



Kristian Kurhela

# Menetelmän kehittäminen radioaktiivisten vesinäytteiden rauta- ja nikkelipitoisuuksien määrittämiseksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Laboratorioanalytiikka (AMK)

Laboratorioanalytiikka

Opinnäytetyö

10.5.2021

## Tiivistelmä

|                   |   |
|-------------------|---|
| Tekijä:           | Kristian Kurhela  |
| Otsikko:          | Menetelmän kehittäminen radioaktiivisten vesinäytteiden rauta- ja nikkelpitoisuuksien määrittämiseksi |
| Sivumäärä:        | 43 sivua + 15 liitettä  |
| Aika:             | 10.5.2021   |
| Tutkinto:         | Laboratorioanalyttikko (AMK)  |
| Tutkinto-ohjelma: | Laboratorioanalytiikka  |
| Ohjaajat:         | Yliopistotutkija tohtori Susanna Salminen-Paatero<br>Yliopettaja Jukka Niiranen                       |

---

Ydinreaktoreiden eliniän loputtua niiden alasajon yhteydessä esiintyy useita riskejä ympäristölle. Aktivoituneet reaktorin rakenteet voivat vahingoittaa ja kontaminoida elinympäristöjä väärin käsiteltynä tai varastoituna. Ongelman välttämiseksi on lanseerattu DEMONI-hanke, joka kuuluu Kansalliseen Ydinjätehuollon Tutkimusohjelmaan. DEMONI-hankkeen tavoitteena on kehitellä menetelmiä, joiden avulla voidaan karakterisoida ydinreaktoreiden rakenteissa esiintyviä radionuklideja ja loppusijoittaa rakenteet oikeaoppisesti ympäristöä vahingoittamatta.

Opinnäytetyö on tehty Helsingin yliopiston kemian osaston radiokemian yksikölle ja on osa suurempaa DEMONI-hanketta. Työn tarkoituksena on kehitellä menetelmiä, joiden avulla pystytään mittaamaan aktivoituneen teräksen liuetessa veteen nikkeli- ja rautapitoisuuksia ja erityisesti niiden radioaktiivisten isotooppien,  $^{55}\text{Fe}$  ja  $^{63}\text{Ni}$ , aktiivisuuksia. Menetelmillä seurataan teräksestä vapautuvien metallien pitoisuuden muutosta vesissä ajan kuluessa. Hypoteesina oli, että metalleja liukenee veteen huomattava määrä.

Opinnäytetyön keskeisimmät menetelmänkehityskohteet olivat kolonniekstraktiokromatografian soveltuvuus tutkittaville vesinäytteille ja MP-AES-laitteiston soveltuvuus metallimäärityksissä. Näytteiden aktiivisuuksia tarkasteltiin nestetuikelaskennan ja gammaspektrometrian avulla.

EXC-menetelmä todettiin validiksi erottelumenetelmäksi tutkittaville näytteille. Saantoprosentiksi saatiin metalleille noin 80 %. MP-AES-laitteistolle kehiteltiin hyväksi todettu menetelmä, jolla voitiin havainnoida tutkittavien metallien pitoisuuksia luotettavasti pitoisuusalueella 0,5–5,0 mg/l.

Menetelmien havaittiin toimivan hyvin. Suurin haaste oli näytteiden hyvin alhainen rauta- ja nikkelpitoisuus ja jatkossa osanäytteiden koko tutkimusproseduuri tullaan muokkaamaan siten, että nämä metallit voidaan havaita osanäytteistä. Alustavien tulosten perusteella metallien liukeneminen aktivoituneesta teräksestä on huomattavasti vähäisempää ja hitaampaa, kuin etukäteen oletettiin.

Avainsanat: menetelmän kehittäminen, radioaktiivisuus, MP-AES, DTM, DEMONI

## Abstract

Author: Kristian Kurhela  
Title: Development of a Method to Determine the Iron and Nickel Contents of Radioactive Water Samples  
Number of Pages: 43 pages + 15 appendices  
Date: 10 May 2021

Degree: Bachelor of Laboratory Services  
Degree Programme: Laboratory Sciences  
Supervisors: Susanna Salminen-Paatero (Ph.D.), University Researcher  
Jukka Niiranen, Principal Lecturer

---

At the end of the lifespan of nuclear reactors, there are several risks to the environment associated with their decommissioning. Activated reactor structures can damage and contaminate habitats if improperly handled or stored. To avoid this problem, the DEMONI-project has been launched as part of the National Nuclear Waste Management Research Program. The aim of the project is to develop methods for characterizing radionuclides in nuclear reactor structures and disposing of them correctly without harming the environment.

The thesis work was done for the Radiochemistry Unit of the Chemistry Department of the University of Helsinki and is a part of a larger DEMONI-project. The purpose of this thesis was to develop methods that can be used to measure the concentrations of nickel and iron when activated steel dissolves in water, and in particular the activities of their radioactive isotopes,  $^{55}\text{Fe}$  and  $^{63}\text{Ni}$ . The methods monitor the change in the concentration of metals released from the steel in water over time. The hypothesis was that a considerable number of metals would dissolve in water.

The main method development topics of the thesis work were the suitability of column extraction chromatography for the studied water samples and the suitability of the MP-AES equipment in metal assays. The activities of the samples were examined by liquid scintillation counting and gamma spectrometry.

The EXC-method was found to be a valid separation method for the test samples. The yield for metals was about 80%. A method was developed for MP-AES-equipment that could reliably detect concentrations of metals in the concentration range of 0,5–5,0 mg/l.

The method was found to work well. The biggest challenge was the very low iron and nickel content of the samples, and in the future the whole test procedure for the subsamples will be modified so that these metals can be detected from the subsamples. Preliminary results show that the dissolution of metals from activated steel is significantly lower and slower than previously assumed.

Keywords: method development, radioactivity, MP-AES, DTM, DEMONI

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto  | 1  |
| 2     | Käytettävät menetelmät  | 3  |
| 2.1   | Näytteet  | 4  |
| 2.1.1 | Raudan radioaktiivinen $^{55}\text{Fe}$ -isotooppi                      | 6  |
| 2.1.2 | Nikkelin radioaktiivinen $^{63}\text{Ni}$ -isotooppi                    | 6  |
| 2.2   | Ekstraktiokromatografia   | 7  |
| 2.2.1 | TRU-hartsin rautaerottelussa  | 8  |
| 2.2.2 | Ni-hartsin nikkelierottelussa   | 10 |
| 2.3   | Atomispektroskopia  | 12 |
| 2.3.1 | Atomispektroskopia-laitteistojen soveltuvuus                            | 14 |
| 2.3.2 | Mikroaaltoplasma-atomiemissiospektrofotometri                           | 15 |
| 2.4   | Radioaktiivisten nuklidien tunnistaminen ja aktiivisuuden määrittäminen | 16 |
| 2.4.1 | Nestetuikelaskenta  | 17 |
| 2.4.2 | Gammaspektrometria  | 18 |
| 3     | Laitteet ja reagenssit  | 19 |
| 3.1   | Käytetyt laitteistot ja välineet  | 19 |
| 3.2   | Käytetyt reagenssit   | 19 |
| 4     | Riskinhallintaa   | 20 |
| 4.1   | Radioaktiivisen säteilyn kanssa työskenteleminen                        | 20 |
| 4.2   | Muita huomioitavia riskejä  | 20 |
| 5     | Työn suoritus   | 21 |
| 5.1   | MP-AES-laitteiston menetelmän kehittäminen                              | 21 |
| 5.1.1 | Preliminääriset testit  | 22 |
| 5.1.2 | Näytepitoisuustesti   | 25 |
| 5.1.3 | Standardisuoran optimoiminen  | 27 |
| 5.1.4 | Aallonpituustesti   | 29 |
| 5.2   | Näytteiden esikäsittely jatkoanalyysia varten                           | 30 |
| 5.3   | Ni- ja Fe-erottelu ekstraktiokromatografialla                           | 32 |



|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 5.3.1     | Fe-erottelu   | 33 |
| 5.3.2     | Ni-erottelu   | 34 |
| 6         | Tulokset  | 35 |
| 6.1       | MP-AES-tulokset tutkituille näytteille  | 37 |
| 6.2       | Tuloksia näytteiden aktiivisuuksista  | 38 |
| 7         | Johtopäätökset  | 40 |
|           | Lähteet   | 42 |
|           | Liitteet  |    |
| Liite 1:  | Listaus analysoitavista näytteistä  |    |
| Liite 2:  | Preliminäärisen MP-AES-testin tulokset  |    |
| Liite 3:  | MP-AES-tulokset näytepitoisuustestissä  |    |
| Liite 4:  | MP-AES-tulokset laimentamattomille näytteille   |    |
| Liite 5:  | MP-AES-standardin optimointituloksia  |    |
| Liite 6:  | MP-AES-aallonpituustestin tulokset  |    |
| Liite 7:  | Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle ennen nikkelierottelua  |    |
| Liite 8:  | Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle ensimmäisen erottelun jälkeen   |    |
| Liite 9:  | Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle erotteluprosessin toistamisen jälkeen                                     |    |
| Liite 10: | Gammaspektri SYN I+II Ni -näytteelle ennen nikkelierottelua   |    |
| Liite 11: | Gammaspektri SYN1 I+II Ni -näytteelle ensimmäisen erottelun jälkeen   |    |
| Liite 12: | Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle erotteluprosessin toistamisen jälkeen                                     |    |
| Liite 13: | MP-AES-tulokset näytteille LOV1 I+II Fe, LOV2 I+II Fe, LOV3 I+II Fe, SYN1 I+II Fe, LOV1 I+II Ni ja LOV2 I+II Ni |    |
| Liite 14: | MP-AES-tulokset näytteille LOV3 I+II Ni ja SYN1 I+II Ni   |    |
| Liite 15: | LSC-laskut ja tulokset nikkelinäytteille LOV1 I+II, LOV2 I+II, LOV3 I+II ja SYN1 I+II                           |    |

## Lyhenteet

|         |  |
|---------|--|
| ALARA   | As Low As Reasonably Possible, optimointiperiaate säteilysuojelussa  |
| CMPO    | carbamoyl-methylphosphine oxide, karbamoyylimetyylifosfiinioksidi  |
| DEMONI  | Decommissioning Material characterization and final disposal studies, käytöstä poistettavan materiaalin karakterisointi- ja loppusijoitustutkimukset |
| DMG     | dimethylglyoxime, dimetyyliglyoksiimi  |
| DTM     | difficult-to-measure, vaikeasti mitattava alkuaine   |
| EXC     | Extraction Chromatography, ekstraktiokromatografia   |
| HPGe    | High Purity Germanium, korkean puhtauden germaniumdetektori  |
| ICP-MS  | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, induktiivisesti kytketty plasma-massaspektrometri  |
| ICP-QMS | Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry, induktiivisesti kytketty plasma-kvadrupolimassaspektrometri                                 |
| ICP-QQQ | Inductively Coupled Plasma Triple Quadrupole, induktiivisesti kytketty plasma-kolmoiskvadrupoli  |
| KYT     | Kansalliseen Ydinjätehuollon Tutkimusohjelma   |
| LSC     | Liquid Scintillation Counting, nestetuikelaskenta  |
| MP-AES  | Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer, mikroaaltoplasma-atomiemissiospektrofotometri  |

|     |   |
|-----|---|
| ppb | parts per billion, miljardisosa               |
| ppm | parts per million, miljoonasosa               |
| ppt | parts per trillion, biljoonasosa              |
| rpm | rounds per minute, kierroksia minuutissa      |
| TBP | tri-n-butyl phosphate, tri-n-butyylifosfaatti |
| TRU | Trans Uranium elements, TRU-hartsit           |
| VTT | Teknologian Tutkimuskeskus                    |

# 1 Johdanto

Energiantuotanto on yksi modernin maailman kiistellyimpiä aiheita. Maapallon keskilämpötilan lämpeneminen, otsonikerroksen katoaminen ja kokonaisten ekosysteemien häviäminen liittyvät vahvasti siihen, kuinka energia tuotetaan. Fossiiliset polttoaineet ja niistä siirtyminen uusiutuviin energianlähteisiin on ehdotettu olevan yksi tärkeimmistä tavoitteista, joka voidaan tehdä ympäristön hyväksi.

Siirtyminen täysin uusiutuviin energianlähteisiin, kuten aurinko- ja tuulivoimaan, on hyvin hankala toteuttaa suurella kapasiteetilla nopeasti ja tehokkaasti. Onkin ehdotettu, että fossiilisia energianlähteitä käyttäviä energialaitoksia korvattaisiin asteittain ydinvoimalla, kunnes voidaan täysin siirtyä puhtaisiin uusiutuviin energiamuotoihin.

Ydinvoiman lisääntyessä maailmalla tulee ottaa huomioon sen lisäämät riskit ympäristölle ja luoda kattavia riskinhallintasuunnitelmia. Yhtenä ydinvoiman ongelmana on ydinreaktoreiden elinikä, joka on noin 30–40 vuotta ja uusimilla reaktorityypeillä jopa 70 vuotta [1].

Osa riskinhallintaa on pohtia, mitä tehdä elinikänsä lopussa olevien ydinreaktoreiden suhteen. Ydinvoimaloiden alasajo niiden käyttöiän loputtua on kallis ja monimutkainen projekti, jossa ympäristökatastrofit voivat olla mittavat.

Ydinvoimaa tuotettaessa osa reaktorin rakenteista absorboi energian tuotannossa neutroneita, jotka aiheuttavat rakenteiden aktivoitumisen. Tämän vuoksi on hyvin tärkeää analysoida rakenteiden sisältämiä radiologisia, fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia, jotta rakenteet voidaan hävittää ja/tai varastoida oikeaoppisesti ilman suurempia vahinkoja ympäristölle tai ihmisille. [2; 3.]

Opinnäytetyö on tehty Helsingin yliopiston kemian osaston radiokemian yksikölle ja on osa suurempaa DEMONI (Decommissioning Material characterization and

final disposal studies, käytöstä poistettavan materiaalin karakterisointi- ja loppusijoitustutkimukset) -hanketta, joka kuuluu Kansalliseen Ydinjätehuollon Tutkimusohjelmaan (KYT) 2019–2022. DEMONI:ssa Helsingin yliopisto ja VTT (Teknologian Tutkimuskeskus) mm. kehittävät analyysimenetelmiä vaikeasti mitattavien radionuklidien (difficult-to-measure, DTM, vaikeasti mitattavia) määrittämiseksi ydinreaktorin rakennemateriaaleista, kuten teräksestä ja betonista.

Opinnäytetyö keskittyy kehittämään menetelmiä erottaa ja mitata näihin DTM-radionuklideihin kuuluvat radioaktiiviset raudan  $^{55}\text{Fe}$ - ja nikkelin  $^{63}\text{Ni}$ -isotoopit pitkäaikaisesta liuotuskokeesta otetuista vesinäytteistä. Tässä koejärjestelyssä on aktivoitunutta paineastiaterästä liukenemassa kahdessa erityyppisessä vedessä typpikaapissa ja vesiasioista otetaan määrävälein osanäyte, jolla seurataan teräksestä vapautuvien metallien pitoisuuden muutosta vesissä ajan kuluessa.

## 2 Käytettävät menetelmät

Ydinvoimaloiden alasajojen yhteydessä on tärkeää luokitella eri materiaalit niiden radioaktiivisten epäpuhtauksien mukaan, sillä radioaktiivisten rakenteiden hävittäminen ja loppusijoittaminen on turvallisuusriski. Väärin hävitettynä materiaalit voivat aiheuttaa suuren riskin ympäristölle ja ihmisille niiden vaarallisten ominaisuuksien, kuten radiotoksisuuden, kemiallisen toksisuuden ja mahdollisen eliöihin rikastumisen vuoksi. [2; 3.]

Ydinreaktoria ympäröi useita eri materiaaleja, kuten erilaisia betoneita, terästä ja nesteitä. Yleisimpiä radioaktiivisia isotooppeja, joita ydinreaktorin rakenteista löytyy ovat  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{41}\text{Ca}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  ja  $^{154}\text{Eu}$ . Tunnistusta varten helpoimmat radioaktiiviset isotoopit ovat gammalähteitä, jotka voidaan mitata gammaspektrometrillä ilman erityistä näytteenkäsittelyä, kuten  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ , ja  $^{137}\text{Cs}$ . Toisaalta vaikeasti havaittavia radioaktiivisia isotooppeja ovat matala-aktiiviset alfa- ja beetasäteilijät kuten  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{41}\text{Ca}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{55}\text{Fe}$  ja  $^{90}\text{Sr}$ . [2; 3.]

Näille hankalasti mitattavissa oleville radionuklideille tulee kehittää menetelmiä niiden havaitsemiseksi ja määrittämiseksi, sillä ne täytyy vapauttaa näyttemateriaalista ja erottaa muista radioaktiivisista isotoopeista ennen kuin niiden aktiivisuuspitoisuus voidaan mitata. Samassa näytteessä olevien radionuklidien riittävän lähekkäiset säteilyenergiat tai jonkin radioaktiivisen epäpuhtauden suuri pitoisuus alhaisaktiivisessa näytteessä aiheuttaa häiriön, eli ylimääräistä aktiivisuutta mitattavan radionuklidin energiaspektriin. [2; 4.]

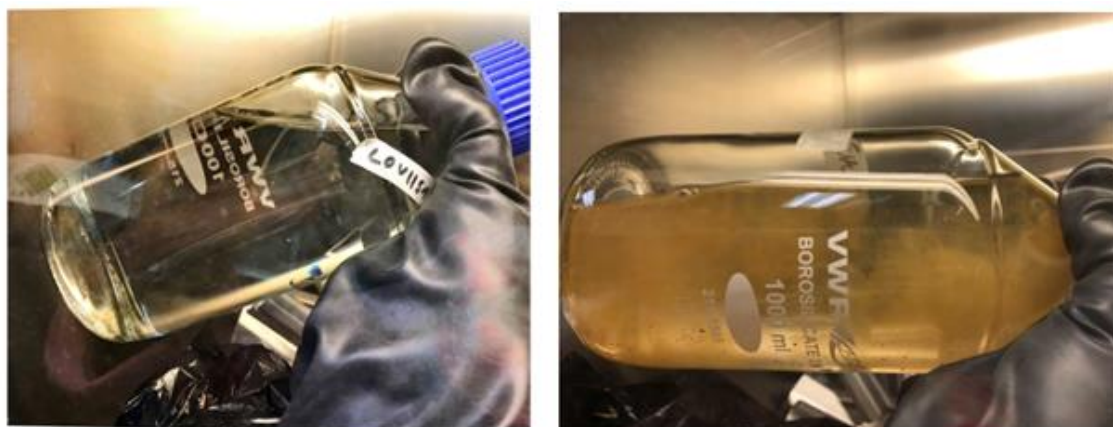
Työssä keskityttiin kehittämään määrittämenetelmä tutkimaan aktivoituneen teräksen liukenemista ja radioaktiivisten  $^{63}\text{Ni}$ - ja  $^{55}\text{Fe}$ -isotooppien vapautumista pohjaveteen reaktorijätteen loppusijoitusta simuloivassa koejärjestelyssä. Hypoteesina oli, että teräksestä liukenee huomattavia määriä metalleja ympäröivään veteen ajan kuluessa.

Alustavana suunnitelmana oli erotella näytteistä muut epäpuhtaudet ja puhdistaa nikkeli ja rauta omiin fraktioihinsa. Erottelu tapahtui kullekin alkuaineelle

niille ominaisia ominaisuuksia hyödyntäen. Näytteistä eroteltiin ekstraktiokromatografisesti epäpuhtaudet ja mitattiin eluaatit atomispektroskopiolla määrittäen stabiilien rauta- ja nikkeli-isotooppien pitoisuudet. Eluaatista mitattiin myös niiden mahdollisesti sisältämät  $^{60}\text{Co}$ -epäpuhtaudet gammaspektrometrillä ja  $^{55}\text{Fe}$ - sekä  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuudet määritettiin nestetuikelaskennalla.

## 2.1 Näytteet

Koejärjestelynä toimi typpikaapissa säilytettävät litran vesipullot, joissa VTT:n säteilyttämää terästä on asetettu kahteen erilaiseen veteen (Kuva 1). Toisessa näytteessä oli simuloitu tilannetta, jossa Loviisan ydinvoimalan alueen pohjavesi päätyisi liuottamaan maahan varastoitua aktivoitua terästä ja toinen näyte simuloi tilannetta, jossa hieman suolaisempi ja alkalisempi pohjavesi (ns. synteettinen pohjavesi, joka valmistettiin yliopistolla) pääsisi kontaktiin maahan varastoidun aktivoituneen teräksen kanssa.



Kuva 1. Vasemmassa kuvassa on oikeaa Loviisan pohjavettä ja oikeassa kuvassa synteettistä vettä. Molemmissa pulloissa on ollut aktivoitu teräspala liukenemassa noin vuoden ajan

Teräksen on annettu liueta veteen ennen opinnäytetyön aloittamista noin vuoden ajan, ja koejärjestelyistä on otettu osanäytteitä kolmen kuukauden välein kokeen aloittamisen jälkeen. Näytteitä on säilötty hapettomissa olosuhteissa

typpikaapeissa. Typpikaapissa on typpiatmosfääri, jotta ulkopuoliset häiriöt, erityisesti ilman happi, eivät vaikuttaisi typpikaapin sisältämiin näytteisiin.

Opinnäytetyössä analysoitiin 24:ää näytettä. Molemmista vesinäytteistä otettiin neljänä eri ajankohtana kolme rinnakkaista näytettä. Liitteessä 1 on listaus analysoitavista näytteistä ja näytteenottopäivämääristä sekä näytteiden fysikaalisia (sähkönjohtavuus Eh) ja kemiallisia ominaisuuksia (pH). LOV1, LOV2 ja LOV3 ovat rinnakkaisia näytteitä, jotka sisältävät Loviisan pohjavettä. SYN1, SYN2 ja SYN3 ovat rinnakkaisia näytteitä, jotka sisältävät laboratoriovettä. Roomalaiset numerot lyhenteiden perässä ilmaisevat ajankohtaa, milloin alkuperäisestä pullosta on siirretty näyte analysoitavaksi.

Näytteistä oli tarkoituksena määrittää nikkelin ja raudan radioaktiivisten isotooppien  $^{55}\text{Fe}$  ja  $^{63}\text{Ni}$  aktiivisuus. Stabiili rauta ja nikkeli aktivoituvat, eli muuttuvat radioaktiivisiksi, kun neutronit törmäävät niihin ydinreaktorissa ja sen ympäristössä, kuvassa 2 esitettyjen reaktioiden mukaisesti [3].

| Radionuclide     | Activation reaction                      | Half life (year) |
|------------------|--|------------------|
| $^{55}\text{Fe}$ | $^{56}\text{Fe}(n,\gamma)^{55}\text{Fe}$ | 3                |
| $^{63}\text{Ni}$ | $^{62}\text{Ni}(n,\gamma)^{63}\text{Ni}$ | 100              |

Kuva 2. Stabiilien  $^{56}\text{Fe}$ - ja  $^{62}\text{Ni}$ -isotooppien aktivoituminen radioaktiivisiksi isotoopeiksi  $^{55}\text{Fe}$  ja  $^{63}\text{Ni}$  [3].

$^{56}\text{Fe}$  on yleisin raudan isotooppi, jota on noin 90 % kaikesta luonnossa esiintyvistä raudasta.  $^{56}\text{Fe}$ :n kohdatessa neutroneita muuttuu ydin epästabiiliksi radioaktiiviseksi isotoopiksi  $^{55}\text{Fe}$ .  $^{62}\text{Ni}$  on stabiili nikkelin isotooppi, jota on noin 20 % kaikesta luonnossa esiintyvistä nikkelistä.  $^{62}\text{Ni}$ :n kohdatessa neutroneita muuttuu ydin epästabiiliksi radioaktiiviseksi isotoopiksi  $^{63}\text{Ni}$ . [5; 6.]



### 2.1.1 Raudan radioaktiivinen $^{55}\text{Fe}$ -isotooppi

$^{55}\text{Fe}$  on raudan radioaktiivinen isotooppi, joka koostuu 26 protonista ja 29 neutronista.  $^{55}\text{Fe}$  hajoaa elektronisieppauksen myötä stabiiliksi  $^{55}\text{Mn}$ :ksi. Elektronisieppauksessa ydintä ympäröivästä elektronipilvestä siirtyy elektroni ytimeen ja muodostaa ytimen protonista neutronin sekä elektronin neutriinon. Tällöin atomi on viritystilassa ja pyrkii purkautumaan röntgensäteilynä ja Augerin elektroneina.  $^{55}\text{Fe}$ :n puoliintumisaika on 2,7 vuotta. [2.]

Rauta on pääkomponentti teräksessä, ja teräs on yksi käytetyimmistä materiaaleista ydinreaktoreissa. Ydinreaktorista sinkoutuu käytön aikana neutroneita, jotka aktivoivat stabiilin raudan radioaktiiviseksi  $^{55}\text{Fe}$ -isotoopiksi. Siten  $^{55}\text{Fe}$  on suurimpia radioaktiivista lähteitä voimaloiden purkamisen yhteydessä. Ydinvoimalan tuotannon loputtua radioaktiivista  $^{55}\text{Fe}$ -isotooppia löytyy runsaasti teräsrakenteista, sillä sen puoliintumisaika on 2,7 vuotta. [2.]

Tutkittaessa  $^{55}\text{Fe}$ -pitoisuuksia reaktoreiden materiaaleista tulee näyte erotella muista radioaktiivisista isotoopeista kokonaan, sillä  $^{55}\text{Fe}$  emittoi matalaenergisää Augerin elektroneita, joita on hyvin hankala mitata, mikäli näytematriisissa on muita säteilynlähteitä. Nestetuikelaskennassa on usein ongelmana raudan aiheuttama nestetuikenäytteen värjäytyminen, mikä johtaa säteilyn vaimenemiseen. Matalan energia-alueen piikin ja vaimenemisen vuoksi  $^{55}\text{Fe}$  on hankalasti mitattava radioaktiivinen isotooppi. [2.]

### 2.1.2 Nikkelin radioaktiivinen $^{63}\text{Ni}$ -isotooppi

$^{63}\text{Ni}$  on nikkelin radioaktiivinen isotooppi, joka koostuu 28 protonista ja 35 neutronista.  $^{63}\text{Ni}$  hajoaa  $\beta^-$ -hajoamisen myötä  $^{63}\text{Cu}$ :ksi, eli epästabiilissa ytimessä neutroni hajoaa protoniksi ja elektroniksi. Tällöin muodostunut protoni jää ytimeen ja syntynyt elektroni sinkoutuu  $\beta$ -säteilynä energialla 66,95 keV.  $^{63}\text{Ni}$ :n puoliintumisaika on 100,1 vuotta. [2.]

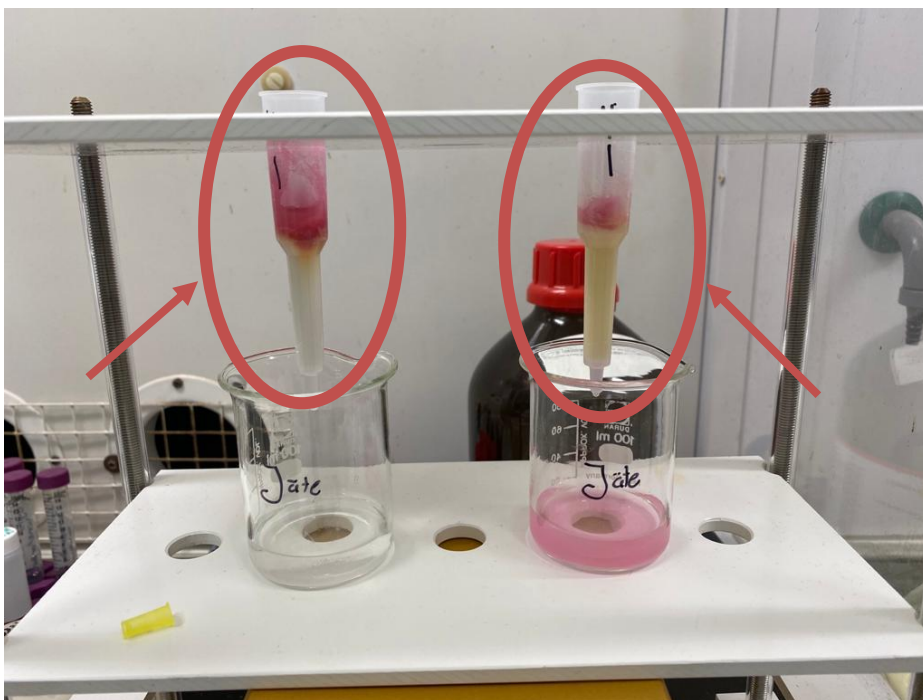
Nikkeliä esiintyy ydinreaktoreissa useassakin materiaalissa, mutta yleisimmin teräksessä ja betonissa. Nikkelin aktivoitumisen seurauksena syntyvää radioaktiivista  $^{63}\text{Ni}$ -isotooppia on vaikea erottaa suuresta näytematriisista, jossa esiintyy muita säteilylähteitä, sillä se emittoi beetasäteilyä matalalla energialla. Tämän vuoksi  $^{63}\text{Ni}$  on hankalasti mitattava radionuklidi. [2.]

Hyödyntämällä nikkelin kemiallisia ominaisuuksia ja erityistä saostumiskykyä dimetyylyglyoksiimin (DMG, dimethylglyoxime) kanssa se saadaan saostettua puinaisena sakkana ja on siten eroteltavissa muista epäpuhtauksista [7; 8; 9].

## 2.2 Ekstraktiokromatografia

Ekstraktiokromatografia (Extraction chromatography (EXC)) on menetelmä radionuklidien erottamiseen erilaisista nestemäisistä näytematriiseista. Tekniikka yhdistää neste-nesteuton selektiivisyyden ja kolonnikromatografian käytön helppouden. Menetelmää käytetään usein muiden analyysimenetelmien, kuten nestetuikelaskennan ja ICP-MS:n (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, induktiivisesti kytketty plasma-massaspektrometri) rinnalla. [7; 8; 9.]

Kolonnisuppiloon asetetaan rakenteeltaan erityyppisiä hartseja, riippuen analysoitavasta näytteestä. Hartsi toimii kolonnissa stationäärisenä faasina, jolloin analysoitavan näytteen sisältämät metallikompleksit tarttuvat hartsin kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien vuoksi hartsiin, eivätkä tule kolonnista ulos ennen kuin käyttäjä tämän haluaa. Määritettävä analyyyti irrotetaan stationääristä faasista eluaatilla. Näyte kulkee eluaatin mukana pois kolonnista, ja sen analysointi jatkuu halutulla menetelmällä. EXC-menetelmä esitettynä kuvassa 3. [7; 8; 9.]

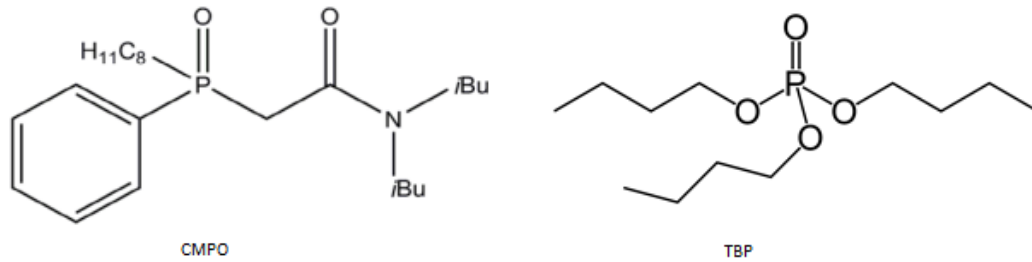


Kuva 3. Ekstraktiokromatografiassa käytettävät kolonnit.

Kolonnekstraktiokromatografia on erittäin nopea, ympäristöystävällinen ja suhteellisen halpa erottelumenetelmä verrattuna perinteisiin erottelutekniikoihin. Menetelmällä on myös mahdollista määrittää useita eri radionuklideja samasta näytteestä. [7.]

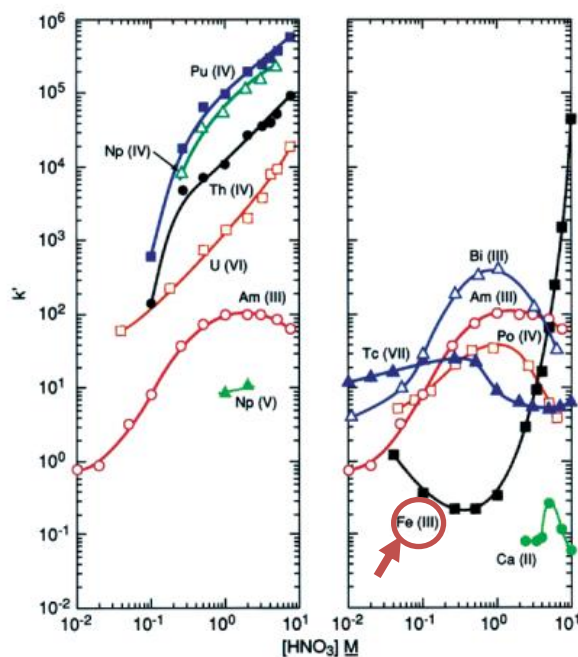
### 2.2.1 TRU-hartsit rautaerottelussa

TRU-hartsit (TRans Uranium elements, TRU Resin) toimii stationäärisenä faasina kolonnekstraktiokromatografiassa. TRU-hartsit sisältää sekoituksen karbamoyylimetyylifosfiinioksidia (carbamoyl-methylphosphine oxide, CMPO) ja tri-n-butyylifosfaattia (tri-nbutyl phosphate, TBP). Kuvassa 4 on esitetty CMPO- ja TBP-molekyylien rakenteet. [7; 8.]



Kuva 4 CMPO- ja TBP-molekyylien rakenne kuvattuna [7].

TRU-hartsin kyky erotella rautaa perustuu raudan affiniteettiin hartsin kanssa tietyissä typpihappokonsentraatioissa. Kuvassa 5 esitetään, kuinka raudan affiniteetti ( $k'$ -arvo) on matala pienissä typpihappokonsentraatioissa, ja korkea korkeissa typpihappopitoisuuksissa. Käyttämällä vahvaa typpihappoa liikkuvana faasina, raudan affiniteetti kasvaa ja jää hartsin kanssa kolonniin kiinni muiden epäpuhtauksien siirtyessä liikkuvan faasin kanssa pois kolonnista. [7.]



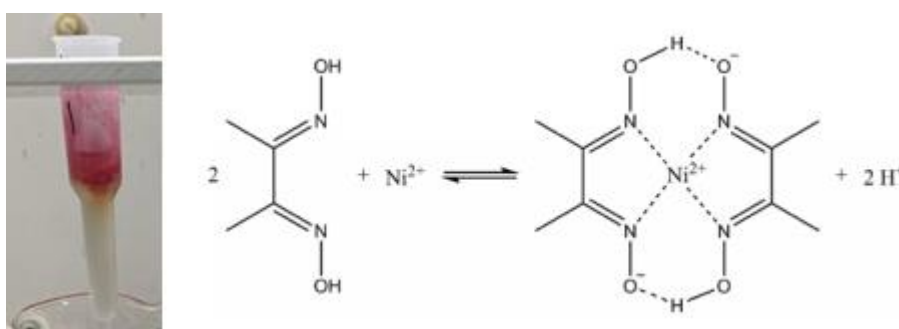
Kuva 5. Metallien affiniteetti kuvattu suhteessa typpihapon konsentraatioon. Punaisella ympyrällä korostettu raudan käyttäytymistä eri typpihappokonsentraatioissa. Raudan affiniteetti  $k'$  kasvaa eksponentiaalisesti typpihappopitoisuuden kasvaessa tietyn raja-arvon yli. [7.]

Rauta irtoaa hartsista, kun liikkuvan faasin typpihappopitoisuutta lasketaan. Tällöin saatua eluaattia voidaan tarkastella jatkotoimenpiteillä, kuten nestetuikelaskennan ja atomispektroskopian avulla. [7; 8.]

Nostamalla tai laskemalla liikkuvan faasin, eli typpihapon, konsentraatiota voidaan säädellä raudan erottumista TRU-hartsista ja siten menetelmää voidaan käyttää Fe-erotuksissa. Olettamalla, että stabiili rauta käyttäytyy sen radioaktiivisen  $^{55}\text{Fe}$ -isotoopin kanssa samalla tavalla erotuksen aikana, voidaan menetelmää myös hyödyntää radioaktiivisen Fe-55 isotoopin erottelussa. [7; 8.]

### 2.2.2 Ni-hartsin nikkelierottelu

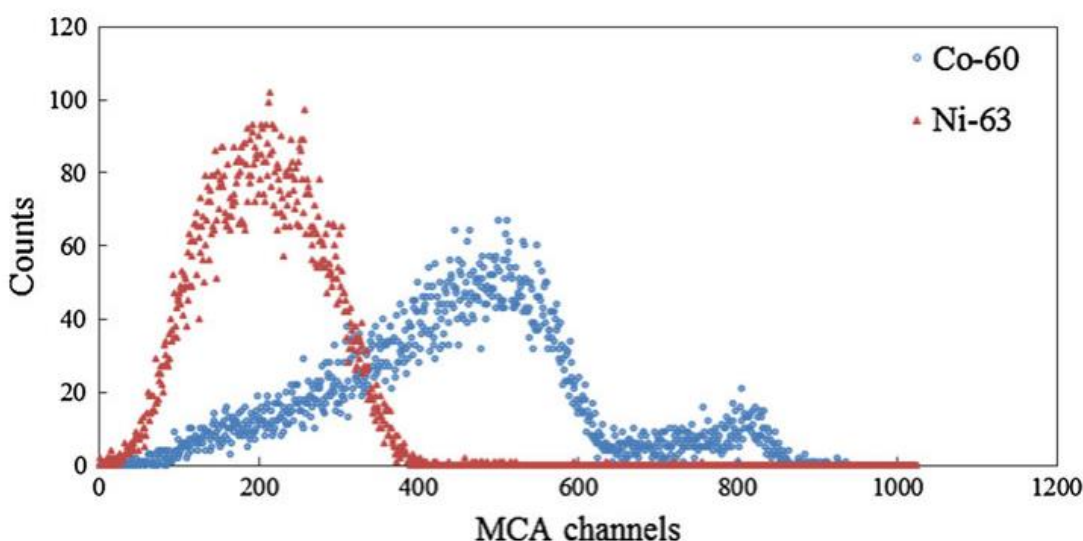
Nikkelihartsin sisältäviä dimetyyliglyoksiimilla (dimethylglyoxime, DMG) päällystettyjä inerttejä rakeita. Nikkelihartsin tarkoitus on erottaa muut alkuaineet nikkelistä. Toisin kuin TRU-hartsin menetelmän perustuminen affiniteettiin, nikkeli-hartsin perustuu saostumiseen kolonnissa DMG:n kanssa pH-alueella 8–9. Saostumisen yhteydessä muodostuu punainen  $\text{Ni}[\text{DMG}]_2$ -kompleksiyhdiste. Kompleksiyhdiste on stabiili ja liukenematon näissä olosuhteissa ja jää hyvin kiinni kolonniin. Kuvassa 6 on esitetty punaisen sakan väri sen muodostuessa kolonniin sekä reaktiokaava, kuinka nikkeli muodostaa hartsin kanssa kompleksiyhdisteen. [7; 9.]



Kuva 6. Vasemmalla esitettyä menetelmän aikana kolonniin muodostunutta punaista sakkua. Oikealla stabiilin  $\text{Ni}[\text{DMG}]_2$ -kompleksiyhdisteen muodostumisen reaktiokaava [7].

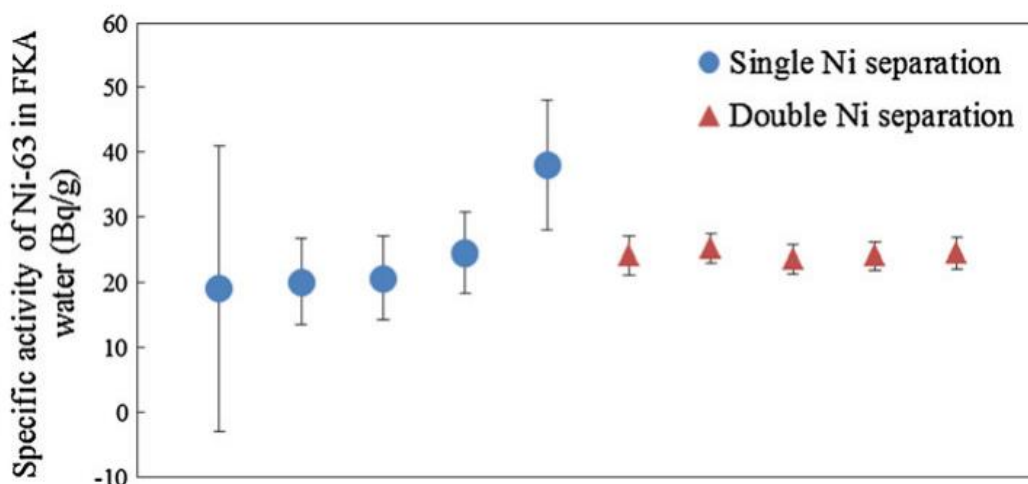
Eluenttina Ni-hartsin -nikkelierotuksessa käytetään 3 molaarista typpihappoa. Eluentti voidaan tämän jälkeen analysoida useilla eri menetelmillä, ja määrittää liuoksen stabiili nikkeli- ja  $^{63}\text{Ni}$ -pitoisuudet olettamalla, että stabiili nikkeli käyttäytyy erotuksissa samalla tavalla sen radioaktiivisen  $^{63}\text{Ni}$ -isotoopin kanssa. [7; 9.]

Koboltin radioaktiivista  $^{60}\text{Co}$ -isotooppia on suuria määriä ydinreaktoreiden eri rakenteissa, erityisesti reaktorin jäähdytysvedessä. Koska koboltin ja nikkelin kemialliset ominaisuudet ovat hyvin samankaltaiset, esiintyy  $^{60}\text{Co}$  epäpuhtautena tutkittaessa  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuuksia näistä rakenteista. Nestetuikelaskennassa molempia nuklideja sisältävästä matriisista on toinen erotettava, sillä se vaikuttaa huomattavasti tutkimustuloksiin. Kuvassa 7 on esiteltyä koboltin häiritsevää vaikutusta, kun tutkitaan matriisia, jossa on molempia radioaktiivisia isotooppeja. [10.]



Kuva 7. Nestetuikelaskennan spektri matriisista, jossa on  $^{63}\text{Ni}$  (kuvattu punaisilla kolmioilla) ja  $^{60}\text{Co}$  (kuvattu sinisillä ympyröillä). Radioaktiivinen  $^{60}\text{Co}$ -isotooppi aiheuttaa mittausvirhettä mitattaessa  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuutta, sillä  $^{60}\text{Co}$ -spektrin tulos peittää  $^{63}\text{Ni}$ :n muodostuvaa spektriä aiheuttaen mittavirhettä. Molemmat radioaktiiviset isotoopit emittoivat beetasäteilyä, joten niitä ei voi erottaa nestetuikelaskennassa säteilytyypin perusteella. [10.]

Nestetuikelaskennassa mitattaessa  $^{63}\text{Ni}$ :n aktiivisuutta vähäisetkin  $^{60}\text{Co}$ -pitoisuudet häiritsevät ja tuottavat suuria mittausvirheitä. Kuvassa 8 on havainnollistettu kuinka  $^{60}\text{Co}$  vaikuttaa mittausvirheeseen, kun mitataan  $^{63}\text{Ni}$ :ä  $^{60}\text{Co}$ :a sisältävästä matriisista. [10.]



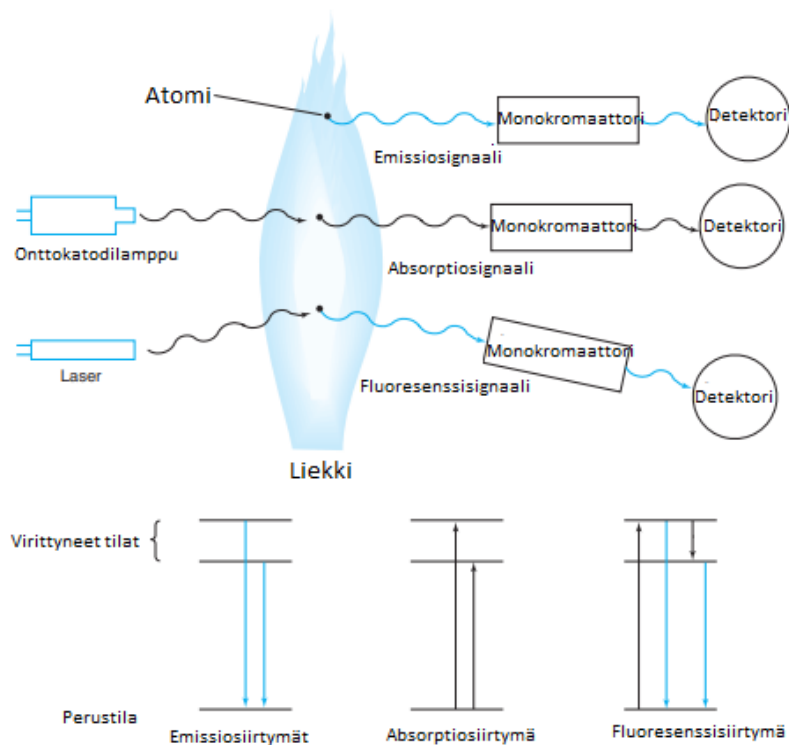
Kuva 8. Kuvailtu mittavirheen muutosta, kun nikkelierotus on toistettu kahdesti matriisille, joka on sisältänyt  $^{63}\text{Ni}$ :ä ja  $^{60}\text{Co}$ :a. Siniset ympyrät kuvaavat nikkelin mittavirheen suuruutta, kun erottelu on tehty kerran, punaiset kolmiot kuvaavat mittavirheen suuruutta, kun erottelu on tehty kahdesti. Viivojen pituudet havainnollistavat mittausvirheen suuruutta. Tekemällä erottelu kahdesti mittavirhe pienenee huomattavasti verrattuna erotteluun, joka tehdään kerran. [10.]

On suositeltavaa, että tutkittaessa  $^{63}\text{Ni}$ :n aktiivisuutta, Ni-hartsierottelu toistetaan kahdesti luotettavien tuloksien saavuttamiseksi, jos näytematriisi sisältää  $^{60}\text{Co}$ :a [10].

### 2.3 Atomispektroskopia

Atomien rakenteiden vuoksi jokaisella atomilla on yksilöllinen tapa reagoida ympäristöstä tulevaan säteilyyn. Tietynlainen säteily aiheuttaa muutoksia atomin energiatiloissa, jolloin näitä muutoksia voidaan havainnoida eri menetelmillä ja täten karakterisoida toisistaan. [11, s. 479–480.]

Atomispektroskopia on tekniikka, jonka avulla pystytään tulkitsemaan atomien uniikkeja energiatilamuutoksia. Atomit voivat joko ulkoisen säteilyn vuoksi viritäytyä korkeammalle energiatasolle ja emittoida uniikkia energiaa tai absorboida tietyn määrän energiaa. Tutkimalla energiatilan muutoksia atomissa, voidaan karakterisoida näytteen sisältämä aine. Kuvassa 9 havainnollistetaan eri atomispektrometrinen menetelmien toimintaperiaatteita. [11, s. 479–480.]



Kuva 9. Eri atomispektroskopiamenetelmien periaate [11, s. 480].

Atomispektroskopiassa näyte atomisoidaan 2 000–8 000 K:ssa. Atomisoidusta näytteestä atomien konsentraatiot mitataan niiden energiatilamuutoksien avulla. Tekniikan korkean herkkyyden vuoksi jopa kompleksisen näytematriisin koostumus on helppo erottaa toisistaan. [11, s. 479–480.]

Atomispektroskopialla kyetään mittaamaan pitoisuuksia jopa ppt-tasolla. (parts per trillion, biljoonasosa) Tekniikka kykenee vain mittaamaan alkuaineiden konsentraatioita näytteessä, eikä yhdisteiden tai saman alkuaineen eri isotooppien



mittaaminen ole mahdollista. Atomispektroskopiaan perustuvat laitteistot ovat usein hyvin kalliita, mutta laajasti saatavilla. [12.]

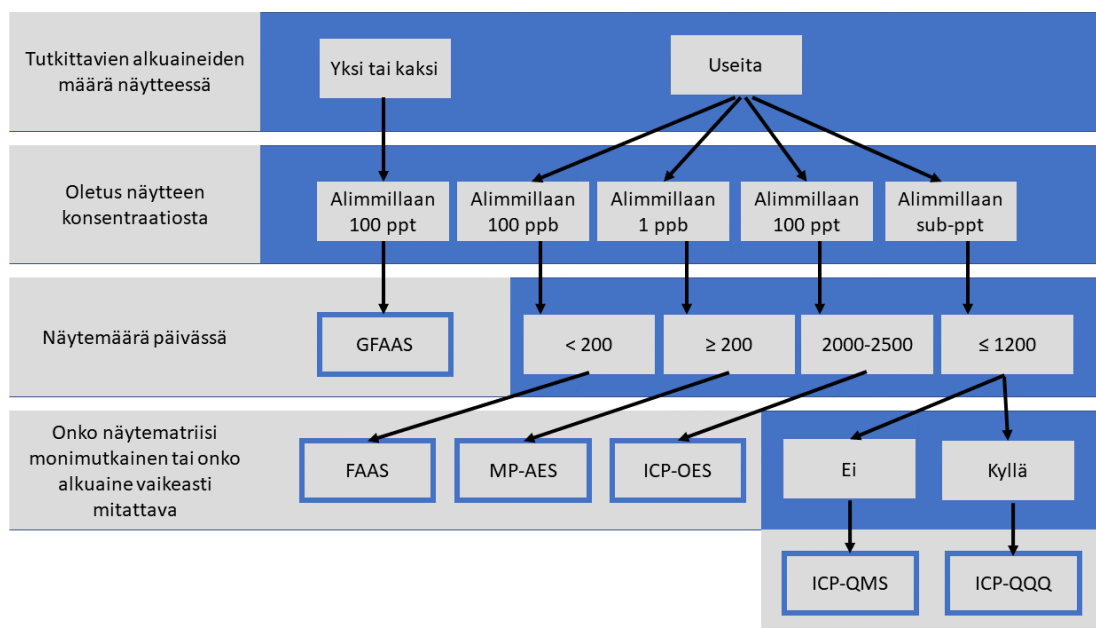
### 2.3.1 Atomispektroskopia-laitteistojen soveltuvuus

Atomispektroskopiaa hyödyntäviä menetelmiä on kehitetty useita erilaisia. On hyvä osata valita oikea menetelmä soveltuvaksi omaan käyttötarkoitukseen. Yleisimpiä atomispektroskopiaa hyödyntäviä laitteita on kuvailtu kuvassa 10.

| Yhteenveto atomispektrometritekniikoiden analyttisestä suorituskyvystä | AAS       | AAS         | MP-AES      | ICP-OES       | ICP-QSM    | ICP-QQQ    |
|--|-----------|-------------|-------------|---------------|------------|------------|
|  | FAAS      | GFAAS       |             |               |            |            |
| Havaitsemisrajat (LOD)   | 100 ppb   | 10 -100 ppt | ppb -10 ppb | 100 ppt - ppb | < ppt      | < ppt      |
| Näytteiden enimmäismäärä päivässä                                      | 100 - 200 | 50 - 100    | 300 - 500   | 2000 - 2500   | 750 - 1200 | 750 - 1200 |
| Analysoitavien alkuaineiden enimmäismäärä                              | ~65       | ~50         | ~70         | ~70           | ~70        | ~70        |
| Laitteiston käytön vaativuus   | Matala    | Keskiverto  | Matala      | Keskiverto    | Vaativa    | Vaativin   |
| Hinta  | Halpa     | Halpa       | Keskiverto  | Kallis        | Kallis     | Kallis     |

Kuva 10. Yhteenveto eri atomispektroskopiaa hyödyntävistä menetelmistä ja niiden heikkouksista ja vahvuuksista [13].

Kuvassa 11 esitetään kaavakuvan avulla, kuinka voidaan valita sopivin atomispektroskopiamenetelmä omaan tarkoitukseen.

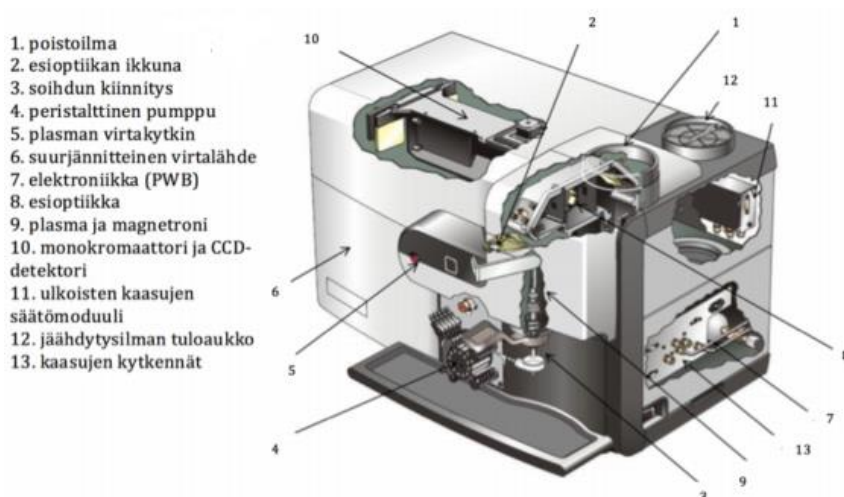


Kuva 11. Kaavakuva, jota seuraamalla voidaan valita paras laitteisto omia tutkimuksia varten [13].

MP-AES (Mikroaaltoplasma-atomiemissiospektrofotometri, Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer) on muihin atomispektrometreihin verrattuna keskitasoa selektiivisyydeltään sekä hinnaltaan, ja on siksi yksi yleisimmistä atomispektrometreistä laboratorioissa [13].

### 2.3.2 Mikroaaltoplasma-atomiemissiospektrofotometri

Mikroaaltoplasma-atomiemissiospektrofotometrilaitteisto, jonka rakenne on esitettyä kuvassa 12, on yksi monista atomispektroskopiaa hyödyntävistä laitteista. Laitteisto kykenee kvantitoimaan ja kvalifioimaan nestemäisistä näytteistä atomeita jopa ppb-tasolla (parts per billion, miljardisosa) ja tekemään samanaikaisesti satoja alkuainemääryksiä muutamissa tunneissa. [12.]



Kuva 12. MP-AES laitteiston rakenne [14].

Näyte syötetään laitteistoon nestemäisessä muodossa, jolloin asetetulla paineella näytettä siirtyy nebulisaattoriin, eli sumutuskammioon. Nebulisaattorissa neste muuttuu aerosoliksi ja johdetaan plamasoihtua kohti. Plasman suuren lämpötilan vuoksi aerosolin sisältämät atomit atomisoituvat ja tällöin myös atomien energiatilat muuttuvat perustilasta. Viritystilan purkautuessa atomit emittoivat säteilyä valon muodossa, joka on kullekin alkuaineelle ominainen. Atomit siirtyvät monokromaattorin läpi detektorille, jonka avulla alkuaineet voidaan kvalifioida ja kvantitoida. [14.]

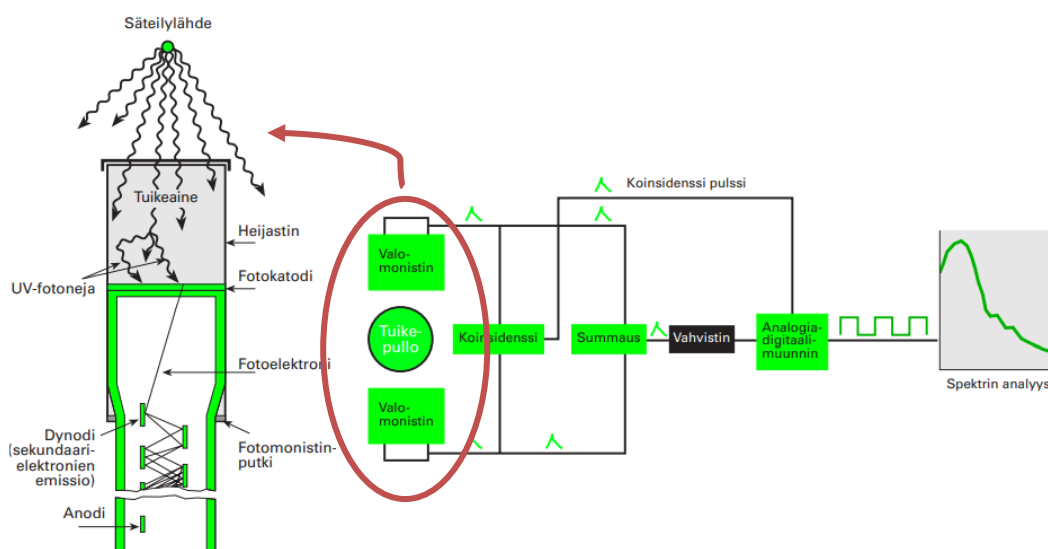
## 2.4 Radioaktiivisten nuklidien tunnistaminen ja aktiivisuuden määrittäminen

Epästabiilin nuklidin hajotessa atomi voi emittoida energiaa erityyppisillä säteilyillä. Eri nuklideilla on eri tapoja hajota ja niillä on erilaiset puoliintumisajat, eli niiden radioaktiivisuuden määrä vähenee eri nopeudella. Tutkimalla näitä ominaisuuksia eri menetelmillä voidaan tutkittavan nuklidin aktiivisuus ja tyyppi määrittää hyvin tarkasti.

## 2.4.1 Nestetuikelaskenta

Nestetuikelaskentaa (Liquid scintillation counting, LSC) käytetään beetasäteilyn, Auger-elektronien, alfasäteilyn ja matalaenergisien gammasäteilyn mittaamiseen [15].

Tuikelmaisimen tärkeimmät komponentit ovat tuikeaine (skintilaattori) sekä valomonistinputki. Menetelmä perustuu tuikeaineen kykyyn absorboida säteilynlähteestä energiaa ja emittoida tästä syntyvää valoa valomonistimeen ja sitä kautta detektorille. Radioaktiivisen hajoamisen myötä partikkelit liikkuvat tuikeaineessa merkittävällä kineettisellä energialla. Kun partikkelit tai fotonit radioaktiivisesta lähteestä reagoivat tuikeaineen kanssa, niiden kineettinen energia laskee, kun ne virittävät tuikeaineen sisältäviä molekyyliä. Virittyneet molekyylit emittoivat valoa palatessaan perustilaansa. Valo siirtyy tuikeaineesta valomonistimiin ja siitä detektorille. Kuvassa 13 on esitelty nestetuikelaskimen rakennekaava ja toiminta. [15; 16, s. 122–125.]



Kuva 13. Nestetuikelaskimen rakennekuva. Kuvassa tuikeaine reagoi säteilynlähteen kanssa tuottaen valoa, joka monistetaan valomonistimilla useaan otteeseen, kunnes se lopulta saapuu detektorille, joka muodostaa nestetuikelaskentaspeskin, josta voidaan tulkita analysoidun näytteen aktiivisuutta ja säteilytyyppejä. [16, s. 123.]

Syntyvän valon määrästä voidaan määrittää tutkittava radionuklidi sen hajoamisenergian perusteella, sekä millaista energiaa tutkittava nuklidi emittoi (piikin muoto nestetuikespektrissä) [15; 16, s. 122–125].

#### 2.4.2 Gammaspektrometria

Gammaspektrometria on analyysimenetelmä, jolla voidaan tutkia gammasäteilylähteiden energiaspektrejä. Useimmat epästabiilit radionuklidit hajoavat gammasäteilyn muodossa, kuten  $^{60}\text{Co}$ . Muodostuvien energiaspektrien avulla voidaan määrittää näytteen tyyppi ja aktiivisuus. Jokaisella radioaktiivisella nuklidilla on sille ominainen energia, jonka avulla ne voidaan tunnistaa. [3; 16, s. 139–144.]

Yleisimmin gammaspektrometreissa käytetään säteilyn ilmaisimena germaniumpuolijohdetta, johon synnytetään sähkökenttä jännitteen avulla. Tässä työssä käytettiin HPGe-ilmaisinta (High Purity Germanium, korkean puhtauden germaniumdetektori). HPGe-gammaspektrometri on tarkkuudeltaan parhaimpia ilmaisimia havaitsemaan gammasäteilyä. [16, s. 139–144.]

Sähkökentän avulla kerätään säteilyn ja aineen vuorovaikutuksen synnyttämät elektroni-aukko-parit virtapulssiksi, jonka suuruus on suoraan verrannollinen absorboituneeseen energiaan. Ilmaisimesta virtapulssi muutetaan jännitepulssiksi ja siirretään vahvistimeen. Vahvistimessa pulssien erottelukykyä parannetaan ja sitä vahvistetaan. [16, s. 139–144.]

Vahvistimelta jännitepulssi siirtyy pulssinkorkeusanalyzaattoriin, jossa sen amplitudi muutetaan niin sanotuksi muistipaikan osoitteeksi ja muistissa oleva luku kasvaa. Näin muodostuvan spektrin muotoon vaikuttavat energijakauman lisäksi ilmaisimessa ja sen ympäristössä tapahtuvat vuorovaikutukset. Gammaspektrissä piikin paikka ilmaisee kvantin energian ja sen pinta-ala on verrannollinen kvanttien määrään eli näytteen aktiivisuuteen. [16, s. 139–144.]

### 3 Laitteet ja reagenssit

#### 3.1 Käytetyt laitteistot ja välineet

Työssä käytetyt laitteistot ja välineet:

- VWR Dosatest® pH testiliuska, pH 7,0–14,0, eränumero: 25PL1101
- BIO -RAD Poly-Prep® kromatografiakolonne, eränumero: 731-1550
- Beckman Coulter™ Avanti® J-26 XPI Centrifuge, sentrifugi, sarjanumero: 363118
- Agilent Technologies 4200 MP-AES varustettuna automaattisella näytteen syöttäjällä, sarjanumero: AU12250227
- PerkinElmer 1220 QUANTULUS™ ULTRA LOW LEVEL LIQUID SCINTILLATION SPECTROMETER, tuikeilmais, sarjanumero: U11604291079
- Sartorius™ Quintix® Lab Balance, analyysivaaika, sarjanumero: 1220-421
- HPGe detector with Genie 2000 gamma spectroscopy analysis software (Canberra Industries, USA), gammaspektrometri.

#### 3.2 Käytetyt reagenssit

Työssä käytetyt reagenssit:

- Merck Suprapur® Nitric acid 65 %, typpihappo, eränumero: Z0359341541
- PerkinElmer® ULTIMA GOLD™ uLLT, High flash-point LSC-cocktail for ultra Low Level Tritium counting, tuikeaine, eränumero: 63-17481
- ROMIL LTD Iron 1000 ppm element reference solution, rauta 1000 ppm standardi, eränumero: E3FE6
- ROMIL LTD Nickel 1000 ppm element reference solution, nikkeli 1000 ppm standardi, eränumero: E3NI6
- UCB Citrate D'ammonium pour analyse, ammoniumsitraatti, eränumero: 1143
- TRISKEM TRU Resin-B, TRU hartsi, eränumero: FTRA150331
- TRISKEM NI Resin, nikkelihartsi, eränumero: FTRA150442.

## 4 Riskinhallintaa

### 4.1 Radioaktiivisen säteilyn kanssa työskenteleminen

Radioaktiivisten lähteiden kanssa on työskenneltävä suunnitellusti ja huolellisesti ALARA (As low as reasonably possible, optimointiperiaate) -periaatteen mukaisesti, eli henkilön tulee työskennellä siten, että radioaktiiviselle säteilylle altistuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Vaikka käsiteltävät näytteet eivät ole aktiivisuudeltaan suuria, aiheutuneet kontaminaatiot voisivat vaikuttaa häiritsevästi mittauksiin. Säteilyä on hankala havaita, varsinkin, jos se on matala-aktiivista. Mikäli tällaisia säteilylähteitä päätyisi esimerkiksi käsineen kautta tutkittavan pullon kylkeen ja mittauslaitteistoihin, voisi kontaminaatio vaikuttaa kaikkiin kontaminoituneella laitteistolla saataviin tutkimustuloksiin. Suojavarusteiden käyttö eli työtakki, käsineet sekä suojalasit vähentävät osaltaan altistumis- ja kontaminaatoriskejä.

Osa riskinhallintaa on säteilytyöntekijän annostarkkailu. Säteilytyöntekijät lajitellaan luokkiin A ja B. A-luokan säteilytyöntekijäksi luokitellaan henkilöt, jotka työskentelevät esimerkiksi korkean annosnopeuden omaavien avolähteiden kanssa. B-luokan säteilytyöntekijöiksi luokitellaan työntekijät, jotka työskentelevät säteilylle alttiina, mutta eivät työskennellessä saa suuria annosmääriä. [17.]

Annostarkkailua seurataan henkilökohtaisilla annosdosimetreillä, jotka mittaavat tietyn määritetyn ajan henkilöön kohdistuvaa säteilyä. Annoksia tarkkaillaan, jotta ne eivät ylittäisi määritettyjä arvoja. Säännöllinen terveydentilan seuranta on myös osa säteilytyöntekijän turvaamiseksi asetettuja toimenpiteitä. [17.]

Säteilyn kanssa työskennellessä on siis aina pidettävä henkilökohtaista dosimetriä, oman turvallisuuden vuoksi. Tämän vuoksi säteilyn henkilökohtainen seuranta on osa riskinhallintaa. [17.]

### 4.2 Muita huomioitavia riskejä

Radioaktiivisen säteilyn lisäksi on huomioitava myös seuraavat riskit:

- Projektin aikana analysoitavat näytteet ovat uniikkeja, eivätkä ole korvattavissa, mikäli ne kontaminoituvat tai rikkoontuvat.
- Menetelmän kehittäminen ei aina takaa tuloksia.
- Käytettävät laitteet toimivat varausperiaatteella, jolloin on varattava käytettävät laitteistot etukäteen ja käyttöajat ovat rajalliset. On suunniteltava etukäteen mitä analyysejä suoritetaan.
- Välineiden kunto tulee tarkastaa, varmistaa astioiden puhtaus ja kalibroitava käytettävät automaattipipetit ennen käyttöä.
- COVID-19-pandemian vuoksi laboratoriotiloissa henkilömäärä oli rajoitettu kahteen ihmiseen. Lisäksi laitoksessa liikuttaessa kasvomas-kin käyttö oli pakollista ja käsien desinfiointiin tuli kiinnittää erityistä huomiota virustartunnan välttämiseksi.

## 5 Työn suoritus

Alustavana suunnitelmana oli erotella näytteistä muut epäpuhtaudet ja puhdistaa nikkeli ja rauta omiin fraktioihinsa. Erottelu tapahtui kullekin alkuaineelle niille ominaisia ominaisuuksia hyödyntäen. Näytteistä eroteltiin ekstraktiokromatografisesti epäpuhtaudet ja mitattiin eluaatit atomispektroskopiolla määrittäen Fe- ja Ni-pitoisuudet. Eluaatista mitattiin myös niiden mahdollisesti sisältämä epäpuhtaus  $^{60}\text{Co}$  gammaspektrometrillä ja  $^{55}\text{Fe}$ - sekä  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuudet määritettiin nestetuikelaskennalla.

Näytteiden Fe- ja Ni- pitoisuudet näytteissä ovat ennalta tuntemattomia, mutta hypoteesina oli, että kyseisiä metalleja oli liuennut veteen huomattava määrä.

### 5.1 MP-AES-laitteiston menetelmän kehittäminen

MP-AES-laitteisto valittiin atomispektrometriseksi menetelmäksi sen hyvän tarkkuuden ja laitteiston saatavuuden vuoksi. MP-AES-laitteiston valmistajan Agilent Technologiesin mukaan laitteen havaitsemisraja raudalle on 1,7 ppb:n luokkaa. Hypoteesin mukaan näytteiden metallipitoisuudet olisivat huomattavasti suurempia kuin laitteen teoreettinen havaitsemisraja, joten laite soveltuisi tutkitaville näytteille [12].



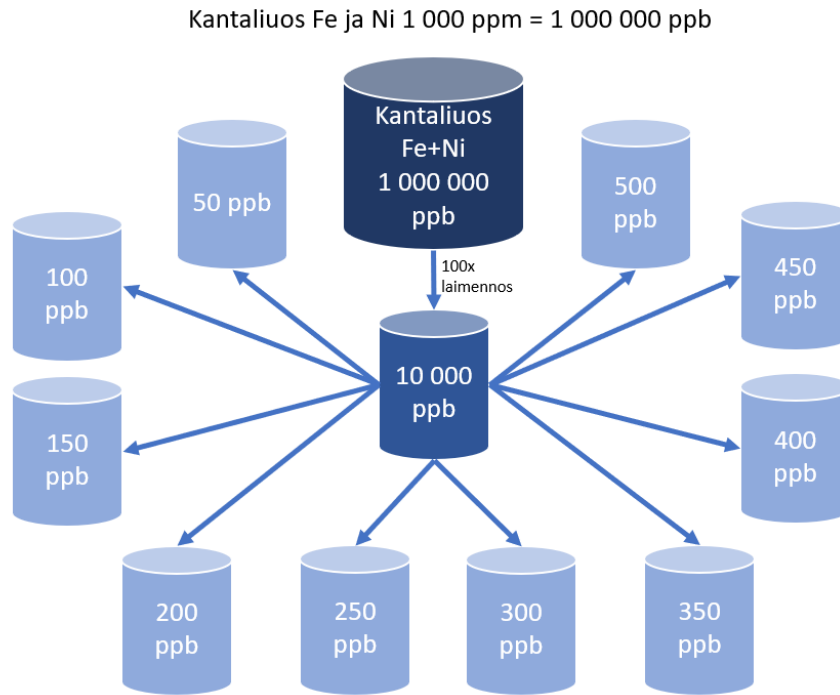
MP-AES-tuloksia hyödynnettiin selvitetessä, kuinka paljon metalleja häviää erottelun aikana. Saadun saannon avulla pystyttiin arvioimaan näytteiden alkuperäinen aktiivisuus muodostamalla saannosta kerroin, jota käytettiin hyväksi nestetuikelaskennassa. Oletuksena oli, että erottelukäsittelyn aikana tutkittavia metalleja häviää.

### 5.1.1 Preliminääriset testit

Opinnäytetyöhön otettiin mallia DEMONI-projektin aikaisemmasta projektista, jossa tutkittiin samoja radioaktiivisia isotooppeja betoninäytteistä MP-AES-laitteistolla. Betoniprojektin aikana kehiteltiin preliminäärisiä kokeita, joita voitaisiin hyödyntää myös vesinäytteiden tutkimuksissa.

Preliminääriset testit aloitettiin valmistelemalla standardisuora, joka perustuu Agilent Technologiesin ilmoittamiin havaitsemisrajoihin. Standardisuoran valmistamisessa oli otettu huomioon, että laitteisto on säännöllisessä käytössä eri operaattorien, myös kokemattomien, toimesta. Laitteistolle ei ole huoltosopimusta tai säännöllisiä huoltoja. Hypoteesina oli, että nämä seikat voivat vaikuttaa laitteiston tarkkuuteen havaita tutkittavia metalleja [12].

Valmistettiin kymmenen pisteen standardisuoran pitoisuusvälillä 50–500 ppb kuvan 14 mukaisesti laimentamalla referenssi standardiliuoksia 3 molaariseen typpihappoon. Standardisuoran kelpoisuutta tarkasteltiin sen lineaarisuuden ja näytetoistojen eroavaisuuksien kannalta. Muutamia reunaehtoja asetettiin hyväksyttävälle standardisuoralle; korrelaatiokertoimen tulee ylittää 0,995, standardisuoran residuaalikuvaajan kuuluisi olla trenditön ja toistot eivät saisi erota toisistaan yli 2 %.



Kuva 14. Preliminäärisen testin standardisuoran laimennoskaavio.

Preliminäärisiin MP-AES-ajoihin valittiin aallonpituusparametrit raudalle ja nikkelille laitteiston kirjaston mukaan parhaimmat intensiteetiltään, Fe (371,993 nm) ja Ni (352,454 nm). Toistoja per näyte ajettiin kolme kappaletta, joista automaattisesti vähennettiin nollanäyte. Ohjelmassa käytettiin huuhtelua 30 s, stabilisatiota 20 s ja pumpun nopeutta 15 rpm (rounds per minute, kierroksia minuutissa).

Preliminäärisen testin tulokset ovat liitteessä 2. Asetetut reunaehdot ylittyivät preliminäärisissä kokeissa toistojen eroavaisuuksien vuoksi esitettynä kuvassa 15.

Fe (371.993 nm)  
Intensity = 4.54235841 \* Concentration + 0.02789102  
Correlation coefficient: 0.99750

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.03      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 100       | 497.03    | 100.00               | 109.40                   | 9.40    |
| 150       | 707.57    | 150.00               | 155.75                   | 3.83    |
| 200       | 911.82    | 200.00               | 200.71                   | 0.35    |
| 250       | 1188.87   | 250.00               | 261.69                   | 4.68    |
| 300       | 1301.73   | 300.00               | 286.54                   | 4.49    |
| 350       | 1546.13   | 350.00               | 340.34                   | 2.76    |
| 400       | 1687.14   | 400.00               | 371.38                   | 7.16    |
| 450       | 1973.42   | 450.00               | 434.40                   | 3.47    |
| 500       | 2080.92   | 500.00               | 458.06                   | 8.39    |

Ni (352.454 nm)  
Intensity = 7.52303578 \* Concentration - 0.02227548  
Correlation coefficient: 0.99936

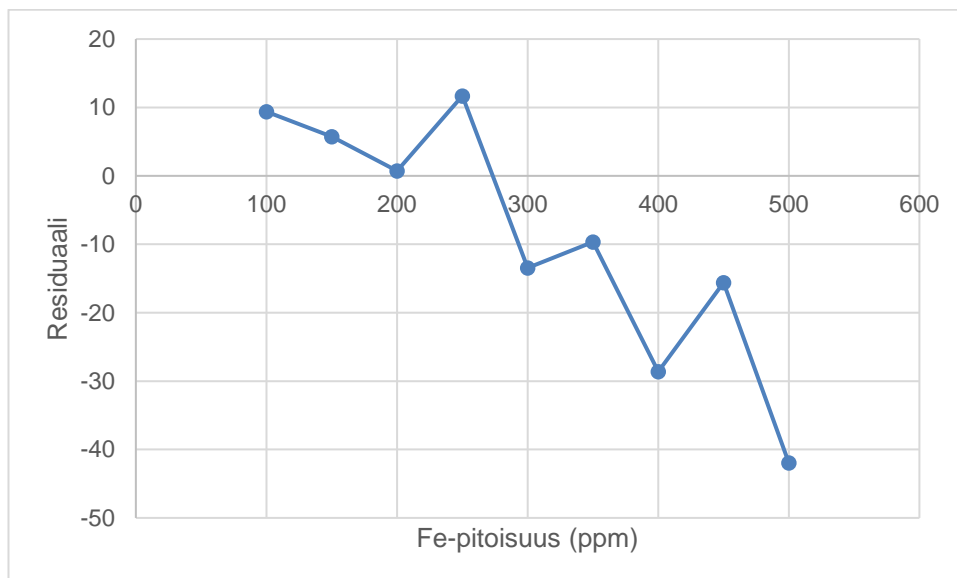
| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.02     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 50        | 398.02    | 50.00                | 52.91                    | 5.82    |
| 100       | 738.51    | 100.00               | 98.17                    | 1.83    |
| 150       | 1098.59   | 150.00               | 146.03                   | 2.64    |
| 200       | 1499.53   | 200.00               | 199.33                   | 0.34    |
| 250       | 1861.67   | 250.00               | 247.47                   | 1.01    |
| 300       | 2205.05   | 300.00               | 293.11                   | 2.30    |
| 350       | 2500.88   | 350.00               | 332.43                   | 5.02    |
| 400       | 2975.74   | 400.00               | 395.55                   | 1.11    |
| 450       | 3338.60   | 450.00               | 443.79                   | 1.38    |
| 500       | 3564.19   | 500.00               | 473.77                   | 5.25    |

Kuva 15. Punaisella ympyrällä merkitty näytetoistojen prosentuaalinen eroavaisuus raudalle vasemmalla ja nikkeliille oikealla.

Preliminäärisiin kokeisiin valmistetun standardisuoran pitoisuudet ovat selkeästi liian laimeita kyseiselle laitteistolle. Esimerkiksi käytetty ajomenetelmä laitteistolla hylkäsi automaattisesti raudan ensimmäisen kalibrointipisteen 50 ppb sen toistojen suuren eroavaisuuden vuoksi.

Standardisuorille tehtiin residuaalikuvaajat lineaarisuuden tarkastelemiseksi.

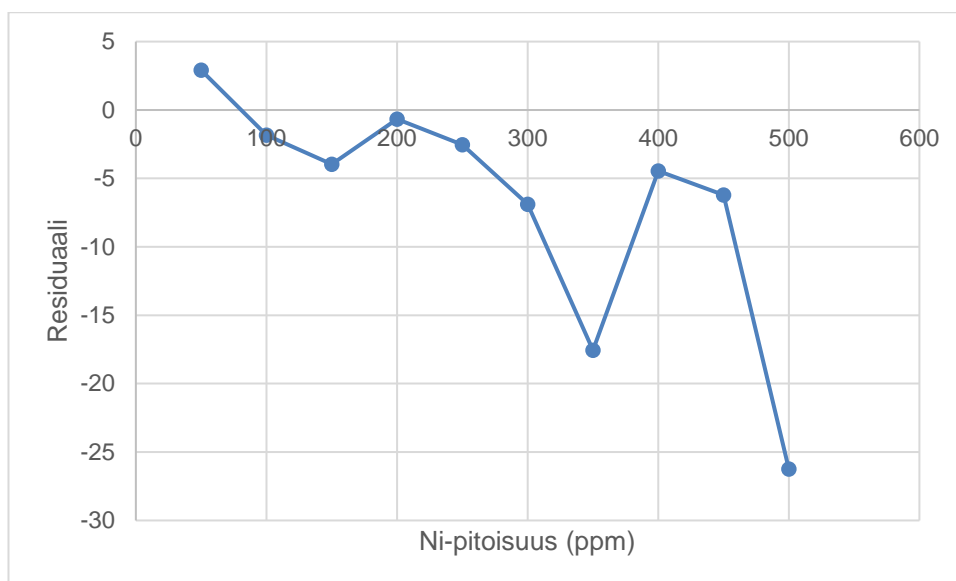
Raudan residuaalikuvaaja kuvassa 16



Kuva 16. Residuaalikuvaaja raudalle preliminäärisissä kokeissa.

Raudan residuaalikuvaajassa on havaittavissa hieman laskevaa trendiä, mikä tarkoittaa, että standardisuoran väkevimmissä pitoisuuksissa menetelmä antaa liian pieniä tuloksia raudalle.

Nikkelin residuaalikuvaaja (kuva 17) on hyvin samankaltainen raudan residuaalikuvaajan kanssa.



Kuva 17. Residuaalikuvaaja nikkeliä varten preliminäärisissä kokeissa.

Myös nikkelin residuaalikuvaajassa on havaittavissa hieman laskevaa trendiä, mikä tarkoittaa, että standardisuoran väkevimmissä pitoisuuksissa menetelmä antaa liian pieniä tuloksia nikkeliä varten.

Ainoa reunaehto, joka ei ylittynyt preliminäärisissä tutkimuksissa oli suorien korrelaatiokerroin, joka oli molemmille yli 0,995.

### 5.1.2 Näytepitoisuustesti

Preliminääriset testit jatkuivat näytepitoisuustestien muodossa, eli määritettiin mahdolliset nikkeli- ja rautapitoisuudet näytteistä ennen niiden esikäsittelyä. Todistettavasti kehnon standardin epäsopivuudella ei ollut näissä testeissä merkitystä, sillä testin tarkoituksena oli selvittää sisältävätkö näytteet enemmän vai

vähemmän tutkittavia metalleja kuin valmistetun standardisuoran maksimi- ja minimipitoisuudet. Saatujen tuloksien avulla voitiin muodostaa luotettavampi standardisuora.

Näytepitoisuustestejä varten valmistettiin kolme eri laimennosta kustakin näytteestä, laimennoskertoimena käytettiin 100x, 1 000x ja 10 000x. Näytteet laimennettiin 3 molaariseen typpihappoon.

Näytepitoisuustestin tulokset liitteessä 3. Näytteiden metallivasteet eivät eronneet nollanäytteen vasteesta, joten voidaan todeta, että näytteiden metallipitoisuudet ovat hypoteesia pienemmät.

Näytepitoisuustestiä jatkettiin vielä laimentamattomilla näytteillä, jotta voitiin varmistaa, kykeneekö MP-AES-laitteisto havaitsemaan ollenkaan metallipitoisuuksia näytteistä. Vaikka laimentamattomien näytteiden matriisi eroaa valmistetun standardiliuoksen matriisista, voidaan antaa suuntaa antavia tuloksia, ja laitteisto kykenee havaitsemaan näytteistä metallipitoisuuksia.

Laimentamattomien näytteiden tulokset liitteessä 4. Tuloksien perusteella MP-AES-laitteisto ei kykene mittaamaan laimentamattomista näytteistä luotettavasti rautaa eikä nikkeliä niiden erittäin pienten pitoisuuksien vuoksi. Tämän tuloksen myötä päädyttiin lisäämään näytteisiin rauta- ja nikkelikantajaa. Oletettiin, että stabiilit rauta- ja nikkeli-isotoopit käyttäytyvät erottelussa samankaltaisesti niiden radioaktiivisten  $^{55}\text{Fe}$ - ja  $^{63}\text{Ni}$ -isotooppien kanssa.

Analysoimalla, kuinka paljon metalleja häviää erotteluprosessin aikana verrattuna kantajien teoreettiseen arvoon, saatiin muodostettua saantoprosentti, jota voitiin käyttää kertoimena nestetuikelaskennan tuloksissa. Näin saatiin määritettyä arvio, kuinka paljon aktiivisuutta alkuperäinen näyte sisälsi ennen näytteiden käsittelyä.

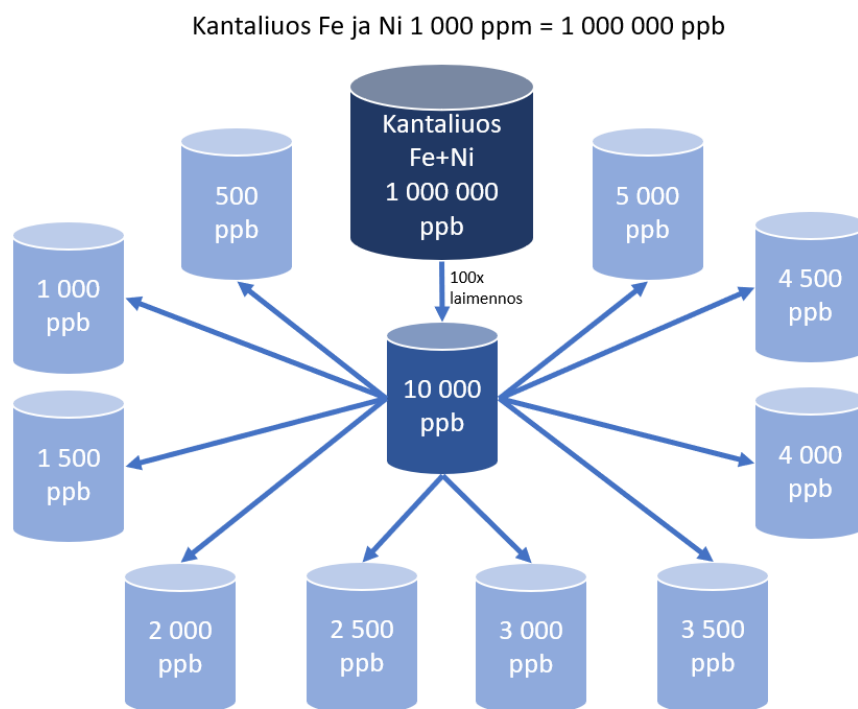
Kantajien avulla pyrittiin selvittämään, kuinka paljon stabiileja metalleja häviää näytteiden käsittelyssä ja tästä voitiin muodostaa saantoprosentti vertaamalla sitä teoreettiseen saantoon. Erottelun aikana syntyvää hävikkiä voitiin korjata

saadulla saantokertoimen arvolla ja siten määrittää alkuperäisen näytteen aktiivisuus nestetuikelaskennassa.

Näytepitoisuustestien tuloksien perusteella päätettiin yhdistää näytteitä niiden rinnakkaisnäytteillä pitoisuuksien kasvattamiseksi.

### 5.1.3 Standardisuoran optimoiminen

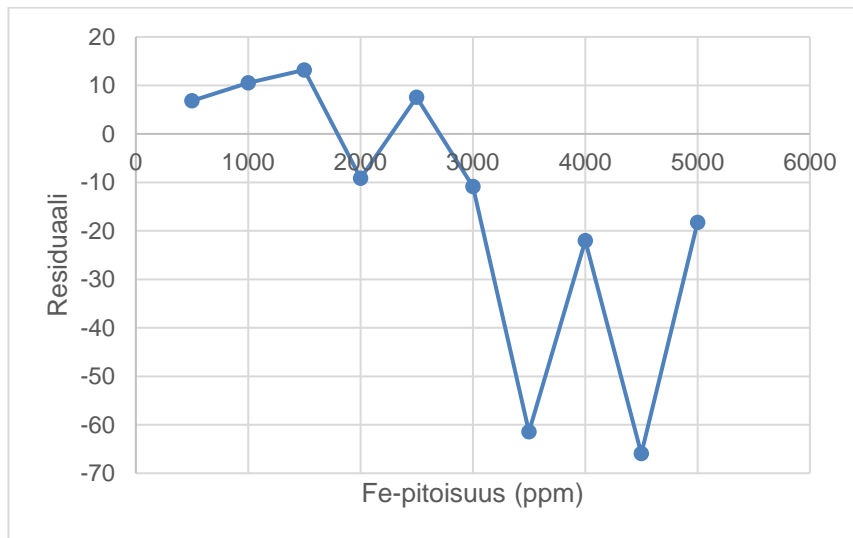
Lineaarisuuden parantamiseksi, varsinkin raudan mittaamiseksi, nostettiin lineaarisuusalueen pitoisuutta alueelle 500–5 000 ppb. Standardisuoran laimennoskaavio on kuvassa 18. Ajoparametreiksi muutettiin kolmen toiston sijaan kymmenen toistoa per näyte.



Kuva 18. Väkevämmän standardisuoran laimennuskaavio.

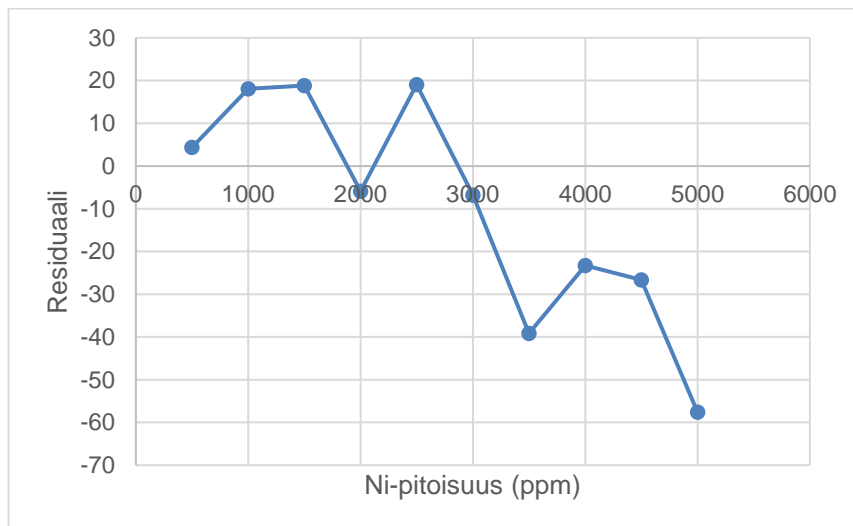
Standardisuoran optimoinnin tulokset liitteessä 6. Tulokset noudattivat kaikkia asetettuja reunaehtoja. Molempien metallien standardisuoran korrelaatiokerroin oli erinomainen, toistojen eroavaisuudet jokaiselle kalibrointipisteelle alle 2 % ja

residuaalikuvaajat parantuivat verrattuna preliminäärisiin tuloksiin. Raudan residuaalikuvaaja on esitettyä kuvassa 19.



Kuva 19. Raudan residuaalikuvaaja standardisuoran optimointitestissä.

Huomattavaa trendiä ei esiintynyt raudalla. Nikkelin residuaalikuvaaja on esitettyä kuvassa 20.



Kuva 20. Nikkelin residuaalikuvaaja standardisuoran optimointitesteissä.

Huomattavaa trendiä ei esiintynyt nikkelillä standardisuoran optimointitesteissä. Voitiin siis todeta, että valmistetut standardisuorat olivat luotettavasti lineaarisia ja tuloksiin voidaan luottaa. Tulosten oikeellisuutta kuvastivat myös valmistetut kontrolliliuokset, joiden pitoisuus vastasi niiden teoreettista pitoisuutta. Kontrollien tulokset ovat esitettynä liitteessä 6.

#### 5.1.4 Aallonpituustesti

Preliminäärisissä analyyseissa huomattiin raudan olevan vaikeasti mitattava alkuaine MP-AES:lla pienissä pitoisuuksissa. Päätettiin lisätä mittauseräparametreihin useita aallonpituuksia ja vertailla kunkin aallonpituuden antamaa tulosta kontrollinäytteistä, joista voitiin valita paras aallonpituus varsinaisten näytteiden analysointiin.

Valitut aallonpituudet raudalle:

- Fe (371,993 nm)
- Fe (373,486 nm)
- Fe (385,991 nm)
- Fe (373,713 nm).

Parametriksi asetettiin kymmenen toistoa per näyte ja valmistettiin kaksi kappaletta kontrollinäytteitä pitoisuudella 3 000 ppb standardisuoralla 500–5 000 ppb. Tulokset liitteessä 6. Kuvassa 21 on esitetty aallonpituustestin tulokset ensimmäisestä kontrollinäytteestä, jonka pitoisuus oli 3 000 ppb eli 3,00 mg/l.

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.88                   | mg/L | 28.34 | 0.98 | 19004.09  |
| Fe (373.486 nm) | 2.79                   | mg/L | 17.24 | 0.62 | 14441.18  |
| Fe (373.713 nm) | 2.88                   | mg/L | 24.24 | 0.84 | 11846.80  |
| Fe (385.991 nm) | 2.71                   | mg/L | 22.94 | 0.85 | 13039.15  |

Kuva 21. Ensimmäisen kontrollinäytteen tulokset aallonpituustesteissä. Aallonpituus 371,993 nm osoittautui kokeessa parhaimmaksi.



Ensimmäisen kontrollinäytteen tulosten perusteella 371,993 nm osoittautui parhaaksi aallonpituudeksi. Kuvassa 22 on esitetty toisen 3 000 ppb kontrollinäytteen aallonpituustestin tulokset.

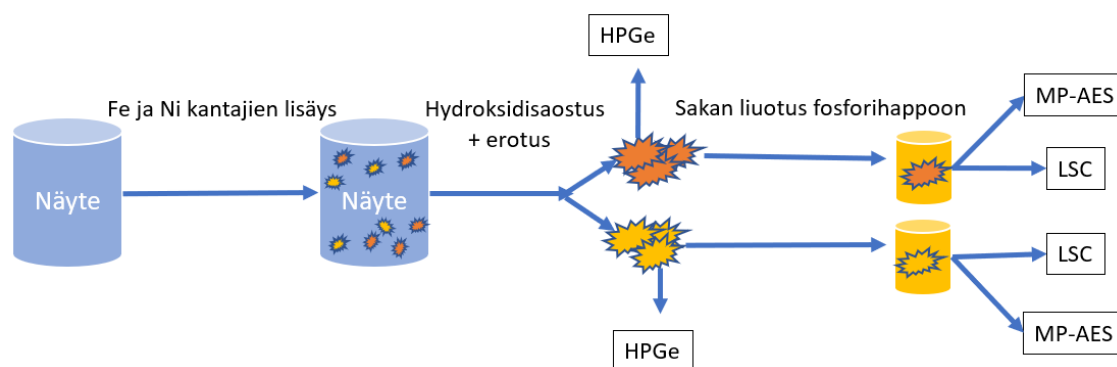
| Label           | Solution Concentration | Unit | SD     | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|--------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.86                   | mg/L | 39.18  | 1.37 | 18862.50  |
| Fe (373.486 nm) | 2.71                   | mg/L | 125.87 | 4.64 | 14025.03  |
| Fe (373.713 nm) | 2.84                   | mg/L | 19.13  | 0.67 | 11685.19  |
| Fe (385.991 nm) | 2.68                   | mg/L | 22.72  | 0.85 | 12908.47  |

Kuva 22. Toisen kontrollinäytteen tulokset aallonpituustesteissä. Aallonpituus 371,993 nm osoittautui kokeessa parhaimmaksi.

Tulosten perusteella voitiin todeta, että MP-AES-laitteiston suosittama aallonpituus raudan määrittämiseksi oli paras aallonpituus, sillä se antoi tarkimman vasteen kontrolliliuosten teoreettiselle pitoisuudelle.

## 5.2 Näytteiden esikäsittely jatkoanalyysia varten

Näytteistä tuli erotella nikkeli ja rauta, jotta niitä voitiin tutkia valituilla analyysimenetelmillä erikseen. Näytteiden esikäsittely ja erottelu on kuvattu kaaviokuvassa 23.



Kuva 23. Näytteidenkäsittelystä muodostettu kaavakuva, joka havainnollistaa eri esikäsittelyvaiheet ennen analysointia. Näytteisiin lisättiin metallikantajia, jotka erotetaan hydroksidisaostuksella ja EXC-menetelmällä. Sakasta tarkistettiin gammaspektrometrillä (HPGe), sisältävätkö näytteet häiritsevän määrän kobolttin radioaktiivista  $^{60}\text{Co}$ -isotooppia, minkä jälkeen arvioitiin, suoritetaanko erottelu kahdesti. Jos kobolttia löytyy häiritsevissä määrin, erotus on toistettava. Lopuksi sakka liuotettiin fosforihappoon ja mitattiin nestetuikelaskennalla ja MP-AES:lla.

Näytteet tulee esikäsitellä ennen niiden analysoimista. Vesinäytteistä oli tarkoitus erottaa niihin liuenneet rauta ja nikkeli ja suodattaa sitä ennen mahdolliset partikkelit pois, jotta saatiin analysoitua pelkästään veteen liuenneiden metallien pitoisuudet.

Kemiallinen saostaminen, tässä tapauksessa hydroksidisaostus, on menetelmä, jonka turvin saadaan näytteen sisältämät raskasmetallit talteen. Kemiallinen saostaminen perustuu liuosten liukoisuustasapainoon. Tätä menetelmää käyttäen voitiin erotella nesteestä rauta, nikkeli ja muita mahdollisesti mukana saostuvia metalleja.

Näytteiden sisältämät metallit saostuvat tietyillä pH-arvoilla, esitetty kuvassa 24. Vesinäytteiden pH:ta nostettiin lisäämällä näytteisiin 0,5 M natriumhydroksidia ja pH-muutosta tarkasteltiin pH-liuskoilla.

| Metalli-ioni     | pH-arvo           |                           |                        |
|------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                  | Saostuminen alkaa | Varsinainen saostumisalue | Uudelleen liukeneminen |
| Fe <sup>3+</sup> | 2,8               | 3,5                       | -                      |
| Sn <sup>2+</sup> | 3,9               | kolloidinen               | 10,6                   |
| Al <sup>3+</sup> | 4,3               | 4,8                       | 8,5                    |
| Cr <sup>3+</sup> | 5,5               | 6,3 - 6,5                 | 9,2                    |
| Cu <sup>2+</sup> | 5,8               | 7,5                       | -                      |
| Zn <sup>2+</sup> | 7,6               | 8,3                       | >11                    |
| Ni <sup>2+</sup> | 7,8               | 9,3                       | -                      |
| Cd <sup>2+</sup> | 9,1               | 9,5 – 9,8                 | -                      |

Kuva 24. Metallien saostuminen eri pH-arvoissa. [18]

Muodostunut saostuma kerättiin nesteestä talteen käyttämällä sentrifugia 15 min kierroksilla 5 000 rpm. Tällöin saostuma kertyi näytepullon pohjalle ja saatiin dekantoitua ja pipetoitua ylimääräinen saostumaton neste pois.

### 5.3 Ni- ja Fe-erottelu ekstraktiokromatografialla

Muodostuneesta hydroksidisakasta tulee erotella tutkittavat metallit toisistaan. Erottelu tehtiin kolonniekstraktiokromatografiamenetelmällä käyttäen kaupallisia hartseja, jotka ovat suunniteltu tutkittavien alkuaineiden erottamiseen. Samalla näytteistä saadaan mahdolliset muut epäpuhtaudet, kuten kalsium ja koboltti, eroteltua.

Kolonniekstraktiokromatografia toteutettiin käyttämällä hartsien ja kolonniin valmistajien kehittämien ohjeiden mukaan muokkaamalla valmiita ohjeita omiin tarkoituksiin sopiviksi [6; 7].

Erotuksia edeltävänä päivänä 0,7 g hartsia punnittiin nestetuikepulloihin, lisättiin 10 ml Elix-vettä ja hartsin annettiin liuota yön yli. Erotteluiden jälkeen esivalmisteltuun ja olosuhteistettuun nestetuikepulloon annosteltiin 18 ml Ultima Gold LLT -tukeainetta ja 2 ml tutkittavaa näytettä.

Erottelut tehtiin neljän näytteen sarjoissa, jossa jokainen näyte oli yhdistetty kahdesta rinnakkaisnäytteestä.

### 5.3.1 Fe-erottelu

Hydroksidisakka liuotettiin 10 ml:aan 8 M typpihappoa, jotta sakka saadaan nestemäiseen muotoon ja siten kolonniin.

Stabiili rauta (ja näytteen sisältämä mahdollinen pieni määrä rautaa) eroteltiin näytteestä käyttämällä kolonninekstraktiokromatografiaa. Kolonnina toimi BIORAD:n valmistama Poly-Prep® Chromatography Columns ja stabiilina faasina TRISKEM:n valmistama TRU Resin -hartsia.

TRU-hartsin käyttö kolonninekstraktiokromatografiassa perustuu raudan affiniteettiin hartsin kanssa. Käyttämällä vahvaa typpihappoa liikkuvana faasina näytteen sisältämä rauta jää hartsin kiinni ja näytteen muut metallit (kuten nikkeli) ja epäpuhtaudet liikkuvat kolonnista ulos.

Kolonniin punnittiin 0,7 g TRU-hartsia ja kolonni olosuhteistettiin 8 M typpihapolla. Hydroksidisakkaa sisältävä typpihappoliuos dekantoi kolonnin läpi ja näyteastia huuhdeltiin muutamaan otteeseen 8 M typpihapolla, jotta voitiin varmistua, ettei näyteastiaan jäänyt metalleja. Kolonnia pestiin vielä 10 ml:lla liikkuvaa faasia muiden metallien kuin raudan erottamiseksi. Kolonnista ulos tullut liuos säilytettiin nikkelikäsittelyjä varten.

Nikkeliä sisältävä jätedekanteri vaihdettiin eluaattidekanteriin, johon kerrytettiin tarttunut rauta eluaatin kanssa. Raudan affiniteettiä käytettiin hyväksi ja liikkuvaksi faasiksi valittiin 20 ml:aa 2 M HNO<sub>3</sub>:a 10 ml kerrallaan, jolloin raudan affiniteetti laskee suhteessa hartsin ja raudan saatiin eluaatin kanssa irti hartsista.

Eluaatti mitattiin gammaspektrometrillä eikä spektrissä havaittu häiritsevästi kobolttia, joten erottelua ei tarvinnut toistaa. Eluaatti haihdutettiin keittolevyllä kiviin ja sakka liuotettiin 3 M:een fosforihappoon. Liuos jaettiin kahteen osaan, 1 ml MP-AES-tutkimuksia varten ja 2 ml nestetuikelaskentaa varten.

### 5.3.2 Ni-erottelu

Fe-erottelussa syntynyt Ni-eluaatti haihdutettiin kuiviin, näytteen saattamiseksi kloridimuotoon seuraavaa kolonnierotusta varten. Haihdutuksesta syntynyt sakka liuotettiin 2 ml:aan 1 M suolahappoa ja 2 ml:aan 1 M ammoniumsitraattia. Ni-hartsierottelu perustuu nikkelin sakkautumiseen Ni-hartsin sisältämän DMG:n kanssa tietyissä pH-arvoissa. Muodostuneen liuoksen pH nostettiin 8–9:ään 6 M natriumhydroksidilla, pH:n muutosta seurattiin pH-liuskoilla.

Stabiili nikkeli (ja näytteen sisältämä mahdollinen pieni määrä nikkeliä) eroteltiin käyttämällä kolonninekstraktiokromatografiaa. Kolonnina toimi BIORAD:n valmistama Poly-Prep® Chromatography Columns ja stabiilina faasina TRISKEM:n valmistama Ni Resin -hartsi.

Kolonnein asetettiin 0,7 g Ni-hartsia ja kolonnein olosuhteistettiin 10 ml:lla 0,2 M  $\text{NH}_4\text{Citr}$ -liuosta, jonka pH oli 8–9. Fe-erottelun aikana kerätty nikkeliä sisältävä jäteliuos dekantoihin kolonnein läpi ja näyteastia huuhdeltiin muutamaan otteeseen 10 ml:lla 0,2 M  $\text{NH}_4\text{Citr}$ -liuosta, jonka pH oli 8–9, jotta voitiin varmistua, ettei nikkeliä jäänyt näyteastian pohjalle.

Jätedekanteri vaihdettiin nikkelin keräysastiaan ja nikkeli eluointiin 15 ml:lla 3 M typpihapolla. Eluaatti kerättiin talteen ja mitattiin gammaspektrometrillä  $^{60}\text{Co}$ :n määrittämiseksi. Eluaatista havaittiin gammaspektrometrillä häiritsevissä määrin  $^{60}\text{Co}$ :a näytteissä LOV3 I+II Ni ja SYN1 I+II Ni, joten erotteluprosessi oli toistettava näille nikkelinäytteelle. Tulokset ovat esitettyinä liitteissä 7 ja 8.

Liitteessä 7 on noin tunnin mittainen gammaspektrimittaus Loviisan pohjavedestä valmistettuun LOV3 I+II Ni-näytteeseen ennen Ni-hartsierotteluita, spektrissä esitettyä häiritsevän  $^{60}\text{Co}$ :n aktiivisuus.  $^{60}\text{Co}$ -piikin pinta-ala ennen erotteluita oli 227. Liitteessä 8 gammaspektri samalle näytteelle Ni-hartsierottelun jälkeen.  $^{60}\text{Co}$ :n aktiivisuus oli lähes puolittunut, piikin pinta-ala erottelun jälkeen oli 130.

Eluaatit haihdutettiin keittolevyllä kuiviin ja erotteluprosessi voitiin aloittaa uudestaan. Eluaattien haihdutuksessa tuli varoa erityisesti, että syntynyt sakka ei sameudu tai pala liian kuumuuden vuoksi. Liuoksen ollessa vähäistä haihduttaessa lämpölevyn lämpötilaa laskettiin. Jos sakka olisi värjäantynyt, olisi se vaimentanut nestetuikennan tuloksia, sillä tuikeaineessa syntyvä valo ei pääsisi täydellisesti valomonistimelle koska tummentunut sakka absorboi tuikeaineessa syntyvää valoa ja siten vääristää aktiivisuustuloksia.

Erottelun toistamisen jälkeen gammaspektrometritulokset olivat huomattavasti paremmat  $^{60}\text{Co}$ :n suhteen. Liitteessä 9 nähdään  $^{60}\text{Co}$ -aktiivisuuden poistuminen näytteestä sekä piikin pinta-ala erottelun toistamisen jälkeen Ni LOV3 I+II näytteelle 23.

Liitteistä 10, 11 ja 12 huomataan samankaltainen trendi synteettiselle vesinäytteelle SYN1 I+II Ni.

Eluaatit haihdutettiin keittolevyllä kuiviin ja liuotettiin 3 M fosforihappoon. Liuokset jaettiin kahteen osaan, 1 ml MP-AES-tutkimuksia varten ja 2 ml nestetuikelaskentaa varten.

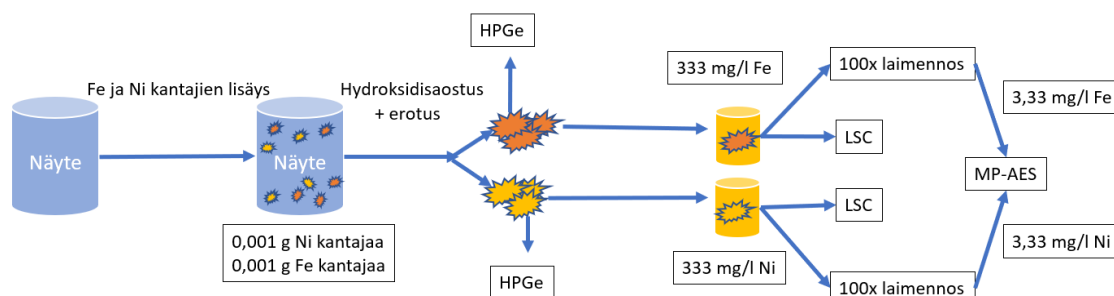
## 6 Tulokset

MP-AES-näytteet laimennettiin menetelmässä käytettävän standardisuoran pitoisuusalueelle. Saantoprosenttia varten oli pääteltävä näytteen teoreettinen pitoisuus kantajametallien suhteen. Teoreettinen pitoisuus tutkittaville metalleille määritettiin siten, että stabiilia kantajaa lisättiin näytteeseen ennen erotteluita 1 ml 1 000 ppm (parts per million, miljoonasosa) referenssistandardiliuosta, jolloin näyte sisältää kantajaa teoreettisesti

$$1\ 000\ \text{ppm} = 1\ 000\ \text{mg/l} = 1\ \text{g/l},$$

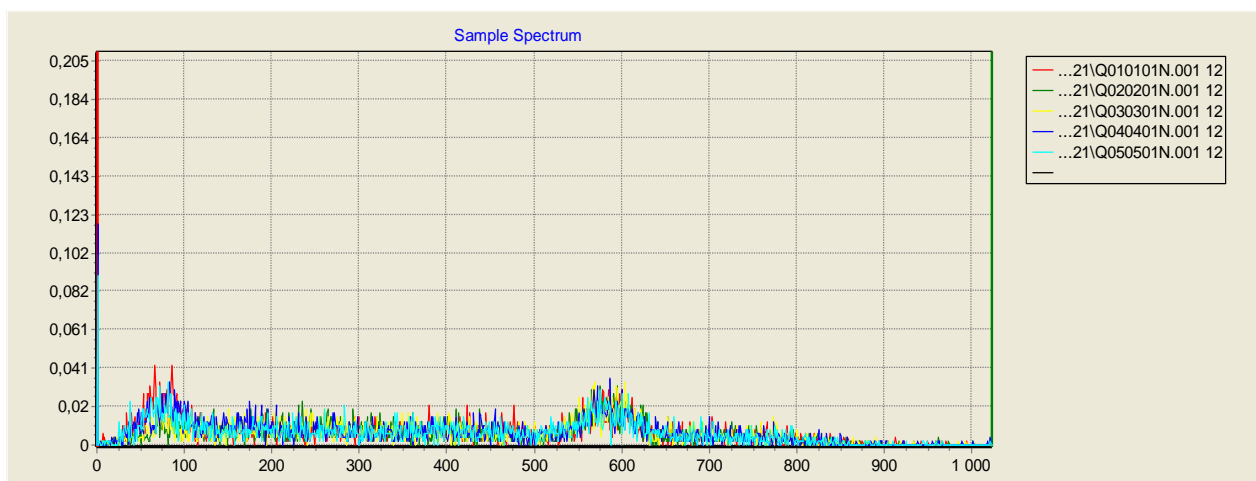
jolloin 1 ml kantajaa sisältää 0,001 g kantajaa. Erottelun jälkeen sakat liuotettiin 3 ml tilavuuteen 1 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :a. Tällöin teoreettinen kantajan pitoisuus oli 333 mg/l. Näyte tuli vielä laimentaa valmistetun standardisuoran pitoisuusalueelle, joten

näytettä laimennettiin 100-kertaisesti, jolloin teoreettiseksi metallipitoisuudeksi tuli 3,33 mg/l tai 3 333 ppb. Kuvassa 25 on havainnollistettu kantajien pitoisuuksien muutosta näytteiden käsittelyn aikana



Kuva 25. Kaavakuva kuinka tutkittavien metallien pitoisuudet muuttuvat näytteidenkäsittelyn aikana.

Ensimmäisten erotteluiden jälkeen huomattiin, ettei näytteiden  $^{55}\text{Fe}$ -aktiivisuus eronnut nollanäytteiden spektristä nestetuikelaskennassa. Nestetuikespektri rautanäytteille kuvassa 26.



Kuva 26. Rautanäytteiden muodostama spektri nestetuikelaskennassa. Keltaisella viivalla kuvattu taustaa ja muut värit eri rautanäytteitä. Rautanäytteiden aktiivisuus ei eronnut taustasta.

Loppujen näytteiden analysointi piti keskeyttää pienten  $^{55}\text{Fe}$ - ja  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuuksien sekä  $^{60}\text{Co}$ :n esiintymisen vuoksi. Loput näytteet analysoidaan sitten,

kun opinnäytetyön tulokset on tarkkaan käsitelty ja mahdolliset muutokset näyt-  
teiden tulevaan käsittelyprosessiin suunniteltu.

## 6.1 MP-AES-tulokset tutkituille näytteille

MP-AES-tulokset tutkituille näytteille esitettyinä liitteissä 13 ja 14.

Näytteiden tutkittaville metalleille laskettiin niiden saantoprosentti seuraavan  
kaavan mukaisesti:

$$Saanto (\%) = \frac{\text{todellinen saanto}}{\text{teoreettinen saanto}} \times 100 \%$$

LOV1 I+II Fe -näytteelle saantoprosentti oli tällöin:

$$\frac{377 \frac{mg}{l}}{333 \frac{mg}{l}} \times 100 \% \approx 113 \%$$

Lisäksi saadulle saantoprosentille voitiin laskea systemaattinen virhe, jossa ote-  
taan huomioon näytteenkäsittelyssä tapahtuvia mahdollisia virhelähteitä. Virhe-  
lähteiksi valittiin pipetoinnista ja punnitsemisesta syntyvät virheet. Pipetoinnin  
suhteelliseksi virheeksi oli arvioitu 0,002 g/1 g ja punnitsemisen suhteelliseksi  
virheeksi oli arvioitu 0,0001 g /1 g.

Saannon virhe laskettiin seuraavan kaavan mukaisesti:

$$Saannon\ virhe (\%) = saanto (\%) \times \sqrt{\text{pipetoinnin virhe}^2 + \text{punnituksen suhteellinen virhe}^2 + RSD(Fe\ tai\ Ni)^2}$$

LOV1 I+II Fe -näytteelle saannon virhe oli tällöin:

$$113 \% \times \sqrt{0,002^2 + 0,002^2 + 0,002^2 + 0,002^2 + 0,002^2 + 0,0001^2 + 0,0001^2 + 0,0088^2} \approx 1,12 \%$$



LOV1 I+II Fe -näytteen saantoprosentti virheen kanssa oli  $113 \pm 1 \%$

Kaikkien analysoitujen näytteiden tulokset laskettiin kuten yllä. Rautanäytteet ovat esitettynä taulukossa 1.

Taulukko 1. Analysoitujen rautanäytteiden MP-AES-tulokset.

| <b>Fe-näytteet:</b> | <b>Fe-pitoisuus (mg/l)</b> | <b>Fe-saanto (%)</b> | <b>Saannon virhe (%)</b> | <b>Tulos virheen kanssa:</b> |
|---------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>LOV1 I+II</b>    | 377                        | 113                  | 1,12                     | $113 \pm 1 \%$               |
| <b>LOV2 I+II</b>    | 292                        | 88                   | 0,80                     | $88 \pm 1 \%$                |
| <b>LOV3 I+II</b>    | 323                        | 97                   | 1,14                     | $97 \pm 1 \%$                |
| <b>SYN1 I+II</b>    | 318                        | 95                   | 1,13                     | $95 \pm 1 \%$                |

Nikkelinäytteet esitettynä taulukossa 2.

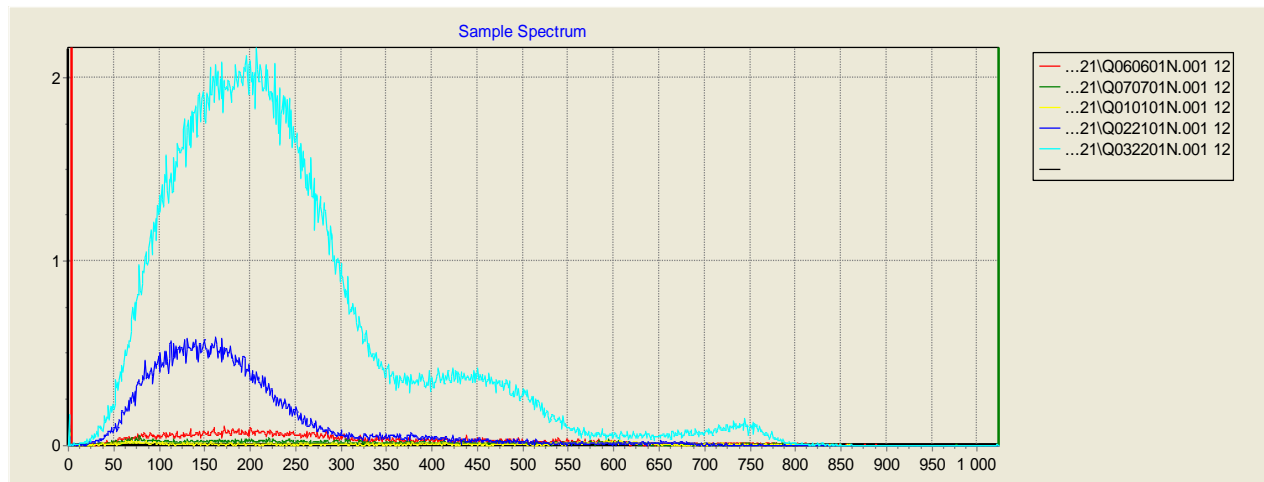
Taulukko 2. Analysoitujen nikkelinäytteiden MP-AES-tulokset.

| <b>Ni-näytteet:</b> | <b>Ni-pitoisuus (mg/l)</b> | <b>Ni-saanto (%)</b> | <b>Saannon virhe (%)</b> | <b>Tulos virheen kanssa:</b> |
|---------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>LOV1 I+II</b>    | 294                        | 88,3                 | 1,69                     | $88,3 \pm 2 \%$              |
| <b>LOV2 I+II</b>    | 111                        | 33,3                 | 0,29                     | $33,3 \pm 0,3 \%$            |
| <b>LOV3 I+II</b>    | 236                        | 70,9                 | 1,14                     | $70,9 \pm 1 \%$              |
| <b>SYN1 I+II</b>    | 258                        | 77,5                 | 1,41                     | $77,5 \pm 1 \%$              |

Saantoja ja niiden virheitä käytettiin kertoimena aktiivisuuslaskuissa.

## 6.2 Tuloksia näytteiden aktiivisuuksista

Rautanäytteille ei saatu määritettyä aktiivisuutta nestetuikelaskennassa (Kuva 26). Toisaalta  $^{63}\text{Ni}$  näkyi nestetuikelaskennan spektrissä. Spektri on esitettynä kuvassa 27.



Kuva 27. Nestetuikespektri nikkelinäytteille. Keltainen käyrä kuvaa taustaa, punainen LOV1 I+II, vihreä LOV2 I+II, tummansininen LOV3 I+II ja turkoosi SYN1 I+II erotteluiden jälkeen.

Kuvan 27 spektrissä huomattiin koboltin vaikutus ”olkapäänä” Ni-piikin oikealla puolella. Tämä näkyy selvimmin turkoosissa eli synteettisen pohjaveden spektrissä. Synteettinen pohjavesi sisälsi huomattavan paljon  $^{60}\text{Co}$ :a verrattuna Lovii-san pohjavesiin.  $^{60}\text{Co}$ :n läsnäolo huomattiin myös gammaspetrometrimittauksissa liitteissä 7–12.

Nestetuikespektrin koko kanava-alueesta vähennettiin  $^{60}\text{Co}$ :n osuus, joka saatiin gammamittauksesta määritettyä. Tulokset esitettynä liitteessä 15.

Näytteiden  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuus laskettiin seuraavan kaavan mukaisesti:

$$A = \frac{R_{netto}}{\varepsilon \times s}$$

$A$  = aktiivisuus (Bq)

$R_{netto}$  = nestelaskentataajuus (cps)

$\varepsilon$  = mittaustehokkuus eli efektiivisyys

$s$  = saanto

Aktiivisuudelle laskettiin vielä sen epävarmuus seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$\Delta A = A = \sqrt{\left(\frac{\Delta S}{S}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_{netto}}{R_{netto}}\right)^2}$$

$\Delta A$  = aktiivisuuden epävarmuus (Bq)

$A$  = aktiivisuus (Bq)

$\left(\frac{\Delta S}{S}\right)$  = saannon suhteellinen virhe (Bq)

$\left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}\right)$  = efektiivisyyden suhteellinen virhe

$\left(\frac{\Delta R_{netto}}{R_{netto}}\right)$  = nestelaskentataajuuden suhteellinen virhe (cps)

Efektiivisyyden suhteelliselle virheelle voitiin käyttää kiinteää lukuarvoa 2 % kaikille näytteille.

## 7 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä päästiin testaamaan vesinäytteille suunniteltua raudan ja nikkelin erotusmenetelmää ja voitiin todeta sen toimivan hyvin. Suurin haaste oli näytteiden hyvin alhainen rauta- ja nikkelpitoisuus ja jatkossa osanäytteiden koko tutkimusproseduuri tullaan muokkaamaan siten, että nämä metallit voidaan havaita osanäytteistä. Alustavien tulosten perusteella metallien liukeneminen aktivoituneesta teräksestä on huomattavasti vähäisempää ja hitaampaa, kuin etukäteen oletettiin.

Metallipitoisuudet olivat MP-AES-laitteelta ulottumattomissa ja olisi voitu käyttää jotain muuta atomispektrometriä, kuten ICP-QMS (Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry, induktiivisesti kytketty plasma-kvadrupolimassaspektrometri) tai ICP-QQQ (Inductively Coupled Plasma Triple Quadrupole, induktiivisesti kytketty plasma-kolmoiskvadrupoli). Jatkossa voidaan harkita näiden laitteistojen käyttämistä.

Erottelut onnistuivat kullekin metallille, saannot olivat keskimäärin erinomaisia 80 %:n luokkaa. Nikkelille saatiin keskimäärin hieman pienempi saantoprosentti verrattuna rautaan, mikä voi johtua siitä, että nikkelinäytteille tehtiin erottelu

kahdesti  $^{60}\text{Co}$ :n poistamiseksi. Gammasppektrituloksien mukaan koboltin erottuminen näytteistä parani huomattavasti, kun erotus tehtiin kaksi kertaa.

Yhdessä tutkitussa nikkelinäytteessä LOV2 I+II Ni nähtiin varsin heikko saanto, mikä voi johtua siitä, että nikkeliä oli päässyt katoamaan erottelussa jäteastiaan huonosti asettuneen hartsin vuoksi. Tällöin nikkeli ei ehtinyt saostumaan kolonniin, vaan kulki liikkuvan faasin mukana ulos näytteen kolonniin asettamisen aikana. Kuvasta 3 nähdään, että jäteastiaan on siirtynyt jonkin verran punaista nestettä, mikä voi tarkoittaa, että jäteastiaan on päässyt nikkelikompleksia tai muita metallikomplekseja.

Jotta voidaan varmistua, ettei nikkeliä tai rautaa hävinnyt näytteiden käsittelyn aikana, olisi voinut ottaa MP-AES-fraktioita tutkittavaksi. Erityisesti olisi voinut varmistaa, saostuivatko metallit kokonaan hydroksidisaostuksen myötä sentrifugoinnin jälkeen ennen näytteiden haihduttamista. Erotuksen aikana syntyneen jätteen olisi voinut ajaa myös MP-AES:lla, jotta voitaisiin selvittää, paljonko erottelun aikana oli siirtynyt metalleja jätteeseen.

Projekti jouduttiin keskeyttämään hetkellisesti, sillä erottelun jälkeisistä LSC-tuloksista selvisi, etteivät näytteet sisältäneet tarpeeksi  $^{55}\text{Fe}$ - tai  $^{63}\text{Ni}$ -aktiivisuutta, jotta niille olisi voitu määrittää kvalitatiivinen arvo. Tämän vuoksi pyritään jatkossa kasvattamaan osanäytteen tilavuutta ja mahdollisesti analysoidaan myös osanäytteistä suodatettu sakka ennen vesinäytteiden kemiallisia käsitteilyjä. Opinnäytetyön tulosten perusteella osanäytteiden ottoväliä harvennetaan kolmesta kuukaudesta kuuteen kuukauteen, koska liuenneet  $^{63}\text{Ni}$ - ja  $^{55}\text{Fe}$ -aktiivisuudet ovat hyvin pienet.

Opinnäytetyön tulokset tullaan myöhemmin liittämään tieteelliseen artikkeliin, kun kaikki nykyiset ja tulevat osanäytteet on analysoitu ja liuotuskoe päättynyt vuoden 2022 lopussa.

## Lähteet

- 1 Extending the Operational Life Span of Nuclear Plants. <<https://www.iaea.org/newscenter/news/extending-operational-life-span-nuclear-plants>> Luettu 1.5.2021
- 2 Hou, Xiaolin, Østergaard, Lars Frøsig, Nielsen, Sven P. 2004. Determination of  $^{63}\text{Ni}$  and  $^{55}\text{Fe}$  in nuclear waste samples using radiochemical separation and liquid scintillation counting. Elsevier.
- 3 Leskinen, Anumaija, Salminen-Paatero, Susanna, Rätty, Antti, Tanhua-Tyrkkö, Merja, Iso-Markku, Taneli, Puukko, Esa. 2019. Determination of  $^{14}\text{C}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{63}\text{Ni}$  and gamma emitters in activated RPV steel samples: a comparison between calculations and experimental analysis. Springer.
- 4 Iso-Markku, Taneli. 2019. Difficult-to-measure beta active radionuclides in nuclear decommissioning waste. Master's Thesis. University of Helsinki, Department of Chemistry. Helda-tietokanta.
- 5 Iron: isotope data. Verkkoaineisto. <<https://www.webelements.com/iron/isotopes.html>> Luettu 1.5.2021
- 6 Nickel: isotope data. Verkkoaineisto. <<https://www.webelements.com/nickel/isotopes.html>> Luettu 1.5.2021
- 7 Triskem. Extraction Chromatography Technical Documentation. E-kirja. Triskem.
- 8 Analytical Procedure Iron-55 In Water. Verkkoaineisto. Eichrom Technologies, LLC. <[https://www.eichrom.com/wp-content/uploads/2018/02/few01-11\\_fe-water.pdf](https://www.eichrom.com/wp-content/uploads/2018/02/few01-11_fe-water.pdf)>. Luettu 1.5.2021.
- 9 Analytical Procedure Nickel-63/59 In Water. Verkkoaineisto. Eichrom Technologies, LLC. <[https://www.eichrom.com/wp-content/uploads/2018/02/niw01-13\\_ni-water.pdf](https://www.eichrom.com/wp-content/uploads/2018/02/niw01-13_ni-water.pdf)>. Luettu 1.5.2021.
- 10 Eriksson, S., Vesterlund, A., Olsson, M., Ramebäck, H. 2012. Reducing measurement uncertainty in  $^{63}\text{Ni}$  measurements in reactor coolant water with high  $^{60}\text{Co}$  activities. Springer.
- 11 Harris, Daniel C. 2010. Quantitative Chemical Analysis. 8. painos. New York, W. H. Freeman and Company.

- 12 Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy (MP-AES). 2021. Verkkoaineisto. Agilent Technologies. <[https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-7282EN\\_MP-AES-eBook.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/applications/5991-7282EN_MP-AES-eBook.pdf)>. Luettu 12.3.2021.
- 13 Comparison of ICP-QQQ and MP-AES to Alternative Atomic Spectrometry Techniques. <<https://www.labcompare.com/10-Featured-Articles/333957-Comparison-of-ICP-QQQ-and-MP-AES-to-Alternative-Atomic-Spectrometry-Techniques/>>. Luettu 1.5.2021.
- 14 Wall, Steve. Lower Operating Costs, Safer Operation, More Productive. Agilent 4100 MP-AES. Verkkoaineisto. Agilent Technologies. <[https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/Public/ASTS2013\\_Lower\\_Operating\\_Costs\\_Safer\\_Operation\\_More\\_Productive\\_MP-AES.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/Public/ASTS2013_Lower_Operating_Costs_Safer_Operation_More_Productive_MP-AES.pdf)>. Luettu 12.3.2021.
- 15 Liquid Scintillation Counter User Manual. 2015. Verkkoaineisto. Columbia University Environmental Health & Safety Radiation Safety Program. <<https://research.columbia.edu/sites/default/files/content/EHS/Rad%20Safety/LSCUserManual.pdf>>. Luettu 12.3.2021.
- 16 Ikäheimonen, Tarja K. (toim.). 2002. Säteily ja sen havaitseminen. Hämeenlinna: Säteilyturvakeskus.
- 17 Säteilyaltistuksen seuranta. <<https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilynkayttajalle/tyontekijoiden-suojelu-ja-sateilymittaukset/sateilyaltistuksen-seuranta>>. Luettu 12.3.2021.
- 18 Uusitalo, Mikko. 2018. Raskasmetallien saostusmenetelmän pH-optimointi. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

## Listaus analysoitavista näytteistä

| Näytteet: | Näytteenotto pvm. | Aika (kk) | Eh (mV) | pH   |
|-----------|-------------------|-----------|---------|------|
| LOV1 I    | 22.10.2019        | 3         | -60,8   | 8,01 |
| LOV1 II   | 22.1.2020         | 6,5       | -65,7   | 7,87 |
| LOV1 III  | 25.5.2020         | 10,5      | -53,6   | 7,72 |
| LOV1 IV   | 4.10.2020         | 15        | -36,9   | 7,63 |
| LOV2 I    | 22.10.2019        | 3         | -59,3   | 7,95 |
| LOV2 II   | 22.1.2020         | 6,5       | -62,7   | 7,96 |
| LOV2 III  | 25.5.2020         | 10,5      | -53,7   | 7,75 |
| LOV2 IV   | 4.10.2020         | 15        | -52     | 7,84 |
| LOV3 I    | 22.10.2019        | 3         | -59,9   | 7,94 |
| LOV3 II   | 22.1.2020         | 6,5       | -66     | 7,9  |
| LOV3 III  | 25.5.2020         | 10,5      | -58,2   | 7,8  |
| LOV3 IV   | 4.10.2020         | 15        | -57,4   | 7,93 |
| SYN1 I    | 22.10.2019        | 3         | -59,4   | 8,01 |
| SYN1 II   | 22.1.2020         | 6,5       | -118    | 8,69 |
| SYN1 III  | 25.5.2020         | 10,5      | 66,4    | 5,66 |
| SYN1 IV   | 4.10.2020         | 15        | -3,1    | 7,06 |
| SYN2 I    | 22.10.2019        | 3         | 98      | 5,31 |
| SYN2 II   | 22.1.2020         | 6,5       | 117,6   | 5,28 |
| SYN2 III  | 25.5.2020         | 10,5      | 85,5    | 5,32 |
| SYN2 IV   | 4.10.2020         | 15        | 72,4    | 5,71 |
| SYN3 I    | 22.10.2019        | 3         | 74,4    | 5,64 |
| SYN3 II   | 22.1.2020         | 6,5       | 50,1    | 5,98 |
| SYN3 III  | 25.5.2020         | 10,5      | 44      | 6,02 |
| SYN3 IV   | 4.10.2020         | 15        | 69      | 5,78 |

# Preliminäärisen MP-AES-testin tulokset

191120 inakt betoni Fe Ni SSP.mpws

Report Date: 19. marraskuuta 2020 12:11

1 of 17

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\191120 oppari\191120 inakt betoni Fe Ni SSP.mpws

Date created: 19.11.2020 10:37:22

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

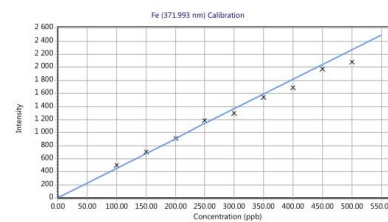
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Co      | Co (340.512)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (345.846)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |
| Co      | Co (340.512)          | Analyte | 0                | 240                      |
| Ni      | Ni (345.846)          | Analyte | 0                | 240                      |

## Calibration Curves:

Fe (371.993 nm)  
Intensity = 4.54285841 \* Concentration + 0.02789102  
Correlation coefficient: 0.99750

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.03      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 100       | 497.03    | 100.00               | 109.40                   | 9.40    |
| 150       | 707.57    | 150.00               | 155.75                   | 3.83    |
| 200       | 911.82    | 200.00               | 200.71                   | 0.35    |
| 250       | 1188.87   | 250.00               | 261.69                   | 4.68    |
| 300       | 1301.73   | 300.00               | 286.54                   | 4.49    |
| 350       | 1546.13   | 350.00               | 340.34                   | 2.76    |
| 400       | 1687.14   | 400.00               | 371.38                   | 7.16    |
| 450       | 1973.42   | 450.00               | 434.40                   | 3.47    |
| 500       | 2080.92   | 500.00               | 458.06                   | 8.39    |

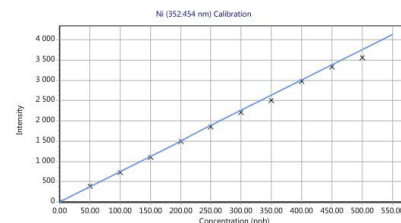




# Liite 2 2 (17)

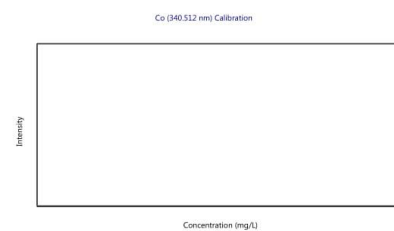
Ni (352.454 nm)  
Intensity = 7.52303578 \* Concentration - 0.02227548  
Correlation coefficient: 0.99936

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.02     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 50        | 398.02    | 50.00                | 52.91                    | 5.82    |
| 100       | 738.51    | 100.00               | 98.17                    | 1.83    |
| 150       | 1098.59   | 150.00               | 146.03                   | 2.64    |
| 200       | 1499.53   | 200.00               | 199.33                   | 0.34    |
| 250       | 1861.67   | 250.00               | 247.47                   | 1.01    |
| 300       | 2205.05   | 300.00               | 293.11                   | 2.30    |
| 350       | 2500.88   | 350.00               | 332.43                   | 5.02    |
| 400       | 2975.74   | 400.00               | 395.55                   | 1.11    |
| 450       | 3338.60   | 450.00               | 443.79                   | 1.38    |
| 500       | 3564.19   | 500.00               | 473.77                   | 5.25    |



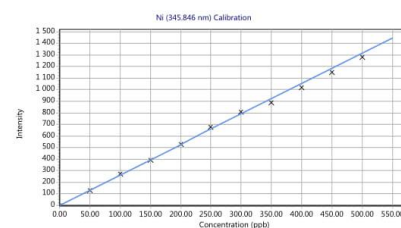
Co (340.512 nm)  
Uncalibrated

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|



Ni (345.846 nm)  
Intensity = 2.63370538 \* Concentration - 0.00068248  
Correlation coefficient: 0.99927

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.00      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 50        | 130.76    | 50.00                | 49.65                    | 0.71    |
| 100       | 270.84    | 100.00               | 102.83                   | 2.83    |
| 150       | 395.15    | 150.00               | 150.04                   | 0.02    |
| 200       | 530.38    | 200.00               | 201.38                   | 0.69    |
| 250       | 678.06    | 250.00               | 257.46                   | 2.98    |
| 300       | 809.38    | 300.00               | 307.32                   | 2.44    |
| 350       | 890.39    | 350.00               | 338.08                   | 3.41    |
| 400       | 1020.49   | 400.00               | 387.47                   | 3.13    |



| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| 450       | 1151.16   | 450.00               | 437.09                   | 2.87    |
| 500       | 1279.00   | 500.00               | 485.63                   | 2.87    |

Sample Name: Blank

Date: 19.11.2020 11:28:40

Rack:Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.03      |
| Co (340.512 nm) | 0.00 x                 | mg/L | N/A | N/A  | 9154.30 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.00      |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.02     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | ppb   |
| Co (340.512 nm) | 0.00 x      | 0.00 x      | 0.00 x      | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | -2.37             | 4.58              | -2.12             |
| Co (340.512 nm) | 9086.10 x         | 9225.71 x         | 9151.09 x         |
| Ni (345.846 nm) | -2.59             | 13.84             | -11.25            |
| Ni (352.454 nm) | 21.40             | -8.81             | -12.65            |

Sample Name: 50

Date: 19.11.2020 11:30:40

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | --                     | ppb  | N/A | N/A  | --        |
| Ni (345.846 nm) | 50.00                  | ppb  | N/A | N/A  | 130.76    |
| Ni (352.454 nm) | 50.00                  | ppb  | N/A | N/A  | 398.02    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 50.00       | 50.00       | 50.00       | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 50.00       | 50.00       | 50.00       | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 50.00       | 50.00       | 50.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 251.00            | 270.35            | 288.06            |
| Ni (345.846 nm) | 124.46            | 127.11            | 140.69            |
| Ni (352.454 nm) | 398.45            | 395.65            | 399.95            |

Sample Name: 100

Date: 19.11.2020 11:32:40

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 100.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 497.03    |
| Ni (345.846 nm) | 100.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 270.84    |
| Ni (352.454 nm) | 100.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 738.51    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 100.00      | 100.00      | 100.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 100.00      | 100.00      | 100.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 100.00      | 100.00      | 100.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 465.50            | 496.49            | 529.09            |
| Ni (345.846 nm) | 258.59            | 270.37            | 283.55            |
| Ni (352.454 nm) | 738.57            | 727.13            | 749.82            |

Sample Name: 150

Date: 19.11.2020 11:34:40

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 707.57    |
| Ni (345.846 nm) | 150.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 395.15    |
| Ni (352.454 nm) | 150.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1098.59   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 651.23            | 703.92            | 767.55            |
| Ni (345.846 nm) | 405.54            | 380.35            | 399.56            |
| Ni (352.454 nm) | 1092.39           | 1100.83           | 1102.55           |

Sample Name: 200

Date: 19.11.2020 11:36:41

Rack:Tube: S1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 911.82    |
| Ni (345.846 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 530.38    |
| Ni (352.454 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1499.53   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 862.17            | 926.51            | 946.78            |
| Ni (345.846 nm) | 506.52            | 529.45            | 555.18            |
| Ni (352.454 nm) | 1457.98           | 1532.59           | 1508.02           |

Sample Name: 250

Date: 19.11.2020 11:38:42

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1188.87   |
| Ni (345.846 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 678.06    |
| Ni (352.454 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1861.67   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1105.68           | 1206.91           | 1254.02           |
| Ni (345.846 nm) | 655.16            | 677.84            | 701.18            |
| Ni (352.454 nm) | 1863.29           | 1841.44           | 1880.28           |

Sample Name: 300

Date: 19.11.2020 11:40:43

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1301.73   |
| Ni (345.846 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 809.38    |
| Ni (352.454 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2205.05   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1221.23           | 1304.80           | 1379.14           |
| Ni (345.846 nm) | 771.74            | 822.77            | 833.64            |
| Ni (352.454 nm) | 2145.06           | 2252.86           | 2217.21           |

Sample Name: 350

Date: 19.11.2020 11:42:44

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1546.13   |
| Ni (345.846 nm) | 350.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 890.39    |
| Ni (352.454 nm) | 350.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2500.88   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1348.26           | 1561.21           | 1728.92           |
| Ni (345.846 nm) | 842.08            | 908.56            | 920.54            |
| Ni (352.454 nm) | 2459.43           | 2539.31           | 2503.91           |

Sample Name: 400

Date: 19.11.2020 11:44:45

Rack:Tube: S1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 400.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1687.14   |
| Ni (345.846 nm) | 400.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1020.49   |
| Ni (352.454 nm) | 400.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2975.74   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 400.00      | 400.00      | 400.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 400.00      | 400.00      | 400.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 400.00      | 400.00      | 400.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1506.19           | 1681.53           | 1873.69           |
| Ni (345.846 nm) | 985.71            | 985.74            | 1090.03           |
| Ni (352.454 nm) | 2898.19           | 3057.70           | 2971.34           |

Sample Name: 450

Date: 19.11.2020 11:46:47

Rack:Tube: S1:10

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 450.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1973.42   |
| Ni (345.846 nm) | 450.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1151.16   |
| Ni (352.454 nm) | 450.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3338.60   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 450.00      | 450.00      | 450.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 450.00      | 450.00      | 450.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 450.00      | 450.00      | 450.00      | ppb   |

Replicates Intensity



| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1789.53           | 2009.45           | 2121.29           |
| Ni (345.846 nm) | 1073.55           | 1153.55           | 1226.38           |
| Ni (352.454 nm) | 3294.96           | 3391.83           | 3329.01           |

Sample Name: 500

Date: 19.11.2020 11:48:49

Rack:Tube: S1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2080.92   |
| Ni (345.846 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1279.00   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3564.19   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | ppb   |
| Ni (345.846 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | ppb   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1854.90           | 2097.34           | 2290.53           |
| Ni (345.846 nm) | 1251.41           | 1249.14           | 1336.46           |
| Ni (352.454 nm) | 3450.67           | 3652.20           | 3589.69           |

Sample Name: [Betoni 1A\\_raaka\\_Ni\\_kanta](#)

Date: 19.11.2020 11:51:01

Rack:Tube: 1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.49 o                 | mg/L | 94.18 | 19.12 | 2237.93   |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A   | N/A   | 9204.12 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.18                   | mg/L | 4.82  | 2.64  | 481.91    |
| Ni (352.454 nm) | 0.09                   | mg/L | 2.88  | 3.09  | 699.72    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.39        | 0.53        | 0.56 o      | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.18        | 0.18        | 0.19        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.09        | 0.09        | 0.10        | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1752.41           | 2401.50           | 2559.89           |
| Co (340.512 nm) | 9223.39 x         | 9197.52 x         | 9191.45 x         |
| Ni (345.846 nm) | 468.79            | 482.79            | 494.15            |
| Ni (352.454 nm) | 675.61            | 706.07            | 717.47            |

Sample Name: [Betoni 1B\\_raaka\\_Ni\\_kanta](#)

Date: 19.11.2020 11:53:12

Rack:Tube: 1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.55 o                 | mg/L | 43.94 | 7.95 | 2510.26   |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A   | N/A  | 9179.39 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.18                   | mg/L | 4.04  | 2.18 | 487.18    |
| Ni (352.454 nm) | 0.09                   | mg/L | 1.77  | 2.08 | 642.42    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.51        | 0.56 o      | 0.59 o      | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.18        | 0.19        | 0.19        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.09        | 0.08        | 0.09        | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 2301.97           | 2528.89           | 2699.91           |
| Co (340.512 nm) | 9137.02 x         | 9209.59 x         | 9191.57 x         |
| Ni (345.846 nm) | 475.50            | 489.74            | 496.31            |
| Ni (352.454 nm) | 644.89            | 628.00            | 654.37            |

Sample Name: Betoni 1C\_raaka\_Ni\_kanta

Date: 19.11.2020 11:55:23

Rack:Tube: 1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.53 o                 | mg/L | 99.15 | 18.59 | 2423.69   |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A   | N/A   | 9201.58 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.20                   | mg/L | 4.69  | 2.34  | 529.08    |
| Ni (352.454 nm) | 0.09                   | mg/L | 1.79  | 1.95  | 692.47    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.42        | 0.58 o      | 0.60 o      | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.20        | 0.21        | 0.20        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.09        | 0.09        | 0.09        | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1907.98           | 2622.97           | 2740.13           |
| Co (340.512 nm) | 9224.62 x         | 9192.01 x         | 9188.09 x         |

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ni (345.846 nm) | 517.78            | 542.28            | 527.18            |
| Ni (352.454 nm) | 677.06            | 698.22            | 702.15            |

Sample Name: Fe1A\_puhd.betoni\_inakt

Date: 19.11.2020 11:57:34

Rack:Tube: 1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.16                   | mg/L | 17.93 | 11.01 | 740.11    |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A   | N/A   | 9229.19 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.12                   | mg/L | 4.14  | 3.58  | 304.46    |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 0.70  | 4.24  | -124.52   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.15        | 0.16        | 0.18        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.12        | 0.11        | 0.12        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 682.58            | 704.44            | 833.32            |
| Co (340.512 nm) | 9209.66 x         | 9199.19 x         | 9278.73 x         |
| Ni (345.846 nm) | 311.86            | 291.96            | 309.57            |
| Ni (352.454 nm) | -122.34           | -130.54           | -120.68           |

Sample Name: Fe1B\_puhd.betoni\_inakt

Date: 19.11.2020 11:59:45

Rack:Tube: 1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.17                   | mg/L | 17.25 | 10.01 | 782.75    |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A   | N/A   | 9219.63 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.12                   | mg/L | 4.67  | 3.80  | 323.99    |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 0.95  | 5.08  | -140.98   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.16        | 0.17        | 0.19        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.12        | 0.13        | 0.12        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 714.81            | 764.98            | 868.47            |
| Co (340.512 nm) | 9205.64 x         | 9188.29 x         | 9264.94 x         |
| Ni (345.846 nm) | 321.24            | 337.44            | 313.29            |
| Ni (352.454 nm) | -146.93           | -133.03           | -142.97           |

Sample Name: Fe1C\_puhd.betoni\_inakt

Date: 19.11.2020 12:01:55

Rack:Tube: 1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.15                   | mg/L | 5.44 | 3.71 | 666.78    |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A  | N/A  | 9176.09 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.13                   | mg/L | 2.63 | 2.00 | 346.54    |

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 2.44 | 11.95 | -153.51   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.14        | 0.15        | 0.15        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.13        | 0.13        | 0.13        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 642.33            | 666.23            | 691.77            |
| Co (340.512 nm) | 9085.54 x         | 9252.12 x         | 9190.63 x         |
| Ni (345.846 nm) | 340.56            | 344.93            | 354.14            |
| Ni (352.454 nm) | -160.65           | -167.19           | -132.67           |

Sample Name: Ni1A\_inakt\_betoni

Date: 19.11.2020 12:04:05

Rack:Tube: 1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 3.97 | 15.65 | 115.36    |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A  | N/A   | 9170.97 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.22                   | mg/L | 5.57 | 2.48  | 591.72    |
| Ni (352.454 nm) | 0.08                   | mg/L | 4.61 | 5.80  | 598.14    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.03        | 0.03        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.23        | 0.22        | 0.23        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.08        | 0.07        | 0.08        | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 95.08             | 129.67            | 121.32            |
| Co (340.512 nm) | 9136.06 x         | 9193.37 x         | 9183.49 x         |
| Ni (345.846 nm) | 603.26            | 575.20            | 596.72            |
| Ni (352.454 nm) | 622.68            | 558.43            | 613.33            |

Sample Name: Ni1B\_inakt\_betoni

Date: 19.11.2020 12:06:16

Rack:Tube: 1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

#### Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02                   | mg/L | 6.78 | 31.88 | 96.60     |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A  | N/A   | 9185.34 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.23                   | mg/L | 2.01 | 0.87  | 609.79    |
| Ni (352.454 nm) | 0.07                   | mg/L | 0.33 | 0.46  | 536.55    |

#### Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.01        | 0.02        | 0.03        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.23        | 0.23        | 0.23        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.07        | 0.07        | 0.07        | mg/L  |

#### Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 61.40             | 109.93            | 118.48            |
| Co (340.512 nm) | 9177.76 x         | 9157.20 x         | 9221.07 x         |
| Ni (345.846 nm) | 606.34            | 607.13            | 615.89            |
| Ni (352.454 nm) | 539.15            | 536.23            | 534.28            |

Sample Name: Ni1C\_inakt\_betoni

Date: 19.11.2020 12:08:26

Rack:Tube: 1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 2.21 | 7.67 | 130.67    |
| Co (340.512 nm) | Uncal                  | mg/L | N/A  | N/A  | 9228.98 x |
| Ni (345.846 nm) | 0.24                   | mg/L | 6.84 | 2.89 | 623.87    |
| Ni (352.454 nm) | 0.07                   | mg/L | 3.71 | 5.61 | 498.36    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Units |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | mg/L  |
| Co (340.512 nm) | Uncal       | Uncal       | Uncal       | mg/L  |
| Ni (345.846 nm) | 0.23        | 0.23        | 0.24        | mg/L  |
| Ni (352.454 nm) | 0.06        | 0.07        | 0.07        | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 119.44            | 133.86            | 138.71            |
| Co (340.512 nm) | 9228.04 x         | 9255.99 x         | 9202.91 x         |
| Ni (345.846 nm) | 611.49            | 615.58            | 644.55            |
| Ni (352.454 nm) | 466.96            | 507.65            | 520.48            |



# MP-AES-tulokset näytepitoisuustestissä

08122020\_Naytepitoisuustesti.mpws

Report Date: 8. joulukuuta 2020 15:38

1 of 26

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\08122020\_Naytepitoisuustesti.mpws

Date created: 8.12.2020 14:01:34

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

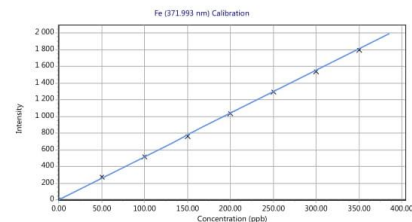
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (345.846)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |
| Ni      | Ni (345.846)          | Analyte | 0                | 240                      |

## Calibration Curves:

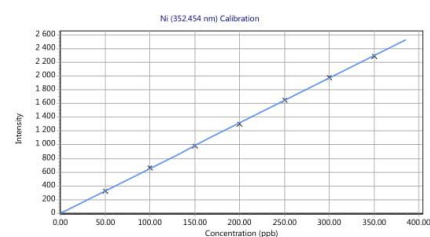
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 5.18381290 \* Concentration - 0.00241473  
Correlation coefficient: 0.99991

| Standards     | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|---------------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank         | 0.00      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| Fe+Ni 50 ppb  | 274.82    | 50.00                | 53.02                    | 6.03    |
| Fe+Ni 100 ppb | 517.96    | 100.00               | 99.92                    | 0.08    |
| Fe+Ni 150 ppb | 762.09    | 150.00               | 147.01                   | 1.99    |
| Fe+Ni 200 ppb | 1036.46   | 200.00               | 199.94                   | 0.03    |
| Fe+Ni 250 ppb | 1297.60   | 250.00               | 250.32                   | 0.13    |
| Fe+Ni 300 ppb | 1541.90   | 300.00               | 297.45                   | 0.85    |
| Fe+Ni 350 ppb | 1798.28   | 350.00               | 346.90                   | 0.88    |



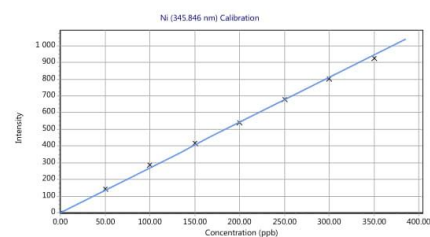
Ni (352.454 nm)  
Intensity = 6.56707339 \* Concentration + 0.00310768  
Correlation coefficient: 0.99997

| Standards     | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|---------------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank         | 0.00      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| Fe+Ni 50 ppb  | 325.72    | 50.00                | 49.60                    | 0.80    |
| Fe+Ni 100 ppb | 668.01    | 100.00               | 101.72                   | 1.72    |
| Fe+Ni 150 ppb | 986.45    | 150.00               | 150.21                   | 0.14    |
| Fe+Ni 200 ppb | 1307.33   | 200.00               | 199.07                   | 0.46    |
| Fe+Ni 250 ppb | 1645.88   | 250.00               | 250.63                   | 0.25    |
| Fe+Ni 300 ppb | 1975.96   | 300.00               | 300.89                   | 0.30    |
| Fe+Ni 350 ppb | 2287.92   | 350.00               | 348.39                   | 0.46    |



Ni (345.846 nm)  
Intensity = 2.70481350 \* Concentration + 0.01417345  
Correlation coefficient: 0.99967

| Standards     | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|---------------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank         | 0.01      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| Fe+Ni 50 ppb  | 141.39    | 50.00                | 52.27                    | 4.54    |
| Fe+Ni 100 ppb | 287.58    | 100.00               | 106.31                   | 6.31    |
| Fe+Ni 150 ppb | 416.37    | 150.00               | 153.93                   | 2.62    |
| Fe+Ni 200 ppb | 539.20    | 200.00               | 199.34                   | 0.33    |
| Fe+Ni 250 ppb | 678.29    | 250.00               | 250.76                   | 0.31    |
| Fe+Ni 300 ppb | 804.32    | 300.00               | 297.36                   | 0.88    |
| Fe+Ni 350 ppb | 926.22    | 350.00               | 342.43                   | 2.16    |



Sample Name: Blank

Date: 8.12.2020 14:15:53

Rack:Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.00      |
| Ni (345.846 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.01      |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.00      |





| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 100.00      | 100.00       | ppb   |
| 100.00      | 100.00       | ppb   |
| 100.00      | 100.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 477.36            | 487.79            | 501.34            | 511.73            | 514.34            | 527.02            |
| Ni (345.846 nm) | 273.43            | 290.79            | 287.15            | 289.58            | 263.01            | 287.93            |
| Ni (352.454 nm) | 686.83            | 645.62            | 694.26            | 663.61            | 662.26            | 674.40            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 512.14            | 551.35            | 556.03            | 540.46             |
| 279.30            | 308.04            | 294.18            | 302.35             |
| 661.47            | 664.99            | 669.78            | 656.84             |

Sample Name: Fe+Ni 150 ppb

Date: 8.12.2020 14:25:11

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 762.09 e  |
| Ni (345.846 nm) | 150.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 416.37    |
| Ni (352.454 nm) | 150.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 986.45    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      |
| Ni (345.846 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      |
| Ni (352.454 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 150.00      | 150.00       | ppb   |
| 150.00      | 150.00       | ppb   |
| 150.00      | 150.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 701.52            | 724.08            | 735.64            | 747.29            | 746.01            | 790.39            |
| Ni (345.846 nm) | 418.41            | 410.42            | 401.22            | 423.87            | 419.27            | 423.12            |
| Ni (352.454 nm) | 987.55            | 982.21            | 1017.49           | 976.83            | 990.13            | 976.15            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 771.92            | 785.28            | 786.80            | 771.42             |
| 410.48            | 402.76            | 434.21            | 419.95             |
| 955.18            | 998.72            | 978.77            | 1001.52            |

Sample Name: Fe+Ni 200 ppb

Date: 8.12.2020 14:28:17

Rack:Tube: S1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1036.46 e |
| Ni (345.846 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 539.20    |
| Ni (352.454 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1307.33   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      |
| Ni (345.846 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      |
| Ni (352.454 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 200.00      | 200.00       | ppb   |
| 200.00      | 200.00       | ppb   |
| 200.00      | 200.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 940.89            | 994.63            | 986.32            | 978.76            | 1040.78           | 1033.35           |
| Ni (345.846 nm) | 529.56            | 527.40            | 549.56            | 533.58            | 520.21            | 544.68            |
| Ni (352.454 nm) | 1322.80           | 1301.38           | 1289.64           | 1331.33           | 1272.10           | 1332.80           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1011.72           | 1069.21           | 1063.00           | 1042.52            |
| 535.73            | 545.10            | 553.37            | 552.80             |
| 1284.56           | 1331.01           | 1304.61           | 1303.10            |

Sample Name: Fe+Ni 250 ppb

Date: 8.12.2020 14:31:24

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1297.60 e |
| Ni (345.846 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 678.29    |
| Ni (352.454 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1645.88   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      |
| Ni (345.846 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      |
| Ni (352.454 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 250.00      | 250.00       | ppb   |
| 250.00      | 250.00       | ppb   |
| 250.00      | 250.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1246.97           | 1266.54           | 1267.17           | 1305.83           | 1289.43           | 1321.27           |
| Ni (345.846 nm) | 656.81            | 672.59            | 668.24            | 678.37            | 681.73            | 674.28            |
| Ni (352.454 nm) | 1624.13           | 1674.11           | 1618.54           | 1642.76           | 1661.07           | 1626.14           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1327.01           | 1315.85           | 1338.36           | 1344.35            |
| 696.05            | 684.20            | 699.18            | 671.41             |
| 1672.86           | 1625.63           | 1651.76           | 1661.78            |

Sample Name: Fe+Ni 300 ppb

Date: 8.12.2020 14:34:30

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1541.90 e |
| Ni (345.846 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 804.32    |
| Ni (352.454 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1975.96   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      |
| Ni (345.846 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      |
| Ni (352.454 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 300.00      | 300.00       | ppb   |
| 300.00      | 300.00       | ppb   |
| 300.00      | 300.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1417.23           | 1417.59           | 1441.66           | 1449.98           | 1494.59           | 1523.59           |
| Ni (345.846 nm) | 789.45            | 784.89            | 791.48            | 812.56            | 800.24            | 800.93            |
| Ni (352.454 nm) | 1931.09           | 1985.09           | 1942.68           | 2016.91           | 1966.43           | 1987.69           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1481.68           | 1532.28           | 1572.58           | 1581.05            |
| 805.82            | 813.05            | 821.90            | 822.86             |
| 2015.03           | 1941.28           | 2017.97           | 1955.41            |



Sample Name: Fe+Ni 350 ppb

Date: 8.12.2020 14:37:37

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1798.28 e |
| Ni (345.846 nm) | 350.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 926.22    |
| Ni (352.454 nm) | 350.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2287.92   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      |
| Ni (345.846 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      |
| Ni (352.454 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 350.00      | 350.00       | ppb   |
| 350.00      | 350.00       | ppb   |
| 350.00      | 350.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1673.15           | 1766.19           | 1765.49           | 1772.42           | 1795.86           | 1811.22           |
| Ni (345.846 nm) | 906.00            | 883.70            | 931.23            | 913.61            | 940.18            | 933.15            |
| Ni (352.454 nm) | 2299.45           | 2257.30           | 2331.58           | 2294.09           | 2274.81           | 2306.49           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1806.49           | 1829.96           | 1822.96           | 1813.91            |
| 917.01            | 949.24            | 942.33            | 945.76             |
| 2235.28           | 2305.34           | 2287.93           | 2286.92            |

Sample Name: Syn1 10000x

Date: 8.12.2020 14:40:44

Rack:Tube: 1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.57 | 6.97  | 116.57    |
| Ni (345.846 nm) | 0.07                   | mg/L | 3.16 | 4.40  | 194.21    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.81 | 20.16 | -59.02    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        |
| Ni (345.846 nm) | 0.07        | 0.07        | 0.07        | 0.07        | 0.07        | 0.07        | 0.08        | 0.07        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | 0.00 u      | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.02        | 0.02         | mg/L  |
| 0.08        | 0.07         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 104.75            | 109.51            | 114.59            | 127.96            | 129.14            | 112.78            |
| Ni (345.846 nm) | 183.10            | 189.45            | 196.28            | 197.14            | 190.44            | 192.27            |
| Ni (352.454 nm) | -66.97            | -56.35            | -29.37            | -60.74            | -60.04            | -50.12            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 109.87            | 117.73            | 115.59            | 123.77             |
| 210.91            | 185.15            | 205.02            | 192.33             |
| -66.91            | -66.89            | -68.39            | -64.46             |

Sample Name: Syn2 10000x

Date: 8.12.2020 14:43:51

Rack:Tube: 1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.75 | 6.90  | 131.79    |
| Ni (345.846 nm) | 0.08                   | mg/L | 4.11 | 5.46  | 203.70    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.53 | 17.50 | -57.33    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.03        | 0.02        | 0.02        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.02        |
| Ni (345.846 nm) | 0.08        | 0.07        | 0.08        | 0.07        | 0.07        | 0.08        | 0.07        | 0.07        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.02        | 0.03         | mg/L  |
| 0.07        | 0.08         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 119.36            | 142.75            | 123.59            | 127.90            | 137.22            | 145.36            |
| Ni (345.846 nm) | 207.01            | 198.77            | 223.55            | 192.03            | 199.30            | 219.47            |
| Ni (352.454 nm) | -47.29            | -42.56            | -61.79            | -71.24            | -55.28            | -60.78            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 134.11            | 120.53            | 129.31            | 137.74             |
| 189.85            | 197.74            | 199.63            | 209.64             |
| -64.23            | -66.35            | -61.12            | -42.71             |

Sample Name: Syn3 10000x

Date: 8.12.2020 14:46:57

Rack:Tube: 1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 0.91 | 3.39  | 139.76    |
| Ni (345.846 nm) | 0.08                   | mg/L | 2.12 | 2.55  | 224.15    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.92 | 17.66 | -71.22    |



| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| 0.09        | 0.09         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 153.33            | 156.38            | 164.19            | 151.20            | 175.88            | 156.21            |
| Ni (345.846 nm) | 224.58            | 220.11            | 229.79            | 218.03            | 245.06            | 224.07            |
| Ni (352.454 nm) | -76.73            | -63.49            | -74.35            | -74.93            | -74.73            | -53.56            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 160.82            | 175.43            | 158.56            | 153.22             |
| 253.06            | 234.35            | 232.71            | 237.66             |
| -70.37            | -69.33            | -83.29            | -79.55             |

Sample Name: Syn2 1000x

Date: 8.12.2020 14:53:10

Rack:Tube: 1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.31 | 4.06  | 167.11    |
| Ni (345.846 nm) | 0.10                   | mg/L | 4.33 | 4.45  | 263.13    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.49 | 22.77 | -42.96    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (345.846 nm) | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.09        | 0.10        | 0.09        | 0.10        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | 0.00 u      | -0.01 u     | -0.01 u     | 0.00 u      | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| 0.09        | 0.10         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 169.71            | 163.43            | 164.68            | 169.29            | 165.12            | 168.74            |
| Ni (345.846 nm) | 272.49            | 257.41            | 266.99            | 279.75            | 241.80            | 277.88            |
| Ni (352.454 nm) | -56.25            | -30.38            | -48.67            | -39.34            | -22.83            | -48.36            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 165.86            | 153.12            | 179.85            | 171.28             |
| 254.87            | 262.92            | 254.05            | 263.19             |
| -45.11            | -43.70            | -47.49            | -47.51             |

Sample Name: Syn3 1000x

Date: 8.12.2020 14:56:17

Rack:Tube: 1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 2.34 | 6.61  | 183.22    |
| Ni (345.846 nm) | 0.09                   | mg/L | 4.84 | 5.10  | 256.55    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.54 | 15.88 | -63.63    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.04        | 0.03        | 0.04        | 0.03        | 0.04        |
| Ni (345.846 nm) | 0.09        | 0.10        | 0.10        | 0.09        | 0.10        | 0.09        | 0.09        | 0.09        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.10        | 0.10         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 180.21            | 158.81            | 176.05            | 197.76            | 174.68            | 188.72            |
| Ni (345.846 nm) | 240.22            | 262.35            | 260.50            | 245.14            | 277.57            | 237.24            |
| Ni (352.454 nm) | -61.63            | -48.50            | -57.51            | -64.10            | -69.43            | -51.16            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 178.72            | 189.42            | 188.27            | 199.52             |
| 255.15            | 251.59            | 267.51            | 268.20             |
| -66.54            | -61.42            | -82.01            | -74.00             |

Sample Name: Syn1 100x

Date: 8.12.2020 14:59:23

Rack:Tube: 1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 1.81 | 4.62  | 202.76    |
| Ni (345.846 nm) | 0.10                   | mg/L | 4.66 | 4.56  | 276.18    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.56 | 17.40 | -58.80    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        |
| Ni (345.846 nm) | 0.10        | 0.10        | 0.11        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.10        | 0.11         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 182.73            | 206.44            | 193.97            | 201.40            | 217.22            | 209.64            |
| Ni (345.846 nm) | 266.50            | 283.52            | 287.51            | 267.51            | 267.18            | 269.13            |
| Ni (352.454 nm) | -42.44            | -65.91            | -43.52            | -56.07            | -58.42            | -63.78            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 204.71            | 207.81            | 203.93            | 199.71             |
| 265.14            | 282.52            | 269.46            | 303.37             |
| -56.79            | -70.40            | -73.53            | -57.13             |

Sample Name: Syn2 100x

Date: 8.12.2020 15:02:29

Rack:Tube: 1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 1.82 | 4.49  | 210.41    |
| Ni (345.846 nm) | 0.10                   | mg/L | 3.87 | 3.72  | 281.26    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 2.39 | 22.79 | -68.80    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        |
| Ni (345.846 nm) | 0.10        | 0.10        | 0.11        | 0.11        | 0.10        | 0.11        | 0.10        | 0.10        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.11        | 0.11         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 205.49            | 204.53            | 198.81            | 207.00            | 210.17            | 223.81            |
| Ni (345.846 nm) | 272.58            | 267.94            | 295.22            | 291.32            | 266.32            | 289.84            |
| Ni (352.454 nm) | -71.35            | -90.81            | -48.53            | -63.48            | -47.08            | -66.16            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 227.86            | 216.69            | 207.47            | 202.29             |
| 281.42            | 273.40            | 288.72            | 285.89             |
| -71.93            | -95.99            | -70.98            | -61.72             |



Sample Name: Syn3 100x

Date: 8.12.2020 15:05:35

Rack:Tube: 1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 2.14 | 4.93  | 225.25    |
| Ni (345.846 nm) | 0.11                   | mg/L | 3.41 | 3.05  | 302.25    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.56 | 13.46 | -75.99    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.04        | 0.04        | 0.05        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        |
| Ni (345.846 nm) | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.12        | 0.12        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.11        | 0.11         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 239.93            | 224.39            | 230.29            | 235.50            | 229.63            | 221.47            |
| Ni (345.846 nm) | 302.53            | 288.79            | 307.90            | 298.54            | 304.58            | 298.54            |
| Ni (352.454 nm) | -66.65            | -91.44            | -76.95            | -82.78            | -93.37            | -69.50            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 225.62            | 231.65            | 203.80            | 210.19             |
| 314.68            | 317.66            | 296.81            | 292.43             |
| -70.83            | -75.92            | -68.07            | -64.35             |

Sample Name: Blank/Pesu

Date: 8.12.2020 15:08:40

Rack:Tube: 1:10

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 1.74 | 3.90  | 231.08    |
| Ni (345.846 nm) | 0.11                   | mg/L | 1.68 | 1.47  | 309.13    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.79 | 16.00 | -73.30    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.04        |
| Ni (345.846 nm) | 0.12        | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.11        | 0.12        | 0.11        | 0.12        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.11        | 0.12         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 211.94            | 222.88            | 229.72            | 238.32            | 233.28            | 243.55            |
| Ni (345.846 nm) | 313.78            | 302.69            | 303.80            | 307.33            | 303.32            | 311.97            |
| Ni (352.454 nm) | -63.75            | -58.74            | -59.97            | -80.86            | -67.65            | -65.50            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 239.59            | 228.75            | 232.88            | 229.87             |
| 310.16            | 314.82            | 310.60            | 312.82             |
| -90.10            | -82.63            | -75.22            | -88.62             |

Sample Name: Lov1 10000x

Date: 8.12.2020 15:11:46

Rack:Tube: 1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.09 | 2.33  | 241.65    |
| Ni (345.846 nm) | 0.12                   | mg/L | 2.78 | 2.29  | 328.95    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.97 | 15.83 | -81.54    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (345.846 nm) | 0.12        | 0.12        | 0.12        | 0.12        | 0.12        | 0.12        | 0.12        | 0.12        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.13        | 0.12         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 243.39            | 240.72            | 247.59            | 249.85            | 241.06            | 234.70            |
| Ni (345.846 nm) | 326.01            | 337.20            | 319.19            | 329.10            | 337.14            | 325.70            |
| Ni (352.454 nm) | -69.69            | -58.88            | -87.98            | -79.09            | -69.35            | -77.10            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 235.39            | 241.38            | 247.95            | 234.46             |
| 332.13            | 319.37            | 340.23            | 323.44             |
| -91.46            | -96.46            | -98.14            | -87.29             |

Sample Name: Lov2 10000x

Date: 8.12.2020 15:14:51

Rack:Tube: 1:12

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.27 | 2.62  | 250.39    |
| Ni (345.846 nm) | 0.13                   | mg/L | 5.27 | 4.20  | 339.18    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.67 | 12.38 | -88.69    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (345.846 nm) | 0.12        | 0.12        | 0.13        | 0.13        | 0.13        | 0.12        | 0.12        | 0.12        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.13        | 0.12         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 254.90            | 255.84            | 255.13            | 238.02            | 240.88            | 253.29            |
| Ni (345.846 nm) | 335.99            | 327.64            | 349.79            | 361.07            | 350.56            | 333.58            |
| Ni (352.454 nm) | -88.40            | -76.70            | -86.10            | -86.24            | -94.34            | -71.42            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 246.93            | 250.61            | 257.50            | 250.82             |
| 335.10            | 333.09            | 352.38            | 312.63             |
| -111.33           | -83.89            | -93.55            | -94.97             |

Sample Name: Lov3 10000x

Date: 8.12.2020 15:17:57

Rack:Tube: 1:13

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 2.38 | 4.83 | 255.99    |
| Ni (345.846 nm) | 0.13                   | mg/L | 3.54 | 2.70 | 354.66    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.26 | 9.29 | -88.86    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (345.846 nm) | 0.13        | 0.13        | 0.14        | 0.13        | 0.13        | 0.13        | 0.13        | 0.13        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.13        | 0.13         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 238.91            | 239.82            | 272.92            | 252.40            | 268.66            | 252.44            |
| Ni (345.846 nm) | 359.89            | 343.05            | 370.60            | 339.29            | 353.63            | 349.19            |
| Ni (352.454 nm) | -78.61            | -88.08            | -86.85            | -101.38           | -97.01            | -79.71            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 260.06            | 251.75            | 272.72            | 250.26             |
| 349.86            | 357.44            | 359.67            | 364.01             |
| -77.12            | -93.88            | -93.24            | -92.72             |

Sample Name: Lov1 1000x

Date: 8.12.2020 15:21:04

Rack:Tube: 1:14

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.88 | 3.69  | 264.55    |
| Ni (345.846 nm) | 0.14                   | mg/L | 3.60 | 2.62  | 372.26    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.61 | 11.95 | -88.23    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (345.846 nm) | 0.14        | 0.14        | 0.13        | 0.14        | 0.14        | 0.14        | 0.14        | 0.14        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.14        | 0.13         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 267.70            | 246.25            | 259.81            | 270.58            | 255.84            | 276.51            |
| Ni (345.846 nm) | 372.69            | 373.73            | 360.22            | 366.43            | 369.73            | 371.34            |
| Ni (352.454 nm) | -82.79            | -80.13            | -80.76            | -79.54            | -83.09            | -95.93            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 264.35            | 258.95            | 278.66            | 266.86             |
| 390.74            | 387.19            | 366.69            | 363.80             |
| -76.07            | -97.98            | -101.09           | -104.95            |

Sample Name: Lov2 1000x

Date: 8.12.2020 15:24:10

Rack:Tube: 1:15

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.88 | 3.54  | 274.51    |
| Ni (345.846 nm) | 0.14                   | mg/L | 4.31 | 3.09  | 376.68    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.82 | 13.16 | -90.62    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (345.846 nm) | 0.14        | 0.14        | 0.14        | 0.14        | 0.14        | 0.13        | 0.14        | 0.14        |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.06         | mg/L  |
| 0.15        | 0.14         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 269.10            | 279.14            | 263.11            | 278.94            | 276.22            | 280.69            |
| Ni (345.846 nm) | 375.59            | 368.07            | 385.50            | 383.89            | 373.96            | 358.33            |
| Ni (352.454 nm) | -115.14           | -84.10            | -100.90           | -87.84            | -84.48            | -92.43            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 263.30            | 268.64            | 270.64            | 295.34             |
| 389.23            | 365.17            | 395.57            | 371.50             |
| -87.66            | -75.12            | -99.95            | -78.58             |

Sample Name: Lov3 1000x

Date: 8.12.2020 15:27:16

Rack:Tube: 1:16

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.51 | 2.77  | 282.05    |
| Ni (345.846 nm) | 0.15                   | mg/L | 2.90 | 1.99  | 393.39    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.78 | 12.09 | -96.58    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.06        | 0.06        | 0.05        | 0.06        | 0.06        |
| Ni (345.846 nm) | 0.14        | 0.15        | 0.15        | 0.14        | 0.15        | 0.14        | 0.15        | 0.14        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.15        | 0.15         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 276.89            | 278.13            | 279.21            | 290.69            | 296.07            | 273.34            |
| Ni (345.846 nm) | 390.75            | 393.18            | 394.82            | 387.73            | 395.89            | 382.23            |
| Ni (352.454 nm) | -89.45            | -81.38            | -73.50            | -107.11           | -104.23           | -102.67           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 285.37            | 286.61            | 271.13            | 283.07             |
| 411.16            | 387.02            | 398.43            | 392.73             |
| -99.54            | -104.56           | -95.27            | -108.06            |

Sample Name: Lov1 100x

Date: 8.12.2020 15:30:22

Rack:Tube: 1:17

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06                   | mg/L | 1.11 | 1.96  | 295.03    |
| Ni (345.846 nm) | 0.15                   | mg/L | 2.38 | 1.60  | 402.25    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.45 | 10.05 | -94.80    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        |
| Ni (345.846 nm) | 0.15        | 0.15        | 0.15        | 0.15        | 0.15        | 0.15        | 0.15        | 0.15        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.06        | 0.05         | mg/L  |
| 0.15        | 0.15         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 292.28            | 292.08            | 298.74            | 301.19            | 302.70            | 292.10            |
| Ni (345.846 nm) | 402.72            | 408.69            | 392.30            | 402.23            | 411.40            | 395.82            |
| Ni (352.454 nm) | -97.32            | -87.11            | -82.85            | -77.50            | -98.06            | -99.73            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 293.57            | 301.26            | 292.11            | 284.26             |
| 394.09            | 401.90            | 407.70            | 405.66             |
| -99.25            | -104.74           | -107.24           | -94.17             |



Sample Name: Lov2 100x

Date: 8.12.2020 15:33:28

Rack:Tube: 1:18

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06                   | mg/L | 1.23 | 2.09  | 305.41    |
| Ni (345.846 nm) | 0.15                   | mg/L | 3.98 | 2.62  | 411.07    |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 2.10 | 13.79 | -99.82    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        |
| Ni (345.846 nm) | 0.15        | 0.15        | 0.16        | 0.14        | 0.15        | 0.16        | 0.16        | 0.15        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.06        | 0.06         | mg/L  |
| 0.15        | 0.15         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 299.52            | 306.34            | 295.72            | 317.74            | 302.35            | 302.45            |
| Ni (345.846 nm) | 399.67            | 407.85            | 425.24            | 391.09            | 401.86            | 419.58            |
| Ni (352.454 nm) | -86.53            | -92.75            | -111.97           | -81.14            | -117.70           | -86.22            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 306.15            | 310.31            | 311.11            | 302.36             |
| 419.67            | 414.55            | 412.67            | 418.55             |
| -110.48           | -95.31            | -118.26           | -97.83             |

Sample Name: Lov3 100x

Date: 8.12.2020 15:36:35

Rack:Tube: 1:19

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06                   | mg/L | 1.30 | 2.17  | 310.27    |
| Ni (345.846 nm) | 0.16                   | mg/L | 2.99 | 1.93  | 419.27    |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 1.95 | 12.55 | -101.99   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        | 0.06        |
| Ni (345.846 nm) | 0.16        | 0.15        | 0.16        | 0.16        | 0.16        | 0.15        | 0.15        | 0.16        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.06        | 0.06         | mg/L  |
| 0.15        | 0.15         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 301.28            | 304.68            | 308.87            | 313.22            | 315.54            | 311.52            |
| Ni (345.846 nm) | 433.70            | 409.76            | 426.22            | 422.22            | 424.94            | 415.03            |
| Ni (352.454 nm) | -91.09            | -99.18            | -109.00           | -109.97           | -96.71            | -74.68            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 298.52            | 315.47            | 318.66            | 314.91             |
| 416.32            | 420.40            | 417.96            | 406.12             |
| -107.83           | -122.33           | -105.35           | -103.73            |

# MP-AES-tulokset laimentamattomille näytteille

1112220\_Fe\_Ni\_1x.mpws

Report Date: 11. joulukuuta 2020 12:32

1 of 14

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\1112220\_Fe\_Ni\_1x.mpws

Date created: 11.12.2020 11:44:23

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

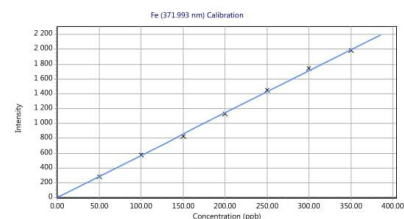
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |

## Calibration Curves:

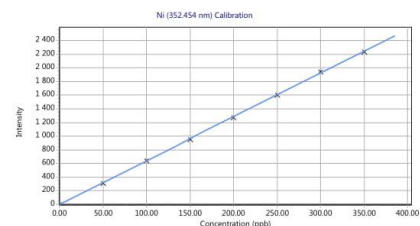
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 5.70437382 \* Concentration - 0.01102124  
Correlation coefficient: 0.99960

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 50 ppb    | 288.72    | 50.00                | 50.62                    | 1.23    |
| 100 ppb   | 575.37    | 100.00               | 100.87                   | 0.87    |
| 150 ppb   | 826.97    | 150.00               | 144.97                   | 3.35    |
| 200 ppb   | 1129.92   | 200.00               | 198.08                   | 0.96    |
| 250 ppb   | 1452.45   | 250.00               | 254.62                   | 1.85    |
| 300 ppb   | 1748.84   | 300.00               | 306.58                   | 2.19    |
| 350 ppb   | 1989.53   | 350.00               | 348.77                   | 0.35    |



Ni (352.454 nm)  
Intensity = 6.42337311 \* Concentration - 0.00464009  
Correlation coefficient: 0.99990

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.00      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 50 ppb    | 308.41    | 50.00                | 48.01                    | 3.97    |
| 100 ppb   | 643.35    | 100.00               | 100.16                   | 0.16    |
| 150 ppb   | 954.92    | 150.00               | 148.66                   | 0.89    |
| 200 ppb   | 1275.18   | 200.00               | 198.52                   | 0.74    |
| 250 ppb   | 1605.55   | 250.00               | 249.95                   | 0.02    |
| 300 ppb   | 1949.12   | 300.00               | 303.44                   | 1.15    |
| 350 ppb   | 2235.13   | 350.00               | 347.97                   | 0.58    |



Sample Name: Blank

Date: 11.12.2020 11:54:31

Rack: Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.00      |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | -7.34             | 5.65              | -6.54             | -3.52             | -11.56            | 1.44              |
| Ni (352.454 nm) | 8.88              | -20.70            | 23.64             | -17.30            | 8.42              | -10.45            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 4.04              | 17.02             | -3.76             | 4.46               |
| 12.77             | -5.32             | 5.70              | -5.68              |

Sample Name: 50 ppb

Date: 11.12.2020 11:57:04

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 50.00                  | ppb  | N/A | N/A  | 288.72    |
| Ni (352.454 nm) | 50.00                  | ppb  | N/A | N/A  | 308.41    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       |
| Ni (352.454 nm) | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       | 50.00       |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 50.00       | 50.00        | ppb   |
| 50.00       | 50.00        | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 274.93            | 278.95            | 297.06            | 280.28            | 292.19            | 286.89            |
| Ni (352.454 nm) | 315.69            | 310.48            | 276.80            | 302.02            | 316.02            | 317.00            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 299.49            | 284.61            | 305.91            | 286.93             |
| 308.65            | 314.08            | 320.44            | 302.88             |

Sample Name: 100 ppb

Date: 11.12.2020 11:59:38

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 100.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 575.37    |
| Ni (352.454 nm) | 100.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 643.35    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      |
| Ni (352.454 nm) | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      | 100.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 100.00      | 100.00       | ppb   |
| 100.00      | 100.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 561.51            | 571.77            | 573.24            | 583.09            | 570.06            | 567.28            |
| Ni (352.454 nm) | 634.88            | 633.52            | 633.16            | 669.74            | 638.70            | 650.11            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 575.75            | 581.61            | 582.51            | 586.89             |
| 641.83            | 651.88            | 650.37            | 629.35             |

Sample Name: 150 ppb

Date: 11.12.2020 12:02:11

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 826.97 e  |
| Ni (352.454 nm) | 150.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 954.92 e  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      |
| Ni (352.454 nm) | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      | 150.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 150.00      | 150.00       | ppb   |
| 150.00      | 150.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 815.90            | 832.43            | 805.66            | 826.58            | 811.70            | 829.64            |
| Ni (352.454 nm) | 929.85            | 934.77            | 965.72            | 979.97            | 945.24            | 948.66            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 831.31            | 764.74            | 841.23            | 801.55             |
| 940.34            | 955.45            | 949.06            | 941.46             |

Sample Name: 200 ppb

Date: 11.12.2020 12:04:45

Rack:Tube: S1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1129.92   |
| Ni (352.454 nm) | 200.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1275.18   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      |
| Ni (352.454 nm) | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      | 200.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 200.00      | 200.00       | ppb   |
| 200.00      | 200.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1128.45           | 1130.12           | 1133.05           | 1141.67           | 1133.21           | 1134.99           |
| Ni (352.454 nm) | 1249.06           | 1261.87           | 1291.13           | 1258.41           | 1294.20           | 1274.52           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1150.97           | 1140.12           | 1065.74           | 1140.85            |
| 1263.54           | 1284.45           | 1274.24           | 1300.38            |

Sample Name: 250 ppb

Date: 11.12.2020 12:07:19

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1452.45   |
| Ni (352.454 nm) | 250.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1605.55   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      |
| Ni (352.454 nm) | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      | 250.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 250.00      | 250.00       | ppb   |
| 250.00      | 250.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1419.75           | 1438.27           | 1468.73           | 1459.72           | 1451.70           | 1461.39           |
| Ni (352.454 nm) | 1545.29           | 1597.75           | 1625.98           | 1611.11           | 1637.14           | 1619.17           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1460.25           | 1457.56           | 1472.30           | 1434.87            |
| 1610.94           | 1591.69           | 1605.52           | 1610.89            |



Sample Name: 300 ppb

Date: 11.12.2020 12:09:53

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 1748.84   |
| Ni (352.454 nm) | 300.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1949.12 e |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      |
| Ni (352.454 nm) | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      | 300.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 300.00      | 300.00       | ppb   |
| 300.00      | 300.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1748.38           | 1710.05           | 1772.66           | 1755.83           | 1769.55           | 1777.99           |
| Ni (352.454 nm) | 1941.72           | 1930.67           | 1957.23           | 1975.20           | 1938.31           | 1990.01           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1737.71           | 1765.60           | 1729.19           | 1721.40            |
| 1942.30           | 1967.54           | 1943.85           | 1945.23            |

Sample Name: 350 ppb

Date: 11.12.2020 12:12:27

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 1989.53 e |
| Ni (352.454 nm) | 350.00 e               | ppb  | N/A | N/A  | 2235.13 e |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      |
| Ni (352.454 nm) | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      | 350.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 350.00      | 350.00       | ppb   |
| 350.00      | 350.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1938.81           | 1951.94           | 1934.81           | 1994.43           | 1960.53           | 2003.91           |
| Ni (352.454 nm) | 2191.80           | 2110.60           | 2197.36           | 2224.02           | 2209.63           | 2244.51           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1905.14           | 1902.35           | 2000.98           | 1987.82            |
| 2184.41           | 2246.00           | 2251.52           | 2186.06            |

Sample Name: Blank Näyte

Date: 11.12.2020 12:15:00

Rack:Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD     | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|----------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 6.34 | 19.35    | 186.80    |
| Ni (352.454 nm) | 0.00 u                 | mg/L | 2.29 | > 100.00 | 0.19      |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00 u      | 0.00        | 0.00        | 0.00 u      | 0.00 u      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.02         | mg/L  |
| -0.01 u     | 0.00         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 249.77            | 224.65            | 222.51            | 201.48            | 178.67            | 174.35            |
| Ni (352.454 nm) | 9.03              | 14.96             | 11.50             | -13.43            | 2.41              | 2.56              |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 163.75            | 149.55            | 162.90            | 140.36             |
| -3.13             | -2.07             | -33.52            | 13.55              |

Sample Name: LOV1 1x

Date: 11.12.2020 12:17:34

Rack:Tube: 1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.73 | 3.70 | 266.66    |
| Ni (352.454 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.31 | 7.17 | 117.59    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.04        | 0.05        | 0.05        | 0.04        |
| Ni (352.454 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.02        | 0.02         | mg/L  |

Replicates Intensity

# Liite 4

## 10 (14)

1112220\_Fe\_Ni\_1x.mpws

Report Date: 11. joulukuuta 2020 12:32

10 of 14

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 279.01            | 273.97            | 274.33            | 274.07            | 252.85            | 258.24            |
| Ni (352.454 nm) | 111.14            | 134.82            | 111.06            | 124.85            | 121.99            | 116.62            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 268.26            | 249.86            | 266.15            | 269.82             |
| 113.12            | 113.99            | 122.18            | 106.15             |

Sample Name: LOV2 1x

Date: 11.12.2020 12:20:09

Rack:Tube: 1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 2.27 | 5.38 | 240.36    |
| Ni (352.454 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.11 | 7.18 | 99.19     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.05        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        |
| Ni (352.454 nm) | 0.02        | 0.01        | 0.02        | 0.01        | 0.02        | 0.01        | 0.02        | 0.02        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.04         | mg/L  |
| 0.01        | 0.01         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 256.46            | 251.00            | 248.16            | 256.93            | 237.46            | 230.38            |
| Ni (352.454 nm) | 103.95            | 93.04             | 98.04             | 90.50             | 103.89            | 94.77             |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 224.50            | 245.39            | 222.26            | 231.10             |
| 112.90            | 105.74            | 95.82             | 93.25              |

Sample Name: LOV3 1x

Date: 11.12.2020 12:22:43

Rack:Tube: 1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04                   | mg/L | 3.64 | 9.30 | 223.09    |
| Ni (352.454 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.20 | 6.89 | 112.18    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        | 0.04        |
| Ni (352.454 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.04        | 0.03         | mg/L  |
| 0.02        | 0.02         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 255.40            | 252.95            | 236.11            | 222.26            | 227.80            | 220.47            |
| Ni (352.454 nm) | 120.72            | 105.06            | 118.29            | 106.97            | 99.72             | 114.92            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 217.32            | 200.54            | 203.53            | 194.56             |
| 123.59            | 110.36            | 116.18            | 106.02             |

Sample Name: SYN1 1x

Date: 11.12.2020 12:25:16

Rack:Tube: 1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.42 | 2.72 | 296.96    |
| Ni (352.454 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.18 | 6.24 | 121.89    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (352.454 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.02        | 0.02         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 289.41            | 288.02            | 286.94            | 302.79            | 301.08            | 297.52            |
| Ni (352.454 nm) | 114.82            | 131.09            | 125.18            | 118.34            | 120.88            | 125.87            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 307.49            | 307.38            | 300.32            | 288.66             |
| 108.02            | 118.21            | 133.67            | 122.86             |

Sample Name: SYN2 1x

Date: 11.12.2020 12:27:49

Rack:Tube: 1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.08 | 2.00 | 307.61    |
| Ni (352.454 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.03 | 5.65 | 116.95    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.06        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.06        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (352.454 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.02        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 0.02        | 0.02         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 311.19            | 314.83            | 307.81            | 308.33            | 305.48            | 315.07            |
| Ni (352.454 nm) | 121.66            | 116.53            | 119.61            | 127.90            | 119.99            | 110.72            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 297.97            | 311.88            | 306.10            | 297.48             |
| 104.15            | 120.05            | 112.19            | 116.67             |

Sample Name: SYN3 1x

Date: 11.12.2020 12:30:22

Rack:Tube: 1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.09                   | mg/L | 9.44 | 10.52 | 511.51    |
| Ni (352.454 nm) | 0.01                   | mg/L | 1.18 | 8.14  | 93.27     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.09        | 0.09        | 0.08        | 0.08        |
| Ni (352.454 nm) | 0.01        | 0.02        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.08        | 0.08         | mg/L  |
| 0.01        | 0.01         | mg/L  |

Replicates Intensity

# Liite 4

## 14 (14)

1112220\_Fe\_Ni\_1x.mpws

Report Date: 11. joulukuuta 2020 12:32

14 of 14

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 583.59            | 565.15            | 557.60            | 549.58            | 518.02            | 524.74            |
| Ni (352.454 nm) | 88.09             | 112.10            | 96.00             | 91.77             | 95.30             | 91.58             |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 476.54            | 456.34            | 452.51            | 431.05             |
| 95.98             | 88.35             | 88.28             | 85.26              |



# MP-AES-standardin optimointituloksia

19012021\_std&100xsample.mpws

Report Date: 19. tammikuuta 2021 13:52

1 of 19

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\19012021\_std&100xsample.mpws

Date created: 19.1.2021 12:39:49

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

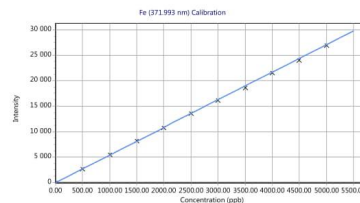
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |

## Calibration Curves:

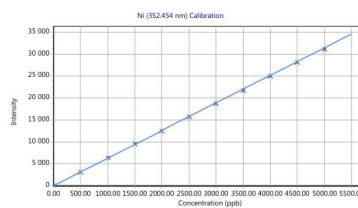
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 5.42062049 \* Concentration - 0.00962004  
Correlation coefficient: 0.99993

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 2747.29   | 500.00               | 506.82                   | 1.36    |
| 1000 ppb  | 5477.54   | 1000.00              | 1010.50                  | 1.05    |
| 1500 ppb  | 8202.41   | 1500.00              | 1513.19                  | 0.88    |
| 2000 ppb  | 10791.68  | 2000.00              | 1990.86                  | 0.46    |
| 2500 ppb  | 13592.39  | 2500.00              | 2507.54                  | 0.30    |
| 3000 ppb  | 16202.90  | 3000.00              | 2989.12                  | 0.36    |
| 3500 ppb  | 18638.86  | 3500.00              | 3438.51                  | 1.76    |
| 4000 ppb  | 21563.21  | 4000.00              | 3978.00                  | 0.55    |
| 4500 ppb  | 24035.15  | 4500.00              | 4434.02                  | 1.47    |
| 5000 ppb  | 27004.19  | 5000.00              | 4981.75                  | 0.36    |



Ni (352.454 nm)  
Intensity = 6.29718799 \* Concentration - 0.00677517  
Correlation coefficient: 0.99995

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 3176.29   | 500.00               | 504.40                   | 0.88    |
| 1000 ppb  | 6410.87   | 1000.00              | 1018.05                  | 1.81    |
| 1500 ppb  | 9564.60   | 1500.00              | 1518.87                  | 1.26    |
| 2000 ppb  | 12557.18  | 2000.00              | 1994.09                  | 0.30    |
| 2500 ppb  | 15863.06  | 2500.00              | 2519.07                  | 0.76    |
| 3000 ppb  | 18849.01  | 3000.00              | 2993.24                  | 0.23    |
| 3500 ppb  | 21793.80  | 3500.00              | 3460.88                  | 1.12    |
| 4000 ppb  | 25042.48  | 4000.00              | 3976.77                  | 0.58    |
| 4500 ppb  | 28169.43  | 4500.00              | 4473.34                  | 0.59    |
| 5000 ppb  | 31123.32  | 5000.00              | 4942.42                  | 1.15    |



Sample Name: Blank

Date: 19.1.2021 12:46:33

Rack: Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | -2.44             | 0.28              | -11.24            | 11.70             | 3.87              | -0.63             |
| Ni (352.454 nm) | -1.86             | -6.14             | 1.18              | -6.32             | 7.43              | 6.74              |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| -3.62             | 0.68              | -3.04             | 4.33               |
| -4.92             | -3.69             | 13.63             | -6.10              |

Sample Name: 500 ppb

Date: 19.1.2021 12:49:06

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2747.29   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3176.29   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Ni (352.454 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 2711.85           | 2728.43           | 2712.96           | 2756.83           | 2754.75           | 2752.80           |
| Ni (352.454 nm) | 3113.62           | 3150.02           | 3201.94           | 3194.74           | 3161.67           | 3153.15           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 2749.83           | 2722.45           | 2801.99           | 2781.04            |
| 3159.94           | 3218.12           | 3180.22           | 3229.43            |

Sample Name: 1000 ppb

Date: 19.1.2021 12:51:40

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 5477.54   |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 6410.87   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 5393.04           | 5436.43           | 5431.65           | 5471.32           | 5480.95           | 5476.49           |
| Ni (352.454 nm) | 6267.68           | 6442.71           | 6358.36           | 6418.64           | 6454.44           | 6412.88           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 5506.87           | 5572.62           | 5465.11           | 5540.95            |
| 6483.86           | 6344.42           | 6487.85           | 6437.84            |

Sample Name: 1500 ppb

Date: 19.1.2021 12:54:14

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results



| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 10626.75          | 10661.86          | 10720.94          | 10761.92          | 10737.66          | 10848.30          |
| Ni (352.454 nm) | 12116.14          | 12607.43          | 12424.23          | 12527.55          | 12648.82          | 12633.07          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 10843.74          | 10834.62          | 10971.36          | 10909.65           |
| 12699.98          | 12547.56          | 12673.08          | 12693.93           |

Sample Name: 2500 ppb

Date: 19.1.2021 12:59:22

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 13592.39  |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 15863.06  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 13519.42          | 13289.63          | 13544.23          | 13587.11          | 13583.86          | 13836.72          |
| Ni (352.454 nm) | 15637.91          | 15794.08          | 15759.78          | 15921.46          | 15804.59          | 16020.84          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 13510.45          | 13718.08          | 13749.38          | 13585.04           |
| 15751.44          | 16032.79          | 15826.74          | 16080.94           |

Sample Name: 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:01:57

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 16202.90  |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18849.01  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15997.63          | 15892.32          | 16181.57          | 16140.34          | 16292.18          | 16218.96          |
| Ni (352.454 nm) | 18483.22          | 18700.08          | 18750.70          | 18822.28          | 19101.00          | 18826.82          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16173.73          | 16272.62          | 16342.32          | 16517.31           |
| 18992.41          | 18856.32          | 18825.35          | 19131.88           |

Sample Name: 3500 ppb

Date: 19.1.2021 13:04:31

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18638.86  |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 21793.80  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 18283.49          | 18570.13          | 18322.33          | 18585.07          | 18109.89          | 18576.61          |
| Ni (352.454 nm) | 21102.07          | 22024.47          | 21607.93          | 21775.82          | 21921.37          | 21727.52          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 19186.60          | 18963.85          | 19096.95          | 18693.73           |
| 21984.07          | 21804.01          | 21995.94          | 21994.84           |

Sample Name: 4000 ppb

Date: 19.1.2021 13:07:06

Rack:Tube: S1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results





| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 23893.81          | 23883.16          | 23631.53          | 24235.01          | 24220.74          | 24286.70          |
| Ni (352.454 nm) | 27696.51          | 28073.95          | 28008.65          | 28238.77          | 27929.41          | 28480.01          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 23409.36          | 24066.71          | 24421.44          | 24303.07           |
| 28147.25          | 28583.76          | 28097.34          | 28438.60           |

Sample Name: 5000 ppb

Date: 19.1.2021 13:12:18

Rack:Tube: S1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 27004.19  |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 31123.32  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 26542.27          | 26285.52          | 27086.39          | 27034.59          | 27241.37          | 26873.83          |
| Ni (352.454 nm) | 30563.30          | 30767.81          | 31203.95          | 30838.39          | 31439.15          | 31042.52          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 27129.37          | 27625.33          | 27244.03          | 26979.20           |
| 31380.29          | 31219.65          | 31370.16          | 31408.02           |

Sample Name: Näyte Blank 1

Date: 19.1.2021 13:14:52

Rack:Tube: 2:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.30 | 5.03  | 139.80    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.42 | 12.09 | -74.17    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.03        | 0.03        | 0.02        | 0.03        | 0.02        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 132.69            | 136.69            | 144.68            | 133.81            | 137.50            | 129.12            |
| Ni (352.454 nm) | -73.62            | -66.68            | -84.68            | -72.32            | -77.26            | -67.35            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 146.28            | 147.53            | 150.04            | 139.62             |
| -64.18            | -63.73            | -88.30            | -83.60             |

Sample Name: Näyte Blank 2

Date: 19.1.2021 13:17:26

Rack:Tube: 2:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.24 | 5.06  | 132.57    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.44 | 10.08 | -89.94    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.03        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.03        | 0.02        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.02         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 130.91            | 131.51            | 140.92            | 128.02            | 121.74            | 126.94            |
| Ni (352.454 nm) | -82.80            | -86.51            | -92.58            | -86.33            | -102.34           | -86.31            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 135.80            | 135.50            | 144.25            | 130.14             |
| -75.38            | -98.98            | -85.07            | -103.05            |

Sample Name: Kontrolli 1 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:20:01

Rack:Tube: 2:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.97                   | mg/L | 33.96 | 1.14 | 16111.67  |
| Ni (352.454 nm) | 2.96                   | mg/L | 58.25 | 1.97 | 18636.59  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.94        | 2.95        | 2.91        | 2.98        | 2.98        | 2.98        | 2.98        | 2.98        |
| Ni (352.454 nm) | 2.88        | 2.98        | 2.94        | 3.00        | 2.96        | 2.84        | 3.00        | 2.96        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.03        | 3.00         | mg/L  |
| 3.01        | 3.03         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15924.92          | 15975.55          | 15759.95          | 16155.96          | 16144.09          | 16136.37          |
| Ni (352.454 nm) | 18137.80          | 18737.64          | 18512.53          | 18907.56          | 18644.86          | 17910.20          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16170.12          | 16161.83          | 16415.91          | 16271.96           |
| 18886.99          | 18627.92          | 18936.39          | 19064.00           |

Sample Name: Kontrollii 2 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:22:36

Rack:Tube: 2:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.97                   | mg/L | 36.74 | 1.24 | 16085.44  |
| Ni (352.454 nm) | 2.97                   | mg/L | 28.07 | 0.94 | 18731.21  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.90        | 2.93        | 2.98        | 2.94        | 2.96        | 2.99        | 2.99        | 2.99        |
| Ni (352.454 nm) | 2.92        | 2.98        | 2.94        | 2.98        | 2.98        | 2.97        | 3.02        | 2.98        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2.97        | 3.03         | mg/L  |
| 3.01        | 2.98         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15704.55          | 15890.50          | 16146.35          | 15932.17          | 16043.15          | 16191.87          |
| Ni (352.454 nm) | 18386.39          | 18743.74          | 18514.18          | 18778.06          | 18736.64          | 18685.81          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16205.79          | 16213.01          | 16123.26          | 16403.74           |
| 18988.32          | 18756.87          | 18932.54          | 18789.55           |

# MP-AES-aallonpituustestin tulokset

19012021\_std.mpsws

Report Date: 19. tammikuuta 2021 12:39

1 of 20

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\19012021\_std.mpsws

Date created: 19.1.2021 10:14:21

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

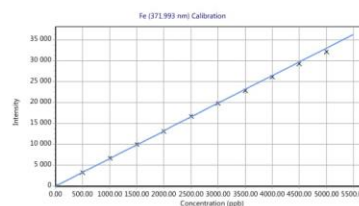
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Fe      | Fe (373.486)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Fe      | Fe (385.991)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Fe      | Fe (373.713)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |
| Fe      | Fe (373.486)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Fe      | Fe (385.991)          | Analyte | 0                | 140                      |
| Fe      | Fe (373.713)          | Analyte | 0                | 120                      |

## Calibration Curves:

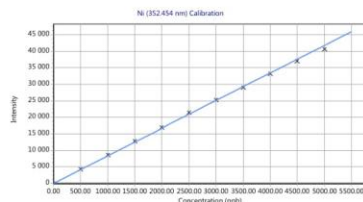
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 6.59710423 \* Concentration - 0.03670658  
Correlation coefficient: 0.99982

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.04     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 3347.00   | 500.00               | 507.35                   | 1.47    |
| 1000 ppb  | 6722.80   | 1000.00              | 1019.06                  | 1.91    |
| 1500 ppb  | 9948.48   | 1500.00              | 1508.01                  | 0.53    |
| 2000 ppb  | 13180.14  | 2000.00              | 1997.87                  | 0.11    |
| 2500 ppb  | 16747.34  | 2500.00              | 2538.60                  | 1.54    |
| 3000 ppb  | 19852.85  | 3000.00              | 3009.33                  | 0.31    |
| 3500 ppb  | 22805.36  | 3500.00              | 3456.88                  | 1.23    |
| 4000 ppb  | 26146.06  | 4000.00              | 3963.27                  | 0.92    |
| 4500 ppb  | 29261.04  | 4500.00              | 4435.44                  | 1.43    |
| 5000 ppb  | 32167.18  | 5000.00              | 4875.96                  | 2.48    |



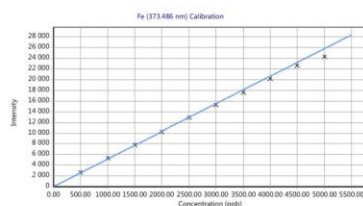
Ni (352.454 nm)  
Intensity = 8.35014761 \* Concentration - 0.03070781  
Correlation coefficient: 0.99964

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.03     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 4309.13   | 500.00               | 516.06                   | 3.21    |
| 1000 ppb  | 8682.07   | 1000.00              | 1039.75                  | 3.98    |
| 1500 ppb  | 12829.77  | 1500.00              | 1536.48                  | 2.43    |
| 2000 ppb  | 17061.54  | 2000.00              | 2043.27                  | 2.16    |
| 2500 ppb  | 21529.13  | 2500.00              | 2578.30                  | 3.13    |
| 3000 ppb  | 25203.26  | 3000.00              | 3018.30                  | 0.61    |
| 3500 ppb  | 29159.81  | 3500.00              | 3492.14                  | 0.22    |
| 4000 ppb  | 33180.34  | 4000.00              | 3973.63                  | 0.66    |
| 4500 ppb  | 36994.60  | 4500.00              | 4430.42                  | 1.55    |
| 5000 ppb  | 40652.03  | 5000.00              | 4868.42                  | 2.63    |



Fe (373.486 nm)  
Intensity = 5.16701988 \* Concentration - 0.00726809  
Correlation coefficient: 0.99945

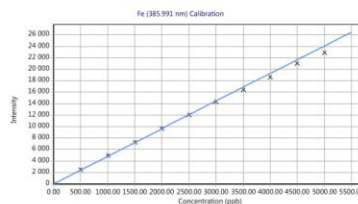
| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 2680.37   | 500.00               | 518.75                   | 3.75    |
| 1000 ppb  | 5354.89   | 1000.00              | 1036.36                  | 3.64    |
| 1500 ppb  | 7873.07   | 1500.00              | 1523.72                  | 1.58    |
| 2000 ppb  | 10292.91  | 2000.00              | 1992.04                  | 0.40    |
| 2500 ppb  | 12994.87  | 2500.00              | 2514.97                  | 0.60    |
| 3000 ppb  | 15358.46  | 3000.00              | 2972.40                  | 0.92    |
| 3500 ppb  | 17687.79  | 3500.00              | 3423.21                  | 2.19    |
| 4000 ppb  | 20232.69  | 4000.00              | 3915.74                  | 2.11    |
| 4500 ppb  | 22720.73  | 4500.00              | 4397.26                  | 2.28    |
| 5000 ppb  | 24400.28  | 5000.00              | 4722.31                  | 5.55    |





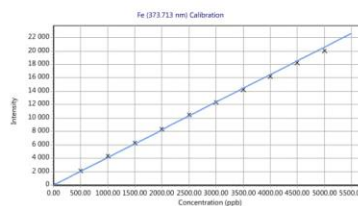
Fe (385.991 nm)  
Intensity = 4.81518015 \* Concentration - 0.04439767  
Correlation coefficient: 0.99963

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.04     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 2529.42   | 500.00               | 525.31                   | 5.06    |
| 1000 ppb  | 5009.10   | 1000.00              | 1040.28                  | 4.03    |
| 1500 ppb  | 7314.56   | 1500.00              | 1519.07                  | 1.27    |
| 2000 ppb  | 9691.63   | 2000.00              | 2012.73                  | 0.64    |
| 2500 ppb  | 12047.84  | 2500.00              | 2502.06                  | 0.08    |
| 3000 ppb  | 14331.80  | 3000.00              | 2976.39                  | 0.79    |
| 3500 ppb  | 16489.12  | 3500.00              | 3424.41                  | 2.16    |
| 4000 ppb  | 18671.55  | 4000.00              | 3877.65                  | 3.06    |
| 4500 ppb  | 21004.81  | 4500.00              | 4362.22                  | 3.06    |
| 5000 ppb  | 22913.65  | 5000.00              | 4758.64                  | 4.83    |



Fe (373.713 nm)  
Intensity = 4.11892746 \* Concentration + 0.03971379  
Correlation coefficient: 0.99973

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.04      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 2157.03   | 500.00               | 523.68                   | 4.74    |
| 1000 ppb  | 4362.54   | 1000.00              | 1059.14                  | 5.91    |
| 1500 ppb  | 6357.21   | 1500.00              | 1543.40                  | 2.89    |
| 2000 ppb  | 8348.71   | 2000.00              | 2026.90                  | 1.35    |
| 2500 ppb  | 10513.77  | 2500.00              | 2552.54                  | 2.10    |
| 3000 ppb  | 12374.49  | 3000.00              | 3004.29                  | 0.14    |
| 3500 ppb  | 14211.60  | 3500.00              | 3450.30                  | 1.42    |
| 4000 ppb  | 16233.56  | 4000.00              | 3941.20                  | 1.47    |
| 4500 ppb  | 18298.18  | 4500.00              | 4442.45                  | 1.28    |
| 5000 ppb  | 20037.14  | 5000.00              | 4864.64                  | 2.71    |



Sample Name: Blank

Date: 19.1.2021 11:06:38

Rack:Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.04     |
| Fe (373.486 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |
| Fe (373.713 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.04      |
| Fe (385.991 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.04     |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.03     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Fe (373.486 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Fe (373.713 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Fe (385.991 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 7.96              | 0.90              | -6.09             | -18.71            | 0.07              | 2.28              |
| Fe (373.486 nm) | -3.64             | -3.79             | -17.13            | 2.99              | -8.23             | -2.60             |
| Fe (373.713 nm) | 1.54              | -7.96             | 1.46              | -1.63             | 12.91             | 1.02              |
| Fe (385.991 nm) | 19.24             | -8.43             | -3.00             | -13.33            | 8.21              | -4.14             |
| Ni (352.454 nm) | -2.18             | 0.52              | -1.77             | 2.29              | 1.92              | -3.92             |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1.54              | -3.77             | 21.91             | -6.46              |
| -4.91             | 12.81             | 14.20             | 10.23              |
| -3.69             | -7.03             | -2.06             | 5.83               |
| -7.04             | 3.14              | -4.63             | 9.53               |
| -5.23             | -11.78            | 10.61             | 9.23               |

Sample Name: 500 ppb

Date: 19.1.2021 11:10:49

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3347.00   |
| Fe (373.486 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2680.37   |
| Fe (373.713 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2157.03   |
| Fe (385.991 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2529.42   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 4309.13   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Fe (373.486 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Fe (373.713 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Fe (385.991 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Ni (352.454 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 3234.99           | 3312.21           | 3286.67           | 3332.63           | 3384.94           | 3371.02           |
| Fe (373.486 nm) | 2680.23           | 2656.15           | 2680.74           | 2663.99           | 2679.21           | 2685.27           |
| Fe (373.713 nm) | 2147.25           | 2121.31           | 2150.68           | 2159.56           | 2153.70           | 2181.78           |
| Fe (385.991 nm) | 2502.46           | 2572.04           | 2501.67           | 2538.04           | 2535.53           | 2540.21           |
| Ni (352.454 nm) | 4279.63           | 4264.74           | 4303.62           | 4142.04           | 4302.78           | 4379.63           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 3370.28           | 3400.46           | 3394.10           | 3382.71            |
| 2679.26           | 2697.74           | 2701.61           | 2679.50            |
| 2177.28           | 2146.81           | 2163.90           | 2168.00            |
| 2541.41           | 2515.96           | 2530.93           | 2515.90            |
| 4280.26           | 4424.05           | 4330.20           | 4384.39            |

Sample Name: 1000 ppb

Date: 19.1.2021 11:15:00

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 6722.80   |
| Fe (373.486 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 5354.89   |
| Fe (373.713 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 4362.54   |
| Fe (385.991 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 5009.10   |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 8682.07   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Fe (373.486 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Fe (373.713 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Fe (385.991 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 6628.61           | 6677.34           | 6680.59           | 6733.77           | 6686.41           | 6711.46           |
| Fe (373.486 nm) | 5155.42           | 5384.32           | 5375.37           | 5340.99           | 5420.64           | 5321.68           |
| Fe (373.713 nm) | 4393.94           | 4320.07           | 4391.38           | 4329.95           | 4303.83           | 4389.30           |
| Fe (385.991 nm) | 4998.52           | 5087.06           | 4947.86           | 5029.09           | 4942.91           | 5022.15           |
| Ni (352.454 nm) | 8739.39           | 7938.37           | 8744.73           | 8749.47           | 8690.36           | 8822.59           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 6747.34           | 6743.88           | 6767.56           | 6851.03            |
| 5384.04           | 5378.11           | 5410.70           | 5377.65            |
| 4324.55           | 4402.16           | 4359.15           | 4411.10            |
| 4998.08           | 5055.70           | 4989.75           | 5019.86            |
| 8699.11           | 8849.85           | 8724.72           | 8862.12            |

Sample Name: 1500 ppb

Date: 19.1.2021 11:19:12

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 1500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 9948.48   |
| Fe (373.486 nm) | 1500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 7873.07   |
| Fe (373.713 nm) | 1500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 6357.21   |
| Fe (385.991 nm) | 1500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 7314.56   |
| Ni (352.454 nm) | 1500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 12829.77  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     |
| Fe (373.486 nm) | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     |
| Fe (373.713 nm) | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     |
| Fe (385.991 nm) | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     | 1500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 1500.00     | 1500.00      | ppb   |
| 1500.00     | 1500.00      | ppb   |
| 1500.00     | 1500.00      | ppb   |
| 1500.00     | 1500.00      | ppb   |
| 1500.00     | 1500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 9816.97           | 10031.10          | 9866.50           | 9926.83           | 9872.35           | 9995.54           |
| Fe (373.486 nm) | 7815.62           | 7804.09           | 7861.35           | 7892.43           | 7910.27           | 7885.60           |
| Fe (373.713 nm) | 6340.98           | 6361.23           | 6302.83           | 6369.94           | 6347.55           | 6362.56           |
| Fe (385.991 nm) | 7264.48           | 7363.98           | 7257.22           | 7394.46           | 7276.22           | 7287.83           |
| Ni (352.454 nm) | 12297.00          | 12850.79          | 12807.62          | 12867.66          | 12807.05          | 12986.41          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 10035.24          | 9862.61           | 10034.35          | 10043.29           |
| 7957.10           | 7869.64           | 7772.86           | 7961.71            |
| 6389.94           | 6368.35           | 6395.41           | 6333.33            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 7348.50           | 7293.41           | 7335.05           | 7324.44            |
| 12915.56          | 12939.13          | 12790.81          | 13035.66           |

Sample Name: 2000 ppb

Date: 19.1.2021 11:23:22

Rack:Tube: S1:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 13180.14  |
| Fe (373.486 nm) | 2000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 10292.91  |
| Fe (373.713 nm) | 2000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 8348.71   |
| Fe (385.991 nm) | 2000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 9691.63   |
| Ni (352.454 nm) | 2000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 17061.54  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     |
| Fe (373.486 nm) | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     |
| Fe (373.713 nm) | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     |
| Fe (385.991 nm) | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     | 2000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 12882.88          | 13214.30          | 13142.48          | 13207.59          | 13139.24          | 13070.32          |
| Fe (373.486 nm) | 10141.90          | 10278.22          | 10317.03          | 10313.50          | 10283.25          | 10282.54          |
| Fe (373.713 nm) | 8339.64           | 8426.29           | 8307.58           | 8415.54           | 8276.00           | 8393.67           |
| Fe (385.991 nm) | 9682.03           | 9682.30           | 9739.53           | 9789.92           | 9695.35           | 9731.81           |

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ni (352.454 nm) | 16247.16          | 16471.19          | 17094.58          | 17316.62          | 17099.98          | 17323.15          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 13143.23          | 13425.06          | 13143.75          | 13432.59           |
| 10399.86          | 10396.72          | 10243.33          | 10272.75           |
| 8286.40           | 8301.86           | 8377.49           | 8362.59            |
| 9607.61           | 9627.68           | 9686.94           | 9673.11            |
| 17207.01          | 17234.37          | 17367.31          | 17254.06           |

Sample Name: 2500 ppb

Date: 19.1.2021 11:27:32

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 16747.34  |
| Fe (373.486 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 12994.87  |
| Fe (373.713 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 10513.77  |
| Fe (385.991 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 12047.84  |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 21529.13  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Fe (373.486 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Fe (373.713 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Fe (385.991 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 16587.81          | 16817.46          | 16468.42          | 16746.05          | 16631.06          | 16818.82          |
| Fe (373.486 nm) | 12975.03          | 12996.39          | 12904.83          | 13000.03          | 12990.45          | 13141.65          |
| Fe (373.713 nm) | 10504.17          | 10429.31          | 10629.89          | 10467.21          | 10522.68          | 10608.45          |
| Fe (385.991 nm) | 12059.35          | 12231.07          | 12139.63          | 12168.76          | 12166.97          | 11988.63          |
| Ni (352.454 nm) | 21461.79          | 21280.31          | 21582.33          | 21501.52          | 21474.69          | 21531.85          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16829.85          | 16838.44          | 17020.99          | 16714.52           |
| 12963.02          | 13095.93          | 12963.12          | 12918.27           |
| 10420.97          | 10608.31          | 10433.05          | 10513.68           |
| 12168.55          | 12087.91          | 11984.45          | 11483.11           |
| 21532.30          | 21631.81          | 21382.13          | 21912.58           |

Sample Name: 3000 ppb

Date: 19.1.2021 11:31:42

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 19852.85  |
| Fe (373.486 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 15358.46  |
| Fe (373.713 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 12374.49  |
| Fe (385.991 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 14331.80  |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 25203.26  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Fe (373.486 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Fe (373.713 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Fe (385.991 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |





| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ni (352.454 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 22728.10          | 22368.15          | 22489.11          | 22712.31          | 22874.53          | 22808.50          |
| Fe (373.486 nm) | 17445.58          | 17585.02          | 17665.99          | 17540.53          | 17970.98          | 17658.97          |
| Fe (373.713 nm) | 14130.43          | 14252.00          | 14251.70          | 14190.16          | 14208.06          | 14258.94          |
| Fe (385.991 nm) | 16283.31          | 16406.46          | 16482.21          | 16720.42          | 16502.93          | 16549.71          |
| Ni (352.454 nm) | 28816.73          | 29299.60          | 29192.59          | 27359.33          | 29401.01          | 29291.23          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 22971.08          | 23198.42          | 22697.85          | 23205.60           |
| 17886.90          | 17700.45          | 17677.23          | 17746.22           |
| 14192.38          | 14206.89          | 14193.06          | 14232.34           |
| 16670.07          | 16449.67          | 16481.99          | 16344.42           |
| 29759.42          | 29371.68          | 29775.13          | 29331.41           |

Sample Name: 4000 ppb

Date: 19.1.2021 11:40:04

Rack:Tube: S1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 4000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 26146.06  |
| Fe (373.486 nm) | 4000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 20232.69  |
| Fe (373.713 nm) | 4000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 16233.56  |
| Fe (385.991 nm) | 4000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18671.55  |
| Ni (352.454 nm) | 4000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 33180.34  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     |
| Fe (373.486 nm) | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     |
| Fe (373.713 nm) | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     |
| Fe (385.991 nm) | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     | 4000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 4000.00     | 4000.00      | ppb   |
| 4000.00     | 4000.00      | ppb   |
| 4000.00     | 4000.00      | ppb   |
| 4000.00     | 4000.00      | ppb   |
| 4000.00     | 4000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 26171.36          | 26015.34          | 25976.68          | 26019.76          | 26034.63          | 26250.68          |
| Fe (373.486 nm) | 20234.12          | 20060.94          | 20280.95          | 20316.85          | 20272.93          | 20410.54          |
| Fe (373.713 nm) | 16001.97          | 16095.36          | 16251.91          | 16076.75          | 16312.96          | 16198.61          |
| Fe (385.991 nm) | 18588.28          | 18692.38          | 18538.69          | 18825.09          | 18835.42          | 18571.72          |
| Ni (352.454 nm) | 32537.18          | 33367.05          | 33286.87          | 33223.56          | 33582.51          | 31520.47          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 26272.05          | 26229.28          | 26438.96          | 26051.84           |
| 20024.33          | 20393.50          | 20053.15          | 20279.57           |
| 16368.17          | 16255.13          | 16355.16          | 16419.54           |
| 18973.95          | 18364.58          | 18679.64          | 18645.71           |
| 33571.96          | 33440.03          | 33620.96          | 33652.83           |

Sample Name: 4500 ppb

Date: 19.1.2021 11:44:15

Rack:Tube: S1:10

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 4500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 29261.04  |
| Fe (373.486 nm) | 4500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 22720.73  |
| Fe (373.713 nm) | 4500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18298.18  |

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (385.991 nm) | 4500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 21004.81  |
| Ni (352.454 nm) | 4500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 36994.60  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     |
| Fe (373.486 nm) | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     |
| Fe (373.713 nm) | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     |
| Fe (385.991 nm) | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     | 4500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 29389.22          | 29057.16          | 29237.06          | 29025.82          | 28924.03          | 29694.76          |
| Fe (373.486 nm) | 22709.96          | 22569.34          | 22771.54          | 22671.87          | 22829.24          | 22605.10          |
| Fe (373.713 nm) | 18183.78          | 18188.94          | 18371.04          | 18167.32          | 18596.81          | 18288.75          |
| Fe (385.991 nm) | 20514.37          | 20910.67          | 20991.90          | 21068.79          | 20924.03          | 21176.22          |
| Ni (352.454 nm) | 37076.96          | 36702.15          | 37186.06          | 37208.47          | 37168.21          | 37435.05          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 29424.52          | 29252.59          | 28841.61          | 29763.64           |
| 22678.73          | 22835.22          | 22618.82          | 22917.48           |
| 18227.32          | 18468.23          | 18161.05          | 18328.59           |
| 21328.54          | 20856.38          | 21006.80          | 21270.42           |
| 35290.84          | 37408.78          | 36923.54          | 37545.95           |

Sample Name: 5000 ppb

Date: 19.1.2021 11:48:26

Rack:Tube: S1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity  |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|------------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 32167.18   |
| Fe (373.486 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 24400.28   |
| Fe (373.713 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 20037.14   |
| Fe (385.991 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 22913.65   |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00 e              | ppb  | N/A | N/A  | 40652.03 e |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Fe (373.486 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Fe (373.713 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Fe (385.991 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 29937.23          | 31809.82          | 32384.72          | 31823.03          | 32500.14          | 32892.44          |
| Fe (373.486 nm) | 24478.06          | 24629.68          | 24737.15          | 24593.85          | 24802.32          | 21103.98          |
| Fe (373.713 nm) | 19809.94          | 20134.76          | 19974.91          | 20052.64          | 19964.37          | 20127.44          |
| Fe (385.991 nm) | 22750.39          | 23142.05          | 22670.44          | 23093.54          | 22695.57          | 22962.40          |
| Ni (352.454 nm) | 39950.61          | 40542.14          | 40648.00          | 40676.38          | 40809.43          | 40459.71          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 32461.64          | 32509.23          | 32385.96          | 32967.55           |
| 24605.67          | 25064.25          | 24752.08          | 25235.72           |
| 20149.42          | 20042.51          | 20074.05          | 20041.33           |
| 23097.49          | 22711.07          | 23227.97          | 22785.61           |
| 40230.59          | 40638.48          | 40686.41          | 41177.09           |

Sample Name: Näyte Blank 1

Date: 19.1.2021 11:52:36

Rack:Tube: 2:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.64 | 5.39  | 200.36    |
| Fe (373.486 nm) | 0.00 u                 | mg/L | 1.46 | 59.31 | -12.72    |
| Fe (373.713 nm) | -0.04 u                | mg/L | 2.18 | 6.01  | -149.76   |
| Fe (385.991 nm) | -0.14 u                | mg/L | 2.60 | 1.84  | -680.65   |
| Ni (352.454 nm) | -0.03 u                | mg/L | 1.09 | 4.30  | -212.03   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Fe (373.486 nm) | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      |
| Fe (373.713 nm) | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.03 u     | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.03 u     | -0.04 u     |
| Fe (385.991 nm) | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     | -0.14 u     |
| Ni (352.454 nm) | -0.03 u     | -0.02 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.03 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| 0.00 u      | 0.00 u       | mg/L  |
| -0.04 u     | -0.03 u      | mg/L  |
| -0.14 u     | -0.15 u      | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.03 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 189.51            | 202.90            | 207.46            | 205.47            | 210.94            | 207.30            |
| Fe (373.486 nm) | -2.08             | -18.83            | -3.97             | -20.99            | -19.14            | -23.42            |
| Fe (373.713 nm) | -153.88           | -154.78           | -161.58           | -144.09           | -144.60           | -163.87           |
| Fe (385.991 nm) | -679.71           | -681.12           | -658.78           | -681.69           | -680.26           | -695.78           |
| Ni (352.454 nm) | -209.60           | -200.47           | -225.31           | -223.82           | -218.02           | -200.52           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 186.39            | 188.72            | 189.18            | 215.69             |
| -7.72             | -7.99             | -9.28             | -13.79             |
| -137.73           | -151.12           | -147.94           | -137.99            |
| -674.98           | -684.33           | -667.40           | -702.46            |
| -204.50           | -216.09           | -206.05           | -215.88            |

Sample Name: Näyte Blank 2

Date: 19.1.2021 11:56:46

Rack:Tube: 2:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.51 | 4.81  | 206.81    |
| Fe (373.486 nm) | 0.00 u                 | mg/L | 1.49 | 33.77 | -22.73    |
| Fe (373.713 nm) | -0.04 u                | mg/L | 2.42 | 5.56  | -179.39   |
| Fe (385.991 nm) | -0.16 u                | mg/L | 2.86 | 1.79  | -767.64   |
| Ni (352.454 nm) | -0.03 u                | mg/L | 1.69 | 5.79  | -243.51   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Fe (373.486 nm) | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | 0.00 u      | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |
| Fe (373.713 nm) | -0.05 u     | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.05 u     | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.04 u     | -0.04 u     |
| Fe (385.991 nm) | -0.16 u     | -0.16 u     | -0.15 u     | -0.16 u     | -0.16 u     | -0.16 u     | -0.16 u     | -0.16 u     |
| Ni (352.454 nm) | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     | -0.03 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| -0.01 u     | 0.00 u       | mg/L  |
| -0.04 u     | -0.04 u      | mg/L  |
| -0.16 u     | -0.16 u      | mg/L  |
| -0.03 u     | -0.03 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 200.36            | 196.18            | 209.23            | 192.05            | 223.80            | 199.58            |
| Fe (373.486 nm) | -17.45            | -16.06            | -24.03            | -9.44             | -25.89            | -26.40            |
| Fe (373.713 nm) | -195.06           | -184.76           | -184.87           | -186.24           | -162.64           | -172.40           |
| Fe (385.991 nm) | -749.83           | -775.31           | -746.27           | -775.76           | -772.95           | -764.48           |
| Ni (352.454 nm) | -231.30           | -240.55           | -261.50           | -262.67           | -224.14           | -246.15           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 215.03            | 216.36            | 205.53            | 210.02             |
| -35.24            | -26.20            | -29.89            | -16.72             |
| -183.27           | -166.07           | -182.65           | -175.95            |
| -791.36           | -766.42           | -756.94           | -777.10            |
| -247.37           | -234.23           | -258.68           | -228.55            |

Sample Name: Kontrolli 3000 ppb

Date: 19.1.2021 12:00:57

Rack:Tube: 2:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.88                   | mg/L | 28.34 | 0.98 | 19004.09  |
| Fe (373.486 nm) | 2.79                   | mg/L | 17.24 | 0.62 | 14441.18  |
| Fe (373.713 nm) | 2.88                   | mg/L | 24.24 | 0.84 | 11846.80  |
| Fe (385.991 nm) | 2.71                   | mg/L | 22.94 | 0.85 | 13039.15  |
| Ni (352.454 nm) | 2.83                   | mg/L | 58.41 | 2.06 | 23650.60  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.85        | 2.87        | 2.83        | 2.90        | 2.86        | 2.90        | 2.91        | 2.89        |
| Fe (373.486 nm) | 2.81        | 2.78        | 2.78        | 2.79        | 2.78        | 2.80        | 2.82        | 2.77        |
| Fe (373.713 nm) | 2.90        | 2.86        | 2.88        | 2.90        | 2.85        | 2.90        | 2.83        | 2.89        |
| Fe (385.991 nm) | 2.69        | 2.68        | 2.71        | 2.69        | 2.71        | 2.69        | 2.71        | 2.75        |
| Ni (352.454 nm) | 2.86        | 2.83        | 2.82        | 2.87        | 2.82        | 2.85        | 2.68        | 2.87        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2.92        | 2.88         | mg/L  |
| 2.82        | 2.79         | mg/L  |
| 2.89        | 2.86         | mg/L  |
| 2.70        | 2.75         | mg/L  |
| 2.88        | 2.86         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 18770.91          | 18927.13          | 18685.42          | 19100.33          | 18872.38          | 19132.99          |
| Fe (373.486 nm) | 14504.32          | 14383.81          | 14362.96          | 14406.75          | 14386.12          | 14463.30          |
| Fe (373.713 nm) | 11937.14          | 11790.33          | 11873.61          | 11959.87          | 11721.83          | 11932.04          |
| Fe (385.991 nm) | 12967.92          | 12922.99          | 13049.67          | 12932.71          | 13061.57          | 12952.61          |
| Ni (352.454 nm) | 23858.75          | 23592.99          | 23557.88          | 23969.33          | 23532.59          | 23757.89          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 19211.68          | 19072.11          | 19252.35          | 19015.64           |
| 14562.67          | 14316.94          | 14593.00          | 14431.94           |
| 11675.31          | 11920.17          | 11885.96          | 11771.77           |



| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 13062.35          | 13222.52          | 12991.84          | 13227.32           |
| 22361.38          | 23957.52          | 24037.21          | 23880.42           |

Sample Name: Kontrolli 3000 ppb

Date: 19.1.2021 12:05:07

Rack: Tube: 2:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD     | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|--------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.86                   | mg/L | 39.18  | 1.37 | 18862.50  |
| Fe (373.486 nm) | 2.71                   | mg/L | 125.87 | 4.64 | 14025.03  |
| Fe (373.713 nm) | 2.84                   | mg/L | 19.13  | 0.67 | 11685.19  |
| Fe (385.991 nm) | 2.68                   | mg/L | 22.72  | 0.85 | 12908.47  |
| Ni (352.454 nm) | 2.81                   | mg/L | 19.40  | 0.69 | 23472.77  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.80        | 2.84        | 2.82        | 2.90        | 2.85        | 2.84        | 2.88        | 2.85        |
| Fe (373.486 nm) | 2.75        | 2.75        | 2.76        | 2.75        | 2.44        | 2.53        | 2.78        | 2.80        |
| Fe (373.713 nm) | 2.84        | 2.84        | 2.83        | 2.84        | 2.83        | 2.88        | 2.81        | 2.82        |
| Fe (385.991 nm) | 2.66        | 2.68        | 2.70        | 2.67        | 2.65        | 2.72        | 2.66        | 2.71        |
| Ni (352.454 nm) | 2.79        | 2.80        | 2.81        | 2.85        | 2.80        | 2.83        | 2.81        | 2.83        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2.92        | 2.91         | mg/L  |
| 2.81        | 2.79         | mg/L  |
| 2.85        | 2.83         | mg/L  |
| 2.66        | 2.69         | mg/L  |
| 2.79        | 2.80         | mg/L  |

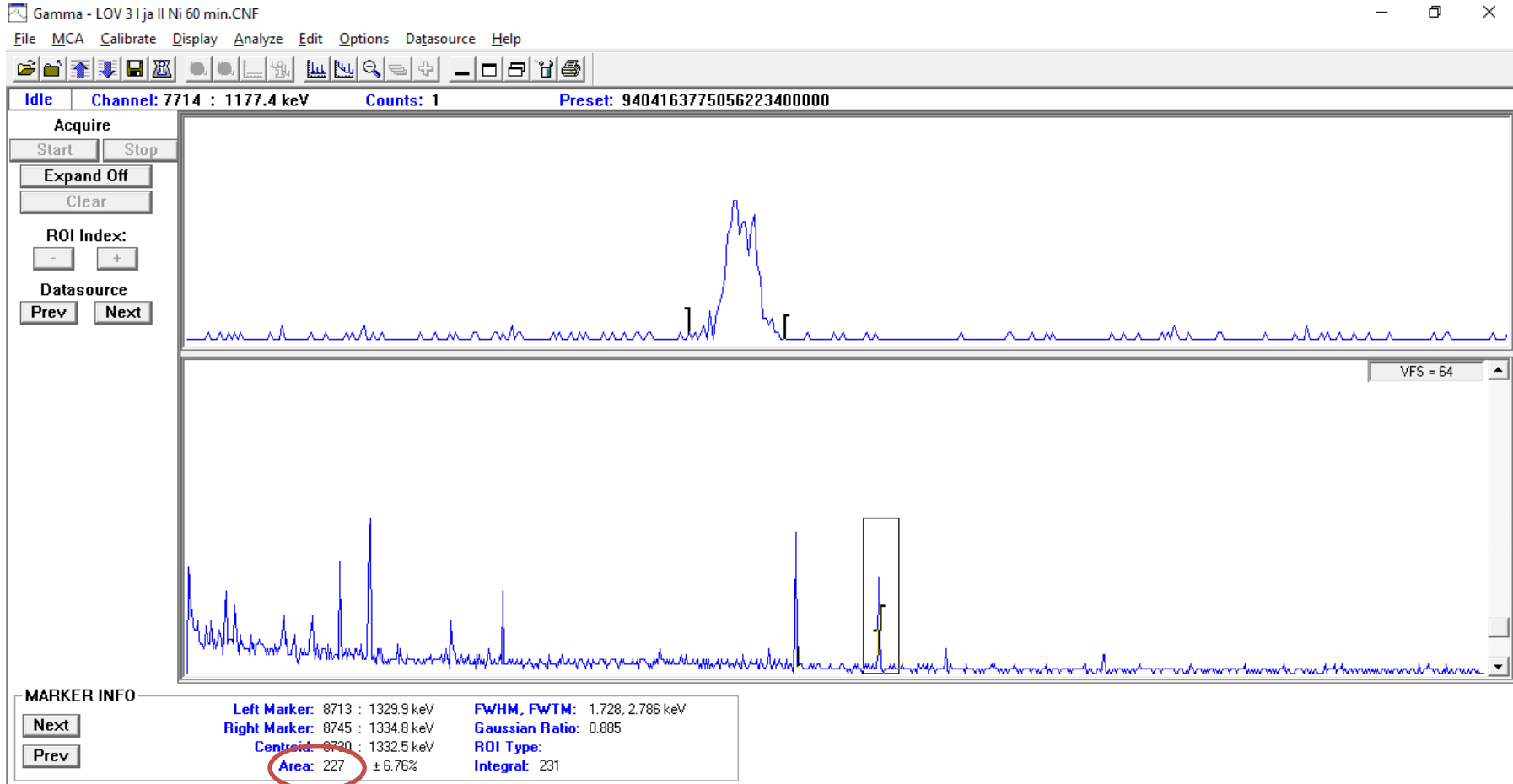
Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 18460.80          | 18752.31          | 18572.00          | 19109.23          | 18789.47          | 18749.74          |
| Fe (373.486 nm) | 14229.22          | 14188.32          | 14263.82          | 14207.61          | 12582.08          | 13072.79          |
| Fe (373.713 nm) | 11697.24          | 11677.65          | 11668.36          | 11707.95          | 11644.72          | 11858.92          |
| Fe (385.991 nm) | 12830.60          | 12898.78          | 13019.19          | 12861.78          | 12762.85          | 13073.19          |

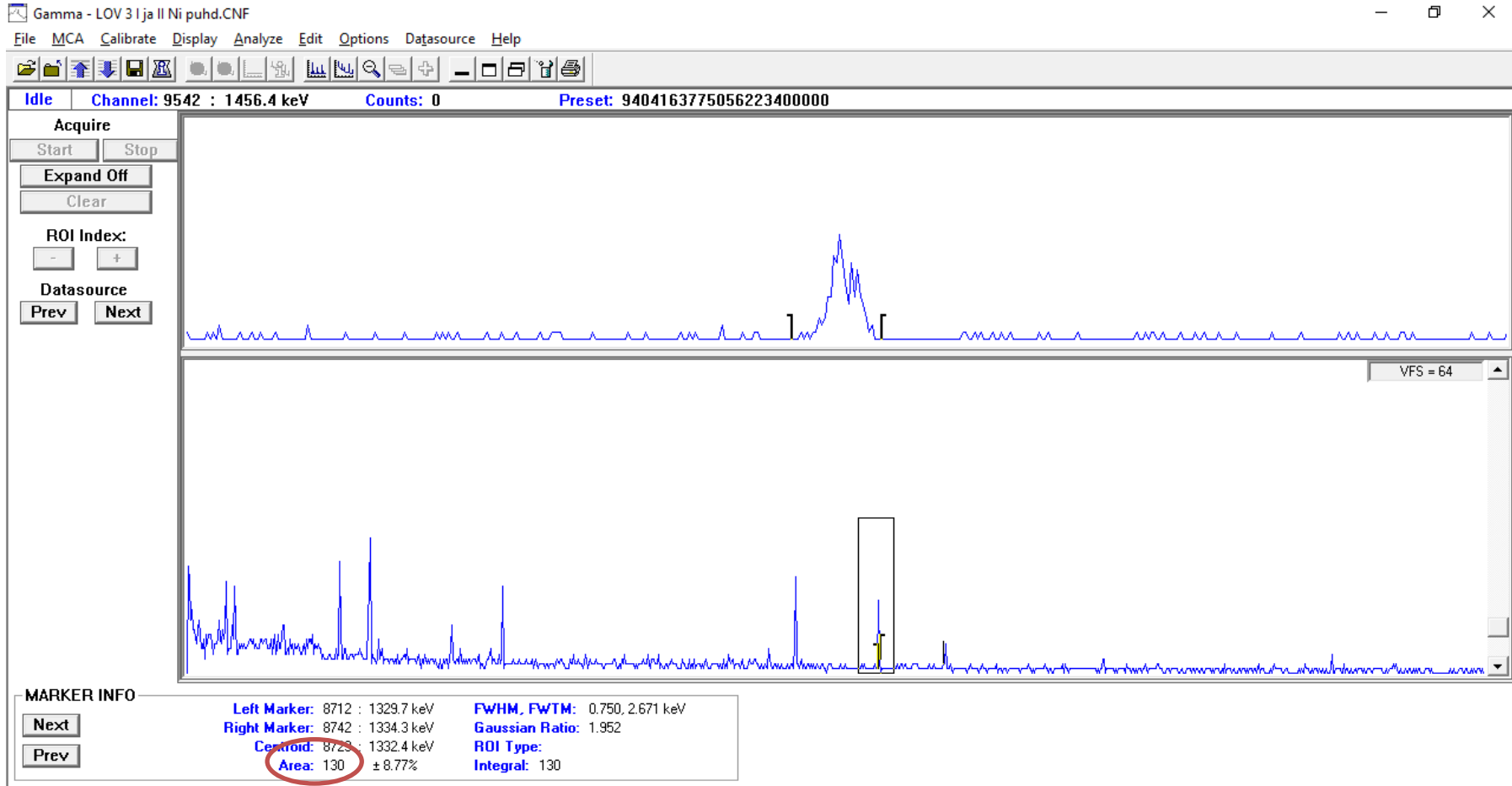
| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ni (352.454 nm) | 23324.06          | 23369.46          | 23477.70          | 23775.37          | 23387.57          | 23609.49          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 18971.68          | 18794.91          | 19251.61          | 19173.24           |
| 14338.63          | 14443.03          | 14506.69          | 14418.10           |
| 11569.26          | 11628.31          | 11754.27          | 11645.16           |
| 12805.73          | 13047.05          | 12827.41          | 12958.08           |
| 23443.67          | 23663.98          | 23260.06          | 23416.34           |

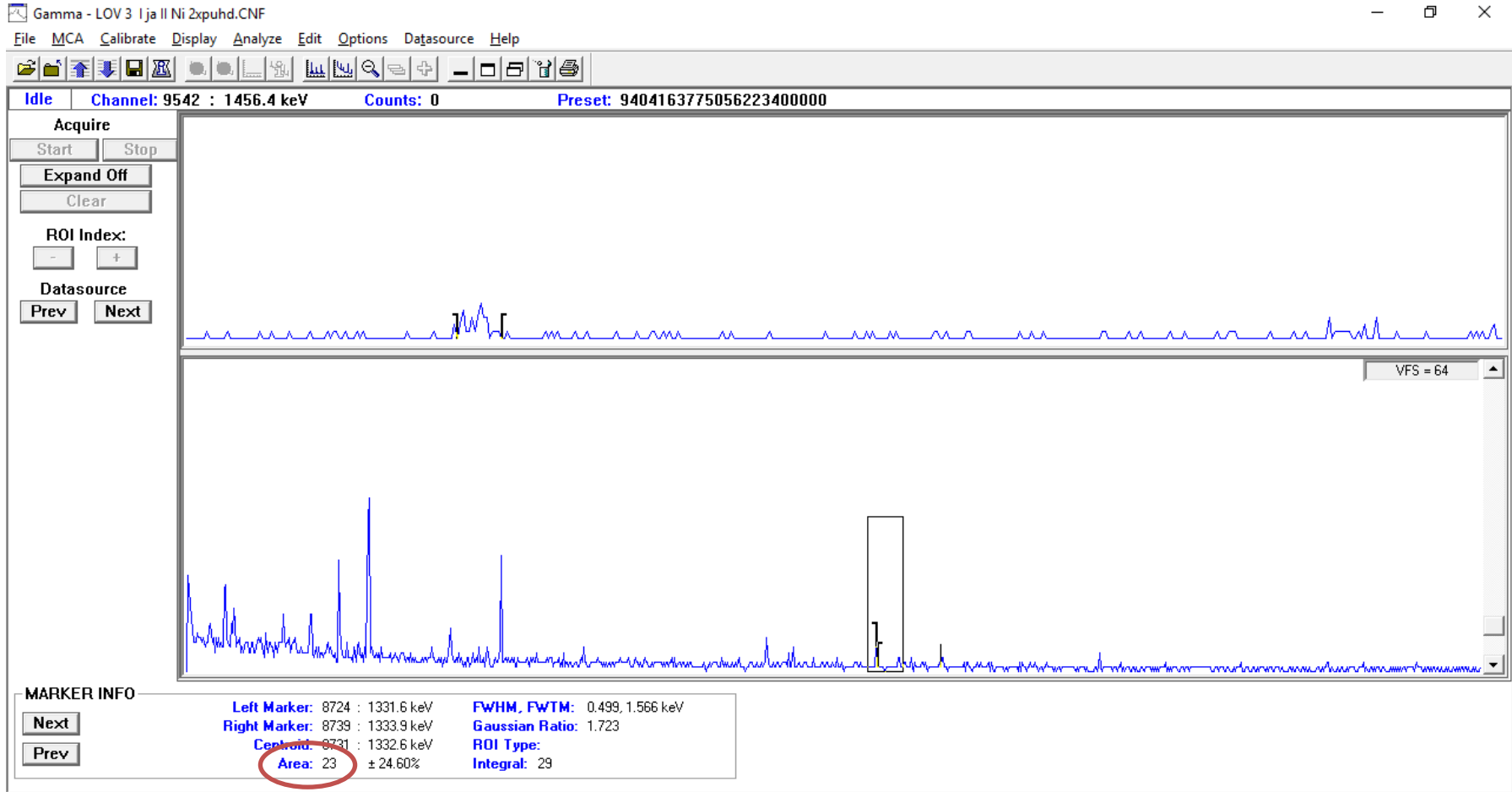
### Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle ennen nikkelierottelua



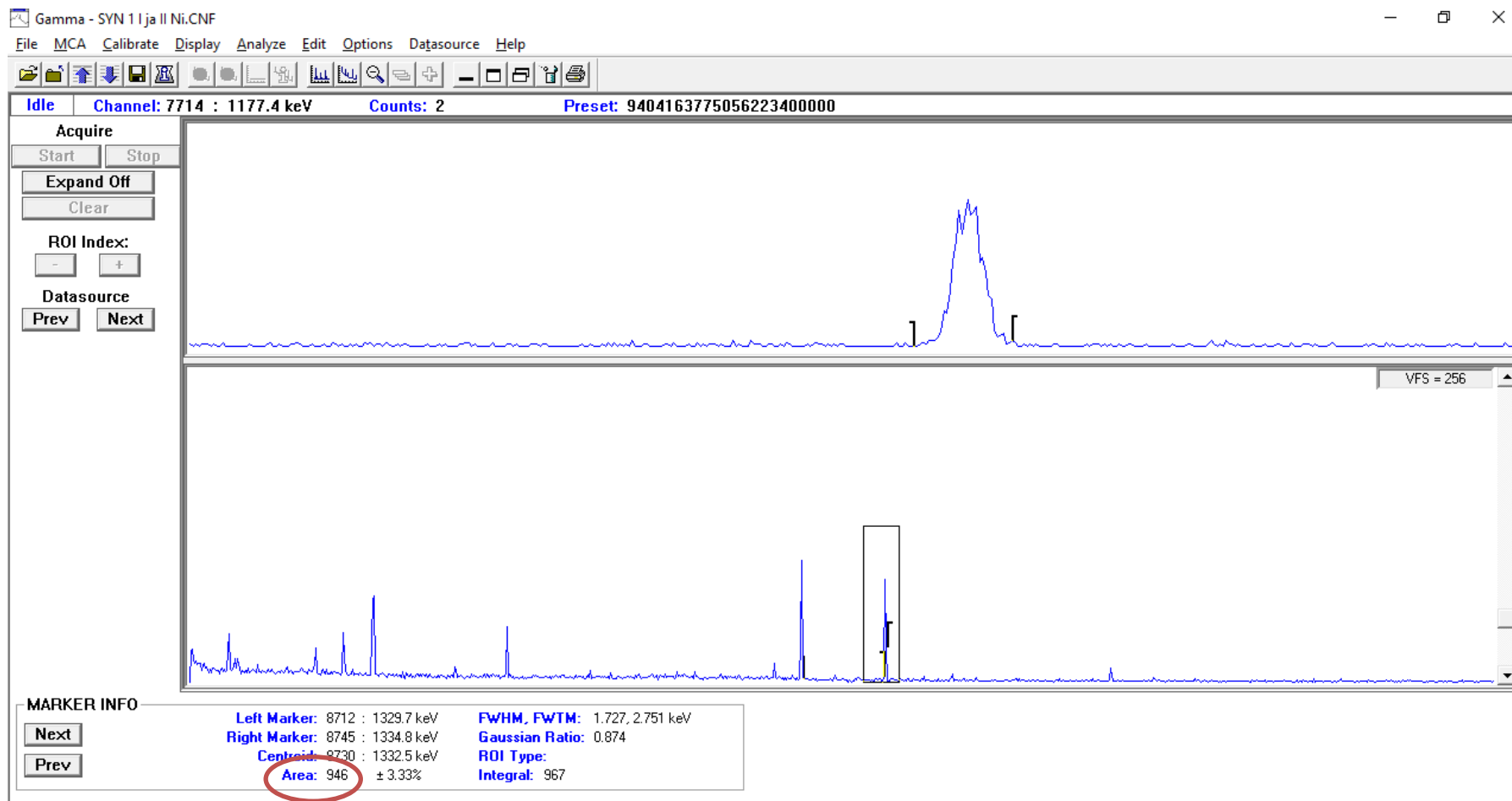
### Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle ensimmäisen erottelun jälkeen



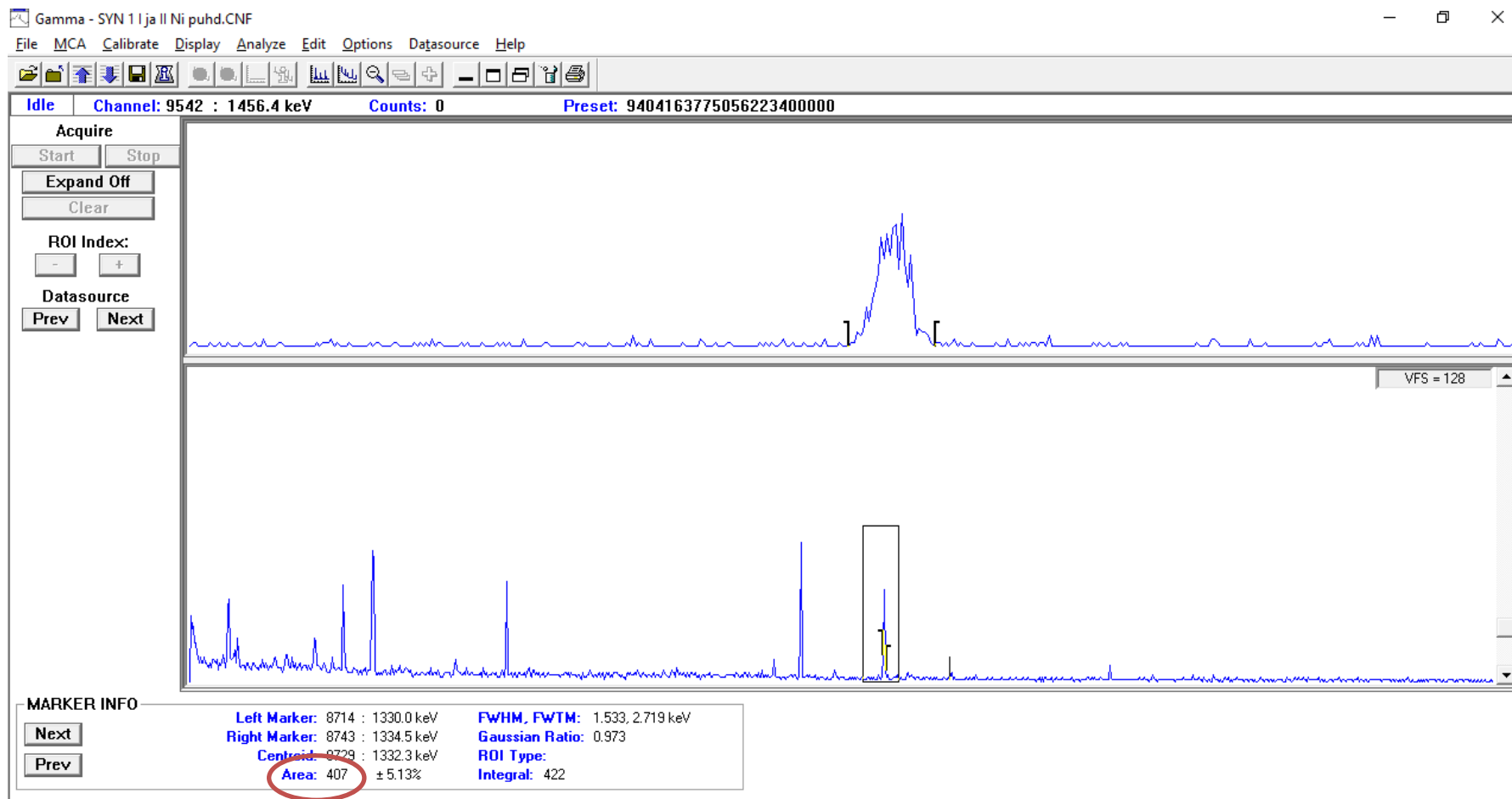
### Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle erotteluprosessin toistamisen jälkeen



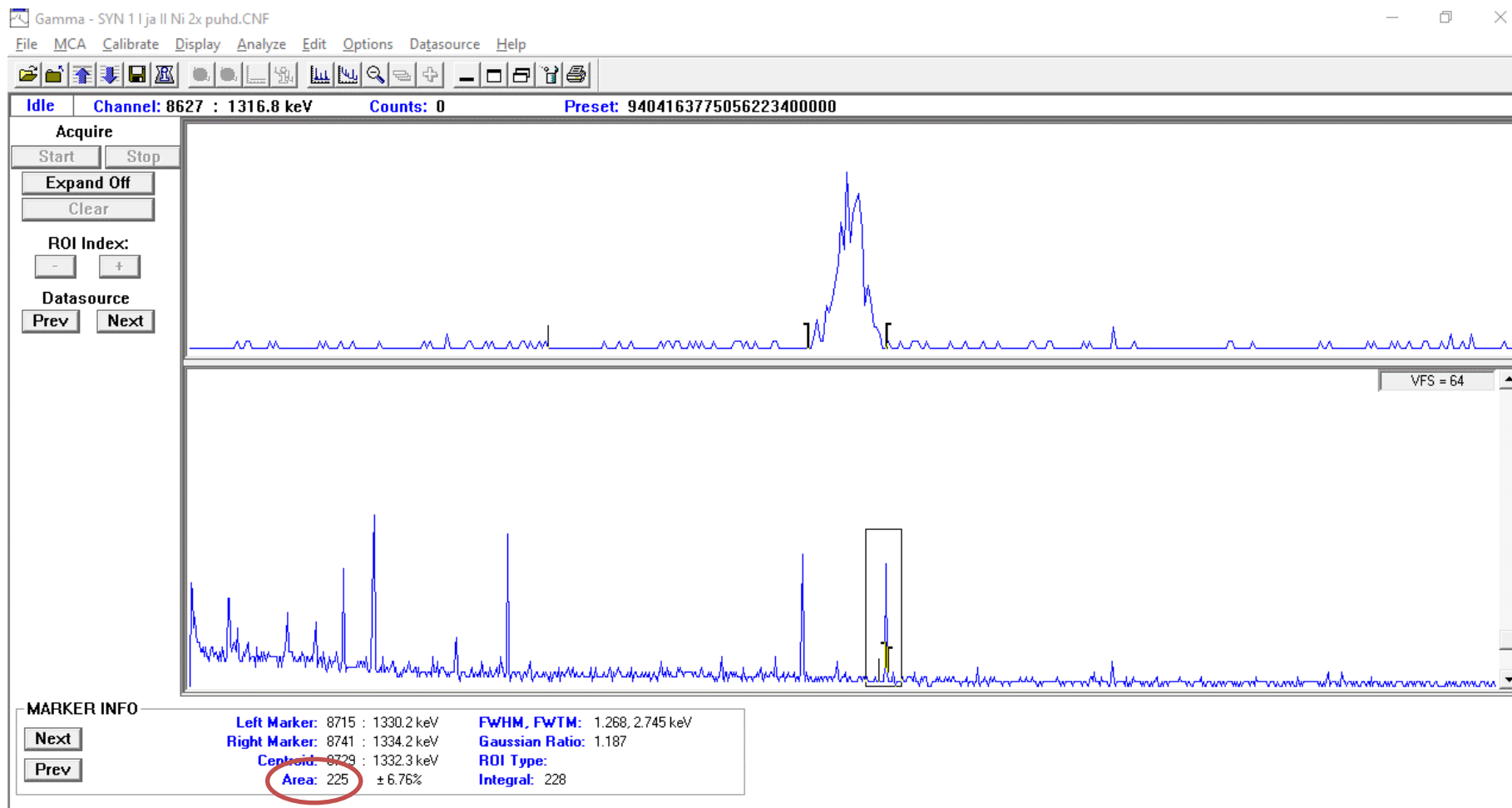
## Gammaspektri SYN I+II Ni -näytteelle ennen nikkelierottelua



## Gammaspektri SYN1 I+II Ni -näytteelle ensimmäisen erottelun jälkeen



## Gammaspektri LOV3 I+II Ni -näytteelle erotteluprosessin toistamisen jälkeen





# MP-AES-tulokset näytteille LOV1 I+II Fe, LOV2 I+II Fe, LOV3 I+II Fe, SYN1 I+II Fe, LOV1 I+II Ni ja LOV2 I+II Ni

19012021\_std&amp;100xsample.mpws

Report Date: 19. tammikuuta 2021 13:52

1 of 19

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\19012021\_std&amp;100xsample.mpws

Date created: 19.1.2021 12:39:49

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

Settings per element:

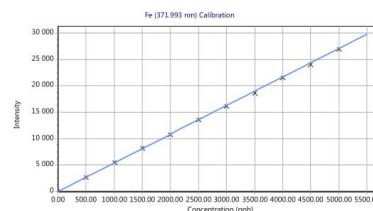
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |

Calibration Curves:

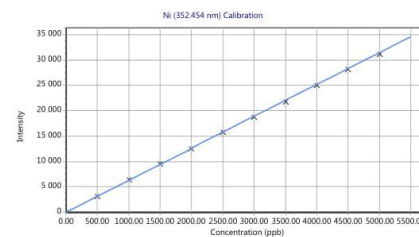
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 5.42062049 \* Concentration - 0.00962004  
Correlation coefficient: 0.99993

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 2747.29   | 500.00               | 506.82                   | 1.36    |
| 1000 ppb  | 5477.54   | 1000.00              | 1010.50                  | 1.05    |
| 1500 ppb  | 8202.41   | 1500.00              | 1513.19                  | 0.88    |
| 2000 ppb  | 10791.68  | 2000.00              | 1990.86                  | 0.46    |
| 2500 ppb  | 13592.39  | 2500.00              | 2507.54                  | 0.30    |
| 3000 ppb  | 16202.90  | 3000.00              | 2989.12                  | 0.36    |
| 3500 ppb  | 18638.86  | 3500.00              | 3438.51                  | 1.76    |
| 4000 ppb  | 21563.21  | 4000.00              | 3978.00                  | 0.55    |
| 4500 ppb  | 24035.15  | 4500.00              | 4434.02                  | 1.47    |
| 5000 ppb  | 27004.19  | 5000.00              | 4981.75                  | 0.36    |



Ni (352.454 nm)  
Intensity = 6.29718799 \* Concentration - 0.00677517  
Correlation coefficient: 0.99995

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.01     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 3176.29   | 500.00               | 504.40                   | 0.88    |
| 1000 ppb  | 6410.87   | 1000.00              | 1018.05                  | 1.81    |
| 1500 ppb  | 9564.60   | 1500.00              | 1518.87                  | 1.26    |
| 2000 ppb  | 12557.18  | 2000.00              | 1994.09                  | 0.30    |
| 2500 ppb  | 15863.06  | 2500.00              | 2519.07                  | 0.76    |
| 3000 ppb  | 18849.01  | 3000.00              | 2993.24                  | 0.23    |
| 3500 ppb  | 21793.80  | 3500.00              | 3460.88                  | 1.12    |
| 4000 ppb  | 25042.48  | 4000.00              | 3976.77                  | 0.58    |
| 4500 ppb  | 28169.43  | 4500.00              | 4473.34                  | 0.59    |
| 5000 ppb  | 31123.32  | 5000.00              | 4942.42                  | 1.15    |



Sample Name: Blank

Date: 19.1.2021 12:46:33

Rack:Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.01     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | -2.44             | 0.28              | -11.24            | 11.70             | 3.87              | -0.63             |
| Ni (352.454 nm) | -1.86             | -6.14             | 1.18              | -6.32             | 7.43              | 6.74              |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| -3.62             | 0.68              | -3.04             | 4.33               |
| -4.92             | -3.69             | 13.63             | -6.10              |

Sample Name: 500 ppb

Date: 19.1.2021 12:49:06

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 2747.29   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3176.29   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Ni (352.454 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 2711.85           | 2728.43           | 2712.96           | 2756.83           | 2754.75           | 2752.80           |
| Ni (352.454 nm) | 3113.62           | 3150.02           | 3201.94           | 3194.74           | 3161.67           | 3153.15           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 2749.83           | 2722.45           | 2801.99           | 2781.04            |
| 3159.94           | 3218.12           | 3180.22           | 3229.43            |

Sample Name: 1000 ppb

Date: 19.1.2021 12:51:40

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 5477.54   |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 6410.87   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 5393.04           | 5436.43           | 5431.65           | 5471.32           | 5480.95           | 5476.49           |
| Ni (352.454 nm) | 6267.68           | 6442.71           | 6358.36           | 6418.64           | 6454.44           | 6412.88           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 5506.87           | 5572.62           | 5465.11           | 5540.95            |
| 6483.86           | 6344.42           | 6487.85           | 6437.84            |

Sample Name: 1500 ppb

Date: 19.1.2021 12:54:14

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results



| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 10626.75          | 10661.86          | 10720.94          | 10761.92          | 10737.66          | 10848.30          |
| Ni (352.454 nm) | 12116.14          | 12607.43          | 12424.23          | 12527.55          | 12648.82          | 12633.07          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 10843.74          | 10834.62          | 10971.36          | 10909.65           |
| 12699.98          | 12547.56          | 12673.08          | 12693.93           |

Sample Name: 2500 ppb

Date: 19.1.2021 12:59:22

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 13592.39  |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 15863.06  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 13519.42          | 13289.63          | 13544.23          | 13587.11          | 13583.86          | 13836.72          |
| Ni (352.454 nm) | 15637.91          | 15794.08          | 15759.78          | 15921.46          | 15804.59          | 16020.84          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 13510.45          | 13718.08          | 13749.38          | 13585.04           |
| 15751.44          | 16032.79          | 15826.74          | 16080.94           |

Sample Name: 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:01:57

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 16202.90  |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18849.01  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15997.63          | 15892.32          | 16181.57          | 16140.34          | 16292.18          | 16218.96          |
| Ni (352.454 nm) | 18483.22          | 18700.08          | 18750.70          | 18822.28          | 19101.00          | 18826.82          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16173.73          | 16272.62          | 16342.32          | 16517.31           |
| 18992.41          | 18856.32          | 18825.35          | 19131.88           |

Sample Name: 3500 ppb

Date: 19.1.2021 13:04:31

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 18638.86  |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 21793.80  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 18283.49          | 18570.13          | 18322.33          | 18585.07          | 18109.89          | 18576.61          |
| Ni (352.454 nm) | 21102.07          | 22024.47          | 21607.93          | 21775.82          | 21921.37          | 21727.52          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 19186.60          | 18963.85          | 19096.95          | 18693.73           |
| 21984.07          | 21804.01          | 21995.94          | 21994.84           |

Sample Name: 4000 ppb

Date: 19.1.2021 13:07:06

Rack:Tube: S1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results





| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 23893.81          | 23883.16          | 23631.53          | 24235.01          | 24220.74          | 24286.70          |
| Ni (352.454 nm) | 27696.51          | 28073.95          | 28008.65          | 28238.77          | 27929.41          | 28480.01          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 23409.36          | 24066.71          | 24421.44          | 24303.07           |
| 28147.25          | 28583.76          | 28097.34          | 28438.60           |

Sample Name: 5000 ppb

Date: 19.1.2021 13:12:18

Rack:Tube: S1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 27004.19  |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 31123.32  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 26542.27          | 26285.52          | 27086.39          | 27034.59          | 27241.37          | 26873.83          |
| Ni (352.454 nm) | 30563.30          | 30767.81          | 31203.95          | 30838.39          | 31439.15          | 31042.52          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 27129.37          | 27625.33          | 27244.03          | 26979.20           |
| 31380.29          | 31219.65          | 31370.16          | 31408.02           |

Sample Name: Näyte Blank 1

Date: 19.1.2021 13:14:52

Rack:Tube: 2:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.30 | 5.03  | 139.80    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.42 | 12.09 | -74.17    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.03        | 0.03        | 0.02        | 0.03        | 0.02        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 132.69            | 136.69            | 144.68            | 133.81            | 137.50            | 129.12            |
| Ni (352.454 nm) | -73.62            | -66.68            | -84.68            | -72.32            | -77.26            | -67.35            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 146.28            | 147.53            | 150.04            | 139.62             |
| -64.18            | -63.73            | -88.30            | -83.60             |

Sample Name: Näyte Blank 2

Date: 19.1.2021 13:17:26

Rack:Tube: 2:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02                   | mg/L | 1.24 | 5.06  | 132.57    |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 1.44 | 10.08 | -89.94    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.02        | 0.02        | 0.03        | 0.02        | 0.02        | 0.02        | 0.03        | 0.02        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.02         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 130.91            | 131.51            | 140.92            | 128.02            | 121.74            | 126.94            |
| Ni (352.454 nm) | -82.80            | -86.51            | -92.58            | -86.33            | -102.34           | -86.31            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 135.80            | 135.50            | 144.25            | 130.14             |
| -75.38            | -98.98            | -85.07            | -103.05            |

Sample Name: Kontrolli 1 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:20:01

Rack:Tube: 2:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.97                   | mg/L | 33.96 | 1.14 | 16111.67  |
| Ni (352.454 nm) | 2.96                   | mg/L | 58.25 | 1.97 | 18636.59  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.94        | 2.95        | 2.91        | 2.98        | 2.98        | 2.98        | 2.98        | 2.98        |
| Ni (352.454 nm) | 2.88        | 2.98        | 2.94        | 3.00        | 2.96        | 2.84        | 3.00        | 2.96        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.03        | 3.00         | mg/L  |
| 3.01        | 3.03         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15924.92          | 15975.55          | 15759.95          | 16155.96          | 16144.09          | 16136.37          |
| Ni (352.454 nm) | 18137.80          | 18737.64          | 18512.53          | 18907.56          | 18644.86          | 17910.20          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16170.12          | 16161.83          | 16415.91          | 16271.96           |
| 18886.99          | 18627.92          | 18936.39          | 19064.00           |

Sample Name: Kontrolli 2 3000 ppb

Date: 19.1.2021 13:22:36

Rack:Tube: 2:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.97                   | mg/L | 36.74 | 1.24 | 16085.44  |
| Ni (352.454 nm) | 2.97                   | mg/L | 28.07 | 0.94 | 18731.21  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.90        | 2.93        | 2.98        | 2.94        | 2.96        | 2.99        | 2.99        | 2.99        |
| Ni (352.454 nm) | 2.92        | 2.98        | 2.94        | 2.98        | 2.98        | 2.97        | 3.02        | 2.98        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2.97        | 3.03         | mg/L  |
| 3.01        | 2.98         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15704.55          | 15890.50          | 16146.35          | 15932.17          | 16043.15          | 16191.87          |
| Ni (352.454 nm) | 18386.39          | 18743.74          | 18514.18          | 18778.06          | 18736.64          | 18685.81          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16205.79          | 16213.01          | 16123.26          | 16403.74           |
| 18988.32          | 18756.87          | 18932.54          | 18789.55           |

Sample Name: LOV1 I+II Fe 100x

Date: 19.1.2021 13:25:10

Rack:Tube: 2:5

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3.77                   | mg/L | 33.27 | 0.88  | 20412.37  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 2.42  | 14.35 | -106.04   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3.75        | 3.74        | 3.76        | 3.74        | 3.81        | 3.74        | 3.79        | 3.83        |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.01 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.77        | 3.72         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 20346.09          | 20289.12          | 20371.72          | 20296.95          | 20635.67          | 20275.70          |
| Ni (352.454 nm) | -72.55            | -102.20           | -109.54           | -116.15           | -120.18           | -88.10            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 20529.62          | 20758.01          | 20443.77          | 20177.07           |
| -112.00           | -110.90           | -121.86           | -106.98            |

Sample Name: LOV2 I+II Fe 100x

Date: 19.1.2021 13:27:45

Rack:Tube: 2:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.92                   | mg/L | 23.40 | 0.80 | 15838.86  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 1.17  | 5.87 | -125.47   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.88        | 2.90        | 2.93        | 2.91        | 2.95        | 2.90        | 2.92        | 2.95        |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2.91        | 2.95         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 15635.32          | 15723.49          | 15894.59          | 15789.64          | 15977.12          | 15739.99          |
| Ni (352.454 nm) | -118.98           | -125.92           | -135.58           | -122.13           | -131.97           | -113.80           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 15838.62          | 16001.49          | 15786.62          | 16001.72           |
| -119.69           | -136.46           | -125.18           | -124.96            |

Sample Name: LOV3 I+II Fe 100x

Date: 19.1.2021 13:30:20

Rack:Tube: 2:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3.23                   | mg/L | 35.32 | 1.09 | 17534.79  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 1.32  | 6.66 | -124.47   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3.16        | 3.21        | 3.21        | 3.24        | 3.23        | 3.25        | 3.29        | 3.28        |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.24        | 3.23         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 17147.34          | 17418.23          | 17422.94          | 17539.63          | 17521.50          | 17618.41          |
| Ni (352.454 nm) | -111.23           | -130.04           | -120.51           | -135.85           | -124.93           | -133.51           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 17842.32          | 17758.64          | 17569.77          | 17509.10           |
| -119.75           | -133.05           | -116.83           | -118.94            |

Sample Name: SYN1 I+II Fe 100x

Date: 19.1.2021 13:32:55

Rack:Tube: 2:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results



| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3.18                   | mg/L | 34.90 | 1.10 | 17211.13  |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u                | mg/L | 1.30  | 6.26 | -130.46   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3.16        | 3.12        | 3.13        | 3.16        | 3.19        | 3.21        | 3.16        | 3.22        |
| Ni (352.454 nm) | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     | -0.02 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.20        | 3.21         | mg/L  |
| -0.02 u     | -0.02 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 17131.10          | 16896.73          | 16989.65          | 17124.23          | 17274.19          | 17396.29          |
| Ni (352.454 nm) | -116.33           | -119.29           | -138.50           | -130.92           | -135.24           | -139.06           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 17109.92          | 17463.72          | 17330.83          | 17394.60           |
| -129.68           | -139.88           | -125.47           | -130.21            |

Sample Name: LOV1 I+II Ni 100x

Date: 19.1.2021 13:35:29

Rack:Tube: 2:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 0.97  | 1.86 | 280.68    |
| Ni (352.454 nm) | 2.94                   | mg/L | 31.31 | 1.07 | 18484.69  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (352.454 nm) | 2.90        | 2.89        | 2.94        | 2.90        | 2.95        | 2.94        | 2.96        | 2.98        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 2.93        | 2.97         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 278.98            | 278.58            | 277.95            | 280.93            | 285.16            | 284.69            |
| Ni (352.454 nm) | 18250.42          | 18212.35          | 18523.32          | 18246.98          | 18560.45          | 18502.21          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 273.80            | 285.58            | 272.66            | 288.42             |
| 18629.62          | 18772.86          | 18438.90          | 18709.74           |

Sample Name: LOV2 I+II Ni 100x

Date: 19.1.2021 13:38:03

Rack:Tube: 2:10

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05                   | mg/L | 1.71 | 3.21 | 288.98    |
| Ni (352.454 nm) | 1.11                   | mg/L | 8.33 | 0.75 | 6991.05   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.05        | 0.06        | 0.05        | 0.05        |
| Ni (352.454 nm) | 1.10        | 1.10        | 1.11        | 1.10        | 1.11        | 1.11        | 1.12        | 1.12        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.05        | 0.05         | mg/L  |
| 1.11        | 1.12         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 271.28            | 286.64            | 282.94            | 287.48            | 291.01            | 307.46            |
| Ni (352.454 nm) | 6902.67           | 6950.66           | 6980.14           | 6948.65           | 7001.63           | 6971.61           |

Liite 13  
19 (19)

---

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 287.36            | 289.41            | 297.28            | 288.95             |
| 7057.84           | 7058.41           | 6985.63           | 7053.28            |

# MP-AES-tulokset näytteille LOV3 I+II Ni ja SYN1 I+II Ni

22012021\_std&amp;AESfrakt&amp;NiSample100x.mpws

Report Date: 22. tammikuuta 2021 12:22

1 of 17

Path: C:\Users\Geouser\Documents\Agilent\MP Expert\My Results\181120 oppari\22012021\_std&amp;AESfrakt&amp;NiSample100x.mpws

Date created: 22.1.2021 11:02:44

Instrument used: AU12250227

Current software: Version 1.6.0.9255

Enable EGCM for monochromator purge: Off

Notes:

## Settings per element:

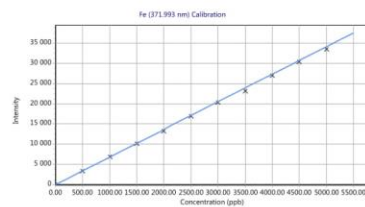
| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Background Correction | Calibration Fit               | Read Time (s) |
|---------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | Auto                  | Weighted Linear Through Blank | 3             |

| Element | Label (Wavelength nm) | Type    | Viewing position | Nebulizer Pressure (kPa) |
|---------|-----------------------|---------|------------------|--------------------------|
| Fe      | Fe (371.993)          | Analyte | 0                | 120                      |
| Ni      | Ni (352.454)          | Analyte | 0                | 240                      |

## Calibration Curves:

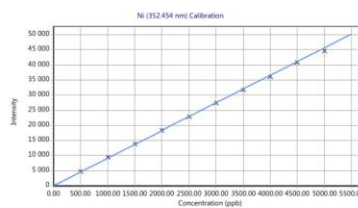
Fe (371.993 nm)  
Intensity = 6.82435780 \* Concentration + 0.01277362  
Correlation coefficient: 0.99986

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | 0.01      | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 3450.61   | 500.00               | 505.63                   | 1.13    |
| 1000 ppb  | 6995.39   | 1000.00              | 1025.06                  | 2.51    |
| 1500 ppb  | 10199.22  | 1500.00              | 1494.53                  | 0.36    |
| 2000 ppb  | 13248.59  | 2000.00              | 1941.37                  | 2.93    |
| 2500 ppb  | 16997.61  | 2500.00              | 2490.72                  | 0.37    |
| 3000 ppb  | 20392.25  | 3000.00              | 2988.15                  | 0.39    |
| 3500 ppb  | 23218.22  | 3500.00              | 3402.26                  | 2.79    |
| 4000 ppb  | 27023.92  | 4000.00              | 3959.92                  | 1.00    |
| 4500 ppb  | 30465.51  | 4500.00              | 4464.23                  | 0.79    |
| 5000 ppb  | 33531.91  | 5000.00              | 4913.56                  | 1.73    |



Ni (352.454 nm)  
Intensity = 9.14131873 \* Concentration - 0.04753289  
Correlation coefficient: 0.99986

| Standards | Intensity | Method Concentration | Calculated Concentration | % Error |
|-----------|-----------|----------------------|--------------------------|---------|
| Blank     | -0.05     | 0.00                 | 0.00                     | N/A     |
| 500 ppb   | 4657.29   | 500.00               | 509.48                   | 1.90    |
| 1000 ppb  | 9411.86   | 1000.00              | 1029.60                  | 2.96    |
| 1500 ppb  | 13754.84  | 1500.00              | 1504.69                  | 0.31    |
| 2000 ppb  | 18427.32  | 2000.00              | 2015.83                  | 0.79    |
| 2500 ppb  | 22961.53  | 2500.00              | 2511.84                  | 0.47    |
| 3000 ppb  | 27416.62  | 3000.00              | 2999.20                  | 0.03    |
| 3500 ppb  | 31768.93  | 3500.00              | 3475.32                  | 0.71    |
| 4000 ppb  | 36270.12  | 4000.00              | 3967.72                  | 0.81    |
| 4500 ppb  | 40917.47  | 4500.00              | 4476.11                  | 0.53    |
| 5000 ppb  | 44620.11  | 5000.00              | 4881.15                  | 2.38    |



Sample Name: Blank

Date: 22.1.2021 11:34:43

Rack: Tube: S1:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | 0.01      |
| Ni (352.454 nm) | 0.00                   | ppb  | N/A | N/A  | -0.05     |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.00        | 0.00         | ppb   |
| 0.00        | 0.00         | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 1.97              | 7.36              | 6.56              | 11.13             | 1.90              | 3.74              |
| Ni (352.454 nm) | -13.31            | 8.08              | 7.89              | 6.13              | -5.66             | -9.80             |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| -8.87             | -11.40            | -2.71             | -9.53              |
| -9.47             | 17.86             | -4.37             | 2.18               |

Sample Name: 500 ppb

Date: 22.1.2021 11:37:16

Rack:Tube: S1:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 3450.61   |
| Ni (352.454 nm) | 500.00                 | ppb  | N/A | N/A  | 4657.29   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |
| Ni (352.454 nm) | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      | 500.00      |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 500.00      | 500.00       | ppb   |
| 500.00      | 500.00       | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 3431.79           | 3462.91           | 3385.79           | 3496.39           | 3424.50           | 3422.07           |
| Ni (352.454 nm) | 4477.10           | 4592.49           | 4695.15           | 4601.92           | 4709.54           | 4624.46           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 3508.49           | 3440.35           | 3478.66           | 3455.19            |
| 4654.82           | 4747.73           | 4676.10           | 4793.64            |

Sample Name: 1000 ppb

Date: 22.1.2021 11:39:50

Rack:Tube: S1:3

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 6995.39   |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 9411.86   |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     | 1000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |
| 1000.00     | 1000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 6945.70           | 6940.40           | 6962.60           | 7021.66           | 6964.73           | 7023.54           |
| Ni (352.454 nm) | 9299.55           | 9334.30           | 9603.95           | 9334.02           | 9247.76           | 9573.84           |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 6944.86           | 7029.64           | 7015.19           | 7105.59            |
| 9239.44           | 9464.92           | 9597.01           | 9423.83            |

Sample Name: 1500 ppb

Date: 22.1.2021 11:42:24

Rack:Tube: S1:4

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results





| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |
| 2000.00     | 2000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 13219.89          | 13276.64          | 13305.04          | 13576.24          | 13398.56          | 13494.19          |
| Ni (352.454 nm) | 18023.38          | 18456.14          | 18245.70          | 18423.93          | 18638.24          | 18328.81          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 13551.99          | 12695.24          | 12178.35          | 13789.74           |
| 18693.75          | 18451.99          | 18603.75          | 18407.46           |

Sample Name: 2500 ppb

Date: 22.1.2021 11:47:32

Rack:Tube: S1:6

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 16997.61  |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 22961.53  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     | 2500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |
| 2500.00     | 2500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 16976.21          | 16713.63          | 16330.06          | 16757.94          | 17190.64          | 17308.54          |
| Ni (352.454 nm) | 22519.55          | 22664.71          | 23000.09          | 23182.67          | 23071.42          | 23356.23          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 16996.93          | 17322.67          | 17053.68          | 17325.82           |
| 22954.59          | 22275.04          | 23357.56          | 23233.43           |

Sample Name: 3000 ppb

Date: 22.1.2021 11:50:06

Rack:Tube: S1:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 20392.25  |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 27416.62  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     | 3000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |
| 3000.00     | 3000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 20017.94          | 20044.59          | 20554.99          | 19983.66          | 20490.78          | 20414.11          |
| Ni (352.454 nm) | 27052.15          | 27310.69          | 27453.89          | 26936.94          | 27346.68          | 27525.48          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 20315.29          | 20646.12          | 20448.63          | 21006.35           |
| 27488.38          | 27659.33          | 27893.63          | 27498.99           |

Sample Name: 3500 ppb

Date: 22.1.2021 11:52:40

Rack:Tube: S1:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 23218.22  |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00                | ppb  | N/A | N/A  | 31768.93  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |
| Ni (352.454 nm) | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     | 3500.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |
| 3500.00     | 3500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 23176.80          | 23265.90          | 22693.90          | 22825.84          | 23261.86          | 23793.88          |
| Ni (352.454 nm) | 30263.06          | 31865.71          | 31653.93          | 32000.35          | 31816.47          | 31420.10          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 23725.00          | 23247.98          | 22711.06          | 23480.03           |
| 32424.30          | 31930.99          | 32250.30          | 32064.09           |

Sample Name: 4000 ppb

Date: 22.1.2021 11:55:15

Rack:Tube: S1:9

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results



| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |
| 4500.00     | 4500.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 30005.67          | 30094.01          | 29918.94          | 30670.23          | 30342.72          | 30673.90          |
| Ni (352.454 nm) | 39886.09          | 40967.04          | 40477.69          | 40981.30          | 40977.71          | 41384.79          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 30550.97          | 30717.25          | 30890.29          | 30791.09           |
| 41076.57          | 41134.58          | 41401.18          | 40887.76           |

Sample Name: 5000 ppb

Date: 22.1.2021 12:00:25

Rack:Tube: S1:11

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD  | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 33531.91  |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00                | ppb  | N/A | N/A  | 44620.11  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |
| Ni (352.454 nm) | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     | 5000.00     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |
| 5000.00     | 5000.00      | ppb   |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 32930.09          | 33409.75          | 33151.88          | 33581.37          | 33772.18          | 33542.24          |
| Ni (352.454 nm) | 43348.10          | 44210.83          | 44582.46          | 44365.63          | 44634.56          | 44987.18          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 33679.58          | 33574.44          | 33593.14          | 34084.42           |
| 44412.76          | 45527.66          | 44811.77          | 45320.14           |

Sample Name: Näyte Blank

Date: 22.1.2021 12:03:00

Rack: Tube: 2:1

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD   | %RSD  | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|------|-------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.01                   | mg/L | 0.63 | 7.39  | 58.30     |
| Ni (352.454 nm) | -0.01 u                | mg/L | 2.86 | 40.58 | -64.44    |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |
| Ni (352.454 nm) | 0.00        | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     | -0.01 u     |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.01        | 0.01         | mg/L  |
| -0.01 u     | -0.01 u      | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 52.25             | 61.41             | 61.59             | 60.46             | 60.73             | 62.56             |
| Ni (352.454 nm) | 8.75              | -72.07            | -75.78            | -76.53            | -62.98            | -68.51            |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 50.88             | 61.27             | 57.68             | 54.19              |
| -75.03            | -77.05            | -76.65            | -68.52             |

Sample Name: Kontrolli 3000 ppb

Date: 22.1.2021 12:05:35

Rack:Tube: 2:2

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 2.94                   | mg/L | 45.38 | 1.54 | 20074.75  |
| Ni (352.454 nm) | 2.91                   | mg/L | 40.48 | 1.39 | 26618.48  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 2.87        | 2.91        | 2.91        | 2.92        | 2.97        | 2.95        | 2.98        | 2.91        |
| Ni (352.454 nm) | 2.82        | 2.90        | 2.89        | 2.94        | 2.92        | 2.93        | 2.96        | 2.89        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 3.03        | 2.96         | mg/L  |
| 2.95        | 2.92         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 19608.22          | 19869.12          | 19834.83          | 19956.32          | 20272.44          | 20155.69          |
| Ni (352.454 nm) | 25761.85          | 26551.07          | 26417.42          | 26876.72          | 26683.94          | 26789.56          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 20351.82          | 19827.13          | 20644.62          | 20227.26           |
| 27047.09          | 26396.31          | 26953.72          | 26707.10           |

Sample Name: LOV3 I+II Ni 100x

Date: 22.1.2021 12:18:27

Rack:Tube: 2:7

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results

| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 0.71  | 2.40 | 200.51    |
| Ni (352.454 nm) | 2.36                   | mg/L | 36.57 | 1.55 | 21619.15  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (352.454 nm) | 2.27        | 2.38        | 2.36        | 2.35        | 2.39        | 2.36        | 2.38        | 2.36        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| 2.39        | 2.40         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 201.22            | 200.74            | 203.22            | 197.95            | 203.50            | 198.81            |
| Ni (352.454 nm) | 20756.11          | 21750.75          | 21573.14          | 21509.46          | 21826.55          | 21613.57          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 197.35            | 209.28            | 190.89            | 202.13             |
| 21783.49          | 21579.00          | 21892.89          | 21906.60           |

Sample Name: SYN1 I+II Ni 100x

Date: 22.1.2021 12:21:01

Rack:Tube: 2:8

Weight (g): 1

Volume (mL): 1

Dilution: 1

Analyte Results



| Label           | Solution Concentration | Unit | SD    | %RSD | Intensity |
|-----------------|------------------------|------|-------|------|-----------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03                   | mg/L | 1.26  | 4.25 | 202.93    |
| Ni (352.454 nm) | 2.58                   | mg/L | 45.42 | 1.76 | 23629.99  |

Replicates Concentration

| Label           | Replicate 1 | Replicate 2 | Replicate 3 | Replicate 4 | Replicate 5 | Replicate 6 | Replicate 7 | Replicate 8 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fe (371.993 nm) | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        | 0.03        |
| Ni (352.454 nm) | 2.53        | 2.50        | 2.55        | 2.61        | 2.61        | 2.60        | 2.63        | 2.61        |

| Replicate 9 | Replicate 10 | Units |
|-------------|--------------|-------|
| 0.03        | 0.03         | mg/L  |
| 2.64        | 2.58         | mg/L  |

Replicates Intensity

| Label           | Replicate 1 (c/s) | Replicate 2 (c/s) | Replicate 3 (c/s) | Replicate 4 (c/s) | Replicate 5 (c/s) | Replicate 6 (c/s) |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe (371.993 nm) | 202.30            | 187.08            | 196.30            | 213.14            | 200.63            | 201.37            |
| Ni (352.454 nm) | 23132.54          | 22842.41          | 23273.64          | 23835.54          | 23836.28          | 23807.59          |

| Replicate 7 (c/s) | Replicate 8 (c/s) | Replicate 9 (c/s) | Replicate 10 (c/s) |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 203.75            | 211.90            | 215.21            | 197.60             |
| 24036.65          | 23860.11          | 24098.05          | 23577.08           |

