

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

2021

Saku Toiva

# MATERIAALIEN VÄHENNYSMENETELMIEN VERTAILU CASE-YRITYKSELLE

Saku Toiva

# MATERIAALIEN VÄHENNYSMENETELMIEN VERTAILU CASE-YRITYKSELLE

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Case-yrityksen käytössä olevia menetelmiä kuluttaa materiaaleja varastosaldoista. Tarkoituksena oli selvittää, miten menetelmät eroavat keskenään, mitä hyviä tai huonoja puolia niissä on ja kuinka paljon aikaa materiaalien kulutus vie näitä menetelmiä käyttäen.

Tutkimus toteutettiin testaamalla materiaalien kulutusprosessi valitulle tuotantotilaukselle alusta loppuun molempia menetelmiä hyödyntäen. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään yleisellä tasolla toiminnanohjausjärjestelmiä, materiaalien tarvesuunnittelua sekä Case-yrityksen käyttämiä materiaalienkulutusmenetelmiä.

Työn tuloksien avulla Case-yrityksessä voidaan kehittää toimintamalleja tavalla, joka helpottaa tuotannon ja sen tukitoimien päivittäistä työskentelyä sekä parantaa Case-yrityksen eri organisaatioiden välistä tiedonkulkua. Tämän työn tekohetkellä vallinnut COVID19 pandemia on korostanut joustavan ja nopeasti muunneltavan toimintaympäristön merkitystä. Ajantasaisen ja luotettavan tiedon välittyminen organisaatiorajojen yli tulee olemaan tulevaisuudessakin merkittävä tekijä edellä mainittujen ominaisuuksien saavuttamiseksi.

## ASIASANAT:

backflush, hankinta, materiaalienhallinta, MRP, preflush, tuotannosuunnittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business logistics

2021 | 43 pages

Saku Toiva

## COMPARISON OF MATERIAL ISSUING METHODS FOR A CASE-COMPANY

The aim of this thesis was to study the currently used material issuing methods in the Case-company. The purpose was to study how the methods differ from each other and determine the pros and cons as well as the time it takes to issue materials using both methods.

The study was conducted by testing the material issuing process from start to finish, using both of the methods. The theoretical part of the thesis looks into enterprise resource planning systems on a general level, material resource planning and the material issuing methods, currently used in the Case-company.

The results of the thesis can be utilized in the Case-company, to further enhance their operating models in a way, that benefits both the production and it's supportive organizations by allowing a more open and accurate flow of information. The COVID19 pandemic, which has been ongoing throughout the making of this thesis, has highlighted the importance of a flexible and easily convertible operating environment. Sharing accurate and up to date information throughout the organization is, and will continue to be, a crucial step for companies wanting to achieve the before mentioned attributes.

KEYWORDS:

backflush, material management, MRP, preflush, procurement, production planning

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETTY SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 ERP-JÄRJESTELMÄT YLEISESTI</b>	<b>2</b>
2.1 Toiminnanohjausjärjestelmät nykypäivänä	2
2.2 Toiminnanohjausjärjestelmän rakenne	3
2.3 Toiminnanohjausjärjestelmien valinta ja käyttöönotto	4
2.4 Toiminnanohjausjärjestelmän laatu	5
2.5 Toiminnanohjausjärjestelmän modulaarisuus	6
<b>3 MATERIAALIENOHJAUS ERP-JÄRJESTELMISSÄ</b>	<b>7</b>
3.1 MRP:n tietolähteet ja käyttökohteet	7
3.2 MRP II	9
3.3 Tarve- ja resurssien suunnittelun eroavaisuudet	10
<b>4 BACKFLUSH KÄSITTEENÄ</b>	<b>12</b>
4.1 Backflush-prosessi lyhyesti	12
4.2 Backflushin hyötyjä	13
<b>5 PREFLUSH KÄSITTEENÄ</b>	<b>15</b>
5.1 Preflush-menetelmän toimintaperiaate	15
5.2 Preflush-menetelmän prosessikaavio	16
<b>6 NYKYTILA KOHDEYRITYKSESSÄ</b>	<b>17</b>
6.1 Materiaalien kulutus ja käytetyt menetelmät	17
6.2 Preflush-menetelmän tunnistetut kehityskohteet	19
6.3 Backflush-menetelmän tunnistetut kehityskohteet	19
<b>7 MENETELMIEN VERTAILU</b>	<b>21</b>
7.1 Testausympäristö	21
7.2 Testauksessa käytetyt transaktiokoodit	22
7.3 Preflush-menetelmän kellotus	23
7.4 Backflush-menetelmän kellotus	31
<b>8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>34</b>

## KUVAT

Kuva 1. ERP-järjestelmän rakenne	4
Kuva 2. Toiminnanohjausjärjestelmän yleisimmät moduulit	6
Kuva 3. MRP:n tietolähteet ja sen luomat tiedot	8
Kuva 4. Tarvelaskenta ERP-järjestelmän ytimenä	9
Kuva 5. Backflush-menetelmän prosessikaavio	12
Kuva 6. Preflush-menetelmän prosessikaavio	16
Kuva 7. Ostohdotuksen muodostuminen	18
Kuva 8. Testiympäristö osana ERP-järjestelmää	22
Kuva 9. Transaktion CO01-näkymä	24
Kuva 10. Tuoterakenne-näkymä transaktiossa CO01	25
Kuva 11. Transaktion MB1A-siirtymävalikko	26
Kuva 12. Materiaalidokumentti transaktiossa MB1A	26
Kuva 13. Transaktion MB1A luoma tunniste	27
Kuva 14. Materiaalimäärien kasvatus transaktiossa CO02	28
Kuva 15. Kasvaneiden materiaalimäärien vähennys transaktiolla MB1A	28
Kuva 16. Materiaalien palautus varastosaldoihin transaktiolla MB1A	29
Kuva 17. Tuotantotilaukselle varatut materiaalit transaktiossa CO02	29
Kuva 18. Päivitetyt materiaalmäärät transaktiossa CO02	30
Kuva 19. Puolivalmisteen X parametrien muutos	31
Kuva 20. Avattu tuotantotilaus transaktiossa CO01	32
Kuva 21. Materiaalin 11101003 käytetyn määrän muutos	33
Kuva 22. Tuotantotilauksen 2744282 materiaalien vähennys	33
Kuva 23. Vahvistus onnistuneesta materiaalien vähennyksestä	33

## TAULUKOT

Taulukko 1. MRP II:n ja MRP:n keskeiset toiminnot.	10
Taulukko 2. Tuotantotilaukselle 2742279 korjatut määrät.	27

## KÄYTETTY SANASTO

Backflush	Materiaalienkulutusmenetelmä, jossa tuotantotilauksen valmistukseen käytetyt materiaalit vähennetään varastosaldoista vasta, kun asiakkaan myyntitilaus on valmistettu.
BOM	<i>Bill of Materials</i> Tuoterakenne. Se sisältää kaikki tuotteen valmistukseen vaadittavat raaka-aineet, komponentit ja alikoonpanot.
CO01	Transaktio, jolla voidaan luoda tuotantotilaus toiminnanohjausjärjestelmään.
CO02	Transaktio, jota käytetään luodun tuotantotilauksen muokkaamiseen.
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> Käsite, jolla tarkoitetaan koko yrityksen tilaus-toimitusketjun hallintaan käytettävää toiminnanohjausjärjestelmää.
MB1A	Transaktio, jolla vähennetään materiaaleja varastosaldoista.
POUS	<i>Point of Use Storage</i> Varasto, joka sijaitsee työpisteellä. Käytetään ehkäisemään materiaalien tai työkalujen etsimiseen käytettävää aikaa.
Preflush	Materiaalienkulutusmenetelmä, jossa tuotantotilauksen valmistukseen käytetyt materiaalit vähennetään varastosaldoista heti, kun tilauksen valmistus aloitetaan.
WIP	<i>Work In Process</i> Keskenikäinen tuotantotilaus.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Case-yritykselle, miten työn tekohetkellä käytössä olleet materiaalienkulutusmenetelmät eroavat toisistaan ja onko toinen käytetyistä menetelmistä työläämpi kuin toinen. Case-yrityksen tuotantolinjoilla käytössä olleet menetelmät ja siten myös tämän opinnäytetyön vertailun kohteet olivat *backflush* ja *preflush*. Case-yrityksessä ei ollut aiemmin tehty kattavaa selvitystä materiaalien kulutusmenetelmien vaikutuksista tuotantolinjojen ulkopuolisiin toimintoihin, mutta kulutusmenetelmien aiheuttamia haittavaikutuksia esimerkiksi hankintatoimen tehokkuuteen oli tunnistettu. Tämän työn tuloksia hyödyntämällä Case-yritys voi tehdä tarvittavia muutoksia materiaalien kulutukseen varastosaldoista ja tunnistaa paremmin molempien menetelmien kokonaisvaltaisemmat vaikutukset.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarjota vastaus seuraaviin kysymyksiin:

- Miten käytössä olevat materiaalienkulutusmenetelmät eroavat toisistaan?
- Mitä hyötyjä ja haittoja menetelmissä on?
- Kuinka paljon aikaa materiaalienkulutukseen kuluu käytetyillä menetelmillä?

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys muodostuu pääosin materiaalivaatimusten suunnittelua, valmistusresurssien suunnittelua ja kokonaisvaltaista toiminnanohjausjärjestelmää käsittelevistä artikkeleista ja kirjallaisista lähteistä. Työn teoreettinen osuus pohjustaa empiirisen osuuden tutkimuskohdetta.

Opinnäytetyön empiirinen osuus suoritettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Empiirisessä osuudessa mitattiin materiaalienkulutukseen kuluva aika jo käytössä olevilla menetelmillä, jotta saatiin selville, kuinka paljon aikaa prosessit vievät. Mittausten lisäksi pohdittiin, minkälaisia vaikutuksia valitulla kulutusmenetelmällä on tuotannon ja sen tukitoimien työntekijöiden työmäärään.

Empiirisen ja teoreettisen osuuden pohjalta tehtiin päätelmiä siitä, miten materiaalikulutusmenetelmät eroavat toisistaan ja onko toinen menetelmistä ajallisesti tehokkaampi. Menetelmien havaittuihin kehityskohteisiin pyrittiin löytämään ratkaisuja.

## 2 ERP-JÄRJESTELMÄT YLEISESTI

Termi *ERP* on akronyympi englanninkielien sanoista *Enterprise Resource Planning*, jolla tarkoitetaan toiminnanohjausjärjestelmää. ERP kehittyi 1990-luvulla jo aiemmin syntyneiden työkalujen, materiaalivaatimusten suunnittelun ja valmistusresurssien suunnittelun (*Material Requirements Planning*, MRP) ja (*Manufacturing Resource Planning*, MRP II) pohjalta, kun monet yhtiöt jatkojalostivat niiden ominaisuuksia. Työkaluja haluttiin hyödyntää aiempaa laajemmin erilaisiin liiketoimintoihin, kuten esimerkiksi hankintoihin, varastonhallintaan sekä suunnitteluun ja valmistukseen. (Perkins 2020.) Ennen toiminnanohjausjärjestelmien yleistymistä yritysten sisäiset toiminnot toimivat itsenäisesti ja hyödynsivät omia tietojärjestelmiään. Koska nämä eri toimintojen käyttämät tietojärjestelmät eivät olleet keskenään yhteydessä, syntyi niin sanottuja ”siiloja”, jotka estivät tiedon kulun toiminnolta toiselle. (Monk & Wagner 2009, 29.)

### 2.1 Toiminnanohjausjärjestelmät nykypäivänä

ERP-järjestelmät ovat kehittyneet internetin yleistymisen myötä yhä laajemmiksi kokonaisuuksiksi, jotka pitävät sisällään myös muita liiketoiminnan osa-alueita, kuten toimitusketjun hallinta, toimittajasuhteiden hallinta, liiketoimintatiedot ja asiakassuhdehallinta. Nykypäivänä ERP-järjestelmät on integroitu osaksi kaikkia organisaation toimintoja, joiden pohjana toimii jaettu tietokanta. Moderneissa toiminnanohjausjärjestelmissä erilaiset toiminnot, kuten esimerkiksi varaston- ja materiaalienhallinta tai reskontra, ovat erillisiä moduuleita, joita yritys voi ostaa käyttöönsä tai poistaa käytöstä tarpeiden mukaisesti. (Jacobs ym. 2011, 19-22.) Toiminnanohjausjärjestelmät ovat siis modulaarisia, ja jokainen toiminto toimii itsenäisesti osana yhtenäistä tietokantaa (Nieminen 2016, 8.1). Joissain tapauksissa yritykset joutuvat hankkimaan toiminnanohjausjärjestelmänsä moduuleita, jotka eivät ole heidän käyttämänsä palveluntarjoajan valmistamia. Tällaisten ulkopuolisten palveluntarjoajien moduulien integrointi toisen valmistajan toiminnanohjausjärjestelmään vaatii ylimääräistä ohjelmointia, jotta järjestelmät saadaan toimimaan toivottulla tavalla. Tämä integrointi ja sen vaatima ylimääräinen ohjelmointi voivat aiheuttaa ongelmia järjestelmien toimivuuteen sekä niiden tiedon ajantasaisuuteen, minkä vuoksi toiminnanohjausjärjestelmiä tarjoavat yritykset, kuten esimerkiksi SAP AG, ovat kehittäneet palveluita helpottamaan ulkopuolisten moduulien liittämistä heidän ERP-järjestelmänsä. (Monk & Wagner 2009, 29.)



Toiminnanohjausjärjestelmän myötä tietovirta yrityksen sisällä kehittyy ja yrityksen sisäisten sidosryhmien yhteistyö on tehokkaampaa (Abas 2019). Sanna Nieminen tiivistää teoksessaan *Hyvä hankinta – parempi bisnes* (2016, 8.1) toiminnanohjausjärjestelmän tarkoituksen seuraavasti: ”Toiminnanohjausjärjestelmä auttaa yhtenäistämään ja automatisoimaan prosesseja”.

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi toiminnanohjausjärjestelmillä voidaan saavuttaa muun muassa seuraavia hyötyjä:

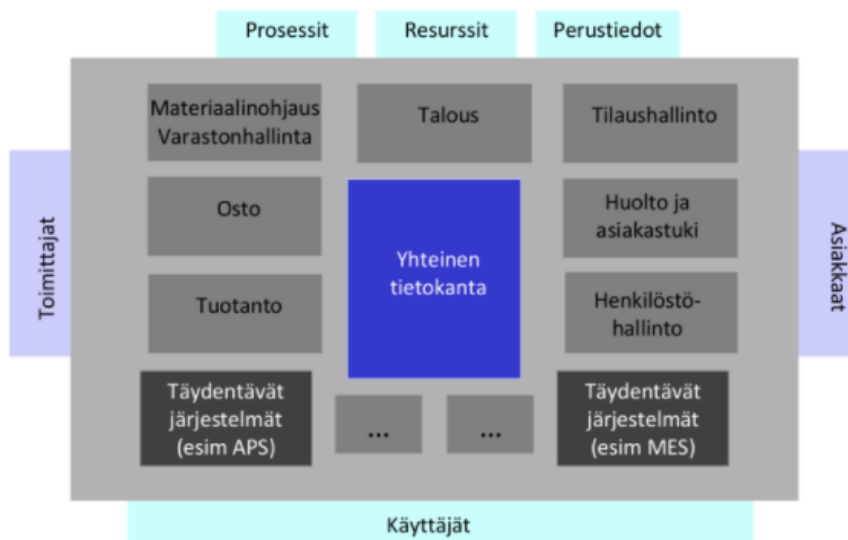
- Toiminnan tehokkuutta voidaan kasvattaa esimerkiksi karsimalla päällekkäistä työtä ja saavuttamalla parempi kapasiteetin käyttöaste.
- Tarkempi materiaalienohjaus ja pienemmät varastot auttavat kehittämään kannattavuutta.
- Asiakaspalvelun laadukkuus parantuu kun toimitusajat voidaan ilmoittaa varmaan, itse tarkistettavissa olevaan, tietoon pohjaten (Abas 2019).
- Tilaus-toimitusketjua voidaan yhtenäistää sekä helpottaa muuntautumiskykyä (Nieminen 2016, 8.1).

## 2.2 Toiminnanohjausjärjestelmän rakenne

Koko toiminnanohjausjärjestelmän ytimessä on yhteinen tietokanta. Kaikkien käyttäjäorganisaatioiden, kuten esimerkiksi tuotannon tai oston, syöttämät tiedot tallentuvat tähän tietokantaan. Tieto, jota järjestelmästä halutaan saada, pohjautuu siis siihen sisältöön, mitä sinne on syötetty. (Monk & Wagner 2009, 26.)

Koska toiminnanohjausjärjestelmät eivät aina sisällä kaikkia yrityksen vaatimia toimintoja tai ajan kuluessa huomataan, että järjestelmän ominaisuuksia tulisi laajentaa, voidaan siihen hankkia täydentäviä järjestelmiä korvaamaan näitä puutteita. Tällaisia täydentäviä järjestelmiä ovat esimerkiksi MES tai APS (Jenkins, päiväämätön). Myös täydentävät järjestelmät toimivat yhteisen tietokannan pohjalta.

Toiminnanohjausjärjestelmän rakenne on havainnollistettu kuvassa 1. Tieto liikkuu toiminnanohjausjärjestelmässä vaakasuoraan tavarantoimittajien, valmistavan yrityksen ja sen asiakkaiden välillä. Materiaalit ja tuotteet liikkuvat kuvatussa esimerkissä vasemmalta oikealle. (Monk & Wagner 2009, 23.)



Kuva 1. ERP-järjestelmän rakenne (Logistiikan maailma 2021)

### 2.3 Toiminnanohjausjärjestelmien valinta ja käyttöönotto

Nykypäivänä erilaisia toiminnanohjausjärjestelmiä on tarjolla runsaasti ja niiden keskinäinen vertailu yleisellä tasolla voi olla hyvin haastavaa. Kun yritys valitsee omaa toiminnanohjausjärjestelmää, on ensiarvoisen tärkeää tunnistaa yrityksen tarpeet järjestelmälle sekä yrityksen toiminnalle kriittiset piirteet ja ominaisuudet. Toiminnanohjausjärjestelmän implementointi ja käyttöönotto on usein hyvin vaativa ja kallis projekti, joka vaatii oman organisaation osaamisen kasvattamista sekä ulkopuolista asiantuntemusta. (Monk & Wagner 2009, 33.)

Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton kustannukset muodostuvat seuraavien tekijöiden pohjalta:

- yrityksen ja sen myötä ERP-järjestelmän koko
- tarvittavat laitepäivitykset tai uusien laitteiden hankinta
- ulkopuolisten asiantuntijoiden tarve ja heidän palveluiden kustannukset
- käyttöönoton vaatima aika ja sen aiheuttamat haitat yrityksen liiketoiminnalle
- käyttäjien koulutukset (Monk & Wagner 2009, 34).

Monk ja Wagner (2009, 34) kertovat teoksessaan esimerkin, jonka mukaan keskikokoiselle yritykselle, jolla on alle 1 000 työntekijää, toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto maksaisi yhteensä 10–20 miljoonaa ja kestäisi ajallisesti noin kaksi vuotta.

Jos valittu ERP-järjestelmä ei sisällä kaikkia tarvittavia toimintoja, ne voidaan liittää siihen erillisjärjestelminä. Vaikka ERP-järjestelmiä tarjoavien yritysten moduulivalikoima on usein hyvin laaja, voi yrityksellä olla tarvetta kehittää sen toimintoja vastaamaan paremmin kyseessä olevan yrityksen alan tarpeisiin ja haasteisiin. Kaikilla yrityksillä on omat uniikit tuotteensa tai palvelunsa, joiden tarkoitus on luoda kilpailuetua muihin saman alan toimijoihin verrattuna, ja tästä syystä usein myös toiminnanohjausjärjestelmän tulee olla jossain määrin uniikki. (Jacobs ym. 2011, 22.)

#### 2.4 Toiminnanohjausjärjestelmän laatu

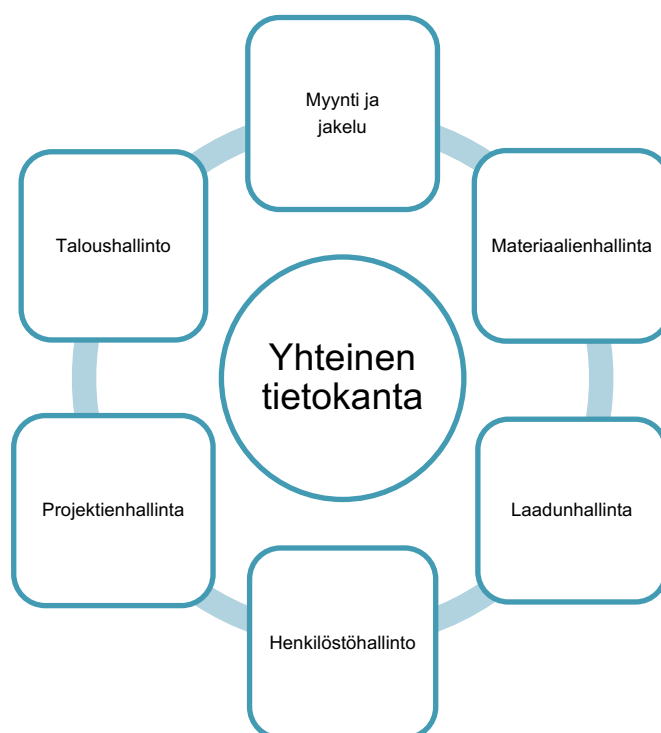
Toiminnanohjausjärjestelmän laadukkuutta voidaan määritellä neljän tekijän perusteella, jotka ovat monipuolisuus, yhtenäisyys, modulaarisuus ja tarkoituksenmukaisuus (Jacobs ym. 2011, 17). Käsitteet voidaan perustella seuraavasti:

- Järjestelmän tulee olla monipuolinen, jotta mahdollisimman moni tai kaikki yrityksen eri funktiot voivat hyödyntää sitä. Järjestelmän tulee pystyä seuraamaan esimerkiksi taloushallinnon toimia rahassa ja hankinnan toimia materiaaliyksikköinä. ERP:n tarjoaman tiedon tulee olla sellaisessa muodossa, että eri tarpeisiin järjestelmää käyttävät henkilöt hyötyvät sen käyttämisestä ja saavat sen kautta päivittäiseen työhönsä liittyvää tietoa.
- Yhtenäisyydellä tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin järjestelmä muuntaa yhden funktion toimien vaikutukset toiselle funktiolle. Esimerkkinä voidaan ajatella hankinta-toimen tekemän materiaalitulauksen vaikutusta tuotantosuunnitelman tekeväälle yksikölle.
- Modulaarisuus on hyvin olennainen ja nykypäivänä jo usein vakio-ominaisuus toiminnanohjausjärjestelmälle. Yrityksen vaatimukset toiminnanohjausjärjestelmälleen voivat muuttua vuosien saatossa, ja koska järjestelmän käyttöönotto on pitkä ja kallis prosessi, on hyvin tärkeää, että valitun järjestelmän toimintoja voidaan laajentaa tarpeiden mukaan joustavasti.
- Usein toiminnanohjausjärjestelmä hankitaan, koska halutaan helpottaa perinteisen tuotannosuunnittelun ja -hallinnan toimia. Järjestelmän tulee siis vastata näihin tarpeisiin mahdollisimman kattavasti. (Jacobs ym. 2011, 17.)

## 2.5 Toiminnanohjausjärjestelmän modulaarisuus

Toiminnanohjausjärjestelmä voidaan hankkia yhdeltä palveluntarjoajalta kokonaisuutena tai ostamalla yksittäisiä moduuleita eri palveluntarjoajilta yrityksen tarpeiden mukaisesti. Jos järjestelmä ”rakennetaan” monen eri toimijan moduuleista, voidaan varmistaa, että jokainen valittu moduuli on markkinoiden paras. Tämänkaltainen menettely on toisaalta usein paljon kalliimpi, kuin jos koko järjestelmä ostetaan yhdeltä palveluntarjoajalta, koska eri moduulien yhteensovittaminen vaatii ylimääräistä työtä ja asiantuntijuutta. Hankintahinta per moduuli on myös todennäköisesti kalliimpi kuin tilanteessa, jossa koko järjestelmä hankitaan yhdeltä toimijalta. (Jacobs ym. 2011, 18.)

Kuvassa 2 on esitelty yleisimpiä toiminnanohjausjärjestelmään liitettäviä moduuleja ja niiden keskeisimpiä toimintoja. Kuten on aiemmin mainittu, toiminnanohjausjärjestelmä on useimmiten modulaarinen ja koostuu useista, eri toimintayksiköiden käyttötärpeisiin vastaavista moduuleista. Moduulien laajuus vaihtelee yrityskohtaisesti, mutta yleisimpiä käytettyjä moduuleita ovat materiaalienhallinta, myynti ja jakelu, laadun hallinta, henkilöstöhallinto ja taloushallinto. (Shehab ym. 2004.) Näiden moduulien avulla yritys pystyy hallitsemaan koko tilaus-toimitusketjuaan siitä hetkestä, kun asiakastilaus saapuu, aina valmiin tuotteen toimitukseen asti.



Kuva 2. Toiminnanohjausjärjestelmän yleisimmät moduulit

### 3 MATERIAALIENOHJAUS ERP-JÄRJESTELMISSÄ

ERP-järjestelmän tärkein ominaisuus materiaalienohjauksen kannalta on materiaalien tarvelaskenta eli MRP. Modernit toiminnanohjausjärjestelmät ovat kehitetty pitkälti tarvelaskennan pohjalta, kun sen ominaisuuksia ja ulottuvuutta organisaatorajojen yli on haluttu kehittää. (Abas 2019.)

Materiaalien tarvelaskennan tarkoituksena on vastata seuraaviin kysymyksiin:

- *Mitä* tarvitaan?
- *Kuinka paljon* sitä tarvitaan?
- *Koska* se tarvitaan? (Arnold ym. 2012, 63.)

MRP kehittyi 1960- ja 1970-lukujen aikana yksinkertaisten varastohallintaohjelmien pohjalta. MRP-järjestelmä antoi tuotannonjohtajille mahdollisuuden suunnitella tuotantoa ja sen valmistukseen tarvittavien raaka-aineiden tarpeita. MRP-järjestelmä työsti tulevia myyntiennusteita käänteisessä järjestyksessä, jonka pohjalta tuotannonjohtaja laski tilausten valmistukseen vaadittavan ajan ja materiaalit sekä suunnitelmien mukaiset ostotilaukset tavarantoimittajille. (Monk & Wagner 2009, 20.)

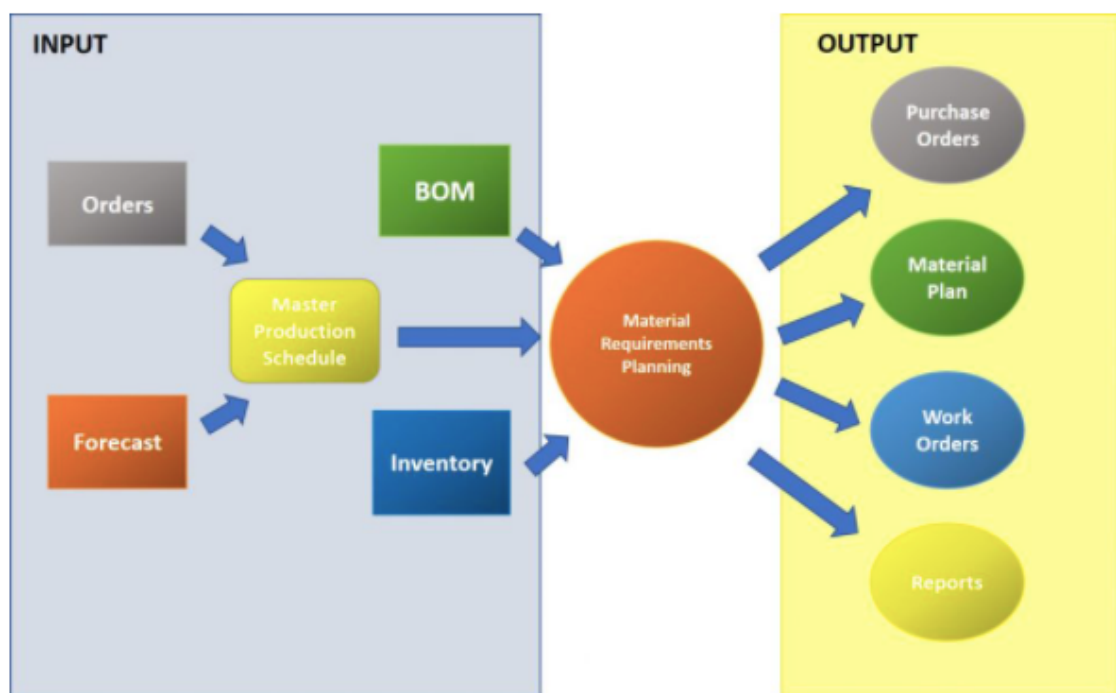
MRP toimii tuotantosuunnitelmaan pohjalta käänteisessä järjestyksessä muuntaen suunnitelman tarpeiksi, jotka kertovat, kuinka paljon raaka-aineita, alikokoonpanoja ja komponentteja tarvitaan tuotantosuunnitelman mukaisen aikataulun ja tavoitteiden saavuttamiseksi. MRP käsittelee tietokannasta löytyvää raakadataa, kuten esimerkiksi varastoitavien raaka-aineiden säilyvyysaikoja, ja tätä tietoa voidaan hyödyntää tuotannon suunnittelussa, kun mietitään esimerkiksi henkilöstö- ja materiaalit tarpeita. (Kenton 2020.)

#### 3.1 MRP:n tietolähteet ja käyttökohteet

Materiaalien tarvelaskennalle kriittinen tietolähde on tuoterakenne, josta puhutaan usein englanninkielisellä akronyymillä BOM (*Bill Of Materials*). Tuoterakenne sisältää kaikki alikokoonpanot, raaka-aineet ja komponentit, jotka tarvitaan tuotteen valmistamiseksi. Tuoterakenne siis tarkoittaa lopputuotteen ja sen valmistukseen käytettävien materiaalien suhteen. (Kenton 2020.)

Jotta valmistava yritys voi vastata asiakkaidensa kysyntään, sen tulee hallita hankittavia materiaalejaan strategisesti ja mahdollisimman pienillä kustannuksilla, koska kalliit resurssit pienentävät lopputuotteesta saatavaa katetta. Strateginen hankintatoimi edellyttää selkeää suunnitelmaa siitä, mitä ollaan valmistamassa ja kuinka paljon. (Kenton 2020.)

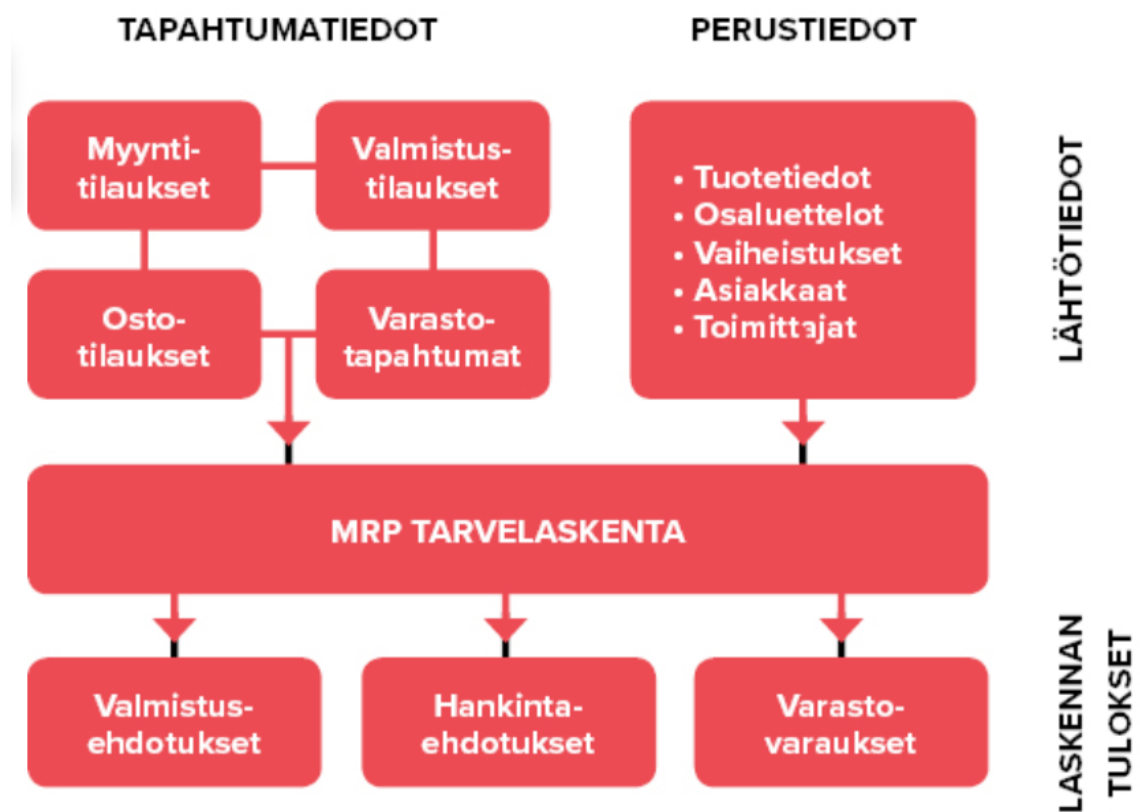
MRP:n tärkeimmät tietolähteet (*input*) ja siitä saatavan tiedon (*output*) käyttökohteet on havainnollistettu kuvassa 2. Koska MRP on nykypäivänä useimmiten osa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää, se käyttää pääasiallisena tietolähteenään toiminnanohjausjärjestelmän keskeistä tietokantaa. Kun tuotantosunnitelmaan syötetään uusi asiakas-tilaus, kaikki tuon asiakastilauksen täyttämiseen tarvittavat tiedot siirtyvät MRP:hen. (Jacobs ym. 2011, 4-8.) Näiden tietojen pohjalta MRP laskee tarvittavat materiaalit ja niiden ostotilaukset, työtilaukset tuotteen valmistamiseksi sekä mahdollisesti tarvittavat raportit (Smarthseet, päiväämätön).



Kuva 3. MRP:n tietolähteet ja sen luomat tiedot (Smartsheet, päiväämätön).

Tarvelaskentaa pidetään yleisesti koko toiminnanohjausjärjestelmän ytimenä, joka päivittyy jatkuvasti moduulien tapahtumien pohjalta. Tapahtumista, esimerkiksi varastonhallinnan kirjaama ostotilauksen vastaanotto, saatavan tiedon perusteella MRP laskee tulevat valmistus- ja hankintaehdotukset sekä varastovaraukset. (Nieminen 2016, 8.1.)

Kuvassa 4 on havainnollistettu tarvelaskennan merkitys toiminnanohjausjärjestelmässä. MRP:n tarvelaskennan lähtötiedot voidaan jakaa kahteen osaan, jotka ovat tapahtumätiedot ja perustiedot. Tapahtumätietoja ovat myynti-, osto- ja valmistustilaukset sekä varastotapahtumat. Perustietoja ovat tuotetiedot, osaluettelot, vaiheistukset sekä asiakas- ja toimittajatiedot. Näiden lähtötietojen pohjalta MRP käynnistää tarvelaskennan, jonka tuloksena ovat valmistus- ja hankintaehdotukset sekä varastovaraukset. (Nieminen 2016, 8.1.)



Kuva 4. Tarvelaskenta ERP-järjestelmän ytimenä (Nieminen 2016, 8.1).

### 3.2 MRP II

MRP II *Manufacturing Resource Planning* on järjestelmä, joka mahdollistaa nimensä mukaisesti yrityksen resurssien tehokkaan hyödyntämisen sekä resurssitarpeiden suunnittelun (Inman, päiväämätön). MRP II kehitettiin 1980-luvulla jatkoksi materiaalien tarvelaskennalle (MRP), koska haluttiin luoda järjestelmä, joka sitoo yhteen yrityksen kirjanpitojärjestelmät sekä materiaaliarpeiden ennusteet (Boehm 2020). Näiden kehitysaskelten ansiosta MRP II:ta käyttävät yritykset pystyivät entistä paremmin optimoimaan

rahavirtojaan, tarjoamaan tarkempaa tietoa muun muassa toimitusajoistaan sekä hallitsemaan henkilöstötarpeitaan ajantasaisesti kysynnän mukaan (Inman, päiväämätön).

### 3.3 Tarve- ja resurssien suunnittelun eroavaisuudet

Kuten on aiemmin sanottu, MRP II sisältää kaikki alkuperäisen MRP:n ominaisuudet, mutta tarjoaa niiden lisäksi monia muitakin yrityksen toiminnalle tärkeitä lisätoimintoja. Lisätoimintojensa ansiosta MRP II mahdollistaa kehittyneempää toimintaa esimerkiksi logistiikalle ja markkinoinnille.

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty MRP II:n ja MRP:n keskeiset toimintoerot. Alkuperäinen MRP sisälsi vain tuotantosuunnitelman, tuoterakenteen ja varaston seurannan. Edeltäjänsä toimintojen lisäksi MRP II pitää sisällään myös resurssien aikataulutuksen, kysynnän ennusteet, laadun seurannan, simulaatiot sekä liikekirjanpidon (Boehm 2020).

Taulukko 1. MRP II:n ja MRP:n keskeiset toiminnot.

Toiminto	MRP	MRP II
Tuotantosuunnitelma (MPS)	X	X
Tuoterakenne (BOM)	X	X
Varaston seuranta	X	X
Tarvittavien resurssien aikataulutus		X
Kysynnän ennusteet		X
Laadun varmistus		X
Liikekirjanpito		X
Simulaatiot		X

MRP II pystyy lisäominaisuuksiensa ansiosta luomaan alkuperäistä MRP:tä tarkemman arvion yrityksen toimintakapasiteetista, joihin muuttujat, kuten esimerkiksi tarvittavien resurssien aikataulutus, vaikuttaa merkittävästi (Boehm 2020). Resurssien



aikataulutuksen avulla tarkat tuotantosuunnitelmat on helpompi toteuttaa käytännössä, ja suorittavilla toiminnoilla on mahdollisuus raportoida työvaiheiden etenemistä. Resursien aikataulutus ottaa myös tuotantokapasiteetin huomioon, joskin tämä tapahtuu vasta kun MRP on jo laskenut alustavan tuotantoaikataulun. Tästä syystä joidenkin työvaiheiden suorittamiseen ei ole välttämättä varattu aikaa realistisesti. (IFM, päiväämätön.)

Merkittävä ominaisuus MRP II:ssa on sen kyky luoda simulaatioita. Näiden simulaatioiden avulla yritys voi ennakoita mahdollisia tuotannollisia haasteita ja vastata niin kutsuttuihin "mitä jos" -kysymyksiin. Simulaatioita voidaan hyödyntää esimerkiksi silloin, kun halutaan tietää kuinka kauan aikaa kuluisi tietyn tuotteen poikkeavan eräkoon valmistukseen. Mahdollisuus suorittaa simulaatioita antaa yritykselle selkeän kuvan sen vaihtoehdoista ja niiden todennäköisistä seurauksista (Inman, päiväämätön)

MRP II -ratkaisuihin kuuluu aiemmin mainittujen lisäominaisuuksien lisäksi myös muita hyödyllisiä lisäyksiä edeltäjäänsä verrattuna. Eräs merkittävä ominaisuus on *feedback*, jonka vuoksi MRP II:sta puhutaan usein *closed-loop* MRP:nä. Feedback eli palaute tarkoittaa sitä, että järjestelmä ottaa huomioon myös suorittavien toimintojen tilanteen ja vaikutukset tuotantosuunnitelmaan - kaikki toiminnot siis jakavat tietoa keskenään jatkuvasti. (IFM, päiväämätön.)

MRP II sisältää myös usein mahdollisuuden säätää eräkokoja tarpeiden mukaan. Erilaisia periaatteita eräkoon valintaan on monia, mutta yleisimpiä ovat muun muassa seuraavat: lot for lot, economic order quantity, periodic order quantity ja part period balancing. Edellä mainitut diskreetit eräkokojen hallinnan työkalut voivat auttaa yritystä laskemaan varastoarvojaan, mutta niiden ei tulisi kuitenkaan olla liian monimutkaisia tai työläitä, jotta saavutettu hyöty voidaan säilyttää. (Jacobs ym. 2011, 253-269.)

### **Syötetyn tiedon oikeellisuuden tärkeys**

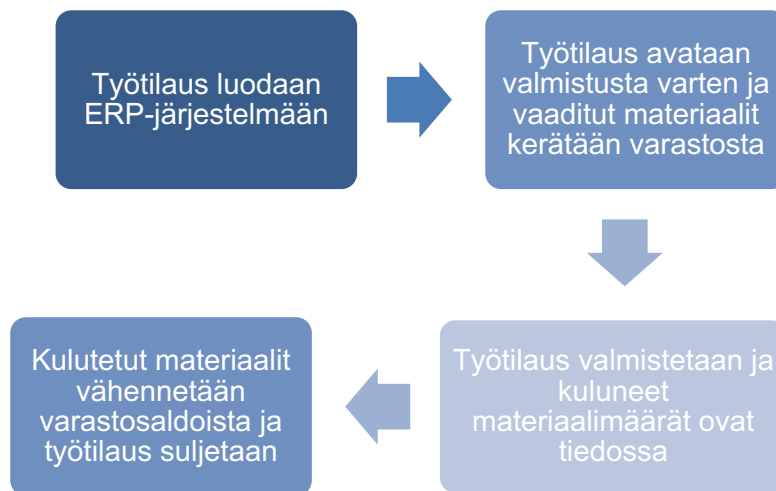
Koska MRP-, MRP II- sekä nykyään yleisesti käytössä olevat ERP-järjestelmät toimivat automaattisesti, mutta vaativat manuaalista tietojen syöttämistä, järjestelmään syötetyn tiedon laadukkuus on hyvin tärkeää tehokkaan toiminnan kannalta. Varsinkin nykyaikaisissa ERP-järjestelmissä on niin laajasti toimintoja, että kaikki keskenään hyvinkin erilaista työtä tekevät organisaation osat voivat hyödyntää samaa järjestelmää, mikä korostaa syötetyn tiedon oikeellisuuden tärkeyttä. Suositeltava tiedon tarkkuusprosentti onkin useiden palveluntarjoajien mukaan noin 95-98%. (IFM, päiväämätön.)

## 4 BACKFLUSH KÄSITTEENÄ

Backflush on yleinen materiaalienvähennys-menetelmä, joka löytyy useimmista yleisesti käytössä olevista toiminnanohjausjärjestelmistä. Siitä puhuttaessa käytetään usein englanninkielistä termiä ”*backflushing*”. Backflush tarkoittaa käytännössä materiaalien kohdistamista tuotantotilaukselle vasta kun kyseinen tilaus on suoritettu, jonka johdosta backflushingin käytön myötä valmiit tuotantotilaukset säilyvät usein toiminnanohjausjärjestelmässä vapauttamattomina. Menetelmän täysimittainen ja tarkoituksenmukainen käyttö edellyttää, että tuotantotilaukset, joissa sitä hyödynnetään ovat pitkiä ja työvaiheet sekä käytettävät materiaalit vakioituja. (Snapp 2012.)

### 4.1 Backflush-prosessi lyhyesti

Backflush-menetelmän prosessi on havainnollistettu alla olevassa kuvassa 5. Prosessin tarkoituksena on aiemmin mainitun mukaisesti kohdistaa kulutetut resurssit tuotantotilaukselle vasta kun kyseinen tilaus on valmis. Useimmiten ilmoitettavia tietoja ovat esimerkiksi tuotantotilauksen numero tai tunnus, vaaditut työvaiheet, käytetyt materiaalit, toteutuneet työtunnit ja romutukseen päätyneiden materiaalien määrä. (Snapp 2012.)



Kuva 5. Backflush-menetelmän prosessikaavio

## 4.2 Backflushin hyötyjä

Jotta backflush-menetelmällä voidaan saavuttaa tavoitellut hyödyt, tulee sen käyttökohde valita tarkasti. Menetelmää voidaan soveltaa moniin erilaisiin toimintoihin, sillä käytännössä sen ainoat erot preflush-menetelmään ovat materiaalikulutusten ajoitus prosessissa sekä tiettyjen prosessin toimien automatisointi. (Piasecki, päiväämätön.)

Yksi hyödyllinen käyttökohde backflush-prosessille on sellaiset tuotantotilaukset, joissa romutukseen joutuvien materiaalien määrä vaihtelee valmistuseräkohtaisesti. Kun työtilausta valmistetaan niin kauan, kunnes halutun laatuinen lopputuote on valmistettu, preflush-menetelmä vaatisi romutettujen materiaalien kirjaamisen ja kulutuksen joka kerta erikseen. Tämän kaltainen menettely vaatii huomattavasti lisätyötä sen sijaan, että kaikki romutukseen päätyneet tuotteet tai materiaalit kirjataan ja kulutetaan varastosaldoista kerralla, kun työtilaus on valmistettu onnistuneesti. (Piasecki, päiväämätön.)

Menetelmää hyödynnetään usein myös tuotantolinjoilla, joiden työtilausten läpimenoajat ovat pitkiä - useita päiviä tai jopa viikkoja. Tämän kaltaisia työtilauksia valmistaessa, menetelmän tuoma hyöty on siinä, että materiaaleja ei tarvitse kuluttaa varastosaldoista keskeneräiselle työlle, joka valmistuu vasta esimerkiksi kolmen viikon päästä. Kun materiaalit kulutetaan työtilaukselle, joka ei ole vielä valmistunut, niiden rahallinen arvo siirtyy *Work-In-Process*-varastoon (WIP). (Piasecki, päiväämätön.) WIP-varastojen saldoja halutaan yleisesti pitää mahdollisimman matalina, koska vaihto-omaisuuden valmistusastetta on hyvin vaikea arvioida ja se on prosessina hyvin työläs (Bragg 2020). Myös tilanteissa, joissa tuotantotilauksen valmistukseen tarvittavaa määrää materiaaleja ei ole saatavilla, kun työn valmistus aloitetaan, voi olla hyödyllistä käyttää backflush-menetelmää. Tällöin työtilauksen valmistukseen käytettävien materiaalien vähentäminen varastosaldoista aiheuttaisi kyseisten materiaalien varastosaldon muuttumisen negatiiviseksi. Tämän esimerkin hyödyllisyys edellyttää, että valmistukseen käytettyjä materiaaleja kirjataan ja kulutetaan säännöllisesti, esimerkiksi kerran päivässä, eikä vasta lopuksi, kun työtilaus on valmistettu. (Piasecki, päiväämätön.)

Jos tuotantolinjan tuotteiden valmistukseen käytetään esimerkiksi neste- tai jauhemuodossa olevia materiaaleja, tai muita materiaaleja, joiden tarkkaa kulutusta on hankala arvioida etukäteen, voidaan backflush-menetelmällä vähentää näiden materiaalien kulutuksesta aiheutuvaa manuaalista työtä. Esimerkkinä voidaan käyttää tilannetta, jossa työtilauksen aloitusvaiheessa työn valmistukseen varataan 100 grammaa ainetta x,

mutta kyseisen erän valmistus vaatii vain 80 grammaa. Tällöin ylijäänyt 20 grammaa täytyy palauttaa varastosaldoihin manuaalisesti. (Piasecki, päivämätön.)

Edellä lueteltuihin esimerkkeihin viitaten backflushin määritteleväksi eroksi preflushiin verrattuna voidaan tiivistää se, missä vaiheessa prosessia kulut kohdistetaan - backflushissa kulut kohdistetaan vasta kun tuotantotilaus on valmistunut, preflushissa ennen valmistusta. Tiivistetysti - backflush ei sido materiaaleja varastosaldoista keskeneräisille työtilauksille. Menetelmää voidaan hyödyntää tarvittaessa myös muihin työtilauksen valmistukseen käytettyihin resursseihin, kuten esimerkiksi työtunteihin. (Snapp 2012.)

## 5 PREFLUSH KÄSITTEENÄ

Preflush on backflushia yleisemmin käytetty menetelmä suorittaa materiaalivähennyksiä varastosaldoista ja se toimii prosessina käytännössä käänteisessä järjestyksessä backflushiin verrattuna. Termi *preflush* tarkoittaa työtilauksen valmistukseen tarvittavien materiaalien vähentämistä varastosaldoista työn aloitusvaiheessa. Dave Piasecki kuvaa preflush-menetelmää artikkelissaan Backflushing englanninkielisellä termillä ”preproduction issuing”, minkä lisäksi toinen yleisesti käytetty termi on ”goods issue”. (Saloodo, päiväämätön.) Tässä työssä edellä kuvatussa menetelmästä käytetään termiä preflush, koska se on Case-yrityksessä yleisesti käytetty. Backflush ja preflush ovat molemmat yksinkertaisuudessaan kaksi erilaista menetelmää, joilla on sama tavoite - vähentää käytetyt materiaalit varastosaldoista (Piasecki, päiväämätön).

### 5.1 Preflush-menetelmän toimintaperiaate

Kun työtilaus avataan yrityksen ERP-järjestelmään, syötetään järjestelmään erilaisia tietoja, jotka määrittävät mitä, millä aikataululla ja kuinka paljon ollaan valmistamassa. Syötettävät tiedot voivat vaihdella järjestelmästä tai valmistettavasta tuotteesta riippuen, mutta usein ne sisältävät vähintään valmistettavan tuotteen tuotenumeron, halutun määrän ja tavoitellun valmistumisajan. Näiden tietojen pohjalta järjestelmä luo työlle materiaalilistan kertomalla halutun valmistusmäärän kaikille tuoterakenteessa mainituille materiaaleille, osille ja komponenteille. (Piasecki, päiväämätön.)

Valmiin materiaalilistan pohjalta työn valmistukseen vaaditut materiaalit voidaan keräillä valitulla metodilla. Kun materiaalit on keräilty, ne kohdistetaan ERP-järjestelmässä suoritettavalle työtilaukselle, jonka jälkeen materiaalit voidaan kuluttaa varastosaldoista. Materiaalit on usein mahdollista kuluttaa kerralla yhtä ERP-järjestelmän transaktiota hyödyntäen, joskin tähän vaiheeseen on järjestelmä- sekä käyttäjäkohtaisia vaihtoehtoja. Kun käyttäjä suorittaa vähennyksen, järjestelmä vähentää valmistettavan tuotteen tuoterakenteen mukaiset materiaalit varastosaldoista, kertomalla työtilauksen mukaisen valmistettavien tuotteiden määrän tuoterakenteen materiaaleilla ja niiden tarvittavilla määrillä. Useimmissa järjestelmissä materiaalilistan määriä on mahdollista laskea tai kasvattaa ennen lopullista vähennystä tekemällä halutut muutokset valmistettavien lopputuotteiden määriin. (Piasecki, päiväämätön.) Tämä voi olla hyödyllistä esimerkiksi

tilanteessa, jossa työtilaus on jo ehditty lisäämään ERP-järjestelmään, mutta sen valmistamiseen tarvittavia materiaaleja ei ole saatavilla koko erän valmistukseen tai jos valmistettavaa eräkoko halutaan kasvattaa. Materiaaleja on mahdollista kuluttaa myös yksittellen, jos se katsotaan tarpeelliseksi. (Piasecki, päiväämätön.)

Koska preflush-menetelmää ajatellaan usein MRP- tai sen sisältävän ERP-järjestelmän standardiominaisuutena, prosessi on järjestelmästä riippumatta hyvin pitkälti samankaltainen. Yrityskohtaisia eroja menetelmän soveltamiseen voi kuitenkin olla, esimerkiksi jos tuotannossa käytetään työpistevarastoja (POUS). Materiaalien kulutus varastosaldoista voi myös olla yhden tai useamman nimetyt henkilön vastuulla, vaikka he eivät suorittaisikaan materiaalien fyysistä keräilyä työtilausta varten. (Piasecki, päiväämätön.)

## 5.2 Preflush-menetelmän prosessikaavio

Preflush-menetelmän prosessikaavio on esitetty kuvassa 6 sen perinteisintä variaatiota noudattaen. Prosessin alussa avataan valmistettava työtilaus, johon syötetään halutut parametrit. Järjestelmä luo näiden parametrien pohjalta tilaukselle materiaalilistan, jonka perusteella tarvittavat materiaalit keräillään varastosta ja vähennetään varastosaldoista.



Kuva 6. Preflush-menetelmän prosessikaavio

## 6 NYKYTILA KOHDEYRITYKSESSÄ

Case-yritys on osa globaalia suuryritystä, jonka toimiala on hyvin monitahoinen ja nopeasti muuttuva. Luonteensa vuoksi, alalla toimiminen edellyttää yrityksiltä tehokasta ja laajaa toimittajaverkosta sekä joustavasti muunneltavaa tuotantoa - näiden seikkojen painoarvo tulee ilmi korostetusti tämän työn aiheessa.

Tehokas toimittajaverkosto takaa Case-yritykselle materiaaleja tuotteiden valmistamiseen siinäkin tilanteessa, jos ennakoimaton materiaalien vähennys tehdään ennen kuin uusia materiaaleja on ehditty hankkimaan. Joustavan tuotannon ansiosta tilanne, jossa materiaaleja ei ole saatavilla lyhyellä varoitusaajalla yhdeltäkään tavarantoimittajalta, ei aiheuta tuotannonseisausta vaan työtilauksia ja -vaiheita voidaan uudelleen järjestellä saatavilla olevien materiaalien mukaan.

Case-yritys valmistaa tuotteitaan useilla tuotantolinjoilla, jotka jakautuvat ylätasolla kahdeksi, keskenään hyvin erilaiseksi tuotekokonaisuudeksi. Tässä työssä vertailun kohteeksi valittiin molemmista tuotekokonaisuuksista yhdet tuotantolinjat, joihin viitataan termeillä Tuotantolinja A ja -B.

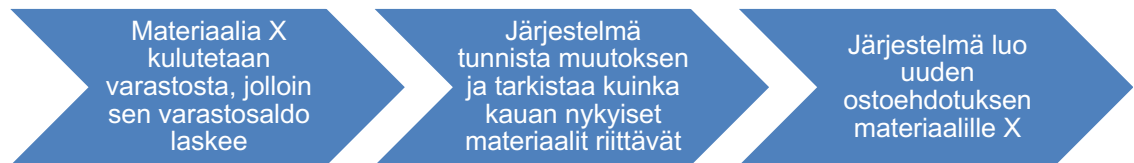
### 6.1 Materiaalien kulutus ja käytetyt menetelmät

Opinnäytetyön aloitushetkellä Case-yrityksessä käytetään tuotantolinjasta riippuen kahta erilaista menetelmää kuluttaa materiaaleja varastosaldoista. Tuotantolinja A käyttää niin sanottua ”backflush”-menetelmää, jossa tarvittavat materiaalit vähennetään materiaalisaldoista vasta kun työ on suoritettu. Tämä menettely aiheuttaa toistuvasti tilanteita, joissa hankintatoimi ja tuotannosuunnittelu eivät ehdi reagoimaan tuleviin materiaalitilanteisiin riittävän aikaisin. Tuotantolinjalla A oli aikanaan testattu myös preflush-menetelmää, mutta se koettiin tuolloin aikaa vieväksi ja työläämmäksi. Tästä syystä johtuen backflush muodostui vakiomenetelmäksi tuotantolinjalla A.

Syntyvät materiaalipuutteet aiheuttavat usein tuotannon uudelleenajoituksia, kun suunniteltua työtä ei päästäkään materiaalipuutteen vuoksi aloittamaan alkuperäisen aikataulun mukaan. Pahimmassa tapauksessa materiaalipuutteet voivat aiheuttaa tuotannon totaalisen seisahtumisen, josta aiheutuvat kustannukset voivat olla hyvinkin huomattavat.

Backflush-menetelmää käytetään tuotantolinjalla A, koska työn valmistamiseen tarvittavat materiaalmäärät voivat vaihdella työstä riippuen ja preflush-menetelmän käyttö vaatisi ylimääräisiä työvaiheita. Työtilausten valmistukseen käytettävät materiaalit ovat myös eräkohtaisia, mikä rajoittaa niiden käytettävyyttä tietyssä määrin. Osa työtilauksista edellyttää, että niiden valmistukseen käytetään vain tiettyä materiaalierää - jos tämän kaltaisen tilauksen valmistamiseen tarvittavaa materiaalia ei ole saatavilla yhdestä erästä, tilausta ei voida valmistaa.

Tuotantolinja B käyttää materiaalien kulutukseen preflush-menetelmää. Kyseisessä menetelmässä työn valmistamiseksi tarvittavat materiaalmäärät varataan materiaalisaldoista samaan aikaan, kun kyseinen työ luodaan toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä käynnistää toiminnanohjausjärjestelmässä prosessin, jossa järjestelmä tunnistaa muutuneen varastosaldon ja luo uuden ostoehdotuksen kyseisille materiaaleille varaston täydentämiseksi. Prosessi on esitetty yksinkertaistetusti kuvassa 7.



Kuva 7. Ostoehdotuksen muodostuminen

Preflush-menetelmän hyödyksi voidaan katsoa sen tuoma lisäaika hankintatoimelle ja tuotannonsuunnittelulle. Kun tieto tulevista materiaalitarpeista ja todellisista ajantasaisista varastosaldoista on edellä mainituilla toiminnoilla ajoissa, ne pystyvät reagoimaan muutoksiin hyvissä ajoin, ja sen myötä välttämään mahdollisen materiaali puutteen. Preflush-menetelmää voidaan hyödyntää tuotantolinjalla B helposti, koska työn valmistukseen vaadittujen materiaalien määrä on vakioitu, minkä lisäksi ne ovat perusominaisuuksiltaan hyvin erilaisia kuin tuotantolinjalla A käytetyt materiaalit.



## 6.2 Preflush-menetelmän tunnistetut kehityskohteet

Tuotantolinjalla B käytettävä preflush-menetelmä on todettu kokonaisuudessaan onnistuneeksi valinnaksi, mutta kehityskohteita on kuitenkin havaittu tuotannosuunnittelijoiden toimesta. Mainittavimman haasteen muodostavat sarjanumeroseurattavat materiaalit, koska niiden kohdistaminen tuotantotilaukselle ennen tilauksen valmistumista on paikoin hankalaa. Esimerkiksi tilanteet, joissa joku tällainen osa joudutaan vaihtamaan toiseen kesken tuotantotilauksen valmistuksen, aiheuttavat monivaiheisen prosessin oikeiden tietojen päivittämiseksi. Kyseiseen ongelmaan ei kuitenkaan tässä työssä lähdetty etsimään ratkaisua, sillä se olisi edellyttänyt poikkeuksellisen laajavaikutteista ja pitkää muutosprosessia, jonka pääasiallinen huomio olisi materiaalienkulutusmenetelmien sijasta ollut materiaalien varastoinnissa ja varastosaldojen ylläpidossa.

## 6.3 Backflush-menetelmän tunnistetut kehityskohteet

Tuotantolinjalla A käytettävä backflush-menetelmä johtaa usein tilanteeseen, jossa materiaali tai raaka-aine loppuu varastoista yllättäen kokonaan, eikä korvaavaa erää ole vielä ehditty toimittamaan tai edes tilaamaan.

Lähes kaikille, edes jokseenkin säännöllisesti käytetyille materiaaleille, on määritelty puskurivarasto. Puskurivaraston tarkoituksena on kattaa kyseisen materiaalin käyttötarpeet äkillisen puutteen sattuessa. Puskurivarastoja ei kuitenkaan hyödynnetä kaikkien materiaalien hallinnassa - esimerkiksi harvoin käytettyjä ja/tai hyvin kalliita materiaaleja ei haluta varastoida jatkuvasti. Suuri osa tuotantolinjalla A käytetyistä materiaaleista tulisi käyttää materiaalin valmistajan määrittelemän säilyvyysajan puitteissa. Jos kulutus on epäsäännöllistä, on riskinä, että kyseinen materiaali menee käyttökelvottomaksi ennen kuin sitä voitaisiin hyödyntää tuotannossa. Tämä ongelma korostuu sen mukaan, mitä kalliimpi materiaali on kyseessä, mutta myös hyvin säilyvien materiaalien kohdalla korkea hankintahinta voi muodostaa haasteita. Koska myös jalostettuina luovutettaviksi hankitut materiaalit lasketaan mukaan yrityksen vaihto-omaisuuteen (Kirjanpitolaki 1997, 4. luku 4 §), ei kalliiden materiaalien jatkuva varastointi ole kannattavaa, jos käyttöä niille ei ole. Poikkeuksen tähän seikkaan muodostavat kuitenkin sellaiset materiaalit, joiden hankkiminen on korostetun haasteellista, esimerkiksi pitkän toimitusajan vuoksi.

Tuotannosuunnittelun osalta backflush-menetelmä on todettu paikoin haastavaksi, koska materiaalit näkyvät varastosaldoissa vapaasti käytettävänä, vaikka niitä olisi todellisuudessa jo varattu, tai jopa käytetty, aloitetuille tuotantotilauksille. Tämän vuoksi tuotantotilauksia saatetaan suunnitella tuotteille, joiden materiaaleja ei todellisuudessa ole vielä käytettävissä ja uudet materiaalierät voivat saapua vasta kuukausien päästä. Tästä seuraa tuotannon uudelleenajoituksia ja sen myötä lisäntyynyttä työmäärää aiemmin mainituille organisaatioille.

## 7 MENETELMIEN VERTAILU

Materiaalienvähennysmenetelmien vertailun ensisijaiseksi vertailukohteeksi valittiin prosessin suorittamiseen kuluva aika, käyttäen sekä preflush-, että backflush-menetelmiä.

Koska materiaalienkulutuksia suorittaa molemmilla tuotantolinjoilla nimetyt työntekijät, kulutusprosessiin kuluva aika olisi voitu selvittää seuraamalla heidän työskentelyään ja kellottamalla tulos. Tämä tapa olisi sisältänyt kuitenkin muutaman, tulosten luotettavuuden kannalta huomionarvoisen muuttujan.

Tulosten luotettavuuteen vaikuttaviksi tekijöiksi katsottiin tuotantotilauksella valmistettavan tuotteen tuoterakenne ja sen myötä suoritettavien kulutuksien määrä per tuotantotilaus sekä kulutuksen tekevän työntekijän kokemus kyseisestä työtehtävästä. Näiden muuttujien lisäksi opinnäytetyön teon aikana vallinneen COVID19-pandemian vuoksi Case-yrityksessä pyrittiin välttämään eri osastojen työntekijöiden kontakteja mahdollisuuksien mukaan. Tämän ehkäisykeinoon vuoksi materiaalikulutuksia tekevien työntekijöiden olisi pitänyt kellottaa itse prosessiin kulunut aika ja raportoida se tämän työn teki-jälle, mikä olisi asettanut kellotuksien tuloksien luotettavuuden kyseenalaiseksi.

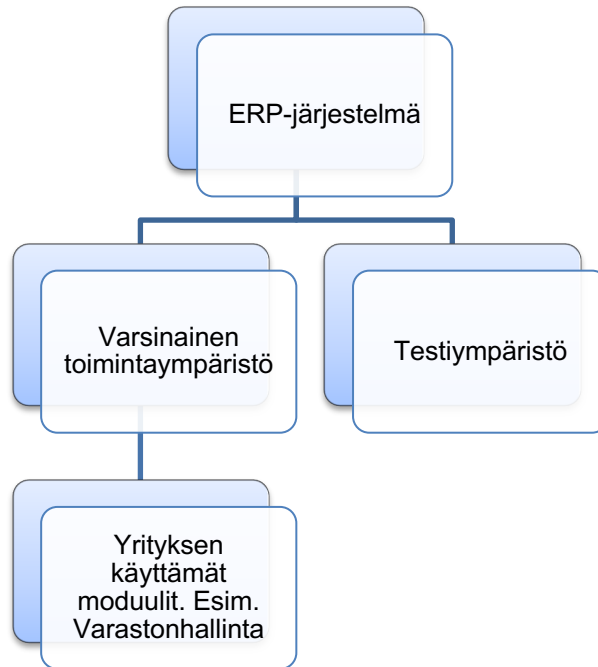
Näiden tekijöiden johdosta menetelmien vertailu päätettiin suorittaa opinnäytetyön tekijän toimesta Case-yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän testikannassa, käyttämällä samoja transaktioita kuin mitä nimetyt tuotannon työntekijätkin käyttävät.

### 7.1 Testausympäristö

Testausympäristö on varsinaisen toimintaympäristön rinnakkainen kopio toiminnanohjausjärjestelmässä. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi uusien lisäosien parametrien tai moduulien testaamiseen, suurien tietomäärien siirroissa sekä uusien työntekijöiden koulutuksessa. Testausympäristöstä puhutaankin usein termillä ”hiekkalaatikko”. Testausympäristö mahdollistaa muun muassa edellä mainittujen toimien testauksen ilman, että yrityksen päivittäiseen toimintaan vaikuttavaa dataa joudutaan muuttamaan mikä voisi muodostaa riskin yrityksen toiminnalle (Jovaco 2017).

Case-yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän testikanta on uusien toimintojen, moduulien ja lisäosien testaamiseen tarkoitettu erillinen tietokanta ERP:ssä. Se sisältää kaikki samat toiminnot ja ominaisuudet, kuin päivittäisessä työskentelyssäkin käytetty

”varsinainen” ympäristö. Testikantaa päivitetään tarpeen mukaan ajamalla sinne kaikki päivittäin käytettävässä tietokannassa oleva data, jotta suoritettavat testit voidaan tehdä realistisilla parametreilla ja tulokset ovat suoraan verrattavissa käytännön tekemiseen.



Kuva 8. Testiympäristö osana ERP-järjestelmää

## 7.2 Testauksessa käytetyt transaktiokoodit

Toiminnanohjausjärjestelmässä voidaan siirtyä päävalikosta haluttuun toimintoon käyttämällä transaktiokoodia, tutummin *transaktioita*. Transaktio yhdistää halutun toiminnon hakemisen sekä käynnistämisen yhdeksi toiminnoksi. Transaktiot toimivat siis ikään kuin oikopolkuina haluttuun toimintoon siirtyessä.

Transaktiot voivat sisältää kirjaimia, erikoismerkkejä ja numeroita. Niiden pituus voi vaihdella riippuen yrityksen moduuleista ja mahdollisista lisäominaisuuksista, mutta ne sisältävät aina vähintään neljä merkkiä. Case-yrityksen käyttämien materiaalienkulutusmenetelmien vertailu toteutettiin käyttämällä seuraavaa kolmea transaktiota:

- CO01                      Create production order
- CO02                      Change production order
- MB1A                      Goods withdrawal

### 7.3 Preflush-menetelmän kellotus

Materiaalien konkreettinen vähennys varastosaldoista suoritetaan menetelmästä riippuen, joko tuotantoprosessin aluksi tai lopuksi. Ensimmäisenä testattiin tuotantolinjalla B käytettyä preflush-menetelmää, jotta saatiin selville, kuinka paljon aikaa materiaalien vähentämiseen kuluu, kun se tehdään kertaalleen, ennen tuotantotilauksen valmistusta. Testattavalla tuotantotilauksella valmistettavaan tuotteeseen viitataan termillä puolivalmiste X.

Preflush-menetelmän testauksen kohteeksi valittiin tuotantotilaus 2742279, jolla valmistettiin viisi litraa puolivalmistetta X. Puolivalmisteen X tuoterakenne sisältää kuutta eri materiaalia, joiden varastotasot pyritään pitämään melko korkeina mahdollisten materiaalipuutteiden ehkäisemiseksi. Kellotuksessa mitattiin aikaa siitä hetkestä, kun tuotantotilaus avataan ERP-järjestelmään, siihen hetkeen asti, kun tuotantotilauksen suorittamiseen tarvittavat materiaalit on vähennetty varastosaldoista. Kellotuksessa ohitettiin tietoisesti materiaalien keräilyvaihe, koska siihen vaikuttavat monet kulutusmenetelmästä riippumattomat tekijät, kuten esimerkiksi materiaalien varastopaikka sekä niiden keräilyjärjestys.

Kellotus aloitettiin avaamalla puolivalmisteen X tuotantotilaus 2742279 ERP-järjestelmään. Tuotantotilauksen avaamiseen käytettiin transaktiota CO01. Tässä vaiheessa järjestelmään tulee syöttää seuraavat tiedot:

- Kuinka paljon puolivalmistetta X halutaan valmistaa?
- Koska tuotantotilauksen valmistus aloitetaan ja koska sen tulisi olla valmis?

Kuvassa 9 on kuvakaappaus ERP-järjestelmän transaktiosta CO01, kun tuotantotilaus on avattu, ja haluttu määrä puolivalmistetta X sekä tuotantoaika on määritetty.

**Production order Create: Header**

Material Capacity

Order %00000000001 Type PP01  
 Material 13806436 Plant FI11  
 Status CRTD BCRQ MANC SETC  
 User Status OPEN

General Assignment Goods Receipt Control Dates/Qties Master Data Long Text Administration

**Quantities**

Total Qty 5 Scrap Portion 0,00 %  
 Delivered 0 Short/Exc. Rcpt 0

**Dates/Times**

	Basic Dates		Scheduled		Confirmed	
End	12.04.2021	00:00	23.04.2021	24:00		
Start	12.04.2021	00:00	12.04.2021	00:00		00:00
Release			12.04.2021			

**Scheduling**

Type 1 Forwards  
 Reduction No reduction carried out  
 Note Basic finish date is before scheduled finish  
 Priority

**Floats**

Sched. Margin Key 000  
 Float Bef. Prdn Workdays  
 Float After Prdn Workdays  
 Release Period Workdays

Kuva 9. Transaktion CO01-näkymä

Kun edellä mainitut tiedot oli syötetty järjestelmään, seuraava vaihe oli tarkistaa mitä materiaaleja puolivalmisteen X tuoterakenteeseen kuuluu, ja onko niitä saatavilla tarpeeksi valmistettavaan määrään nähden. Tuoterakenne-näkymään siirryttiin painamalla kuvan 10 oikeassa ylänurkassa rajattua "Component overview"-painiketta. Materiaalien saatavuus voitiin tarkistaa painamalla kuvassa 9 rajattua "Material"-painiketta, joka käynnisti toiminnon *check material availability*. Kuvan 10 alareunassa oleva ilmoitus kertoi, että kaikkia materiaaleja oli saatavilla riittävästi tuotantotilauksen valmistamiseksi.

Tuotantotilaus voitiin näiden tietojen perusteella vapauttaa, jolloin sille muodostui oma yksilöity tunniste: 2742279. Seuraavaksi siirryttiin transaktioon MB1A, jossa tuotantotilauksen valmistukseen tarvittavat materiaalit voitiin vähentää varastosaldoista. Jos kyseessä olisi oikea valmistettava tuotantotilaus, olisi tässä vaiheessa keräiltävä tuoterakenteeseen kuuluvat materiaalit valmistusta varten. Keräilyvaihe kuitenkin ohitettiin tässä testauksessa aiemmin perusteltujen syiden vuoksi.

**Production Order Create: Component Overview**

Material Capacity Components

Order: %000000000001 Type: PP01  
 Material: 13806436 Plant: FI11

Filter: NO\_FIL No Filter Sorting: ST\_STA Standard Sort

Component Overview

Item	Component	Description	Reqmt Qty	U...	I...	Op...	Seq...	Plant
0010	11102002		30.275,000	MG	L	0010	0	FI11
0020	11101003		45.000,000	MG	L	0010	0	FI11
0030	11101004		14.500,000	µL	L	0010	0	FI11
0040	11103585		50,000	G	L	0010	0	FI11
0050	11101026		2.500,000	MG	L	0010	0	FI11
0060	11101002		0,001	MG	L	0010	0	FI11
0070								
0080								
0090								
0100								
0110								
0120								
0130								
0140								
0150								
0160								
0170								
0180								
0190								
0200								
0210								
0220								
0230								
0240								

Component

Entry 1 / 6

All checked materials in order are available

Kuva 10. Tuoterakenne-näkymä transaktiossa CO01

MB1A:ssa edettiin aiemmin avatulle tuotantotilaukselle syöttämällä tuotantotilauksen numero hakukenttään "To order" (ks. kuva 11). Avautuvassa näkymässä oli dokumentti, mihin oli listattu kaikki tilaukselle varatut materiaalit ja niiden määrät, joiden paikkansapitävyys tuli vielä tässä vaiheessa tarkistaa virheiden varalta. Kuvakaappaus materiaali-dokumentista on esitetty kuvassa 12.

**Enter Goods Issue: Initial Screen**

QA8(1)/400 Reference: Order

Order	SLoc	S	By-Prds	Op. sel.	FIs	Extended s
2742279				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Find reservations

Material

Plant

Requirement Date

By-Products

Kuva 11. Transaktion MB1A-siirtymävalikko

**Enter Goods Issue: Selection Screen**

Movement Type  GI for order

Order

Recipient

Reservation

Items

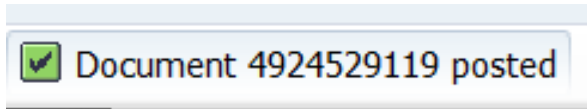
F	Item	Material	Quantity	UnE	SLoc	Batch	Re	Plnt	Itm	FIs
<input checked="" type="checkbox"/>	1	11102002	30.275,000	MG	2148	2000248224		FI11	1	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	2	11101003	45.000,000	MG	2148	2000237996		FI11	2	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	3	11101004	14.500,000	uL	2148	2000242389		FI11	3	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	4	11103585	50,000	G	2148	2000243682		FI11	4	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	5	11101026	2.500,000	MG	2148	2000239860		FI11	5	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	6	11101002	1,000	MG	2148	2000239862		FI11	6	<input type="checkbox"/>

Entry 1 of 6

Kuva 12. Materiaalidokumentti transaktiossa MB1A



Koska virheitä ei ollut, voitiin dokumentti tallentaa sellaisenaan. Järjestelmä loi automaattisesti kyseiselle materiaalienkulutusdokumentille oman tunnisteen 4924529119, joka vahvisti sen, että kyseisellä dokumentilla olleet materiaalit vähennettiin varastosaldoista tuotantotilaukseen 2742279 vasten (ks. kuva 13). Käytännössä, tuotantotilaus 2742279 olisi nyt siinä vaiheessa, että sen valmistaminen voitaisiin aloittaa.



Kuva 13. Transaktion MB1A luoma tunnistus

Yllä kuvattu testiprosessi toistettiin identtisillä parametreilla kolme kertaa. Testien tuloksena havaittiin, että aikaa materiaalien kulutukseen preflush-menetelmää hyödyntäen kului testikerrasta riippuen 45 - 47 sekuntia. Näin ollen keskiarvoksi muodostui 46 sekuntia.

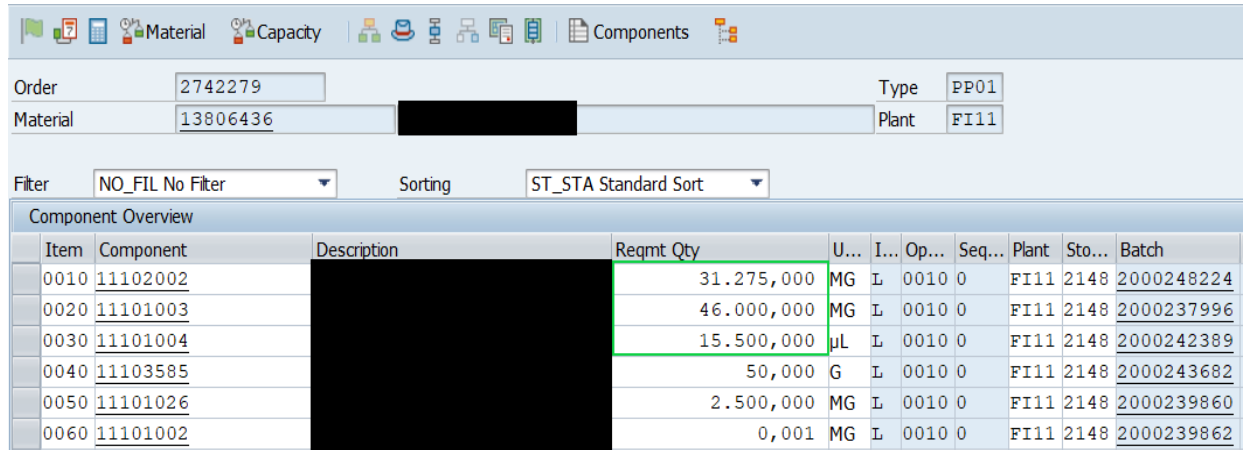
Vaikka tuotantotilauksen valmistukseen käytettävät materiaalit vähennetään varastosaldosta preflush-menetelmässä heti, kun tilaus avataan ERP-järjestelmään, vähennys ei kuitenkaan ole lopullinen. Jos materiaaleja kuluu jostain syystä enemmän tai vähemmän kuin on suunniteltu, voidaan niitä palauttaa varastosaldoihin tai vähentää lisää tarpeiden mukaan. Tämän tiedon pohjalta haluttiin testata myös se, kuinka paljon aikaa prosessin suorittamiseen kuluu, jos materiaalmääriä tarvitseekin muuttaa jälkikäteen.

Seuraavassa testauksessa tuotantotilauksen 2742279 valmistukseen käytettyjä materiaalmääriä muutettiin taulukon 2 mukaisesti - testitilanteessa kolmea vihreällä korostettua materiaalia olisi siis kulunut suunniteltua enemmän ja kahta punaisella korostettua, suunniteltua vähemmän. Keltaisella korostetun materiaalin 11101002 määrä pidettiin ennallaan.

<b>Materiaali</b>	<b>Oletusmäärä</b>	<b>Korjattava määrä</b>	<b>Varastoyksikkö</b>
11102002	30.275,000	31.275,000	Milligramma
11101003	45.000,000	46.000,000	Milligramma
11101004	14.500,000	15.500,000	Mikrolitra
11103585	50,000	49,000	Gramma
11101026	2.500,000	2.400,000	Milligramma
11101002	0,001	-	Milligramma

Taulukko 2. Tuotantotilaukselle 2742279 korjatut määrät.

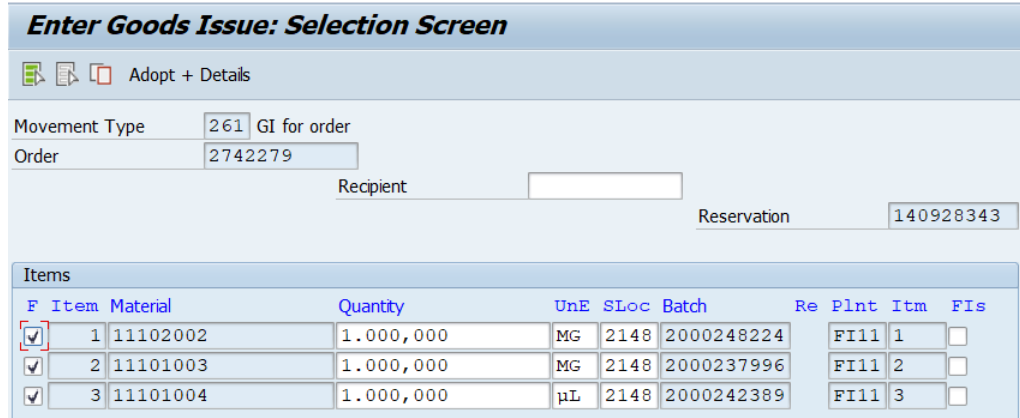
Testaus aloitettiin korjaamalla niiden materiaalien määrät transaktiossa CO02, joissa aiemmin vähennettyä, tuoterakenteen vaatimaa oletusmäärää, haluttiin kasvattaa. Nämä materiaalit olivat 11102002, -1003 ja -1004.



Item	Component	Description	Reqmt Qty	U...	I...	Op...	Seq...	Plant	Sto...	Batch
0010	11102002		31.275,000	MG	L	0010	0	FI11	2148	2000248224
0020	11101003		46.000,000	MG	L	0010	0	FI11	2148	2000237996
0030	11101004		15.500,000	µL	L	0010	0	FI11	2148	2000242389
0040	11103585		50,000	G	L	0010	0	FI11	2148	2000243682
0050	11101026		2.500,000	MG	L	0010	0	FI11	2148	2000239860
0060	11101002		0,001	MG	L	0010	0	FI11	2148	2000239862

Kuva 14. Materiaalimäärien kasvatus transaktiossa CO02

Kun määrät oli kyseisten materiaalien osalta korjattu, päivitetty määrät täytyi vielä vähentää varastosaldoista käyttäen transaktiota MB1A.



**Enter Goods Issue: Selection Screen**

Movement Type: 261 GI for order  
 Order: 2742279  
 Recipient:   
 Reservation: 140928343

F	Item	Material	Quantity	UnE	SLoc	Batch	Re	Plnt	Itm	FIs
<input checked="" type="checkbox"/>	1	11102002	1.000,000	MG	2148	2000248224		FI11	1	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	2	11101003	1.000,000	MG	2148	2000237996		FI11	2	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	3	11101004	1.000,000	µL	2148	2000242389		FI11	3	<input type="checkbox"/>

Kuva 15. Kasvaneiden materiaalmäärien vähennys transaktiolla MB1A

Tässä vaiheessa niiden materiaalien osalta, joita oli kulunut suunniteltua enemmän, tarvittavat toimenpiteet oli tehty - näihin muutoksiin oli kulunut aikaa 26 sekuntia. Koska testauksessa haluttiin kuitenkin ottaa huomioon myös tilanteet, joissa materiaalia olisi kulunut suunniteltua vähemmän, jatkettiin testausta palauttamalla materiaaleja 11103585 ja -1026 varastosaldoihin. Tämä korjaus suoritettiin transaktiolla MB1A.

**Enter Goods Issue: Selection Screen**

Adopt + Details

Movement Type  RE for order  
 Order

Recipient

Reservation

F	Item	Material	Quantity	UnE	SLoc	Batch	Re	Plnt	Itm	FIs
<input type="checkbox"/>	1	11102002	31.275,000	MG	2148	2000248224	FI11	1		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	2	11101003	46.000,000	MG	2148	2000237996	FI11	2		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	3	11101004	15.500,000	μL	2148	2000242389	FI11	3		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	4	11103585	1,000	G	2148	2000243682	FI11	4		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	5	11101026	100,000	MG	2148	2000239860	FI11	5		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	6	11101002	1,000	MG	2148	2000239862	FI11	6		<input type="checkbox"/>

Kuva 16. Materiaalien palautus varastosaldoihin transaktiolla MB1A

Tässä vaiheessa ylimääräiset materiaalmäärät oli palautettu varastosaldoihin, mutta ne olivat edelleen varattuna tuotantotilauksella 2742279 (ks. kuva 17 "Committed quantity"). Määrät tuli siis käydä vielä päivittämässä oikeaksi tuotantotilaukselle. Määrien päivitys tehtiin transaktiossa CO02, kuten aiemmissakin testivaiheissa.

Order  Type   
 Material  Plant

Filter  Sorting

Item	Component	D...	C...	P...	D..	B..	T...	Fi...	Item ID	Committed Quantity	Quantity Withdrawn	Reqmt Date	Time Qty...
0010	11102002	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input checked="" type="checkbox"/>	00000001	1.000,000	31.275,000	12.04.2021	00:00:00
0020	11101003	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input checked="" type="checkbox"/>	00000002	1.000,000	46.000,000	12.04.2021	00:00:00
0030	11101004	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input checked="" type="checkbox"/>	00000003	1.000,000	15.500,000	12.04.2021	00:00:00
0040	11103585	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input type="checkbox"/>	00000004	50,000	49,000	12.04.2021	00:00:00
0050	11101026	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input type="checkbox"/>	00000005	2.500,000	2.400,000	12.04.2021	00:00:00
0060	11101002	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X			<input checked="" type="checkbox"/>	00000006	0,001	0,001	12.04.2021	00:00:00

Kuva 17. Tuotantotilaukselle varatut materiaalit transaktiossa CO02

Order	2742279		Type	PP01
Material	13806436		Plant	FI11
Filter	NO_FIL No Filter	Sorting	ST_STA Standard Sort	
Component Overview				
Item	Component	Description	Reqmt Qty	U... I... Op... Seq...
0010	11102002		31.275,000	MG L 0010 0
0020	11101003		46.000,000	MG L 0010 0
0030	11101004		15.500,000	µL L 0010 0
0040	11103585		49,000	G L 0010 0
0050	11101026		2.400,000	MG L 0010 0
0060	11101002		0,001	MG L 0010 0

Kuva 18. Päivitetyt materiaalmäärät transaktiossa CO02

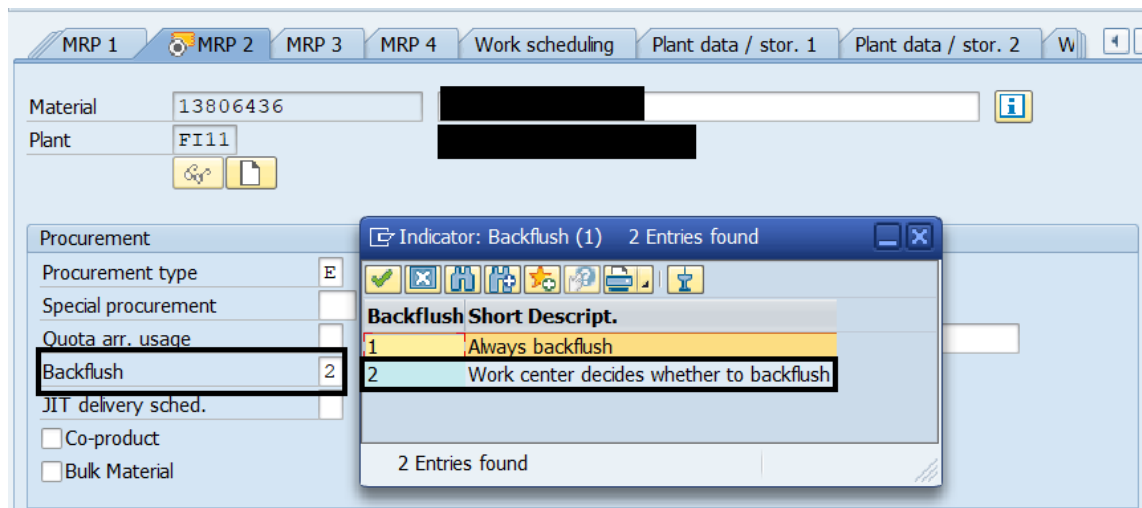
Tässä vaiheessa puolivalmisteen X tuotantotilauksen 2742279 materiaalmäärät oli päivitetty kokonaisuudessaan. Kuten myös ensimmäisessä testissä, tässäkin tapauksessa testaus toteutettiin vastaavilla parametreilla yhteensä kolme kertaa. Yhteensä näihin muutoksiin oli kulunut aikaa 1 minuutti ja 5-9 sekuntia, jolloin keskiarvoksi muodostui 1 minuutti ja 7 sekuntia.

Jos vastaavanlainen tilanne tulisi eteen tuotannossa oikeasti, tulisi työntekijän siis suorittaa molempien testien prosessit, jotta oikeat materiaalmäärät saataisiin vähennettyä varastosaldoista. Näin ollen, materiaalien lopullinen vähennys varastosaldoista kestäisi korjauksineen yhteensä 1 minuutin ja 50-56 sekuntia.

#### 7.4 Backflush-menetelmän kellotus

Jotta menetelmien testitulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia, backflush-menetelmän testaus suoritettiin myös puolivalmisteen X tuotantotilaukselle. Tilauksella valmistettava määrä puolivalmistetta, ja sen myötä myös tarvittavat materiaalmäärät, olivat siis samat kuin preflush-menetelmän testauksessa.

Jos puolivalmisteen X materiaalit haluttaisiin vähentää todellisen tuotantotilauksen valmistuksessa backflush-menetelmän mukaisesti vasta silloin, kun tuotantotilaus on valmistunut, tulisi kyseisen puolivalmisteen parametrit asettaa sallimaan materiaalien backflush. Tämä muutos tehtiin (ks. kuva 19), mutta koska tässäkin testauksessa tuotantotilausta ei oikeasti valmistettu, tämä muutos oli lähinnä kosmeettinen.



Kuva 19. Puolivalmisteen X parametrien muutos

Koska materiaalienvähennys on menetelmästä riippumatta identtinen prosessi, aloitettiin myös backflushin testaus avaamalla uusi tuotantotilaus puolivalmisteelle X. Tämä tehtiin transaktiolla CO01 ja määrät sekä tavoiteaikataulu asetettiin vastaavasti, kuin edellisessä testissä (ks. kuva 20).

Order	000000000001				Type	
Material	13806436				Plant	
Status	CRTD BCRQ MANC SETC					
User Status	OPEN					

General	Assignment	Goods Receipt	Control	Dates/Qties	Master Data	Long Text	Administration
---------	------------	---------------	---------	-------------	-------------	-----------	----------------

Quantities							
Total Qty	5		Scrap Portion		0,00	%	
Delivered	0		Short/Exc. Rcpt	0			

Dates/Times							
	Basic Dates		Scheduled		Confirmed		
End	23.04.2021	00:00	06.05.2021	24:00			
Start	23.04.2021	00:00	23.04.2021	00:00		00:00	
Release			23.04.2021				

Scheduling				Floats			
Type	1 Forwards			Sched. Margin Key	000		
Reduction	No reduction carried out			Float Bef. Prdn		Workdays	
Note	Basic finish date is before scheduled finish			Float After Prdn		Workdays	
Priority	<input type="checkbox"/>			Release Period		Workdays	

Kuva 20. Avattu tuotantotilaus transaktiossa CO01

Seuraavaksi testauksessa edettiin kuvitteellisesti siihen vaiheeseen tuotantoprosessia, kun tuotantotilauksen 2744282 valmistus olisi suoritettu. Koska backflushia käytetään Case-yrityksessä pääasiassa sellaisten tuotteiden valmistukseen, joissa tarvittavien materiaalien määriä ei tiedetä tarkalleen etukäteen, haluttiin tämä huomioida myös testauksessa.

Näin ollen tuotantotilaukselle korjattiin materiaalin 11101003 kuvitteellisesti tarvituksi määräksi 44.000,000 mg, tuoterakenteen mukaisen 46.000,000 mg sijaan (ks. kuva 21). Tämän jälkeen materiaalit vähennettiin onnistuneesti varastosaldoista käyttämällä transaktiota MB1A (ks. kuvat 22 ja 23).

Order	2742282	Type	PP01				
Material	13806436	Plant	FI11				
Filter	NO_FIL No Filter	Sorting	ST_STA Standard Sort				
Component Overview							
Item	Component	Description	Reqmt Qty	U...	I...	Op...	Seq...
0010	11102002		30.275,000	MG	L	0010	0
0020	11101003		44.000,000	MG	L	0010	0
0030	11101004		14.500,000	µL	L	0010	0
0040	11103585		50,000	G	L	0010	0
0050	11101026		2.500,000	MG	L	0010	0
0060	11101002		0,001	MG	L	0010	0

Kuva 21. Materiaalin 11101003 käytetyn määrän muutos

Movement Type	261	GI for order								
Order	2742282									
Recipient										
Reservation	140928735									
Items										
F	Item	Material	Quantity	UnE	SLoc	Batch	Re	Plnt	Itm	FIs
<input checked="" type="checkbox"/>	1	11102002	30.275,000	MG	2148	2000248224	FI11	7		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	2	11101003	44.000,000	MG	2148	2000237996	FI11	8		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	3	11101004	14.500,000	µL	2148	2000242389	FI11	9		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	4	11103585	50,000	G	2148	2000243682	FI11	10		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	5	11101026	2.500,000	MG	2148	2000239860	FI11	11		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	6	11101002	1,000	MG	2148	2000239862	FI11	12		<input type="checkbox"/>

Kuva 22. Tuotantotilauksen 2744282 materiaalien vähennys

Document 4924529226 posted

Kuva 23. Vahvistus onnistuneesta materiaalien vähennyksestä

Testaus suoritettiin kolmesti käyttäen identtisiä parametreja. Kokonaisuudessaan, materiaalien vähentäminen varastosaldoista backflush-menetelmää käyttäen vei aikaa 47 - 49 sekuntia, jolloin keskiarvoksi muodostui 48 sekuntia.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuten kappaleen seitsemän testeissä havaittiin, materiaalien vähentäminen on käytetystä menetelmästä riippumatta nopea ja melko yksinkertainen prosessi. Sen suorittaminen Case-yrityksen tällä hetkellä käyttämillä menetelmillä vie aikaa noin minuutin, minkä lisäksi se ei ole teknisesti kovinkaan vaativa prosessi ERP-järjestelmiä jo sujuvasti käytävälle työntekijälle.

Tuotantolinjalla A käytetty backflush-menetelmä soveltuu sellaisten tuotteiden valmistukseen, joiden läpimenoaika on pitkä ja valmistukseen vaaditut materiaalmäärät vaihtelevat. Sitä hyödyntämällä voidaan helpottaa kulutuksia suorittavan työntekijän työmäärää, minkä lisäksi varastoarvot pysyvät todellisina, joskaan eivät ajantasaisina. Backflush-menetelmän suurimmaksi heikkoudeksi voidaankin katsoa edellä mainittu viive varastokirjauksissa sekä siitä aiheutuvat ongelmat tuotannon tukitoimille.

Tuotantolinjalla B käytetty preflush-menetelmä on sopiva ratkaisu niiden tuotteiden valmistuksessa, joissa läpimenoajat ovat lyhyitä ja tarvittavien materiaalien määrä on vakio. Preflush-menetelmää käytettäessä, tieto käytetyistä ja käytössä olevista materiaaleista on ajantasainen koko organisaatiolle, mikä helpottaa niin tuotannon, kuin sen tukitoimienkin tehokasta toimintaa. Preflush-menetelmässä ei tämän työn tarkastelussa havaittu merkittäviä heikkouksia.

Backflush- ja preflush-menetelmät ovat prosesseina identtiset, ja niissä edetään samoja transaktioita käyttäen - tuotantotilauksen valmistamiseen vaaditut materiaalmäärät tarkistetaan transaktiolla CO02, minkä jälkeen ne vähennetään transaktiolla MB1A. Edellä kuvattujen vaiheiden suorittamisen todettiin testauksen pohjalta vievän aikaa 47 sekuntia preflush-, ja 48 sekuntia backflush-menetelmällä. Jos jo kertaalleen preflush-vähennetyjä materiaalmääriä on tarpeen muuttaa, kasvaa koko vähennysprosessin ajallinen kesto 1 minuuttiin ja 7 sekuntiin, joten se olisi ajallisesti 20 sekuntia, tai prosentuaalisesti 39,5%, pidempi prosessi, kuin backflush.

Vaikka preflush-menetelmä onkin korjauksineen ajallisesti pidempi prosessi, sillä voitaisiin kuitenkin saavuttaa ainakin seuraavia mainittavia hyötyjä tuotantolinja A:n käyttämään backflush-menetelmään verrattuna. Esimerkiksi kappaleessa 6.2 esitetty ongelma ei pääsisi syntymään, jos tuotantotilaukselle jo keräilty materiaalit olisi myös vähennetty varastosaldoista, vaikkakin suuremmissa tai pienemmissä määrissä, kuin mitä



todellisuudessa tarvitaan. ERP-järjestelmä havaitsisi muuttuneen varastosaldon ja loisen perusteella uuden ostoehdotuksen niille materiaaleille, joita ei ole sillä hetkellä tarpeeksi tulevien tuotantotilausten valmistukseen. Ostoehdotusten pohjalta Case-yrityksen hankintatoimi voisi reagoida tähän muutokseen hyvissä ajoin, jolloin uudet erät tarvittavia materiaaleja ehtisivät saapua hyvissä ajoin, ennen seuraavia tarpeita. Tämän johdosta myös materiaalien hankinnan kokonaiskustannusten hallinta olisi helpompaa, sillä niitä ei olisi välttämätöntä ostaa vain sieltä mistä ne nopeimmin saadaan, vaan hankintapäätöksessä voitaisiin verrata myös muita tekijöitä, kuten esimerkiksi kustannus- ja rahtivaihtoehtoja sekä toimittajasuhteita.

Tuotannonsuunnittelun kannalta tämä lisääntynyt läpinäkyvyys helpottaisi olemassa olevien resurssien kartoitusta ja vähentäisi osaltaan tuotannon uudelleenajoitustarpeita. Preflush-menetelmän myötä, myös tuoterakenteissa olevien materiaalmäärien vaihtelut toteutuneisiin materiaalmääriin verrattuna korostuisivat entisestään, mikä helpottaisi näiden vaihteluiden havaitsemista. Tuoterakenteiden päivittäminen on kuitenkin prosessina pitkä, ja se vaatii laajaa organisaatorajat ylittävää yhteistyötä, joten tämä kasvattaisi vaaditun työn määrää

Koska preflush-menetelmä vaatisi joissakin tuotantotilauksissa materiaalienkulutusprosessin suoritusta periaatteessa kahteen kertaan, olisi sillä suora vaikutus niiden henkilöiden työmäärään, jotka materiaalienkulutuksen tekevät. Vaikka muutos olisikin suhteellisesti tarkasteltuna suuri, sillä ei suoritettujen testausten perusteella olisi merkittävää vaikutusta tuotantotilausten valmistukseen käytettäviin työtunteihin.

Työn selvitysten ansiosta Case-yrityksessä tiedetään nyt kuinka paljon aikaa materiaalienkulutusprosessit vievät sekä mitkä tekijät prosesseihin vaikuttavat. Työn tuloksia tullaan hyödyntämään tulevassa projektissa, jonka tavoitteena on kehittää materiaalienkulutusmenetelmiä kokonaisvaltaisesti. Tämän opinnäytetyön selvitykset luovat pohjan myös jatkotutkimukselle, jossa voitaisiin selvittää miten tuotannon käyttämät materiaalienvähennysmenetelmät, ja niissä tehtävät varastokirjaukset, vaikuttavat WIP-varastoihin sekä varastoarvoihin kokonaisuutena.

## LÄHTEET

- Abas ERP 2019. What is the difference between an MRP system and an ERP? Viitattu 20.2.2021 <https://abas-erp.com/au/mrp-system-erp>.
- Arnold, J. R., Chapman, S., Clive, L. 2012. Introduction to materials management. Upper Saddle River, NJ. Pearson Prentice Hall.
- Boehm, H. 2020. The Difference Between MRP I and MRP II. Viitattu 15.2.2021 <https://software-connect.com/manufacturing/mrp-i-vs-mrp-ii/>.
- Bragg, S. 2020. Work-in-process inventory definition. Viitattu 17.3.2021 <https://www.accounting-tools.com/articles/2017/5/13/work-in-process-inventory>.
- Finlex. Kirjanpitolaki 1997. Viitattu 29.3.2021 <https://finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/1997/19971336#L4P4>.
- Inman, R. Manufacturing Resource Planning. Viitattu 27.3.2021 <https://www.referenceforbusiness.com/management/Log-Mar/Manufacturing-Resources-Planning.html>.
- Institute for Manufacturing. Päiväämätön. Manufacturing Resource Planning (MRP II). Viitattu 16.3.2021 <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/mrp-ii/>.
- Jacobs, F., Berry, W., Whybark, D., Vollmann, T. 2011. Manufacturing planning and control for supply chain management. New York, NY. 2011.
- Jenkins, L. Päiväämätön. ERP Components: Core Parts to Enterprise Resource Planning. Viitattu 10.3.2021 <https://www.selecthub.com/enterprise-resource-planning/6-main-erp-components/>.
- Jovaco Solutions. 2017. The Importance of Test Environments for Optimizing ERP Solutions. Viitattu 12.3.2021 <https://www.erpsoftwareblog.com/2017/06/importance-test-environment-optimized-use-erp-solution/>.
- Kenton, W. 2020. Material Requirements Planning. Viitattu 15.2.2021 <https://www.investopedia.com/terms/m/mrp.asp>.
- Monk, E. & Wagner, B. 2009. Concepts in enterprise resource planning. Boston, MA: Course Technology Cengage Learning.
- Nieminen, S. 2016. Hyvä hankinta - parempi bisnes. Helsinki: Talentum Pro 2016.
- Perkins, B. 2020. What is ERP? Key features of top enterprise resource planning systems. Viitattu 27.3.2021 <https://www.cio.com/article/2439502/what-is-erp-key-features-of-top-enterprise-resource-planning-systems.html>.
- Piasecki D. Backflushing. Päiväämätön. Viitattu 28.2.2021 <https://www.inventoryops.com/back-flushing.htm>.
- Shehab, E.M., Sharp M.W., Supramaniam, L., Spedding, T.A. 2004. Enterprise resource planning: An integrative review. Viitattu 17.2.2021 [https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14637150410548056/full/html?casa\\_token=HLqTc5NRfAl-AAAAA:CBPGq5jHKBt802cr6b0xbezW968d4Gb2Vd70uiOQcEQpzD9Lo2iddlvI8OYcQpKRXh8lnPYJgelOpKfwpmDTQ3fjsLYHzA1cvoegB0bnSVSwT8eQ7Jx3](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14637150410548056/full/html?casa_token=HLqTc5NRfAl-AAAAA:CBPGq5jHKBt802cr6b0xbezW968d4Gb2Vd70uiOQcEQpzD9Lo2iddlvI8OYcQpKRXh8lnPYJgelOpKfwpmDTQ3fjsLYHzA1cvoegB0bnSVSwT8eQ7Jx3).
- Smartsheet. Guide to material requirements planning. Päiväämätön. Viitattu 12.2.2021 <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>.

Snapp, S. 2012. How to Best Perform Backflushing in SAP ERP. Viitattu 12.2.2021  
<https://www.brightworkresearch.com/backflushing-sap>.