

Lasse Hyny

## VIIVAKOODIN HYÖDYNTÄMINEN MATERIAALITOIMINNOISSA

Insinööriö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kevät 2001



Kajaanin  
ammattikorkeakoulu

## INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

Osasto Tekniikka	Koulutusohjelma Tuotantotekniikka
Tekijä(t)  Lasse Hyny	
Työn nimi  Viivakoodin hyödyntäminen materiaalitoiminnoissa	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot  Elektroniikan tuotantotekniikka	Ohjaaja(t) Heikki Savolainen (Kajaanin AMK)  Jyrki Luojumäki (Incap Electronics)
Aika Kevät 2001	Sivumäärä 40 + 4
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää materiaalien kotiinkutsua siten, että tilaus voidaan tehdä automaattisesti viivakoodia hyödyntäen. Samalla selvitettiin viivakoodin muita käyttömahdollisuuksia varaston materiaalitoiminnoissa.</p> <p>Työ jakaantui käytössä olevien menetelmien ja laitteiden selvittämiseen sekä viivakoodilaitteisiin perustuvan kotiinkutsujärjestelmän suunnitteluun. Työn alkuosassa käsitellään aiheeseen liittyvää teoriaa ja tämän jälkeen esitellään työssä käytetyt menetelmät. Lopuksi esitellään saadut tulokset sekä ajatuksia järjestelmän ja menetelmien kehittämiseksi tulevaisuudessa.</p> <p>Viivakoodin käyttökohteet kartoitettiin seuraamalla varaston toimintaa. Viivakoodilaitteiden soveltuvuutta keskeisimpiin työtehtäviin tutkittiin työntekijöitä haastattelemalla. Menetelmiä kehitettiin tutkimalla niitä kohtia materiaalin tilausprosessissa, joiden automatisoinnilla on merkittävin vaikutus työn nopeutumiseen ja virheiden vähenemiseen.</p> <p>Työssä on suunniteltu järjestelmän toteuttamiseen tarvittavat määrittelyt laite- ja järjestelmärajapinnoille. Koska toiminnanohjausjärjestelmään tarvittua muutosta ei ehditty viedä läpi tämän opinnäytetyön valmistumiseen mennessä, järjestelmää ei voitu testata todellisessa ympäristössä. Periaatteiden toteuttamismahdollisuudet on kuitenkin todettu olemassa olevilla laitteilla ja ohjelmistoilla.</p>	
Luottamuksellinen Kyllä Ei     X	
Hakusanat Viivakoodi, tiedonkeruu, kotiinkutsu, kanban	
Säilytyspaikka	



**Kajaanin  
ammattikorkeakoulu**

*Kajaani Polytechnic*

**ABSTRACT  
FINAL YEAR PROJECT**

Faculty Faculty of Engineering	Degree programme Production Engineering
Author(s) Lasse Hyny	
Title The Advantages of Bar Code in Materials Handling	
Optional professional studies	Instructor(s) / Supervisor(s) Heikki Savolainen  Jyrki Luojumäki
Date Spring 2001	Total number of pages 40 + 4
Abstract <p>The purpose of this final year project was to develop the handling of materials in order to facilitate the automatic ordering process exploiting bar codes. Furthermore, other possible uses of bar codes in storage materials handling were investigated.</p> <p>This study consists of two parts, the investigation of the current methods and devices and the planning of a material recall system. The document begins with the discussion of the theoretical issues related to the topic. The theory is followed by the presentation of the methods used in the study. Finally, the result section contains both the results reached and some ideas for the future development of the system.</p> <p>The possible uses of bar codes were surveyed by observing the current storage system. The applicability and suitability of bar code devices to the most general work tasks were examined by interviewing the employees. Methods were developed by investigating those points of the material ordering process, whose automatization has the greatest influence on speedening up the work and reducing errors.</p> <p>Because the required changes to the operations controlling system were not completed in this final year project, the system could not be tested in a real environment.</p>	
Confidential Yes No <input checked="" type="checkbox"/>	
Keywords Bar code, data collection, material recall, kanban	
Deposited at	

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TIETO- JA TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT	7
3	VIIVAKOODITEKNIikka	11
3.1	Viivakoodi	11
3.2	Tärkeimmät viivakoodityypit	12
3.3	Viivakoodin tuottaminen ja lukeminen	15
4	MATERIAALIN VARASTOINTI	18
4.1	Materiaalin tilaaminen ja vastaanottaminen	18
4.2	Kotiinkutsu	19
5	TYÖSSÄ KÄYTETYT MENETELMÄT	22
6	VARASTON TOIMINNOT VUOKATISSA	23
7	MATERIAALIEN JÄLJITETTÄVYYS	25
8	KAKSILAATIKKOJÄRJESTELMÄ JA KOTIINKUTSU	28
9	TIEDONKERUULAITTEEN OHJELMA KOTIINKUTSUA VARTEN	29
10	IFS -TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ	32
11	VIIVAKOODIT MATERIAALIN VASTAANOTOSSA	36
12	TULOKSET JA JATKOKEHITYS	37
13	YHTEENVETO	39
	LÄHDELUETTELO	
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Elektroniikka-alan yritysten toimintaympäristö on muuttunut voimakkaasti viime aikoina. Kiristynyt kilpailu, tuotteiden elinkaaren lyheneminen ja asiakkaiden vaatimukset lisäävät tarvetta toimintojen tehostamiseen.

Toimitusaikojen lyhentäminen ja toimitusten täsmällisyyden kasvattaminen vaativat toimivia ja tehokkaita tietojärjestelmiä. Tietojärjestelmät ja materiaalin käsittely yhdistämällä saadaan kerättyä tärkeää informaatiota tuotannosta ja varastosta. Helposti saatavissa oleva, todellisuutta vastaava tieto oikeaan aikaan varmistaa parhaan lopputuloksen ja oikeat päätökset.

Nykyaikaisilla tietojärjestelmillä ja menetelmillä voidaan tehostaa huomattavasti varaston toimintaa. Tärkeitä kehityskohteita ovat esimerkiksi rutiinitehtävien automatisointi, materiaalin käsittelyn tehostaminen sekä kiertonopeuden kasvattaminen varastointikustannusten alentamiseksi. Yleinen toiminnan laadun kehittäminen on tärkeää virheiden ja niistä aiheutuvien kustannusten alentamiseksi.

Varaston toiminnan laatu vaikuttaa merkittävästi koko yrityksen toimintaan. Virheet materiaalien kirjauksissa saattavat aiheuttaa virheitä järjestelmän osoittamaan varastosaldoon. Virheellinen varastosaldo saattaa johtaa tilanteeseen, jossa tuotetta ei voidakaan valmistaa, vaikka tietojärjestelmän mukaan materiaalia on käytettävissä.

Tässä opinnäytetyössä on pyritty suunnittelemaan toimiva ratkaisu kotiinkutsuinformaation siirtämiseksi varastosta tavarantoimittajalle. Tavoitteena on kehittää materiaalien kotiinkutsua siten, että tilaus voidaan tehdä automaattisesti viivakoodia hyödyntäen. Työssä suunnitellaan tarvittavat määrittelyt laite- ja järjestelmärajapinnoille. Lisäksi selvitetään viivakooditekniikan hyödyntämismahdollisuuksia muissa varastotoiminnoissa. Luotettavan tiedonsiirron aikaansaamiseksi menetelmän kehittämisen tavoitteena on mahdollisimman yksinkertaisten ja yksiselitteisten toimintojen aikaansaaminen.

## Incap Electronics

Incap Electronics Oy:n Vuokatin tehtaalla on tarve varastotoimintojen kehittämiseen. Lähes kaikki rutiinitoiminnot tehdään käsin. Kirjaukset tietojärjestelmiin suoritetaan manuaalisesti ja työntekijöiden aikaa sitoutuu tehtäviin, joita voidaan automatisoida. Toimintojen automatisoinnilla henkilöstöresursseja vapautuu mielekkäämpiin töihin ja toiminta tehostuu sekä virheiden syntyminen estyy.

Incap -konserni on elektroniikan ja huonekalujen sopimusvalmistaja. Konsernin muodostavat emoyhtiö Incap Oyj sekä toimialayhtiöt Incap Electronics Oy ja Incap Furniture Oy. Incap Electronics myy elektroniikan sopimusvalmistuspalveluja kansainvälisesti toimiville elektroniikka-alan yrityksille. Valtaosa tuotannosta menee vientiin asiakkaiden kautta.

Valmistettavat tuotteet ovat elektronisia laitteita tai niiden osia. Tuotteet toimitetaan kansainvälisillä markkinoilla toimivien asiakkaiden kassapääte-, säähavainto-, tietoliikenne- ja teollisuusautomaatiojärjestelmiin sekä peli-automaatteihin, turvaportteihin, etälukulaitteisiin ja lääketieteen instrumentteihin.

Lloyd's Register Quality Assurance on myöntänyt Incap Electronics Oy:lle kansainväliset ISO 14001 -ympäristö- ja ISO 9002 -laatusertifikaatit. [1]

## 2 TIETO- JA TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT

Nykyisin yritysten käyttämässä toiminnanohjausteknologioissa hyödynnetään ensisijaisesti tieto- ja teletekniikkaa. Tietotekniikka ja erityisesti erilaiset yritys-toimintaan sovitettut ohjelmistoratkaisut muodostavat välineistön toiminnan-ohjaukseen.

Tietojärjestelmässä tieto on talletettu tietokantoihin. Tietoa käsitellään ja haetaan ohjelmallisin keinoin. Ohjelmat ovat tarkoitustaan varten kehitettyjä sovelluksia, eivät pelkästään työkaluohjelmia. Toiminnanohjausjärjestelmä on tietojärjestelmä, joka toimii yrityksen tiedonhallinnan välineenä. Tietojärjestelmiä täydentävinä osina toimivat erilaiset työkaluohjelmat ja apuvälineet, mm. tekstinkäsittely, taulukkolaskenta ja sähköposti.

Tietojärjestelmät perustuvat monikerroksiseen teknologiaan, jonka näkyvin osa muodostuu ohjelmistoista. Käyttäjät hyödyntävät tietojärjestelmän palveluja ohjelmistojen välityksellä. Ohjelmistoilla päivitetään esimerkiksi logistiikan tarvitsemia tietoja, joita käytetään materiaalin koordinoinnissa ja ohjauksessa.

Toiminnanohjausjärjestelmien rajapintojen tulee olla mahdollisimman avoimia. Avoimet rajapinnat helpottavat tietojen siirtoa sekä eri osajärjestelmien että yhteistyökumppanien välillä. Avoimet rajapinnat vähentävät tiedon uudelleen-syötön tarvetta, sillä kerran kirjattu tieto on tietokannassa koko organisaation käytössä. Tämä puolestaan vähentää henkilötyötä, kirjausviiveitä ja -virheitä.

Teollisuuden toiminnanohjausjärjestelmät sisältävät laajimmillaan markkinoinnin, talous- ja materiaalihallinnon sekä tuotannon osa-alueet. Uusissa järjestelmissä on lisäksi huomioitu sähköisen kaupan tarpeet. Ohjelmistojen kokoaminen moduuleista mahdollistaa järjestelmän laajentamisen osissa tarpeen mukaan.

Varastoissa toiminnanohjausjärjestelmiä hyödynnetään hylly- ja varastointipaikkojen kirjanpidossa, saapuvien materiaalien kirjaamisessa, keräilylistojen muodostamisessa sekä lähtevän tavarankirjaamisessa. Varsin laajalti käytettyjä toiminnanohjausjärjestelmiin liitettyjä teknologioita ovat mm. erilaiset viivakoodeihin perustuvat tiedonkeruulaitteet, langattomaan tiedonsiirtoon perustuvat keräilyä ohjaavat trukkitietokoneet sekä tavarankirjauksessa ja paikkannuksessa käytettävät etäluettavat saattomuistit.

### Tietojärjestelmien kehitys

Tietojärjestelmien ensimmäiset sovellukset olivat tyypillisesti palkanlaskennan tai muun vastaavan rutiinitoiminnan korvaaminen ”yksi yhteen” – periaatteella tietokoneen ja ohjelmistojen avulla. Seuraavassa päävaiheessa kehitettiin uusia käyttötapoja ja sovellusalueita, ja nyt kehityksen kolmannessa päävaiheessa yrityksen tehokas toiminta edellyttää kokonaisuuden kattavia tietojärjestelmiä.

Verkkoteknologian kehittyminen on edesauttanut erillisten tietokoneiden, oheislaitteiden ja tietokantojen yhdistämistä. Tämä kehitys on mahdollistanut reaaliaikaisen tiedonsiirron eri laitteiden ja tietokantojen välillä maailmanlaajuisesti. Esimerkiksi varastotietojen jakaminen yrityksen fyysisesti eri paikoissa sijaitsevien yksiköiden kesken mahdollistaa varastojen pienentämisen ja säästöt kuljetuksissa. [2]

### Tietojärjestelmän edut

Tuotannonohjauksessa pyritään tuotteiden valmistamiseen oikeaan aikaan sekä viiveettämiin toimituksiin. Pääomien sitoutumisen minimoimiseksi tuotteet eivät saa valmistua kuitenkaan liian aikaisin. Valmistuksen onnistunut ajoitus vaatii hyvää suunnittelua sekä joustavuutta. Tietojärjestelmillä voidaan tukea näitä tavoitteita tuottamalla oikea-aikaista sekä virheetöntä tietoa tuotannonohjauksen ja sen eri sidosryhmien käyttöön.



Tietojärjestelmän etuja ovat paperittomuus, nopeus, edullisuus sekä tiedon tallettamisen, käsittelyn ja jakelun helppous verrattuna käsin tapahtuvaan tiedonkäsittelyyn. Tuotantolaitoksissa tiedonkeruujärjestelmillä voidaan kerätä suuria määriä reaaliaikaista tietoa esimerkiksi tuotteiden valmistumisasteesta ja saannosta.

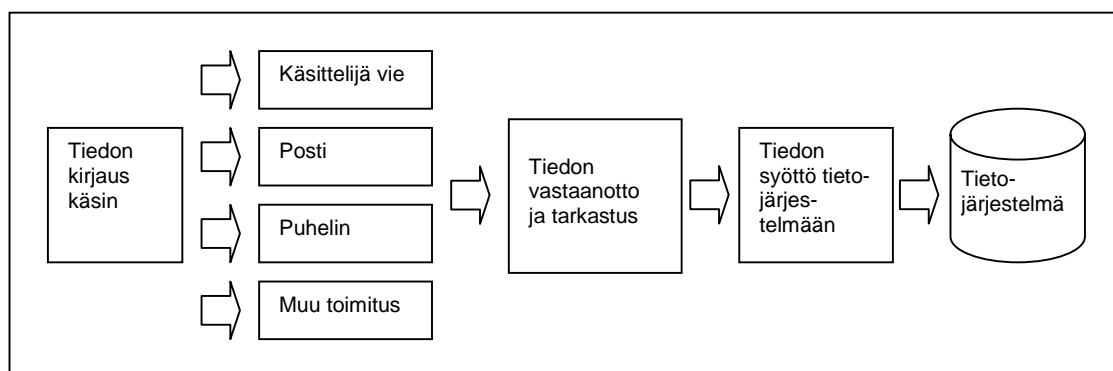
### Tiedonkeruujärjestelmät ja -menetelmät

Tiedonkeruujärjestelmät poikkeavat varsin olennaisesti muista informaatiojärjestelmistä. Tiedonkeruujärjestelmiä käytetään 'lattiatasolla', eli niiden käyttäjinä ovat normaalit työntekijät, joilla ei useinkaan ole atk-käyttökoulutusta. Tiedonkeruujärjestelmän tulee olla helppokäyttöinen, jotta tiedonkeruu tapahtuu virheettömästi ja nopeasti haittaamatta työntekijöiden varsinaista työtä.

Yksinkertaisimmillaan tiedonkeruujärjestelmä syntyy liittämällä viivakoodilukija mikron tai päätteen näppäimistön yhteyteen. Liittäminen ei edellytä ohjelmistomuutoksia, eli viivakoodeja voidaan lukea mihin tahansa sovellukseen. Useimmiten järjestelmässä käytetään kuitenkin kannettavia keruulaitteita, jolloin tiedot rekisteröidään joko eräpohjaisesti tai reaaliaikaisesti radiolinkin välityksellä. Näissä tapauksissa tarvitaan lisäksi laitteita ja ohjelmisto liittymäksi tiedonkeruulaitteiden ja tietojärjestelmän välille. Erilaisten käsittelyohjelmien avulla tietoja voidaan muokata halutulla tavalla ennen tietojärjestelmään siirtoa.

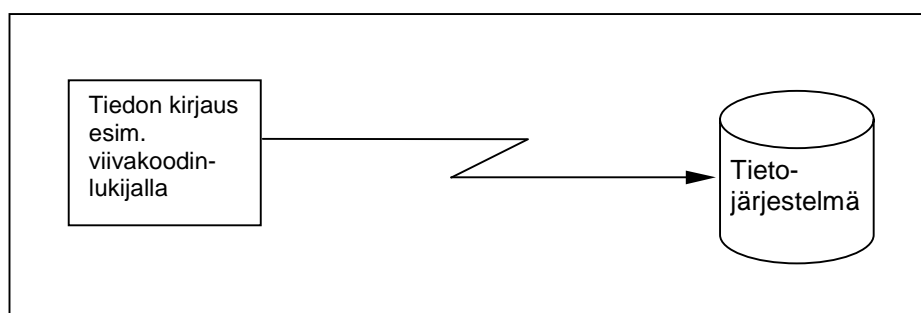
[3]

Perinteisessä tiedonkeruussa kerättävät tiedot kirjataan paperille ja lähetetään eteenpäin tarkistettavaksi, jonka jälkeen tiedot tallennetaan. Tiedonkeruu tällä menetelmällä vaatii kolmen ihmisen työpanoksen, ja tiedon kirjaaminen tietojärjestelmään voi kestää päiviä tai jopa viikon. Jos jossakin kohti ketjua on tapahtunut virhe, se selviää vasta syötettäessä tietoja tietojärjestelmään. Kun virheestä tulee palaute tiedon kirjaajalle, on tapahtuma jo unohdettu ja sen korjaaminen on vaikeaa ja hidasta. Kuvassa 1 on esitetty manuaalisesti suoritettavan tiedonkeruun periaate.



Kuva 1. Perinteinen tiedonkeruumenetelmä

Tiedonkeruujärjestelmät mahdollistavat tietojen syöttämisen siellä, missä tieto syntyy. Palaute mahdollisesta virheestä tulee heti, joten se on helppoa korjata. Koska tiedot voi tallentaa varsinaisen työn tekevä henkilö, tiedonkäsittelyyn ei tarvita erillistä henkilökuntaa. Tallennuksen jälkeen tiedot siirtyvät automaattisesti tietojärjestelmään. Kuva 2 esittää kirjausta tiedonkeruujärjestelmän avulla.



Kuva 2. Tiedon kirjaus tiedonkeruujärjestelmällä

### 3 VIIVAKOODITEKNIikka

Viivakooditekniikka sisältää ne laitteet, ohjelmistot ja välineet, joita tarvitaan viivakoodien tuottamisessa, käsittelyssä ja luennassa. Teollisuudessa viivakoodeja käytetään komponenttien ja erien tunnistukseen. Inventointi ja tilaaminen perustuu viivakoodeihin ja kannettaviin tiedonkeruupäätteisiin. Tiedot voidaan siirtää tiedonkeruupäätteistä tukiaseman välityksellä langattomasti toiminnanohjausjärjestelmään esim. inventaariovertailuja tai tilauksien tekemistä varten.

Materiaalin ja kappaleiden tunnistaminen on merkittävä osa kappaletavara-tuotantoa. Materiaalin tunnistaminen nopeasti ja automaattisesti sekä saadun tunnistustiedon siirtomahdollisuus tietojärjestelmään on edellytys tehokkaan materiaalinkäsittelyn aikaansaamiseksi. Viivakoodityyppinen tunnistusteknologia soveltuu ominaisuuksiensa puolesta hyvin logististen ketjujen toiminnan tehostamiseen. Tunnistaminen kuluttaa paljon resursseja sellaisessa työvaiheessa, jossa tuotteelle ei synny lisäarvoa. Tästä syystä tunnistamisen teknologiaan on panostettu paljon. [4]

#### 3.1 Viivakoodi

Viivakoodi on tapa esittää numeroita ja kirjaimia optisesti luettavassa muodossa. Viivakoodit muodostuvat joukosta mustia ja valkoisia erilevyisiä viivoja. Tieto voi sisältyä joko pelkkiin mustiin viivoihin tai sekä mustiin että valkoisiin viivoihin. Ryhmittelemällä viivat eri tavoin, voidaan koodata erilaisia merkkejä kuten numeroita, kirjaimia ja erikoismerkkejä. Viivakoodissa on määrättyt alku- ja loppumerkit, joiden avulla koodi voidaan lukea myös takaperin.

Viivakoodin sisällön on oltava ehdottomasti oikein, koska luennassa luotetaan koodin sisältämään tietoon. Tämä vaatii laadukkaita ohjelmistoja ja laitteita sekä huolellisuutta viivakoodien tulostuksessa. Tarran laadun ja materiaalin sekä lukulaitteiden on oltava olosuhteisiin sopivia. [3]

## Viivakoodin edut

Viivakooditekniikan edut manuaaliseen tietojen keruuseen ja kirjalliseen tiedon-  
siirtoon verrattuna ovat luotettavuus, käytön yksinkertaisuus ja tietojen virheet-  
tömyys tallennettaessa. Virheiden vähentyessä ja tunnistusnopeuden kasva-  
essa syntyy merkittäviä aika- ja kustannussäästöjä. Ajan säästö syntyy tallen-  
nettaessa viivakoodinlukijalla pitkiä merkkisarjoja. Viivakoodeilla suoritettava  
tiedontallennus on noin neljä kertaa nopeampaa kuin käsin suoritettu tallennus  
tietokoneen näppäimistöltä. [3]

Muita viivakoodin käytön etuja ovat:

- edullisuus
- kaksinkertaisen työn eliminoituminen
- mahdollisuus sisällyttää lisätietoja koodiin
- tavaran käsittelyn nopeutuminen
- virheiden väheneminen.

### 3.2 Tärkeimmät viivakoodityypit

Viivakoodien koodausmenetelmiä on olemassa useita kymmeniä, mutta suo-  
messa käytetään pääasiassa kolmea menetelmää. Nämä koodit ovat EAN,  
Code 39, sekä Interleaved 2 / 5. Päällepäin ne ovat hyvin samannäköisiä. Koo-  
dien erot perustuvatkin menettelytapoihin, joilla viivat sijoitetaan koodiin. Koodin  
korkeuteen ei sisälly tietoa. Kuvissa 3, 4 ja 6 on esitetty numerosarja koodat-  
tuna eri koodausmenetelmillä.

## Code 39 -koodi

Code 39 -koodilla voidaan koodata numerot, kirjaimet sekä muutamat erikoismerkit. Koodi voi olla vaihtelevan mittainen. Vain lukulaitteen tekniset ominaisuudet rajoittavat koodin pituuden noin 15...25 merkkiin. Tiheimmillään Code 39 -koodia saadaan mahtumaan 9,4 merkkiä tuumalle. Käytännön tiheydet vaihtelevat 3...7 merkkiin tuumalle.



*Kuva 3. Code 39 -koodattu viivakoodi*

Koodi on ns. itsetarkastava. Koodiin on sijoitettu tarkistusmerkki, jonka avulla virheet havaitaan välittömästi luennan yhteydessä. Kahden eri merkin väliin jäävään tyhjään tilaan ei sisälly tietoa. Code 39 -koodi voidaan lukea kumpaankin suuntaan tahansa.

## Interleaved 2 / 5 -koodi

Interleaved 2 / 5 -koodilla voidaan koodata numerot. Koodin lomituksesta johtuen vaaditaan, että koodattavia merkkejä on aina parillinen määrä. Jos merkkien lukumäärä on pariton, eteen lisätään nolla.



*Kuva 4. Interleaved 2 / 5 -koodattu viivakoodi*

Lomituksesta johtuen koodi saadaan lyhyeksi. Tiheimmillään tuumalle mahtuu 17,8 merkkiä. Tämä on enemmän kuin millään muulla yleisesti tunnetulla koodilla. Koodia käytetään tilanteissa, joissa käytettävissä oleva tila on pieni.

Täydellinen virheettömyys ei päde Interleaved 2 / 5 -koodiin. Kuvassa 5 on esitetty tilanne, jossa koodi luetaan vain osittain. Ongelma voidaan ratkaista määräämällä luettavan koodin pituus etukäteen. Koodi hylätään pituuden ollessa määrättyä lyhyempi. Lukulaitteessa tulee olla mahdollisuus asettaa pituus Interleaved 2 / 5 -koodille. On myös laitteita, jotka asettuvat automaattisesti ensimmäiseksi luetun koodin pituudelle.



*Kuva 5. Virheellisesti luettu Interleaved 2 / 5 -koodi*

## EAN / UPC

EAN-koodi on Suomessa tunnetuin koodityyppi. Merkittävin ja lähes ainoa käyttäjäsektori on vähittäiskauppa. EAN-koodi on alkujaan Euroopasta lähtöisin, mutta tällä hetkellä sitä käytetään monissa maissa Euroopan ulkopuolellakin. UPC on EAN-koodin vastine USA:ssa. EAN-koodilla voidaan esittää vain numerot.



*Kuva 6. EAN / UPC -koodattu viivakoodi*

## Eri koodityyppien vertailua

Viivakoodien koodaustavat perustuvat erilaisiin tarpeisiin. Esimerkiksi teollisuudessa vaaditaan erittäin luotettavaa koodausta, kun kaupan tarpeisiin riittää kohtuullisen luotettava ja pieneen tilaan sopiva viivakoodi. Taulukossa 1 on vertailtu eri koodien ominaisuuksia.

*Taulukko 1. Eri viivakoodien vertailua*

	Koodi 39	Interleaved 2 / 5	EAN / UPC
Käyttöalue	Teollisuus	Teollisuus	Kauppa
Muuttuva pituus	Kyllä	Ei	Ei
Alfanumeerinen	Kyllä	Ei	Ei
Itse tarkastava	Kyllä	Kyllä	Ei
Yksinkertainen rakenne	Kyllä	Kyllä	Ei
Merkkien lukumäärä	43 / 128	10	10
Maks. merkkejä / tuuma	9,4	17,8	13,7
Tietovarmuus	Korkea	Korkea	Kohtalainen

### 3.3 Viivakoodin tuottaminen ja lukeminen

Viivakoodeja voidaan tuottaa erityyppisillä kirjoittimilla ja painamalla. Laadun tulee kuitenkin aina olla niin hyvä, ettei viivakoodin lukemisessa synny virheitä painojäljen takia. Tärkeimpiä viivakoodin luettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat paperin ja musteen kontrasti sekä painojäljen pysyminen laatukriteerien mukaisena. Kontrastiin vaikuttavat eniten paperimateriaali, muste, värinauhan laatu sekä kirjoittimen säädöt.

Viivakoodi voidaan tuottaa kohteeseen useilla eri tekniikoilla. Tekniikka, jolla koodi tuotetaan, valitaan käyttöolosuhteiden, laatuvaatimusten, tarvittavien luentakertojen, kustannusten ja nopeuden perusteella. Yleisimmät viivakoodien tuottamistavat ovat kirjapainotekniikka, matriisikirjoitus, lämpökirjoitus ja laserkirjoitus.

## Kirjapainotekniikka

Kirjapainotekniikan laatu on erittäin korkea. Tekniikka soveltuu suurien koodimäärien tuottamiseen, esim. vähittäiskaupan pakkauksiin ja kääreisiin. Pienen koodimäärän tuottaminen kirjapainotekniikalla ei ole taloudellisesti kannattavaa.

## Matriisikirjoitus

Matriisikirjoituksella viivakoodien tuottaminen on edullista. Koodi voidaan tulostaa lähes millaisella matriisikirjoittimella tahansa. Laatu ei ole kovin korkea. Matriisikirjoittimella tuotetut viivakoodit soveltuvat kohteisiin, joita luetaan vain muutamia kertoja.

## Lämpökirjoitus

Lämpökirjoitus viivakoodien tuottamistapana on yleistymässä voimakkaasti. Kirjoittimet ovat edullisia, ja niillä saavutetaan kohtalainen laatu. Paperimateriaalin tulee olla lämpöherkkää, joten tietyt sovellukset eivät onnistu tällä tekniikalla. Paperimateriaali on myös kalliimpaa kuin tavallisen matriisikirjoittimen paperi.

## Laserkirjoitus

Laserkirjoittimella tuotetun koodin laatu on hyvä ja koodien tuottaminen on nopeaa. Laserkirjoittimet ovat kuitenkin kalliita, ja jatkolomakkeiden käyttö on ongelmallista. Laserkirjoitin soveltuu hyvin laskujen ja muiden viivakoodeja sisältävien lomakkeiden tulostamiseen.

Muita viivakoodin tuottamistapoja ovat mm. vasarapääkirjoitus ja laseretsaus. Vasarapääkirjoittimien tulosteiden laatu on hyvä, ja niillä saadaan muodostettua pieniä viivakoodeja. Laseretsausta käytetään viivakoodien tuottamiseen metalleihin yms. koviin materiaaleihin. Laseretsauslaitteet ovat kuitenkin kalliita ja kiinteästi asennettavia.



## Viivakoodin lukeminen

Viivakoodin lukeminen perustuu optiikkaan. Luennassa hyödynnetään valon ominaisuutta absorboitua tummaan materiaaliin. Viivakoodinlukija lähettää valonsäteen viivakoodia kohti, ja takaisin heijastuneesta valosta tulkitaan koodin sisältö. Nykyiset lukulaitteet perustuvat lasertekniikkaan. Yleisimmin käytettyjä viivakoodinlukulaitteita ovat lukukynät, laserlukijat ja kiinteät laserlukuasemat.

### Lukukynät

Lukukynä on yksinkertaisin ja halvin viivakoodinlukulaite. Lukukynällä luettaessa kynän kärki vedetään luettavan koodin yli. Luentanopeuden on oltava tasainen. Lukukynä soveltuu lähinnä satunnaiseen luentaan.

### Laserlukija

Tavallisilla laserlukijoilla lukeminen tapahtuu pitämällä laitetta noin 20...50 cm etäisyydellä luettavasta koodista. Luettaessa lasersäde kohdistetaan koodiin ja laite suorittaa automaattisesti luennan. Laserlukijoiden käyttö on nopeasti lisääntymässä.

### Kiinteät laserlukuasemat

Kiinteät laserlukuasemat ovat miehittämättömiä laitteita, jotka lukevat ohi kulkevan viivakoodin. Käyttökohteita ovat erilaiset kuljetinjärjestelmät, joissa ohi kulkeva tavara tunnistetaan ja lajitellaan automaattisesti viivakoodin avulla. [3]

## 4 MATERIAALIN VARASTOINTI

Suhtautuminen varastoissa säilytettävään vaihto-omaisuuteen on usein hyvin tunneperäistä. Vanhastaan varastojen ylläpitäminen on koettu myönteiseksi asiaksi. Elintarvikkeita täytyi varastoida talveksi ja muutenkin oli varauduttava pahan päivän varalle. Liiketoiminnassa taas varastojen uskottiin olevan asiakaspalvelun kannalta välttämättömiä.

Uuden käsityksen mukaan liika varastoiminen on turhaa. Vallalla olevissa tuotannonohjausfilosofioissa korostetaan varastojen minimoimista. Materiaalia tulee olla varastoissa vain pakollinen määrä. Ylimääräiseen varastointiin sitoutuu pääomaa, jota voisi käyttää yrityksen muiden toimintojen kehittämiseen. Tehokkaalla ja toimivalla materiaalinohjauksella varmistetaan materiaalin riittävyys tuotannon tarpeisiin ilman massiivisia varmuusvarastoja.

Yksi nykypäivän päätavoitteista on varastojen kiertonopeuden kasvattaminen. Kiertonopeutta voidaan kasvattaa pienentämällä nimikkeiden varastomääriä ja nopeuttamalla materiaalin käsittelyä. Materiaalin käsittelyn manuaaliset rutiinitoiminnot tulee muuttaa mahdollisimman automaattiseksi. Järjestelmä on rakennettava sellaiseksi, että muistinvarainen työ on mahdollisimman vähäistä. Virheiden syntyminen tulee estää järjestelmän avulla. [4]

### 4.1 Materiaalin tilaaminen ja vastaanottaminen

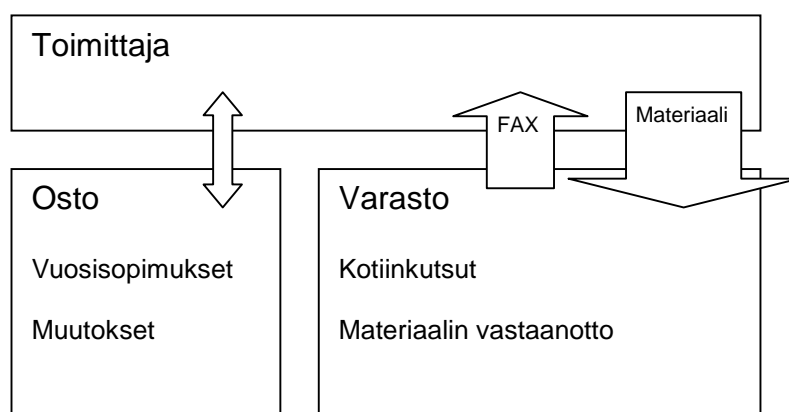
Perinteisessä toimintatavassa ostaja tekee kaikki tilaukset. Tilaaminen kotiin-kutsuna varastosta tai tuotannon tarvepisteestä on yleistymässä. Tietyille materiaaleille voidaan soveltaa menettelyä, jossa toimittaja seuraa oma-aloitteisesti, mitä käyttöpisteissä tarvitaan ja huolehtii materiaalin riittävydestä.

Saapuva materiaali tarkastetaan yleensä vastaanoton yhteydessä. Tavallisesti todetaan materiaalin määrä ja oikeellisuus. Saapumistiedot tallennetaan tietojärjestelmään, ja materiaali siirretään vastaanotosta käyttöpisteeseen tai varastoon. Teknisten menetelmien avulla vastaanottoa voidaan nopeuttaa vähentämällä tietojen manuaalista käsittelyä.

#### 4.2 Kotiinkutsu

Kotiinkutsussa tietty impulssi aiheuttaa materiaalin tilaamisen toimittajalta. Materiaalit tilataan keräämällä yksittäiset kotiinkutsut suuremmiksi kokonaisuuksiksi ja lähettämällä tilaus toimittajalle faksin tai sähköisen tiedonsiirron välityksellä. Vaihtoehtoisesti tilaus lähetetään heti kotiinkutsun saapuessa järjestelmään.

Kuvassa 7 on esitetty kotiinkutsujärjestelmän periaate. Kotiinkutsujärjestelmän pohjana tarvitaan vuosisopimus tai vastaava järjestely, jossa sovitaan kaikki toimituksiin liittyvät seikat kuten eräkoko, toimitusaika, laatu ja hinta. Menetelmä vähentää ostajien kuormitusta, koska vuosisopimusten tekemisen jälkeen jokaisen erän hankintaan liittyvää paperityötä ei tarvita. [5]



Kuva 7. Kotiinkutsujärjestelmän periaate

## Tilauspiste

Tilauspistemenetelmässä tilaus tehdään varastomäärän saavutettua erikseen määritellyn rajan eli tilauspisteen. Raja voi olla kokemusperäinen tai ennusteisiin perustuva. Tiluserä pysyy usein samana, ja materiaalia tilataan epä säännöllisin välein. Kun tuotteen varastomäärä saavuttaa tilauspisteen, tulee kyseistä tavaraa olla jäljellä vielä niin paljon, että sitä pystytään hankkimaan lisää normaalin toimitusajan puitteissa. Jos kaikki menee suunnitelmien mukaisesti, varastossa on toimituksen saapumishetkelläkin tavaraa vielä varmuusvaraston verran. Jos taas kulutus on toimitusaikana ollut ennakoitua suurempi, voidaan toimituskyky turvata varmuusvaraston avulla.

## Kaksilaatikkojärjestelmä

Kaksilaatikkojärjestelmässä tilausimpulssi syntyy visuaalisen havainnon kautta. Varastohyllyssä oleviin kahteen peräkkäiseen laatikkoon laitetaan sama määrä materiaalia. Kun edessä oleva laatikko tyhjenee, jälkimmäisen laatikon materiaali otetaan käyttöön. Jokaisessa varastolaatikossa voi olla nimikkeiden lisäksi kanban-kortti. Laatikon tyhjennyttyä uusi erä kutsutaan kotiin viemällä kortti tilauksen käsittelyyn. [6]

## Kanban-järjestelmä

Kanban-järjestelmää voidaan verrata vähittäiskaupoissa käytettävään myyntihyllyjen täydennysjärjestelmään. Asiakkaat poimivat haluamiansa tavaroita ja hyllyjä on täydennettävä jatkuvasti, jotta tavara riittää. Kanban-järjestelmällä huolehditaan jatkuvasta materiaalitäydennyksestä. Tavoitteena ovat lyhyet toimitusajat ja pienet täydennyserät. [7]

Kanban-järjestelmässä täydennysten ohjaukseen käytetään kanban-korttia. Kuvassa 8 on esimerkki tuotannossa käytettävästä kanban-kortista. Kanban-kortti sisältää tarvittavat tiedot tilauksen tekemistä varten. Tavallisimmat kortissa olevat tiedot ovat toimittajan nimi, eräkkö ja toimitusaika. Yksinkertaisimmassa tilanteessa toimittaja tarvitsee ainoastaan nimikkeen koodin, tarvehetken sekä eräkoon. Toimitusajan ja eräkoon ollessa vakioita toimittajalle riittävät nimikekoodin tiedot. [6]

Nimike ja sen kuvaus		Piirustusnumero
Eräkkö	Toimitusaika	
Materiaali		
Työketju	Toimitusosoite	Työkortit

*Kuva 8. Esimerkki tuotannossa käytettävästä kanban-kortista [6, s.127]*

## 5 TYÖSSÄ KÄYTETYT MENETELMÄT

Varaston toimintatapa selvitettiin haastattelemalla työntekijöitä ja perehtymällä varastossa käytettäviin lomakkeisiin sekä muuhun materiaaliin. Keräilyn, inventoinnin ja materiaalin vastaanoton vaiheet selvitettiin seuraamalla henkilökunnan työtä. Inventointiin tutustuttiin koeinventoimalla muutamia nimikkeitä.

Kaksilaatikkojärjestelmää kehitettiin soveltamalla yleisesti käytössä olevia periaatteita Incap Electronicsin toimintatapaan, järjestelmälle asetetut tavoitteet huomioiden. Työntekijöiltä kyseltiin ideoita käytännössä parhaiten toimivan kaksilaatikkojärjestelmän kehittämiseksi.

Tiedonkeruulaitteen käyttöä kotiinkutsuun kehitettiin jäljitettävyysskäytössä olevaa tiedonkeruumenetelmää soveltamalla. Jäljitettävyyssjärjestelmän toiminta selvitettiin tutustumalla määrittelydokumentteihin sekä järjestelmän toimintaan tuotannossa. Jäljitettävyydessä käytettäviin laitteisiin perehdyttiin käyttöohjeiden ja käytännön kokeilun kautta.

IFS-järjestelmään perehdyttiin koulutuksessa ja kokeilemalla ohjelmiston ominaisuuksia järjestelmän testitietokannassa. Lisätietoa järjestelmän toiminnosta haettiin IFS-koulutusmateriaalista sekä ohjelmiston ohjevalikosta. Toiminnanohjausjärjestelmään tarvittavan muokkauksen toteuttamismahdollisuudet selvitettiin tutkimalla vastaavien muokkausten määrittelyjä. Menetelmää kehitettäessä pidettiin yhteyttä eri osa-alueista vastaaviin henkilöihin.

## 6 VARASTON TOIMINNOT VUOKATISSA

Komponenttien osalta varastossa ei vielä käytetä kotiinkutsujärjestelmää. Osatajat tekevät materiaalilaukset tarvelaskennan perusteella. Materiaalit varastoidaan hyllyihin ja varastoautomaatteihin. Liitteessä A on Vuokatin tehtaan varaston pohjapiirros. Mutterit, ruuvit, yms. materiaalit ovat kaksilaatikkojärjestelmänä siten, että tavarantoimittaja huolehtii materiaalitäydennyksistä. Laatikot on merkitty viivakoodeilla. Materiaalin loppuessa laatikon käyttöosasta keräilijä kääntää laatikon ja ottaa takaosassa olevan varmuusvaraston käyttöön. Samalla tulee näkyviin punaisella kulmalla merkitty viivakooditarra, josta materiaalitäydentäjä havaitsee tilaustarpeen.

### Keräily

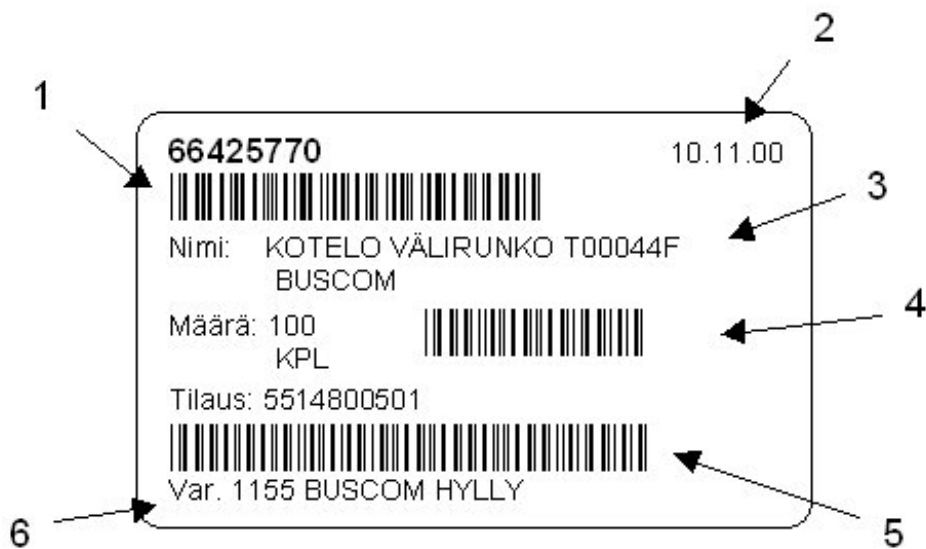
Tuotannonohjauksesta tulostetaan keräilylista, johon on merkitty materiaalkoodi, tavaran nimitys, osan paikka koottavassa tuotteessa, tarve, saldo, varastopaikka ja puute. Keräilijä kulkee keräilyvaunun kanssa varastossa ja poimii listan mukaiset komponentit kärryyn. Varastokoodista selviää, missä varastoautomaatissa tai hyllyssä komponentit sijaitsevat. Keräilyn päätteeksi keräilijä kuittaa työmääräimeen keräilyn suoritetuksi ja vie vaunun tuotantoon.

### Inventointi

Inventointi aloitetaan luomalla inventointialusta. IFS-järjestelmästä tulostetaan lista valituista materiaaleista. Listan mukaisten materiaalien määrät lasketaan ja merkitään inventointilistaan. Materiaaliin liimataan tarra, johon kirjoitetaan päivämäärä ja laskettu kappalemäärä. Järjestelmästä tulostetaan nk. saldolista, jossa on inventoitujen materiaalien saldot. Mahdolliset poikkeamat syötetään järjestelmään. Inventoinnit tehdään kaksi kertaa vuodessa. Periaatteena on keskeyttää varaston toiminnot inventoinnin ajaksi ja suorittaa inventointi läpikäymällä kaikki materiaali.

## Materiaalin vastaanotto

Kuljetuspakkausten sisältönä olevat komponenttipakkaukset puretaan vastaanottohyllyihin ja komponenttien mukaan liitetään lähete. Tavarán vastaanottajat käsittelevät materiaalin vertaamalla komponentin tyyppiä ja määrää lähetylistaan ja järjestelmän osoittamaan tilaukseen. Järjestelmään kirjaetaan materiaalinimike ja lähetteen numero sekä kappalemäärä. Lopuksi tulostetaan viivakooditarra ja kiinnitetään se materiaalipakkaukseen. Komponentit viedään varastoon viivakooditarran osoittamaan varastopaikkaan. Kuvassa 9 on esitetty materiaalipakkaukseen kiinnitettävä viivakooditarra.



*Kuva 9. Materiaalipakkaukseen kiinnitettävä viivakooditarra*

1. Nimikenumero selväkielisenä ja viivakoodina
2. Tarran tulostuspäivämäärä
3. Materiaalin nimi ja käyttökohde tuotteessa
4. Materiaalimäärä selväkielisenä ja viivakoodina
5. Tilauksen yksilöivä numero selväkielisenä ja viivakoodina
6. Varastopaikan numerokoodi ja nimi



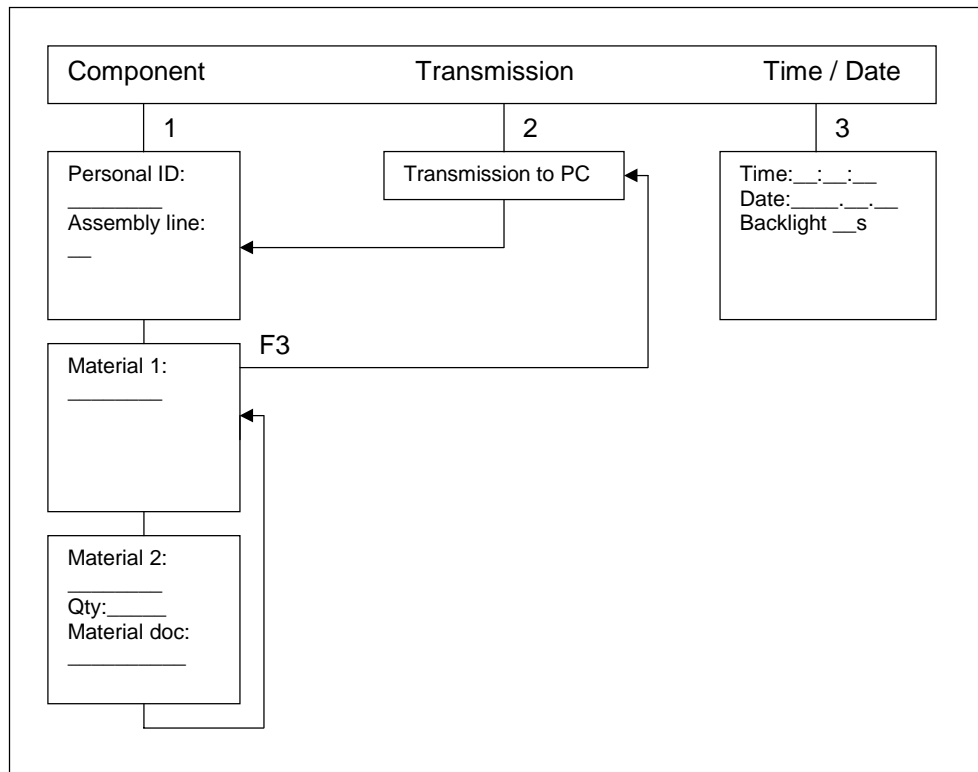
## 7 MATERIAALIEN JÄLJITETTÄVYYS

Valmistuksessa käytettävien materiaalien alkuperä selvitetään tarvittaessa jäljitettävyystietokannasta. Jäljittäminen perustuu komponenttien käyttöajankohtaan ja tuotteen valmistumisajankohtaan. Tietyn komponentin jäljittäminen perustuu materiaalin nimikekoodiin ja kyseisen materiaalin käyttöön-ottoon valmistuspisteessä sekä materiaalin saapumiserään. Materiaalit tulee käyttää saapumisjärjestyksessä.

Materiaalin jäljitettävyystiedot kerätään viivakoodien avulla. Koodi luetaan otettaessa materiaali käyttöön ladontakoneella tai käsiladonnassa. Edellisen komponenttipakkauksen loppuessa sen sekä uuden pakkauksen viivakoodit luetaan. Komponenttipakkauksen vaihdon yhteydessä luetaan myös henkilönumero. Vuoron päättyessä vuorovastaava vie lukijan purkulaitteeseen ja purkaa kerätyt tiedot PC:n kiintolevyille. Tiedot siirretään säännöllisesti R / 3 - jäljitettävyystietokantaan.

### Dolphin-tiedonkeruulaite

Jäljitettävyyssä käytössä on aikaisemmin käytetty Microwand III -kynämallisia tiedonkeruulaitteita. Vanhentuneen tekniikan ja huonon kunnan vuoksi laitteet on korvattu Dolphin-tiedonkeruulaitteilla. Uuden tiedonkeruulaitteen ominaisuuksina ovat mm. monipuolisuus ohjelmitavuuden ansiosta, viivakoodin laserluenta, ergonomia ja iskunkestävyys. Liitteessä B on esitelty Dolphin -tiedonkeruulaitteen tekniset ominaisuudet. Kuvassa 10 on toimintakaavio jäljitettävyyssä käytössä olevasta ohjelmasta.



*Kuva 10. Dolphin-tiedonkeruulaitteen jäljitettävyysohjelman toimintakaavio*

Component-valikossa syötetään materiaalia käyttöönottavan henkilön henkilönumerokoodi (Personal ID). Seuraavaksi luetaan tuotantolinjakoodi, joka yksilöi valmistuslinjan (Assembly line). Sitten luetaan tyhjentyneen materiaali-pakkauksen koodi (Material 1) sekä lopuksi uuden materiaali-pakkauksen koodi (Material 2), määrä (Qty) ja saapumisilmoitusnumero (Material doc). Transmission-valikosta käynnistetään keräilytietojen siirto tietokoneeseen. Luennat leimataan laitteen sisäisen kellon perusteella. Time / Date -valikossa voidaan asettaa päiväys, kellonaika sekä taustavalon viiveen pituus.

## Tiedonsiirto

Tiedonkeruulaitteen muistiin kerätyt tiedot puretaan tiedonsiirtoaseman kautta PC:lle ASCII-tiedostoksi. Tiedonsiirto aloitetaan käynnistämällä PC:ltä tiedonsiirto-ohjelma. Tiedonkeruulaite asetetaan purkuasemaan ja käynnistetään siirto keruulaitteen valikossa olevasta toiminnosta. Tiedonsiirron päätyttyä tiedonkeruulaite antaa äänimerkin ja tyhjentyä automaattisesti kerätyistä tiedoista. Jos tiedonsiirto jostain syystä epäonnistuu, kerätyt tiedot jäävät keruulaitteeseen uutta siirtoa varten. Purkuaseman teoreettinen maksimietäisyys PC:stä on noin 15 metriä.

Siirto-ohjelmana toimii WinmLink-purkuohjelma. Ohjelman asetuksista määritellään siirtotiedoston tallennuspolku, nimi, tiedonsiirtonopeus sekä telakka-asemaan kykettävä sarjaportti. Lukemisen jälkeen voidaan myös suorittaa komentorivi, joka käynnistää komentotiedoston. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi tiedoston siirron ja jatkokäsittelyn automatisoinnissa.

Ohjelma muodostaa kerätyistä tiedoista ASCII-tiedoston. Tiedosto on sisältöään materiaalikoodeista ja luennan ajankohdasta riippuen esimerkiksi seuraava:

```
H1234,P,102400388,005000,50180616,091100,121318
H1234,P,777196000,000160,50212507,091100,123212
H4321,S,105409036,000400,50221377,101100,093225
H4321,S,101850098,010000,50190800,101100,101501
```

The diagram shows seven brackets under the data lines, numbered 1 to 7, corresponding to the fields in the legend below.

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Henkilötunnus                            | (5 merkkiä) |
| 2. Ladontalinjan / Asettelpaikan tunnus     | (Kirjaimia) |
| 3. Tyhjentyneen pakkauksen materiaalinumero | (9 nro)     |
| 4. Materiaalimäärä                          | (6 nro)     |
| 5. Saapumisilmoituksen numero               | (8 nro)     |
| 6. Päivämäärä                               | (DDMMYY)    |
| 7. Luennan kellonaika                       | (HHMMSS)    |

## 8 KAKSILAATIKKOJÄRJESTELMÄ JA KOTIINKUTSU

Aikaisemmin materiaali on tilattu oston toimesta nettotarvelaskentaan perustuvan tilausimpulssin perusteella. Varastosta ei ole tehty tilauksia, mutta tarkoituksena on siirtää varastosta tehtäviin kotiinkutsuihin. Materiaalit varastoidaan kaksilaatikkoperiaatteella jakamalla yksi laatikko kahteen yhtä suureen osaan. Kun materiaali loppuu laatikon etuosasta, tehdään kotiinkutsu ja laatikon takaosassa oleva materiaali otetaan käyttöön.

Kaksilaatikkojärjestelmän toteutuksen tavoitteena olivat yksinkertaisuus, muistinvaraisten toimintojen minimointi ja visuaalisuus. Kaksilaatikkojärjestelmä voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Lähtökohtana oli ajatus, että komponenttilaatikkoa ei tarvitse poistaa hyllystä missään vaiheessa, koska laatikoiden kääntely varsinkin varastoautomaateissa on hankalaa.

Järjestelmän kehittämistä varten ideoitiin kolme eri toimintavaihtoehtoa, joista parhaiten tavoitteita vastaava valittiin jatkokehittämistä varten. Menetelmässä tiedonkeruulaite sijoitetaan keskeiselle paikalle varastoon, josta keräilijä hakee laitteen tehdessään kotiinkutsun. Tilaus tehdään tiedonkeruulaitteella heti laatikon tyhjentyessä. Viivakoodin luennan jälkeen materiaali merkitään tilatuksi laatikon reunaan laitettavalla merkkilapulla. Varastoautomaattien ja hyllyjen päihin sijoitetaan saataville merkkilappuja tilattujen materiaalilaatikoiden merkintää varten. Merkinnot poistetaan laatikoista materiaalitäydennyksen yhteydessä.

Komponenttilaatikat varustetaan viivakooditarralla. Tarraan tulostetaan tiedot, joista selviää materiaalikoodi, viivakoodina ja selväkielisenä, materiaalin nimike sekä varastopaikkakoodi ja nimi selväkielisenä. Kuvassa 11 on esitetty esimerkki materiaalilaatikkoon kiinnitettävästä tarrasta.



*Kuva 11. Laatikkoon kiinnitettävä tarra*

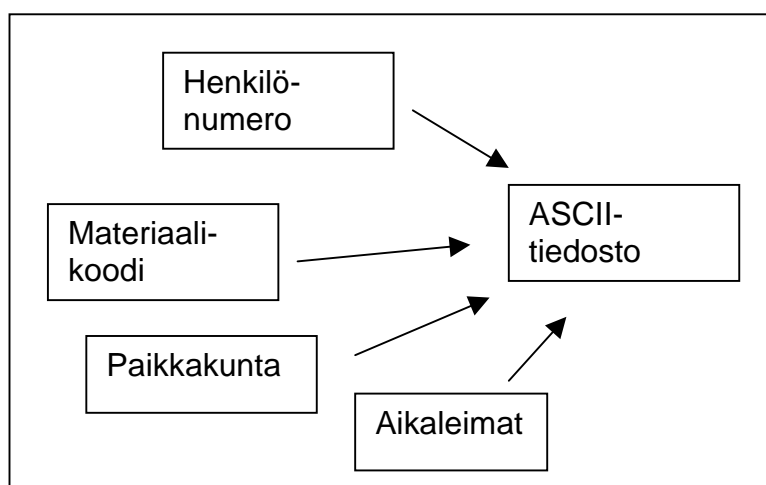
## 9 TIEDONKERUULAITTEEN OHJELMA KOTIINKUTSUA VARTEN

Koska uudet Dolphin-tiedonkeruulaitteet ovat ohjelmallisesti muutettavissa, on järjestelmä laajennettavissa myöhempiä tarpeita vastaavaksi. Yhdenmukaisen laitekannan käytön etuna on mahdollisuus korvata vikaantunut laite toisella samanlaisella laitteella. Yhdenmukaiset telakka- ja latausasemat mahdollistavat akkujen tehokkaan käytön sekä järjestelmän kokoonpanon muuntelun tarpeiden mukaan. Dolphin-tiedonkeruulaite soveltuu ominaisuuksiensa puolesta hyvin myös kotiinkutsukäyttöön.

Dolphiniin voidaan kehittää ohjelmia esimerkiksi MS Visual C:llä ja Borland Turbo C:llä. Dolphinin mukana tuleva ohjelmistolevyke sisältää kehitysympäristön ohjelmien kehittämiseen esimerkkiohjelmien ja kirjastoineen. Kehitysympäristö sisältää ohjelmat käännettyjen tiedostojen siirtämiseksi tiedonkeruulaitteeseen.

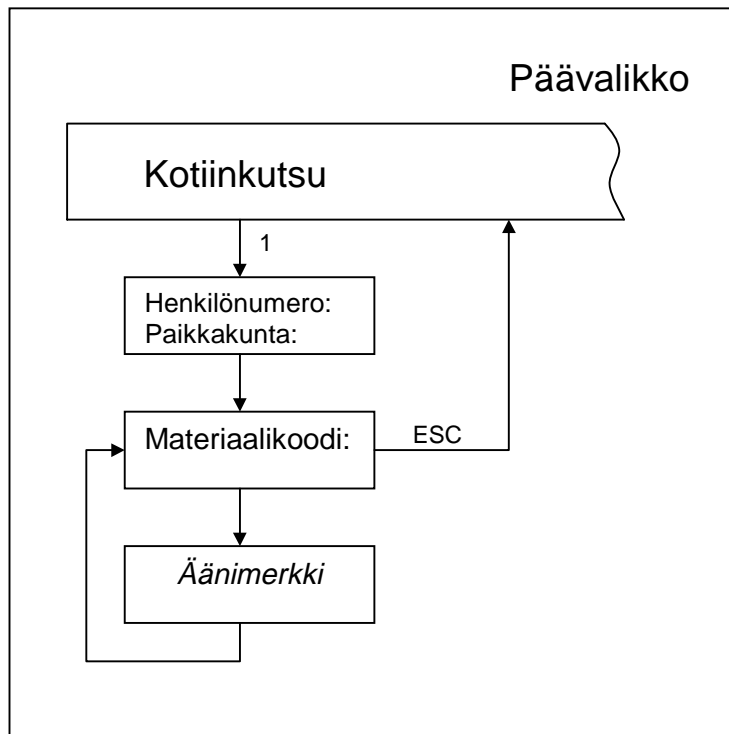
### Siirtotiedoston muodostaminen kotiinkutsussa

Kotiinkutsukäytössä tiedonkeruulaitteella luetaan tilattavaa materiaalia vastaava viivakoodi materiaalilaatikosta. Kuvassa 12 on kuvattu ASCII-tiedoston muodostuminen. Tiedonkeruulaitteelle tapahtumasta tallentuvat materiaalin tilaajan henkilönumero, tilattavan nimikkeen materiaalikoodi, paikkakuntakoodi sekä kellonaika ja päiväys.



Kuva 12. ASCII-tiedoston muodostuminen

Kotiinkutsua varten tiedonkeruulaitteen päävalikkoon tarvitaan toiminto, jolla tilaus kirjataan. Kuvassa 13 on esitetty toimintakaavio kotiinkutsutoiminnosta.



Kuva 13. Päävalikkoon tarvittava toiminto kotiinkutsua varten

#### Ohjelman toiminta

Päävalikosta valitaan kotiinkutsu. Henkilönumero luetaan henkilökortin viivakoodista. Paikkakunta syötetään kolmikirjaimisena tunnuksena. Materiaalikoodia vastaava viivakoodi luetaan tyhjentyneen komponenttilaatikon etikettitarrasta. Äänimerkki osoittaa luennan onnistuneeksi. Kotiinkutsuvalikosta poistutaan ESC-painikkeella viimeisen koodin luennan jälkeen. Henkilökortissa ja etikettitarrassa käytetään Code 39 -koodia. Väärän koodityypin lukeminen estetään ohjelmallisesti.

## Siirtotiedoston sisällön määrittely

Purettaessa tietoja PC:lle muodostuu ASCII-tiedosto, joka sisältää kotiinkutsuun tarvittavan informaation. Taulukossa 2 on esitetty tarvittavat keräilytietueen määrittelyt.

**Tiedosto: RECALL.DAT**

Kotiinkutsutiedot keruulaitteelta.

Sijainti: PC

Talletusmuoto ja saantitapa:

PC:n peräkkäistiedosto, vaihtuvamittaiset kentät. Kentät on erotettu pilkulla.

*Taulukko 2. Keräilytietueen määrittelyt*

Kenttä	Tyyppi	Min.	Maks.	Muuta
Henkilönumero	char	4	5	
Kenttäerotin	char	1	1	' , '
Paikkakunta	char	3	3	Merkit isolla
Kenttäerotin	char	1	1	' , '
Materiaalikoodi	char	8	10	
Kenttäerotin	char	1	1	' , '
Päiväys	char	6	6	PPKKVV
Kenttäerotin	char	1	1	' , '
Aika	char	6	6	TTMMSS
CrLf	char	2	2	Rivinvaihto

Vaihtoehtoisesti paikkakuntakoodaus voidaan tehdä siten, että ohjelma lisää tunnuksen tiedostoon automaattisesti. Näin käyttäjän ei tarvitse syöttää tunnusta kotiinkutsun yhteydessä.

## 10 IFS-TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Incap Electronics on ottanut käyttöön vuoden 2001 alussa uuden IFS-toiminnanohjausjärjestelmän aikaisemman Oscar-järjestelmän tilalle. Uusi järjestelmä kattaa taloushallinnon, tuotannon ja varaston toiminnot. IFS:n varastomodulin toimintoja ovat mm. varastonimikkeiden tallennus, varastonimikkeiden saapumiset ja varastosta otot, varastonimikkeiden hylkäys, nimikkeiden inventointi, varastopaikan vaihto, erilaisten laskelmien tekeminen sekä varastotapahtumahistorian selaus kysely- ja katsausikkunoissa. IFS-ohjelmisto on otettu aluksi käyttöön ilman suurempia muutoksia, ja myöhemmin ohjelmista muokataan tarpeen mukaan. Kotiinkutsujärjestelmän automatisoiminen vaatii joitakin muutoksia ohjelmistoon.

IFS-järjestelmään on lisätty Incap Electronicsin käyttöön nk. One Key -tilaus, joka mahdollistaa materiaalin tilaamisen suoraan varastosta ilman, että oston tarvitsee käsitellä jokaista tilausta erikseen. Ostotilaus muodostetaan syöttämällä nimikekoodi ja tallentamalla se (kuva 14). Jokaisesta One Key -tilauksesta muodostetaan uusi tilausnumero ja tilausrivi. Materiaalin tilauksen yhteydessä tilaustietoja voidaan muuttaa. Oletustietoina ovat paikkakunta, saapumispäivämäärä, toimittaja, tilausmäärä ja hinta. Käyttäjän muutettavissa ovat saapumispäivämäärä, tilausmäärä ja hinta. Manuaalisesti tehtävässä kotiinkutsussa em. kohdat tarkistetaan aina ennen tilauksen vapauttamista. Ostotilauksen vapauttamisen jälkeen tilaus voidaan tulostaa paperille tai lähettää faksilla toimittajalle suoraan järjestelmästä. Tulostinvalikko on esitetty kuvassa 15.



Onekey - Ostotilaus

Valinta:

F5 NEW


F12 APPROVE


Nimike	Nimikekuvaus	Tilaajan tunniste	Ostettu määrä	Hinta	Toivottu toimituspäivä	Tilausno	Tila


Kuva 14. One Key Order -ikkuna


Tulostusikkuna


Kirjoitin:


Nimi:   Tuotannon GP-335 Voimassa \\le\_vuo1\tuot\_gp335

 Helsingin toimistolaseri Voimassa HEL\_TSTO

 Helsingin pakkaamon laseri Voimassa HEL\_PAK

 Helsingin valmentajien laseri Voimassa HEL\_VALM

 Faxiserveri Voimassa FAX

 Vuokatti TJ-Keskuksen GP405 Voimassa VUO TJ-405

Ostotilaus: Or...

Kieli:  en

Tulostusasetukset

Erilliset asetukset

Kaikki

Sivut  -

Kopiot:  1

OK

Peruuta

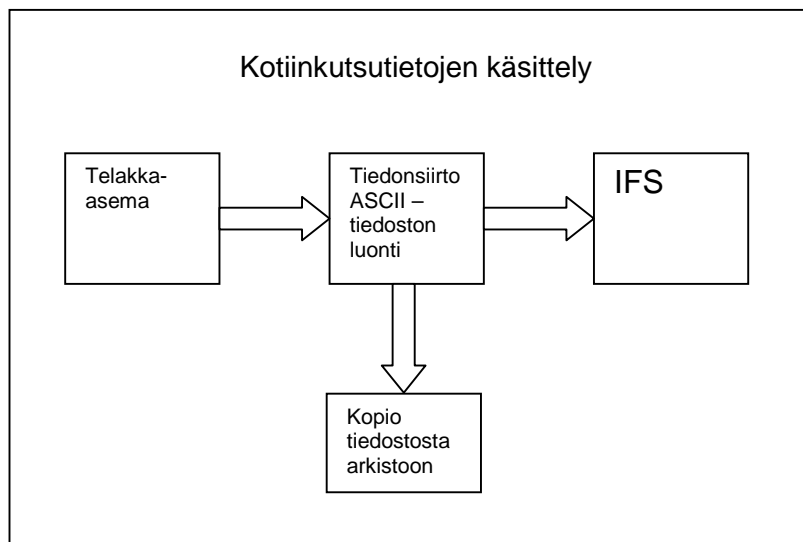
Esikatselu...

Advanced...

Kuva 15. Faksin valinta kirjoitinvalikosta

## Dolphin - IFS -rajapinta

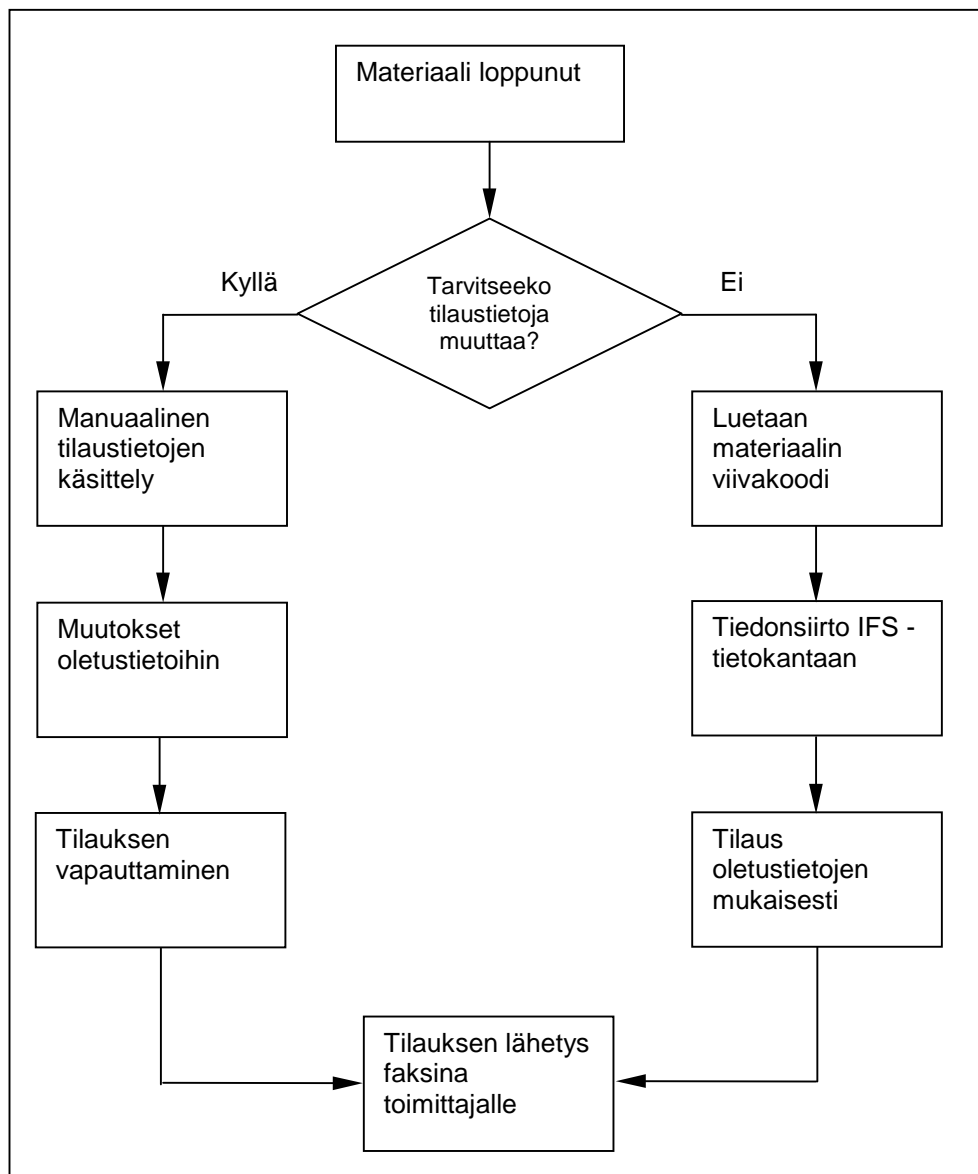
Kun tilattavien materiaalien viivakoodit on luettu, ne siirretään toiminnanohjausjärjestelmään. Asetettaessa tiedonkeruulaite telakka-asemaan siirto-ohjelma muodostaa kerätyistä tiedoista ASCII-tiedoston ja tallentaa sen paikalliselle kiintolevylle. Siirto-ohjelma käynnistää komentotiedoston, joka tekee arkistokopion ASCII-tiedostosta tietojen mahdollista myöhempää käyttöä varten. Tämän jälkeen tiedosto kopioidaan verkkoyhteyden kautta IFS-palvelimelle toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön. Käyttäjälle tulee ilmoitus onnistuneesta tiedonsiirrosta. Jos keräilytiedostoa ei saada siirrettyä, käyttäjälle ilmoitetaan virheestä tiedonsiirrosta. Kuvassa 16 on esitetty tiedonsiirron vaiheet tiedonkeruulaitteella tehdyssä kotiinkutsussa.



Kuva 16. Tiedonsiirron vaiheet kotiinkutsussa

Automaattisen kotiinkutsun toteuttamiseksi IFS-järjestelmään tarvitaan muokaus. Järjestelmän tulee tunnistaa uuden tiedoston saapuminen palvelimelle sekä lukea ASCII-tiedoston sisältö (määrittely sivulla 31). Lopuksi järjestelmän tulee tehdä ostotilaus tiedoston sisältämien tietojen perusteella.

Viivakoodilla tehtävässä kotiinkutsussa käytetään samaa periaatetta kuin One Key -tilauksessa. Järjestelmä tekee tilaukset faksilla asetettujen oletusten mukaisesti suoraan toimittajille. Normaalitylanteessa kotiinkutsut suoritetaan tiedonkeruulaiteella ja tilaaja ei tee muutoksia tilaustietoihin. Jos tietoihin on tehtävä muutoksia tilauksen yhteydessä, tilaaja käyttää One Key -tilausta manuaalisesti ilman tiedonkeruulaitetta. Kuvassa 17 on esitetty kaaviolla kotiinkutsumenettely kummassakin tapauksessa.



Kuva 17. Kaavio manuaalisesta ja automaattisesta kotiinkutsusta

## 11 VIIVAKOODIT MATERIAALIN VASTAANOTOSSA

Materiaalien mukana tulevissa läheteissä ei yleensä ole käytössä viivakoodeja. Muutamat toimittajat tosin tulostavat läheteisiin lähetenumeron myös viivakoodina. Käsien tehtävää tavaran vastaanottokirjausta on mahdollista nopeuttaa viivakoodien avulla. Tämän mahdollistamiseksi lähetelistöjen tulee sisältää järjestelmään manuaalisesti syötettävät tiedot viivakoodeina. Vaihtoehtoisesti materiaalipakkauksissa tarvitaan tarra, jossa on kappalemäärä ja materiaalikoodi viivakoodattuna. Viivakoodiluenta voidaan ottaa käyttöön liittämällä ns. tassulukija tietokoneen näppäimistöliitäntään. Laite ei vaikuta mitenkään näppäimistön toimintaan. Liitteessä C on kuvattu esimerkkilähete, jossa järjestelmään syötettävät tiedot ovat myös viivakoodeina.

Liitteessä D on kuvattu kaaviolla materiaalin vastaanottoa. Läheteessä oleva tilausnumero luetaan järjestelmään ja näytöltä nähdään tilauksen sisältö. Saapunutta materiaalin määrää ja tyyppiä verrataan tilaukseen ja vastaanotto hyväksytään, jos saapunut materiaali vastaa tilattua. Poikkeamat korjataan järjestelmään manuaalisesti. Lopuksi tulostetaan viivakoodi ja kiinnitetään se materiaaliin. Viivakoodin tulostus ja kiinnittäminen ei poikkea aikaisemmasta vastaanottotavasta.

Käytännössä materiaali otetaan vastaan syöttämällä materiaalikoodi. Tilausnumerolla vastaanotettaessa näyttöön tulostuu kaikki tilausrivit. Jos tilausrivejä on paljon, oikean materiaalin löytäminen listasta on hidasta ja viivakoodiluennalla saavutettu kirjaamisen nopeutuminen menetetään. One key -tilauksella tehdyissä toimituksissa on vain yksi tilausrivi, joten vastaanoton voi tehdä nopeasti tilausnumeron perusteella.

## 12 TULOKSET JA JATKOKEHITYS

Työn tuloksena on menetelmä kotiinkutsuinformaation siirtämiseksi varastosta materiaalin toimittajalle. Työssä on suunniteltu periaate, jonka mukaisesti määritelty menetelmä voidaan toteuttaa. Yksityiskohtia, kuten käyttöliittymän ulkonäköä, ei ole rajattu ohjelmoinnin kautta saatavien mahdollisuuksien hyödyntämiseksi toteutusvaiheessa.

Menetelmää kehitettiin aluksi olettaen, että muokkausta IFS-järjestelmään ei tarvitse tehdä. Kuitenkin tiedonsiirto ASCII-tiedoston ja toiminnanohjausjärjestelmän välillä saadaan luotettavaksi vain lukemalla tiedot suoraan tietokantaan.

Prototyypin kehittäminen testausta varten olisi ollut mielenkiintoista, mutta toteuttamiseen tarvittava työmäärä osoittautui ajan kuluessa huomattavasti arvioitua suuremmaksi. Tiedonkeruulaitteen ohjelmointi olisi vaatinut vahvaa C-kielen osaamista. IFS-järjestelmään olisi lisäksi tarvittu toimittajan tekemä muokkaus, joka ei olisi todennäköisesti ehtinyt valmistua ennen tämän työn valmistumista. Muokkauksen tekeminen on kallista, joten käyttöön soveltuva versio kannattaa tehdä kerralla.

Koska menetelmän toteutus perustuu koko varaston alueella käytettävään kannettavaan tiedonkeruulaitteeseen, laitehankintatarpeet ovat varsin pienet. Peruskäyttöön tarvitaan yksi Dolphin-tiedonkeruulaite, telakka-asema sekä verkkoon kytketty PC-tietokone. Tarvittaessa tiedonkeruulaitteiden määrää voidaan lisätä.

Menetelmä nopeuttaa ja helpottaa materiaalin kotiinkutsua merkittävästi. Kirjausvirheiden syntyminen estyy hyödynnettäessä viivakoodiluentaa ja kotiinkutsutietojen automaattista käsittelyä. Materiaalilaatikoiden merkitseminen kulmalapulla vähentää muistinvaraisuutta ja antaa kuvan materiaalitalanteesta yhdellä silmäyksellä.

## Menetelmän käytännön toteutus ja jatkokehitys

Työn kuluessa jäljitettävyyssä käytössä olleet vanhat kynämalliset viivakoodinlukijat korvattiin uusilla Dolphin-tiedonkeruulaitteilla. Laitteisiin asennettiin tarvittavat ohjelmistot ja niiden toiminta testattiin käytännössä. Dolphin-tiedonkeruulaitteesta laadittiin käyttöohjeet tuotantohenkilökunnalle. Uusien laitteiden myötä aikaisemmissa keruulaiteissa esiintyneet akkuongelmat jäivät pois.

Kotiinkutsujärjestelmän toteuttamiseksi kotiinkutsun piiriin tulevat komponentit sijoitetaan työssä kehitetyn kaksilaatikkojärjestelmän mukaisesti. Lisäksi laatikoihin tulostetaan viivakooditarrat. Dolphin-tiedonkeruulaitteeseen kehitetään määrittelyn mukainen ohjelma kotiinkutsukäyttöön. IFS-järjestelmään tarvitaan määrittelyn mukainen muokkaus varastosta kerättyjen kotiinkutsutietojen siirtämiseksi järjestelmään. Menetelmää voidaan testata IFS:n testitietokannassa riittävän luotettavuuden toteuttamiseksi ennen käyttöönottoa.

Työssä esitetty periaate viivakoodin hyödyntämiseksi materiaalin vastaanotossa vaatii vielä jatkokehittelyä. Jatkotutkimuskohteina olisi selvittää mahdollisuudet saada viivakoodit lähetteisiin ja materiaalipakkauksiin. Viivakoodiluennan toimivuutta vastaanotossa voisi kehittää esimerkiksi yhden toimittajan kanssa pilottikokeiluna. Toimittaja tuottaisi viivakoodit lähetteisiin ja materiaalipakkauksiin. Vastaanotossa olisi käytössä viivakoodilukija ja materiaalit otettaisiin vastaan lukemalla pakkausten ja / tai läheteiden viivakoodit. Toiminnasta kerättäisiin kokemuksia ja järjestelmää kehitettäisiin käytännön kokemusten pohjalta.

Viivakooditarrat materiaalilaatikoissa mahdollistavat viivakoodin hyödyntämisen myös inventoinnissa. Periaatteena voisi olla inventoinnin tekeminen jaksoissa kertainventoinnin sijasta silloin, kun on aikaa. Menetelmässä inventoidaan varastosta halutut materiaalit, jonka jälkeen tiedot siirretään järjestelmään. Yhtenä mahdollisuutena on myös inventointialustan lataaminen tiedonkeruulaitteeseen ja tietojen siirtäminen järjestelmään inventoinnin päätteeksi.

## 13 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää menetelmä materiaalien kotiinkutsumiseksi tavarantoimittajilta viivakooditekniikkaa hyödyntäen. Lisäksi selvitettiin viivakoodin muita käyttömahdollisuuksia varaston materiaalitoiminnoissa. Aluksi selvitettiin varaston, toiminnanohjausjärjestelmän ja käytössä olevien viivakoodilaitteiden toiminta. Menetelmää kehitettiin selvittämällä mahdollisuudet liittää tiedonkeruulaite toiminnanohjausjärjestelmään. Työn käytännön osuus oli etupäässä laitteiden ominaisuuksien soveltuvuuden selvitystä tarkoitettuun käyttöön sekä menetelmän määrittelyä.

Työn tuloksena on menetelmä kotiinkutsuinformaation siirtämiseksi varastosta materiaalin toimittajalle. Menetelmä sisältää kaksilaatikkojärjestelmän varastossa, määrittelyt tiedonkeruulaitteeseen tarvittavan ohjelman kehittämiseksi sekä toiminnanohjausjärjestelmään tarvittavan muokkauksen toteuttamiseksi. Kehitettyjen menetelmien toteuttamiskelpoisuus selvitettiin vertaamalla niitä käytössä oleviin vastaaviin menetelmiin. Materiaalin vastaanoton osalta selvitettiin mahdollisuuksia hyödyntää viivakooditekniikkaa vastaanotossa.

Pitkän tähtäimen kehitysideana on sisällyttää jäljitettävyy-, kotiinkutsu- ja inventointitoiminnot Dolphinin päävalikkoon. Tämä ohjelma voidaan tallentaa kaikkiin tehtaassa oleviin tiedonkeruulaitteisiin. Esimerkiksi inventointia suoritettaessa kaikki vapaana olevat tiedonkeruulaitteet voidaan hakea varaston käyttöön, jotta inventointi sujuu mahdollisimman nopeasti. Yhtenäistä laitekantaa ja ohjelmaa käytettäessä laitteiden käyttöaste on korkea ja käyttäjille riittää yhden laitteen käytön opetteleminen.

## LÄHDELUETTELO

- 1 Incap Electronics Oy:n kotisivu. 2000. [WWW-dokumentti].  
< <http://www.incap.fi/7/default.htm> > (luettu 14.12.2000)
- 2 Karrus, K. Logistiikka. Porvoo: WSOY-kirjapainoyksikkö, 1998. 319 s. ISBN 951-0-22396-4.
- 3 Tarkkonen, P. Viivakoodiopas, Teoria. Laitos 3.0. Finn Identification Oy 1986. 17 s. ISBN 951-99762-2-1.
- 4 Sakki, J. Logistinen prosessi, Tilaus-toimitusketjun hallinta. Neljäs uudistettu painos 1999. 238 s. ISBN 951-97668-1-2.
- 5 Reinikainen, P., Mäntynen J. & Rantala, J. Logistiikan perusteet. Tampereen TKK, Liikenne- ja kuljetustekniikka, Julkaisu 27. Tampere: 1997. 185 s. ISBN 951-722-712-4.
- 6 Jahnukainen, J., Lahti, M. & Luhtala M. LOGIPRO, Tilausohjautuvien toimitusketjujen kehittäminen. Suomen Metalliteollisuuden keskusliitto. Tampere: Tammer-Paino Oy, 1996. 169 s. ISBN 951-817-653-1.
- 7 Shingo S. Japanilainen tuotantoajattelu. Suomen Metalliteollisuuden keskusliitto. Helsinki: 1984. 91 s.



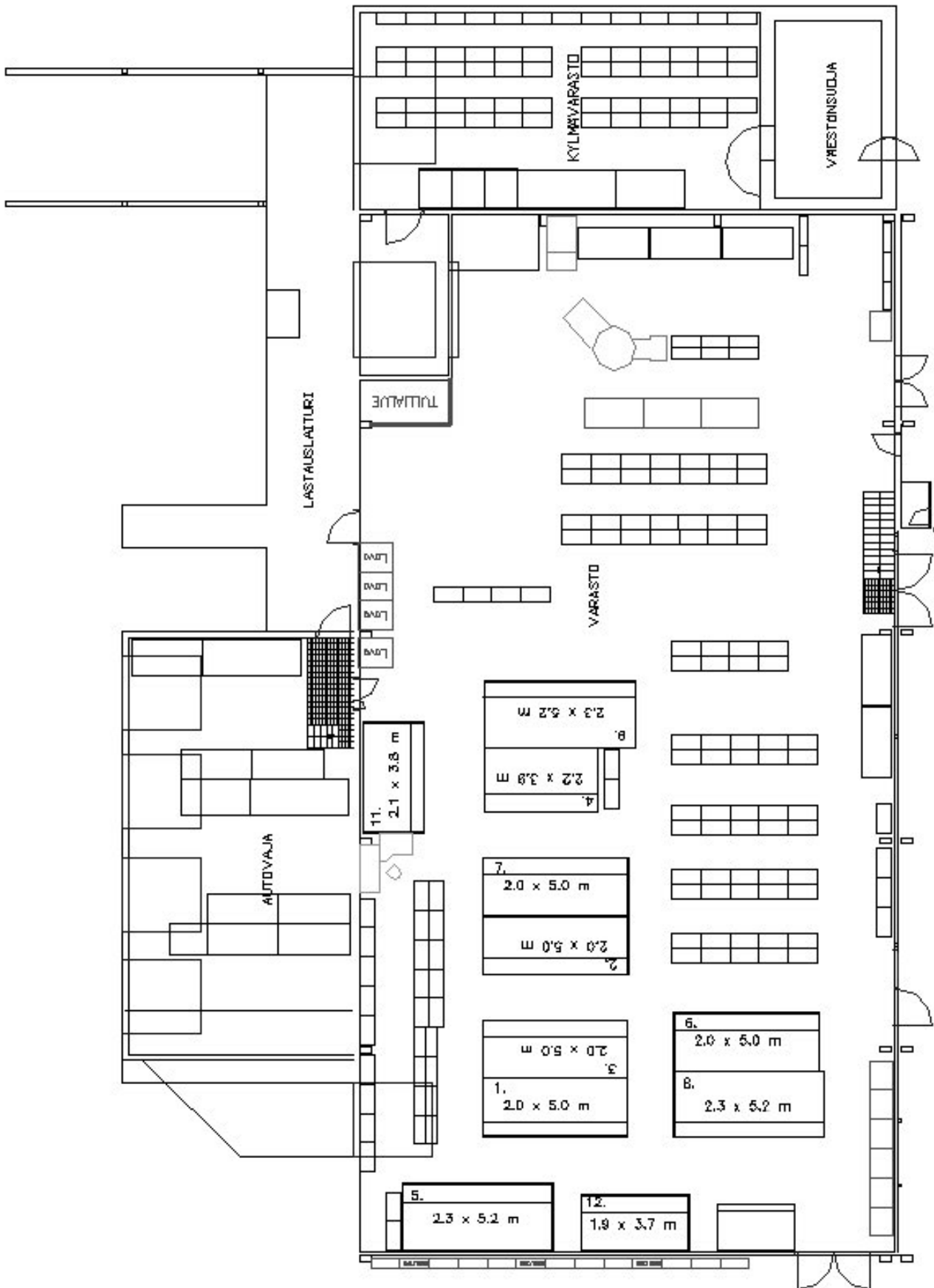
## LIITTEET

A: Varaston pohjapiirros

B: Dolphin tiedonkeruulaitteen tekniset ominaisuudet

C: Lähetesimerkki

D: Kaavio materiaalin vastaanotosta



# Dolphin tiedonkeruulaitteen tekniset ominaisuudet:



## Dolphin tiedonkeruulaite

### Järjestelmäkuvaus

#### Käyttöjärjestelmä ja ohjelmisto:

- GS-DOS –käyttöjärjestelmä
- Ohjelmoitavissa standardi x86 –kehitys työkaluilla, Borland C++ ja MS C/C++
- Varustettu PC –standardiin kuulumattomilla toiminnoilla kuten viivakoodinlukijan tuki sekä tietoliikenteen ja virransäästön hallinta

#### CPU:

- Integroitu AMD ELAN SC310 386SX 33 MHz

#### Muisti:

- 2 MB DRAM ohjelmien suoritukseen
- 2 MB FLASH EEPROM tiedon varastointiin. Laajennettavissa 4, 8, 12 MB

#### RTC:

- Tarkka, kidetoiminen reaaliaikakello, Y2K yhteensopiva

### Tiedonlukutoiminnot

#### Viivakooditoiminnot

- Standardi: 5 – 91 cm mittaisten viivakoodien luenta
- Etäluenta: luenta 4.6 m etäisyydeltä heijastavilla tarroilla
- Tiheät koodit: lukee > 0,5 mm tiheitä koodeja
- Ympäristö: Luenta onnistuu myös voimakkaassa valaistuksessa

#### Viivakoodityypit

- Code 39, Interleaved 2 / 5, EAN, UPC, Codabar, Code 128, Plessey, Code 11, Code 93

#### Aakkosnumeerinen näppäimistö 36 – näppäintä

- Neljä käyttäjän määriteltävissä olevaa funktionäppäintä
- CLR, SPC, BKSP, SHIFT, ENTER, LIGHT, NUMLOCK, ESC
- Erikoismerkit: % \$ ? \ : > , + - / ( =

### Tiedon tulostustoiminnot

#### Nestekidenäyttö (LCD)

- 8 riviä, 20 merkkiä / rivi
- tarkkuus 119 \* 73
- Sovelluksella määriteltävissä oleva merkkikoko
- Elektroluminesenssi taustavalo

#### Merkkivalot ja äänimerkit

- Punainen valo luettaessa viivakoodia
- Vihreä valo vilkkahtaa kun luenta onnistunut
- Sovelluksella määriteltävissä oleva kaiutin merkkiäänä varten

#### Datan lataus / purku

- IrDA infrapuna lähetin / vastaanotin

#### Käyttöenergia

- Yksi 3.6V akkupaketti, 5.6 \* 4.6 \* 2cm
- NiMH (1200mAh), käyttöaika normaalikäytössä keskimäärin 20 tuntia
- Akkupaketti voidaan ladata Dolphin:issa tai telakka- asemassa
- Varmistuspatteri pitää kellon ajassa akunvaihdon yhteydessä
- Latausaika < 4 tuntia

### Mekaaniset ominaisuudet

- Mitat: 17.0 \* 7.0 \* 5.0 cm
- Paino: 352g
- Materiaali: Polykarbonaatti ABS seos
- Kestää toistuvan n. 1.5 m pudotuksen
- Paloluokitus UL 94-VO

#### Käyttöympäristö:

- Lämpötila: -10...50 °C
- Kosteus: < 95%
- ESD: 15KV

Oy TOIMITTAJA Ab  
Toimituskatu 6  
87700 KAJAANI

LÄHETE

Tilauksenne 125465



Lähetenro 123654



Laskunro 546123



Incap Electronics  
Vuokatin tehdas  
PL 52  
FIN-88601 SOTKAMO

Rivi	Mat.koodi	Nimike	kpl
1	 12456887	Vastus 25R	 10
2	 84456887	Diodi xxx	 25

