is mértük ugyanazt az zárt ciklusban keringetett mintát, egy WTW pH710 pH mérőhöz kapcsolva. A keringetett minta egy 0,05 M/l koncentrációjú kénsav oldat volt. A három megegyező referencia puffer oldat pH értékét pH = 1,25 -re választottuk. A mérési folyamat elején mindkét pH mérőrendszert három pufferre illesztettük (pH7,00 ; pH4,01 ; pH1,68). A kénsav oldatra kapott pH átlagértéke a 64 nap alatt 1,218 illetve 1.217 lett. A 64 nap alatt egyik rendszert sem illesztettük újra! Mindkét adatsornál kiszámoltuk a pH időbeni változásaira vonatkozóan a regressziós egyenes meredekségét (csúszási sebesség). A prototípus esetén a regressziós egyenes meredeksége $4,3 \times 10^{-5}$ pH/nap értékre adódott. Az összehasonlító

HAMILTON elektróddal nyert meredekség $2,9 \times 10^{-4}$ pH/nap értékre adódott. Az általunk fejlesztett pH monitor csúszása gyakorlatilag a jó minőségű, de hagyományos aszimmetrikus cella csúszásának majdnem heted része! Ha a pH-idő diagramon látható zaj amplitúdóját nézzük, a mi készülékünkön kapott átlagos csúcstól-csúcsig zaj fele volt a hagyományos rendszerhez viszonyítva!

Our "Special Macro Differential pH Monitor" in comparison with a HAMILTON Polilyte PHI 120 type online pH electrode connected to a WTW 710 pH Meter
Time interval: 108 days (without recalibration!)

Our Special Diff. pH Monitor with occasionally re-established reference electrode potential

HAMILTON Polilyte Plus PHI VP 120 with WTW 710 pH Meter
Internal reference buffer solution pH7.00, reference electrode's salt-bridge 3 M/L KCl containing polymer, open hole diaphragm



HAMILTON Polilyte Plus online combined pH electrode

Signal gradient: + 2*10⁻⁷ pH/min = + 0,00864 pH/month

Ratio of the steepnesses: - 5

Spec. Diff. pH Monitor with occasionally re-established ref. electr. pote

Signal gradient: - 4*10⁻⁸ pH/min = - 0.00173 pH/month

Buildup of the "Special Macro Differential pH Cell":

- 1) Indicator pH electrode: altered Metrohm Solvotrode with replaced internal reference buffer solution to Hydrocal pH=1.68 buffer solution further acidised to pH = 1.25 by adding proper amount of 1 Mol/L HCl, and with empty external reservoir with blocked ground joint diaphragm by PTFE tape seal
- 2) Reference pH electrode: altered Metrohm Solvotrode with replaced internal reference buffer solution to Hydrocal pH=1.68 buffer solution further acidised to pH = 1.25 by adding proper amount of 1 Mol/L HCl, and with empty external reservoir with blocked ground joint diaphragm by PTFE tape seal. It is immersed in the external reference buffer solution reservoir with two ceramic diaphragms for contact with the sample solution
- 3) "Sentinel" (auxiliary) electrode: 1 mm diameter chloridised silver wire immersed in the external reference buffer solution.
The external reference buffer solution is identical with the internal reference buffer solutions: Hydrocal pH=1.68 buffer solution further acidised to pH = 1.25 by adding proper amount of 1 Mol/L HCl
- 4) Solution Ground (SGND): stainless steel housing of the ATC immersed also in the sample solution for automatic temperature compensation

Sample solution: 0.05 Mol/L H2SO4 solution in 1 L bottle, content continuously circulated through the flow-through measuring cell of the Spec. Diff. pH Monitor and through the separate flow-cell around the comparative HAMILTON online pH electrode

Mivel cégünk a LAMBDA-ELAN Kft. egy kis privát mérnökiroda, az általunk kifejlesztett prototípus készülékek sorozatgyártására nincsen lehetőségünk. Ezért teljes igyekezetünkkel keresünk tőkeerős partnercég(ek)et a mielőbbi piacra lépés érdekében. Ráadásul a két új mérési elv, amelyet a négy készülék típus hasznosít, még nagyon sokféle direkt-potenciometriás mérőrendszerben lenne hasznosítható!

Bármilyen felmerülő kérdése esetén forduljon hozzánk bizalommal!

Lambda-Elan Kft.

www.lambda-elan.hu

www.titráló.hu

1041, Budapest, Nyár u. 130.

Telefonszám: 06-1-200-5111

E-mail cím: lambda.elan.kft@gmail.com

info@lambda-elan.hu