



# Työkalujärjestelmä

Tuotannon tietojärjestelmä

Toni Laukkanen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Konetekniikan koulutusohjelma  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan koulutusohjelma  
Tuotantotekniikka

LAUKKANEN TONI:  
Työkalujärjestelmä  
Tuotannon tietojärjestelmä

Opinnäytetyö 57 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2022

---

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Wirtain Metalli Oy. Tavoitteena oli suunnitella, toteuttaa ja ottaa käyttöön työkalujärjestelmä, jonka avulla voidaan seurata las-  
tuavien työkalujen varastotilannetta ja helpottaa työkalujen tilaamista. Työssä  
selvitettiin työkalujen sijoittelu, varaston seuranta ja tilaaminen. Määriteltiin ja  
suunniteltiin tarvittavat muutokset työkalujen sijoitukseen ja varastointiin. Toteu-  
tettiin suunnitellut muutokset tuotannossa Lean-menetelmällä, jossa poistetaan  
arvoa tuottamaton toiminta, vakioidaan toimintamallit ja sitoudutaan jatkuvaan  
parantamiseen. Työkalujärjestelmä tehtiin Microsoft Access -relaatiotietokanta-  
ohjelmalla. Kartoitettiin järjestelmässä tarvittavat työkalutiedot ja toiminnallisuus,  
jonka perusteella tehtiin tietokanta ja käyttöliittymä.

Koska mitään aiempaa järjestelmää ei ollut käytössä, otettiin järjestelmä käyttöön  
heti kun toiminnallisuus oli valmiina. Järjestelmää kehitettiin joustavasti käyttöko-  
kemusten avulla, jolloin järjestelmän toiminnallisuudesta saatiin tarkoitusta vas-  
taava. Käytön aikana järjestelmään lisättiin käsimittalaitteiden tarkistusloki, töiden  
asetustietojen ja kiinnittimien kirjastot.

Työkaluvaraston keskittäminen ja merkitseminen on vähentänyt työkalujen etsi-  
mistä. Tilausten teko on helpottunut, kun järjestelmästä saadaan automaattisesti  
tilattavien työkalujen listaus. Erityistyökalujen sijaintitietoa ei käytetä laajasti,  
mutta sitä käyttämällä voitaisiin entisestään vähentää työkalujen etsimistä. Jär-  
jestelmää voidaan kehittää kattamaan tuotannon muita tietotarpeita, kuten kierre-  
ja toleranssitaulukot sekä työjonot.

---

Asiasanat: työkalujärjestelmä, tietojärjestelmä, tuotannon kehitys

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical engineering  
Production Engineering

LAUKKANEN TONI  
Tool Management System  
Production Information System

Bachelor's thesis 57 pages, appendices 2 pages  
May 2022

---

The object of this thesis was to plan and develop a tool management system for Wirtain Metalli Oy. Tool management system is a database to keep track of cutting tool inventory and assist in the ordering of cutting tools.

Tool storage, inventory management and tool ordering procedures were evaluated. Necessary changes to methods, tool locations and storage systems were planned and executed with Lean methods. The aim of the lean method was to reduce non-value-adding work, standardize procedures and commit to continuous improvement. The tool management system was created with Microsoft Access relational database management system.

The tool management system was implemented as soon as it was ready. The system was developed further during use to tailor it for the purpose. Along the way, additional function was implemented: inspection log for hand-held measuring devices and libraries for work settings and fasteners.

Reorganizing and marking the tool storage has considerably reduced non-value-adding work, like searching for tools. Tool ordering is easier when the tool management system can give an automated list of tools that need to be ordered. The system can be extended to further help production - with thread and tolerance tables, and work queues.

---

Key words: tool management, database, lean

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	LEAN PERIAATTEET .....	7
	2.1 Muda, Mura, Muri .....	7
	2.2 Kaizen ja standardointi .....	10
	2.3 5S-menetelmä .....	10
3	TIETOKANTA .....	11
	3.1 Relaatiotietokanta .....	11
	3.2 Taulukot .....	12
	3.3 Avaimet ja relaatiot .....	13
	3.4 Kyselyt ja SQL .....	15
	3.5 Lomakkeet .....	16
	3.6 Raportit .....	16
	3.7 Microsoft Access .....	17
	3.8 Makrot .....	17
	3.9 Virheen käsittely .....	19
	3.9.1 Virheen jäljitys .....	20
	3.9.2 Virheen käsittelijä .....	20
4	LÄHTÖKOHTA .....	22
	4.1 Työkalujen varastointi .....	22
	4.2 Tilausprosessi .....	25
5	MUUTOKSET TUOTANTOTILOISSA .....	26
6	TYÖKALUJÄRJESTELMÄ .....	29
	6.1 Suunnittelu .....	29
	6.2 Taulukot ja relaatiot .....	30
	6.3 Lomakkeet .....	33
	6.3.1 Aloituslomake .....	33
	6.3.2 Työkalut lomake .....	34
	6.3.3 Tilattavat työkalut .....	36
	6.3.4 Uusi työkalu lomake .....	37
	6.3.5 Työkaluhallinta lomake .....	38
	6.3.6 Ohjeet lomake .....	39
	6.4 Kyselyt .....	40
	6.4.1 Työkalut kysely .....	40
	6.4.2 Tilattavien työkalujen kysely .....	41
	6.5 Työkalujärjestelmän käyttöönotto .....	42
7	KEHITYSTYÖ .....	43

7.1 Asetustiedot .....	43
7.2 Käsimittalaitteiden tarkastusloki .....	44
7.3 Kiinnittimien kirjasto .....	47
7.4 U-Porat lomake .....	48
7.5 Muutokset aloituslomakkeeseen .....	49
7.6 Asetukset .....	50
8 POHDINTA .....	52
LÄHTEET .....	54
LIITTEET .....	56
Liite 1. Asetuslehti lomakkeet .....	56
Liite 2. Asetuslehti taulukot .....	57

## 1 JOHDANTO

Materiaalia poistavassa eli lastuava työstössä tarvitaan materiaalin ja työstömenetelmän takia suuri määrä erilaisia työkaluja, sekä vaihtopalaisiin työkaluihin erilaisia leikkaavia teräpaloja. Lisäksi erilaisille lastuttaville materiaaleille on eri laatuista teräaineita ja niissä eri geometrialla olevia teräpaloja. 80 - 90 % kaikista lastuavista työkaluista ja teräpaloista ovat nykyisin pinnoitettua kovametallia (Sandvik Coromant n.d.). Vaikka kovametalliset työkalut ja teräpalat kestävätkin melko hyvin kulutusta, ovat ne kuitenkin metalleja työstettäessä nopeasti kuluvia ja siten varaston kiertonopeus on korkea. Tuotannon toimivuuden kannalta työkaluja on kuitenkin oltava varastossa. Työkalujen määrän ja hinnan takia ei työkaluja ja teräpaloja voi ostaa kuin lastuavan työstöön erikoistuneilta jakelijoilta tai suoraan työkaluvalmistajilta. Työkalujen toimitusajat vaihtelevat toimittajakohtaisesti yhdestä päivästä yli viikkoon. Pitkät toimitusajat vaativat ennakointia ja varaston seuranta. Seuranta käsin on lähes mahdotonta erilaisten työkalujen ja teräpalojen määrän takia. Seurantaan onkin kehitetty automaattisia järjestelmiä, joilla voidaan seurata työkalujen varastosaldoja ja niistä saadaan tarvittavat raportit varastohallintaan ja tilaukseen.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Virroilla toimiva keskiraskaan alihankintakoneistukseen erikoistunut Wirtain Metalli Oy ja Ähtärissä toimiva hienomekaanisten alihankintakoneistukseen erikoistunut tytäryhtiölle Aisikon Oy. Wirtain Metalli Oy ja Aisikon Oy yhdistävät toimintansa Virroille. Tavoitteena on toimintatapojen yhtenäistäminen ja kehittäminen (Wirtain Metalli Oy johtoryhmän palaveri 2020). Toimintatapojen kehittämisessä yhtenä asiana on tuotannon toimintojen tehostaminen, parantamalla lastuavien työkalujen hallintaa ja tilausprosessia.

Työssä kartoitetaan nykyinen työkalujen varastointi ja hallinta, sekä tilausprosessi. Varastointimenetelmiä tehostetaan työkaluvarastojen keskittämällä ja varastopaikkojen merkitsemällä. Toimeksiantaja päätti toteuttaa työkalujärjestelmän itse, jolloin järjestelmä saadaan räätälöityä omaan käyttöön. Työkalujärjestelmä kehitetään Microsoft Access tietokannan hallintaohjelmalla. Järjestelmä otetaan käyttöön heti kun toiminnallisuus on valmiina. Järjestelmään tehdään parannuksia käytöstä saatavan palautteen avulla.

## 2 LEAN PERIAATTEET

Lean-menetelmä pohjaa Toyota Motor Corporation kehittämään Toyota Production System (TPS) menetelmään. Tavoitteena on poistaa tuotannosta kaikki hukka etsimällä tehokkaimpia menetelmiä (Toyota n.d.). Kaikki toiminta, joka ei tuota asiakkaalle arvoa on hukkaa. Esimerkiksi kun tuotannon työntekijä etsii työkalua, ei se lisää mitään lisäarvoa itse tuotteeseen ja siten asiakkaalle, vaan on hukkaa. Piiraisen (2014) mukaan tavoitteena toiminnassa on arvon lisääminen ja läpimenon nopeuttaminen, mutta keinona päästä tavoitteeseen on hukan vähentäminen. Lean menetelmällä saavutetaan nopeammin laadukkaampia tuotteita ja palveluita samoilla resursseilla. (Piirainen 2014)

### 2.1 Muda, Mura, Muri

Arvoa tuottamaton toiminta eli hukka voidaan karkeasti jakaa kolmeen laatuun: muda, mura ja muri. Termit tulevat TPS-menetelmästä. Kolmesta hukan laadusta muda (hukka) on ehkä yleisimmin tunnettu. Muda tarkoittaa hukkaa ja on myös helpoin ymmärtää. Muda jaetaan seitsemään luokkaan:

- Kuljettaminen on materiaalien ja tuotteiden turha kuljettaminen esimerkiksi varastoon ja varastosta pois. Kuljettaminen ei lisää arvoa tuotteisiin, sen sijaan tuotteet voivat vahingoittua kuljetuksen aikana.
- Varastointi lisää kustannuksia sitomalla pääomaa ja viemällä tilaa. Varastossa olevat tuotteet mennä vanhoiksi tai käyttökelvottomiksi. Varastointi voi myös olla arvoa lisäävää toimintaa, esimerkiksi joidenkin elintarvikkeiden ikääntyminen lisää tuotteiden arvoa.
- Liike on työntekijän tai koneen tekemät turhat liikkeet. Liike hukka voi olla ongelmat ergonomiassa, jolloin työntekijä joutuu esimerkiksi kurkottamaan laitteen toimilaitteita. Tämä voi aiheuttaa työntekijöille terveysongelmia. Liike hukka voi olla myös ylimääräistä liikettä, esimerkiksi työntekijä joutuu etsimään työkaluja tuotantotiloista.
- Odottaminen voi jopa pysäyttää tuotannon kun odotetaan materiaaleja, työkaluja tai ohjeita. Odottamishukkaa voi tulla myös muista hukan muodoista.

- Ylituotanto on tuotteiden tekemistä yli kysynnän. Ylituotanto johtaa varastoinnin ja kuljettamisen lisääntymiseen, sekä piilottaa muita tuotannon ongelmia.
- Yliprosessointi on paremman kuin vaadittavan laadun valmistamista. Yliprosessointi lisää tuotannon kustannuksia turhaan, sillä asiakas ei maksa ylilaadusta vaan sovitusta laadusta. Yliprosessointi voi olla myös sellaisten turhien toimintojen tekemistä joista asiakas ei maksa mitään.
- Vialliset tuotteet aiheuttavat kustannuksia menetetyssä työajassa ja materiaaleissa. Siksi on tärkeää, että viat havaitaankin mahdollisimman aikaisin tuotannossa, sillä jatkojalostamalla jo viallista tuotetta lisää jatkuvasti hukkaa. Asiakkaalle menevät viat ovat kalleimpia vikoja kun joudutaan korjaamaan tai tekemään korvaavat tuotteet, sekä hoitamaan ja maksamaan asiakkaalle viallisista tuotteista aiheutuneet kustannukset. Myös yrityksen maineen menetys voi olla huomattava kustannus.

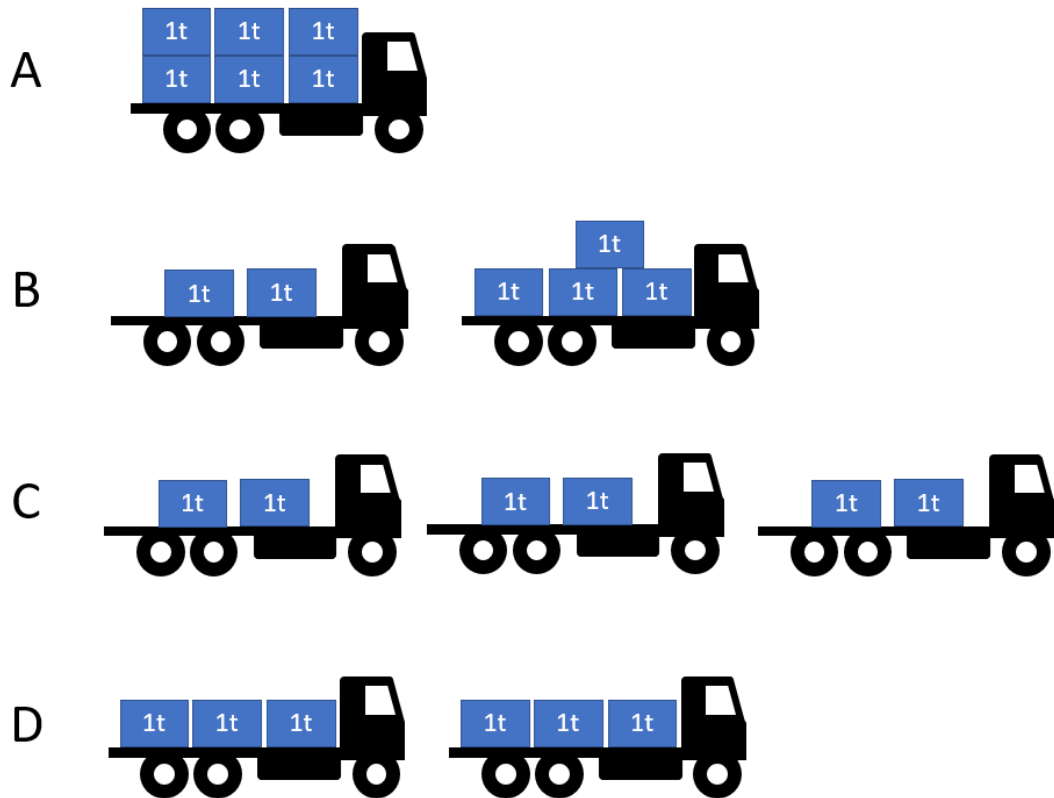
Alkuperäiseen seitsemän hukan luokkaan on lisätty työntekijöiden osaamisen tai luovuuden käyttämättömyys. Yleensä työntekijä tietää miten omaa työntekoa voitaisiin tehostaa. Jos työntekijälle ei anneta mahdollisuutta tehostaa omaa työntekoaan on se selkeää hukkaa.

Mura on epätasapainoa tai poikkeavuutta toiminnoissa. Tuotannossa olevaa epätasaisuutta voivat aiheuttaa työntekijöiden erilaiset työsuoritukset, joka voi johtua kouluttamisesta, motivaatiosta tai terveydellisistä syistä. Työmäärä voi olla epätasainen. Ajoittain työtä on liian paljon, jolloin joudutaan kiirehtimään. Tämä voi aiheuttaa huolimattomuutta ja siten laadullisia virheitä. Toisinaan taas työtä on liian vähän, jolloin joudutaan odottamaan töitä. Epätasapainoa on pyrittävä tasoittamaan muda-hukan vähentämiseksi.

Muri on tuotantovälineiden tai työntekijöiden ylikuormittamista. Muri voi johtaa tuotantovälineiden ennenaikaiseen rikkoutumiseen tai aiheuttaa työntekijöille kohtuuttomia vaatimuksia ja terveysongelmia.

Muuttamalla yhtä hukan laatua vaikutetaan kahteen muuhun. Oletetaan, että yrityksen täytyy kuljettaa kuusi tonnia materiaalia yhden tonnin yksiköissä autolla, jonka kapasiteetti on kolme tonnia (kuvio 1).





KUVIO 1. Muda, mura, muri esimerkki (Lean Enterprise Institute n.d., muokattu)

A tapauksessa kaikki materiaalit lastataan yhteen autoon, joka tekee yhden matkan. Kyseessä on ylikuormitus (muri), joka johtaa auton rikkoontumiseen, joka puolestaan aiheuttaa rikkoontumisesta johtuvaa hukkaa (muda), joka taas epätasaisuutta toiminnassa (mura). Toisessa tapauksessa (B) kuljetukset on epätasaisesti lastattu, jolloin ensimmäinen kuljetus on yhä ylikuormitettu (muri) ja toinen alikuormitettu (muda). Tapauksessa C kolme kuljetusta ovat kaikki vajaita (muda). Optimaalisessa tapauksessa (D) auto tekee kaksi matkaa, jolloin koko auton kapasiteetti on käytössä, kuormat ovat tasaiset, eikä ylikuormaa ole. Tällöin mitään hukan laatua ei ole. (Lean Enterprise Institute n.d.).

Todellisuudessa tällaiseen optimointiin harvoin päästään. Esimerkiksi jos auton kantavuus olisikin ollut vain kaksi ja puoli tonnia, ei mitään optimaalista ratkaisua löydy, vaan aina on olemassa jotain hukan laatua. Hukan poistaminen onkin jatkuvaa työtä.

## 2.2 Kaizen ja standardointi

Kaizen on jatkuvan parantamisen kulttuuri. Se on yksi tärkeimmistä periaatteista yrityksen kehitykseen. Toimintaa parannetaan pienillä askeleilla vähentämällä hukkaa, joilla saavutetaan huomattavia parannuksia ilman suuria investointeja ja riskejä. Muutosvastarintaa voidaan myös vähentää kun muutokset ovat pieniä. Kun muutokset ovat niin pieniä, että niiden toteuttamisessa on mahdoton epäonnistua, rohkaisee se ihmisiä asettamaan tavoitteita (Mielen Ihmeet 2019). Muutoksissa tärkeänä on työn standardointi, jolloin toiminta on systemaattista ja loogista. Silloin voidaan vähentää hukkaa ja kasvattaa tehokkuutta kun kaikki tietävät vakioidut toimintatavat.

## 2.3 5S-menetelmä

5S on työkalu siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon. Nimensä mukaan 5S koostuu viidestä vaiheesta:

1. Sortteeraus. Työpisteeltä poistetaan tarpeettomat tavarat ja lajitellaan tavarat niiden tarpeen mukaan.
2. Systematisointi. Etsitään hyvät varastointimenetelmät tavaroille. Merkitään varastot ja tilat selkeästi.
3. Siivous. Suunnitellaan ja toteutetaan siivous ja huoltotoimenpiteet. Tavoitteena on osoittaa kuinka järjestyksessä tilan tulisi olla.
4. Standardointi. Sovitaan parhaat käytännöt ja sitoudutaan pitämään järjestyksessä.
5. Seuranta on 5S-menetelmän vaativin vaihe, jossa ylläpidetään järjestystä. Seuranta vaatii näkyvää johdon sitoutumista.

Kun tavarat ovat harkiten poistettu ja siististi paikoillaan parantaa se myös turvallisuutta. Siistissä ja hyvin järjestetyssä ympäristössä vuodot, laiteviat, puuttuvat suojuukset, varoituskytinit, viallisen työkalut ovat hyvin huomattavissa (Kiwa n.d.). Siisti ja hyvin järjestyksessä oleva työtila antaa myös kumppaneille ja asiakkaille hyvän kuvan yrityksestä (Lean Lion n.d.).

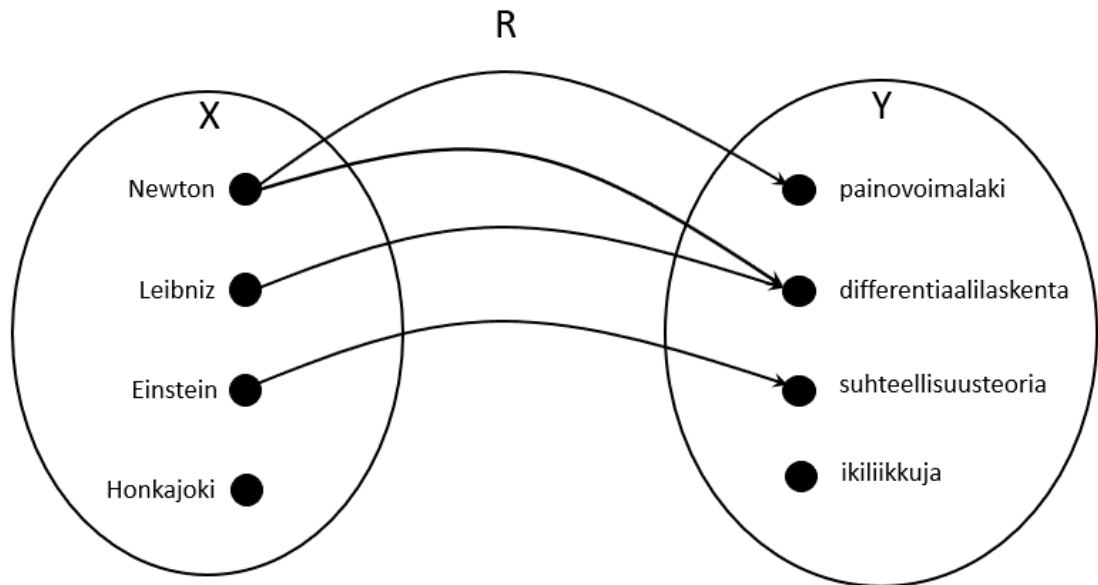
### 3 TIETOKANTA

Kaikki käyttävät tietokantoja päivittäin, vaikka eivät välttämättä tiedosta sitä. Tietokanta on mikä tahansa kokoelma tietoja, joita voidaan tallentaa, käsitellä, tarkastella ja järjestellä. Yrityksillä tietokannat ovat aluksi tekstinkäsittely- ja taulukkolaskentaohjelmilla tehtyjä luetteloja. Kun luettelot kasvavat, niiden käytöstä ja hallinnasta tulee hankalaa ja työlästä sillä luettelomuotoisen tiedot ovat hankala ymmärtää ja niistä on vaikea tehdä hakuja sekä koosteita. Siksi tietoihin tulee helposti päällekkäisyyksiä ja epäyhtenäisyyksiä. (Perustiedot tietokannasta n.d.)

#### 3.1 Relaatietietokanta

E. F. Codd esitteli relaatiomallin peruskäsitteet vuonna 1970 artikkelissaan E.F. Codd: Relational Model of Data for Large Shared Data Banks (Laine 2005). Laineen (2000) mukaan relaatiomallin perustana on joukko-oppi ja matemaattinen relaatio. Selkeät matemaattiset säännöt tietokannan käsittelyyn ja yksinkertainen peruskäsitteistö on lisännyt mallin suosiota. Relaatiomallin pohjautuvat tietokannat ovatkin ylivoimaisesti laajimmin käytettyjä nykyisin. (Laine 2000, 12).

Esimerkiksi jos joukkoon X kuuluvat keksijät Newton, Leibniz, Einstein ja Honkajoki, voidaan joukko esittää muodossa  $X = \{ \text{Newton, Leibniz, Einstein, Honkajoki} \}$ . Joukkoon Y kuuluvat keksinnöt painovoimalaki, differentiaalilaskenta, suhteellisuusteoria ja ikiliikkuja, eli  $Y = \{ \text{painovoimalaki, differentiaalilaskenta, suhteellisuusteoria, ikiliikkuja} \}$ . Newton on kehitellyt painovoimalakia ja differentiaalilaskentaa, Leibniz differentiaalilaskentaa ja Einstein suhteellisuusteoriaa. Tietokannassa halutaan tietää joukon X (keksijät) ja Y (keksinnöt) suhteet, eli kuka keksijä (X:n alkio x) on kehitellyt keksintöä (Y:n alkio y). Joukoilla X ja Y täytyy olla jokin yhteys, eli relaatio. Kuviossa 2 relaatio R on esitetty nuolikuviolla, jossa relaatioissa olevat alkioit ovat yhdistetty nuolella. R on relaatio siis joukosta X joukkoon Y. (Merikoski 2004, 71)



KUVIO 2. Esimerkki relaatioista (Merikoski 2004, muokattu)

### 3.2 Taulukot

Varsinaiset tiedot tietokannassa ovat tallennettu taulukoihin. Taulukot hyvin samanlaisia kuin taulukkolaskentaohjelmissa olevat taulukot, paitsi relaatiotietokannassa taulukon tiedot ovat järjestelty niin, että jokainen rivi esittää tietuetta ja sarake kenttää. (Perustiedot tietokannasta n.d.)

Codd (1970, 379) esittää jos tiedot ovat taulukossa

1. Jokainen rivi on tietue
2. Rivien järjestyksellä ei ole mitään merkitystä
3. Kaikki rivit ovat erilaisia
4. Sarakkeiden järjestyksellä on merkitystä
5. Sarakkeiden järjestyksen tärkeyttä kuvataan nimeämällä sarakkeet

(Codd 1970, 379)

Taulukon sarakkeilla olevan nimen lisäksi, niillä on oltava tietotyyppi, joka määrittelee mitä tietoja sarakkeeseen on tallennettu ja miten sarakkeen tietoja käsitellään. Tietokannasta riippuen tietotyyppi voi olla esimerkiksi tekstitietoa, binää-

ristä tietoa kuten kuva, numeerista tietoa, aikatietoa tai totuusarvo (kyllä/ei). Tietotyypille on varattu tietty määrä tilaa tietokannassa. Esimerkiksi Microsoft Accessin käyttämä pitkä kokonaisluku sisältää neljä tavua eli  $2^{32}$  bittiä, jolla voidaan esittää kokonaisluku väliltä  $-2\ 147\ 483\ 648 - 2\ 147\ 483\ 647$  (Kentän koon määrittäminen n.d.).

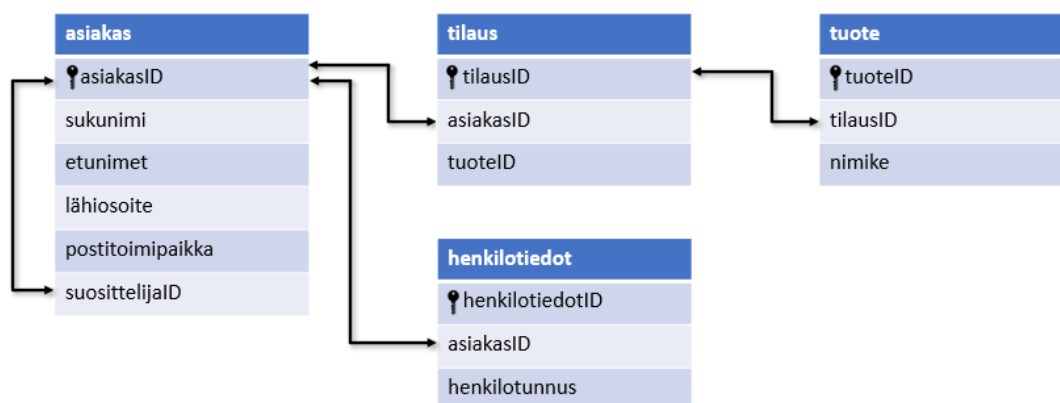
### 3.3 Avaimet ja relaatiot

Jokaisella relaatiotietokannan taulukolla on perusavain (primary key). Perusavain on tietueen yksilöity tunnus, jota ei esiinny millään muulla tietueella samassa taulukossa. Tietueen perusavain ei saa puuttua, eikä sen arvo saa olla tyhjä (NULL). Huomattavaa on ettei tyhjä arvo ole nolla, vaan sen arvoa ei ole määritetty. Taulukon tietueisiin viitataan sen yksilöllisen perusavaimen mukaan.

Perusavaimeksi voidaan määritellä tietokannan hallintaohjelman tekemä automaattinen numero eli laskuri, jolloin hallintaohjelma huolehtii perusavaimen yksilöllisyydestä. Jos perusavain on laskuri, niin käyttäjä ei yleensä käsittele tai edes näe perusavainta. Näin voidaan varmistaa tietokannan eheys, jolloin käyttäjä ei omilla toimillaan voi muuttaa perusavainta niin ettei se ole yksilöllinen. Kuten edellä on jo määritetty ei rivien järjestyksellä ole merkitystä, voi perusavaimen laskurin arvona olla tahansa numero, joka ei esiinny muilla tietuilla. Käytännössä tietokannan hallintaohjelma käyttää laskurina juoksevaa kokonaisnumeroa. Jos tietueita poistetaan juoksevaan numeroihin voi tulla aukkoja, mikäli tietokannan hallintaohjelma ei aina korjaa numerointia. Mitään syytä numerointia tosin ei ole korjata sillä vain perusavaimen yksilöllisyydellä on merkitystä.

Tietue voi sisältää vierasavaimen (foreign key), joka viittaa toisen taulukon perusavaimeseen. Toisin kuin perusavaimia, vierasavaimia voi olla useita, mutta jokaisen on viitattava jonkin taulukon perusavaimeseen. Vierasavain kytkee tietueen toisen taulukon tietueeseen. Vierasavaimen on oltava tietosisällöltään samanmuotoinen kuin perusavainkin. Esimerkiksi jos perusavain on automaattinen numero, on se kokonaisluku, jolloin vierasavaimen on myös oltava kokonaisluku.

Kuviossa 3 on kuvattu tietokanta, jossa yrityksen asiakkaat ovat taulukossa *asiakas*, asiakkaiden luottamuksellinen tieto taulukossa *henkilotiedot*, asiakkaan tilaukset taulukossa *tilaus* ja myytävät tuotteet taulukossa *tuote*. Hyvän käytännön mukaan ei tietokannan nimissä käytetä ääkkösiä tai muita erikoismerkkejä ja nimien tulisi olla kuvaavia. Tässä opinnäytetyössä tietokannan sisäiset nimet ja muuttujat erotetaan tekstistä kursivilla.



KUVIO 3. Esimerkki avaimista ja relaatioista

Taulukon *asiakas* perusavain on *asiakasID*, johon viittaavat taulukoissa *tilaus* ja *henkilotiedot* vierasavaimet *asiakasID*. Taulukon *tilaus* perusavain on *tilausID*, johon viittaa *tuote* taulukossa oleva vierasavain *tilausID*. Taulukon *tuote* perusavain on *tuoteID* ja *henkilotiedot* taulukon *henkilotiedotID*. Taulukossa *asiakas* vierasavain *suosittelijaID* viittaa samaan taulukkoon.

Viitauksilla on erilaisia relaatioita. Taulukon *asiakas* ja *henkilotiedot* relaatio on yksi-yhteen. Jokaista tietuetta *asiakas* taulukossa vastaa yksi tietue taulukossa *henkilotiedot*. Käytännön kannalta *henkilotiedot* taulukon sisältö olisi voinut tallentaa myös *asiakas* taulukkoon, mutta tietojen luottamuksellisuuden takia ne on tallennettu eri taulukoihin. Näin voidaan hallita ketkä käyttäjät pääsevät näkemään tietoja. Vain sallitut henkilöt voivat nähdä henkilön luottamuksellisia tietoja eli taulukon *henkilotiedot*.

Yksi-moneen relaatio on yleisin relaatiotyyppi tietokannassa. Taulukon *asiakas* ja *tilaus* relaatio on yksi-moneen tyyppinen. Jokaisella asiakkaalla voi olla yksi, useampi tai ei tilauksia olleenkaan, mutta yksittäinen tilaus voi kuulua vain yhdelle

asiakkaalle. Taulukon *tilaus* ja *tuote* relaatio on moni-moneen tyyppinen. Jokaisessa tilauksessa voi olla useampi tuote ja jokainen tuote voi sisältyä useampaan tilaukseen. Taulukolla *asiakas* on vierasavain *suosittelijaID* joka viittaa saman taulukon perusavaimen *asiakasID*. Relaatio on itseensä viittaava ja relaatio voi olla minkä tyyppinen tahansa: yksi-yhteen, yksi-moneen tai moni-moneen.

### 3.4 Kyselyt ja SQL

SQL (Structured Query Language) ohjelmointikieli mahdollistaa relaatiotietokannan tiedon hakemisen, järjestelemisen ja muokkaamisen, eli kyselyiden tekemisen. Esimerkiksi taulukossa *asiakas* on henkilöiden sukunimi sarakkeessa *sukunimi* ja postitoimipaikka sarakkeessa *postitoimipaikka*. Jos halutaan hakea kaikki asiakkaat, jotka asuvat Tampereella ja järjestellä tiedot sukunimen mukaan nousevaan järjestykseen, eli A:sta Ö:hön, voitaisiin suorittaa seuraavanlainen SQL komento:

```
SELECT * FROM asiakas
WHERE postitoimipaikka = 'Tampere'
ORDER BY sukunimi
```

*SELECT \* FROM asiakas* valitsee kaikki sarakkeet taulukosta *asiakas*. *WHERE postitoimipaikka = 'Tampere'* määritteellä haetaan vain tietueet, joissa postitoimipaikka on Tampere, sekä *ORDER BY sukunimi* tietueet lajitellaan järjestykseen sukunimen mukaan nousevasti, joka on oletusjärjestys. Jos tietueet haluttaisiin lajitella sukunimen mukaan laskevasti eli käänteiseen aakkosjärjestykseen lajitteluun lisätään *DESC*-määrite: *ORDER BY sukunimi DESC*.

Kyselyillä voidaan tehdä kaikkea tietokannalle: lisätä, päivittää ja poistaa tietueita, tehdä uusia tietokantoja ja taulukoita, kontrolloida pääsyä tietoihin, sekä ylläpitää tietokannan eheyttä. Siksi se onkin vaarallinen työkalu, jos ei tiedä mitä tekee. Nykyisin kuitenkin tietokantojen käyttöliittymiin on liitetty rajapintoja, joten käyttäjä ei pääse suoraan tekemään kyselyitä itse tietokantaan.

### 3.5 Lomakkeet

Lomakkeet ovat käyttöliittymä tietokantaan. Lomakkeella tiedot ovat selkeämmässä muodossa kuin taulukoissa ja kyselyissä. Lomakkeisiin voidaan myös liittää valikoita, painikkeita ja muita objekteja, joihin voidaan ohjelmoida toimintoja, kuten tietojen käsittelyä tai toisten lomakkeiden ja raporttien avaamista (Perustiedot tietokannasta n.d). Sidottu lomake on suoraan yhteydessä tietokannan tietoihin, kuten taulukoihin tai kyselyihin, ja ei-sidottu lomake ei ole suoraan yhteydessä tietolähteisiin, mutta voi sisältää esimerkiksi painikkeita (Johdanto lomakkeisiin n.d.). Esimerkki ei-sidotuista lomakkeista on käyttöliittymän kontrollointilomake jolla voidaan avata muita lomakkeita ja raportteja.

Lomakesuunnittelussa, kuten missä muussakin käyttöliittymäsuunnittelussa, tavoitteena on helppokäyttöinen tarkoitustaan vastaava käyttöympäristö. Käyttäjälähtöisessä käyttöliittymäsuunnittelussa käyttöliittymä suunnitellaan käyttäjän luonnollisen tavan mukaan toimia ja käyttäjää ohjaavassa suunnittelussa käyttäjää ohjataan toimimaan halutulla tavalla (Muranen n.d.). Jos käyttöympäristönä on tietokone, tabletti tai puhelin, käyttäjälähtöinen suunnittelu voi olla paras tehdä käyttöliittymä, sillä käyttäjällä on tietty oletus miten ohjelman pitää käyttäytyä tietyssä käyttöjärjestelmässä. Käyttöliittymän suunnitteluun voi helposti mennä todella paljon aikaa, eikä se ole valmis sittenkään sillä myös ulkoasu vanhenee.

### 3.6 Raportit

Raportit ovat koosteita tiedoista. Yleensä raportit muotoillaan tulostamista varten, joten niiden käyttö on huomattavasti vähentynyt tulostuksen vähennyttyä. Kaikkea ei tulosteta, vaan tietoa tarkastellaan suoraan näyttölaitteilta, jolloin sitä voidaan myös kätevästi samalla muokata lomakkeella. Raportti tosin tarjoaa tutumman tavan tarkastella tietoa, vaikka sitä ei tulostettaisiinkaan.



### 3.7 Microsoft Access

Microsoft Access on tietokannan hallintaohjelma. Access sisältyy Microsoft Office Business Standard 365 ja laajempiin lisensseihin. Accessilla voidaan tehdä ja muokata tietokannan rakennetta ja käsitellä tietokannan tietoja. Pelkkään tietokannan tietojen käsittelyyn Office-lisenssiä ei kuitenkaan tarvita, sillä tietokannan käsittely onnistuu myös ilmaisella Microsoft Access Runtime-ohjelmalla. Runtime soveltuu erinomaisesti työasemille joissa muuten ei tarvita Microsoft Office-ohjelmistoa. Runtime-version käyttäjille on tehtävä käyttöliittymä lomakkeilla, sillä se ei sisällä Office-version omaa käyttöliittymää. Lomakkeilla tehty käyttöliittymä on hyvä tehdä vaikka käytössä olisikin Office-versio. Käyttöliittymällä voidaan ohjata helpommin tietokannan käyttöä halutunlaiseksi ja käyttöliittymä voidaan räätälöidä tarpeen mukaan.

Tietokanta voidaan jakaa edustatietokannaksi (front-end database) ja taustatietokannaksi (back-end database). Taustatietokanta sisältää vain tallennettavat tiedot eli taulukot. Edustatietokanta sisältää kyselyt, lomakkeet, raportit ja makrot. Tietokanta on lähes aina hyvä jakaa edusta- ja taustatietokantaan. Jakaminen voi parantaa tietokannan suorituskykyä ja vähentää vioittumisen mahdollisuutta. (Access-tietokannan jakaminen osiin n.d.)

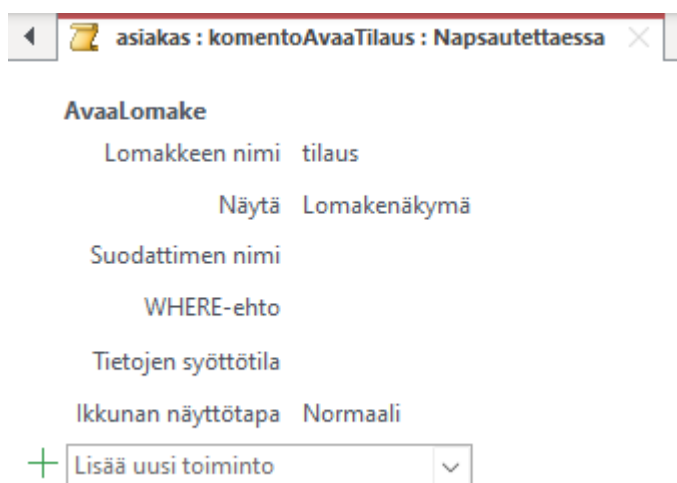
Edustatietokanta voidaan kääntää vain suoritettavaksi ohjelmaksi, jolloin käyttäjä ei pääse muuttamaan tietokannan rakennetta ja siten aiheuta ongelmia tietokantaan. Runtime-versiossa käyttäjä ei pääse muokkaamaan tietokannan rakennetta vaikka se olisikin tallennettu Access-tietokannaksi. Taustatietokantaa voidaan käyttää esimerkiksi verkkoasemalta ja käyttäjille jakaa edustatietokannan ohjelma. Näin kaikki käyttäjät voivat käyttää samaa tietokantaa samanaikaisesti.

### 3.8 Makrot

Microsoft Accessissa makroilla voidaan lisätä toimintoja lomakkeisiin ja raportteihin (Access 2007:n makrojen perusteet n.d.). Makroja voidaan tehdä makron- (Macro Builder) tai koodin muodostimella (Code Builder). Makrot suoritetaan kun

tietty tapahtuma (event) aktivoituu. Lomakkeilla on esimerkiksi *Muistiin ladattaessa*, *Päivittämisen jälkeen*, *Aktivoitaessa*, *Avattaessa*, *Suljettaessa*, *Tietojen muuttuessa* tapahtumat.

Makron muodostimella makroja tehdään lisäämällä makrotoimintoja Accessin toimintoluettelosta (Käyttöliittymämakron luominen n.d.). Esimerkiksi lomakkeella *asiakas* on painike *komentoAvaaTilaus* jonka tapahtuma *Napsautettaessa* suorittaa makron. Makrossa toimintona on *AvaaLomake*, joka avaa lomakkeen *tilaus* (kuva 1).



KUVA 1. Makron muodostin esimerkki

Koodin muodostimella makro tehdään Visual Basic for Applications (VBA) ohjelmointikielellä. Ohjelmointi VBA:lla on samanlaista kuin muissakin Microsoft Office-paketin ohjelmissa, kuten Word ja Excel. Esimerkiksi jos edellisen esimerkin painikkeeseen liitettäisiin VBA koodi *tilaus* lomakkeen avaukseen:

```
Private Sub komentoAvaaTilaus_Click()
    DoCmd.OpenForm ("tilaus")
End Sub
```

*Private Sub komentoAvaaTilaus\_Click()* määrittelee *Napsauttaessa* tapahtuman suoritettavan aliohjelman *komentoAvaaTilaus\_Click()*. VBA-koodissa tapahtumiin tulee *\_[Tapahtuma]* liite, kuten *\_AfterUpdate* tai tässä tapauksessa *\_Click*.

Nimen perässä olevien sulkujen sisään voisi laittaa aliohjelman tai funktion tuottavat arvot. Tässä tapauksessa niitä ei ole, joten sulkujen sisällä ei ole mitään. *DoCmd.OpenForm ("tilaus")* -komento avaa *tilaus*-nimisen lomakkeen. *DoCmd* on Accessin menetelmä suorittaa tiettyjä komentoja, kuten ikkunoiden sulkeminen tai lomakkeiden avaus (DoCmd object [Access] 2022). *End Sub* päättää aliohjelman suorittamisen.

Yleisesti kannattaa aina käyttää makron muodostimella tehtyjä makroja tietoturvan kannalta. VBA:lla voi luoda koodia, joka voi vaarantaa tietojen suojauksen tai jopa vahingoittaa tietokoneella olevia tiedostoja. Toisten tekemä VBA-koodi kannattaa ottaa käyttöön vain jos tiedetään tietokannan olevan luotettavasta lähteestä. Joissain tapauksissa ei kuitenkaan ole vaihtoehtoja ja on pakko käyttää VBA-koodia. VBA:lla voi käyttää valmiita funktioita tai luoda omia funktioita, luoda ja käsitellä objekteja, suorittaa järjestelmätason toimintoja, ja käsitellä tietueita yksi kerrallaan. Esimerkiksi makro muodostimella tietueita käsitellään aina koko tietuejoukko yhdellä kertaa. Toisaalta makro muodostimella voidaan helposti määritellä pikanäppäimelle toiminto tai toimintosarja, sekä toiminnon tai toimintosarjan suorittaminen tietokantaa avatessa. (Johdanto Access-ohjelmointiin n.d.)

### 3.9 Virheen käsittely

Tehtäessä mitä tahansa sovellusta, on otettava huomioon mitä tapahtuu kun tulee virhe. Virhe voi tulla, kun sovellus aiheuttaa virheen suorittaessaan täysin oikein tehtyä koodia. Sovellus voi esimerkiksi yrittää avata käyttäjän poistamaa taulukkoa. Toinen vaihtoehto virheelle on koodin sisältämä virheellinen logiikka, joka estää tekemästä mitä tarkoitettiin. Esimerkiksi virhe tapahtuu kun koodi yrittää jakaa arvoa nolllalla. (How to debug for absolute beginners 2021)

Virhe voi lievimmillään aiheuttaa vain pientä harmia käyttäjälle. Esimerkiksi painettaessa painiketta toiminto ei aina tapahdukaan. Käyttäjä ei välttämättä edes huomaa virhettä vaan luulee ettei painanutkaan painiketta. Pahimmillaan kuitenkin virhe voi johtaa tietojen tahattomaan hävittämiseen. Ohjelmassa voi olla myös toiminnallinen virhe joka ei ole koodin suorittamisen kannalta virheellinen. Esimerkiksi loputon silmukka on koodin suorittamisen kannalta täysin toimiva, mutta

toiminnallisuuden kannalta se kuitenkin on virhe. Ohjelma jää suorittamaan samaa koodia yhä uudestaan ilman mahdollisuutta lopettaa suoritusta. Käyttäjän näkökulmasta sovellus vain pysähtyy, ts. kaatuu. Virheitä kuitenkin tulee aina sovellusta kehitettäessä, mutta virheen käsittelyyn on olemassa työkaluja.

### 3.9.1 Virheenjäljitys

Kun sovellus ei tee mitä sen pitäisi tehdä, pitää selvittää miksi se ei toimi oikein. Lähes kaikissa ohjelmiston kehitysympäristöissä, mukaan lukien Access, on debuggeri (debugger), jolla voidaan tarkistella ohjelman ajoa vaikka komento kerrallaan ja tutkia muuttujien arvoja. Debuggerissa voidaan asettaa keskeytyskohtia (breakpoint), jotta suurten ohjelmien kuten tietokantojen kaikkien tietojen käsittely voidaan tehdä nopeasti, kun ohjelman suoritus pysähtyy vasta määriteltyyn keskeytyskohtaan. Virheen löytäminen koodista helpottuu huomattavasti.

### 3.9.2 Virheen käsittelijä

Virheen sattuessa Accessin joskus pysäyttää suorittamisen ja antaa virheilmoituksen. Virheilmoitus ei kuitenkaan ole käyttäjälle kovinkaan informatiivinen. Virhe voi kuitenkin olla niin vaikea käsitellä, että tietokanta joudutaan käynnistämään uudestaan, jotta virheestä voidaan toipua. Koodiin voidaankin lisätä virheen käsittelijä, johon siirrytään virheen sattuessa. (Elements of run-time error handling 2022)

Elements of run-time error handling (2022) mukaan jos virheen käsittely on aktivoitu, virheen sattuessa suoritus siirtyy virheen käsittelijälle *On Error*-komennolla. *On Error*-komennolla on kolme eri muotoa:

- *On Error GoTo [label]*
- *On Error GoTo 0*
- *On Error Resume Next*

*On Error GoTo [label]* aktivoi virheen käsittelyn ja virheen sattuessa suoritus jatkuu ohjelman *[label]* kohdasta. *OnError GoTo 0* virheenkäsittely poistetaan käytöstä ja ohjelma lopettaa koodin suorituksen. *OnError Resume Next* virheellinen rivi jätetään huomiotta ja siirrytään seuraavaan riviin. (Elements of run-time error handling 2022)

Lomakkeessa *asiakas* halutaan avata lomake *tilaus* painikkeen avulla. Suoritettava makro on

```
Private Sub komentoAvaaTilaus_Click()
    On Error GoTo ErrorHandler
    DoCmd.OpenForm ("tilaus")
AfterError:
    Exit Sub
ErrorHandler:
    MsgBox("Lomaketta tilaus ei voida avata!")
    Resume AfterError
End Sub
```

Virheen sattuessa *On Error GoTo ErrorHandler* komennolla siirrytään ohjelmassa kohtaan *ErrorHandler*. Virhe voi tulla esimerkiksi jos lomaketta *tilaus* ei voida avata, eli *DoCmd.OpenForm ("tilaus")* komento palauttaa virheen. *ErrorHandler* -kohdassa käyttäjälle näytetään ikkunassa ilmoitus komennolla *MsgBox*. Kun käyttäjä on kuitannut ilmoituksen, siirrytään kohtaan *AfterError* komennolla *Resume AfterError*. Kohdassa *AfterError* lopetetaan suoritus komennolla *Exit Sub*. Todellisuudessa virheenkäsittely voi olla monipuolisempaa ja virheet voitaisiin eritellä, jolloin käyttäjäkin saisi tietoa mikä toiminnossa ei toiminut.

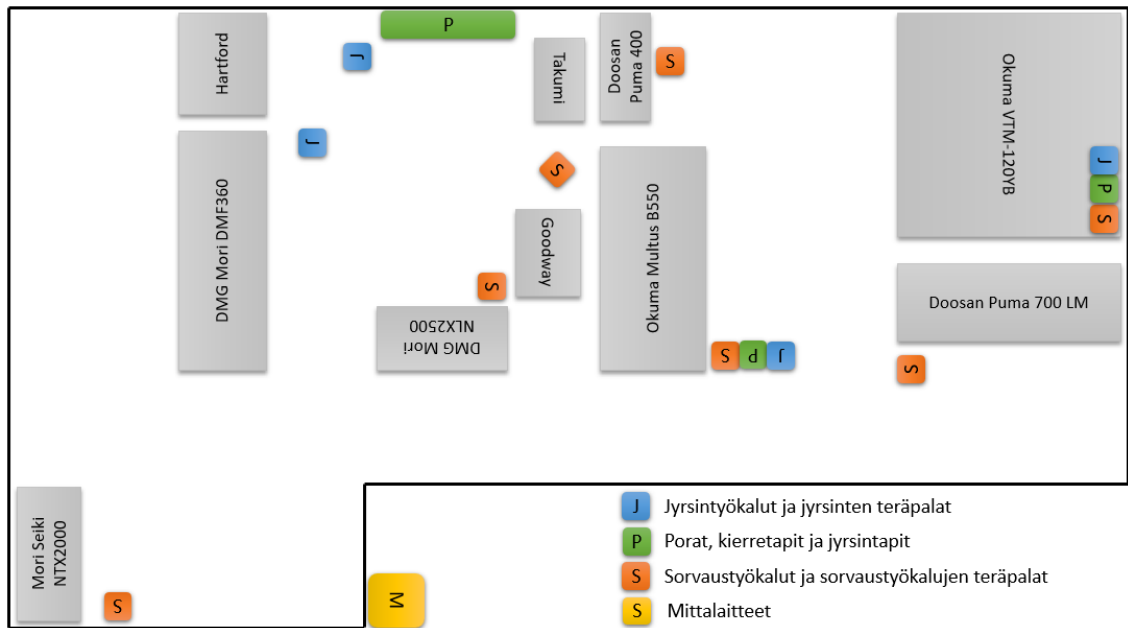
Hyvän ohjelmointitavan mukaan jokaisessa makrossa tulisi olla virheen käsittely. Selittämättömät virheet aiheuttavat käyttäjissä tyytymättömyyttä ja hyväkin järjestelmä hylätään sen epävakauden takia. Virhetilanteessa käyttäjä ei yleensä pysty korjaamaan syntyvää virhettä.

## 4 LÄHTÖKOHTA

Työ aloitettiin tarkastelemalla työkalujen käsittelyä ja varastointia, sekä tilausten hallintaa. Mitään varsinaista työkaluseurantaan käytettävää ohjelmistoa ei ollut käytössä. Tavoitteena oli saada realistinen kuva toiminnasta haastattelemalla työntekijöitä ja seuraamalla toimintaa. Ongelmaksi koettiin työkalujen etsiminen eri paikoista sekä tarvittavien työkalujen puuttuminen varastosta kun niitä tarvitaan. Varaston seuraaminen ja ennakoivan tilausten tekeminen koettiin myös haasteelliseksi.

### 4.1 Työkalujen varastointi

Työkaluvarastojen ja työstökoneiden sijoitus tuotantotiloissa on esitetty kuvassa (kuvio 4). Työkalut olivat hajautettu tuotannon tiloihin. Lähes jokaisella työstökoneella on oma työkaluvarasto. Varastojen käyttö ei kuitenkaan ole rajattu vain tietylle koneelle, vaan työntekijä on voinut kiertää kaikki tuotantotilan työkaluvarastot jos omalla työpisteellä ei ole ollut tarvittavaa työkalua. Pahimmassa tapauksessa esimerkiksi sorvityökalua on saanut etsiä seitsemästä eri työkaluvarastosta. Tarkoituksena on ollut vähentää työkalujen etsimistä ja hakemista, sekä siten tehostaa toimintaa kun jokaisella työpisteellä olisi kaikki tarvittavat työkalut. Muutamilla työpisteillä olikin melko kattava työkaluvalikoima. Havainnekuvaan on myös merkitty komero, jossa on kaikki käsimittalaitteet. Koska käsimittalaitteet ovat eri paikassa kuin työkalut, lisää se myös ylimääräistä liikettä.



KUVIO 4. Työpisteiden ja työkalujen sijainti

Työkaluvarastojen merkinnät olivat osin epäselviä (kuva 2), eivätkä työkalut olleet aina oikeilla paikoillaan. Yleisilme on sekava, kun tarroja on lisätty tarpeen mukaan. Laatikostot ovat kuitenkin laadukkaita laatikostoja, jotka ovat nimenomaan tarkoitettu tuotantotilojen työkalujen säilytykseen.



KUVA 2. Jyrsinten työkalulaatikostot

Työkalua joutui myös etsimään työkaluvarastojen säilytyslaatikoista. Osa työkaluista on melko hyvin paikoillaan (kuva 3). Työkalukourujen jakajien puuttumisen takia työkalut kuitenkin liukuivat vetolaatikoissa, kun niitä avattiin ja suljettiin nopeasti. Osassa vetolaatikoissa työkalut olivat sekaisin (kuva 4), joihin oli varastoitu jo käytöstä poistettuja työkaluja.



KUVA 3. Teräpalarasiat



KUVA 4. Teräpalat sekaisin

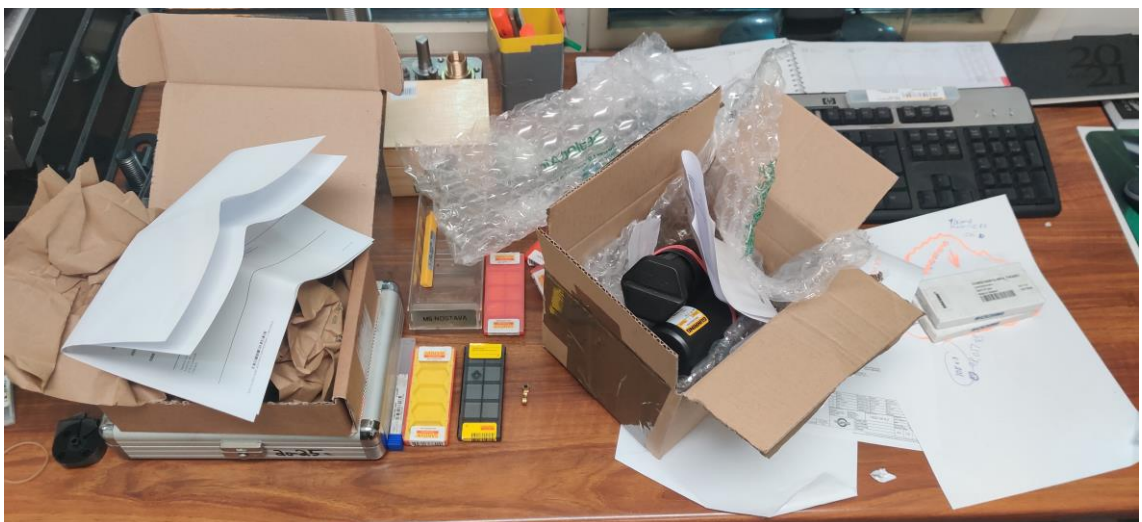
Työntekijän vastuulla on ollut seurata oman työkaluvarastonsa tilaa ja ilmoittaa tilaajalle mahdollisista puutteista tilaajalle. Seurantaan ei kuitenkaan ollut mitään systemaattista menetelmää käytössä. Seuranta vaikeutti myös samanlaisten teräpalojen ottaminen useasta rasiasta, joten pelkkien rasioiden laskeminen ei antanut oikeaa kuvaa teräpalojen määrästä. Työkaluvalmistajien ja teräpalanimikkeiden määrä myös teki työkaluvaraston seuraamisesta haasteellista. Työkalujen



hajauttaminen aiheutti liike-hukkaa. Työntekijät joutuivat etsimään työkaluja monelta työpisteeltä, joka vei aikaa arvoa tuottavalta toiminnalta sekä turhautti työntekijöitä.

## 4.2 Tilausprosessi

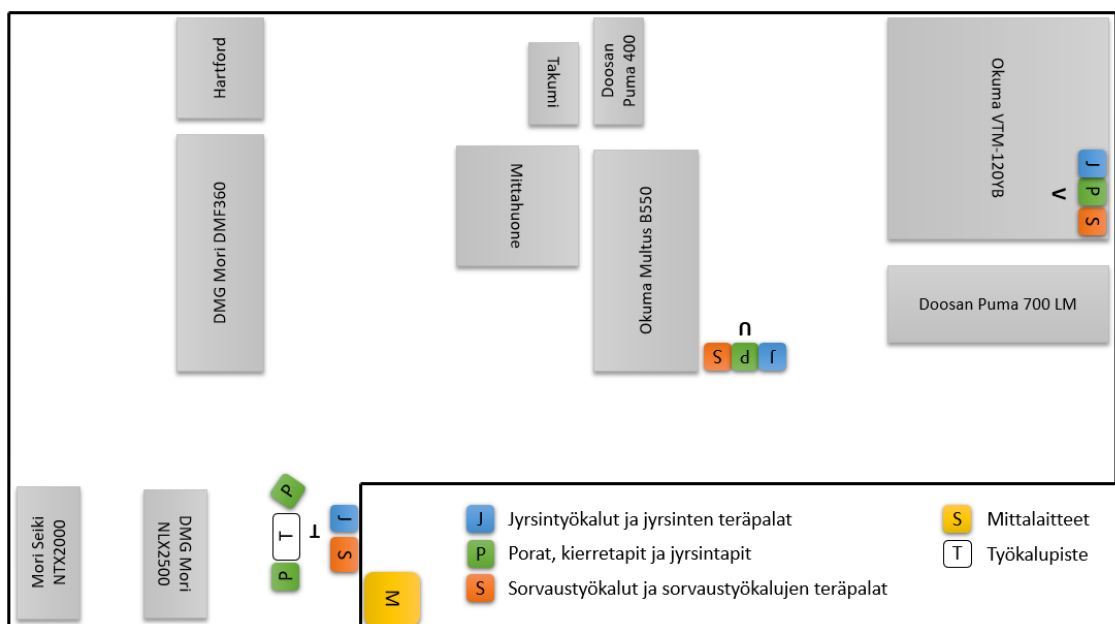
Työkaluja tilasi pääasiassa vain yksi henkilö. Työntekijä neuvotteli tilaajan kanssa työkalujen tilaamisesta. Tilaajan ollessa poissa toimitti tyhjän teräpalarasian tai muistilapun tilaajan työpöydälle, jonka perusteella tilaaja teki tilauksen. Tilaaja ei aina tiennyt kuka työkalun tarvitsee, joten tilattavan työkalun lisäksi piti joskus myös selvittää työkalun tarvitsija. Tilaaja arvioi työkalun tilausmäärän ja tilasi työkalun heti kun voi verkkokaupasta tai soittamalla myyntiedustajalle. Joissain tapauksissa voitiin tilausta viivästyttää, jolloin saatiin suurempi tilaus samalla toimituskululla. Tilausten viivästyminen voi aiheuttaa odottelua ja pahimmassa tapauksessa viivästytti myös työtä. Tilaaja myös tarkasteli varastoja etsien ilmeisiä puutteita työkaluissa. Kun tilattu työkalu tuli, se laitettiin tilaajan pöydälle tai avattiin tarkistamatta. Tilaaja toimitti työkalut niitä tarvitseville tai sitten ne jaeltiin työkaluvarastoihin. Kuvassa 5 on kuva tilaajan pöydästä. Tilattavat palarasiat ja työkalurasiat ovat odottamassa tilausta, sekä pöydällä on käsin kirjoitettuja tilauspyyntöjä. Avatut pahvilaatikot ovat saapuneita tilauksia.



KUVA 5. Työkalutilaajan työpöytä

## 5 MUUTOKSET TUOTANTOTILOISSA

Työkalut keskitettiin käsimittalaitehuoneen läheisyyteen ja työkalujen käsittelyyn ja hallintaan tehtiin työkalupiste (kuvio 5). Työn edetessä tuotantotiloissa tapahtui myös muita muutoksia: DMG Mori NLX2500 sorvi siirrettiin uuteen paikkaan, hankittiin koordinaattimittakone, jolle rakennettiin mittahuone, sekä Goodway sorvi poistettiin tuotannosta. Muutokset eivät johtuneet tämän työn tekemisestä tai vaikuttaneet työn tekemiseen.



KUVIO 5. Muutokset tuotantotiloissa

Työkalujen keskittäminen ei vaatinut suuria investointeja. Jo olemassa olevat työkalukaapit siirrettiin uuteen työkaluvarastoon. Kaappeihin tosin jouduttiin ostamaan lisää työkalukouruja ja jakajia. Teräpalat järjesteltiin koneistusmenetelmän mukaan kaappeihin ja vetolaatikoihin merkittiin valmistaja tai työkalun käyttötarkoitus.

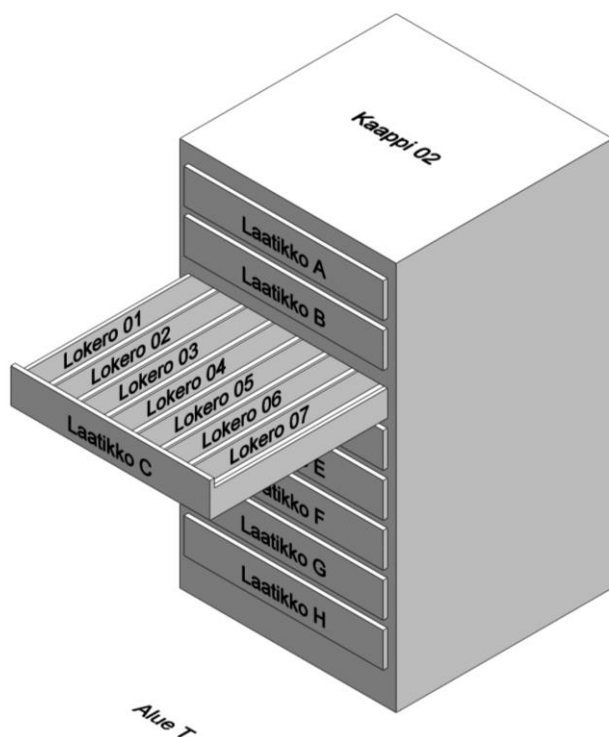
Yksittäisiä työkaluja tai teräpalarasioita ei merkitä kalusteeseen, jolloin merkintää ei tarvitse vaihtaa kun työkaluja poistetaan, lisätään tai niiden paikkaa muutetaan varastossa. Järjestelmän vaatimuksena on ylläpitää työkalun paikkatietoa. Paikkatieto koostuu aluetunnuksesta (T-Z), joka määrittelee millä alueella työkalu on. Käytössä on toistaiseksi kolme aluetta: T, U ja V. Toisena paikkatietona on kaapin

numero (00-99). Kaappi kuvastaa yksittäistä varastopaikkaa, joka on hylly, kaappi tai lokerikko. Kaappi sisältää laatikoita, joilla on tunnus A-S. Laatikot voivat olla vetolaatikoita, laatikkorivejä tai hyllyjä. Viimeisenä paikkatietona on lokero, joka on laatikon sisällä oleva pienin yksikkö. Lokeron tunnus on numero väliltä 00-99. Lokero voi olla laatikkokourun yksi ura tai vetolaatikko laatikkorivillä. Työkalut on pyritty järjestelemään tyyppin mukaan laatikoihin, kuten uran- tai kierresorvauksen teräpalat. Kaappi sisältää yhdenmukaisia työkaluja, kuten sorvin työkalut tai jyrshintyökalut.

Paikkatiedoilla saadaan jokaiselle työkalulle paikkakoodi, joka on muotoa

T 02 D 04

Työkalu sijaitsee alueella T, kaapissa numero 02, kaapin laatikossa D ja laatikon lokerossa 04. Kuviossa 6 on esimerkki säilytyskalusteen merkinnöistä. Paikkatietokoodi on yksiselitteinen: kirjain, kaksinumeroinen luku, kirjain ja kaksinumeroinen luku.



KUVIO 6. Paikkatiedot

Matalimpiin vetolaatikoihin mahtuu enimmillään noin 120 pientä (kuva 6) ja 80 (kuva 7) suurta teräpalarasia. Korkeampiin vetolaatikoihin voidaan pinota rasioita enemmän kuin kaksi päällekkäin.



KUVA 6. Pienet teräpalarasiat vetolaatikossa



KUVA 7. Suuret teräpalarasiat vetolaatikossa

Käytännön kokemuksen perusteella työkalut kuitenkin sijoiteltiin niin, ettei paikatietoa tarvitse heti olla muuttamassa vaan varastoinnissa on hieman joustavuutta. Tavoitteena on löytää työkalu mahdollisimman nopeasti. Vaikka työkalun tarkka paikka ei olekaan sidottu tiettyyn paikkaan, oppivat käyttäjät nopeasti mistä tietynlaista työkalua kannattaa lähteä etsimään.

## 6 TYÖKALUJÄRJESTELMÄ

### 6.1 Suunnittelu

Tietokannan suunnittelu helpottaa tietokannan toteutusta kun tiedetään mitä tietoja tietokantaan tallennetaan. Teräpalojen varastosaldoksi oli valittu teräpalojen pakkausten lukumäärä (Wirtain Metalli Oy johtoryhmän palaveri 2020). Teräpalojen pakkaukset ovat valmiiksi viivakoodattu, joten lukeminen järjestelmään on helppoa. Koska teräpalojen valmistajat myyvät vain täysiä pakkauksia on pakkausten saldon seuraaminen myös siksi perusteltua. Pakkauksessa on yksi, kaksi, viisi tai kymmenen teräpalaa. Kymmenen teräpalaa pakkauksessa on selkeästi yleisimmin käytetty pakkauskoko. Aivan teräpalakohtaista tietoa ei kuitenkaan saada seuraamalla pakkausten saldoa ja pakkauskokoa, mutta jos teräpaloja otetaan varastosta aina vajaasta pakkauksesta, voidaan sanoa teräpaloja saldon perusteella olevan

$$(\text{Saldo} - 1) \times \text{Pakkauskoko} + 1 \leq \text{Teräpaloja} \leq \text{Saldo} \times \text{Pakkauskoko} \quad (1)$$

Määrittelyjen perusteella työkaluista tulee ainakin tallentaa viivakoodi, saldo ja hälytysraja saldolle. Kun työkalun saldo on sama tai vähemmän kuin hälytysraja on työkaluja tilattava lisää. Työkalun tilausmäärän tallentaminen vähentää myös tilaajan työtä, etenkin jos tilausmäärää voitaisiin automaattisesti ennakoida.

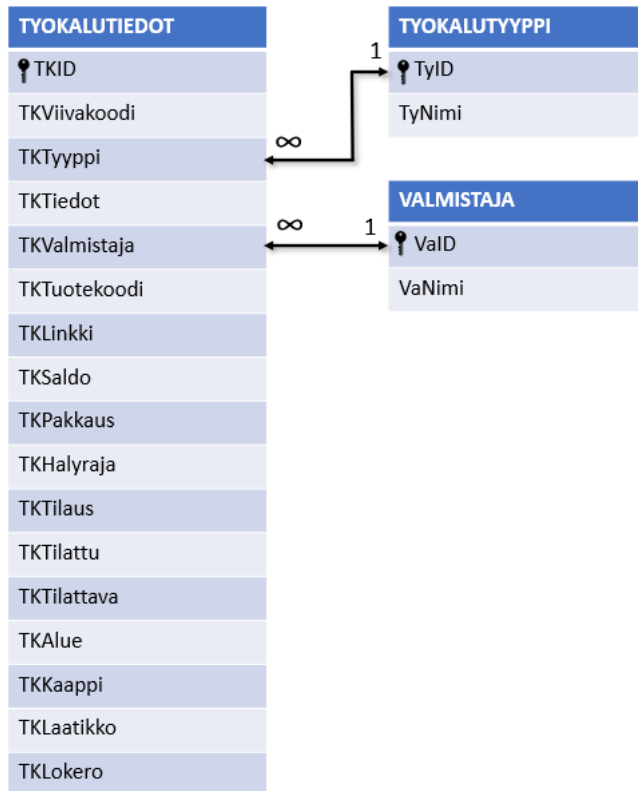
Työkaluilla on valmistajan määrittelemä tuotekoodi tai sorviteräpaloilla ISO 241:1994 standardin mukainen koodi. ISO 241:1994 standardin mukaiset sorvin teräpalat käyvät jokaiseen standardin mukaiseen työkalupitimeen. Jyrsintään vastaavaa standardia ei ole vaan valmistajan teräpäähän yleensä käy vain saman valmistajan tekemät teräpalat. Siksi työkalusta onkin hyvä tallentaa myös valmistaja. Monien valmistajien verkkosivut antavat hyödyllistä tietoa työkalusta, joten suora linkki valmistajien tuotesivuun tehostaa koneistuksen suunnittelua, ohjelmointia ja toteutusta. Työkalujen valmistajista tietokannan yhtenäisyyden säilyttämisen kannalta on järkevä tehdä erillinen taulukko, jolloin voidaan valmistaja valita taulukosta. Jos valmistaja kirjoitettaisiin vapaaseen tekstikenttään, eri tallentajat voisivat käyttää erilaisia yhdistelmiä valmistajan nimen tallennuksessa tai kirjoittaa nimen väärin.

Työkalujen hakua helpottaa työkalun käyttötarkoitus eli työkalun tyyppi. Työkalun tyyppi helpottaa työkalun hakua jos työkalulla ei ole viivakoodia. Samoin kuin valmistajan tieto työkalun tyyppitieto on hyvä tehdä erilliseen taulukkoon. Koska järjestelmällä tallennetaan paljon erilaisia työkaluja ei kaikkia mahdollista erilaisiin työkaluihin liittyvää tietoa voi tehdä omaksi kentäksi lisätään myös vapaakenttä, johon saa syöttää työkalusta tekstimuotoista tietoa. Jyrsintyökaluille voidaan esimerkiksi tallentaa työkalun halkaisijan tiedot tai teräpalalle nirkon säde.

Toiminnallisesti järjestelmän pitää olla mahdollisimman kevyt käyttää. Työntekijä lukee teräpalan viivakoodin kun poistaa teräpalarasian varastosta. Jos työntekijä ottaa vain teräpalan eikä rasia tyhjene mitään toimia ei tarvitse tehdä järjestelmään. Järjestelmän toiminnan kannalta teräpalat on otettava aina vajaasta rasiasta jos sellainen on varastossa. Järjestelmästä saadaan tilauslista saldon ja hälytysrajan perusteella, jolloin tilaaja voi tilata teräpaloja keskitetysti.

## 6.2 Taulukot ja relaatiot

Kuviossa 7 on esitetty järjestelmän suunnitellut taulukot ja relaatiot. Taulukon perusavain on merkitty avain symbolilla ja viittaus vierasavaimeen. Esimerkiksi *TYOKALUTYYPPI* taulukon perusavaimesta *TyID* on viittaus *TYOKALUTIEDOT* taulukon vierasavaimeen *TKTyyppi*. Viittaus on yksi-moneen relaatio: *TYOKALUTIEDOT* taulukossa voi olla yksi, useita tai ei yhtään *TYOKALUTYYPPI* taulukon työkaluja, mutta yksittäinen työkalu ei voi sisältää kuin yhden työkalutyypin.



KUVIO 7. Työkalujärjestelmän taulukot ja relaatiot

*TYOKALUTIEDOT* taulukossa (taulukko 1) on tietokentän nimi, tietotyyppi, koko ja kuvaus. Järjestelmässä käytetään vain kokonaislukuja:

- Tavu – kokonaisluku välillä 0 – 255, tallennustila yksi tavu (8 bittiä)
- Kokonaisluku – kokonaisluku välillä -32 768 – 32 767, tallennustila kaksi tavua
- Pitkä kokonaisluku – kokonaisluku välillä -2 147 483 648 – 2 147 483 647, tallennustila neljä tavua

(Kentän koon määrittäminen n.d.)

TAULUKKO 1. Työkalutiedot taulukko

TYOKALUTIEDOT			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
TKID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
TKViivakoodi	Lyhyt teksti	50 merkkiä	Työkalun viivakoodi
TKTyyppi	Luku	Pitkä kokonaisluku	Tyyppin numero
TKValmistaja	Luku	Pitkä kokonaisluku	Valmistajan numero
TKTiedot	Lyhyt teksti	50 merkkiä	Vapaat tiedot työkalusta
TKTuotekoodi	Lyhyt teksti	50 merkkiä	Valmistajan tuotekoodi

TKLinkki	Hyperlinkki	8192 merkkiä	Linkki valmistajan sivuille
TKSaldo	Luku	Tavu	Varastosaldo
TKPakkaus	Luku	Tavu	Pakkauskoko yksikköä/pakkaus
TKHalyraja	Luku	Tavu	Hälytysraja
TKTilaus	Luku	Tavu	Tilausmäärä
TKTilattava	Kyllä/Ei	1 bitti	Merkitty tilattavaksi
TKTilattu	Luku	Tavu	Tilattu määrä
TKAlue	Lyhyt teksti	1 merkki	Paikkatieto: Alue
TKKaappi	Luku	Tavu	Paikkatieto: Kaappi
TKLaatikko	Lyhyt teksti	1 merkki	Paikkatieto: Laatikko
TKLokero	Luku	Tavu	Paikkatieto: Lokero

Taulukon perusavain on *TKID*. *TKTyyppi* on vierasavain taulukkoon *TYOKALU-TYYPPI* ja on pakko olla tietosisällöltään samanmuotoinen kun viitattavaan perusavaimeen, joka on laskuri eli pitkä kokonaisluku. *TKValmistaja* on vierasavain *VALMISTAJA* taulukon perusavaimeen *ValID*, joka myös on laskuri. Käyttäjä ei näe laskureilla luotuja arvoja, eikä siten voi muokata niitä. Näin voidaan varmistaa ettei käyttäjä pääse sekoittamaan tietokannan eheyttä. Käyttäjä tunnistaa tietueen muista arvoista kuten viivakoodista, viitatusta työkalutyypin ja valmistajan nimestä, työkalun vapaista tiedoista, sekä tuotekoodista. Jos nämä kaikki ovat samat, on työkalusta tallennettu kaksinkertainen arvo, joka voidaan poistaa Accessissa kyselyllä.

Työkalutyypin taulukossa (taulukko 2) on vain työkalun tyypin perusavain ja tyypin nimi. Tämänlaiset taulukot ovat tyypillisiä kun halutaan käyttäjän tallentavan vain ennalta määrättyjä arvoja. Lomakkeelle voidaan tehdä lista- tai pudotusvalikko, josta voidaan valita vain taulukossa olevia arvoja. Käyttäjän ei tarvitse opetella viitenumeroita, vaan voi valita selkokieliä nimiä.

## TAULUKKO 2. Työkalutyypin taulukko

TYOKALUTYYPPI			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
TyID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
TyNimi	Lyhyt teksti	50 merkkiä	Tyypin nimi

*VALMISTAJA* taulukko (taulukko 3) on samanlainen kuin työkalutyypin taulukko. Taulukossa on valmistajien nimet, joita käyttäjä voi valita.



### TAULUKKO 3. Valmistaja taulukko

VALMISTAJA			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
VaID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
VaNimi	Lyhyt teksti	50 merkkiä	Valmistajan nimi

## 6.3 Lomakkeet

Lomakkeet ovat tietokannan näkyvä osa eli käyttöliittymä. Työkalujärjestelmässä lomakkeet ovat jaettu pieniin kokonaisuuksiin. Yleensä lomakkeesta toiseen siirtäessä suljetaan nykyinen lomake ja avataan uusi lomake koko näyttöön suurennettuna. Joissain tapauksissa olisi hyötyä, että lomake avautuu omaan ikkunaan jolloin sen kokoa voi muuttaa ja nähdään alla olevan lomakkeen tietoja. Käyttöliittymästä haluttiin kuitenkin selkeä, jolloin yleisissä toiminnoissa on avoinna vain yksi lomake jossa näkyy kaikki tarvittava tieto toiminnon suorittamiseksi.

### 6.3.1 Aloituslomake

Aloitusnäkyvä on käyttäjälle avautuva lomake (kuva 8) kun tietokanta avataan. Aloitusnäkyvälomake on välttämätön tässä tapauksessa, kun tietokantaa käytetään työasemalla Microsoft Access Runtime-versiolla. Vaikka työasemassa olisi Office-paketti, on käytön helppouden kannalta hyvä tehdä aloitusnäkyvän lomake, joka aukeaa aina tietokantaa avattaessa. Käyttöliittymä on silloin samanlainen kaikilla jotka käyttävät tietokantaa. Aloitusnäkyvässä on vain painikkeet tietokannan eri toimintoihin.



KUVA 8. Aloitusvalikko

### 6.3.2 Työkalut lomake

Työkalut lomake on työkalujen käsittelyn perusnäky (kuva 9), joka on jaettu toiminnallisiin lohkoihin. *Haku* loholla voidaan hakea varastossa olevia työkaluja viivakoodin, työkalutyypin, tietojen, valmistajan ja tuotekoodin mukaan. Alla olevassa työkaluluettelossa näkyvät haun tulokset, josta voidaan valita työkalu. Alunperin tuloksissa näkyi lähes kaikki tiedot työkalusta, mutta se teki näkymästä sekavan. Näytettäviä tietoja rajattiin työkalutyypiin, tietoihin ja valmistajaan. Kun listasta valitaan työkalu, näkyvät työkalusta täydelliset tiedot lomakkeen *työkalutiedot* lohossa. *Tyhjennä haku* painike tyhjentää hakukentät.

KUVA 9. Työkalut lomake

*Sijainti ja saldo* lohkoissa on työkalun paikkatieto, saldo, sekä saldoon liittyvät kentät ja painikkeet. Kun varastosta poistetaan työkalu, luetaan sen viivakoodi *Poista yksi pakkaus viivakoodilla* tekstikenttään. Tällöin työkalun saldoa vähennetään yhdellä. Vastaavasti jos työkalu palautetaan varastoon, luetaan sen viivakoodi tekstikenttään *Lisää yksi pakkaus viivakoodilla*. Saldoa voidaan korjata *Saldo* kentän molemmiin puoliin olevilla + ja – painikkeilla. Työkalu voidaan myös merkitä tilattavaksi *Lisää työkalu tilattaviin* valintaruudulla, jolloin työkalu merkitään tilattavaan tilaan. *Tyhjennä* painike tyhjentää hakukentät ja valitun työkalun, sekä asettaa osoittimen *Poista yksi pakkaus viivakoodilla* kenttään.

Työkalut lomakkeessa makrot ovat toteutettu pääasiassa VBA makroina. Esimerkiksi kun *Poista työkalu viivakoodilla* kenttään (*TXTPoistaVarastosta*) luetaan viivakoodi, suoritetaan kentän tapahtuma (Event) *Päivittämisen jälkeen* (*AfterUpdate*) sisältämä koodi:

```
Private Sub TXTPoistaVarastosta_AfterUpdate()
    On Error GoTo ErrorHandler
    CMDTyhjennaHaku_Click
```

```

TXTViivakoodihaku = TXTPoistaVarastosta
TXTViivakoodihaku_AfterUpdate
If TXTSaldo > 0 Then
    TXTSaldo = TXTSaldo - 1
    TXTSaldo.Requery
End If
TXTPoistaVarastosta = Null
TXTPoistaVarastosta.SetFocus
AfterError:
Exit Sub
ErrorHandler:
MsgBox ("Virhe")
Resume AfterError
End Sub

```

Koodissa on virheen käsittelynä ilmoitus virheestä ja suorituksen keskeytys. *CMDTyhjennaHaku\_Click* komento suorittaa aliohjelman joka suoritetaan kun painiketta *CMDTyhjennaHaku* on napsautettu. Viivakoodihakukenttään *TXTViivakoodihaku* kopioidaan luettu viivakoodi ja suoritetaan viivakoodihaku *TXTViivakoodihaku\_AfterUpdate*. Koska toiminnallisuus on jo lomakkeessa valmiina, voidaan sitä käyttää myös tässä ja vähentää koodin redundanssia eli toistamista. Koska saldo ei voi olla negatiivinen, tarkistetaan onko saldo suurempi kuin nolla. Jos saldo on suurempi kuin nolla, saldosta vähennetään yksi. Saldo kenttä *TXTSaldo* päivitetään menetelmällä *.Requery*, joka suorittaa objektin lähteen kyselyn tai hakee arvon uudelleen taulukosta. Kentän *TXTPoistaVarastosta* tyhjenetään asettamalla kentän arvoksi tyhjä (NULL), sekä osoitin siirretään kenttään menetelmällä *.SetFocus*.

### 6.3.3 Tilattavat työkalut

Tilattavista työkalujen lomakkeella voidaan tarkastella tilattavia työkaluja (kuva 10). Lomake on jatkolomake, jossa kaikki ehdot täyttävät tietueet esitetään omana rivinä. Työkalut joiden varastosaldo on pienempi tai yhtä suuri kuin hä-

lytysraja ovat tilattavia työkaluja. Tilaaminen tapahtuu pääasiassa työkaluvalmistajien verkkokaupasta, joten suora linkki työkalun sivulle nopeuttaa tilaamista huomattavasti. Yhtenä mahdollisuutena olisi lähettää automaattinen tilaussähköposti, mutta sitä ei ole vielä katsottu ajankohtaiseksi, sillä tilausten käsittely verkkokaupassa on nopeaa ja samalla voidaan vielä tarkistaa onko tilausmäärä ja hälytysraja oikein asetettu.

Tilausmäärä	Saldo	Hälytysraja	Tilattava Työkalu	Ø/Tiedot	Valmistaja	Viivakoodi	Tuotekoodi	Tilattu määrä	Tilausmäärä tilattu
2	1	1	<input type="checkbox"/>	U-Pora teräpala	Sandvik	11101230	LCMX 04 03 04-58 3040	0	Tilausmäärä tilattu
5	0	3	<input type="checkbox"/>	Jyrsintä	Sandvik	25861257	345R-1305E-KL H13A	0	Tilausmäärä tilattu
2	1	1	<input type="checkbox"/>	Urasorvaus	Sandvik	12002642	MB-07G200-00-12R 1025	0	Tilausmäärä tilattu
1	0	1	<input type="checkbox"/>	Urasorvaus	Sandvik	12291440	N123G2-0300-0003-TF 1125	2	Tilausmäärä tilattu
3	1	2	<input type="checkbox"/>	Jyrsintä	Sandvik	7323220460946	R390-11 T3 04M-PM 1130	2	Tilausmäärä tilattu
3	0	2	<input type="checkbox"/>	Sorvaus	Seco	73926032001005	CNMG160612-MF4 TM2501	3	Tilausmäärä tilattu

KUVA 10. Tilattavat työkalut

Kun tilaus on tehty, merkitään työkalulle tilattu määrä. Työkalun tiedetään olevat jo tilauksessa, jolloin sille ei tehdä uutta tilausta tarkisteltaessa listaa uudelleen. Lomakkeella on jokaisella tilausrivillä painike *Tilausmäärä tilattu*, jolla merkitään tilatuksi määräksi suunniteltu tilausmäärä ja poistetaan työkalulle merkitty tilattava tila. Tilatuksi määräksi voidaan muuttaa myös muu kuin tilausmäärä.

### 6.3.4 Uusi työkalu lomake

Työkalutiedot voidaan syöttää uusi työkalu lomakkeella (kuva 11). Lomakkeella voidaan vain lisätä työkaluja, joten sitä voi turvallisesti käyttää tuhoamatta tietokannassa jo olevia tietoja. Lomake on ponnahdus-tyyppinen, jolloin taustalla voidaan pitää mitä tahansa muuta lomaketta.

TYÖKALUJEN SYÖTTÖ

**WirMet** **UUSI TYÖKALU**

Viivakoodi

Työkalu

Tiedot

Valmistaja

Tuotekoodi

Linkki

Saldo

Pakkauskoko

Hälytysraja

Tilausmäärä

Alue

Kaappi

Laatikko

Lokero

KUVA 11. Uuden työkalun syöttö

### 6.3.5 Työkaluhallinta lomake

Työkaluhallinta lomakkeella (kuva 12) voidaan muokata vapaasti kaikkia työkalutietoja. Työkaluhallinta on salasanalla suojattu ja toistaiseksi vain järjestelmän pääkäyttäjää pääsee työkaluhallintaan. Samoin kuin muokkaamalla taulukoita suoraan, työkaluhallinnan käyttö vaatii huolellisuutta. Työkaluhallinnassa on yksinkertaisempi haku kuin työkalut lomakkeella. Haulilla voidaan hakea työkalu viiva- tai tuotekoodin perusteella.

Viivakoodihaku		Tuotekoodihaku			
		R390-11 T3 08M-KL H13A			
Viivakoodi	Työkalu	Alue	Kaappi	Laatikko	Lokero
11066591	Jyrsintä	T	01	A	05
Tiedot	Valmistaja	Saldo	Pakkausko	Kappaletta	
1.2W	Sandvik	2	x 10	= 11-20	
Tuotekoodi		Hälytysraja	Tilausmäärä	Tilattumäärä	
R390-11 T3 08M-KL H13A		1	2	0	
<input type="checkbox"/> Merkitty tilattavaksi					
Linkki					
<a href="https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/productdetails.aspx?c=R390-11%20T3%2008M-KL%20%20%20H13A">https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/productdetails.aspx?c=R390-11%20T3%2008M-KL%20%20%20H13A</a>					

KUVA 12. Työkaluhallinta

### 6.3.6 Ohjeet lomake

Ohjeet lomake antaa käyttäjälle tietoja järjestelmän toiminnallisuudesta (kuva 13). Varsinaisiin lomakkeiden objekteihin on lisätty vihjelaatikat, joten ohje lomakkeessa on vain yleinen toimintaperiaate. Ohje lomake on kuitenkin helppo sisällyttää edustatietokantaan. Ohje voisi olla myös toiminnallinen, jolloin tietokannan toimintoja voisi kokeilla turvallisessa ympäristössä muuttamatta mitään tietoja tietokannassa.

<p><b>TYÖKALUT</b></p> <p>HAKU toiminnolla voidaan hakea työkaluja viivakoodin, työkalutyypin, halkaisijan/nirkon, valmistajan ja tuotekoodin avulla. Hakutulokset ovat alla olevassa listassa.</p> <p>'Tyhjennä haku' painikkeella voidaan nolata hakutermit ja silloin näytetään listassa kaikki työkalut.</p>		<p><b>SIIJAINTI JA SALDO</b></p> <p>Työkalun sijainnin alue on T jos se on yhdistetyssä työkalupaikassa, U Multuksen varastossa ja V VTM:n varastossa. Kaappin numerot, laatikon kirjaimet ja lokeron numerot ovat merkitty kaappelihin. Jos työkalu ei ole oikeassa paikassa, sen sijaintia voi korjata järjestelmään. Kts. kuva alla.</p> <p>Jos teräspalasia otetaan pois kokonaan, sen viivakoodi luetaan kohtaan 'Poista yksi pakkaus viivakoodilla'. Jos otetaan yksittäinen pala niin, että rasia vielä jää kaappiin, ei viivakoodia lueta. Jos rasia palautetaan takaisin kaappiin, se luetaan kohtaan 'Lisää yksi pakkaus viivakoodilla'. Laiteissa tilattuja saapuneita työkaluja laatikoihin luetaan ne 'saapunut' kentässä, ei 'Lisää yksi pakkaus viivakoodilla'.</p> <p>JOS OLET EPÄVARMA MITEN PITÄÄ TOIMIA, JÄTÄ TYÖKALU PÖYDÄLLÄ OLEVAAN 'TULLEET/EPÄSELVÄT' LAATIKKOON.</p>	
<p><b>HAKU</b></p> <p>Viivakoodi <input type="text" value="Haku viivakoodilla"/> <input type="button" value="Tyhjennä haku"/></p> <p>Työkalu <input type="text" value="Haku työkalutyypillä"/></p> <p>Ø/Tiedot <input type="text" value="Haku halkaisijalla/nirkolla"/></p> <p>Valmistaja <input type="text" value="Haku valmistajalla"/></p> <p>Tuotekoodi <input type="text" value="Haku tuotekoodilla"/></p> <p>Työkalu <input type="text" value="Ø/Tiedot"/> Valmistaja <input type="text" value=""/></p> <p>Haetut työkalut näkyvät tässä <input type="text"/></p>		<p><b>SIIJAINTI JA SALDO</b></p> <p>Alue Kaappi Laatikko Lokero</p> <p>T 01 A 02</p> <p>Saldo</p> <p>- <input type="text" value="1"/> +</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Lisää työkalu tilattaviin</p> <p>Poista yksi pakkaus viivakoodilla <input type="text"/></p> <p>Lisää yksi pakkaus viivakoodilla <input type="text"/></p> <p><input type="button" value="Tyhjennä"/></p>	

KUVA 13. Ohje lomake

## 6.4 Kyselyt

Kyselyillä haetaan ja järjestetään työkalutietoa. Kyselyt toimivat usein lomakkeiden ja lomakkeilla olevien ohjausobjektien kuten luetteloruudun tietuelähteenä. Kyselyitä voidaan tehdä tarpeen mukaan lomakkeisiin upotettuna koodina tai ohjausobjektin kuten pudotusvalikon lähteenä.

### 6.4.1 Työkalut kysely

Työkalut kyselyn tuloksena saadaan tietueet *TYOKALUT* lomakkeelle. Kysely toimii myös työkalut lomakkeen hakutoimintona rajaten tietoja joita näytetään lomakkeen työkaluluettelossa. *TYOKALUT* lomakkeen hakukentät eivät ole sidottu mihinkään tietuelähteeseen, vaan niitä käytetään kyselyn ehtoina parametrisessä kyselyssä. Parametrinen kysely kysyy käyttäjältä tietoa suorittaessa. Tässä tapauksessa käyttäjä antaa tiedot lomakkeen hakukentissä. Esimerkiksi käyttäjä haluaa hakea työkalua tuotekoodilla kyselyn ehdot haetaan *TYOKALUT* lomakkeen hakukentästä, jonka nimi lomakkeella on *TXTTuotekoodihaku* (kuva 14). Kyselyssä lomakkeen objekteihin viitataan *[Forms]![Lomakkeen nimi]![Objektin nimi]* muodolla.

Kenttä:	TKTuotekoodi
Taulukko:	TYOKALUTIEDOT
Lajittelu:	
Näytä:	<input checked="" type="checkbox"/>
Ehdot:	Like "*" & [Forms]![TYOKALUT]![TXTTuotekoodihaku] & "*" tai:

KUVA 14. Haku tuotekoodilla

Kyselyn tuloksena halutaan kaikki tietueet taulukosta *TYOKALUTIEDOT* joissa *TKTuotekoodi* kenttä sisältää merkkijonon joka on *TXTTuotekoodihaku* kentässä. *TKTuotekoodi* kentässä voi olla määrittelemätön määrä merkkejä joko ennen tai jälkeen haetun merkkijonon. Ehtoihin täytyy laittaa korvausmerkki joka voi vastata nollaa, yhtä tai useampaa merkkiä.



Access käyttää hieman erilaista merkintää kuin SQL, jossa korvausmerkki on prosenttimerkki (%). Accessin korvausmerkki on asteriski (\*). Parametrisessä kyselyllä parametrejä voidaan yhdistää Like-operaattorilla ja yleismerkeillä, kuten JA-merkillä (&). (W3schools n.d.; Kyselyn määrittäminen pyytämään tietoja parametrien avulla n.d.)

#### 6.4.2 Tilattavien työkalujen kysely

Tilattavat työkalut haetaan *TILATTAVAT* kyselyllä. Työkalu on tilattavien työkalujen listalle jos työkalun varastosaldo on pienempi tai yhtä suuri kuin työkalun hälytysraja. Varastossa saattaa olla työkaluja joita ei tilata automaattisesti. Sellaisen työkalujen hälytysrajaksi asetetaan nolla, joka on huomioitava kyselyn ehdoissa. Työkalun tulee olla tilattavien listalla jos se on merkitty tilattavaksi vaikka saldo olisikin yli hälytysrajan tai hälytysraja olisi nolla. Lauselogiikan avulla tilattavien työkalujen ehdoksi saadaan

$$(TKSaldo \leq TKHalyraja \wedge TKHalyraja > 0) \vee TKTilattava \quad (2)$$

Työkalu on tilattava jos saldo on alle hälytysrajan ja hälytysraja on enemmän kuin nolla, tai työkalun tilattava arvo on tosi. Access kyselyn ehdot ovat kuvassa 15.

Kenttä:	TKSaldo	TKHalyraja	TKTilattava
Taulukko:	TYOKALUTIEDOT	TYOKALUTIEDOT	TYOKALUTIEDOT
Lajittelu:			
Näytä:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ehdot:	<=[TYOKALUTIEDOT].[TKHalyraja]		
tai:	>0		Tosi

KUVA 15. Tilattavien työkalujen kysely

## 6.5 Työkalujärjestelmän käyttöönotto

Työkalujärjestelmä otettiin käyttöön heti kun toiminnallisuus oli valmiina ja teräpalat oli syötetty tietokantaan. Järjestelmän rakenne on kuvattu taulukossa 4, jossa myös lomakkeiden tietolähde. *UUSITYOKALU* lomakkeessa tiedot ainoastaan tallennetaan taulukkoon *TYOKALUTIEDOT*. Kyselyiden lähteinä on kaikki taulukot. Yhtään raporttia tietokannassa ei ollut.

TAULUKKO 4. Taulukot, kyselyt ja lomakkeet käyttöönotossa

TAULUKOT
TYOKALUTIEDOT
TYOKALUTYYPPI
VALMISTAJAT

KYSELYT
TILATTAVATQ
TYOKALUTQ

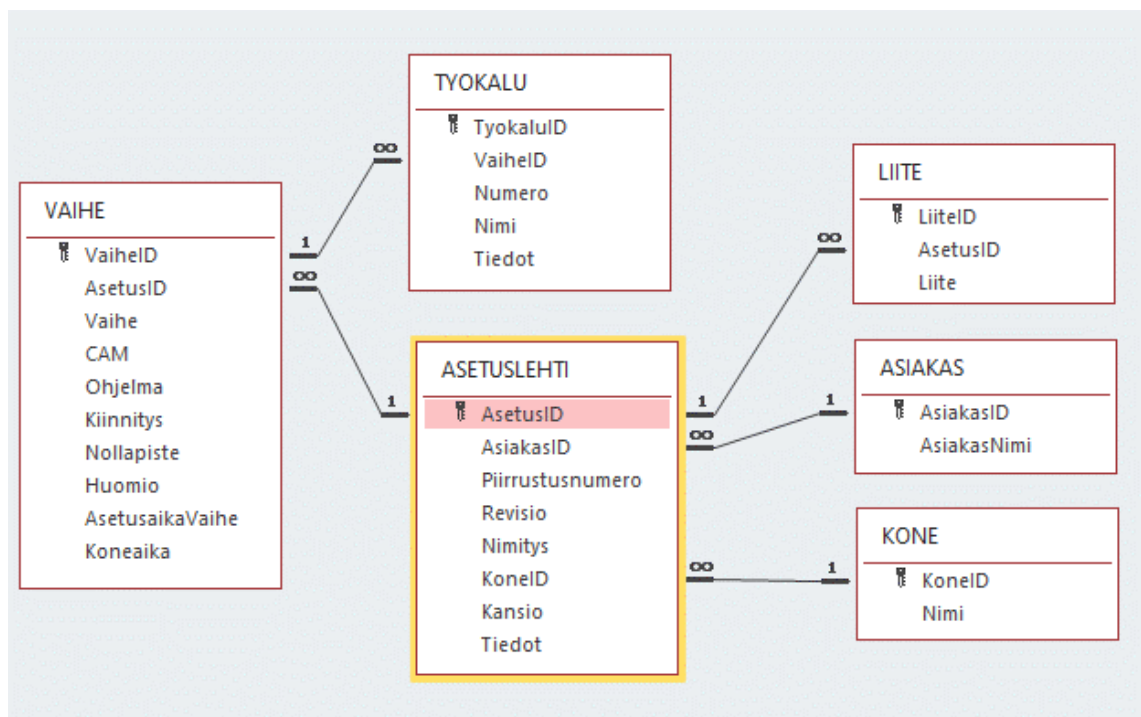
LOMAKKEET	LÄHDE
ALOITUS	-
OHJE	-
TILATTAVAT	TILATTAVATQ
TYOKALUHALLINTA	TYOKALUTQ
TYOKALUT	TYOKALUTQ
UUSITYOKALU	TYOKALUTIEDOT

## 7 KEHITYSTYÖ

Käyttöönoton jälkeen järjestelmää kehitettiin käyttökokemusten mukaan. Tuotannon muita tietotarpeita siirrettiin samaan tietokantaan ja toimintoja lisättiin. Tuotannon käytössä oli työstökeskusten asetustietojen tietokanta ja erillisenä ohjelmana oli käsimittalaitteiden tarkastusloki. Tietojen hallinnan keskittäminen yhteen paikkaan helpottaa tietojen ylläpitoa ja vähentää tarvittavien järjestelmien opettelua.

### 7.1 Asetustiedot

Tuotannon käytössä oleva töiden asetustiedot oli tallennettu Access-tietokantaan. Tietokannan kyselyt, lomakkeet ja raportit siirrettiin työkalujärjestelmän tietokantaan. Siirto onnistuu helposti Accessin oman siirtotoiminnon kautta. Tiedot eli taulukot ja relaatiot (kuva 16) voidaan jättää omaan taustatietokantaan ja linkittää edustatietokantaan. Hetken käytön jälkeen kuitenkin tiedotkin siirrettiin samaan taustatietokantaan. Asetustietojen taulukkojen sisältö on liitteessä 2.



KUVA 16. Asetuslehden taulukot ja relaatiot

Asetustietojen tietokannan rakenne on kuvattu taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Asetustiedot rakenne

TAULUKOT
ASETUSLEHTI
ASIAKAS
KONE
LIITE
TYOKALU
VAIHE

KYSELYT
ASETUSTIETO
ETSIKAKSOISKAPPALEET

LOMAKKEET	LÄHDE
ASETUSTIETO	ASETUSTIETO
LIITTEET	LIITE
TYOKALU	TYOKALU
VAIHEET	VAIHE

RAPORTIT	LÄHDE
ASETUSTIETO	ASETUSLEHTI
VAIHEET	VAIHE
TYOKALU	TYOKALU

Access sallii erilaisille objekteille saman nimen. Käytännön kannalta olisi kuitenkin parempi nimetä objektit yksilöllisesti. Taulukoiden perään voisi lisätä kirjaimen T (Table), kyselyihin Q (Query), lomakkeisiin F (Form) ja raportteihin R (Report).

## 7.2 Käsimittalaitteiden tarkastusloki

Tuotannon käytössä oli erillinen ohjelma käsimittalaitteiden tarkastusten merkitsemiselle joka siirrettiin työkalujärjestelmään. Käsimittalaitteiden tarkastuslokin taulukkoa varten tehtiin kolme taulukkoa (taulukko 6). *MITAT* taulukossa on mittojen tiedot: vierasavaimet *VALMISTAJA* ja *MITANTYYPPI* taulukkojen perusavaimiin, sekä mitan mittausalueen rajat. *MITANTYYPPI* taulukossa on mitan käyttötarkoitus. *MITANTARKASTUS* taulukoon tallennetaan tarkastusloki, jossa on vierasavain *MITAT* taulukon perusavaimeen ja tarkastusajankohta.

TAULUKKO 6. Käsimittalaitteiden tarkistuksen taulukot

MITAT			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
Mnumero	Luku	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
Mvalmistaja	Luku	Pitkä kokonaisluku	Valmistajan numero
Mtyyppi	Luku	Pitkä kokonaisluku	Mitan tyyppi numero
MMinAlue	Luku	Tavu	Mittausalueen alaraja
MMaxAlue	luku	Tavu	Mittausalueen yläraja

MITANTYYPPI			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
MTID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
MTTyyppinimi	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Mitan tyyppin nimi

MITANTARKISTUS			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
MTID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
MTMitanNumero	Luku	Pitkä kokonaisluku	Mitan numero
MTPvm	Pvm./klo	Yleinen pvm.	Mitan tarkistuksen ajankohta

Kuvassa 17 on käsimittalaitteiden tarkastuslomakeessa syötetään tarkastetun mitan numero tai mitta valitaan listasta. Tarkastuksen kuittauksella mitan numero ja tarkastusajankohta viedään *MITANTARKASTUS* taulukkoon. Käytännössä käsimittalaitteet tarkistetaan aina kun ne otetaan käyttöön. Tiukentuneiden vaatimusten takia on kuitenkin otettu käyttöön tarkistusrekisteri, joka jättää jäljen mitan tarkastuksesta. Tarkastuksen kuittaus myös vahvistaa hyvää tapaa tarkastaa mitta ennen käyttöä.

Tarkastetun mitan numero					Tarkastushistoria					
<input type="text"/>			<input type="button" value="Mitta tarkastettu"/>		Nro	Tarkastusaika	Valmistaja	Mitta	Min	Max
1	Diesella	Kolmipistemikro	6	8	6	16.4.2022 15:49:33	Holex	Kolmipistemikro	25	30
2	Diesella	Kolmipistemikro	8	10	1	16.4.2022 15:49:17	Diesella	Kolmipistemikro	6	8
3	Diesella	Kolmipistemikro	10	12	29	14.4.2022 19:03:04	Mitutoyo	Kaarimikro	75	101
4	Diesella	Kolmipistemikro	11	14	28	14.4.2022 16:50:32	Mitutoyo	Kaarimikro	50	75
5	Mitutoyo	Kolmipistemikro	20	25	33	14.4.2022 11:53:54	Mitutoyo	Kaarimikro	275	300
6	Holex	Kolmipistemikro	25	30	17	14.4.2022 7:45:41	Mitutoyo	Kolmipistemikro	125	150
7	Mitutoyo	Kolmipistemikro	30	40	68	13.4.2022 12:57:00	Mitutoyo	Kaarimikro	125	150
8	Diesella	Kolmipistemikro	35	40	63	13.4.2022 10:56:48	Mitutoyo	Kaarimikro	150	175
9	Holex	Kolmipistemikro	20	25	65	13.4.2022 10:24:13	Mitutoyo	Kaarimikro	25	50
10	Mitutoyo	Kolmipistemikro	16	20	65	13.4.2022 9:55:40	Mitutoyo	Kaarimikro	25	50
11	Mitutoyo	Kolmipistemikro	12	16	67	12.4.2022 16:40:17	Mitutoyo	Kaarimikro	225	250
12	Holex	Kolmipistemikro	20	25	58	12.4.2022 10:18:23	Mitutoyo	Kaarimikro	25	50
13	Holex	Kolmipistemikro	25	30	43	12.4.2022 10:18:08	Mitutoyo	Kierremikro	25	50
14	Holex	Kolmipistemikro	40	50	51	12.4.2022 10:17:55	Alpa	Kierremikro	0	25
15	Holex	Kolmipistemikro	30	40	31	12.4.2022 9:22:07	Mitutoyo	Kaarimikro	200	225
16	Holex	Kolmipistemikro	50	63	28	12.4.2022 7:27:36	Mitutoyo	Kaarimikro	50	75
17	Mitutoyo	Kolmipistemikro	125	150	65	12.4.2022 7:11:20	Mitutoyo	Kaarimikro	25	50
18	Mitutoyo	Kolmipistemikro	100	125	64	12.4.2022 13:49:24	Mitutoyo	Kaarimikro	100	125
19	Holex	Kolmipistemikro	25	30	18	11.4.2022 13:49:13	Mitutoyo	Kolmipistemikro	100	125
20	Holex	Kolmipistemikro	20	25	51	11.4.2022 11:19:26	Alpa	Kierremikro	0	25
21	Holex	Kolmipistemikro	30	40	65	11.4.2022 7:38:19	Mitutoyo	Kaarimikro	25	50
22	Diesella	Kolmipistemikro	70	80	9	11.4.2022 7:17:12	Holex	Kolmipistemikro	20	25
23	Diesella	Kolmipistemikro	90	100	33	10.4.2022 16:51:42	Mitutoyo	Kaarimikro	275	300
24	Mitutoyo	Kolmipistemikro	75	85	67	10.4.2022 16:22:30	Mitutoyo	Kaarimikro	225	250
25	Diesella	Kolmipistemikro	80	90	25	8.4.2022 10:39:55	Diesella	Kolmipistemikro	80	90
26	Mitutoyo	Kolmipistemikro	87	100	64	8.4.2022 10:15:30	Mitutoyo	Kaarimikro	100	125
27	Mitutoyo	Kaarimikro	0	25	68	8.4.2022 10:05:13	Mitutoyo	Kaarimikro	125	150
28	Mitutoyo	Kaarimikro	50	75	23	8.4.2022 10:05:03	Diesella	Kolmipistemikro	90	100
29	Mitutoyo	Kaarimikro	75	101	29	7.4.2022 13:05:18	Mitutoyo	Kaarimikro	75	101
30	Mitutoyo	Kaarimikro	175	200	72	7.4.2022 13:05:09	Mitutoyo	Kolmipistemikro	50	63
31	Mitutoyo	Kaarimikro	200	225	35	7.4.2022 10:30:43	Alpa	Kaarimikro	100	125
32	Mitutoyo	Kaarimikro	250	275	26	7.4.2022 10:30:38	Mitutoyo	Kolmipistemikro	87	100
33	Mitutoyo	Kaarimikro	275	300	67	7.4.2022 7:43:06	Mitutoyo	Kaarimikro	225	250
34	Finecrafts	Kolmipistemikro	250	275	52	6.4.2022 10:25:36	Mitutoyo	Kaarimikro	0	25
35	Alpa	Kaarimikro	100	125	28	6.4.2022 8:43:20	Mitutoyo	Kaarimikro	50	75
					63	6.4.2022 8:23:29	Mitutoyo	Kaarimikro	150	175
					52	5.4.2022 20:13:46	Mitutoyo	Kaarimikro	0	25
					63	5.4.2022 6:58:45	Mitutoyo	Kaarimikro	150	175
					62	4.4.2022 13:42:08	Mitutoyo	Kaarimikro	75	100
					28	4.4.2022 13:40:43	Mitutoyo	Kaarimikro	50	75

KUVA 17. Käsimittalaitteiden tarkastuslomake

Mittahallintalomakkeella (kuva 18) voidaan lisätä mittoja ja muokata jo tallennettujen mittojen tietoja. Mittojen poistaminen onnistuu toistaiseksi vain taulukosta, mutta yhtään mitta ei ole vielä tietokannasta poistettu, vaikka mitta olisikin poistettu käytöstä.

Numero	Valmistaja	Tyyppi	Min	Max
			0	0
1	Diesella	Kolmipistemikro	6	8
2	Diesella	Kolmipistemikro	8	10
3	Diesella	Kolmipistemikro	10	12
4	Diesella	Kolmipistemikro	11	14
5	Mitutoyo	Kolmipistemikro	20	25
6	Holex	Kolmipistemikro	25	30
7	Mitutoyo	Kolmipistemikro	30	40
8	Diesella	Kolmipistemikro	35	40

KUVA 18. Mittahallinta lomake

### 7.3 Kiinnittimien kirjasto

Kiinnittimet ts. jigat lomakkeelle tallennetaan kiinnittimien tiedot (kuva 19). Aiemmin tiedot olivat Excel taulukossa, mutta tietojen yhtenäistämisen takia ne siirrettiin samaan tietojärjestelmään. Lisäksi saatiin linkitettyä kuvat kiinnittimistä. Kuvat voisi sisällyttää myös tietokantaan, mutta ne vievät melkoisesti tilaa ja tietokanta paisuu tarpeettomasti. Siksi kuvat tallennetaankin verkkoasemalle ja niihin tallennetaan vain linkki tiedostosijaintiin.

Nro/tunnus	Asiakas	Piirustus/Kuvaus	Tila	Paikka	Kuva
0			Tallella		
1	Pimatic Oy	2-3784	Kadonnut	Pimatic jigilava	
2	Tamtron Oy	ATNV V2 pakan korokelevy (tehty 2 kpl)	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV2.jpg</a>
3	Tamtron Oy	ATNV V3 koroke 50H7 reikään (80 mm)	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV3.jpg</a>
4	Tamtron Oy	ATNV V3 koroke 39H7 reikään (90 mm)	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV4.jpg</a>
5	Tamtron Oy	ATNV V3 painaja 50H7 reikään	Kadonnut	Tamtron jigilava	
6	Tamtron Oy	13570 kiinnitysijä	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV6.jpg</a>
7	Tamtron Oy	13570 painaja jigisiin 6	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV7.jpg</a>
8	Tamtron Oy	31_009479	Vanhentunut	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV8.jpg</a>
9	Alamarin-Jet	Staattori	Epäselvä	Multus pöydän alla	
10	Alamarin-Jet	10288 Venttiilikohko+E	Tallella	Hartford leukahylly	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV10.png</a>
11	Alamarin-Jet	10353 Tarkistusluukun kansi 288	Tallella	Alamarin-Jet jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV11.jpg</a>
12	Tamtron Oy	15536 V3 koroke	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV12.jpg</a>
13	Tamtron Oy	15536 V3 painaja	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV13.jpg</a>
14	Epec Oy	MA1064-3 Anturi V3 koroke (77.5 mm)	Tallella	Sekalaiset jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV14.jpg</a>
15	Tasowheel Systems Oy	D3903003	Kadonnut	Sekalaiset jigilava	
16	Pimatic Oy	PNP0030110 V1 jigi penkkien väliin, kaksi nastaa	Kadonnut	Pimatic jigilava	
17	Pimatic Oy	PNP0030110 V1 jigi penkkien väliin, yksi nastaa	Kadonnut	Pimatic jigilava	
18A	Pimatic Oy	PNP0030110 V2 pyörittäjäjigi	Tallella	Pimatic jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV18A.jpg</a>
18B	Pimatic Oy	PNP0030110 V2 pyörittäjäjigi	Tallella	Pimatic jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV18B.jpg</a>
19	Tamtron Oy	15195 Lukkianturi alustalevy	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV19.jpg</a>
19A	Tamtron Oy	15195 Lukkianturi alumiinikorokkeet (2 kpl)	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV19.jpg</a>
19B	Tamtron Oy	15195 Lukkianturi teräskorokkeet (2 kpl)	Tallella	Tamtron jigilava	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV19.jpg</a>
20	Satron Instruments Oy	Poskilappi (UJDET JIGIT TULOSSA)	Tallella	Takumi jigihylly	
21	Satron Instruments Oy	Pasve runko	Epäselvä	Satron jigilava	
21A	Satron Instruments Oy	Koroke laakerirengas	Epäselvä	Satron jigilava	
22	Satron Instruments Oy	Pallojigi	Tallella	Hartford leukahylly	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV22.jpg</a>
23		Timberjack F602096C	Epäselvä	Hartford pöydän alla	
24	Alamarin-Jet	12192 000 ja 005 Sylinderiputket	Epäselvä	Hartford leukahylly	
25	Outokumpu Stainless Oy	OK-1146015	Tallella	Hartford leukahylly	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV25.jpg</a>
26	Cernos Oy	100205B Laakeripesä V2&V3 jigi	Tallella	Hartford leukahylly	<a href="#">T:\Kuvat\VigittV26.jpg</a>

KUVA 19. Kiinnittimet lomake

## 7.4 U-Porat lomake

Kääntöteräiset pistoporat, joita yleensä nimitetään U-poriksi, ovat jokaisen koneen käytössä niiden tehokkaan materiaalin poistamisen ansiosta. U-porat ovat kuitenkin melko arvokkaita työkaluja, joten niitä ei kannata pitää varastossa liikaa. Koska poria käytetään paljon eri koneilla, lisättiin tietokantaan porien seurantaan lomake (kuva 20). Kun työntekijä hakee U-poran työkalupisteestä, merkkää hän mille koneelle pora on haettu. Myös työkalut lomakkeesta voidaan tarkistaa, jos työkalu on merkattu käytössä olevaksi jollain koneella. Kun U-pora palautetaan työkalupisteelle, voidaan se merkitä palautetuksi, jolloin käytössä koneella tieto poistetaan työkalulta.

Ennen U-porien kirjasto pidettiin erillisessä Excel-taulukossa, mutta listaa ei juurikaan päivitetty. Nyt lista on helposti saatavilla, joten myös päivittämien on säännöllisempää. U-porien käyttötieto ei kuitenkaan tällä hetkellä ole laajemmin käytössä, vaikka sen käytöllä voitaisiinkin ehkäistä hukkaa, kun joudutaan etsimään U-poria tuotannon tiloista, kuten ennen muita työkaluja.



Ø xD	Saldo	Valmistaja	Käytössä koneella		Viivakoodi	Tuotekoodi	Linkki
14.0 3xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11801996	880-D1400L20-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
14.0 5xD	1	Sandvik		▼	Palauta 12150622	880-D1400L20-05	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
15.0 3xD	2	Sandvik		▼	Palauta 11802022	880-D1500L20-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
15.0 5xD	1	Sandvik		▼	Palauta 12150681	880-D1700L20-05	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
16.0 3xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802151	880-D1600L20-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
16.0 4xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-16040D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
16.0 5xD	1	Sandvik		▼	Palauta 12150666	880-D1600L20-05	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
16.5 3xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802162	880-D1650L20-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
16.5 4xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-16540D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
17.0 4xD	1	Sandvik		▼	Palauta 12053672	880-D1700L20-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
17.0 4xD	1	Korea Technics	Hartford	▼	Palauta 0	STD-17040D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
17.5 3xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-17530D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
17.5 3xD	2	Sandvik		▼	Palauta 11802696	880-D1750L25-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
17.5 4xD	3	Sandvik	DMG Mori DMF 360/11	▼	Palauta 12053683	880-D1750L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
17.5 4xD	3	Sandvik		▼	Palauta 12053683	880-D1750L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
17.5 4xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-17540D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
17.5 4xD	3	Sandvik	DMG Mori DMF 360/11	▼	Palauta 12053683	880-D1750L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
17.5 4xD C6	1	Sandvik		▼	Palauta 0	880-D1750C6-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
18.0 3xD	2	Sandvik		▼	Palauta 11802276	880-D1800L25-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
18.0 4xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-18040D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/tu">https://suomenteratuonti.fi/tu</a>
18.0 4xD	2	Sandvik	Hartford	▼	Palauta 12053694	880-D1800L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
18.5 4xD	1	Sandvik		▼	Palauta 0	880-D1850L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
19.0 2xD	1	Seco		▼	Palauta 02595780	SD502-19-38-25R7	<a href="https://www.secotools.com/ar">https://www.secotools.com/ar</a>
19.0 3xD	2	Sandvik	Hartford	▼	Palauta 11802291	880-D1900L25-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
19.0 5xD	1	Sandvik		▼	Palauta 12150725	880-D1900L25-05	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
19.5 3xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802221	880-D1950L25-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
19.5 4xD	2	Sandvik		▼	Palauta 12053720	880-D1950L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
20.0 2xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802302	880-D2000L25-02	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
20.0 3xD C6	1	Sandvik		▼	Palauta 12069363	880-D2000C6-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
20.0 4xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802501	880-D2000L25-04	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
20.0 4xD	2	Korea Technics	Hartford	▼	Palauta 0	STD-20040D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
20.0 5xD	1	Sandvik	DMG Mori DMF 360/11	▼	Palauta 12150740	880-D2000L25-05	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
21.0 3xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-21030D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>
21.0 3xD	1	Sandvik		▼	Palauta 11802416	880-D2100L25-03	<a href="https://www.sandvik.coroman">https://www.sandvik.coroman</a>
21.0 4xD	1	Korea Technics		▼	Palauta 0	STD-21040D	<a href="https://suomenteratuonti.fi/tu">https://suomenteratuonti.fi/tu</a>
21.0 4xD	2	ZCC		▼	Palauta 0	ZTD04-210-XP25-SP06-02	<a href="https://suomenteratuonti.fi/T">https://suomenteratuonti.fi/T</a>

KUVA 20. U-Porat lomake

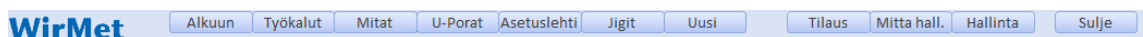
## 7.5 Muutokset aloituslomakkeeseen

Aloitusnäkyä muokattiin, kun toiminnallisuutta lisättiin (kuva 21). Aloitusnäky-  
män kuvakkeet on koodattu väreillä. Vihreä kuvake on päivittäiseen käyttöön liit-  
tyvät toiminnot kaikille käyttäjille. Toiminnoilla voidaan ainoastaan muuttaa rajattu  
määrä tietoja tietokannassa, esimerkiksi työkalun varastosaldo tai paikkatiedot.  
Sininen kuvake on uuden työkalun lisääminen. Toiminnolla voidaan vain lisätä  
tietokantaan tietoja, muttei muuttaa tietokannassa olevia tietoja. Keltaisella ku-  
vakkeella merkitty toiminto tilattavat työkalut on tarkoitettu ainoastaan työkaluja  
tilaavalle käyttäjälle. Pääasiassa toimintoa käyttää tällä hetkellä vain pääkäyttäjä.  
Oranssit kuvakkeet ovat salasanalla suojattuja toimintoja. Niillä voidaan muokata  
tietokannan sisältöä rajoittamattomasti.



KUVA 21. Uusi aloitusnäky

Lähes kaikissa lomakkeissa on myös pikavalikko keskeisiin toimintoihin (kuva 22), tällöin käyttäjän ei tarvitse palata takaisin aloitusnäkyyn halutessaan vaihtaa eri toimintoihin.



KUVA 22. Pikavalikko

## 7.6 Asetukset

Asetukset lomake on ohjauslomake, jolla voidaan avata valmistaja, työkalutyyppejä, asiakas ja konetiedot lomakkeet. Asetuslomake on salasanasuojattu ja kun lomaketta yrittää avata aukeaa salasanakysely (kuva 23) kuten työkalu- ja mittahallinta lomakkeissakin. Alun perin salasanat olivat kovakoodattu asetukset lomakkeen lähdekoodiin josta ne siirrettiin salasanataulukon, joka soveltuu tällaisessa tilanteessa kun salasanalla halutaan vain rajata pääsyä tiettyihin toimintoihin.



KUVA 23. Salasanakysely

Valmistaja, työkalutyyppi, asiakas ja konetiedot lomakkeilla voidaan lisätä, muokata ja poistaa valmistaja-, työkalun tyyppi-, konesolu- ja asiakkaiden tietoja. Tietojen muokkaus vaatii huolellisuutta, joten vain pääkäyttäjällä on toistaiseksi pääsy tietoihin. Access ylläpitää tietojen eheyttä ja ei salli viitattujen tietueiden poistoa, mutta tietojen paikkansapitävyyden ja muodon takia ei tietoja pääse muokkaamaan ilman salasanaa.

## 8 POHDINTA

Työssä toteutettiin työkalujärjestelmä Wirtain Metalli Oy:n tuotannon käyttöön. Työkalujärjestelmää varten kartoitettiin työkaluvarastot ja työkalujen hallintamenetelmät, kuten tilaus. Työkaluvarastot keskitettiin ja varastokalusteisiin merkittiin työkalujen paikkatiedot. Työkalujärjestelmä toteutettiin Microsoft Access tietokannanhallintaohjelmalla. Järjestelmä otettiin käyttöön heti kun toiminnallisuus oli valmiina ja sitä kehitettiin käytön yhteydessä. Järjestelmään liitettiin muita tuotannon tietotarvetyökaluja, kuten töiden asetustieto- ja kiinnitinkirjastot, sekä käsimitalaitteiden tarkastusloki.

Työkalujen sijoitusta ja merkintää oli pienemmässä mittakaavassa tehty jo ennen työn aloitusta, mutta järjestelmän suunnitteluvaiheessa todettiin tarve perusteellisemmalle muutokselle. Jokaiselle työstökoneelle hajautetut työkalut tekivät varaston seuraamisen hankalaksi ja työkalujen järjestämiseen ei ollut riittävä määrä varastotilaa. Keskittämällä työkalut keskeiseen paikkaan voitiin olemassa olevia varastokalusteita käyttää tehokkaammin ja työkalut saatiin järjestykseen. Varastopaikkojen merkitseminen nopeutti työkalujen käsittelyä. Työkaluvaraston seuraaminen ja työkalujen tilaaminen helpottui. Tilaamiseen käytetty aika väheni, kun järjestelmästä päästään suoraan valmistajan verkkokauppaan tuotteen tietoihin, jolloin työkalu voidaan lisätä ostoskoriin. Tilauksia on pystytty keskittämään työkalulle asetetun hälytysrajan avulla. Työkaluille on saatu puskuri jolloin tilaamisella ei ole niin kiire ja on voitu varmistaa työkalun saatavuus varastossa. Alun perin työntekijä ei päässyt muokkaamaan työkalun hälytysrajaa, mutta hälytysrajan ja tilausmäärän muokkaaminen vapautettiin myös työntekijälle. Tilaaja voi tarkistaa asetetut arvot vielä tilattaessa, mutta Lean-periaatteiden mukaan työn suorittajan ammattitaitoa kannattaa hyödyntää. Luottamus järjestelmän toimivuuteen on osaltaan taannut ettei hälytysrajassa tai tilausmäärässä ole liikaa varastoa kasvattavaa muokkaamista.

Työjärjestelmän suunnittelu ja toteuttaminen osoittautui haastavaksi, vaikka vastaavia tietokantoja oli jo aiemmin toteutettu. Työssä opittiin paljon laajemman tietokannan suunnittelua ja toiminnallisuuden kehittelyä. Käyttöliittymän saaminen toimivaksi vei paljon aikaa, sillä käyttöliittymän on oltava intuitiivinen. Järjestelmää käytettiin aluksi verkkoasemalta, jolloin ohjelmaa ei tarvitse jaella työpisteille

ja uusin versio on aina käytettävissä. Edustatietokanta osoittautui kuitenkin epävakaaaksi verkkoasemalta käytettävänä. Yhteys verkkoasemaan menetettiin epä säännöllisin väliaikoihin, jolloin edustatietokanta lakkasi toimimasta. Tietokanta piti sulkea ja avata uudelleen, jotta yhteys verkkoasemaan saatiin palautettua. Taustatietokanta siirrettiin työkalupisteessä olevalle tietokoneelle, josta se jae taan työasemille. Edustatietokanta ladataan työasemille. Tietokanta on ollut erit täin vakaa kun edustatietokantaa käytetään työaseman paikalliselta sijainnista. Tehtäessä muutoksia edustatietokantaan, tulee se päivittää työasemilla. Tausta tietokantaa voidaan käyttää erilaisilla edustatietokannoilla, joten edustatietokan nan päivittämien voidaan suorittaa myös etänä silloin kun se on tarpeellista. Työ kalupisteessä oleva taustatietokanta varmuuskopioidaan verkkoasemalle kerran päivässä.

Työkalujärjestelmän käyttöönotto onnistui hyvin. Varastoja on inventoitu jatku valla periaatteella, jolloin varastosaldojen paikkansapitävyyttä on voitu seurata. Alussa oli odotetusti ongelmia työkalujen poistamisessa varastosta. Työkaluja ei otettu jo avatusta rasiasta vaan saatettiin jättää avattuun rasiaan yksi ainoa terä pala jolloin työkalurasiaa ei tarvinnut poistaa järjestelmästä. Muutamassa työpai kan yhteisessä palaverissa asiasta mainittiin, jolloin ongelma poistui kun tiedos tettiin virheellisen toimintatavan haitat. Muutaman kuukauden jälkeen työkalujen varastosaldot ovat olleet kohtuullisen hyvin ajan tasalla. Työkalujen etsimiseen käytetty aika on vähentynyt ja seuranta helpottunut myös niiden työkalujen osalta joita ei ole tallennettu järjestelmään.

Tietokantaa voidaan kehittää vielä lisäämällä tuotannon muita tarvittavia tietotar peita, kuten koneiden huoltopäiväkirjat, kierre- ja toleranssitaulukot ja työjonot. Toistaiseksi järjestelmä on sidottu Windows-ympäristöön, mutta siirtämällä tieto kanta pilvipalveluun olisi mahdollista käyttää tietokantaa myös muilta alustoita kuten Android ja iOS. Jos toiminnallisuutta laajennetaan vielä on siirto pilvipalve luun varteenotettava ratkaisu.

## LÄHTEET

Access 2007:n makrojen perusteet. n.d. Microsoft Office-tuki. Luettu 29.1.2022. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/access-2007-n-makrojen-perusteet-a39c2a26-e745-4957-8d06-89e0b435aac3>

Access-tietokannan jakaminen osiin. n.d. Microsoft Office-tuki. Luettu 6.4.2022. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/access-tietokannan-jakaminen-osiin-3015ad18-a3a1-4e9c-a7f3-51b1d73498cc>

Codd, E. 1970. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. IBM Research Laboratory. San Jose. California.

Elements of run-time error handling. 2022. Microsoft. Päivitetty 22.1.2022. Luettu 26.1.2022. <https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/access/concepts/error-codes/elements-of-run-time-error-handling>

How to debug for absolute beginners. 2021. Microsoft. Päivitetty 23.12.2021. Luettu 26.1.2022. <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/debugger/debugging-absolute-beginners>

Kentän koon määrittäminen. n.d. Microsoft Office-tuki. Luettu 15.4.2022. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/kent%C3%A4n-koon-m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen-ba65e5a7-2e6f-4737-8e72-36b93f966a33>

Kiwa. n.d. Lean management ja 5S-järjestelmä. Luettu 9.5.2022. <https://www.lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/>

Kyselyn määrittäminen pyytämään tietoja parametrien avulla. n.d. Microsoft Office-tuki. Luettu 16.4.2022. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/kyselyn-m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen-pyyt%C3%A4m%C3%A4n-tietoja-parametrien-avulla-c2806d3d-d500-45a8-8507-ec6af351b6ed>

Laine, H. 2000. Tietokantojen perusteet. Opetusmoniste D404. Tietojenkäsittelyn laitos. Helsingin Yliopisto.

Laine, H. 2005. Tietokantojen perusteet. Tietojenkäsittelyn laitos. Helsingin Yliopisto. Luettu 24.10.2021. <https://www.cs.helsinki.fi/u/laine/tkp/relaatiomalli/ra-kenne.html>

Lean Enterprise Institute. n.d. Muda, mura, muri. Luettu 13.2.2022. <https://www.lean.org/lexicon-terms/muda-mura-muri/>

Lean Lion. n.d. Miksi 5S? Luettu 9.5.2022. <https://www.leanlion.com/miksi-5s>

Merikoski, J., Virtanen, A., Koivisto, P. 2004. Johdatus diskreettiin matematiikkaan. Monistekokoelma.

Mielen Ihmeet. 2019. Kaizen-menetelmä jatkuvaan kehittymiseen. Luettu 9.5.2022. <https://mielenihmeet.fi/kaizen-menetelma-jatkuvaan-kehittymiseen/>

Muranen, A., Harmainen, L. n.d. Käyttöliittymä- & käyttäjäkokemussuunnittelu (UI & UX Design). Luettu 23.2.2022. <https://www.itewiki.fi/opas/kayttoliittyma-suunnittelu-ux-user-experience-design-eli-kayttajakokemus/>

Perustiedot tietokannasta. n.d. Microsoft Office-tuki. Luettu 2.8.2021. <https://support.microsoft.com/fi-fi/office/perustiedot-tietokannasta-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204>

Piirainen, A. 19.2.2014. Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Luettu 17.2.2022. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>

Sandvik Coromant. n.d. Teräaineet. Tietotaito. Materiaalit. Teräaineet. Luettu 22.3.2022. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/materials/pages/cutting-tool-materials.aspx>

Toyota. n.d. Toyota Production System. Luettu 15.1.2022. <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>

W3schools. n.d. SQL LIKE Operator. Luettu 16.4.2022. [https://www.w3schools.com/sql/sql\\_like.asp](https://www.w3schools.com/sql/sql_like.asp)

Wirtain Metalli Oy johtoryhmän palaveri. 2020. Julkaisematon. Wirtain Metalli Oy.

## LIITTEET

## Liite 1. Asetuslehti lomakkeet

**WirMet**

ESIKATSELU TULOSTA

LISÄÄ UUSI ASETUSLEHTI

POISTA ASETUSLEHTI

SULJE ASETUSLEHTI

Hae piirustusnumerolla

Asetus

Kone

AsiakasID  Piirustus  Nimitys  Kone

Kansio  
O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A

Tiedot  
OHJELMA TAKUMILLA O1300

Liitetiedostot

- P:\Satron\T1300395 1300353395B.pdf
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\TYOKALULISTA.cnc
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 095129.jpg
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 094959.jpg
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 095007.jpg
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 095012.jpg
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 095019.jpg
- O:\Takumi\Satron\NAYTTOKOTELO 1300353395A\KUVATIMG 20210218 095123.jpg

← ▶ POISTA VAIHE

Ajat minuutteina

Vaiha  CAM tiedosto  Ohjelmatiedo:  Vaiheen asetusaika  Konesiika vaihtoiineen

Kiinnitys ja jigit

Pikku penkki, kappale keskelle 24mm aluspalat alla. Toppari ja ura oikealle

Noilapiste(et)

G54  
X oikea pääty (uran puoli)  
Y keskellä  
Z pinta, siirrä Z -10.25, ajetaan vahvuuteen 37.75

Työkalut

TK	Työkalu	Tiedot
7	NURKKAJYRSIN 50	
20	TURBO 20	
18	U-PORA 33	
16	TURBO 16	
31	SECO VIISTEJYRSIN	Terävä kärki
26	SECO VIISTEJYRSIN	Tylppä kärki
23	JYRSINTAPPI 12	Ulkona min 40mm, D korjain vähintään -0.01
10	PORA 6.0	Viisteet
11	KIERRETAPPI M3 MANGLAAVA	Ulkona min 35 mm, toleranssi syvyys 5 +0.5
9	JYRSINTAPPI 10	
1	PORA 4.1	

Huomio



## Liite 2. Asetuslehti taulukot

ASETUSLEHTI			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
AsetusID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
AsiakasID	Luku	Pitkä kokonaisluku	Asiakkaan numero
Piirustusnumero	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Piirustuksen numero/tunnus
Nimitys	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Piirustuksen kuvaus
KoneID	Luku	Pitkä kokonaisluku	Koneen tunnus
Kansio	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Työn tallennuskansio
Tiedot	Pitkä teksti	<1 GB tekstiä	Muistio asetuksista

ASIAKAS			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
AsiakasID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
AsiakasNimi	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Asiakkaan nimi

KONE			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
AsiakasID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
AsiakasNimi	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Koneen nimi

LIITE			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
LiiteID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
AsetusID	Luku	Pitkä kokonaisluku	Asetuslehden numero
Liite	Hyperlinkki	8192 merkkiä	Linkki liitteen tiedostosijaintiin

TYÖKALU			
Kentän nimi	Tietotyyppi	Koko	Kuvaus
TyökaluID	Laskuri	Pitkä kokonaisluku	Perusavain
VaiheID	Luku	Pitkä kokonaisluku	Vaiheen numero
Numero	Luku	Tavu	Työkalun numero
Nimi	Lyhyt teksti	255 merkkiä	Työkalun nimi
Tiedot	Pitkä teksti	<1 GB tekstiä	Lisätietoja työkalusta