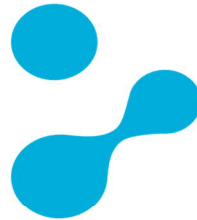




samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

HANNA VUOTARI

# **Nikkelitehtaan ammoniakkitase**

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-  
JELMA  
2023

Tekijä Vuotari, Hanna	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Helmikuu 2023
	Sivumäärä 36	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Nikkelitehtaan ammoniakkitase		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä työ on toteutettu Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n toimeksiantona. Tässä työssä luotiin laskentapohja ammoniakkitaseelle Wedge-ohjelmistolla. Työssä hyödynnettiin prosessidiagnostiikkaa eli dataa, jota kerätään jatkuvasta prosessista. Laskennan tarkoituksena oli automatisoida laskenta mahdollisimman pitkälle. Laskenta toteutettiin lisäämällä tarvittavat positiot Wedgeen ja suorittaa näiden kautta erinäistä laskentaa. Osa positioista on ajettu Wedgeen Excel tiedoston kautta, mikäli sitä ei ole ollut Wedgessä Valmet DNA:n tai laboratorioanalyysien positioiden kautta mahdollista laskea.</p> <p>Työssä käytiin läpi teoriaa ammoniakin hyödyntämisestä nikkelitehtaalla sekä ympäristöstä. Työssä määriteltiin taselaskennassa poistuvien sekä sisään tulevan ammoniakin virtoja sekä kaavoja. Käyttöopas opastaa työn hyödyntämistä myöhemmin, kuten Excel datan päivittämiseen ja sen ajamiseen Wedge ohjelmistoon uudestaan.</p> <p>Lopuksi työssä vertailtiin tuloksia laskentapohjan tulosten ja jo aiemmin laskettujen tulosten välillä.</p> <p>Työn tuloksena syntyi Wedgessä automatisoitu ammoniakin taselaskenta, jonka tulokset ovat verrattavissa aiempaan laskentaan. Vertailudataa on syntynyt vuodesta 2020 eteenpäin ja taseet vanhan ja uuden laskennan välillä vaihtelivat keskimäärin noin 13-14% vuodessa. Työssä aiemmin käytetyn Excel-pohjaisen prosessilaskennan ohkeen saatiin kehitettyä paremmin prosessimittauksia ja laboratorioanalyysijä käyttävä laskentaohjelma, joka mahdollistaa tietojen nopeamman hyödyntämisen.</p>		
Avainsanat ammoniikki, tase, ammoniakkitase, Wedge, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, prosessidiagnostiikka		

Author Vuotari, Hanna	Type of Publication Bachelor's thesis	Date February 2023
	Number of pages 36	Language of publication: Finnish
Title of publication Ammonia Balance of Nickel Plant		
Degree Programme Energy and Environmental Engineering		
<p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This thesis is a calculation basis for the ammonia balance of Nor Nickel Harjavalta using a Wedge software. The purpose of the calculation was to automate the calculation of ammonia as far as possible. The calculation was carried out by adding the necessary positions to the Wedge-program and performing various calculations through these. Some of the positions have been run into the Wedge through an Excel file, if they could not be calculated via Valmet DNA or laboratory analysis positions.</p> <p>It contains the theory of ammonia utilization at the nickel plant and environmental emission limits. In this thesis the materialflow and formulas of outgoing and incoming ammonia were defined in the balance calculation. The user guide gives tools how to use the work later such as updating the Excel data and running it to the Wedge software again.</p> <p>Finally results were compared between the Wedge-calculation base and the results already calculated and reported earlier.</p> <p>As a result of the work, an automated ammonia balance was created in the Wedge. The results are comparable to the previous calculation. Comparison data has been generated since 2020 and the balances between old and the new calculations varied on average by about 13 to 14 % per year. Wedge-calculation based on process measurements and laboratory analysis was developed. Results of the program can be utilized rapidly in the process.</p>		
<p><b>Keywords</b>  ammonia, balance, ammonia balance, Wedge, Norilsk Nickel Harjavalta Oy, process diagnostics</p>		

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n organisaatiota opinnäytetyön mahdollistamisesta. Erityisesti haluan kiittää kehityspäällikkö Rauno Luomaa opinnäytetyön aiheesta, opinnäytetyön ohjauksesta sekä hyvistä opeista. Lisäksi haluan kiittää kehityspäällikkö Tuomo Laukkasta, joka antoi asiantuntevia neuvoja työhön sekä ympäristöpäällikkö Anu Valtosta.

Kiitos myös tutkimusinsinööri Oskari Thitz:lle, jolta sain perehdytystä Wedgen käyttöön. Lisäksi kiitos Satakunnan ammattikorkeakoulusta lehtori Timo Hanneliukselle opinnäytetyön ohjaamisesta sekä kaikille, jotka ovat olleet osallisina ja auttaneet opinnäytetyön valmiiksi saattamisessa.

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	8
2 NORILSK NICKEL HARJAVALTA OY .....	9
2.1 Yleistä.....	9
2.2 Tuotanto ja prosessit.....	9
3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ JA PROSESSIDIAGNOSTIIKKA.....	11
3.1 Valmet DNA.....	11
3.2 Wedge.....	11
4 AMMONIAKKI .....	13
4.1 Ammoniakin hyödyntäminen nikkelitehtaalla.....	13
4.2 Ammoniakin syöttö nikkelitehtaalle .....	15
4.3 Ammoniakin poistuminen nikkelitehtaalla.....	15
5 YMPÄRISTÖ .....	17
5.1 Ammoniakin päästörajat.....	17
5.2 Ympäristöluvut ja -toiminta nikkelitehtaalla .....	17
6 TASELASKENTA WEDGESSÄ.....	19
6.1 Yleistä.....	19
6.2 Taselaskennassa poistuvat .....	19
6.2.1 Ammoniumsulfaattikiteiden ammoniakkimäärä.....	20
6.2.2 Kupari- ja rautasakkojen ammoniakkimäärä .....	20
6.2.3 Emäliuoksen ammoniakkimäärä.....	22
6.2.4 Uttojen ammoniakkimäärä.....	22
6.2.5 Jäähdytysvesien ammoniakkimäärä .....	23
6.2.6 Vesistöön päätyvä ammoniakkimäärä.....	24
6.2.7 Venturin poistoveden ammoniakkimäärä.....	25
6.2.8 Strippauksesta poistuva ammoniakkimäärä.....	25
6.2.9 Nikkelikuormassa poistuva ammoniakkimäärä .....	27
6.3 Taselaskennassa prosessiin syötettävät .....	27
6.3.1 Punnitus .....	27
6.3.2 Utto-pelkistäjä.....	28
6.3.3 Kemikaalitehdas.....	28
6.4 Käyttöopas .....	29
6.5 Luotettavuusarvio.....	30
7 TULOKSET .....	31
7.1 Yleistä.....	31
7.2 Vertailu kuukausitasolla .....	31

7.3 Vertailu vuositasolla.....	32
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	33
8.1 Johtopäätökset.....	33
8.2 Yhteenveto.....	33
LÄHTEET	
LIITTEET	

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

<i>AMS</i>	Ammoniumsulfaatti, [(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ]
<i>BOHA</i>	Boliden Harjavalta Oy
<i>ELY</i>	Elektrolyysi
<i>JÄV</i>	Jäähdytysvedet
<i>KEMI</i>	Kemikaalitehdas
<i>LIU</i>	Liuottamo
<i>NNH</i>	Norilsk Nickel Harjavalta Oy
<i>PEL</i>	Pelkistämö
<i>STARLIMS</i>	Laboratorioinformaatiojärjestelmä
<i>VALMET DNA</i>	Automaatiojärjestelmä
<i>WEDGE</i>	Prosessidiagnostiikkaohjelmisto

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n (NNH) toimeksiantona. Työn tavoitteena on ammoniakkitase sekä laskentapohja nikkelitehtaan ammoniakkitaseelle. Nikkelitehtaalle tulee sisään ammoniakkia, josta sitä hyödynnetään eri prosessien eri vaiheissa. Työ sisältää laskentaa, jossa ilmenee ammoniakin tase-ero, joka on verrattavissa pesureilta pääsevään päästöön. Työn tuloksena on syntynyt koko tehtaan, sekä myös kemikaalitehtaan ammoniakkitase.

Laskentapohjan luomiseen on käytetty Wedge-ohjelmistoa, joka on prosessidiagnostiikkatyökalu, jolla voidaan tutkia Valmet DNA:n dataa ja analyysijä sekä suorittaa laskentaa. Wedgessä voidaan laskea ammoniakin virtoja tekemällä laskennallisia muuttujia sekä hyödyntämällä näissä analyysituloksia.

Ammoniakkitaseen sekä laskennan hahmottamista auttaa myös työhön laaditut tasekuvat (kuva 4.1, kuva 4.2 ja kuva 4.3). Taselaskenta sisältää tarvittavat positiot ja niistä rakennetut laskennalliset muuttujat. Taselaskentaan tuleva laskelma on suoritettu kumulatiivisella laskennalla niin, että se katkeaa aina kuukauden ensimmäisenä päivänä kello kuusi. Laskenta on voinut ennen tätä tarvittaessa sisältää esimerkiksi joidenkin venttiilin asennon ehtoja. Tärkeimmistä laskuista ja tekijöistä on kaavoja ja niiden selityksiä kappaleessa 6. *Taselaskenta Wedgessä*. Taselaskennassa laskentapohjaan on rakennettu tase-ero, joka kertoo ilmaan pääsevän ammoniakkimäärän. Syötetystä ammoniakista on tehty erotus ulos lähtevistä ammoniakkilähteistä. Lopuksi työssä on vielä käyttöopas, luotettavuusarvio, tulosten vertailua, johtopäätökset sekä yhteenveto.



## 2 NORILSK NICKEL HARJAVALTA OY

### 2.1 Yleistä

NNH on osa Nornickel konsernia. NNH jalostaa nikkelimetalleja ja -kemikaaleja Harjavallassa. NNH:lla tuotetaan laadukkaita ja monipuolisia nikkeli tuotteita. (Nornickel Harjalvalta www-sivut 2022) Toimialaksi on määritetty metallit ja metalliseokset sekä teollisuuskemikaalit.

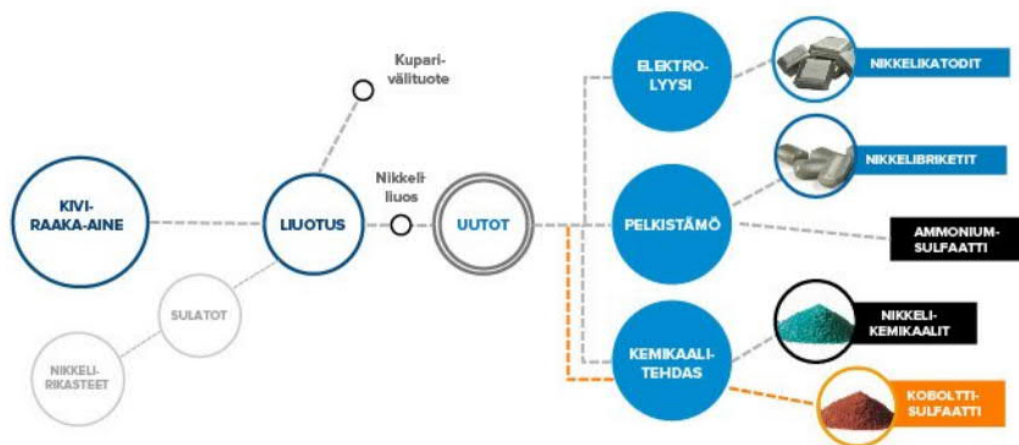
Nornickel on johtava metalli- ja kaivosteollisuus Venäjällä sekä globaalisti. Nornickelin pääkonttori sijaitsee Moskovassa. Nornickel on merkittävä palladiumin ja jalostetun nikkelin tuottaja ja lisäksi se tuottaa muitakin tuotteita kuten platinaa, rhodiumia, kobolttia ja kuparia. (Nornickel www-sivut 2022)

Liikevaihto NNH:lla oli 1210 miljoonaa sekä tilikauden tulos 8,3 miljoonaa viimeisimmän tilipäätöksen 2021 tietojen mukaan. Organisaatio työllistää noin 300 työntekijää. (Finderin www-sivut 2022) NNH sijaitsee Harjavallassa Suurteollisuuspuistossa, jossa on myös muita teollisuusalan yrityksiä. Suurteollisuuspuisto työllistää yli tuhat henkilöä ja yli sadan alihankkijan työntekijöitä. (Harjavallan Suurteollisuuspuiston www-sivut 2022). Merkittävänä toimijana Suurteollisuuspuistossa on myös Boliden Harjalvalta (BOHA), jonka päätuotteita ovat kupari, nikkeli, kulta ja hopea sekä sivutuotteena valmistettava rikkihappo. (Boliden Harjalvalta www-sivut 2022). Alueella on myös mm. kunnossapitotoimintaa, kaasuntoimittajia, energiantuottajia ja erilaisia logistiikkapalveluita.

### 2.2 Tuotanto ja prosessit

NNH:lle tulee kiviraaka-ainetta, jonka jälkeen tapahtuu liuotus. Tästä syntyy sivutuotteena kuparia ja itse liuotuksesta nikkeli liuos jatkaa uuttoihin. Se jakautuu eri osastoille: elektrolyyysiin, jossa syntyy nikkelikatodeita, pelkistämöön, jossa syntyy nikkelibrikettejä sekä ammoniumsulfaattia ja kemikaalitehtaalle, jossa syntyy nikkelikemikaaleja ja kobolttisulfaattia. Pelkistämön nikkeli pelkistykseen ohella syntyy ammoniumsulfaattiraakaliuosta, joka menee puhdistettavaksi saostukseen. Siellä liuokseen jäänyt nikkeli määrä erotetaan ja se palautuu prosessiin.

Puhdistettu ammoniumsulfaattiliuos voidaan kiteyttää ja kuivata myytäväksi tuotteeksi lannoitekäyttöön. (NNH tuotantoprosessi 2022) Tehdas siis koostuu neljästä osastosta, jotka ovat liuottamo, elektrolyysi, uutto-pelkistämö ja kemikaalitehdas. Kuvassa 2.1 on esitetty NNH:n prosessi.



Kuva 2.1 NNH:n prosessi esitettynä visuaalisesti ja yksinkertaistettuna. (Nornickel Harjavalta www-sivut 2022)

### 3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ JA PROSESSIDIAGNOSTIIKKA

#### 3.1 Valmet DNA

NNH käyttää Valmet DNA:n automaatiojärjestelmää. Valmet DNA tarkoittaa siis prosessinohjauksen, valvonnan, monitoroinnin ja optimoinnin kattavaa automaatiojärjestelmää, jossa on hajautettu ohjausjärjestelmä DCS. (Valmet DNA:n www-sivut 2022)

NNH:lla on käytössä eri numerosarjat laitteille ja linjoille eri osastoilla, jotta ne erottavat toisistaan. Yksi numero on käytössä elektrolyysillä, kaksi numeroa liuottamalla ja kolme uutto-pelkistämöllä niin, että numerolla 1 alkavat ovat uutolle ja numerolla 2 alkavat ovat pelkistämölle sekä neljänumeroiset numerosarjat ovat käytössä kemikaalitehtaalle. Nämä numerot eivät kuitenkaan ole yhteydessä Wedgen position numeroihin, vaan löytyvät esim. Valmet DNA:lta.

*X = elektrolyysi*

*XX = liuottamo*

*1XX = uutto*

*2XX = pelkistämö*

*XXXX = kemikaali*

Numerosarjat osastoittain, jossa X = numero.

#### 3.2 Wedge

Wedge on prosessidiagnostiikkaohjelmisto, joka toimii reaaliajassa. Ohjelmisto kerää dataa mittalaitteiden tiedoista kymmenen sekunnin välein. Wedgeen voidaan simuloida jokin prosessi ja suorittaa laskentoja. Wedgessä onnistuu reaaliaikaisen datan lisäksi myös datan saaminen vuoden tai useamman päähän. Wedgeen voidaan liittää myös laboratorioden näyteanalyysit. (J. Salmi 2020, 19)

Wedgellä voidaan visualisoida prosessi- ja laatutietoja. Wedgellä voi luoda oman prosessikaavion ja alustan, jossa pystytään rakentamaan erilaisia laskuja. Näitä tietoja voi

analysoida ja tarkastella sekunneissa. Tietoja pystyy esimerkiksi fokuoimaan erilaisilla leikkaus- ja suodatustyökaluilla. Dataa voi analysoida sekä kohdistaa haluttuihin prosessin tiloihin. Wedge auttaa tunnistamaan perimmäisiä syitä sekä erilaisia riippuvuuksia yhteyksien välillä, kuten prosessin epänormaalin käyttäytymisen lähteen tai seurauksen. Ennustava laskenta Wedgessä on hyvä työkalu välttääkseen prosessihäiriöitä. (Trimble 2023)

Wedgessä yksikkö on sekunti, jolloin tunnissa on 3600 sekuntia. Tämän vuoksi esimerkiksi kumulatiivista summaa laskiessa jakajana on 3600. Kaikilla toimilaitteilla, mittauksilla ja laboratorion analyyseillä on myös oma positio (tag). Positioselitteet antavat tietoa toimilaitteista. Esim. spa = asetusarvo.

Taulukko 3.1. Positioselitteitä

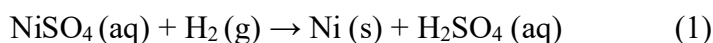
Positio	Yksikkö	Selite
F-88157:con	%	ohjaus (sama kuin :pos)
F-88157:isp	status	index of setpoint
F-88157:ma	M/A	manuaali/automaatti
F-88157:me	l/h	mittaus
F-88157:pos	%	ohjaus
F-88157:spa	l/h	asetusarvo
F-88157:wd	I/O	watchdog
F-88157BY	I/O	piirin lukitusten ohitustieto
F-88150:av	m <sup>3</sup> /h	analogiamittaustoimilohkon mittausarvo
F-88150C:count	L	laskuritoimilohkon arvo
F-88150C:qufa		laskuritoimilohkon mittayksikkö

## 4 AMMONIAKKI

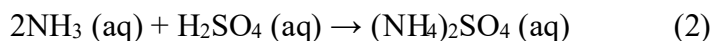
### 4.1 Ammoniakin hyödyntäminen nikkelitehtaalla

Nikkeliä vetypelkistetään ammoniakkia sisältävästä liuoksesta korkeassa paineessa ja 200°C lämpötilassa, ks. reaktioyhtälö (1). Pelkistyksen aikana ammoniakki neutraloi hapon, joka muodostuu ja syntyy ammoniumsulfaattia, ks. reaktioyhtälö (2). Puskusäiliöistä vapautuu kuuma hönkä, jossa on enimmäkseen vesihöyryä ja ammoniakkia. Nämä höngät johdetaan täytekappalein varustelluille pesureille PE211 ja PE221. (Aluehallintavirasto, Etelä-Suomi 2014, 52)

#### Nikkelin vetypelkistys



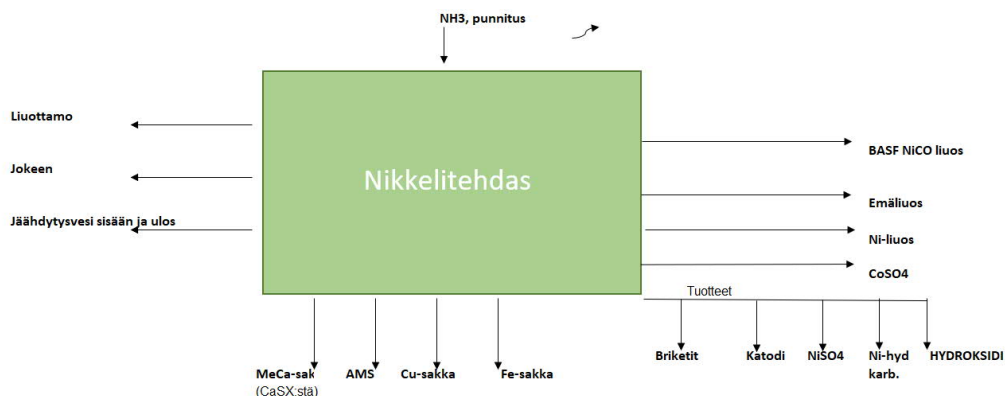
#### Ammoniumsulfaatin synty



Pesurien toiminta perustuu siihen, että kaasu pestään rikkihapolla happamaksi tehdyllä liuoksella ja pesun jälkeen kaasuvirta ohjataan pisaranerotuksen läpi ulos. Pesun aikana kaasun lämpötila on laskenut 100 °C:een mikä on hyvä pesutuloksen kannalta. Pesuveden tulolämpötila on 50 °C. Autoklaavipesurien ohella kaikki säiliöiden poistokaasut, jotka sisältävät ammoniakaalisia liuoksia pestään pesureilla. Näissä on hönkäkaasujen lämpötila jo alempi, ja ne sisältävät pääsääntöisesti ilmaa. Toiminnaltaan niissä suihkutetaan kaasuvirtaan sekä myötä- että vastavirtaan pesuvettä sumuttavien suuttimien avulla. Muuten pesutapahtuma on vastaava. Kemikaalitehtaalla olevista jäteveden puhdistamon jätevesistä voi vapautua ammoniakkikaasua ulkoilmaan pienempiä määriä. (Aluehallintavirasto, Etelä-Suomi 2014, 53)

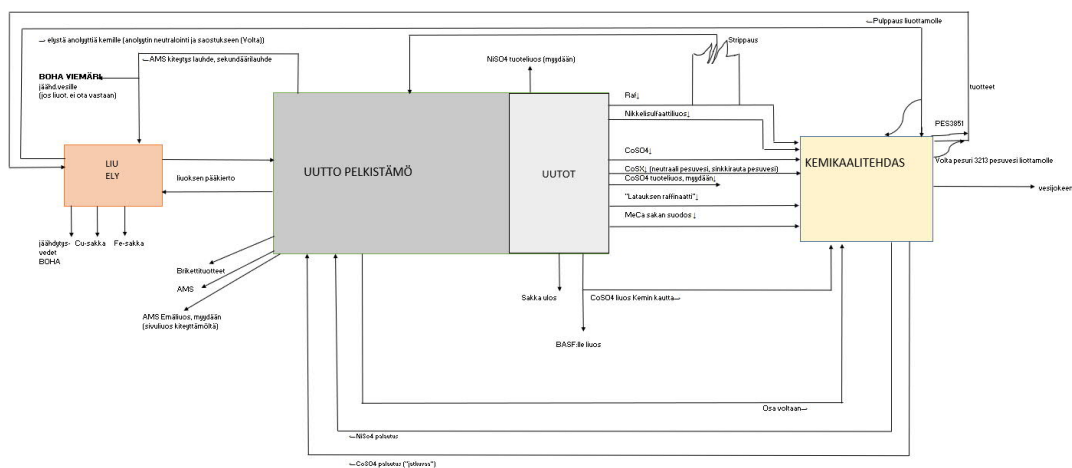
Työn ensimmäisiä selvityksiä on ammoniakin kulku nikkelitehtaalla. jota varten laadituissa kuvissa 4.1, 4.2 ja 4.3 näkyy ensin koko tehtaan, sitten uutto-pelkistämön (ja liuottamon/elektrolyysin (LIU/ELY) sekä osittain kemikaalitehtaan) sekä erikseen

kemikaalitehtaan taseet. Liuottamon osuus on sisällytetty pelkistämön taseeseen, sillä sen osuus on melko pieni.



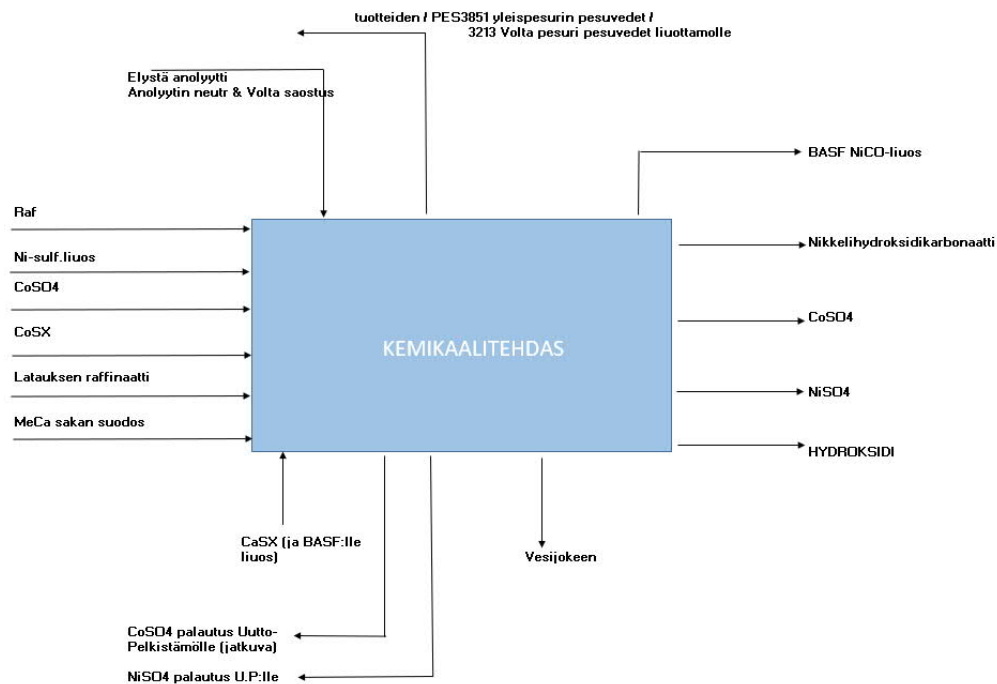
Kuva 4.1 Nikkelitehtaan NH<sub>3</sub>-tasekuva.

Nikkelitehtaan tasekuva on myös Wedgen laskentapohjassa käytössä. Syötettävä ammoniakki tulee punnituksen kautta, aivan kuten laskennassakin on tehty. Nuolet kertovat kyseisen materiaalivirran kulun, onko kyseessä syöttö, ulos lähtevä vai mahdollisesti sisäinen kierto. Uutto-pelkistämön tasekuvassa näkyy tärkeimpiä prosessiin liittyviä materiaalivirtoja.



Kuva 4.2 Uutto-pelkistämön NH<sub>3</sub>-tasekuva.

Kemikaalitehtaan tasekuvassa näkyy kemikaalitehtaan osaston ammoniakkiin liittyviä materiaalivirtoja. Kemikaalitehtaan tasekuva on sisällytetty kemikaalitehtaan ammoniakkitaseen laskentapohjaan Wedgeen.



Kuva 4.3 Kemikaalitehtaan NH<sub>3</sub>-tasekuva.

#### 4.2 Ammoniakin syöttö nikkelitehtaalle

Prosessiin syötettävä ammoniakki määritetään laskituksen mukaan. Luvut tulevat os-  
tolta. Ammoniakkimäärä jaetaan osastoille mittareiden mukaan.

#### 4.3 Ammoniakin poistuminen nikkelitehtaalla

Ammoniakkia poistuu seuraavien lähteiden kautta: AMS-tuote, emäliuos, uuttojen poistuva loppu- ja tuoteliuos, rauta ja kuparisakkojen myötä sekä läntisen ja itäisen viemärin mukana vesistöön. Määritellään poistuva ammoniakki seuraavaksi erillisinä lähteinä. Poistuvan ammoniakin lähteet ovat listattuna seuraavaksi:

1. *AMS-tuotteen* mukana poistuva ammoniakki lasketaan nikkelitehtaan laboratoriossa analysoidusta AMS:n typpipitoisuudesta. Itse AMS-tuotteen määrä tiedetään lähtevien kuormien punnituksesta.
2. Ammoniakki, joka poistuu *emäliuoksen* mukana, lasketaan liuoksen AMS pitoisuudesta.
3. Ammoniakki, joka poistuu *uutoista*, on summa tuoteliuoksen typpipitoisuudesta lasketusta ammoniakkimäärästä
4. *Rautasakan* mukana oleva ammoniakkimäärä lasketaan sakkojen punnitusten sekä nikkelitehtaan laboratoriossa analysoidun ammoniumipitoisuuden mukaan. Samoin tehdään *kupariskan* mukana olevan ammoniakkimäärän laskemiseksi.
5. *Vesistöön* kulkeutuva ammoniakki on peräisin itäisen ja läntisen viemärin kautta menevien vesien ammoniumpitoisuuksista. NH<sub>4</sub> analyysit ovat peräisin Boliden Harjavallan laboratoriosta.
6. Lisäksi ammoniakkia poistuu *vesijokeen* ja *rauta- sekä kuparisakkojen* kautta ja muissa tuotteissa mitättömiä määriä.



## 5 YMPÄRISTÖ

### 5.1 Ammoniakin päästörajat

Vuoden 2014 ympäristöluvassa on määritelty päästö lupia ammoniakille. Päästöt ilmaan saavat olla maksimissaan 250 t/a, josta nikkelin vetypelkistyksen osuus enintään 200 t/a ja kemikaalitehtaan osuus enintään 50 t/a. Taselaskenta on lisävertailuna päästölaskennan rinnalle.

#### Taulukko 5.1

##### *Päästöt ilmaan*

9. Ammoniakin kokonaispäästö ilmaan saa olla enintään seuraava:
- a. Ammoniakin kokonaispäästö ilmaan nikkelin vetypelkistyksestä (erotinlaitteet 211, 221, 241, 271, 273 ja 291) saa olla enintään 200 t/a.
  - b. Ammoniakin kokonaispäästö ilmaan kemikaalitehtaalta saa yhteensä olla enintään 50 t/a.

Lupa ammoniakille ilmaan, nikkelin vetypelkistyksestä 200 t/a ja kemikaalitehtaalta 50 t/a. (Aluehallintavirasto Etelä-Suomi 2014, 114)

### 5.2 Ympäristöluvut ja -toiminta nikkelitehtaalla

NNH:lla on vuonna 2014 tarkastettu ympäristölupa (Aluehallintovirasto Etelä-Suomi 2014), jossa on määritelty luparajat nikkelille ja ammoniakille ilmaan, sekä nikkelin, sulfaatin, koboltin ja ammoniumtypen päästöille veteen. Kemikaalitehtaalla on oma vesienkäsittely, joka on otettu vuonna 2002 käyttöön ja sinne johdetaan kemikaalitehtaan jätevedet, osa pelkistämön uuton jätevesistä ja läntisen tehdasalueen sadevedet. Ammoniumtypen kuormitukselle on määritelty lupamääräys, joka on 6,5 t<sub>N</sub>/kk. (Aluehallintovirasto Etelä-Suomi 2014, 113)

Taulukko 5.2

<b>Parametri</b>	<b>Pitoisuus (mg/l)</b>	<b>Kokonaiskuormitus</b>	
Arseeni	0,30	0,05	kg/d
Kadmium	0,10		
Koboltti	0,50	0,50	kg/d
Kupari	0,50		
Elohopea	0,05		
Nikkeli	2,0	1,0	kg/d
Lyijy	0,50		
Sinkki	1,0		
Uraani		0,8	kg/d
Sulfaatti		3 000	t/kk
Ammoniumtyppi		6,50	t <sub>N</sub> /kk

Kuormitus vesiin ja viemäriin, lupamääräys. (Aluehallintovirasto Etelä-Suomi 2014, 112)

## 6 TASELASKENTA WEDGESSÄ

### 6.1 Yleistä

Taselaskennassa käytetään hyödyksi Wedge-ohjelmistoa, joka pitää sisällään tehtaan dataa, joka on peräisin esim. Valmet DNA:lta (Harjavalta DNA Info) tai laboratorioinformaatiojärjestelmästä (Starlims). Positioita voi etsiä hakusanoilla tai voi siirtää position suoraan Valmet DNA:lta. Wedgessä voi suorittaa erilaista laskentaa, esimerkiksi ennustavaa laskentaa, kerto-, jako-, plus- ja miinuslaskentaa, häiriöiden poistoa ja niin edelleen. Wedgellä voidaan tarkastella dataa esim. kuukausittain tai tietyn aikajakson aikana. Sillä voi myös asettaa erilaisia ehtoja laskentaan.

Laskennassa on laadittu laskukaavat, jotka ovat taseelle merkityksellisiä. Lisäksi NNH:lle tehdyssä Wedgen laskentapohjassa on joitain välivaiheita tai muita sovellettuja ja operoituja laskukaavoja tai positioita, jotka eivät tule ilmi tässä opinnäytetyössä. Tässä osiossa on kuitenkin mainittu merkityksellisimpiä laskukaavoja ja joitakin positioita.

Kaikkea tarvittavaa dataa ei saa suoraan Wedgeen. Tällaisia tilanteita voi olla esimerkiksi rekkapunnitukset tai sellainen tietodata, jota on kerätty vain Exceliin. Tällöin data voidaan ajaa erillisestä Excelistä Wedgeen, mutta Exceliä on päivitettävä. Wedgeen on ajettu *Ammoniakkitaseen tiedot Wedge 2022* -excel tiedostosta tietoa, joka sisältää nikkelikuormien, puretun ammoniakkin, AMS:n ja emäliuoksen punnitustiedot (tonnia/kk) sekä pelkistämön ja elektrolyysin jäähdytysvesien (PELJÄV ja ELYJÄV NH<sub>4</sub>) ammoniummäärät (tonnia/kk). Laskenta on tehty siten, että haluttu viimeinen tulos on aina tonneina. Laskenta sisältää siis yksikönmuunnoksia riippuen alkuperäisten positioiden yksiköistä.

### 6.2 Taselaskennassa poistuvat

Taselaskennassa poistuvat ammoniakkimäärät ovat eritelty seuraavissa kappaleissa omina otsikoinaan. Yleisesti taselaskennassa poistuvat ja viimeiset tulokset, jotka tulevat itse tase-eron laskentaan ovat yksikössä tonnia. Myöskin syötetty ammoniakki

on yksikössä tonnia, jotta laskenta voidaan suorittaa suoraan tällöin ilman yksikön muunnoksia. Laskennassa jotkin välivaiheet voivat olla eri yksiköissä ja esimerkiksi analyysitulokset ovat usein ilmoitettu prosenttimuodossa, jolloin seuraavissa kaavoissa laskenta sisältää mm. yksikönmuunnosta.

### 6.2.1 Ammoniumsulfaatin ammoniakkimäärä

AMS:n pitoisuus saadaan laskettua kuorman, typpipitoisuuden ja puhtaan AMS:n kautta.

Puhtaan AMS:n määrä tonneina saadaan laskemalla AMS punnituksen ja typpipitoisuuden kautta. Typpipitoisuus saadaan Wedgeen suoraan analyysistä.

$$Puhdas\ AMS = AMS \cdot \frac{N\%}{100} \cdot \frac{132}{28} \quad (6.1)$$

Ammoniakin määrä tonneina AMS:sta saadaan laskettua atomimassojen ja puhtaan AMS:n kautta.

$$NH_3\ määrä = 2 \cdot \frac{14+1\cdot3}{(14+1\cdot4)\cdot2+32+4\cdot16} \cdot Puhdas\ AMS \quad (6.2)$$

### 6.2.2 Kupari- ja rautasakkojen ammoniakkimäärä

Kupari ja rautasakkojen määrä saadaan laskettua kokonaiskivisyöttöjen kautta, josta lasketaan kuparisakan ja rautasakan osuus. Syötöt ovat muotoa [kg/h] ja analyysit taas perustuvat kuukausittaiseen analyysiin, jolloin kuparin ja sakan osuudet täytyy tarkastella kuukausi tasolla. Seuraavat esimerkit ovat kuparin osalta, mutta toimivat samalla tavalla myös raudalle.

$$Kuparin\ syöttö\ 1.\ linjasta\ (LSU)CuSyöttö = 1.\ linjan\ kokonaiskivisyöttö \cdot 21NILKIV\$Cu \quad (6.3)$$

$$Kuparin\ syöttö\ 2.\ linjasta\ CuSyöttö2 = 2.\ linjan\ syöttö \cdot 21KIVIB\$Cu \quad (6.4)$$

$$\begin{aligned} \text{Ajanjakson yli kuparin kokonaissyöttö kok CuSyöttö} &= \text{cumsum}(x1) \cdot \\ \frac{dT}{3600} + \text{cumsum}(x2) \cdot dT/3600 & \end{aligned} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} , \text{ jossa} \quad x1 &= \text{CuSyöttö LSU (1.linja)} \\ x2 &= \text{CuSyöttö HK56 (2.linja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuparisakan osuus kuukaudessa eli kuivan kuparin määrä CuCake määrä cum} &= \\ \text{cumsum3}(x1, x2)/3600 \cdot dT/1000 & \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$\begin{aligned} , \text{ jossa} \quad x1 &= \text{CuCake määrä 1} \\ x2 &= \text{Kuukausi klo 6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CuCake määrä} &= \text{Päivittäinen kuparianalyysi} \cdot \\ \text{cumsum cu lsu ja 1. linja hk kk summa} & \end{aligned} \quad (6.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Cumsum cu lsu ja 2. linja hk kk summa} &= \text{cumsum3} \left( \frac{x1}{\frac{1000}{3600}}, x3 \right) \cdot dT + \\ \text{cumsum} \left( \frac{x2}{\frac{1000}{3600}}, x3 \right) \cdot dT & \end{aligned} \quad (6.8)$$

$$\begin{aligned} , \text{ jossa} \quad x1 &= \text{CuSyöttö LSU (1.linja)} \\ x2 &= \text{CuSyöttö2 HK56 (2.linja)} \\ x3 &= \text{Kuukausi klo 6} \end{aligned}$$

Näin on saatu kuivan kuparin määrä laskettua Wedgeen, joka on tavallisesti käytetty punnitustiedoista suoraan. Kuparille ja raudalle on omat analyysinsä Wedgessä, muotoa 21AKSAKK ja 21SUFEEKK. Tällöin NH<sub>3</sub> määrän laskeminen on seuraavanlainen:

$$\text{Kuparisakan NH}_3 \text{ määrä} = \left( \frac{17}{18} \right) \cdot \text{NH}_4\% \cdot \text{kuparisakka}/100/1000 \quad (6.9)$$

Kuparisakan ammoniumpitoisuuden voi laskea niin, että ensin summataan kuparin syötöt. Tämä kerrotaan päivittäisen analyysin kanssa (kuparille muotoa 21PS63KA\$Cu ja raudalle muotoa 21sufesa\$Fe). Kuparisakan määrä saadaan tästä. Kuukausittainen analyysi (kuparille muotoa 21AKSAKK ja raudalle 21SUFEKK) on syytä viivästyttää kuukaudella, jotta analyysit ovat todellisia. Tulokset tulevat toisiinsa hieman myöhässä ja kuukausitason laskennalla voimme näin tehdä.

$$\text{Kuukaudella viivyttäminen} = \text{delay}(x1, -24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 30 \cdot dT) \quad (6.10)$$

Kuparisakan ammoniumpitoisuus saadaan kertomalla sakan määrä tällä viivästetyllä kuukausinäytteellä, jossa tulos on tällöin tonnia kuukaudessa [t/kk].

$$\text{CuSakka NH}_4 \text{ cum} = \text{cumsum3}(x1, x2) \cdot dT / 3600 / 1000 \quad (6.11)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa} \quad x1 &= \text{CuSakka NH}_4 \text{ pitoisuus} \\ x2 &= \text{Kuukausi klo 6} \end{aligned}$$

### 6.2.3 Emäliuoksen ammoniakkimäärä

Emäliuoksen ammoniakkimäärä saadaan laskettua AMS:n tavoin punnituksesta. Ensin emäliuoksesta lasketaan AMS määrä ja sitten AMS määrän kautta saadaan laskettua ammoniakkin määrä.

$$\text{AMS määrä} = \text{emäliuos} \cdot \frac{1000}{1,2} \cdot 04 \cdot 1000 \quad (6.12)$$

$$\text{NH}_3 \text{ määrä} = 2 \cdot \frac{17}{132} \cdot \frac{\text{AMS määrä}}{1000} \quad (6.13)$$

### 6.2.4 Uuttojen ammoniakkimäärä

Uuttojen ammoniakkimäärän laskemiseen tarvitaan LS283:n virtaus ja NH<sub>4</sub> analyysi. Ammoniumista saadaan laskettua ammoniakki ja otetaan kumulatiivinen summa.

LS283:n NH<sub>4</sub> virtaus [kg/h] saadaan laskettua LS283 VK:n ja ammoniumin analyysistä.  $LS283\text{ VK [m}^3\text{/h]} \cdot 23LS283\$NH_4 \text{ [mg/L]} / 1000$

$$LS283:n\ NH_4\ massavirta\ cumsum = cumsum_3(x_1, x_2) \cdot dT/3600 \quad (6.14)$$

, jossa  $x_1 = LS283:n\ NH_4\ virtaus$

$x_2 = Kuukausi\ klo\ 6$

Kaavassa 6.14 yksikkönä kilogrammoina, josta johdetaan ammoniakkin laskemisen kaava 6.15 yksikkönä tonni.

$$LS283:n\ NH_3\ massavirta\ cumsum = x_1 \cdot (17/18)/1000 \quad (6.15)$$

, jossa  $x_1 = LS283:n\ NH_4\ massavirta\ cumsum$

Kuukauden vesimäärät ja pesurien ja imukoneiden vedet ovat positiossa F-89090:av.

$$\text{Vesimäärä kk} = x_1 \cdot 24 \cdot 30 \cdot \frac{1,29}{1000} \quad (6.16)$$

, jossa  $x_1 = LS283\ VK\ eli\ positio\ F-89090:av.$

### 6.2.5 Jäähdytysvesien ammoniakkimäärä

Jäähdytysvesien summat pelkistämöllä, liuottamalla ja elektrolyysissä sekä sekundäärilauhteen kulkeutuessa viemäriin ovat nähtävissä BOHA:n analyysissä.

Sekundäärilauhde AMS kiteytyksestä kulkeutuu BOHA:n viemäriin, mikäli liuottamo ei ota sitä vastaan. Tällöin ehtona on, että fluidi kulkeutuu viemäriin, mikäli LS4 venttiili, positioilla H-3505:s on kiinni. Wedgessä kaava on muotoa  $x_1 > 0,5$ , jossa  $x_1 = LS4$ , joka osoittaa venttiilin asennon.

$$\text{Sekundäärilauhde viemäriin} = \text{sekundäärilauhde liuottamolle} \cdot (1 - LS4\ asento) \quad (6.17)$$

*kun LS4 asento = 1, eli kun se on kiinni, on virtaus viemäriin. (Tällöin H-3504:s viemäriin menevä venttiili on auki)*

*Kun LS4 asento = 0, eli kun se on auki, on virtaus viemäriin nolla.*

Pelkistämöllä on käytössä analyysinimitykset muodossa 32PELJÄV, liuottamalla 21LIUJÄV ja elektrolyysillä on ELYJÄV. Liuottamon vedet menevät puhdistamon jälkeen läntiseen viemäriin. Analyysi löytyy positiona 21LIUJÄV\$NH4\$mg/L ja virtaus positiolla F-35100:me, joiden kautta voidaan laskea ammoniakkivirta.

Pelkistämön ja elektrolyysin vedet menevät itäiseen viemäriin, joista löytyvät NH<sub>4</sub> analyysit 32PELJÄV\$NH4\$mg/L ja 34ELYJÄV\$NH4\$mg/L. Näille ei ole olemassa kuitenkaan virtausmittauksia On-Line. Itäisen viemärin ammoniumin määrät löytyvät *NNH Päästömittaukset Ympäristö* Excel tiedostosta, josta saadaan ajettua dataa Wedgeen *Ammoniakkitaseen tiedot Wedge 2022* Excel tiedoston kautta.

#### 6.2.6 Vesistöön päätyvä ammoniakkimäärä

Ammoniakin määrä vesienkäsittelystä jokeen voidaan määrittää NH<sub>4</sub>-N jokeen kautta, joka saadaan laskettua vesi jokeen N kerrottuna vesi jokeen /h. Tämä jaetaan tuhanella ja kerrotaan typen ja ammoniakin suhteella. Vesi jokeen /h edellyttää 24 tunnin viivästystä jokeen menevän typen analyysistä.

$$NH_3 \text{ vesienkäsittelystä jokeen} = \text{cumsum}_3(x_1/1000/3600, x_2) \cdot dT \quad (6.18)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa} \quad x_1 &= NH_4\text{-N jokeen} / h \\ x_2 &= \text{Vuosi klo 6} \end{aligned}$$

AMS jäteveden virtaus saadaan positiosta Q-36007AMS:av. Tämä on muodossa g/h, josta saadaan ammoniakkimäärä tekemällä kumulatiivinen summa kuukausi klo 6 muuttujalla sekä jakamalla se tonneiksi sekä kertomalla ammoniakin moolimassalla jaettuna ammoniumsulfaatin moolimassalla (17/132).



### 6.2.7 Venturin poistoveden ammoniakkimäärä

Kemikaalitehtaalta PUS3851:stä PL3101:lle menevän venturin poistoveden ammoniakkimäärä saadaan laskettua niin, että asetetaan ehto hydroksidilinjan ajoon. Kun hydroksidilinja on ajossa, pesurin ammoniakkia sisältävät pesuvedet johdetaan liuottamolle. Ehtona on, että PS 3212 pumppu, imukone IK 3201 ja nauha NS 3201 käy.

$$\text{Hydroksidilinja ajossa} = (x1 > 0.5) \& (x2 > 0.5) \& (x3 > 0.5) \quad (6.19)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa} \quad x1 &= \text{PS 3212} \\ x2 &= \text{IK 3201} \\ x3 &= \text{NS 3201} \end{aligned}$$

Asento hydroksidilinjan ajossa on edellisen laskennallisen mittauksen oltaessa suurempi kuin 0.5 arvoltaan. Venturin poistoveden virtausmittaus (F-89051:me) ja ehto hydroksidilinjan ajossa muodostavat kerrottuna laskennallisen mittauksen Kemistä PUS3851 > PL3101:lle.

$$\text{Venturin poistoveden NH}_3 \text{ Kemistä PUS3851} > \text{PL3101:lle} = x1 \cdot \left(\frac{17}{18}\right) \cdot x2 \quad (6.20)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa} \quad x1 &= \text{Kemistä PUS3851} > \text{PL3101:lle} \\ x2 &= \text{JS132 ammonium analyysi (22JS132\$NH}_4\text{\$mg/L)} \end{aligned}$$

### 6.2.8 Strippauksesta poistuva ammoniakkimäärä

Pesurilta 3213 PL3101:lle menevä poistuva AMS (F-88162:av) omaa NH<sub>3</sub> ja NH<sub>4</sub> analyysijä, joita on käytetty samoilla aikaväleillä. Strippauksesta poistuvan AMS:n negatiiviset arvot ovat suodatettu Wedgessä niin, että se näyttää vain yli 0:n arvot. (wscreen(x1, x1>0)).

Näytä 26PE213\$NH3 vain, jos NH4:n laskettu NH3 on 0 =  
 $wscreen(x1, x2 < 0.01)$  (6.21)

, jossa  $x1 = 26PE3213\$NH3$   
 $x2 = 26Pe3213 NH_3 NH_4$ :stä (NH<sub>4</sub> tulos on kerrottu 17/18  
kertoimella)

Näytä NH4:n laskettu NH3 26PE3213:sta vain, jos NH3 analyysi on 0 =  
 $wscreen(x1, x2 < 0.01)$  (6.22)

, jossa samat muuttujat kuin ylemmässä kaavassa.

26PE3213:n NH<sub>3</sub> analyysi (NH<sub>3</sub> ja NH<sub>4</sub> integroitu tulos) = Näytä 26PE213\$NH3 vain,  
jos NH<sub>4</sub>:n laskettu NH<sub>3</sub> on 0 + Näytä NH<sub>4</sub>:n laskettu NH<sub>3</sub> 26PE3213:sta vain, jos NH<sub>3</sub>  
analyysi on 0

Strippauksesta poistuva NH3 =  
Strippauksesta poistuva AMS. (neg. arvot suodatettu) ·  
26PE3213 NH3 analyysi (NH3 ja NH4 integroitu tulos) (6.23)

, jossa yksikkönä on kuutiota tunnissa.

Strippauksesta poistuva NH3 =  $(10.9 \cdot x1) \cdot x2 \cdot 1000 \cdot 1000$  (6.24)

, jossa  $x1 = 26Pe3213 NH_3$  analyysi (NH<sub>3</sub> ja NH<sub>4</sub> integroitu tulos)  
 $x2 =$  Strippauksesta poistuva AMS (neg. arvot suodatettu)

Yksikkönä on tonnia tunnissa.

Strippauksesta poistuva NH3 cumsum =  $cumsum3(x1, x2/3600) \cdot dT$  (6.25)

, jossa  $x1 =$  Strippauksesta poistuva NH<sub>3</sub>, tonneina  
 $x2 =$  Kuukausi klo 6

### 6.2.9 Nikkeliliuoskuormissa poistuva ammoniakkimäärä

Nikkeliliuoskuormissa poistuva ammoniakkimäärä saadaan laskettua nikkeliliuoskuormien ja JS114 analyysien perusteella. Nikkeliliuoskuormat on Wedgeen Excelistä ajettu data, joka on päivitetty tietolähteeseen *ammoniakkitaseen tiedot 2022*. Tyypianalyysi on 23JS114\$N, joka on yksikössä [mg/L]. Lasketaan typen määrä nikkeliliuoskuormista ja sitä kautta ammoniakkimäärä.

$$\text{Typpi nikkelikuormassa} = \text{Nikkelikuormat } t/h \cdot \text{typpi } t/m^3 \quad (6.26)$$

$$NH_3 \text{ nikkelikuormassa} = \text{Typpi nikkelikuormassa} \cdot (17/14) \quad (6.27)$$

$$NH_3 \text{ nikkelikuormassa} = NH_3 \text{ nikkelikuormassa} \cdot \frac{0,73}{1000} \quad (6.28)$$

$$NH_3 \text{ nikkelikuormassa tonneina} = \text{cumsum}_3(x_1, x_2)/3600 \cdot dT \quad (6.29)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa} \quad x_1 &= NH_3 \text{ nikkeliliuoskuormissa} \\ x_2 &= \text{Kuukausi klo 6} \end{aligned}$$

### 6.3 Taselaskennassa prosessiin syötettävät

Taselaskennassa syötettyä ammoniakkia on käsitelty seuraavissa kappaleissa, joista koko tehtaan taseessa on käytetty punnitustietoa. Punnitustieto on ajettu Excelin kautta Wedgeen. Uutto-pelkistämön antama ammoniakkimäärä on kuitenkin laskentapohjassa, mikäli sitä tarvitsee käyttää tai haluaa verrata tulosta.

#### 6.3.1 Punnitus

Punnitus on nimetty *Ammoniakki purettu kk* Wedgeen. Punnituksen kautta tulevaa ammoniakkimäärää on käytetty taselaskennassa. Tästä lisää kappaleessa 6.4 käyttöopas.

### 6.3.2 Uutto-pelkistämö

Sisään tulevat ammoniakkimäärät saadaan Wedgessä laskettua reaktoreille menevien linjojen kautta, joista on DNA:lla virtausmittaukset. Ni-pelkistämöllä reaktoreille menevät F-36008 ja F-36009. Lisäksi tähän summataan vielä uuton ammoniakin laimennuksen NH<sub>3</sub> linja, jossa on virtausmittaus F-3326, josta menee laimennukseen suoraan. Tätä laskentaa on kuitenkin käytetty vain vertailukohteena ja itse laskennassa on käytetty punnitustietoja, jotka ovat ajettu Excel tiedoston kautta.

### 6.3.3 Kemikaalitehdas

Kemikaalitehtaalla ammoniakin sisään tuleva ammoniakki on uuttojen loppuliukossa ja hydroksidilinjaan menevissä syötöissä sekä anolyytin neutralointiin menevissä.

$$\text{Vuosi klo 6} = \text{delay}(\text{wdiff}(x1), 6 \cdot 3600 + dT, dT) \quad (6.30)$$

, jossa *delay* tarkoittaa signaalin viivästystä 6 tunnilla (6·60·60), sillä vuorokauden katsotaan alkaneeksi klo 06.00.

*Wdiff* tarkoittaa muutosnopeutta, yks/s

, jossa  $x1 = \{\text{Vuosi}\}$ .

$$\text{NH}_3 \text{ Uuttojen loppuliukossa kemikaalitehtaalle} = \text{cumsum2}(x1/1000/3600, x2) \cdot dT \quad (6.31)$$

, jossa  $x1 = \text{uuttojen loppuliukoksen NH}_4/$

$x2 = \text{Vuosi klo 6}$

$$\text{NH}_3 \text{ syöttö hydroksidilinjaan} = \text{cumsum2}(x1/1000/3600, x2) \cdot dT \quad (6.32)$$

, jossa  $x1 = \text{NH}_3 \text{ hydroksidilinjaan}$

$x2 = \text{Vuosi klo 6}$

$$NH_3 \text{ Nikkelisulfaatti kalsiumuutosta} = \frac{cumsum_3(x_1, x_2)}{3600} \cdot \frac{dT}{1000} \quad (6.33)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa } x_1 &= \text{Nikkelisulfaatti kalsiumuutosta } NH_3 \\ x_2 &= \text{Kuukausi klo 6} \end{aligned}$$

Yllä olevassa laskussa käytetty  $x_1$  Nikkelisulfaatti kalsiumuutosta  $NH_3$  saadaan Nikkelisulfaatti kalsiumuutosta kerrottuna 26SS314\$ $NH_3$  analyysillä. Tässä käytetty nikkelisulfaatti kalsiumuutosta saadaan kertomalla NISO4 EBMI (F-86003:av) ja NISO4 (D-86001:av) sekä kertomalla se asettamalla tai-ehto ( | ) varastosäiliöiden VS3611, VS3612 ja VS3613 venttiilien aukiolosta ( $x > 0.5$ ).

$$NH_3 \text{ Anolyytin neutralointiin} = cumsum_3(x_1/1000/3600, x_2) \cdot dT \quad (6.34)$$

$$\begin{aligned} \text{, jossa } x_1 &= NH_3 \text{ Anolyytissä} \\ x_2 &= \text{Vuosi klo 6} \end{aligned}$$

#### 6.4 Käyttöopas

*Ammoniakitaseen tiedot Wedge 2022* ajettut Excel datat ovat peräisin NNH:n omista Excel-tiedostoista.

1. *Nikkelikuormat* saadaan Ni- ja Co- tuotannot 2007-202X seuranta Excelistä.
2. *Ammoniakki purettu* saadaan  $NH_3$  päiväkirja 202X Excelistä.
3. *PELJÄV ja ELYJÄV  $NH_4$*  saadaan NNH Päästömittaukset 202X Ympäristö Excelistä.
4. *AMS* sekä *Emäliuos* saadaan Ni- ja Co- tuotannot 2007-202X seuranta Excelistä AMS välilehdeltä.

$X = \text{haluttu tarkasteltava vuosi}$

Yllä olevia tietoja tarvitsee päivittää kuukausikohtaisesti Exceliin. Data on jaettu kyseisen kuukauden tunneilla muotoon tonnia tunnissa [t/h], jotta laskenta olisi selkeämpää luodessa kumulatiivista summaa. Tällöin ei tarvitse erikseen jakaa kuukauden tunneilla, ja koska kuukausien tunnit vaihtelevat, on laskenta tällöin tarkempi.

### 6.5 Luotettavuusarvio

Laskelmassa on oletettu, ettei ammoniakin kertymistä tai vähenemistä tapahdu kuukausitasolla, sillä myöskään taselaskennassa ei sitä ole huomioitu. Ammoniakin taselaskelman epätarkkuus arvioidaan olevan noin 3%. (R. Luoma, henkilökohtainen tiedonanto 9.1.2023)

## 7 TULOKSET

### 7.1 Yleistä

Tässä osiossa tarkastellaan Wedgen laskentapohjan antamia tuloksia aiempiin raportoituihin tase-erojen tuloksiin. Wedgessä on tarkasteltu vuodesta 2020 vuoteen 2022 tuloksia. Koko vuoden tuloksia voi tarkastella niin, että valitsee aikajaksoksi kokonaisen vuoden. Apumuuttujana on tällöin Kuukausi kello 6, jossa x1 on {Vuosi}, jolloin se näyttää koko vuoden trendin. Mikäli tästä apumuuttujasta valitsee x1 tilalle {Kuukausi}, näyttää se kuukausien tase-erot trendistä. Huomioitavaa kuitenkin on, että koko vuoden aikajaksoa tarkasteltaessa, jos on x1 apumuuttujassa on {Kuukausi}, niin prosessi sivulla se antaa NH<sub>3</sub> ilmaan taulukkoon silloin viimeisimmän kuukauden, eli joulukuun tase-eron.

### 7.2 Vertailu kuukausitasolla

Tässä kappaleessa on tarkasteltu vuoden aikajaksolla NH<sub>3</sub>, jossa apumuuttuja Kuukausi kello 6 on x1 = {Kuukausi}. Tässä tarkastellaan kuukausikohtaisesti tase-eroja verraten vanhoihin tuloksiin.

Vuonna 2020 tase-erot ovat vaihdelleet prosenttien suuruusluokasta suurimmillaan 114 prosenttiin. Lähimpänä tulos on ollut Wedgen laskentapohjan ja vanhan laskennan kanssa tammikuussa ja marraskuussa, vain noin sadasosan eroavaisuudella. Isoin ero vanhan laskennan ja Wedgen laskentapohjan kanssa on ollut lokakuussa, 114 prosentin erolla.

Vuonna 2021 tase-ero vaihteli kuukausittain vanhan laskennan ja Wedgen laskentapohjan kanssa alle yhdestä prosentista korkeimmillaan 42 prosenttiin eroavaisuudella. Lähimpänä Wedgen laskentapohjalla lähimpänä laskenta on ollut elokuussa, alle prosentin erolla.

### 7.3 Vertailu vuositasolla

Tässä kappaleessa on tarkasteltu koko vuoden tase-eron trendistä, jossa apumuuttujassa Kuukausi kello 6 on  $x1 = \{\text{Kuukausi}\}$ . Tässä tarkastellaan vuosikohtaisesti tase-eroja verraten vanhoihin tuloksiin.

Vuodelle 2020 Wedge antaa 14 prosenttia pienemmän tuloksen, kuin vanha taselaskenta. Vuodelle 2021 Wedge antaa 13 prosenttia pienemmän tuloksen, kuin vanha taselaskenta.



## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

### 8.1 Johtopäätökset

Tutkimuksessa rakentunut ammoniakkitaseen laskentapohja antaa verrattuna kahteen edelliseen kokonaiseen vuoteen (Excel dataa on kirjattu vuodesta 2020 alkaen ja ajettu Wedgeen) pienempiä tuloksia. Vuonna 2020 ero oli 14 % ja vuonna 2021 se oli 13 %.

Excel dataa (*Ammoniakkitaseen tiedot 2022*) voisi päivittää kauempaankin ajoitukseen, jotta vertailudataa syntyisi enemmän. Ammoniakkitaseen laskentapohjalla Wedgessä voisi myös luoda ennustavaa laskentaa. Lisäksi pintamuutoksista voisi suorittaa laskentaa, joka huomioi taseessa kertyvät tulokset sekä Wedgeen ajettavan Excel-tiedoston päivittäminen voitaisiin automatisoida.

Työssä ideaalitilanne olisi se, ettei Exceliin päivitettäviä tietoja tarvitsisi, vaan kaikki data olisi peräisin Valmet DNA:n tai laboratorioanalyysien positioista. Esimerkiksi jotkin punnitustiedot ovat mahdollista saada vain Excel-tiedostojen kautta, jolloin ne pitää ajaa erillisen Excelin kautta Wedgeen.

### 8.2 Yhteenveto

Vuonna 2021 korkein eroavaisuus kuukausikohtaisesti oli 42 prosenttia ja pienimillään noin yhden prosentin verran. Vuonna 2020 kuukausikohtaiset eroavaisuudet olivat korkeimmillaan 114 prosenttia ja matamillaan alle yhden prosentin. Vuositasolla eroavaisuus vanhaan laskentaan verrattuna Wedgellä vuonna 2020 on ollut 14 prosenttia vähemmän ja vuonna 2021 se oli 13 prosenttia vähemmän.

Tavoitteet, kuten ammoniakkitaseen laskentapohja Wedgessä on saavutettu. Työ sisältää myös muutakin laskentaa Wedgessä, jotka eivät ole välttämättömiä tase-eron kannalta nyt, mutta niistä voi olla hyötyä muuten, kuten nikkeliuorma tai ammoniakkin syöttö laskettuna Valmet DNA:n positioiden kautta. Näissä tapauksissa on kuitenkin päädytty punnitustietoihin tarkemman tuloksen vuoksi. Laskentaa löytyy siis Wedgestä enemmän, kuin tässä työssä mainitut kaavat kertovat.

## LÄHTEET

Aluehallintovirasto Etelä-Suomi 2014. ESAVI/139/04.08/2011. Viitattu 2.2.2023.  
<https://ylupa.avi.fi/fi-FI/asia/852243>

Boliden Harjavalta www-sivut 2022. Viitattu 25.9.2022. <https://www.boliden.com/fi/operations/smelters/boliden-harjavalta>

Finderin www-sivut. 2022. Viitattu 9.9.2022. <https://www.finder.fi/Metallit+ja+metalliseokset/Norilsk+Nickel+Harjavalta+Oy/Harjavalta/yhteystiedot/375579>

Harjavallan suurteollisuuspuiston www-sivut 2022. Viitattu 25.9.2022.  
<https://www.suurteollisuuspuisto.com/suurteollisuuspuisto/>

Nornickel Harjavalta www-sivut. 2022. Viitattu 9.9.2022. <https://www.nornickel.fi/>

Nornickel www-sivut. 2022. Viitattu 25.9.2022. <https://www.nornickel.com/company/about/>

Nornickel tuotantoprosessi 2022. Viitattu 9.9.2022. <https://www.nornickel.fi/tuotteemme/tuotantoprosessi>

R. Luoma, henkilökohtainen tiedonanto 9.1.2023

Trimble 2023. Wedge, Process Diagnostics System. Viitattu 11.1.2023.  
<https://wedge.trimble.com/features/>

Valmet DNA:n www-sivut 2022. Viitattu 22.9.2022. <https://www.valmet.com/automation/services/training/finland/courses/valmet-dna/>

J.Salmi 2020. Ammoniumsulfaattikiteyttämön ohjausparametrien optimointi. Diplomityö. Vaasan yliopisto. Viitattu 22.9.2022. [https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/10807/UniVaasa\\_2020\\_Salmi\\_Juho.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/10807/UniVaasa_2020_Salmi_Juho.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

