



**TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA**

**Kone- ja Tuotantotekniikka**

**Tuotesuunnittelu**

**INSINÖÖRITYÖ**

**PUTKISTOSUUNNITTELUN TUNNUSLUVUT**

**Työn tekijä: Ilkka Heiskanen  
Työn valvoja: Pekka Salonen  
Työn ohjaaja: Hannes Sipiläinen**

**Työ hyväksytty: \_\_. \_\_. 2007**

**Pekka Salonen  
lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämän insinööriyön aiheena oli teollisuusputkistosuunnittelussa käytettävien tunnuslukujen tarkastelu ja mahdollinen tarkentaminen Neste Jacobs Oy:n Porvoon toimipisteen toimeksiannoissa. Työn tekemisen yhteydessä sain erinomaisen mahdollisuuden tutustua laitossuunnittelun eri osa-alueisiin ja tutkia uusia ja mielenkiintoisia projekteja.

Tahdon kiittää työn ohjaajaa jaospäällikkö Hannes Sipiläistä opastuksesta ja neuvoista sekä työn valvojaa lehtori Pekka Salosta asiantuntevista kommentteista ja vinkeistä.

Helsingissä 5.4.2007

Ilkka Heiskanen

## TIIVISTELMÄ

Tekijä: Ilkka Heiskanen	
Työn nimi: Putkistosuunnittelun tunnusluvut	
Päivämäärä: 5.4.2007	Sivumäärä: 37 s. + 8 liitettä
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tuotesuunnittelu
Työn valvoja: lehtori Pekka Salonen	
Työn ohjaaja: jaospäällikkö Hannes Sipiläinen	
<p>Tässä insinööriyössä tutkittiin Neste Jacobsin toimeksiantamia laitossuunnitteluprojekteja ja tarkemmin niiden yleis- ja putkistosuunnittelua ja siinä yleisimmin käytettäviä tunnuslukuja.</p> <p>Tunnuslukujen selvittämistä varten valittiin neljä projektia, jotka olivat tyypillisiä teollisia investointiprojekteja, ja joista saadut tekniset tiedot olivat tuoreita. Valittujen projektien suunnittelutyö oli joko valmis tai valmistumassa tietojenkeruuhetkellä. Työssä tutkittiin projektien tunnuslukujen eroja ja niiden syitä. Projektien tekniset tiedot kerättiin niiden suunnittelutyössä mukana olleilta yrityksiltä. Alkutietojen hyväksymisen jälkeen niiden pohjalta laskettiin projektikohtaiset tunnusluvut</p> <p>Tunnuslukutietojen keräämisen tuli olla huolellista ja pitkäjänteistä, koska niistä saatuja tietoja käytetään tulevien projektien laajuuksien ja kustannuksien arviointiin.</p> <p>Työn tärkeimpiä tuloksia olivat yleisimmin käytettyjen tunnuslukujen saanti jokaisesta projektista ja tietojen kokoaminen helposti luettavaan taulukkoon.</p> <p>Saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina ja niitä voidaan käyttää jatkossa arvioitaessa projektien laajuuksia.</p>	
Avainsanat: Tunnusluku, putkistosuunnittelu, laitossuunnittelu	

## ABSTRACT

Name: Ilkka Heiskanen	
Title: Key Figures of Piping Design	
Date: 5.4.2007	Number of pages: 45
Department: Faculty of Mechanical Engineering	Study Programme: Machine Design
Instructor: Lecturer Pekka Salonen	
Supervisor: Section Manager Hannes Sipiläinen	
<p>The purpose of this thesis was to analyse the most commonly used key figures of piping design in plant design projects. Every analysed project was an assignment of Neste Jacobs Ltd.</p> <p>The selected projects for analysing were four typical industrial investment projects. They had the newest technical information available. Design phase for the projects was either finished or almost finished. The intension of the thesis was to find deviations and their causes between different projects. The technical information was collected from the companies involved in the designing of the projects. The quality of the information had to be approved before calculating the key figures for every project.</p> <p>When collecting the technical information of projects one must be thorough and accurate in order to avoid false information. The calculated key figures are used in the future projects for estimating the cost and comprehensiveness of the project.</p> <p>The most significant result of the thesis was to achieve the conclusions of the commonly used key figures for every analysed project and collecting them in to a one easily comprehensive table.</p> <p>The final results can be considered reliable and they can be used in the future for estimating the comprehensiveness of the project.</p>	
Keywords: Key figure, piping design, plant design	

## SISÄLLYS

## ALKULAUSE

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## SISÄLLYS

## LYHENTEET

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PUTKISTOSUUNNITTELUPROSESSI</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Suunnitteluprosessin lähtökohdat</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Esisuunnittelu ja selvitysvaihe</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Perussuunnittelu</b>	<b>5</b>
2.3.1	<i>Yleissijoitus</i>	5
2.3.2	<i>Laitesijoitus</i>	5
2.3.3	<i>Putkireitit</i>	5
2.3.4	<i>Kulkuyhteydet</i>	5
2.3.5	<i>Työmaaajärjestelyt</i>	5
2.3.6	<i>Putkisto</i>	5
<b>2.4</b>	<b>Detaljisuunnittelu ja toteutus</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>SUUNNITTELUYMPÄRISTÖ</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Suunnittelun kehittyminen</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Valmiusasteet</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>Suunnittelutyökalut</b>	<b>11</b>
3.3.1	<i>PDS</i>	11
3.3.2	<i>Smartplant Review</i>	13
3.3.3	<i>Smartplant PID</i>	13
3.3.4	<i>Tekla Structures</i>	14
3.3.5	<i>Pelican Forge</i>	14
3.3.6	<i>Fpipe</i>	14

<b>4</b>	<b>TIEDONHALLINTA</b>	<b>15</b>
4.1	Repro	16
4.2	Dokumenttienhallinta	16
4.2.1	<i>ProjectWise Explorer</i>	16
4.2.2	<i>Extranet</i>	17
<b>5</b>	<b>TIETOJEN KERÄYS</b>	<b>17</b>
5.1	Tietojen käsittely	17
5.2	Tunnuslukutietojen keräämisessä huomioitavia asioita	17
5.3	Tunnuslukutietojen keräys	18
5.4	Analyysit valituista projekteista	19
5.4.1	<i>Projekti A</i>	21
5.4.2	<i>Projekti B</i>	23
5.4.3	<i>Projekti C</i>	25
5.4.4	<i>Projekti D</i>	26
<b>6</b>	<b>TULOSTEN TARKASTELO</b>	<b>27</b>
6.1	Tulosten selitykset	27
6.2	Tulokset	29
6.2.1	<i>Projekti A</i>	29
6.2.2	<i>Projekti B</i>	30
6.2.3	<i>Projekti C</i>	30
6.2.4	<i>Projekti D</i>	31
6.3	Synteesi	32
6.4	Laskuri	32
<b>7</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>33</b>
7.1	Tietojen hyödyntäminen	33
7.2	Parannusehdotuksia	34
<b>8</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>36</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>37</b>

LIITE 1 Arviointilomakkeita

LIITE 2 Aikatauluesimerkkejä

LIITE 3 Tulostaulukko ja aluekartta

## LYHENTEET

2D	Two Dimensional
3D	Three Dimensional
AFC	Approved for Construction
AFD	Approved for Design
CAD	Computer Aided Design
CSV	Comma separated values
ERP	Enterprise resource planning
ES	Esikäsittely
FC	For Comments
IGDS	Interactive Graphics Design Software
ISBL	Inside Battery Limit
NJ	Neste Jacobs Oy
OSBL	Outside Battery Limit
PDS	Plant Design System
PKA	Painotettu keskiarvo

## 1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä tutkittiin prosessiteollisuuden putkistosuunnittelussa käytettäviä tunnuslukuja Neste Jacobs Oy:lle. Resurssien, kokoluokkien ja aikavälien ennustamiseen käytetään tunnuslukuja. Tunnusluvuilla tarkoitetaan kertoimia joita saadaan vertailemalla keskenään projekteista saatavia teknisiä tietoja. Jotta tunnusluvuista saatava tieto olisi luotettavaa, täytyy niiden keräämisen olla huolellista ja pitkäjänteistä. Suunnittelutoiminnan tunnusluvuilla saadaan tieto käytetystä ajasta ja kustannuksista myyntiin ja tuotantoon.

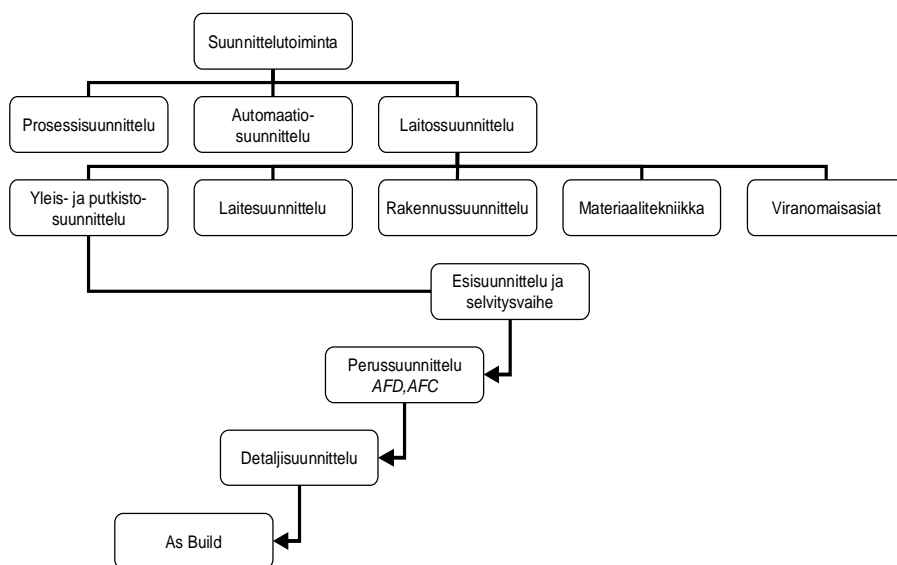
Neste Jacobs Oy on Neste Oil Oyj:n pääosin omistama insinööritoimisto, joka tarjoaa palveluita öljy-, kaasu- ja kemianteollisuudelle. Neste Jacobs on prosessilaitosrakentamisen suomalainen suunnittelu- ja projektiosaaja, jonka vähemmistöomistaja on amerikkalainen Jacobs Engineering Group Inc. Neste Jacobsin osaamisalueita ovat projektijohtaminen ja laitosrakentamisen kaikki vaiheet aina prosessi- ja laitossuunnittelusta sekä materiaalitekniikan hallinnasta kenttätöiden valvontaan. Neste Jacobsilla on yli 40 vuoden kokemus eri laitosprojekteissa Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Lähi-idässä. Neste Jacobs kehittää, soveltaa ja kaupallistaa yhdessä asiakkaidensa kanssa kehittämiään teknologioita. Toimipaikat sijaitsevat Porvoossa ja Naantalissa.

Neste Jacobs jakaa suunnittelutoiminnan prosessisuunnitteluun, automaatio-suunnitteluun ja laitossuunnitteluun. Tämän työn kohteena oleva laitossuunnittelu jaetaan yleis- ja putkistosuunnitteluun, laitesuunnitteluun, rakennussuunnitteluun ja materiaalitekniikkaan sekä viranomaisasioihin. Työssä tarkasteltava yleis- ja putkistosuunnittelu on kustannusarviossa suurin yksittäinen osa-alue, noin 20 %.

Yleis- ja putkistosuunnittelu voidaan eritellä esisuunnitteluun ja selvitysvaiheeseen, perussuunnitteluun ja detaljisuunnitteluun (kuva 1). Kuvassa 1 näkyvä suunnittelutoiminnan jakautuminen kuvaa eri suunnittelualoja pääpiirteittäin. Todellisuudessa jako ei ole näin karkea vaan eri alat viestivät vilkkaasti keskenään. Jako on käytännössä vaikeaa, koska suunnitteluketju pyrkii menemään päällekkäin, ja esimerkiksi laitokseen tilattavien pitkän toimi-



tusajan laitteiden kysely täytyy aloittaa jo selvitysvaiheessa. Projektin eri suunnitteluvaiheissa liikkuu suuri määrä tietoa eri osapuolten välillä ja tiedon määrä kasvaa suunnittelun edetessä. Tiedon sujuva siirtyminen on edellytys teolliselle investointiprojektille.



*Kuva 1. Suunnittelutoiminnan jakautuminen pääpiirteittäin.*

Työhön valittiin tutkittavaksi yhteensä neljä projektia. Jokainen projekti oli insinööriyön teettäneen yrityksen toimeksiantama ja eri suunnittelutoimiston suunnittelema. Tunnuslukujen laskemista varten käytetyt alkutiedot kerättiin projektien suunnittelun tehneiden yritysten yhteyshenkilöiltä sekä toimeksiantannon tehneeltä yritykseltä. Tiedot kerättiin tunti- ja materiaalitietojen tallentamiseen käytetyistä tiedonhallintajärjestelmistä, suunnitteluohjelmien tietokannoista sekä suunnittelutoimistoilta saaduista työmäärityistä. Saadut tiedot täytyi tarkastaa ja käsitellä huolellisesti ja hyvää harkintaa käyttäen ennen niiden käyttämistä tunnuslukujen laskennassa.

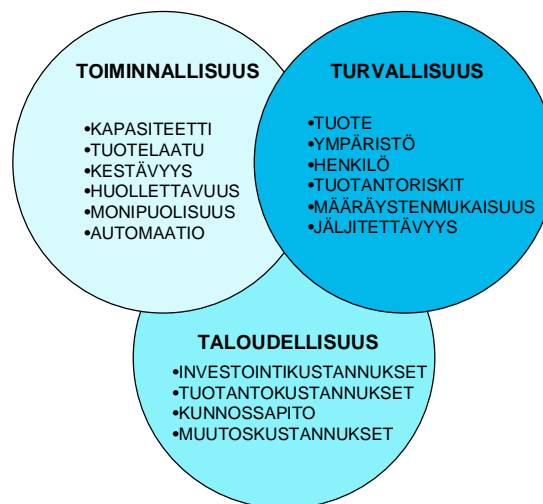
## 2 PUTKISTOSUUNNITTELUPROSESSI

### 2.1 Suunnitteluprosessin lähtökohdat

Suunnitteluprosessi lähtee varsinaisesti liikkeelle asiakkaan tarpeesta tai ongelmasta. Ennen tuotantoyksikön suunnittelun aloittamista täytyy kartoittaa prosessivaihtoehtoja ja selvittää teknillis-taloudellisia mahdollisuuksia, tehdä paljon selvitystyötä sekä järjestää kokouksia. Koko laitoksen suunnitteluprosessin alkuvaiheisiin kuuluu projektin organisointi ja lähtötietojen kerääminen asiakkaalta, eri suunnittelualoilta, laitteiden ja materiaalien toimittajilta sekä viranomaisilta (kuva 3). Näitä tuntimääriä ei oteta huomioon laskehtaessa tunnuslukuja. Laitossuunnittelun tarvitsemia lähtötietoja ovat muun muassa

- pääaikataulu
- PI-kaaviot, laiteluettelo, linjaluettelo, venttiililuettelo, säätöventtiililuettelo, instrumenttiluettelo ja varusteluettelo
- laitteiden päämittapiirustukset ja yhdesuunnat
- putkiluokat, venttiililuokat ja tyyppiirustukset
- standardit ja viranomaisvaatimukset
- asiakkaan vaatimukset
- loppuasiakkaan tehdasstandardit
- loppuasiakaskohtaiset toimintaprosessikuvaukset

Prosessilaitokselle asetettavat perusvaatimukset voidaan jaotella kolmeen tärkeimpään joita ovat: turvallisuus, toiminnallisuus ja taloudellisuus (kuva 2). /1/



Kuva 2. Prosessilaitoksen perusvaatimukset. /1/

## 2.2 Esisuunnittelu ja selvitysvaihe

Yleis- ja putkistosuunnittelun ensimmäinen vaihe on esisuunnittelu. Esi-suunnittelussa arvioidaan projektin kustannuksia ja resurssien tarvetta sekä tehdään laitokselle alustavia sijoitussuunnitelmia. Esisuunnitteluvaiheessa tiedetään mm. tuotantokapasiteetti, tarvittavat yksikköprosessit ja pääpiirteittäin niiden väliset prosessivirtaukset sekä tuotteen laatutavoitteet. Selvitysvaiheessa ei vielä tehdä projektisuunnitelmaa. Selvitys voi sisältää pelkäämään idean teknisten ratkaisujen suunnittelun ja idean kannattavuuteen vaikuttavien tekijöiden selvityksen. Esisuunnittelusta saadaan aineisto jolla voidaan arvioida kustannukset. Suunnittelun pohjalta tehty kustannusarvio on suuruusluokka-arvio, jossa apuna käytetään tunnuslukuja. Arvion tarkkuus on  $\pm 20 - \pm 40$  %. /2;3/

## 2.3 Perussuunnittelu

Valmiin esisuunnitelman jälkeen seuraava vaihe on perussuunnittelu. Perussuunnittelun tarkoituksena on määrittää sijoitussuunnittelun ja putkiston osalta seuraavat osa-alueet.

### 2.3.1 Yleissijoitus

Yleissijoituspiirustuksessa laitoksen vaatima tila on rajattu. Piirustuksesta tulee käydä ilmi laitoksen liittyminen vanhoihin laitoksiin, rakenteisiin ja ympäristöön. Yleissijoituspiirustuksen voi korvata myös 3D-malli /4, s. 12/.

### 2.3.2 Laitesijoitus

Laitesijoituspiirustuksessa esitetään laitoksen alueelle tulevien laitteiden keski- ja ääriviivat, putkisillat, rakennukset ja tärkeimmät kulkuyhteydet. Laitesijoituspiirustukseen mitoitetaan pilarilinjat numeroin ja kirjaimin sekä mitoitetaan tärkeimpien laitteiden sijainnit numeroin ja laitenumeroihin laitoksen origosta /4, s. 12/.

### 2.3.3 Putkireitit

Putkiluetteloista ja prosessikaavioista selvitetään mitä putkiyhteyksiä tarvitaan ja mitä reittejä pitkin ne on edullisinta johtaa. Kustannusarviota varten mitataan kartalta putkien pituudet /4 s. 12/.

### 2.3.4 Kulkuyhteydet

Kulkuyhteyksiä varten selvitetään käyttö- ja huoltohenkilökunnan sekä palokunnan liikennetarpeet ja mahdolliset raaka-aineiden ja tuotteiden vaatimat liikenneyhteydet /4, s. 13/.

### 2.3.5 Työmaajärjestelyt

Kustannusarviota varten arvioidaan toteutusvaiheessa tarvittavien järjestelyjen kustannukset rakennesuunnittelun kanssa /4, s. 13/.

### 2.3.6 Putkisto

Alustavan virtaus- ja P&I-kaavioiden sekä sijoitussuunnittelun perusteella lasketaan putkien pituudet eriteltynä putkikokojen ja materiaalien mukaisesti.

Putkipituuksien mukaan lasketaan putkiston painot ja keskikoko. Putkistomateriaalit jaotellaan seuraavasti:

- hiiliteräkset
- seosteräkset
- haponkestävät ja ruostumattomat teräkset
- erikoismateriaalit.

Lisäksi selvitetään tarvittavien palonsammutusjärjestelmien laajuus paloveden saatavuuden, liitäntöjen ja vesitykkien sijainnin osalta, viemäröinnin liitännät olemassa oleviin viemäreihin ja saniteetti- ja sadevesiviemäriin tarpeellisuus sekä tarpeelliset vanhojen putkilinjojen purku- ja muutostarpeet /4, s. 14 - 15/.

Perussuunnitteluvaiheen tulosaineistoon voidaan karkeasti luokitella kuuluvaksi

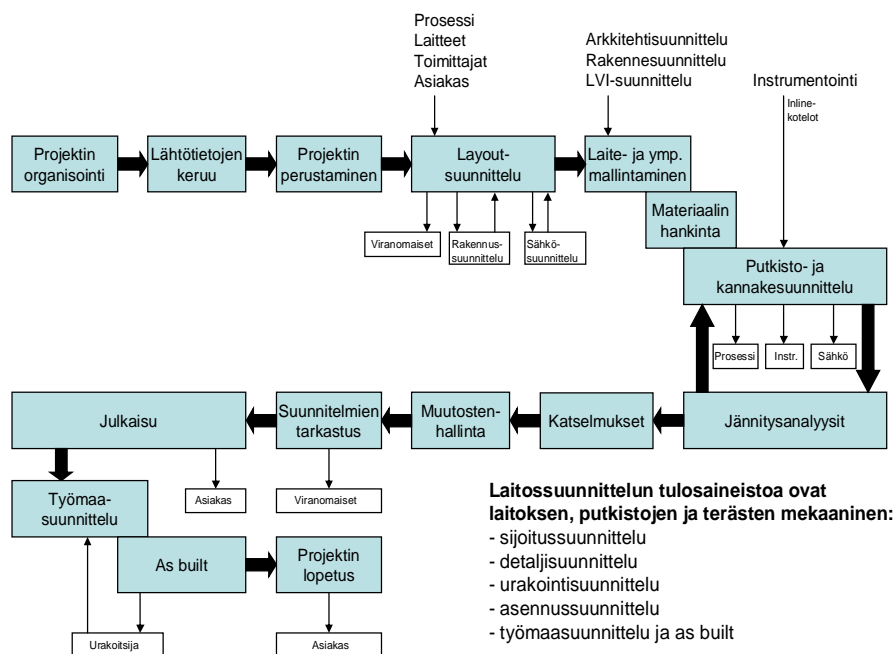
- laitoksen teknologia
- teknologian valmiusasteet
- tuoteominaisuudet
- raaka-aineiden käytettävyys
- turvallisuus- ja ympäristöriskit
- investointikustannukset
- käyttökustannukset
- pääaikataulu.

Perussuunnitteluvaiheessa tiedetään päämittalaitteiden määrä, joka antaa vaatimukset putkiston pituudelle, osien määrälle sekä kannakoinnille. Kannakoinnilla tarkoitetaan putkia kannattelevia teräspalkkeja.

Perussuunnitteluvaiheen määräraivojen tarkkuuden tulee olla  $\pm 10\% \dots \pm 20\%$ . Investoinnin kohde voidaan hankkia perussuunnittelusta tuotettujen dokumenttien avulla ja projektin alustavan pääaikataulun valmistuttua projekti voidaan perustaa. Eri suunnittelualueiden aikataulut näkyvät liitteen 2 aikataulusimerkeistä. /5; 6/

## 2.4 Detaljisuunnittelu ja toteutus

Perussuunnittelun jälkeinen vaihe on detaljisuunnittelu, jossa paneudutaan laitoksen tarkkoihin toiminnallisiin ominaisuuksiin ja yksityiskohtiin. Tämän vaiheen jälkeen investointi voidaan toteuttaa, joten siitä puhutaan myös toteutussuunnitteluna. Perussuunnitteluvaiheen suunnitelmat ovat lähtötietoja toteutussuunnitelmaan, ja perussuunnittelun perusratkaisuja tulisi noudattaa pääpiirteittäin toteutussuunnittelussa. Toteutussuunnittelu päättyy dokumenttien osalta *as built* -vaiheeseen. /7/



Kuva 3. Laitossuunnitteluprosessi. /1/

Putkistosuunnittelun lopputuotteena on tarkoitus tuottaa sijoitussuunnittelun osalta

- taso- ja leikkauspiirustukset
- maanalaisten putkien tasopiirustukset
- joustavuuslaskentatulokset
- höyrysaattopiirustukset
- saattoluettelo

sekä urakointisuunnittelulle

- tarjouspyyntö
- työmäärittely
- työselitys
- esivalmistus- ja asennusohje
- putkistovarusteiden ja kannakkeiden painoarvio
- yksikköhintaluettelo
- tarkastusohje
- hitsauslisäaineet
- maalausohje
- lämpökäsittelyohje

sekä asennussuunnittelulle

- putkistoisometrit
- laiteisometrit
- virtausmittauskohtapiirustukset
- purkuisometrit
- liitântämäärittelyt
- liitântämäärittelyluettelo
- kannakepiirustukset
- kannakeluettelot
- hankintamäärittelyt
- materiaaliluettelot
- eristysluettelo
- validointiasiakirjat.

Laitoksen suunnitteluprosessi on näiden vaiheiden jälkeen valmis ja valmiiden dokumenttien pohjalta voidaan aloittaa laitoksen rakentaminen. Suunnittelutyö ei kuitenkaan lopu kokonaan, vaan jatkuu dokumenttien päivittämisellä ajan myötä *as built* -vaiheeseen.



### 3 SUUNNITTELUYMPÄRISTÖ

Seuraavassa esitellään NJ:n käyttämää suunnittelu ympäristöä. Ympäristö on kehittynyt jatkuvasti ajan saatossa NJ:n omien tarpeiden mukaan. Eri suunnittelualat ovat pyrkineet omaksumaansa itselleen parhaiten sopivat suunnitteluohjelmistot, siten että ne integroituisivat mahdollisimman hyvin yhteen muiden suunnittelualojen kanssa. Tällä hetkellä Neste Jacobsin laitossuunnittelu ympäristö on muutoksen edessä, sillä käytetty suunnitteluohjelmisto on tullut elinkaarensa päähän.

#### 3.1 Suunnittelun kehittyminen

Nesteen Kilpilahden jalostamo perustettaessa silloisen Neste Engineeringin suunnittelijoiden tärkeimmät työkalut olivat piirustuslauta, kynä ja paperi. Tuolloin tunnuslukuja varten seurattiin tuotettuja dokumentteja ja käytettyjä tuntimääriä. 80-luvulla tietotekniikka alkoi kehittyä laitossuunnittelijoiden avuksi. Ensimmäinen laitossuunnitteluun käytetty ohjelma PDS eli *Plant Design System*, nopeutti dokumenttien tekoa huomattavasti. Siirryttäessä 2D-ympäristöstä 3D-suunnitteluun dokumenttien tuottamisen kriittiset vaiheet muuttuivat. Esimerkiksi hyvänä mittarina käytetyt isometrit ajetaan suoraan tietyille asteille mallinnettujen mallien (kuva 5) pohjalta jolloin niitä saadaan kerralla suurempia määriä. 3D-suunnittelu helpotti laitoksen hahmottamista ja mahdollisten törmäysten ehkäisyä, mutta toi myös mukanaan tietotekniikan ongelmat, jotka saattavat viivästyttää suunnittelua.

#### 3.2 Valmiusasteet

Yleensä suunnittelun ensimmäinen valmiusaste on *preliminary*, jota käytetään pääasiassa esi- ja perussuunnittelussa alustavan suunnitelman ilmaisuun. *For Comments*- eli FC-versiot on tarkoitettu kommentoitavaksi suunnitteluosapuolille. *AFD*- eli *Approved For Design* - vaiheen dokumentteja suunnitteluosapuolet käyttävät suunnittelunsa pohjana ja kommentoivat niitä lähettäjälle. *AFD*-dokumenttien pohjalta voidaan tehdä myös joitain urakkakyselyjä. *AFC*- eli *Approved For Construction* - vaiheen dokumentteja käytetään hankintojen apuna. Asennusten jälkeen tehtävät *as built* - dokumentit ovat todellisen rakenteen pohjalta tehtyjä valmiita dokumentteja. Liitteessä 2 on esitelty valmiusasteiden jakautumista projektin aikatauluun.

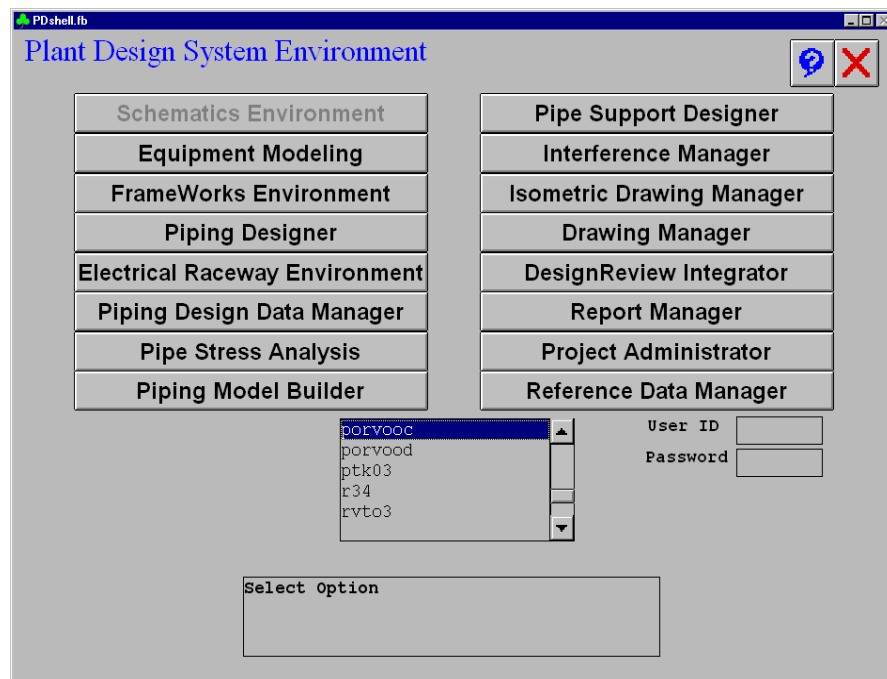
### 3.3 Suunnittelutyökalut

#### 3.3.1 PDS

PDS eli *Plant Design System* on NJ:n laitossuunnitteluosaston käyttämä 3D-suunnitteluohjelma. Se on maailman toiseksi suurimman insinööri-, arkkitehtuuri- ja rakennesuunnittelussa käytettävien CAD-ohjelmien myyjän, Integraphin tuote. Neste Jacobs on käyttänyt PDS:ää uudisprojekteissa 80-luvulta lähtien. PDS on tällä hetkellä käyttäjämäärältään maailman suosituin laitossuunnitteluohjelma. Ohjelma käyttää Oracle-tietokantaa ja Material Data Publisher -lisäsovellusta. /8/

*Plant Design System* käyttää graafisena käyttöliittymänään *MicroStation*-suunnitteluohjelmaa. *MicroStation* on peräisin Integraphin 1970-luvulla luomasta IGDS (*Interactive Graphics Design Software*) -ohjelmistosta. Nykyään *MicroStationin* omistaa vuonna 1984 perustettu Bentley Systems. Aikoinaan Integraph omisti puolet Bentleystä, jonka johdosta *MicroStation* ja *Plant Design System* toimivat edelleen toistensa kanssa. /9/

Koska laitossuunnittelu jakautuu moniin eri osa-alueisiin, on PDS:n vahvuus saman käyttöliittymän alla toimivissa moduuleissa, jotka näkyvät kuvassa 4.



Kuva 4. PDS: n moduuliympäristö. /10/

- *Schematics Environment* tarkoittaa 2D-osuutta, joka sisältää virtauskaaviomodulin, PI- kaaviomodulin ja instrumentoinnin.
- *Equipment modeling* -moduulin avulla voidaan mallintaa laitteita laitossuunnittelun tarpeisiin.
- *FrameWorks*-moduulissa tapahtuu laitoksen teräsmallien mallinnus. NJ ei käytä enää tätä moduulia uudisprojekteissa.
- *Piping Designer* -moduulilla mallinnetaan laitoksen putkistot ja niihin kuuluvat osat.
- *Electrical Raceway Environment* -moduulilla mallinnetaan kaapelihyllyt, kenttäkotelot ja valaisimet sähköistykselle.
- *Piping Design Data Manager* -moduulilla voidaan tehdä suunnitellulle mallille erilaisia tarkistusajoja.
- *Pipe Stress Analysis* -moduuli kerää putkimallista tietoja, joita voidaan käyttää jännitysanalyysiohjelmistoissa. Moduuli luo jännitysanalyysiohjelmalle älykkään neutraalitiedoston. Ks. *FPipe*.
- *Piping Model Builder* -moduulilla voidaan luoda 3D-grafiikkaa ASCII-tiedostosta.
- *Pipe Support Designer* -moduuli on tarkoitettu putkistojen kannakkeiden suunnitteluun. NJ käyttää nykyään tämän moduulin sijasta Pelican Forge - ohjelmaa.
- *Interference Manager* -moduulilla tehdään törmäystarkasteluja.
- *Isometric Drawing Manager* luo valmistuksessa tarvittavat isometrikuvat halutuista putkilinjoista.
- *Drawing Manager* -moduulilla voidaan luoda mallista haluttuja tasoja leikkauskuvia.

- *Design Review Integrator* -moduulilla luodaan projektista virtuaalimalli, jota voidaan tarkastella Smart Plant Review –ohjelmiston avulla mallissa liikkuen.
- *Report Manager* -toiminnolla voidaan luoda mallien pohjalta raportteja. Raportointitoiminnoilla saadaan tulostettua luettelo projektiin mallinnetuista laitteista, linjoista sekä isometreistä. Ongelmaksi PDS:n kautta tapahtuvassa raportoinnissa muodostuu luetteloon mukaan tuleva ylimääräinen tieto, joka saattaa vääristää tunnuslukuja.
- *Project Administrator* -moduulilla suoritetaan projektien hallinnointi.
- *Reference Data Manager* -moduulilla hallinnoidaan projektin referenssitetokantaa.

PDS-ohjelmiston toiminta pohjautuu erilaisiin tietokantoihin. Työskennellessä ohjelmiston moduulien avulla muokataan grafiikan lisäksi myös mallin pohjana olevaa tietokantaa. /10/

Huolimatta PDS:n monipuolisuudesta, on se jo vanhentunut ohjelmisto, eikä se yksin riitä kattamaan Neste Jacobsin laitossuunnitteluun tarvitsemia suunnitteluominaisuuksia. Niinpä PDS:n oheen on aikojen saatossa otettu kattavampia sekä NJ:n työskentely-ympäristöön paremmin sopivia ohjelmistoja. Muut ohjelmat toimivat yhdessä edellä mainittujen PDS- moduulien kanssa.

### 3.3.2 *Smartplant Review*

Laitoksen tarkastaminen ennen sen rakentamista on mahdollista *SmartPlant Review* -ohjelman avulla. Ohjelma käyttää PDS:n *Design Review Integrator* -moduulista saamaa virtuaalimallia pohjanaan. Ohjelmalla on mahdollista kulkea laitoksella ja tutkia eri komponenttien tietoja.

### 3.3.3 *Smartplant PID*

PID on prosessisuunnittelun käyttämä ohjelma virtauskaavioiden tekoon. Ohjelma sisältää moduulit *ISO PLUS*, *Symbol library*, *SmartSketch*

### 3.3.4 Tekla Structures

Teollisuuslaitoksen teräsrakenteiden suunnitteluun käytetään suomalaisen Tekla Oy:n *Tekla Structures* -ohjelmaa, joka integroituu PDS:n *Frameworks*-moduulin kanssa. Ohjelmalla voidaan luoda pelkkää 3D-grafiikkaa *MicroStation*-muodossa.

### 3.3.5 Pelican Forge

Jos putkilinjan kannakkeista halutaan tarkempi malli kuin PDS:n *Piping*-moduulilla pystytään tekemään, voidaan käyttää erityisesti putkikannakkeiden suunnitteluun tarkoitettua Integraphin *Pelican Forge* -ohjelmaa. PF:llä putkikannake saadaan mallinnettua kolmiulotteisena todenmukaisemmaksi.

### 3.3.6 Fpipe

Putkien lujuuslaskentaan ja tarkasteluun NJ käyttää *Fpipe*-ohjelmaa. *Fpipe* on kehittynyt erityisesti putkistosuunnittelun jännitysanalyysitarpeisiin. *Fpipe* hakee putkistogeometrian sekä muut putkistoon liittyvät tiedot suoraan PDS:n *Pipe Stress Analysis* -moduulista.

Putkistolle suoritetaan jännitysanalyysi seuraavissa tapauksissa:

- Putken halkaisija on  $\geq 8$  " tai suunnittelulämpötila on  $\geq 150$  °C.
- Kyseessä on soihtulinja.
- Putkeen kohdistuu ulkopuolista liikettä ja putken halkaisija on  $\geq 3$ ".
- Putken pystysuora pituus on  $\geq 20$  m.
- $\geq 3$ " linja liittyy pyörivään tai vaurioalttiiseen laitteeseen.
- Laitteen yhdekuormat täytyy määrittää.

Lisäksi jokainen tapaus harkitaan hyvän insinöörikäytännön mukaan. Jännitysanalyysille lasketaan myös tunnuslukuja siten että määritetään laskettujen putkien prosenttiosuus putkiston kokonaismäärästä. Tässä työssä on tarkasteltu jännitysanalyysiprosenttia ainoastaan yhden projektin osalta. /11/



*Kuva 5. PDS:llä mallinnettu laitostu. /12/*

#### **4 TIEDONHALLINTA**

Tuotantolaitoksen suunnittelu edellyttää hyvää tiedonhallintaa. Tiedonhallinnan apuna käytetään tietokantoja, joiden ansiosta tiedonvaihto on vaivatonta, nopeaa ja varmaa. Tietokannan tiedot muuttuvat jatkuvasti suunnittelun edetessä. Tietokannan päivittymisen täytyy olla jatkuvaa jotta vältytään käyttämästä muiden työn alla olevia tietoja tai muutoksia.

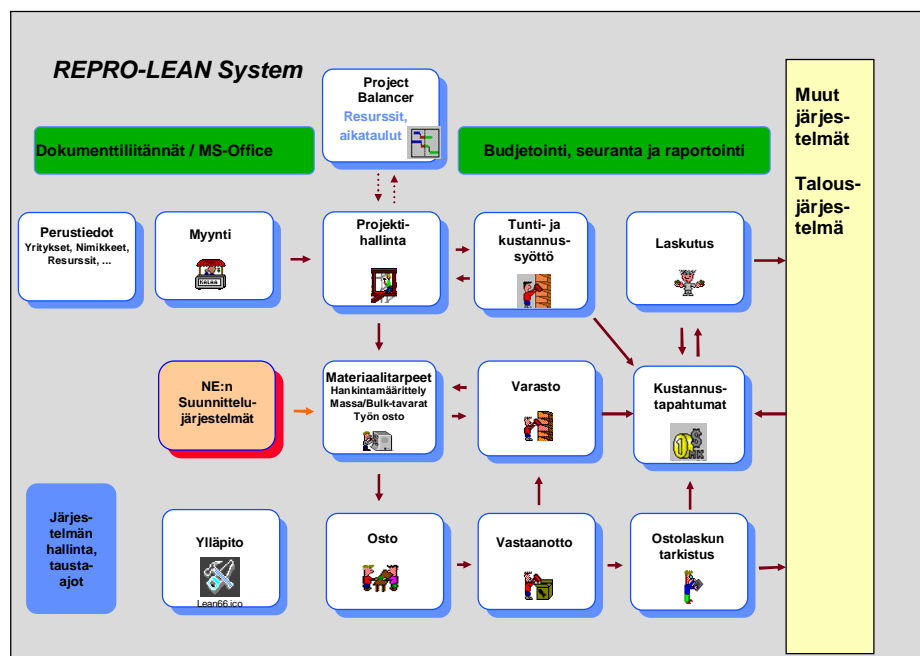
Tietokantojen ja mallinnettavien tuotteiden integroituminen toisiinsa suunnittelussa on hyödyllistä myös siten, että esimerkiksi mallinnettavan laitoksen laite ja putkitiedot saadaan näkyviin 3D- mallissa tietokannan kautta.

Tietokantojen täytyy palvella projektia koko sen keston ajan. Esimerkiksi yhdistetyn suunnittelu- ja piirustusohjelman avulla voidaan kaavioita tulostaa suoraan tietokannasta, johon on tallennettu laite- ja kytkentätiedot sekä graafiset symbolit. Reaaliaikaisen tietokannan ansiosta jokaisella suunnittelijalla on yhdenmukainen tieto projektiin kulusta, kun työasemat on liitetty yhteiseen tietoverkkoon. /12/

## 4.1 Repro

ERP:tä eli *Enterprise Resources Planningia*, suomeksi toiminnanohjausjärjestelmää, käytetään organisaatioissa keskeisiin toimintoihin, kuten laskutukseen, tilauksiin, toimituksiin, varastoon ja tuotantoon.

Neste Jacobs käyttää toiminnanohjausjärjestelmänään Reproa (kuva 6). Repro on ohjelma, joka on räätälöity vastaamaan Neste Jacobsin tarpeita ja johon kerätään projektien materiaali- ja tuntitiedot. Tuntitiedot syötetään suunnittelijakohtaisesti käyttäen jokaiselle projektille määrättyä omaa aktiiviteettitunnusta. Materiaalitiedot syötetään Reproon perussuunnittelusta saatujen tietojen pohjalta.



Kuva 6. Repron toimintakaavio. /12/

## 4.2 Dokumenttienhallinta

### 4.2.1 ProjectWise Explorer

*Projectwise Explorer* on Bentleyyn suunnittelutalon dokumentinhallintaohjelma, joka perustuu Client/Server-periaatteelle. *Projectwise*-järjestelmä on riippumaton sille, mitä dokumentteja halutaan käsitellä, jolloin muut käyttäjät voivat tallentaa samanaikaisesti syntyviä dokumentteja. /13/

#### 4.2.2 Extranet

*Extranet-palvelulla yritys pystyy välittämään sidosryhmillensä toimeksiantoihinsa liittyviä asiakirjoja ja sovelluksia. /14/*

## 5 TIETOJEN KERÄYS

Tiedonhaku aloitettiin jo hyvissä ajoin insinööriyöntekijän työskennellessä harjoittelijana Neste Jacobsilla. Sopivia projekteja alettiin hakea työnohjaajan opastuksella ja tiedonlähteeksi sopivia henkilöitä etsimällä. Lopulta käytettäviksi tietolähteiksi saatiin lisäksi kolme NJ:n kanssa tiivistä yhteistyötä tekevää suunnitteluyritystä.

### 5.1 Tietojen käsittely

Laitossuunnittelun tunnuslukutietojen keräämisestä ei ole olemassa yleistä kirjallisuutta, joten työssä tukeuduttiin alan ammattilaisten haastatteluihin ja yritysten sisäisiin ohjeistuksiin ja standardeihin sekä koulutusmateriaaliin. Käytettyjä projekteja koskevat tuntitiedot on ymmärrettävästi tarkoitettu vain yrityksen sisäiseen käyttöön. /12/

### 5.2 Tunnuslukutietojen keräämisessä huomioitavia asioita

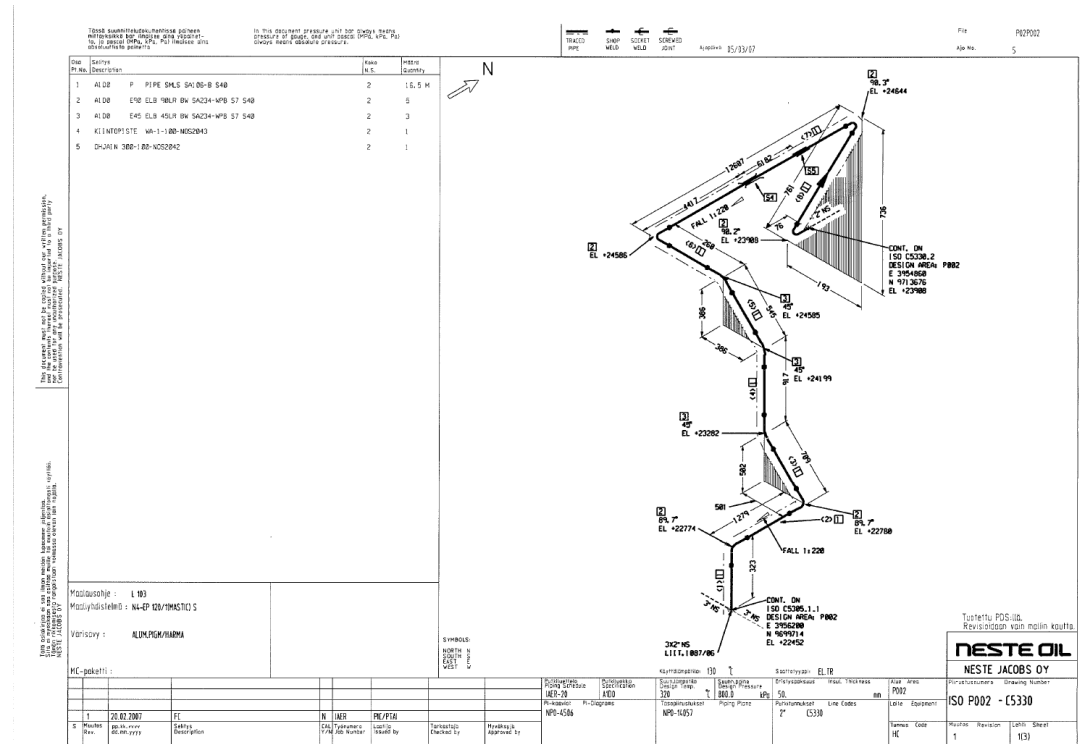
Laitossuunnittelualalla on jo pitkään pyritty käyttämään hyväksi 3D-suunnittelua. Koska laitosprojektit sisältävät paljon eri alojen osaamista, on eri suunnittelualoilla omat ohjelmansa. Tämä vaikeuttaa tunnuslukutietojen yhtäläistä keräämistä, koska tietojen vertailu keskenään on hankalaa.

Toinen hankaluus tunnuslukutietojen keräyksessä on 3D-työskentelyn eriluontoisuus verrattuna vanhaan 2D-työskentelyyn. Ennen laitossuunnitteluprojektin kokoluokkaa pystyi seuraamaan tuntikäytön tai luotujen dokumenttimäärien perusteella. 3D-suunnittelu muutti seurantatavan, sillä luotujen dokumenttien määrä ei enää kuvastakaan projektin mittakaavaa niin tarkasti. 3D-suunnittelussa laitoksen alueet pyritään ensin mallintamaan tietyille ennalta määrätyille perussuunnitteluasteelle, jonka jälkeen tarvittavat dokumentit, kuten isometrit (kuva 7), pystytään ajamaan suoraan mallin pohjalta. Näin dokumenttikuvia tulee mallinnustavasta riippuva määrä.



Aikaisemmin projektien laajuuden ennustamiseen käytettiin kokemuspohjaa. Tällöin projektin laajuuden ennakoinnin onnistuminen riippui projektinvetäjän henkilökohtaisesta kyvykkyydestä ja kokemuksesta vastaavanlaisten projektien parissa. Lopputulos saattoi olla hyvinkin paikkansapitävä, mutta kokeneen henkilön siirtyessä esim. eläkkeelle projektiseurantaan jää aukkoja.

/12/



Kuva 7. Putkistoisometri.

### 5.3 Tunnuslukutietojen keräys

Tunnuslukutietojen laskemista varten valittiin neljä uutta projektia. Tietolähteenä toimiviksi suunnittelutoimistoiksi saatiin Neste Jacobsin Porvoon toimipisteen lisäksi, JP-tehdassuunnittelu, Rintekno ja Sweco Pic. Projekteista saatiin toiminnanohjausjärjestelmien kautta kutakin suunnitteluaktiviteettia kohti tuntimäärät ja PDS:n tai toiminnanohjausjärjestelmän kautta isometri-määrät sekä massa-, linja- ja laitetiedot. Tiedot saatiin monistelistoina, Excel-tiedostoina tai csv-tiedostoina jotka käännettiin jälkepäin Excel-pohjaisiksi. Kaikki tiedot oli eritelty projektien sisäisiin osituksiin ja aktiviteetteihin. Laitosprojektien sijainnit näkyvät liitteen 3 aluekartasta.

Yleensä laitosprojekti jaotellaan putkistosuunnittelun osalta *Inside Battery Limitiin* (ISBL), *Outside Battery Limitiin* (OSBL) sekä maanalaisiin ja maanpäällisiin putkistoihin ja laitteisiin. ISBL-alueeseen lasketaan kuuluvaksi varsinaisen laitoksen eli patterirajan sisäpuoliselle alueelle kuuluvat laitteet, linjat ja toiminnot. ISBL-alueiden tunnusluvut tunneille ovat suuria, koska pienemmällä alueella on enemmän laitteita, linjoja ja toimintoja. OSBL-alueeseen kuuluvat varsinaisen laitoksen ulkopuolella sijaitsevat varastot, lähettämöt ja satamat sekä linjat, jotka kulkevat esimerkiksi tuotteen talteenottosäiliöille tai liittyvät muihin prosesseihin. OSBL-alueen tunnusluvut ovat putkistosuunnittelun kannalta väljempinä, koska linjat ovat pitkiä ja laitteiden välimatkat suuria. Maanalaisiksi linjoiksi lasketaan nimensä mukaisesti maanpinnan alapuolella sijaitsevat linjat, sekä jotkin laitteet, esimerkiksi kaivot ja uppopumput. /12/

#### 5.4 Analyysit valituista projekteista

Työhön pyrittiin valitsemaan tyypillisiä laitossuunnitteluprojekteja, jotka kuitenkin olivat tarpeeksi eriluontoisia, jotta saataisi erilaisia tunnuslukutuloksia. Projekteista saatuja alkutietoja täytyi käsitellä ennen niiden käyttämistä tunnuslukujen laskennassa. Saaduista Excel-tiedostoista täytyi siivota ylimääräinen tieto pois, laitetiedoista täytyi määrittää huomioitavat laitteet ja tuntitiedoista täytyi käyttää oikeita aktiviteetteja. Linjalueteloissa ylimääräistä tietoa olivat esimerkiksi nimettömät linjat ja linjojen osat. Massatietojen kannalta epäolennaisia tietoja olivat painottomaksi merkityt linjojen osat, kuten pulkit ja pienet laipat. Linjojen keskimääräisen painon laskemisessa täytyy huomioida eri projekteissa käytetty linjajako, jolloin keskipaino saatiin laskettua havainnollisemmin metrimäärää kuin linjamäärää kohti. Tietoja käsiteltiin siten että projektit olivat koko ajan jaoteltuina ISBL-, OSBL- sekä maanalaisiin tietoihin. Luotettavien tunnuslukujen kannalta joistain listoista jätettiin maanalaisten toimintojen tiedot pois niiden pienen osuuden vuoksi. Linjan keskiahkaisuutta laskettaessa täytyi linja painottaa pituudella. Laitetietojen analysoinnissa täytyi kiinnittää huomiota laitteiden luonteeseen (kuva 8). Esimerkiksi pakettitoimitus- eli X-laitteiksi luokiteltavat laitteet voivat olla eri projekteissa hyvin erilaisia. Pakettitoimituslaitteeksi voidaan laskea yhtä hyvin neljään linjaan liittyvä sekoitin kuin kymmeneen linjoihin liittyvä kompressorikin. Tämä johtaa siihen että tunnuslukuja laskettaessa projektiin kuuluvien pakettitoimitusten määrä ja luonne tulee ottaa huomioon.



Kuva 8. X-laitteen kuljetus laitostyömaalle. /12/

Resurssien arvioinnissa käytetään aina ISBL-alueelta saatuja tunnuslukuja. OSBL-alueelta saatavia tunnuslukuja käytetään pelkästään kokoluokkien vertailuun ja tuntikäytön seuraamiseen. Tärkeimpiä projekteista saatuja tietoja olivat

- *linjojen määrä.* Prosessilaitoksen putkisto jaetaan linjoihin, jolloin niiden hallinta on liityntöjen ja kokonaisuuden kannalta helpompaa.
- *linjojen pituus.* Prosessilaitoksen linjojen yhteispituus metreinä.
- *linjojen paino.* Linjojen paino kilogrammoina ilman osia.
- *linjojen osien paino.* Linjojen osiksi lasketaan muun muassa laipat ja supistukset.
- *paino yhteensä.* Linjojen painon ja osien painon yhteispaino kilogrammoissa.
- *litemäärät.* Prosessilaitoksen laitteiden kappalemäärä. Tunnuslukujen laskemista varten täytyy määrittää projektikohtaisesti laitteen profiili.

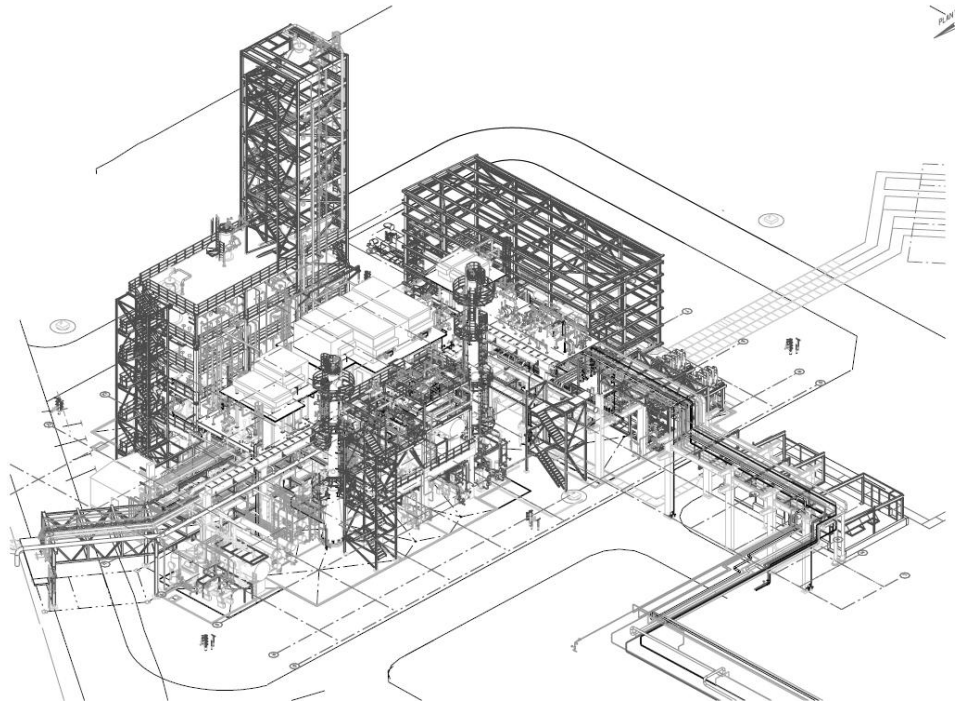
- *isometrimäärät.* 3D-mallista ulos ajettavien isometriä kappalemäärä. Isometrit tulevat käsitellä laiteisometreinä ja putkistoisometreinä.
- *tuntimäärät.* Laitoksen suunnitteluun käytetty tuntimäärä. Tuntimäärä on jaettu eri aktiviteetteihin suunnittelualoittain.

Näiden tietojen pohjalta on laskettu tärkeimpiä tunnuslukuja ja keskiarvoja. Putkistosuunnittelussa kiinnostavimpia ja käytetyimpiä tunnuslukuja ovat linjamääristä, laitemääristä, massamääristä ja pituuksista lasketut tunnusluvut. Laitteilla tarkoitetaan suuria toiminnallisia kokonaisuuksia, kuten esim. lämmönvaihtimia, pumppuja ja reaktoreita. Tunnuslukuja voidaan muodostaa myös monien muiden saatujen tietojen suhteilla. /12/

Seuraavassa esitellään valittujen neljän projektin toimintaa ja analysoidaan koostetut alkutietotaulukot.

#### 5.4.1 *Projekti A*

Projekti A tarkoittaa Neste Oilin uuden sukupolven biodieselpolttoainetta tuottavaa prosessilaitosta (kuva 9), jonka on tarkoitus käynnistää toimintansa vuonna 2007. Laitos sijaitsee Porvoon Kilpilahden jalostamoalueella ja sen tuotantokapasiteetti on 170 000 tonnia vuodessa. Laitoksen öljynjalostusprosessi perustuu Neste Oilin kehittämään omaan tuotantoteknologiaan, jossa raaka-aineena käytetään kasviöljyä ja eläinrasvoja.



*Kuva 9. 3D-mallinnettu kuva biodiesel-laitoksesta.*

Laitoksen aluejako poikkesi muista tutkituista projekteista siten, että laitos oli jaettu ISBL- ja OSBL- alueiden lisäksi Esikäsittely-yksikköön, josta tekstissä ja taulukoissa on käytetty lyhennystä ES. Alkutiedoiksi saatiin ISBL-, OSBL- sekä ES-alueiden tiedot. Tunnuslukujen vertailuun käytetään pelkästään ISBL-alueen tietoja. Tiedot sisältävät myös maanalaisten putkistojen tiedot. Projekti A:n putkistosuunnitteluun tuntikäyttö oli jaettu seuraavasti:

- sijoitussuunnittelu
- 3D- mallinnus ja isometrit
- mitta- ja kuormitustietopiirustukset
- maanalaisten putkistojen suunnittelu
- putkistomateriaalien määrittäminen
- lujuuslaskut

- sijoitus- ja putkistosuunnittelu, jonka tuntimäärä käsittää koko projektin hallinnon.

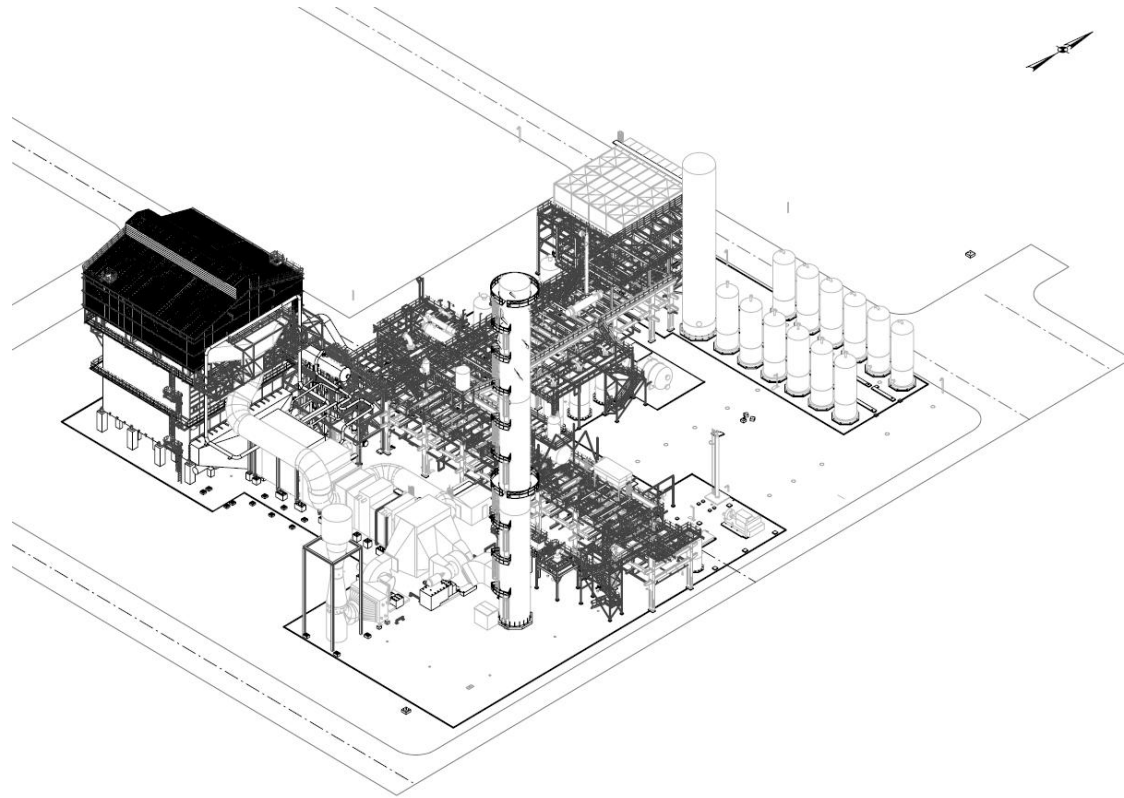
Kaikki projektista saadut tiedot koostettiin samaan taulukkoon (Taulukko 1).

Taulukko 1. *Projekti A:n alkutiedot*

Projekti A	ISBL-alue
Linjojen määrä	862,0
Linjojen pituus	15 888,6
Linjojen paino	276 508,5
Osien määrä	14 571,0
Osien paino	134 603,5
Paino yht.	411 112,0
Laitteet	139,0
Tunnit	Vain yritysversiossa
PKA-halk.	3,5
Isometrit	1 395,0
Luj.lask. (h)	2 108,0
Kannakkeet	Ei tiedossa

#### 5.4.2 *Projekti B*

Projekti B tarkoittaa Neste Oilin Kilpilahden jalostamolle rakennettavan dieseltuotantolinjan vety-yksikköä (kuva 10). Dieseltuotantolinja koostuu vety-yksiköstä ja pohjaöljy-yksiköstä (Projekti C) ja se on 650 miljoonalla eurolla suomalaisittain mittava investointi. Laitos vaatii noin 25 hehtaarin pinta-alan, josta prosessialueen osuus on n. 5 hehtaaria. Uusi tuotantolinja pystyy tuottamaan nykyistä raskaammasta ja rikkipitoisemmasta raakaöljystä puhdasta liikennepolttoainetta. Projektin tuntijako oli sama kuin projekti A:ssa



*Kuva 10. 3D-mallinnettu kuva vety-yksiköstä.*

Tarkasteltaessa projektin aluejakoa täytyy huomioida aktiviteetin 661012 suuri koko. Tähän aktiviteettiin kuuluu suurin osa projektin putkista, jotka ovat keskimääräistä huomattavasti suurempia. Linjamäärää ei ole jaettu aktiviteetteihin vaan se on ilmoitettu kokonaisuudessaan. Projektia ei ole jaettu ISBL-, ja OSBL-alueeseen, koska se on osa suurempaa laitoskokonaisuutta. Saaduissa tiedoissa on mukana maanalaisten putkien suunnittelutiedot. Laitoksen putkiston kokonaisuuden suurta kokoa selittää se, että Rerossa oli tietojen keräyshetkellä sekä purettujen että lisättävien putkien massatietoja. Massatietojen eläessä niiden erittely olisi ollut kohtuuttoman hankalaa. (Taulukko 2)

Taulukko 2. Projekti B:n alkutiedot.

Projekti B	Koko alue
Linjojen määrä	675,0
Linjojen pituus	15 272,5
Linjojen paino	590 718,5
Osien määrä	11 198,0
Osien paino	391 009,5
Paino yht.	981 727,9
Laitteet	183,0
Tunnit	Vain yritysversiossa
PKA-halk.	6,1
Isometrit	1 202,0
Luj.lask. (h)	1 120,0
Kannakkeet	Ei tiedossa

#### 5.4.3 Projekti C

Projekti C tarkoittaa dieseltuotantolaitoksen pohjaöljy-yksikköä (kuva 11). Projekti on tutkituista projekteista suurin sekä kooltaan, että tuntimäärältään. Putkistosuunnittelun tuntimäärien suuruus johtuu yksikön prosessin vaativuudesta.



Kuva 11. Pohjaöljy-yksikön rakennusvaihe. /12/

Putkistojen paineet ja sen myötä seinämävahvuudet ovat keskimääräistä suuremmat. Alkuarvoksi saatu linjamäärä oli jaettu maanalaisiin ja maanpäällisiin linjoihin. Tuntimäärä on koko projektin yhteissumma. (Taulukko 3)



Taulukko 3. Projekti C:n alkutiedot.

Projekti C	Koko alue
Linjojen määrä	7 190,0
Linjojen pituus	125 260,0
Linjojen paino	5 156 000,0
Osien määrä	Ei tiedossa
Osien paino	Ei tiedossa
Paino yht.	5 156 000,0
Laitteet	436,0
Tunnit	Vain yritysversiossa
PKA-halk.	Ei tiedossa
Isometrit	12 660,0
Luj.lask. (h)	Ei tiedossa
Kannakkeet	20 000,0

#### 5.4.4 Projekti D

Projekti D tarkoittaa Kilpilahden kantajalostamoalueella toteutettua projektia. Projektin tarkoituksena oli integroida yhteydet kantajalostamon prosessien ja dieseltuotantolinjan välillä. Muut edellä esitetyt projektit olivat niin sanottuja uudisprojekteja jotka oli suunniteltu kokonaan uudelle alueelle. Projekti D sisälsi uusien linjojen suunnittelun lisäksi vanhojen revisiointia. Alkutiedot ovat maanpäällisen putkiston tietoja (Taulukko 4)

Taulukko 4. Projekti D:n alkutiedot

Projekti D	Koko alue
Linjojen määrä	Ei tiedossa
Linjojen pituus	62 980,0
Linjojen paino	Ei tiedossa
Osien määrä	Ei tiedossa
Osien paino	Ei tiedossa
Paino yht.	2 792 400,0
Laitteet	50,0
Tunnit	Vain yritysversiossa
PKA-halk.	Ei tiedossa
Isometrit	1 650,0
Luj.lask. (h)	Ei tiedossa
Kannakkeet	Ei tiedossa

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Projekteista saadut tiedot kerättiin karsimisen ja muun käsittelyn jälkeen yhteen Excel-tiedostoon siten, että jokainen projekti sijoitettiin tietoineen oman kehikkonsa sisään. Tiedot on jaoteltu mahdollisien aluejakojen, ISBL- ja OSBL- alueiden sekä maanalaisten tietojen mukaan sekä lopuksi laskettu kaikki yhteen (liite 3(1)).

### 6.1 Tulosten selitykset

Suunnittelun eri vaiheissa käytetään eri tunnuslukuja. Näistä tärkeimpiä ovat tuntimääriä antavat tunnusluvut joita käytetään erityisesti esisuunnittelussa ja perussuunnittelun alkuvaiheessa. Tunnuslukuja tunneille käytetään resurssien arvioinnissa ja niistä saadaan parhaiten arvio tarvittavalle suunnittelijamäärälle. Muita tunnuslukuja voidaan käyttää valmiusasteen arviointiin perussuunnittelussa ja detaljisuunnittelussa. Työssä tutkituille projekteille laskettiin seuraavat tunnusluvut:

- *Tuntia/linja*

Yhtä prosessilaitoksen linjaa kohti kulunut suunnittelutuntimäärä.

- *Tuntia/metri*

Yhtä putkimetriä kohti kulunut suunnittelutuntimäärä.

- *Metriä/linja*

Yhden linjan keskimääräinen pituus.

- *Tuntia/isometri*

Yhtä putkistoisometriä kohti kulunut tuntimäärä.

- *Tuntia/laitte*

Suunnittelutunnit yhtä laitetta kohti. Putkistosuunnittelussa tämä tunnusluku tarkoittaa lähinnä laitteen sijoitussuunnittelua sekä laitteen yhteiden sijoitussuunnittelua.

- *Kg/tunti*

Tunnissa suunnitellun putkiston massa.

- *Osaa/linja*

Yhteen linjaan tuleva keskimääräinen osamäärä.

- *Paino/linja*

Keskimääräinen paino yhdelle prosessilaitoksen linjalle. Linjan painoon lasketaan mukaan osien paino. Painon yksikkönä käytetään kilogrammaa. Laskettavien linjojen painot täytyy ennen tunnuslukujen laskemista painottaa omalla pituudellaan, jolloin saadaan erittäin suurien linjojen aiheuttamat keskiarvon heilahtelut karsittua pois. Tunnusluku Paino/metri antaa tapauskohtaisesti havainnollisemman tuloksen.

- *Isometriä/linja*

Putkistoisometrimäärä yhtä linjaa kohti.

- *Linjaa/laitte*

Laitteeseen yhtyvien linjojen määrä. Tämä tunnusluku saattaa vaihdella erittäin paljon riippuen laitteen luonteesta.

- *Paino/laitte*

Putkiston kokonaismassan osuus yhtä laitetta kohti. Massassa on mukana osien paino.

Saatavilla olevista alkutiedoista riippuen projektille voidaan laskea myös muita seurannan kannalta kiinnostavia tunnuslukuja. Muita yleisiä tunnuslukuja ovat muun muassa

- *Pinta-ala/tunti*

Laitoksen pinta-ala neliömetreissä tuntia kohti.

- *Tasopiirustukset/tunti*

Laitoksen tasopiirustusten määrä tuntia kohti.

## 6.2 Tulokset

### 6.2.1 Projekti A

Projekti A:ssa ISBL-alueella olevista 139 laitteesta x-laitteiksi määritellyjä laitteita oli 19 kpl. OSBL-alueen laitteisiin ei ole laskettu mukaan säiliöihin kuuluvia sekoittimia, kun taas ES-alueella on. Yhteensä Projekti A:ssa oli laitteita yhteensä 213 kpl. Isometriluettelo sisälsi myös laiteisometrit. Laskettaessa tunnuslukua Isometriä/linja täytyy laiteisometrit karsia pois. Tunnuslukujen tarkasteluun käytettiin pelkästään ISBL-alueen tietoja. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Projekti A:n tunnusluvut.

Projekti A	ISBL-alue
Tuntia/linja	Vain yritysversiossa
Metriä/linja	18,4
Tuntia/metri	Vain yritysversiossa
Kg/tunti	Vain yritysversiossa
Tuntia/isom.	Vain yritysversiossa
Paino/metri	25,9
Paino/linja	476,9
Isom./linja	1,6
Tuntia/osa	Vain yritysversiossa
Osaa/linja	16,9
Tuntia/laitte	Vain yritysversiossa
Linjaa/laitte	6,2
Luj.lask.(%)	11 %
Paino/laitte	2957,6
Kannaketta/linja	Ei laskettavissa

### 6.2.2 Projekti B

Projekti B on yhdessä projekti C:n kanssa osa suurempaa laitospokonaisuutta. Projekti oli tutkituista kohteista linjamäärältään pienin mutta tunti- ja laitemäärä oli esim. Projekti A:n ISBL- lukuja suurempi. Tästä johtuen tunnusluku Tuntia/linja on suurehko. Laitoksen putkisto oli jaettu suhteellisen pitkiin linjoihin. Tämä nosti tunnusluvun Paino/linja reilusti yli tonnin. Tässä projektissa putkiston suhteellisen massan tarkastelussa kannattaakin käyttää tunnuslukua Paino/metri. Laitteiden kokonaismäärä oli 183 kpl. Niistä 119 oli uusia laitteita, 43 X-laitteita, 6 kpl vanhoja laitteita, 3 kpl siirrettäviä, 2 kpl muokattavia ja 53 oli merkitty laitelistaan määrittelemättömiksi (Taulukko 6).

Taulukko 6. Projekti B:n tunnusluvut.

Projekti B	Koko alue
Tuntia/linja	Vain yritysversiossa
Metriä/linja	22,6
Tuntia/metri	Vain yritysversiossa
Kg/tunti	Vain yritysversiossa
Tuntia/isom.	Vain yritysversiossa
Paino/metri	64,3
Paino/linja	1 454,4
Isom./linja	1,8
Tuntia/osa	Vain yritysversiossa
Osaa/linja	16,6
Tuntia/laitte	Vain yritysversiossa
Linjaa/laitte	3,7
Luj.lask. (%)	5 %
Paino/laitte	5364,6
Kannaketta/linja	Ei laskettavissa

### 6.2.3 Projekti C

Projekti C oli B:n tavoin osa isompaa laitospokonaisuutta ja selkeästi isoin tutkituista projekteista. Tuntimäärä oli projekti B:hen verrattuna yli kymmenkertainen ja kokonaislinjamäärä yli 7 000 linjaa. Tunnusluvuksi Tuntia/linja saatiin reilusti yli 30 (Taulukko 7).

Taulukko 7. Projekti C:n tunnusluvut

Projekti C	Koko alue
Tuntia/linja	Vain yritysversiossa
Metriä/linja	17,4
Tuntia/metri	Vain yritysversiossa
Kg/tunti	Vain yritysversiossa
Tuntia/isom.	Vain yritysversiossa
Paino/metri	41,2
Paino/linja	717,1
Isom./linja	1,8
Tuntia/osa	Ei laskettavissa
Osaa/linja	Ei laskettavissa
Tuntia/laite	Vain yritysversiossa
Linjaa/laite	16,5
Luj.lask. (%)	Ei laskettavissa
Paino/laite	11 825,7
Kannaketta/linja	2,8

#### 6.2.4 Projekti D

Projekti D oli valituista projekteista eriluontoisin siksi, että siinä rakennettiin sekä uutta että muutettiin vanhaa. Projektin tunnit sisälsivät myös purku-suunnittelua. Projektin tunnusluvut laskettiin maanpäällisen putkiston tiedoilla (Taulukko 8).

Taulukko 8. Projekti D:n Tunnusluvut.

Projekti D	PRPT koko
Tuntia/linja	Ei laskettavissa
Metriä/linja	Ei laskettavissa
Tuntia/metri	Ei laskettavissa
Kg/tunti	Vain yritysversiossa
Tuntia/isom.	Vain yritysversiossa
Paino/metri	44,3
Paino/linja	Ei laskettavissa
Isom./linja	Ei laskettavissa
Tuntia/osa	Ei laskettavissa
Osaa/linja	Ei laskettavissa
Tuntia/laite	Vain yritysversiossa
Linjaa/laite	Ei laskettavissa
Luj.lask. (%)	Ei laskettavissa
Paino/laite	75 830,0
Kannaketta/linja	Ei laskettavissa

### 6.3 Synteesi

Tunnuslukujen vertailun helpottamiseksi tulokset yhdistettiin yhteen taulukkoon jossa jokaisen projektin vastaavat tunnusluvut ovat allekkain. Taulukko on esitetty liitteessä 3(1). Projektien sijainnit on esitetty liitteen 3(2) kartassa joka kuvaa Nesteen jalostamoaluetta.

### 6.4 Laskuri

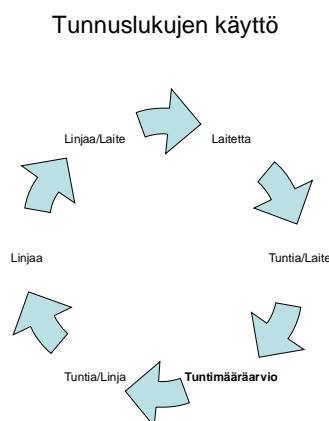
Taulukkoon kootuista tiedoista muodostettiin Excelillä sovellus jolla pystytään valitsemaan jokin neljästä tutkitusta projektista tunnuslukujen vertailuun. Taulukon yläosan pudotusvalikosta käyttäjä valitsee halutun projektin, jolloin sovellus tulostaa projektin tunnusluvut. Arvio-valikkoon käyttäjä voi arvioida tulevan vastaavan projektin linjamääriä, laitemääriä sekä muita tavalisia alkuarvoja.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tunnuslukutietojen kerääminen on aikaa vievää työtä tietojen epäyhdenmukaisuuden vuoksi. Merkittävin tunnuslukujen laskemista hidastava piirre jokaisessa tutkitussa projektissa oli tuntiaktiiviteettien tallentaminen eri aktiviteeteille linjatietojen kanssa. Tästä johtuen tuntien tunnuslukuja ei voinut laskea jokaiselle aktiviteetille erikseen, vaan niille täytyi käyttää koko projektin keskiarvoa. Paljon aikaa vie myös turhien tietojen siivoaminen saaduista tiedostoista. Turhan tiedon määrän selvittäminen eri projekteissa olisi aiheellista. Jos esim. PDS:stä saatavissa linja- ja laitemäärissä on keskimäärin yhtä suuri määrä ylimääräistä tietoa, olisi aiheellisempaa korjata tietomäärää määritetyllä korjauskertoimella kuin käyttää aikaa tiedostojen siivoamiseen. Toisin sanoen saaduissa tiedoissa olevat virheet eivät ole tunnuslukujen kannalta haitallisia, jos niitä olisi jokaisessa projektissa keskimäärin sama kohtuullisen pieni määrä. Todellisuudessa projekteista saatavat tiedot ovat niin erilaisia, että ne täytyy analysoida joka kerralla erikseen.

### 7.1 Tietojen hyödyntäminen

Projekteista saatuja tunnuslukutietoja hyödynnetään jatkossa tulevien laitospöytäkirjojen resurssien ja kustannusten arviointiin. Tutkittujen projektien selvitysvaiheiden aikaisten ennustuksien paikkansa pitävyyttä voidaan myös selvittää saaduilla tunnusluvuilla laskemalla projektien tietoja taaksepäin (kuva 12).



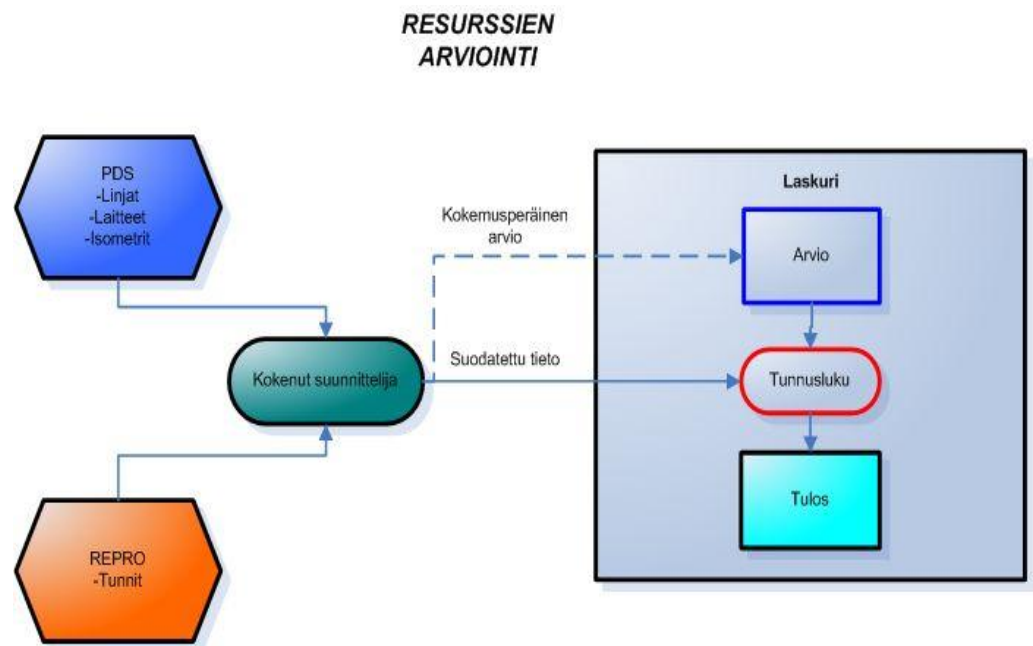
Kuva 12. Tunnuslukujen käytön logiikka.



## 7.2 Parannusehdotuksia

Tunnuslukujen tarkasteluun ja huolelliseen keräämisen varatut resurssit ovat nykyajan laitossuunnittelu-aikatauluissa melko pienet. Tulosten vertailua hankaloittaa myös eri suunnittelutoimistojen käyttämät erilaiset tiedontalennuslogiikat. Laitossuunnitteluprojektien kiireisistä aikatauluista huolimatta tunnuslukujen huolellinen kerääminen on ensiarvoisen tärkeää. Resurssien salliessa yritys voisi palkata kokeneen suunnittelijan keräämään ja analysoidaan tunnuslukutietoja.

Neste Jacobs on kehittänyt resurssien arviointiin käytettäviä Excel-pohjaisia laskureita (liite 1). Mitään yleiskäyttöön soveltuvaa laskuria ei kuitenkaan ole olemassa. Ideaalitulanteessa projektien resurssitarpeita arvioiva laskuri osaisi hakea tiedon tietokannoista ja käsitellä sen siten että se ottaisi huomioon jokaisen projektin luonteen. Resurssien arviointiin tarvitaan kuitenkin aina kokemusta ja ihmistyötä. Alla oleva kuva havainnollistaa nykytilannetta (kuva 13).



Kuva 13. Resurssien arviointikaavio.

Hyvässä tunnuslukulaskurissa olisi myös arvion ja tunnusluvun tulokselle lisäksi korjauskerroinvalinta. Korjauskerroin olisi tarpeellinen laskettaessa tuntimääräarviota usealla alkutiedolla. Näin esimerkiksi laite- ja linjatiedoille voisi antaa erilaiset kertoimet hyvän insinöörikokemuksen mukaan. Kun

suunnitellaan täysin uutta laitosta, jollaista ei ole ennen tehty, täytyy pohjatiетoina käyttää muiden projektien eri osa-alueiden samankaltaisuuksia. Tällöin resurssiarviolaskurilta vaaditaan joustavuutta projektin eri osa-alueiden arviointiin.

Täysin automaattisen resurssiarviolaskurin kehityksessä voidaan nostaa esille kolme vaatimusta:

- tietojen haku tietokannoista
- laskurin helppokäyttöisyys
- kertoimien valintamahdollisuus projektin eri osa-alueille. Esimerkiksi valittaessa projektiin suunnittelijoita, voitaisi suunnittelijan kokemus jakaa kolmeen kerroinluokkaan. Nuoren suunnittelijan arvioidun tuntimäärän voisi kertoa kahdella, Kokeneen suunnittelijan tuntimäärän yhdellä ja ekspertin 0,7:llä.

Laaja ohjelmaympäristö antaa jokaiselle suunnittelualalle hyvät työkalut, mutta toisaalta ohjelmiston hajanaisuus rikkoo suunnittelun yhtenäisyyttä. Suunnitteluohjelmien määrän tarpeeton kasvattaminen voi huonoimmassa tapauksessa syödä suunnittelun kokonaistehokkuutta.

PDS:n poistuessa yrityksiен käytöstä, olisi niillä hyvä tilaisuus selkeyttää tunnuslukujen keräämistä muiden muutosten myötä. Esimerkiksi projektin aktiviteettien jakoa voisi kehittää tuntitietojen ja teknisten tietojen kanssa yhtenäisempään suuntaan, jolloin tuntitietoja pystyisi seuraamaan tarkemmin aktiviteettikohtaisesti. Uusi suunnitteluohjelma tulee helpottamaan erityisesti muutoksen hallintaa projektin loppuvaiheessa.

## 8 YHTEENVETO

Investoinnit laitossuunnitteluprojekteissa ovat tavallisesti hyvin suuria. Suunnitteluprosessin onnistuminen alusta loppuun saakka varmistaa vähintään määrätyissä resurssirajoissa ja aikataulussa pysymisen. Hyvillä alkutiedoilla suurimmat suunnittelussa tapahtuvat muutokset sijoittuvat projektin alkuvaiheeseen jolloin muutoksenhallinta on helpompaa ja halvempaa. Yrityksen aikojen saatossa huolellisesti keräämillä tunnuslukutiedoilla pystytään arvioimaan projektin laajuus ja resurssitarve mahdollisimman lähelle todellisuutta, jolloin työskentelytahti pysyy inhimillisellä tasolla eikä tarpeetonta kiirettä pääse syntymään. Suurin uhka suunnittelun laatutason säilyttämiselle on kiire, jolloin joudutaan tinkimään suunnittelun perusasioista, kuten tuntikäytön huolellisesta seuraamisesta. Laitossuunnittelualalla on suuri tarve luotettaville tunnuslukutiedoille

Tässä insinööriyössä selvitettiin valituista projekteista vaaditut tekniset tiedot ja analysoitiin niitä siten, että vain tunnuslukujen kannalta olennaiset tiedot tulisivat käyttöön. Tietojen analysoinnin jälkeen niillä laskettiin laitossuunnittelualalla yleisesti käytettyjä tunnuslukuja ja verrattiin saatuja tuloksia yleisesti tiedossa oleviin tunnuslukuarvoihin kokeneiden insinöörien kanssa. Tulosten tarkastelussa kävi ilmi tietojen tallentamisen erilaisuus eri toimittajien välillä ja siitä aiheutuva tunnuslukujen erilaisuus.

Työn tuloksena saadut tunnusluvut vastasivat ennako-odotuksia projektien luonteista, joten työ oli onnistunut. Erityisen hyviä tuloksia olivat tunnusluvut Tuntia/metri ja Tuntia/linja.

**VIITELUETTELO**

- [1] Laitossuunnittelun projekti aikataulu, koulutusmateriaali Rintekno Oy Juha-Matti Myyry 5.2.2007.
- [2] Neste Oil Laatuohje Asiakasprosessit QB101 Selvitykset 19.9.2002.
- [3] A Critical History of Computer Graphics and Animation [Verkkodokumentti, viitattu 14.11.2006]. Saatavissa: <http://accad.osu.edu/~waynec/history/lesson10.html#intergraph>
- [4] Neste Oil Laatuohje QC10015 Putkistosuunnittelu.
- [5] PSK Standardisointi Standardi PSK 7503 SUUNNITTELUN TUNNUSLUVUT Key Figures of Design 2001-10-08
- [6] Neste Oil Laatuohje Asiakasprosessit QB102 Perussuunnittelu 2.1.2004.
- [7] Neste Oil Laatuohje Asiakasprosessit QB103 Toteutusprojektit 22.8.2006.
- [8] Intergraph PDS, Product Sheet [Verkkodokumentti, viitattu 8.12.2006]. Saatavissa: [http://www.intergraph.com/literature/PDS\\_flier.pdf](http://www.intergraph.com/literature/PDS_flier.pdf)
- [9] Projektitoiminnan resurssien hallinta, perehdytysmateriaali Neste Oil J. Halttunen
- [10] Neste Jacobsin yleinen PDS-Käyttöohje K. Päiväriinne 17.07.06
- [11] Neste Oil Laatuohje QD21616 Putkiston jännitysanalyysi 2.2.2007.
- [12] Suunnittelukokoukset ja keskustelut aikavälillä 24.5.2006 - 22.3.2007. Neste Jacobs Oy.
- [13] Bentley Projectwise, Tuotteet, Laitossuunnittelu [Verkkodokumentti, viitattu 13.2.2007]. Saatavissa: <http://www.bentley.fi/tuotteet/projectwise.asp>
- [14] Neste Oil Laatuohje QC21330 Järjestelmäkuvaukset ja pääkäyttäjävastuut 23.8.2005

## **LIITE 1**

## **ARVIINTILOMAKKEITA**

<b>Excel-pohjainen kevyt työmääräarviolomake</b>	<b>1</b>
<b>Kustannusarviomatriisi</b>	<b>2</b>

Liite 1(1)

<b>ARVIOINTILOMAKE</b>					KEVYT MALLI
(UUSPROJEKTI)					
LAATI:	PVM.	4.8.2004			
<b>PROJ. NIMI:</b>	<b>Projekti X</b>				
<b>PROJEKT. N:O</b>	<b>PXXX</b>				
ANNA LAITE- TAI LINJAMÄÄRÄ ->		LAITEMÄÄRÄ	LINJAMÄÄRÄ		
PINTA-ALAT Laitemäär. (m2) Linjamäär. (m2)		TIERAJAT	PATTERIRAJAT		
PUTKISTOT Laitemäär.muk. Linjamäär.muk <b>Keskiarvo</b>	MP-PUTKISTO (t)	MA-PUTKISTO (t)	YHTEENSÄ (t)	TASOP. (kpl)	ISOM. (kpl)
TERÄKSET Laitemäär.muk. Linjamäär.muk <b>Keskiarvo</b>	TERÄKSET (t)	RITILÄT (m2)	YHTEENSÄ (t)	TER.PIIR.(kpl)	KUORM.PIIR.
TUNTIARVIOT Laitemäär.muk. Linjamäär.muk <b>Keskiarvo</b>	PUTKISTOSUUNN.	TER.RAK.SUUNN.	MUU SUUN- NITT.	YL.SUUNN.YHT.	KOKO TEKNOLOG
<b>Teiden rajoittama pinta-ala (m2)</b>					
Määrät ilman OSBL		LAITEMÄÄRÄ	LINJAMÄÄRÄ	TERÄSTONNIT	
					KOKONAISTUNTI
TUNTIARVIOT Laitemäär.muk. Linjamäär.muk. Terästonn.muk. Keskiarvo kaikis- ta Kesk. put- ket/teräks	PUTKISTOSUUNN.	TER.RAK.SUUNN.	MUU SUUN- NITT.	YL.SUUNN.YHT.	VERTAILU
				Omat projektit	Muu vastaava
Linjaa kpl/laitte					
Laitetta kpl/m2					
Linjaa kpl/m2					
Teräs t/m2					

Liite 1(2)

Kustannusarviomatriisi				
Kustannusarviotyyppi ja tarkkuus		Kustannusarviotyyppi		
		Esiselvitys- arvio	Selvitysarvio	Perussuun- nitteluarvio
Esiselvitysarvio +/- 40 %				
Selvitysarvio +/- 20 - 25 %				
Perussuunnitteluarvio +/- 10 - 15 %				
Tarvittavat lähötiedot (x) = alustava				
Projektin laa- juus	Projektin luonne (ISBL, OSBL, Revamp etc)	x		
	Kapasiteetit (tuotteet ja laitos)	x		
	Käyttöhyödykevaatimukset		x	
	Apulaite- ja rakennusvaatimukset		x	
	Historiatieto vastaavista laitoksista	x	x	
	Selvityksen perusteet (Basis of Design)		x	x
Prosessi	Lohkokaavio	x		
	Prosessikuvaus	(x)	x	
	Virtauskaavio FC		x	
	Virtauskaaviot AFD			x
	PI -kaaviot FC		x	
	PI -kaaviot AFD			x
Laitteet	Alustava laiteluettelo (laitteiden päätiedot)	(x)	x	
	Täydennetty laiteluettelo AFD			x
	Laitekohtaiset spesifikaatiot/datalehdet		(x)	x
	Päälaitteiden budjettitarjoukset		(x)	x
Alue ja raken- nustekniset työt	Prosessialueen sijainti		x	
	Yleissijoitus suunnitelma (Plot plan)		(x)	x
	Laitesijoitus suunnitelma			x
	Maaperäolosuhteet (Alustavat tie- dot/Maaperätutkimus)		(x)	x
	Kuvaus ja mitat teistä, rautateistä aidoista, porteista ja muista alueparannustöistä		x	
	Tilaohjelma		x	
	Materiaalimäärätiedot (rakennukset)			x
Rakennukset	Putkireittisuunnitelma			x
	Putkiston määrätiedot eriteltyinä putkikoko- jen ja materiaalien mukaan		(x)	x
Putkisto	Teräsrakenteiden määrätiedot		(x)	x
	Instrumenttiluettelo			x
Teräsrakenteet	Automaation kuvaus			x
	Säätöjen toimintaselostukset			x
Instrumentointi	Instrumenttimateriaalien määrääarviot ja piirimäärät		(x)	x
	Sähkötöiden määrätiedot		(x)	x
	Tilaluokitussuunnitelma		x	
Sähköistys	Muuntamo määrätiedot		(x)	x
	Perustuu tunnuslukuihin	x	x	
Teknologiatyö	Prosenttiosuus laite- ja bulkkustannuksista			x
	Prosenttiosuus kokonaiskustannuksista	x	x	
	Suunnittelualakohtaiset tuntiarviot		x	x
	Sopimusstrategia/Hankintasuunnitelma		(x)	x
Hankinta	Rakentamisfilosofia/Rakentamissuunnitelma		(x)	x
	Ei sidottu aikatauluun	x		
Toteutus	Rakentamisajankohta tiedetään		x	
Aikataulu	Pääaikataulu ja Milestones			x

## **LIITE 2**

## **AIKATAULUESIMERKKEJÄ**

<b>Projektin alustava pääaikataulu</b>	<b>1</b>
<b>Projektin pääaikataulu</b>	<b>2</b>
<b>Projektin maanpäällisen putkiston aikataulu</b>	<b>3</b>



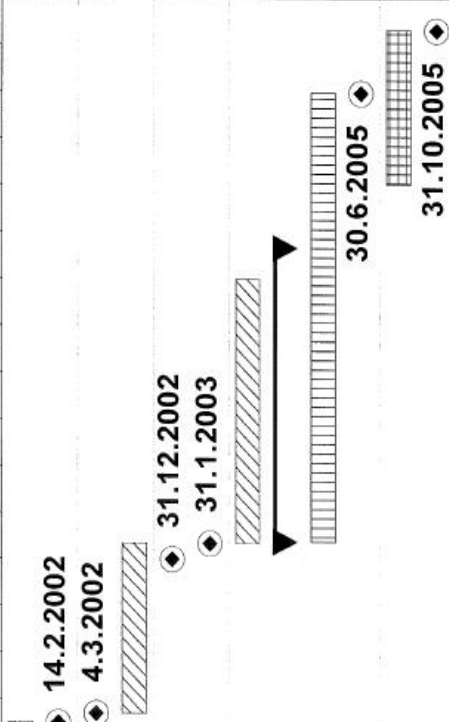
# NESTE OIL

Neste Jacobs Oy

## ASIAKAS PROJEKTIN NIMI ALUSTAVA PÄÄAIKATAULU

Projekti:  
Sivu 1 / 1

ID	Tehtävä	2001		2002		2003		2004		2005		
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
1	Selvitys											
2	Selvitys valmis											
3	Suunnittelupäätös											
4	Perussuunnittelu											
5	Toteutusprojektin projektisuunnitelma											
6	Toteutuspäätös											
7	Suunnittelu											
8	Hankinta											
9	Toteutus											
10	Mekaaninen valmius											
11	Käyttöönotto											
12	Oil in											



Dokumentinnumero:  
Projektipaällikkö:  
Laatija:

rev. x pvm.  
Hyväks.:  
Tark.:

Suunnittelu  
Hankinta

Toteutus  
Käynnistysvalmistelu

ID	Tehtävä	Avv. Alku	Avv. Loppu	Half 1, 2003 D J F M A M J J A S O N D	Half 2, 2003 J J A S O N D J F M A M J	Half 1, 2004 J F M A M J J A S O N D	Half 2, 2004 J A S O N D J F M A M J	Half 1, 2005 J F M A M J J A S O
1	Toteutuspäätös	31.1.03	31.1.03					
2	Suunnittelu							
3	Prosessisuunnittelu	3.2.03	14.5.04					
8	Rakennussuunnittelu	3.2.03	30.9.03					
9	Laitesuunnittelu	3.2.03	31.1.04					
10	Sijointu- ja putkistosuunnittelu	3.2.03	29.8.04					
11	Teräsrakennesuunnittelu	3.2.03	31.12.03					
12	Automaatiosuunnittelu	3.2.03	3.10.04					
13	Sähkösuunnittelu	3.2.03	13.3.05					
14	Hankinta							
15	Laittehankinta	3.3.03	13.6.04					
18	Putkistomateriaalihakinta	5.5.03	12.9.04					
21	Instrumentimateriaalin hankinta	14.7.03	29.10.04					
24	Sähkömateriaalin hankinta	13.10.03	29.8.04					
27	Toteutus							
28	Rakennustekniset työt	1.10.03	31.5.04					
29	Laiteseenosurakat	31.5.04	3.10.04					
30	Putkistosenosurakat	28.6.04	27.3.05					
31	Teräsrakennesurakat	29.3.04	31.10.04					
32	Eristysurakat	4.10.04	29.5.05					
33	Sähköasennukset	2.8.04	31.5.05					
34	Instrumenttiosennukset	4.10.04	1.5.05					
35	Precommissioning	1.4.05	30.6.05					
36	Mekaaninen valmius	30.6.05	30.6.05					
37	Commissioning	1.7.05	14.8.05					
38	Käynnistys	15.8.05	30.10.05					

Dokumentinnumero: rev. x pvm.  
 Projektipäällikkö: Hyväks.:  
 Laattija: Tark.:  
 Suunnittelu: Rakentaminen: Koeikäyttö:   
 Kysely - Tilaus: Asentaminen: Miljestone:   
 Toimitus: Testaus:

ID	Tunnus	Tehävä	Arv. Alku	Arv. Loppu	Half 1, 2003	Half 2, 2003	Half 1, 2004	Half 2, 2004	Half 1, 2005	Half 2, 2005
			J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D J J A S O N D
4	210	<b>Prosessisuunnittelu</b>	27.1.03	14.5.04						
5	210	Virtaus- ja Pikaaviot, (PID)	14.2.03	14.5.04						
6	210	FC	14.2.03	14.2.03						
7	210	Skriinaus	3.3.03	14.3.03						
8	210	Skriinauksen jälkeinen julkaisu	11.4.03	11.4.03						
9	210	Hazop	12.5.03	13.6.03						
10	210	AFD prosessikaaviot. Hazop'in jälkeinen julkaisu	29.8.03	29.8.03						
133	438	<b>Mekaaniset työt</b>	27.1.03	11.9.05						
134	230	<b>Suunnittelu</b>	27.1.03	27.8.04						
217	233	Sijoitus- ja putkistosuunnittelu	27.1.03	27.8.04						
218	233	Dokumenttisuunnittelu	28.2.03	28.2.03						
221	233	Hankintamääräntelyluettelo FC	28.2.03	28.2.03						
222	233	Putkistospesifikaatiot	28.2.03	28.2.03						
223	233	Plot Plan AFD	30.5.03	30.5.03						
224	233	Plot Plan AFC	29.8.03	29.8.03						
225	233	Eqp mallin skriinaus	25.4.03	25.4.03						
226	233	Putkiston skriinaus ja FC isometrit	12.1.04	31.3.04						
227	233	Putkistosometrit AFC	3.11.03	16.1.04						
228	242	KP isometrit AFC	1.3.04	30.6.04						
229	242	MP isometrit AFC	1.4.04	27.8.04						
230	233	Isometrit 50% AFC	14.5.04	14.5.04						
231	233	Isometrit 90% AFC	11.6.04	11.6.04						
232	233	Isometrit 100% AFC	27.8.04	27.8.04						
233	233	Putkistosuunnustien TM	30.5.03	30.5.03						
234	233	Bulk materiaaliuuttelo kyselyä varten	19.5.03	13.6.03						
235	233	KP inline materiaalien HM	7.4.03	30.5.03						
236	233	MP inline materiaalien HM	4.8.03	12.9.03						
237	233	Muiden kuin inline materiaalien HM	1.3.04	28.5.04						
248	330	<b>Hankinta</b>	10.2.03	31.1.05						
249	330	Bulk materiaali	1.7.03	30.11.04						
250	330	Tarjouskysely	15.9.03	12.9.03						
251	330	Vertailut ja projektisopimus	15.9.03	31.10.03						

Dokumentinnumero: Rev. 1 pvm.  
 Projektipaallikko: Hyväks.:  
 Laati: Tark.:  
 Rakentaminen

Suunnittelu: Suunnittelu, Hankinta, Toimitus, Rakentaminen  
 Asentaminen: Asentaminen  
 Precommissioning: Precommissioning  
 Koekäyttö: Koekäyttö  
 Skriinaus: Skriinaus  
 Toteutunut: Toteutunut

Suunnittelu Milestone: Suunnittelu Milestone  
 Arvioitu Milestone: Arvioitu Milestone  
 Toteutunut Milestone: Toteutunut Milestone



### **LIITE 3**

### **TULOSTAULUKKO JA ALUEKARTTA**

**Tulostaulukko** 1

**Aluekartta** 2

