



Rovaniemen Kuluskairan iskupora-aineisto - laaduntarkastusraportti

Anne Taivalkoski



9.7.2014



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

9.7.2014 / Dnro

Tekijät Anne Taivalkoski		Raportin laji Arkistoraportti	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Rovaniemen Kuluskairan iskupora-aineisto - laaduntarkastusraportti			
Tiivistelmä Rovaniemen Kuluskairan tutkimusalueella toteutettiin kesällä 2013 – talvella 2014 iskuporanäytteenotto 300 m verkkoon. Työ oli osa hankkeen 2551017 Pohjois-Suomen mineraalipotentiali toimintaa. Tässä raportissa esitellään, miten kyseisen näytteenoton moreeninäytteiden analyysitulokset on tarkastettu sekä aineiston laatuun vaikuttavat tekijät. Analyysitulosten luotettavuutta on tarkasteltu maastosta otetuista rinnakkaisnäytteistä, laboratori- on tekemistä uusinta-analyyseistä sekä laboratorion käyttämistä omista seurantamateriaaleista. Tässä raportissa ei tehdä tul- kintaa tuloksista. Tarkastelun perusteella uusinta-analyysien ja laboratorion omien seurantanäytteiden tuloksissa ei esiinny poikkeavuuksia. Moreenin rinnakkaisnäytteiden tulokset poikkeavat toisistaan johtuen pääasiassa näyteaineksen luonnollisesta epähomo- geenisuudesta.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) geokemia, moreeni, rapakallio, iskuporaus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Lapin lääni, Rovaniemi, Kuluskaira			
Karttalehdet T4342, T4341			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus 86/2014	
Kokonaissivumäärä 10 s. + 3 liitettä	Kieli suomi	Hinta	Julkiisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjois-Suomen yksikkö, va 501		Hanketunnus 2551017	
Allekirjoitus/nimen selvennys Anne Taivalkoski		Allekirjoitus/nimen selvennys	





Sisällysluettelo

Kuvailulehti

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUSALUE SEKÄ ALUEELLA SUORITETUT TUTKIMUKSET	1
3	VALMISTELEVAT TYÖT	2
4	NÄYTTEENOTTO	2
5	MAASTOHAVAINNOT, NÄYTTEIDEN KÄSITTELY JA ANALYTIikka	3
6	ANALYYSITULOKSET JA LAADUN TARKASTUS	3
6.1	Rinnakkaisnäytteet	5
6.2	Laboratorion uusinta-analyysit	5
6.3	Laboratorion seurantamateriaalit	7
7	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	7
8	KIRJALLISUUS	10
	LIITE 1: RINNAKKAISNÄYTTEIDEN TARKKUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ + ”THOMPSONIN JA HOWARTHIN” KUVAAJAT	1
	LIITE 2: UUSINTANÄYTTEIDEN TARKKUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ + ”THOMPSONIN JA HOWARTHIN” KUVAAJAT	1
	LIITE 3: LABORATORION SEURANTANÄYTTEIDEN TOISTATTAVUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ	1

9.7.2014

1 JOHDANTO

Rovaniemen Kuluskairan tutkimusalueella suoritettiin iskuporanäytteenotto kesällä 2013 - talvella 2014. Näytteenotto oli osa 2551017 Pohjois-Suomen mineraalipotentialiaali – hanketta. Näytteenoton tarkoituksena oli selvittää alueen maaperän geokemiallisia piirteitä ja hankkia uutta geokemiallista aineistoa, sillä näin laajaa geokemiallista näytteenottoa ei alueella ole Geologian tutkimuskeskuksen puolesta suoritettu.

Tämän raportti koskee analysoitujen moreeninäytteiden laadun tarkkailua analyysimenetelmien ICP-OES, ICP-MS sekä GFAAS (Labtium Oy:n koodit 515PM ja 521U) osalta. Aineistosta tehtyjä johtopäätöksiä ei tässä raportissa käsitellä.

2 TUTKIMUSALUE SEKÄ ALUEELLA SUORITETUT TUTKIMUKSET

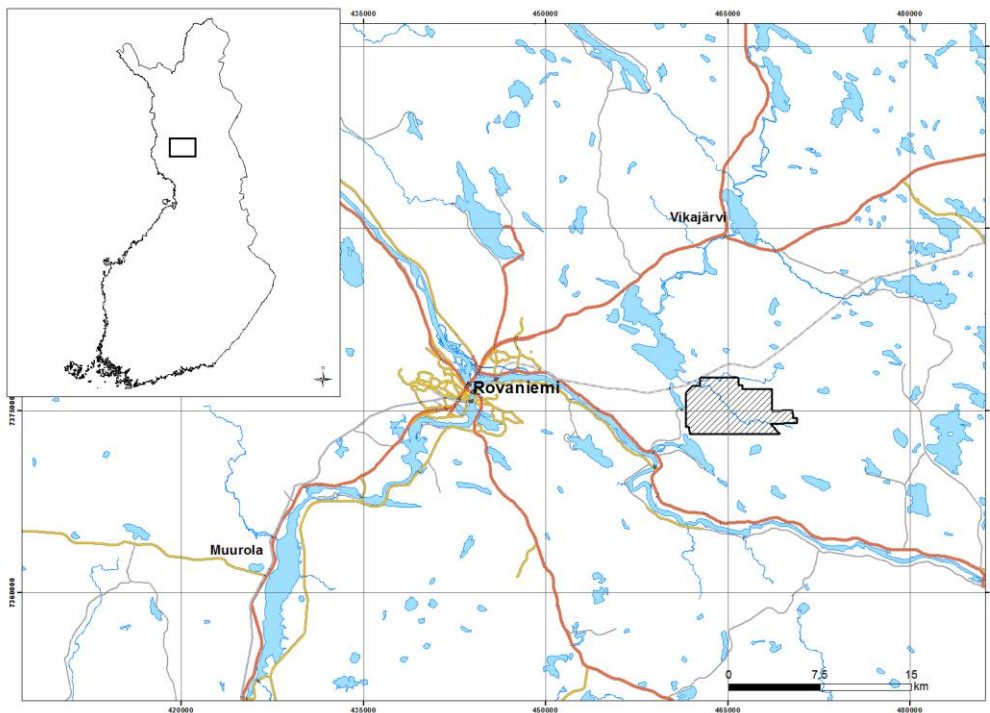
Tutkimusalue sijaitsee noin 20 km Rovaniemeltä itään (kuva 1). Alueelle kuljetaan Oikaraisen kylästä Permantokoskelle menevää tietä. Varsinainen tutkimusalue sijaitsee Permantokosken itäpuolella. Näytteenottoalueen koko on noin 32 km² ja sen halkaisee luode-kaakko suunnassa Kulusjoki. Tutkimusaluetta kutsutaan Kuluskairaksi.

Kuluskairan kallioperä koostuu DigiKP – kallioperäkartan mukaan proterotsooisista kiilleliuskeista ja –gneisseistä, kvartsiiteista, kalkki-silikaattia sisältävistä meta-arkooseista sekä amfiboliiteista. Maaperä on moreenia, jota laikuttavat suot. Paikoin moreenipeite verhoaa vain hyvin ohuesti kallion pintaa.

Kuluskairan tutkimusalueelle suunniteltiin 374 pisteen iskuporanäytteenotto 300 m verkkoon. Näytteenotto aloitettiin kesä-toukokuun vaihteessa 2013 ja se päättyi helmikuussa 2014. Kaikki suunnitellut näytepisteet saatiin toteutettua. Osa pisteistä jouduttiin siirtämään suunnitelluista paikoista näytteenottolupien puuttuessa ja nämä pisteet siirrettiin luvitetuille alueille.



9.7.2014



Kuva 1. Kuluskairan tutkimusalue (musta viivoitus) Rovaniemellä. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK.

3 VALMISTELEVAT TYÖT

Näytteenottosuunnitelma tehtiin ArcMap – projektiin. Aluevalinnan jälkeen näytteenottpisteet suunniteltiin ensin linjoina, jotka sijoitettiin kartalle halutulla linjavälillä sopiville paikoille. Linjat jaettiin näytteenottpisteiksi XTools Pro – työkalulla. Suunnitelmaa tehtäessä ei vielä ollut käytettävissä Pikku-Maapeli -sovelluksen suunnittelu – työkalua.

Aluevalinnan jälkeen haettiin näytteenottoon alueen maanomistajien suostumus.

Valmiista näytteenottosuunnitelmasta tehtiin GTK:n teknisille palveluille näytteenotosta tilaus, jonka toimialapäällikkö oli hyväksynyt.

Maastotallentimen ArcMap – ohjelmaan tehtiin Kuluskairan työmaasta projekti, johon laitettiin pohjakartta-aineisto, yksityismaiden sekä valtion maiden rajat sekä lupatilanteet, Metsähallitukselta saadut kuviotiedot sekä suunnitellut pisteet shape-tiedostona. Lisäksi projektiin laitettiin tyhjä Maapeli – kanta, johon GTK:n teknisten palveluiden maastohenkilöt tallensivat havaintotiedot maastossa.

4 NÄYTTEENOTTO

Aloituskokous yhdessä näytteenottajien kanssa pidettiin ennen työmaan alkua. Kokouksessa käytiin läpi näytteenottovälineistö, näytteiden toimittaminen sekä työn aikataulutus. Työn tilannut geologi toimitti työkartat sekä näytteenotto-ohjeen. Ohjeessa kuvattiin, millaisia näytteitä (moreeni/rapakallio) alueelta

9.7.2014

halutaan, näytteiden koko, näytteiden määrä/piste, rinnakkaisnäytepisteet, näytepisteiden siirto esim. maastoesteiden takia, näytempusseihin tulevat näytetunnukset sekä tietojen tallentaminen Pikku-Maapeliin. Aloituskokouksessa sovittiin myös, että maastohavainnot sekä näytepisteiden koordinaattitiedot kirjataan Pikku-Maapelin lisäksi Exceliin, josta ne ovat saatavissa, mikäli Pikku-Maapelin käytössä tulee ongelmia.

Työmaan aikana pidettiin yhteyttä näytteenottajiin tarpeen mukaan. Työnjohtaja tiedotti, miten työmaa oli edennyt ja oliko mahdollisesti tulossa seisokkeja koneen huollon tai lomien vuoksi. Tarvittaessa maastohenkilöt olivat yhteydessä Pikku-Maapelin käyttöön liittyvissä asioissa työmaata valvovaan geologiin. Maastohenkilöt toimittivat muutaman kerran työmaan aikana tallennetut tiedot sekä otetut näytteet työn tilanteelle geologille.

Työmaan päätyttyä tallennetut tiedot sekä otetut näytteet toimitettiin työn tilaajalle. Lopetuskokouksessa annettiin molemmin puolin palautetta työn sujumisesta sekä erityisesti Pikku-Maapelin käytöstä.

5 MAASTOHAVAINNOT, NÄYTTEIDEN KÄSITTELY JA ANALYTIikka

Maastotöiden päätyttyä kaikki näytteet tarkistettiin ja tarvittaessa näytteiden maalajit korjattiin havaintotietoihin. Näytepisteiden koordinaatit tarkastettiin kartalla mahdollisten koordinaattivirheiden takia. Tarkastettu Pikku-Maapeli – kanta palautetaan Geologian tutkimuskeskuksen geotietoytimeen.

Rapakallionnäytteistä pyrittiin mahdollisuuksien mukaan selvittämään kivilaji, joka kirjattiin ylös. Kaikkia näytteitä ei ollut mahdollista analysoida. Tämän vuoksi jokaisesta näytepisteestä, josta moreeninäytteitä oli useampia, valittiin analyysiin syvin moreeninäyte tai laadullisesti parempi näyte. Rinnakkaisnäytepisteistä analysoitiin sekä varsinainen että rinnakkainen näyte. Kaikki rapakallionnäytteet analysoitiin.

Kaikki näytteet mitattiin ennen analyysiin lähettämistä kannettavalla Innov-X Systems Olympus Delta XRF -laitteella Soil – moodilla 10–15 s mittausajalla. Mittaus toistettiin näytteen kolmesta eri kohdasta, joista laite laski mittauksille keskipitoisuudet. Näytteet mitattiin luonnon kosteana sekä uudelleen sen jälkeen, kun ne oli kuivattu 12 h 40 °C lämpötilassa.

Analyysitilauksia varten näytteet järjestettiin ja pyydettiin moreeni- ja rapakallionnäytteiden tilauksille omat analyysinumerot yhteyshenkilöltä. Näytelistat sekä sähköiset analyysitilauslomakkeet tilausnumeroineen toimitettiin yhteyshenkilölle. Tämän jälkeen näytteet toimitettiin analysoitavaksi Labtium Oy:n laboratorioon.

Moreeninäytteille tilattiin analyysit ICP-MS ja ICP-OES – menetelmillä (Labtium Oy:n koodi 515PM) kuningasvesiliuoksesta kuivauksen (70 °C) ja seulonnan (< 0.06 mm) jälkeen. Rapakallionnäytteet analysoitiin samalla menetelmällä murskauksen ja jauhatuksen jälkeen. Au ja Pd analyysiin käytettiin GFAAS – menetelmää (Labtium Oy:n koodi 521U).

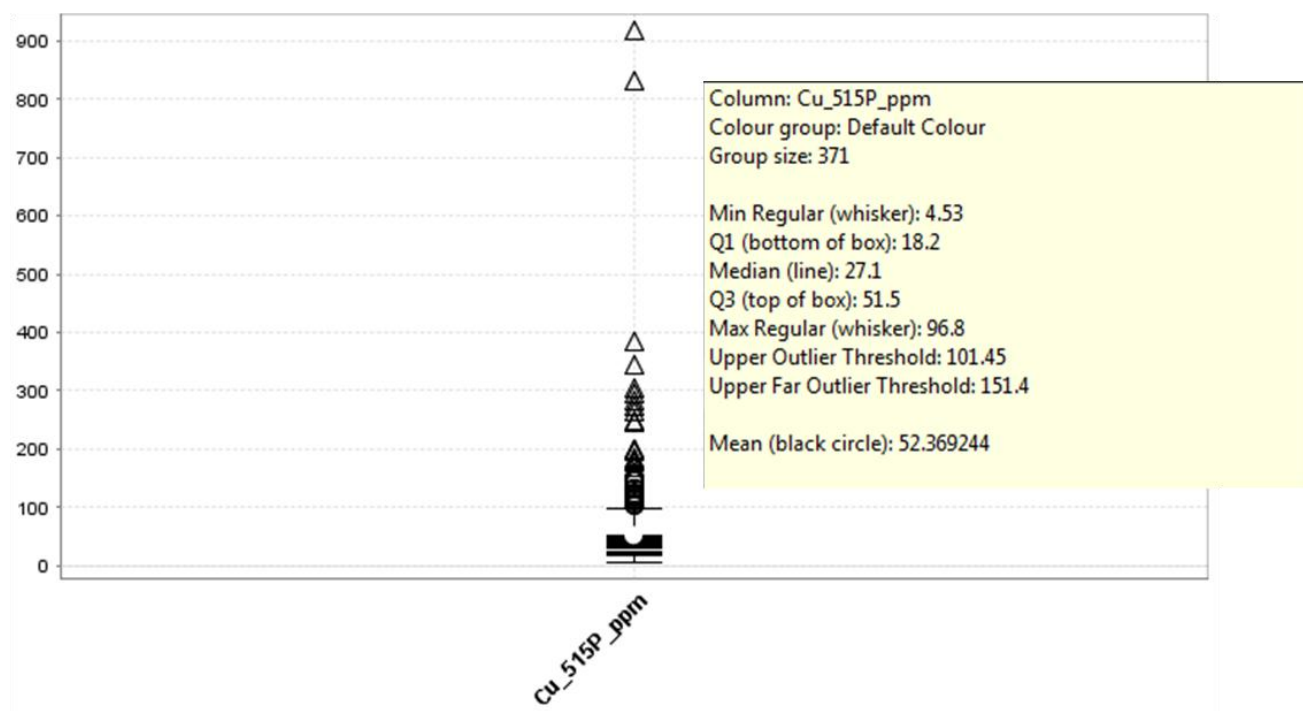
6 ANALYYSITULOKSET JA LAADUN TARKASTUS

Analyysitulosten saavuttua ne tarkastettiin heti silmämääräisesti. Moreeninäytteiden tuloksissa huomattiin, että 13 näytteestä puuttuivat 515PM – tulokset. Tämä johtui siitä, ettei kaikissa näytteissä ollut riittävästi näytemateriaalia kaikkiin analyysiin. Puuttuvat analyysit saatiin Labtium Oy:ltä analysoituna 511PM – menetelmällä.



9.7.2014

Tulosten saavuttua tulostaulukko siivottiin tulosten tarkastelua varten: tuloksiin lisättiin koordinaatti- ja syvyystiedot, poistettiin määritysrajamerkit ja puolitettiin alle määritysrajan olevat pitoisuudet. Pitoisuuksista saatiin esille taustasta poikkeavat pitoisuudet IoGas -ohjelman boxplot eli laatikko-jana – kuvioilla (kuva 2). Laatikko-jana – kuvio perustuu aineiston mediaaniarvoon, joka jakaa aineiston puoliksi. Kuvion laatikon sisään jääviä arvoja (enintään 50 % arvoista) pidetään tausta-arvoina ja janan ulkopuoliset arvoja ääriarvoina eli mahdollisina vieraina havaintoina, jotka voidaan vielä jakaa kynnyksiarvoiksi (Reimann et al. 2008; Carranza 2009). Alkuaineista tehtiin myös ArcMap – ohjelmalla interpoloituja kuvia, joista nähtiin nopeasti, oliko analyysituloksissa analysoinnista johtuvia keinotekoisia rajoja pitoisuuksissa.



Kuva 2. Kuparin pitoisuudet moreenissa (< 0.06 mm). Laatikko-jana – kuvioista eli boxploteista näkee aineiston jakaantumisen laatikosta että janasta. IoGas – ohjelmalla saadaan näkyviin myös boxplotin eri osien raja-arvot.

Laboratorion uusinta-analyysien sekä rinnakkaisnäytteiden analyysien luotettavuutta tarkasteltiin scatter-diagrammeista sekä Thompsonin ja Howarthin kuvaajista (Thompson & Howarth 1978; Guagliardi & Tarvainen 2014). Thompsonin ja Howarthin kuvaajassa vaaka-akselilla kuvataan normaalin analyysin ja uusinta-analyysin keskiarvo, pystyakselilla pitoisuuksien erotus. Tuloksissa alle 10 % poikkeamaa voidaan pitää hyvänä tuloksena ja yli 20 % poikkeamaa vastaavasti heikompana (Reimann et al. 2008). Lisäksi Labtium Oy:n seurantanäytteistä tarkasteltiin analyysien luotettavuutta näytteestä QCGLG307-4 laskemalla alkuaineittain tuloksista keskiarvot. Nämä tulokset esitettiin X-diagrammilla, johon lisättiin yksittäisten tulosten lisäksi raja-arvot kohtaan keskiarvo \pm 2* alkuaineen keskihajonta.

Rapakallionäytteiden tuloksista ei tehty vertailuja uusinta- tai rinnakkaisnäytteistä. Tämä johtuu siitä, että rinnakkaisia näytteitä ei rapakalliosta otettu ja pienessä näytemäärässä (N=59) uusinta-analyysejä oli teh-

9.7.2014

ty vain kahdelle näytteelle. Rapakallionäytteitä saatiin tutkimusalueelta vain harvoista paikoista, joten tämän aineiston interpolointi ei myöskään onnistunut.

6.1 Rinnakkaisnäytteet

Näytepisteet, joilta rinnakkaisnäytteet otettiin, merkittiin ennalta kartalle. Rinnakkaisnäytepisteitä oli aineistossa 5 % suunnitelluista pisteistä, eli noin joka 19. piste. Näiltä pisteiltä otettiin normaalien moreeni- ja rapakallionäytteiden lisäksi myös toinen moreeninäyte samalta syvyydeltä ensimmäisen moreeninäytteen kanssa.

Kaikki 18 rinnakkaisnäyteparia laitettiin analyysiin. Osassa näytteissä oli näytemateriaalia sen verran vähän, että kaikista näytteistä ei saatu analyysituloksia 515PM -menetelmällä. Tämän vuoksi myös muutamista rinnakkaisnäytepareista puuttui toinen analyysitulokset, jonka vuoksi vertailtavia rinnakkaisnäytepareja saatiin vain 14 kpl.

Rinnakkaisnäytteiden tuloksia verrattiin alkuperäisen näytteen tuloksiin scatter-diagrammeilla sekä Spearmanin korrelaatiokertoimilla. Hopean ja boorin tuloksia ei tarkasteltu, sillä niiden pitoisuudet olivat pääasiassa alle määritysrajan ja vertailtavat pitoisuudet olisivat jääneet erittäin vähäisiksi.

Thompsonin ja Howarthin kuvaajista tarkasteltuna alkuaineiden As, Bi, Cd, Mo, Te, Th, Tl, U, Al, Ba, Co, Cu, Fe, K, Na, P, S, Sr, Ti, V, Zn, Zr, Au sekä Pd rinnakkaisnäytteiden ja alkuperäisen näytteen tuloksilla poikkeama oli pääasiassa yli 20 %. Alkuaineilla Pb, Sb, Se, W, Be, Ca, La, Li, Mg, Mn, Ni, Sc ja Y poikkeama oli pääasiassa yli 10 %.

Liitteessä 1 on esitetty rinnakkaisnäytteiden scatter-diagrammit sekä Thompsonin ja Howarthin kuvaajat. Alkuaineiden Spearmanin korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 1, johon on merkitty tilastollisesti merkitsevät tulokset.

6.2 Laboratorion uusinta-analyysit

Labtium Oy tekee uusinta-analyysit joka 20. näytteestä. Kuluskairan aineistossa uusintänäytepareja oli yhteensä vain 13 kappaletta vähäisen näytemäärän takia. Lisäksi suurin osa näistä näytepareista osui samoihin näytteisiin rinnakkaisnäytteiden kanssa.

Uusinta-analyysien scatter-diagrammien perusteella kaikilla tarkastelluilla alkuaineilla (As, Bi, Cd, Mo, Pb, Sb, Se, Te, Th, Tl, W, U, Al, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, S, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr, Pd) korrelaatiot olivat hyviä. Ainoastaan kullin korrelaatiokerroin oli selvästi heikompi johon sen luonteesta esiintyä metallisina rakeina. Tämän takia pitoisuuksien vaihtelu on suurempi kuin muilla alkuaineilla.

Uusinta-analyysien ja alkuperäisten analyysitulosten poikkeavuus on pääasiassa alle 10 %. Ainoastaan zirkoniumin poikkeavuus on yli 10 % ja telluurin, kullin sekä palladiumin tulosten poikkeavuus yli 20 % Thompsonin ja Howarthin kuvaajista tarkasteltuna.

Scatter-diagrammit sekä Thompsonin ja Howarthin kuvaajat tarkasteltujen alkuaineiden osalta on esitetty liitteessä 2 ja Spearmanin korrelaatiokertoimet uusintänäyteparien osalta on esitetty taulukossa 1.



9.7.2014

Taulukko 1. Rinnakkais- ja uusintänäyteparien Spearmanin korrelaatiokertoimet. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiokertoimet on merkitty kahdella tähdellä (**) ja melkein merkitsevät kertoimet yhdellä tähdellä (*). Rinnakkaisnäyteparien R määrä on 14 ja uusintänäyteparien U määrä 13 lukuun ottamatta Au ja Pd, joissa uusintänäyteparien määrä 12.

Alkuaine	Analyysimenetelmä	Korrelaatiokerroin R	Korrelaatiokerroin U
As	ICP-MS	0,850**	0,944**
Bi	ICP-MS	0,710**	0,966**
Cd	ICP-MS	0,521	0,962**
Mo	ICP-MS	0,538*	0,989**
Pb	ICP-MS	0,710**	0,985**
Sb	ICP-MS	0,163	0,973**
Se	ICP-MS	0,438	0,973**
Te	ICP-MS	0,480	0,828**
Th	ICP-MS	0,574*	0,960**
Tl	ICP-MS	0,674**	0,988**
W	ICP-MS	0,705**	0,855**
U	ICP-MS	0,727**	0,977**
Al	ICP-OES	0,261	0,944**
Ba	ICP-OES	0,424	1,000**
Be	ICP-OES	0,678**	0,885**
Ca	ICP-OES	0,639*	0,951**
Co	ICP-OES	0,569*	0,993**
Cr	ICP-OES	0,341	0,989**
Cu	ICP-OES	0,578*	0,982**
Fe	ICP-OES	0,400	0,995**
K	ICP-OES	0,516	0,984**
La	ICP-OES	0,530	0,978**
Li	ICP-OES	0,618*	0,978**
Mg	ICP-OES	0,662**	0,984**
Mn	ICP-OES	0,600*	0,885**
Na	ICP-OES	0,618*	0,995**
Ni	ICP-OES	0,301	0,956**
P	ICP-OES	0,345	0,746**
S	ICP-OES	0,398	0,982**
Sc	ICP-OES	0,305	0,995**
Sr	ICP-OES	-0,011	0,918**
Ti	ICP-OES	0,370	0,967**
V	ICP-OES	0,490	0,995**
Y	ICP-OES	0,559*	0,974**
Zn	ICP-OES	0,648*	0,968**



9.7.2014

<i>Alkuaine</i>	<i>Analysimenetelmä</i>	<i>Korrelaatiokerroin R</i>	<i>Korrelaatiokerroin U</i>
Zr	ICP-OES	0,314	0,846**
Au	GFAAS	-0,007	0,532
Pd	GFAAS	0,626*	0,810**

6.3 Laboratorion seurantamateriaalit

Kuluskairan analyysituloksista tarkasteltiin myös Labtium Oy:n omien seurantamateriaalien laatua. Kaavamaisista diagrammeista tarkasteltuna näytteen QCGLG307-4 tulokset ICP-MS, ICP-OES sekä GFAAS – menetelmillä osuvat laskettuihin rajoihin (keskiarvo ± 2 *keskihajonta) seuraavilla alkuaineilla: As, Bi, Pb, Pt, Sb, Se, Te, Th, Tl, U, Al, Ba, Be, Ca, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, P, S, Sc, Ti ja Zn. Muutamilla alkuaineilla (Cd, Mo, W, Co, Cr, Li, Sr, V, Y, Zr, Au ja Pd) tulokset poikkesivat hieman asetettujen rajojen ylä- tai alapuolelle. Useilla alkuaineilla tuloksissa havaittiin pitoisuuksien nousua tai laskua laskettujen rajojen sisällä. Diagrammit tarkastelluista alkuaineista on esitetty liitteessä 3.

Hopea- ja booritulokset ovat pääasiassa alle määrittäysrajan, joten niiden tuloksia ei tarkasteltu. Myös antimonin pitoisuuksissa esiintyi pari alle määrittäysrajan olevaa pitoisuutta.

7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuluskairan näytteenotto onnistui pääasiassa hyvin. Kaikki suunnitellut näytepisteet saatiin otettua, vaikka joitakin pisteitä jouduttiinkin siirtämään alkuperäiseltä paikalta. Näytteiden laatu vaihteli välillä paljon. Paikoitellen oli saatu erittäin hyviä moreeni- ja rapakallionäytteitä, kun taas toisin paikoin näytteet koostuivat todella karkeasta materiaalista ja näyteainesta oli vähän. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että tutkimusalueella moreeni on osittain lohkarista, joka on vaikeuttanut näytteenottoa ja näytteiden laatu ei tästä syystä ole pysynyt tasaisena

Kaikki rapakallionäytteet analysoitiin. Mikäli samasta näytepisteestä oli useampi moreeninäyte, valittiin analyysiin edustavampi, yleensä syvempi näyte. Rinnakkaisnäyteparit analysoitiin kaikki.

Havaintotietojen tallentaminen uuteen Pikku-Maapeli – sovellukseen aiheutti jonkin verran ongelmia osittain siitä syystä, että sovellus oli ensimmäistä kertaa käytössä maastossa. Koska havaintotiedot tallennettiin myös Excel – taulukkoon, ei mitään tietoja menetetty. Taulukosta tiedot saadaan tallennettua Maapelikantaan.

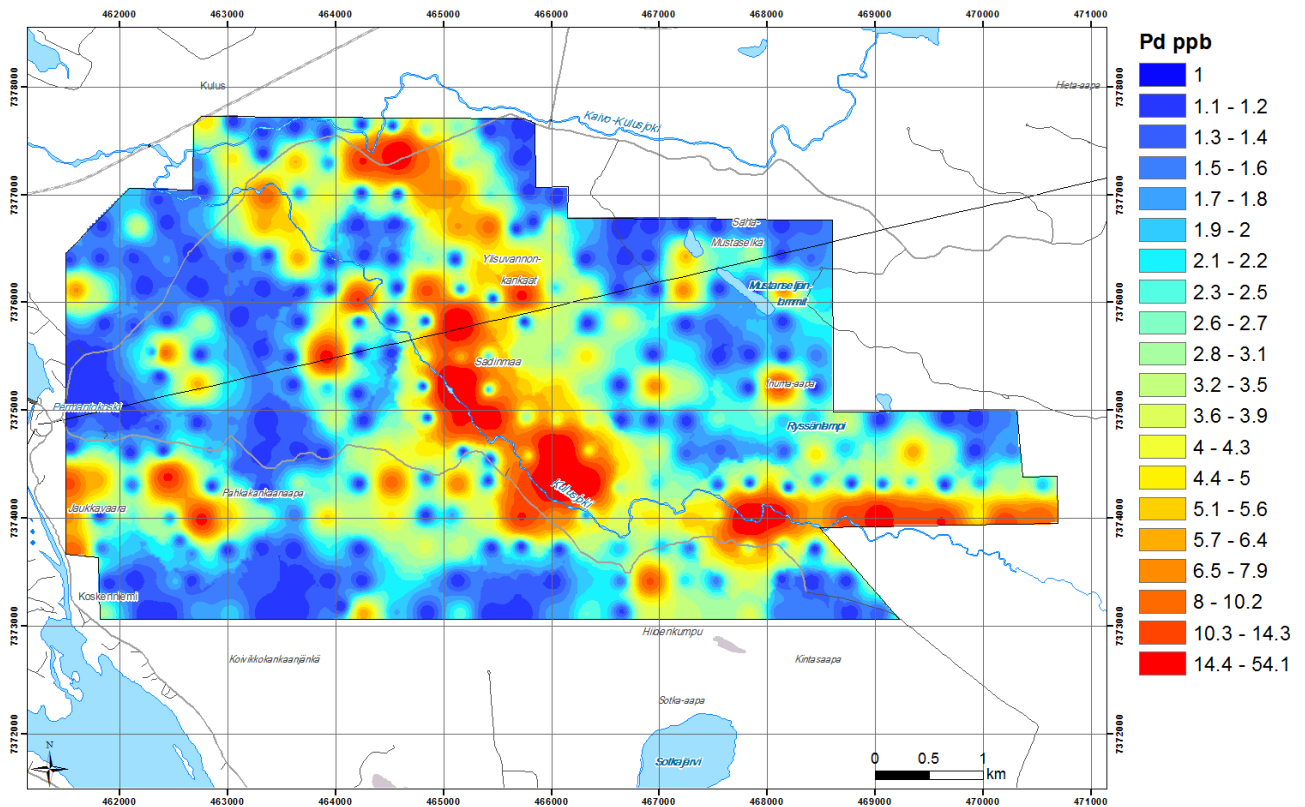
Kaikissa näytteissä ei ollut riittävästi näytettä analyysien tekemiseen, eikä uusinta-analyyseja ei ollut voitu tehdä joka 20. näytteen välein. Tämän takia uusintanäytepareja on tilauksessa vain 13. Myös rinnakkaisnäytteiden laadussa oli jonkin verran puutteita, joten rinnakkaisnäytepareja saatiin vain 14.

Interpoloiduista kuvista tarkastelluista tuloksista palladiumin pitoisuuksissa oli erotettavissa tutkimusalueen eteläreunassa liian suoraviivainen korkeiden pitoisuuksien alue, joka ei vaikutu luonnolliselta (kuva 3). Tämän vuoksi tuloksia tarkasteltiin myös scatter- ja viivakuvaajista (kuvat 4 ja 5), johon x-akselille laitettiin laboratorion näytteelle antama tunnus, joka kertoo analyysijärjestyksen ja y-akselille Pd-


GTK

9.7.2014

pitoisuus. Näistä kuvaajien perusteella on vaikea täysin varmasti sanoa, ovatko palladiumin pitoisuudet alueen eteläosassa luonnollisia vai eivät, sillä täysin selvää tasaista trendiä kuvaajista ei voi havaita.

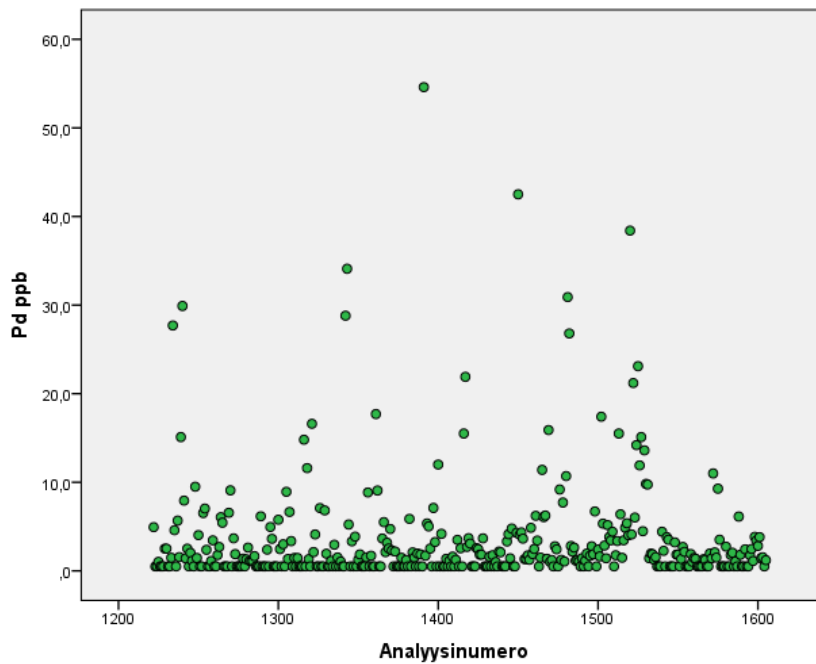


Kuva 3. Pd-pitoisuudet moreenin hienoaineksessa (<0,06 mm) Kuluskairan tutkimusalueella esitettynä interpoloituina (IDW). Pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK.

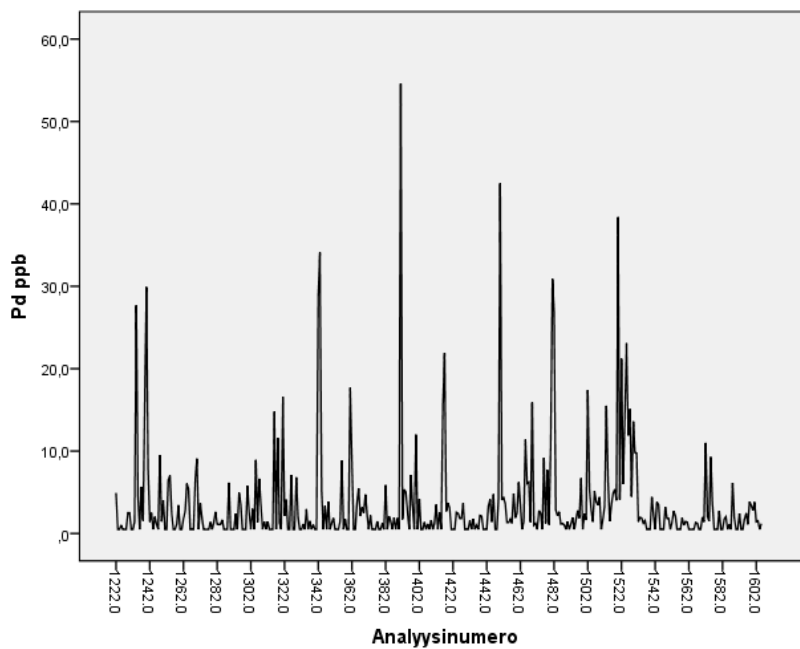


GTK

9.7.2014



Kuva 4. Kuluskairan Pd-pitoisuudet esitettynä analysointijärjestyksessä Labtium Oy:n antaman analyysinumeron mukaan.



Kuva 5. Kuluskairan Pd-pitoisuudet esitettynä viivadiagrammilla analyysijärjestyksessä analyysinumeron mukaan.

**GTK**

9.7.2014

Uusinta-analyysien tuloksia Thompsonin ja Howarthin diagrammeista tarkasteltuna näkee, että uusinta-analyysien poikkeavuus lähes kaikilla alkuaineilla on alle 10 %. Ainoastaan kadmiumin ja zirkoniumin tulosten poikkeavuus pääasiassa on yli 10 %, mutta kuitenkin alle 20 %. Kullan ja palladiumin tulosten poikkeavuus on yli 20 %, johtuen näiden alkuaineiden esiintymisestä metallisina rakeina ja tämän vuoksi pitoisuuksien vaihtelu näillä alkuaineilla on suurta.

Moreenin rinnakkaisnäyteparien toistettavuus on selvästi heikompi. Pääasiassa kaikkien alkuaineiden tulosten poikkeavuus on yli 10 %. Peräti 23 alkuaineella 38 analysoidusta alkuaineesta poikkeama oli pääasiassa yli 20 %. Tämä johtuu siitä, että moreeni on epähomogeeninen materiaali, joten tuloksetkaan eivät voi täysin vastata toisiaan. Näytteenoton ja analytiikan aiheuttama vaihtelu on tulosten perusteella pienempi kuin näyteaineksen luonnollinen epätasaisuus. Jatkossa olisi hyvä lisätä laaduntarkkailua varten analyysierään enemmän omia seurantanäytteitä, jotka ovat laadultaan tasaisempia.

Rinnakkaisnäytteiden, uusinta-analyysien sekä laboratorion seurantamateriaalien tulosten tarkastelun perusteella voidaan todeta, että Kuluskairan iskupora-aineiston analyysitulokset (tilaukset 47630 ja 47631) ovat laadullisesti kunnossa. Tulokset on siirretty Labtium Oy:stä Geologian tutkimuskeskuksen geotietojärjestelmään.

8 KIRJALLISUUS

- Carranza, E. J. M. 2009. *Geochemical Anomaly and Mineral Prospectivity Mapping in GIS*. Amsterdam : Elsevier, 2009, 351 p.
- Guagliardi, I. & Tarvainen, T. 2014. Quality control of urban soil samples from Tampere, Heinola and Lahti. Geological Survey of Finland, archived report, 65/2014.
- Reimann, C, Filzmoser, P, Garrett, R. & Dutter, R. 2009. *Statistical data analysis explained : applied environmental statistics with R*. Chichester, England ; Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, cop. 2008, 343 p.
- Thompson, M. & Howarth, R. J. 1978. A new approach to the estimation of analytical precision. *Journal of Geochemical Exploration* 9, 23-30.

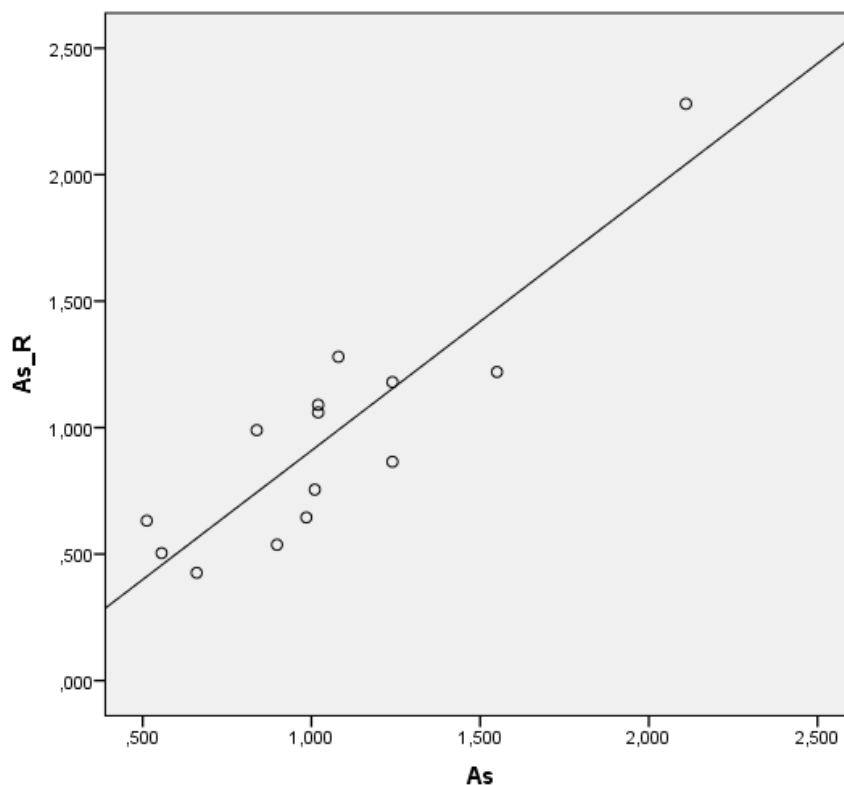


9.7.2014

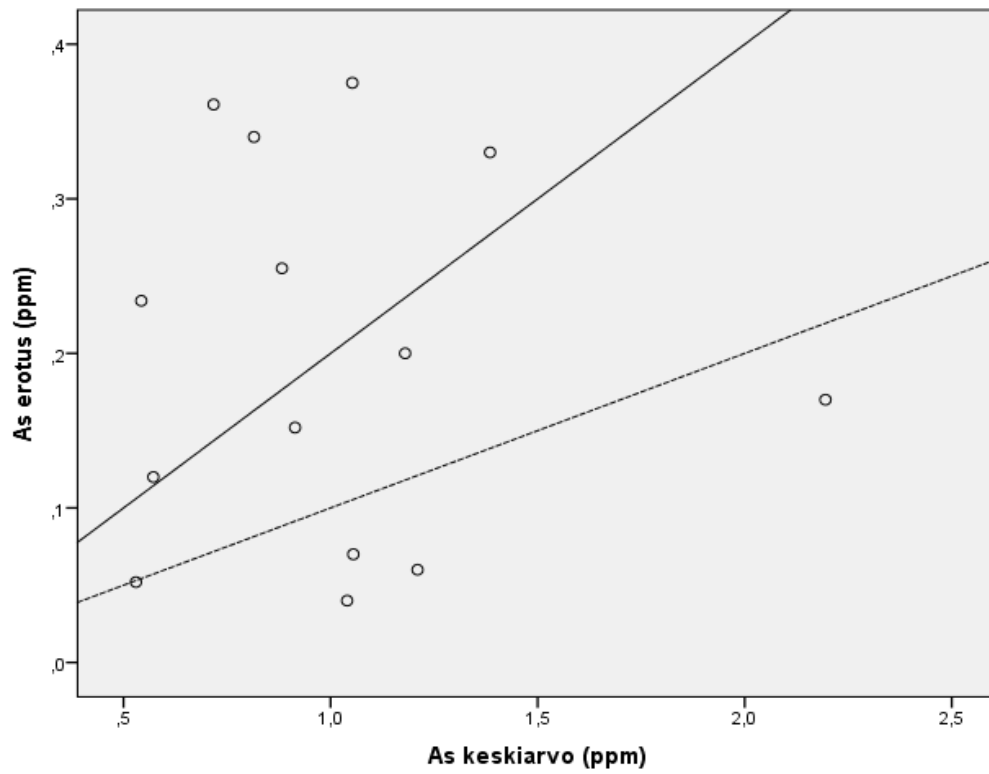
LIITE 1: RINNAKKAISNÄYTTEIDEN TARKKUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ + ”THOMPSONIN JA HOWARTHIN” KUVAAJAT

Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty alkuaineen pitoisuus (ppm; Au ja Pd ppb) rinnakkaisnäytteissä pystyakselilla ja alkuperäisen näytteen vaaka-akselilla analysoituna ICP-MS, ICP-OES ja GFAAS – menetelmillä.

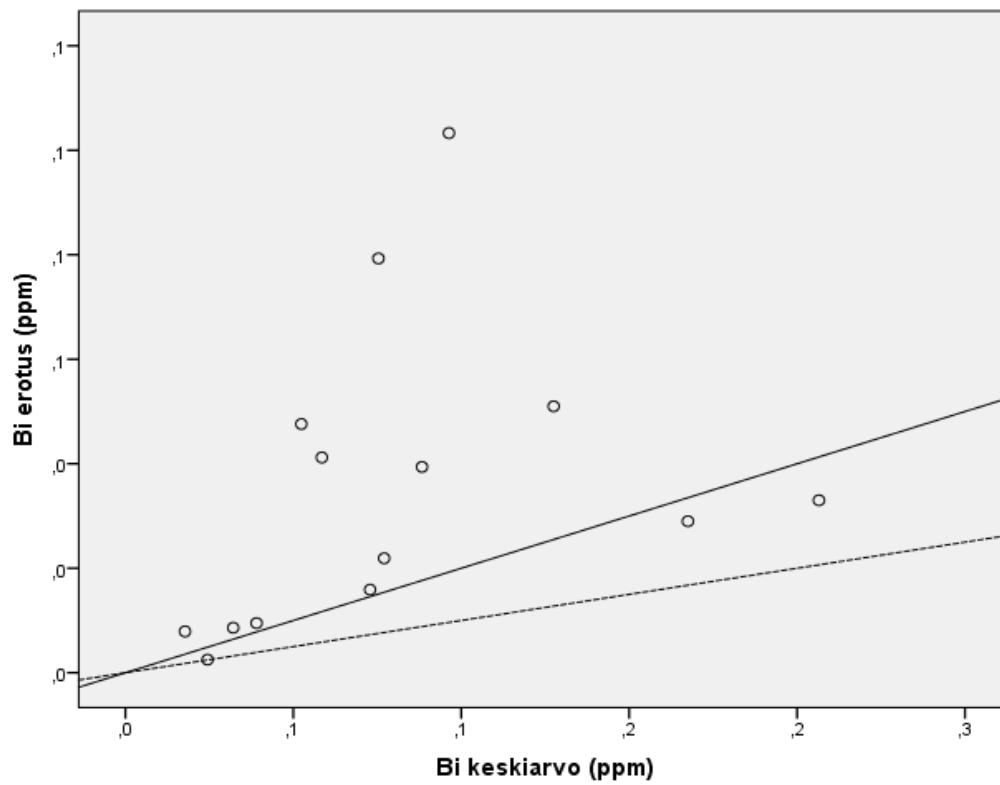
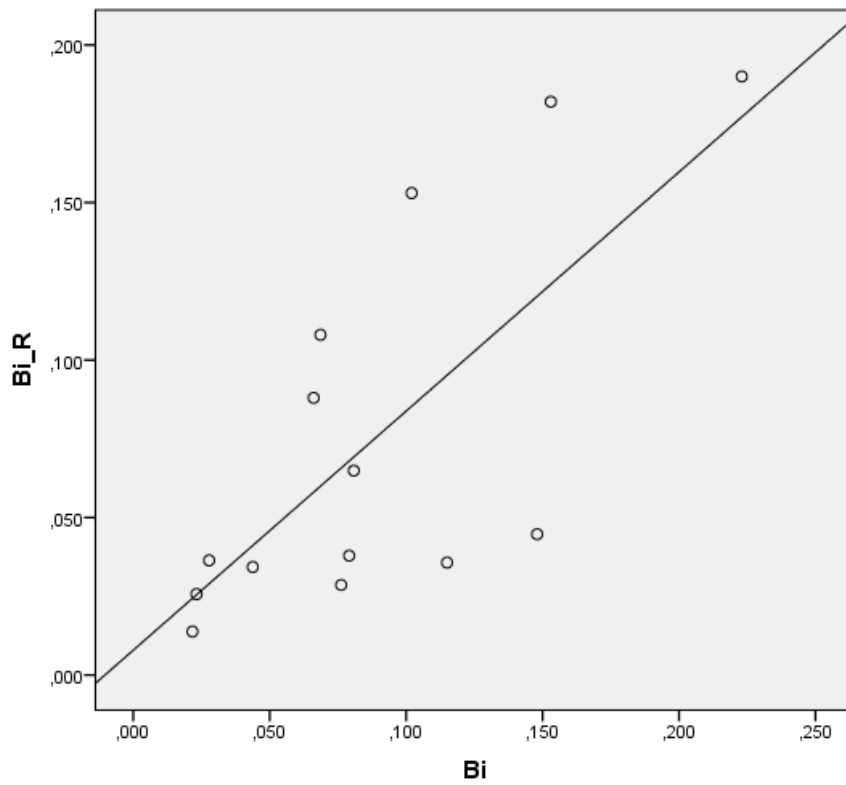
Toisessa diagrammissa alkuaineen pitoisuudet on esitetty Thompsonin ja Howarthin diagrammilla, jossa pystyakselilla on alkuperäisen analyysin ja rinnakkaisnäytteen pitoisuuksien erotus. Vaaka-akselilla on alkuperäisen ja rinnakkaisnäytteen analyysien pitoisuuksien keskiarvo. 10 % poikkeama on kuvattu katkoviivalla ja 20 % poikkeama yhtenäisellä viivalla.



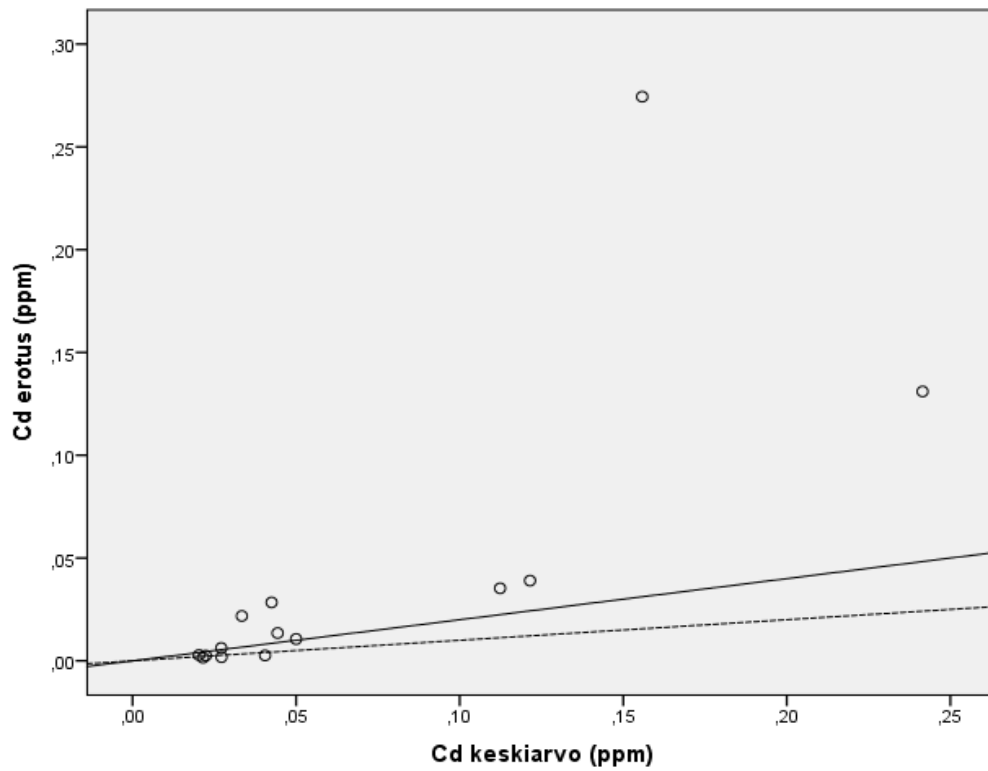
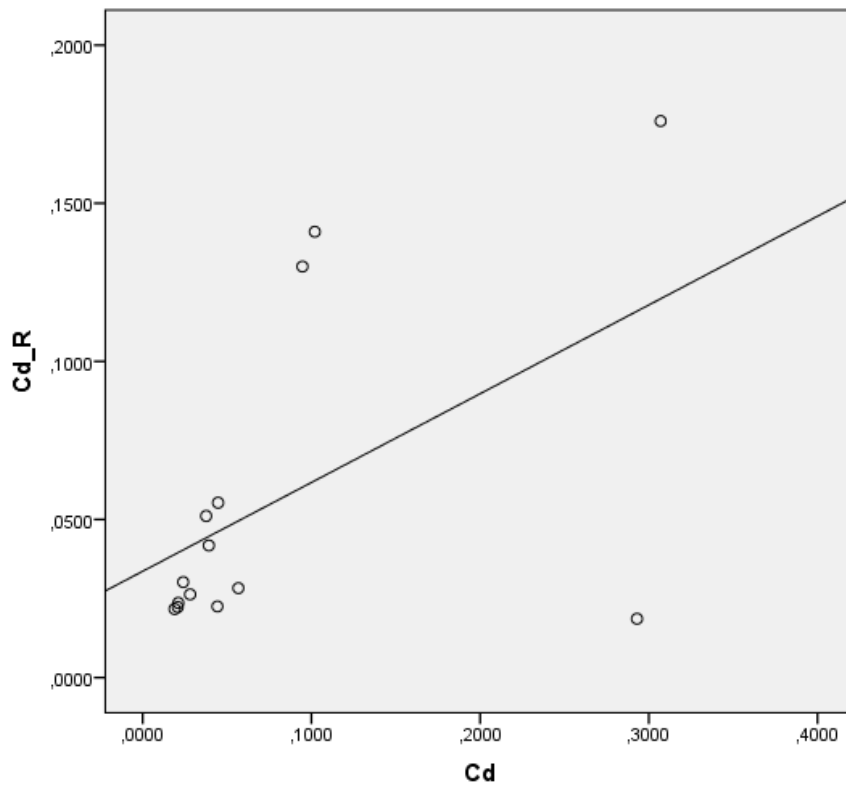
9.7.2014



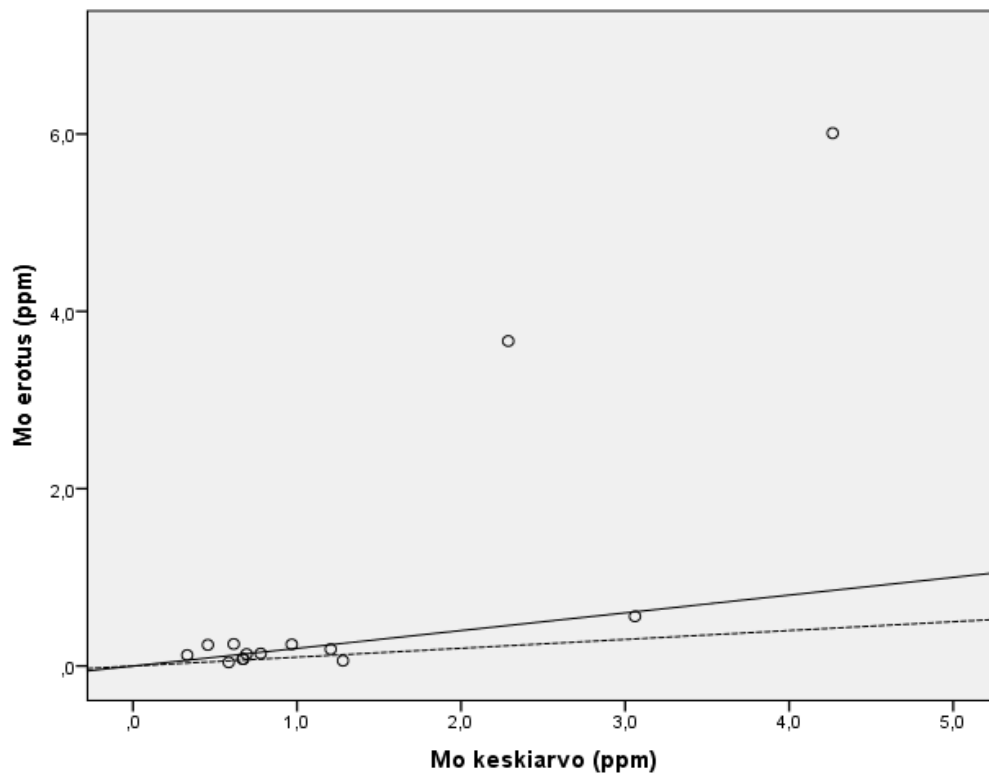
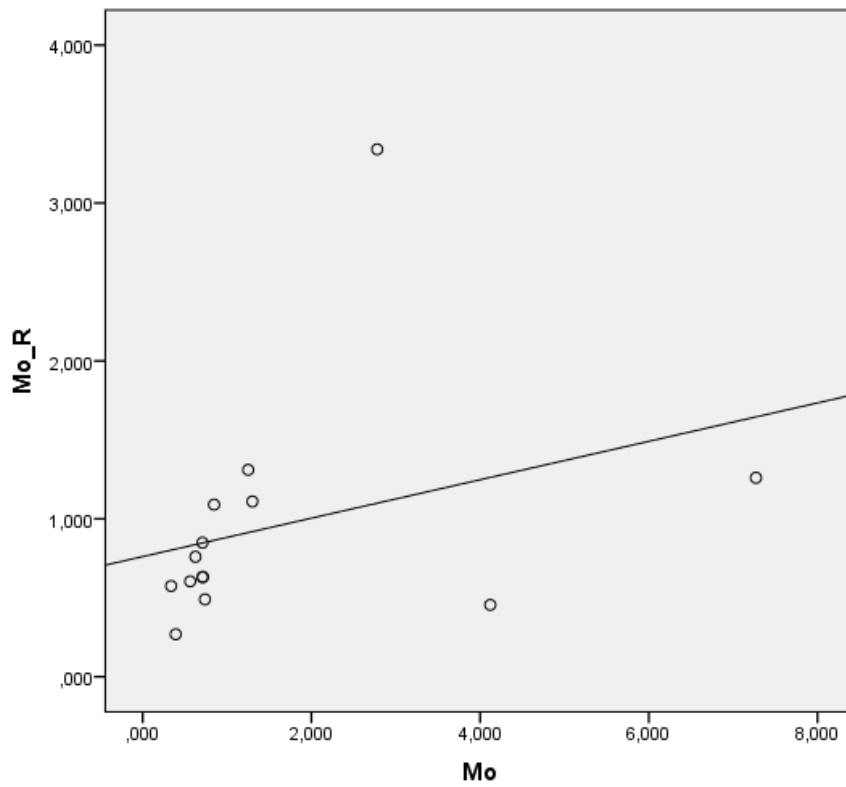
9.7.2014



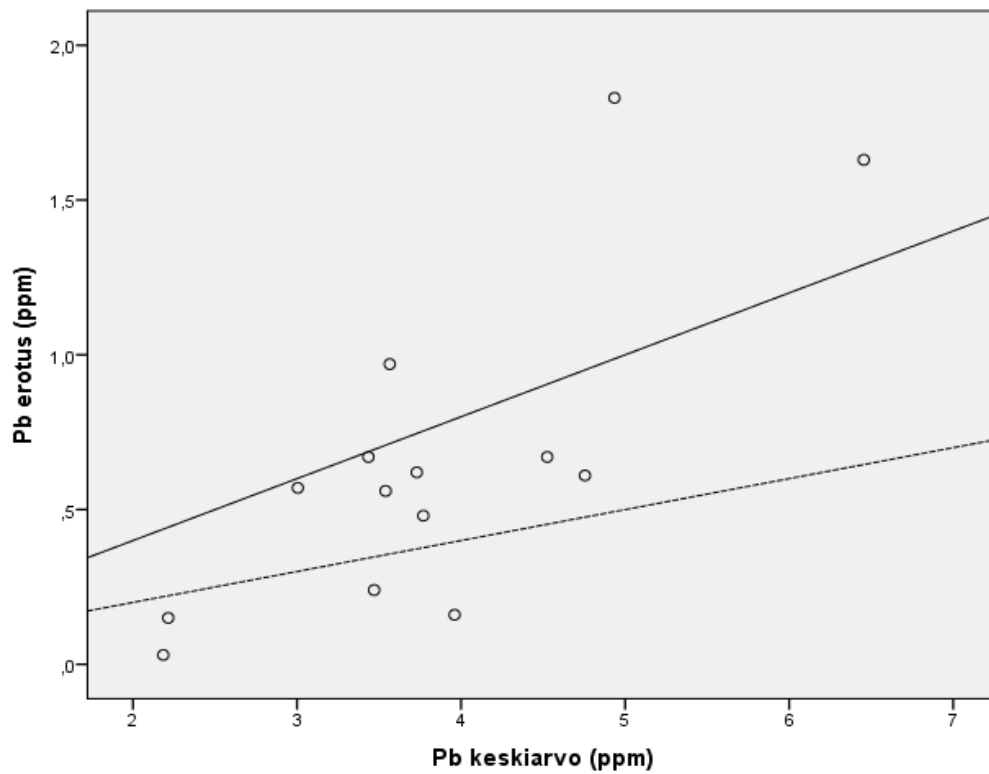
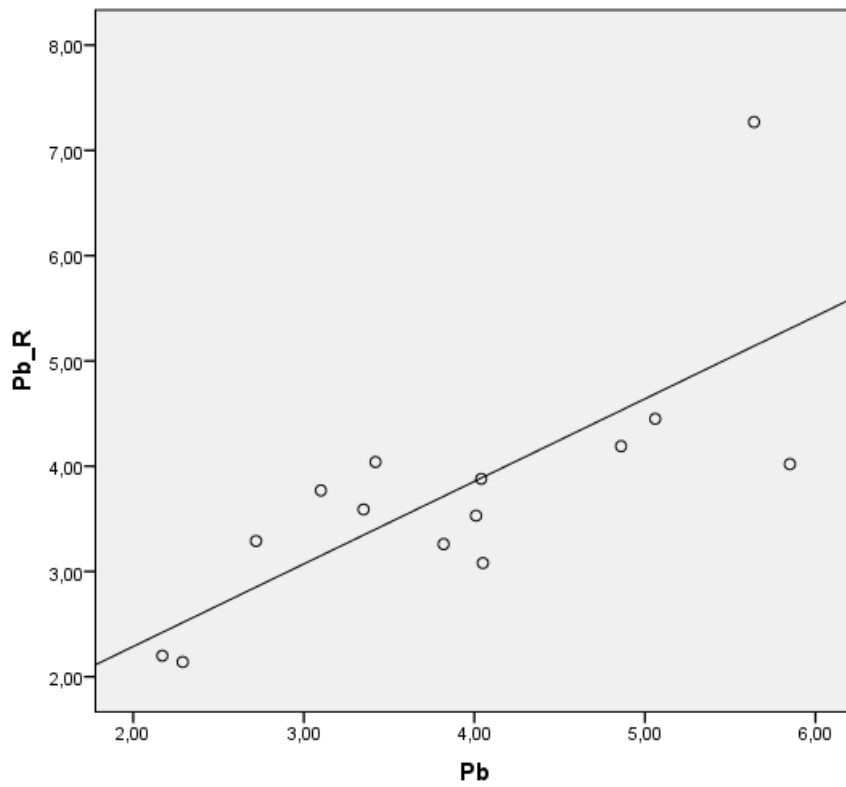
9.7.2014



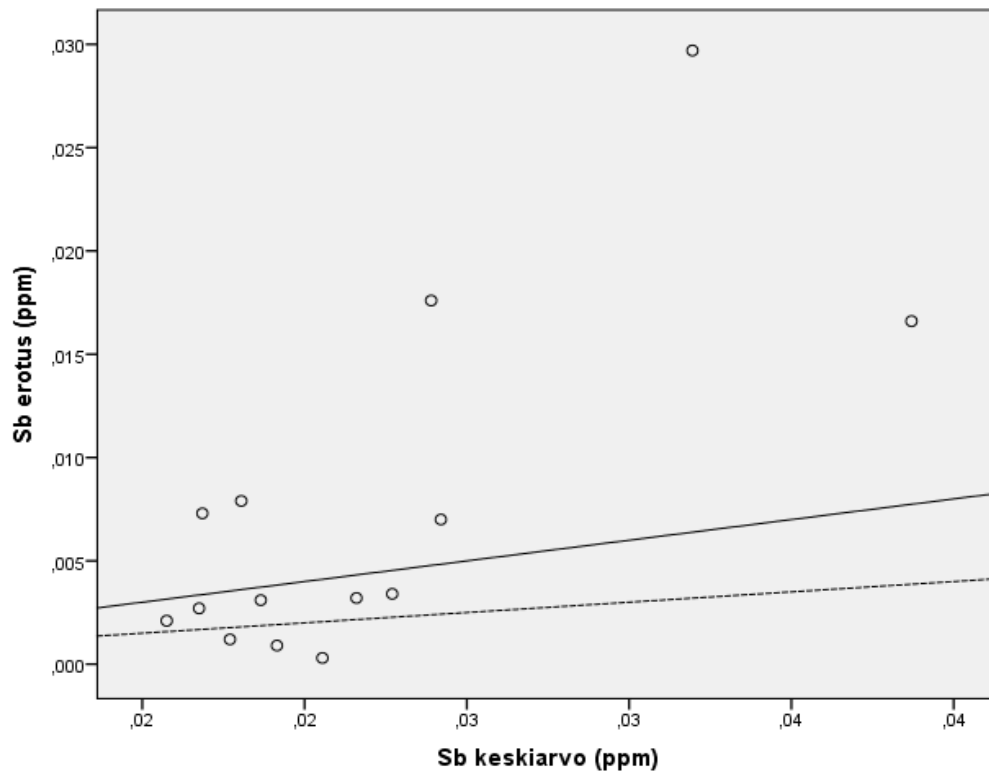
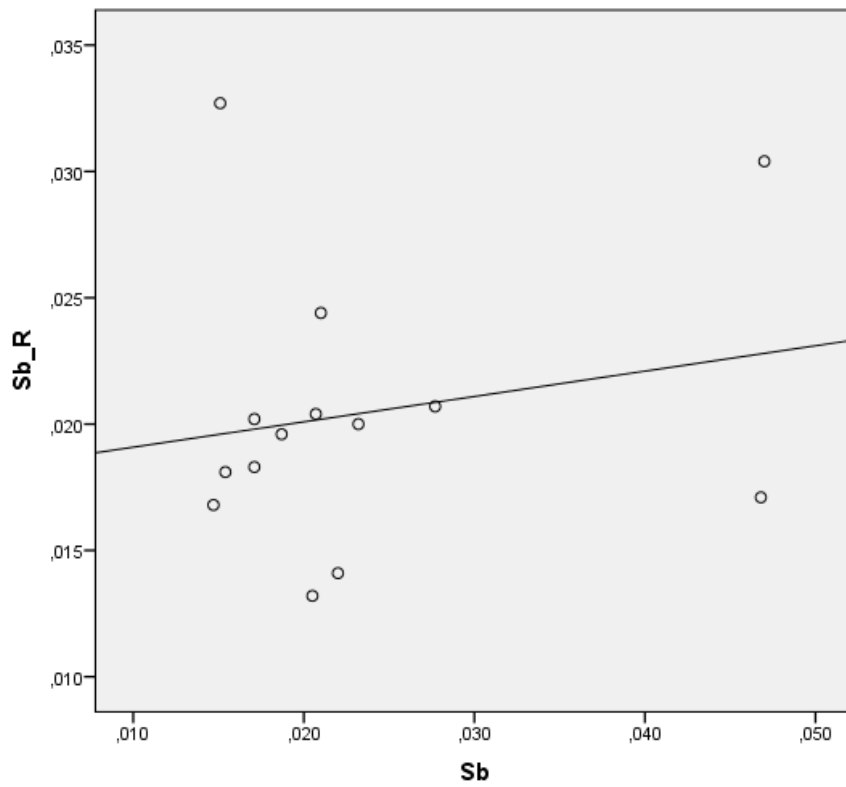
9.7.2014



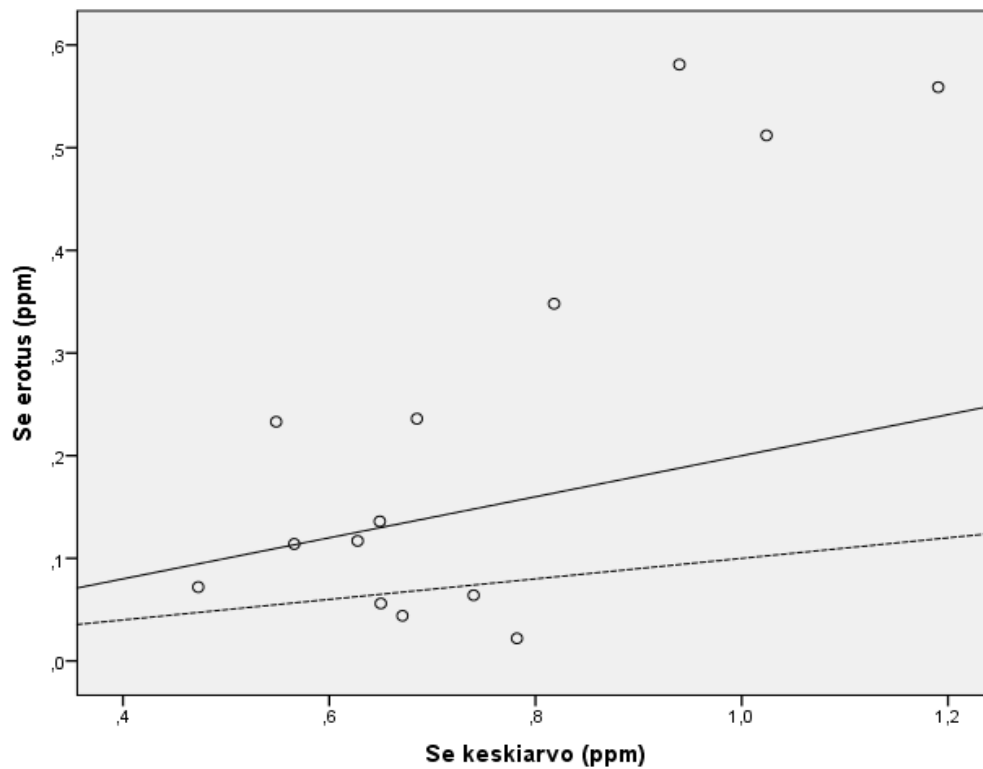
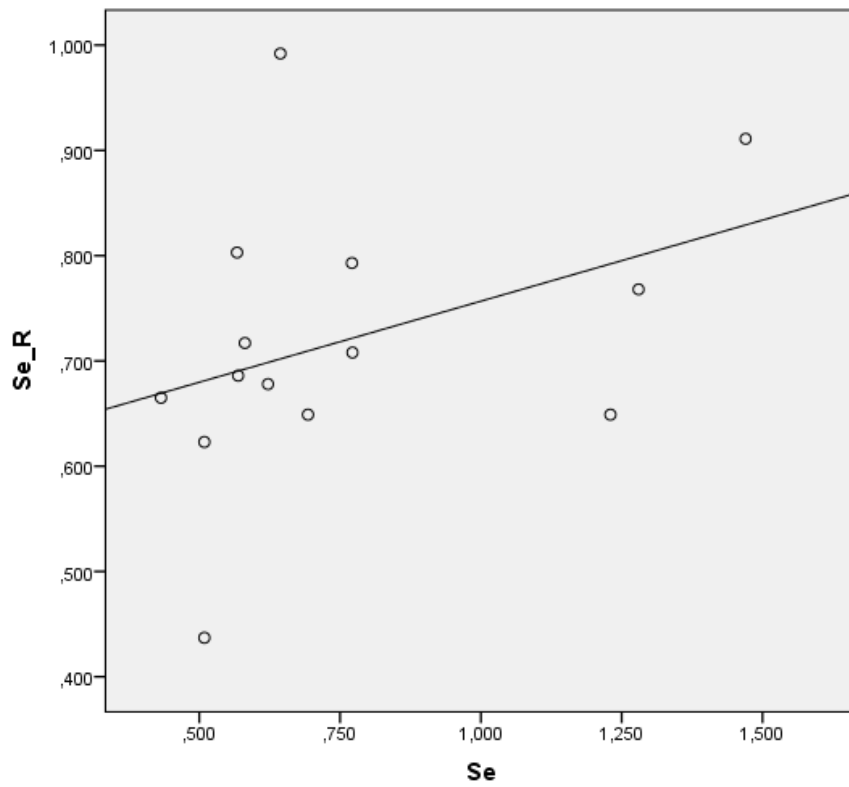
9.7.2014



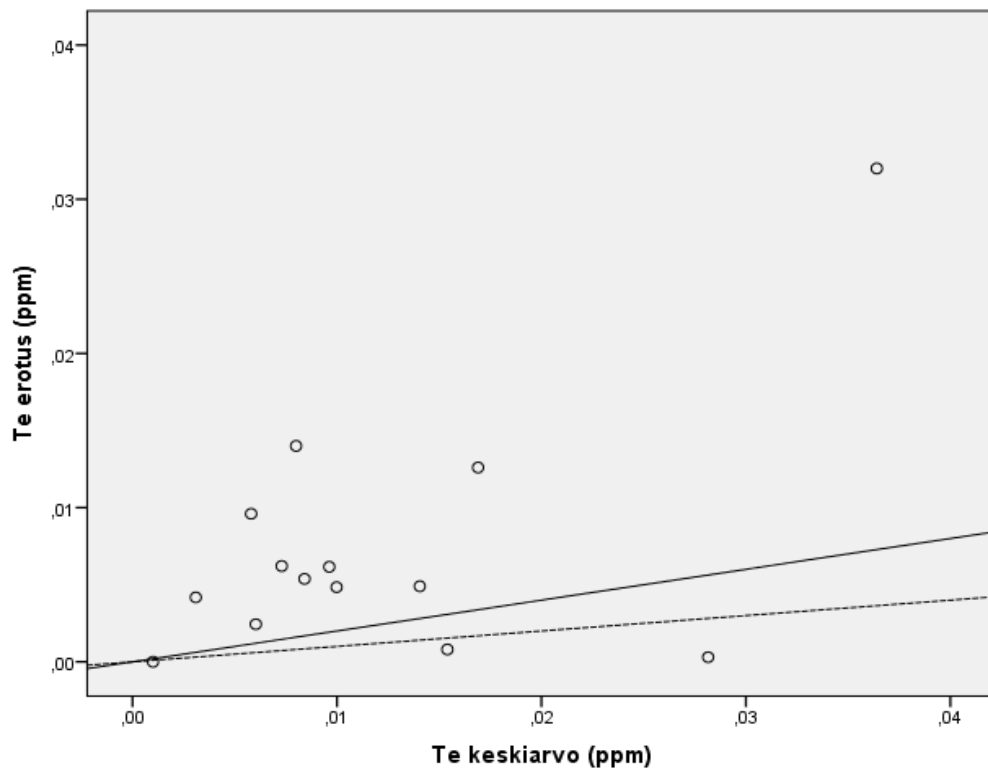
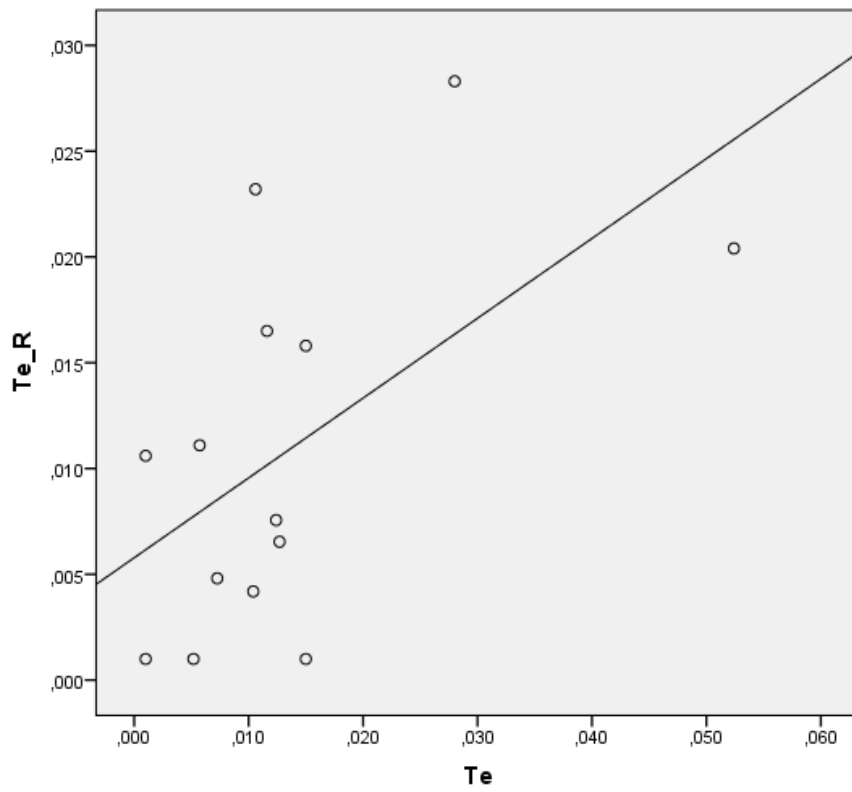
9.7.2014



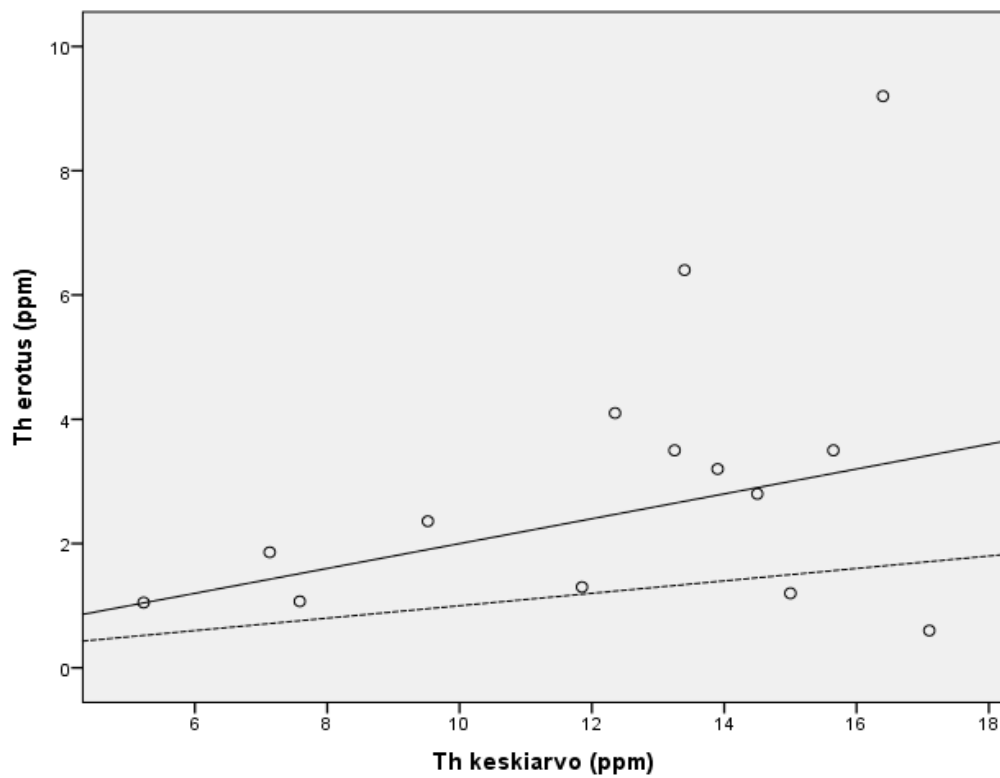
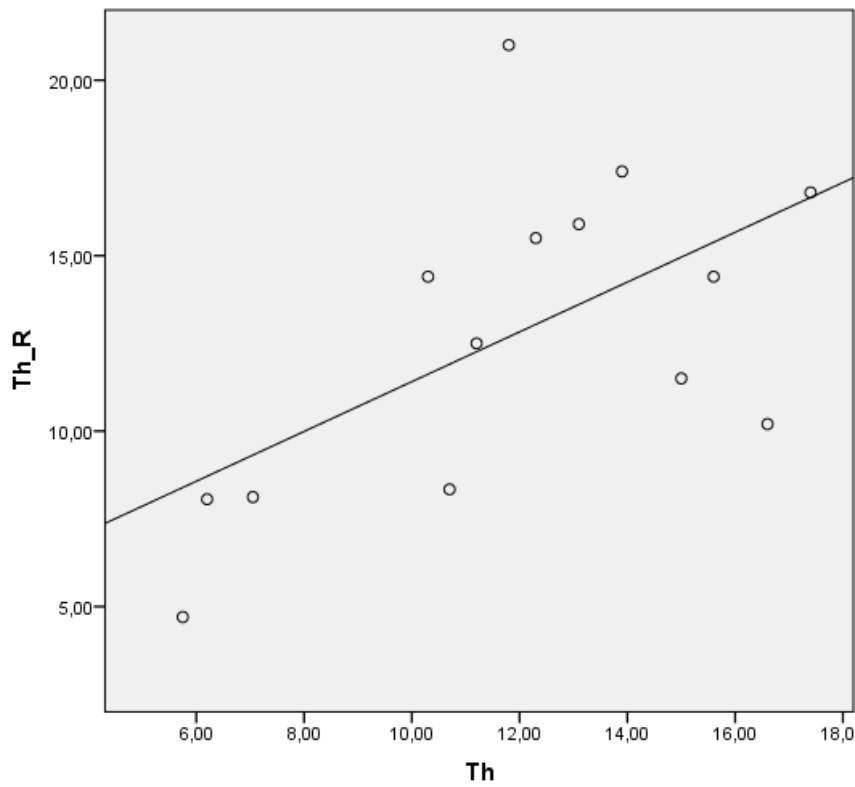
9.7.2014



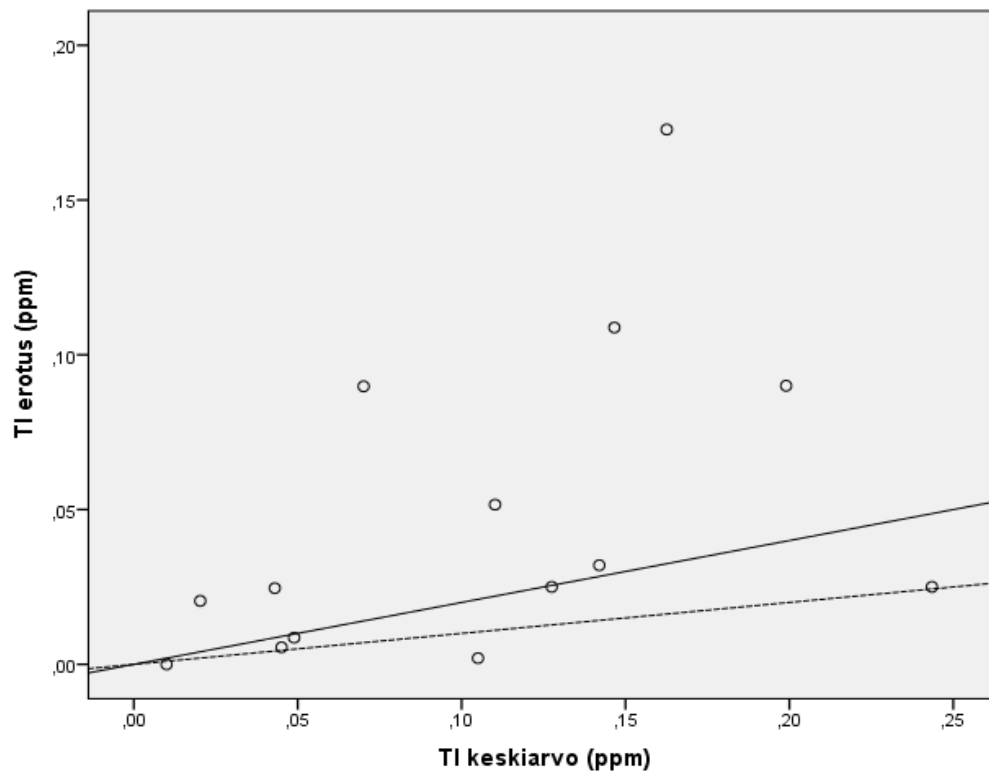
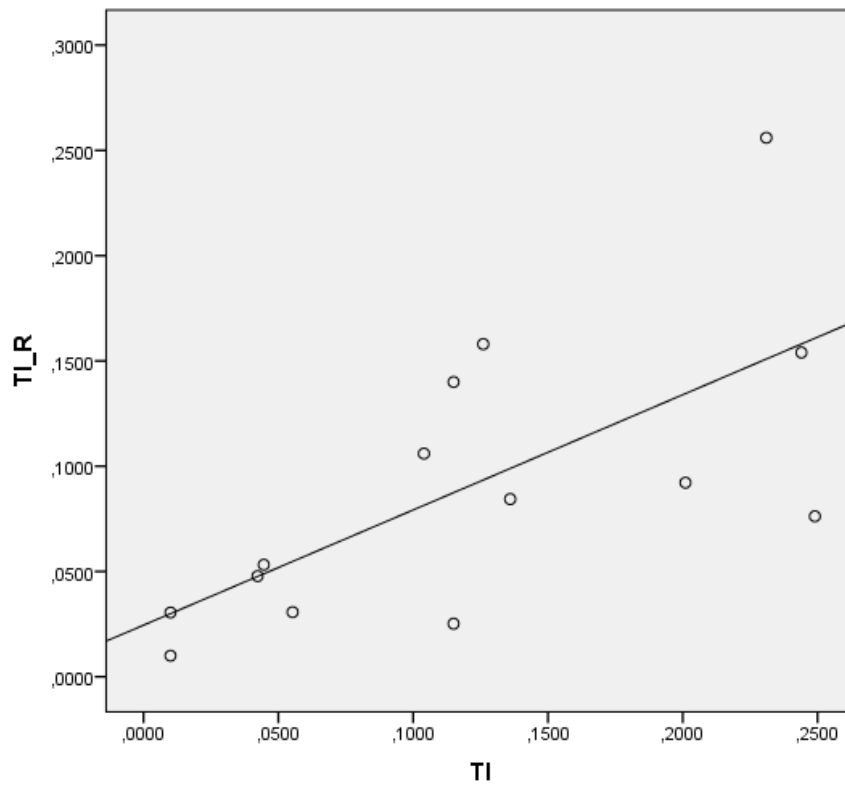
9.7.2014



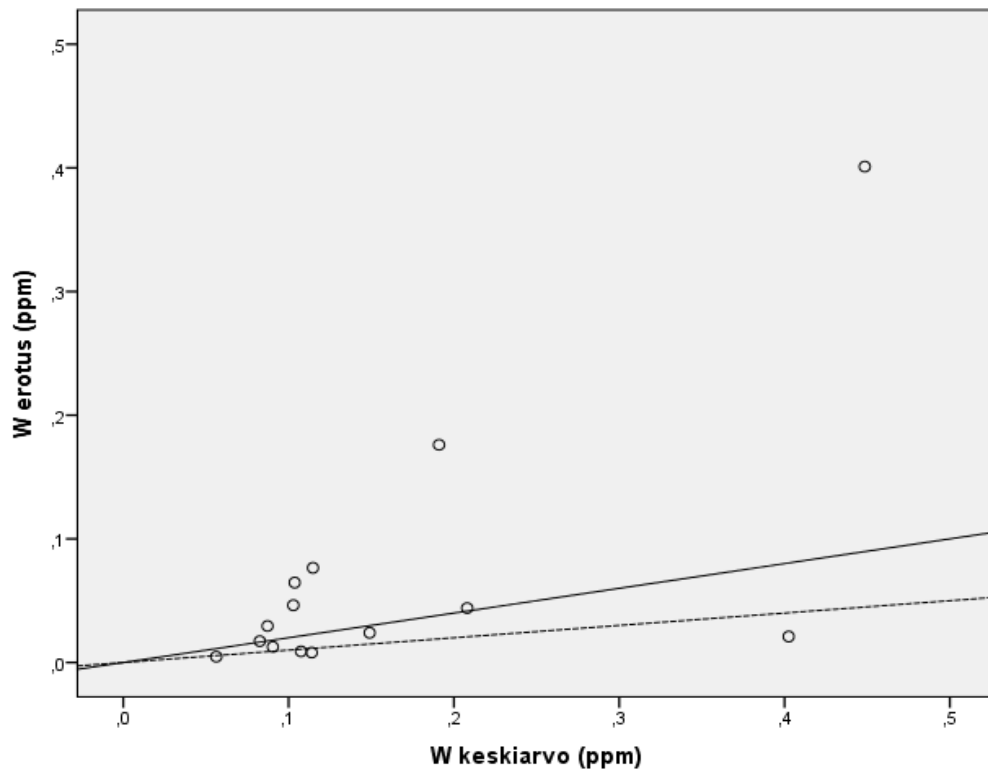
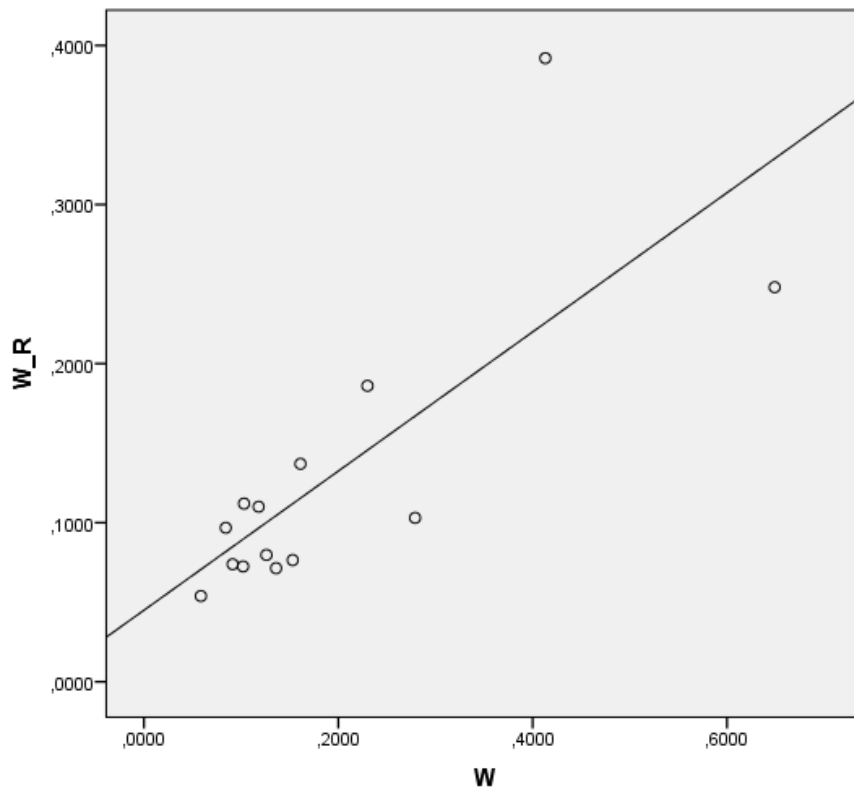
9.7.2014



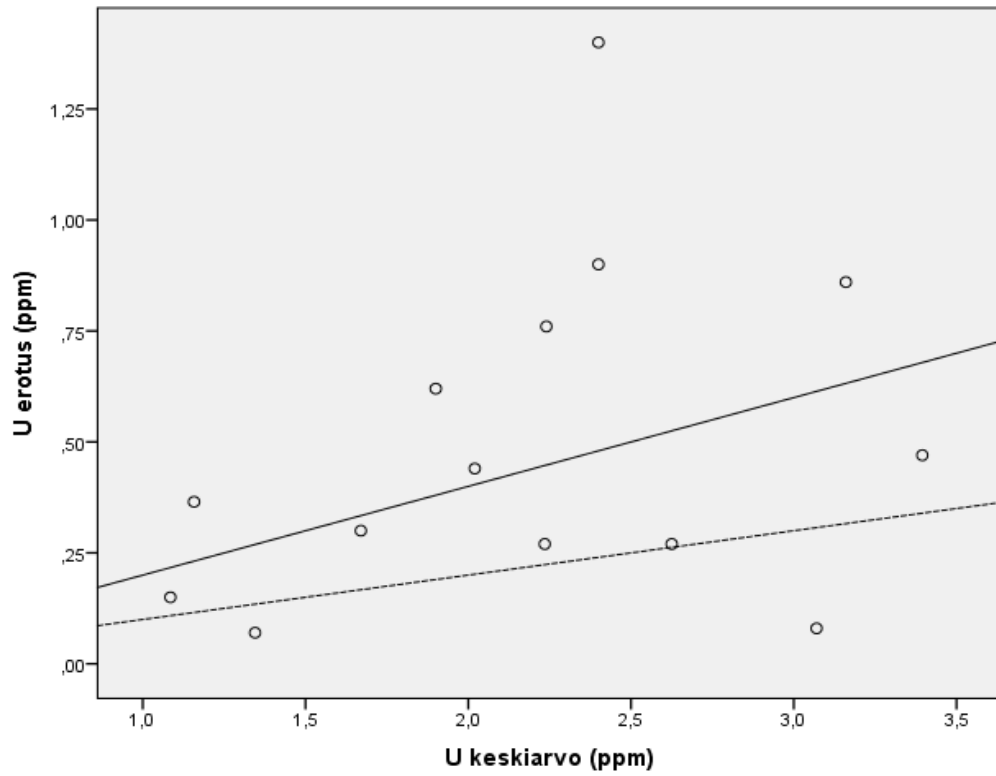
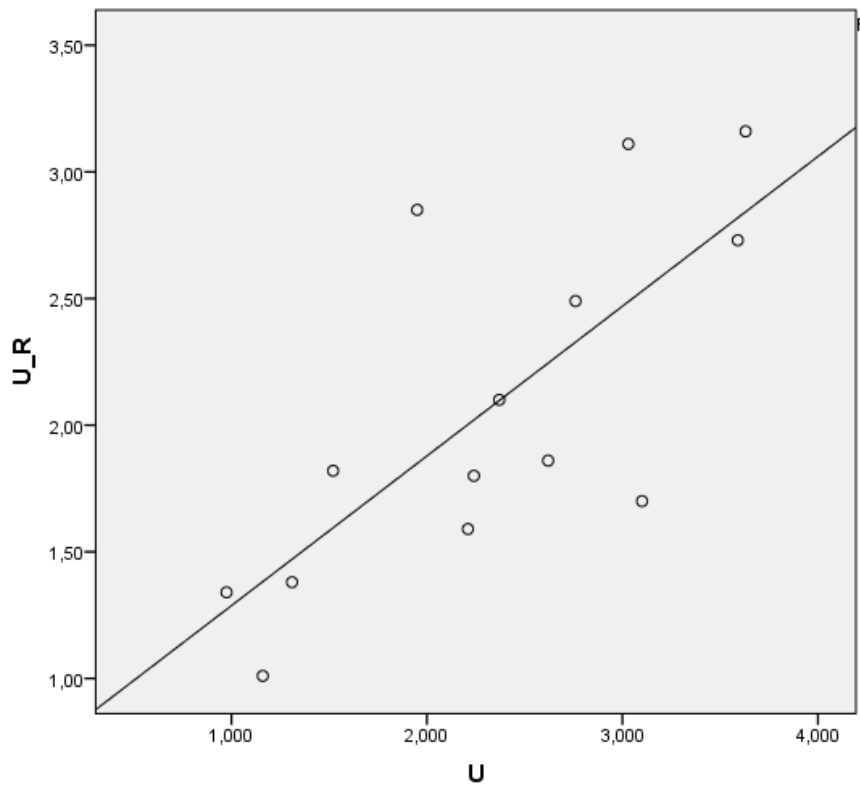
9.7.2014



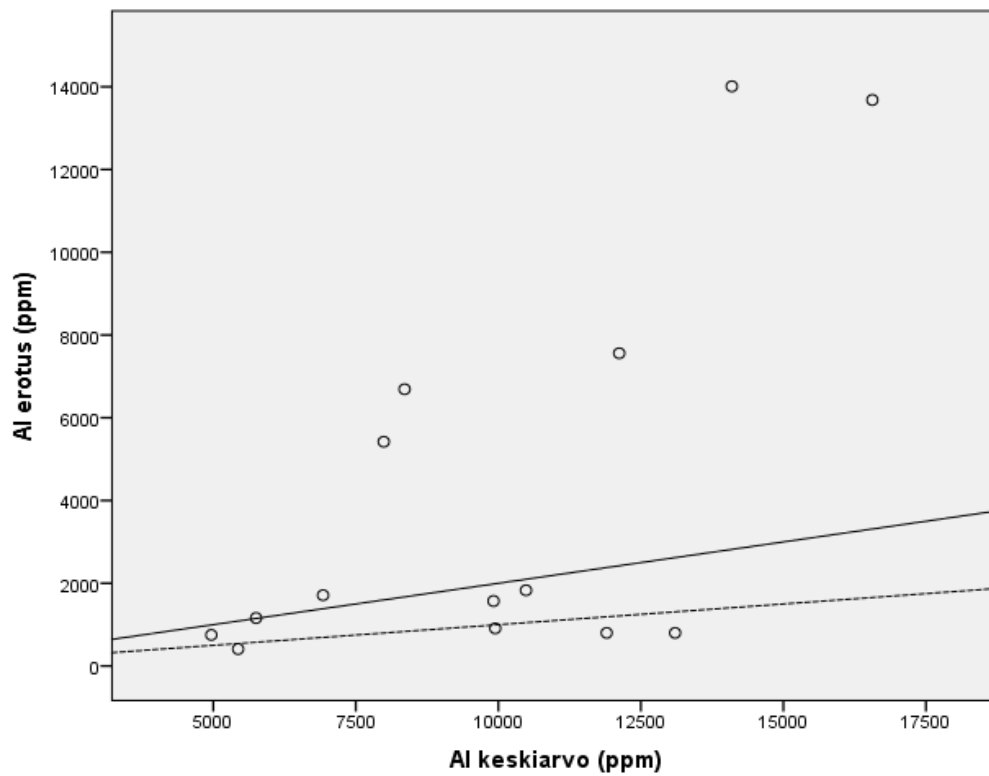
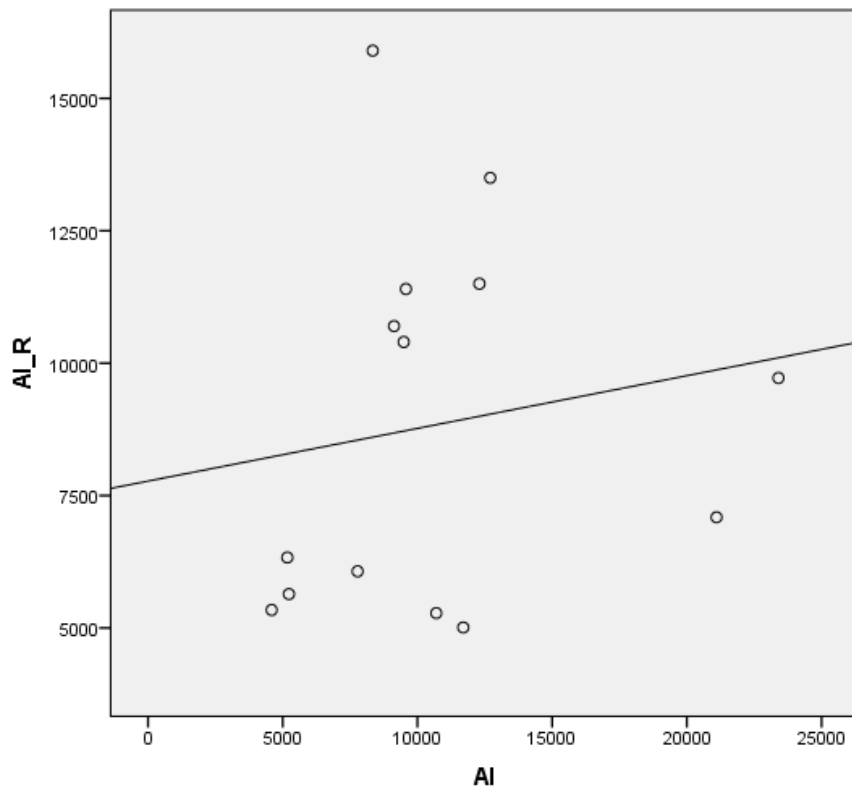
9.7.2014



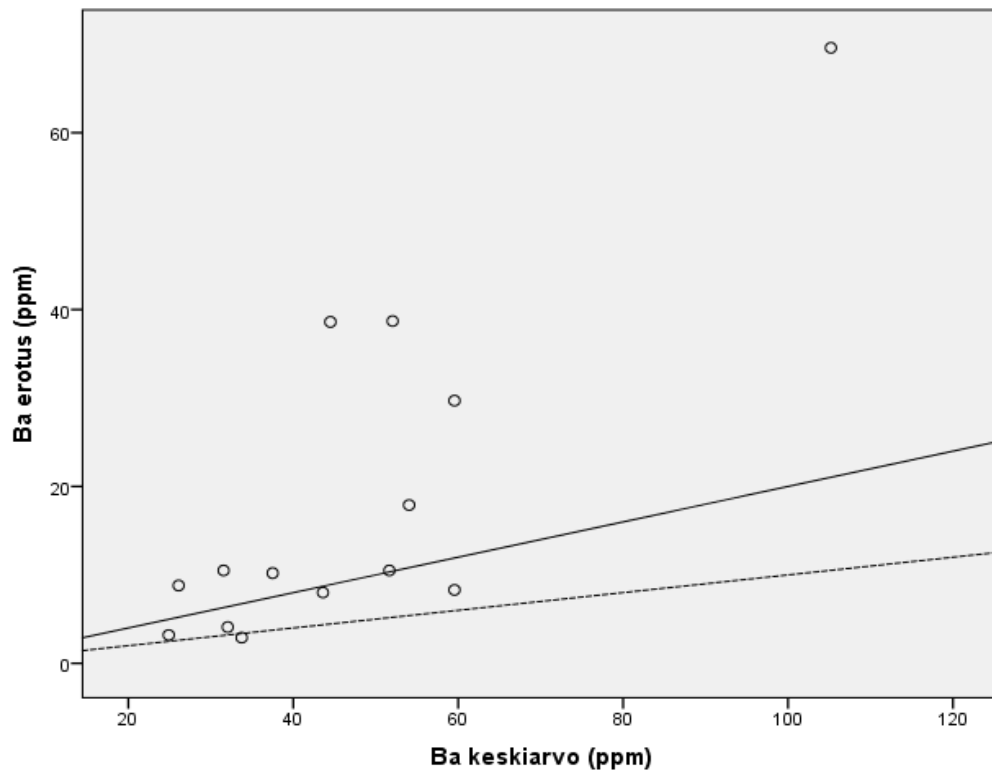
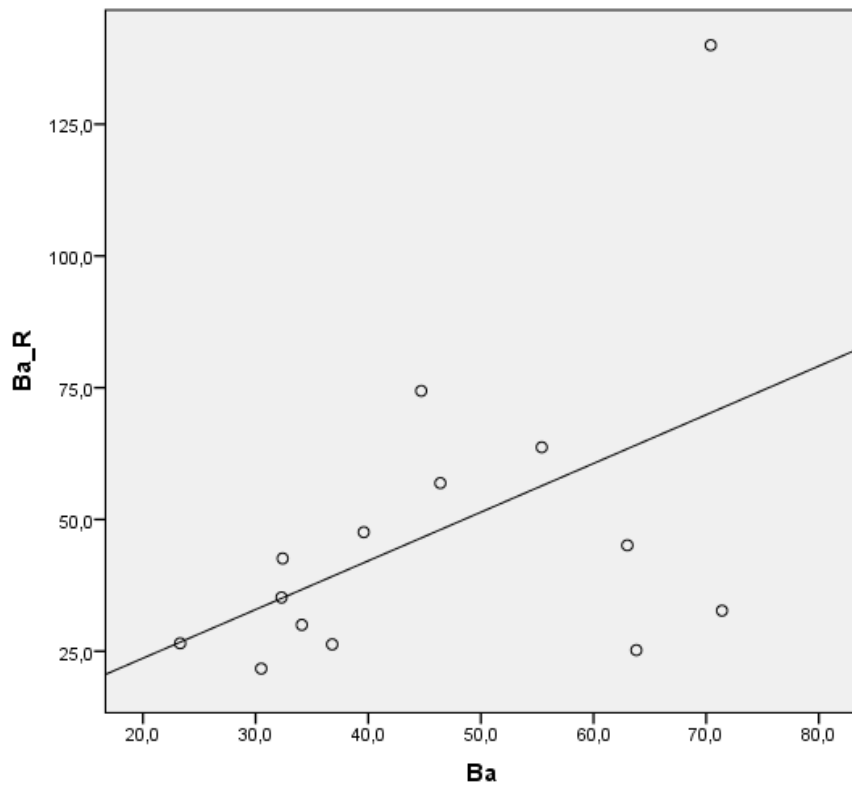
9.7.2014



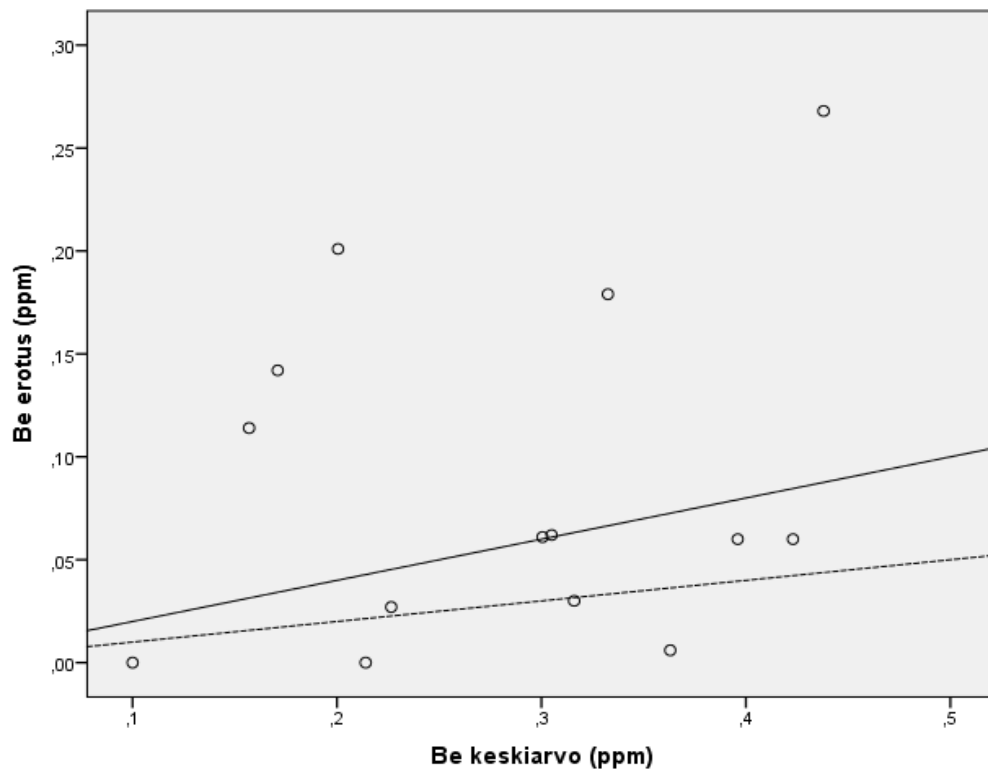
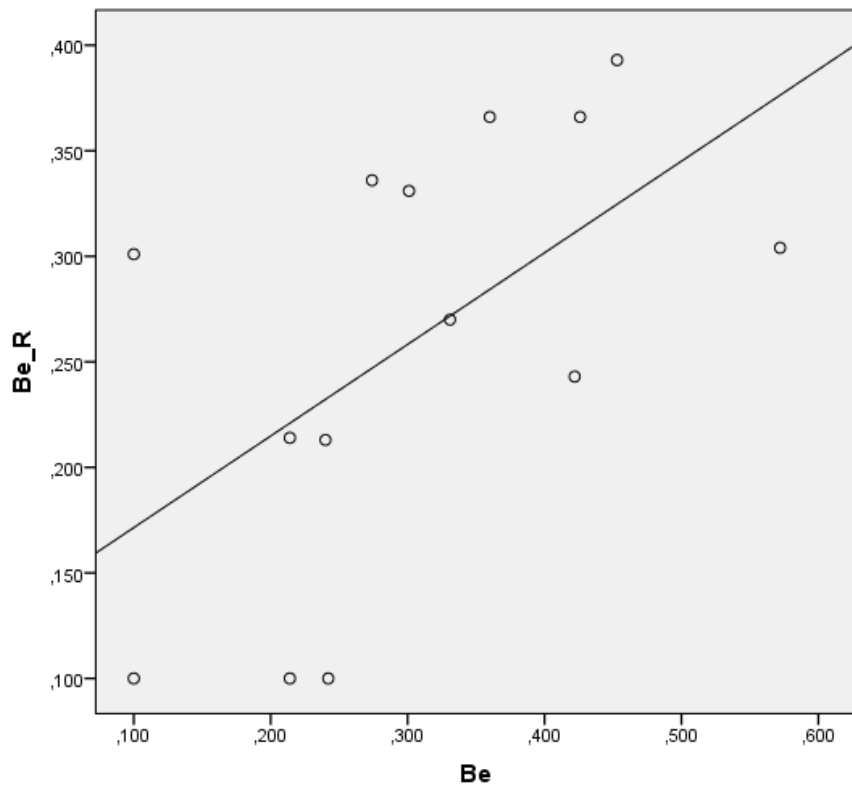
9.7.2014



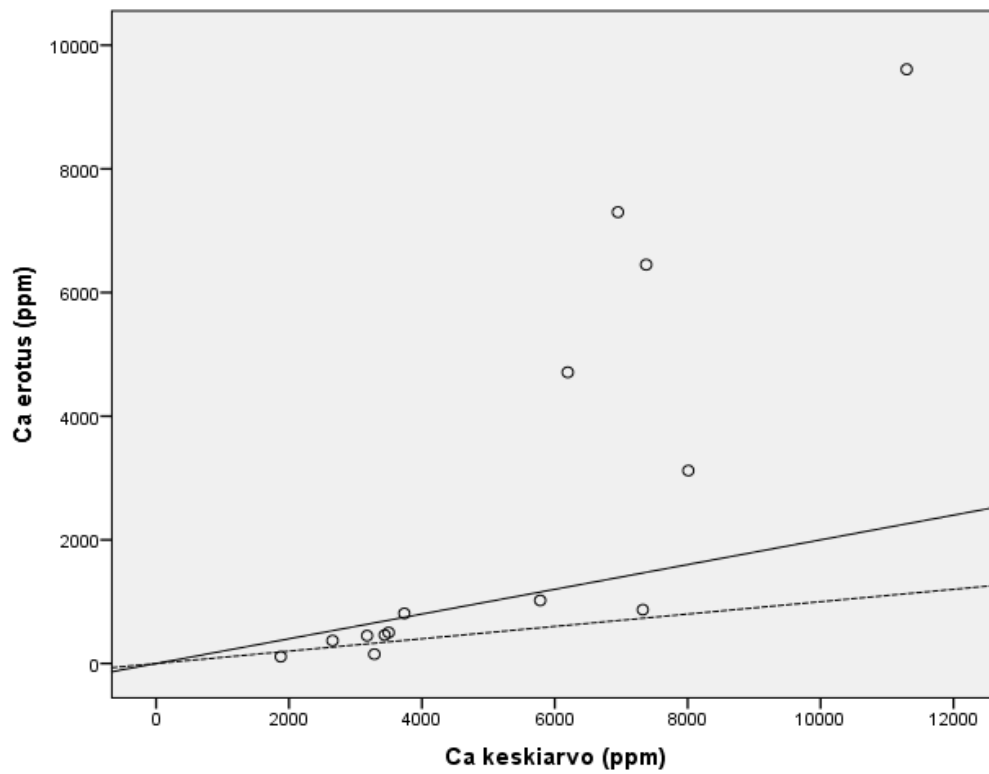
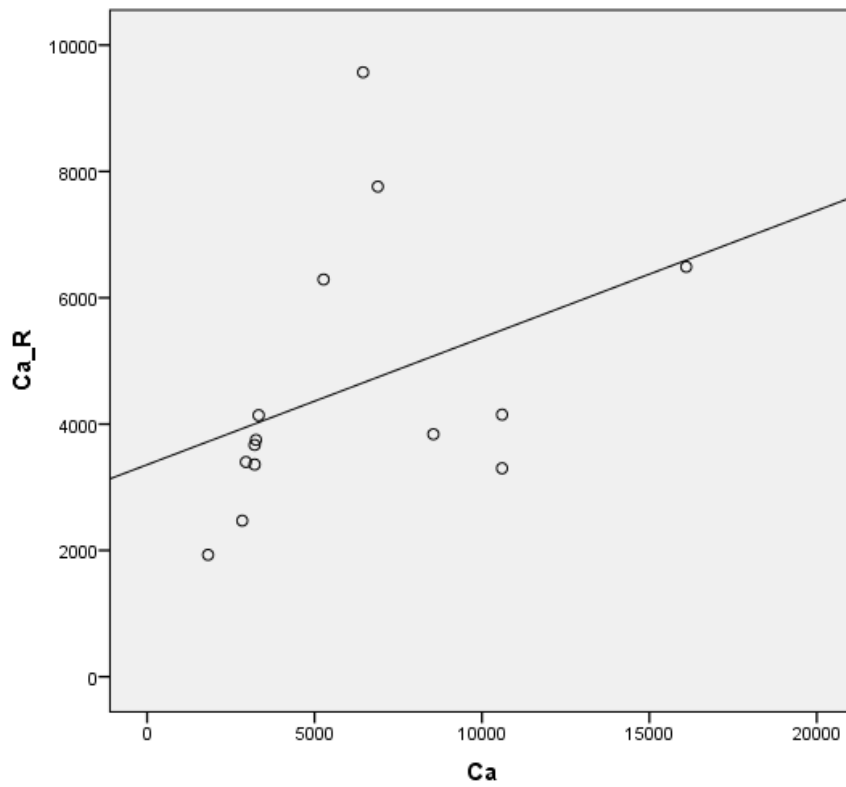
9.7.2014



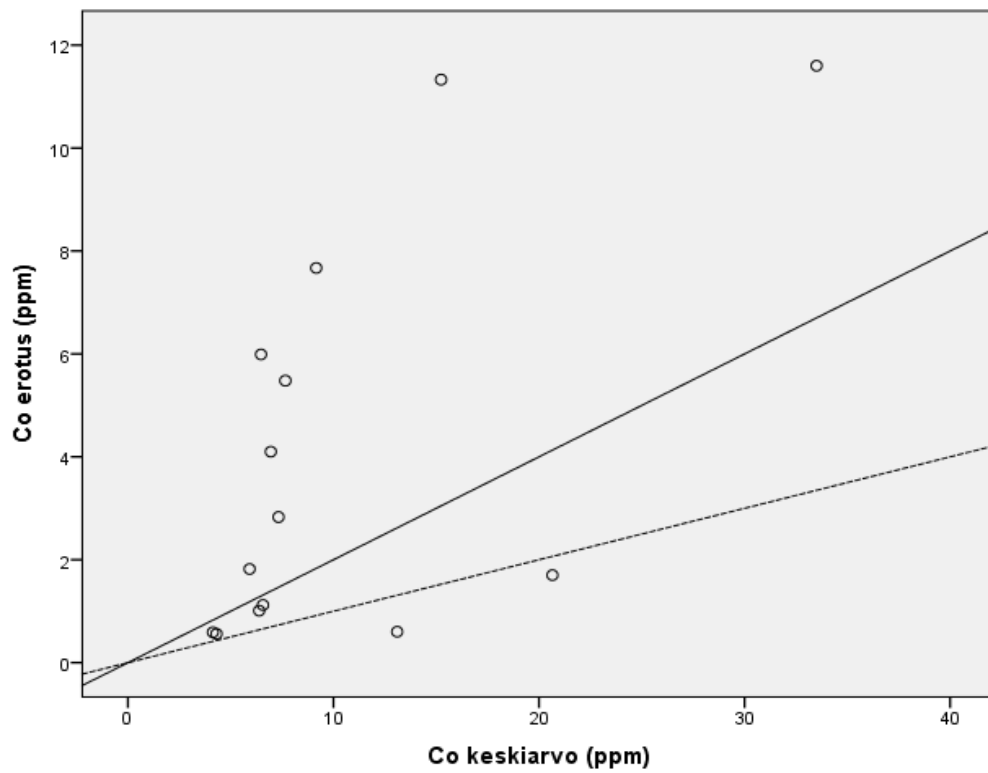
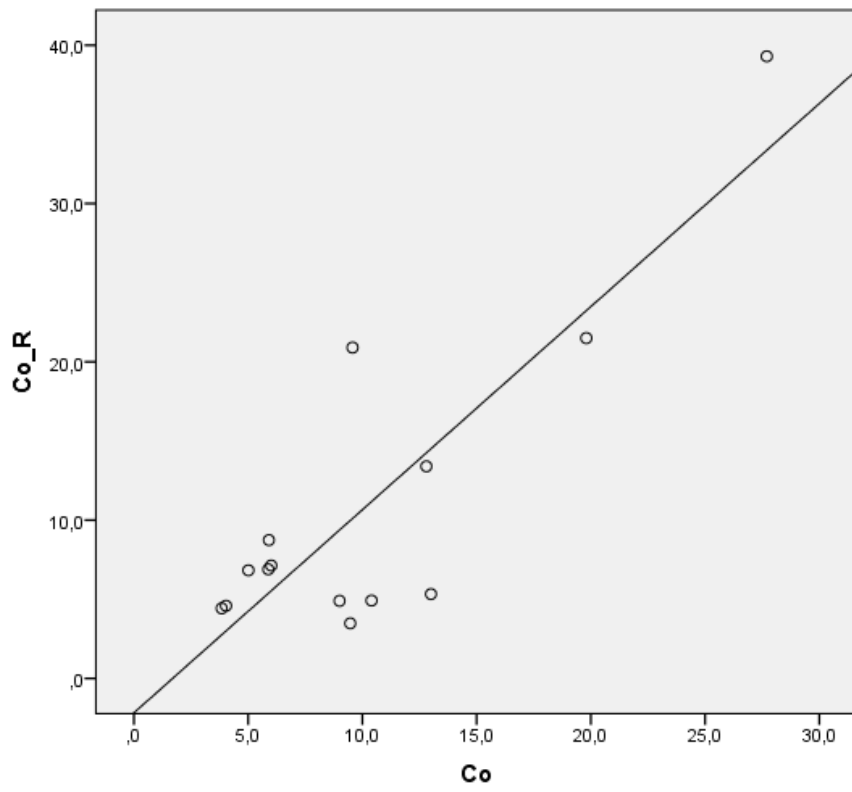
9.7.2014



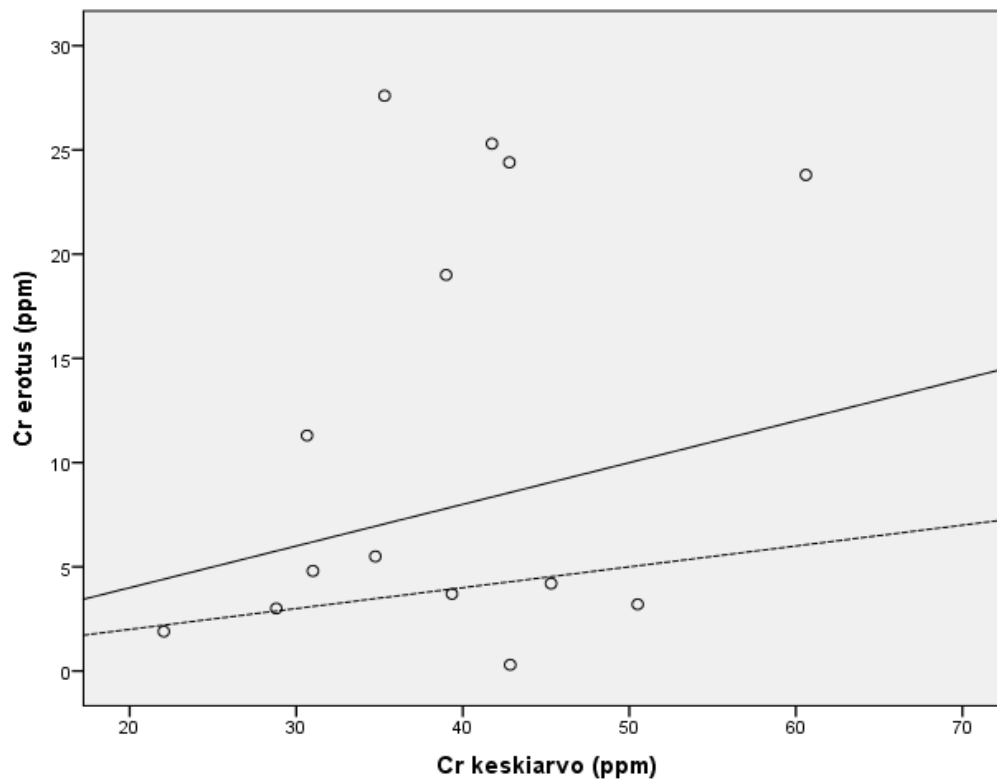
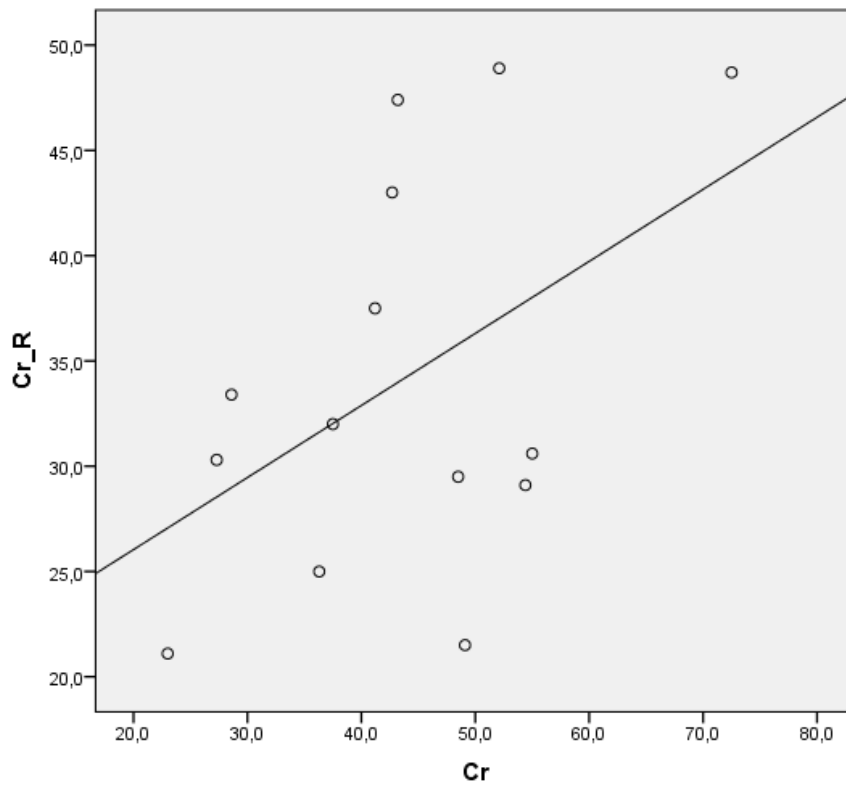
9.7.2014



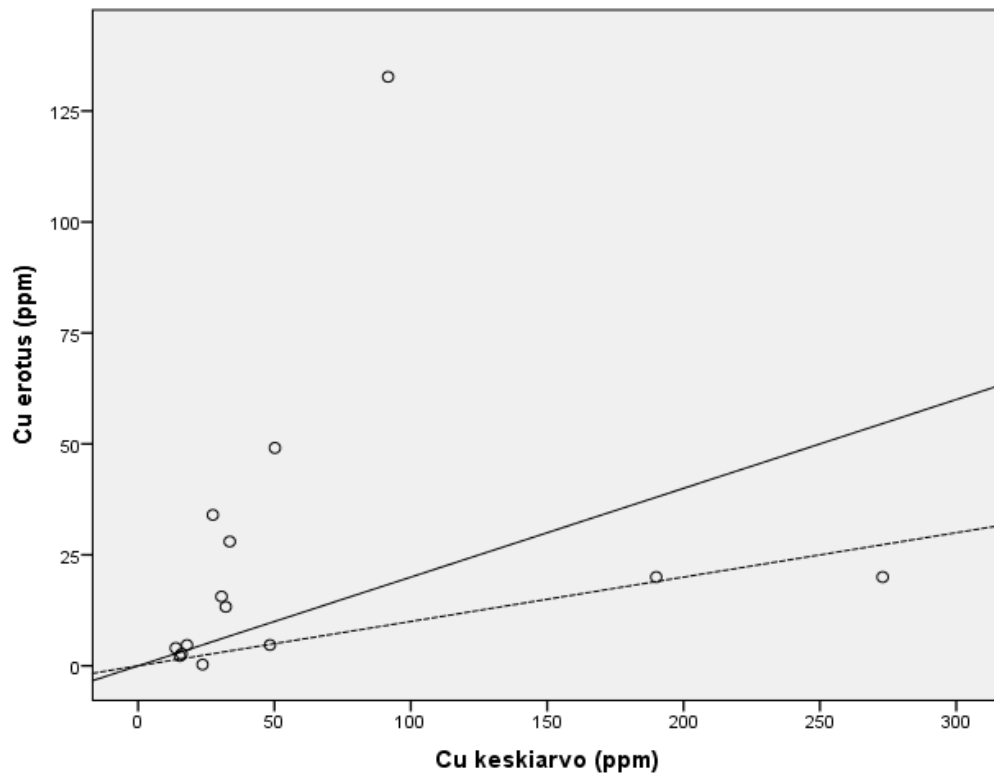
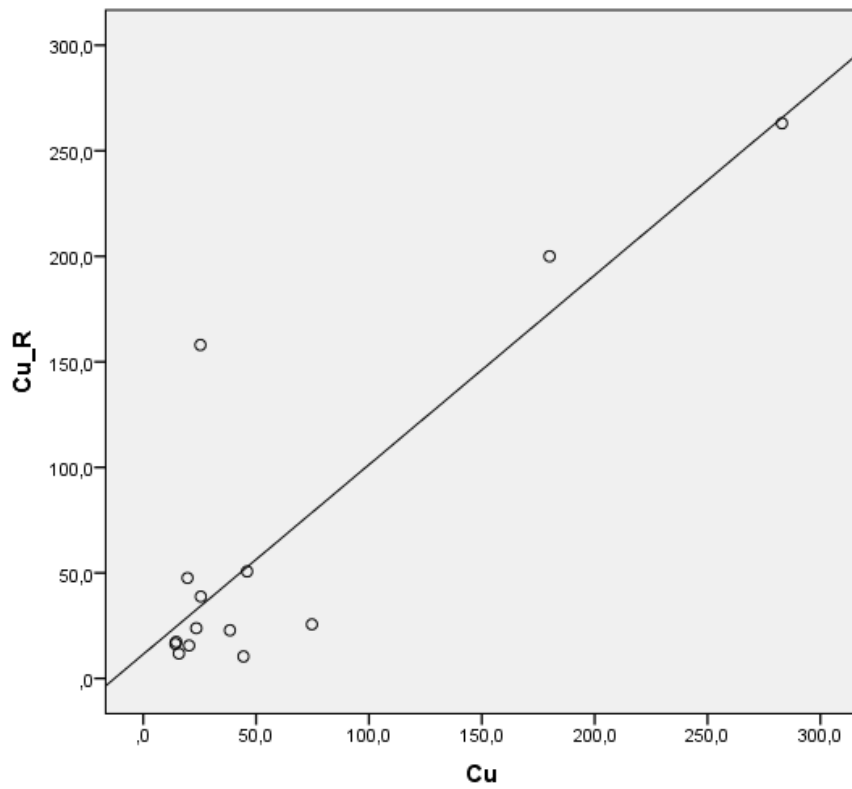
9.7.2014



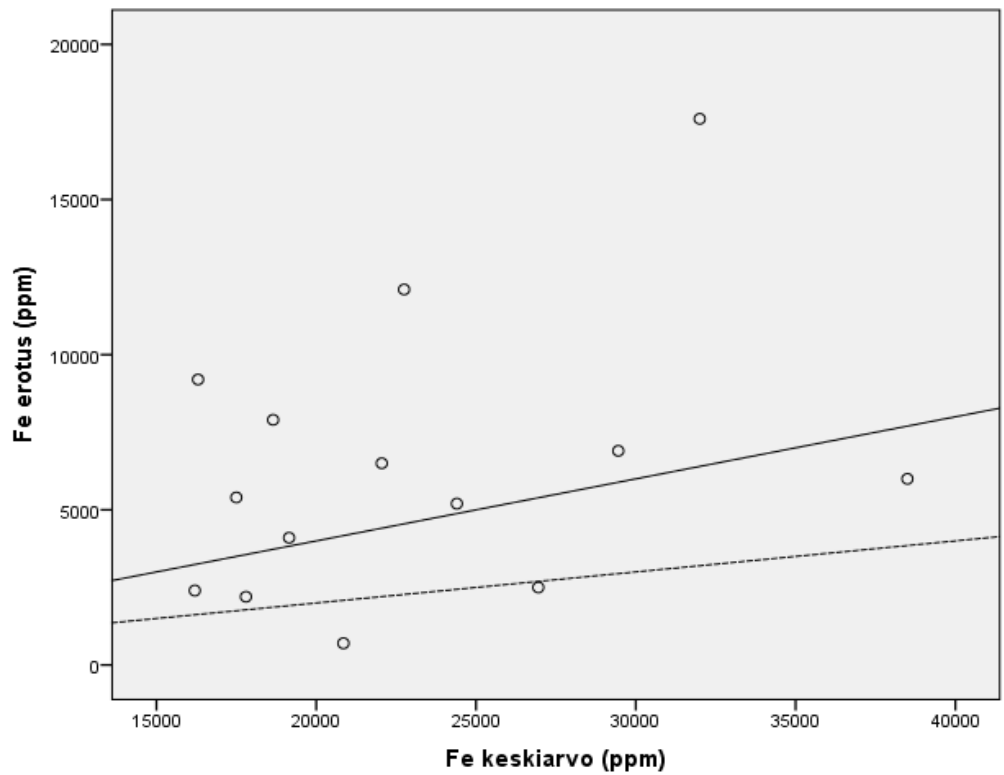
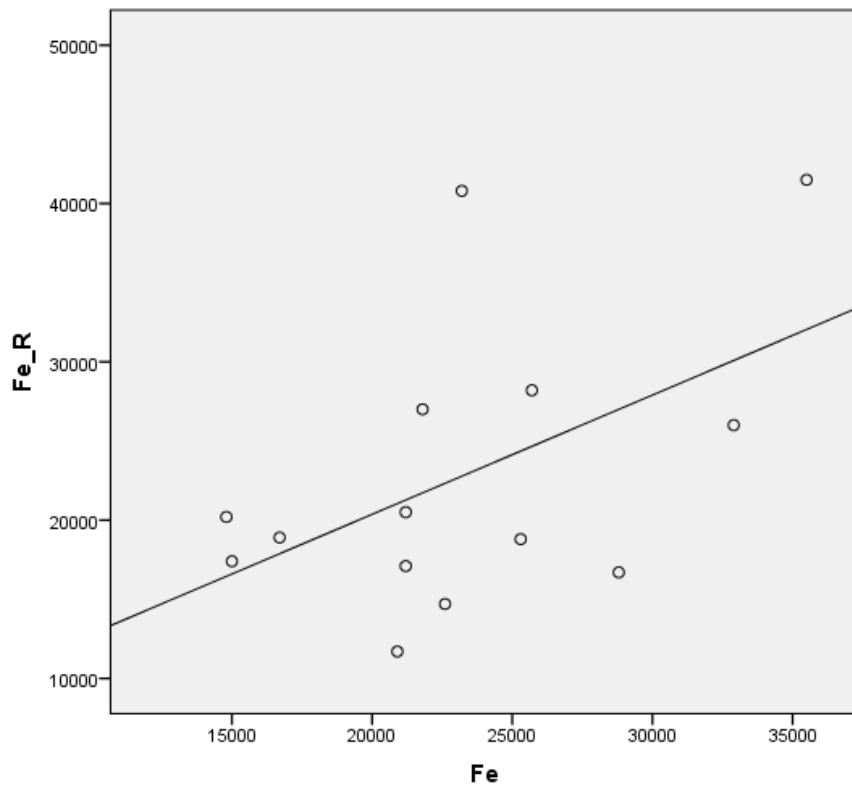
9.7.2014



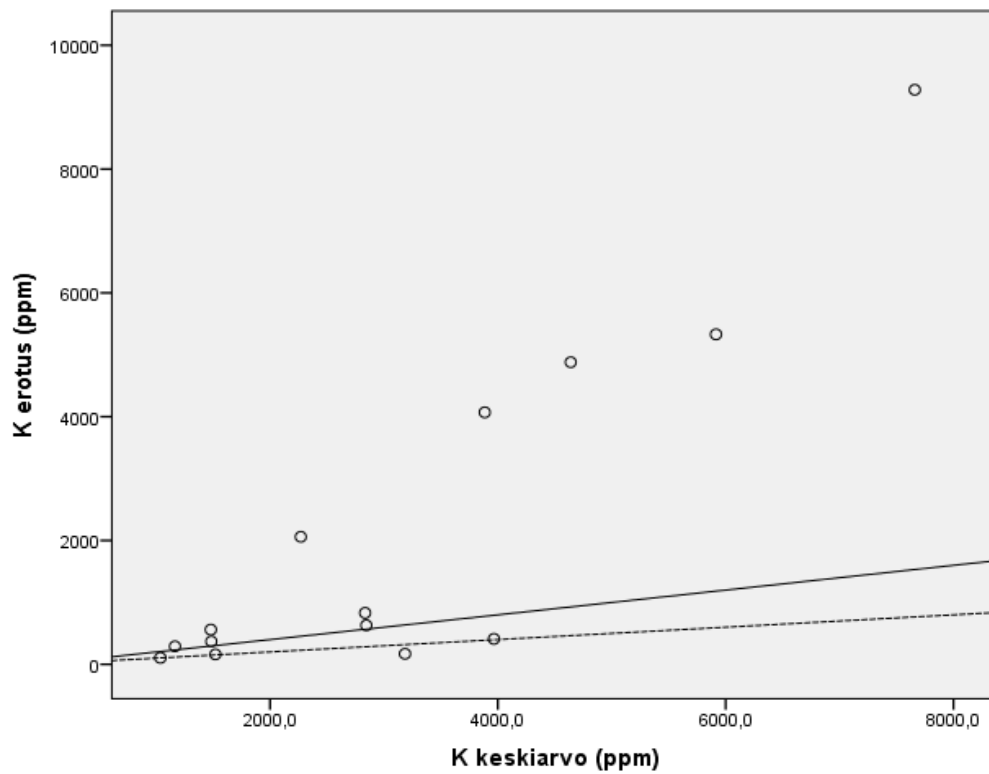
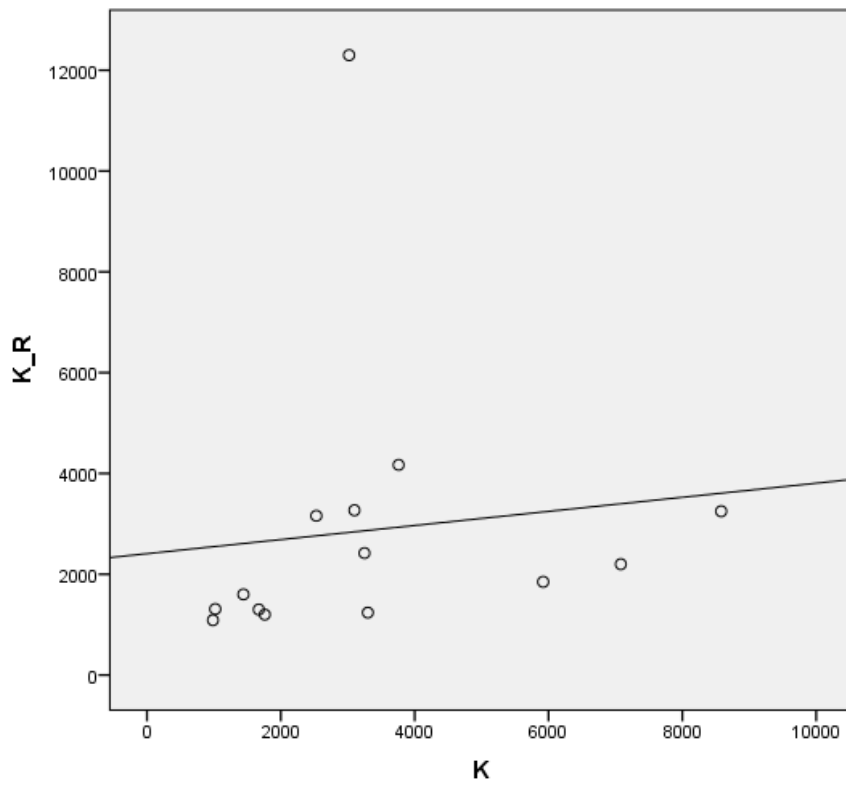
9.7.2014



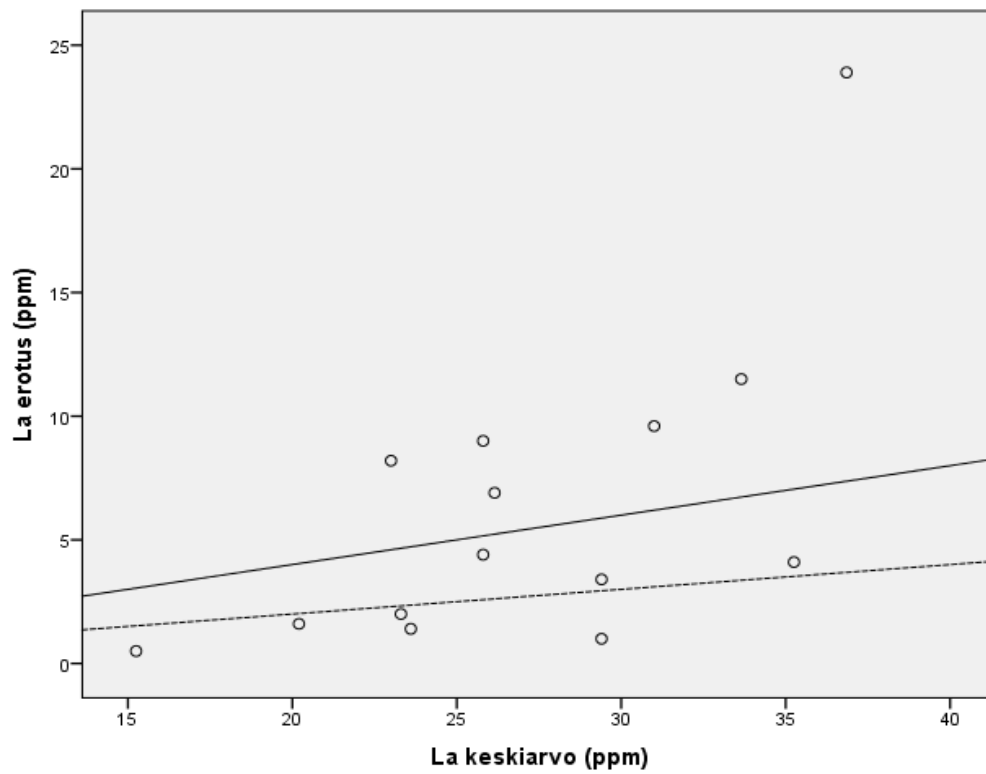
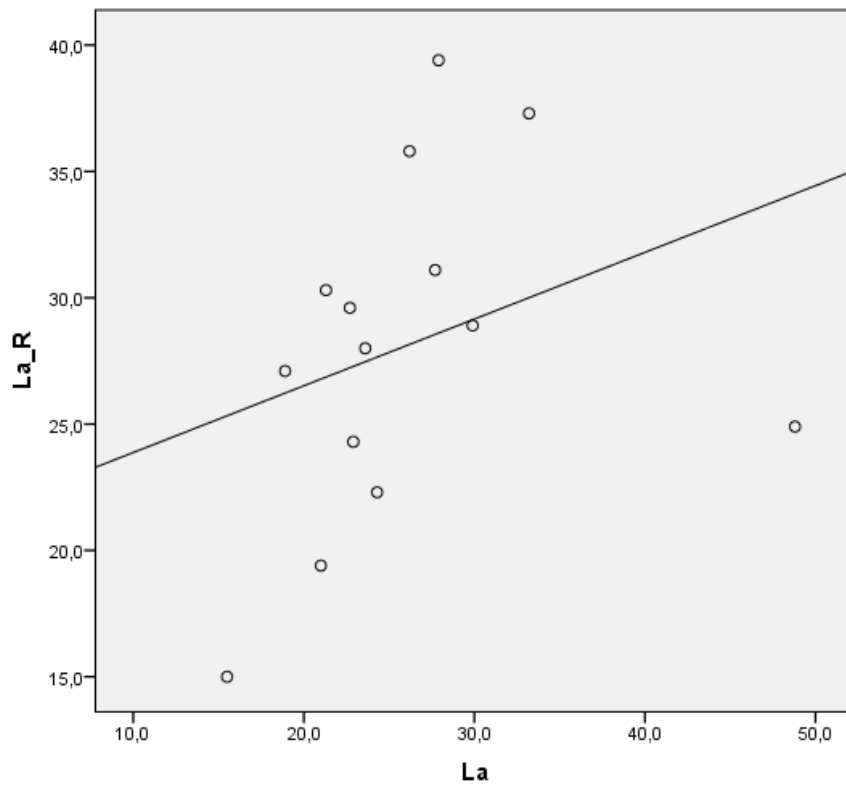
9.7.2014



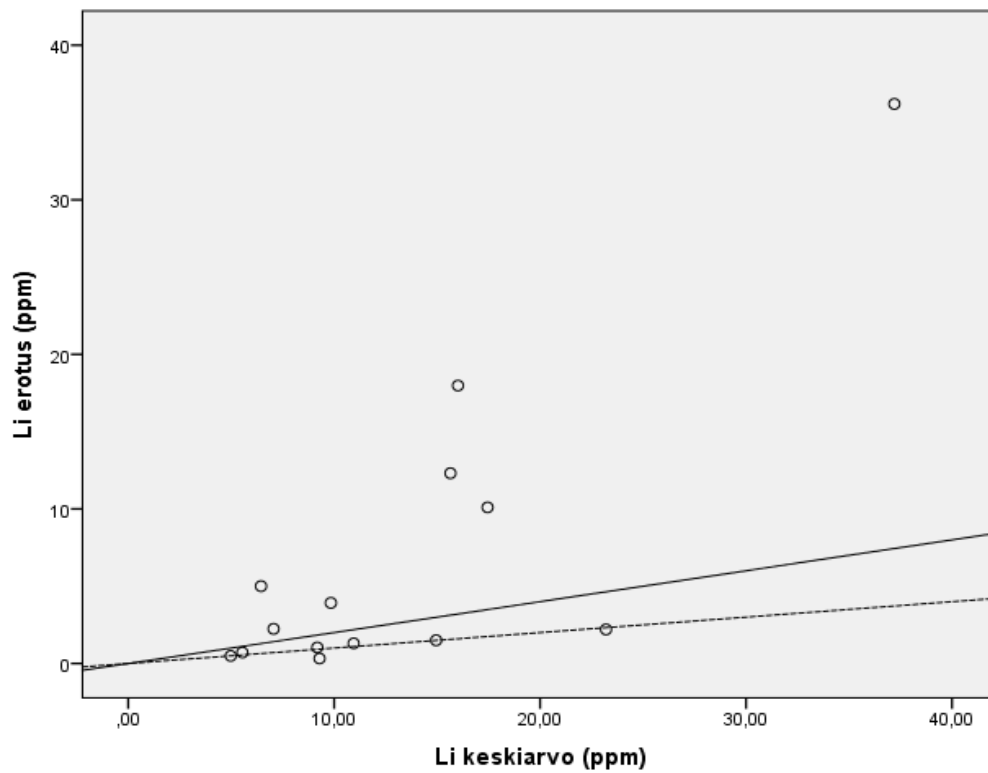
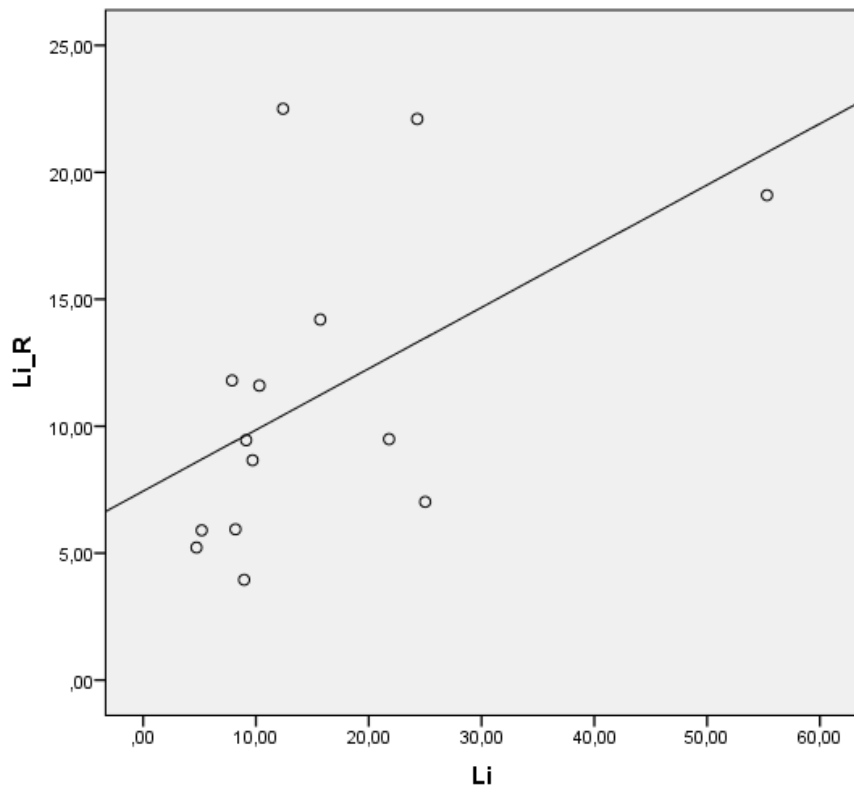
9.7.2014



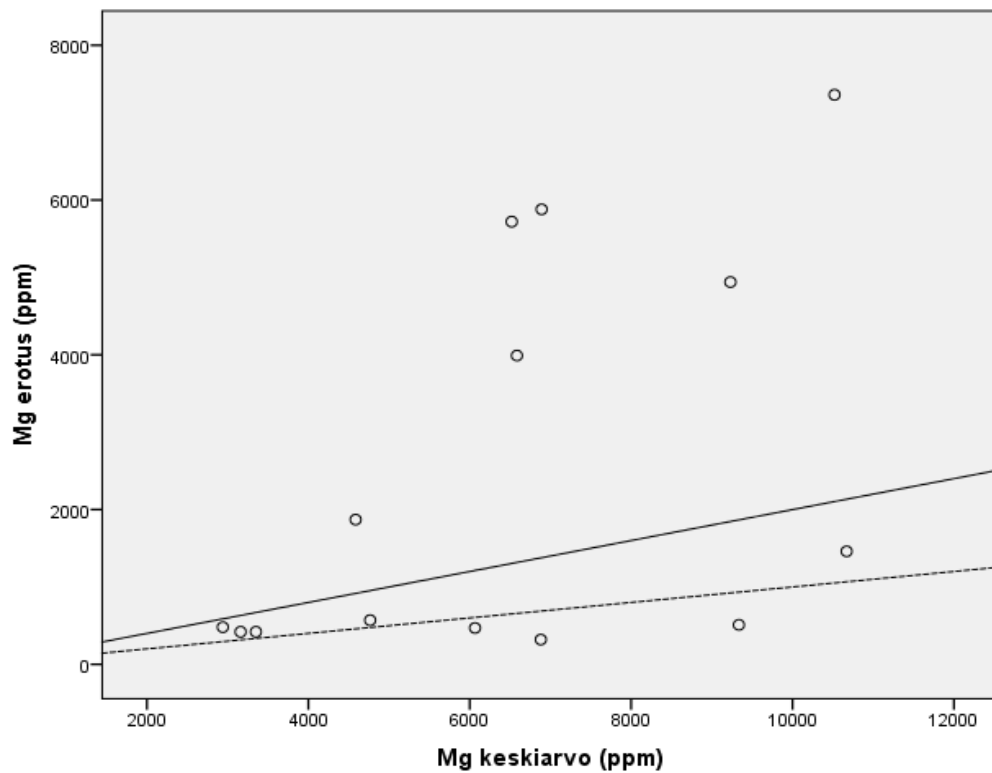
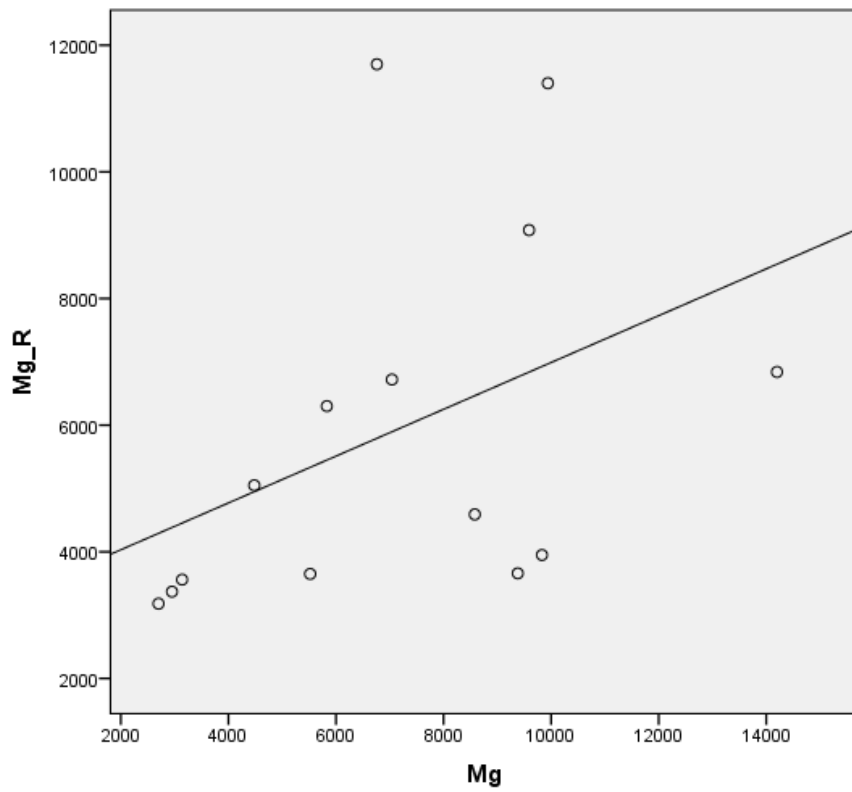
9.7.2014



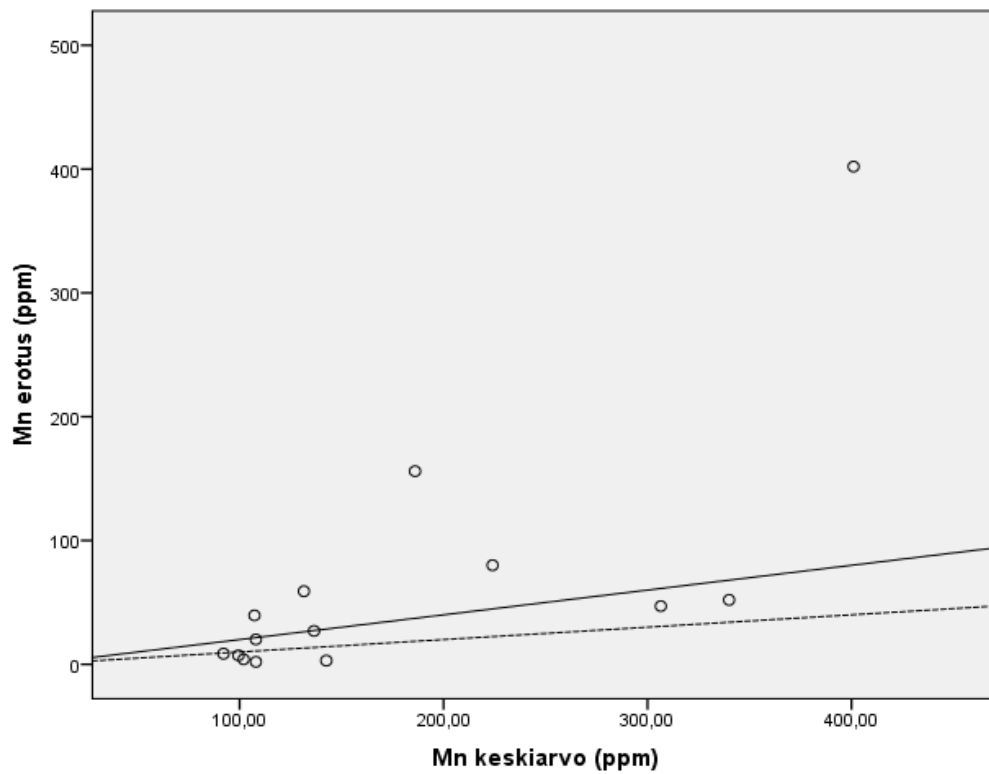
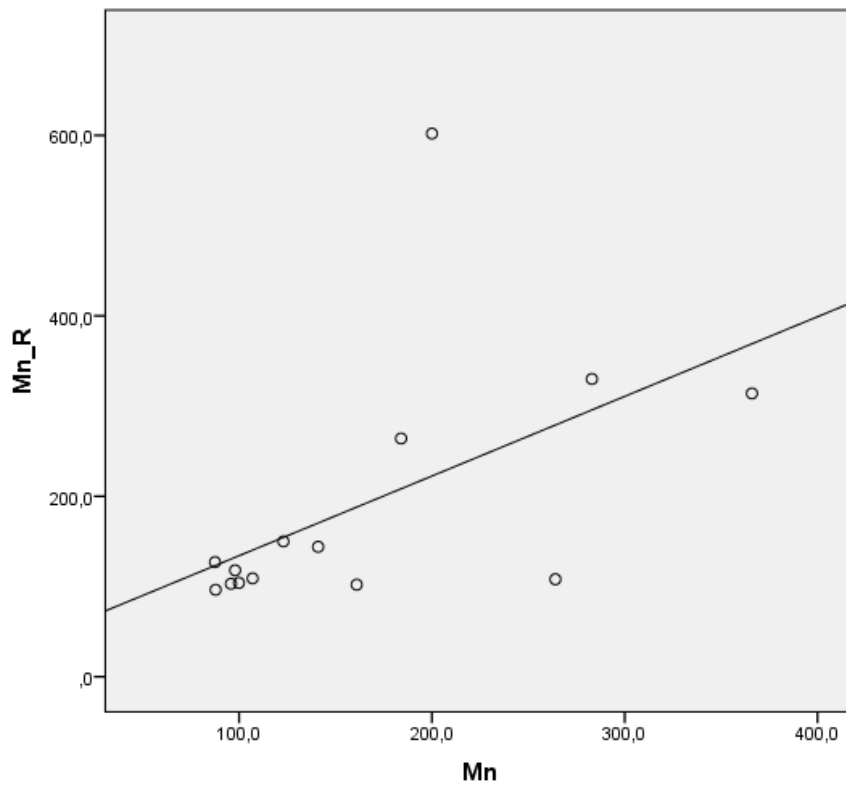
9.7.2014



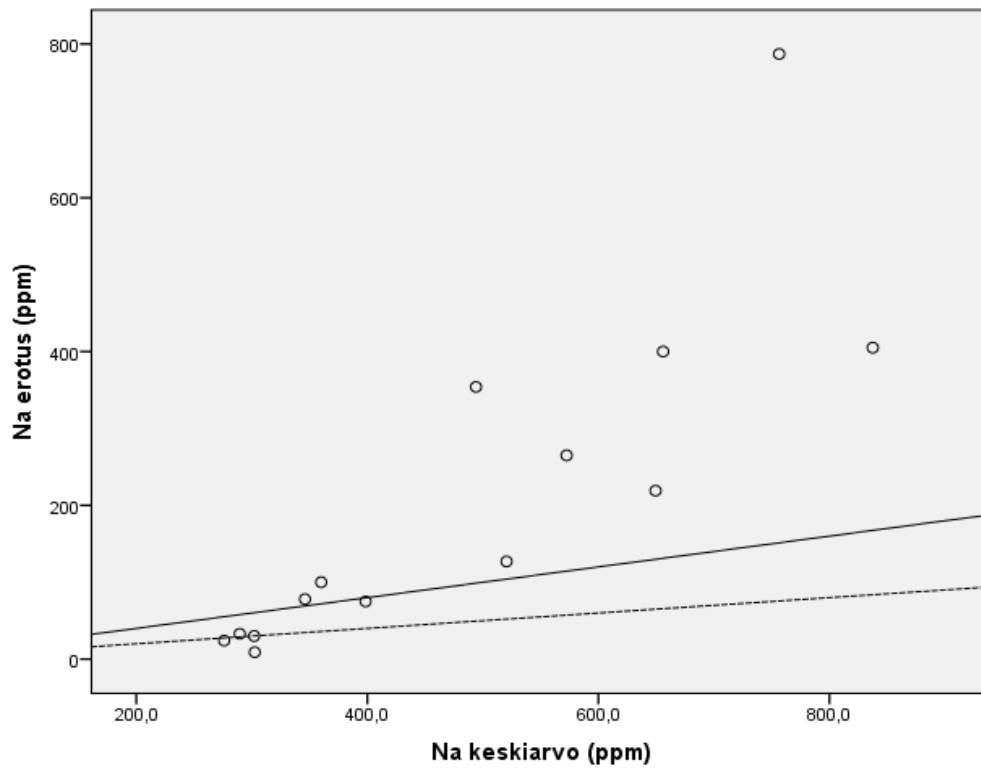
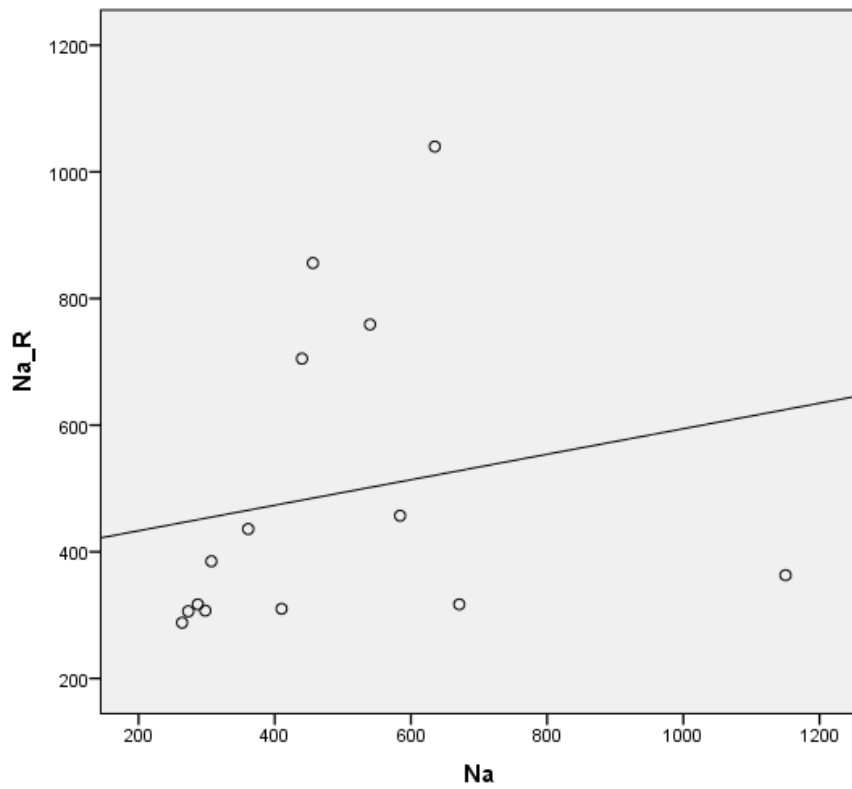
9.7.2014



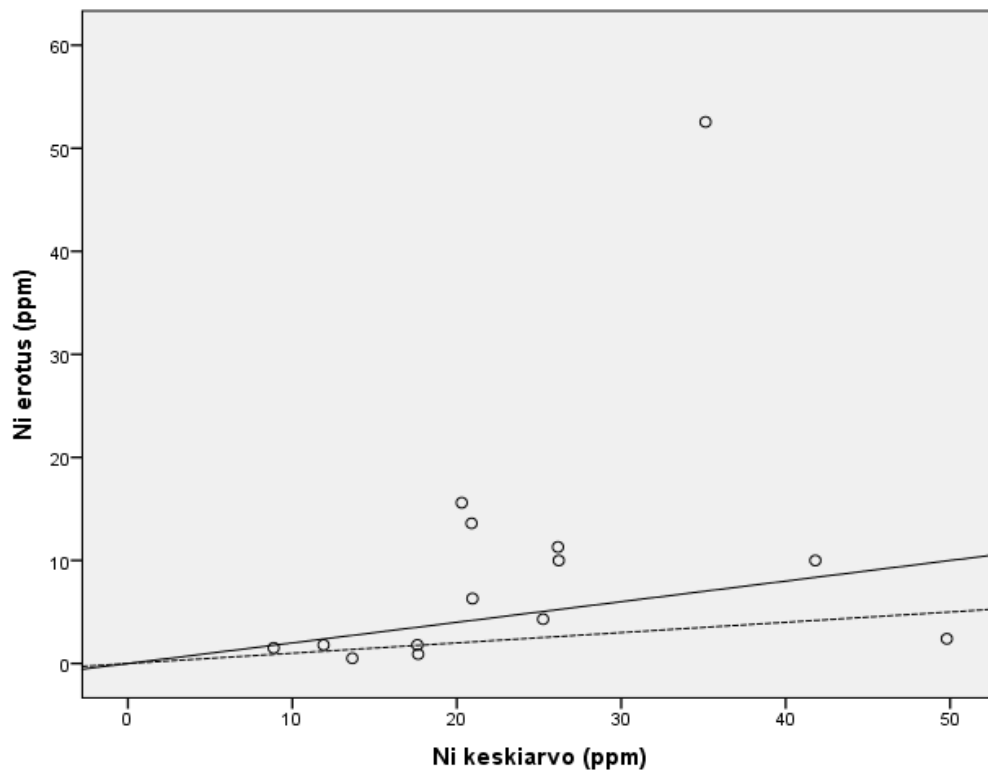
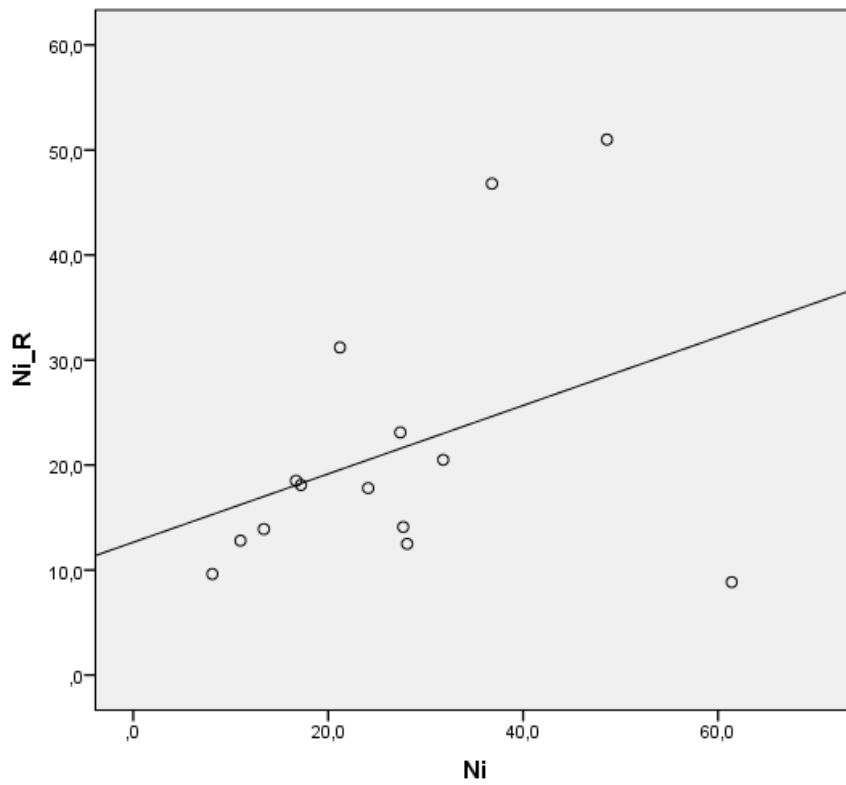
9.7.2014



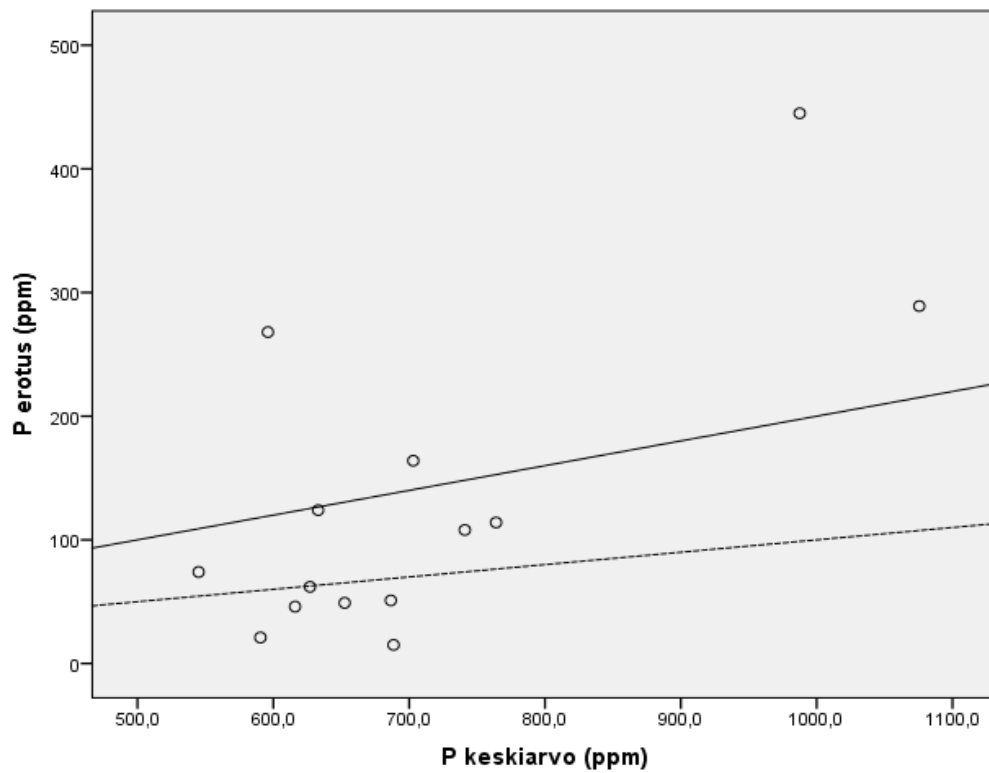
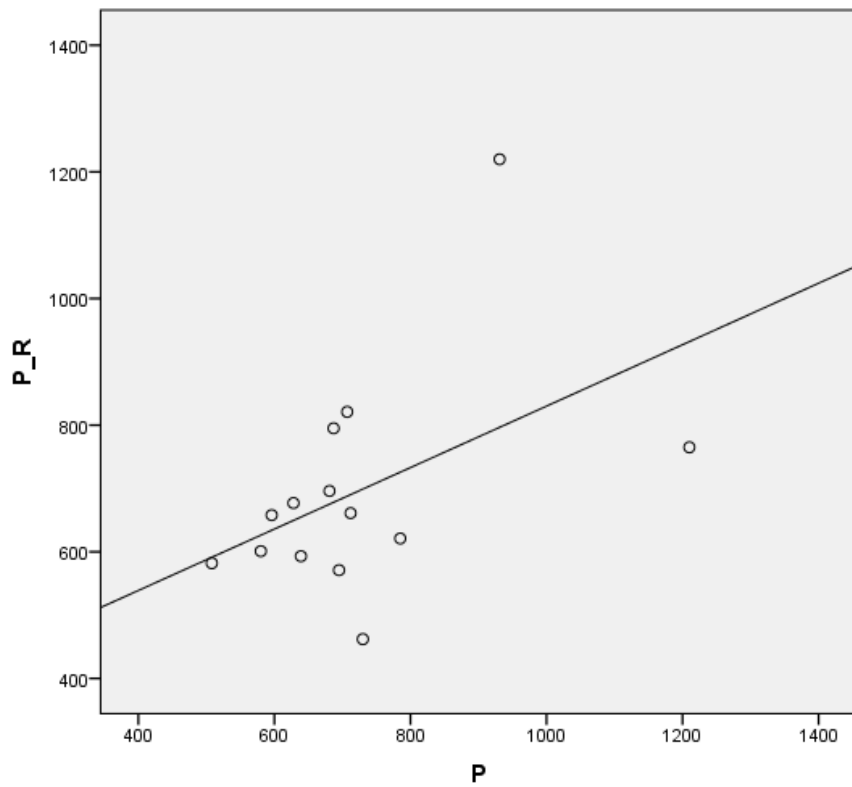
9.7.2014



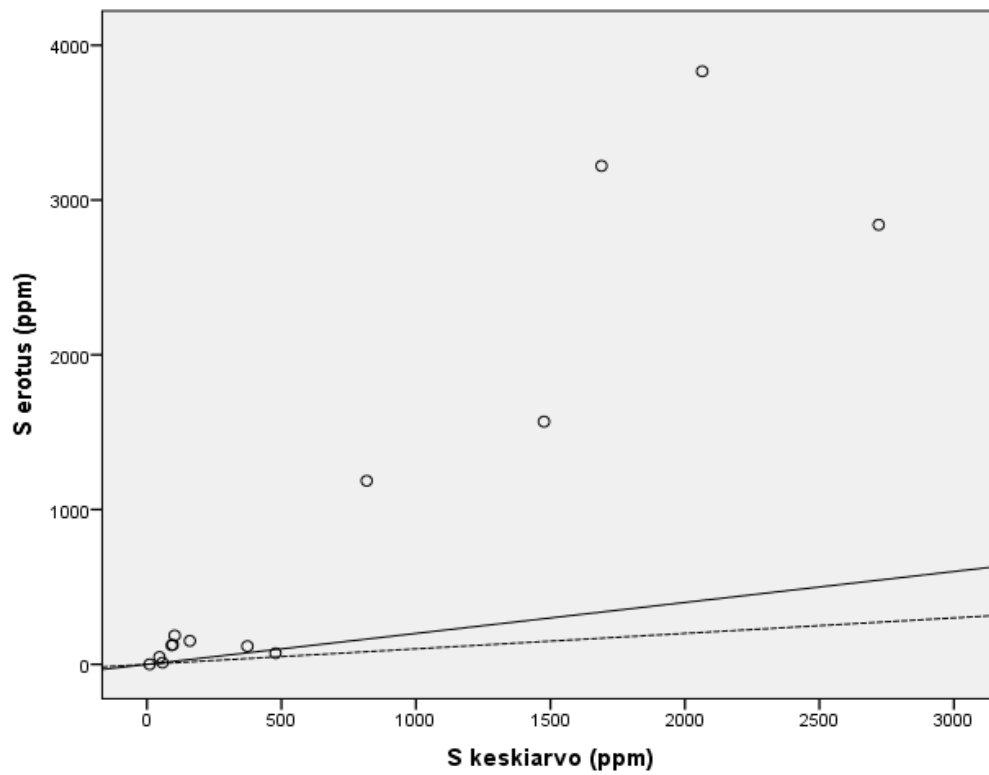
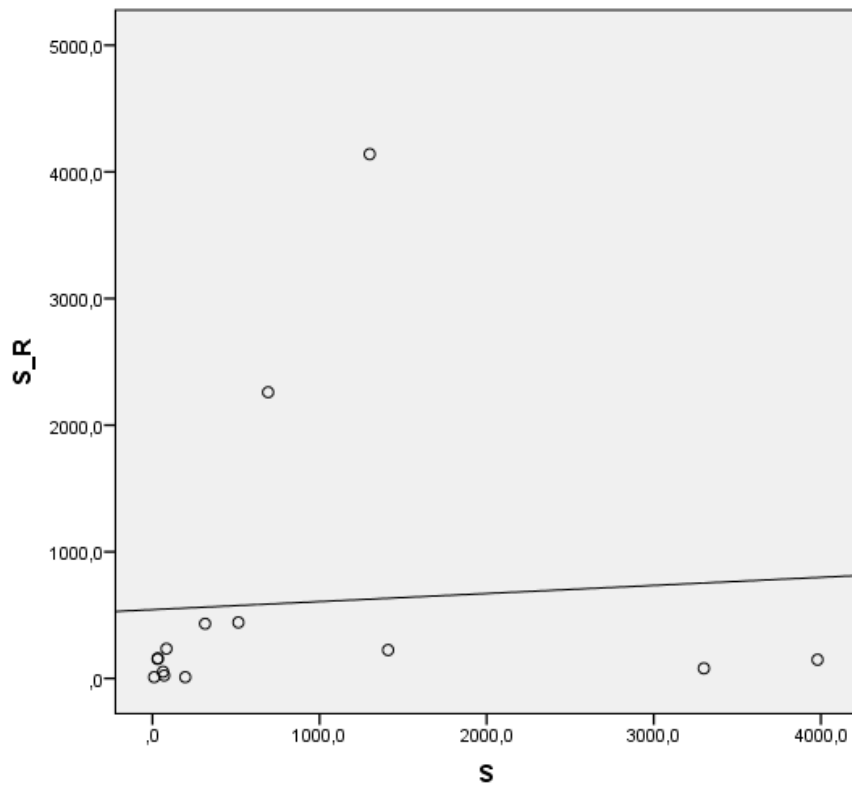
9.7.2014



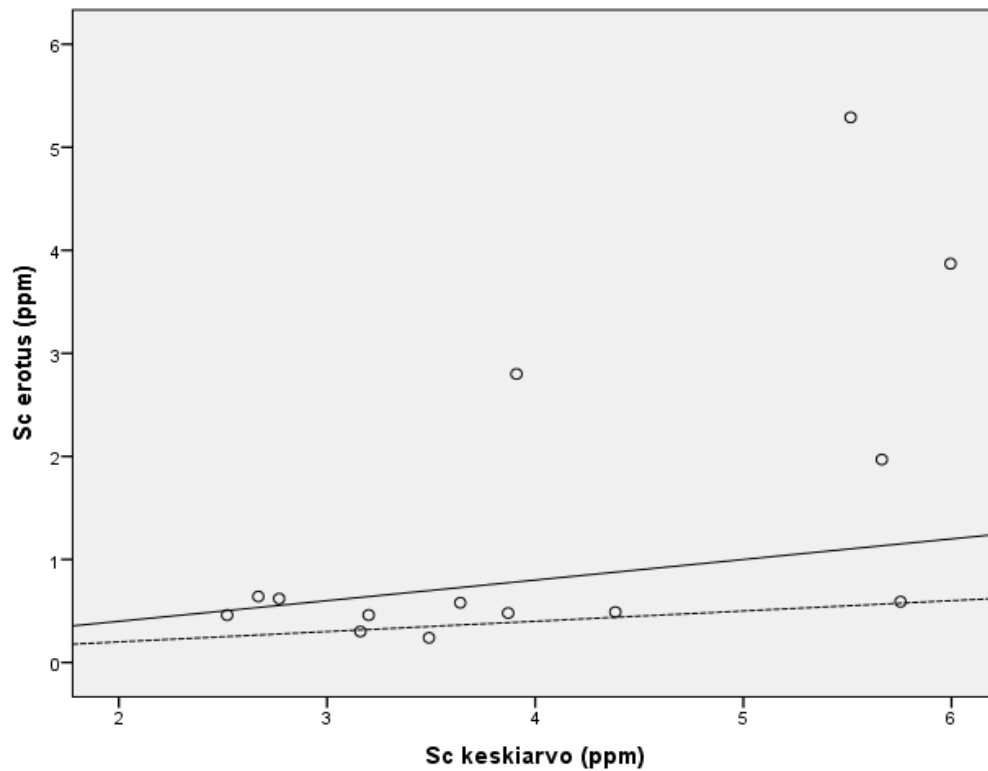
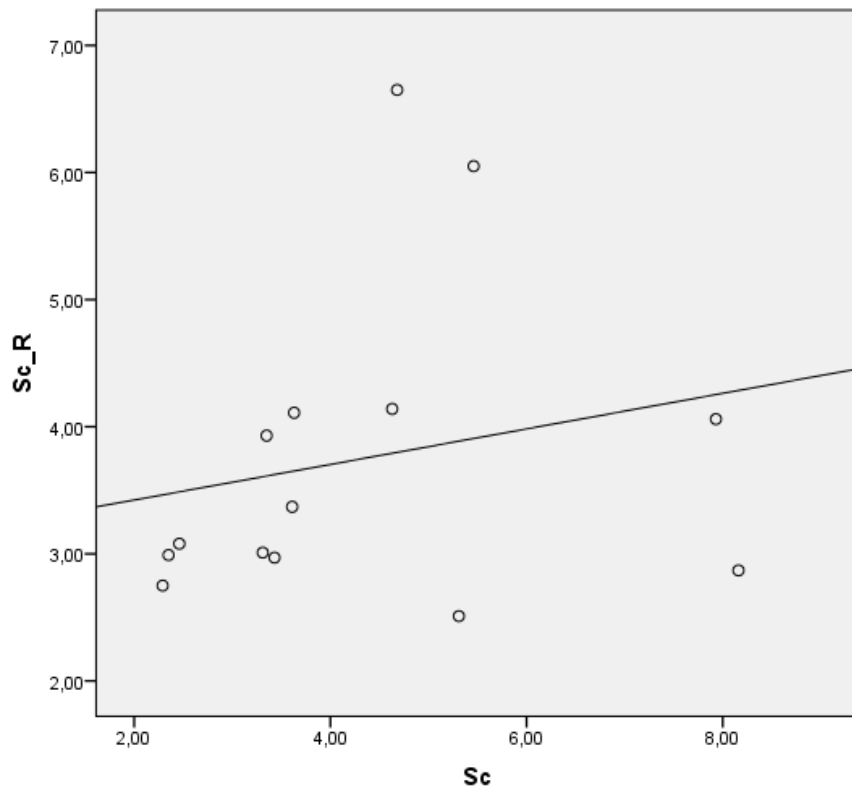
9.7.2014



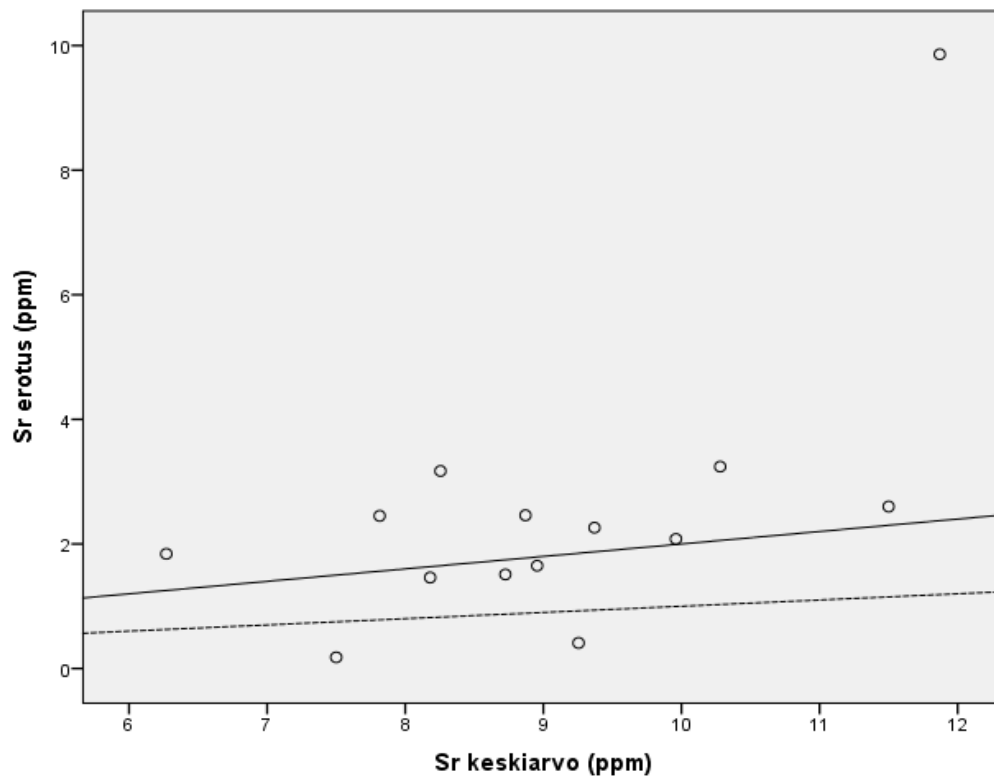
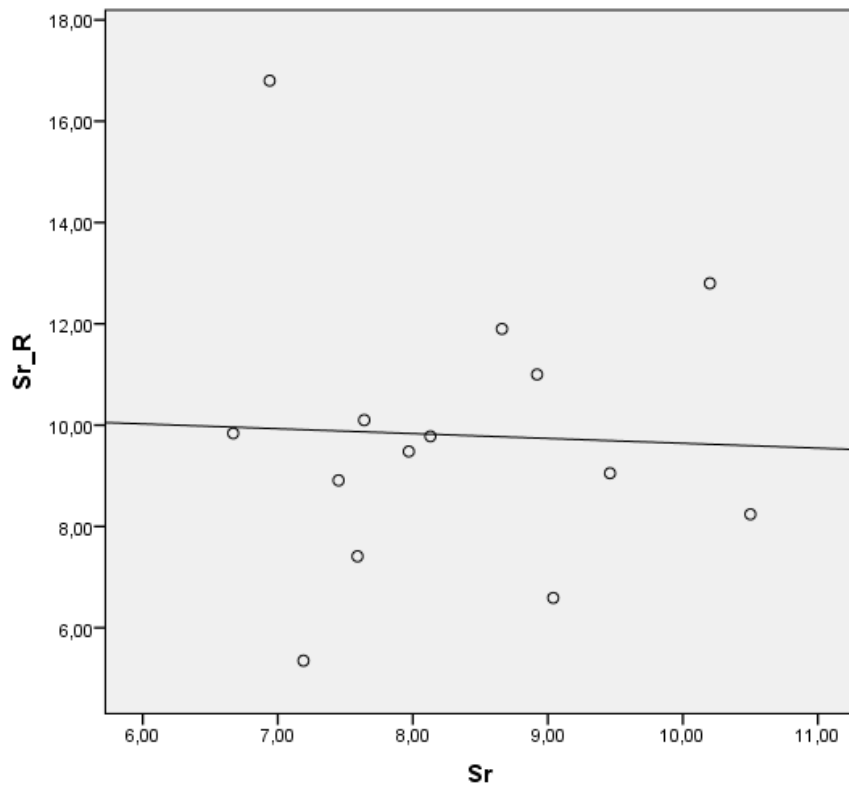
9.7.2014



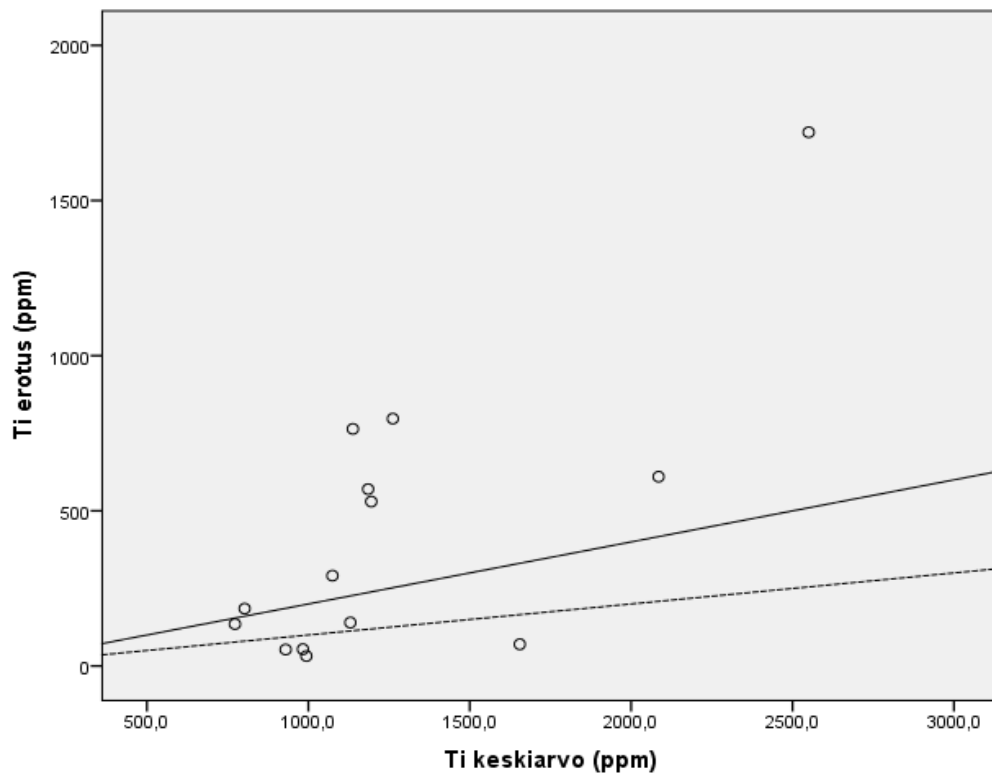
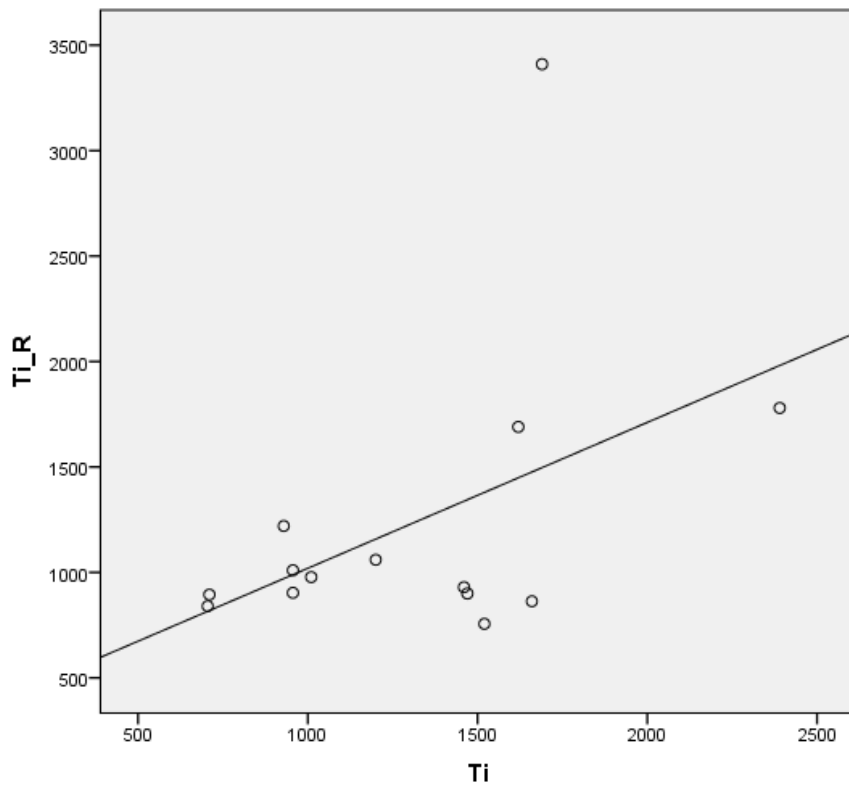
9.7.2014



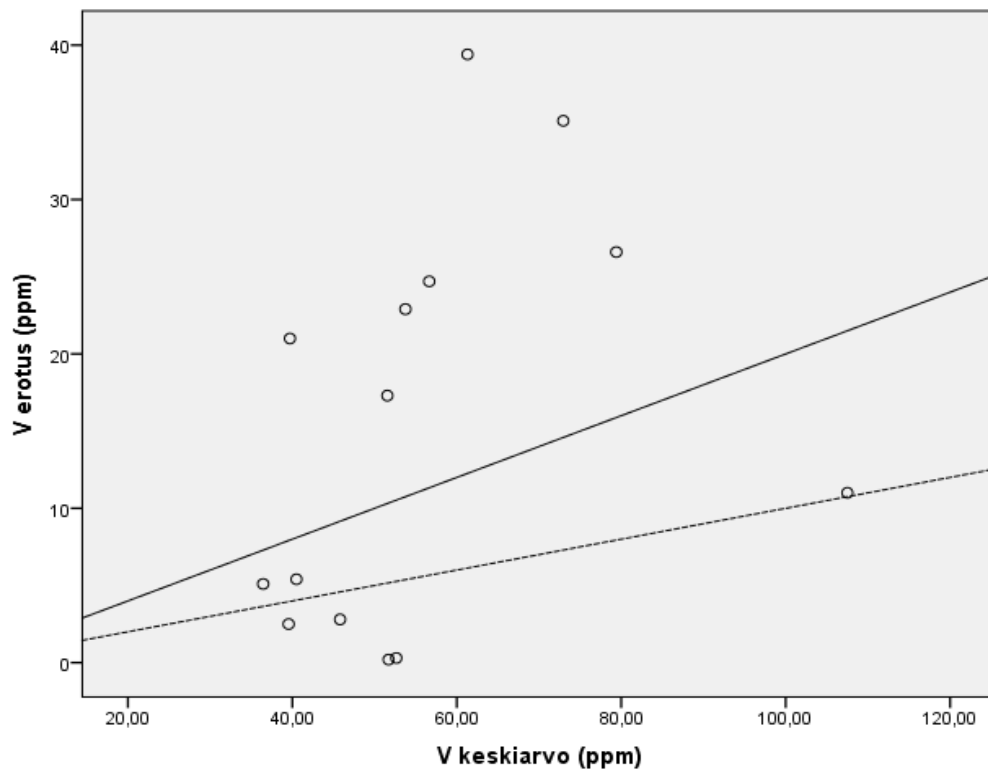
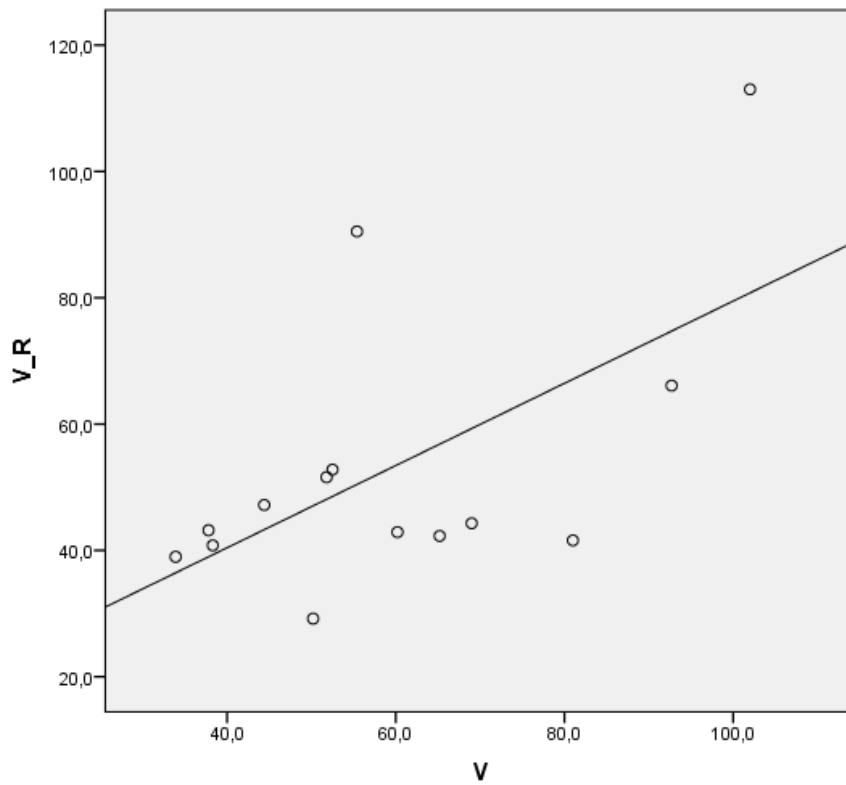
9.7.2014



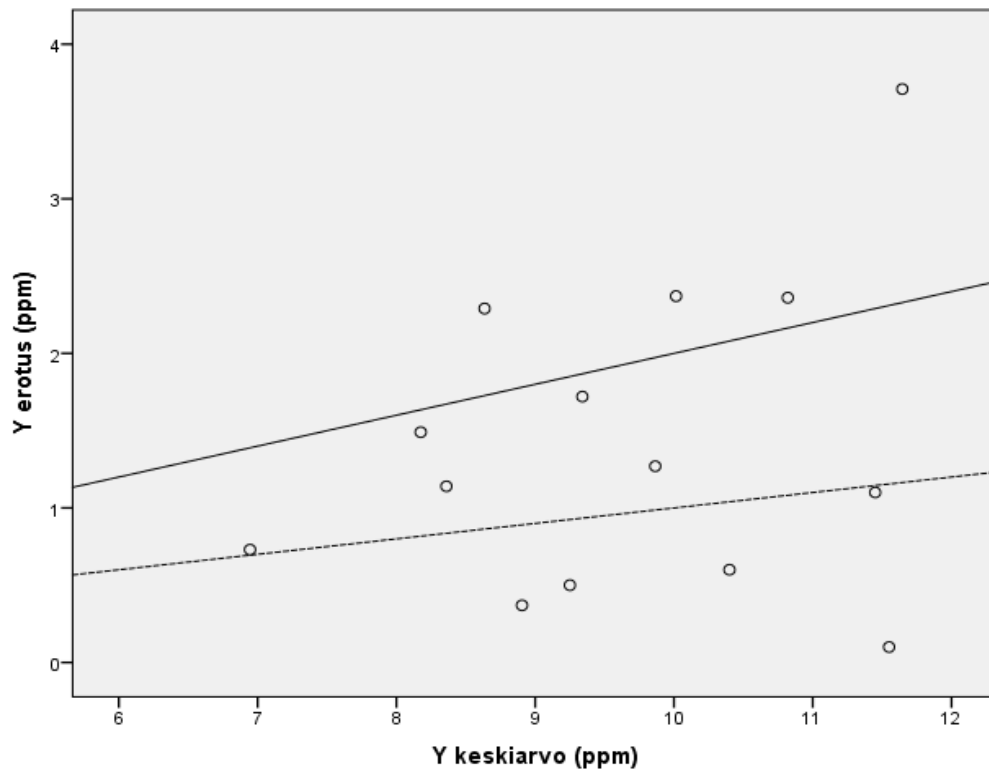
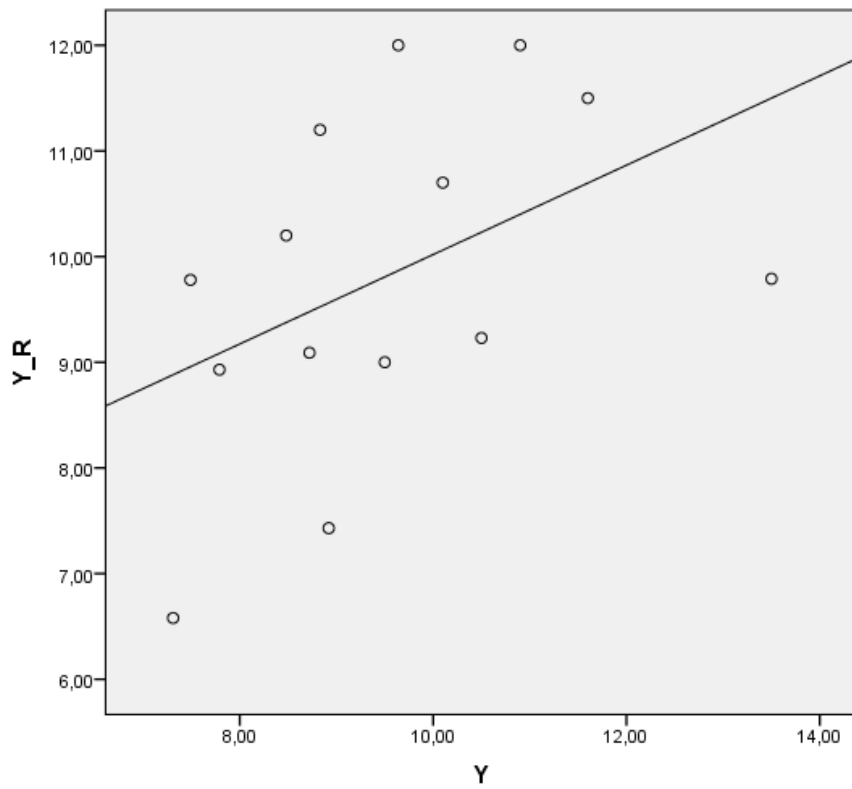
9.7.2014



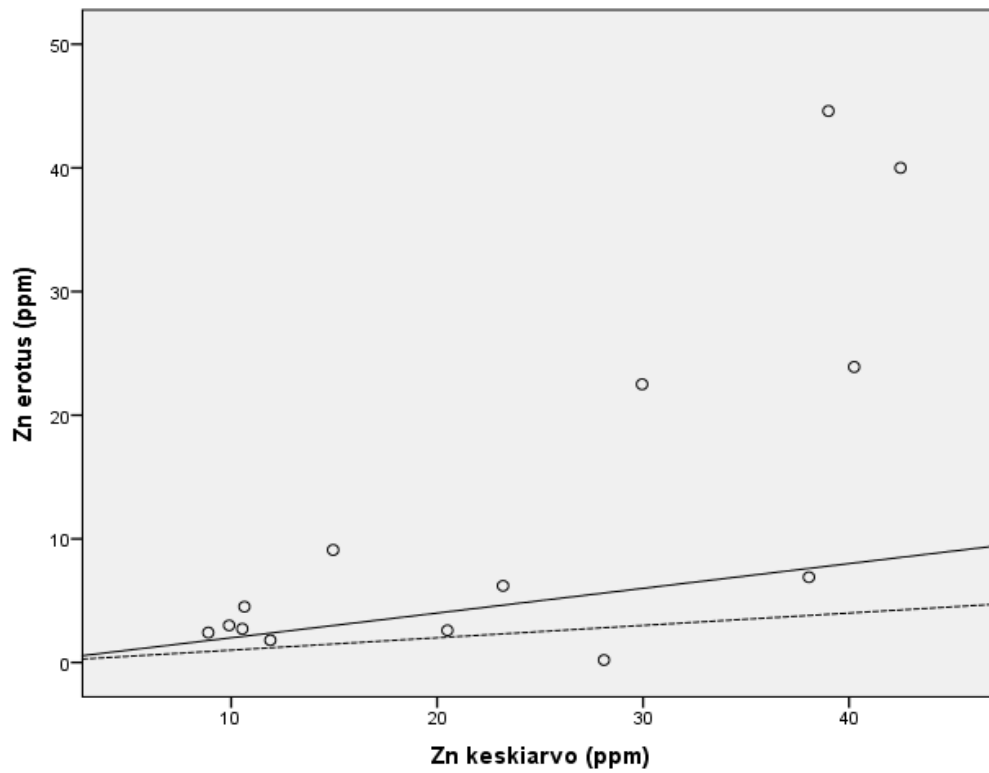
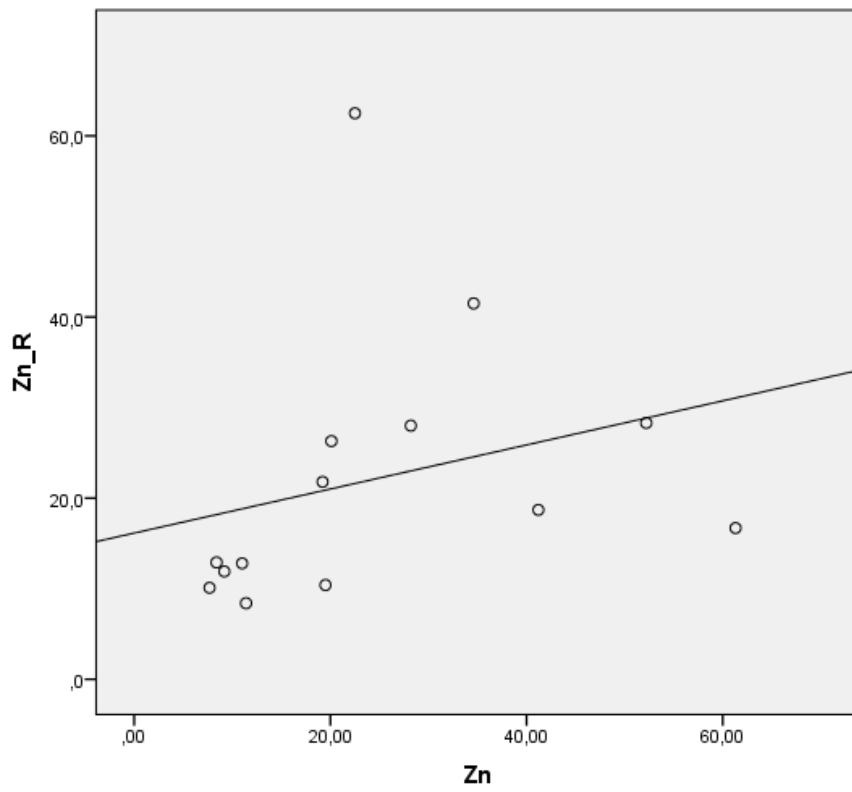
9.7.2014



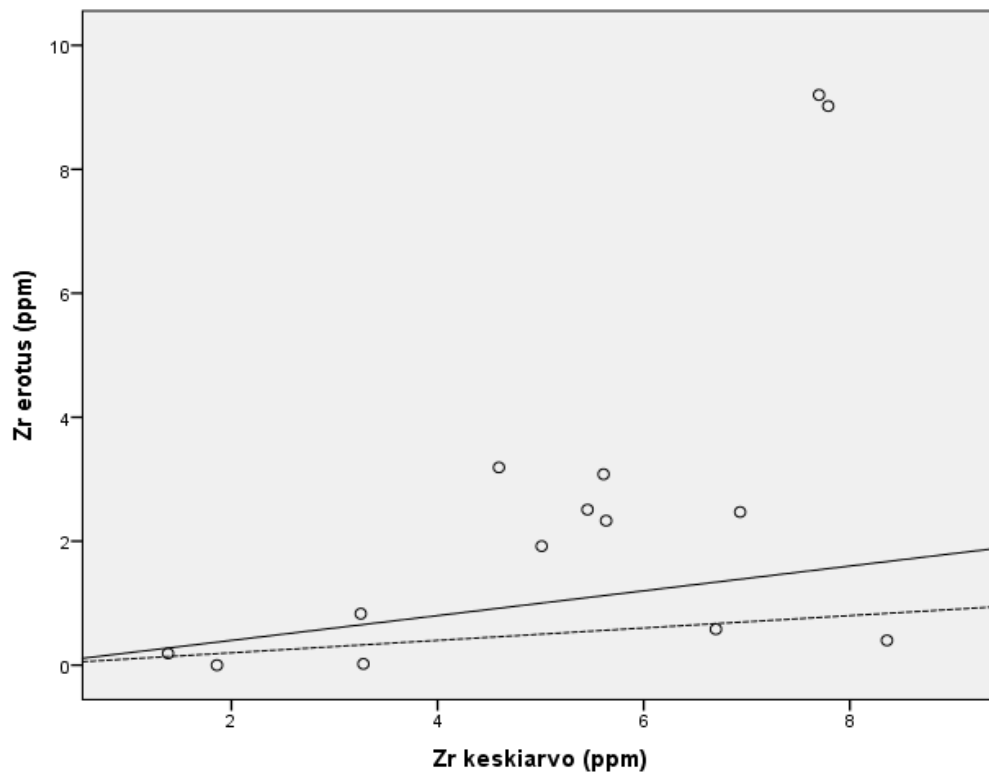
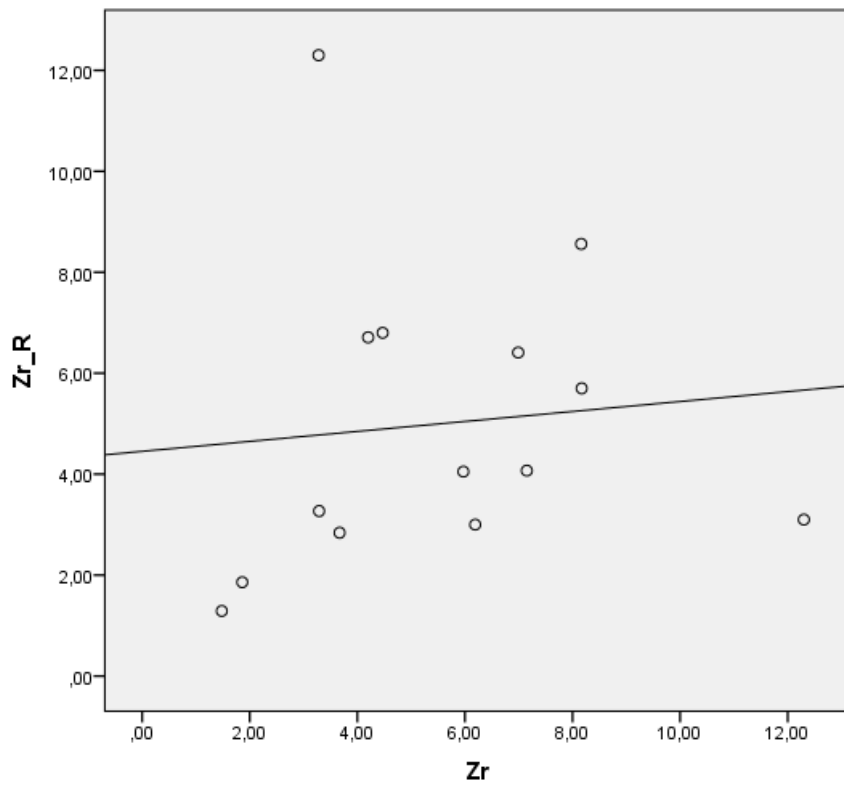
9.7.2014



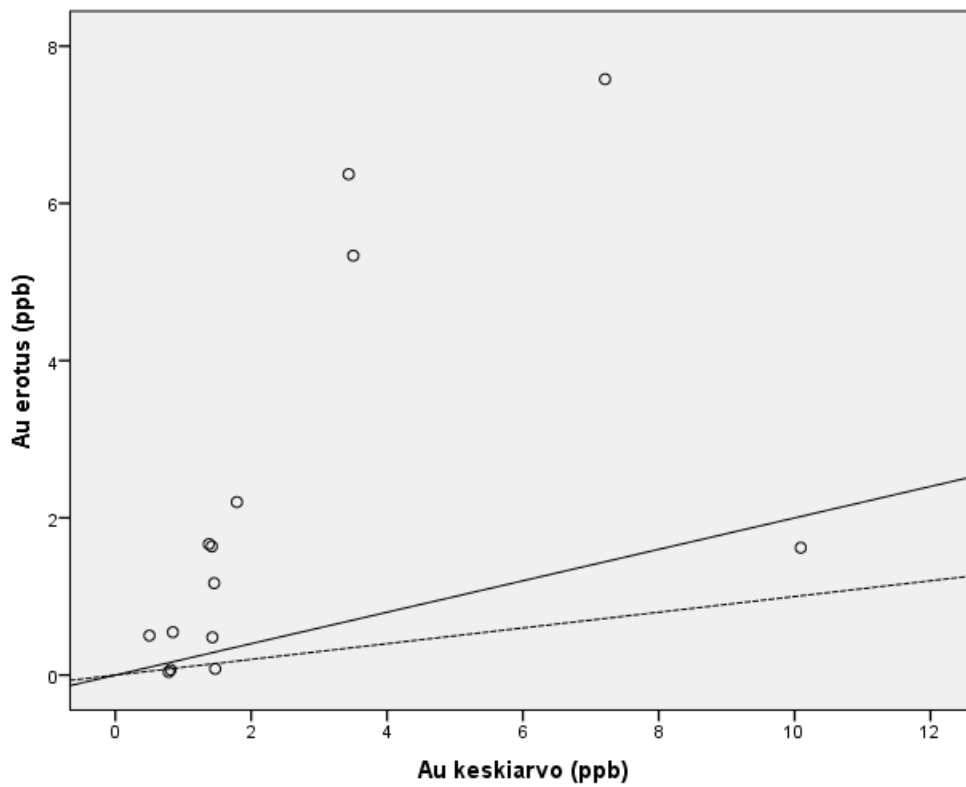
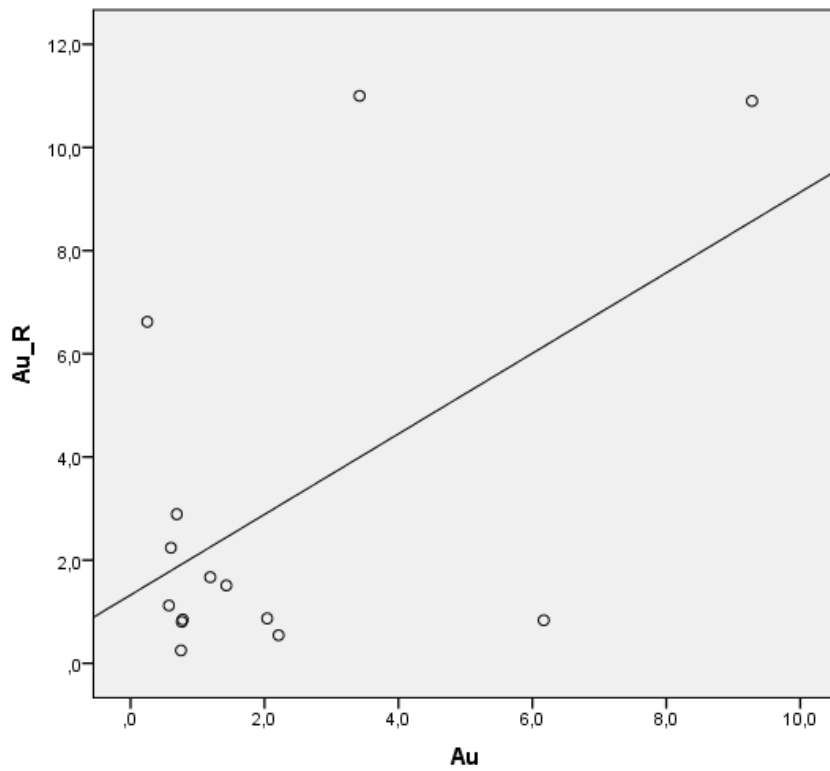
9.7.2014



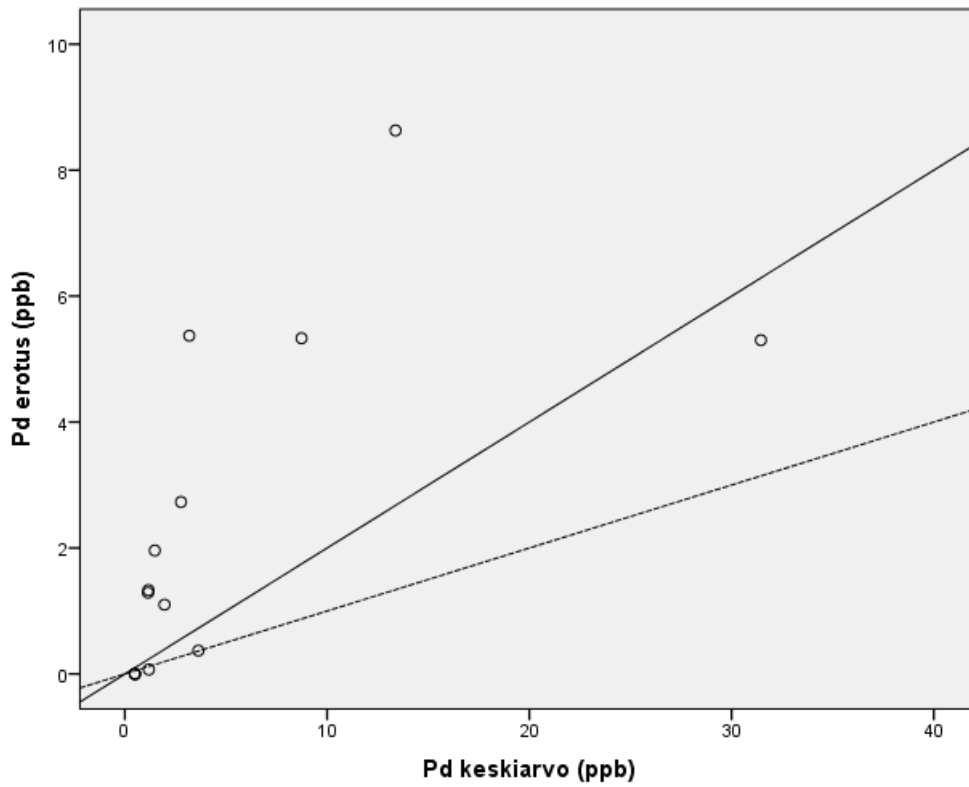
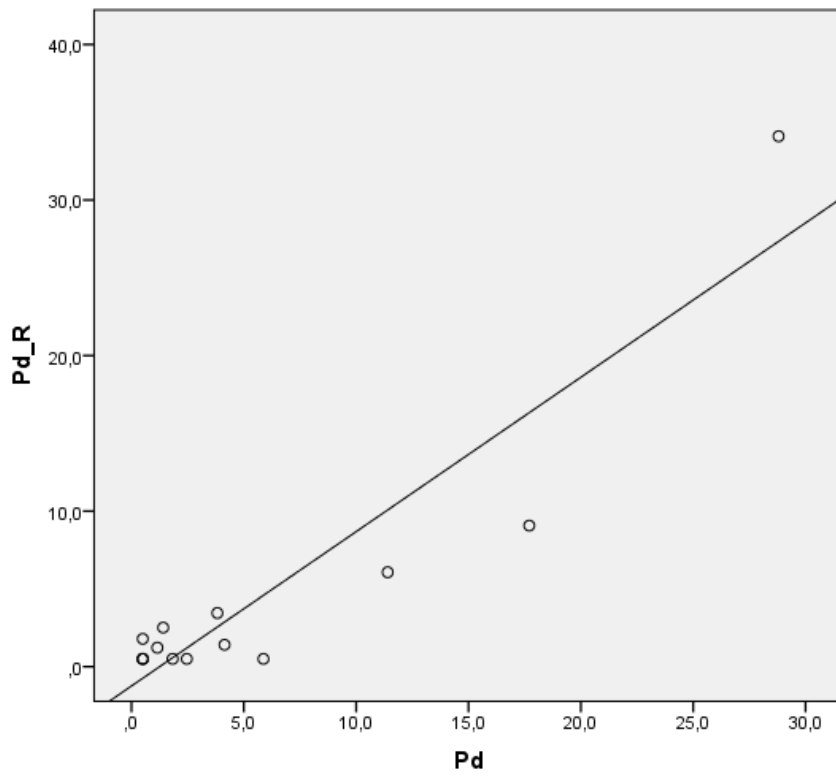
9.7.2014



9.7.2014



9.7.2014

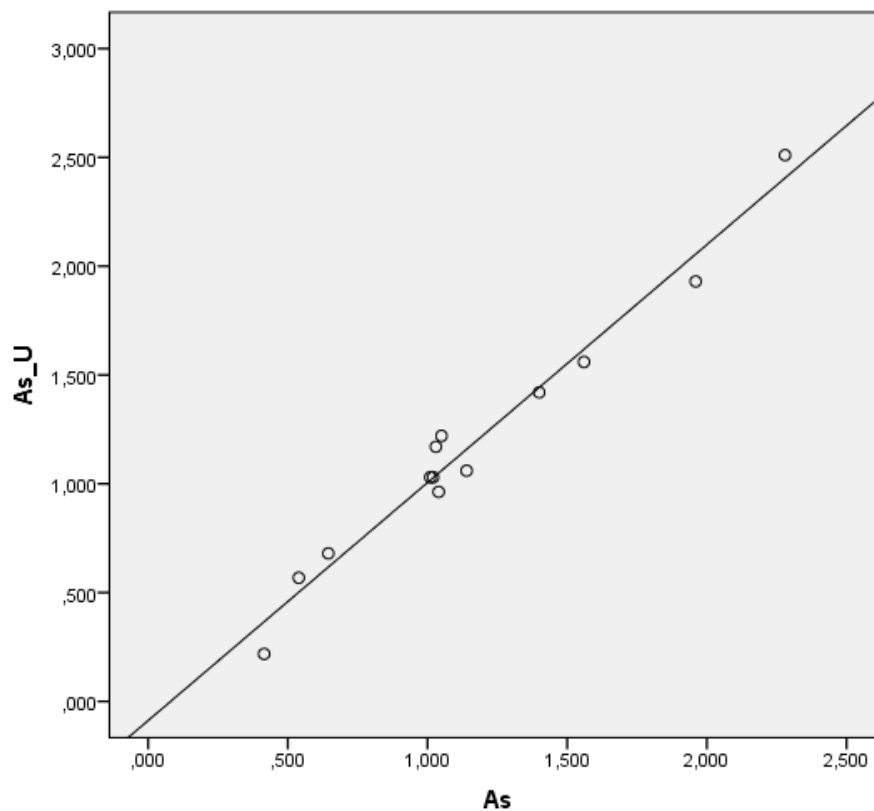


9.7.2014

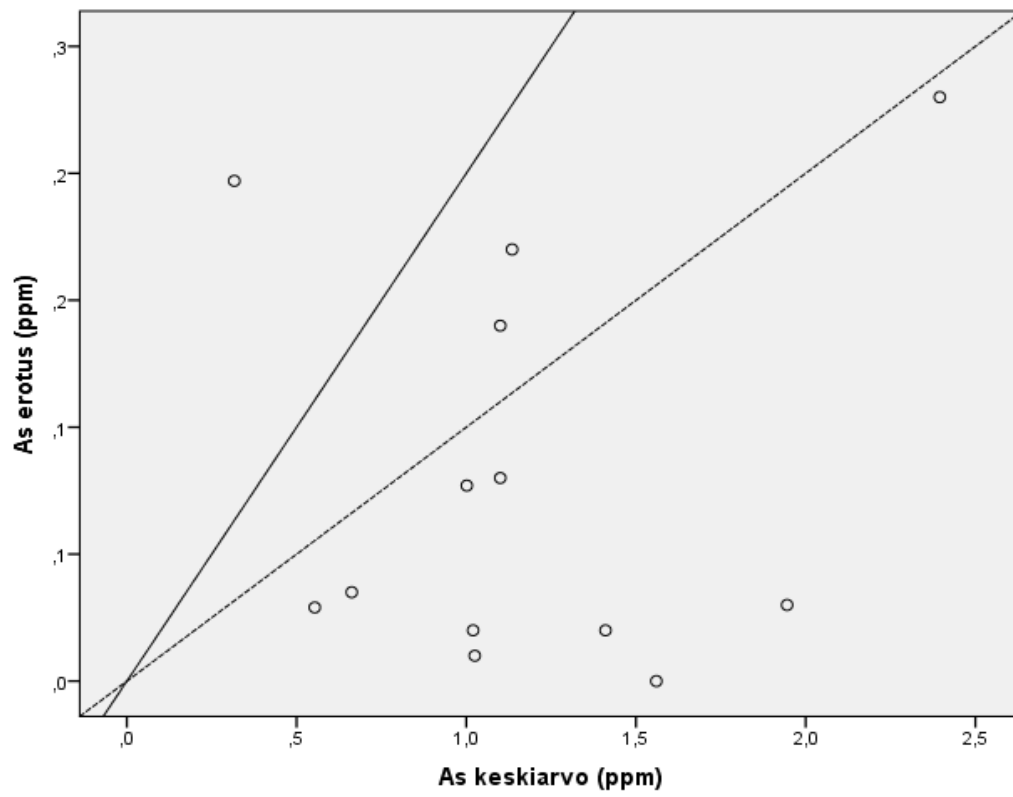
LIITE 2: UUSINTANÄYTTEIDEN TARKKUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ + ”THOMPSONIN JA HOWARTHIN” KUVAAJAT

Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty alkuaineen pitoisuus (ppm; Au ja Pd ppb) uusintanäytteissä pystyakselilla ja alkuperäisen näytteen vaaka-akselilla analysoituna ICP-MS, ICP-OES ja GFAAS – menetelmillä.

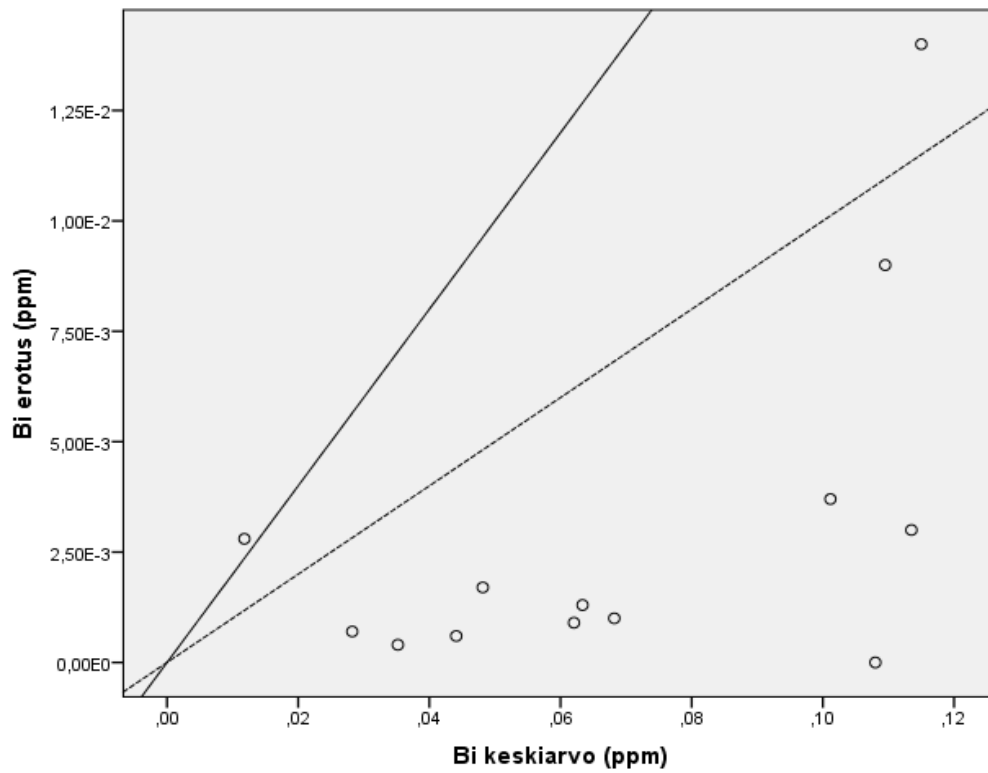
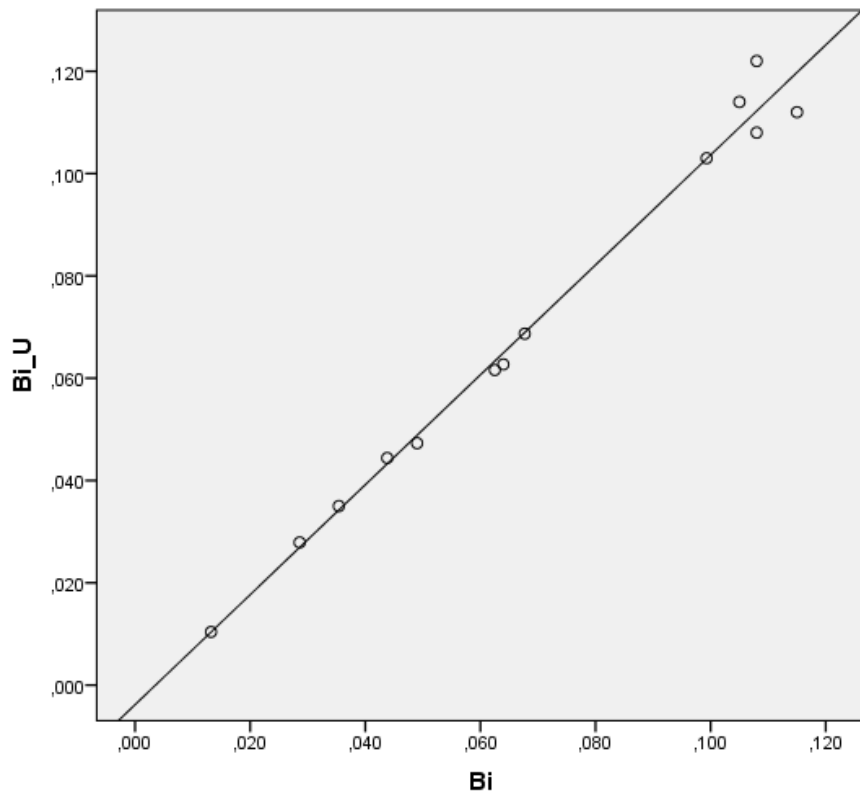
Toisessa diagrammissa alkuaineen pitoisuudet on esitetty Thompsonin ja Howarthin diagrammilla, jossa pystyakselilla on alkuperäisen analyysin ja uusinta-analyysin pitoisuuksien erotus. Vaaka-akselilla on alkuperäisen ja uusinta-analyysin pitoisuuksien keskiarvo. 10 % poikkeama on kuvattu katkoviivalla ja 20 % poikkeama yhtenäisellä viivalla.



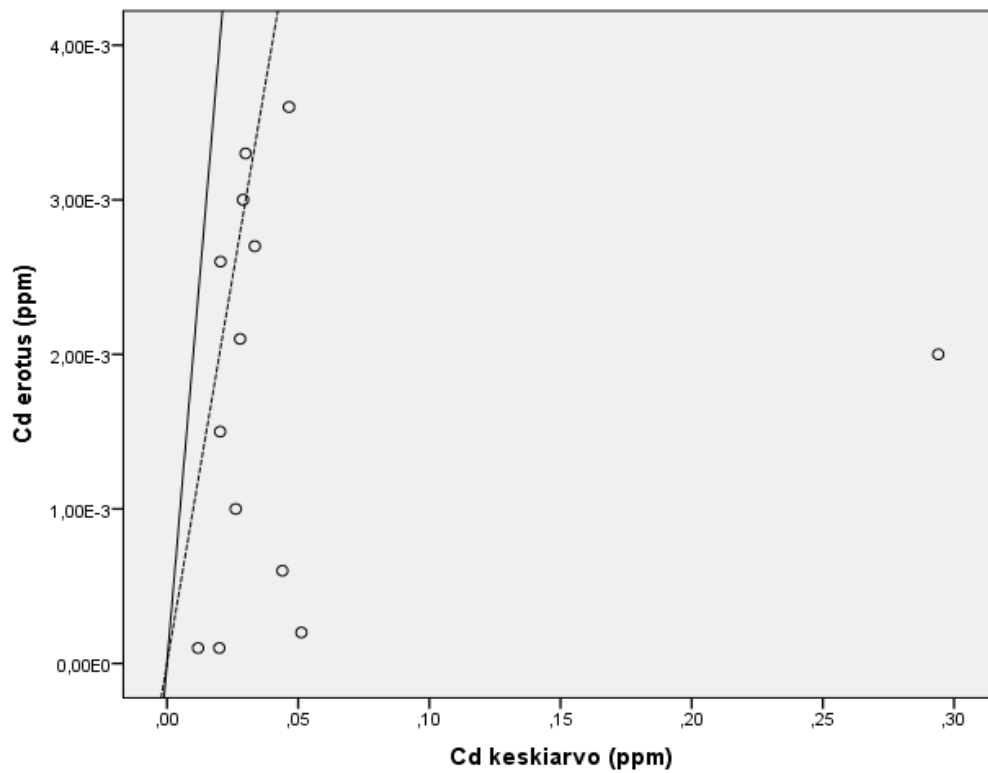
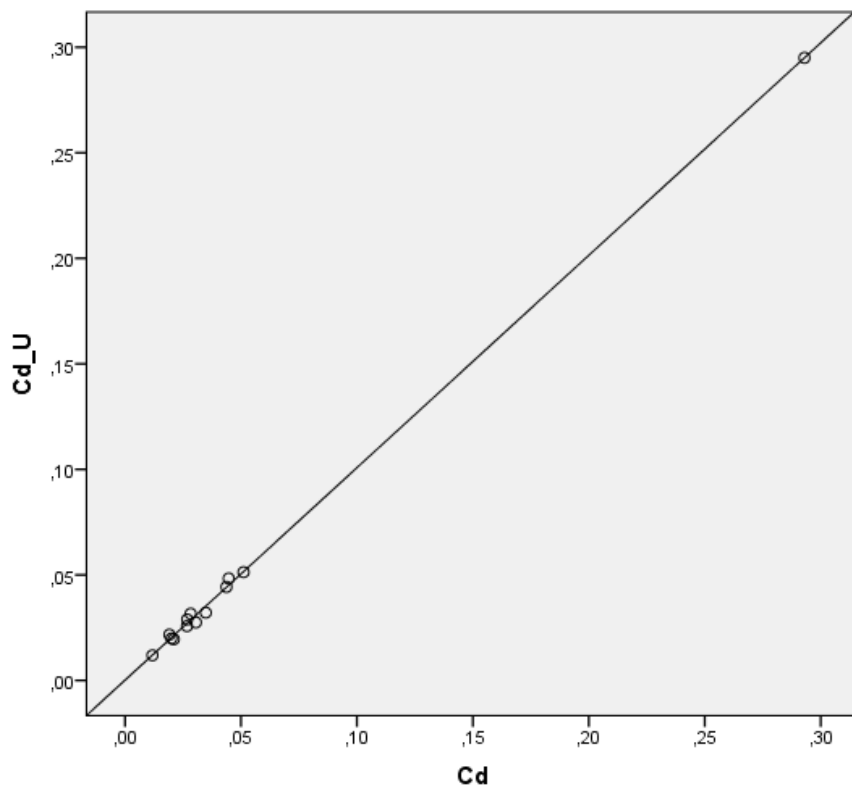
9.7.2014



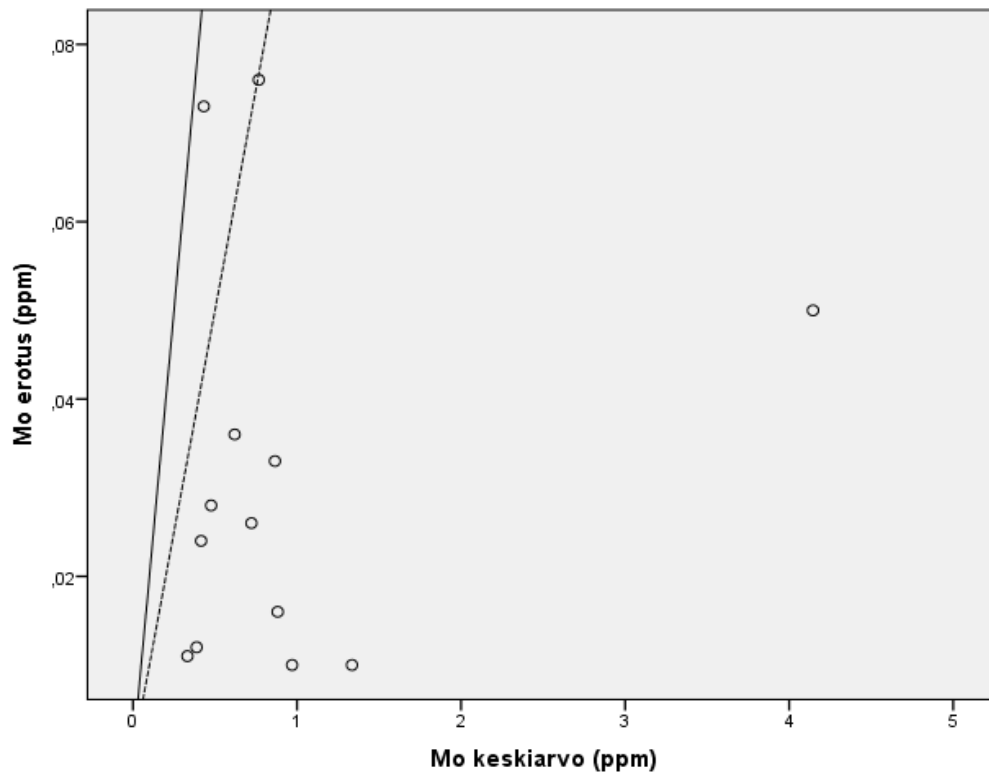
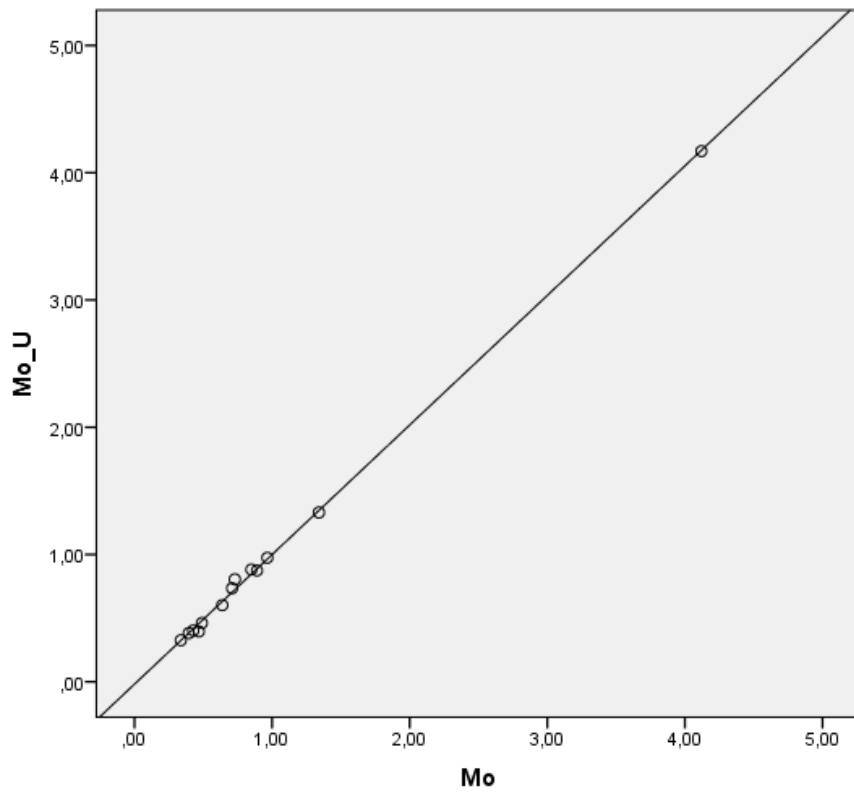
9.7.2014



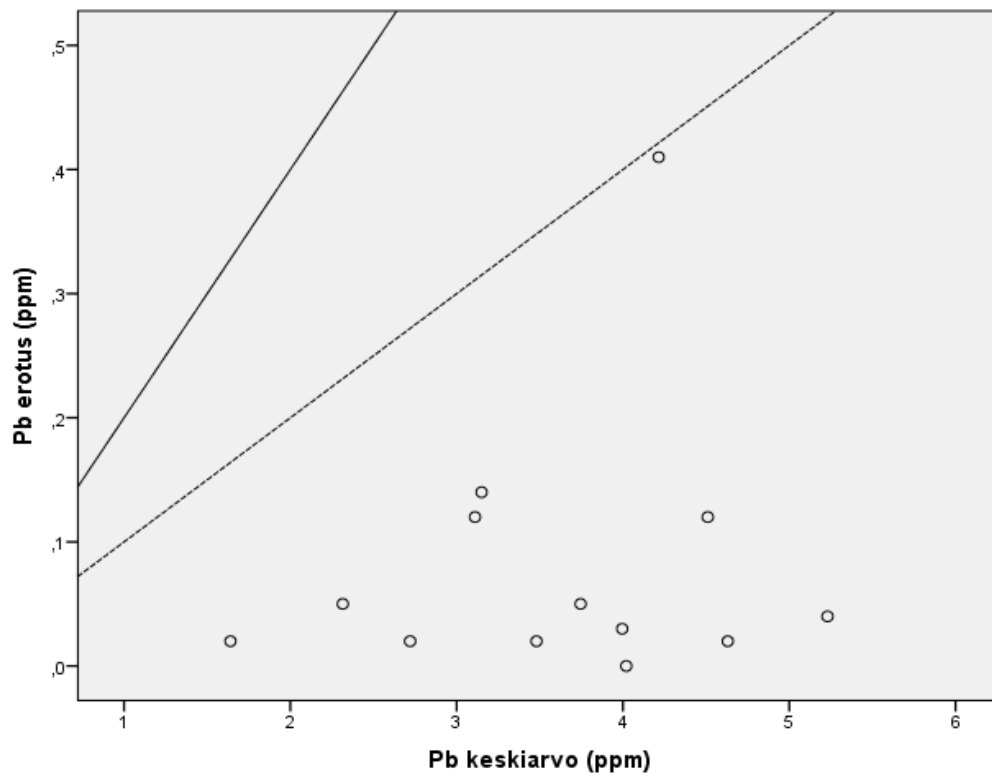
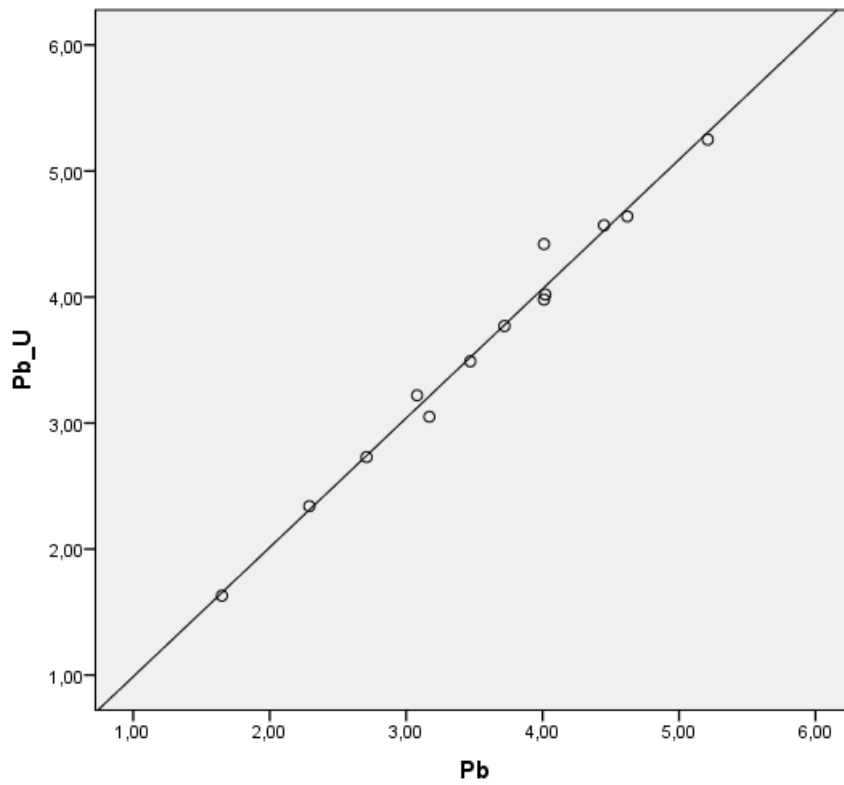
9.7.2014



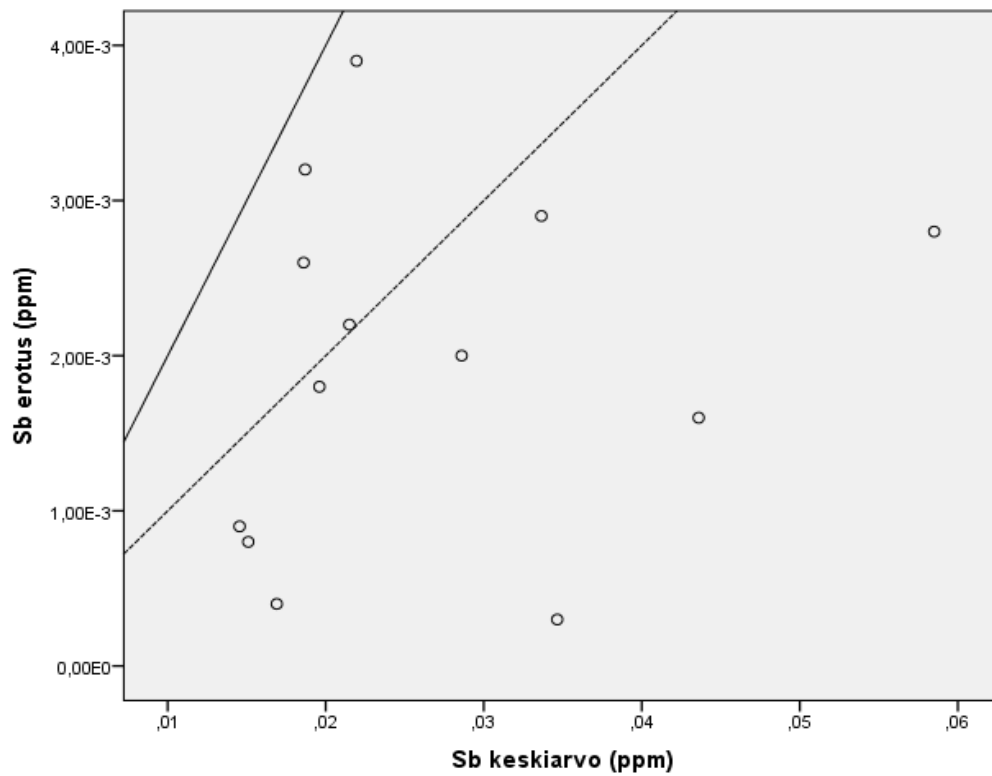
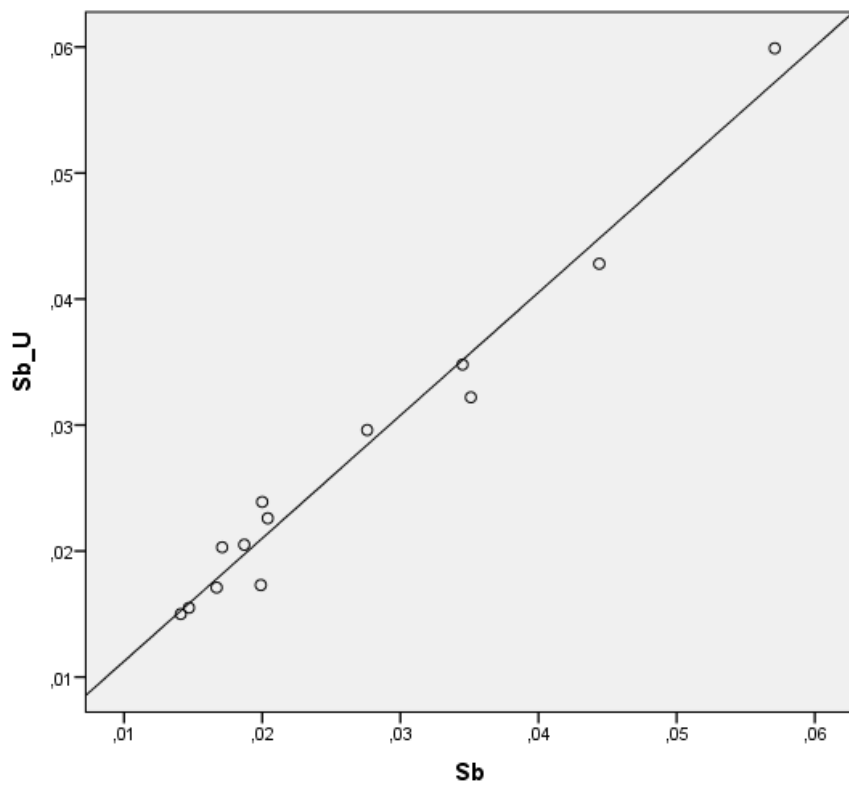
9.7.2014



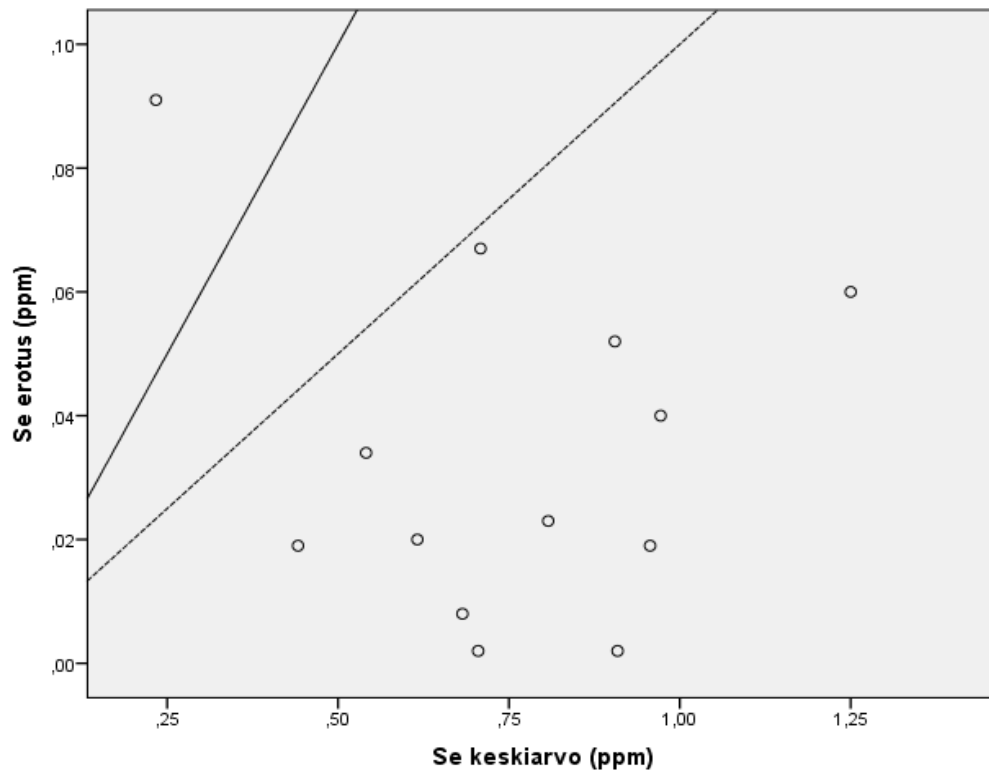
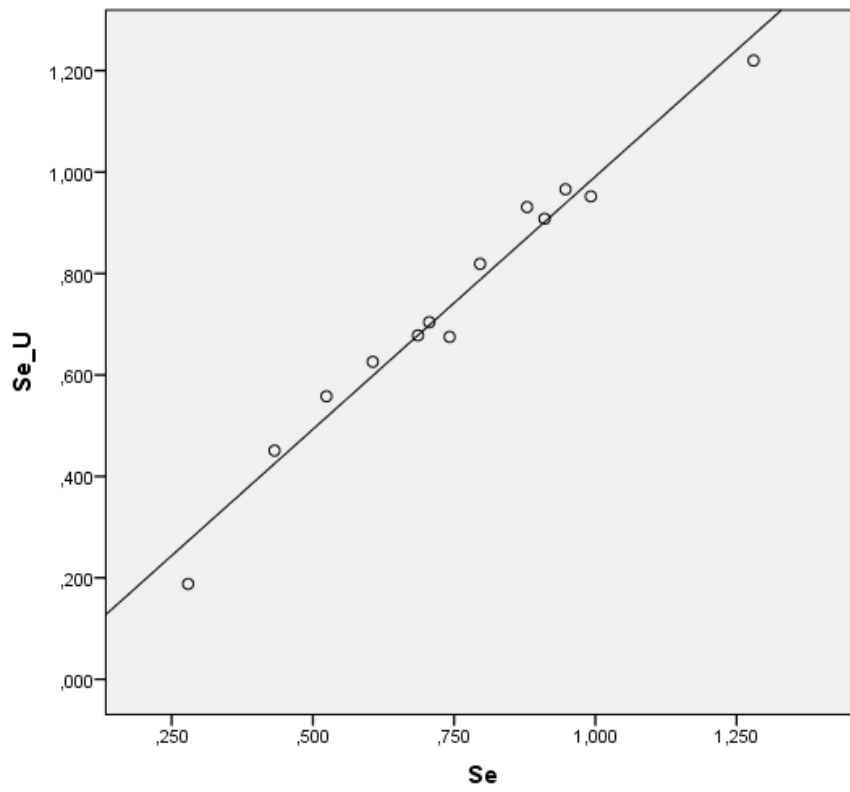
9.7.2014



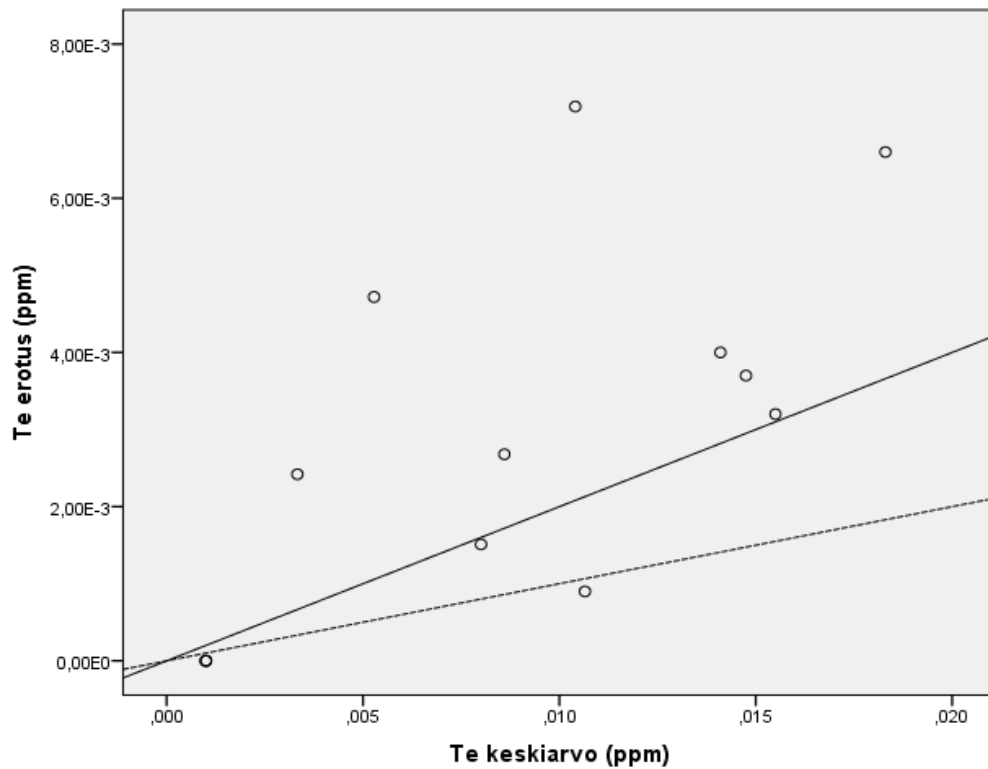
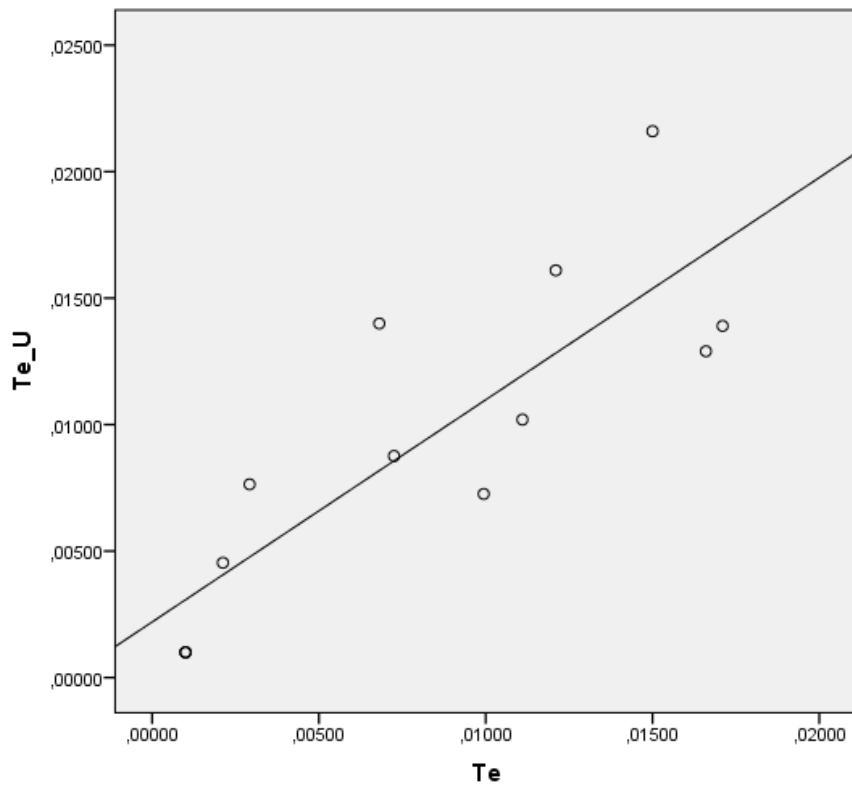
9.7.2014



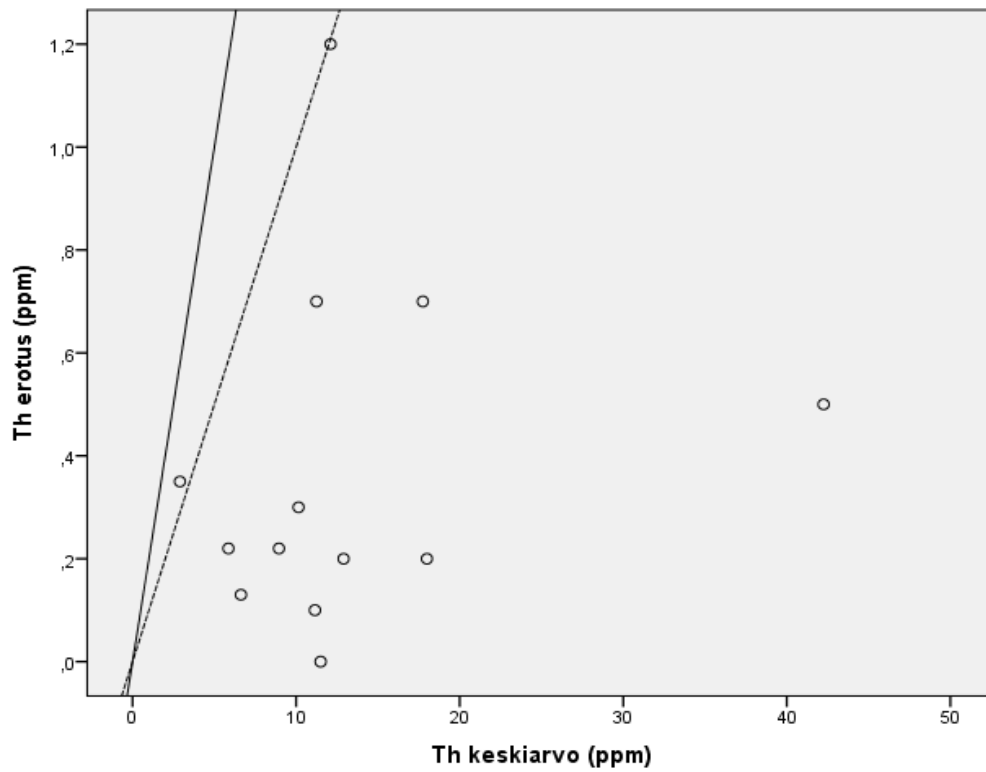
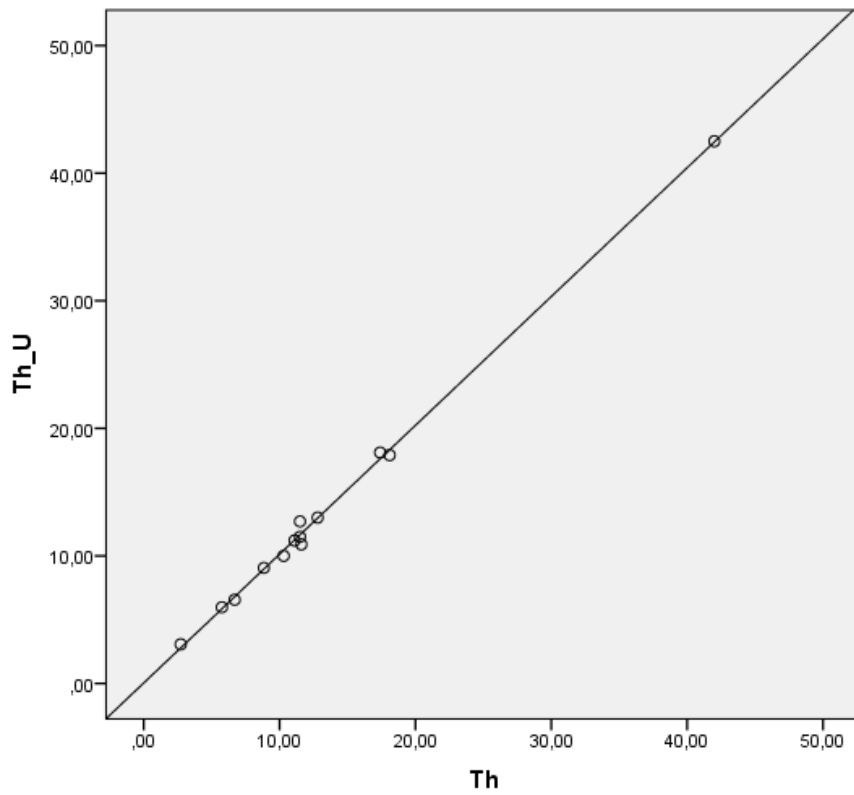
9.7.2014



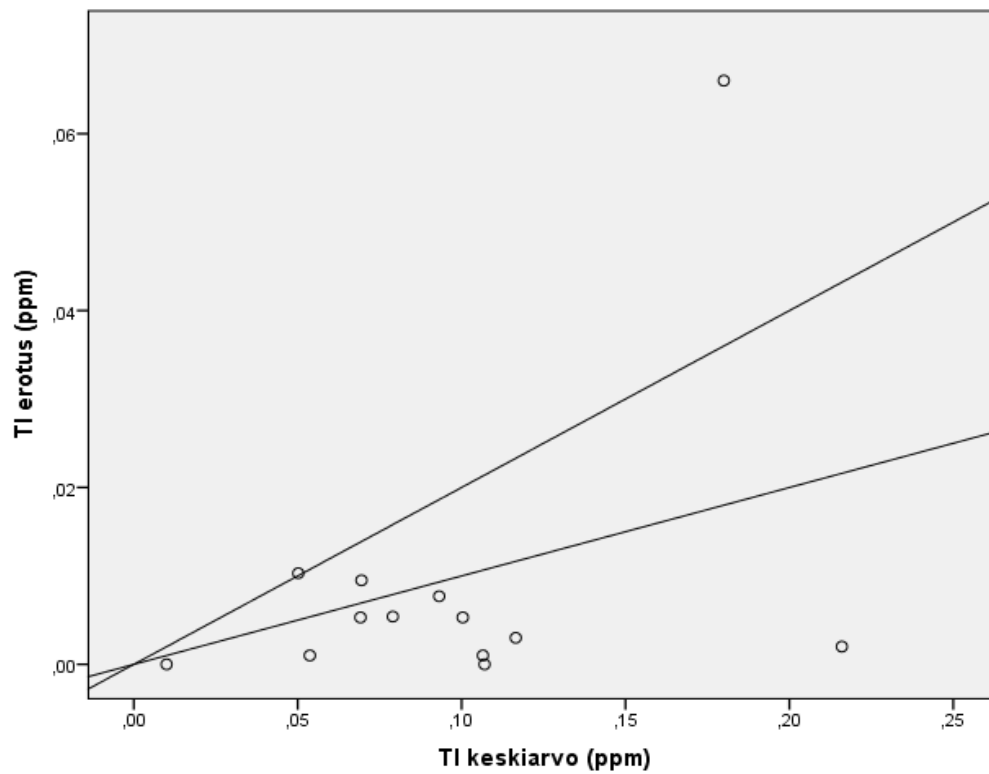
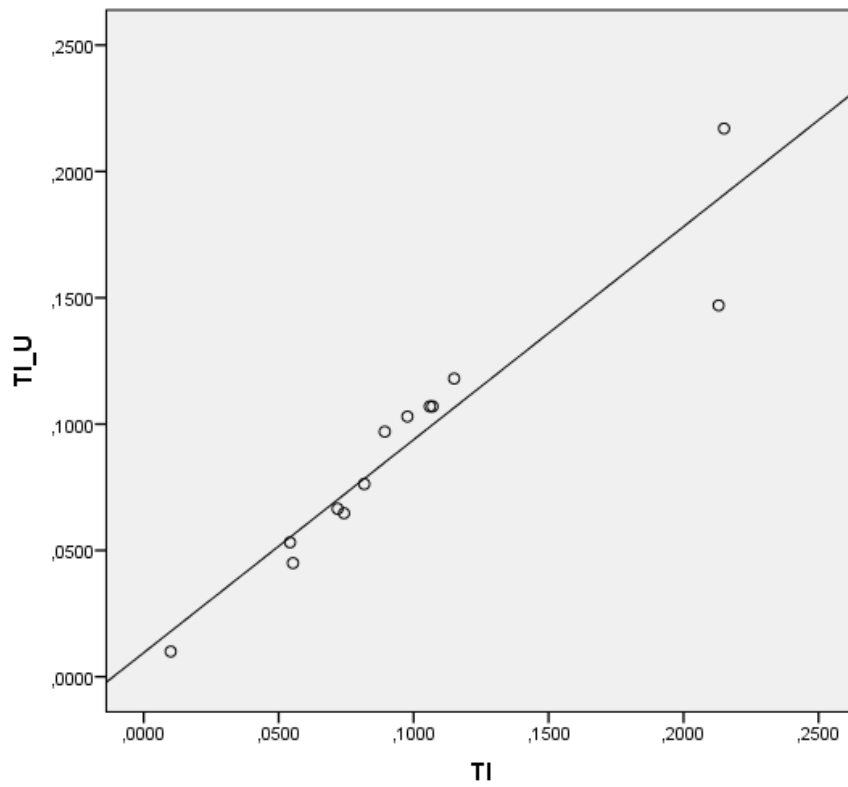
9.7.2014



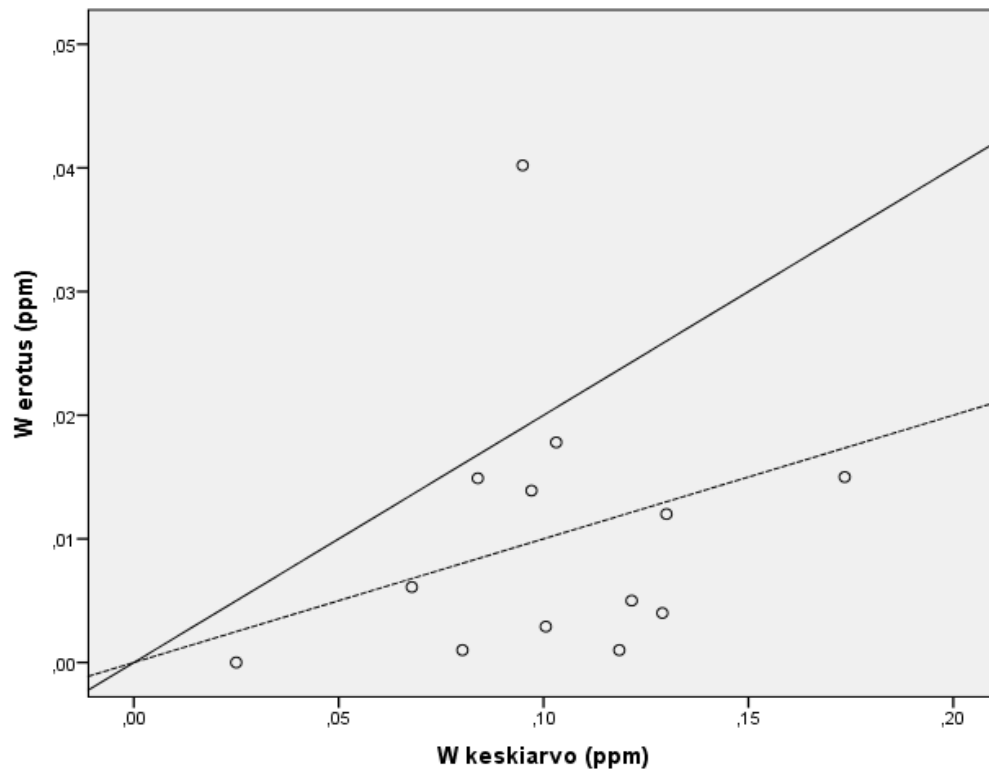
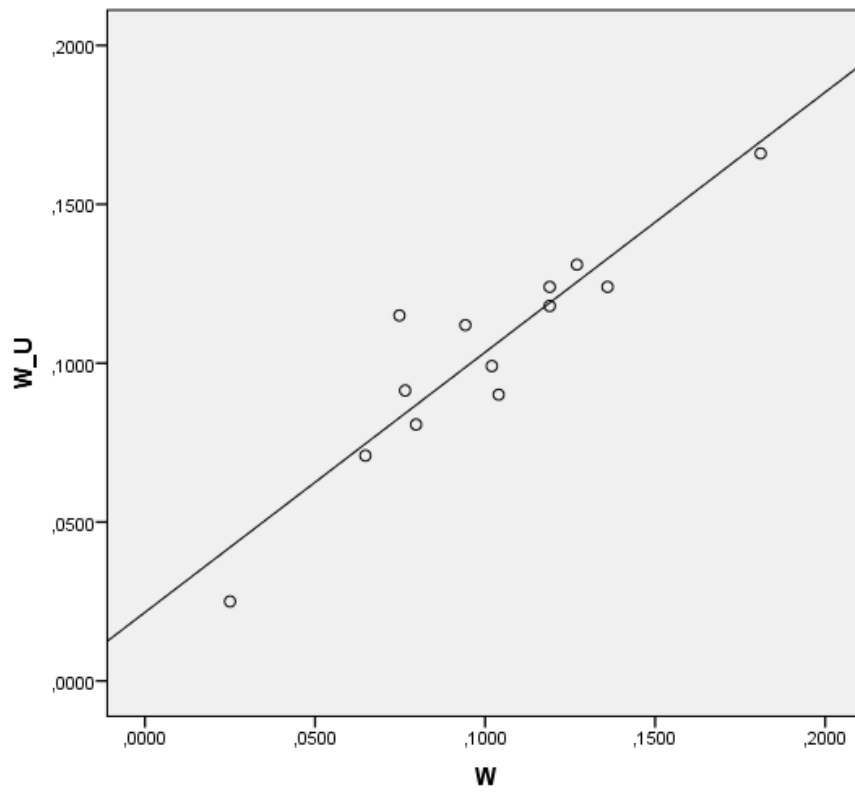
9.7.2014



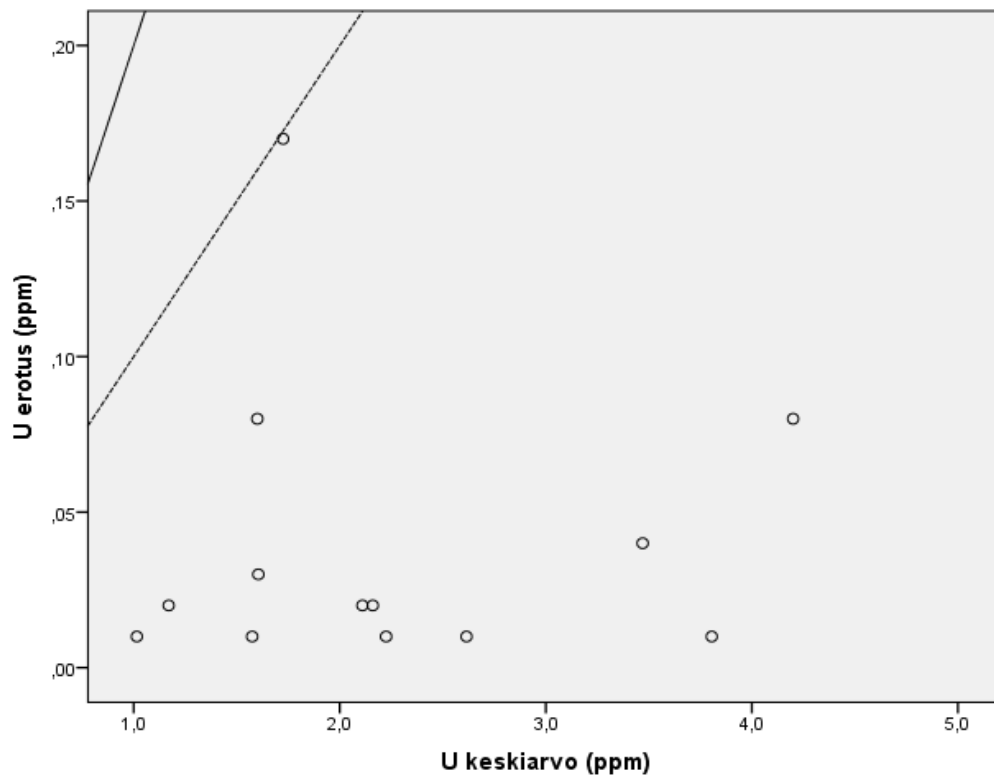
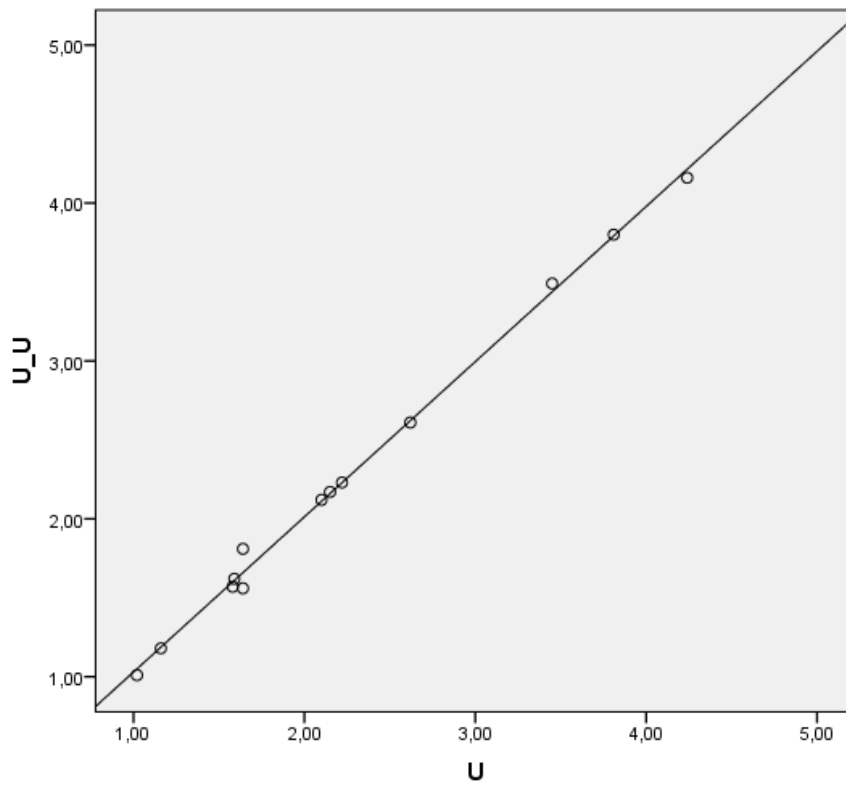
9.7.2014



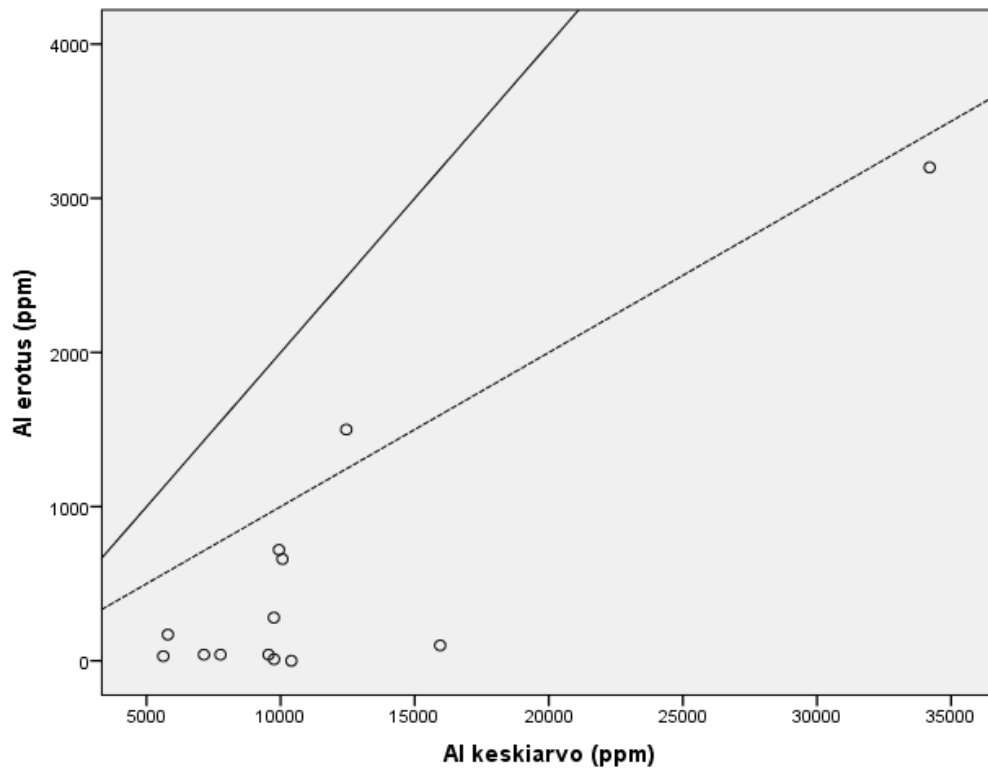
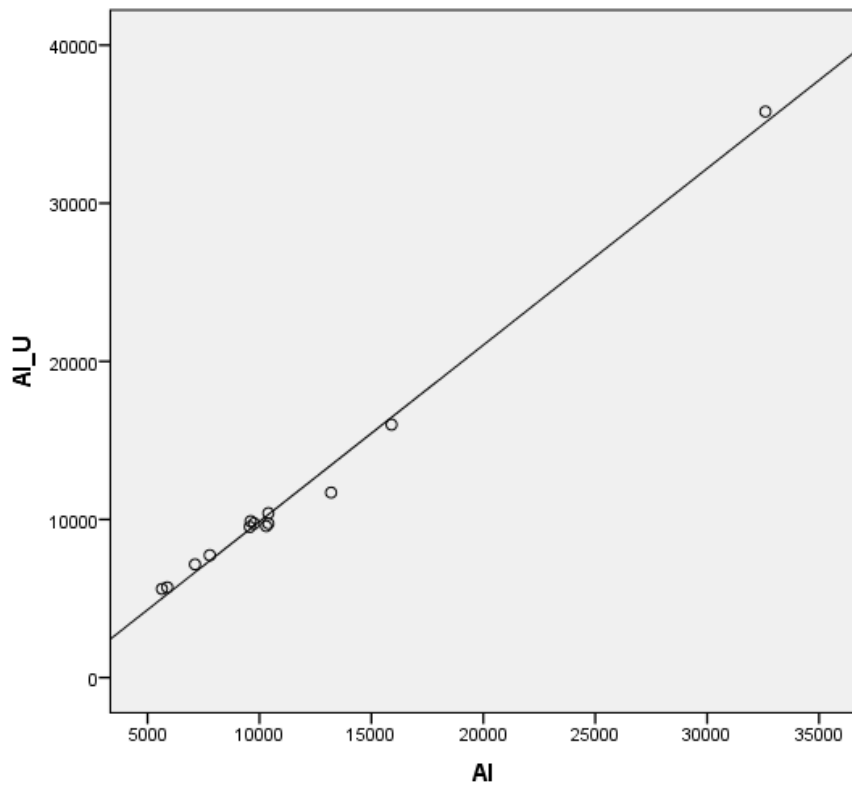
9.7.2014



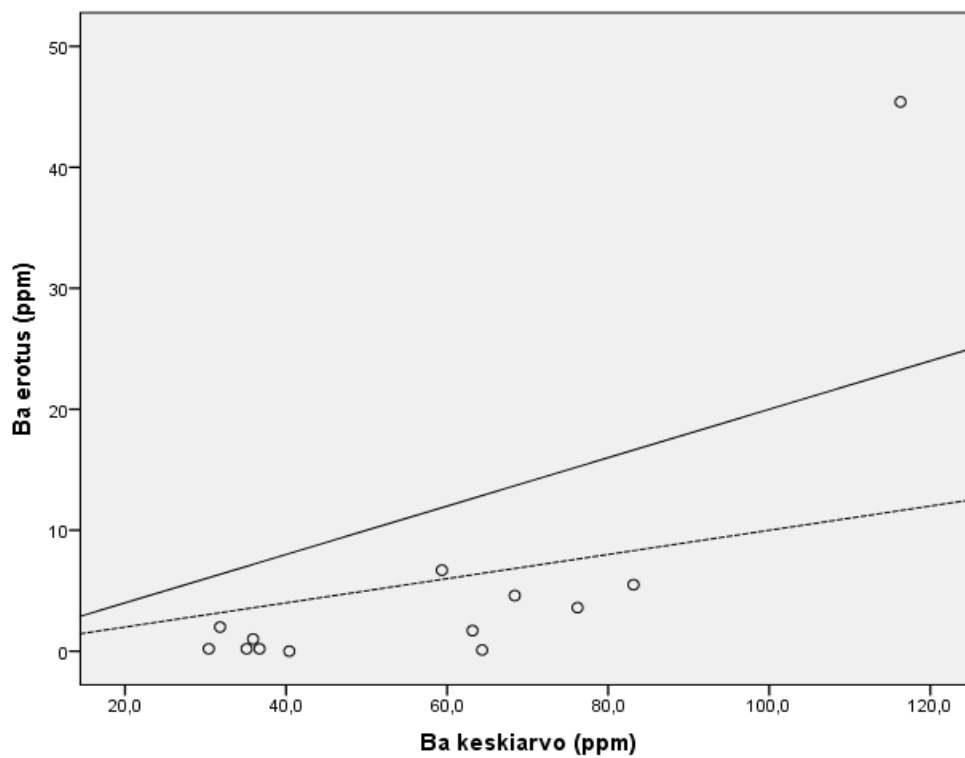
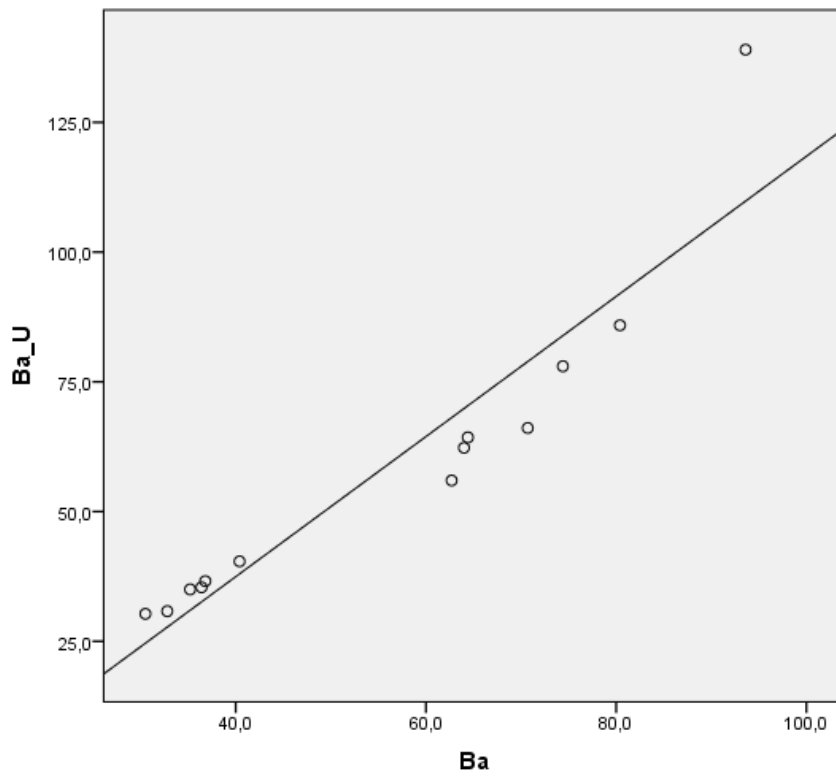
9.7.2014



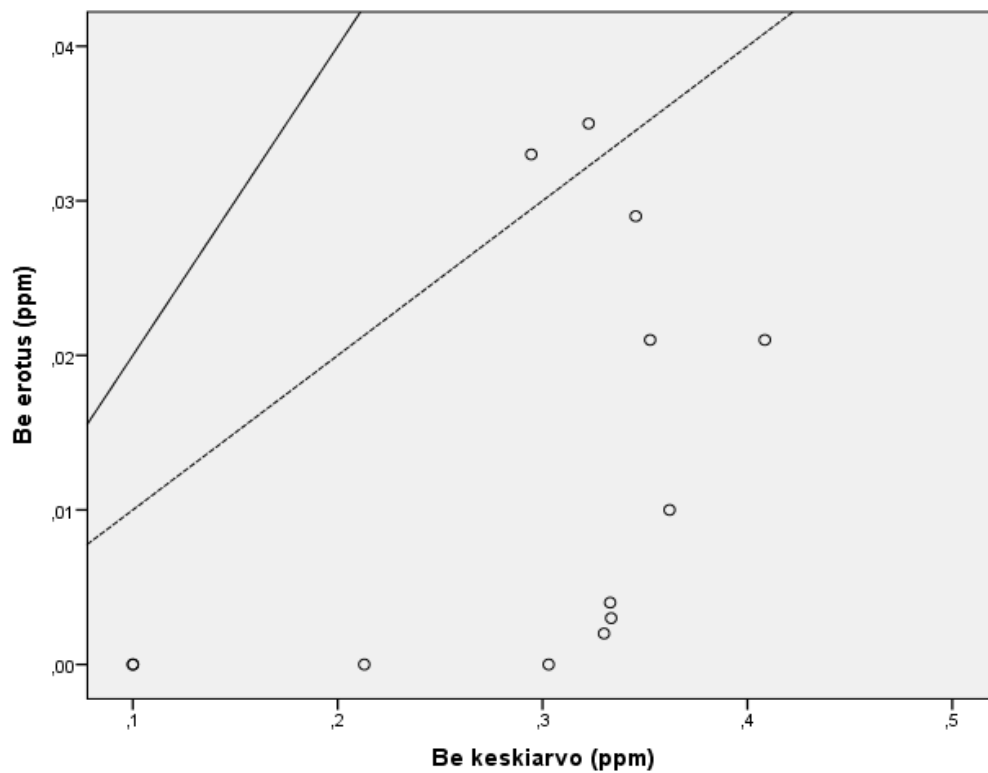
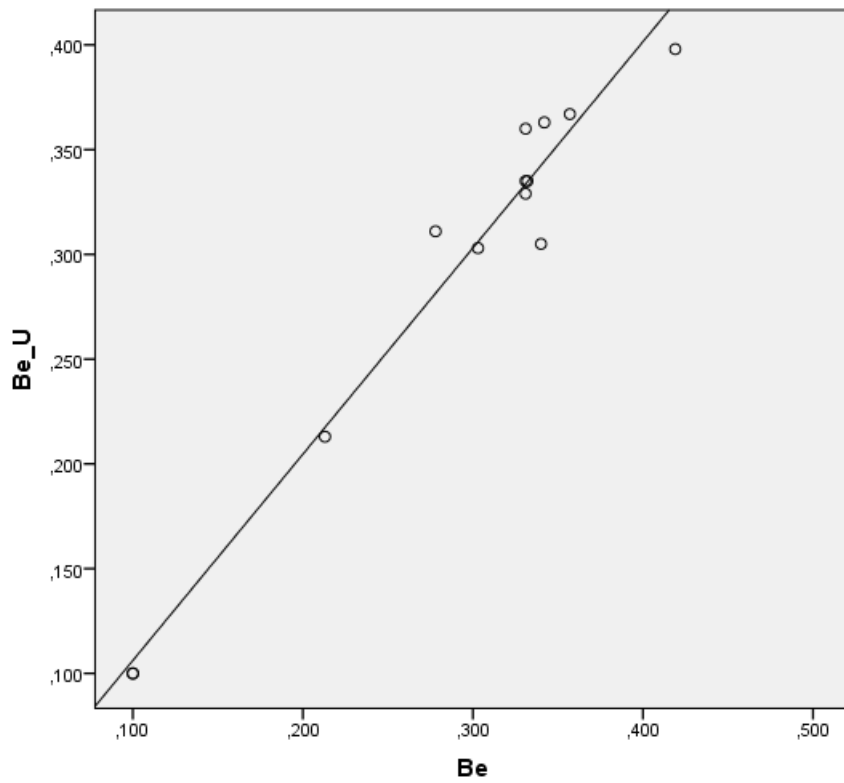
9.7.2014



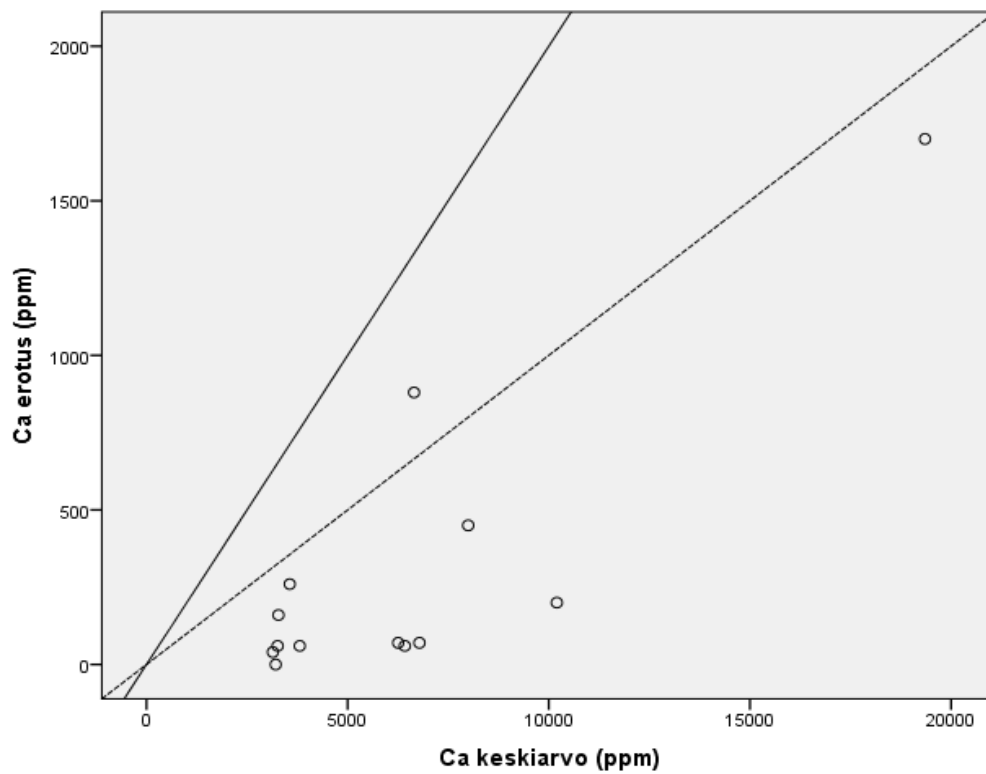
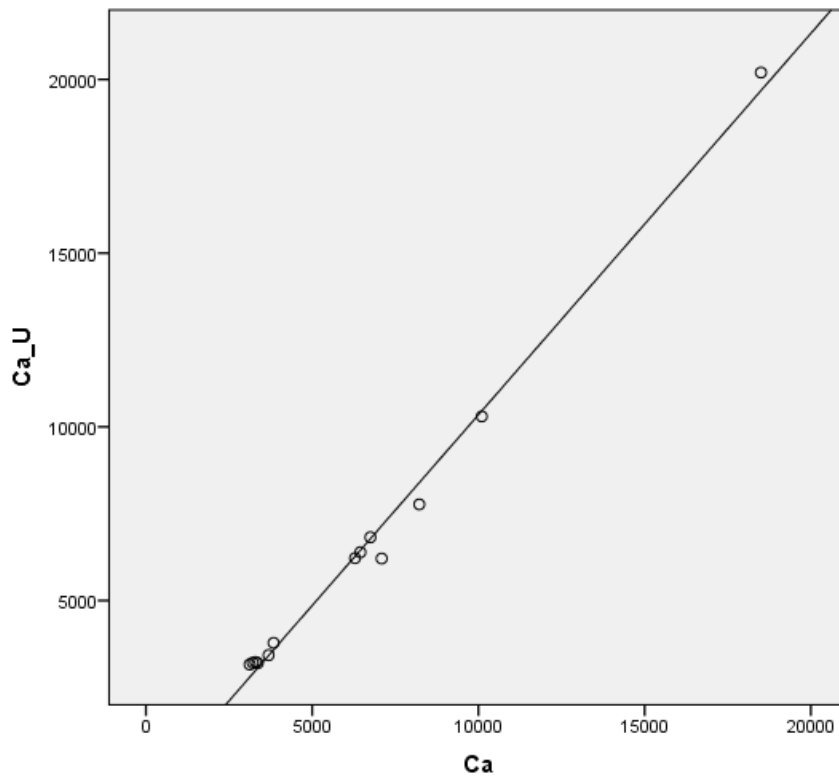
9.7.2014



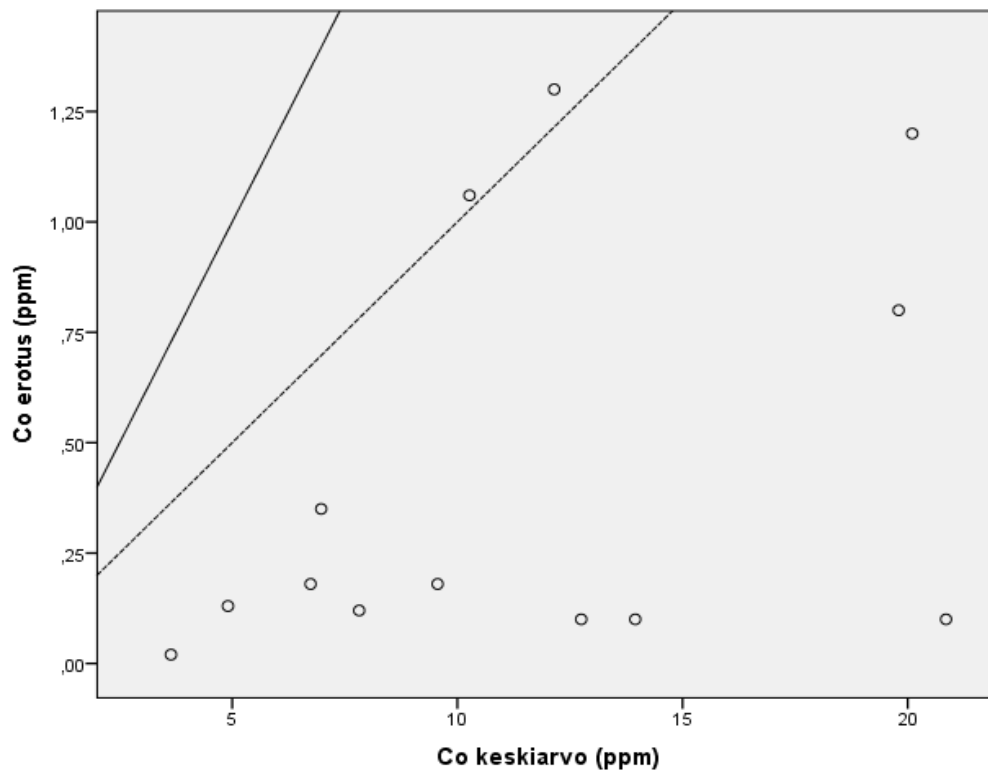
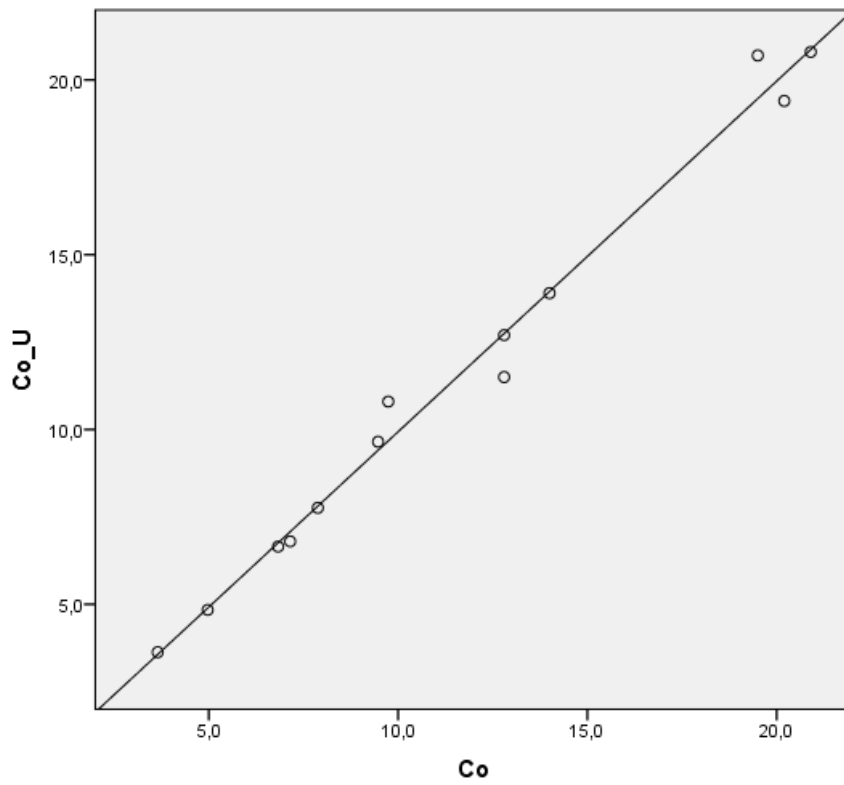
9.7.2014



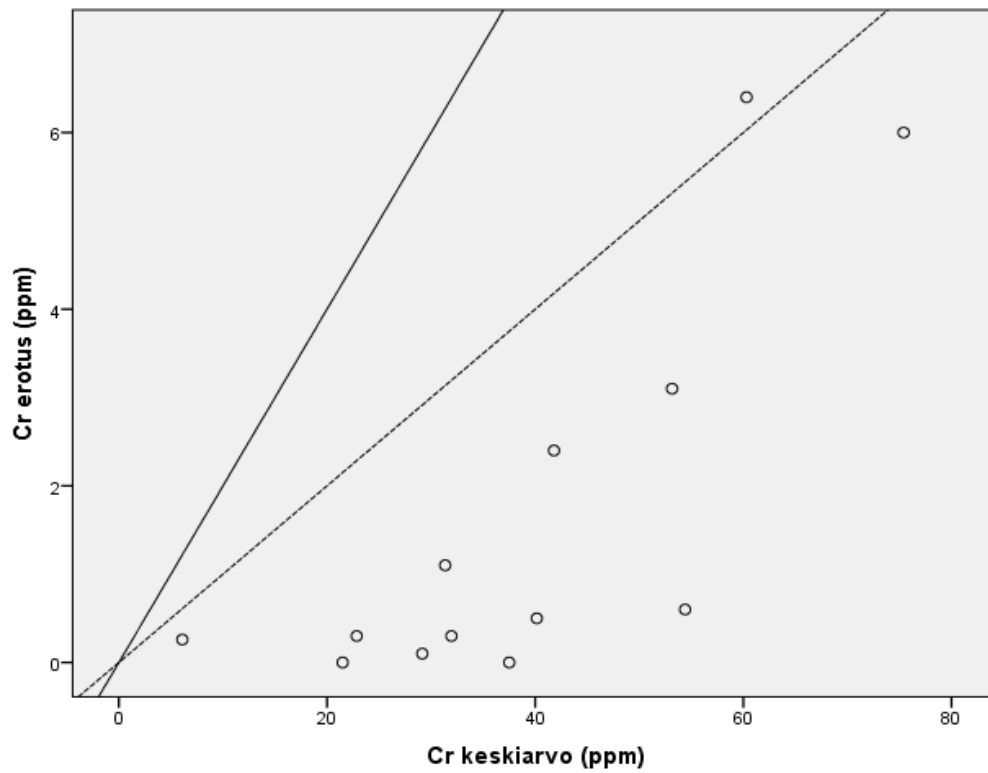
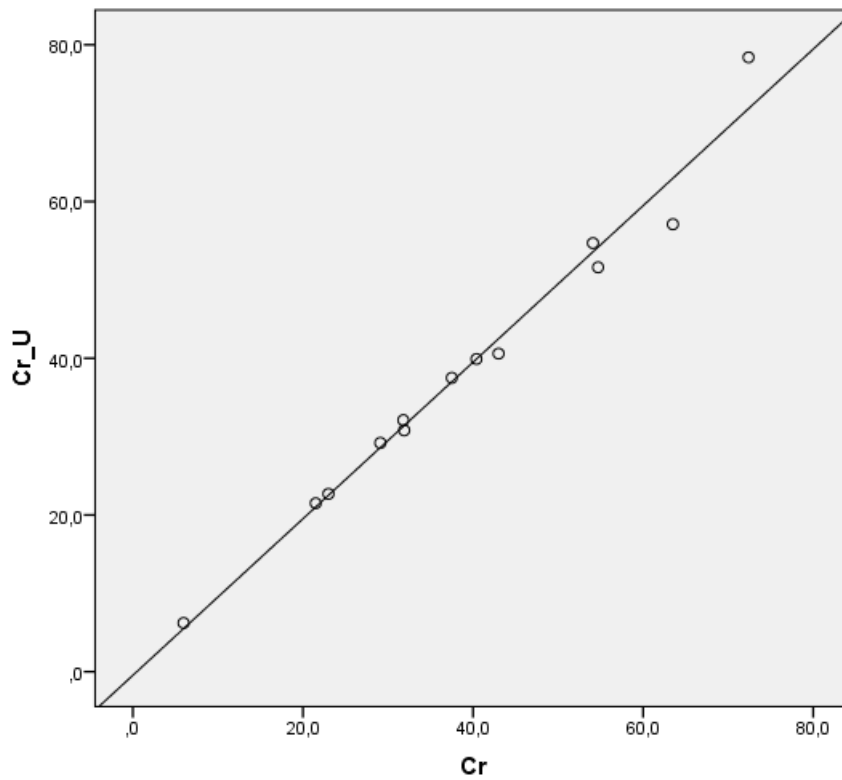
9.7.2014



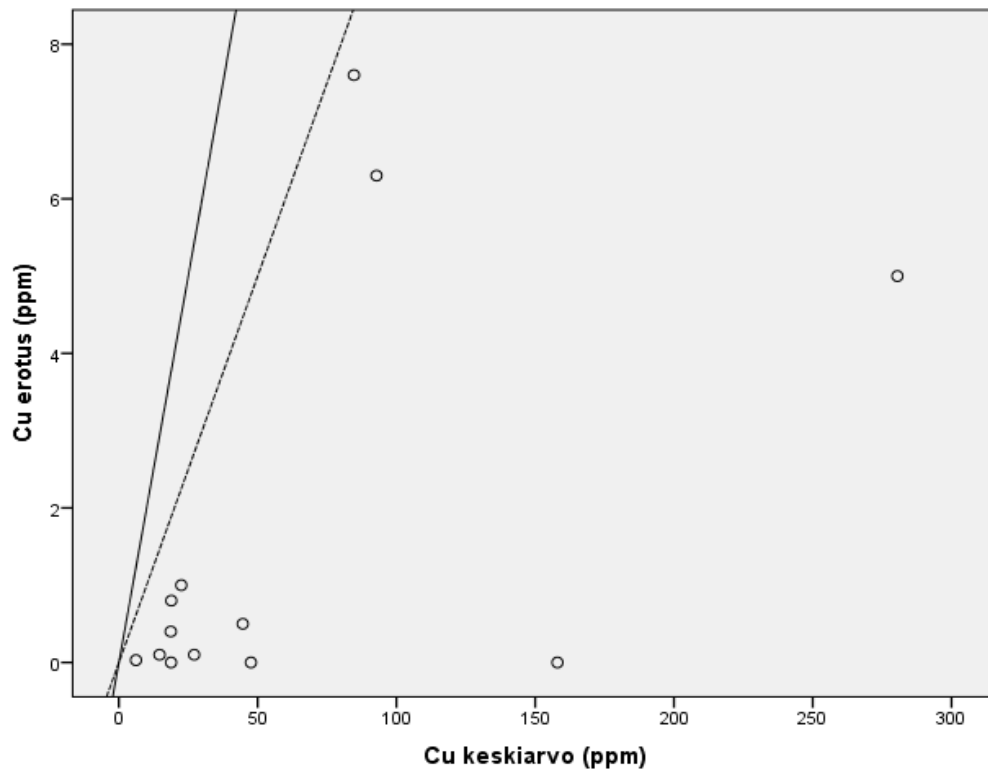
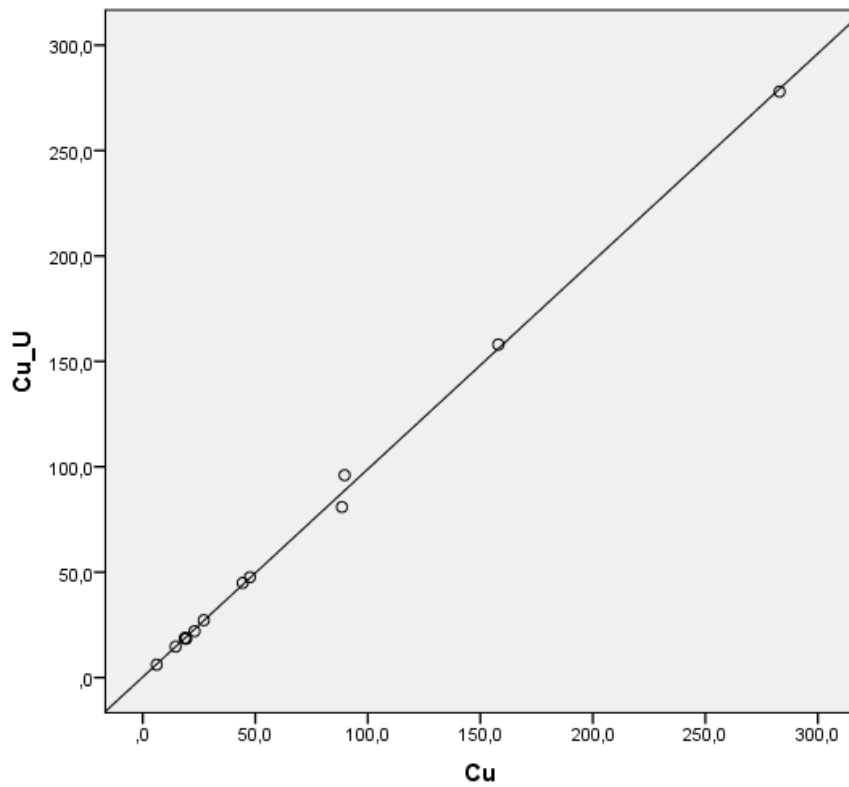
9.7.2014



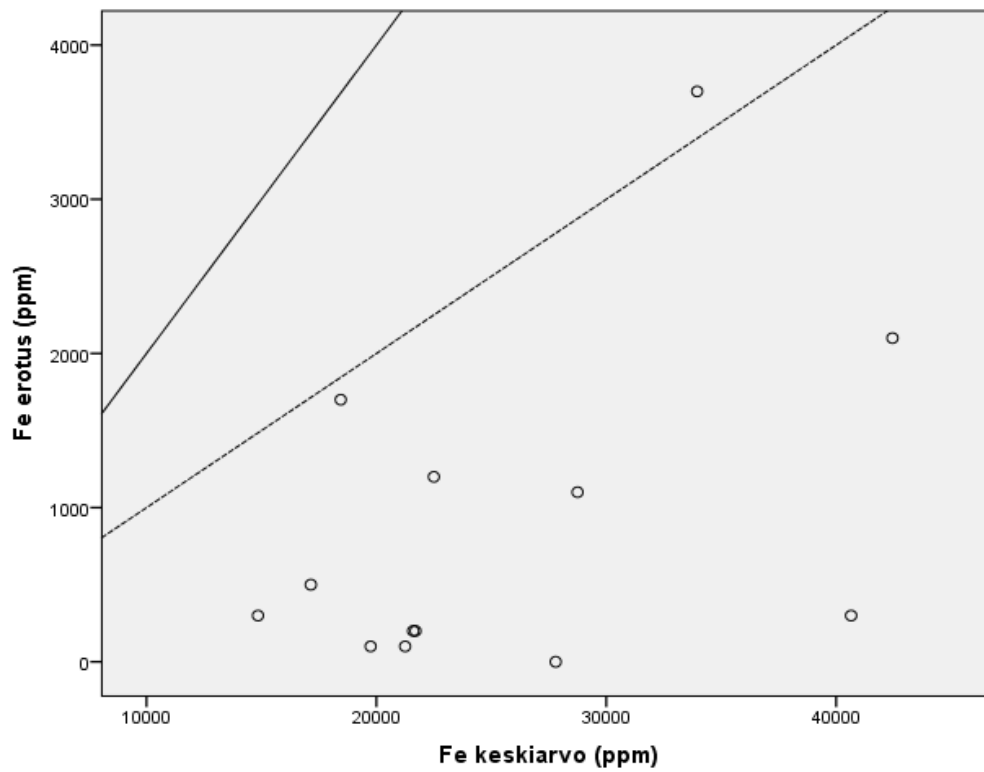
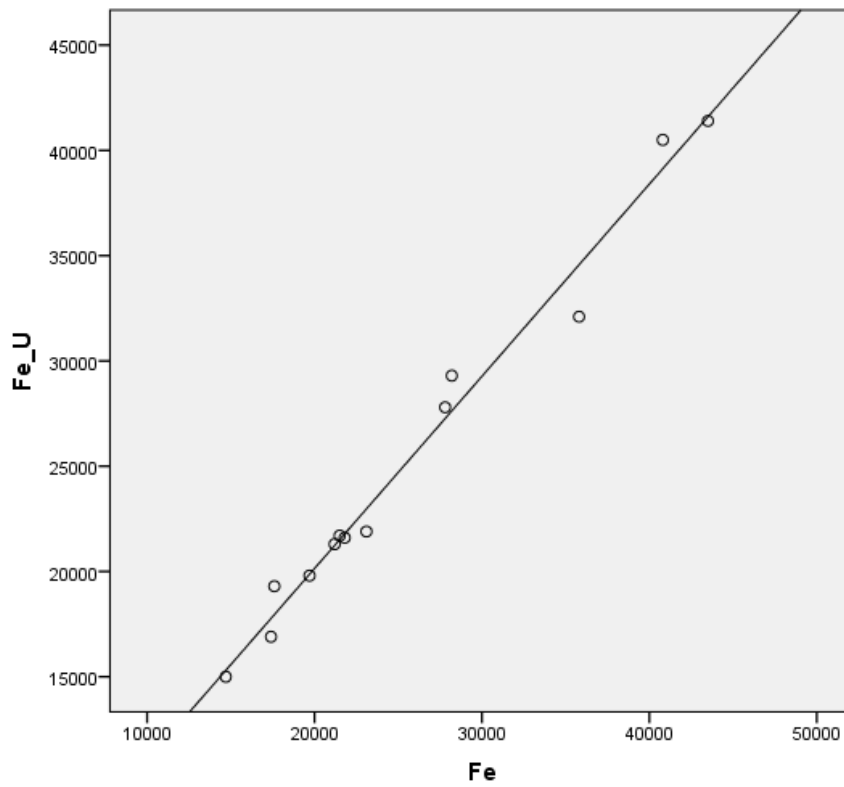
9.7.2014



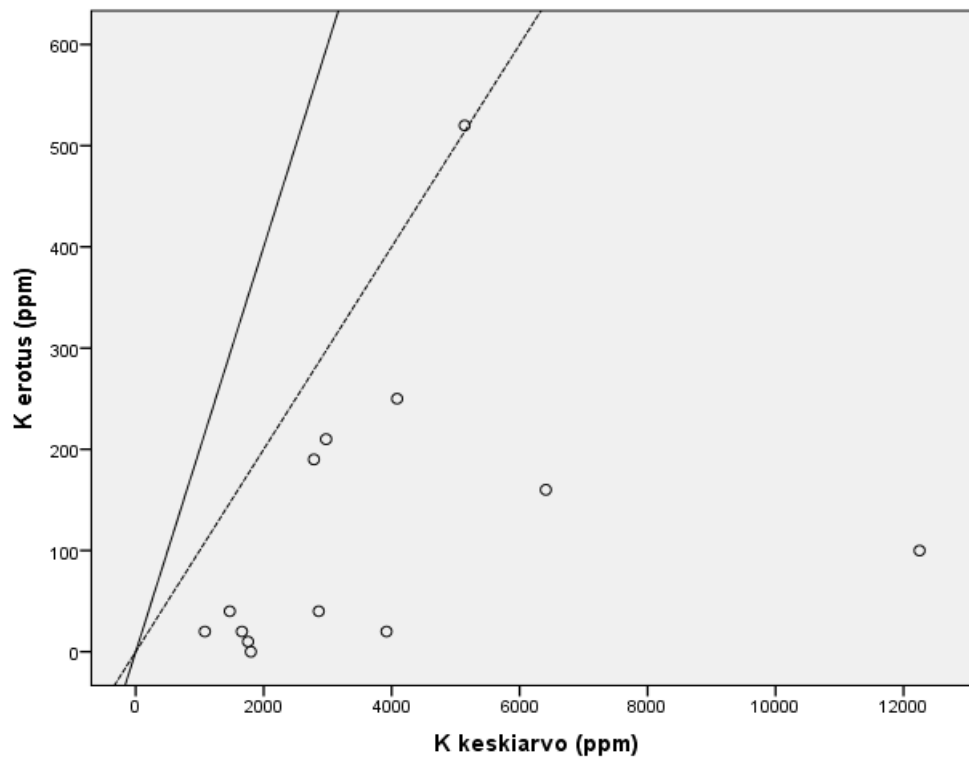
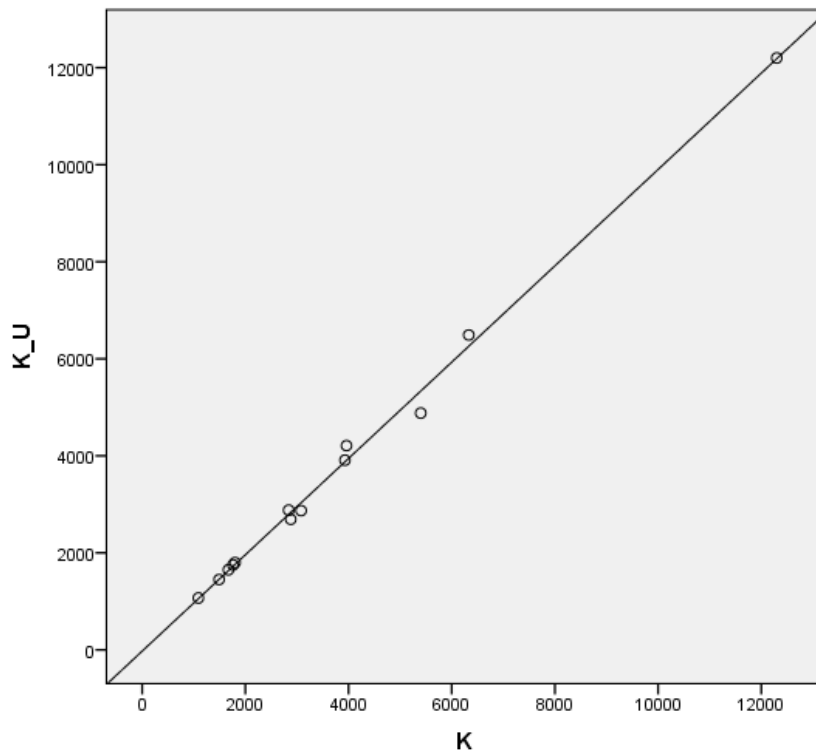
9.7.2014



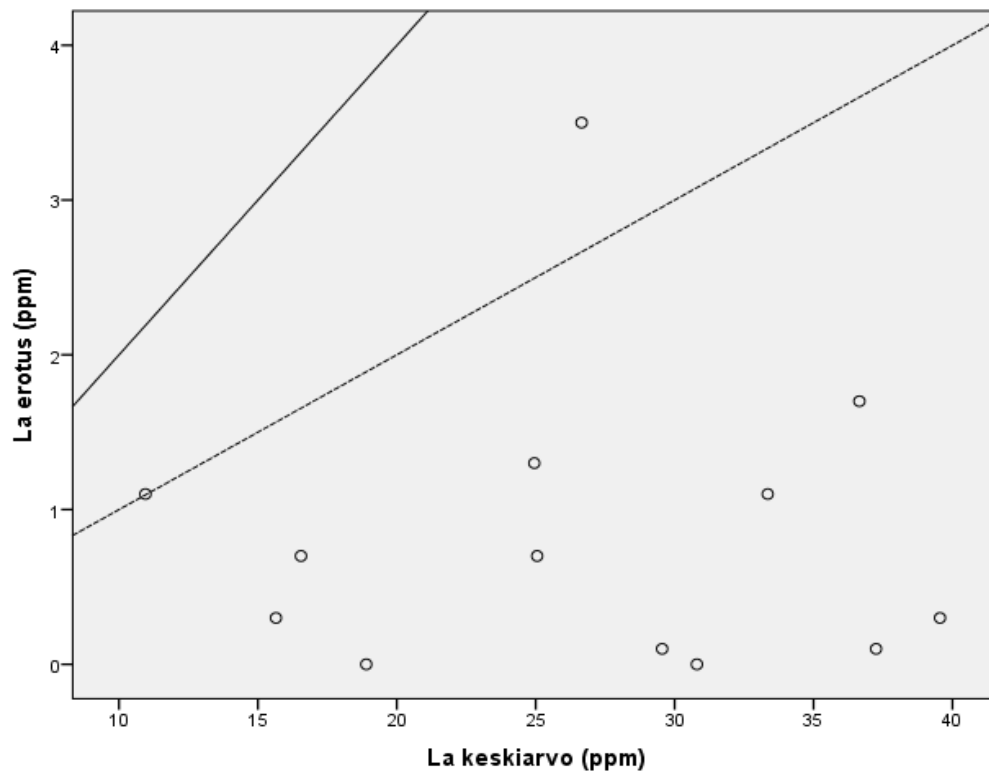
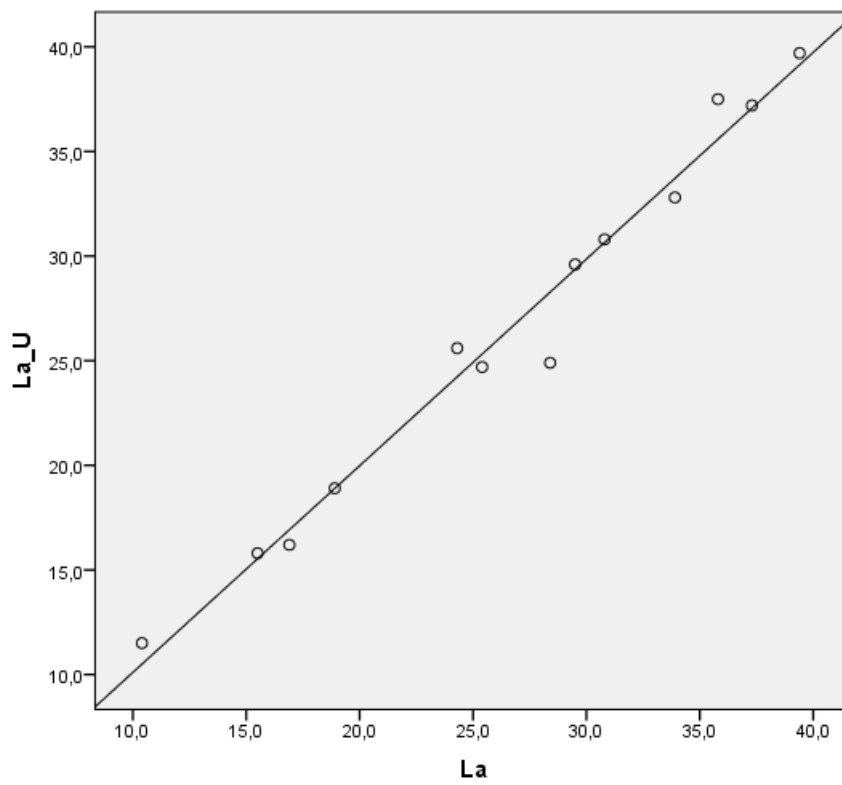
9.7.2014



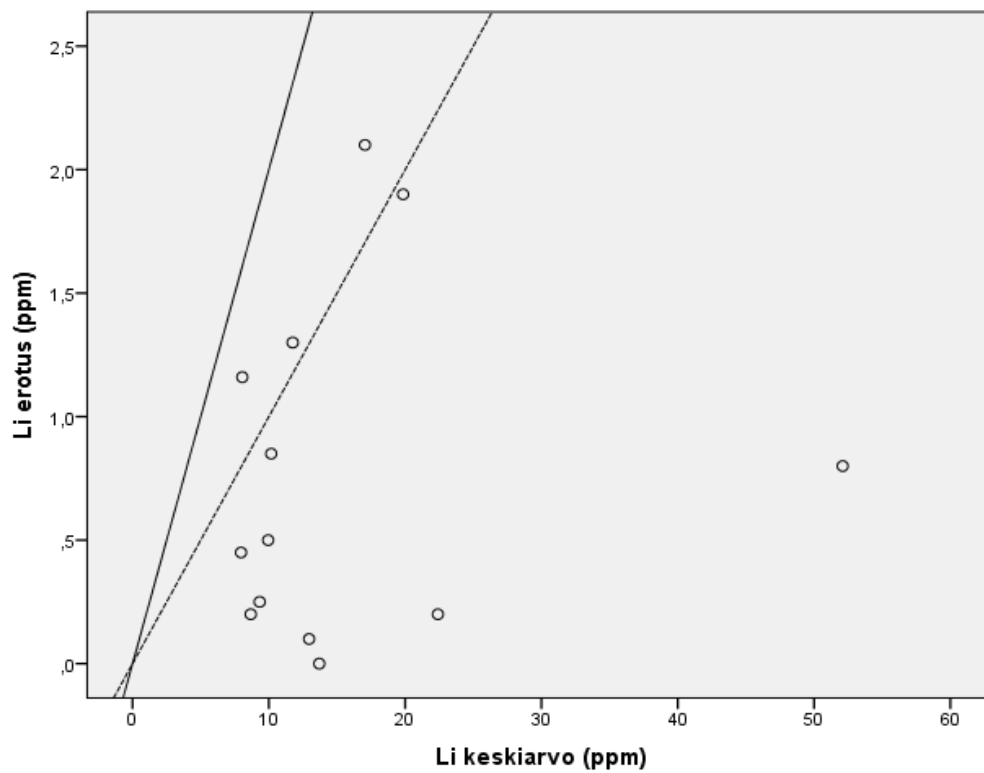
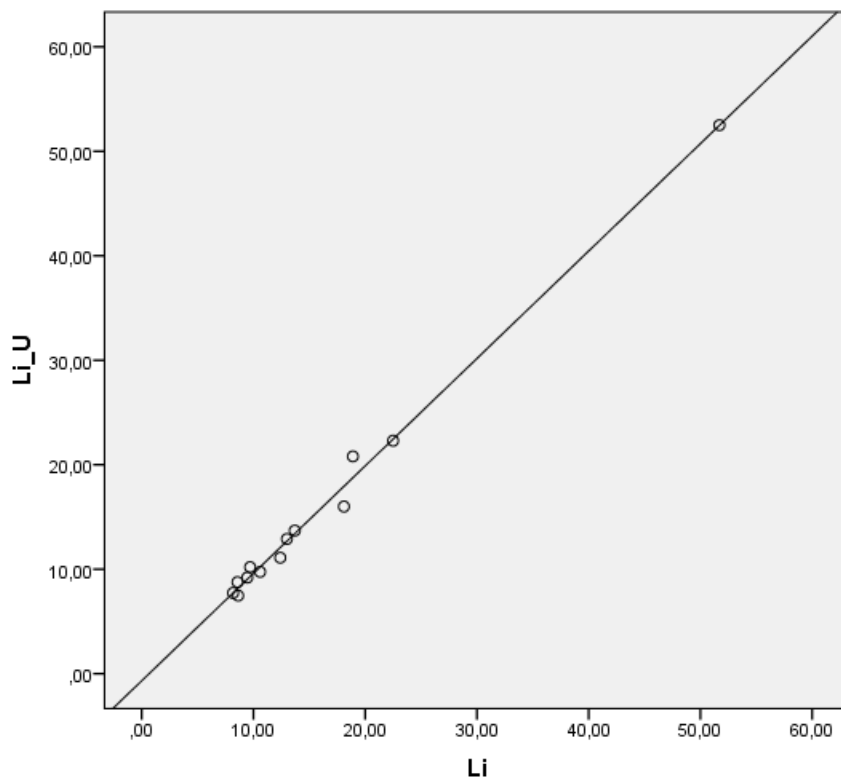
9.7.2014



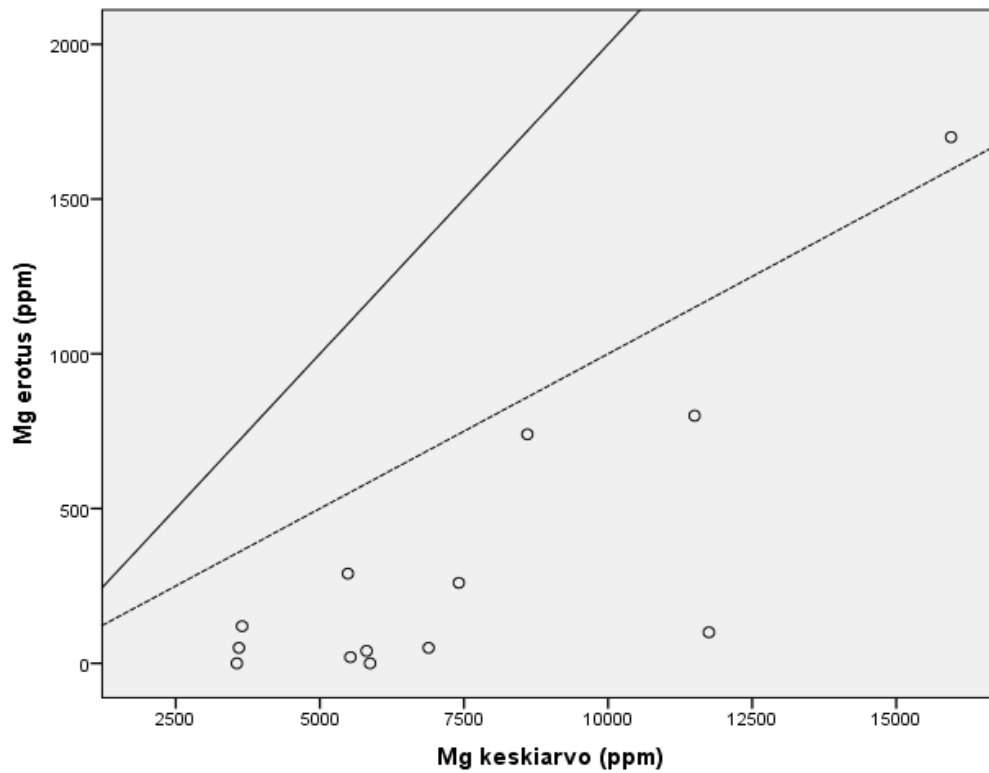
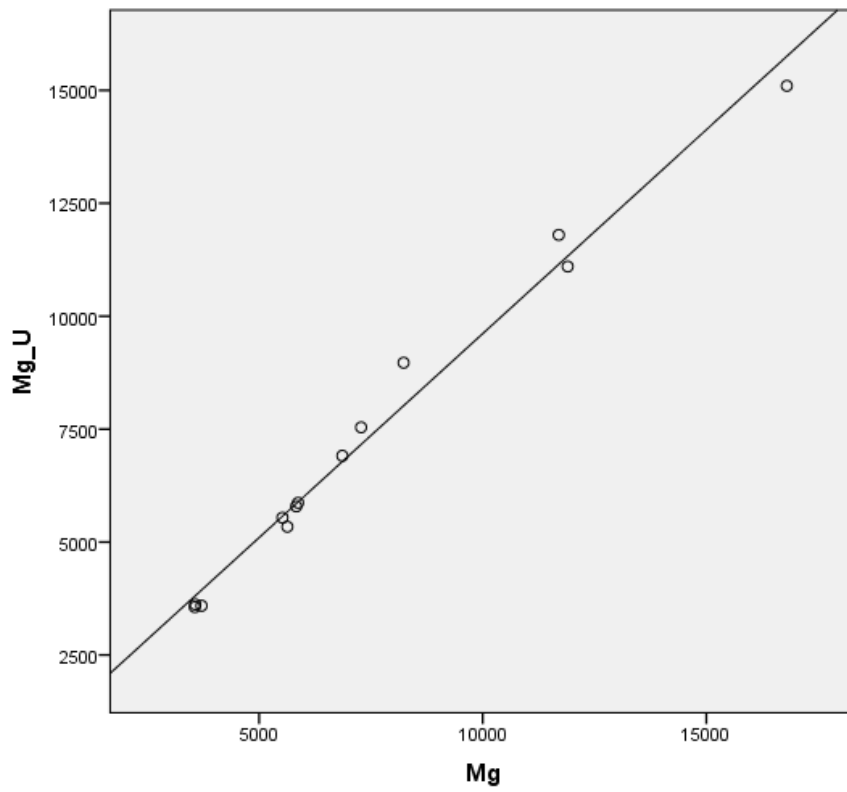
9.7.2014



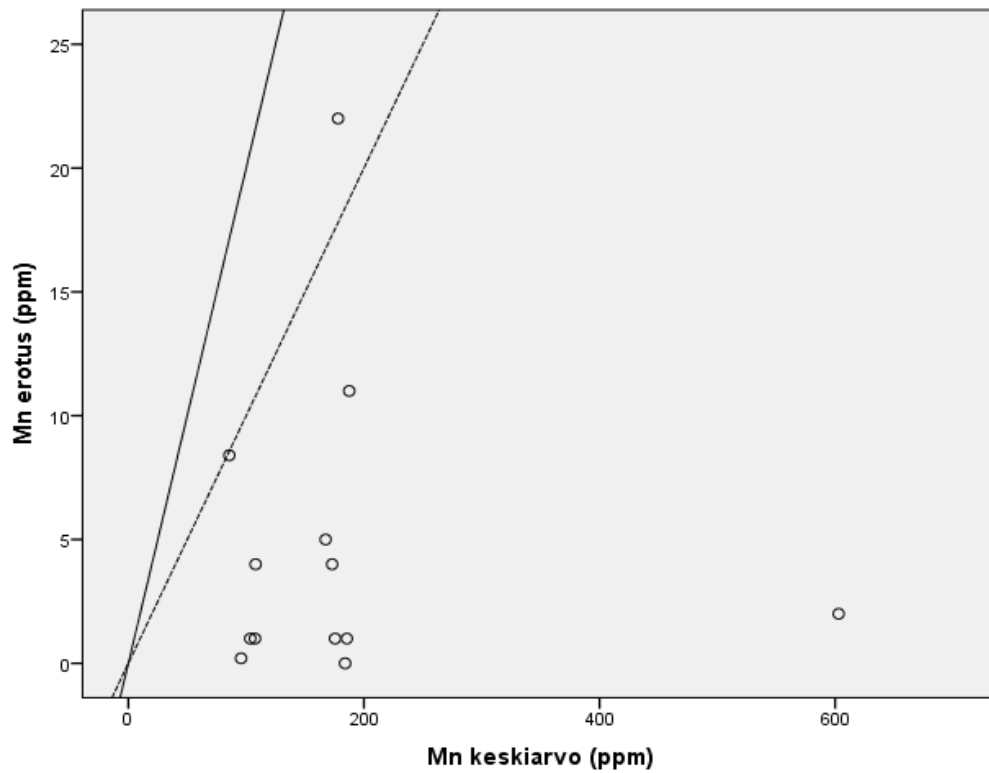
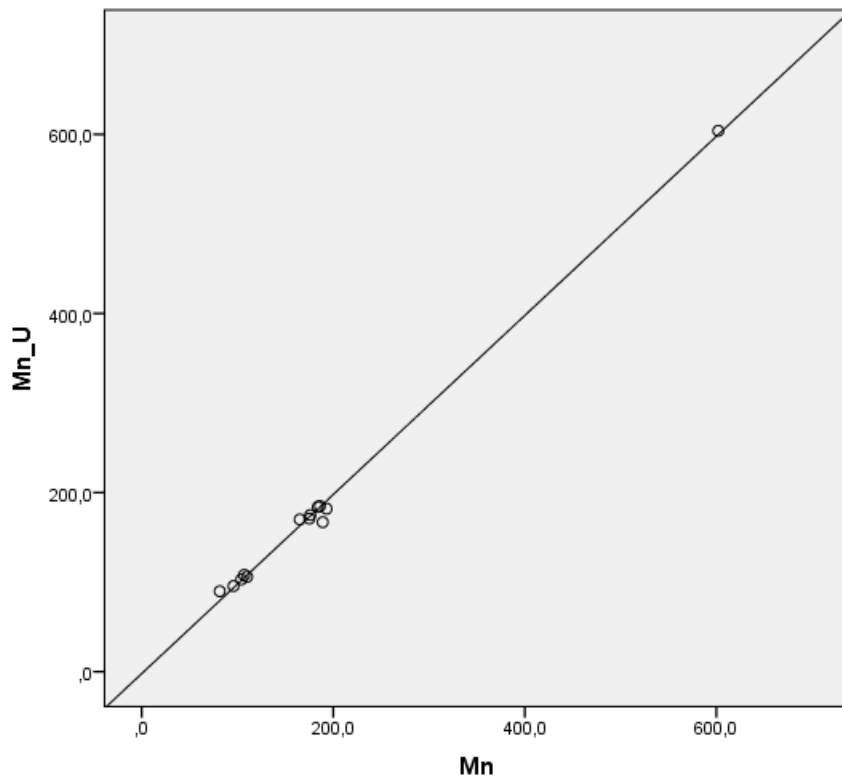
9.7.2014



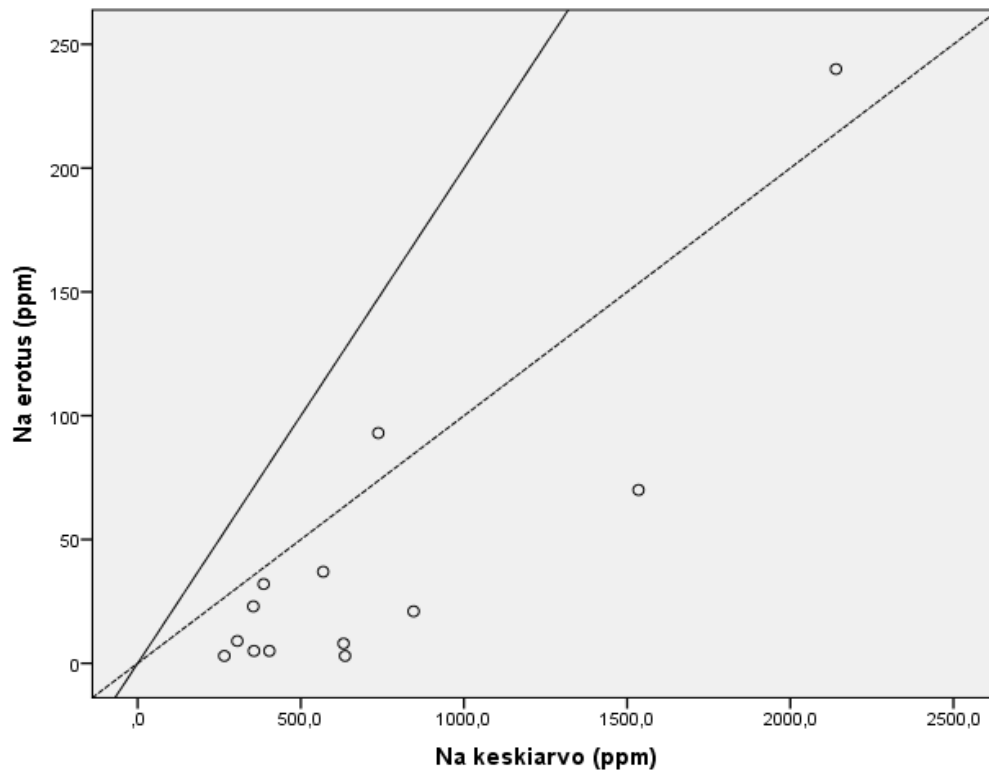
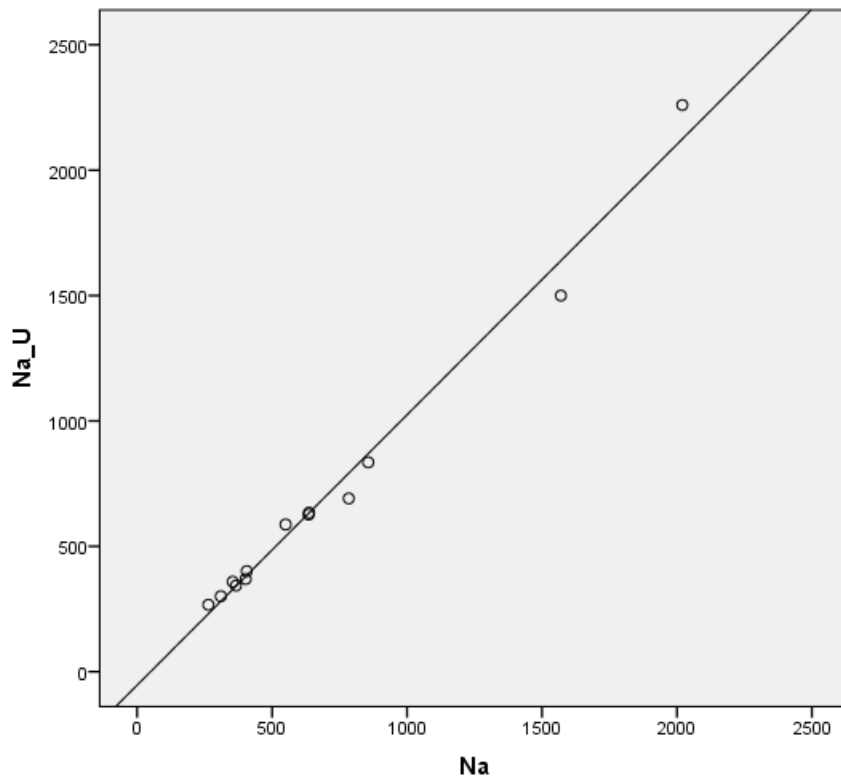
9.7.2014



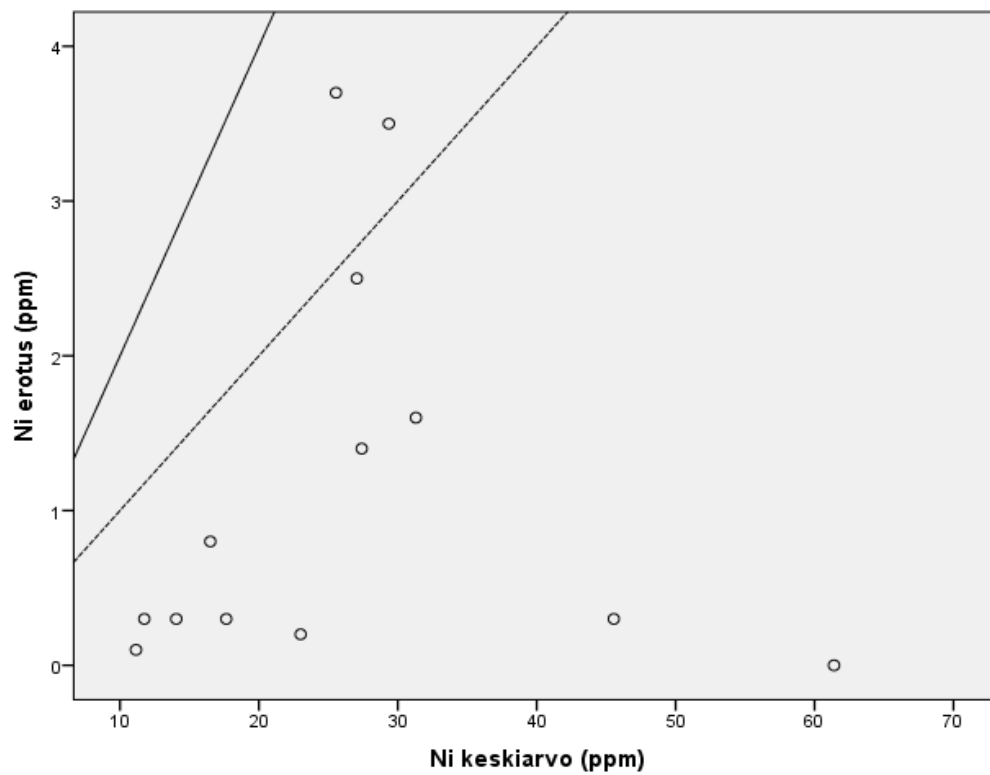
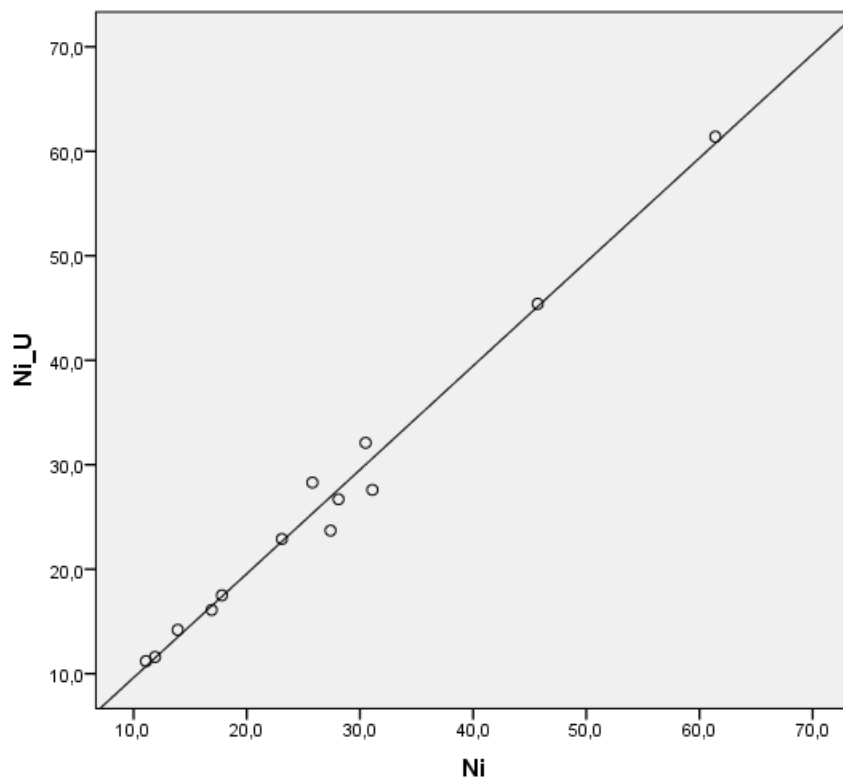
9.7.2014



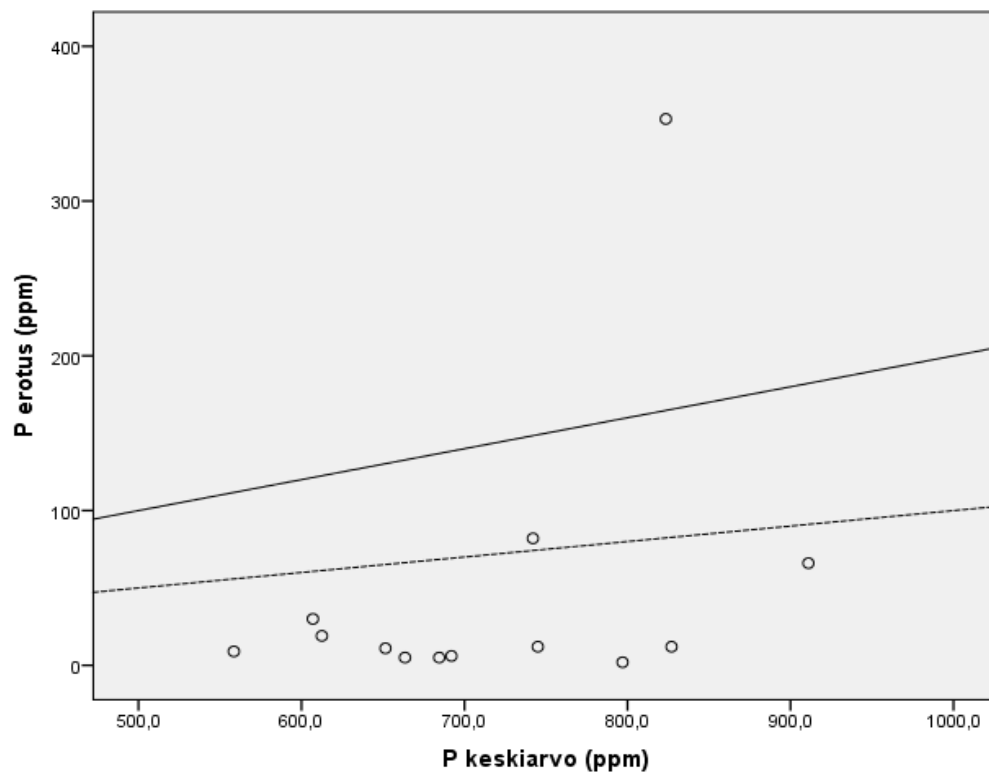
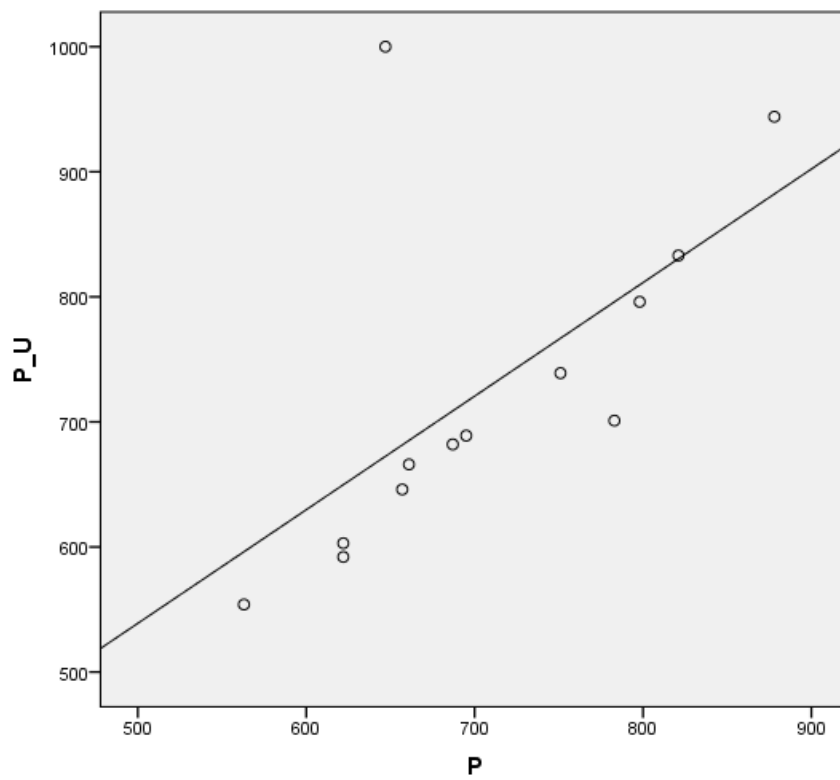
9.7.2014



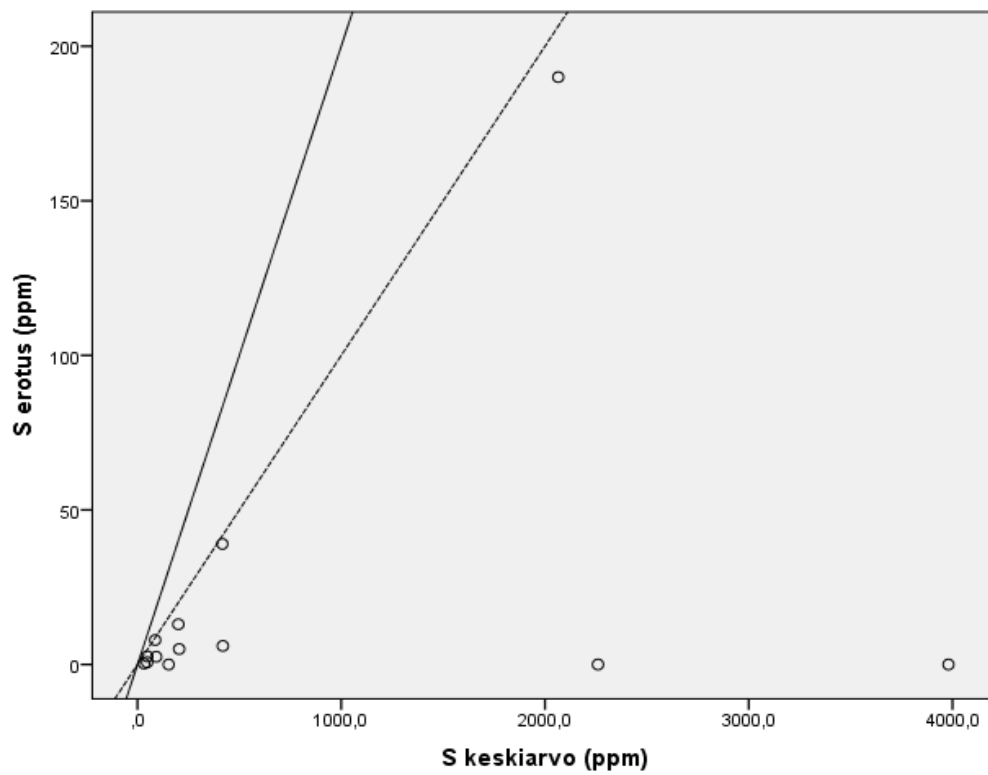
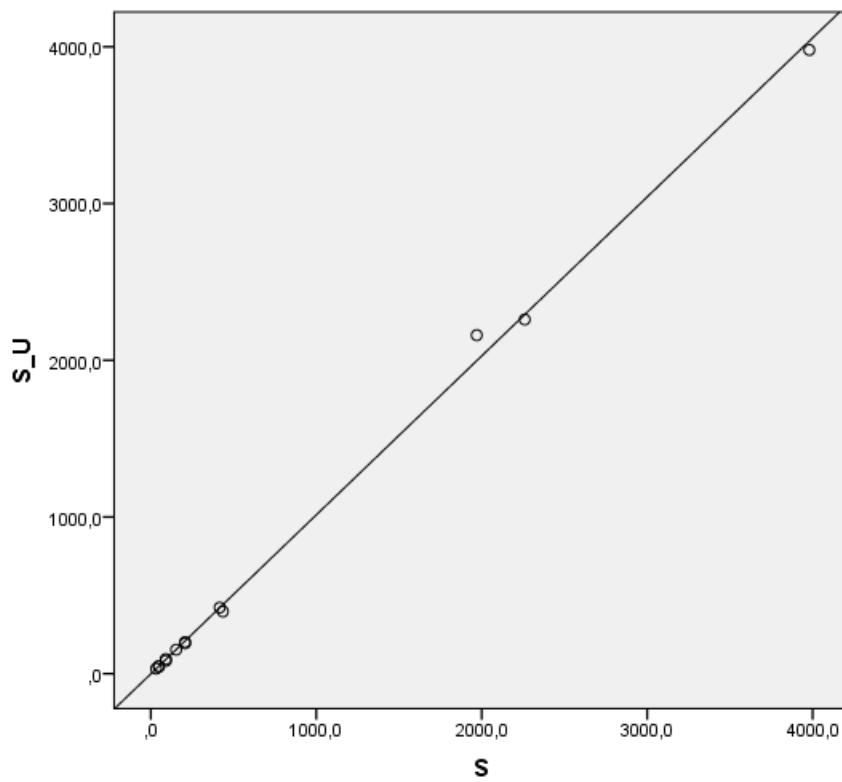
9.7.2014



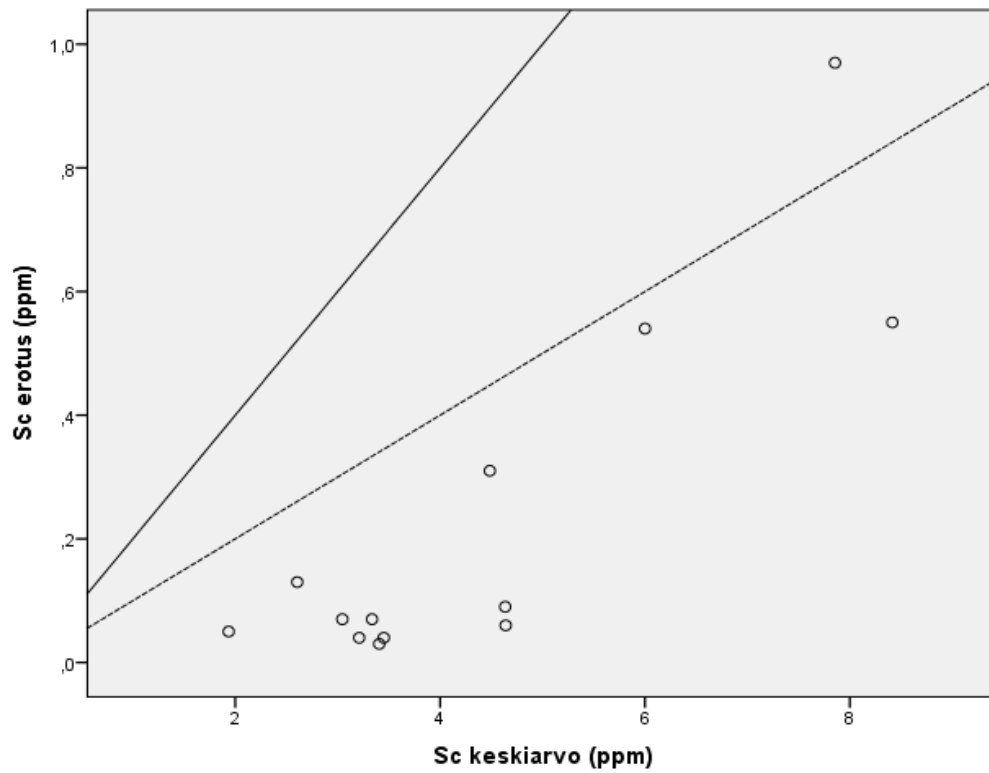
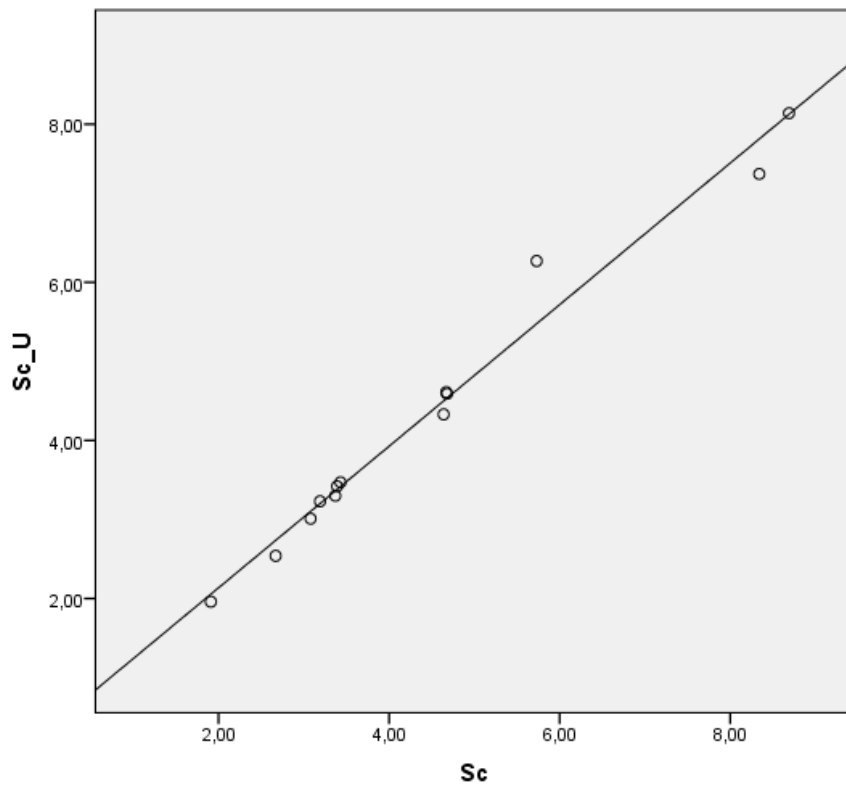
9.7.2014



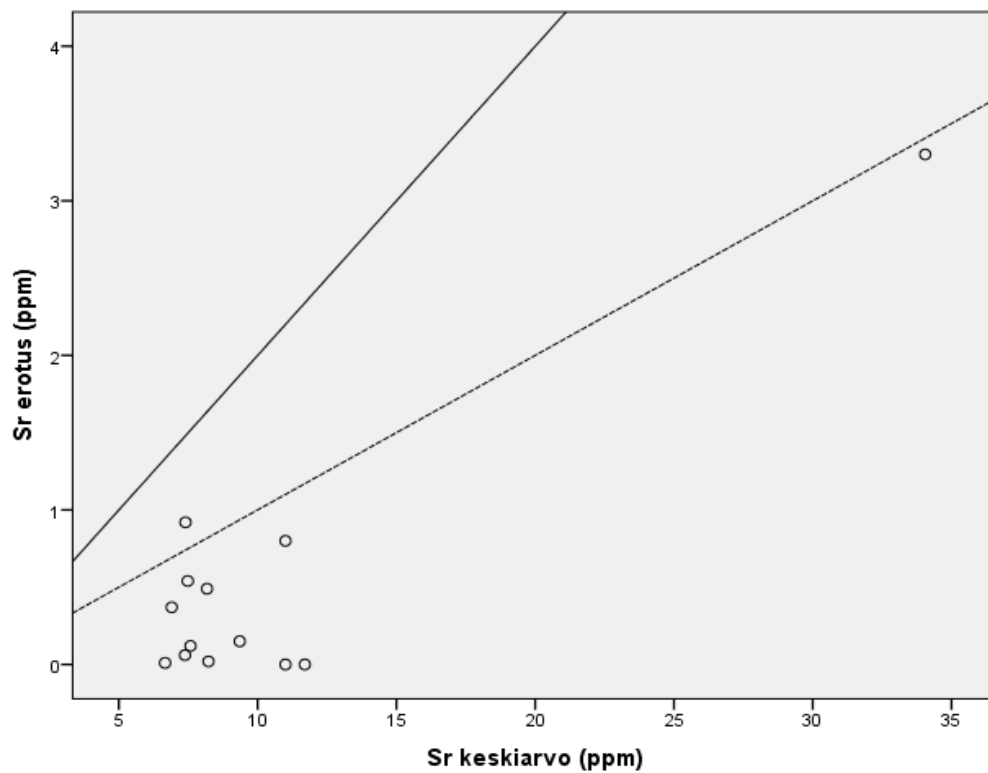
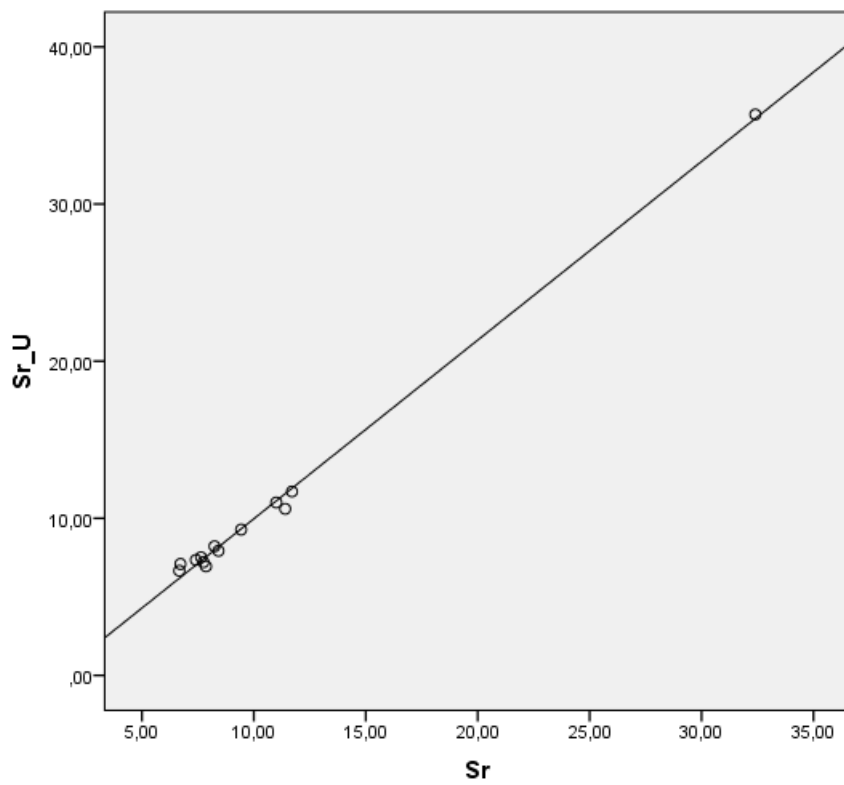
9.7.2014



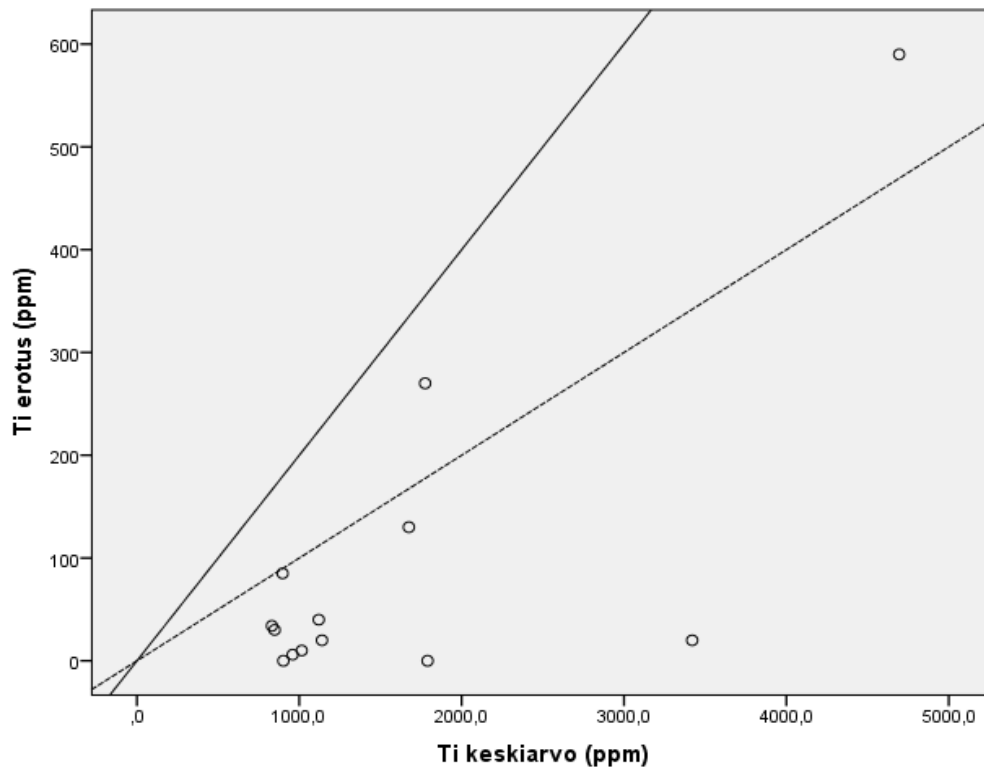
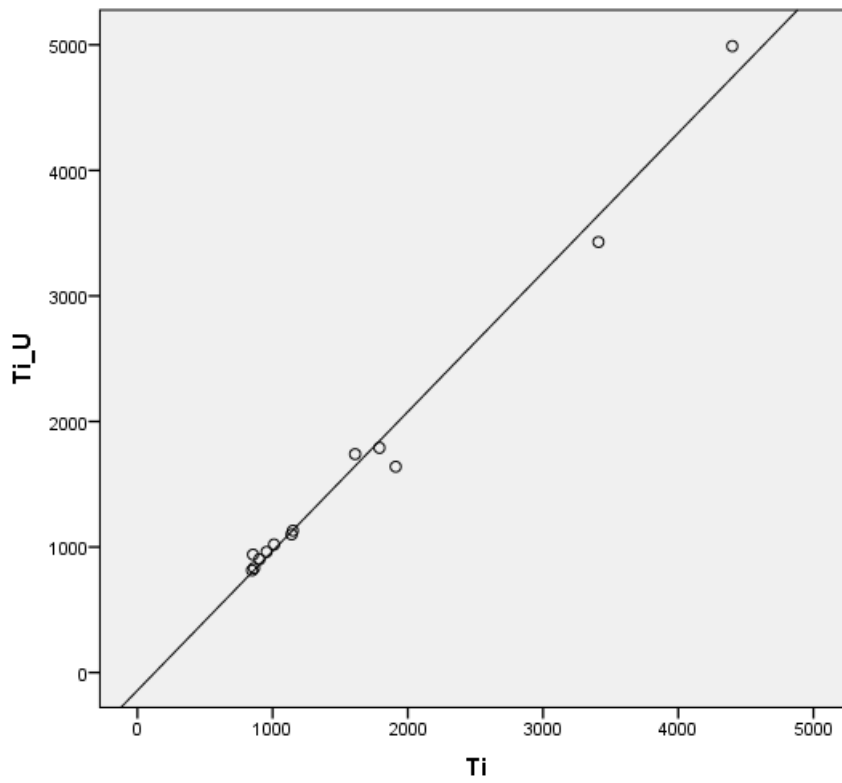
9.7.2014



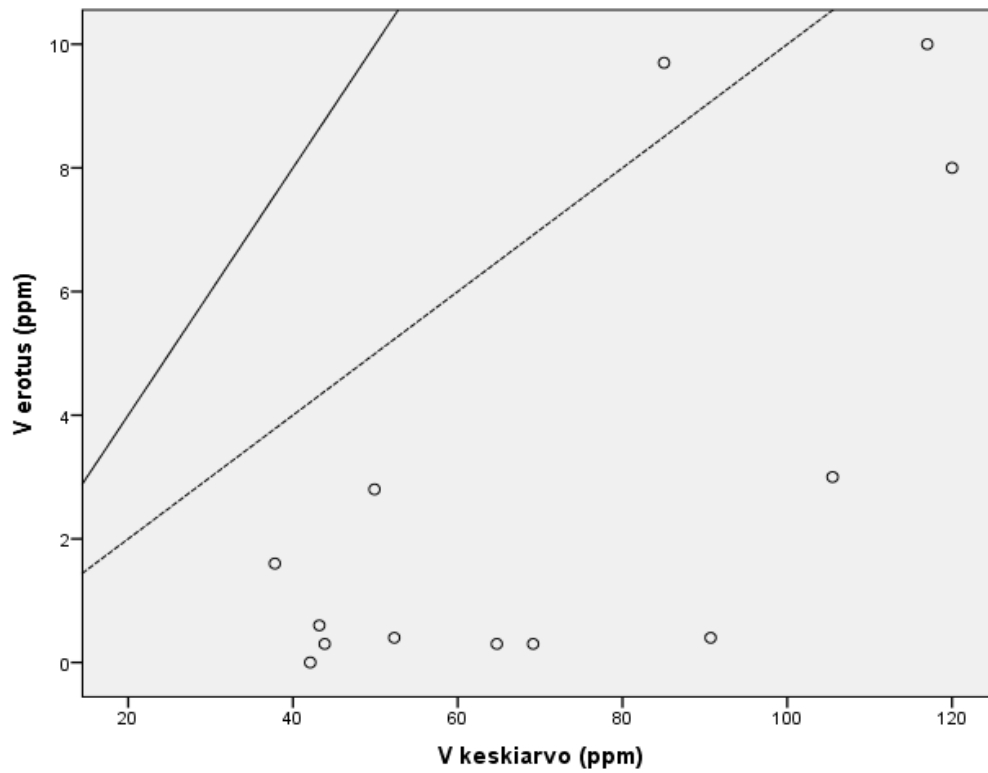
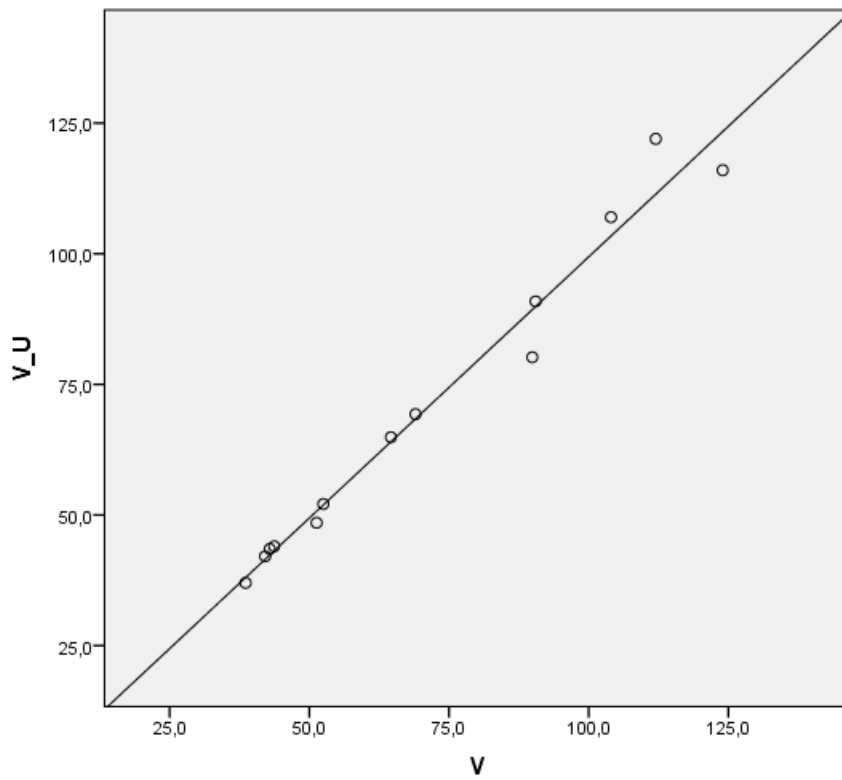
9.7.2014



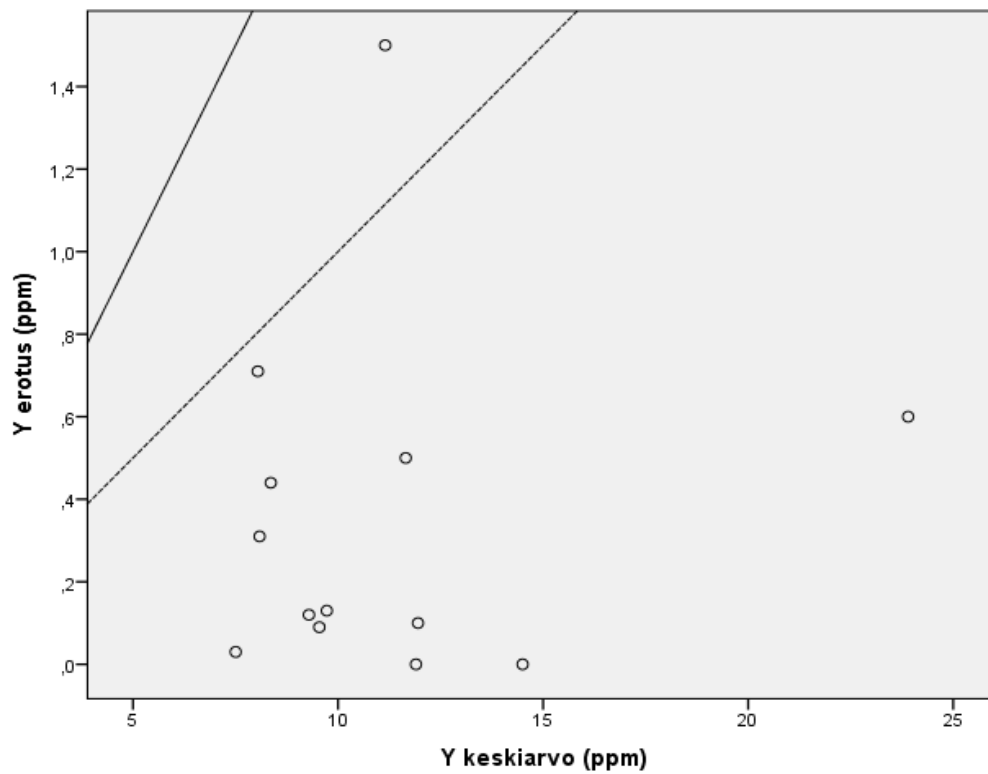
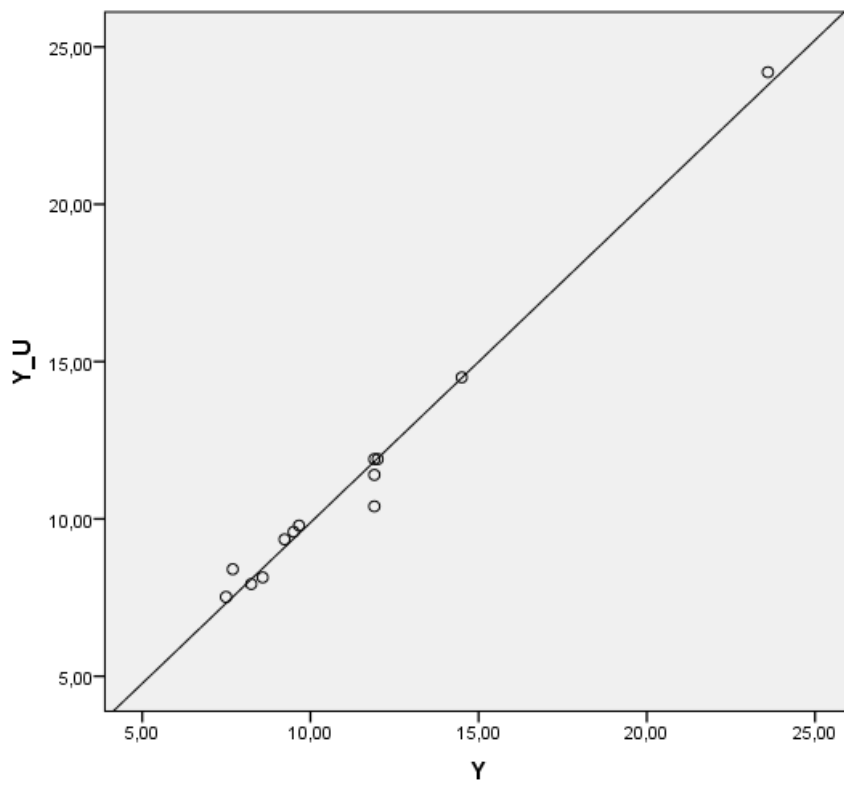
9.7.2014



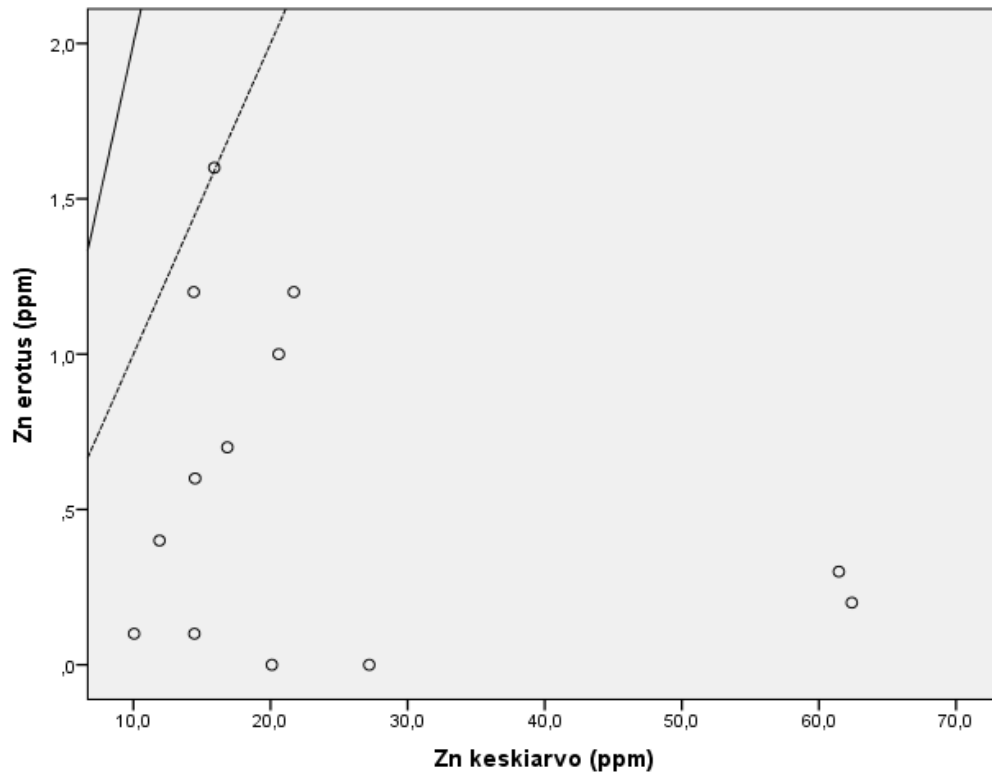
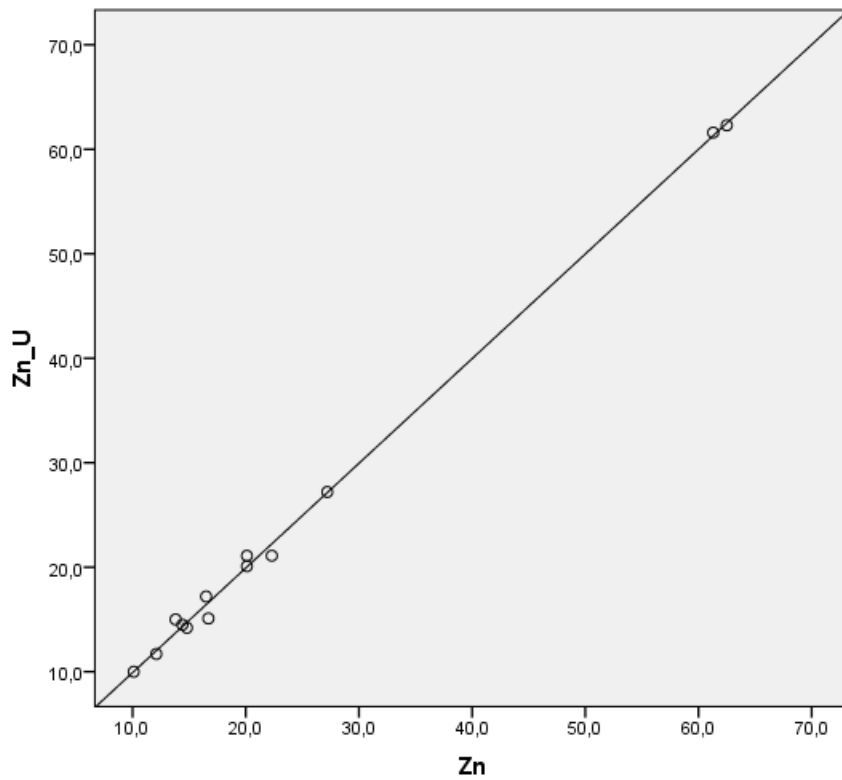
9.7.2014



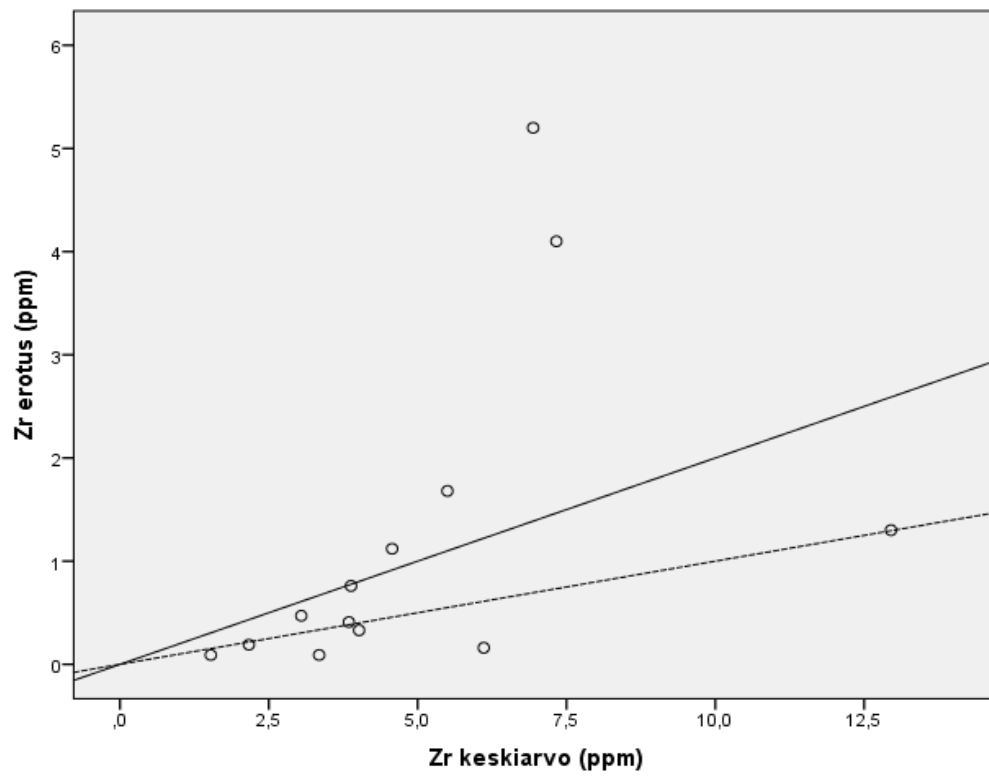
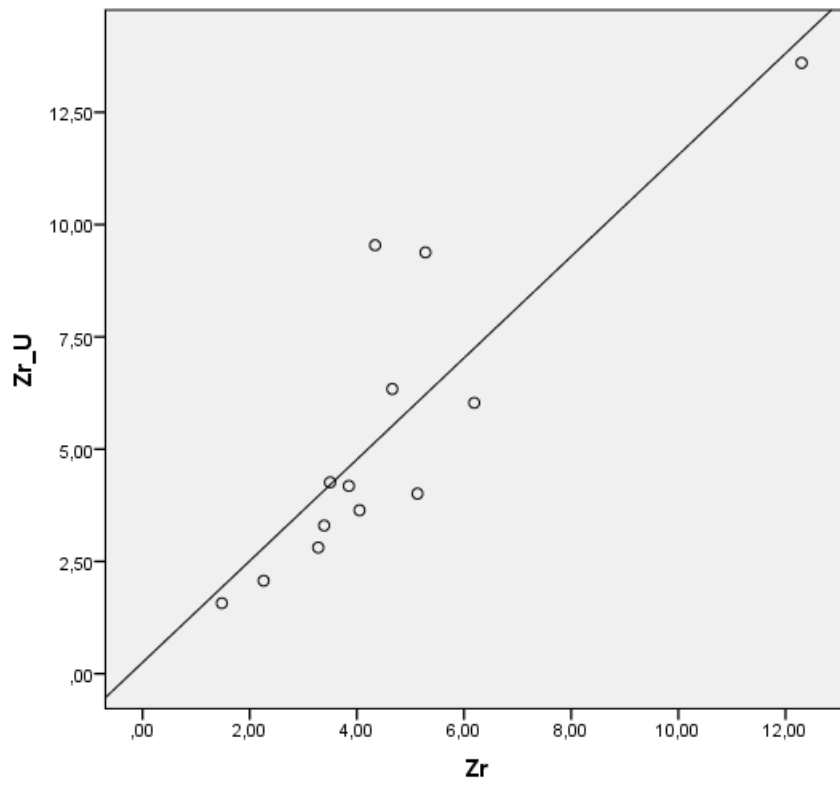
9.7.2014



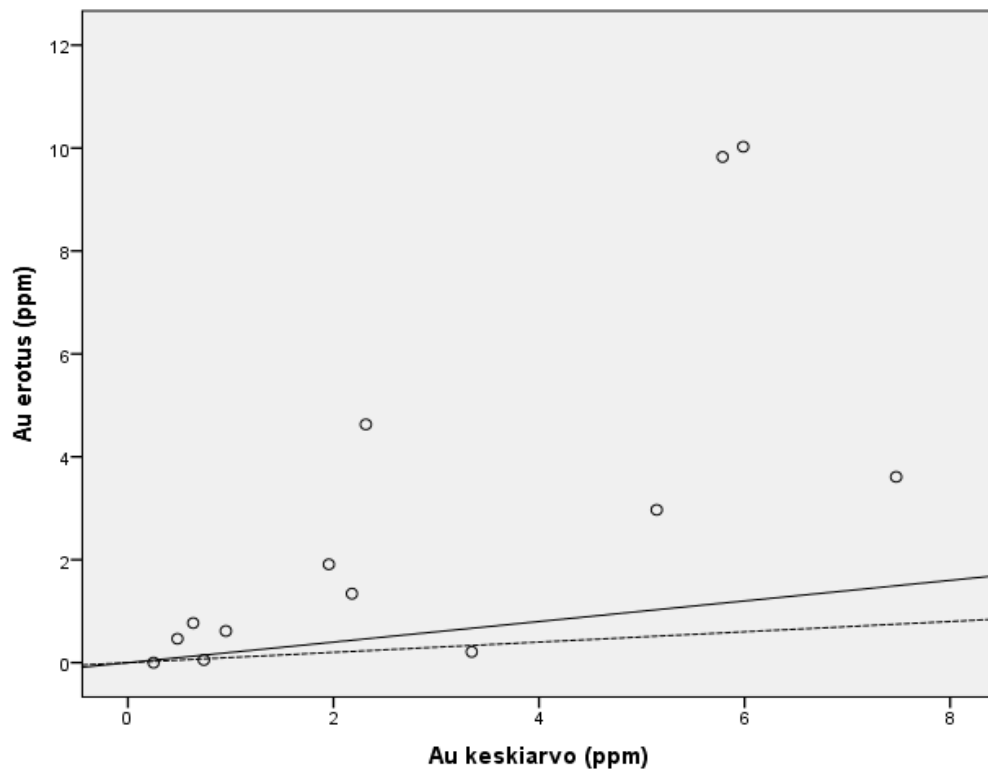
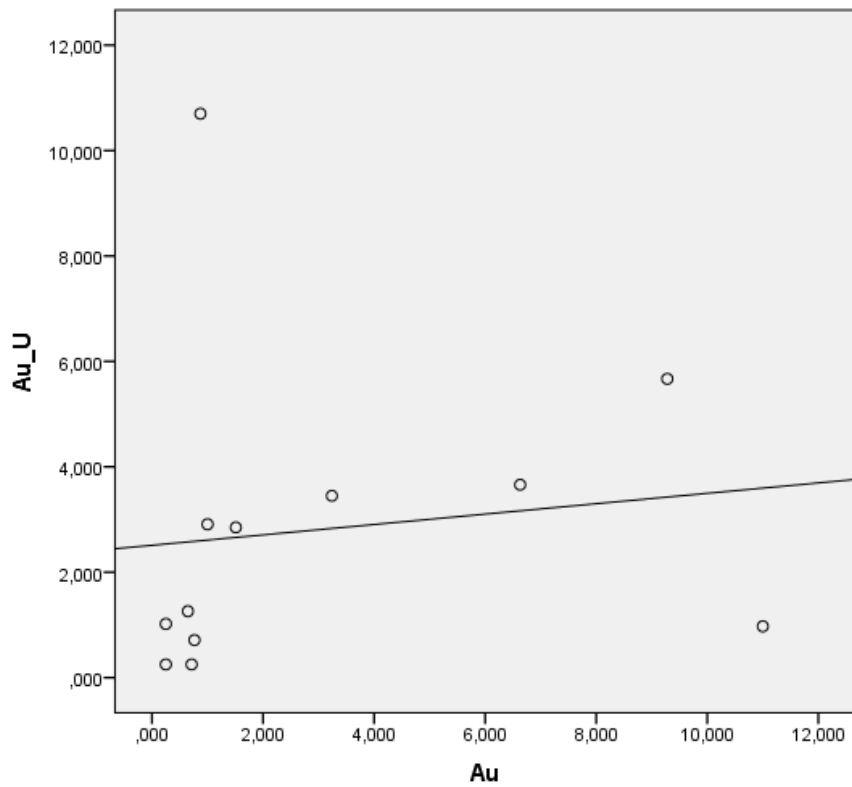
9.7.2014



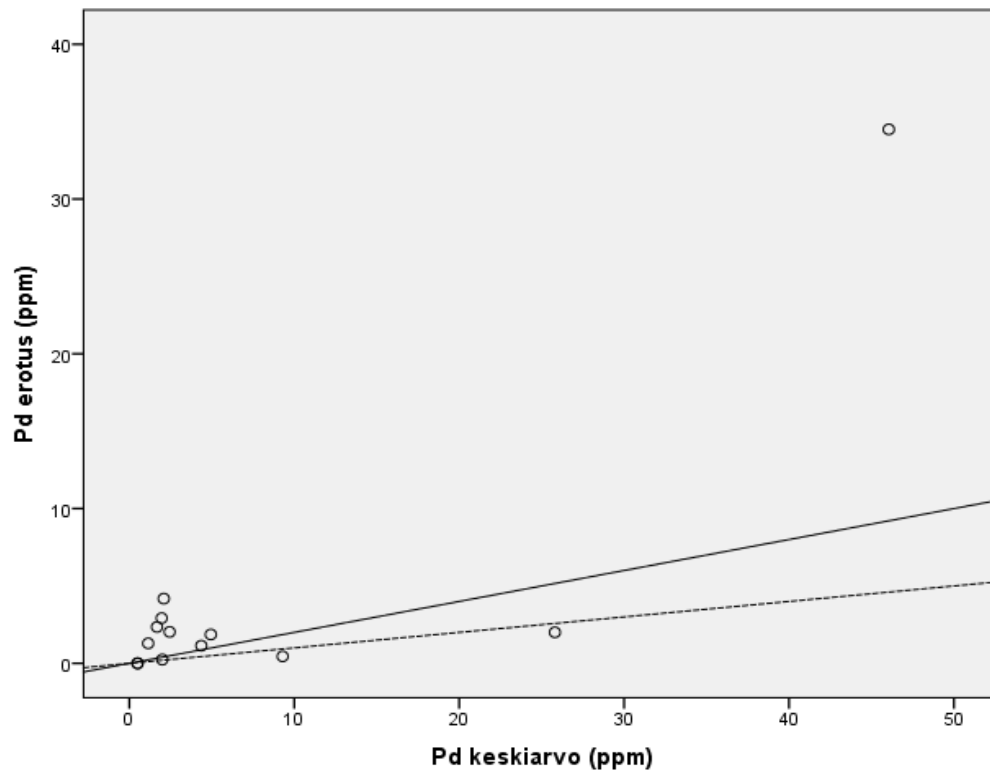
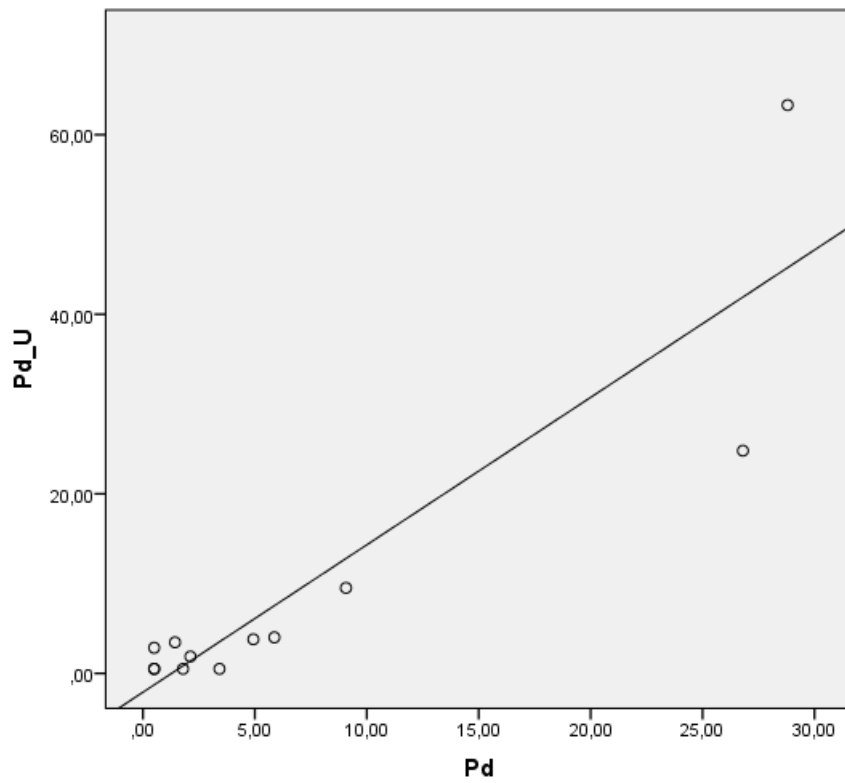
9.7.2014



9.7.2014



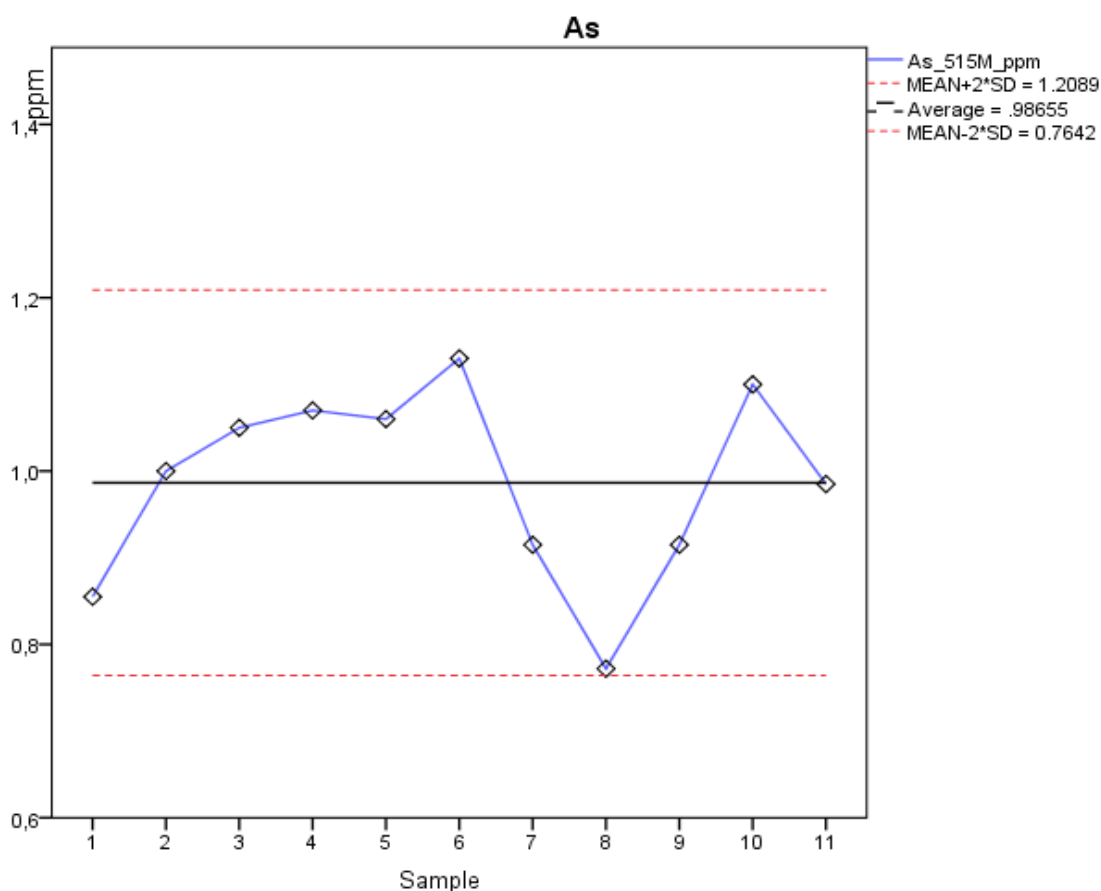
9.7.2014



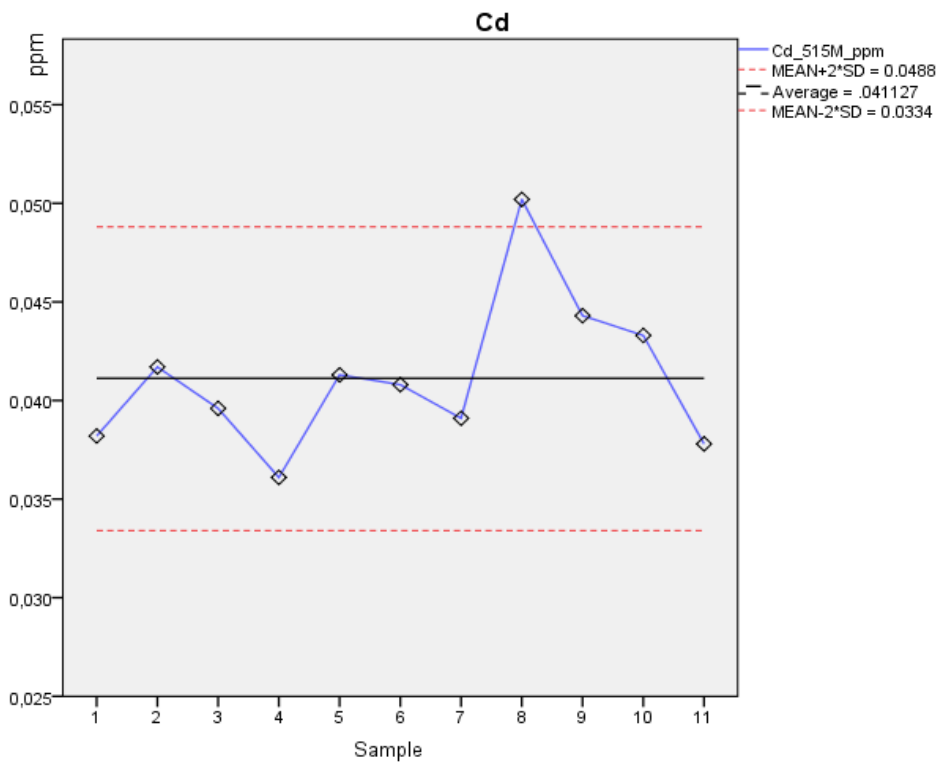
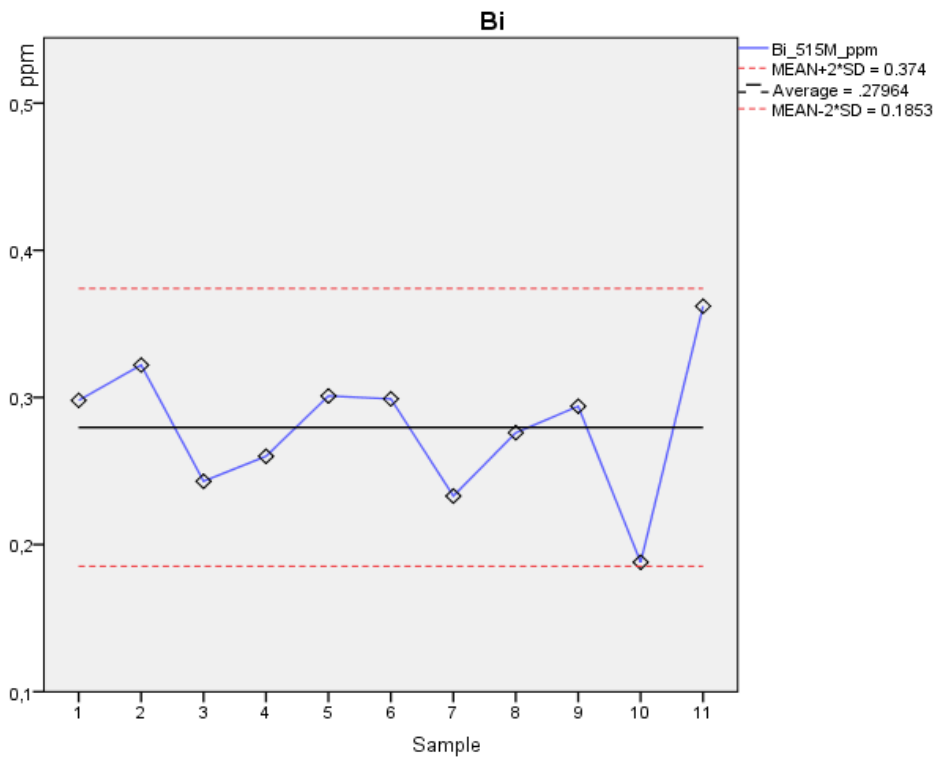
9.7.2014

LIITE 3: LABORATORION SEURANTANÄYTTEIDEN TOISTATTAVUUS ICP-MS, ICP-OES SEKÄ GFAAS – MENETELMILLÄ

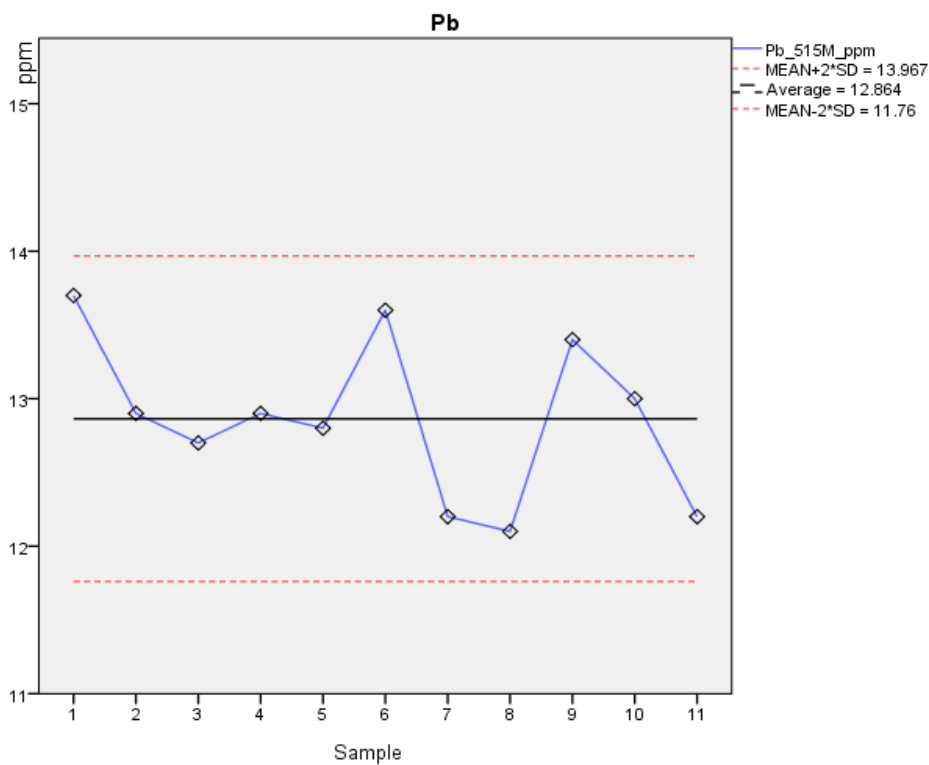
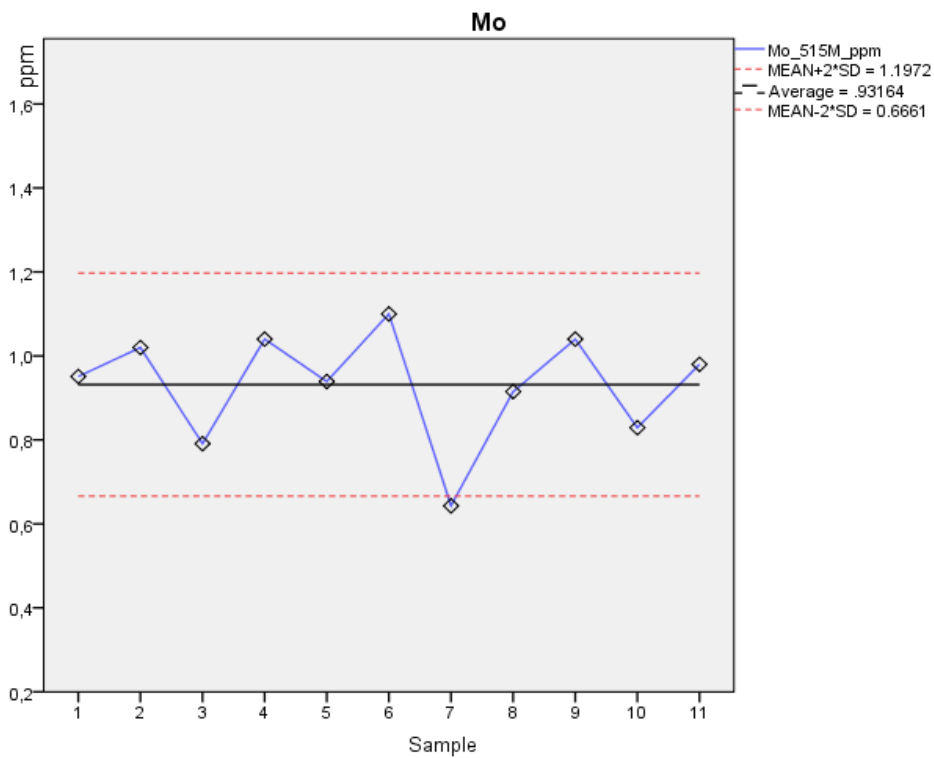
Laboratorion seurantanäyte QCGLG307-4 esitettyä kaavamaisissa diagrammeissa alkuaineittain analysoituna ICP-MS, ICP-OES ja GFAAS -menetelmillä. Mustalla viivalla on esitetty alkuaineen keskipitoisuus ja punaisilla katkoviivoilla raja-arvot, jotka on laskettu keskiarvo ± 2 *keskihajonta. Näytteet ovat x-akselilla analysointijärjestyksessä ja pitoisuudet y-akselilla.



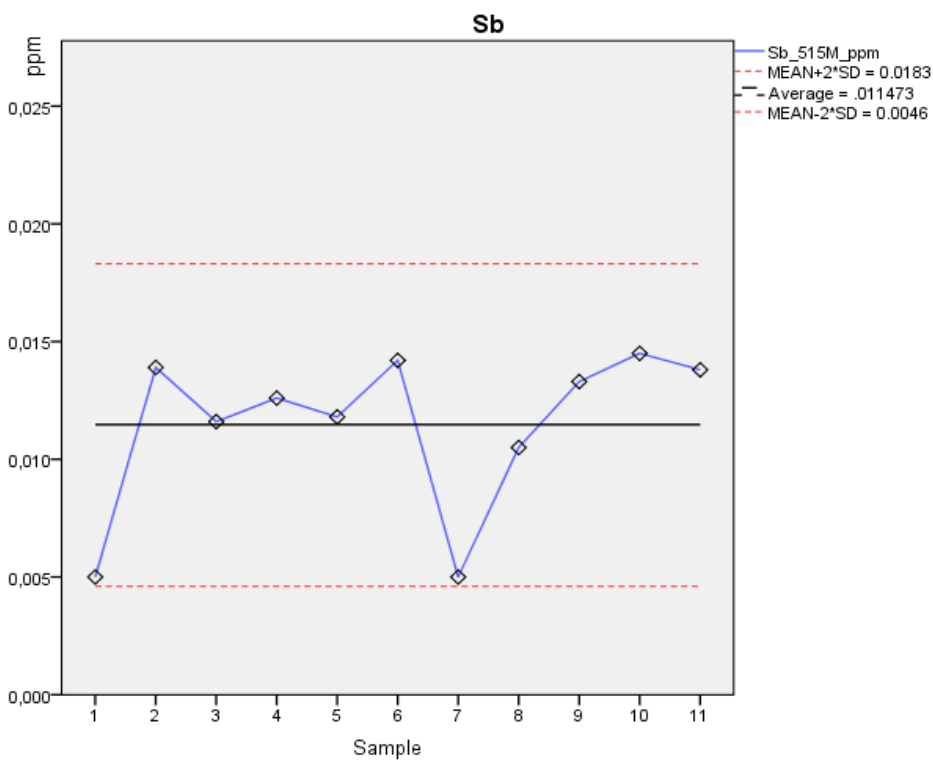
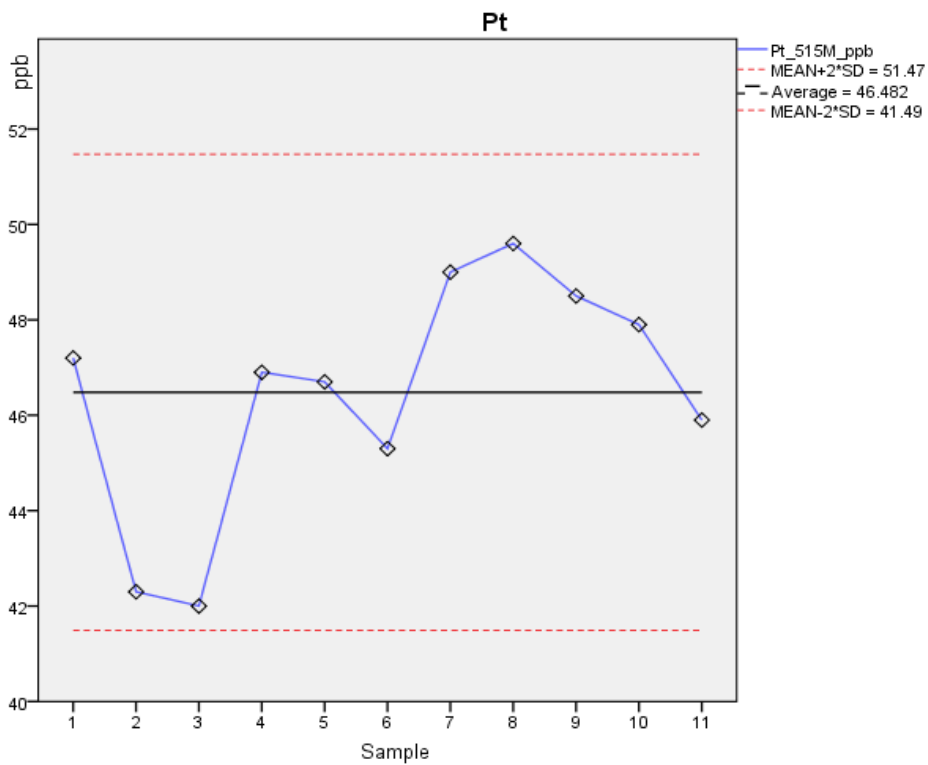
9.7.2014



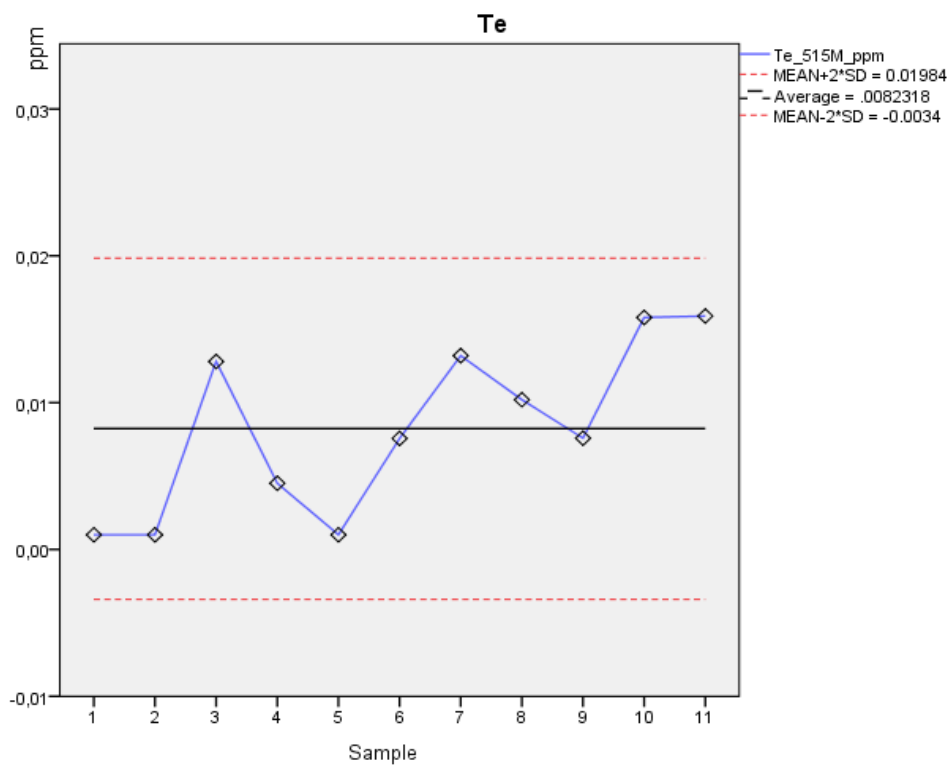
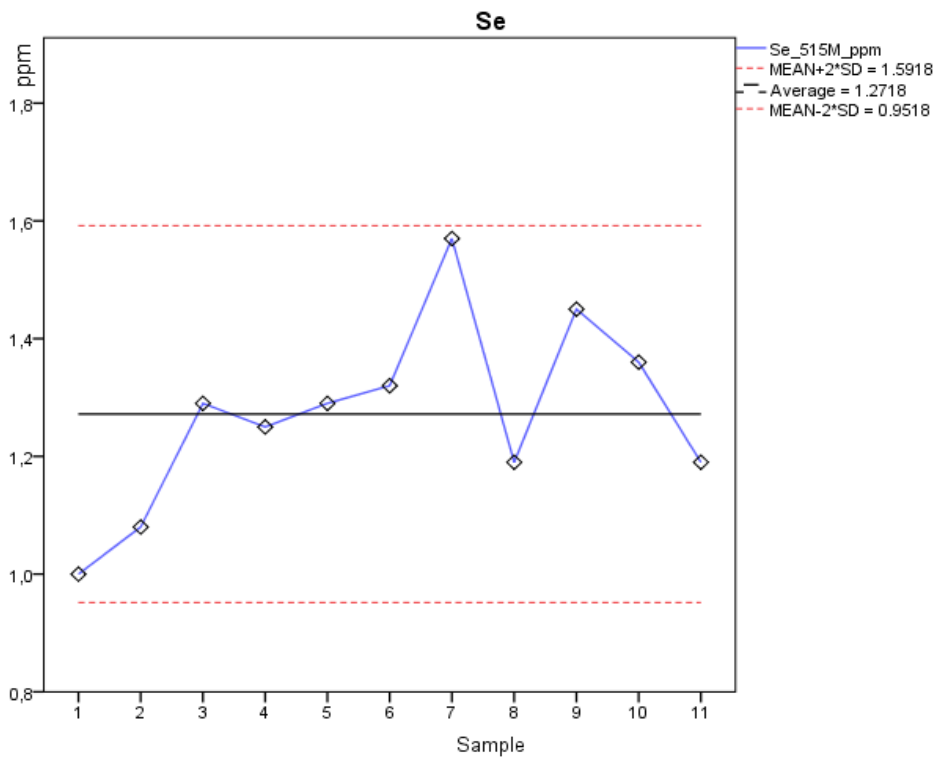
9.7.2014



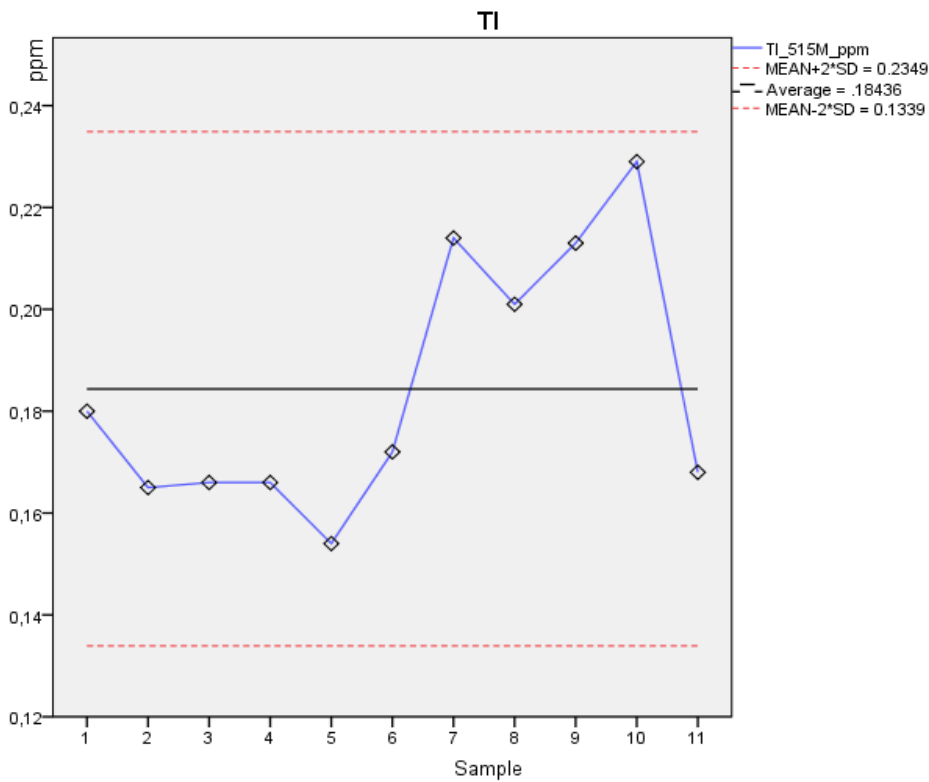
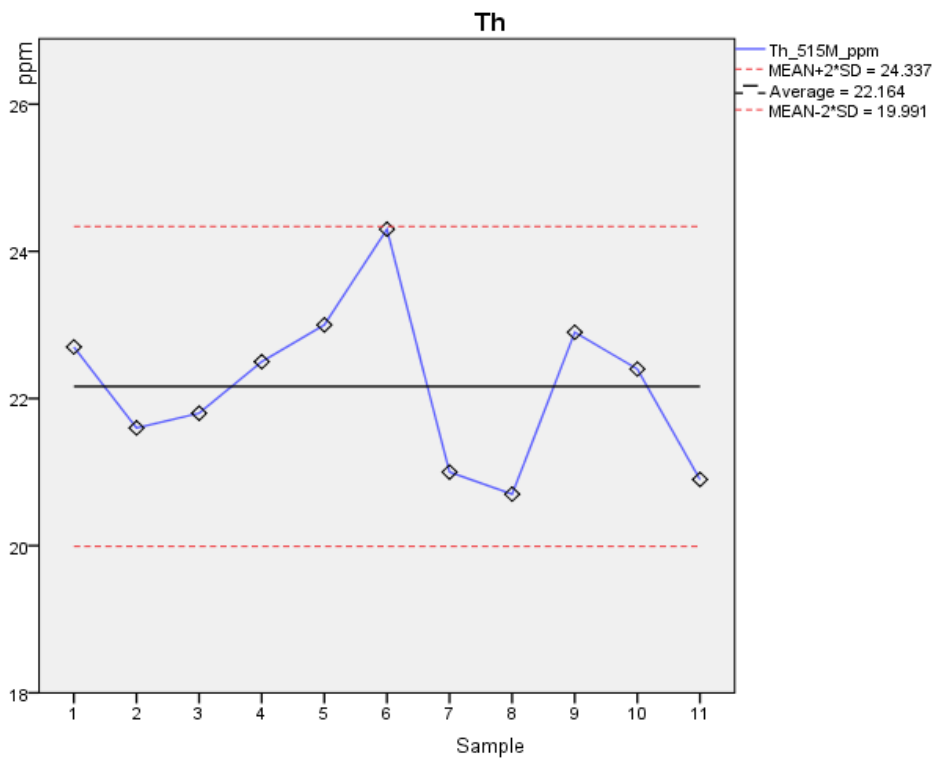
9.7.2014



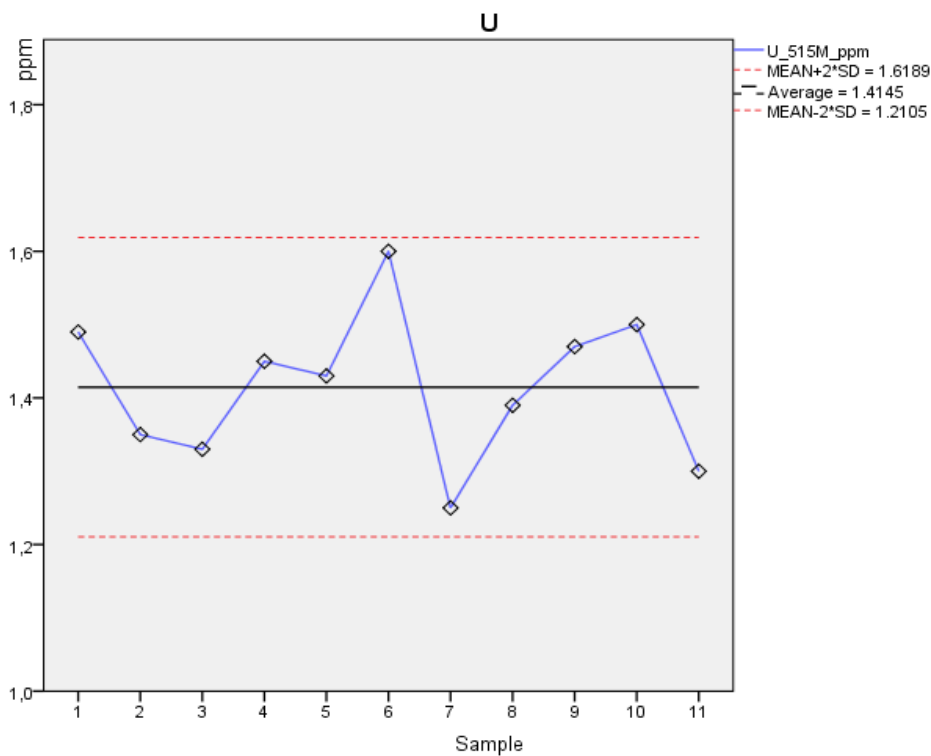
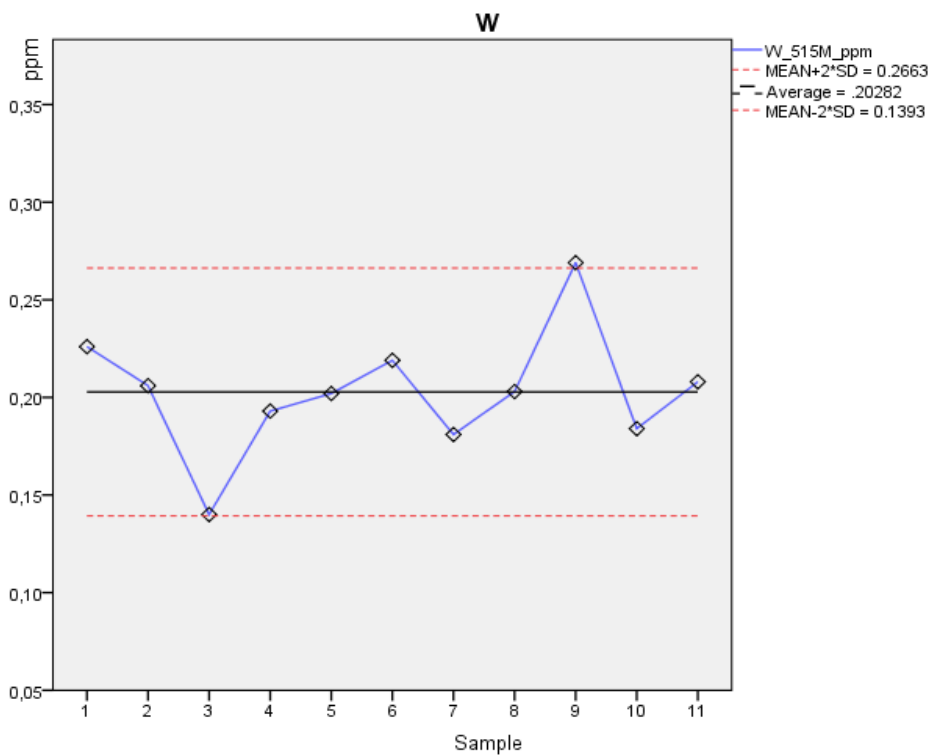
9.7.2014



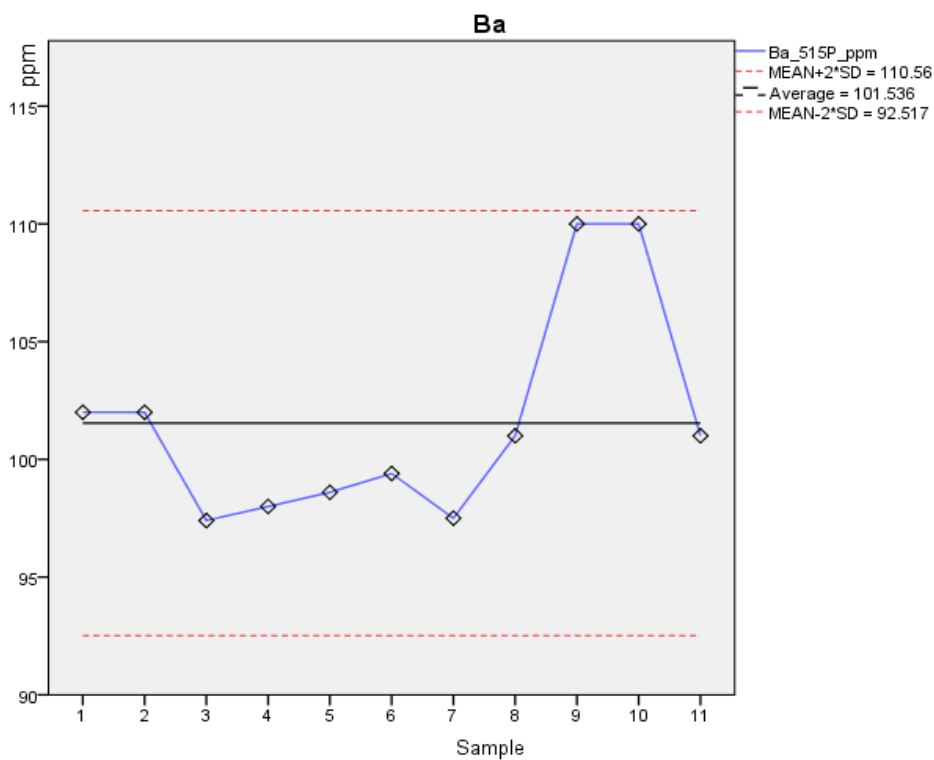
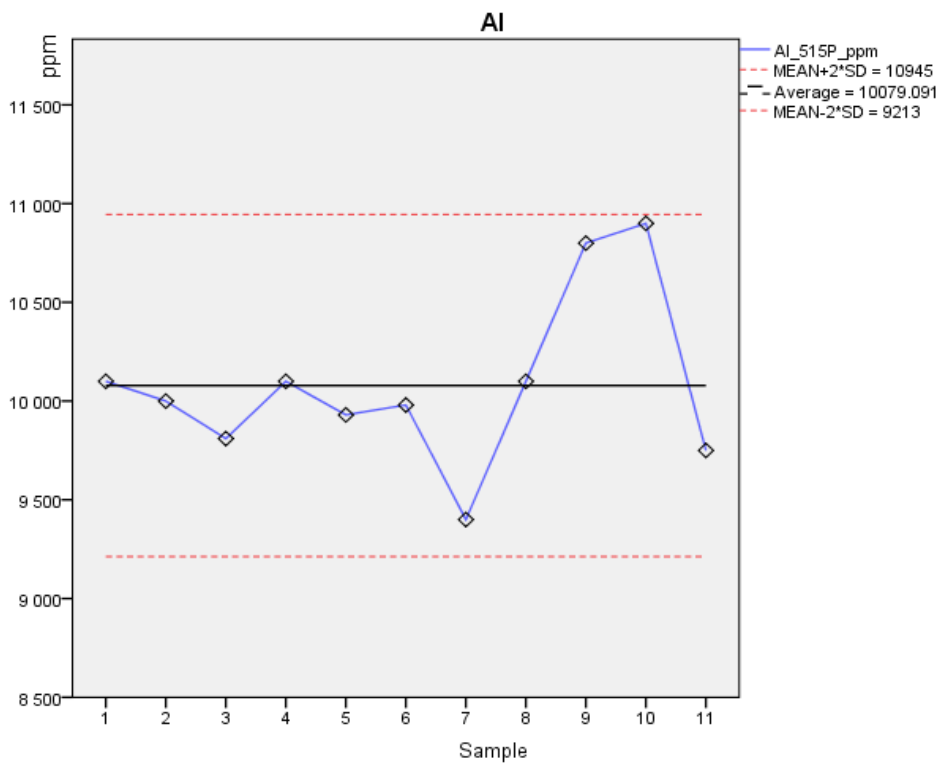
9.7.2014



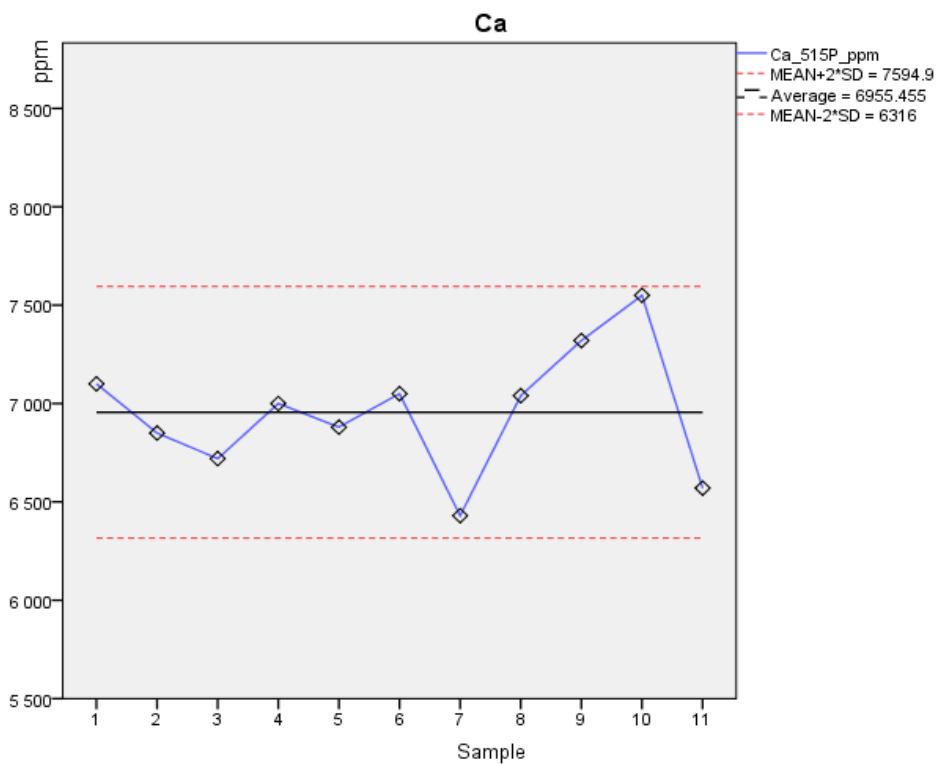
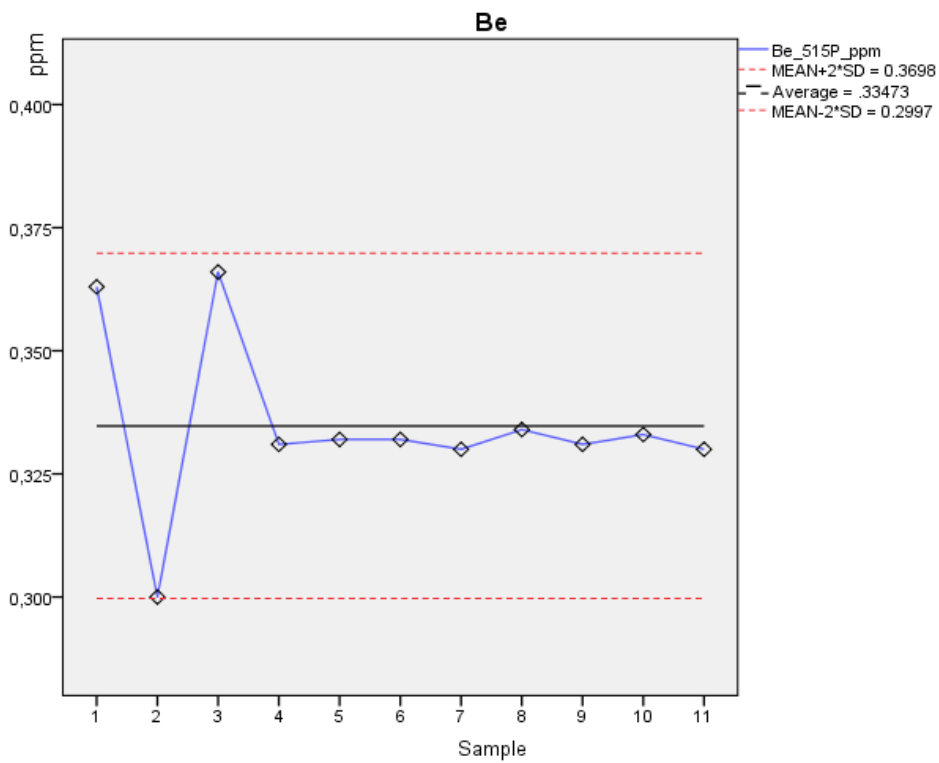
9.7.2014



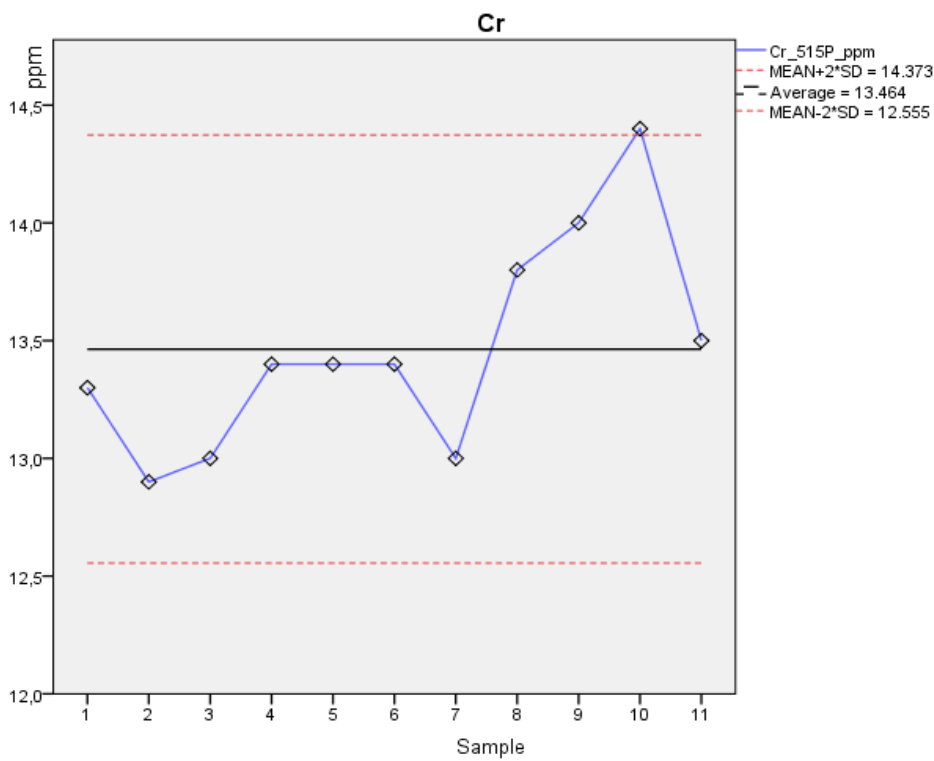
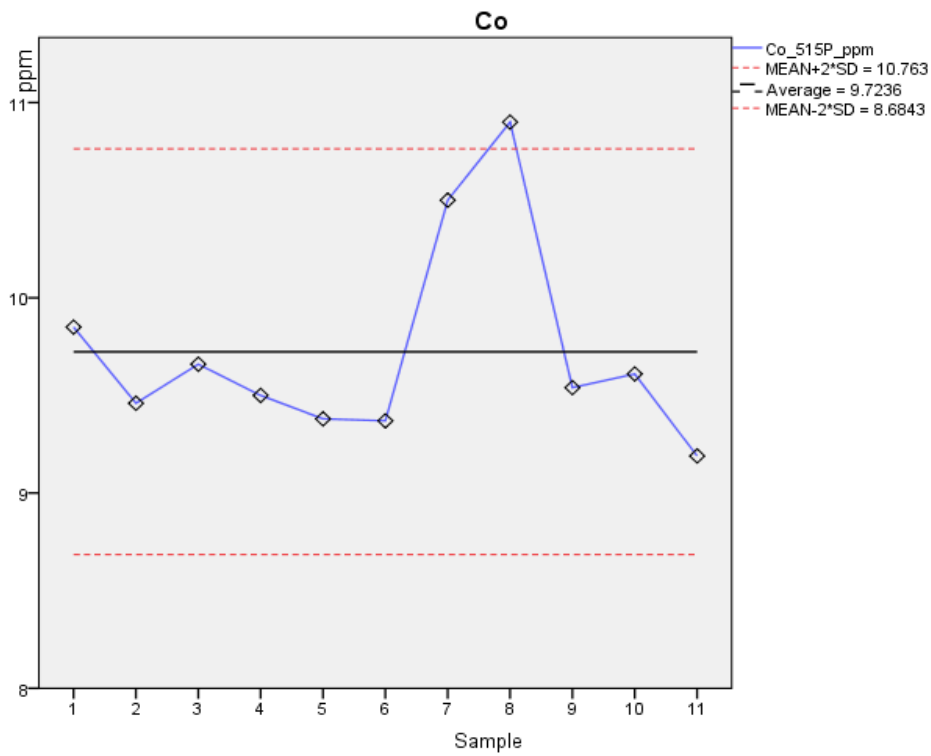
9.7.2014



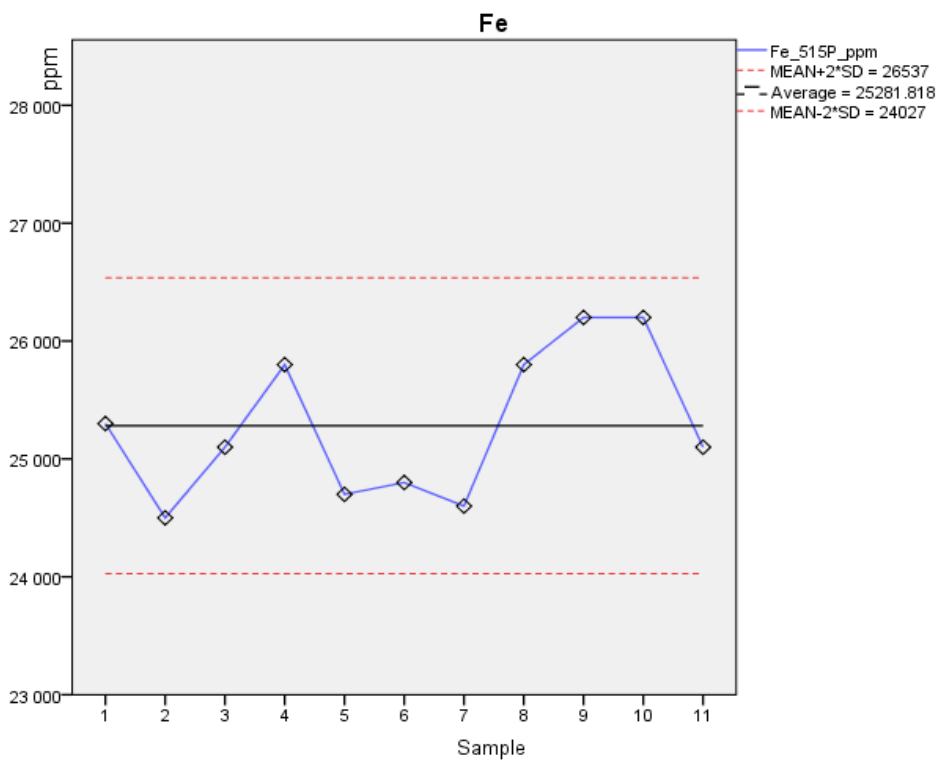
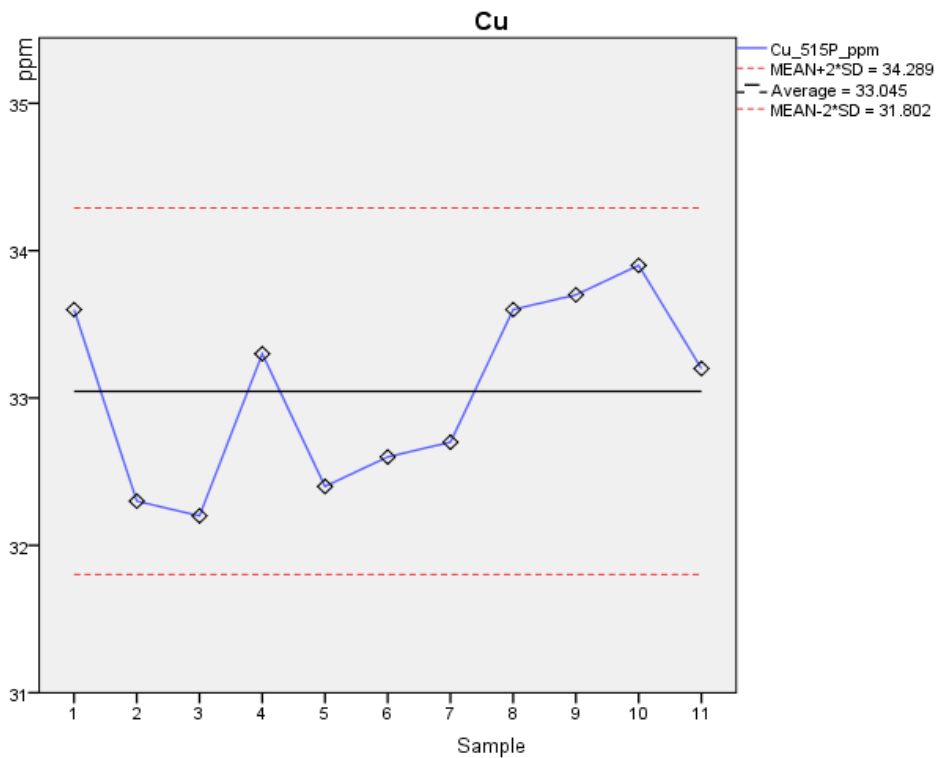
9.7.2014



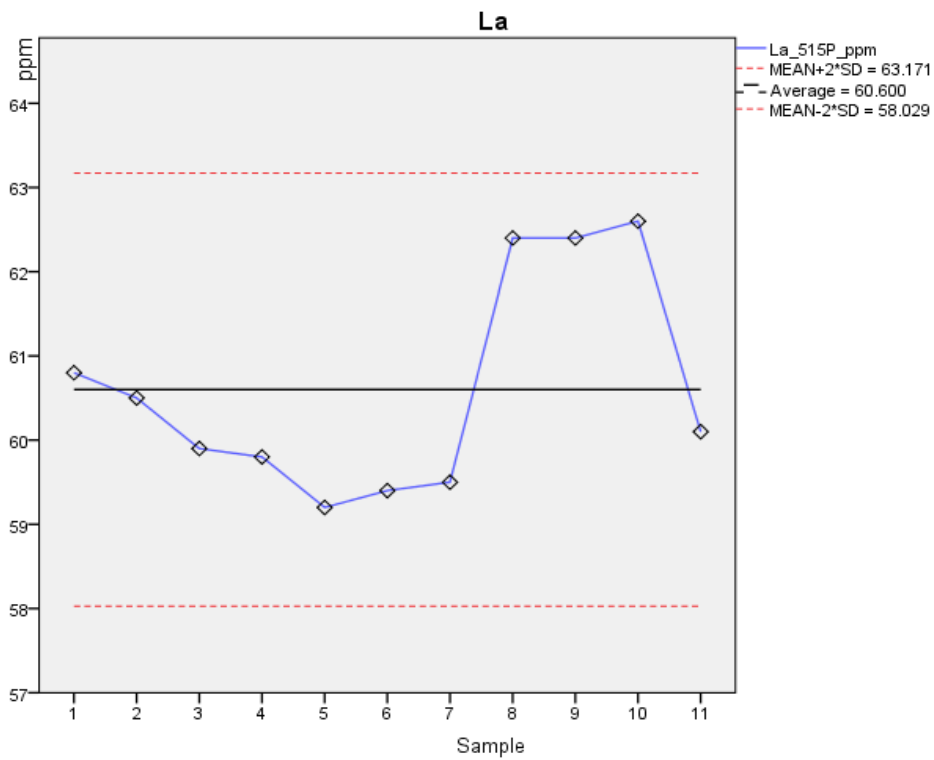
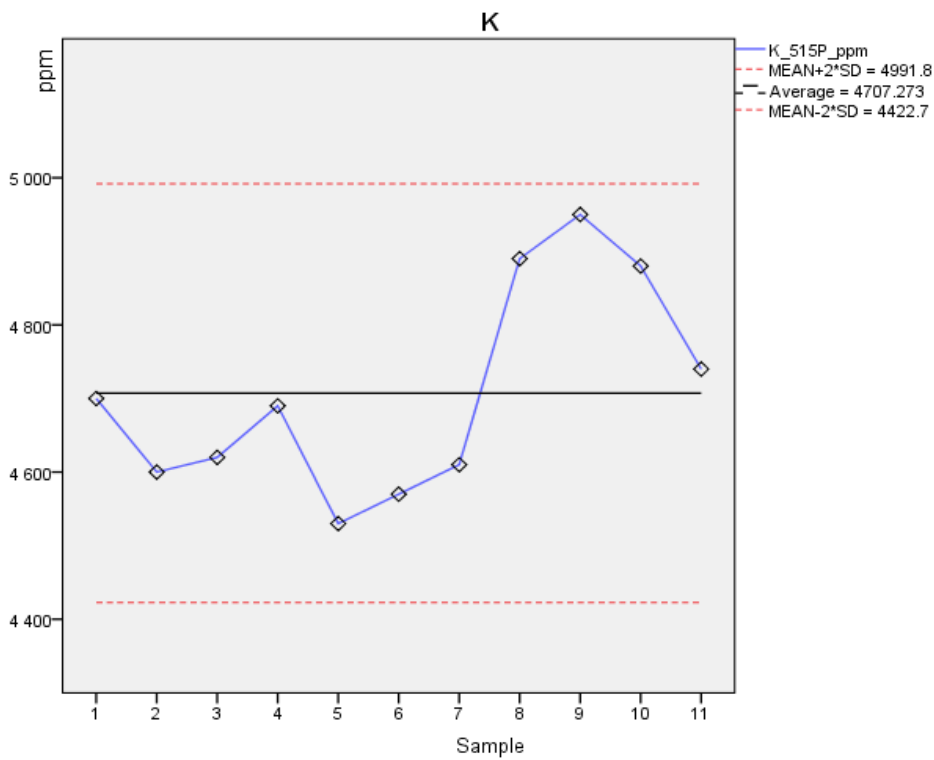
9.7.2014



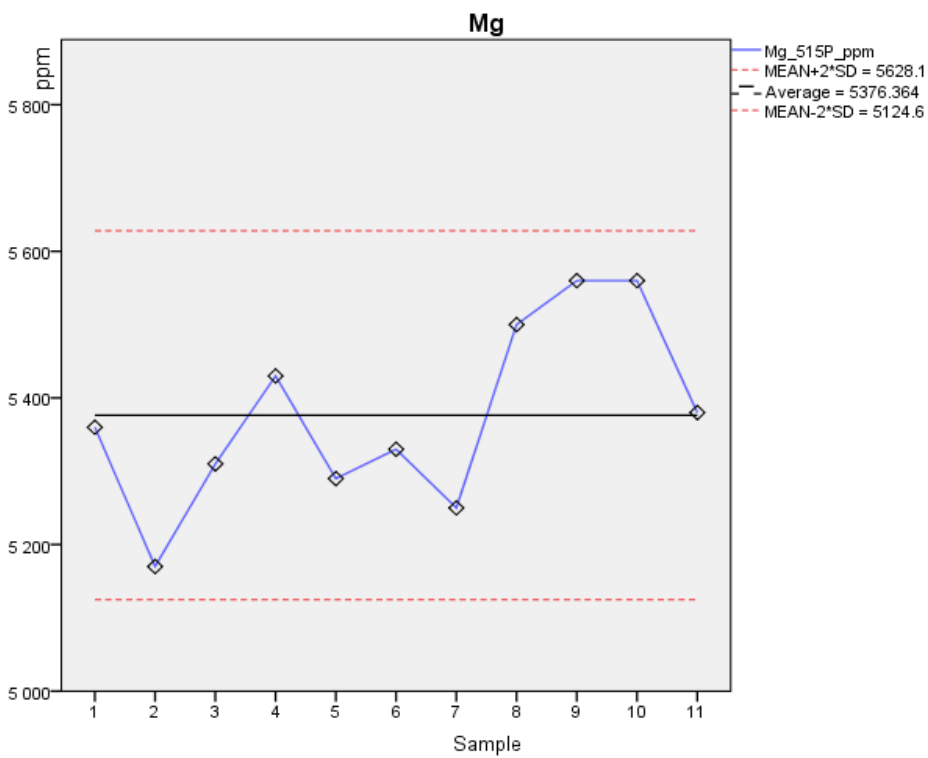
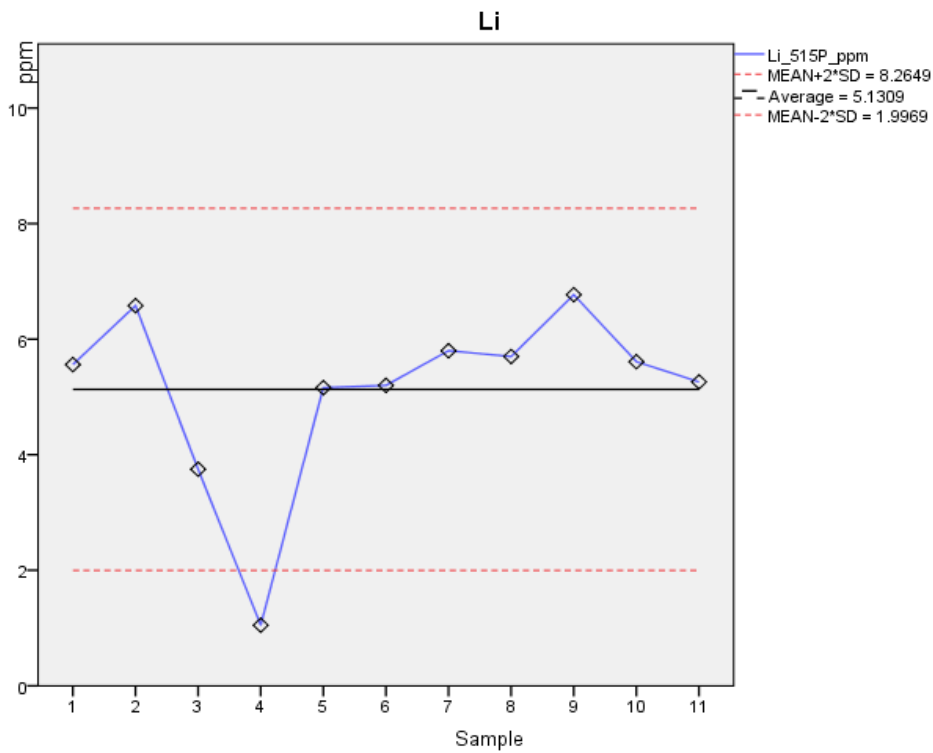
9.7.2014



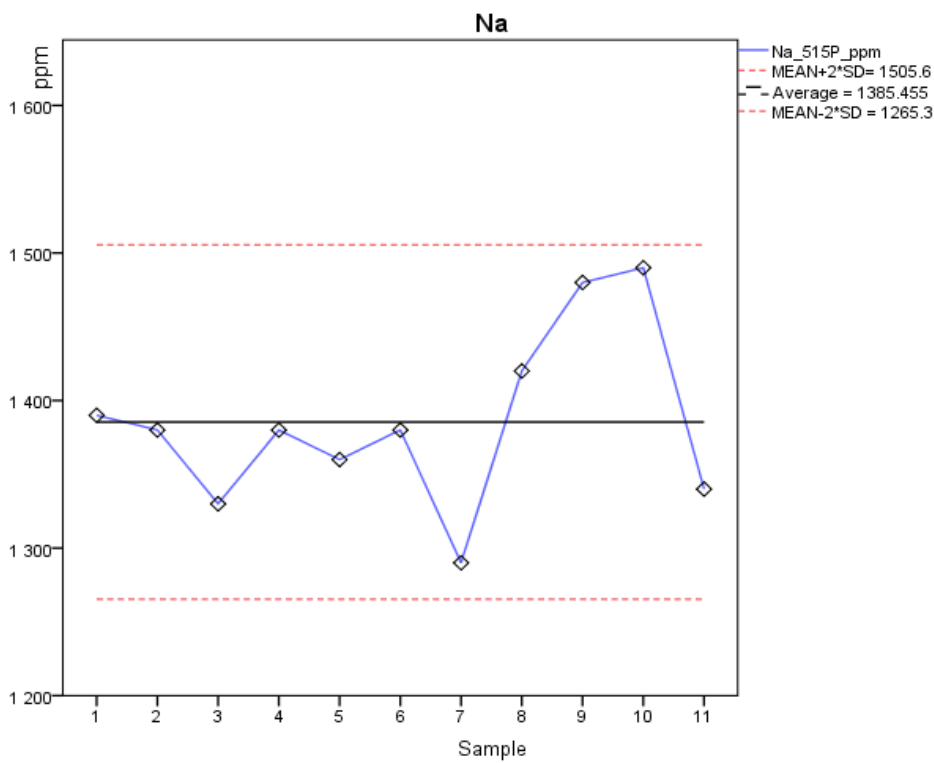
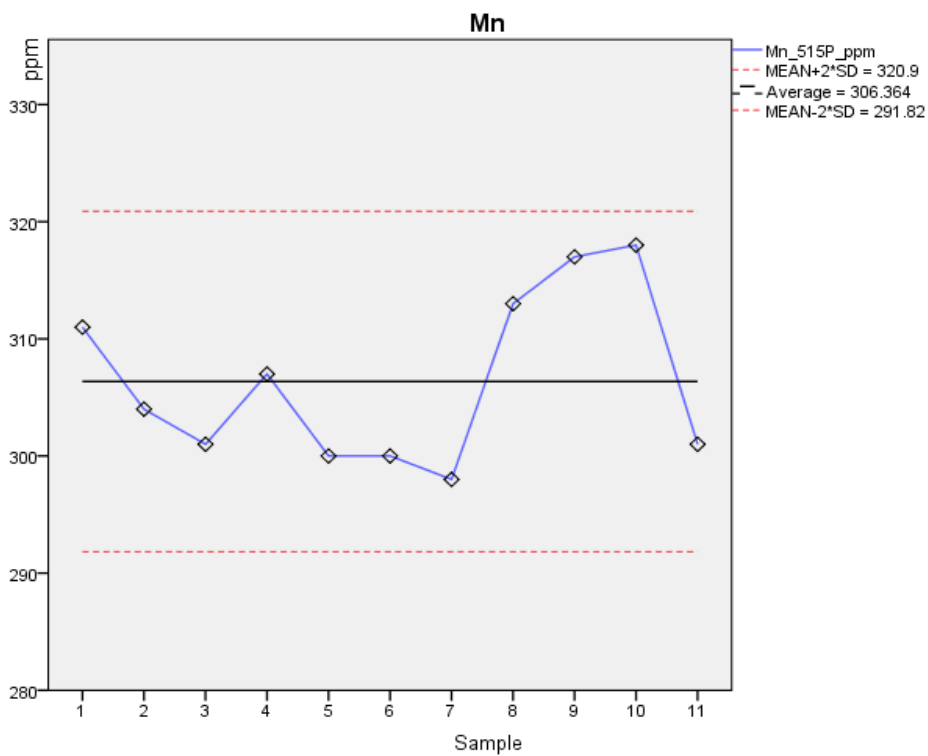
9.7.2014



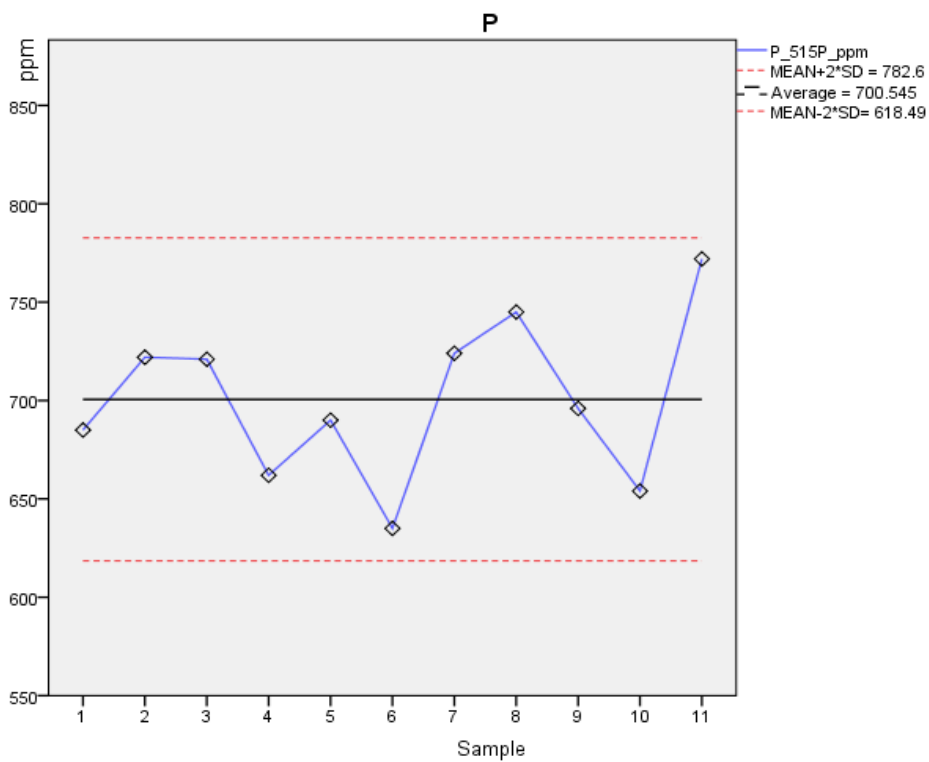
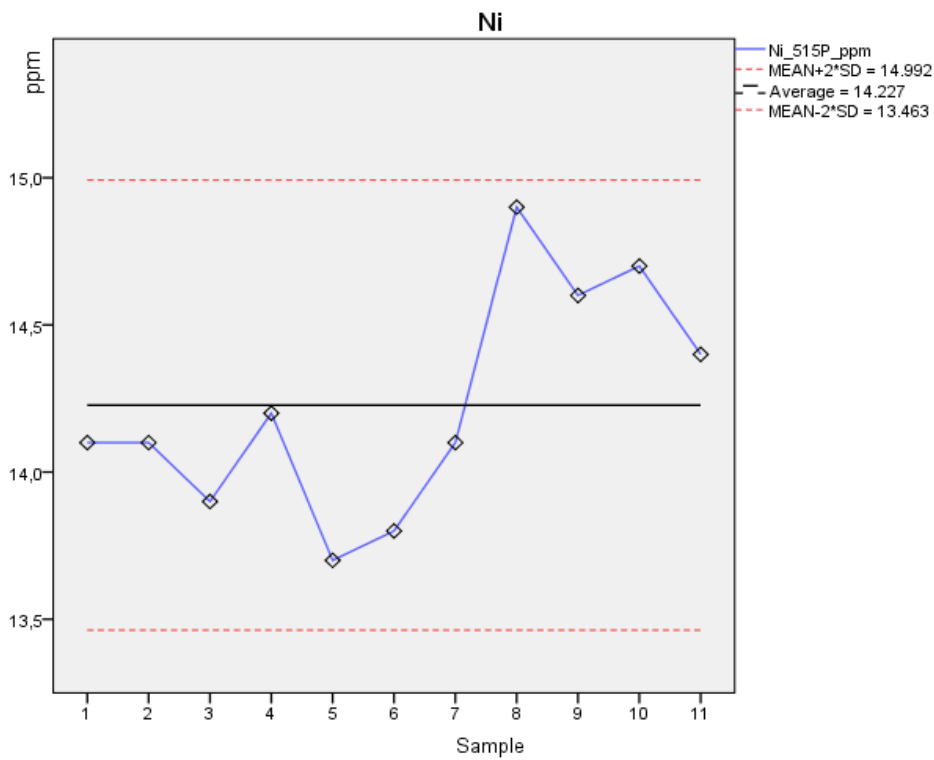
9.7.2014



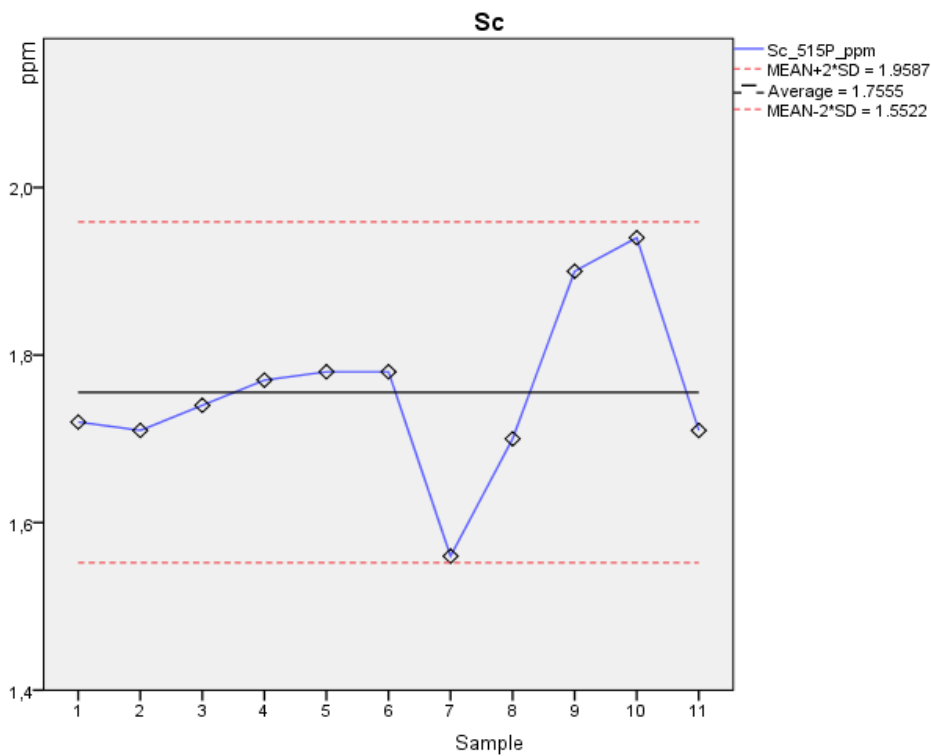
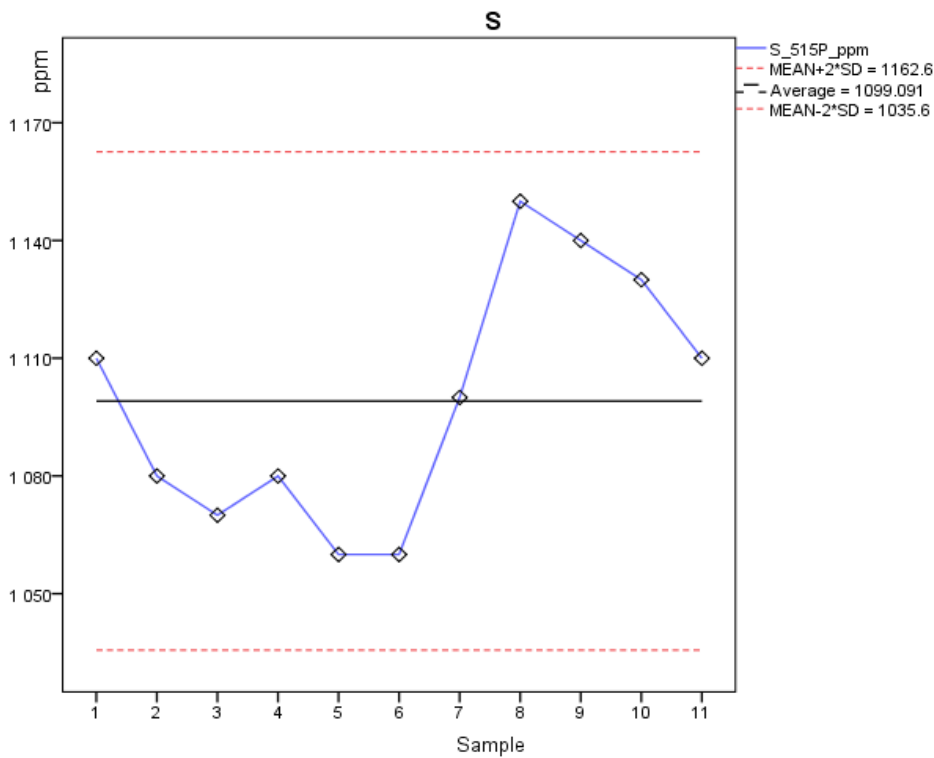
9.7.2014



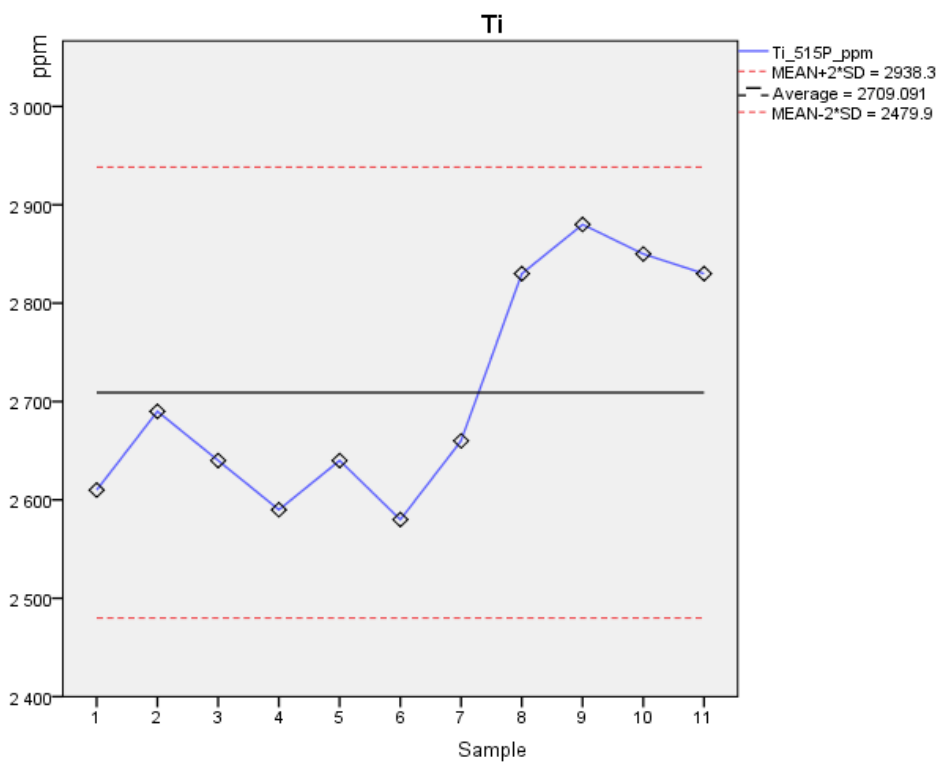
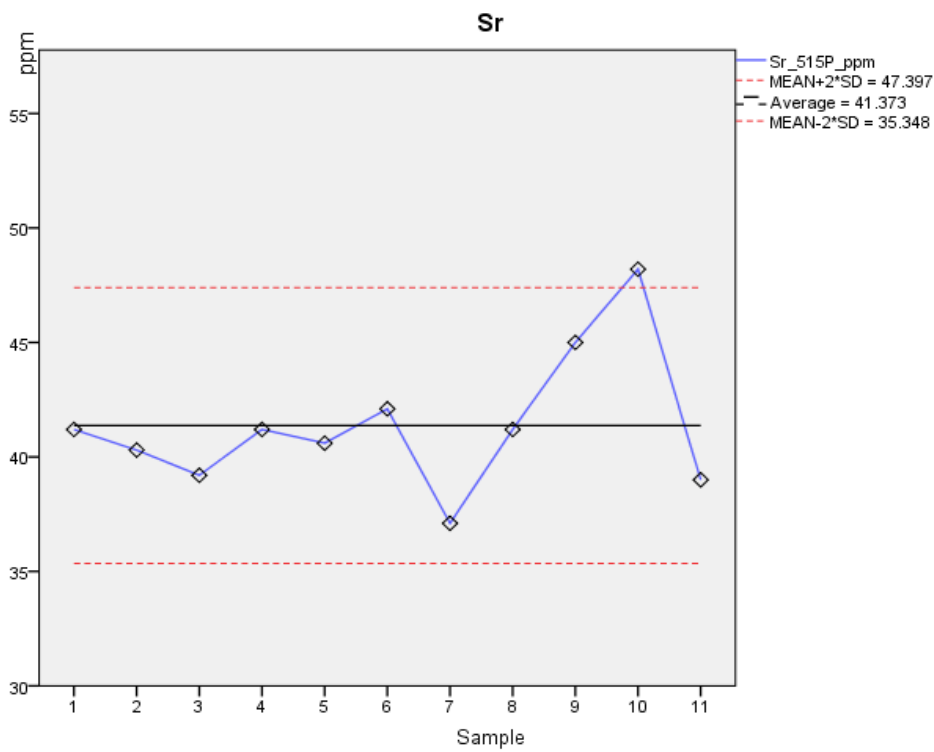
9.7.2014



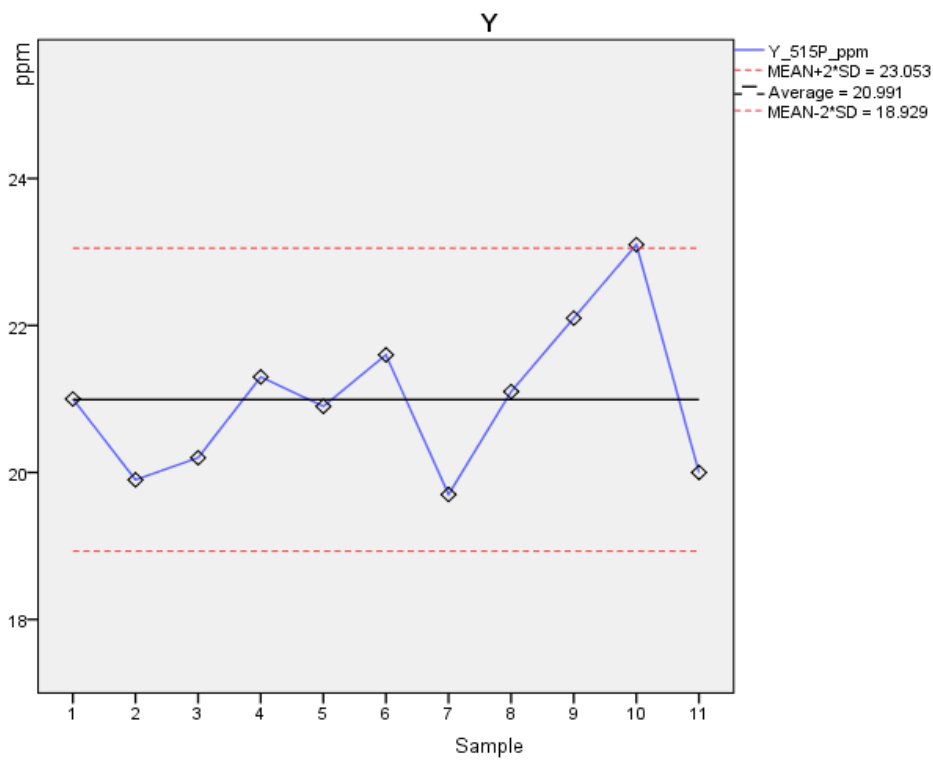
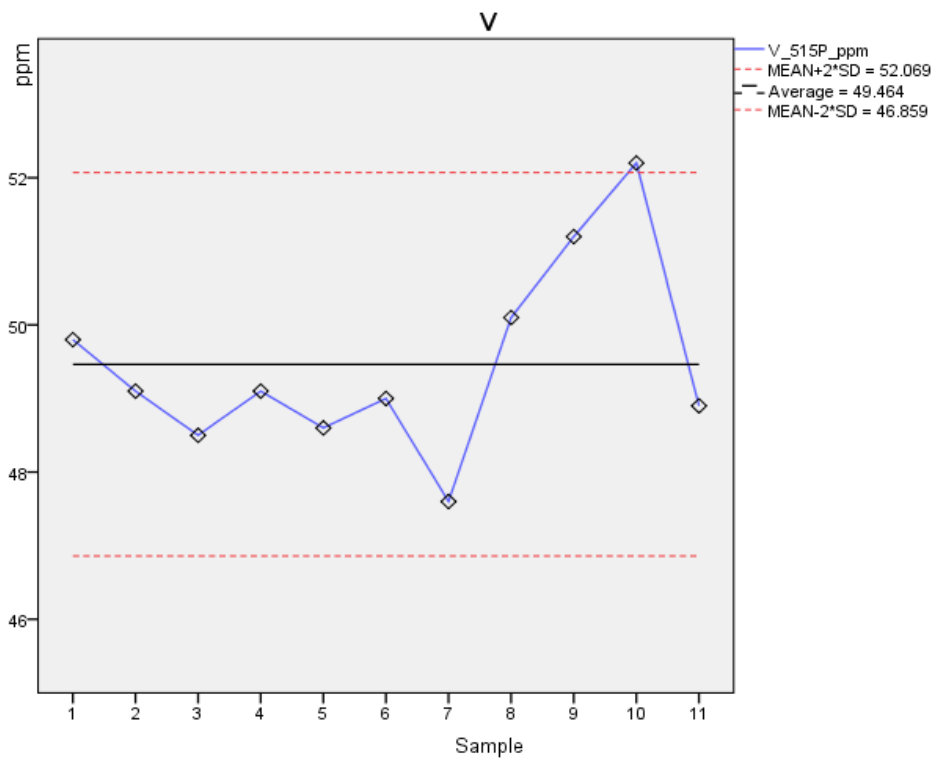
9.7.2014



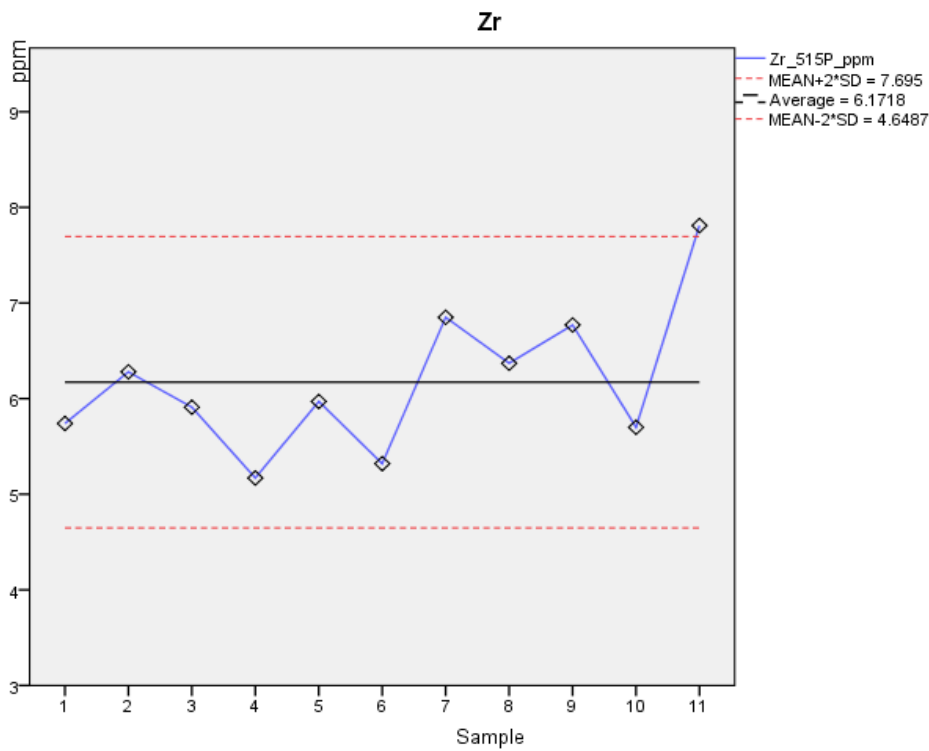
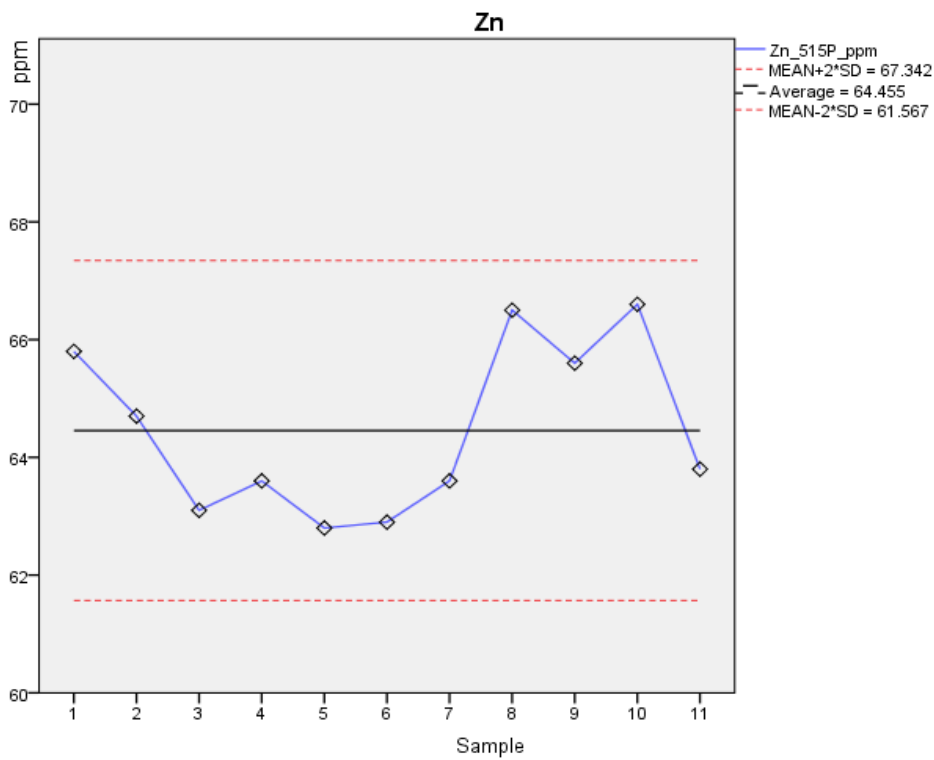
9.7.2014



9.7.2014



9.7.2014



9.7.2014

