

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS 2/2019

AIKA 25.4.2019 klo 10.00 – 14.00

PAIKKA Pöyry-talo, Vantaa

LÄSNÄ

Ville Korhonen	Stora Enso PCC, Imatra
Timo Saarinen	Metsä Fibre Oy, Rauma, PJ
Jorma Torniainen	Labtium Oy, Espoo
Tuuli Oljakka	Andritz Oy, Helsinki
Janne Mäkelä	Stora Enso Oyj, Imatra
Klaus Niemelä	VTT, Espoo
Markus Engblom	Åbo Akademi, Turku
Camilla Karlemo	Åbo Akademi, Turku
Antti Tikkanen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.

Osan aikaa kokouksessa mukana
Esa Vakkilainen LUT-yliopisto, Lappeenranta (Skype)

LIITE 1 Tulosten esittely:
”Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet”, Åbo Akademi

LIITE 2 Muiden työryhmien toiminta, SKY

JAKELU

Julkaistu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Hallitus Yhdyshenkilöt Lipeätyöryhmä
Sihteeristö

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Kokoukseen olivat estyneet osallistumasta:

Toni Orava	UPM Kymmene Oyj, Kuusankoski
Jouni Hiltunen	Stora Enso Oyj, Varkaus
Aino Vettenranta	Valmet Technologies Oy, Tampere
Sami Metiäinen	Pöyry Finland Oy, Kouvola

2 KOKOUKSEN ALOITUS

Kokouksen aluksi käytiin läpi henkilöstömuutoksia Lipeätyöryhmässä sekä pidettiin lyhyt esittäytymiskierros. Hallituksen kokouksessa oli päätetty tasapainottaa eri yritysten edustajien määrää hallituksessa, sillä viimeisen kahden vuoden aikana tapahtuneiden henkilöstövaihdosten ja eläköitymisten vuoksi Metsä Fibrellä oli poikkeuksellisen runsas hallitusedustus. Tästä johtuen Timo Saarisen tilalle Lipeätyöryhmän puheenjohtajaksi nimitettiin Ville Korhonen. Timo jatkaa LTR:n toiminnassa ja Toni Orava on edelleen työryhmän varapuheenjohtaja.

Janne Mäkelä Stora Enson Kaukopään tehtaalta ilmoitti jo aiemmin halukkuutensa liittyä Lipeätyöryhmään ja hänet toivotettiin tervetulleeksi mukaan työryhmään. Hän toimii näin ollen Stora Enson edustajana työryhmässä.

3 ASIALISTA

Asialista hyväksyttiin muutoksitta.

4 EDELLISTEN KOKOUSTEN PÖYTÄKIRJAT

Pöytäkirjat 5/2018 ja 1/2019 hyväksyttiin muutoksitta.

5 KÄYNNISSÄ OLEVAT PROJEKTIT

5.1 Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa (2018)

Tausta ja tavoite:

Vuonna 2019 on yhdistyksen 55-vuotisjuhla ja työryhmän mielestä on ajankohtaista tarkastella, miten suomalaiset soodakattilat ovat muuttuneet 15 vuodessa. Projektissa päivitetään Tuukka Juvosen tekemä diplomityö (SKY 3/2004) teettämällä aiheesta lyhyempi kirjallisuustyö. Työn osana on tehty kysely jäseneteilla. Oleellisimpia kyseltäviä asioita ovat mm. suuttimien paineet ja muut tiedot, kattilan ilmajaot sekä lipeiden ominaisuudet.

Toteutus:

Työ toteutetaan kandidaatintyönä. LUT vastaa kyselyn tekemisestä, ja lähettämisestä jäseneteille. Tulokset on sovittu julkaistavan Konemestaripäivillä 2019 sekä yhdistyksen 55-vuotisjuhlassa. Kandityö olisi mahdollista julkaista SKY:n virallisena raporttina.

Tilanne:

Esa Vakkilainen piti Konemestaripäivillä tammikuussa esityksen alustavista kyselytuloksista. Alustava raportti projektista saatu 4.3. ja kommenttien viimeinen jättöpäivä on 30.4. Kokouksessa käytiin lyhyesti keskustelua aiheesta ja pohdittiin mm. lipeän typpipitoisuutta ja NO_x-päästöä kullakin tehtaalla sekä ilmajaon vaihestuksen vaikutusta NO_x-päästöön.

6 VALMISTUNEET PROJEKTIT

6.1 Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet (Åbo Akademi)

Tausta ja tavoite:

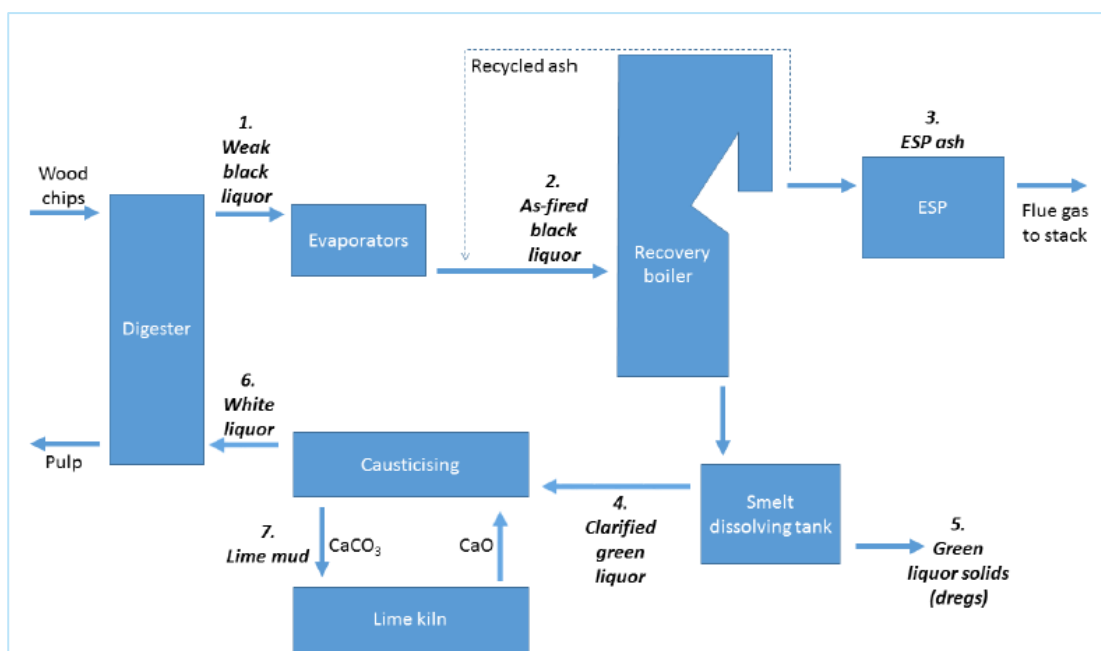
Soodakattilayhdistys on kysynyt palautteessa jäsenistöltään heitä kiinnostavia tutkimusaiheita ja usein on tullut esiin vierasaineaiheet. Yhdistys on vuonna 2007 teettänyt diplomityön aiheella Soodakattiloiden raskasmetallitaseet, jonka kokeellisessa osassa on tehty taseet talteenottokierron EU12 –raskasmetalleille sekä natriumille, rikille, kloorille, kaliumille ja kalsiumille. Nyt tarkoituksena oli keskittyä vierasaineisiin. Vuonna 2003 on tehty viidelle suomalaiselle sellutehtaalle vierasainetaseet. Tämän projektin tulokset on julkaistu seuraavan vuoden ICRC-konferenssissa.

Vierasaineita on mitattu julkisesti edellisen kerran 1990-luvulla, jonka jälkeen kehitys on vienyt tehtaiden materiaalikiertoja suljetumpaan suuntaan. Myös sivuvirtojen hyödyntämisessä on tapahtunut muutoksia. Projektin tavoitteena oli päivittää ja koota tietoa ja tutkimustuloksia talteenottokierron haitallisista vierasaineista yksiin kansiin. Lisäksi työssä on tarkoitus kerätä tietoa saman puunhankinta-alueen tehtaiden vierasainetaiseista ja päätellä tätä kautta muiden tekijöiden kuin raaka-aineen vaikutusta taseisiin.

Toteutus:

Työ on toteutettu diplomityönä. Työssä esitellään vierasaineet ja niiden vaikutukset prosessiin. Vierasaineiden saostumiskonsentraatioita tarkastellaan olemassa olevan tiedon valossa: kirjallisuudessa esiintyneitä tietoja verrataan mahdollisuuksien mukaan tehtaiden havaintoihin yhteneväisyyksien selvittämiseksi. Saatavuuden mukaan työssä käytetään myös tehtaiden omia analyysituloksia pitkän aikavälin vaikutusten tutkimiseksi.

Diplomityön kokeellisessa osuudessa kerättiin kuudelta tehtaalta näytteet seitsemästä kohtaa talteenottokiertoa (ks. kuva 1 alla) laboratorioanalyysijä varten. Lisäksi haastateltiin henkilökuntaa. Analyyseissä mitattiin pitoisuudet seuraaville alkuaineille: Na, S, Cl, K, Ca, P, Mg, Mn, Al, Si. Lisäksi polttoliipeästä määritettiin F ja Hg. Tehtaat valittiin siten että ne muodostivat keskenään kaksi vertailuryhmää puunkorjuualueen mukaan.



Kuva 1. Näytteenottokohtat.

Tilanne:

Camilla Karlemo piti loppuesityksen projektista ja esitteli työn tulokset. Työryhmä oli tyytyväinen esitykseen ja kävi lyhyesti keskustelua projektin tiimoilta. Työryhmän puolesta projekti on päättynyt ja Camilla lupasi toimittaa diplomityönsä virallisen version, kun se on yliopiston puolesta hyväksytty.

Työryhmän kommentit projektista:

Työn alkuperäiseen suunnitelmaan nähden kaikkia toivottuja aiheita ei tiedon puutteen vuoksi ollut mahdollista tutkia, mutta siitä huolimatta aihepiiriä käsiteltiin laaja-alaisesti ja onnistuneesti. Lisäksi vertailua aiempiin tuloksiin oli sisällytetty mukaan. Projektin päätös venyi hieman, muttei käytännön kannalta merkittävästi, suunnitellusta aikataulusta. Työryhmä on tyytyväinen projektin lopputulokseen ja odottaa sen palvelevan muita projekteja myös tulevaisuudessa.

7 PROJEKTIEHDOTUKSET

7.1 Biolietteen polton vaikutukset soodakattilassa ja lipeälinjalla

Tausta ja tavoite:

Biolietteen polttoa on tutkittu Soodakattilan projekteissa ainoastaan laboratoriossa (SKYREC/ÅA). Biolietettä poltetaan kuitenkin yleisesti monella tehtaalla, joilla on siitä erilaisia kokemuksia. Ongelmia syntyy prosessiin kuulumattomien aineiden rikastuessa lipeäkiertoon, tähän vaikuttaa mm. onko tehdas integraatti vai ei. Yksittäisten kokemusten perusteella ongelmia on havaittu sekä kaustistamalla että haihduttamalla. Olisi syytä kerätä nämä kokemukset ja tiedot sekä tutkia todelliset vaikutukset polttoon ja lipeän valmistuksen tehokkuuteen.

Toteutus:

Lipeätyöryhmä esitti projektin jakamista kahteen osaan, joista ensimmäisessä kasattaisiin mittaustietoa teettämällä tehtaiden biolietteistä analyysejä. Tämä osa olisi aikataulullisesti lyhyt ja sen tuloksena yhdistys saisi lähinnä analyysiraportin laboratoriolta. Toisessa osassa työtä olisi mahdollista jatkaa syventymistä aiheeseen teorian kannalta sekä tutkia likaantumiseen vaikuttavia tekijöitä. Toinen osa voitaisiin toteuttaa esimerkiksi lopputyönä.

Ensimmäisessä osassa näytteitä kerättäisiin Stora Enson tehtailta Sunilasta ja Imatralta, Metsä Fibren tehtailta Joutsenosta ja Kemistä, sekä UPM:n tehtailta Pietarsaaresta ja Kaukaalta. Koska osalla tehtaista bioliete sekoitetaan kuitulietteen kanssa polttoa varten ennen lietesekoituksen kuivaamista, päätettiin että Labtium hoitaa matalasakeuksisen lietenäytteen suodatuksen ja haihdutuksen. Mikäli bioliete kuivataan tehtaalla mekaanisesti, tällöin Labtium ainoastaan haihduttaa näytteen analyysejä varten.

Näytteistä analysoidaan seuraavat alkuaineet: Na, C, H, N, S, K, Cl, O, Al, Zn, Pb, Ca, Mg, Mn, P, Fe, Sn, Si. Lisäksi määritetään: SO_4^- ja CO_3^- , näytteen tuhkapitoisuus, kuiva-aine ja polttoaineominaisuudet (LHV, HHV, LHV määstä).

Lisäoptiona Labtium lisää analyysiraporttiin ”Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet” –projektin lipeänäytteiden vastaavat tulokset kultakin tehtaalta vertailun vuoksi.

Tilanne:

Työryhmä sai hallitukselta luvan käynnistää projektin. Sihteeri on yhteydessä tehtaisiin ja pyytää lähettämään näytteet Labtiumiin. Näytteiden otto on tarkoitus toteuttaa toukokuun aikana. Saatuja tuloksia tarkastellaan LTR:n syksyn ensimmäisessä kokouksessa.

7.2 Muut projektiehdotukset

Sihteeri esitteli projekti- ja luentoaiheita, joita on kerätty soodakattilapäivien sekä konemestaripäivien palautteesta sekä yhdistyksen nettisivuilta. Eräs ehdotettu luentoaihe koski korkean kuiva-aineen polttolipeän ominaisuuksia ja mittauksia. Aiheeseen ei varsinaisesti liity konkreettisia ongelmia, mutta yleistä mielenkiintoa voisi olla tutkia lipeitä tehtailta, missä syntyy eroja eri puulajeja keitetessä. Kuinka esimerkiksi kiehumapisteen nousu muuttuu lajia vaihdettaessa?

Tämän lisäksi käytiin lyhyesti keskustelua eri aihepiireistä. Lipeäkiertoa sivuten heräsi keskustelua mm. fosforin selektiivisestä poistosta kalkkikiertoa ajatellen.

8 MUIDEN TYÖRYHMIEN TOIMINTA

Sihteeri esitteli muiden työryhmien käynnissä olevia projekteja, ks. Liite 2.



9 MUUT ASIAT

Sihteeri muistutti vielä yhdistyksen 55–vuotisjuhlakonferenssista, joka järjestetään 6.–7.6.2019 Turussa.

10 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous sovittiin pidettäväksi Pöyry-talolla, Vantaalla 30.8.2019 klo 10:00. Tämän jälkeen pidetään puhelinpalaveri (Skype) 24.10.2019 klo 13:00 alkaen.

Vakuudeksi

Antti Tikkanen

**Tulosten esittely:
"Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet", Åbo Akademi**



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE



Non-process elements in the recovery cycle of six Finnish pulp mills

Master's Thesis
Camilla Karlemo
ckarlemo@abo.fi
25/04/2019

Outline of this presentation

- Objective and research questions for this Master's Thesis
- Experimental part
- Results
- Conclusions

Objective and research questions

- Objective:
 - Better understanding of non-process element chemistry in Finnish pulp mills
- Research questions:
 - Are there differences in NPE levels between the pulp mills (2018 North vs. 2018 East)
 - How have NPE levels changed in Finland (1995, 1999, 2004 vs. 2018)
 - North American and South American results compared to this projects results
 - Are there NPE level differences due to different process equipment

Non-process elements

- Elements purged via green liquor dregs

- More insoluble in alkali solutions
- **Mg, Ca, Mn**
- More easily removed from green liquor dregs

- Elements accumulated in liquor and lime cycle

- More soluble in alkali solutions
- **K, Cl** in liquor cycle
- **Al, Si, P** in liquor and lime cycle
- Accumulate significantly before being purged by precipitation

Experimental part

Methods and data treatment

- Methods

- Sampling

- 6 Finnish Kraft pulp mills
 - 7 sampling points
 - 10 elements per sampling point (Na, S, Ca, Mg, Mn, Al, Si, P, Cl, K)

- Interviews

- 6 Finnish pulp mills

- Data treatment

- Comparison with literature data
 - Conversion of concentration data (mg/kg → g/ADt)
 - Hypothesis test: T-tests for statistical analysis

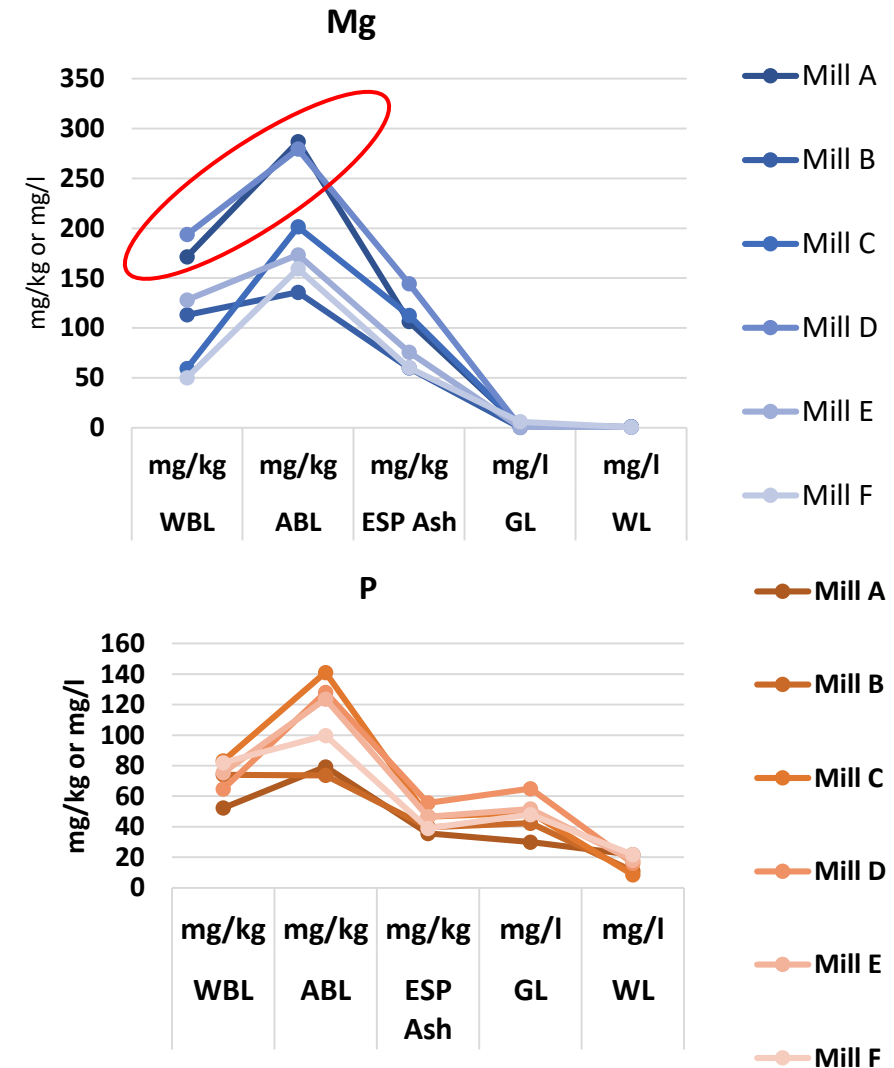
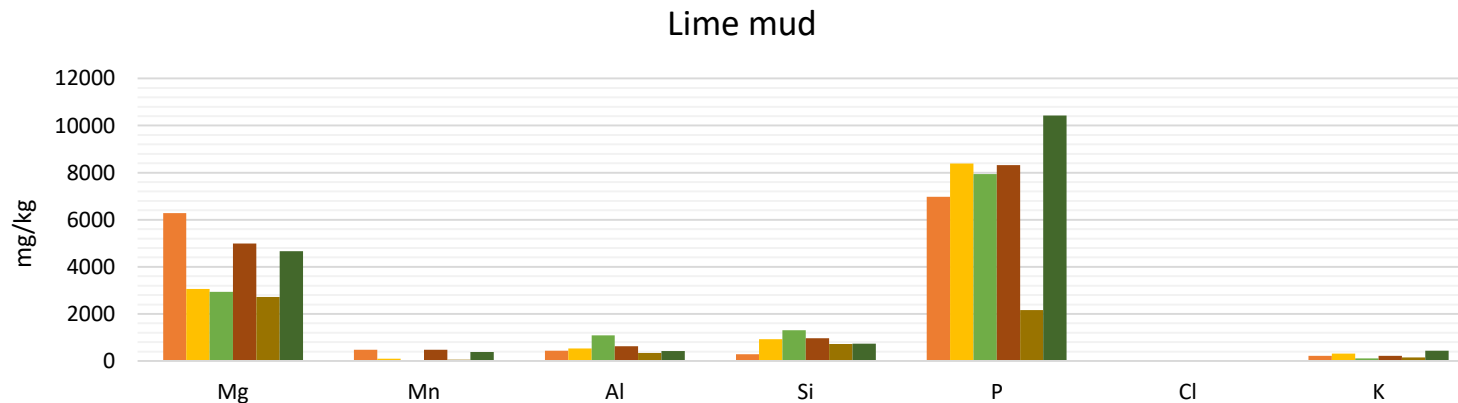
Sample points:

1. Weak black liquor
2. As-fired black liquor
3. ESP ash
4. Clarified green liquor
5. Green liquor dregs
6. White liquor
7. Lime mud

Results

General observations:

- Alkali insoluble elements precipitate in green liquor and are removed with green liquor dregs (Ca, Mg and Mn)
- Mg has a tendency to accumulate in lime cycle as well
- Mill A and Mill D use only softwood and their Mg conc. is higher in WBL and ABL
- K and Cl accumulate in ESP ash
- Al, Si and P do not get as easily purged with green liquor dregs.
- P Increases in conc. in ABL (addition of side streams) and is high in lime mud

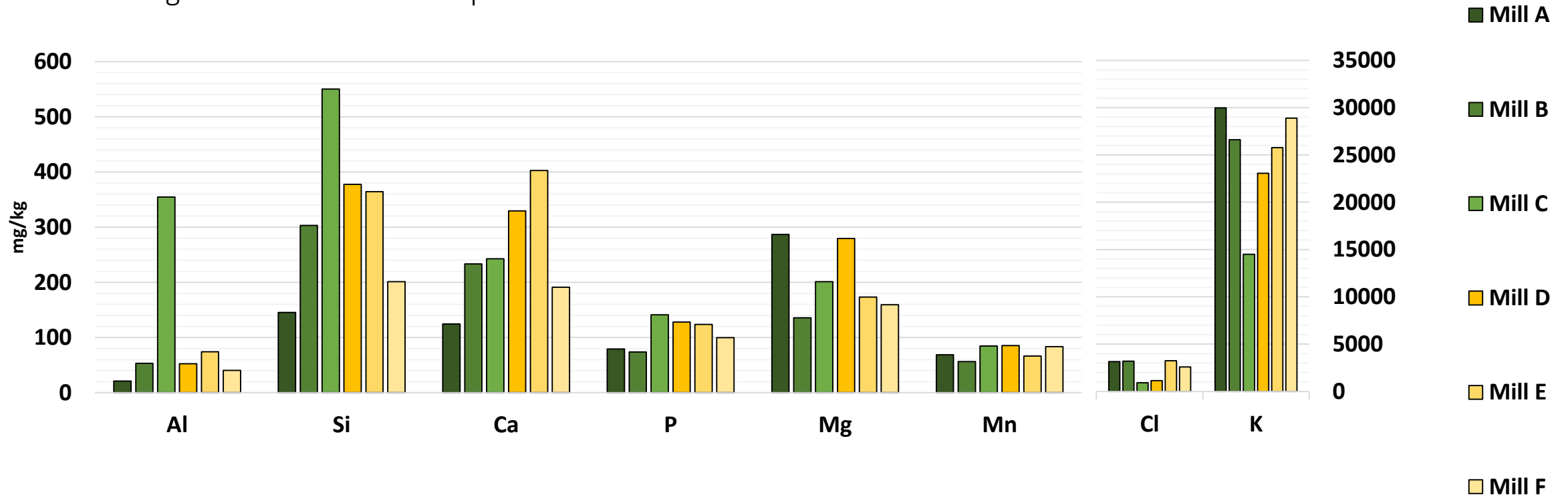


Comparisons

- Are there differences in NPE levels between the pulp mills (2018 North vs. 2018 East)
- How have NPE levels changed in Finland (1995, 1999, 2004 vs. 2018)
- North American and South American results compared to this project's results
- Are there NPE level differences due to different process equipment

FIN North vs. FIN East

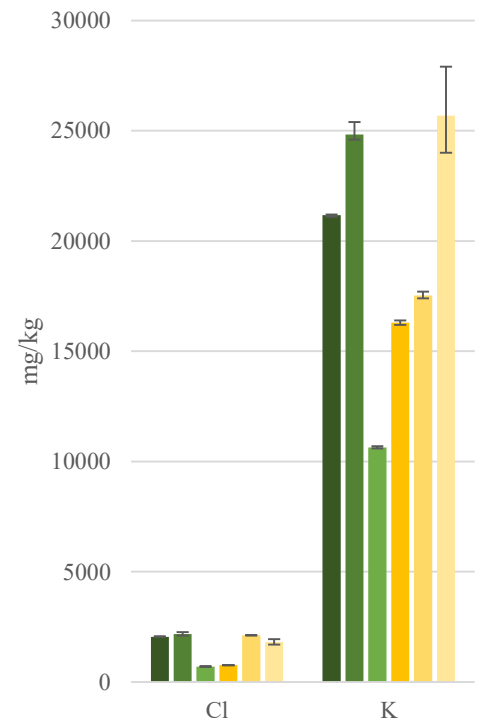
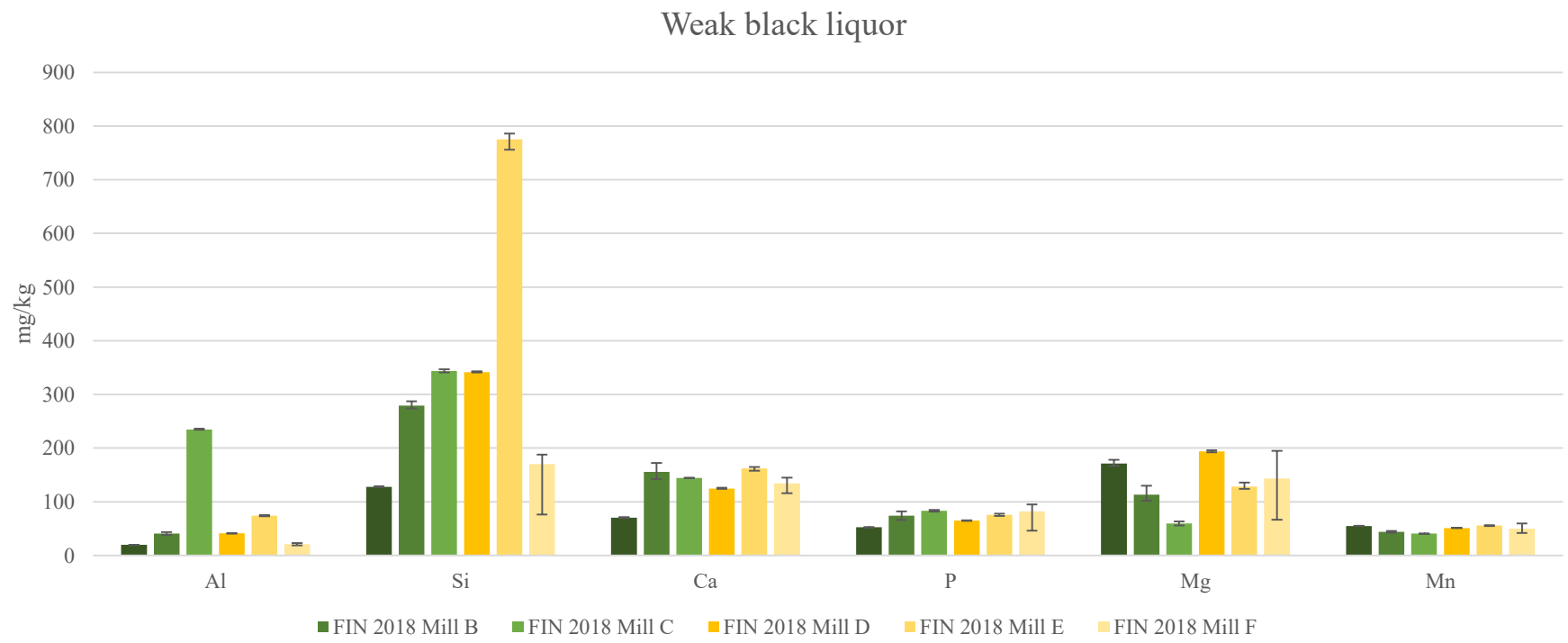
- Green = North
- Yellow = East
- Below figure of As-fired black liquor



T-test results

- In WBL, Mn is lower in the Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included

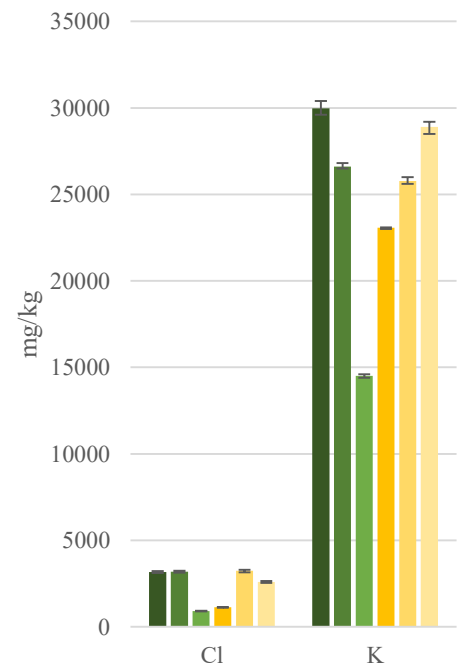
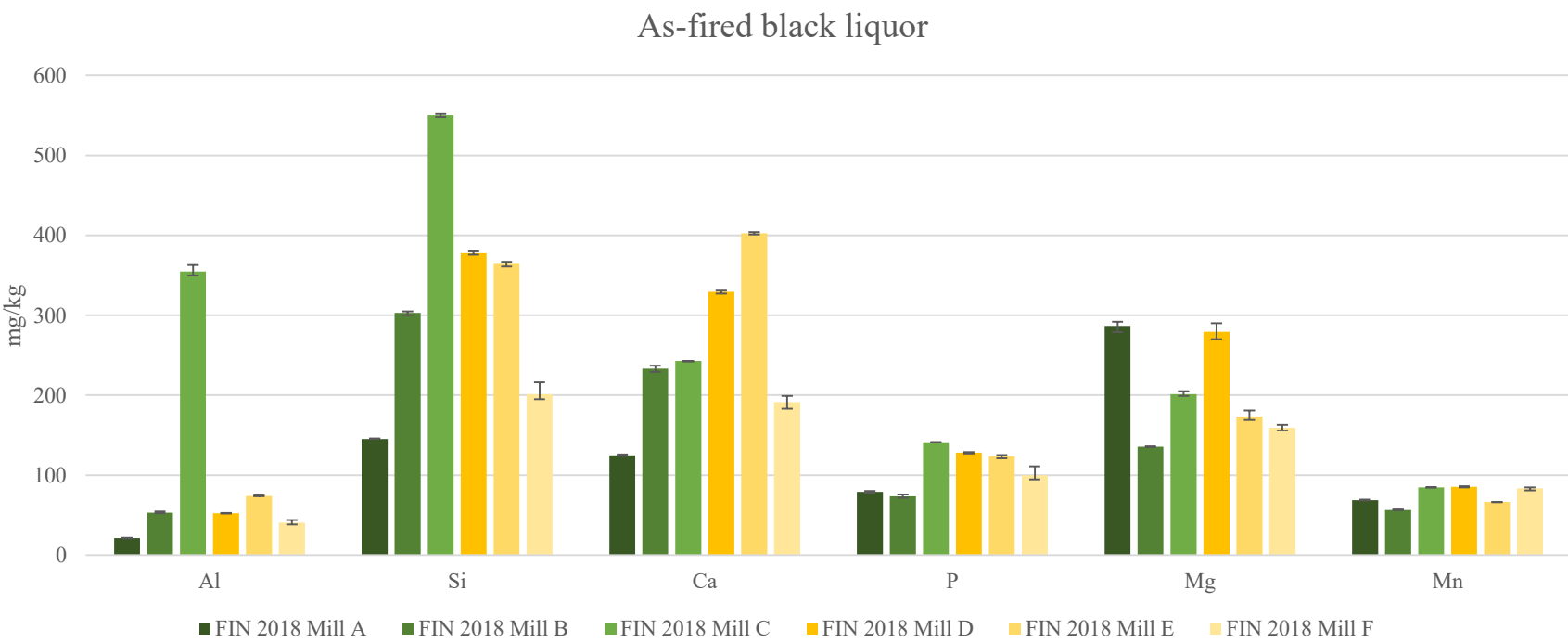
		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
WBL	North	30	250	124	70	115	46	1645	18878
	East	45	429	140	74	155	52	1567	19841
	p-value	0.122	0.091	0.273	0.438	0.054	0.032	0.806	0.715



T-test results

- In ABL, Ca is lower in Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included

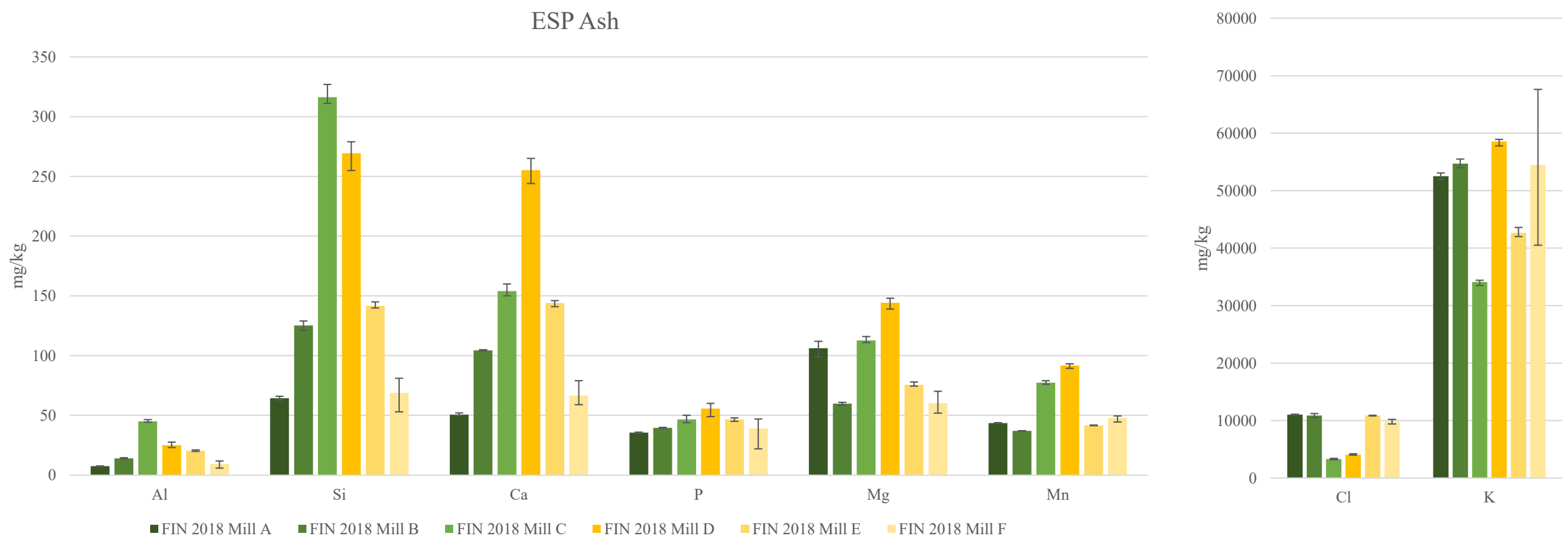
		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
ABL	North	37	333	200	98	208	70	2425	23689
	East	56	314	308	117	204	78	2327	25911
	p-value	0.059	0.783	0.011	0.129	0.895	0.114	0.844	0.394



T-test results

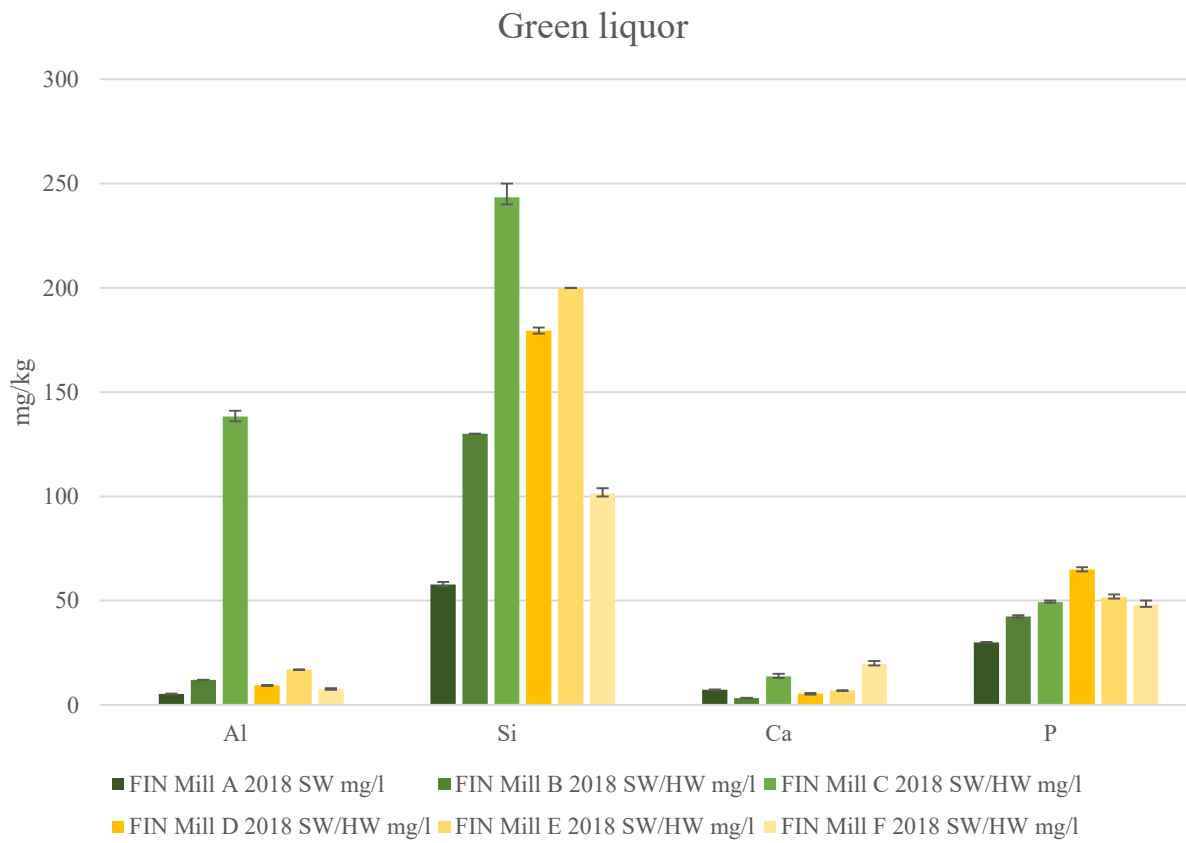
- In ESP A, Al is lower in Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included

		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
ESP A	North	11	169	103	41	93	53	8400	40444
	East	18	160	155	47	93	60	8233	46500
	p-value	0.020	0.858	0.120	0.064	0.975	0.455	0.921	0.344

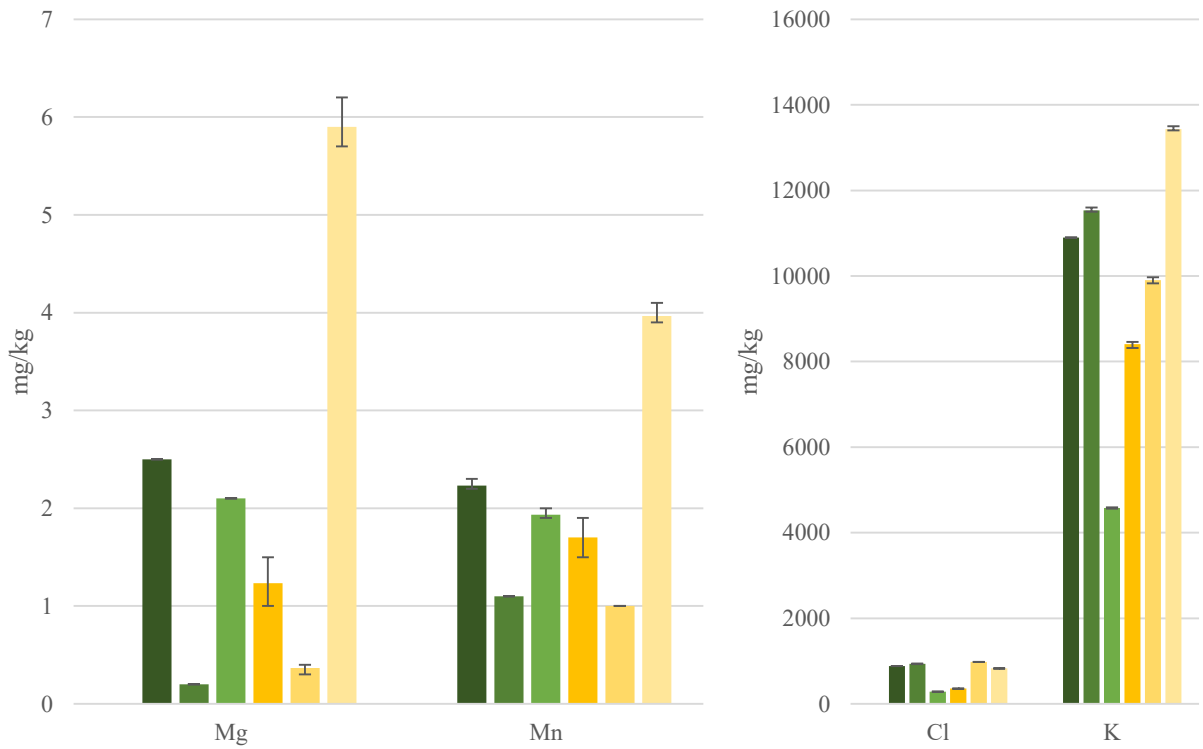


T-test results

- In GL, P is lower in Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included



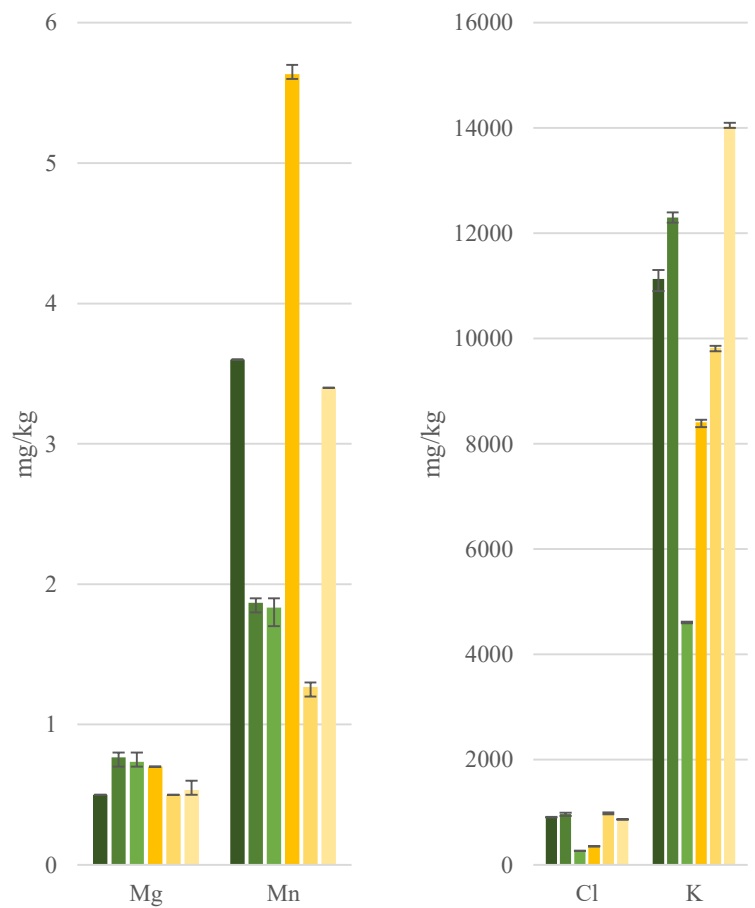
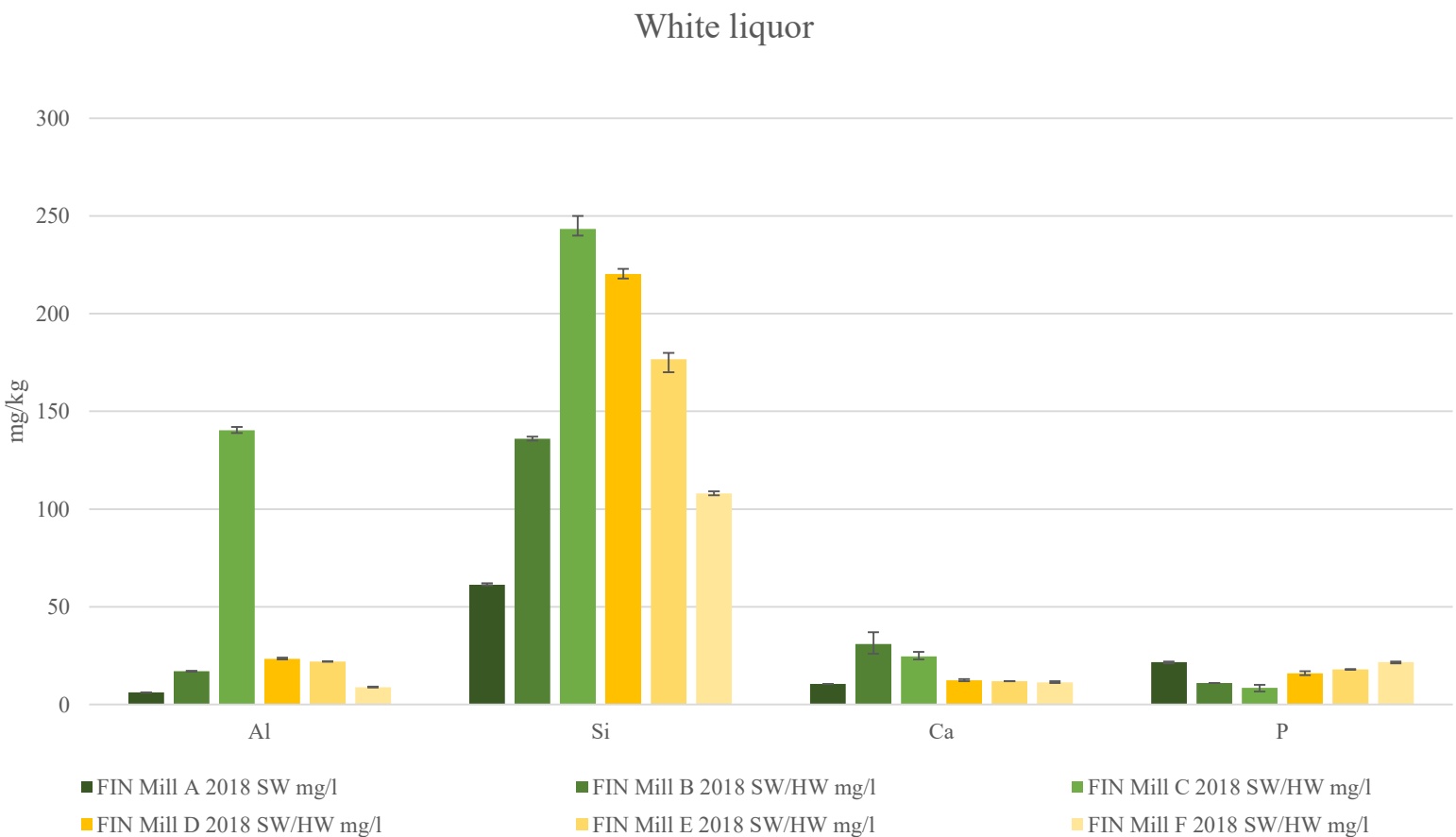
GL		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
	North	9	144	8	41	2	2	701	9004
	East	11	160	11	55	3	2	721	10582
p-value		0.218	0.602	0.363	0.002	0.355	0.354	0.888	0.258



T-test results

- In WL, Ca is higher in Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included

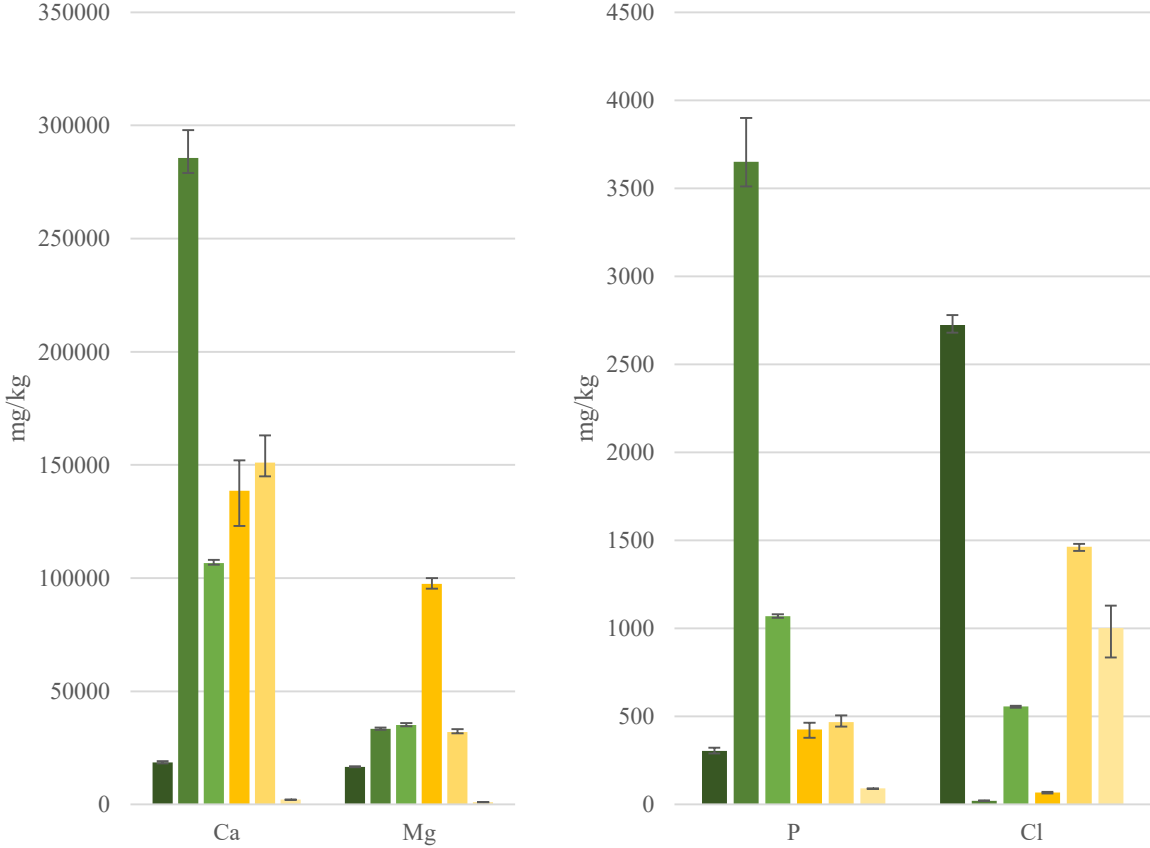
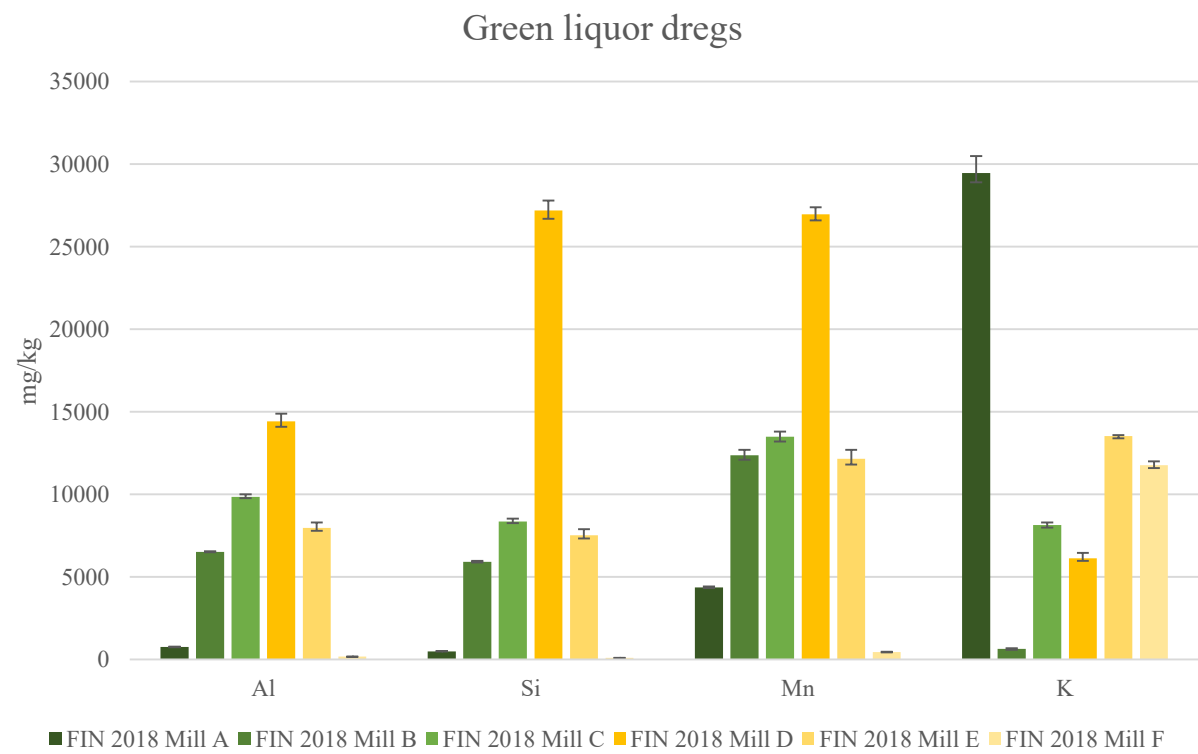
		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
WL	North	12	147	22	14	1	2	713	9347
	East	18	168	12	19	1	3	731	10757
	p-value	0.077	0.503	0.013	0.051	0.125	0.178	0.905	0.352



T-test results

- In GL D P is higher in Northern mills
- * Mill C's values for Al are not included

		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
GL D	North	3638	4921	136955	1675	28400	10078	1100	12754
	East	7528	11609	97281	328	43474	13198	844	10479
	p-value	0.136	0.146	0.405	0.030	0.326	0.464	0.589	0.622



T-test results

- In WBL, Mn is lower in the Northern mills
- In ABL, Ca is lower in Northern mills
- In ESP A, Al is lower in Northern mills
- In GL, P is lower in Northern mills
- In WL, Ca is higher in Northern mills
- In GL D P is higher in Northern mills
- **6/56 t-test results significant**

* Mill C's values for Al are not included

		Al *	Si	Ca	P	Mg	Mn	Cl	K
WBL	North	30	250	124	70	115	46	1645	18878
	East	45	429	140	74	155	52	1567	19841
	p-value	0.122	0.091	0.273	0.438	0.054	0.032	0.806	0.715
ABL	North	37	333	200	98	208	70	2425	23689
	East	56	314	308	117	204	78	2327	25911
	p-value	0.059	0.783	0.011	0.129	0.895	0.114	0.844	0.394
ESP A	North	11	169	103	41	93	53	8400	40444
	East	18	160	155	47	93	60	8233	46500
	p-value	0.020	0.858	0.120	0.064	0.975	0.455	0.921	0.344
GL	North	9	144	8	41	2	2	701	9004
	East	11	160	11	55	3	2	721	10582
	p-value	0.218	0.602	0.363	0.002	0.355	0.354	0.888	0.258
WL	North	12	147	22	14	1	2	713	9347
	East	18	168	12	19	1	3	731	10757
	p-value	0.077	0.503	0.013	0.051	0.125	0.178	0.905	0.352
LM	North	484	841	378556	7762	4091	202	7	215
	East	462	813	385611	6969	4117	308	7	247
	p-value	0.669	0.862	0.331	0.544	0.969	0.283	0.680	0.493
GL D	North	3638	4921	136955	1675	28400	10078	1100	12754
	East	7528	11609	97281	328	43474	13198	844	10479
	p-value	0.136	0.146	0.405	0.030	0.326	0.464	0.589	0.622

Comparisons

- Are there differences in NPE levels between the pulp mills (2018 North vs. 2018 East)
- **How have NPE levels changed in Finland (1995, 1999, 2004 vs. 2018)**
- North American and South American results compared to this project's results
- Are there NPE level differences due to different process equipment

Older Finnish results vs. 2018 results

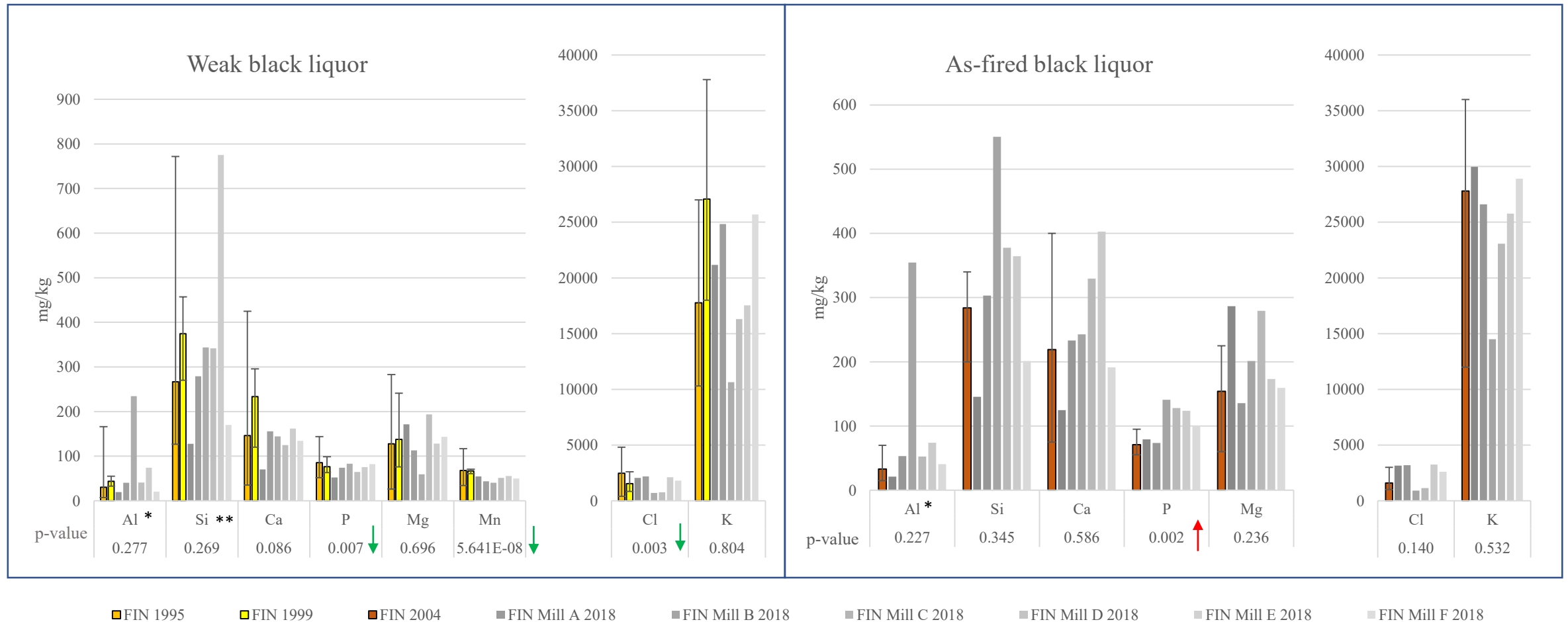


Figure 39 Weak black liquor and as-fired black liquor comparisons between older Finnish results (Järvinen, et al., 1995) (Holamo, 2000) (Salmenoja, et al., 2004) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * The abnormally high Si values from Mill C are not included in the t-test. **The abnormally high Si value from Mill E is included. The t-test was performed with and without the high Si value and t-test was both times insignificant.

T-test results

- In WBL, This projects results are lower for P, Mn and Cl compared to older FIN results
- In ESP A, this project's results are higher for Al, Si, Ca, P and Mg
- In WL, Mg, Mn and Cl lower
- In GL D Al is higher in newer results
- P is higher in nearly all sample points in the results from this project!
- 18/51 t-test results significant

* Mill C's values for Al are not included

Comparisons

- Are there differences in NPE levels between the pulp mills (2018 North vs. 2018 East)
- How have NPE levels changed in Finland (1995, 1999, 2004 vs. 2018)
- **North American and South American results compared to this project's results**
- Are there NPE level differences due to different process equipment

North American results vs. FIN 2018

- WBL and ABL did not have enough good data points in literature to make T-tests

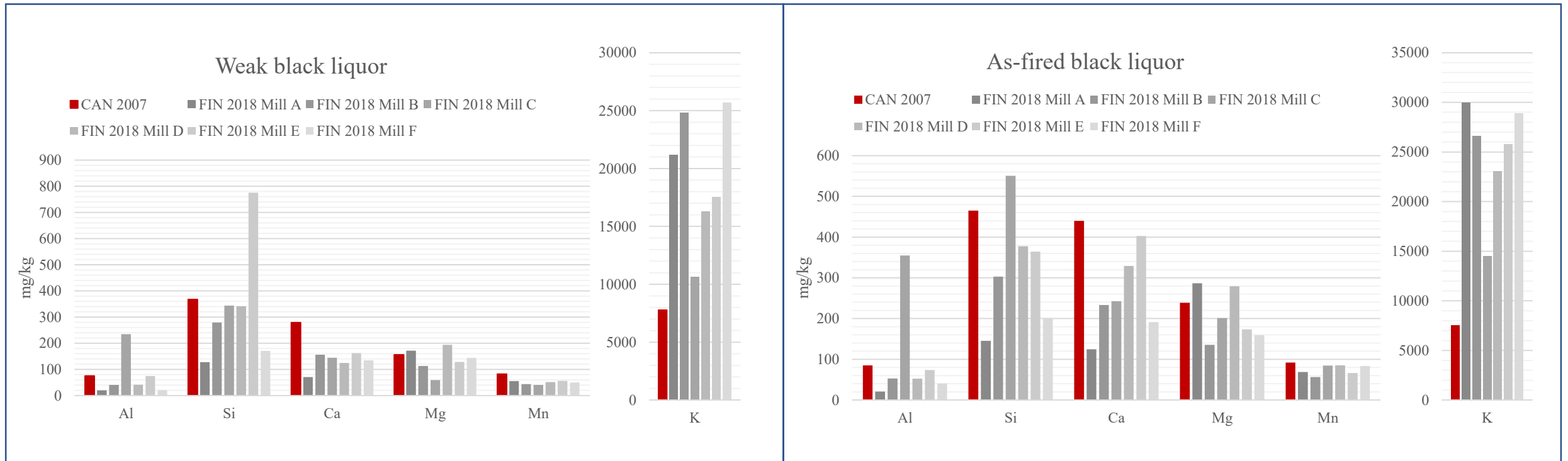
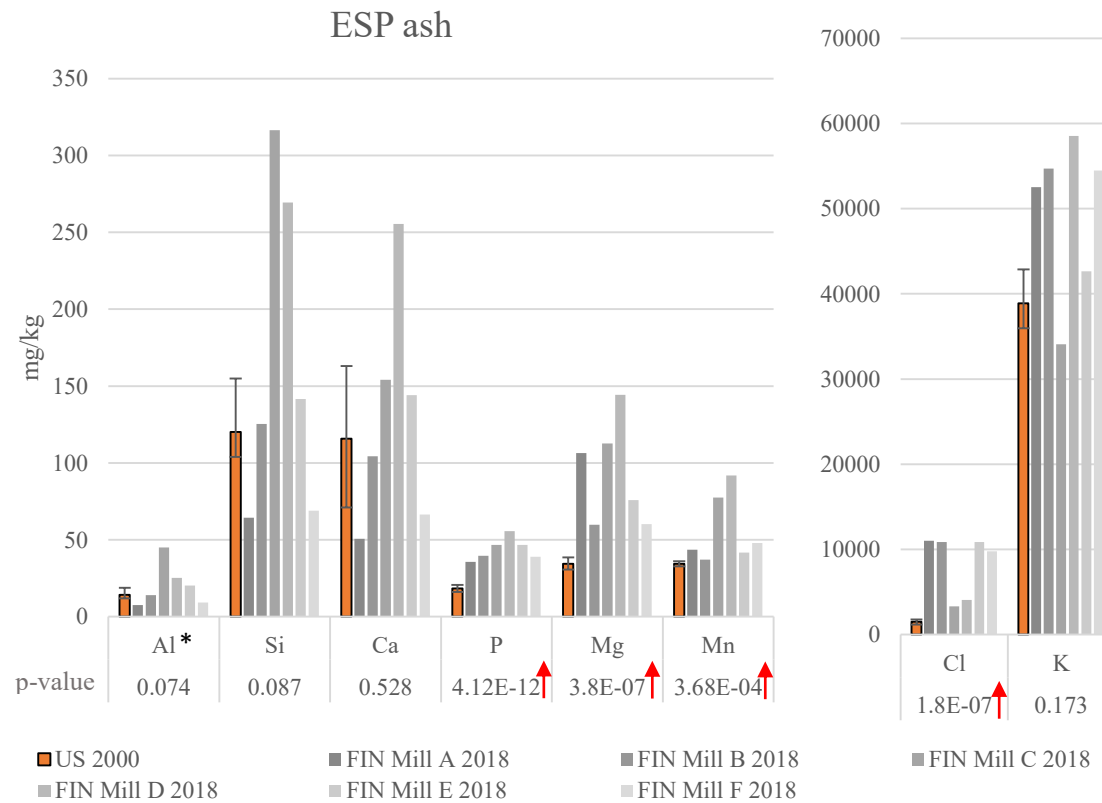


Figure 44 Comparison between North American (Taylor & McGuffie, 2007) (Frederick, et al., 2000) and this project's results in weak black liquor and as-fired black liquor.

Older North American results vs. 2018 FIN results



- Similar figures made for ESP A, GL, WL, LM, GL D
- Some literature references were in mg/kg unit for GL and WL. They were converted to mg/l for the t-tests.

Figure 45 ESP ash comparison between older North American results (Frederick, et al., 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * The abnormally high Si values from Mill C are included in the t-test.

T-test results

- In ESP A, P, Mg Mn and Cl higher in FIN 2018
- In GL D, Al, Si P and K are higher compared to North American results
- P higher in FIN 2018
- K higher in FIN 2018
- **20/38 t-test results significant**

* Mill C's values for Al are not included

** Some literature references converted to mg/l with a density of 1.15 g/l

FIN vs. South America (eucalyptus)

- Not enough literature values were available to make t-tests
- However, one could conclude that Al, Si and Cl are higher in eucalyptus results compared to the results conducted in this project

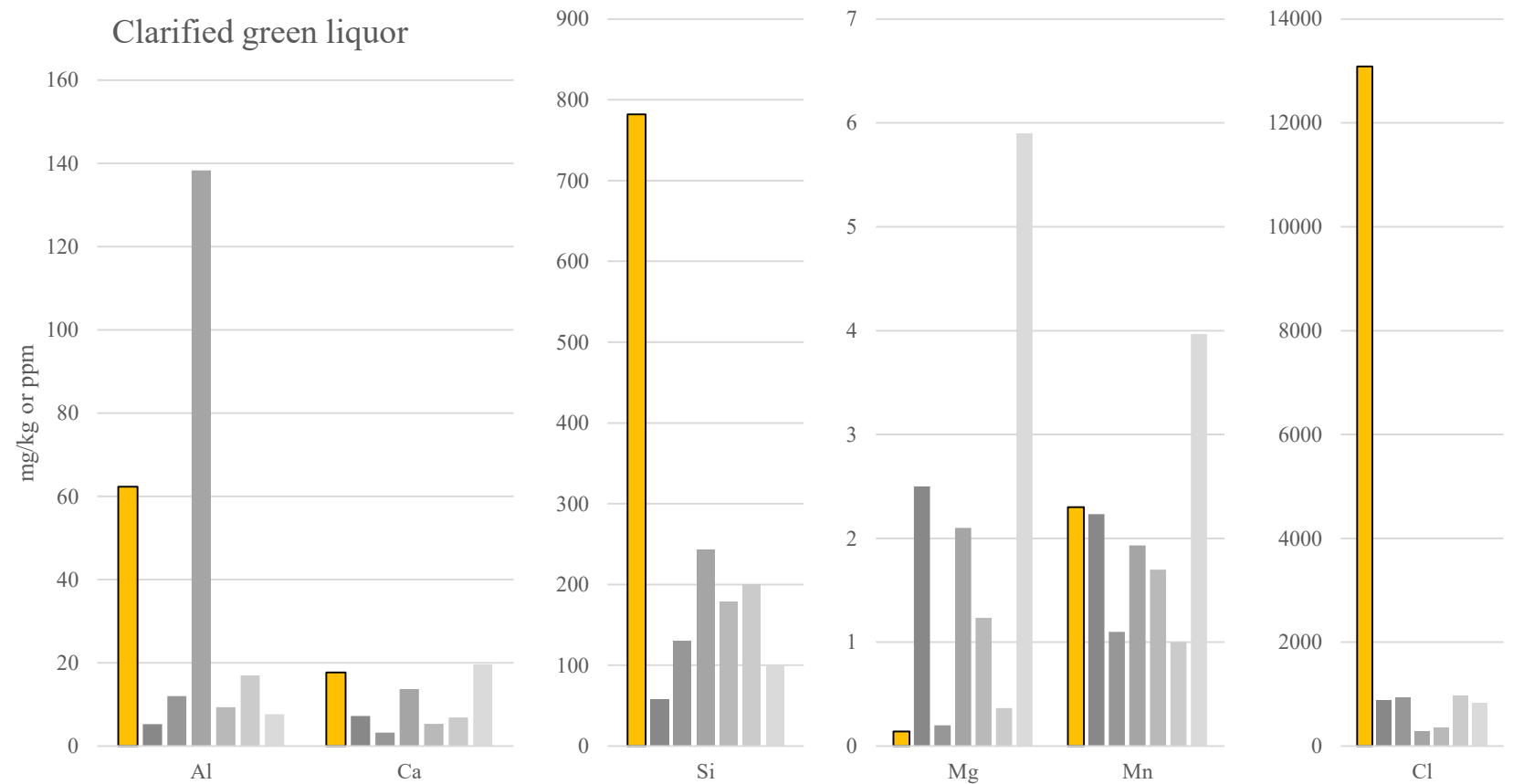


Figure 50 Clarified green liquor and white liquor results from a South American mill (Milanez, 2007) and the six Finnish results from 2018. The colored column is the literature reference and is shown in ppm. The results from 2018 are in mg/kg format.

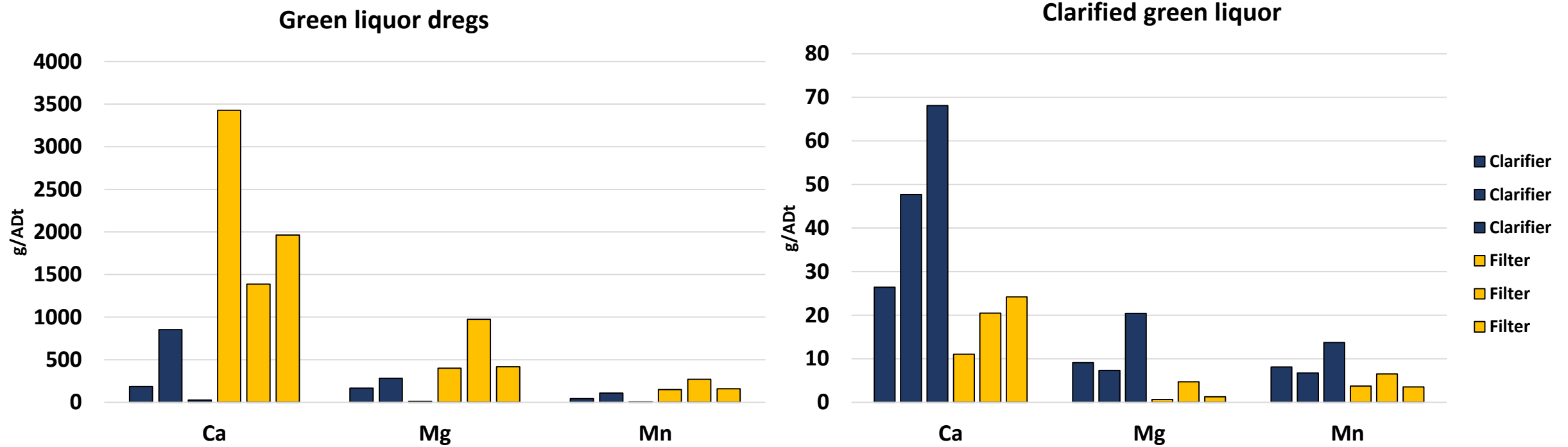
Comparisons

- Are there differences in NPE levels between the pulp mills (2018 North vs. 2018 East)
- How have NPE levels changed in Finland (1995, 1999, 2004 vs. 2018)
- North American and South American results compared to this projects results
- **Are there NPE level differences due to different process equipment**

Comparison of green liquor removal techniques

- Two main techniques to remove dregs from green liquor
 - Clarifier (older)
 - Filters (modern option)
 - Filters are according to literature more effective in removing dregs
 - Clarifiers remove dregs by sedimentation since mid – 1960
-
- Three mills use clarifiers
 - Three mills use cross flow filters to remove dregs

Comparison of green liquor removal techniques



Conclusions

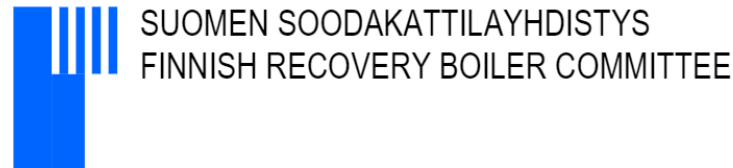
- Are there differences in NPE levels between the pulp mills (North vs. East)
 - Yes, but minor differences. 10 % of the t-tests were significant. Northern mills had for some NPEs lower values
- How have NPE levels changed in Finland (old vs. up-to-date results)
 - Weak black liquor quality better in the newer results
 - Phosphorous higher in this projects results compared to older Finnish results
 - ESP Ash (Al, Si, Ca, P, Mg) higher in FIN 2018
 - 18/51 t-test results were significant
- Do the results differ compared to North American and South American results
 - ESP Ash (P, Mg, Mn, Cl) values higher in FIN 2018
 - P and K higher in FIN 2018
 - LM P, Mg, Mn higher
 - In GL Ca, Mn lower and in WL Mg lower
 - In GL D Al, Si, P and K are found more in dregs (are removed better)
 - 20/38 t-test results were significant
- Are there NPE level differences due to different process equipment
 - Filters more effective than clarifiers

Conclusions

- According to the interviews: Mills have found ways to cope with NPEs
- **BUT** NPEs can create severe damage and fast!
 - During process disturbance or process changes:
 - Unpredictable high NPE levels from side streams e.g. biosludge
 - Using new make up lime and makeup chemicals
- Environmentally friendly solutions and a zero-effluent pulp mills:
 - Even though the waste streams from have decreased around 90 % from 1992 the NPE levels have not increased remarkably!
 - The NPE “symptoms” spotted today in the process might create severe problems in the future

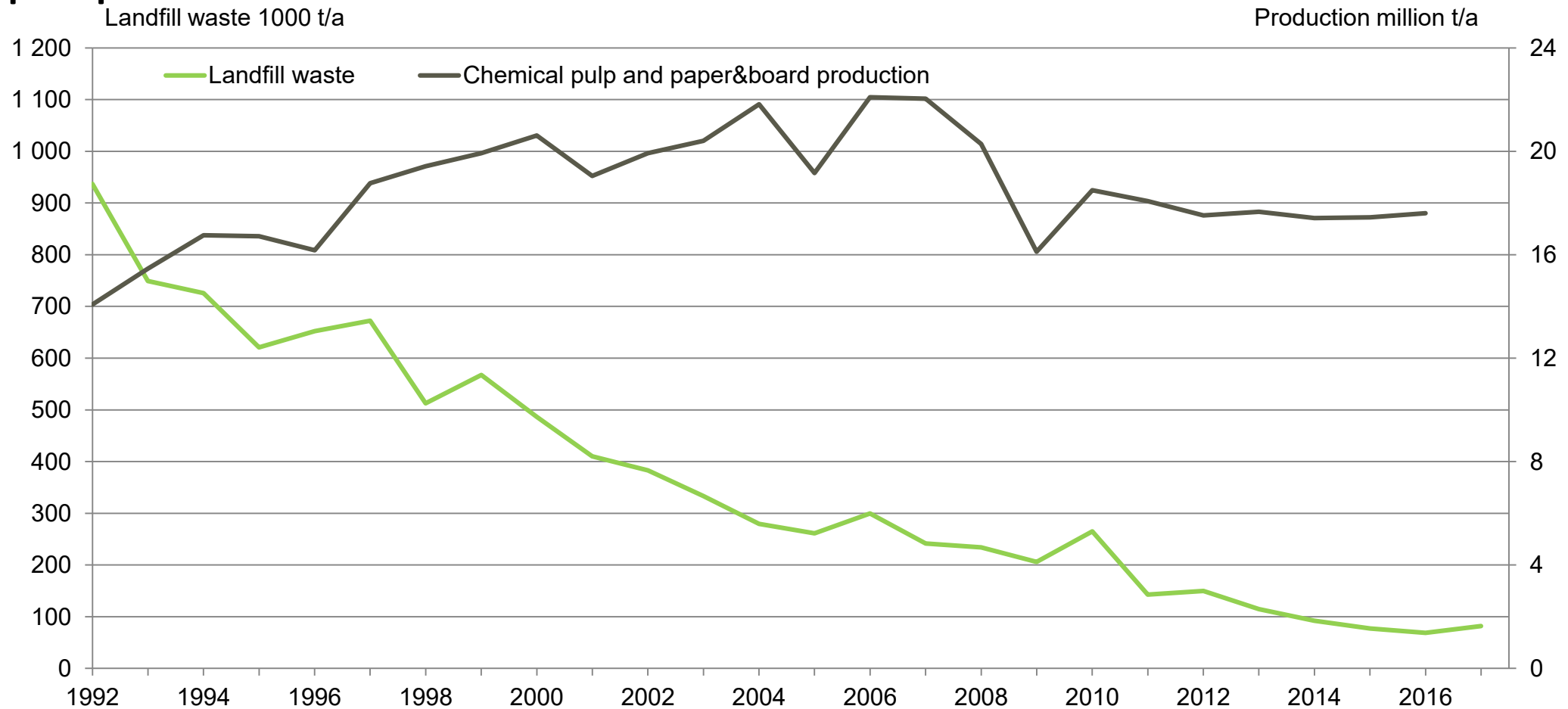
Thank you for listening!

- A special thanks to the Lipeätyöryhmä
- Thank You for your support, your help and giving me the opportunity to do this Master's Thesis!

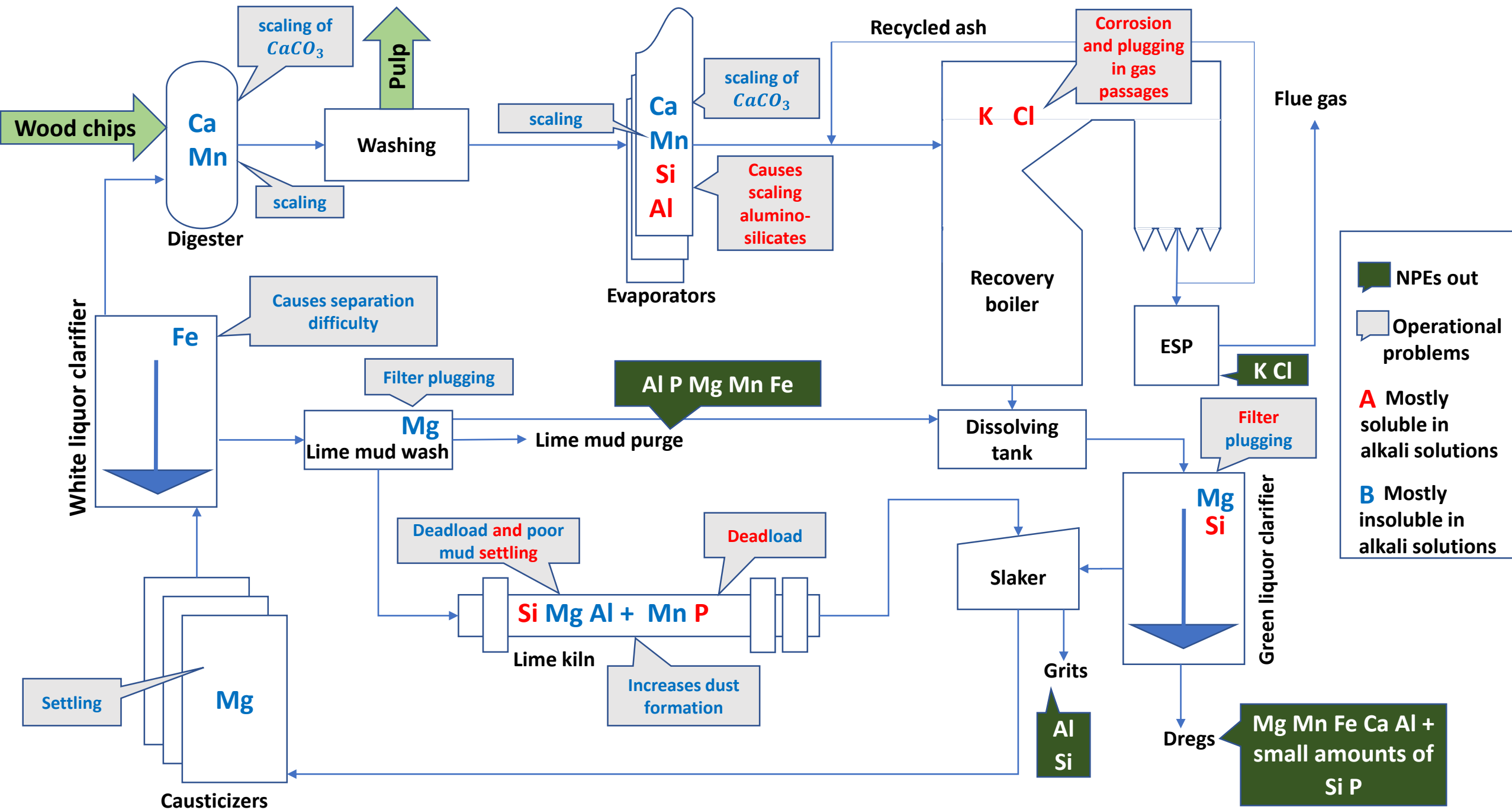


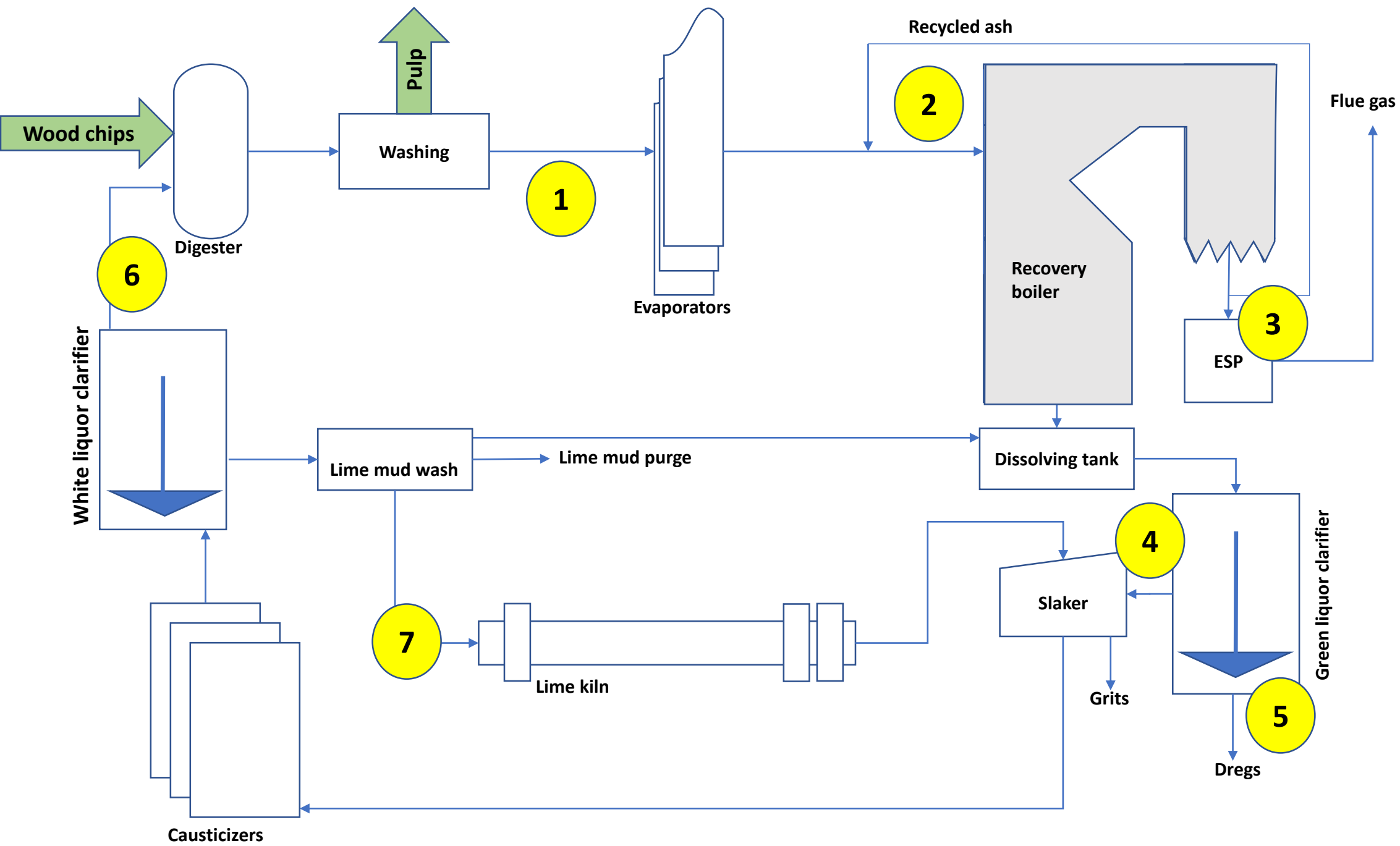
Extra slides

Landfill waste and production and of pulp and paper mills in Finland



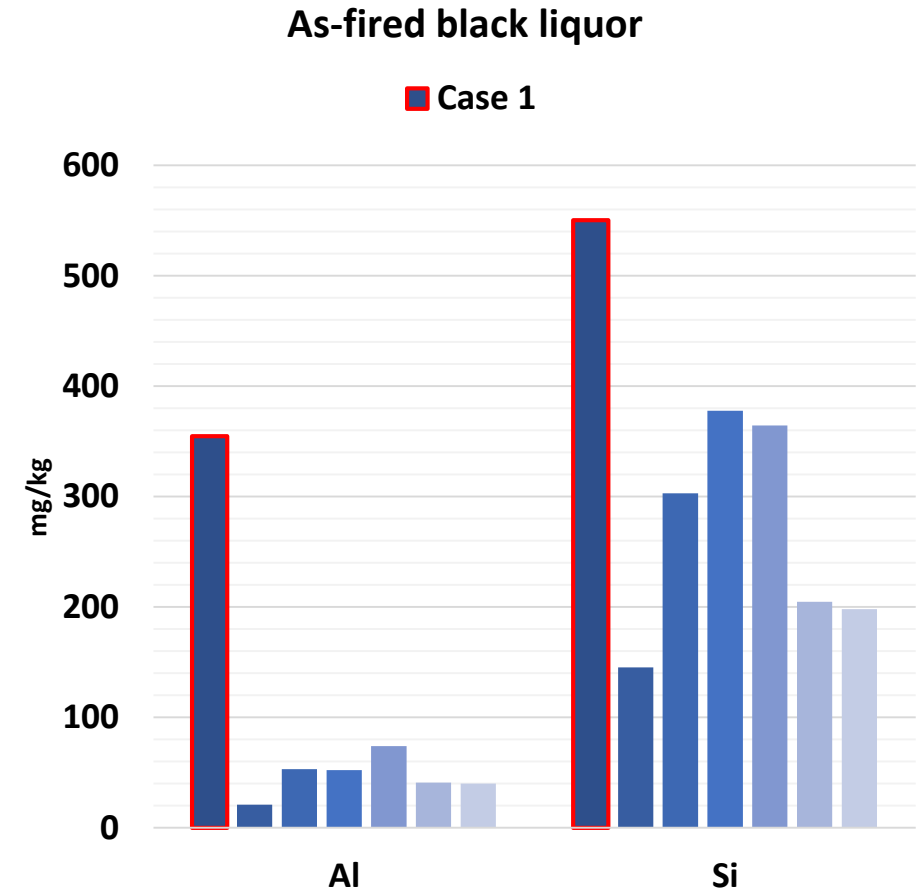
<https://www.forestindustries.fi/statistics/environment/>





Case studies

- Case 1:
 - One mill had encountered a kaolin contamination
 - Kaolin entered the recovery cycle with biosludge
 - Biosludge was added in the evaporator plant to the cycle
 - The scaling of aluminosilicates turned so bad in the evaporator plant that it had to be temporarily shut down for cleaning
 - During sampling period



Case studies

- Case 2:
 - Ring formation in lime kiln
 - SEM results show that more Al and Si are found in the ring sample.
 - Also TGA indicate that only a small amount of CaCO_3 was formed in the ring.
 - Not during sampling period

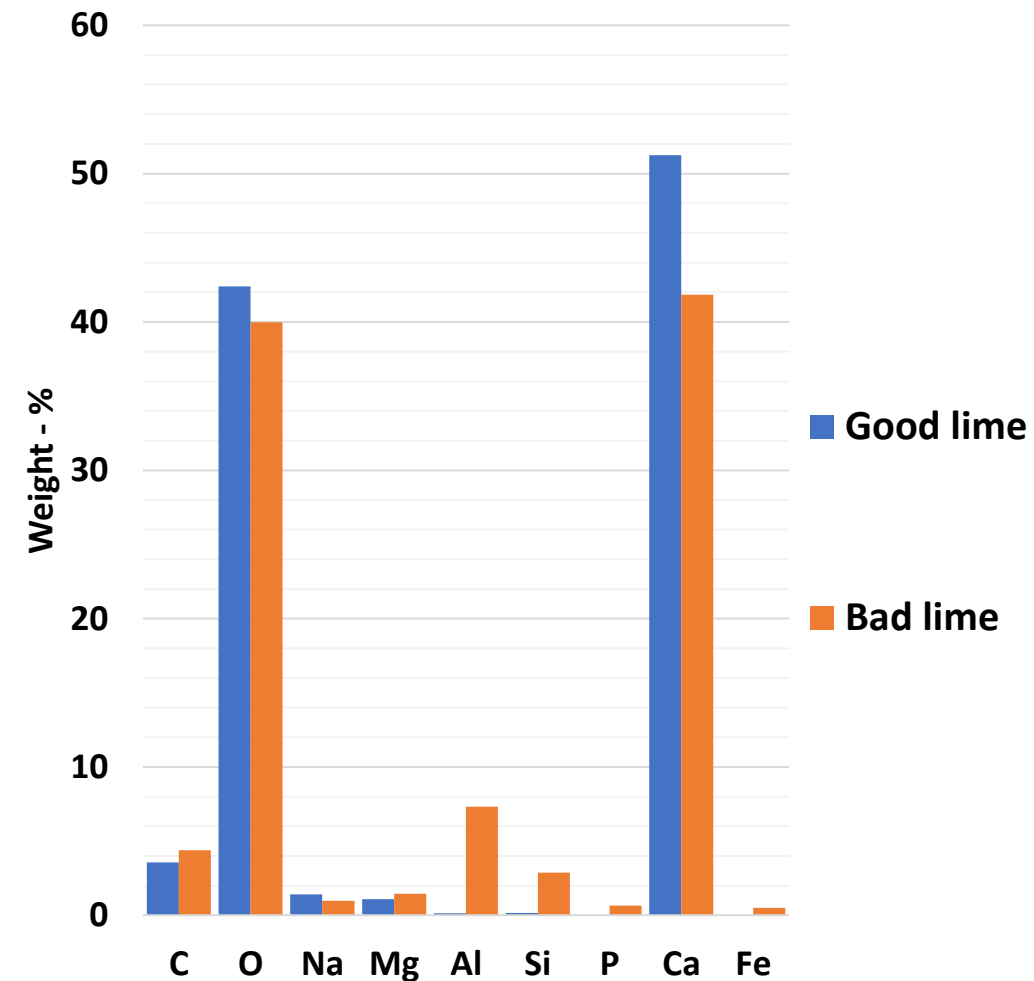
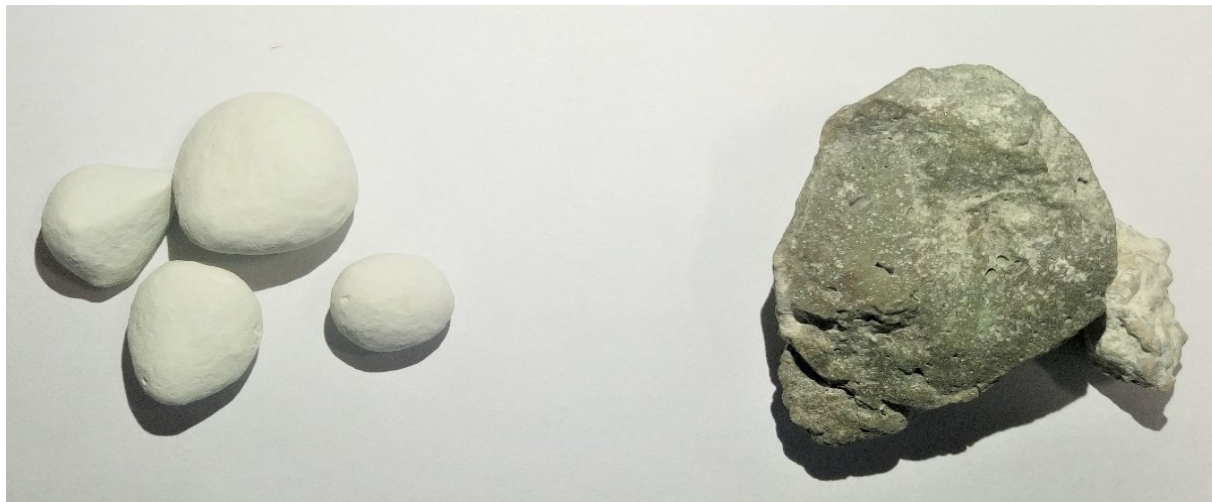
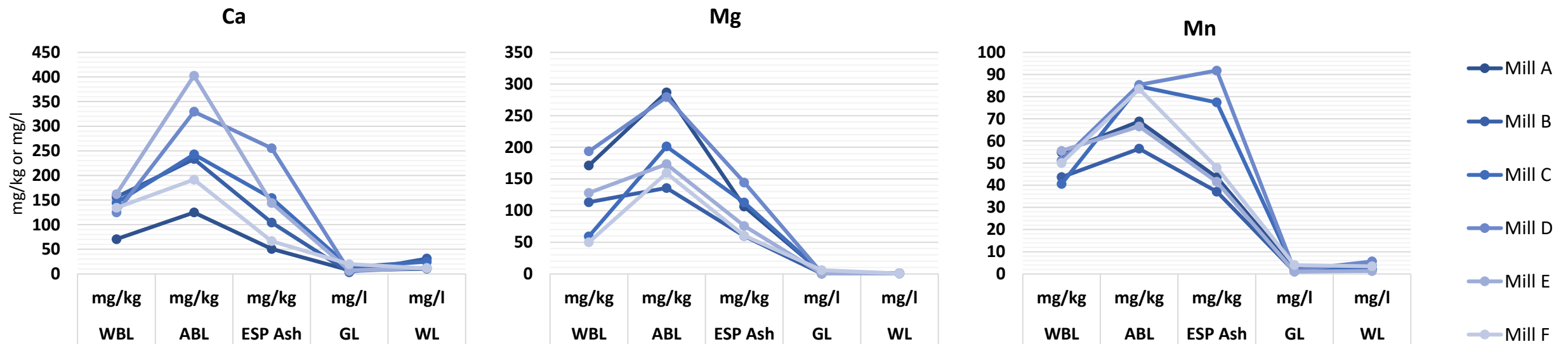


Figure SEM results of good and bad lime.

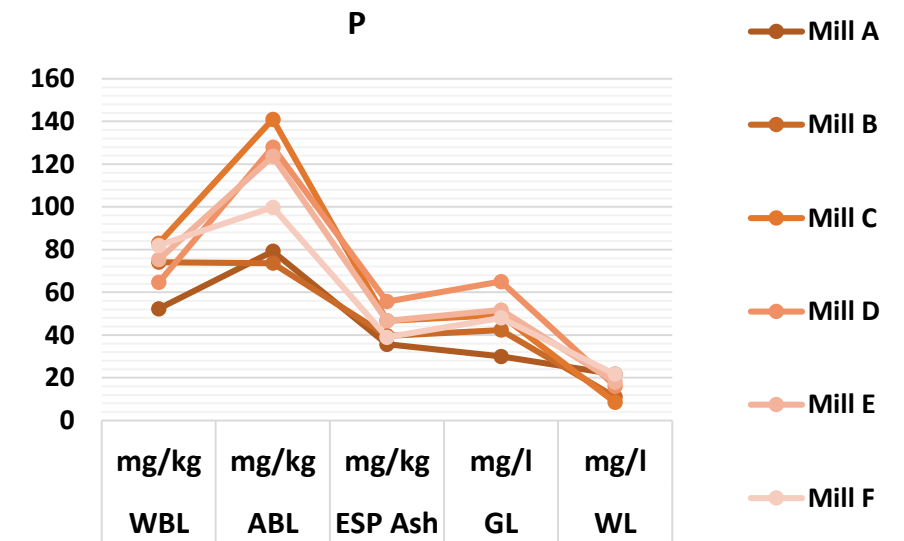
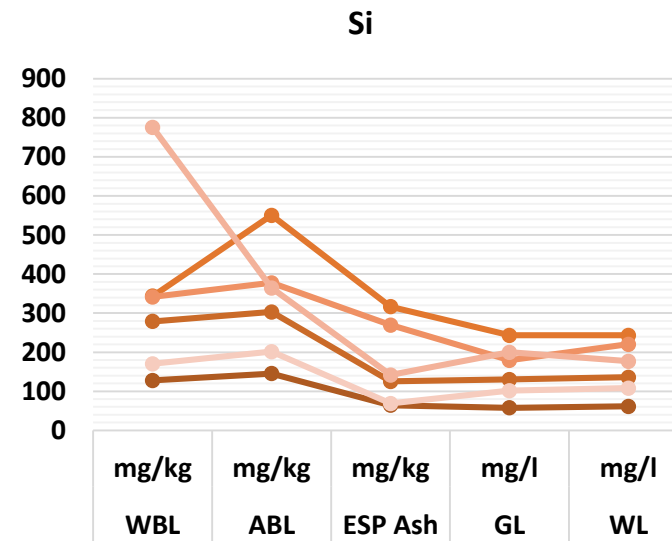
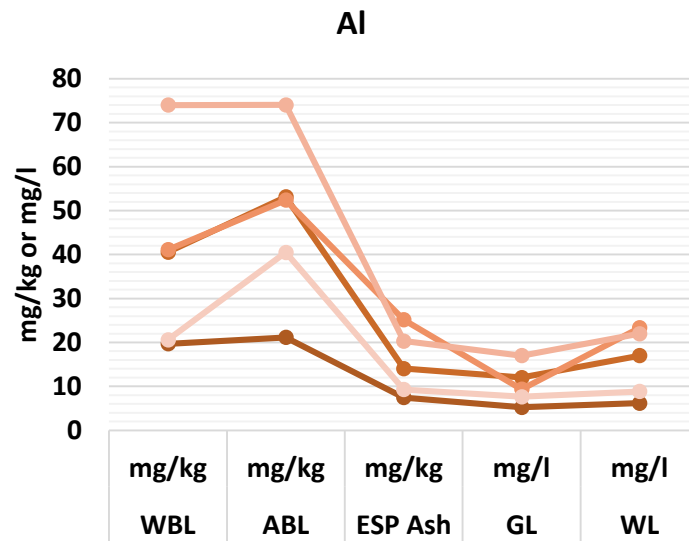
Results

- Alkali insoluble elements precipitate in green liquor and are removed with green liquor dregs
- Mg has a tendency to accumulate in lime cycle if it reaches lime mud



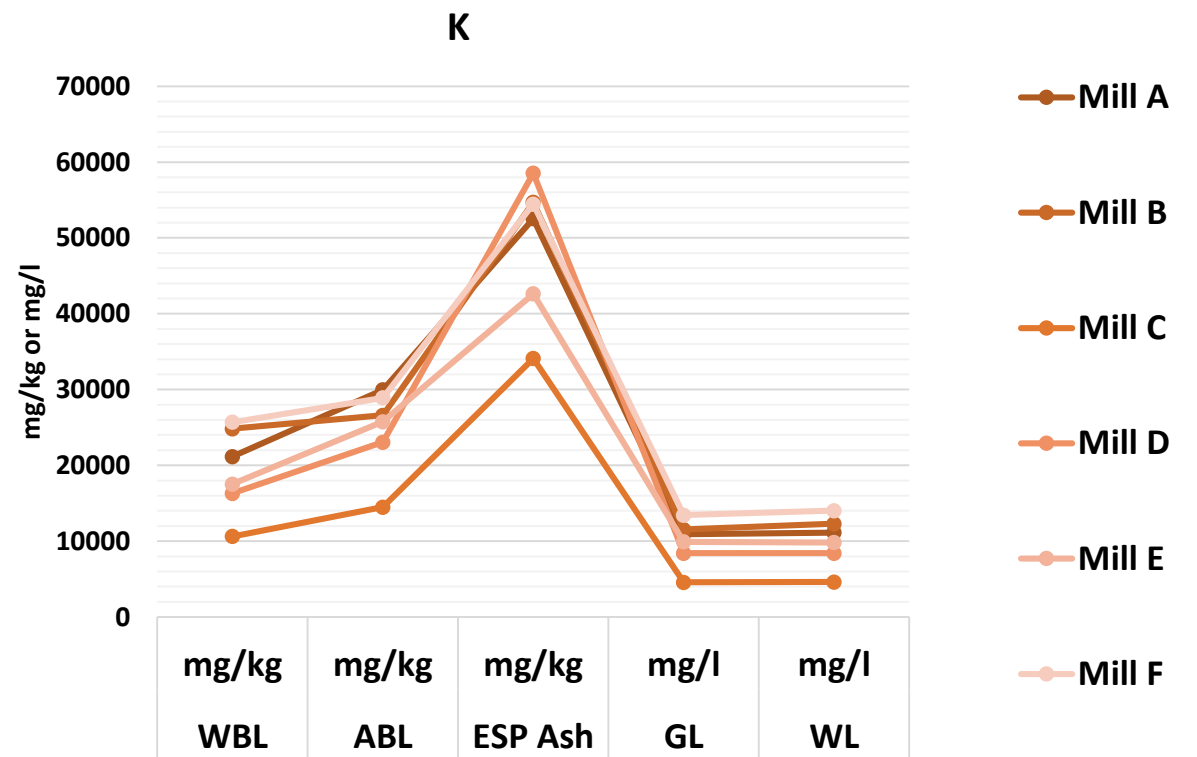
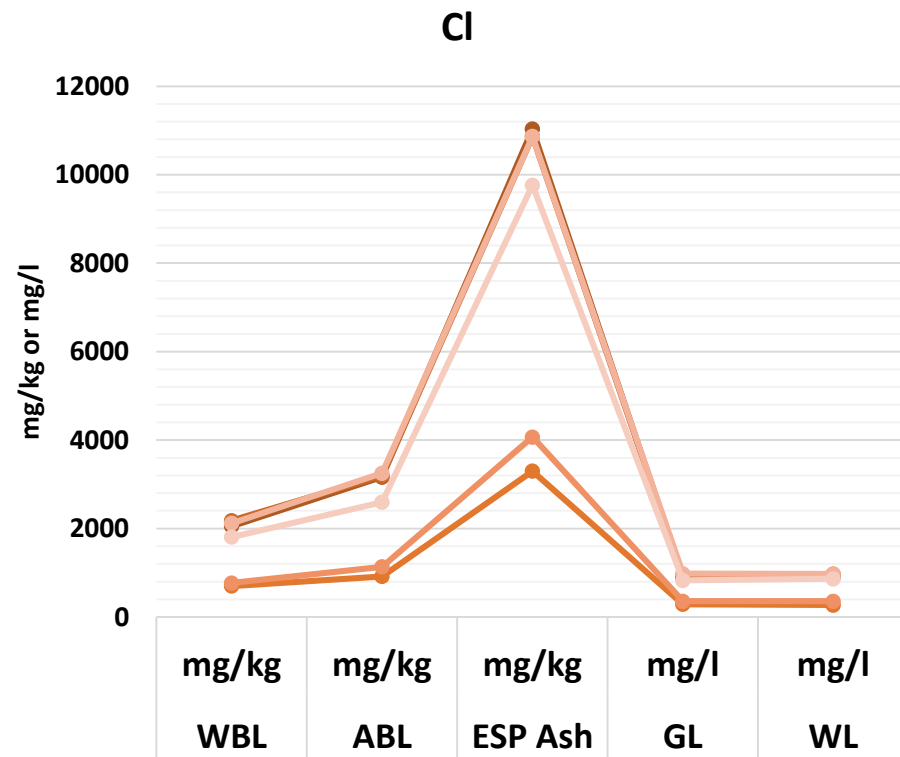
Results

- Al is removed partly with dregs.
- Si level does not seem to change a lot in the sampling points.
- P tends to accumulate in lime mud



Results

- Cl and K tend to accumulate in ESP ash



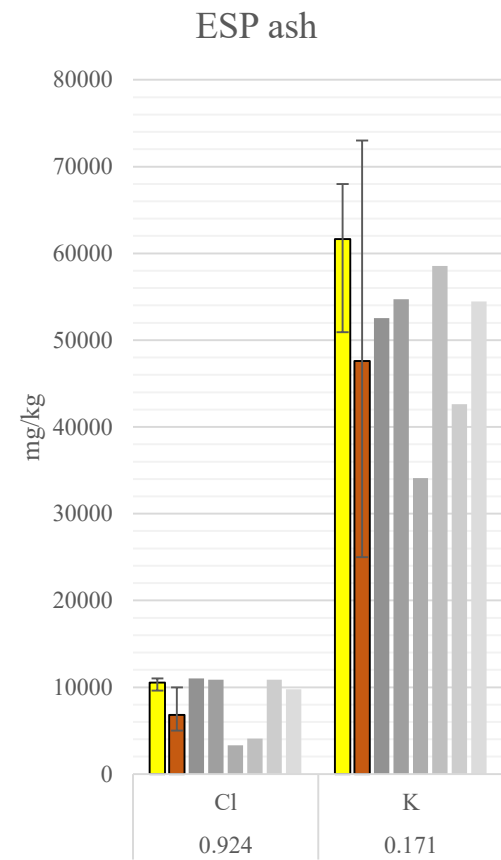
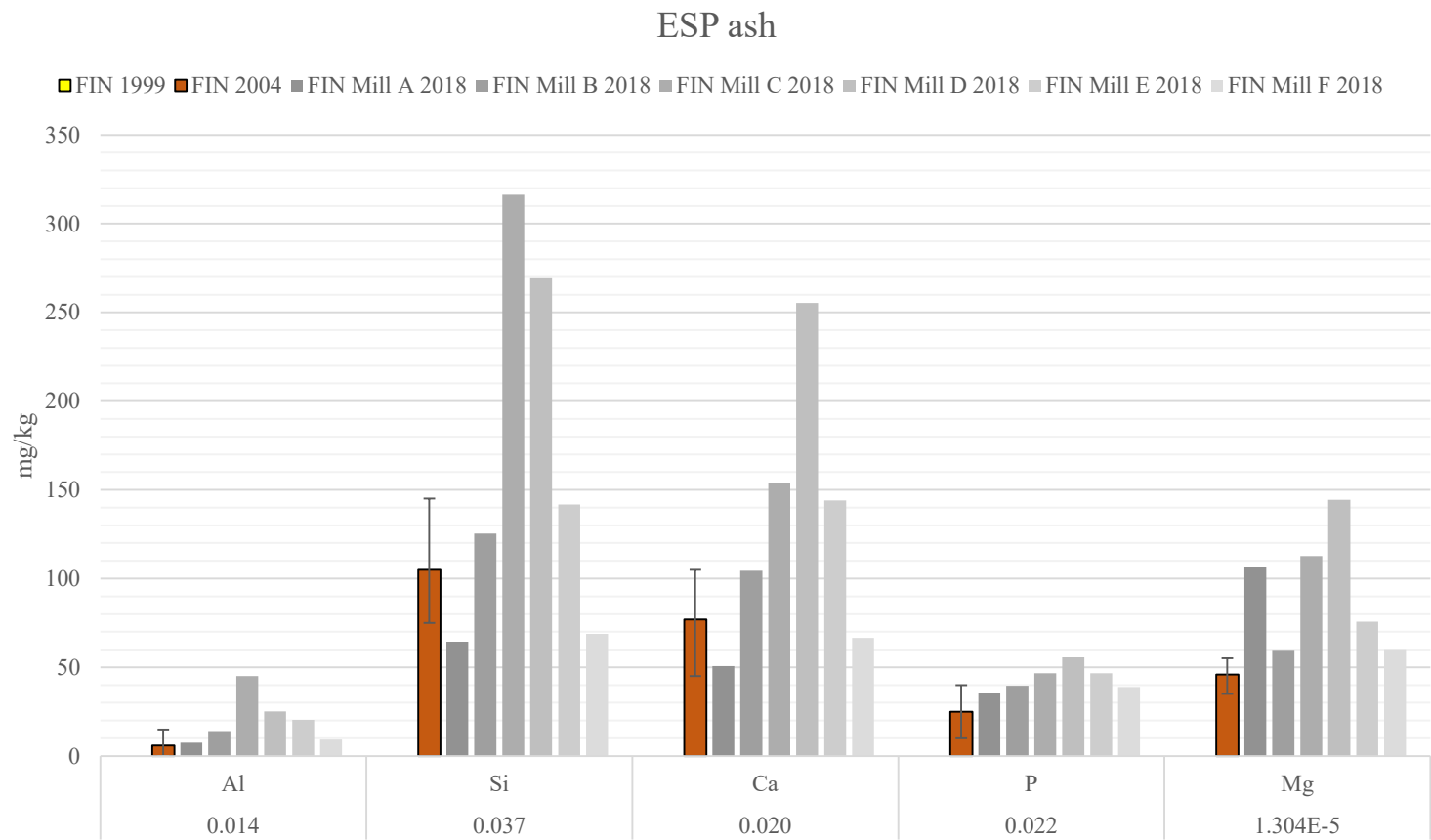


Figure 40 ESP ash comparison between older Finnish results (Holamo, 2000) (Salmenoja, et al., 2004) and this project's results form 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. A green arrow indicates that the data from the present work are significantly lower, and a red arrow indicates that the data from the present work are significantly higher as compared to data from literature sources. * Both with or without Mill C's Al value, difference was still significant (Without Mill C, p-value 0.014).

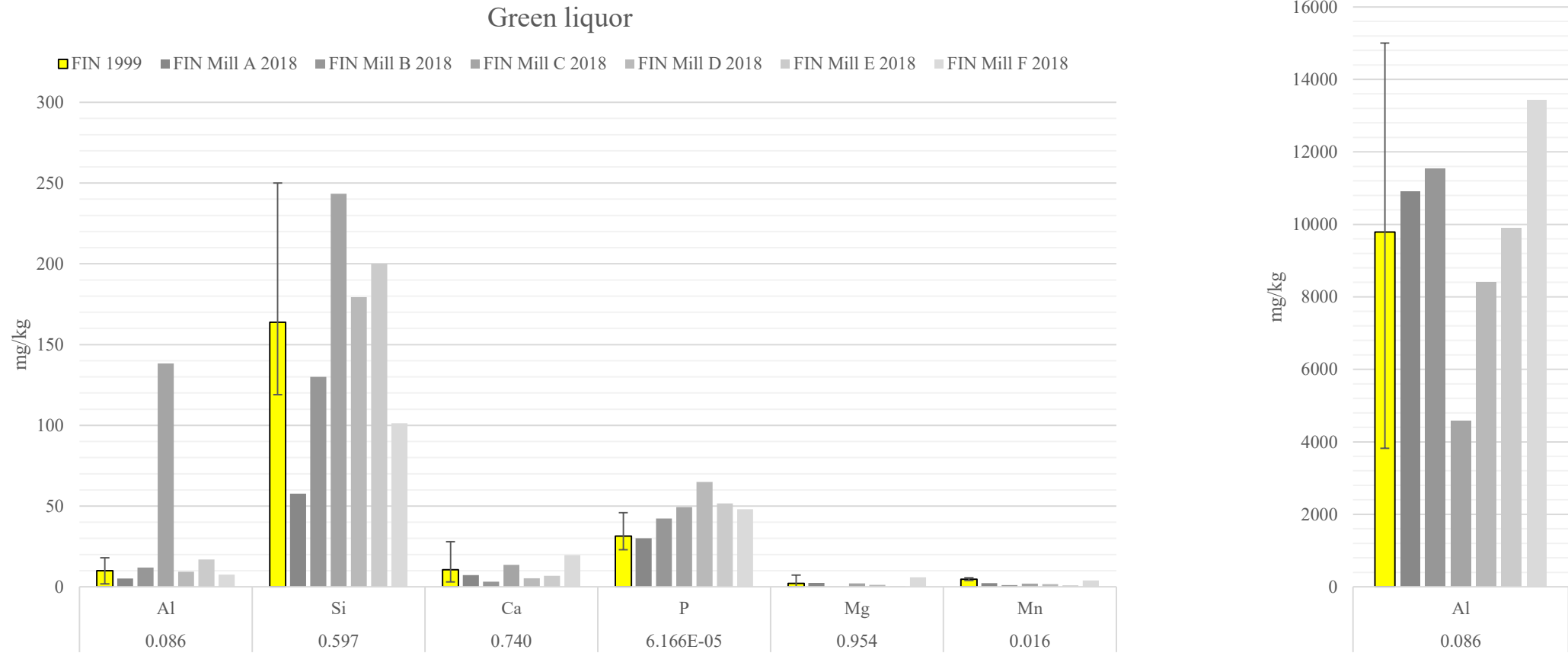


Figure 41 Green liquor comparison between older Finnish results (Holamo, 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * Both with or without Mill C's Al value, no significant difference (Without Mill C, p-value 0.94 and with Mill C p-value 0.086).

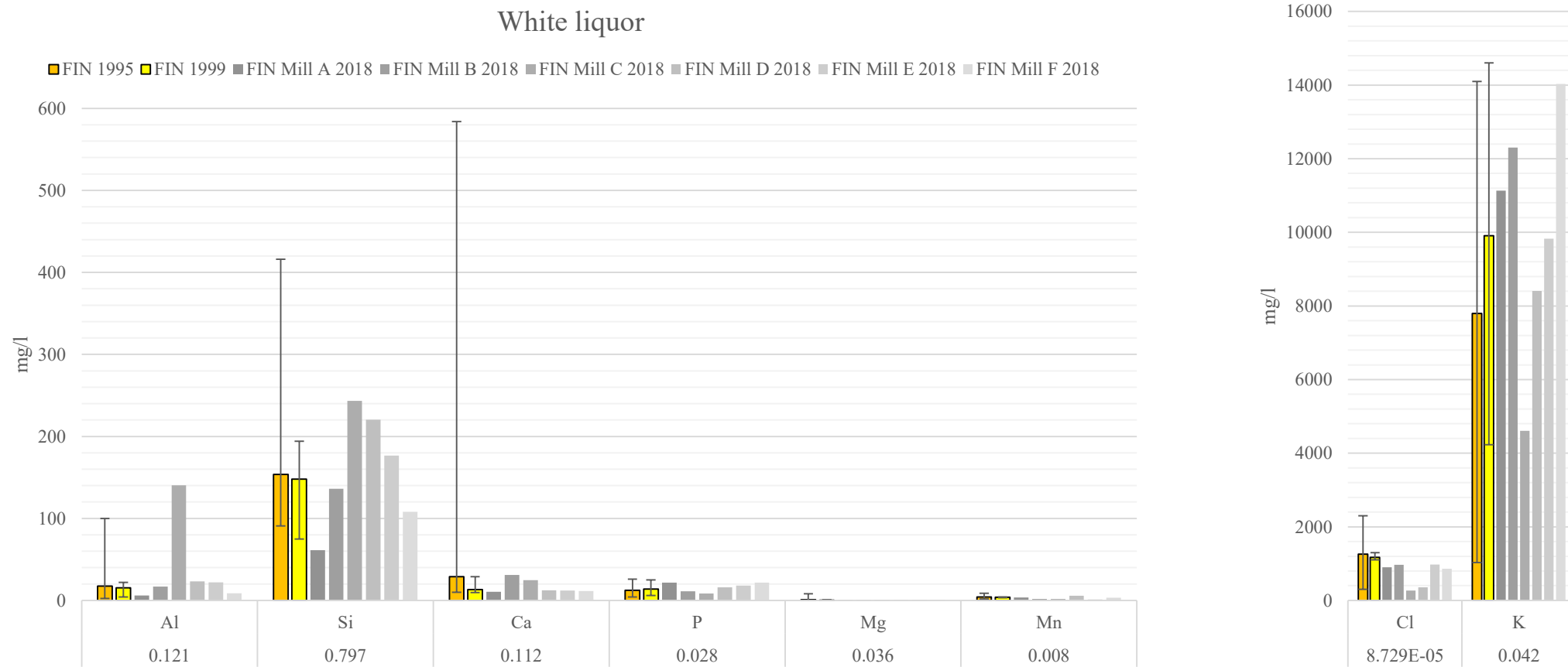


Figure 42 White liquor comparison between older Finnish results (Järvinen, et al., 1995) (Holamo, 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * Both with or without Mill C's Al value, no significant difference (Without Mill C, p-value 0.64 and with Mill C p-value 0.12).

Lime mud

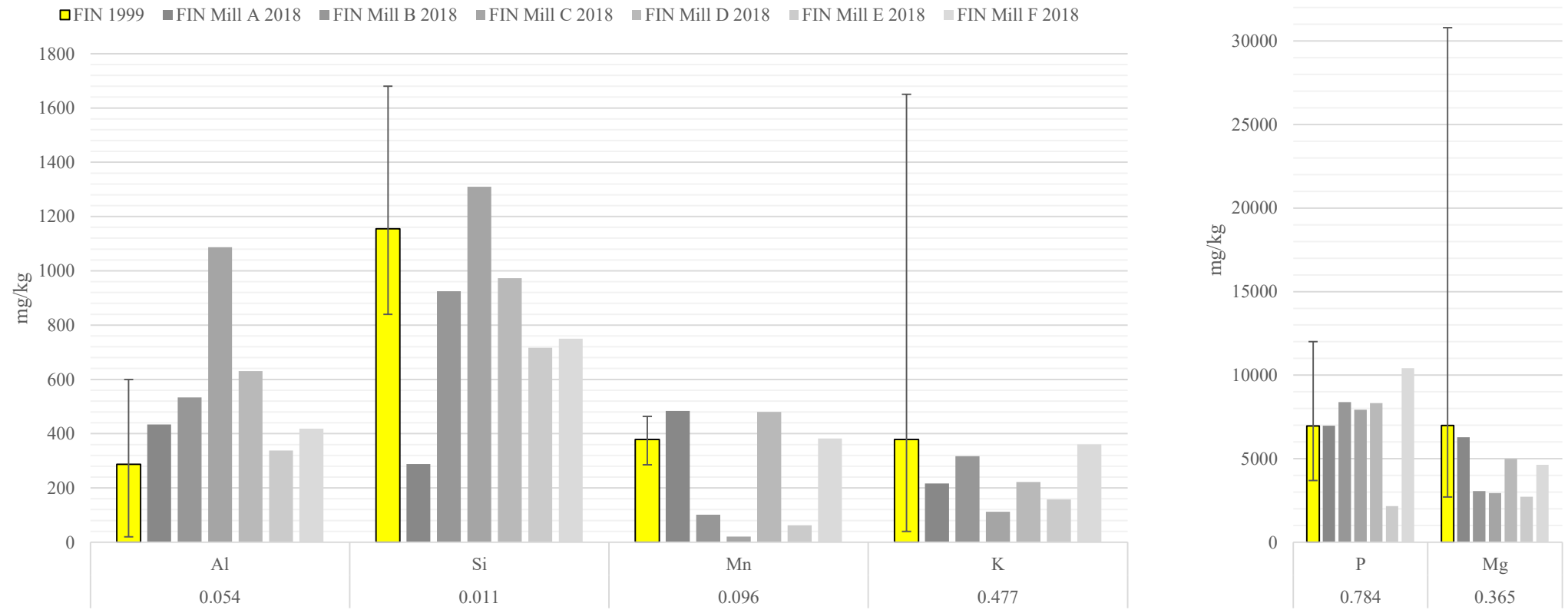


Figure 43 Lime mud and green liquor dregs comparison between older Finnish results (Holamo, 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * Mill B has lime mud in its green liquor dregs sample.

Green liquor dregs

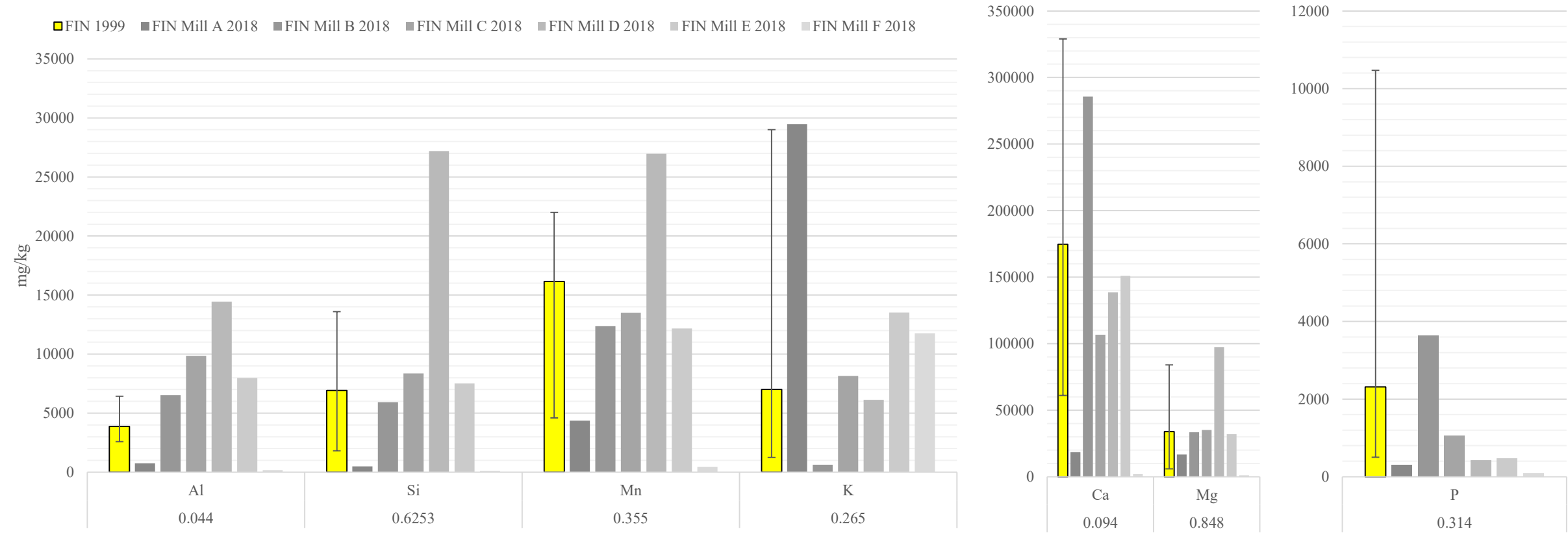


Figure 43 Lime mud and green liquor dregs comparison between older Finnish results (Holamo, 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * Mill B has lime mud in its green liquor dregs sample.

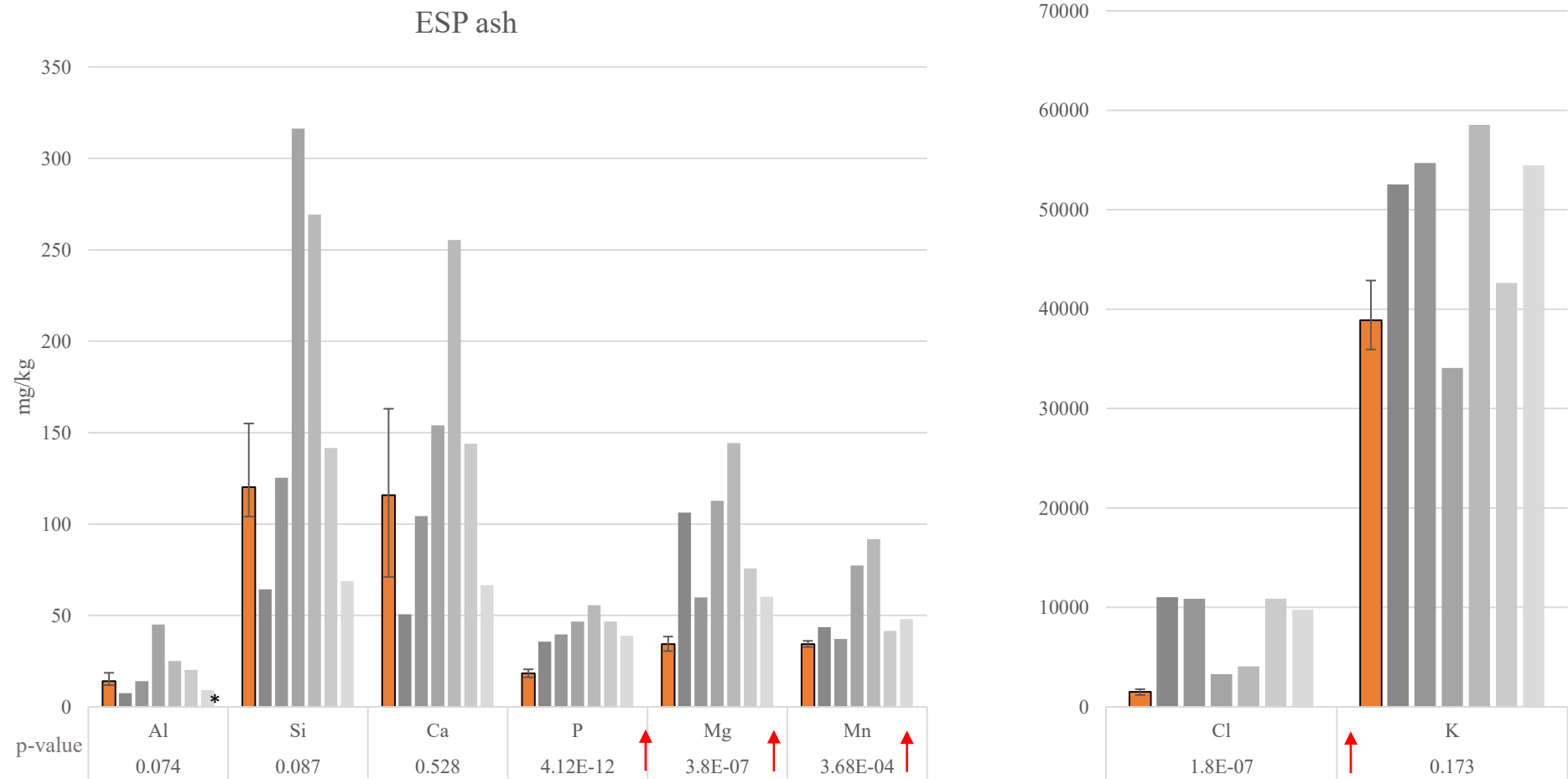


Figure 45 ESP ash comparison between older North American results (Frederick, et al., 2000) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * The abnormally high Si values from Mill C are included in the t-test.

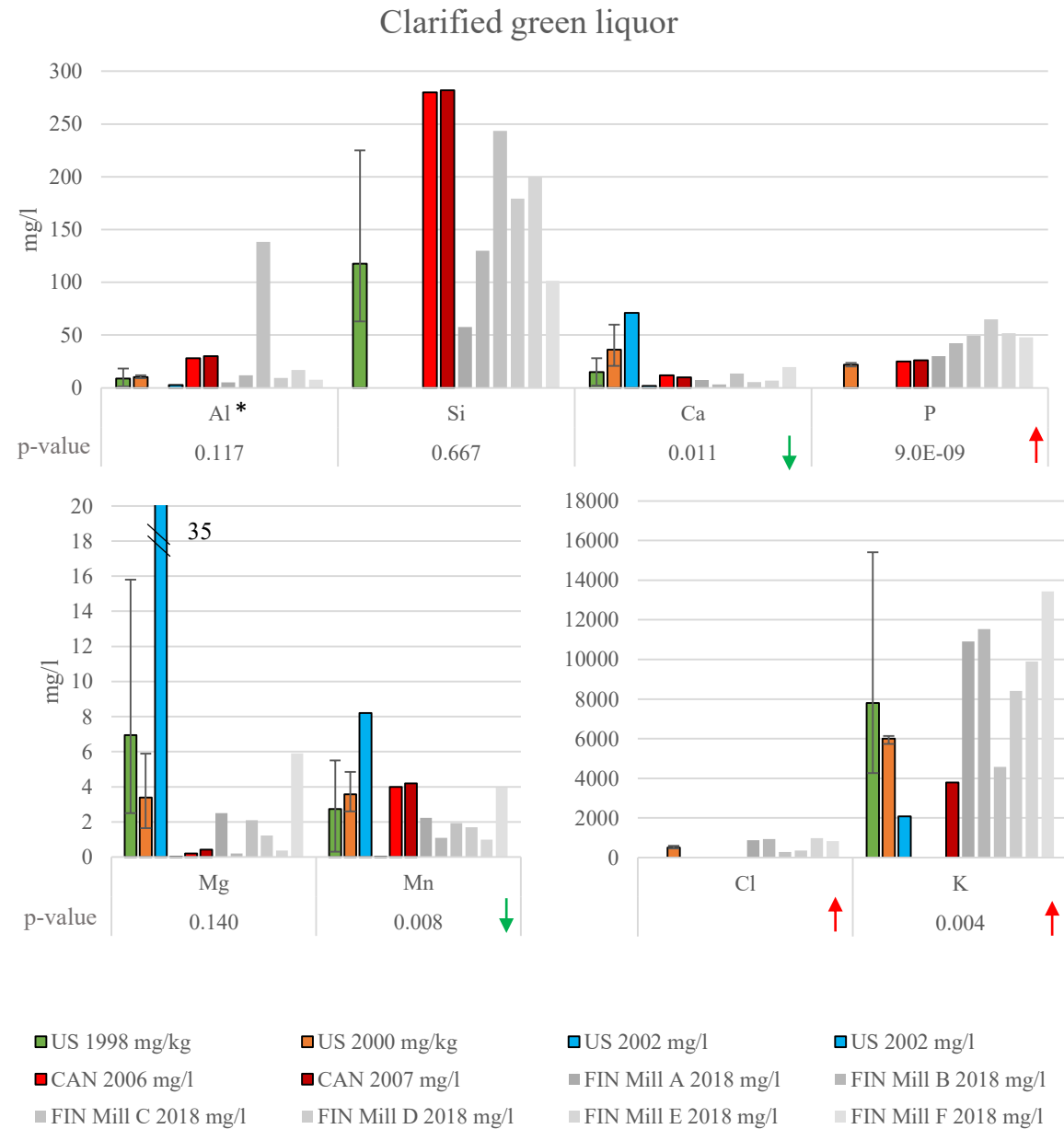


Figure 46 Clarified green liquor comparison between older North American results (Richardson, et al., 1998) (Frederick, et al., 2000) (Gu & Edwards, 2004) (Taylor & Bossons, 2006) (Taylor, 2007) and this project's results form 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. The legend also describes if the values shown are in mg/l or mg/kg in the figure. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * The abnormally high Al values from Mill C are included in the t-test. P-value was 0.49 without Mill C.

White liquor

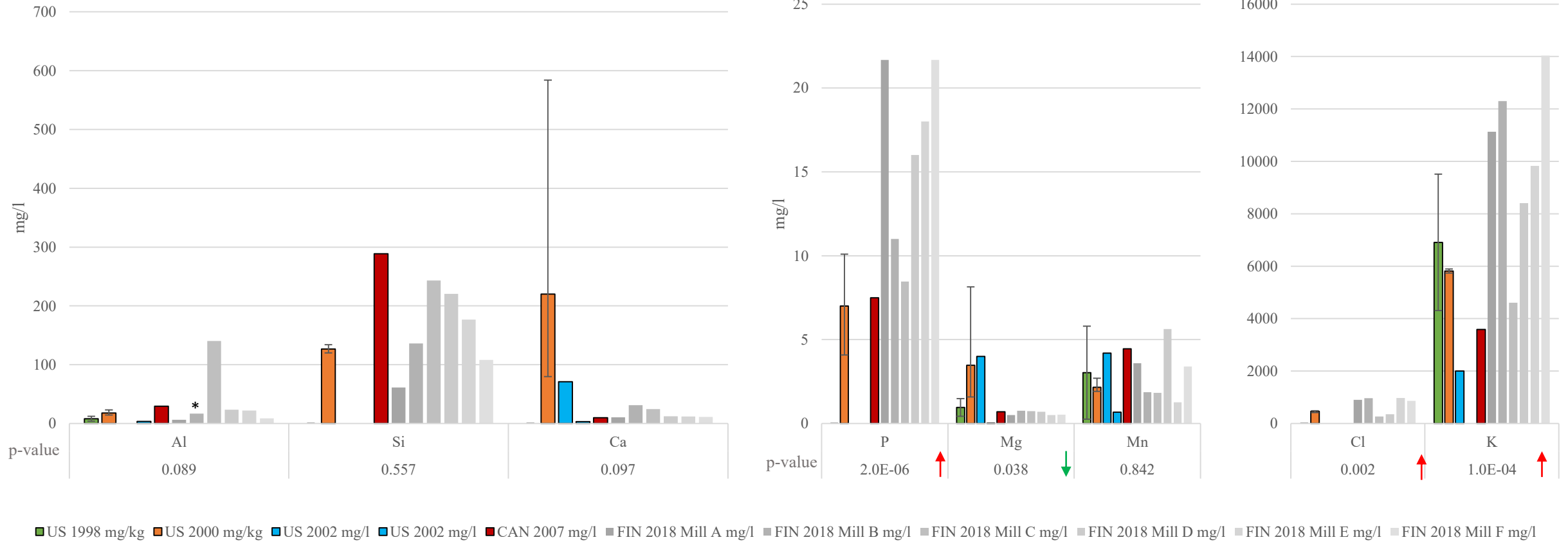
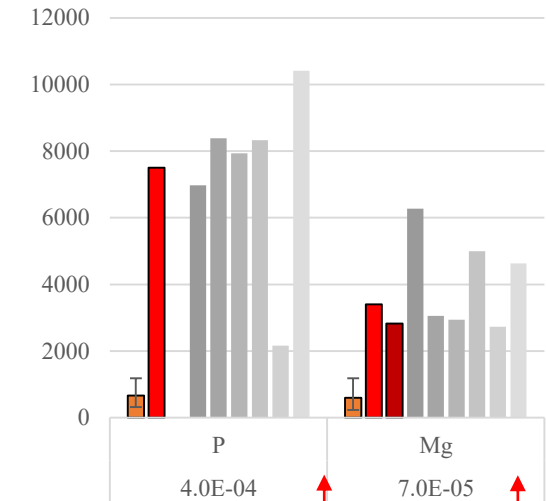
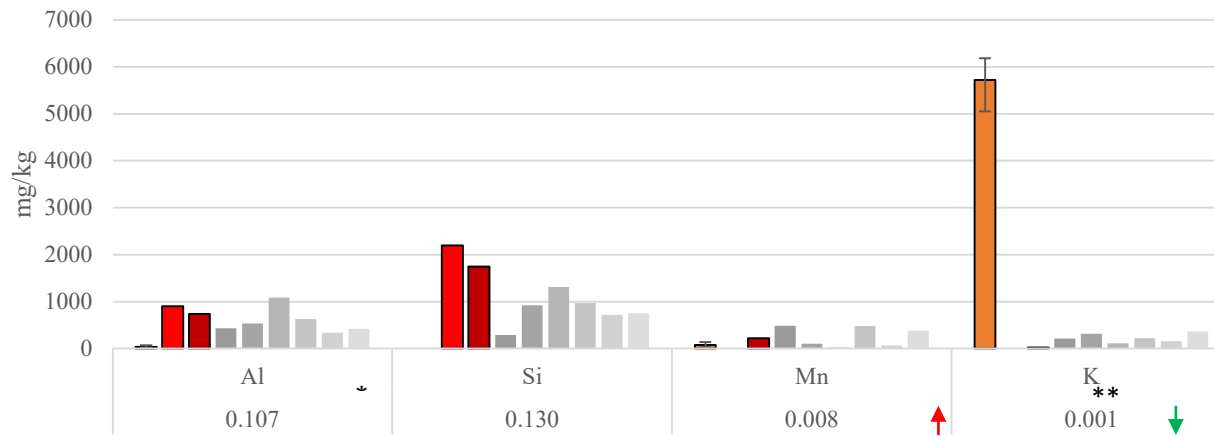


Figure 47 White liquor comparison between older North American results (Richardson, et al., 1998) (Frederick, et al., 2000) (Gu & Edwards, 2004) (Taylor, 2007) and this project's results form 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. The legend also describes if the values shown are in mg/l or mg/kg in the figure. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. * The abnormally high Al values from Mill C are included in the t-test. P-value was 0.97 without Mill C.

Lime mud



■ US 1995 ■ US 2000 ■ CAN 2006 ■ CAN 2007 ■ FIN 2018 Mill A ■ FIN 2018 Mill B
 ■ US 1998 ■ FIN 2018 Mill C ■ FIN 2018 Mill D ■ FIN 2018 Mill E ■ FIN 2018 Mill F

Green liquor dregs

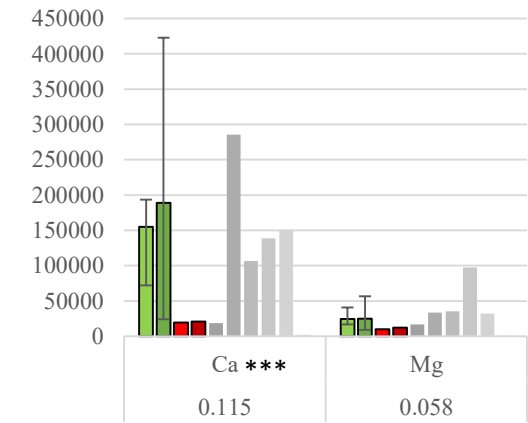
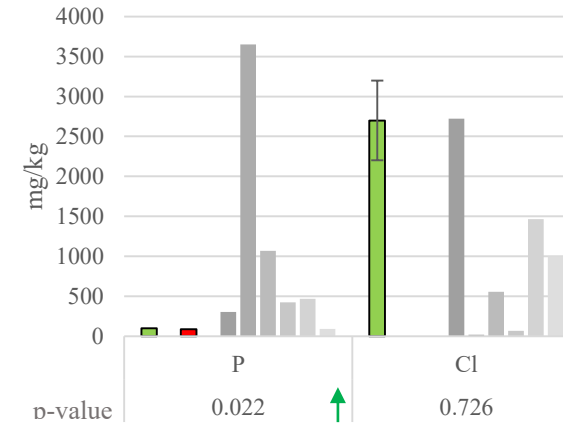
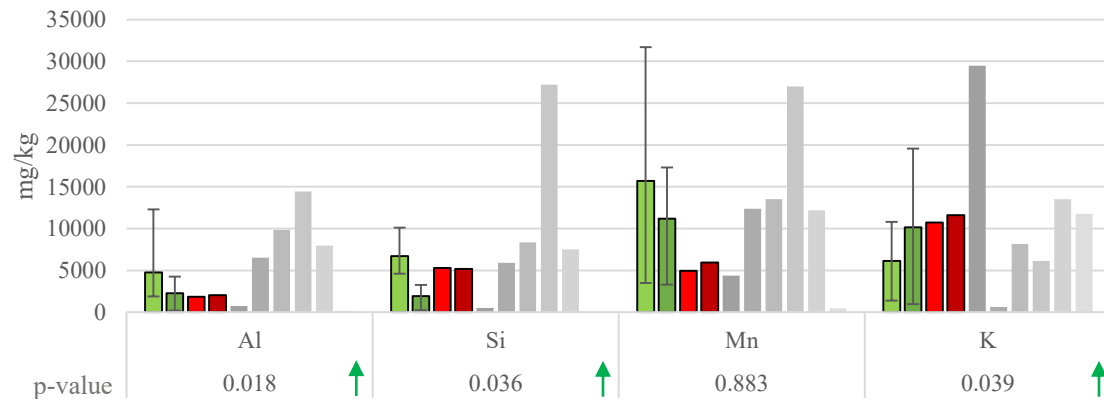
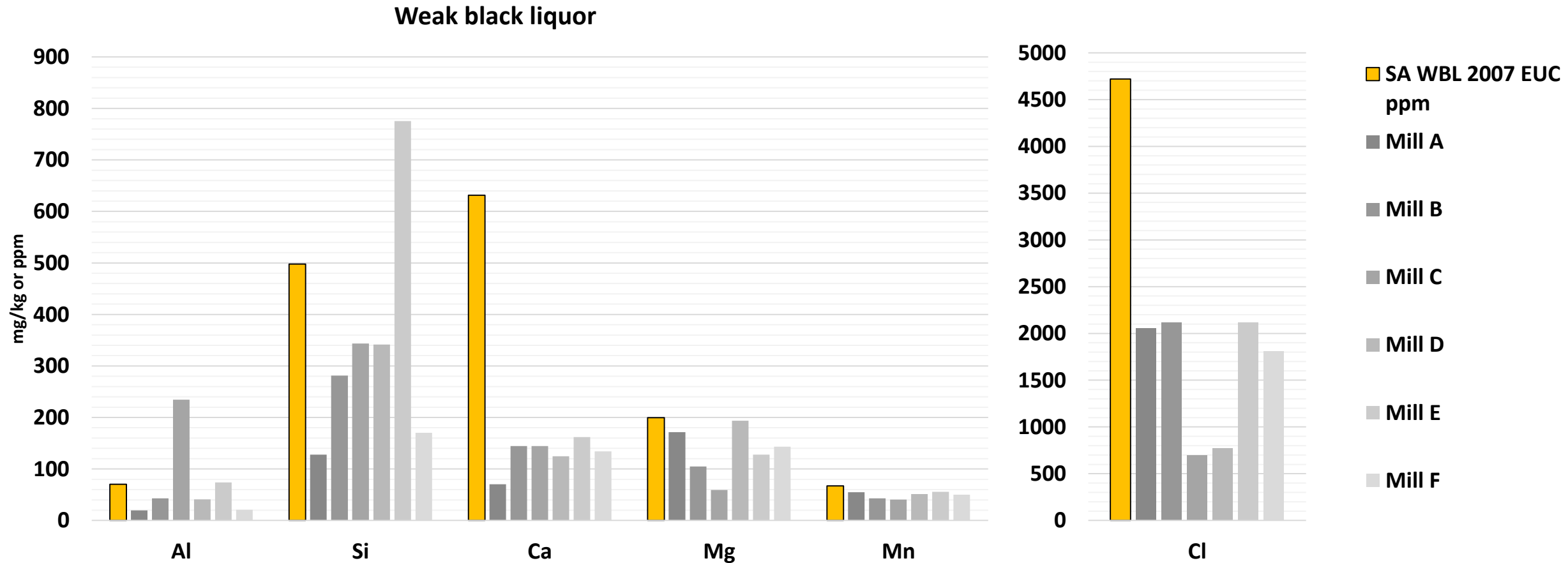


Figure 48 Lime mud and green liquor dregs comparisons between older North American results (Empie, et al., 1999) (Richardson, et al., 1998) (Frederick, et al., 2000) (Taylor & Bossons, 2006) (Taylor, 2007) and this project's results from 2018. The colored column represents the literature results. The error bars show the minimum and maximum values of the literature data. P-value of the t-test is shown in x-axis. Values under 0.05 are considered in this two-tail test significant. The green arrow indicates in lime mud that the newer values are significantly lower, and the red color indicates that the newer values are significantly higher. In green liquor dregs, the green arrow indicates that the newer value has higher NPE concentration. * The abnormally high Al values from Mill C are not included in the t-test. P-value was 0.037 with Mill C. ** The literature reference (Frederick, et al., 2000) has very high values in some of the sample points and has to be taken into account when analyzing the results. *** Mill B has lime mud in its green liquor dregs sample.

FIN vs. South America (eucalyptus)



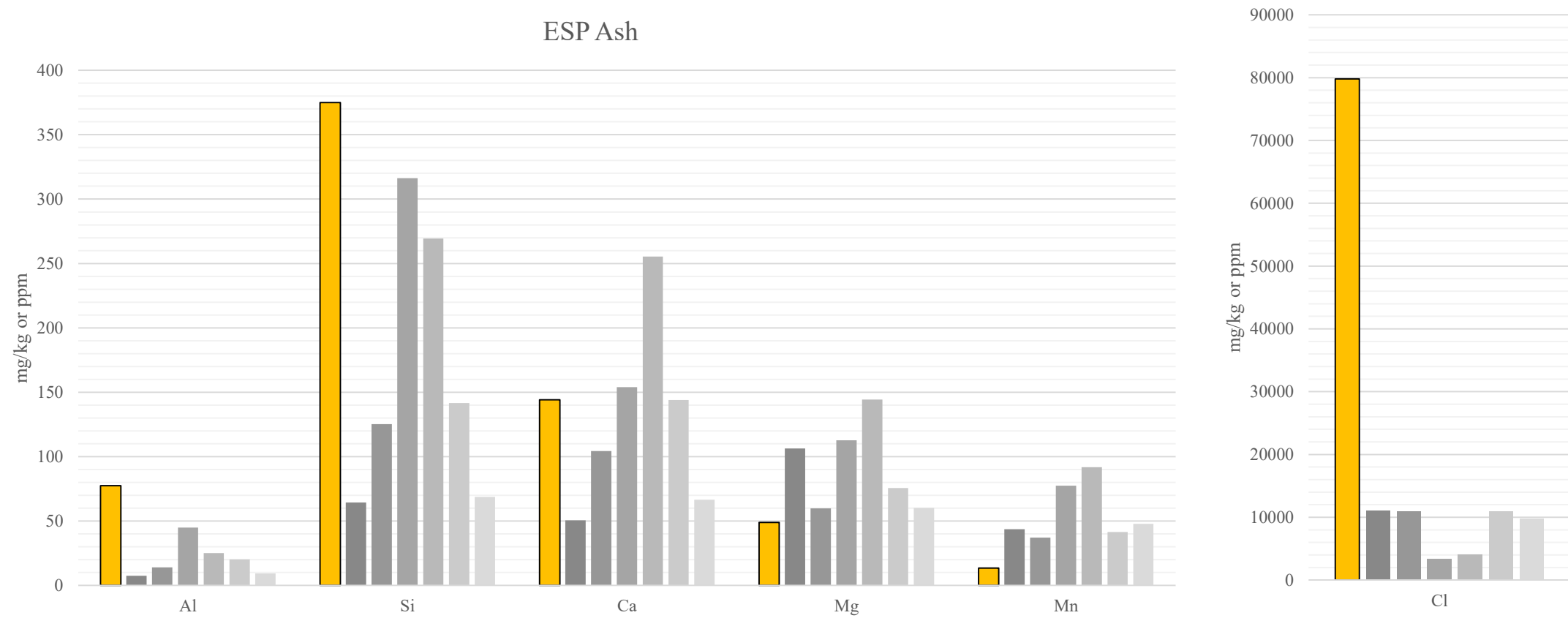


Figure 49 ESP ash results from a South American mill (Milanez, 2007) and the six Finnish results from 2018. The colored column is the literature reference and is shown in ppm. The results from 2018 are in mg/kg format.

Lime mud

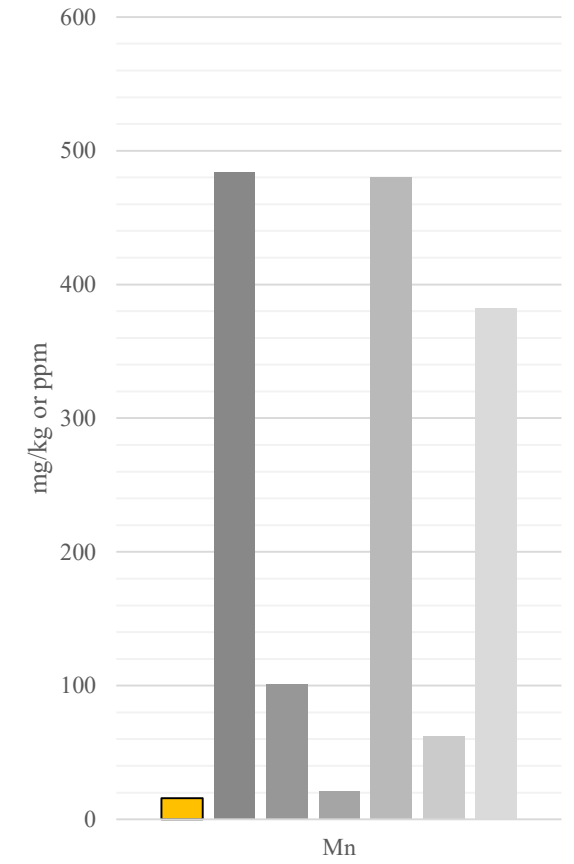
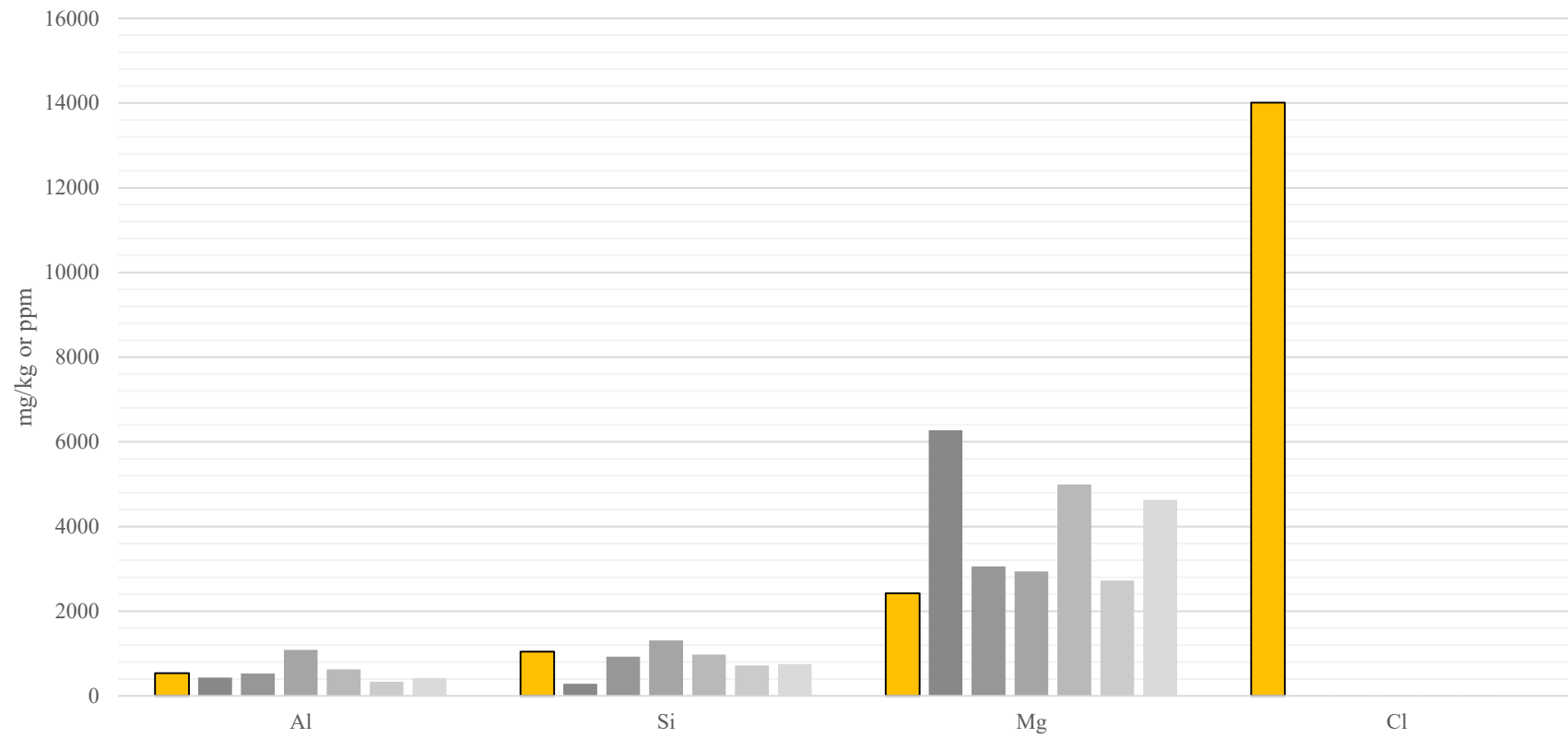


Figure 51 Lime mud results from a South American mill (Milanez, 2007) and the six Finnish results from 2018. The colored column is the literature reference and is shown in ppm. The results from 2018 are in mg/kg format.

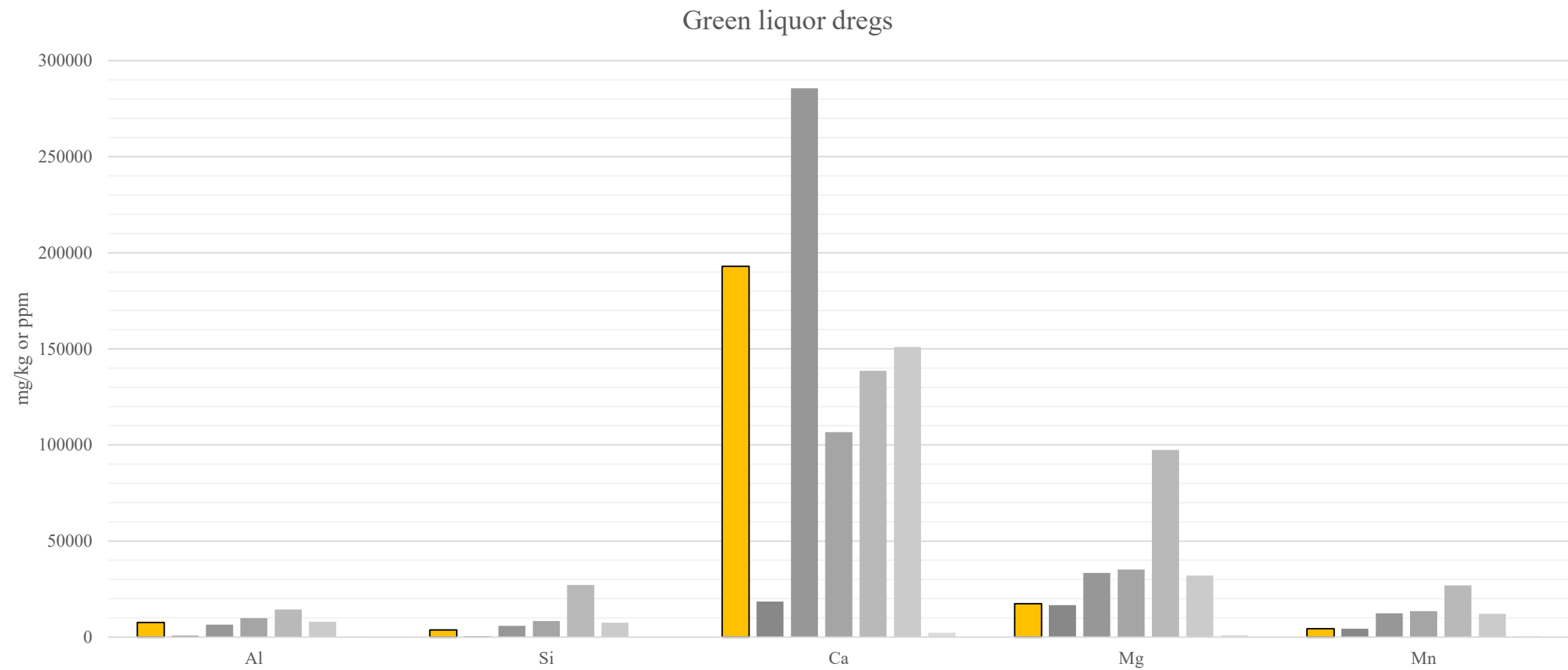


Figure 51 Green liquor dregs results from a South American mill (Milanez, 2007) and the six Finnish results from 2018. The colored column is the literature reference and is shown in ppm. The results from 2018 are in mg/kg format.

White liquor

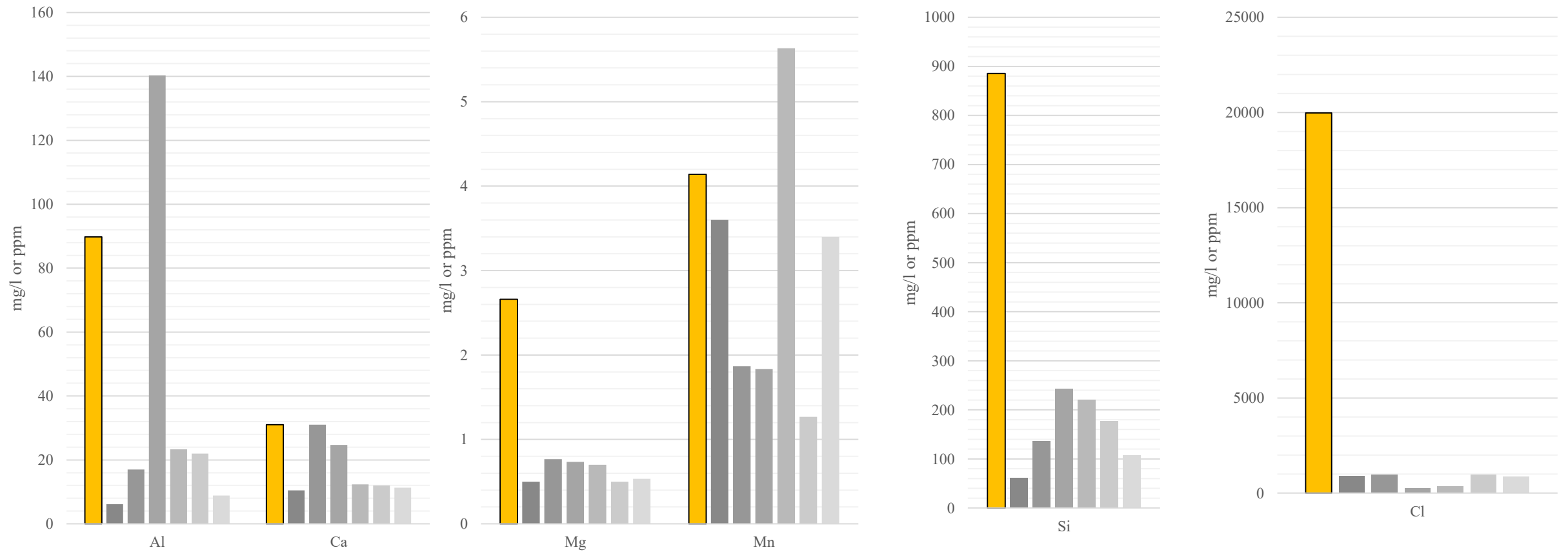
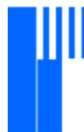


Figure 50 White liquor results from a South American mill (Milanez, 2007) and the six Finnish results from 2018. The colored column is the literature reference and is shown in ppm. The results from 2018 are in mg/kg format.

Muiden työryhmien toiminta, SKY

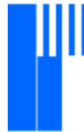


Muiden työryhmien toiminta



Käynnissä olevat projektit

- KTR: Materiaalisuosituksen päivitys: Putken kuorinta ja S0-linjaus
 - TAVOITE: Saada muodostettua yhteinen linja, jotta samoja asioita tarvitsisi keskustella joka projektissa erikseen.
- KTR: Selvitys sularännivaurioista
 - TAVOITE: Jotta rännien kestävyys liittyviin haasteisiin voidaan alkaa etsiä ratkaisuja, nykytilanne tulee selvittää. Ei ole olemassa yhtenäistä tietoa missä kunnossa eri tehtailla rännit ovat ajojakson jälkeen ja mistä kohdista rännit vaurioituvat (vaihtelee kattilasta toiseen).
- YTR: Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys
 - TAVOITE: Yhdistyksen hajukaasusuosituksen päivittäminen.
- YTR: Evaluation of three different gas phase chemistry mechanisms for predicting Nox
 - TAUSTA: NO_x-päästörajat ovat kiristyneet viime vuosina ja oletus on että ne tulevat kiristymään myös tulevaisuudessa. Alhaisempiin päästöihin voidaan päästä lisäämällä ymmärrystä typen reaktioista ja typpipäästöjen muodostumisesta soodakattilan tulipesässä. Yksi työkalu tähän on matemaattinen mallintaminen.



Käynnissä olevat projektit

- YTR: Selvitys tyypillisistä savukaasuvirroista [m³/ADt] eri puulajeilla
 - Tavoite: Selvitys on varautumista seuraavan BAT-referenssidokumentin valmisteluun. Projektin tavoitteena on selvittää, miten tehtaan käyttämä puuraaka-aine vaikuttaa soodakattilan tyypillisiin savukaasuvirtoihin [m³/ADt]. Sellutehtaan käyttämä puulaji vaikuttaa sellun saantoon ja talteenottoon menevään orgaanisen määrään.
- LTR: Soodakattilan ja talteenottokierron vierasaineet
 - Työn tavoitteena olisi päivittää tai toistaa kyseinen työ sillä painotuksella, että tutkittaisiin erityisesti niitä alkuaineita, joiden tiedetään aiheuttavan ongelmia talteenottokiertoprosessissa
- LTR: Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa (2018)
 - Raportissa keskityttäisiin päivittämään tiedot lipeän ruiskutusparametreista ja käytetyistä ilmajaoista. Työ teettäisiin kandidaatintyönä, jossa tehdaskyselyiden pohjalta vanhaa raporttia päivitetään.
- Opinnäytetyöpalkinto 2019