



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# Laskentatyökalu vedenkäsittelyjärjestelmille

CASE: FERROPLAN

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniologia  
Ympäristönsuojelutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Antti Sojamo



## **Termistö**

**Flokki** – Vedessä olevista epäpuhtauksista koostuva höttömainen tiivistymä.

**NWF** – Natural Water Filtration eli suodatukseen perustuva vedenkäsittelyjärjestelmä.

**NWA** – Natural Water Airation eli NWF-järjestelmässä käytetty ilmastustekniikka, joka poistaa happamet kaasut vedestä sumuttamalla veden pieniksi pisaroiksi minkä jälkeen vedestä irronneet kaasut imetään pois.

**PP100** – Pekka Pouhulan kehittämä toiminnanohjausjärjestelmä, jonka osaksi kehitetty Natwat-työkalu tuli.

**Natwat** – Lyhenne sanoista Natural water. Brändinimi Ferroplan Oy:n käyttämälle vedenkäsittelytekniikoille.

**Hufo** – Ilmastimissa käytettävä muovinen tätekappale jonka pinnalle kehittyvä mikrofilmi käyttää vedessä olevia epäpuhtauksia ravintonaan

**SIA** – Sähkö, instrumentaatio ja automaatio. SIA-lyhenteellä kuvataan edellä mainittujen osioiden kokonaisuutta. Siihen sisältyy esimerkiksi, kaikki järjestelmien sähkölaitteet ja logiikka.

**Pintakuorma** – Suodattimen suodatuspinta-alan kyky käsitellä tiettyä vesimäärää. Lasketaan kaavalla

$$V = Q * A$$

A= suodattimen suodatuspinta-ala (m<sup>2</sup>)

Q= virtaama (m<sup>3</sup>/h)

V= pintakuorma (m/h)

**Singeli** – 8-16 mm mittaista kiviainesta, jota käytetään suodatusmateriaalina NWF-suodattimissa. Kuva 1.

**Dolomiitti** - Kalkkikivipohjaista, erittäin huokoista kivimateriaalia. Koko vaihtelee 2-5 mm välillä. Käytetään pääsuodatusmateriaalina NWF-suodattimissa. Kuva 1.



Kuva 1. Dolomiittia oikealla, singeliä vasemmalla.

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikka

Sojamo, Antti:

Laskentatyökalu  
vedenkäsittelyjärjestelmille  
CASE:FERROPLAN

Ympäristösuojelutekniikan opinnäytetyö, 38 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2015

## TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön toimeksiantaja on orimattilalainen kuljetinalan yritys Ferroplan Oy, joka on erikoistunut jätteen- ja vedenkäsittelyratkaisujen tuottamiseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Natwat-tarjouslaskentaohjelma NWF-tekniikkaan perustuville vedenkäsittelyratkaisuille. Ohjelma tulee osaksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää, ja se nimettiin Natwat-ohjelmaksi Ferroplanin vedenkäsittelyn brändinimen mukaan. Natwat-ohjelman tarkoituksena oli tehostaa yrityksen tarjouslaskentaa nopeuttamalla sitä sekä standardisoimalla tarjoukset niin, että ne olisivat verrattavissa toisiinsa ja niiden tulos olisi sama laskijasta riippumatta. Ohjelma kehitettiin MS Excel-taulukon avulla, josta se myöhemmin siirrettiin osaksi toiminnanohjausjärjestelmä PP100:aa. Tarvittavien komponenttien hinnat kilpailutettiin alihankkijoilla, joiden soveltuvimmat tarjoukset koottiin mukaan ohjelmaan. Natwat-ohjelman luonnissa oli mukana myös Ferroplan Oy:n työntekijöitä sekä toiminnanohjausjärjestelmän luonut henkilö, joka kokosi ohjelman loppuun toiselle alustalle.

Toinen osa koostuu kirjallisesta raportista, joka keskittyy luodusta ohjelmasta saataviin hyötyihin, ohjelman luontiin sekä käytetyn vedenkäsittelytekniikan ominaisuuksiin. Lisäksi käytiin läpi Suomen pohjavesien ominaisuuksia ja käsittelyvaatimuksia, jotka ovat olennaisia käsittelyjärjestelmää valittaessa,

Ensimmäisen toimivan ohjelmaversioon todettiin nopeuttavan standardimallista tarjouslaskentaa yli 400%:lla ja räätälöityjä kohteita hieman vähemmän. Ohjelman avulla, noin neljän tunnin laskenta voidaan suorittaa reilusti alle tuntiin. Lisäksi se vakioi eri tapaukset halutulla tavalla.

Natwat-ohjelma nopeuttaa ja helpottaa toimeksiantajan tarjouslaskentaa vähentäen siihen käytettyä aikaa tehostaen koko cleantech-osaston toimintaa, kun työntekijät vapautuvat muihin tehtäviin. Lisäksi se esimerkiksi myyjien, jolla ei ole varsinaista asiantuntemusta alasta, tekemät tarjouslaskennat sekä toimistolla että kentällä.

Avainsanat: Tarjouslaskennan tehostaminen, NWF-tekniikka, Ferroplan Oy

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

SOJAMO, ANTTI:

Offer calculation program for water  
treatment solutions. CASE:  
FERROPLAN

Bachelor's Thesis in Environmental Technology, 38 pages, 2 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

---

The goal of this Bachelor's thesis was to create an offer calculation program for NWF-water treatment solutions. The commissioner of this thesis was Ferroplan Oy specialized in designing and manufacturing waste and water treatment products. The program would be part of the company's enterprise resource planning (ERP) program, and it was named Natwat program after the brandname for the company's water treatment system. Natwat program's goal is to fasten the offer calculation process, and to standardize the offers so they can be compared with each other. The results do not vary regardless of the person making the calculation. The program was developed in MS Excel and moved to company's ERP, PP100. All the needed components went through competitive bidding, and the most suitable offers were chosen. Some of the company's staff and the person who created the used ERP were involved with the creation of the Natwat-program.

The study also contains a written report which focuses on the benefits of the Natwat program, the creation of the program and the technicalities of the NWF-technology. In addition, the features of Finnish groundwater and its treatment are viewed, which are important factors when choosing treatment system.

The first working version of the program fastened the standard offer calculation over 400% and custom made offers a bit less. Without the program, offer calculation could take up to four hours but with it, calculation takes less than an hour. In addition, it standardized the offers like it was designed to.

The Natwat-program makes offer calculation process easier and faster. Because of this, it makes the company's cleantech-department more effective and enable the employees to focus on other matters. Moreover, it makes it possible for other employees to make offer calculation at the office and in the field.

Keywords: Enchanting offer calculation, NWF-technology, Ferroplan Oy

## SISÄLLYS

1	TYÖKALU TARJOUSLASKENTAAN VEDENKÄSITTELYJÄRJESTELMILLE	7
1.1	Tarkoitus	7
1.2	Tavoite	7
2	FERROPLAN	8
2.1	Yrityksen historia	8
2.2	Nykytila	8
2.3	Tomialat	9
2.3.1	Kuljettimet	9
2.3.2	Huolto	9
2.3.3	Ferro Intralogistics	9
2.3.4	Ympäristö	10
2.3.5	Tulevaisuus	10
3	SUOMEN POHJAVEDET	12
4	NWF-PROSESSIN TOIMINTA JA KUSTANNUKSET	13
4.1	Periaate	13
4.1.1	Kaasujen poisto NWA-prosessilla	14
4.1.2	NWF-Suodatin	15
4.1.3	Suodattimen pesu	16
4.1.4	Lisäaplikaatiot	17
4.1.5	Pumppaus ja jakelu	17
4.2	Olemassa olevat NWF-laitokset.	17
5	KÄYTTÖSOVELLUTUKSET	19
5.1.1	Raakavesi	19
5.1.2	Jätevesi	19
5.1.3	Rajoitukset	19
5.2	Kilpailijat ja kustannukset	20
6	TARJOUSLASKENTA	22
6.1	Työkalun tarve ja kehittäminen	22
6.1.1	Nykytila	23
6.1.2	Projektivaiheet	23
6.1.3	Tiedonkeruu laskentatyökalupohjaan	25

6.1.4	Laskentakaavojen toteutus	25
7	KÄYTTÖ JA TULOKSET	27
7.1	Ohjelman testaus	27
7.2	Saadut tulokset	27
7.3	Esimerkkitarjouksen eteneminen Natwat-ohjelman avulla	29
8	TULOSTEN ARVIOINTI	30
8.1	Tulokset	30
8.2	Tulosten luotettavuus	30
9	ONGELMAT JA HAASTEET	31
9.1	Kommunikaatio	31
9.2	Tarjoukset	31
10	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	36



# 1 TYÖKALU TARJOUSLASKENTAAN VEDENKÄSITTELYJÄRJESTELMILLE

## 1.1 Tarkoitus

Tämä työ koostu kahdesta osasta: vedenkäsittelyjärjestelmien tarjouslaskentaohjelman kehityksestä sekä kirjallisesta osasta, jossa tarkastellaan lähemmin vedenkäsittelyä Suomessa ja erityisesti NWF-tekniikalla suoritettua vedenpuhdistusta sekä kehitetyn tarjouslaskentaohjelmalla saavutettujen etujen vertailua käsin laskettuihin tarjouksiin. Ohjelmaa kehitettiin yhdessä Ferroplanin ympäristöpuolen, Ferro Environmentin, esimiehen, sen tulevien käyttäjien, vedenkäsittelyjärjestelmän luoneiden sekä lopullisen ulkoasun tekevän IT-asiantuntijan kanssa.

Ohjelma kehitettiin nopeuttamaan ja standardoimaan tarjouslaskentaa ja yksinkertaistamaan laskennan ulosantia asiakasystävällisempään muotoon.

## 1.2 Tavoite

Työn tavoitteena oli kirjallisen osan lisäksi luoda tarjouslaskentaohjelma, joka on käyttäjälleen, eli myyntiä tekeväälle henkilölle, selkeä käyttää. Lisäksi sen ulkoasu on suunniteltu siten, että henkilö, joka ei vedenkäsittelyjärjestelmistä ymmärrä, pystyy saamaan selkeää informaatiota kohteeseen sopivasta vedenkäsittelyjärjestelmästä. Ohjelman tuoman selkeyden ja nopeuden on tarkoitus helpottaa ja nopeuttaa tarjouslaskentaa sekä lisätä tulevia tilauksia tehokkuuden ja asiakasystävällisyyden avulla.

Kirjallisen osion tavoite on käydä läpi pohjavesien käyttöä Suomessa sekä niiden käsittelyä talousvesiasetuksen mukaisiin rajoihin. Käsittelymenetelmistä keskitytään suurimmaksi osaksi NWF-tekniikalla suoritettavaan käsittelyyn. Lisäksi käydään läpi Natwat-työkalun kehittäminen, kehityksen aikana ilmitulleet ongelmat sekä ohjelman toimivuus ja siitä saatavat konkreettiset edut käsin tehtyyn tarjouslaskentaa verrattuna.

## 2 FERROPLAN

### 2.1 Yrityksen historia

Pentti Patosalmen vuonna 1983 perustama Ferroplan Oy toimi aluksi hänen omallaan nimellään omasta autotallista käsin. Tuolloin tuotteisiin kuului mm. lämminvesivaraajan osia sekä pyörityspöytiä. Työmäärän kasvaessa yritys muutti Orimattilan kulttuuritalon tiloihin ja palkkasi ensimmäisen työntekijänsä vuonna 1986. Seuraavana vuonna palkattiin vielä kuusi työntekijää lisää sekä vuokrattiin lisää toimitilaa, jota oli yhteensä 400 neliötä. Vuonna 1988 yrityksen nimi muutettiin Ferroplaniksi, sillä nimen haluttiin edustavan yrityksen tuotealaa paremmin. Tässä vaiheessa tuotteisiin kuuluivat paperikoneiden osat sekä kuljetinrullat, joista jälkimmäinen muodostui yrityksen päätoimialaksi. 1990-luvun alussa Ferroplan muutti uusiin, isompiin toimitiloihin ja vuonna 1994 yritys sai nykyisen muotonsa: Ferroplan Oy. 2000-luvulle tultaessa Ferroplan Oy kasvoi sekä työntekijämäärältään että liikevaihdoltaan. Vuonna 2007 liikevaihto oli jo 7,3 miljoonaa euroa ja työntekijöitä 48. (Ferroplan, 2013a.)

### 2.2 Nykytila

Nykyisin Ferroplan työllistää noin 50 henkeä ja sekä sen liikevaihto että tuotantotilat ovat kasvaneet merkittävästi. Liikevaihto oli vuonna 2012 noin 9 miljoonaa euroa ja, toimitilaa oli yhteensä 4200 neliometriä. (Ferroplan 2013a.) Nykyisin Ferroplanin toimitukset sisältävät entistä enemmän avaimet käteen -ratkaisuja, erillisten komponenttitoimitusten sijaan. Tämän takia Ferroplan toimiikin usein pääurakoitsijana laajoissakin toimituskokonaisuuksissa. Ferroplanin valmistamia jätteenkäsittely-kokonaisuuksia on viety muun muassa Vietnamiin, ja vesienkäsittelyjärjestelmiä Suomen lisäksi Baltiaan sekä Norjaan. Nykyisin yritys onkin keskittynyt suurimmissa määrin ympäristöteknologiaratkaisuihin, ja sen tavoitteena on kasvattaa alan osuutta kokonaisliikevaihdosta (Suutari&Patosalmi 2015.)

## 2.3 Toimialat

### 2.3.1 Kuljettimet

Merkittävin Ferroplanin tuoteala ovat kuljettimet. Ferro Conveyor solutions valmistaa asiakkaiden tarpeiden mukaan räätälöityjä kuljetinratkaisuja. Nämä voivat olla raskaita ketjukuljettimia, hihnakuljettimia tai rullakuljettimia. Käytännön sovellutuksia kuljettimien käytössä ovat esimerkiksi jätekuljettimet, joita yritys on toimittanut muun muassa Vietnamiin sekä puolivalmisteiden siirtoon suunnitellut kuljettimet. (Ferroplan 2015b.)

### 2.3.2 Huolto

Ferro Care keskittyy nimensä mukaisesti yrityksen toimittamien tuotteiden, kuten kuljettimien ja vedenkäsittelyjärjestelmien huoltoon ja ylläpitoon. Sen tavoitteena on nopea ja tehokas palvelu. Lisäksi huoltoyksikkö tarjoaa varaosa sekä asiakasneuvonta ja –tukipalveluita tuotteiden ja laitosten käytön koko elinkaaren ajan. Tällä turvataan ennen kaikkea asiakkaille tuotteiden pitkä elinkaari ja oikea aikaisella ja ammattitaitoisella huoltotoimilla saadaan myös asiakkaille säästöjä laitosten operatiivisissa kuluissa. (Ferroplan 2015b.)

### 2.3.3 Ferro Intralogistics

Ferro Intralogistics keskittyy varastojen toiminnan tehostamiseen pienemmillä rullakuljettimilla sekä lavapinoajilla. Intralogisticsin piiriin kuuluu myös erilaiset levyvarastotuotteet. (Ferroplan 2015b.)



Kuva 2. Levyvarastoratkaisu (Ferroplan, 2015c)

#### 2.3.4 Ympäristö

Ferro Environment on Ferroplanin tuotepereheistä uusin. Viime vuosina sen osuus yrityksen liikevaihdosta on ollut 30% luokkaa, mutta yrityksen tavoite on nostaa luku lähemmäksi 50%:a. (Patosalmi 2014.) Ferro Environment pitää sisällään jätekäsittelyjärjestelmät, käyttövedenkäsittelyjärjestelmät sekä jäte- että puhtaan veden käsittelyyn. Näistä jälkimmäinen toteutetaan, yritysfuusion kautta Ferroplan Oy:lle tulleen, Natwat Oy:n kehittämällä NWF-tekniikalla, eli *Natural Water Filtration* -menetelmällä, jossa raakavesi puhdistetaan ilman kemikaaleja talousvedeksi. NWF-tekniikan perustuvia menetelmiä on tällä hetkellä toiminassa ympäri Suomea, minkä lisäksi NWF-laitoksia löytyy myös Norjasta, Latviasta ja Virossa. Ferroplanin vedenkäsittelyjärjestelmiä on tarjottu myös Aasian kasvaville markkinoille, joten mahdollisia asiakkaita löytyy myös sieltä. (Ferroplan 2015b.)

#### 2.3.5 Tulevaisuus

Ferroplanilla on valoisat tulevaisuuden näkymät, sillä tilauskanta on kasvanut tasaisesti pitkällä aikavälillä. Varsinkin Ferro Environmentin tilausmäärät ovat kasvussa, ja sen osuus yhtiön liikevaihdosta on nousussa. Ferro Environmentin osuutta onkin tavoitteena nostaa nykyisestä vajaasta 30 %:sta aina 50 %:iin asti. Erityisesti Ferro Environment -tuotekokonaisuuksilla pyritään saamaan aikaan kasvua yrityksen niin sanotun perusliiketoiminnan rinnalle. Yritys on toiminut kuljettimien ja erilaisten kuljetinratkaisuiden toimittajana jo liki 30 vuotta, mutta liiketoimintasektoreita laajentamalla vastataan markkinoiden tarpeeseen ja saavutetaan vankka perusta yritystoiminnalle myös tulevaisuudessa. Ympäristötekniikan ratkaisuilla tähdätään myös entistä enemmän kansainvälisille markkinoille, jolloin yritystoiminnan mahdollisuudet sekä haasteet lisääntyvät. Kansainvälistyminen nähdään yrityksessä kuitenkin ennen

kaikkea mahdollisuutena, kuitenkin tiedostaen sen resursseja vaativat toimenpiteet. (Suutari 2015.)

### 3 SUOMEN POHJAVEDET

Pohjaveden osuus Suomen vesihuollossa on lisääntynyt tasaisesti 1960-luvulta lähtien. Kun vuonna 1970 pohjaveden osuus vesilaitosten vedenjakelusta oli 31 %, se oli v. 2001 61 %, ja vuonna 2010 sen arvioitiin olevan n. 70 %. Nykyisin pohjavettä talousvetenään käyttää noin 3,5 miljoona ihmistä. Pohjavedellä on muutamia hyviä ominaisuuksia verrattuna vesistöistä otettavaan pintaveteen. Pohjavettä ei tarvitsi käsitellä niin raskaasti kuin pintavettä, sillä se sisältää luonnollisesti vähemmän taudinaiheuttajia ja epäpuhtauksia kuin pintavesi. Lisäksi sen lämpötila on vakio vuoden ympäri, mikä helpottaa sen käsittelyä entisestään. (Karttunen & Tuhkanen 2009 s.18.)

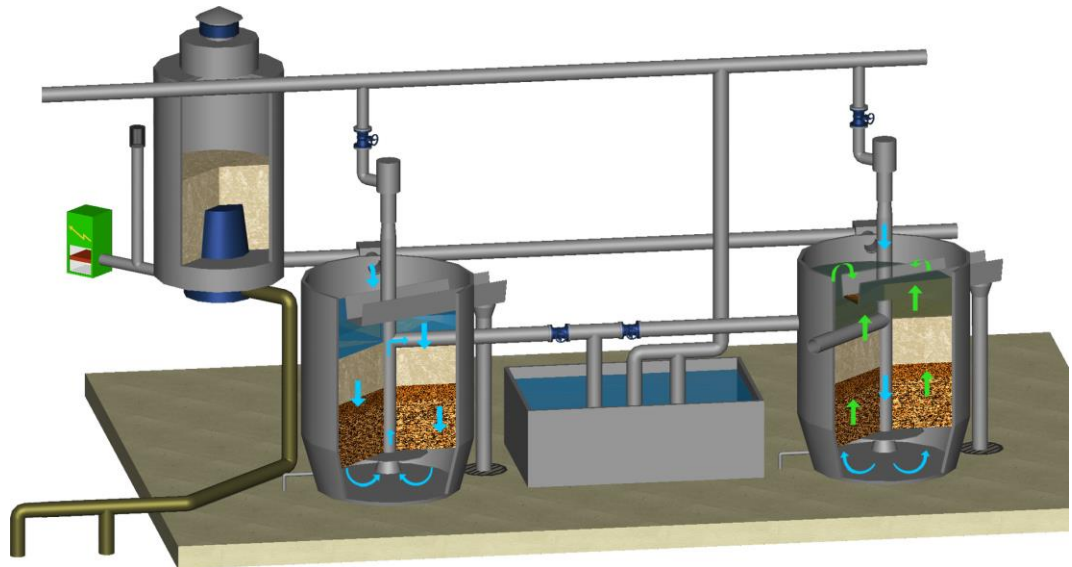
Suomen pohjavesien suurimmat käyttörajoitukset liittyvät raudan ja mangaanin korkeisiin pitoisuuksiin. Rauta esiintyy yleensä kahdenarvoisena  $Fe^{2+}$ , jonka yhdistemuoto on bikarbonaatti  $Fe(HCO_3)_2$ . Myös kolmiarvoista rautaa,  $Fe^{3+}$ , tavataan usein. Kolmiarvoisen raudan tavallisin yhdistemuoto on rautahydroksidi  $Fe(OH)_3$ . Mangaania esiintyy raudan tavoin kaksi- ja kolmenarvoisena, mutta lisäksi vielä neljänarvoisena. Yleisin muoto on kuitenkin kahdenarvoinen.

Suurimmat haitat mangaanin ja raudan korkeilla pitoisuuksilla pohjavedessä aiheutuvat niiden taipumuksesta muodostaa komplekseja ioneja/kompleksiyhdisteitä vedessä olevan humuksen, epäorgaanisten ja orgaanisten aineiden kanssa. Nämä yhdisteet aiheuttavat veteen maku ja värihäiriöitä sekä saostumia esimerkiksi putkistoon ja kodinkoneisiin. Mangaanin korkeat pitoisuudet juomavedessä on myös yhdistetty lasten oppimis- ja kehityshäiriöihin. (Kaunisto, Mäkinen & al. 2008, Karttunen & Tuhkanen 2009.)

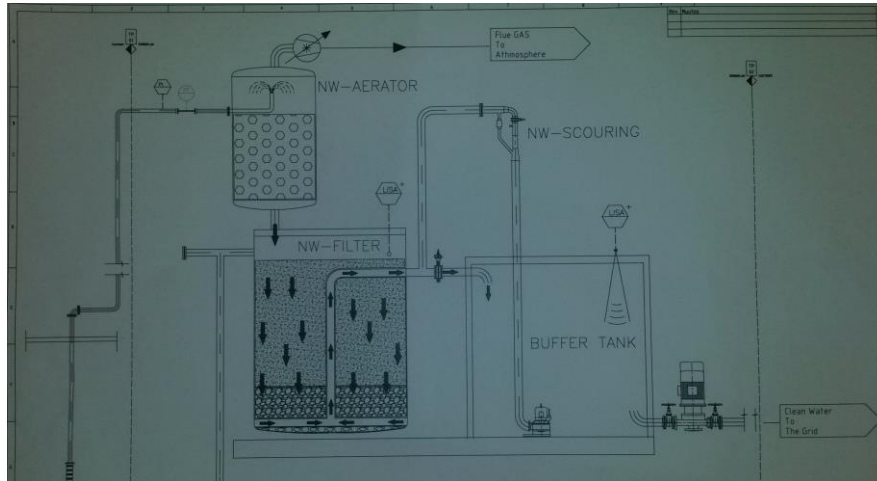
## 4 NWF-PROSESSIN TOIMINTA JA KUSTANNUKSET

### 4.1 Periaate

NWF-prosessi koostuu kahdesta päävaiheesta: ilmastuksesta, eli kaasujen poistosta hapetus-strippauskolonnissa sekä itse suodatuksesta monikerromassasuodattimella. Pää tarkoitus on saada pohjavedessä olevat haitalliset ainepitoisuudet ja taudinaiheuttajat pois, jotta vesi täyttäisi talousvesiasetuksen asettamat vaatimukset juomavedelle. Prosessi toimii ilman kemikaaleja, joten se on turvallinen sekä kustannustehokas. Kuva 3 havainnollistaa prosessin kulkua.



Kuva 3 NWF-järjestelmä (Ferroplan 2015)



KUVA 4. NWF-prosessin kulku

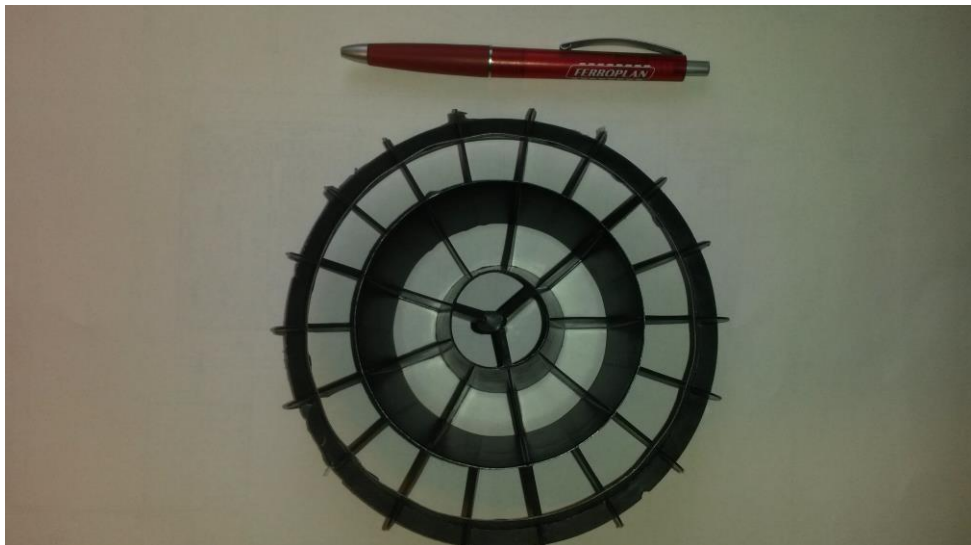
#### 4.1.1 Kaasujen poisto NWA-prosessilla

Puhdistusprosessin ensimmäisessä vaiheessa käsiteltävä vesi johdetaan NWA-ilmastimeen, eli *Natural Water Airation*. Ensimmäisenä käsiteltävä vesi johdetaan paineputkella täytekappaleilla täytettyyn ilmastuskoloniin (NWA). Seuraavaksi vesi sumutetaan alipaineistetussa *strippauskolonnissa*. Ennen tätä vaihetta vesi ei ole ollut kosketuksissa ilman kanssa. Tässä vaiheessa vesi sisältää usein happamia- ja muita haitallisia kaasuyhdisteitä, kuten hiilidioksidia, metaania, ammoniumyhdisteitä, rikkivetyä ja radonia. Sumuttimeen pisaroitavaksi johdettu vesi vapauttaa siinä olevat kaasut ja ne voidaan poistaa alipaineella prosessista. Kaasujen poiston yhteydessä käsiteltävän veden pH nousee 0.5 – 2.0 yksikköä, mikä on välttämätöntä prosessin toimivuuden kannalta. Kaasujen poiston tärkeys korostuu puhdistusprosessin myöhemmissä vaiheissa, sillä korkeat happamien kaasujen pitoisuudet pitävät pH:n matalalla ja näin häiritsevät pääpuhdistusprosessin, eli raudan- ja mangaaninpoiston, toimintaa.

Seuraavaksi vesi jatkaa alemmas koloniin valuen painovoimaisesti täytekappale kerrokseen, joiden pinnoilla tapahtuu hapetusreaktioita, minkä seurauksena sakkautuvat epäpuhtaudet, kuten rauta, mangaani, alumiini ja nikkeli. Nämä yhdisteet muuttuvat prosessissa liukoisesta muodosta veteen liukenemattomiksi oksideiksi tai hydroksideiksi, jotka voidaan erottaa vedestä suodattamalla. Raudan ja mangaanin hapetus on osittain kemiallista, osittain biologisesta



bakteeritoiminnasta johtuvaa. Biologinen toiminta tapahtuu hufojen pinnalla (KUVA 5). Hufo on muovista koostuva moniosainen vedenkäsittelymateriaali, jonka ideana muodostaa mahdollisimman suuri pinta-ala kappaleen tilavuuteen nähden. Biologisen toiminnan tuottamat sakkautumat muodostavat niin sanottua biomassaa NWA-kolonnin jälkimmäiseen osaan, jota kutsutaan myös biosuodattimeksi. (Ferroplan 2015a)



KUVA 5 Hufo-täyttemateriaali.

#### 4.1.2 NWF-Suodatin

NWF-suodatin toimii kaksivaiheisen suodatusprosessin jälkimmäisenä osana. Veden mukana suodattimeen virtaa happea ja sakkautunutta biomassaa, joka johdetaan yleensä singelistä ja dolomiittista koostuvien kerrostenläpi. Myös muut massavaihtoehdot ovat mahdollisia, riippuen veden ominaisuuksista. Singeli on halkaisijaltaan 8-16 m mittaista kiviainesta, jota saadaan erottamalla tätä pienemmät ja suuremmat ainekset seulan avulla. Dolomiitti, eli kalsiummagnesiumkarbonaatti, on nimensä mukaisesti kalkkikivipohjaista, vaaleaa kiviainesta. Sen rosainen ja laaja-alainen pinta ja pH:ta nostava taipumus tekevät siitä hyvän vedenkäsittelymateriaalin. Suuri pinta-ala mahdollistaa laajemman biologisen kerroksen muodostumisen kappaleen pinnalle. Tämä kerros koostuu

bakteereista, jotka käyttävät vedessä olevia epäpuhtauksia ravintonaan. NWF-käsittelyn perustana ovat suodatinmateriaalin pinnalle kehittyvät bakteerikannat, jotka käyttävät vedessä olevat raudan ja mangaanin pitoisuudet aineenvaihdunnansa ylläpitoon hapettamalla niitä biologisesti, helpommin käsiteltävään, muotoon. Osa bakteereista myös saostaa raudan ja mangaanin ioneja pinnallensa tai solurihmoihin, mutta eivät käytä niitä muuten hyväkseen.

Prosessissa muodostuneet pienet sakkaumahiutaleet vahvistuvat ja suurenevat flokeiksi, jotka kiinnittyvät suodatinmassan pinnoille. Massan pinnoilla tapahtuva mangaanin autokatalyyttinen hapettuminen edesauttaa suodatustoimintaa. Suodatinpartikkeleiden välitilaan jää puhdistunut vesi, joka virtaa alavesisäiliöön tai tasausaltaaseen, minkä jälkeen se voidaan johtaa edelleen jakeluverkostoon. (Ferroplan 2015a & Suomen Vesilaitosyhdistys 2013.)

#### 4.1.3 Suodattimen pesu

Suodatuspatjan reagointikyky on rajallinen, minkä seurauksena riittävän pitkän kuormituksen seurauksena, se voi tukkeutua. Tukkeutumista ehkäistään pesemällä suodatin voimakkaalla vastavirtapesulla noin kahden viikon välein. Pesun aikana välialtaaseen kerättyä vettä johdetaan suurella paineella suodattimen ulostulon kautta sisään suodattimeen, jolloin kiinteä aines irtoaa suodattimesta. Huuhtelun kesto vaihtelee järjestelmän kuormituksen mukaan, mutta keskimääräinen aika on noin 20 minuuttia. Pesuun menee myös verrattaen pieni määrä vettä vastaaviin järjestelmin verrattuna. Tämä johtuu NWF-prosessia syntyvien oksidi- tai hydroksidisakkojen biologisesta alkuperästä, jolloin ne ovat kemiallisesti syntyneitä oksidi- tai hydroksidisakkoja huomattavasti tiheämpiä ja täten helpompia erottaa. Pesuvesiseos koostuu sekä vedestä että ilmasta ja myös tästä syystä pesuvesen määrä on merkittävästi alhaisempi kuin joillain kilpailevilla järjestelmillä. Suodattimesta lähtevä sakka voidaan johtaa suoraan luontoon ilman erillisiä käsittelyvaatimuksia. Suuremmilla laitoksilla suositellaan kuitenkin erillistä imeytysallasta syntyville huuhteluvesille, jotta ne eivät aiheuta ongelmia esimerkiksi alueen avo-ojissa. Pesutoimenpiteen jälkeen suodatin on taas käyttökunnossa. (Ferroplan 2015a & Lahtinen. 2014.)

#### 4.1.4 Lisäaplikaatiot

Edellä mainittujen prosessien lisäksi NWF-prosessin jatkeeksi on helppo asentaa UV-valolla toimiva desinfiointi vedessä mahdollisesti olevien taudinaiheuttajien eliminoimiseksi. Lisäksi kaikki järjestelmät sisältävät tulevan veden ja lähtevän veden pH-mittauksen. Tulevan ja lähtevän veden pH-mittaus on vakiovaruste kaikissa NWF-laitoksissa. Laitoksen ohjauksen optimoimiseksi olisi niissä hyvä olla tulevan ja lähtevän veden virtausmittaus sekä muita laitoksen ajo-ominaisuuksia optimoivia mittauksia ja ohjauksia. (Suutari 2015.)

#### 4.1.5 Pumppaus ja jakelu

Useimmiten pohjavedenottoamoilla, joissa käytössä on NWF-tekniikkaan perustuva käsittelyjärjestelmä, vesi pumputaan 1-3:sta kaivosta kaivopumpulla suoraan järjestelmään. Käsittelyjärjestelmä itsessään sisältää yleensä kolme veden jakeluun osallistuvaa pumppua ja yhden hiukan suurempitehoisemman pumpun suodattimien vastavirtapesua varten. Vettä jakeluun siirtävistä pumpuista kaksi on täysitehoisia, eli kumpikin pumpuista pystyisi yksinään siirtämään kaiken käsiteltävän veden jakeluun, ja yksi on niin sanotun puolen tehon pumppu joka hoitaa pienemmän yöjakelun. Alle 20 m<sup>3</sup>/h käsittelevillä laitoksilla ei kuitenkaan tarvita kolme jakelupumppua, vaan kaksi riittää hyvin. (Suutari, 2015)

#### 4.2 Olemassa olevat NWF-laitokset.

Tällä hetkellä NWF-tekniikkaan perustuvia laitoksia on käytössä lähes 30 kappaletta joista suurin osa sijaitsee Suomessa, mutta muutamia myös Baltian maissa ja Norjassa. Suurin tällä hetkellä käytössä oleva laitos käsittelee noin 200 m<sup>3</sup> vettä tunnissa kahdeksalla, 2,2 m<sup>3</sup>:n NWF-suodattimella. Se kuitenkin poikkeaa muista järjestelmistä, sillä sen ilmastusratkaisu on hoidettu kahdella suurella ilmastimella suodatinkohtaisen ratkaisun sijaan. Tyypillisin järjestelmäkoko on kahden suodattimen ja kahden ilmastimen käsittävä, noin 20

$\text{m}^3$  tunnissa käsittelevä, laitos. Tyypillisimmillään tulevan veden rauta- ja mangaanipitoisuudet tällaisilla laitoksilla ovat raudan osalta noin  $500 \mu\text{g}$  ja mangaanin  $100 \mu\text{g}$ . Suuret poikkeamat eivät kuitenkaan ole harvinaisia. Eräässä länsisuomalaisessa kunnassa tehdyssä pilottikokeessa raudan pitoisuus oli  $3000 \mu\text{g}$  ja mangaanin  $3 \mu\text{g}$ . Kyseessä olevassa laitoksessa oli käytössä, pilottihankkeesta johtuen, vain yksi NWF1600-suodatin. Se kuitenkin onnistui laskemaan raudan pitoisuutta aina

$80 \mu\text{g}$ :aan asti. Osasy suuresta puhdistustehosta johtui pienestä veden- ja sitä myöten raudan määrästä, vaikka raudan pitoisuus oli suuri. (Ferroplan 2014.)



Kuva 6. Ferroplanin käsittelyjärjestelmää (Ferroplan 2014.)

## 5 KÄYTTÖSOVELLUTUKSET

### 5.1.1 Raakavesi

NWF-käsittelyjärjestelmä soveltuu parhaiten pohjaveden käsittelyyn talousvedeksi, mutta sitä voidaan käyttää myös esimerkiksi jäteveden jälkikäsittelyyn tai eläintilojen käyttöveden käsittelyyn. (Suutari &Lahtinen 2014.)

### 5.1.2 Jätevesi

Jätevesissä NWF-systeemiä voidaan käyttää jälkikäsittelyyn osana suurempaa kokonaisuutta, mutta ei koskaan yksinään, vaan jätevesijärjestelmissä NWF-teknologia yhdistetään usein flotaatioteknologiaan, niin että vesi suodatetaan vasta flotaation jälkeen, jolloin suurin osa epäpuhtauksista on jo poistettu. Ferroplan onkin patentoinut järjestelmän, jossa flotaatio ja suodatus ovat samassa NwFlo-säiliössä. Norjan Trondheimissa NWF-järjestelmää käytetään teurastamon jätevesien jälkikäsittelyyn. Järjestelmä eroaa standardimallisesta järjestelmästä suodatusmassojen osalta, jotka ovat poltettu keraamisiksi toisin kuin normaalit käytössä olevat singeli ja dolomiitti. (Suutari &Lahtinen 2014.)

### 5.1.3 Rajoitukset

Mikäli käsiteltävän veden tietyt pitoisuudet ovat huomattavan korkeita, ei NWF-järjestelmä pysty puhdistamaan vettä talousvesiasetuksen mukaiseksi. Tällaiset pitoisuudet voivat olla esimerkiksi korkeat kloridien, alumiinin tai fluoridien pitoisuudet. Joskus on kuitenkin mahdollista harkita esikäsittelyjärjestelmää, jos tietyt pitoisuudet, esimerkiksi humus tai alumiini, ovat korkeita. Jos vedestä löytyy biologista toimintaa häiritseviä yhdisteitä, kuten torjunta-aineita, estävät ne aina NWF-järjestelmän käytön, sillä se perustuu pääosin biologisesti tapahtuvaan epäpuhtauksien sakkauttamiseen ja bakteerien soluhengitykseen. (Suutari &Lahtinen 2014.)

## 5.2 Kilpailijat ja kustannukset

Tällä hetkellä markkinoilla on muutamia kilpailijoita, jotka vastaavat mitoitukseltaan ja käyttökohteiltaan NWF-tekniikkaa. Niihin kuuluvat mm: painesuodattimet, hiekkasuodattimet sekä kalkkikivisuodatuslaitokset.

Yksi kilpailijoista on Dynasan-hiekkasuodatin. Dynasandin suurimpia etuja NWF-järjestelmään nähden on sen jatkuvatoimisuus, sillä suodatin pesee itseään suodatuksen ajan, eikä sitä tarvitse näin ollen pysäyttää erikseen pesun vuoksi. Järjestelmä on myös helppo asentaa ja ylläpitää sen yksinkertaisuuden takia. Dynasand on kuitenkin suunnattu enemmän teollisuuden ja jätevedenkäsittelyn tarpeisiin kuin raakaveden käsittelyyn. Se ei myöskään sovellu paljon happamia kaasuja sisältävän veden käsittelyyn toisin kuin NWF-suodatusjärjestelmä. Järjestelmä vaatii myös suuria määriä kemikaaleja toimiakseen, joita NWF-järjestelmä ei vaadi. Se vie myös enemmän sähköä sekä työtunteja ja sen jatkuvatoimisen huuhtelun ylijäämävedet pitää käsitellä erikseen, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kuluja. (Hyxo Oy. 2015.)

Tällä hetkellä markkinoilla on myös useita painesuodatinmalleja. Niitä voidaan käyttää sekä teollisuuden että talousvedenkäsittelyn tarpeisiin. Ne sopivat myös pienten vesimäärien käsittelyyn hyvin. Toisin kuin NWF-järjestelmässä, painesuodatuksessa käytetään saostuskemikaaleja

NWF-järjestelmän käyttökustannukset ovat suhteellisen pienet verrattuna tuotteen vartenotettavimpiin kilpailijoihin markkinoilla. Tämä johtuu alhaisesta sähkökulutuksesta sekä kemikaalien tarpeettomuudesta puhdistusprosessin aikana. Järjestelmä on kuitenkin kilpailijoitaan hieman kalliimpi huoltaa. Toisaalta huuhteluedenkäsittelyyn on keskimäärin 73% halvempaa vuodessa kuin kilpailijoilla keskimäärin. Vuosikohtaisella vertailulla NWF-järjestelmän käyttö tulee kokonaisuudessaan 43% halvemmaksi kuin Dynasandin ja 20% halvemmaksi kuin painesuodattimen käyttö standardikokoisessa mitoituksessa. Alla oleva taulukko havainnollistaa järjestelmien käyttökustannuserot. (Ferroplan. 2013b.)

<b>Suodatinmalli</b>	<b>Dynasand</b>	<b>Painesuodatin</b>	<b>NWF-suodatin</b>
Kemikaalit	2 248 €/a	578 €/a	0 €/a
Sähkö	245 €/a	280 €/a	210 €/a
Työ	7 280 €/a	5 824 €/a	5 824 €/a
Ylläpito ja huolto	3 380 €/a	4 590 €/a	4 707 €/a
Huuhteluveden käsittely	8 760 €/a	4 380 €/a	1 752 €/a
<b>Yhteensä</b>	<b>21 913 €/a</b>	<b>15 652 €/a</b>	<b>12 493 €/a</b>

Taulukko 1. Raudan ja mangaanin poistomenetelmien käyttökustannusten vertailu eri käsittelymenetelmillä. (Lähtötiedot: Ferroplan 2013b.)

## 6 TARJOUSLASKENTA

Tarjouslaskennan tavoitteena on taata asiakkaalle mahdollisimman tarkka kustannusarvio koko projektista. Ihminen on monesti erehtyväinen ja unohtaa joskus ottaa jonkin asian huomioon tai antaa mielipiteen vaikuttaa annettavaan hinta-arvioon. Kahden eri henkilön käsin laskema tarjous myös voi erota moneltakin muultakin osaa. Esimerkiksi järjestelmään valittavat venttiilityypit, tai oliko tarjous budjettitarjous vai lopullinen tarjoushinta, saattaa vaihdella riippuen tarjousta tekevän henkilön mieltymyksistä tai tavoista. Vakioimalla tarjouslaskennan parametrit voidaan varmistaa, että eri henkilöiden tekemä tarjouslaskenta on aina samanlainen sekä myös sen , että eri kohteisiin tehdyt tarjoukset ovat toisiinsa verrannollisia.

Koneen tai tässä tapauksessa PP100-toiminnanohjausjärjestelmän Natwat-osuuden tekemä tarjouslaskelma poistaa inhimillisen erheen ja mielipiteen riskin. Lisäksi tarjouksen tekeminen ohjelman avulla vakioi tarjouksen aina samankaltaiseksi tarjouksen tekijästä riippumatta.

### 6.1 Työkalun tarve ja kehittäminen

Natwat Oy:n aikana NWF-järjestelmien mitoitukset ja tarjoukset laskettiin monesti, omaan laajaan asiantuntemukseen luottaen käsin tapaus kerrallaan, joten täysin yhteistä linjaa ei ollut. Kun yritys siirtyi Ferroplan Oy:n omistukseen, tarjouslaskentaa ruvettiin tekemään sähköisesti Excelin avulla, mutta yhtenäistä linjaa ei ollut vielääkään, vaan tarjoukset saattoivat erota toisistaan niiden tekijästä riippuen, eivätkä ne olleet toisiinsa verrattavissa. PP100-toiminnanohjausjärjestelmän Natwat-osio poistaa nämä ongelmat, sillä ohjelma antaa aina samankaltaisen tuloksen samanlaisille kohteille. Aina ei kuitenkaan voida mennä suoraan ohjelman tekemän laskennan mukaan, joten ohjelmassa on mukana mahdollisuus tehdä pieniä muokkauksia asiakkaan toiveiden mukaan. Näin voidaan helposti lisätä erilaisia toimilaitteita, kuten UV-desifiontilaite tai muokata käytettävien kaivopumppujen määrää kohteesta riippuen.

Ohjelman ominaisuutena on myös voimassaolevien komponenttien sekä työn hintojen sisältyminen, joiden pohjalta tarjoushinta lasketaan. Metallituotteiden,



kuten putkien ja putken osien hinta muuttuu kuitenkin nopeasti riippuen mm. teräksen maailmanmarkkinahinnasta. Siksi käsittelyjärjestelmän sisältämät komponentit on vakioitu, minkä seurauksena alihankkijalta on helppo pyytää ja ajanmukainen hinta tietylle komponentille ja päivittää se ohjelmaan.

### 6.1.1 Nykytila

Tällä hetkellä tarjouslaskenta Ferroplan Oy:ssä suoritetaan yksikertaisen taulukkolaskentapohjan avulla, jossa joidenkin komponenttien ja osuuksien hinnat on vakioitu. Laskentapohjasta puuttuu kuitenkin kokonaan järjestelmän mitoituksen laskeminen ja komponenttien linkitys tähän. Nämä toimenpiteet joudutaan tekemään käsin, missä kuluu runsaasti aikaa. Yhden järjestelmän komponenttien laskuun voi kulua jopa yli tunti aikaa, kun kehitetyn ohjelman avulla siihen menee alle minuutti. Lisäksi aikaa kuluu komponenttien hintojen määrittämiseen, joita joudutaan mahdollisesti etsimään vanhoista tarjouksista tai katalogeista. Tämä ongelma on vältetty uudessa ohjelmassa sisällyttämällä kaikkien tarvittavien komponenttien hinnat siihen.

### 6.1.2 Projektivaiheet

Natwat-laskentatyökalu kehittäminen alkoi elokuussa 2014 ensimmäisellä palaverilla, jossa käytiin läpi initiaaliset tavoitteet ja aikataulut. Myös ensimmäiset viitteet ohjelman sisällöstä sekä tulevista toimenpiteistä käytiin läpi.

Ensimmäiset konkreettiset askeleet ohjelman kehityksessä tapahtuivat kuukauden sisään aloittamisesta, jolloin ensimmäiset käsittelyjärjestelmän mitoitusmäärittävät osiot olivat valmiina. Ferroplanin toiminnanohjausjärjestelmä PP100:aan tehtiin aihio valmistuvalle ohjelmalle ensimmäisten kaavojen pohjalta. Syyskuun aikana listattiin kaikki käsittelyjärjestelmään kuuluvat komponentit, ja niistä lähetettiin tarjouspyynnöt kunkin osan valmistajille. Tarjousten saavuttettua saadut hinnat kilpailutettiin ja niistä valittiin kustannustehokkain vaihtoehto. Kaikista laajimman tuoteryhmän, eli putkituotteet otettiin samalta toimittajalta kilpailukykyisimpään kokonaisuuteen perustuen. Muiden tuotteiden, kuten pumppujen ja säiliöiden, kohdalla toimittajan valinta oli yksinkertaisempaa, sillä

valittavia tuotteiden määrä oli huomattavasti pienempi kuin putkituotteilla, eikä laajaa kokonaishintavertailua täten tarvinnut tehdä.

Ensimmäinen konkreettinen kytkös PP100:aan tehtiin myöhemmin syksyn aikana, jolloin ohjelma sai ensimmäisiin NWF-laskentakaavoihin perustuvan osansa ja joulukuun mennessä valmiina oli jo melko toimiva versio.

Tammikuun helmikuun aikana ohjelmaan lisättiin komponentti- ja työhinnat sekä suoritettiin testaus kahteen otteeseen, joista jälkimmäisellä huomattiin, etteivät pääkaavan määrittävät parametrit ole riittäviä. Vanhan kaavan laskukyky rajoittui 300 µg:n rautapitoisuuden litrassa eikä kaava toiminut odotetusti tästä suuremmilla arvoilla. Joillain käytössä olevilla vedenottamoilla tulevan veden raudan lähtöpitoisuudet saattavat olla kuitenkin lähes 2000 µg/aa. Eräessä kunnassa tehdyssä pilot-kokeessa raudan pitoisuus oli huikea 6000 µg/aa. (Ferroplan, 2015) Kaavaa korjattiin ottamaan paremmin huomioon korkeat, yli 1000 µg:n, ja sen ylittävät pitoisuudet. Näiden toimenpiteiden jälkeen ohjelman päivitetty versio annettiin IT-henkilön muutettavaksi osaksi toiminnanohjausjärjestelmä PP100:aa.

Maaliskuun aikana ohjelmasta korjattiin virheitä ja päivitettiin uudet komponenttikohtaiset hinnat putkituotteille. Ensimmäinen virallinen testi ohjelmalla suoritettiin 31.3 Ferroplanin toimistolla. Testi kuitenkin keskeytyi nopeasti, sillä ohjelman siirrossa toiselle alustalle oli tapahtunut virhe, joka johti heittoon ohjelman mitoituksen laskennassa.

SIA-osuuden ohjelmasta hoitivat Ferroplanin työntekijät yhteistyössä ohjelmaa kokoavan IT-henkilön kanssa. SIA-osuuteen sisältyi kaikki järjestelmään tarvittavat elektroniset komponentit. Näihin kuuluvat muun muassa pumppujen ja puhaltimien taajuusmuuttajat sekä tarvittavat anturit pinnankorkeudelle, virtausnopeudelle, lämpötilalle ja pH:lle sekä SIA-urakan asennusosuudet yrityksen omissa tiloissa sekä työmaalla.

Henkilöt, joiden käyttöön ohjelma tulee, olivat aktiivisesti mukana ohjelman kehityksessä, sillä he ovat käyttäneet samankaltaista, tosin kuljetinratkaisuja

laskevaa, ohjelmaa aikaisemmin. Heiltä saatu palaute ja kehitysehdotukset ovat täten olleet tärkeitä ohjelman kehittämisen aikana.

### 6.1.3 Tiedonkeruu laskentatyökalupohjaan

Pohjatiedon hankkiminen laskentaohjelmaan tapahtui haastattelemalla käsittelyjärjestelmän luonutta henkilöä sekä Ferroplanin Cleantech Manageria, joilta kaikki ohjelman sisältämien kaavojen tavoitteet, kuten raudan ja mangaanin suodattimien kokoa määrittävät rajat, tulivat. Järjestelmän mitoituksen laskentaan saatiin pohjamateriaalia Natwatin vanhemmalta asiantuntijalta jo olemassa olevien käsittelyjärjestelmien tietojen avulla. Tiettyjen haitallisten aineiden, joiden pitoisuudet eivät laske NWF-suodatuksella, raja-arvot saatiin Suomen Talousvesiasetuksesta. Lisäksi käytössä oli kirjallista materiaalia Suomen Rakennusinsinöörien Liitolta ja Ferroplan Oy:ltä

### 6.1.4 Laskentakaavojen toteutus

Kaikki ohjelmaa varten tehty laskenta tehtiin ensimmäiseksi Microsoft Excelillä, johon tehtiin myös ensimmäinen toimiva versio ohjelmasta. Myöhemmin ohjelma siirrettiin toiselle alustalle, Quattron Pro:lle osaksi PP100:aa. Pääkaavana ohjelmassa toimivat raudan, mangaanin ja vesimäärän suhteen tehty laskenta, joka määrittää NWF-suodattimien tarvittavan suodatuspinta-alan ja sitä kautta koko käsittelyjärjestelmän laajuuden. Raudan ja mangaanin pitoisuuksien pintakuorma-arvot on jaoteltu tietylle asteikolle, joita käyttäen ohjelma laskee sopivan mitoituksen. Mangaanin merkitys mitoituksessa on kolminkertainen rautaan nähden. Näin ollen rautaa on oltava vedessä kolme kertaa niin paljon kuin mangaania tai enemmän, jotta kaava valitsee sen määrittäväksi pitoisuudeksi. Muussa tapauksessa se valitsee mangaanin. Suuremman pintakuorma-arvon näistä saanut pitoisuus huomioidaan laskentaan.

Seuraavaksi pintakuormaa verrataan vesimäärään ajanyksikköä kohden, useimmiten  $\text{m}^3/\text{h}$ , jolloin saadaan laskettua tarvittavan suodatuspinta-alan määrä ja järjestelmän koko. Ohjelma tarjoaa vaihtoehdoksi yhtä kolmestatoista ennalta määritetystä järjestelmäkoosta, jonka suodatuspinta-ala sopii mitoitukseen. Jos

esimerkiksi tarvittava suodatuspinta-ala on  $25\text{m}^2$ , ohjelma hakee referenssitaulukosta (LIITE) arvon väliltä  $26,42\text{ m}^2$ - $19,82\text{ m}^2$ , joka on neljän ja kolmen NWF2900-suodattimen välisen pinta-alaero. Tällöin sopiva mitoitus on neljän NWF2900-suodattimen käsittelyjärjestelmä.

Kun järjestelmän laajuus oli tiedossa, ohjelma hakee tarvittavat kullekin järjestelmäkoolle vakioidut komponentit, erittelee ne sekä laskee järjestelmän mekaanisten komponenttien yhteishinnan. Lopuksi hintaa voidaan lisätä SIA:n, työn ja sekalaisen kuluja, kuten asentajien majoitukset ja matkalaskujen osuudet. Tällöin tarjous on nin sanotussa Avaimet käteen -muodossa sisältäen kaiken mahdollisen ja on valmiina lähetettäväksi asiakkaalle.

## 7 KÄYTTÖ JA TULOKSET

### 7.1 Ohjelman testaus

Ensimmäinen virallinen testi ohjelmalla suoritettiin 31.3 Ferroplanin toimistolla. Testi suoritettiin tekemällä tarjouslaskenta olemassa olevalle kohteelle ohjelman avulla ja vertailukohtana ilman ohjelmaa. Testissä havaittujen virheiden takia, ohjelmaa korjattiin seuraavaa yritystä varten.

Toinen testi suoritettiin 7.4, jolloin kaikki edellisellä kerralla löydetty virheet oli korjattu. Laskettava tarjous oli budjettitarjous eräästä suomalaisesta kohteesta. Tällä kertaa isompia virheitä ei löytynyt ja ohjelma toimi hyvin. Lisäksi ohjelman toimivuutta testattiin muuttamalla järjestelmän läpi menevän veden määrää sekä sen sisältämien epäpuhtauksien pitoisuuksia.

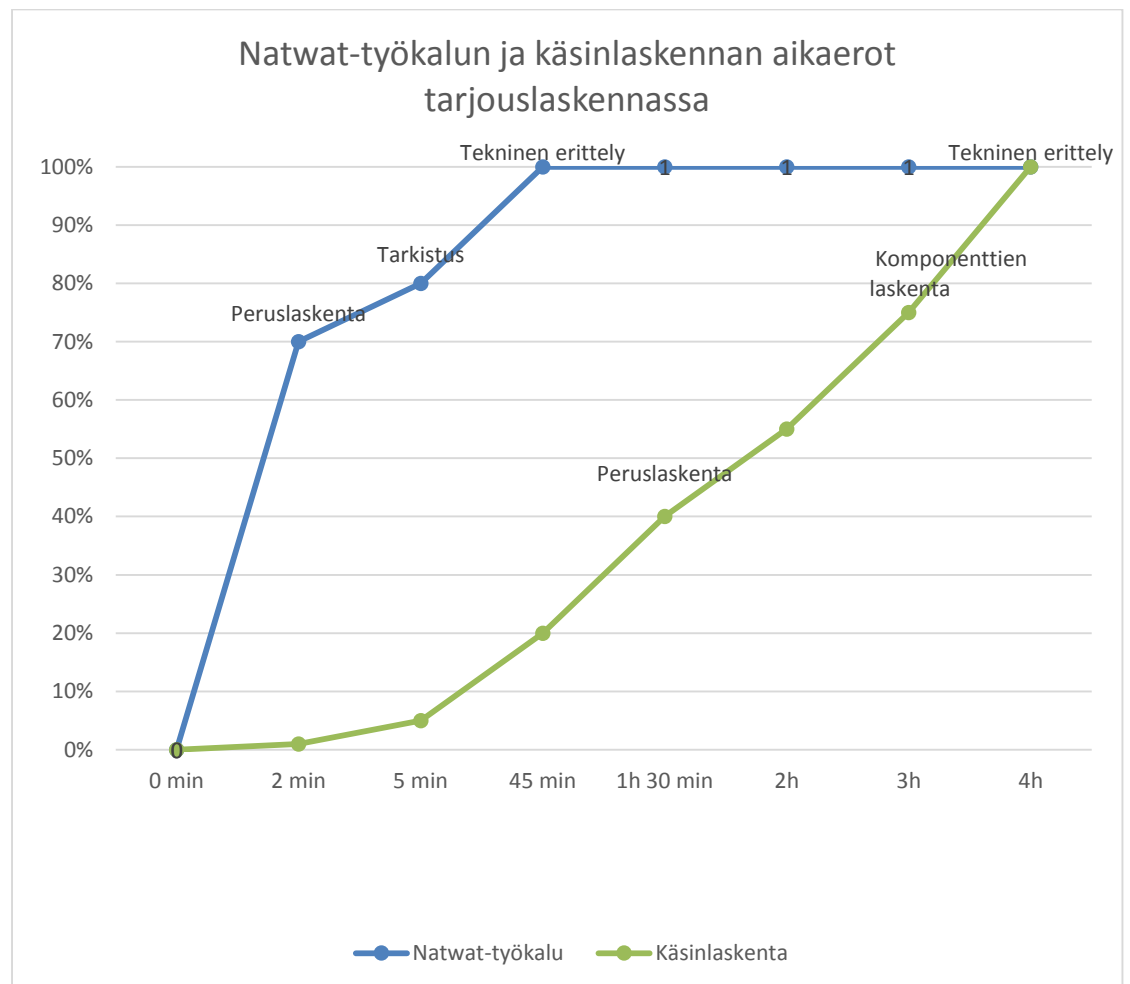
### 7.2 Saadut tulokset

Kun tarjouslaskenta suoritettiin standardikokoiselle kohteelle budjettitarjouksen tarkkuudella nykyisellä tavalla, eli käsin suppeaa laskentapohjaa käyttäen, aikaa kului pelkkään järjestelmän mitoituksen laskemiseen 1h 30 min ja järjestelmän komponenttien laskemiseen noin toinen 1h 30 minuuttia, kuten alla oleva kaavio osoittaa. Lisäksi teknisen erittelyn tekemiseen kului ylimääräiset 60 minuuttia. Eli kokonaisuudessaan käsintehtyyn laskentaa kului noin neljä tuntia. Ohjelmaa avuksi käyttäen tarjouksen laskemiseen kului vain 45 minuuttia. Prosentuaalisesti ohjelman avulla tehtävä tarjouslaskenta oli siis 433,3 % nopeampi kuin käsin tehty.

Itse laskennan osuuteen sisältyy vesianalyysin tulosten, käsiteltävän vesimäärän sekä haluttujen komponenttikokonaisuuksien täyttäminen ohjelmaan, johon kuluu aikaa korkeintaan kaksi minuuttia yksinkertaisena pidetyn aloitussivun ansiosta. Koska ohjelma on vielä varhaisessa kehitysvaiheessa, täytyy saadut tulokset toistaiseksi käydä läpi ja arvioida kriittisesti. Lisäksi ohjelma ei vielä tulosta toimitettavan järjestelmän teknistä erittelyä, joten sen käsin kokoamiseen kuluu aikaa.

Räätälöityjen tarjousten kohdalla ohjelma on huomattavasti hitaampi kuin standardimallisissa tarjouksissa. Jokainen muutettava komponentti pitää poistaa tai lisätä erikseen kahden valikon alta. Räätälöidyn tarjouksen laskenta ohjelman avulla on silti reilusti nopeampaa kuin käsin tehty.

Lisäksi todettiin, että ohjelman käytettävyys on hyvällä tasolla, mikä mahdollistaa sen käytön myyntityösektentelyssä, niin omassa toimistossa, kuin sen ulkopuolellakin. Sen ulkoasu on selkeä ja asiakasystävällinen minkä ansiosta sillä voidaan tehdä alustavia tarjouslaskentoja esimerkiksi messuilla tai asiakkaan luona. Lisäksi se antaa tulokset nopeasti, jolloin tarjoustilanteesta tulee sujuva.



Kuvio 1 Aikavertailu käsinlaseknnan ja Natwat-ohjelman välillä

### 7.3 Esimerkkitarjouksen eteneminen Natwat-ohjelman avulla

Tarjouslaskentaa lähdetään tekemään kun laskettavasta kohteesta on saatu vesianalyysi, joka sisältää kaikki veden sisältämien epäpuhtauksien pitoisuudet, sekä asiakkaan haluaman käsiteltävän veden määrä. Vesianalyysin tiedot syötetään ohjelman aloitusikkunaan halutun vesimäärän ja pumppujen lukumäärän kanssa. Ohjelma antaa oletuksena neljä eri pumppua, mutta tätä voidaan muuttaa jo aloitusikkunassa. Lisäksi on mahdollisuus ottaa tai jättää ottamatta SIA-kokonaisuus mukaan tarjoukseen, sillä joillain asiakkailta se on jo hoidettu muuta kautta. Kun kaikki lähtötiedot on syötetty ohjelmaan, painetaan OK-näppäintä, jolloin Natwat-ohjelma laskee käsittelyjärjestelmän mitoituksen, koon ja hinnan annettujen arvojen perusteella. Tämän jälkeen tehdään pikainen analyysi onko laskettu tarjous järkeenkäypä ja kootaan tekninen erittely komponenteista. Mikäli tarjous on hyvä siitä lähetetään virallinen versio asiakkaalle.

The screenshot shows the 'Lähtötieto - Natwat' window with the following fields and options:

- Lähtötiedot**
  - TyöNo: [input field]
  - Kapasiteetti max: [input field] m<sup>3</sup>/h
  - Kaivot: [input field] kpl
  - Vesianalyysi**
    - Happamat kaasut: [input field] mg/l
    - Rauta: [input field] µg/l
    - Mangaani: [input field] µg/l
    - Alumiini: [input field] µg/l
    - Fluoridit: [input field] µg/l
    - Kiintoaine: [input field] mg/l
    - Kloridi: [input field] µg/l
- Putkisto**: [input field]
- Venttiilit**: Käsi [input field]
- Pumput**
  - Verkostopumppu 1: [input field] kpl, [input field] kW,  Taajuusmuuntaja
  - Verkostopumppu 2: [input field] kpl, [input field] kW,  Taajuusmuuntaja
  - Verkostopumppu 3: [input field] kpl, [input field] kW,  Taajuusmuuntaja
  - Huuhdtelu vesipumppu 1: [input field] kpl
- SIA: urakka avaimet käteen
- Buttons: Lisäosat, Kaupalliset, OK, PERUUTA

Kuva 7. Natwat-ohjelman aloitusikkuna (Ferroplan 2015.)

## 8 TULOSTEN ARVIOINTI

### 8.1 Tulokset

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että PP100-toiminnaohjausjärjestelmän Natwat-osuus nopeuttaa standarditoimitusten tarjouslaskentaa usealla tunnilla ja mahdollistaa laskennan suorittamisen kentällä ja toimistolla ilman varsinaista asiantuntijaa. Henkilöt, jotka normaalisti laskisivat tarjoukset vapautuvat muihin tehtäviin tai tehdessään itse tarjouslaskennan ohjelman avulla, säästävät lähes 4 tuntia työaika. Nämä säästävät tunnit ovat täten vapaita käytettäväksi muihin työasioihin. Tämä tehostaa sekä yksittäisten työntekijöiden työskentelyä että yrityksen tehokkuutta. Lisäksi tulevaisuudessa ohjelman toiminta tulee olemaan luotettavampaa mahdollisten, vielä piilossa olevien, virheiden löydyttyä, joita etsitään ohjelman kolmen kuukauden koekäyttöjaksolla. Samalla ohjelman ominaisuuksia hiotaan tarpeen mukaan.

### 8.2 Tulosten luotettavuus

Saadut tulokset ovat luotettavia, sillä ohjelman toimintaa on testattu kahden eri henkilön toimesta lukuisia kertoja, jolloin sen toiminnan ennustettavuus on hyvä. Järjestelmä- tai ohjelmavirheen mahdollisuus on aina olemassa, mutta niiden osuus tarjouslaskennan keston pidentymisessä on keskimääräisesti pieni.

Aikavertailussa käytettyä tarjousten käsinlaskentaa on harrastettu yrityksessä pitkään, minkä ansiosta tarkkoja minuuttimääriä tarjouslaskennan eri vaiheesta pystyttiin käyttämään vertailua tehdessä. Lisäksi erääseen keskivertoon tarjouslaskentaa kulunut aika mitattiin kellolla. Saatu aikamäärä vastasi hyvin yleistä mediaania. Näillä keinoilla ja lukuisilla toistolla on saatu varmuus, että saadut tulokset eivät perustu vain sattumaan vaan ovat luotettavia.



## 9 ONGELMAT JA HAASTEET

Projektin aikana ilmeni lukuisia haasteita, joista osa oli ennalta arvattavissa, mutta osa tuli yllätyksenä. Alkuun suurimman haasteen ohjelman teolle asetti se, että vaikka ala oli työn tekijälle pääpiirteittäin tuttu, NWF-tekniikka oli täysin vierasta. Tämä johti siihen, että kommunikointi asiantuntijoiden kanssa oli alkuun erittäin haasteellista, sillä en ymmärtänyt mitä minulta vaadittiin ohjelman yksityiskohtien suhteen, eivätkä yrityksen edustajat olleet täysin tietoisia siitä mihin PP100-toiminnanohjausjärjestelmä kykenee ja mitä kaikkea laskennasta on mahdollista automatisoida ohjelman kautta.

### 9.1 Kommunikaatio

Kaavojen teon aikana oli useita tilanteita, joissa olin saanut lähtötiedot hyvin suuripiirteisinä, virheellisinä tai itse en ymmärtänyt niitä täysin. Tämä johti siihen, että kaavojen luonnissa edettiin pääasiassa yrityksen ja erehdyksen kautta. Lisäksi tuli tilanteita, joissa kysymystäni asiasta ei ymmärretty, joten jouduin itse ratkaisemaan ongelman rajallisiin tietoihin ja kokeiluun luottaen. Lisäksi lopullisen ohjelman siirron Excel-alustalta Quattron Prolle yhteydessä oli samankaltaisia ongelmia. Teoria tehtyjen Excel-kaavojen takana oli täysin vierasta kaavoja siirtäneelle IT-henkilölle, mikä aiheutti lukuisia pieniä virheitä ensimmäisiin ohjelman versioihin PP100:ssa. Lukuisten testauskertajojen jälkeen virheet saatiin kuitenkin karsittua.

Vastaan tuli myös tilanteissa, joissa ohjelman tekijälle annetut tiedot, esimerkiksi raudan pitoisuuksien raja-arvot, olivat alunperin virheellisiä. Tämä johti useisiin muutoksiin kaavojen sisällössä ohjelmanteon aikana, mistä aiheutui turhaa työtä.

### 9.2 Tarjoukset

Yhtenä osana projektia oli tarjouspyyntöjen lähettäminen alihankinta-yrityksille. Suurin osa pyydytyistä tarjouksista tuli ajallaan ja sopivien komponenttien kanssa, mutta osalla yrityksistä oli aikatauluongelmia tarjousten kokoamisen ja

lähettämisen kanssa sekä myös muuttuneiden komponenttien suhteen. Kaikkia pyydettyjä tuotteita ei ollut enää saatavilla, joten niille täytyi etsiä vastaava korvaava tuote.

## 10 YHTEENVETO

PP100-toiminnanohjausjärjestelmän osaksi kehitetty Natwat-työkalu vastasi tilaajan ja tekijän odotuksia. Se tehostaa tarjouslaskentaa, lyhentää siihen käytettävää murto-osaa sekä standardisoi toimitetut vedenkäsittely järjestelmät, jolloin ne ovat vertailukelpoisia keskenään. Lisäksi mahdollistaa tarjouslaskennan tekemisen muiden kuin varsinaisten asiantuntijoiden toimesta.

Tulevaisuudessa ohjelmaa tulisi kuitenkin parantaa muutamalta osaa. Suurin yksittäinen parannustarve on räätälöityjen tarjousten laskemisen helpottamisessa. Yksittäisten komponenttien muokkaamiseen kuluu usein minuutteja aikaa kun ihanneltilanteessa esimerkiksi putkimäärän pituuden voisi suoraan muokata komponenttilistalta. Lisäksi ohjelmaan tulisi sisällyttää monipuolisemmin järjestelmän asennusvaiheen laskutusta. Esimerkiksi matkakorvausten ja asentajien majoitusten osuus voi olla tuhansia euroja, mutta tällä hetkellä ohjelma ei huomio niitä, vaikka se tarjoaakin niin sanottua Avaimet käteen –pakettia. Ohjelman antaman tarjouksen visuaalista ja kirjallista muotoilua tulisi myös hioa jatkossa sellaiseen muotoon, että valmiin tarjoukseen pystyy tulostamaan suoraan asiakkaalle valmiine hintoineen ja teknisine erittelyineen.

## LÄHTEET

Ferroplan. 2015. Tiedostoja ja kuvakaappauksia Ferroplanin järjestelmästä.

Ferroplan. 2013a. Ferroplan 30 vuotta –esite, 2013

Ferroplan. 2013b. Esitelmä: Pohjaveden biologinen puhdistu NWF-menetelmällä.  
[viitattu 2015] 2013

Ferroplan. 2015a. tiedosto Ferroplan järjestelmästä: FP\_NWF\_Prosessikuvaus.pdf

Saatavissa: <http://www.ferroplan.fi/fi/areas/intralogistics&con=gallery> [viitattu 15.2.2015]

Ferroplan.2015b. Ferroplanin intra: Tiedosto olemassa olevista NWF-laitoksista, 2014

Ferroplan 2015c. Kuva levyvarastosta. [viitattu 20.1.2015] Saatavissa:  
<http://www.ferroplan.fi/fi/areas/solutions&con=LV>

Hyxo Oy. 2015. Dynasand-pdf. [viitattu 16.2.2015] Saatavissa:

<http://www.hyxo.fi/products/documents/52723e58860a6/DynasandFIN.pdf> [viitattu 16.2.2015]

Kaunisto M.H., Mäkinen T., Hatakka R., Vesterbacka T., Zacheus P., & Keinänen-Toivola, M. 2008. Suomalaisen talousveden laatu raakavedestä kuluttajan hanaan vuosina 1999-2007. Vesi-Instituutin julkaisuja 4

Lahtinen H. Ferroplan Oy Haastattelut. 2014

Patosalmi M. Haastattelu. 2014

Rakennusinsinöörien liitto: Vesihuolto 1. 2009. 2. painos. E. Karttunen & T.Tuhkanen s. 18-19

Suomen Vesilaitosyhdistys. 2013. Vesilaitostekniikka ja Hygienia 2. painos. s. 20.  
Helsinki: Opetushallitus.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja  
valvontatutkimuksista. 2000. [viitattu 19.1.2015] Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000461> Helsinki 19.5.2000

Suutari T. Cleantech Manager Ferroplan Oy Haastattelut. 2014

Suutari T. Cleantech Manager Ferroplan Oy Haastattelut. 2015

## LIITTEET

Liitesivu 1. Suodattimien mitoitus taulukko

Liitesivu 2. Komponenttien lukumäärä kahden suodattimen järjestelmässä

## Liite 1

Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup>	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 2 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 3 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 4 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 5 linjaa
	2	3	4	5
1,13	2,26	3,39	4,52	5,65
2,01	4,02	6,03	8,04	10,05
4,52	9,05	13,57	18,10	22,62
6,61	13,21	19,82	26,42	33,03
Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 6 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 7 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 8 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 9 linjaa	Suodattimen pinta-ala m <sup>2</sup> , 10 linjaa
	6	7	8	9
6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
27,14	31,67	36,19	40,72	45,24
39,63	46,24	52,84	59,45	66,05

