

Johanna Ruhomäki

ERIKOISKESKUSTEN TUOTANNON LÄPIMENOAJAN
LYHENTÄMINEN TUOTANTOTEHOKKUUDEN NOSTAMISEKSI

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2012

ERIKOISKESKUSTEN TUOTANNON LÄPIMENOAJAN LYHENTÄMINEN TUOTANTOTEHOKKUUDEN NOSTAMISEKSI

Ruohomäki, Johanna
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Lokakuu 2012
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 30
Liitteitä: 4

Asiasanat: kilpailukyky, tutkimusaineisto, läpäisy aika

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia tekijöitä, jotka vaikuttavat sähkökojeistoja valmistavalla yrityksellä erikoiskeskusten läpimenoaikaan ja siten tuotantotehokkuuteen. Tutkimuksessa käsiteltyjä tuotannon ongelmia ovat asiakaskohtaisesti suunniteltavien keskusten lyhyet toimitusajat, suunnittelutietojen tuleminen osissa ja erikoiskomponenttien pitkät toimitusajat. Tutkimuskysymykset ovat: Mitkä ovat tuotannon kehityskohteet? Miten minimoida häiriötekijät ja virtauttaa valmistusprosessi?

Läpimenoajan lyhentäminen tuotantotehokkuuden nostamiseksi parantaa yrityksen kilpailukykyä ja tuottavuutta ja siten toimitusvarmuutta. Asiakastutkimuksessa vuodelta 2011 todettiin, että läpimenoaika on yrityksen tärkeimpiä kilpailuvaltteja.

Tuotantotehokkuutta edistää myös toimitukseen liittyvien tietojen kuten toimitusaikojen, henkilöstökapasiteetin ja komponenttien saatavuuden läpinäkyvyys.

Tutkimusaineistona käytettiin tuotannon läpimenoaikojen, toimitusvarmuuden ja keskusten valmistumismäärän seuranta, asentajien haastatteluja sekä keskusten kokoonpanon videomateriaalia.

Tutkimusmenetelmänä oli työn kuvaaminen Avix-menetelmää käyttämällä. Tämän jälkeen suoritettiin nykyprosessin analysoiminen asentajien kanssa sekä kehityskohteiden ja valmistusprosessin pullonkaulojen kartoittaminen.

ABBREVIATION OF LEAD TIMES IN PRODUCTION OF ENGINEERED SWITCHGEARS IN ORDER TO INCREASE PRODUCTION EFFICIENCY

Ruohomäki, Johanna
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Degree Programme in Electrical Engineering
October 2012
Mentor: Pulkkinen, Petteri
Pages: 30
Appendices: 4

Key words: competitiveness, research material, lead time

The purpose of thesis was to study factors that affect on lead times of engineered switchgears and production efficiency in a company manufacturing switchgears. The basis of thesis factors affect on lead time are short delivery times of switchgears engineered in customers` needs as well as long delivery times on specialized components needed in switchgears. Key questions are: What are development targets of production? How to minimize disturbing factors and optimize manufacturing process?

Abbreviation of lead time in order to increase production efficiency will improve the competitiveness and productivity of a company. According to customers lead time is one of the most important factors in competitiveness.

Following lead times of production, interviews of fitters and videomaterial of manufacturing switchgears were used as research material.

Method of research was to study the progress on manufacturing switchgears by using Avix-method. There after the present process was analyzed with fitters and development targets were surveyed.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	UTU OY ENNEN.....	6
3	UTU OY NYKYÄÄN.....	7
4	TUOTTEET.....	8
4.1	Sähkökojeistot.....	8
4.1.1	Vakiokeskukset.....	8
4.1.2	Erikoiskeskukset.....	8
4.2	Teollisuuden tuotteet.....	12
4.2.1	Sähkönjakelu.....	12
4.2.2	Virtakiskot.....	12
4.2.3	Tehoelektroniikan tuotteet.....	12
5	ERIKOISKESKUSTEN TOIMITUSPROSESSI.....	13
5.1	Myynnin osuus.....	13
5.2	Suunnittelu.....	13
5.3	Työn aloitus, työmääräin.....	14
5.4	Varasto.....	15
5.5	Osto.....	15
5.6	Valmistuksen ohjaus ja tuotanto.....	15
5.6.1	Kalustus.....	16
5.6.2	Kytkenä.....	16
5.6.3	Tarkastus.....	16
5.6.4	Kansitus.....	17
5.7	Pakkaamo.....	17
6	KESKUSTEN VALMISTAMINEN JA KUVAAMINEN.....	18
6.1	Ahma – vaiheittain valmistettava keskus.....	19
6.2	Ahma – yhden asentajan valmistama keskus.....	20
6.3	Ilves – vaiheittain valmistettava keskus.....	20
6.4	Ilves – yhden asentajan valmistama keskus.....	20
7	PROSESSIEN VERTAILU.....	20
8	POHDINTAA LÄPÄISYAJAN LYHENTÄMISEKSI.....	22
8.1	Tuotanto.....	22
8.2	Komponentit.....	23
8.3	Parannusehdotuksia.....	24
8.4	Toiminnan kehittäminen tutkimuksen aikana.....	25
8.4.1	Tuotanto ja logistiikka.....	25
8.4.2	Tuotanto ja Kardex-järjestelmä.....	26
8.4.3	Tuotanto ja komponentit.....	26
8.5	Toteutunut kehitystoiminta.....	27

9	LOPPUSANAT.....	28
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkittiin tekijöitä, jotka vaikuttavat sähkökojeistoja valmistavan yrityksen erikoiskeskusten läpimenoaikaan ja siten tuotantotehokkuuteen. Tavoitteena oli erikoiskeskusten valmistusprosessin tarkastelu ja kehityskohteiden kartoittaminen UTU Oy:ssä. Läpimenoaikaan vaikuttaviksi tekijöiksi osoittautuivat keskusten lyhyet toimitusajat ja vastaavasti keskuksiin tarvittavien erikoiskomponenttien pitkät toimitusajat suhteessa keskusten toimitusaikaan.

Työssä pyrittiin vertailemaan keskusten valmistusprosessin vaiheet eri tavoilla suoritettuna, jotta läpimenoajan kriittiset kohdat havaittaisiin. Valmistuksen läpäisy aika on aika, joka kuluu valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Se kuvaa valmistumisen kokonaisaika, ottamatta kantaa, mitä tuotteelle tapahtuu läpäisyajan aikana. Valmistuksen vaiheajat saattavat muodostaa vain murto-osan kokonaisajasta. (Haverila, Uusi- Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 401.)

Valmistusprosessi kuvattiin Avix-menetelmää käyttämällä ja tarkastelemalla kuvauksen tuotoksia. Menetelmän avulla havainnoidaan valmistuksen häiriötekijät ja kartoitetaan kehityskohteet tuotannon tehostamiseksi. Sillä pyritään vähentämään ja poistamaan kaikki se toiminta, mikä ei jalosta tuotetta.

Avix-menetelmällä oli jo aiemmin tutkittu vakiokeskusten tuotantoprosessia ja saadun tuloksen seurauksena muutettu tuotantojärjestelmää rakentamalla uusia kokoonpanolinjoja erityyppisille vakiokeskuksille.

Erikoiskeskuksista tutkittiin Ahman ja Ilveksen tuotantoprosessia. Keskuksen valmistusvaiheet ovat kalustus, kytkentä, tarkastus ja kansitus.

Erikoiskeskusten läpimenon kuvaamisen ja analysoinnin tuloksena piti miettiä myös nykyisen layoutin muutostarpeita ja siitä syntyviä kysymyksiä. Tarvitaanko lisää

kalustuspöytiä? Tehdäänkö erilaisia kokoonpanoryhmiä? Mihin sijoitetaan työlle tilattavat puolivalmisteet?

Valmistusprosessin kuvaamisen tuloksena saatua kuvamateriaalia voidaan myös käyttää työhjeisiin, hiljaisen tiedon tallentamiseksi ja uusien työntekijöiden työnopastukseen (Larikka, Heinilä, Selin & Tuominen 2007, 164).

Tuottavuuden parantamiseksi huomioon otettavia seikkoja ovat läpäisyajan lisäksi ottoetäisyyden puolittaminen, erilaiset puutteet materiaaleissa, tiedoissa, taidoissa, häiriötekijöiden havainnointi ja valmistusprosessin valokuvaus tai videointi (Larikka ym. 2007, 67-68).

Tavoitteena erikoiskeskusten tuotantoprosessin kehittämisessä oli, että yhden asentajan valmistamana keskuksen läpimenoaika lyhenee puskurien poistuessa vähintään kolme päivää. Tällöin valmistusvaiheiden välistä jäävä aika nopeuttaa keskuksen etenemistä kokoonpanolinjassa. Toimitusvarmuus paranee, keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääoman osuus pienenee ja logistisen prosessin hallinnollinen merkitys kasvaa (Haverila ym. 2005, 404).

2 UTU OY ENNEN

Urho Tuominen Oy:n historiikissa kuvataan yrityksen alkutaipaletta. Urho Tuominen aloitti sähköalalla juoksupoikana 14-vuotiaana. Hän toimi vuodesta 1907 lähtien asentajan apulaisena ja sitten itsenäisenä asentajana eri puolilla Etelä-Suomea, mm. A. Ahlström Oy:n palveluksessa Noormarkussa.

Urho Tuominen pyysi työnantajaltaan palkankorotusta, mutta ei sitä saanut. Niinpä hän vaimonsa rohkaisemana ryhtyi itse yrittäjäksi. Porin Sähkö- ja Telefooniliike Urho Tuominen aloitti toimintansa 1.6.1919 Porin kauppatorin varrella olevassa puutalossa Pohjoiskauppatori 1:ssä (Liite 1).

Yrityksen alkutaipaleella keskityttiin sähkökoneiden ja -tarvikkeiden myyntiin. Tämän jälkeen liiketoiminta laajeni sähköasennuksiin ja korjaustoimintaan.

Liiketoiminta laajeni Raumalle 1923. Samana vuonna radiotoiminnan aloittamisen myötä yrityksen valikoimaan tulivat radiot ja vuotta myöhemmin autot.

Sähkökeskusten valmistus aloitettiin sodan jälkeen 1945. Siitä lähtien keskuksia on valmistettu sähköurakoitsijoiden, teollisuuden ja sähköjakelun tarpeisiin. Aluksi tuotteet olivat valurautaisia koteloita, joiden elinkaari on pitkä. Niitä saattaa edelleenkin nähdä käytössä. Pian kuitenkin siirryttiin ohutlevytuotteiden käyttämiseen keskusten valmistamisessa.

Maahantuontitoiminta aloitettiin 1980-luvulla sähkötarvikekaupan rinnalla. Sähkötekniinen kauppa yhtiöitettiin vuonna 2001 UTU Powel Oy:ksi. Yhtiön markkina-alueena on Suomen lisäksi Baltian maat. Tuotevalikoiman muodostavat sähkökeskuskotelot, sähkökomponentit, sähkönumerolliset vakiokeskukset sekä tehoelektroniikan tuotteet. (UTU:n www-sivut 2012.)

3 UTU OY NYKYÄÄN

Yhtiö täytti 90 vuotta vuonna 2009 ja on keskittynyt kahdelle toimialalle – sähkökojeistojen ja sähköverkkojen solmupisteiden tuotteisiin sekä sähkötekniiseen kauppaan.

Konserni työllistää nykyään noin 140 henkilöä ja on edelleen perheyritys. Emoyhtiö on Urho Tuominen Oy ja konsernin liikevaihto on noin 30 miljoonaa euroa.

Suomessa UTU Powel Oy ja UTU Elec Oy yhdistyivät UTU Oy:ksi 1.1.2012. Toimipisteet ovat Vantaalla ja Ulvilassa. Sähkökojeistot valmistetaan Ulvilan toimipisteessä. EK-osastolla, eli erikoiskeskusten osastolla, Ahma- ja Ilves-keskuksia valmistaa noin 30 kojeistoasentajaa. Sähkötekniisiä tuotteita myydään Suomen lisäksi Virossa, Liettuassa ja Latviassa.

Tuotevalikoimaan kuuluvat vakiotuotteet kerrostaloasuntoihin, omakoti- ja rivitaloihin sekä vapaa-ajan asuntoihin, urakoitsijoille rakennusprojektien räätälöidyt keskkukset, sähköasemat ja sähköjakelun solmukohtissa tarvittavat tuotteet.

4 TUOTTEET

4.1 Sähkökojeistot

4.1.1 Vakiokeskukset

Vakiokeskukset valmistetaan kesämökkien, pientalojen ja kerrostalojen sähkökeskuksiksi. Suurin osa keskuksista toimitetaan tukkukauppiaille, mutta osa räätälöidään sähköurakoitsijoille. Niiden IP-luokat vaihtelevat malleittain ja käyttökohteittain 20:stä 44:ään.

Standardi SFS-EN 60529 määrittelee kotelointiluokituksen menetelmät. IP-koodin IP-tunnusosa (International Protection) ilmaisee, että kotelointi on määritelty standardin mukaisesti. Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee koteloinnin kosketus-, vierasesine- ja pölysuojausasteen (0...6). Toinen tunnusnumero ilmaisee vesisuojausasteen. (0...8) (Virtuaaliammattikorkeakoulun www-sivut 2012).

4.1.2 Erikoiskeskukset

Erikoiskeskukset ovat asiakkaille räätälöityjä kiinteistöjen, teollisuuden, liiketilojen ja asuintalojen nousu- ja pääkeskuksia. Tyypit ovat Nalle, Ilves ja Ahma, kotelointiluokkien mukaan.



Kuva1. Nalle-kennokeskus IP31 tai IP44 (IP54)

Nalle-keskus sopii kiinteistöjen pää- ja nousukeskukseksi. Rakenne mahdollistaa käytön myös moottorikeskuksena.

Nalle-kennokeskuksen tekniset arvot ovat:

- Sisäinen kotelointi IP20.
- Vakioväri RAL 1013 helmenharmaa, erikoisväri tilauksesta.
- Nimellisjännite 400 V, 500 V ja 690 V.
- Nimellisvirta enintään 2000A.
- Oikosulkukestoisuus I_{cw} 50 kA, I_{pk} 105 kA.



Kuva 2. Ahma-keskus

Ahma-keskus on suunniteltu teollisuuteen ja kiinteistöihin. Keskus on yhtenäiskenttäinen jakokeskusjärjestelmä kosteisiin tiloihin. Keskuksen runko valmistetaan ilman tiivisteitä. Ovien salvat tiivistetään. Kun IP-luokka on 54, rungon sekä pohja- ja kattolevyn liitokset tiivistetään silikonilla.

Ahma-keskukset tekniset arvot ovat:

- Vakioväri RAL 1013 helmenharmaa, erikoisväri tilauksesta.
- Nimellisjännite 400 V, 500 V ja 690 V.
- Nimellisvirta 25-630A Al-kiskolla, 800A Cu-kiskolla.
- Oikosulkukestoisuus:
kiskosto 250A: I_{cw} 12,5 kA, I_{pk} 25,1 kA
kiskosto 630A: I_{cw} 25,1 kA, I_{pk} 51,8 kA.



Kuva 3. Ilves-keskus

Ilves-keskus on suunniteltu toimisto-, liike,- teollisuus- ja asuinrakennusten kuiviin tiloihin. Keskus on asennusystävällinen, alan uusimmat määräykset ja standardit täyttävä jakokeskus.

Ilves-keskuksen tekniset arvot ovat:

- Vakioväri RAL 1013 helmenharmaa, erikoisväri tilauksesta.
- Nimellisjännite 400 V, 500 V ja 690 V.
- Nimellisvirta 25-630A Al-kiskolla, 800A Cu-kiskolla.
- Oikosulkukestoisuus:
 - kiskosto 250A: Icw 16,3 kA, Ipk 31,0 kA
 - kiskosto 630A: Icw 31,3 kA, Ipk 67,9 kA.

Keskukset on suunniteltu kansainvälisesti harmonisoidun Standardin IEC-/EN-/SFS-EN 60439 mukaisesti ja koestettu suomalaisissa testauslaitoksissa normien mukaan. Keskuksille on haettu SGS Fimkolta FI -merkin käyttöoikeus. Keskuksissa käytetään sertifioituja materiaaleja ja komponentteja. Pakkauksissa käytetään ympäristöystävällisiä materiaaleja.

4.2 Teollisuuden tuotteet

Teollisuus ja energia-osaston tuotteita ovat teollisuudelle toimitettavat pienjännitetuotteet ja keskijännitetuotteet. Pienjännitetuotteita ovat kennokeskukset ja kiskosilta-järjestelmä ja keskijännitetuotteita muun muassa vaunukatkaisija-kojeistot, sähköasemat ja päämuuntajat.

4.2.1 Sähkönjakelu

Sähkönjakeluun liittyviä teollisuus ja energia-osaston tuotteita ovat projekteittain toimitettavat sähköasemat avaimet käteen-periaatteella. Toimituksiin kuuluvat keskijännite-kiskosillat, keskijännitekojeistot, ohjauskeskukset ja tasasähköjärjestelmät asennuksineen eli muuntoasemille tulevat kaikki kojeistot asennuksineen ja koestuksineen.

4.2.2 Virtakiskot

Virtakiskotuotteita ovat välityskauppana toimitettavat muunneltavat jakelukiskot ja kiskosillat. Kiskosillat menevät muuntajalta pääkeskukseen tai ovat suurten kojeistojen välisiä, niiden virta-arvot vaihtelevat 1250-3000A välillä.

4.2.3 Tehoelektroniikan tuotteet

Tehoelektroniikan tuotteita ovat välityskauppana toimitettavat keskeytymättömän virransyötön tuotteet. Näitä ovat UPS-järjestelmät, akut, varaajat ja taajuusmuuttajat ja näiden huoltopalvelu. Tuotteista voidaan rakentaa asiakkaille räätälöityjä keskeytymättömän virransyötön kokonaisjärjestelmiä.

(UTU:n www-sivut 2012.)

5 ERIKOISKESKUSTEN TOIMITUSPROSESSI

Erikoiskeskusten toimitusprosessi on monivaiheinen. Prosessiketjuun kuuluvat myynti, suunnittelu, tuotanto ja logistiikan toiminnot. Logistiikan toimintoihin kuuluvat varasto, ostotoiminta ja kuljetukset. Toimitusprosessin läpäisy aika alkaa tilauksesta ja päättyy toimitukseen. Toimitusprosessin läpäisy aikaan myynnin ja suunnittelun osastoilla käytetty aika vaikuttaa tuotannon läpäisy aikaan. Prosessikuvaus esitetään liitteessä 2.

5.1 Myynnin osuus

Keskusten toimitusprosessi lähtee käyntiin sähköurakoitsijalta saapuvalla tarjouspyynnöllä, joka sisältää tarvittavien keskusten pääkaaviot, toisinaan myös eritellyt komponentit. Tarjouslaskentaohjelmalla tehdään tarjous, joka asiakkaan hyväksymänä muutetaan tilaukseksi tuotannonohjausjärjestelmään. Tilaukseen merkitään asiakkaan kanssa sovittu keskusten toimitusaika.

5.2 Suunnittelu

Tilaus ja keskusten pääkaaviot siirtyvät suunnittelijalle. Suunnittelija tekee CADS-ohjelmalla keskusten kokoonpanokuvat. Suunnittelun toiminta jakautuu kolmeen vaiheeseen. Nämä ovat I-suunnittelu, asiakashyväksyntä ja II-suunnittelu.

I-suunnitteluvaiheessa kokoonpanokuvat toimitetaan sähköisesti asiakkaan kommentoitaviksi, jotta mahdolliset muutostarpeet saadaan vastaamaan asiakkaan tarpeita. Näitä ovat muun muassa keskuksen korkeus, leveys ja asiakkaan syöttökaapelin tulosuunta.

Asiakashyväksyntä-vaiheessa asiakas toimittaa valmistusluvan, piirikaaviot ja mahdolliset lämpöreleat. Tarvittaessa toimitusaikoja siirretään asiakkaasta tai

suunnitteluun myöhään saapuneista tiedoista johtuen. Muuttuneen toimitusaikatiedon tallentaminen ERP-järjestelmään on tärkeää, jotta keskuksat valmistetaan ja toimitetaan oikeaan aikaan.

II-suunnitteluvaiheessa suunnittelija tekee asiakkaan esittämät muutokset kokoonpanokuvaan ja tallentaa dokumentit tuotannonohjausjärjestelmään. Samalla ERP-järjestelmä varaa automaattisesti materiaalit ja komponentit ko. työlle ja generoi tarvittavat ostoimpulssit. Suunnittelija valmistaa työkuvapaketin ja asiakkaalle toimitettavat kuvat pakataan keskuksen työnumerolla varusteltuun kuoreen. Työkuvuissa on keskuksen kokoonpanokuva, pääkaaviot, piirikaaviot ja muut mahdolliset kirjalliset ohjeet, esim. sairaalakohteiden tai TVO:n erityisohjeet.

Suunnittelija toimittaa ostoon erikseen maalattavien puolivalmisteiden luettelon ja erikoiskomponenttien tilauslistan. Erikseen tilattavien puolivalmisteiden tilaus pyritään tekemään ennen keskuksen tuotantoon laittamista. Tällaisia puolivalmisteita ovat esimerkiksi metallisalpakanet ja erikoiskorkean Ahman osat. Nämä normaalista poikkeavat tilaukset tulevat ostajalle melko myöhään, jolloin keskuksen valmistusprosessi saattaa viivästyä ja tuottaa haastetta tuotantoprosessin aikataulutukseen. Kehityskohta tässä on tilausimpulssin anto suunnittelun I-vaiheessa.

5.3 Työn aloitus, työmääräin

Ennen työn aloitusta työkuviin liitetään työmääräin. Siinä on kokoonpanon aloituspäivä ja keskuksen toimituspäivä. Työmääräimiä käytetään työjärjestyksen suunnitteluun. (Haverila ym. 2005, 426.) Asiakkaan kuvat toimitetaan kansitusalueelle liitettäväksi myöhemmin keskuksen mukaan.

5.4 Varasto

Työkuvat etenevät työmääräimessä olevan kokoonpanon ensimmäisen työvaiheen aloituspäivän mukaisessa järjestyksessä. Keskukseen tarvittavat varastokomponentit kerätään, tulostetaan kojettarrat ja viedään kalustusalueelle työnumerolla varustettuna.

5.5 Osto

Mahdolliset erikoiskomponentit ja keskuskohtaiset tilattavat puolivalmisteet, kuten metallisalpakannet, tilataan ostoerittelyjen mukaisesti. Ostaja seuraa varastokomponenttien saldoja ja tilaa tuotteita tarpeen mukaan tilauspisteen alittuessa. Alittuminen tuottaa ostoehdotuksen ostajalle. Ostolla on myös käytössään komponenttitoimittajien kanssa kotiinkutsumekanismi. (Karjalainen, Blomqvist & Suolanen 2001, 34-35.)

5.6 Valmistuksen ohjaus ja tuotanto

Valmistuksen ohjauksen tehtäviä ovat työn suorittamisen suunnittelu, töiden ajoitus, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, valvonta ja raportointi. Ajoitusta vaikeuttaa lähes jokaiseen keskukseen tulevat työlle tilattavat erikoiskomponentit ja niiden saapuminen. Osa puuttuvista komponenteista estää työn aloituksen. Työn suunnittelun tarve on suuri, kun valmistetaan yksittäisiä tilaustuotteita. Valmistuksen ohjaus perustuu työmääräimeen. (Haverila ym. 2005, 425-426.) Työkuvat ja työmääräin kulkevat kokoonpanossa eri vaiheiden mukana.

5.6.1 Kalustus

Kalustuksessa keskuksen runko kasataan ja varastokomponentit asennetaan keskukseen työkuvien mukaisesti.

5.6.2 Kytkeä

Kytkenässä lisätään riviliittimet ja kytketään ohjaukset työkuvien mukaan.

5.6.3 Tarkastus

Tarkastaja tarkastaa johdotuksen visuaalisesti, ja johdotuksen oikeellisuus suunniteltuihin dokumentteihin todetaan soittamalla summerilla johdin liittimestä liittimeen. Mikäli summeri ei soi, pitää liittinten kytkennän oikeellisuus tarkastaa. Kyseessä voi olla esimerkiksi löysä liitos. Liittinten ruuvien kireys tarkastetaan käsityökalulla kääntämällä. Johtimien liittokset tarkastetaan pistokokein nykimällä ja heiluttamalla johdinta läheltä liitosta, mahdolliset poikkeamat korjataan ja suoritetaan tarkastuspöytäkirjassa mainitut mittaukset.

Tehdaskoestuksen tehtävänä on todeta keskus piirustusten ja määräysten mukaiseksi ja asennetut kojeet toiminnaltaan virheettömiksi (UTU intra 2012). Tarkastaja valokuvaa keskuksen ennen kansitusta. Kuva ja tarkastuspöytäkirja tallennetaan sähköiseen arkistoon.

5.6.4 Kansitus

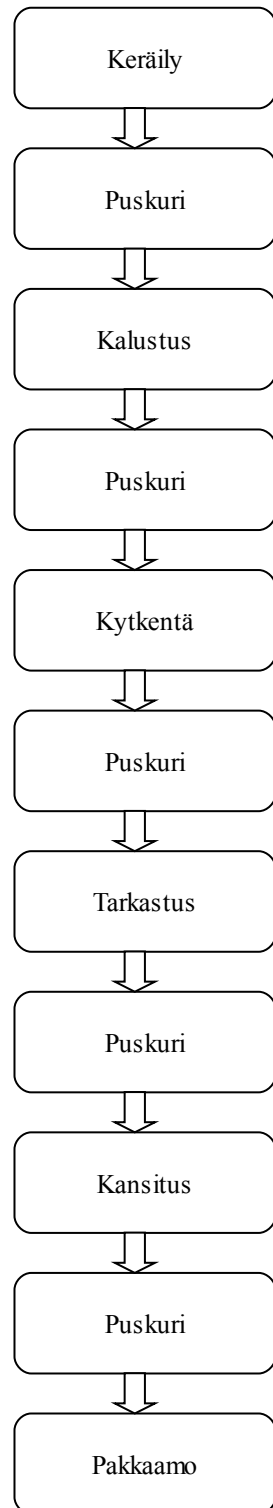
Viimeistelyssä kansittaja siistii keskuksen, asentaa kannet, lisää kilvet, arvokilven ja liittää dokumentit keskuksen mukana toimitettavaksi. Keskuksen mukana toimitettavat dokumentit on pakattu kirjekuoreen, joka sisältää keskuksen kokoonpanokuvan, pääkaaviot, piirikaaviot, kojeluettelon ja tarkastuspöytäkirjan.

5.7 Pakkaamo

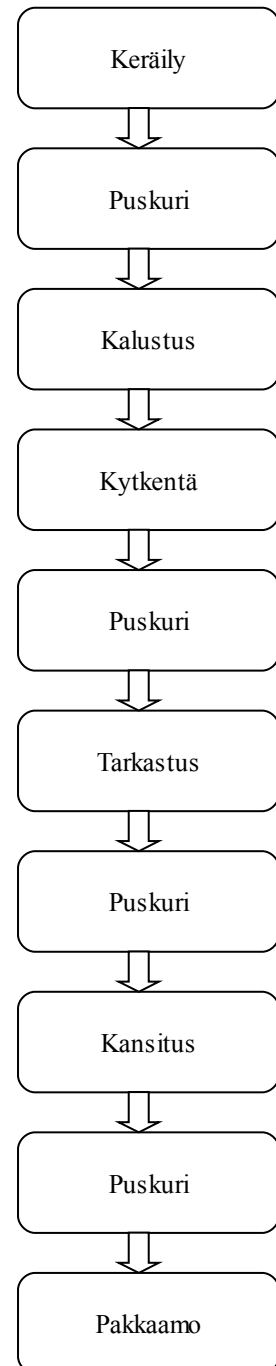
Valmiit keskuksat pakataan toimitusjärjestyksen mukaan, tulostetaan osoitetarrat, rahtikirjat ja toimitetaan kuljetuspalvelun noudettavaksi. Samalla asiakkaalle lähtee tekstiviestinä rahtikirjan numerolla varustettu tieto keskusten toimituksesta.

6 KESKUSTEN VALMISTAMINEN JA KUVAAMINEN

Vaiheittain valmistuva



OT:na valmistuva



Kaavio 1. Valmistuksen vaiheet

Alkutilanteessa tutkitaan keskuksen valmistusprosessia, kun keskus valmistetaan vaiheittain. Tässä toimintamallissa on havaittavissa työnjako ja asentajien eri roolit. (Karjalainen ym. 2001, 23.) Tämän mallin mukaan toiminnan joustavuus kuitenkin vähenee, kun esim. kaksi kalustajaa sairastuu. Silloin pitää resurssi siirtää muusta työvaiheesta.

Jälkimmäisessä tutkitaan prosessin etenemistä ja sen vaiheita yhden asentajan suorittamana, tästä käytetään nimitystä valmistus OT:na.

Yhteistä valmistusprosesseille, valmistus vaiheittain tai OT:na, on tarkastus. Tarkastusvaiheen suorittaa aina henkilö, joka ei ole kytkenyt keskusta. Kuvattavat keskuksat olivat erikoiskeskuksista Ahma ja Ilves, sillä Nallen tuotantoprosessi on fyysisesti eri paikassa ja eri ryhmä valmistaa näitä keskuksia.

Vertailtavat keskuksat olivat keskenään samankaltaiset kooltaan ja rakenteellisesti. Keskuksat olivat kaksi kaksikenttäistä Ahmaa ja kaksi kaksikenttäistä Ilvestä.

Videoimisen tarkoituksena oli erottaa tuotteen arvoa lisäävä ja tuottamaton työ toisistaan ja tällä tavoin kehittää tuotantoprosessin tuottavuutta ja lyhentää läpäisyaikaa. Kuvauksen tarkastelussa pyrittiin havaitsemaan parannusehdotuksia ja muun muassa kiinnittämään huomiota puolivalmisteiden sijoitteluun tuotantolinjassa. (Larikka ym. 2007,160.)

6.1 Ahma – vaiheittain valmistettava keskus

Työn kuvaaminen aloitettiin tiistaina 18. syyskuuta videoimalla kalustuksen osuus (Hlö 1; henkilöt ovat UTU:n kojeistoasentajia). KytKentä kuvattiin torstaina (Hlö 2). Perjantaina keskusta alettiin (Hlö 3) tarkastaa, mutta siinä havaittiin, että keskukseseen oli asennettu väärää komponentteja. Työlle tilattiin vikavirtasuojat, kuvauksia jatkettiin ja keskus korjattiin.

6.2 Ahma – yhden asentajan valmistama keskus

Tutkimuksen aikataulun puitteissa kuvaamista ei ehditty suorittaa. Kuvaus ja tarkastelu suoritetaan tulevaisuudessa.

6.3 Ilves – vaiheittain valmistettava keskus

Keskuksen kalustaminen kuvattiin keskiviikkona 19. päivä syyskuuta (Hlö 4). Asentaja kertoi aloittaessaan työn, että hän kalustaa sen eri tavalla kuin muut. Jokaisella asentajalla on oma ”kädenjälki”, ja kyseinen kalustaja on kytkenyt keskuksia myös OT:na valmistaen keskuksen alusta loppuun, jolloin kansituksen vaiheet on huomioitu jo kalustaessa. Tämä vaikuttaa erilaiseen työskentelytapaan. Muita valmistuksen vaiheita ei keskuksen valmistuksessa kuvattu.

6.4 Ilves – yhden asentajan valmistama keskus

Työn kuvaaminen aloitettiin torstaina 13. syyskuuta (Hlö 5). Asentaja kalusti keskuksen ja siirtyi kytkemään keskusta. Muita valmistuksen vaiheita ei kuvattu.

7 PROSESSIEN VERTAILU

Kuvausten purku ja analysointi aloitettiin keskiviikkona 10. lokakuuta. Tutkittiin kaksikenttäisen Ahman kalustusta ja kytkentää. Avix-ohjelmalla keskuksen kalustamisvaiheesta eroteltiin työn osa-alueita, joita ovat osien ja rungon kokoaminen ja osien kiinnittäminen runkoon. Tuottamatonta, ei jalostavaa, työtä on kirjautuminen työlle, kytkentätelineen nouto ym. Ahman kalustusta kuvataan liitteessä 3.

Kuvausten perusteella tehtiin seuraavat havainnot:

1. Kalustuspöydän ergonomiaan ja kokoon kiinnitettiin huomiota. Kooltaan samankaltaisia vakio-osastolla valmistettavia keskuksia kalustetaan ja kytketään helpommin liikuteltavalla työpöydällä ja keskuksen kytkentä suoritetaan rungon ollessa vaakatasossa. Kuvattava keskus kytkettiin rungon ollessa pystyasennossa.
2. Kalustuksen jälkeen kytkentätelineen nouto ja keskuksen siirtäminen kytkentäalueelle vei paljon aikaa.
3. Keskuksen kytkentä eteni johdonmukaisesti, johtokelojen sijoittelu pitää tarkastella. Voiko kelat sijoittaa telineeseen? Kuormittaako keskuksen kytkentä pystytelineillä vähemmän kuin jos teline on vaakatasossa?
4. Monikenttäisten keskusten läpimenoaikaa voitaisiin kenties lyhentää jakamalla kalustusta osiin, asentaja 1 kokoaisi osia ja asentaja 2 kokoaisi keskuksen rungon.

Kuvatun keskuksen valmistuksen etenemisestä vaiheittain kerättiin tuotannonohjausjärjestelmästä seuraavat tiedot:

Ahma työno 23129, suunniteltu työaika 6.81 h, käytetty 7.59 h

kalustus	Hlö1	suunniteltu	1.18	käytetty	1.57
kytkentä	Hlö2		4.10		2.18
tarkastus	Hlö3		0.47		2.12
kansitus	Hlö6		1.06		1.72

Tarkastuksessa havaittiin väärä komponentti, se tilattiin ja se saatiin kahden vuorokauden kuluttua. Keskuksen piti olla valmis 24. päivä, se valmistui 28. päivä; 4 vrk myöhässä. Tässä tavoiteltu läpimenoaika ylittyi.

8 POHDINTAA LÄPÄISYAJAN LYHENTÄMISEKSI

8.1 Tuotanto

Alkuperäisenä visiona ennen kuvaamisen aloitusta oli, että keskuksen läpimenoaika on mahdollisimman lyhyt yhden asentajan valmistaessa keskuksen. Toisaalta, osa asentajista on erikoistuneita kokoonpanon yhteen vaiheeseen, esim. kytkemiseen. Näille asentajille kynnyks kolmen työvaiheen suorittamiseen on korkea. Nämä vaiheet ovat kalustus, kytkentä ja kansitus. Tarkastusvaiheen suorittaa aina tarkastaja.

Vertailuja keskusten etenemisestä ja vaiheajoista Ilves ja Ahma									
työnumero		23617	19579	24304	16578	19588	21765	24442	23907
valmistustapa		Ilves	Ilves	Ilves OT:na	Ilves OT:na	Ahma	Ahma	Ahma OT:na	Ahma OT:na
laskettu valmistusaika/h		27	20	15	37	34	66	9	14
käytetty aika/h		käytetty	käytetty	alittui	alittui	käytetty	alittui	alittui	alittui
keräys suoritettu		11.10.	1.10.	11.10.	11.6.	1.10.	30.8.	19.10.	8.10.
kalustus aloitettu + vrk edellisestä vaiheesta		1	5	0	1	4	7	0	1
kytkentä aloitettu + vrk edellisestä vaiheesta		1	3	0	0	2	5	0	1
tarkastus aloitettu vrk edellisestä vaiheesta		1	2	0	3	1	3	0	3
kansitus + vrk edellisestä vaiheesta		0	1	0	0	0	1	0	1

Kaavio 2. Kaaviokuva vaiheiden väliin jäävästä ajasta

Prosessien kuvaus ja analysointi on tämän tutkimuksen aikana vielä kesken, mutta työtä jatketaan. Kun Ahma- ja Ilves-keskuksia on kuvattu sekä OT:na valmistettuja että vaiheittain valmistuneita sekä analysoitu kytkentätapoja asentajien kanssa, suoritetaan kartoitus, minkälaiset keskuks on läpimenoajan kannalta edullisempaa valmistaa vaiheittain.

Analysoinnin tässä vaiheessa, kun ensimmäisen keskuksen kalustusta ja kytkentää on purettu, todetaan että suurimmat keskuksset, joiden valmistusaika on yli 30 tuntia, on valmistettava vaiheittain ja OT:na. Vaiheittain valmistuksessa voisi miettiä kalustuksen jakamista osiin, osien valmistamiseen ja rungon kokoamiseen. Tämä lyhentää kalustukseen käytettävää läpäisyäikää, kun taas OT-ryhmän valmistamana läpäisyajasta jää kalustuksen ja kytkennän välinen puskuri pois.

Mietitään ryhmien rakentamista suorittamaan keskuksen kalustus ja kytkentä. Tällöin läpäisyäika lyhenee keskimäärin kahdella päivällä, kun kalustuksen ja kytkennän välistä jää puskurivarasto pois. Etenkin keskuksset, joilla on tuotantoon tullessaan lyhyt läpäisyäika, OT:na valmistaminen on tarkoituksenmukaista. Tarkastuksen ja kansituksen suorittavat eri asentajat. OT:na voidaan suorittaa myös kansitus, mikäli kansittajilla on jo muita keskuksia puskurissa.

Kooltaan pienempien, yksi- ja kaksikenttäisten keskusten valmistukseen voisi rakentaa uuden liukuhihnaimaisen linjan, jossa keskuksset etenevät kalustuksesta suoraan kytkijälle. Mallia voidaan soveltaa vakiokeskusten valmistuslinjalta.

Tuotannon kannalta valmistus on tuottavaa tilanteessa, jossa tietyn kohteen keskuksset valmistaa pienryhmä, 2-4 henkilöä. Keskuksset ovat keskenään samankaltaisia, niiden komponentit ja piirikaaviot ovat melko yhteneviä ja näin niiden valmistus etenee jouhevammin. Pulmana on usein kuitenkin se, että kohteiden keskuksilla on sama toimituspäivä, ja siksi valmistus pitää hajottaa koko osastolle.

Oikein rakennettu tuotantopalkkiojärjestelmä vaikuttaa oleellisesti läpimenoaikaan. Hyviä tuloksia saavutetaan kiinnittämällä huomiota ajankäyttöön, järjestykseen sekä innostavaan ja kannustavaan toimintaan ryhmässä.

8.2 Komponentit

Keskusten tuotannossa on kokoonpanon lisäksi muita tekijöitä, jotka vaikuttavat keskusten läpimenoaikaan. Näitä ovat esimerkiksi:

1. Epätarkkuudet työkuivissa. Asentajan työ keskeytyy, kun suunnittelija tarkentaa tietoja asiakkaan kanssa tai komponentit eivät täsmää pääkaavioiden kanssa.
2. Asiakkaan toivomat muutokset työkuviin, kun keskusta on alettu valmistaa.
3. Erikoiskomponenttien ja joidenkin varastokomponenttien pitkä toimitusaika, joissakin tapauksissa puolivalmisteiden maalaus ja tilaaminen suoraan työille. Tällaisia puolivalmisteita ovat mm. sadelipat ja korkean Ahman puolivalmisteet.

Materiaalipalvelutasoon tulee kiinnittää huomiota, sillä se on tärkeä osa tuottavuuskehityksen kannalta. (Larikka ym. 2007,121-122.) Työkuvat toimitetaan varaston kerättäväksi ja komponentit kerätään siten, että työ voidaan aloittaa työmääräimessä olevana aloituspäivänä. Tilattavien komponenttien vahvistettu toimituspäivä lisätään ostotilauksesta keräyslistaan, tällöin usean henkilön varastossa ja asennuksessa ei tarvitse tarkistaa sitä järjestelmästä ja näin käyttää aikaa hukkaan.

Tilattavan komponentin puuttuva toimituspäivä selvitetään ostajalta. Kartoitetaan voidaanko keskuksen valmistus aloittaa ennen kuin kaikki tarvittavat puolivalmisteet ja komponentit ovat käytettävissä.

Joidenkin komponenttien puuttuminen ennen kansitusta ei välttämättä estä valmistuksen aloitusta, mutta aiheuttaa lisäselvityksiä valmistuksen aikana.

Toisinaan myöhässä saapunut komponentti aiheuttaa lisätyötä. Komponentin tilan tarve on väärin mitoitettu, kytkentää ja tiloja pitää muuttaa, tuotantoresurssia kuluu hukkaan ja läpäisy aika pitenee. Mikäli osa komponenteista jää pois toimituksesta, puutteesta informoidaan asiakasta. Komponenttien toimittaminen keskustoimituksen jälkeen aiheuttaa lisäkuluja.

8.3 Parannusehdotuksia

Työlle tilattavien puolivalmisteiden saapumisen ajoittaminen tuotannon käyttöön helpottuu seuraavilla toimenpiteillä:

1. Suunnittelija lähettää keskuksen kokoonpanokuvat pdf:nä suoraan ostajalle. Tällöin kuvan siirtyminen ostajalle nopeutuu ja suunnittelijalle itsellään jää dokumentti, josta selviää, että keskuksen puolivalmisteiden tilaus on lähtenyt ostoon.
2. Tietty määrä puolivalmisteita on varastossa saldoilla, josta ne vähenevät työlle otettaessa. Haittana on varastoon sitoutuneen pääoman kasvu.
3. Rakenteiden päivitys siten, että suunnittelusta lähtee ostoimpulssi suunnittelun ykkösvaiheessa eli kun kokoonpanokuva toimitetaan asiakkaan kommentoitavaksi.

Keskuksen valmistus voi keskeytyä eri syistä, esim. komponenttien tilamuutokset, osapuutteet ja virheelliset valmistuskuvat. Työn keskeytyminen aiheuttaa lisätyötä ja pidentää läpäisyäikää. Tämän kirjaaminen tulisi saada kirjata omaksi työvaiheekseen keskuksen varsinaisen valmistusajan lisäksi. Lisätöitä voitaisiin tarkastella keskuskohtaisesti ja analysoida paremmin virheiden ja viivästysten syitä.

8.4 Toiminnan kehittäminen tutkimuksen aikana

8.4.1 Tuotanto ja logistiikka

Vantaan ja Ulvilan yhdistyminen UTU Oy:ksi toi mukanaan ostotoiminnan yhdistämisen. Perustettuun TYKE-projektiin osallistuvat henkilöt kartoittavat ostotoiminnan jakamista toimittajittain, yhteisten tuotteiden yhtenäistä merkintätapaa ja varastotoimintoja.

Logistiikkaan tulee rakentaa varahenkilöjärjestelmä. Tällä hetkellä esim. trukinkuljettajan poissaolon korvaa aina asentaja ja varastossa on kaksi koulutettua henkilöä, jotka osaavat käyttää Kardex-järjestelmää. Kardex-järjestelmää kuvataan liitteessä 4.

Erikoiskeskusten kalustusalueella ja osin myös kytkennässä käytettävien komponenttien käteisvarastossa on varastohenkilöiden ajankäytön ja työn kuormituksen tasapainottamiseksi otettu käyttöön kahden laatikon menetelmä.

Menetelmässä varastoidaan edullisempia ja pienikokoisia tuotteita kokoonpanolinjalle. Esimerkiksi kaapelikengät on sijoitettu kahdelle eri hyllykölle. Asentaja noutaa tarvittavat kaapelikengät vasemmalla sijaitsevan hyllykön laatikosta. Kun laatikko tyhjenee, täysi laatikko siirretään oikeanpuoleisesta hyllyköstä vasemmalle ja tällöin oikeanpuoleisen hyllykön reunalle ripustettuun vihkoon kirjataan laatikko otetuksi käyttöön. Varastohenkilöt seuraavat oikeanpuoleisen hyllykön tilannetta, vähentävät käyttöön otetut laatikot varastosaldosta ja täydentävät hyllykön. (Haverila ym. 2005, 452.)

8.4.2 Tuotanto ja Kardex-järjestelmä

Yhtiö on investoinut varastojärjestelmään. Kardex-järjestelmä otettiin käyttöön kesällä 2012. Varastohyllyt poistettiin ja komponentit varastoitettiin Kardexiin. Järjestelmän etuja ovat varaston siisteys, hävikin pieneneminen ja varaston reaaliaikaisuus. Järjestelmä on myös helpottanut varastohenkilöiden työn fyysistä kuormitusta, sillä nostojen ja painavien komponenttien siirtely on vähentynyt.

Aikaisemmin asentajat kävivät itse vaihtamassa komponentteja varastosta. Siitä seurasi hävikkiä ja saldot olivat usein sekaisin, kun komponentit oli vähennetty väärin. Kardex-järjestelmä kerää komponentit nimike kerrallaan ja noutaa ne tarjottimelle. Tästä varastohenkilö siirtää komponentit keskuskohtaisesti keräilylaatikkoon.

8.4.3 Tuotanto ja komponentit

Komponenttien vaihtaminen kesken valmistuksen hidastaa valmistuksen läpimenoa. Komponentteja vaihdetaan, palautetaan ja noudetaan varastosta, koska

keräyslistoissa on vääriä komponentteja, niitä puuttuu keräilyn aikana varastosta ja toisinaan komponentit ovat rikkoutuneita.

Tutkimusajankohtana viikolla 40 varastossa tilastoitiin 38 keskuksen komponenttien vaihto. Näissä oli 62 eri nimikettä. Keskimääräisesti nimikkeen keräily Kardex-järjestelmässä kestää 7 minuuttia. Tähän aikaan sisältyy nimikkeen haku, vaihto ja poiminta. Viikon aikana kului 434 minuuttia komponenttien vaihtamiseen, eli 7h 23 minuuttia. Kun lasketaan työn keskeyttämiseen, varastoon siirtymiseen ja työn jatkamiseen käytetty aika, käytetään siihen keskimäärin 7 minuuttia.

Saadaan lauseke $(2*434) / (30*2400) = 0,012$.

434= komponenttien vaihtamiseen käytetty aika

434= työn keskeyttämiseen, varastoon siirtymiseen ja työn jatkamiseen käytetty aika

30= asentajien lukumäärä

2400= viikkotyöaika minuutteina

Tarkastelussa käytettynä ajanjaksona (vko 40) henkilöresurssista kului 1,2 % tällaiseen, ei-tuottavaan työhön. Erityisesti suunnittelussa pitää kiinnittää huomiota keräyslistojen oikeellisuuteen.

8.5 Toteutunut kehitystoiminta

Osa komponenteista varastoidaan osastolle, jossa sitä käytetään suuria määriä. Esimerkiksi läpivientilaippoja, joita käytetään pääasiassa vakio-osastolla, käytetään myös erikoiskeskusten valmistuksessa, mutta ne varastoidaan vakio-osastolle. Laippoja ei ole tarkoituksenmukaista käydä hakemassa toiselta osastolta, vaan niiden loppuminen kirjataan trukinkuljettajan opastetaululle. Trukinkuljettaja tuo laipat osastolle ja kirjaa laipat otetuiksi varastosaldolta.

9 LOPPUSANAT

Tutkimusmenetelmänä käytetty keskusten kokoonpanon videoiminen on haaste. Haasteellisuuden tuo kuvaamiseen liittyvien epäluulojen voittaminen. Kuvaus suoritettiin vapaaehtoisuusperiaatteella ja perusteltiin työn kehittämiseksi. Kuvausta jatketaan ja tarkastellaan tämän työn ulkopuolella ja samalla tuotannon toimintaa kehitetään edelleen.

OT-ryhmää kasvattamalla keskusten läpimenoaika saadaan lyhemmäksi, mutta myös muita tuotannon ohjaustapoja tulee tarkastella. OT:na valmistettavat keskukset parantavat tuotantotehokkuutta, sillä näiden läpäisy aika lyhenee vaiheiden väliin jäävien puskurien poistumisella. Osalle asentajista valmistaminen OT:na on myös vaihtelua työtehtäviin, mutta heidän osaamistasonsa tulee olla hyvä. Kesätyöntekijöillä ei tällaista osaamistasoa kuitenkaan ole, joten on tuottavampaa sijoittaa heidät tuotannon yksittäisiin vaiheisiin.

Kaikkien asentajien ei ole tarkoituksenmukaista suorittaa useampia valmistuksen vaiheita, vaan työvaiheet joissa he ovat pätevimpiä. Osa asentajista on osaavia kalustuksessa, joillakin on tietotaito kytkemiseen ja osa kansittaa muita ripeämmin. Erikoisempia, harvoin suoritettavia tehtäviä, kuten keskusten asentaminen kaappiin, ei kaikkien asentajien tarvitse hallita.

Keskusten koon perusteella voidaan tarkastella tuotantolinja-lähestymistapaa ja osan valmistuksen ulkoistamista. Keskusten läpäisy aikaan nähden pienikokoisempien keskusten valmistaminen vaiheittain ei ole tuottavinta.

Henkilöstön johtamisessa on kaksi vallitsevaa lähestymistapaa, toinen tuotantolinja-lähestymistapa ja toinen työntekijöiden omakohtaista harkintaa korostava lähestyminen. Jälkimmäinen lähestymistapa edesauttaa työntekijöiden oman työnsä

parempaa kontrollointia, vastuunottoa omasta työstään ja vastuunjako ”omalla
reviirillä”. (Ojasalo & Ojasalo 2008,147-149.)

LÄHTEET

Haverila M.J., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Asko Miettinen. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino OY.

Karjalainen, J., Blomqvist, M. & Suolanen O. 2001. Kehittyvä toiminnanohjaus. Helsinki: MET.

Larikka M., Heinilä P., Selin K. & Tuominen J. 2007. Tuottavuuden jatkuva parantaminen. Tampere: Tammer- Paino OY.

Ojasalo J. & Ojasalo K. 2008. Kehitä teollisuuspalveluja. Helsinki: Talentum.

UTU-intra laatukäsikirja 2012. Ulvila: UTU OY.

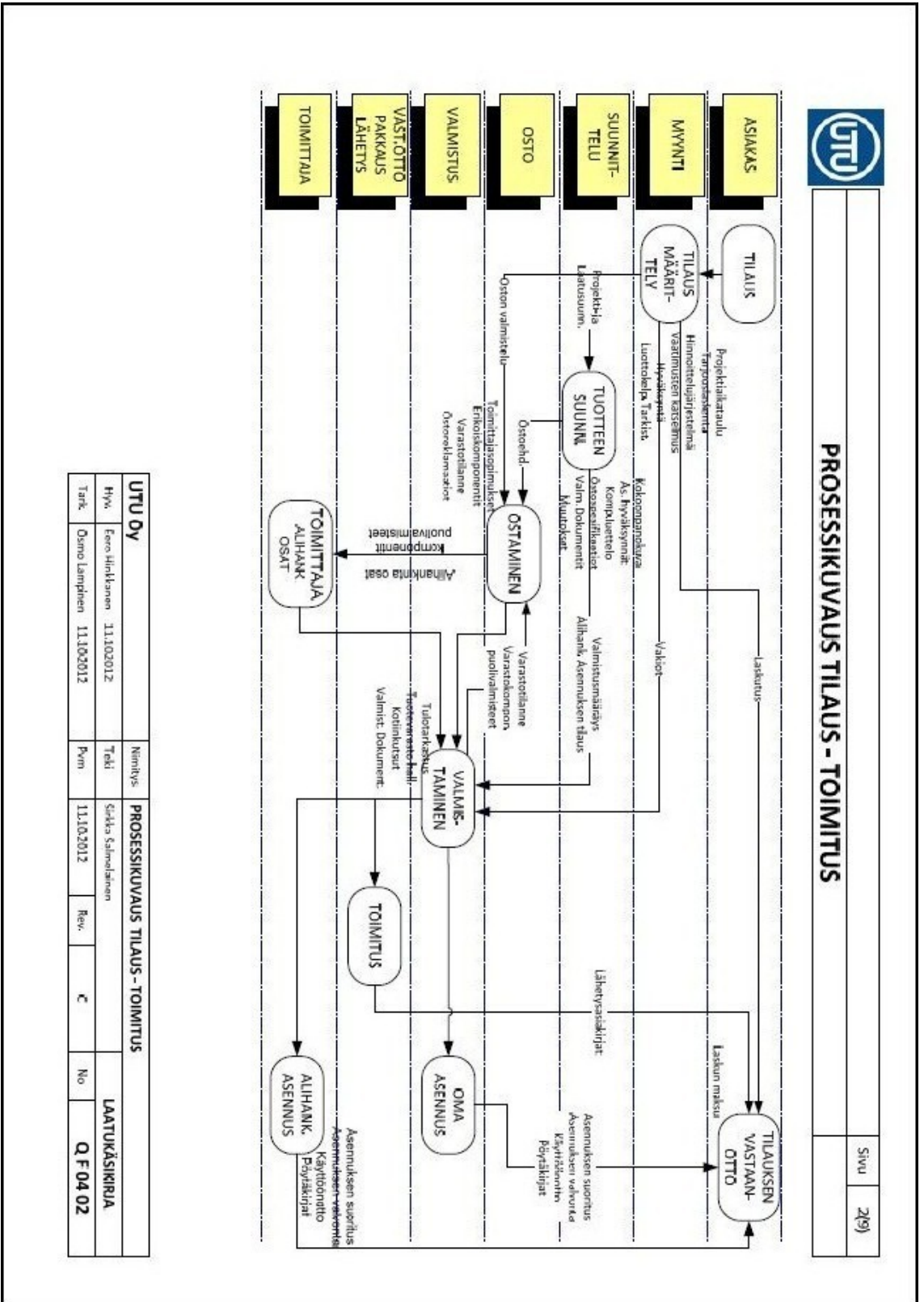
UTU:n www-sivut. 2012. Viitattu 24.9.2012. <http://www.utuelec.fi>

Virtuaaliammattikorkeankoulun www-sivut. 2012. Viitattu 16.9.2012. <http://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960605288/1133961558641/1133961579677.html>

PORIN SÄHKÖ- JA TELEFOONILIIKE

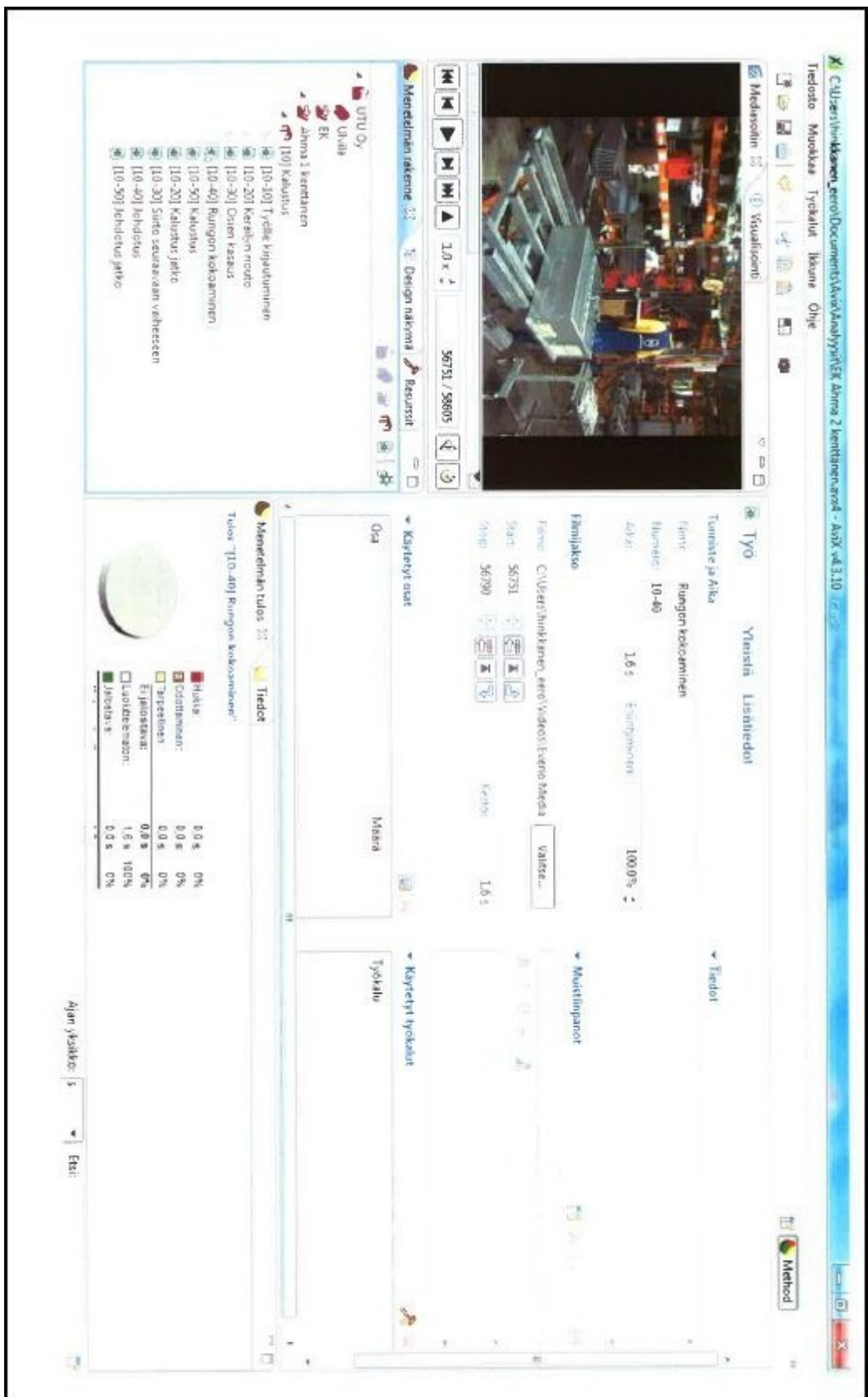


PROSESSIKUVAUS TILAUS-TOIMITUS



PROSESSIKUVAUS TILAUS - TOIMITUS

KUVA AVIX-OHJELMASTA



KUVIA KARDEX-JÄRJESTELMÄSTÄ

