



**SAVONIA**

# **Tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto ja integrointi**

**Marko Kähkönen**

Opinnäytetyö

**6.5.2013 Pieksämäki**

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Marko Kähkönen	
Työn nimi Tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto ja integrointi	
Päiväys 6.5.2013	Sivumäärä/Liitteet 47
Ohjaaja(t) Tuotantotalouden yliopettaja Jarmo Pyysalo	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Normek Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä toteutettiin Normek Oy:n uuden tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto.</p> <p>Työ alkoi yrityksen valmistamien tuotteiden valmistusrakenteiden määrittelyllä. Samalla kartoitettiin yrityksen toimintatapa uusien töiden luonnissa ja työnsuunnittelun tuottamat tulosteet, olemassa olevat järjestelmät, järjestelmissä tehtävät toiminnot ja järjestelmien väliset liittymät.</p> <p>Kerätyn informaation perusteella tehtiin suunnitelma uuden ohjelmiston käyttöönoton tarvitsemista tiedoista. Raportissa esitetään yksityiskohtaisesti uuden ohjelmiston käyttöönottoon liittyvien perustietojen tarve ja niiden syöttö järjestelmään.</p> <p>Raportissa esitellään myös Normek Oy:n tapa käyttää yrityksessä käyttöönotettua PlannerLite-ohjelmaa. Ohjelman käyttäminen on esitelty opinnäytetyössä sillä tarkkuudella, että siitä voidaan julkaista yritykselle räätälöity käyttöohje.</p> <p>Lopuksi raportissa on esitelty ohjelman käyttöönotossa havaittuja jatkokehitystarpeita ja mahdollisuuksia.</p>	
Avainsanat PlannerLite, tuotannonohjausjärjestelmä, käyttöönotto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Automation Technology			
Author(s) Marko Kähkönen			
Title of Thesis Initialization of Production Management System and Integration			
Date	6.5.2013	Pages/Appendices	47
Supervisor(s) Jarmo Pyysalo			
Client Organisation/Partners Normek Oy			
<p>Abstract</p> <p>In the thesis the implementation of the production management system of Normek Oy was carried out.</p> <p>The participants reviewed the work of the company producing the products and its production structures. Furthermore, the company's approach to creating new jobs and the prints produced by job design were charted. At the same time existing systems were studied. Also the actions to be taken and the connections between the systems were explored.</p> <p>On the basis of the collected information a new plan for the data needed by the introduction of software was created. The report sets out in detail the basic data needed for the implementation of the software and the input of the data into the system.</p> <p>The report also presents Normek Ltd's way to use the program PlannerLite. Using the program is presented with such accuracy that this contribution can be easily tailored to the company.</p> <p>Finally the issues that should be considered in further development are proposed.</p>			
Keywords PlannerLite, production management system, initialization			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet.....	7
1.2	Työn toteutussuunnitelma.....	8
1.3	Naaraharju Oy – Normek Oy.....	8
2	TOIMINNAN- JA TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	10
2.1	Enterprise Resource Planning, ERP.....	10
2.2	Tuotannonohjaus.....	10
2.3	Manufacturing Execution System, MES.....	11
3	NORMEK OY:N TUOTTEET JA TAPA TOIMIA.....	12
3.1	Tuotteet.....	12
3.2	Tuotannontyövaiheet ja tuotesuunnittelu.....	12
4	NORMEK Oy:n KÄYTÖSSÄ OLLEET JÄRJESTELMÄT.....	13
4.1	Laskentataulukot.....	13
4.1.1	Taulukon työmääräinosa.....	13
4.1.2	Taulukon työmääränlaskentaosa.....	15
4.2	Tiedon siirto Excel-työkirjoista Jotbariin.....	16
4.3	Jotbar.....	17
4.4	Liinos 7.....	18
4.5	Kuormituksen seuranta.....	19
4.6	Projektiseuranta.....	20
4.7	Toimitusluettelo.....	21
4.8	Tunnistetut ongelmat.....	21
5	PLANNERLITEN KÄYTTÖÖNOTTO.....	23
5.1	Perustiedot.....	23
5.1.1	Rakenteet.....	23
5.1.2	Resurssit.....	24
5.1.3	Kalenterit.....	27
5.1.4	Viikkokalenterit.....	27
5.1.5	Prosessit.....	29
5.2	Tiedonsiirto.....	29
5.2.1	Siirtotiedoston rakenne.....	30
5.2.2	Siirtotapahtuma.....	31
5.3	Tuotantotilaukset.....	31
5.3.1	Komponenttinäkymä ja tietojen syöttö.....	32

5.3.2	Urakat -näkö ja uusien urakoiden luonti .....	33
5.3.3	Valmistusrakenne -näkö .....	37
5.4	Gantt-kaavio.....	38
5.5	Kuormitus.....	39
5.5.1	Henkilöiden kiinnittäminen kuormituspaikoille.....	40
5.5.2	Töiden kuormittaminen .....	41
5.5.3	Kapasiteetit ja resurssit näköinä .....	43
5.6	Liittymät vanhoihin järjestelmiin .....	44
5.6.1	Plannerista Jotbariin.....	44
5.6.2	Jotbarista Planneriin.....	44
6	PLANNERLITEN KÄYTÖN ONGELMAT JA JATKOKEHITYSKOHTTEET .....	46
6.1	Haasteet .....	46
6.1.1	Rakenteiden hallinta .....	46
6.1.2	Räätälöinnit.....	46
6.2	Jatkokehitys .....	46
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	47
	LÄHTEET .....	49

## 1 JOHDANTO

Vuonna 2008 alkanut kysynnän väheneminen ja sitä seurannut taantuma on pakottanut yrityksen miettimään toimintansa kehittämistä. Näiden mietintöjen tuloksena aloitettiin vuonna 2010 projekti tuotannon kehittämiseksi.

Tuotannon ja tuottavuuden tutkimisen seurauksena päätettiin useista kehitystoimenpiteistä. Yhtenä toimenpiteenä päätettiin hankkia parempia apuvälineitä tuotannon suunnittelun avuksi.

### 1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Ongelmana Normek Oy:n aiemmassa toimintatavassa oli ollut kokonaisuuksien hallinta, varsinkin kun tuotannossa on pitänyt tehdä useampaa eri projektia yhtä aikaa. Lisäksi oman hankaluutensa on tuonut kertaalleen tietojärjestelmään syötetyn tiedon käyttökelpoisuus.

Tuotannon tehokkuuden kasvattamiseksi tulee panostaa siihen, että resurssit ovat käytössä oikeissa paikossa ja toimitusvarmuus pitää pystyä säilyttämään muuttuvissa tilanteissa. Samaan aikaan tuotantotuntien pitää pysyä suunnitelluissa määrissä eli muuttuvat tilanteet eivät saa heikentää tuotannon tehokkuutta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada ennakkosuunnitteluun tarkkuutta, tiedon siirto suunnittelujärjestelmästä tapahtumaan automaattisesti, kapasiteetin riittävyyden varmistaminen pitkällä ajan jaksolla (kuukausia) ja mahdollisten tuotannon pullonkaulojen havaitseminen ajoissa.

Yrityksellä ei ollut aiemmin ollut käytössä tuotannonohjausjärjestelmää, vaikkakin siitä oli aika ajoin ollut puhetta. Kun muu toiminta väheni ja samaan aikaan yrityksessä oli kompetenssia omaava henkilö töissä, oli hyvä aloittaa tuotannonohjausjärjestelmän hankinnan toteuttaminen. Ratkaisevina tekijöinä oli myös tarve kehittää muilla toimilla tuotantoa ja projektiin saatu tukirahoitus.

## 1.2 Työn toteutussuunnitelma

Työn toteutus alkoi tutustumalla syvällisesti nykyisiin toimintatapoihin. Toimintatavoista kaivettiin esille tuotannosuunnitteluun oleellisimmin vaikuttavat asiat, jotka tulivat ottaa huomioon uutta ohjelmistoa etsittäessä.

Seuraavassa vaiheessa tutustuttiin yrityksessä jo olemassa oleviin ohjelmistoihin ja kartoitettiin mahdollisuus niiden laajempaan ja parempaan käyttöön. Tähän vaiheeseen kuului myös markkinoilla oleviin järjestelmiin tutustuminen.

Näiden toimenpiteiden jälkeen tehtiin arviot nykyisistä ja markkinoilla tarjolla olevista järjestelmistä sekä päätettiin jatkotoimenpiteistä. Se tarkoitti päätöstä hankkia uusi järjestelmä varsinaiseen tuotannonohjaukseen. Sen seurauksena tässä työssä paneuduttiin uuden järjestelmän käyttöönottoon ja integrointiin muihin olemassa oleviin yrityksen järjestelmiin.

Raportissa esitellään ensin yrityksessä aiemmin käytetyt ohjelmat, liittymät ja toimintatavat. Tämän jälkeen esitellään uuden ohjelmiston käyttöönoton toimenpiteet ja käyttö. Lopuksi esitetään havaintoja toteutetusta projektista.

## 1.3 Naaraharju Oy – Normek Oy

Projektia aloitettaessa yrityksenä oli vuonna 1970 perustettu Naaraharju Oy. Yritys kuitenkin myytiin projektin aikana vuonna 1976 perustetulle Normek Oy:lle. Projektia päätettiin jatkaa yrityskaupoista huolimatta.

Kumpikin yrityksistä toimi samalla liiketoiminta-alueella eli valmisti vaativia teräsraakenteita. Tuotteina ovat olleet muun muassa terässillat ja teollisuusrakennusten teräsrungot. Molemmat yritykset toimittivat tuotteet tarvittaessa myös suunniteltuina ja asennettuina.

Naaraharjulla on ollut myös laiterakennusta. Perinteisinä tuotteina ovat olleet junavaunujen rungot, erilaiset automaattiset kuormankäsittelylaitteet ja automaattivarastojen komponentit. Lisäksi yrityksessä on valmistettu ja varusteltu voimalaitoksia merikonttien sisälle. Normekilla taas on lasijulkisivujen valmistusta, jota Naaraharjulla ei ole.



Kumpikin yritys oli perustettu aikoinaan tuottamaan teräsrakenteita entisen Neuvostoliiton markkinoille. Kaupan romahdettua 1990-luvun alussa, olivat molemmat yritykset joutuneet hakemaan tilauksensa muualta, kumpikin siinä hyvin onnistuen. Yritykset ovat vieneet tuotteitaan muun muassa Lähi-itään, Venäjälle ja Pohjoismaihin.

Nykyisellään Normekilla teräsrakenteita valmistavia tuotantolaitoksia on Suomessa viisi, entisen Naaraharjun ollessa yksi näistä. Kaikille näille tuotantolaitoksille on myönnetty sertifikaatti tuotteiden CE-merkintään standardin EN 1090-1 mukaan.

Normekin liikevaihto on noin 100 miljoonaa euroa ja henkilökuntaa on noin 400, joista Naarajärvellä työskentelee noin 100 henkilöä.

## 2 TOIMINNAN- JA TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ

### 2.1 Enterprise Resource Planning, ERP

ERP-järjestelmä käsitetään yleisesti yrityksen toiminnanohjausjärjestelmänä. Tietokantapohjainen järjestelmä sisältää yrityksen keskeisimmät toiminnot ja on perinteisesti keskittynyt talousjohtamisen näkökannalta oleellisiin toimintoihin. Näitä toimintoja ovat muun muassa myynti, hankinta, laskutus ja palkkojenmaksu. (Teittilä 2008, 12.)

ERP-järjestelmien ohjelmistot ovat pääasiassa modulaarisia, eli niitä voidaan ottaa käyttöön vaikka toiminto kerrallaan. Toiminnallisuuksittain ohjelmistojen osat jaetaan tyypillisesti tuotantoon, myyntiin, hankintoihin ja taloushallintoon. Lisättävinä osina osissa järjestelmiä on myös projektinhallinta, henkilöstöhallinta, markkinointi ja huolto. Nämä toiminnot yhdistää yhteinen tietokanta, johon data kerätään. Moduulit ovat ikään kuin ohjelmia, joilla lisätään tietoa tietokantaan ja saadaan sieltä ulos tietoa yhdistelemällä eri toimintojen tuottamaa tietoa.

ERP-järjestelmissä tuotannonohjaus tarkoittaa usein sitä, että tuotettavat rakenteet vaiheineen saadaan kyllä esitettyä, mutta töistä ei voida rakentaa työjonoja. Tästä syystä kuormituksen hallinta on tasolla, jolla voidaan nähdä resurssien kokonaistunnit ja valmistuksen toteuttamiseen tarvittavat tunnit. Kuitenkin esimerkiksi ongelmakohtien hahmottaminen siten, että havaitaan ajoissa missä vaiheessa resurssien riittävyys on ongelmana, on puutteellista. (Hemilä, Pötry & Häkkinen 2009, 28.)

Hemilä ym. (2009) esittää ajatuksen että, ERP-kehityksen kannattaisi kulkea talouden, materiaalihallinnon ja johdon raportointia kohden ja tuotannonohjausta hallita omassa järjestelmässään. Nämä erilliset järjestelmät voidaan integroida tarvittavalla tasolla keskenään.

### 2.2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus on yksi osa toiminnanohjausta. ERP-järjestelmissä on yleensä tuotannonohjaukseen tarkoitettu moduuli. Tässä raportissa käsitellään erityisesti järjestelmän tuotannon resurssisuunnittelun ja – hallinnan ominaisuuksia. Tuotannonohja-

uksen tasoista käsitellään aikataulutus- ja ohjaustasoja. Tuotannon karkeasuunnittelu yrityksessä päätettiin tehdä vielä vakiintuneilla tavoilla, Excel-taulukkojen avulla.

### 2.3 Manufacturing Execution System, MES

MES-järjestelmällä tarkoitetaan valmistuksen ohjausta. Koska ERP- järjestelmillä suunnitellaan tuotannon ohjaamista, tarvitaan järjestelmä, jolla voidaan ohjata tehdastasolla resursseja. Resursseilla tässä tapauksessa tarkoitetaan koneita ja henkilöitä. Tuotannossa, jossa on automaatiojärjestelmiä, MES-järjestelmä on ERP-järjestelmän ja automaatiojärjestelmien välillä. Sellaisessa tuotannossa MES-järjestelmiä voidaan käyttää lähes reaaliaikaiseen tuotannon seuraamiseen.

Toiminnanohjausjärjestelmä ja valmistuksenohjausjärjestelmien välinen raja ei ole selkeä. Kuitenkin järjestelmillä pyritään seuraamaan prosesseja eri tasolla. Valmistuksenohjauksessa tarvitaan tuotannosta tietoa nopeammin ja lyhyemmältä aikajaksolta kuin toiminnanohjausjärjestelmässä. Lisäksi valmistuksenohjauksessa ei yleensä seurata kustannuksia rahayksiköissä, mutta tuotannonohjauksessa tärkein tarkkailtava yksikkö ilmoitetaan rahana.

MES-järjestelmässä mallinnetaan tuotteiden valmistusprosessit. Valmistusprosessissa määritellään kaikki tarvittavat vaiheet, niiden tarvitsemat resurssit ja eri vaiheiden hierarkkiset järjestykset. ERP-järjestelmästä tulevien tuotantotarpeiden perusteella MES-järjestelmässä tehdään tuotantosuunnitelmat. Tuotantosuunnitelmat tehdään tuotantotilauksien mukaan, joissa on määritelty tarvittavat resurssit ja tuotettavat tuotteet ja ajoitukset.

### 3 NORMEK OY:N TUOTTEET JA TAPA TOIMIA

#### 3.1 Tuotteet

Normek Oy:llä ei ole omia tuotteita, vaan se toimii alihankintakonepajana. Tilauksia käsitellään projekteina. Projektin laajuus vaihtelee yhdestä toimitettavasta kokoonpanosta (laitevalmistus) usean teollisuusrakennuksen runko- ja ulkokuoritoimitukseen. Projektien pituudet vaihtelevat muutamasta viikosta aina useampaan vuoteen.

Yrityksen pääasiallinen tuotanto koostuu hitsatuista teräsrakenteista. Lisäksi tuotantoon sisältyy vaihtelevissa määrin automaattivarastojen komponentteja, junan vaunujen runkojen, lastinkäsittelylaitteiden ja konttivoimaloiden alihankintavalmistusta.

Hitsattujen teräsrakenteiden tuoterakenteet ovat suurimmaksi osaksi hyvin yksinkertaisia. Ne koostuvat raaka-aineista, alihankittavista komponenteista ja muutamista työvaiheista. Toimitettavia tuotteita on projektikohtaisesti hyvin useita erilaisia ja eri määriä.

Laitevalmistuksen rakenteet taas koostuvat hyvin monista erilaisista hankittavista ja valmistettavista komponenteista. Kyseiset rakenteet sisältävät myös useampia työvaiheita.

#### 3.2 Tuotannontyövaiheet ja tuotesuunnittelu

Työvaiheita on ryhmitelty siten, että useampi työvaihe on ryhmitetty yhdeksi ohjattavaksi kokonaisuudeksi. Valmistusaikojen laskettaessa ei lasketa yksittäisen vaiheen aikaa, vaan kokonaisaikaa kyseiselle vaiheiden ketjuille. Esimerkiksi raskasosa1-ryhmään sisältyy työvaiheet levyosien polttoleikkaus tai mekaaninen leikkaus, sekä osien poraukset.

Yritys ei tee tuotesuunnittelua lainkaan. Valmistus toteutetaan asiakkaan toimittamilla piirustuksilla tai mikäli kauppa on tehty tuoteosakauppana, yritys ostaa suunnittelu- ja palvelun joltakin suunnittelutoimistolta.

## 4 NORMEK Oy:n KÄYTÖSSÄ OLLEET JÄRJESTELMÄT


### 4.1 Laskentataulukot

Töiden avaukseen käytettiin Excel – taulukkolaskentaohjelmaa. Sen avulla tehtiin mallityökirja, joka kopioitiin ja täytettiin kulloinkin tarvittavilla tiedoilla.

Työkirja sisälsi yhdeksän taulukkoa. Jokainen kuormitettava työvaihe oli omissa taulukoissaan. Käytettäviä työvaiheita olivat; koneistus, kevytosa, raskasosa1, raskasosa2, hitsaus, robottihitsaus, pintakäsittely ja kokoonpano. Lisäksi työkirjassa oli viimeisenä taulukko, johon koottiin muista taulukoista oleellimmat tiedot. Tämän koonti-taulukon tiedot siirrettiin työtuntitiedonkeräysjärjestelmään, jonka nimi oli Jotbar.

#### 4.1.1 Taulukon työmääräinosa

Exceliä käytettiin työmääräimien luomiseen. Kuvassa 1 on esitetty hitsausvaiheen työmääräin. Näitä taulukoita täytettiin manuaalisesti siten, että piirustuksissa olevat tiedot syötettiin tarvittavilta osin taulukoihin. Hitsaustaulukossa esitettyjen kokoonpanojen kaikki valmistettavat komponentit syötettiin tähän samaan työkirjaan omille välilehdilleen, riippuen valmistettavan komponentin valmistustavasta.

NAARAHARJU OY		Hitsaus etusivu SEURANTALOMAKE				Lähti Pvm. Kta 29.7.2010						
Tilaaaja/Valmäärä/Pariteetti		Työnrä	Työn alana	Urakkaan	Ryhmä	Pila3 001 002 003 004		Valm. vko	Normaalko h			
Kevitsan runkourakka		005486	1000	0214	04			33/2010	334,6			
Piirre	Jaukon/Osien nimi	Viite			Tilattu määrä yhteensä	Aloituspvm.	Valm. pvm.					
	Jauhatus	pilarit linja 1			4	23.7.2010	20.8.2010					
	Kpl kyllä/sivulla											
Osan tunnus	Osan nimi	Mater.	Muoto, mität	Työväike	KPL	Varastopaikka	Pvm	Pvm, kuitt				
C1-40	HEA-pilaro		HEA280 2110x23290	hitsaus	1	EP280/3 Ral1006						
C1-41	HEA-pilaro		HEA280 2110x23290	hitsaus	1	EP280/3 Ral1006						
C1-42	HEA-pilaro		HEA280 2110x23290	hitsaus	1	EP280/3 Ral1006						
C1-49	HEA-pilaro		HEA280 2110x23290	hitsaus	1	EP280/3 Ral1006						
Osan tunnus		c1-40	c1-41	c1-42	c1-49	Tehty määrä						
TYÖNTEKIJÄ	PÄIVÄYS	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	Kpl	HUOMAUTUKSIA
<b>TEHTY YHTEENSÄ</b>												
<b>Edeltävät työvaiheet:</b>												
<input type="checkbox"/> Kevytosantelo <input checked="" type="checkbox"/> Raskasosantelo1 <input checked="" type="checkbox"/> Raskasosantelo2 <input type="checkbox"/> Koneistus												
<b>Tehdyt edeltävät työvaiheet:</b>												

Kuva 1. Hitsauksen työmääräin.

Työmääräin koostui otsikko-, tuote-, seuranta- ja informaatio-osista.

Ylhäällä vihreällä pohjalla on otsikko-osa, jossa kerrottiin kyseisen työmääräimen tiedot projektista, suunnitelluista tunneista, valmistukseen liittyvistä päivistä, sekä työmääräimen laatija.

Keskellä oli tiedot tämän työmääräimen mukaan valmistettavista komponenteista. Komponenteista annettiin koodi ja nimitystietoja, valmistettava lukumäärä, tehtävä työ ja varastopaikka. Varastopaikka hitsaustyö­määräimellä oli kyseisen komponentin pintakäsittelyjärjestelmä värisävyineen.

Keskellä alempana on työntekijän täyttämä seurantaosa. Tähän osaan työntekijä kuittasi nimikirjaimillaan valmistamiensa komponenttien lukumäärän päiväyksineen.

Sivulla alimpana on informaatio-osa, jossa ilmoitettiin edeltävät työvaiheet. Tämä oli työn­johdon käytössä siten, että he merkitsivät siihen kun edeltävä työvaihe oli valmis. Kun kaikki edeltävät työvaiheet olivat valmiina, voitiin tämä seuraava työvaihe laittaa tuotantoon.

## 4.1.2 Taulukon työmääränlaskentaosa

Taulukossa, josta työmääräin tulostettiin, oli myös työvaiheen keston laskentaosa (kuva 2).

Normiaikalaskennan mukainen läpimeno hitsauksessa. Massat eivät ole aina samat kuin osanteossa. Massat eivät ole tarkistettuja.														
Yhteensä: 19713 kg													kg/h tällä lomakkeella	
Rivikoh- tainen aika h/rivi	Hitsaus Valmistettavan kappaleen ominaisuudet											Mahdoll. rivikoh- tainen lisätyö h/rivi		
	Raken- teen paino (kg)	Osien lkm < 20 kg (kpl)	Osien lkm > 20 kg (kpl)	Hitsi- saumat < a4 (m)	Hitsi- saumat < a6 (m)	Hitsi- saumat > a6 (kg)	Katko- hitsaus (m)	Jauhekaa- rihitsaus (m)	Juuren avaus (m)	Poltto- leikkaus (m)	Tasoi- hionta sa. + sä. (m)		Jigityö (kyllä =1)	
4902	57	23	40,612	9,744	5,142	8,276	0	7,28	28,26	34,916				
4902	57	23	40,612	9,744	5,142	8,276	0	7,28	28,26	34,916				
4899	59	23	40,612	8,984	5,142	8,276	0	7,28	28,26	34,916				
5010	62	23	38,892	8,984	7,491	8,276	0	7,28	36,666	43,322				
0,0														
0,0														
0,0														
0,0														
0,0														
0,0														

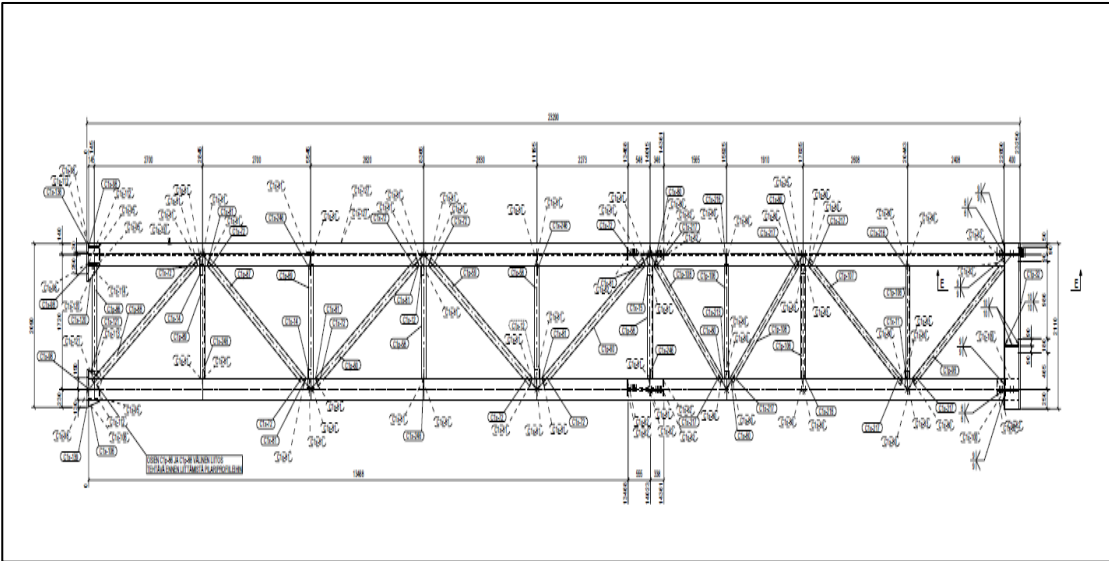
Kuva 2. Komponenttien työmääränlaskentaosa.

Laskentaosa sisälsi sarakkeet laskennassa käytetyille muuttujille. Valmistettavasta komponentista esiintyvät suuret laskettiin yhteensä omiin sarakkeisiinsa.

Esimerkiksi kuvassa 2 on hitsaustyövaiheen laskentaosa. Komponentti on esitetty kuvassa 3. Kyseisen komponentin kokonaispaino on 4902 kg. Alle 20 kg painavia osia siinä 57 kpl ja yli 20 kg painavia osia on 23 kpl. Hitsattavaa pilarissa on seuraavasti;

- pienahitsiä, jossa saumakoko on alle a6, on 40 612 mm
- pienahitsiä, jossa saumakoko on a6, on 9 744 mm
- suurempia saumoja siten, että lisäaineen kulutus on 5,142 kg
- katkohitsiä on 8,276 m
- hitsaussauman juurenaavausta hiilellä 7,28 m
- polttoleikattavaa (esim. viisteiden ja kolojen tekoa) on 28,26 m
- hiontaa 34,916 m

Jokaiselle muuttujalle oli oma kertoimensa, jolla määriteltiin kunkin suorituksen kesto suhteessa toisiin muuttujiin. Näistä suureista laskettiin tulojen summa, joka kerrottiin apuaikakertoimella ja saatiin kyseisen komponentin suunniteltu valmistusaika. Pilarille C1-40 (kuva 3) suunniteltu valmistusaika on ollut 1181,6 tuntia. Laskentakaavat on siirretty sellaisenaan PlannerLiteen.



Kuva 3. Pilari C1-40.

#### 4.2 Tiedon siirto Excel-työkirjoista Jotbariin

Excel-työkirjojen koonti-välilehtien tietojen keräämiseen oli tehty Excel-makrot. Kyseiset makrot olivat erillisellä työasemalla, joka kävi läpi kaikki tiettyssä hakemistossa olleet työkirjat ja keräsi niistä koonti-aulukossa olleet tiedot yhdeksi tiedostoksi.

Kyseisen tiedoston osa on esitetty kuvassa 4. Tiedosto oli csv-tiedostotyyppinen eli siinä oli pilkulla eroteltu rivien tietokentät toisistaan. Tietokentät olivat seuraavat; työntunniste, projektin nimi, tuote, nimen tarkenne, palkkalaji, kappalemäärä, suunnitellut tunnit, suunniteltu aloituspäivämäärä, suunniteltu valmistumispäivämäärä ja massa. Tätä tiedonsiirtomallia käytetään myös vietäessä tietoja PlannerLitestä.



0054861000021404,kevitsan	runkourakka,pilarit	linja 1,jauhatus,004,0004,0,00035	29072010,20082010,0000000000019713,0000000
0054861000021409,kevitsan	runkourakka,pilarit	linja 1,jauhatus,004,0004,0,00002	29072010,20082010,0000000000000000,0000000
0054861000021403,kevitsan	runkourakka,pilarit	linja 1,jauhatus,004,0264,0,00016	29072010,20082010,0000000000000000,0000000
0054861000021304,kevitsa	runkourakka,pilarit	,jauhatus,004,0072,0,00085	29072010,13072010,0000000000002636,8000000
0054861000021309,kevitsa	runkourakka,pilarit	,jauhatus,004,0072,0,00013	29072010,13072010,0000000000000000,0000000
0054861000021303,kevitsa	runkourakka,pilarit	,jauhatus,004,0392,0,00016	29072010,13072010,0000000000000000,0000000
0054861000450007,kevitsa	runkourakka,terasakenteet	,jauhatus,001,0000,0,00000	19072010,28022011,0000000000000000,0000000
0054861000020805,kevitsa	runkourakka,rapapalkkitahtiot	,jauhatus,004,0015,0,00000	19072010,30072010,0000000000000000,0000000
0054861000020803,kevitsa	runkourakka,rapapalkkitahtiot	,jauhatus,004,0045,0,00071	19072010,30072010,0000000000000000,0000000
0054831000019209,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE 2,muutososat,004,0008,0,00003	28062010,29062010,0000000000000000,0000000
0054831000019203,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE 2,muutososat,004,0052,0,00006	28062010,29062010,0000000000000000,0000000
0054831000017404,Paakkola	siltakuljetin,SE5	ja SE6-8,hinnakkannakkeet,004,0014,0,00041	01062010,01062010,0000000000000000,0000000
0054831000017409,Paakkola	siltakuljetin,SE5	ja SE6-8,hinnakkannakkeet,004,0022,0,00008	01062010,14062010,0000000000000000,0000000
0054831000017403,Paakkola	siltakuljetin,SE5	ja SE6-8,hinnakkannakkeet,004,0028,0,00003	01062010,14062010,0000000000000000,0000000
0054831000017304,Paakkola	siltakuljetin,paluurullat	suorat,kannatinpari,004,0008,0,00004	01062010,09062010,00000000000004045,6000000
0054831000017309,Paakkola	siltakuljetin,paluurullat	suorat,kannatinpari,004,0008,0,00001	01062010,07062010,0000000000000000,0000000
0054831000017303,Paakkola	siltakuljetin,paluurullat	suorat,kannatinpari,004,0024,0,00002	01062010,07062010,0000000000000000,0000000
0054831000016305,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	2,001,0004,0,00000	27052010,18062010,0000000000000000,0000000
0054831000016304,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	2,004,0001,0,00954	27052010,30062010,0000000000004992,0000000
0054831000016309,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	2,004,0264,0,00045	27052010,10062010,0000000000000000,0000000
0054831000016303,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	2,004,0465,0,00096	27052010,10062010,0000000000000000,0000000
0054831000016302,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	2,004,0110,0,00014	27052010,10062010,0000000000000000,0000000
0054831000016204,Paakkola	siltakuljetin,SE2;	SE3 ja liitososat,välipalkit,004,0030,0,00043	27052010,02062010,0000000000005075,0000000
0054831000016209,Paakkola	siltakuljetin,SE2;	SE3 ja liitososat,välipalkit,004,0050,0,00012	27052010,02062010,0000000000000000,0000000
0054831000016203,Paakkola	siltakuljetin,SE2;	SE3 ja liitososat,välipalkit,004,0060,0,00000	27052010,02062010,0000000000000000,0000000
0054831000016109,Paakkola	siltakuljetin,kuljetinlohkot,	levyosat,004,0006,0,00008	02062010,04062010,0000000000000000,0000000
0054831000016103,Paakkola	siltakuljetin,kuljetinlohkot,	levyosat,004,0664,0,00114	26052010,30062010,0000000000000000,0000000
0054831000016102,Paakkola	siltakuljetin,kuljetinlohkot,	levyosat,004,0180,0,00014	26052010,30062010,0000000000000000,0000000
0054831000016005,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	3,001,0010,0,00000	27052010,10062010,0000000000000000,0000000
0054831000016004,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	3,004,0001,0,01128	27052010,17062010,000000000054810,0000000
0054831000016009,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	3,004,0227,0,00042	27052010,07062010,0000000000000000,0000000
0054831000016003,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	3,004,0422,0,00100	27052010,07062010,0000000000000000,0000000
0054831000016002,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE	3,004,0114,0,00011	27052010,07062010,0000000000000000,0000000
0054831000015904,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE4,käytön konsooli,004,0006,0,00065	24052010,08062010,0000000000002589,3000000
0054831000015909,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE4,käytön konsooli,004,0028,0,00007	24052010,31052010,0000000000000000,0000000
0054831000015903,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE4,käytön konsooli,004,0084,0,00011	24052010,31052010,0000000000000000,0000000
0054831000015902,Paakkola	siltakuljetin,lohko	SE4,käytön konsooli,004,0008,0,00005	24052010,31052010,0000000000000000,0000000
0054831000015309,Paakkola	siltakuljetin,kuljetinlohkot,	nosturirikiskot,004,0082,0,00057	18052010,09062010,0000000000000000,0000000
0054831000015204,Paakkola	siltakuljetin,SE2	ja SE3 (82 m) 2 kpl,hinnakkannakkeet,004,0028,0,00073	18052010,31052010,00000000000008360,4000000
0054831000015209,Paakkola	siltakuljetin,SE2	ja SE3 (82 m) 2 kpl,hinnakkannakkeet,004,0060,0,00020	18052010,25052010,0000000000000000,0000000
0054831000015203,Paakkola	siltakuljetin,SE2	ja SE3 (82 m) 2 kpl,hinnakkannakkeet,004,0056,0,00007	18052010,25052010,0000000000000000,0000000
0054831000015004,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE1	2 kpl (3 kpl),004,0502,0,00091	17052010,16062010,0000000000107252,0000000
0054831000015009,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE1	2 kpl (3 kpl),004,0502,0,00091	17052010,02062010,0000000000000000,0000000
0054831000015003,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE1	2 kpl (3 kpl),004,0740,0,00124	17052010,02062010,0000000000000000,0000000
0054831000015002,Paakkola	siltakuljetin,siltalohko,SE1	2 kpl (3 kpl),004,0248,0,00018	17052010,02062010,0000000000000000,0000000
0054831000014904,Paakkola	siltakuljetin,SE3;SE5;SE6	ja SE8,liitoskorvakkeet,004,0010,0,00100	17052010,08062010,0000000000005320,0000000
0054831000014902,Paakkola	siltakuljetin,SE3;SE5;SE6	ja SE8,liitoskorvakkeet,004,0054,0,00017	17052010,08062010,0000000000000000,0000000

Kuva 4. Siirtotiedoston osa.

### 4.3 Jotbar

Yrityksellä oli käytössään työntekijöiden työajan keräysjärjestelmänä Jotbar. Työmääräimessä olevaa viivakoodia käytettiin Jotbariin viedyn työn tunnistamiseen. Jotbarin käyttöön ei tullut muutosta PlannerLiten käyttöönnoton myötä.

Työntekijät leimasivat työnvaihdot ja viivakoodilukijalla tunnistettiin mitä työtä henkilö alkoi tehdä. Henkilön työtunnit kertyivät tälle työlle niin kauan kunnes hän teki seuraavan työnvaihdon.

Työmääräimestä Jotbariin tuodut tiedot näkyvät kuvissa 5 ja 6. Kuvassa 5 näkyy miten työntunniste on tietueen yksilöivänä osana. Samassa näkymässä on myös työhön liittyvien selitteiden näkymät. Kuvassa 6 näkyy miten suunnitelmat ovat toteutuneet. Tässä työssä laskettu aika on poikennut toteutumasta noin kolme prosenttia, mutta toteutunut alkupäivämäärä on myöhästynyt suunnitellusta viisi päivää. Valmistuminen on taas tapahtunut jopa yli kuukauden myöhemmin kuin on suunniteltu. Kyseessä ei ole ollut kriittinen valmistuspäivä tai tuotteisiin on mahdollisesti tehty korjaus- tai muutostöitä ennen lähetystä.

Työ	Nimi	Tekop	Su alkupvm	To alkupvm	Tila	Tot. h	Su. h.	Vuororesurssi kpl	Työn Kgt
X 005486-1000-0214-04	Kevitsan runkourakka	04	29.07.2010	03.08.2010	9	324.03	335.00		19713.00

Seuraava Edellinen Sama kirjaint.

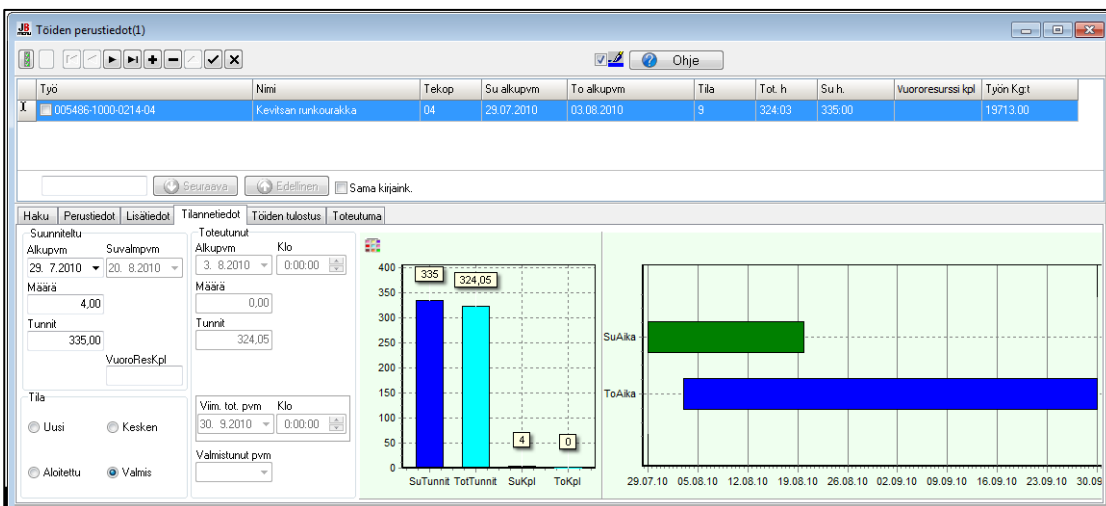
Haku Perustiedot Lisätiedot Tilannetiedot Töiden tulostus Toteutuma

Työ: 005486-1000-0214-04  
 Nimi: Kevitsan runkourakka  
 Nimi 2: pilari linja 1  
 Tuote: Jauhatus  
 Tekopaikka: Kustannuspaikka  
 Palkkalaji: 004 Palkkiotyö

Urakkanro: Vastuuosio: Työtyyppi: A kiire, B normaali, C ei kiireellinen

Työtilat: 040 Vrk ylityö 50 %, 041 Vrk ylityö 100 %, 045 Vko ylityö 50 %, 046 Vko ylityö 100 %, 060 Ilta vuorolisa, 050 Sunnuntailisa, 052 Viikkolepo korvaus, 062 Yövuorolisa

Kuva 5 Jotbarin töiden perustiedot näkymä.



Kuva 6. Jotbarin työn tilannetiedot näkymä.

#### 4.4 Liinos 7

Varsinaisena toiminnanohjausjärjestelmänä oli käytössä Visman toteuttama L7 – järjestelmä. Tätä järjestelmää käytettiin ostojen ja myynnin hallintaan, palkanmaksuun ja projektien kustannusseurantaan.

Jotbarissa kerätty tuntitieto vietiin siirtotiedoston kautta L7 – järjestelmään. Siirtotiedoston osa on esitetty kuvassa 7. Tiedostossa tietueet on eroteltu puolipisteellä. Kenttien tietosisällöt ovat seuraavat; työntekijän tunnistenumero, tapahtumapäivämäärä,

palkkalaji, projektinnumero, littera, urakkanumero, työvaihe, tuntimäärä, tuntien tulkin-  
tatieto, palkkion maksun yhteydessä tuleva tuntihinta.

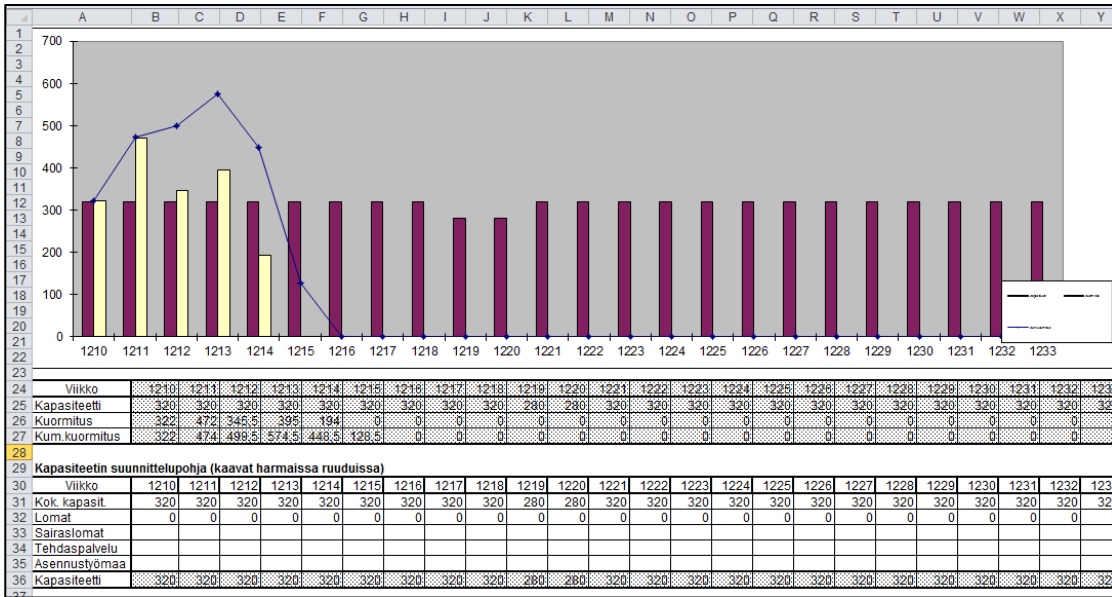
1120;23.04.2012;060;008920;3013;2238;04;000,2000;L;00,00
1150;23.04.2012;004;008790;3099;2256;03;004,1000;N;00,00
1150;23.04.2012;060;008790;3099;2256;03;004,1000;L;00,00
1150;24.04.2012;004;008800;3010;2198;03;001,2000;N;00,00
1150;24.04.2012;060;008800;3010;2198;03;001,2000;L;00,00
1150;25.04.2012;004;008800;3010;2198;03;000,1000;N;00,00
1150;25.04.2012;060;008800;3010;2198;03;000,1000;L;00,00
1155;26.04.2012;004;008790;3099;2299;03;002,3500;N;00,00
1223;23.04.2012;004;008790;3010;2167;04;008,0000;N;00,00
1223;24.04.2012;004;008790;3010;2167;04;008,0000;N;00,00
1223;25.04.2012;004;008790;3010;2167;04;008,0000;N;00,00
1223;26.04.2012;004;008790;3010;2167;04;008,0000;N;00,00
1223;27.04.2012;004;008790;3010;2167;04;008,0000;N;00,00
1225;23.04.2012;001;008800;3010;1514;07;003,8500;N;00,00
1225;25.04.2012;001;008780;3010;4500;07;001,3500;N;00,00
1255;23.04.2012;004;008920;3013;2238;04;008,0000;N;00,00
1255;23.04.2012;060;008920;3013;2238;04;008,0000;L;00,00
1255;24.04.2012;004;008920;3013;2238;04;000,4000;N;00,00
1255;24.04.2012;060;008920;3013;2238;04;000,4000;L;00,00
1285;23.04.2012;004;008920;3013;2238;04;008,0000;N;00,00

Kuva 7. Siirtotiedoston osa palkanmaksuun.

Kyseinen siirtotiedosto luettiin L7 – järjestelmään, jonka kautta hoidettiin palkanlas-  
kenta ja maksu. Lisäksi tätä kautta tuleva tieto kerrytti tunteja ja kustannuksia projek-  
teille. L7 – järjestelmän ja Jotbarin väliseen tiedonsiirtoon ei tehty muutoksia Plan-  
nerLiten käyttöönotossa.

#### 4.5 Kuormituksen seuranta

Kuormitusta seurattiin Excel taulukolla ja kaaviolla. Tähän taulukkoon syötettiin ma-  
nuaalisesti ja työmääräinakohtaisesti suunnitellut tunnit ja viikot. Kuvassa 8 näkyy ky-  
seinen kuormituskaavio.



Kuva 8. Kuormitustaulukko ja -kaavio.

#### 4.6 Projektiseuranta

Tuotantoprojektin suunniteltujen ja toteutuneiden tuntien seuranta varten työmääräimien tuntitiedot syötettiin myös keskentaulukkoon. Tämän taulukon tarkoituksena oli seurata projektikohtaisesti suunniteltuja ja toteutuneita tunteja

Tietojen/lurakoiden syötösolu		Yhteensä		Kevyysosanteko				Raskasosanteko 1				Raskasosanteko 2				Hitsaus							
Palkkion maksun tila	T	U	Tilaja	Jaksen/Osan nimi	Huom.	Norm	Kaivt	Palk kio	Val mis	Val m vko	Norm aika h	Kaivt aika h	Palk kio	Val mis	Val m vko	Norm aika h	Kaivt aika h	Palk kio	Val mis	Val m vko	Norm aika h	Kaivt aika h	
5	XXXXXXX	5486	208	Keivitsa	ratapalkit aihiot			71,3															
6	XXXXXXX	5486	213	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus	113,9																
7	XXXXXXX	5486	214	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 1	351,9																
8	XXXXXXX	5486	215	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 7	120,3																
9	XXXXXXX	5486	216	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 7	531,2																
10	XXXXXXX	5486	217	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 2-3	105,6																
11	XXXXXXX	5486	218	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 2-3	693,7																
12	XXXXXXX	5486	219	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 1	182,1																
13	XXXXXXX	5486	220	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 1	584,7																
14	XXXXXXX	5486	221	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 7	111,7																
15	XXXXXXX	5486	222	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 7	669,7																
16	XXXXXXX	5486	223	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 2-3	101,1																
17	XXXXXXX	5486	224	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 2-3	748,9																
18	XXXXXXX	5486	225	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 1	167,1																
19	XXXXXXX	5486	226	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 1	519,6																
20	XXXXXXX	5486	227	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 7	134,2																
21	XXXXXXX	5486	228	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 7	727,9																
22	XXXXXXX	5486	229	Keivitsa	pilariin siteet	Jauhatus linja 2-3	118,3																
23	XXXXXXX	5486	230	Keivitsa	pilariit	Jauhatus linja 2-3	1036,9																
24	XXXXXXX	5486	232	Keivitsa	ratapalkit	Jauhatus	666,4																
25	XXXXXXX	5486	233	Keivitsa	HEB ratapalkit	Jauhatus	406,2																
26	XXXXXXX	5486	239	Keivitsa	pp120x4 siteita	Jauhatus seinä	101,2																
27	XXXXXXX	5486	240	Keivitsa	pp120x4 siteita	Jauhatus seinä	74,6																
28	XXXXXXX	5486	241	Keivitsa	pp120x4 siteita	Jauhatus seinä	43,0																
29	XXXXXXX	5486	242	Keivitsa	pp180x6 siteita	Jauhatus seinä	89,0																
30	XXXXXXX	5486	243	Keivitsa	pp200x6 ja pp200x8 siteita	Jauhatus seinä	99,8																
31	XXXXXXX	5486	244	Keivitsa	pp250x8 siteita	Jauhatus seinä	92,6																
32	XXXXXXX	5486	255	Keivitsa	pilariin ylaosat	Jauhatus linja 1	227,8																
33	XXXXXXX	5486	256	Keivitsa	pilariin ylaosat	Jauhatus linja 7	213,5																
34	XXXXXXX	5486	258	Keivitsa	siteet ylaosat	Jauhatus	86,6																
35	XXXXXXX	5486	259	Keivitsa	siteet ylaosat	Jauhatus	50,1																

Kuva 9. Projektien tuntiseuranta taulukko.

## 4.7 Toimitusluettelo

Projektin toimitettavien kokoonpanojen hallintaa varten täytettiin projektikohtaista toimitusluettelotaulukkoa. Tähän taulukkoon kerättiin toimitettavat kokoonpanot osatyypeittäin hitsauksen työmääräimistä. Taulukon sisältö on esitetty kuvassa 10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			Työ 5486						
2			Jauhatus						
3									
4		ristikkopilarit		kpl	kg/kpl	urakka			
23	C1 - 28	HEA-pilari	HEA280 2175x25850	1	5844	222			
24	C1 - 29	HEA-pilari	HEA280 2070x25850	2	5661	228			
25	C1 - 30	HEA-pilari	HEA280 2070x25850	1	5660	228			
26	C1 - 31	HEA-pilari	HEA280 2175x25850	1	5942	222			
27	C1 - 32	HEA-pilari	HEA280 2175x25850	1	5971	222			
28	C1 - 33	HEA-pilari	HEA280 2070x25850	1	5603	228			
29	C1 - 34	HEA-pilari	HEA280 2175x25850	1	5755	222			
30	C1 - 35	HEA-pilari	HEA280 2070x25850	1	5769	228			
31	C1 - 36	HEA-pilari	HEA280 2070x25850	1	5605	216			
32	C1 - 37	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5102	220			
33	C1 - 38	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5090	220			
34	C1 - 39	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5057	220			
35	C1 - 40	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4902	214			
36	C1 - 41	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4902	214			
37	C1 - 42	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4899	214			
38	C1 - 42	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	3	4899	226			
39	C1 - 43	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4899	226			
40	C1 - 44	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5145	220			
41	C1 - 45	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5133	220			
42	C1 - 46	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4980	226			
43	C1 - 47	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4984	220			
44	C1 - 48	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	4975	226			
45	C1 - 49	HEA-pilari	HEA280 2110x23290	1	5010	214			
46									
47		ratapalkit		kpl	kg/kpl	urakka			
48	H1-1	HEA-palkki	HEA340 L=540	4	84	232			
49	H1-2	kulmatanko	L80x10 L=451	16	5	232			
50	H1-3	kulmatanko	L80x10 L=451	16	5	232			
51	H1-4	kulmatanko	L80x10 L=457	2	5	232			
52	H1-5	kulmatanko	L80x10 L=457	2	5	232			
53	H1-6	kulmatanko	L80x10 L=457	14	5	232			
54	H1-7	kulmatanko	L80x10 L=457	14	5	232			
55	H1-8	nosturikisko	40x70 L=1070	6	22	232			
56	H1-9	HI-palkki	HI750.15.10x150.20x300 L=24000	1	7333	232			
<span style="float: left;">3600 Control room alihankinta</span> <span style="float: left;">3800 Electrical room alihank</span> <span style="float: left;">3300 M16 silta alihankinta</span> <span style="float: left;">Valmistus järjestys</span> <span style="float: left;">Rikastamo</span> <span style="float: right;">Jauhatus</span>									

Kuva 10. Ote toimitusluettelosta.

Taulukkoon syötettiin toimitettavan kokoonpanon koodi, nimitys, mitat, kappalemäärä, yksikköpaino ja työmääräimen numero.

## 4.8 Tunnistetut ongelmat

Käytettäessä Excel-työkirjoja tietojen monimuotoinen käytettävyys oli ollut heikko. Heikosta käytettävyydestä johtuen yrityksessä täytettiin useita erillisiä taulukoita, joissa oli osittain samoja asioita esitettynä eri muodoissa.

Tuotteiden valmistuksen työkustannukset saatiin kerättyä ainakin projektikohtaisesti hyvin. Jotbarin raportteja käyttäen saatiin työmääräinkohtaiset valmistusajat hyvin esille ja myös tehokkuudet suhteessa laskettuihin aikoihin.

Varsinaista tuotannonsuunnittelua ajoituksineen ei olemassa olevilla työkaluilla tehty. Tuotannon aikatauluttaminen tehtiin manuaalisesti tulostettujen työkorttien mukaan. Tässä tapauksessa ei otettu kantaa työkuorman ja resurssien riittävyyteen. Lisäksi suunnittelusta tulevan tiedon syöttäminen Excel-taulukoihin vei paljon aikaa.

## 5 PLANNERLITEN KÄYTTÖÖNOTTO

Yrityksen käyttöön hankittu PlannerLite-tuotannonohjausohjelmisto keskittyy helpoon tiedon siirtoon ja oikeanlaiseen ohjaukseen ja kuormitukseen olemassa olevien resurssien perusteella. Ohjelmisto on Javalla ohjelmoitu ja käyttää sql-tietokantaa. Normekilla tietokannaksi valittiin Microsoftin ilmainen sql-express kanta. Ohjelman käyttö tapahtuu internet-selaimella. Käyttäjälle ei tarvitse asentaa muuta kuin Javan käytön mahdollistava lisäosa selaimelle. Tämän jälkeen käyttäjälle pitää antaa oikea osoite, mikä avataan selaimella. Kun käyttäjä siirtyy annetulle sivulle, avautuu kirjautumisikkuna, johon syötetään käyttäjätunnus ja salasana.

### 5.1 Perustiedot

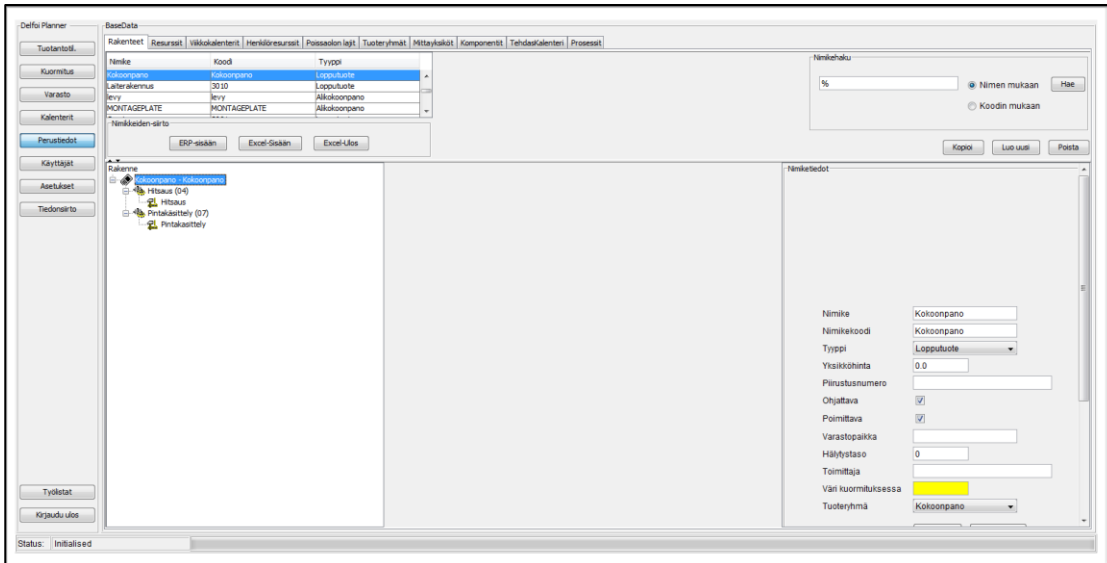
Käyttöönoton ensimmäisenä vaiheena käytiin läpi nykyinen tuotanto. Kartoitettiin olevat resurssit ja tuotteiden valmistuksessa tarvittavat työvaiheet. Näiden perusteella pystyttiin luomaan tarvittavat prosessit, resurssit ja rakenteet.

Perustiedot ovat ohjelmassa sellaista tietoa, jota ei päivittäin tarvitse olla muuttamassa (Delphi Planner Lite käyttöopas, 5). Ilman näiden tietojen oikeaa ymmärtämistä ja varsinkin tietojen oikeellisuuden varmistamista ei ohjelman käytettävyyttä voida taata.

#### 5.1.1 Rakenteet

Valmistusrakenteita voi tehdä useita erilaisia. Kuvassa 11 on esitetty Normek Oy:llä yleisimmin käytetty rakenne. Kyseinen rakenne koostuu hitsaus- ja pintakäsittelytyövaiheista.

Kokoonpanon alle laitetaan siihen liittyvät työvaiheet. Jokaisen työvaiheeseen tulee liittää sitä vastaava resurssi tai resurssiryhmä. Kuvassa olevaan hitsaustyövaiheeseen on liitetty hitsauksen resurssiryhmä. Kappaleessa 5.1.2 on esitetty mitä resursseja hitsauksen resurssiryhmä sisältää.



Kuva 11. Rakenteet.

Normek Oy:n toinen yleisesti käytettävä rakenne sisältää edellisen lisäksi myös jauhekaarihitsaus työvaiheen. Jauhekaarihitsauksella tarkoitetaan yritykselle hankitun palkkihitsauslinjan käyttöä. Tämä työvaihe tapahtuu ennen hitsaustyövaihetta.

## 5.1.2 Resurssit

Perustietojen oleellisimpina asioina on perustaa yrityksen resurssit oikein. Töitä kuormitetaan erilaisten resurssien mukaan.

### 5.1.2.1 Koneresurssit

PlannerLiten sanastossa resursseilla tarkoitetaan koneresursseja. Normekilla koneresursseina käytetään tekopaikkoja.

Tekopaikat on jaoteltu hierarkkisesti siten, että jokainen tekopaikka kuuluu johonkin kuormitusryhmään. Kuormitusryhmät taas kuuluvat kuormitusalueeseen, joka yrityksessä käsittää yhden tehtaan.

Tekopaikat on ryhmitelty yrityksen kannalta oleellisiin kuormitusryhmiin ja kuormitusryhmien alla olevat tekopaikat ovat samantasoisia eli tehtävä voidaan tehdä kuormitusryhmän sisällä millä tekopaikka hyvänsä.

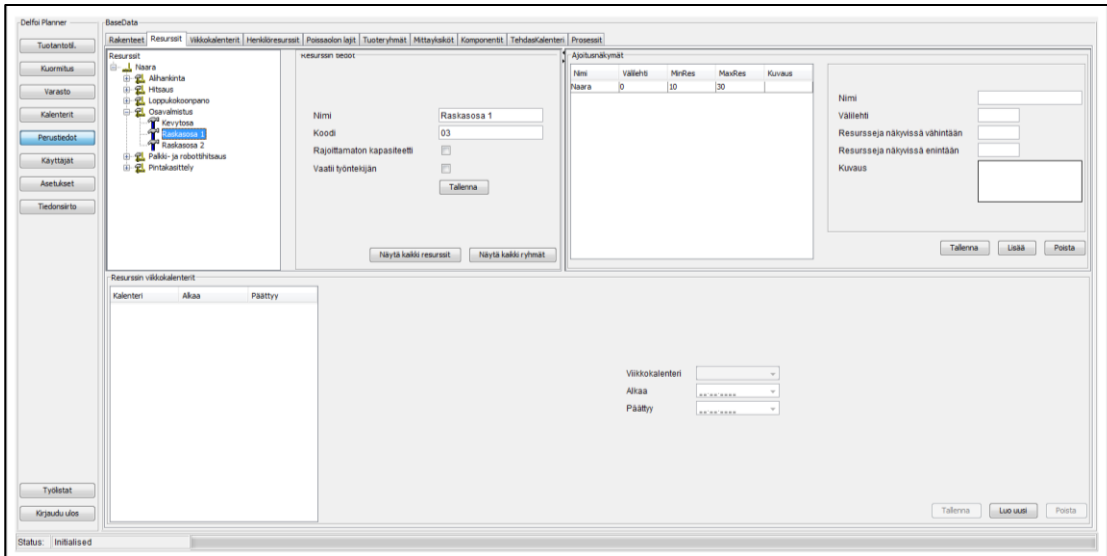


Kuormitusta voidaan seurata ohjelmassa alueen, ryhmän tai tekopaikan tasolla. Näiden kaikkien vaihtoehtojen erilaiset kombinaatiot ovat myös käytössä. Naarajärven tehtaalla tekopaikat on ryhmitelty resurssialueen alle seuraavasti:

- Osavalmistukset
  - o Kevytosa
  - o Raskasosa1
  - o Raskasosa2
- Palkki- ja robottihitsaus
  - o Palkkihitsaus
  - o Robottihitsaus
- Hitsaus
  - o Halli1, paikat 1-7
  - o Halli2, paikat 1-7
  - o Halli3, paikat 1-9
- Pintakäsittely
  - o Raepuhallus
  - o Maalaus
- Mekaaninen kokoonpano
  - o Paikat 1-x

Osavalmistuksessa tehdään ennen hitsausta tehtävät levyosien poltot, leikkaukset, poraukset ja taivutukset. Palkkitavaroiden osalta työvaiheet ovat lähinnä sahaukset ja automaattisella palkkiporalla tehtävät poraukset. Toinen ryhmä koostuu palkki- ja robottihitsauksesta. Kolmas ryhmä on tehtaan suurin ryhmä ja se on käsihitsaus. Tämä ryhmä jakaantuu fyysisesti kolmeen halliin ja sisältää yli kymmenen tekopaikkaa. Neljäntenä ryhmänä on pintakäsittely, joka jakaantuu puhallukseen ja maalaukseen. Viides ryhmä on loppukokoonpano, jota tehdään yrityksessä hyvin vaihtelevasti.

Kuvassa 12 on esitetty yrityksen resurssiryhmät ja osavalmistusr ryhmään sisältyvät tekopaikat.

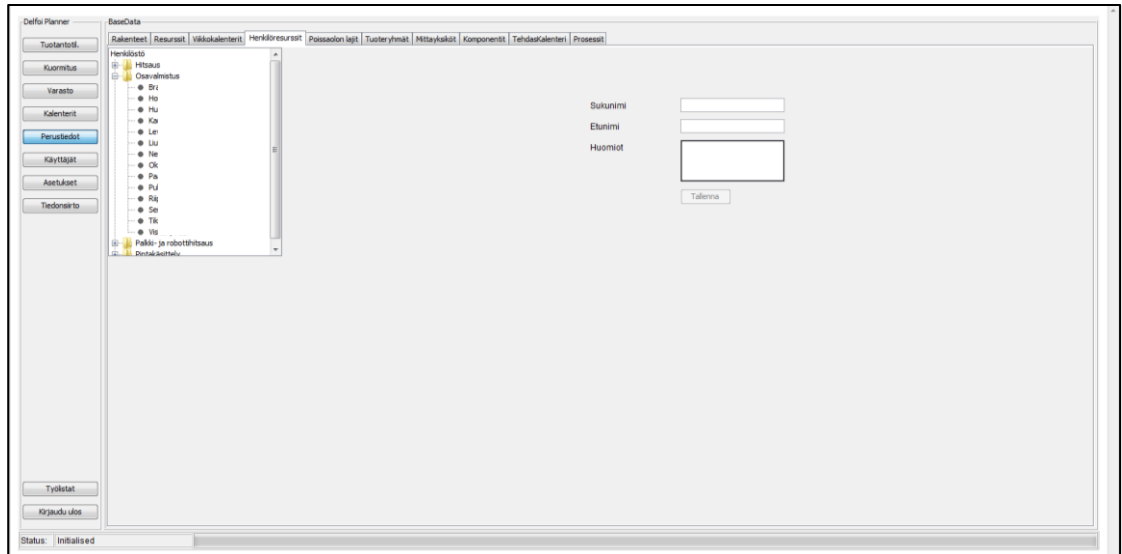


Kuva 12. Koneresurssit eli tekopaikat.

### 5.1.2.2 Henkilöresurssit

Koneressurssien lisäksi tulee määritellä henkilöresurssit. Myös henkilöresursseja voidaan jakaa eri ryhmiin. Kuvassa 13 näkyy osa yrityksen resurssiryhmistä ja osavalmistusr ryhmään kuuluvia henkilöitä.

Henkilöresurssit on ryhmitelty neljään ryhmään. Resurssiryhmät ovat osavalmistus, hitsaus, palkki- ja robottihitsaus ja pintakäsittelyryhmä. Osavalmistuksen henkilöryhmään kuuluvat henkilöt tekevät töitä pääasiassa kevytosa-, raskasosa1- ja raskasosa2-työpaikoilla. Hitsausryhmän jäsenet työskentelevät hallien 1 – 3 työpisteillä. Pintakäsittelyn henkilöryhmän jäsenet työskentelevät pintakäsittelyhallissa, joka on ainakin aluksi perustettu yhtenä työpisteenä. Jatkossa saattaa tulla kysymykseen, että kyseinen paikka jaetaan raepuhallus- ja maalauspaikoiksi. Myös maalauspaikat saatetaan jakaa useammaksi paikaksi, mikäli tulee pystyä tekemään tarkempaa kuormitusta. Palkki- ja robottihitsauksen henkilöt on laitettu yhteen ryhmää. Ryhmän jäsenet työskentelevät noilla kahdella eri työpisteellä. Tämäkin ryhmä saatetaan tarvittaessa jakaa kahtia. Tällä hetkellä näiden ryhmien yhteiskuormitusta tarkkaillaan. Kyseessä on tällöin mekanisoidun hitsauksen tarkastelu.



Kuva 13. Henkilöresurssit.

### 5.1.3 Kalenterit

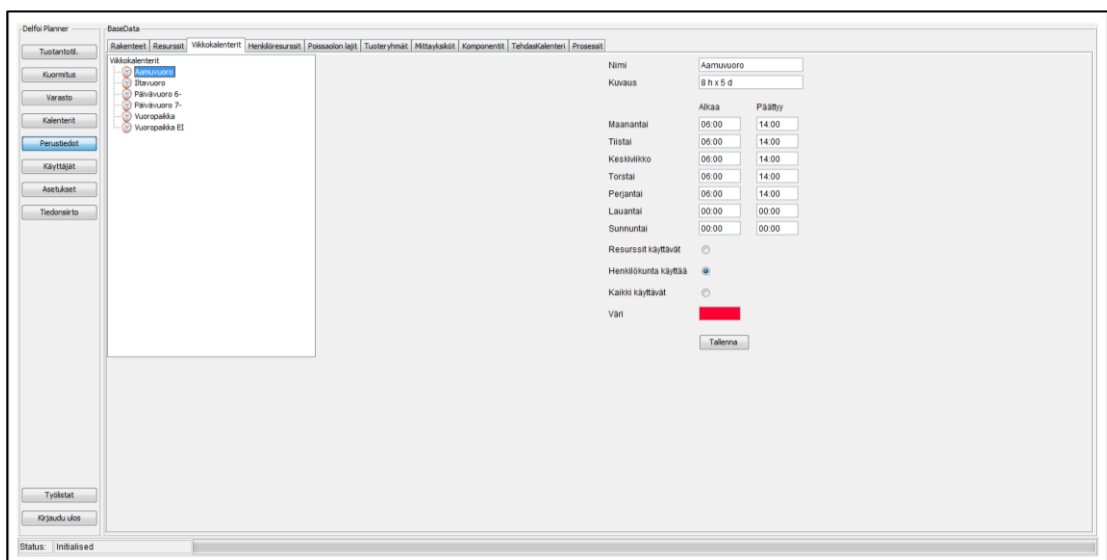
Perustietojen syötössä resurssien jälkeen on vuorossa kalentereiden tekeminen. Ohjelmassa kalentereita käyttää kone- ja henkilöresurssit. Koneresursseille määritellään ajat, jolloin resurssi on käytettävissä. Naarajärvellä tekopaikat on määritelty olevan käytettävissä aina. Henkilöresurssien kalentereihin määritellään milloin kukakin henkilö on töissä. Kuormitusnäkyvässä näytetään tekopaikat ja henkilöt kiinnitetään tekopaikoille. Kyseisiä resursseja voidaan käyttää ainoastaan silloin kun molemmat resurssit ovat käytössä.

### 5.1.4 Viikkokalenterit

Kalenterit PlannerLitessä jaotellaan kahden tyyppisiin kalentereihin. On olemassa kalentereita, joita resurssit käyttävät ja kalentereita, joita henkilöstö käyttää. Kalenteri voidaan myös määritellä sellaiseksi, että sitä voi käyttää henkilöstö ja resurssit.

Yrityksessä on perustettu alkuun viisi peruskalenteria. Resurssien käytettäväksi on määritelty vuoropaikka- ja ei vuoropaikkakalenterit. Käytännössä kaikille resursseille kuitenkin määriteltiin käyttöön vuoropaikkakalenteri. Vuoropaikkakalenteri on käytössä vuorokausittain kello 6.00 – 22.00.

Henkilökaleriksi määriteltiin aamu-, ilta- ja päivävuorokalenterit. Kyseiset kalenterit ovat samat kuin työntekijöiden luonnolliset työvuorot.



Kuva 14. PlannerLiten kalenterit.

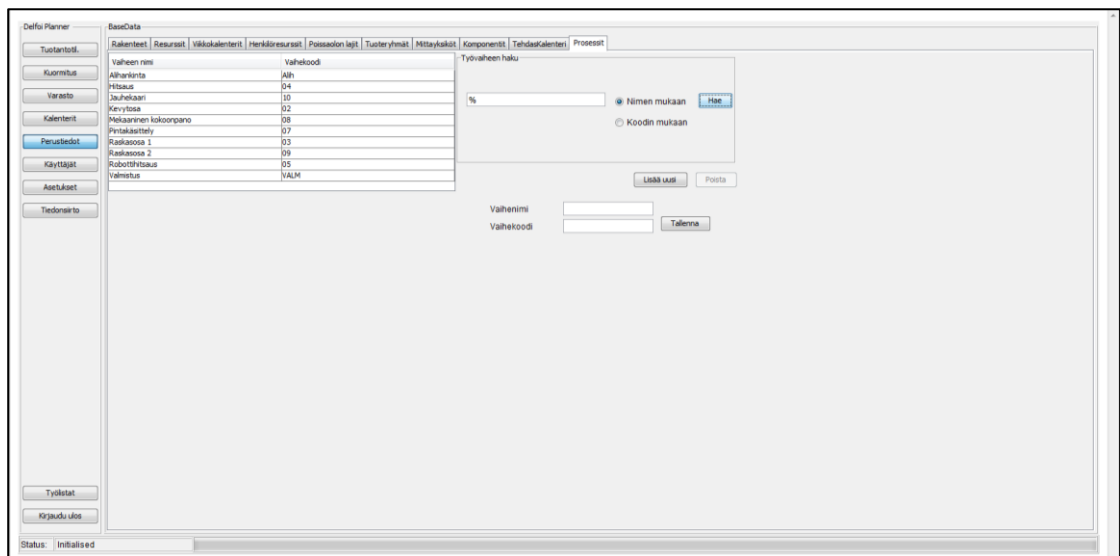
Ohjelmaa käytettäessä eri resursseilla käytettävät kalenterit määritetään kalenterinäköymässä. Tuossa näköymässä jokaiselle resurssille määritetään kalenteri ja se millä ajan jaksolla kyseistä kalenteria käytetään.

Yrityksessä käytännössä kaikille paikoille laitetaan vuorokalenteri käyttöön jatkuvaksi. Tällöin kaikki paikat ovat käytössä kaikkina aikoina, joilla henkilöstöä on töissä. Siten on saatu poistettua sellainen ongelma, että yritetään laittaa henkilö töihin paikalle jossa on käytössä vain ns. päivävuoro. Yrityksen kaikki paikat ovat kuitenkin käytettävissä aina kun halutaan.

Henkilöresursseille määritetään samoin kalenterit. Henkilölle kuitenkin laitetaan tarvittaessa vuorot siten kuin ne tullaan tekemään. Tällä tavoin voidaan odotettu valmistusaika määrittää tarkemmin. Käytännössä kuitenkin on havaittu riittäväksi tasoksi se, että henkilöidenkin kalentereina on käytössä sellainen kalenteri, että päivän tunnit tulevat täyteen.

### 5.1.5 Prosessit

Eri seurattavat työvaiheet on esitetty prosesseina. Kohdassa 3.4. esitettiin periaate yrityksen työvaiheista ja niiden seurannasta. Kuvassa 15 on esitetty PlannerLiteen perustetut prosessit, joita ovat hitsaus, jauhekaari, mekaaninen kokoonpano, pinta-käsittely, raskasosa1, raskasosa2 ja robottihitsaus. Prosessit saattavat sisältää erilaisia työvaiheita. Kuitenkin näille kullekin prosessille on yhteistä se, että vaikka ne voivat sisältää useita työvaiheita, niille lasketaan yksi yhteinen suunniteltu valmistusaika. Tätä laskettua valmistusaikaa käytetään kuormitettaessa kyseistä prosessia.



Kuva 15. Prosessit.

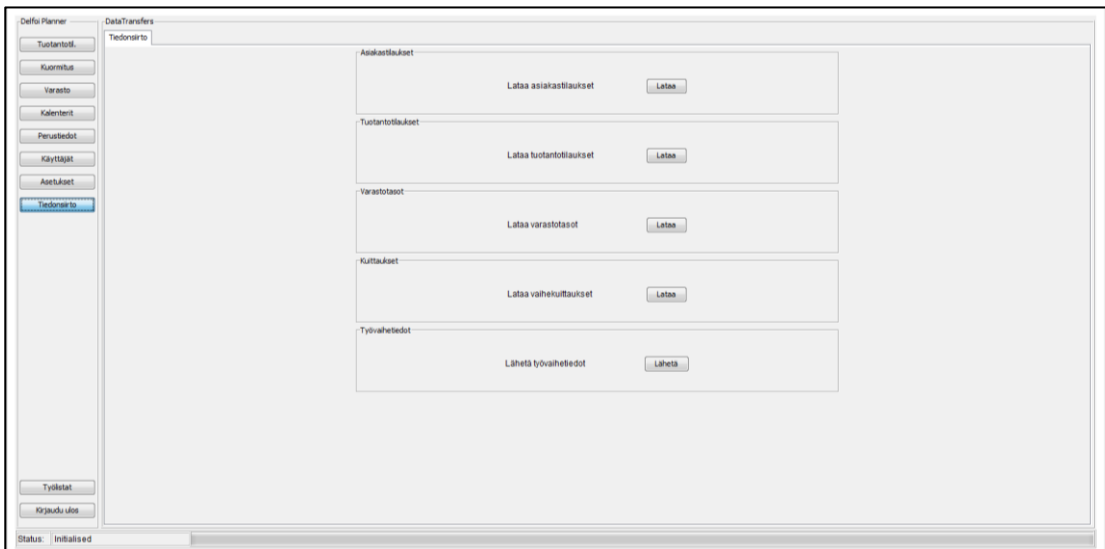
## 5.2 Tiedonsiirto

Eräs ohjelman hankinnan perustavoitteista oli saada siirrettyä tuotetieto ohjelmaan mahdollisimman helposti.

Kuvassa 16 on esitetty ohjelmaan sisältyvien siirtotapahtumien painikkeet, joita voidaan käyttää manuaalisesti painamalla kyseistä painiketta.

Manuaalisesti noista painikkeista käytetään vain lataa tuotantotilaukset – painiketta. Muutoin liittymistä on ajastettuna käytössä vaihekuittausten lataus Jotbarista PlannerLiteen ja työvaihetietojen lähettäminen PlannerLitestä Jotbariin. Niiden toiminta

esitetään raportissa myöhemmin. Mikäli ajastetussa tiedon siirrossa esiintyy ongelmia, voidaan ne hoitaa painikkeiden painamisella.



Kuva 16. Tiedonsiirtopainikkeet.

### 5.2.1 Siirtotiedoston rakenne

Siirtotiedoston määrittely on tehty siten, että siinä tulee tuotannonohjauksessa tarvittava ja suunnittelujärjestelmästä saatavissa oleva tieto kerralla ohjelmaan sisään.

Tiedosto on määritelty sarakkeiden osalta vakiopituuisiksi. Näin ollen erillisiä sarakke-erottimia ei ole.

Ensimmäisellä rivillä tuodaan projektin määrittely tieto, sekä tarvittaessa vakiorakenteesta poikkeavan rakenteen koodi.

Kuvassa 17 on esimerkkinä osa erään projektin siirtotiedostosta. Siinä 008950 kertoo kyseisen projektin numeron Normekin sisällä. Projektin nimi on Talvivaara putkisillat. Tässä on käytetty yleistä rakennetta, joka sisältää alitilauksina osavalmistukset ja päävaiheena hitsauksen. Hitsauksen jälkeen tulee vielä pintakäsittely työvaihe.

Mikäli rakenteet olisivat olleet poikkeavia, esimerkiksi sisältänyt jauhekaarihitsausta, olisi tekstin ”projektin nimi” tilalla ollut koodi 9916. Tällöin rakenne olisi tullut siten,

että siinä olisi ollut tarvittavat osavalmistukset. Näiden jälkeen olisi tullut jauhekaari-hitsaus ja seuraavan olisi ollut hitsaus työvaihe. Lopuksi tässäkin rakenteessa olisi tullut pintakäsittely.

Tiedote	Muokkaa	Muotoile	Näytä	Ohje	PROJEKTIN NIMI:	Grade	Talvivaara	putkisiilit						
PROJEKTINUMERO:	Assembly	Part	NAME	PROJfile	Grade	Pcs	Length	width	height	weight/pcs	Area/pcs			
0	IC1011_	0	PILARI	HEA360	S355J2G3	2	7560	440	640	960.5	14.8			
1	IC1011	1	PILARI	HEA360	S355J2G3	1	7495	300	330	840.2				
1	IC1001	1	BASEPLATE	PL40*440	S355J2G3 + Z251	1	640	40	440	88.4				
1	IC1003	1	LEVY	PL25*290	S355J2G3	1	360	25	290	31.9				
0	IE1002_	0	PILARI	CFRHS150X100X5	S355J2H	2	13463	790	3840	2675.7	42.8			
1	IE1005	1	PILARI	CFRHS200X200X10	S355J2H	2	13050	200	200	743.4				
0	IE1014	0	PALKKI	HEA360	S355J2G3	1	3840	300	330	430.5				
0	IE1027	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	3	3000	100	150	55.0				
0	IE1028	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	4110	100	150	75.7				
0	IE1029	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	3418	100	150	62.7				
0	IE1031	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	4848	100	150	88.9				
0	IE1036	0	KONSOLEI	CFRHS200X200X10	S355J2H	2	280	200	300	20.3				
1	IE1003	1	BASEPLATE	PL40*460	S355J2G3 + Z252	2	460	40	460	66.4				
1	IE1004	1	LEVY	PL10*250	S355J2G3	2	300	10	200	4.7				
1	IE1005	1	LEVY	PL20*140	S355J2G3	2	313	20	140	6.8				
1	IE1007	1	LEVY	PL20*360	S355J2G3	2	372	20	360	21.0				
1	IE1008	1	PLATE	PL20*310	S355J2+M	1	152	20	310	7.4				
1	IE1009	1	PLATE	PL20*310	S355J2+M	1	152	20	310	7.4				
1	IE1010	1	PLATE	PL20*310	S355J2+M	2	260	20	330	13.5				
1	IE1011	1	PLATE	PL20*310	S355J2+M	2	270	20	310	13.1				
1	IE1018	1	LEVY	PL12*130	S355J2G3	2	31	12	130	3.8				
1	IE1020	1	LEVY	PL12*187	S355J2G3	1	578	12	187	8.6				
1	IE1021	1	LEVY	PL12*186	S355J2G3	1	579	12	186	8.6				
1	IE1022	1	LEVY	PL12*260	S355J2G3	2	593	12	260	11.7				
1	IE1027	1	LEVY	PL12*233	S355J2G3	2	210	12	233	3.6				
1	IE1032	1	LEVY	PL12*100	S355J2G3	2	140	12	100	1.3				
1	IE1037	1	PLATE	PL3*330	TEFLON	2	260	3	330	0.4				
1	IE1039	1	PLATE	PL3*290	TEFLON	2	270	3	290	0.3				
0	IE1006_	0	PILARI	CFRHS200X200X10	S355J2H	1	13463	583	3840	2639.7	43.0			
0	IE1005	0	PILARI	CFRHS200X200X10	S355J2H	2	13050	200	200	743.4				
0	IE1014	0	PALKKI	HEA360	S355J2G3	1	3840	300	330	430.5				
0	IE1027	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	3	3000	100	150	55.0				
0	IE1028	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	4130	100	150	75.7				
0	IE1029	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	3418	100	150	62.7				
0	IE1030	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	5177	100	150	94.9				
0	IE1031	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	4848	100	150	88.9				
1	IE1003	1	BASEPLATE	PL40*460	S355J2G3 + Z252	2	460	40	460	66.4				
1	IE1005	1	LEVY	PL20*140	S355J2G3	2	313	20	140	6.8				
1	IE1010	1	PLATE	PL20*330	S355J2+M	2	260	20	330	13.5				
1	IE1018	1	LEVY	PL12*130	S355J2G3	2	31	12	130	3.8				
1	IE1019	1	LEVY	PL12*206	S355J2G3	1	583	12	206	9.5				
1	IE1021	1	LEVY	PL12*233	S355J2G3	1	583	12	233	11.2				
1	IE1024	1	LEVY	PL12*208	S355J2G3	2	268	12	208	3.9				
1	IE1026	1	LEVY	PL12*230	S355J2G3	2	190	12	230	3.2				
1	IE1032	1	LEVY	PL12*100	S355J2G3	2	140	12	100	1.3				
1	IE1033	1	LEVY	PL12*190	S355J2G3	2	248	12	190	4.3				
1	IE1034	1	LEVY	PL12*170	S355J2G3	2	180	12	170	4.9				
1	IE1037	1	PLATE	PL3*330	TEFLON	2	260	3	330	0.4				
1	IE1043	1	LEVY	PL12*190	S355J2G3	1	248	12	190	4.3				
1	IE1044	1	KYNSIOHJAIN	PL10*50	S355J2G3	4	30	10	50	0.1				
1	IE1045	1	KYNSIOHJAIN	PL50*25	S355J2G3	50	50	15	0.4					
0	IE1013_	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	2	4410	180	150	85.4	2.3			
0	IE1021	0	SIDE	CFRHS150X100X5	S355J2H	1	4202	100	150	77.1				

Kuva 17. Siirtotiedoston sisältö.

## 5.2.2 Siirtotapahtuma

Siirtotapahtuma käynnistyy jo aiemmin kuvatulla tavalla, eli lataa tuotantotilaukset -painikkeen painamisella.

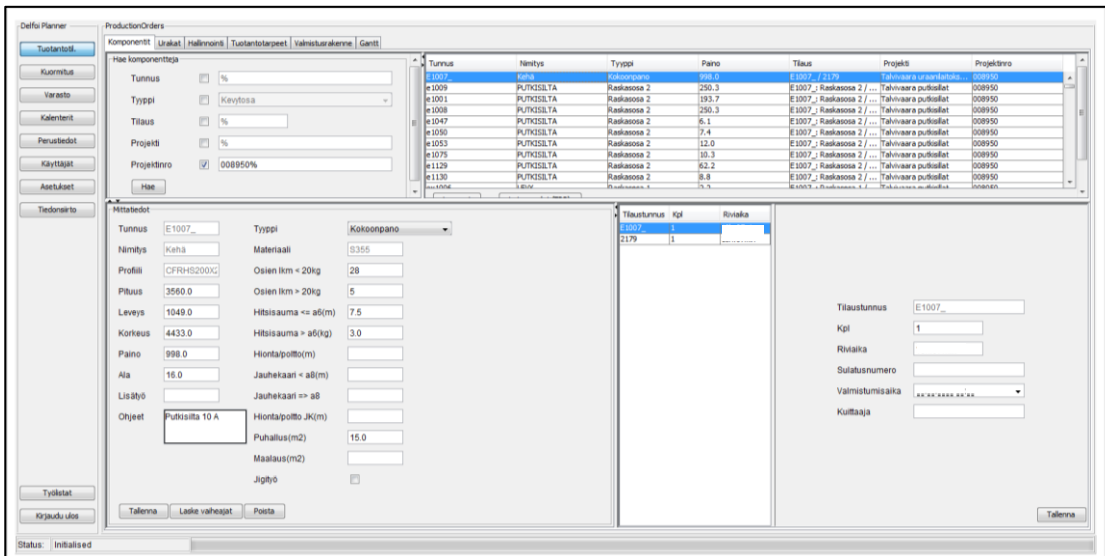
Ohjelma lukee rivi kerrallaan siirtotiedostossa olevat tiedot. Tiedot tulevat näkyviin kappaleissa 6.3.1 ja 6.3.3 esitetyillä tavoilla komponentinäkymään ja valmistusrakennänäkymään.

## 5.3 Tuotantotilaukset

Ohjelmassa ohjattavia yksiköitä kutsutaan tuotantotilauksiksi. Tuotantotilauksen kuormittamiseksi täytyy luoda sisältö, joka koostuu tilaukseen sisällytettävistä komponenteista ja valmistusrakenteista prosessien suhteen.

### 5.3.1 Komponenttinäkymä ja tietojen syöttö

Komponenttinäkymän kautta aloitetaan tuotannonsuunnittelun valmistelu siirtotiedoston sisään lukemisen jälkeen. Kuvassa 18 on esitetty komponenttinäyttö, johon on haettu projektinumeron 008950 kaikki osat ja kokoonpanot.



Kuva 18. Komponenttinäkymä.

Näkymä jakaantuu viiteen eri lohkokoon. Yläosassa on kaksi lohkoa ja alaosassa on kolme lohkoa.

Ylhäällä vasemmalla on lohko, jossa määritellään tehtävän haun rajoitteet. Kuvassa 18 näkyvässä haussa on käytetty rajoitteena vain projektinumeroa 008950. Mikäli hakuun olisi tunnuksen tilalle laitettu rajoitteeksi E1007\_, olisi ylhäällä oikealla olevassa lohossa näkyvissä pelkästään nyt sinisellä näkyvä kokoonpano.

Rajoitteeksi voidaan valita myös jokin tietyn tyyppinen osa tai kokoonpano. Valittavina siellä on osavalmistuksen eri ryhmät, kokoonpanot ja alihankinta. Osavalmistuksen ryhmät noudattavat kuormitusryhmien nimiä.

Komponenttinäkymässä alhaalla vasemmalla on näkyvissä kokoonpanon E1007\_ tiedot. Siirtotiedostossa kyseisistä tiedoista tulee tunnus, nimitys, profiili, leveys, korkeus, paino, ala, tyyppi ja materiaali. Käsin syötettäviä tietoja ovat; osien lkm<20kg,



osien lkm>20kg, hitsisauma<=a6(m), hitsisauma>a6(kg)hionta/poltto(m), jauhekaari<a8(m), jauhekaari=>a8(kg), hionta/poltto JK(m), puhallus(m2) ja maalaus(m2).

Näitä tietoja käytetään suunnitellun valmistusajan laskentaan, samoin kuten kohdassa 5.1.2 on esitetty.

Alhaalla keskellä näkyy mihin tuotantotilauksiin komponentti on linkitetty. Kuvassa 18 oleva kokoonpano on linkitetty itseensä ja urakkaan 2179. Tämä lohko on käytännöllinen, kun tarvitaan tietää, mihin kokoonpanoihin jokin osa kuuluu, ja kun etsitään missä urakassa jokin kokoonpano tai osa on.

Alhaalla oikealla olevassa lohkossa on komponentin muita tietoja. Sieltä näkee lasketun riviajan koko tilaukselle. Tämä aika sisältää muiden työvaiheiden paitsi osavalmistusten ajat. Kyseiseen lohkoon syötetään myös valmistuneiden kappaleiden sulatusnumerot.

Kun komponenteille on syötetty tarvittavat muuttujat siirrytään valmistuserien eli urakoiden luontiin.

### 5.3.2 Urakat -näkö ja uusien urakoiden luonti

Kuvassa 19 on urakat -näkö. Tämä näkö koostuu neljästä lohkoista. Yläosan lohkot ovat vastaavanlaisia kuin komponentit näkössä. Vasemmalla siinä on haku-ehdojen määrittelyt ja oikealla näytetään haun mukaiset tulokset.

Alhaalla vasemmassa lohkoissa esitetään valitun urakan otsikkotiedot ja alhaalla oikeassa olevassa lohkoissa näytetään urakan sisältö. Sisällössä näkyy kokoonpanot ja niiden alla olevat alitilaukset, jotka ovat osavalmistusten tilauksia.

The screenshot shows the 'Delfo Planner' software interface. The main window displays a table of production orders with columns for 'Tilaustunnus', 'Tuotekoodi', 'Tuote', 'Suunn. al...', 'Tavoitepvm', 'Päävahe...', 'Valmistus', 'Eräkoko', 'Urakka', 'Projekt', 'Projektinro', 'Aliprojekt', and 'Palkkalaji'. Below the table, there are buttons for 'Rakenteet', 'Gerit', 'Kuormitus', 'Luo uusi', and 'Poista valitut'. On the right side, there is a detailed view of the crane structure with columns for 'Tilaustunnus', 'Tuotekoodi', 'Eräkoko', 'Urakka', 'Projekt', 'Projektinro', and 'Aliprojekt'.

Kuva 19. Urakanäkymä.

### 5.3.2.1 Urakan lisäys

Uutta urakkaa luodessa painetaan ensimmäisenä yläoikealla olevan lohkon lisää painiketta. Painettaessa avautuu kuvassa 20 esitetty taulu.

The screenshot shows the 'Ennustetilauksen luonti' dialog box. It has a search section with radio buttons for 'Nimen mukaan' (selected) and 'Koodin mukaan'. Below the search section is a dropdown menu for 'Tuote' with the value 'Ajokiskot - 3140'. There are input fields for 'Tilaustunnus' (Test), 'Projekti', 'Projektinro', 'Aliprojekti', 'Palkkalaji', 'Suunn. aloitus', 'Toimituspvm', 'Eräkoko' (1), and 'Väri kuormitukse...'. At the bottom, there are buttons for 'Luo' and 'Peruuta'.

Kuva 20. Urakan lisäys -taulu.

Urakkaa lisättäessä valitaan sisältöön tulevien tuotteiden koodi avattavasta valikosta. Normeilla tuotekoodina käytetään Liinoksessa tarvittavia literroita, joiden mukaan kustannukset Liinos järjestelmässä jaetaan.

Tilaustunnukseksi täytyy antaa nelinumeroinen juoksevanumero, joista pidetään yrityksessä erikseen kirjaa. Tätä tunnusta käytetään useammassa suunnitteluohjelmistossa, mutta tuntu tiedot kerätään yhteen järjestelmään. Tämän vuoksi kyseisen tunnuksen valinta samaan projektiin täytyy estää.

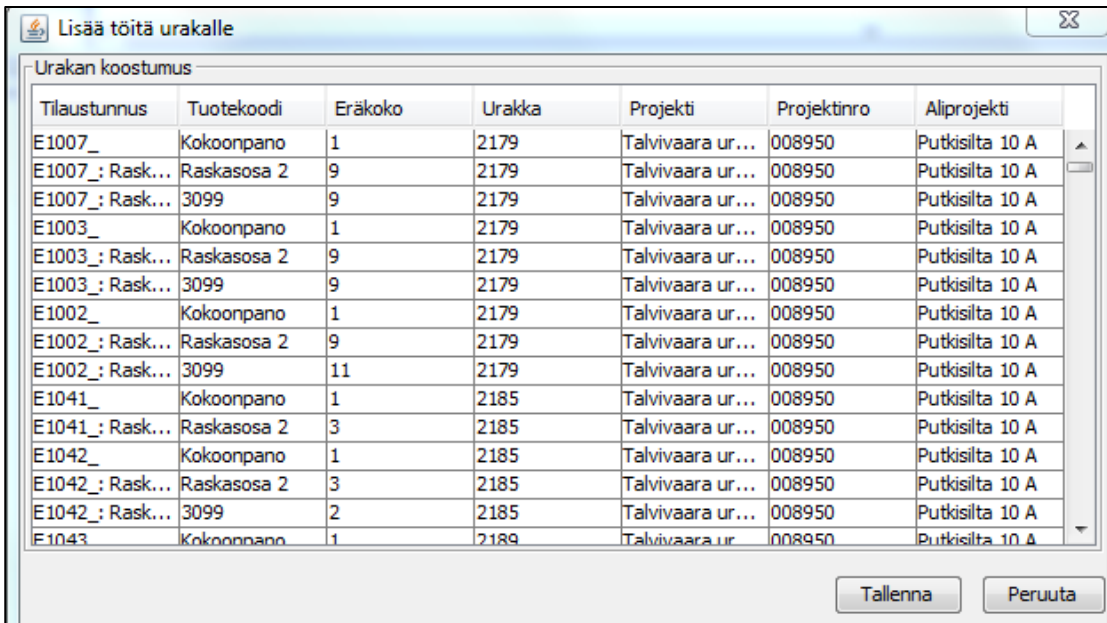
Projekti- ja projektinumerokenttiin syötetään kyseiset tiedot. Tärkeää on syöttää oikea projektinumero, koska sen perusteella haetaan kokoonpanot joita urakkaan voidaan sisällyttää.

Aliprojektikenttää voi käyttää esimerkiksi urakan sisällön esittelyyn. Palkkalaji on yleensä sama kerrasta toiseen.

Päivämääräkenttien tietoja käytetään kuormitettaessa tilauksia. Tärkeää on oikea toimituspäivämäärä. Tilauksille voidaan myös määrittää eri värejä kuormitusnäkyvässä erottumiseksi. Näillä voidaan erotella esimerkiksi eri projektien tilaukset toisista.

#### 5.3.2.2 Urakan sisällön lisäys

Kun urakka on otsikkotasolla luotu, lisätään urakassa valmistettavat komponentit. Aiemmin lisätty urakka täytyy olla valittuna ylhäällä oikealla olevassa lohossa. Tämän jälkeen alhaalla oikealla olevasta lohkosta painetaan *Lisää-painiketta*. Painettaessa kyseistä painiketta avautuu kuvassa 21 näkyvä taulu.



Tilaustunnus	Tuotekoodi	Eräkkö	Urakka	Projekti	Projektinro	Aliprojekti
E1007_	Kokoonpano	1	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1007_ ; Rask...	Raskasosa 2	9	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1007_ ; Rask...	3099	9	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1003_	Kokoonpano	1	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1003_ ; Rask...	Raskasosa 2	9	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1003_ ; Rask...	3099	9	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1002_	Kokoonpano	1	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1002_ ; Rask...	Raskasosa 2	9	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1002_ ; Rask...	3099	11	2179	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1041_	Kokoonpano	1	2185	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1041_ ; Rask...	Raskasosa 2	3	2185	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1042_	Kokoonpano	1	2185	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1042_ ; Rask...	Raskasosa 2	3	2185	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1042_ ; Rask...	3099	2	2185	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A
E1043	Kokoonpano	1	2189	Talvivaara ur...	008950	Putkisilta 10 A

Kuva 21. Urakan sisällön lisäys.

Tästä taulusta valitaan tilaustunnuksen mukaan ne komponentit alitilauksineen, jotka halutaan valmistuvan luodun urakan sisältönä.

### 5.3.2.3 Urakan rakenteiden päivitys ja valmistusaikojen laskenta

Kun halutut kokoonpanot on sisällytetty urakkaan, täytyy painaa alhaalla oikealla olevasta lohkoista ensi päivitä rakenne painiketta ja sitten laske vaiheajat painiketta.

Päivitä rakenne -painikkeen painaminen käy läpi kokoonpanojen sisältämät osat ja tekee uudet rivit jokaiselle erilaiselle osalle. Lisäksi silloin lasketaan tarvittavien osien summat riveille siten, että jokaista koodia tulee vain yksi rivi ja tälle tulee kaikkiin kokoonpanoihin tarvittava valmistusmäärä.

Laske vaiheajat painikkeen painaminen laskee uudet rivikohtaiset ajat osille ja sen jälkeen summaa rivikohtaiset ajat prosessikohtaiseksi valmistusajaksi.

Kun ajat on lasketettu, laitetaan ruksi kohtaan *Suunnittelu valmis* ja talletetaan urakka. Tällöin urakka tulee näkyviin kuormitusnäkyymään ja se voidaan kuormittaa.

### 5.3.3 Valmistusrakenne -näkyvä

Valmistusrakenne -näkyvä on ryhmitelty samalla periaatteella kuin muutkin näkymät. Ylhäällä vasemmalla on hakukriteerien määrittely ja hakupainike. Ylhäällä oikealla olevassa lohossa näytetään haun tulokset.

Alhaalla vasemmalla ovat tuotantotilauksen tiedot. Keskimmaisessä lohossa näytetään valmistusrakenne ja oikealla olevassa valitun kohdan tietoja.

Tärkeimpänä lohkona tässä näkymässä on alhaalla oikealla oleva lohko. Tässä lohkossa nähdään prosessien kohdalla ennen ja jälkeen tulevat prosessit. Näitä järjestyksiä voidaan myös tarvittaessa muuttaa.

Lohkossa on myös paikka, johon voidaan kirjoittaa työmääräimeen tulostuvia ohjeita työntekijöille. Ohjeet kirjoitetaan huomioita kenttään.

Kuva 22. Valmistusrakenne näkyvä.

Muilla Normekin tehtailla ei käytetä valmistusajan laskentaan aiemmin esitettyjä kaavoja, vaan valmistusajat lasketaan erillään tästä järjestelmästä. Näillä tehtailla vaiheajat voidaan syöttää tässä näkymässä oikealla olevaan kenttään, joka on kuvassa 23.

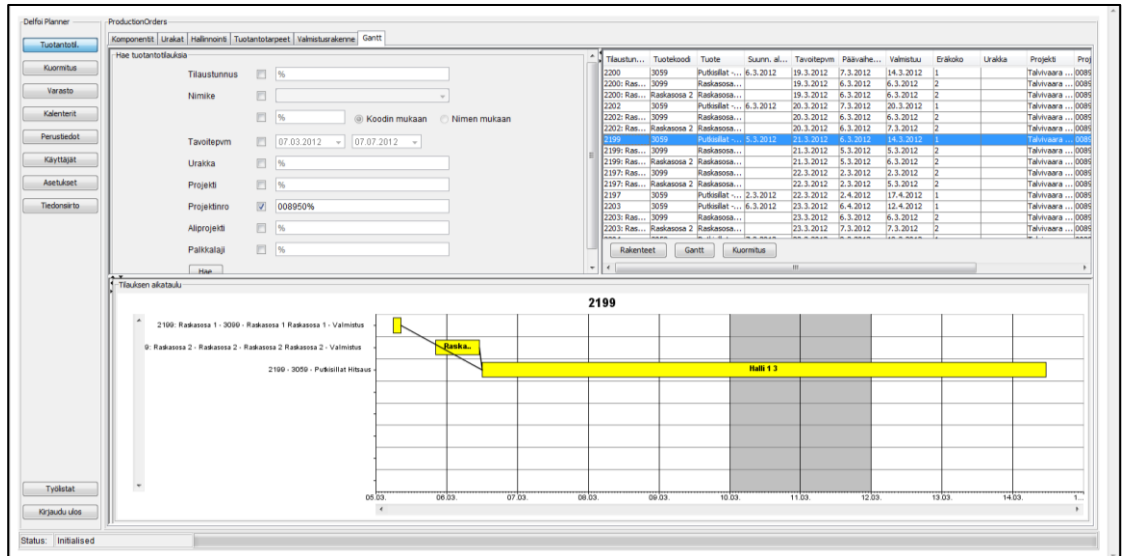
Työvaihe	<input type="text" value="Hitsaus"/>
Resurssi/ryhmä	<input type="text" value="Hitsaus"/>
Asetusaika	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Tunti"/> ▾
Vaiheaika	<input type="text"/> <input type="button" value="Tunti"/> ▾
Kiinteä kesto	<input checked="" type="checkbox"/>
Vaatii työntekijän	<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 23. Työvaiheen resurssi.

Yrityksessä ei käytetä asetusaiakenttää, vaan tunnit syötetään vaiheaikakenttään. Kaikilla vaiheilla tulee käyttää kiinteää kestoa ja kaikki vaiheet, alihankintaa lukuun ottamatta, vaativat työntekijän. Näillä määrittäyksillä tilaukset saadaan oikein määritettyä kuormitusnäkyymään.

#### 5.4 Gantt-kaavio

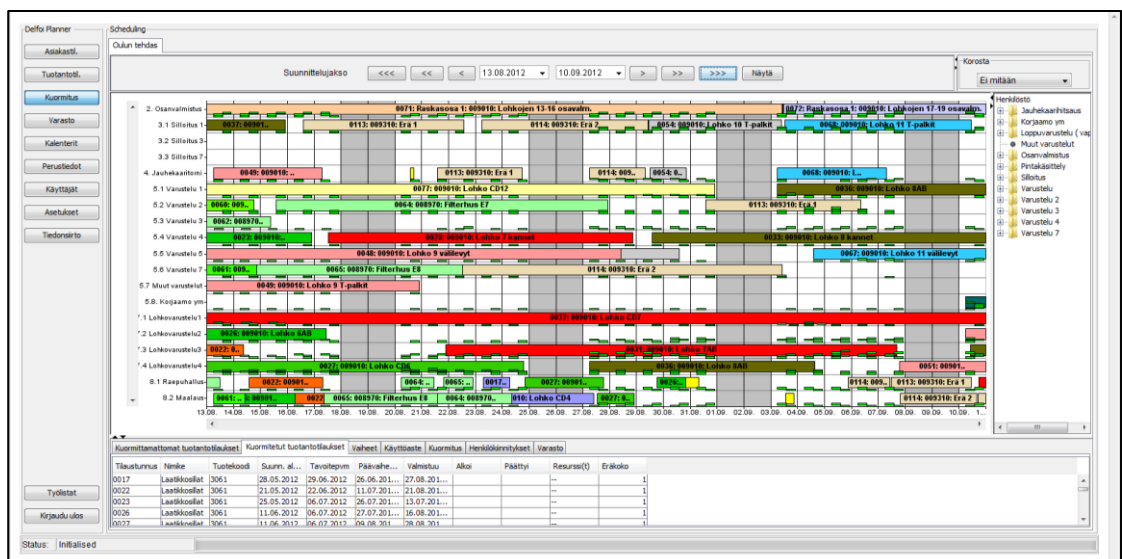
Tuotantotilausten viimeisenä välilehtenä on Gantt -välilehti. Tässä näkymässä voi nopeasti nähdä miten tilaus on kuormitettu ja milloin mikäkin vaihe on suunniteltu toteutettavaksi. Gantt -näkyvä esitellään kuvassa 24. Tässä näkymässä tietoja ei voi muuttaa, vaan se on pelkästään katselua varten.



Kuva 24. Gantt -näkömä.

## 5.5 Kuormitus

Ohjelman tärkein näkömä on kuormitusnäkömä, joka on esitetty kuvassa 25. Keskimmäisenä nähdään varsinainen tuotannon kuorma. Näkömän vasemmassa osassa näkyy poikittain olevat kuormituspaikat, jotka esiteltiin luvussa 5.1.2. Kuvan oikeassa laidassa näkyy henkilöresurssiryhmät. Ryhmää klikkaamalla näkyvät ryhmään kuuluvat henkilöt.

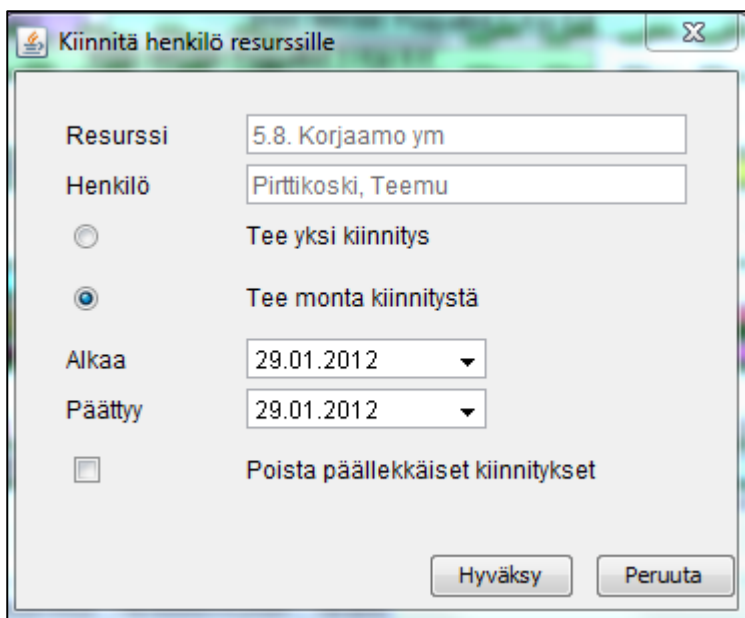


Kuva 25. Kuormitusnäkömä.

### 5.5.1 Henkilöiden kiinnittäminen kuormituspaikoille

Henkilöiden kiinnitys kuormituspaikalle tapahtuu siten, että etsitään haluttu henkilö, otetaan nimestä kiinni ja raahataan halutulle kuormituspaikalle. Mikäli kuormituspaikalle on määritelty viikkokalenteri avoimeksi ja henkilön viikkokalenteriin on määritelty työpäivä, päästään henkilö kiinnittämään kyseiselle kuormituspaikalle.

Kuormitus voidaan tehdä yhdenjaksoisena yhtenä kiinnityksenä tai useana päivänä kiinnityksenä. Kiinnityksen valinta näkymä on esitelty kuvassa 26.



Kiinnitä henkilö resurssille

Resurssi: 5.8. Korjaamo ym

Henkilö: Pirttikoski, Teemu

Tee yksi kiinnitys

Tee monta kiinnitystä

Alkaa: 29.01.2012

Päättyy: 29.01.2012

Poista päällekkäiset kiinnitykset

Hyväksy Peruuta

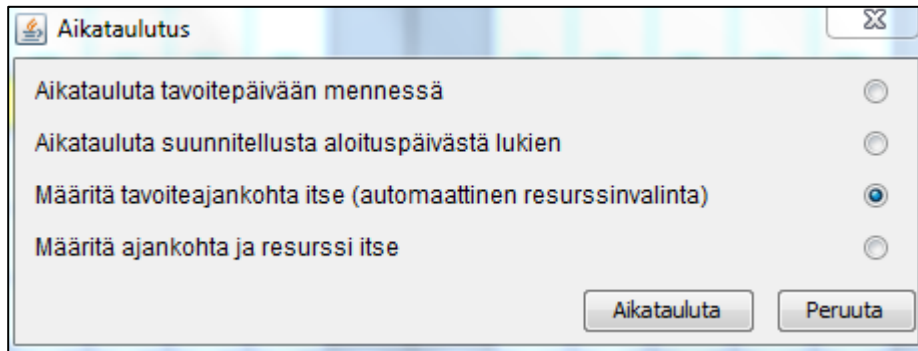
Kuva 26. Kiinnitystavan valinta.

Aukeavassa ikkunassa näkyy resurssin nimi, jolle henkilöä ollaan kiinnittämässä, sekä henkilön nimi. Määrittelytietojen alla näkyy valinta kiinnitystavasta ja päivämäärä välistä, jolle kiinnitys tehdään. Lisäksi on valinta päällekkäisten kiinnitysten poistamisesta. Normekilla, kuormitustavasta johtuen, poistetaan aina päällekkäiset kiinnitykset. Tässä tuotannossa yksi henkilö voi tehdä vain yhtä työtä kerrallaan. Mikäli kyseessä olisi koneresursseja, voisi yksi henkilö tehdä töitä useammallakin koneella.



### 5.5.2 Töiden kuormittaminen

Kun urakka on talletettu valmiiksi, se tulee näkyviin kuormitusnäkömön alaosan väli-  
lehteen kuormittamattomat tilaukset. Työ siirretään kuormitusnäkömön päälle raa-  
haamalla. Tällöin avautuu kuvassa 27 esitelty ikkuna.



Kuva 27. Aikataulutustavan valinta.

Vaihtoehtoina ikkunassa on *Aikatauluta tavoitepäivään mennessä* tai *Aikatauluta suunnitellusta aloituspäivästä lukien*. Oletuksena on, että tavoiteajankohta määritetään itse ja ohjelma määrittää resurssin. Manuaalisesti voidaan myös määrittää ajankohta ja resurssi itse.

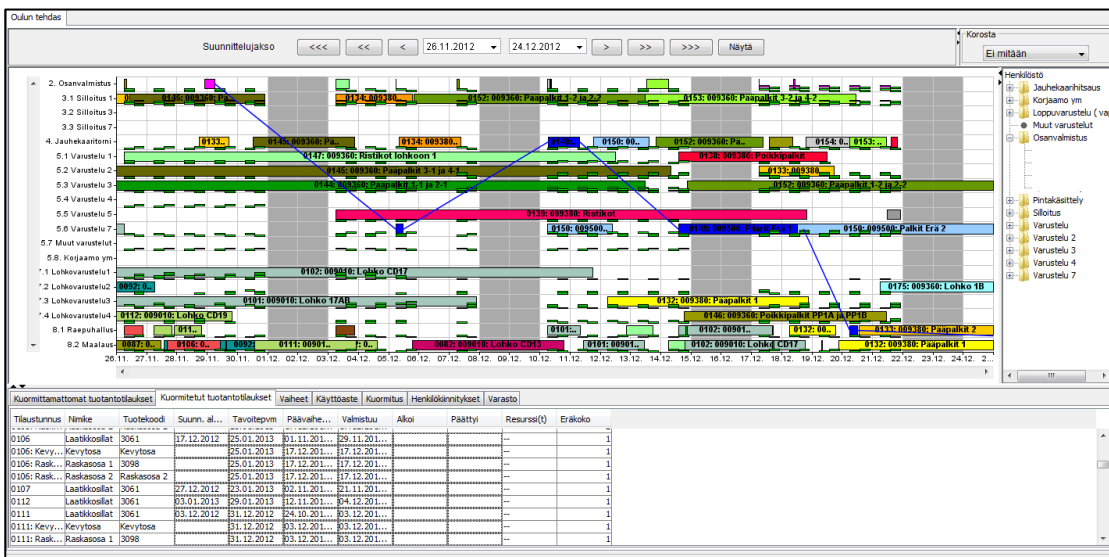
Kolme ensimmäistä tapaa ovat käyttökelpoisia Normekin toiminnassa. Viimeistä kohtaa kannattaa käyttää vasta siinä tapauksessa, että muuten ei onnistu saamaan tilausta kuormitukseen.

Aikataulutettaessa tavoitepäivään mennessä, käytetään tavoitepäivänä urakan teos-  
sa annettua tavoitepäivää. Tällöin ohjelma alkaa kuormittaa tilausta tuosta päivästä  
taaksepäin eli tavoitteena on valmistaa tilaus viimeisenä mahdollisena päivänä.

Kun aikataulutetaan tilausta suunnitellusta aloituspäivästä alkaen, käytetään urakan  
suunnittelussa annettua valmistuksen aloituspäivää lähtökohtana. Sen jälkeen hae-  
taan seuraavia mahdollisia vapaita resursseja kulloisellekin työvaiheelle.

Kun käytetään vaihtoehtoa määritä tavoiteajankohta itse, ohjelma kysyy kuormittami-  
sen aluksi haluttua tavoiteajankohtaa. Tällöin jätetään urakan suunnittelussa annettu  
tavoiteajankohta huomioita.

Kuvassa 28 nähdään erään tilauksen vaiheiden ketjutus havainnollisesti kuormitusnäkyvässä. Tilauksen ensimmäinen vaihe on osavalmistus. Tämän jälkeen seuraavaksi tulee lyhytkestoinen vaihe varusteluapaikalla, jonka jälkeen tilaus siirtyy jauhekaaritornille hitsattavaksi. Jauhekaarihitsauksen jälkeen tilaus menee takaisin varusteluapaikalle varusteluosien hitsausta varten. Tilaus viimeistellään lopulta pintakäsittelypaikoilla raepuhallus ja maalaus.



Kuva 28. Vaiheiden ketjutus.

### 5.5.3 Kapasiteetit ja resurssit näkymänä

Kuormitusnäkylässä voidaan tarkastella havainnollisesti tehtaan kuormitustilannetta. Käytännöllisin tapa Normekilla on käyttää henkilökiinnitykset -välilehdeltä löytyvää kaavioita.

Kaavio näyttää viikkokuormat ja -resurssit ylhäältä valitulta ajanjaksolta. Alhaalla oikealla olevasta lohkokosta valitaan resurssit tai resurssiryhmät, joiden kuormitusta tarkastellaan. Resursseja voi valita yksi kerrallaan tai sitten resurssiryhmä kerrallaan. Valinnat ovat täysin vapaasti yhdisteltävissä.

Kuvassa 29 on valittu yrityksen kaikki resurssit valitulta ajalta. Alhaalla olevassa lohkokossa näkyy valintojen mukainen kapasiteetti viivalla ja työkuorma vastaavasti pylväinä. Tarkkuus tässä tapauksessa on viikoittainen kuorma.



Kuva 29. Kuormitustilanne.

Vaihtoehtona on myös käyttää kuormitusvälilehteä. Siinä valitaan resurssien kuormitukset ja erikseen henkilöryhmät, joita halutaan tarkastella. Tällä tavalla saadaan kuormitustilanne näkymään kaikkia kuormitusryhmässä olevia henkilöitä vastaan. Henkilöt lasketaan kapasiteetiksi vaikka heitä ei olisi kiinnitetty mihinkään kuormituspaikkaan.

Välilehdeltä käyttöaste nähdään valitun ajanjakson työmäärä, kapasiteetti ja käyttöaste resurssiryhmittäin. Tämä on esitetty kuvassa 30.

Kuormittamattomat tuotantotilaukset	Kuormitetut tuotantotilaukset	Vaiheet	Käyttöaste	Kuormitus	Henkilökiinnitykset	Varasto
Resurssiryhmä	Työmäärä			Kapasiteetti		Käyttöaste
2. Osanvalmistus	28h:11min					
3. Sillitus	424h:39min					
4. Jauhekaarihitsaus	202h:24min					
5. Varustelu	1302h:08min					
7. Loppuvarustelu (vapor)	593h:45min					
8. Pintakäsittely	506h:00min					

Kuva 30. Käyttöasteen näyttö.

## 5.6 Liittymät vanhoihin järjestelmiin

Normekin tuntitiedot kerätään samalla tavalla kuin aiemminkin, eli käytetään kirjaamiseen Jotbar -ohjelmistoa. Jotbarin käyttöä varten täytyi luoda kaksi liittymää, joilla hoidetaan tiedonsiirto ohjelmien välillä.

### 5.6.1 Plannerista Jotbariin

Koska työtiedot on tuotu jo aiemmin Jotbariin ja siellä oleva tieto on ollut riittävää, päätettiin, käyttää tätä liittymää myös Plannerin kanssa. Tiedonsiirrossa käytettävä tiedosto on esitelty kohdassa 4.2.

Plannerin ohjelmoijalle toimitettiin vain siirtotiedoston sisältö ja muoto ja hän toteutti tiedon ulossaantiin tarvittavan toiminnon. Plannerista Jotbariin tiedot siirretään kerran tunnissa.

### 5.6.2 Jotbarista Planneriin

Jotbarista Planneriin haluttiin tuoda urakoiden ja vaiheiden edistymistietoa. Määriteltiin tarpeellisiksi tuoda vain kunkin urakan ja vaiheen kertyneet tunnit sekä tieto siitä onko vaihe valmis vai ei.

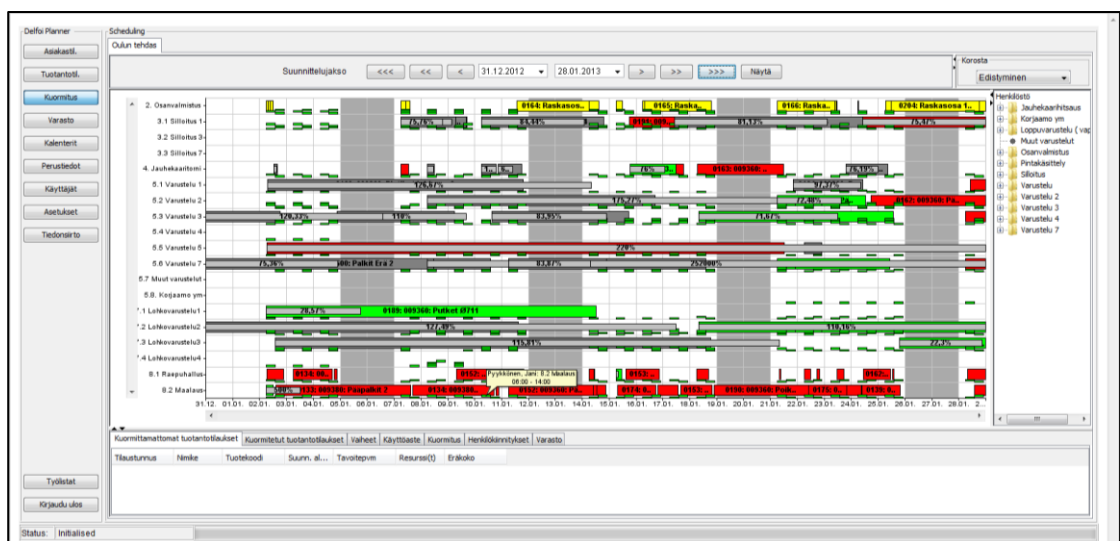
Siirtotiedoston toteutus tehtiin luomalla Microsoftin SQL Management Studiolla tehtävä, joka hakee tarvittavat tiedot ja tallentaa ne määritellyn muotoisena tiedostoon.

Kuvassa 31 on esitetty osa siirtotiedostosta. Siirtotiedoston kentät on erotettu toisistaan puolipisteellä. Ensimmäisessä kentässä on työn yksilöivä tieto, johon on ketjutettuna projektinumero, littera, urakka ja työvaihe numerokoodein. Toisessa kentässä on työn tila. Tila 0 tarkoittaa uutta työtä, tila 2 aloitettua työtä, tila 4 kesken olevaa työtä ja tila 9 valmista työtä. Plannerin kannalta oleellista tietoa on se, onko työn tila 9 vai joku muu. Kun tila on yhdeksän, Plannerissa muutetaan työn tila valmiiksi.

```
0007073010253704;9;18.800000
0007073010253709;9;.1000000
0007073010253802;9;16.1500000
0007073010253903;9;2.7000000
0007073010256203;9;2.6500000
0007073010256204;9;11.7500000
```

Kuva 31. Edistymistietotiedosto.

Jotbarista tuodun tiedon hyödyntämiseen tarkoitettu näkymä nähdään kuvassa 32. Kuvasta nähdään, että työvaihe, jolle on kertynyt tunteja, on saanut uuden palkin kuormituspalkin päälle. Tässä palkista nähdään, paljonko suunnitelluista tunneista on käytetty prosentteina. Lisäksi kuormituksen palkki muuttuu harmaaksi kun Jotbarista on tullut tieto, että kyseinen vaihe on valmis eli työntila on yhdeksän.



Kuva 32. Edistymisnäyttö.

## 6 PLANNERLITEN KÄYTÖN ONGELMAT JA JATKOKEHITYSKOHTTEET

### 6.1 Haasteet

#### 6.1.1 Rakenteiden hallinta

Itse ohjelmassa tuoterakenteiden muuttaminen on hankalaa. Jos halutaan jollekin kokoonpanolle vaihtoehtoinen vaiherakenne, on helpoin tapa tuoda rakenne järjestelmään uudelleen siirtotiedoston kautta. Siirtotiedostossa voidaan antaa koko tiedoston kokoonpanoille Planneriin luotu rakenne, joka poikkeaa oletusrakenteesta. Tätä toimintaa on esitelty kohdassa 5.2.1.

Toimittajan kommentti tätä asiaa kysyttäessä oli, että ohjelmaa ei ole suunniteltu käytettäväksi itsenäisesti, vaan aina jonkin ERP-järjestelmän kanssa.

#### 6.1.2 Räätelöinnit

Ohjelmaa jouduttiin räätälöimään rajusti Normekin käyttöä varten. Etukäteen tiedettyjä räätälöintejä oli työaikojen laskentakaavojen sisällyttäminen ohjelmaan ja urakoiden hallinta. Urakoiden hallinnalla tarkoitetaan sitä, että normaalisti ohjelmalla ohjataan kokoonpanojen valmistamista, mutta Normekilla kokoonpanot olivat liian pieniä ohjattavia yksiköitä. Näin ollen kokoonpanoja liitettiin urakoiden sisällöksi ja ohjattiin urakoita.

### 6.2 Jatkokehitys

Normekilla on totuttu tekemään erilaiset toimitusluettelot Excel-taulukoihin. Tulevaisuudessa näiden hallinta on hyvä saada myös toimimaan Plannerissa. Tästä toiminnasta on jo tehty kuvaus ja ohjelman toimittaja on luvannut toteuttaa näytön kohtuullisilla kustannuksilla.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Projektin lopputulos vastasi sille asetettuja tavoitteita ja ohjelman toiminnallisuudet saatiin alussa määritellyille tasoille ja osittain tavoitteet jopa ylitettiin. Projektin tavoitteena ei ollut saada tietoa osavalmistusten tehokkuudesta tuotettuina kiloina tehtyä työtuntia kohden, mutta nyt sellaisten tunnuslukujen saaminen on vaivatonta. Samoin pintakäsittelyn tehokkuutta voidaan helposti mitata pintakäsiteltyinä neliöinä tehtyä työtuntia kohden.

Projektin onnistumisessa auttoi paljon se, että päättötyöntekijä oli ollut itse ollut vetämässä tuotantoa ja ymmärsi tuotannosuunnittelun tarpeet hyvin. Lisäksi projekti-päällikkönä toimiessaan hän oli oppinut ymmärtämään Normekilla seurattavia suureita ja näin pystyi rakentamaan myös toimintaa siihen suuntaa, että raportointiin tarvittava data on järjestelmistä saatavissa.

Projektille annetut resurssit olivat vähäiset verrattuna haettavaan hyötyihin. Projekti olisi saatu menemään läpi lyhyemmässä ajassa, mikäli siihen olisi voitu keskittyä alusta asti täysipainoisesti. Nyt esimerkiksi testausvaihe venyi, kun tuli kiireellisempiä tehtäviä väliin.

Lisäksi yrityksen henkilökunta antoi reippaasti haastetta projektin onnistumisen suhteen. Siitä esimerkkinä lause eräästä esityksestä; ”Sitä on moni yrittänyt, mutta ei ole onnistunut, etkä tule onnistumaan sinäkään.” Tämä kyseinen asia on kuitenkin tällä hetkellä käytössä ja varsin pienellä vaivalla. Se oli jo ominaisuutena Plannerissa ilman räätälöintiä.

Tietojen käsin syöttämisen väheneminen tuo yritykselle selkeää säästöä. Esimerkiksi projektissa, jossa oli noin 4300 riviä kokoonpanoja ja osia tulee yhteensä noin 215 000 merkkiä. Mikäli tuotannosuunnittelija syöttää merkkejä tauotta seitsemän ja puoli tuntia päivässä yhden merkin sekuntivauhdilla, hänellä menee tiedon syöttämiseen aikaa kahdeksan päivää. Nyt sama määrä menee järjestelmään muutamassa minuutissa. Sinä aikana tuotannon suunnittelija voi käydä vaikka kahvilla. Lisäksi tällä tavalla tuotuna ei tule mukana yhtään näppäilyvirhettä.

Tuotannon ajoitukseen saadaan lisää selkeyttä ja nähdään ajoissa mahdolliset pulonkaulakohdat sekä myös vajaakäytölle jäävät resurssit. Näin ollen voidaan resursseja kohdistaa oikeille paikoille.

Nykyisin tieto on hyvin käytettävissä verrattuna Excel-taulukoista asioiden etsimiseen. Plannerista löydetään jokainen osa ja kokoonpano, sekä osista nähdään mihin kokoonpanoihin se liittyy. Ohjelmasta nähdään millä urakoilla mikäkin osa on tehty ja Jotbarista nähdään milloin urakka on tehty ja ketä tekijöitä sitä on ollut tekemässä. Aiemmin piti käydä etsimässä ainakin kahdesta Excel-taulukosta ja sitten vasta Jotbarista. Sittenkään ei vielä tiedetty esimerkiksi jostain osasta mihin sitä tarvitaan.

Loppupäätelmänä voidaan todeta, että mikäli vastaava projekti tulee vastaan, kannattaa heti alussa varmistaa resurssien riittävyys. Pitää varata projektin henkilöille tarpeeksi työaika ja tulee kartoittaa millaista tietämystä ja taitoa tarvitaan projektin henkilöstöltä.

Kehitysprojektin onnistumiseen vaikuttaa myös oleellisesti johdon antama tuki. Jolla tulee olla kykyä saada ohjelman käyttäjät panostamaan käyttöönoton onnistumiseen. Lisäksi auttaa paljon jos tulevat käyttäjät ovat mukana heti suunnitteluvaiheen alussa ja osallistuvat kehittävästi tarpeiden määrittelyyn. Tällöin myös käyttöönottovaihe sujuu hallitusti ja nopeasti.



## LÄHTEET

Delfoi Planner Lite käyttöopas [atk-tallenne]. Saatu 22.2.2011.

Hemilä Jukka, Pötry Jyri & Häkkinen Kai. 2009. Tuotannonohjaus ja tietojärjestelmät: kokemuksia sekä kehittämisperiaatteita: Prologi-hankkeen loppuraportti [verkkajulkaisu]. VTT. VTT Working Papers 130 [viitattu 2.2.2013] Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W130.pdf>.

Häkkinen Kai. 2004. Tuotannonohjaus ja tietojärjestelmät: kokemuksia sekä kehittämisperiaatteita: Prologi-hankkeen loppuraportti [verkkajulkaisu]. VTT. VTT Working Papers 130 [viitattu 2.2.2013] Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W130.pdf>.

Seilonen Ilkka, Manufacturing Execution System (MES), Teollisuuden tietojärjestelmät. Aalto-yliopiston Teollisuuden tietojärjestelmät MES luentokalvot. <https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/as-116.3110/luennot>

Teittinen Henri. 2008. Näkymätön ERP. Taloudellisen toiminnanohjauksen rakentaminen [verkkajulkaisu]. Jyväskylän yliopisto. Studies in business and economics 69. Väitöskirja [viitattu 15.1.2013]. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/19204/9789513934354.pdf>.