

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikka

2022

Aleksi Kemppainen

NESTAUSPROSESSIN TEHOKKUUDEN SELVITTÄMINEN

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka

2022 | 28 sivua

Alexi Kemppainen

NESTAUSPROSESSIN TEHOKKUUDEN SELVITTÄMINEN

Opinnäytetyö tehtiin Stera Technologies Oy:n Paimion tehtaaseen. Työn tavoitteena oli kehittää menetelmä, jonka avulla nestausprosessin tehokkuutta on mahdollista mitata ja seurata.

Työssä tutustutaan ohutlevyvalmistuksen perusteisiin ja leikkuukoneisiin, joissa hyödynnetään nestausprosessia. Toimeksiantajalle esitettiin kolme eri menetelmää tehokkuuden selvittämiseen, joista ohjelmistorobotiikan ja integraatio-ohjelmiston hybridiratkaisu todettiin toimivaksi konseptitasolla.

Hybridiratkaisu mahdollistaa tehokkuuden mittaamisen lisäksi visuaalisen kuvan tallentamisen luodusta nestistä. Valitun menetelmän käyttöönotto vaatii ulkopuolisen tahon ohjelmisto-osaamista ja ohjelmistoja. Osana opinnäytetyötä yhdelle kotimaiselle digitaalisia palveluja tarjoavalle yritykselle jätettiin tarjouspyyntö, jonka perusteella toimeksiantaja voi jatkaa konseptin kehitystyötä ja mahdollista käyttöönottoa.

Asiasanat:

Nestaus, Nestausohjelmisto, materiaalihukka, ohutlevyvalmistus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

2022 | 28 pages

Aleksi Kemppainen

DETERMINING THE EFFICIENCY OF THE NESTING PROCESS

The thesis was commissioned by Stera Technologies Oy factory in Paimio. The objective of the thesis was to find a method to determine the efficiency of the nesting process.

The basics of sheet metal manufacturing and cutting machines which utilize the nesting process are also introduced in this thesis. Three different methods are presented for determining the efficiency of the process, of which the hybrid solution of software robotics and integration software was proven to work at a concept level.

In addition to measuring the efficiency, the hybrid solution allows a visual image of a created nest to be saved. The chosen method requires third-party software expertise and software programs to work as intended. As part of the thesis, a request for quotation was submitted to a Finnish-based company providing IT services. Based on the quotation, Stera Technologies can continue the development of the concept towards a full implementation.

Keywords:

Nesting, nesting process, material waste, sheet metal manufacturing

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Ohutlevytuotteiden valmistus	8
2.1 Ohutlevyvalmistus Stera Technologies Oy:n Paimion tehtaalla	9
2.1.1 Levytyökeskus	9
2.1.2 Laserleikkuri	11
2.1.3 Kombilevytyökeskus	11
2.2 Nestaus	11
2.2.1 Nestausohjelmisto	13
2.2.2 Dr.ABE	14
3 Nestausprosessin tehokkuuden selvittäminen	16
3.1 IFS ERP-järjestelmä	16
3.2 Yksinkertaistettu ohjelmistorobotiikka	21
3.3 Hybridimenetelmä	22
3.4 Jatkokehitys ja käyttöönotto	25
4 Päätelmiä	26
Lähteet	28

Kaavat

Kaava 1. Materiaaliarkin käyttöasteen laskeminen.	18
---	----

Kuvat

Kuva 1. Levytyökeskus (ama-prom 2022).	10
Kuva 2. Kappaleiden yksinkertainen sijoittelu (Scan2Cad 2017).	12
Kuva 3. Kappaleiden monimutkaisempi sijoittelu (Scan2Cad 2017).	12
Kuva 4. Dr.Abe nestausohjelmisto.	13
Kuva 5. Nestausohjelmiston laskenta-asetukset.	15
Kuva 6. Kappaleen valmistukseen tarvittava materiaali.	17
Kuva 7. Näkymä nimekkeen tiedoista.	18
Kuva 8. Saldokehitys.	19
Kuva 9. Ohjelmoijan tallentama tekstitiedosto.	21
Kuva 10. Hybridiratkaisu (Mtech Digital Solutions).	22
Kuva 11. Schedule Sheet Report.	23
Kuva 12. Verkkoasemaan tallennettuja raportteja.	24

Taulukot

Taulukko 1. Esimerkki Microsoft Excel raporttinäkymästä.	24
--	----

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

CAD	Computer Aided Design (tietokoneavustettu suunnittelu)
CNC	Computer Numerical Control (tietokoneistettu numeerinen ohjaus)
ERP	Enterprise Resource Planning (toiminnanohjausjärjestelmä)
IT	Informaatioteknologia
NC	Numeric Control (numeerinen ohjaus)
Nakertaminen	Usean perättäisen samansuuntaisen reiän lävistäminen levyyn ilman välejä
Nestaus	Tietokoneavusteinen sijoittelu

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Stera Technologies Oy:n Paimion tehtaalle menetelmä, jolla nestauksen eli tietokoneavusteisen sijoittelun tehokkuutta on mahdollista mitata ja seurata. Nestauksen tehokkuutta ei ole aiemmin seurattu, koska se vaatisi suuren määrän manuaalista työtä. Työn aihe on erityisen ajankohtainen, sillä raaka- ja polttoaineiden markkinahintojen noususta on muodostunut teollisuusyrityksille yhä suurempia kulueria. Tämän seurauksena materiaalien käytön seuranta on tullut ajankohtaisemmaksi ja materiaalihävikin pienilläkin parannuksilla on mahdollista saavuttaa suuriakin säästöjä.

Opinnäytetyössä käsitellään nestauksen eli tietokoneavusteisen sijoittelun teoriaa sekä nestausohjelmiston toimintaperiaatetta. Lisäksi työssä esitellään ohutlevykappaleiden valmistuksen perusteita ja leikkuukoneita, joissa nestausprosessia hyödynnetään. Työssä esitetään kolme erilaista ratkaisua nestausprosessin tehokkuuden selvittämiseksi, ja tutkitaan niiden toimivuutta konseptitasolla.

2 Ohutlevy tuotteiden valmistus

Ohutlevyvalmistus on prosessi, jossa ohutlevyjä eri menetelmillä työstämällä saadaan aikaiseksi käyttötarkoituksen mukainen osa tai kokonaisuus. Työstettävien levyjen paksuus vaihtelee alle millimetrin paksuisesta levystä yli kuuden millimetrin levyyn. Yleisesti ohutlevyistä puhutaan alle 3 mm ainevahvuuksista. (Ye 2020.)

Levyjen jaottelu (Aaltonen ym. 2011, 232.):

- ohutlevy $s < 3$ mm
- keskipaksut levyt $s = 3\text{--}5$ mm
- paksut levyt $s > 5$ mm

Levyarkkien materiaali on yleensä terästä, ruostumatonta terästä, alumiinia tai kuparia. Suomessa 90 % työstettävistä materiaaleista on kylmävalssattuja teräslevyjä. (Aaltonen ym. 2011, 257.)

Ohutlevytuotteita käytetään laajasti eri teollisuuden alojen ja kuluttajien tarpeissa sekä erikoisaloilla kuten esimerkiksi auto- ja ilmailuteollisuudessa. Ohutlevytuotteiden valmistuksessa käytettäviä työstömenetelmiä ovat esimerkiksi erilaiset leikkaukset, taivutukset, lävistykset ja muovaukset. (Ye 2020.)

2.1 Ohutlevyvalmistus Stera Technologies Oy:n Paimion tehtaalla

Ohutlevykappaleen valmistuksessa levyarkin leikkaaminen on usein ensimmäisiä työvaiheita suunnittelun jälkeen ennen kappaleen jatkojalostusta. Leikkausmenetelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan: mekaaniseen ja termiseen leikkaamiseen. (Havas ym. 2010, 142.) Leikkauksesta seuraava vaihe vaihtelee valmiin tuotteen käyttötarkoituksen mukaan. Leikattuun aihioon tai kappaleeseen voidaan joutua tekemään taitoksia särmäyspuristimella, särmäyskoneilla tai useampi levy tai ohutlevyosa voidaan eri menetelmillä liittää toisiinsa, jotta saadaan aikaiseksi käyttötarkoituksen mukainen kokonaisuus. Joissain tapauksissa valmistukseen riittää oikean muotoisen kappaleen leikkaaminen levyarkista ja tuote voidaan toimittaa sellaisenaan tai mahdollisen pintakäsittelyn jälkeen asiakkaalle.

2.1.1 Levytyökeskus

Levytyökeskus on ohutlevyvalmistukseen kehitetty CNC-kone. Levytyökeskusten käyttö yleistyi 1970-luvulla, ja niistä on kehittynyt vuosien saatossa monipuolisia työkaluja ohutlevytuotteiden valmistuksessa. Levytyökeskuksilla on mahdollista leikata yksinkertaisia muotoja levyyn tai nakertaa kappale irti levyarkista. (Aaltonen ym. 2011, 257–259.)



Kuva 1. Levytyökeskus (Ama-prom 2022).

Levytyökeskuksessa leikkaava voima tuotetaan joko mekaanisesti tai hydraulisesti. Leikkausvoima vaihtelee 70 ja 600 kN:n välillä, mutta yleensä leikkaava voima on noin 300 kN. Levytyökeskuksilla pystytään koneen leikkausvoimasta riippuen työstämään 0,5–12 mm paksuisia levyjä. (Aaltonen ym. 2011, 259.) Steran Paimion tehtaalla levytyökeskuksilla työstetään myös muoviarkkeja asiakkaiden tarpeisiin.

Levytyökeskuksessa on joko pneumaattisesti tai hydraulisesti toimivat levynpitimet, joiden avulla työstettävää levyä liikutetaan koneen pöydällä x-y-tasossa (Aaltonen ym. 2011, 259).

2.1.2 Laserleikkuri

Laserleikkuri on levytyökeskuksen tapaan numeerisesti ohjattava leikkuukone. Laserleikkaus on terminen leikkausmenetelmä, jossa lasersäteen energiaa kohdistetaan levyarkin pintaan. Lasersäde liikkuu levyarkilla, ja sen tuottama energia sulattaa tai höyrystää materiaalia säteen kohdalta, ja leikattava kappale irtaa levyarkista. (Aaltonen ym. 2011, 266–268.)

Laserleikkaus on menetelmänä tarkka leikkausrailon ollessa vain n. 0,5–1 mm. Leikkausnopeus on ohuilla levyillä suuri ja laserin käyttö mahdollistaa monimutkaisten muotojen leikkaamisen levyarkista. Laserleikkurien tehot vaihtelevat 500 ja 1000 W välillä. (Aaltonen ym. 2011, 266–268.)

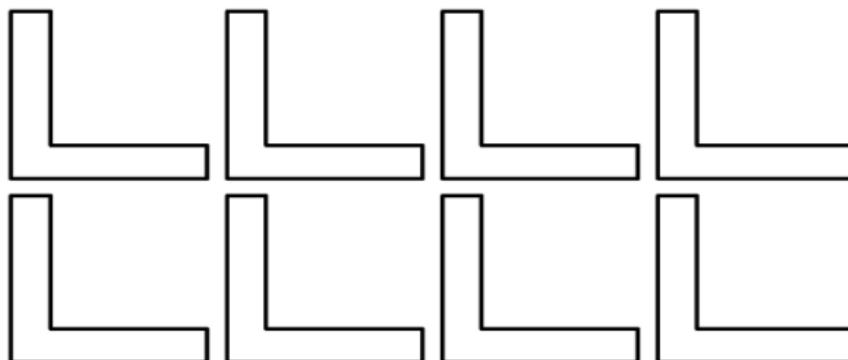
2.1.3 Kombilevytyökeskus

Kombilevytyökeskuksella tarkoitetaan levytyökeskusta, jossa on mekaanisen leikkuun lisäksi laserleikkauspää. Tämä mahdollistaa monimutkaisten muotojen leikkaamisen ja perinteisen levytyökeskuksen leikkuutyökalujen yhteiskäytön ohutlevykappaleen valmistuksessa. Nakertaminen voidaan korvata joustavammalla laserleikkuulla sekä laserille on mahdollista leikata mekaanisesti aloitusreikä mikä nopeuttaa valmistusaikaa. (Havas ym. 2010, 182.)

2.2 Nestaus

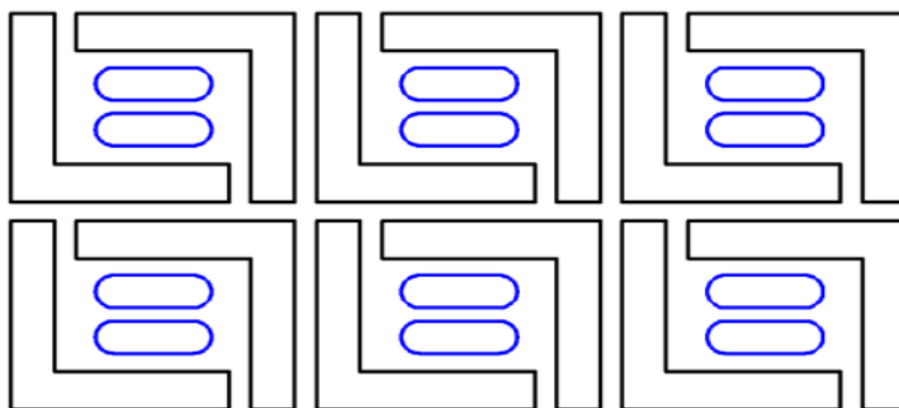
Nestauksella tarkoitetaan leikattavien kappaleiden tietokoneavusteista sommittelua levyarkille ennen niiden leikkaamista. Nestauksen tarkoituksena on parantaa levyn käyttöastetta ja samalla vähentää leikkuuprosessissa syntyvää jätemateriaalia. Levyn käyttöasteen kasvu parantavat yrityksen tuottavuutta. (The Manufacturer 2021.)

Kuvissa 2 ja 3 havainnollistetaan nestauksen ideaa. Kappaleiden sijoitteluun ei ole kiinnitetty huomiota ja suuri osa levyn pinta-alasta jää hyödyntämättä.



Kuva 2. Kappaleiden yksinkertainen sijoittelu (Scan2Cad 2017).

Kuvasta 3 ilmenee tilanne, jossa levyn käyttöastetta on saatu paremmaksi muuttamalla L:n muotoisten kappaleiden orientaatiota ja lisäämällä toisen muotoisia kappaleita täyttämään tyhjää tilaa levytä.

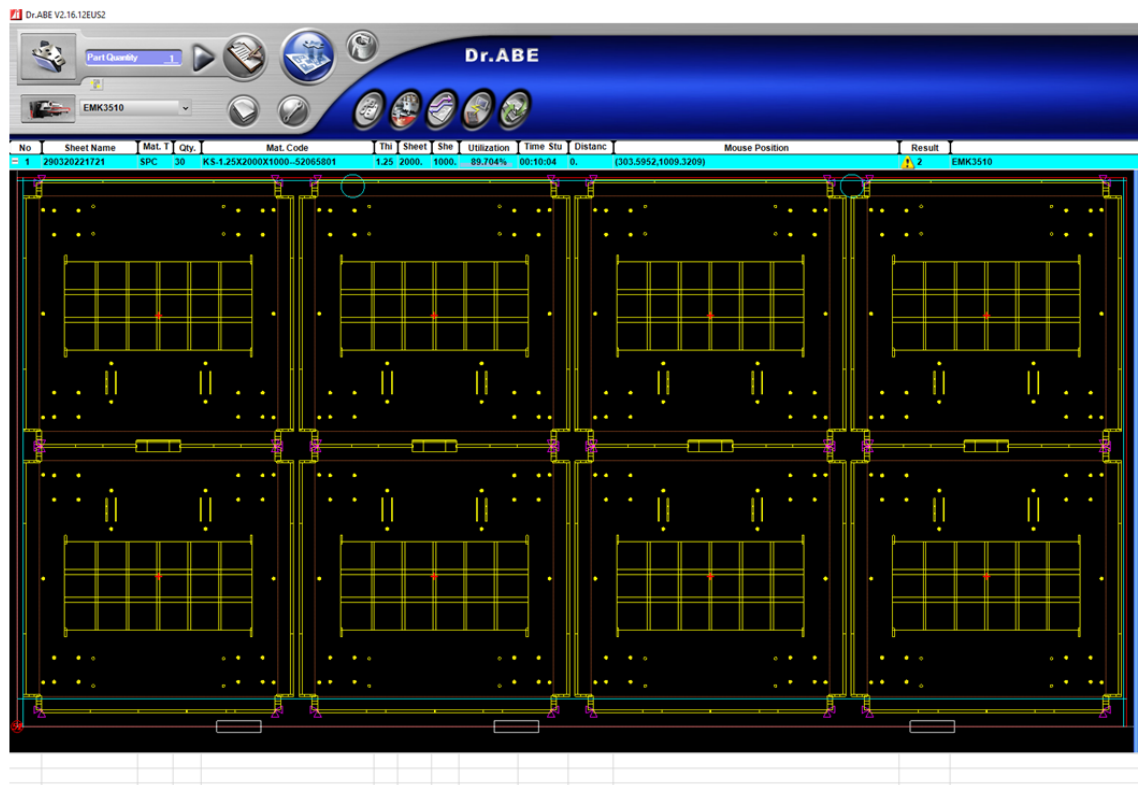


Kuva 3. Kappaleiden monimutkaisempi sijoittelu (Scan2Cad 2017).

Esimerkeissä on käytetty yksinkertaisia muotoja, mutta nykyaikaiset nestausohjelmistot pystyvät käsittelemään monimutkaisiakin muotoja kehittyneiden algoritmien avulla (Weston 2008).

2.2.1 Nestausohjelmisto

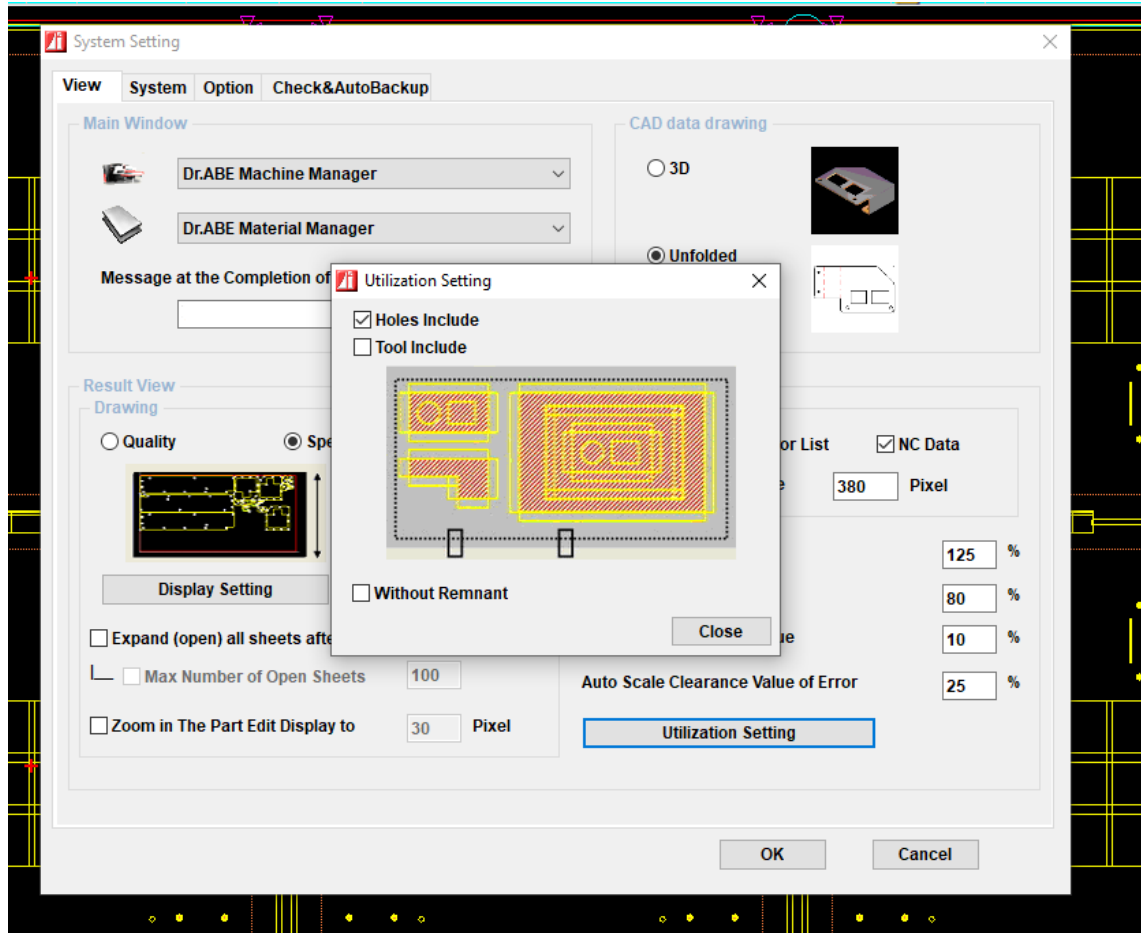
Nestausohjelmisto on tietokoneohjelma, joka kappaleiden sommittelun lisäksi muuttaa CAD-ohjelmalla luodun kappaleen geometrian NC-koodiksi (Cadtalk 2022). Numeerisella ohjauksella voidaan ohjata työstökoneen pikaliikkeitä, työkalunvaihtoja ja työstöön liittyviä komentoja numeeriseen muotoon kirjoitetun ohjelman avulla. Numeerisen ohjauksen etuna on se, että työstökoneen ohjaus voidaan toteuttaa täysin automaattisesti. (Aaltonen ym. 2011, 120.)



Kuva 4. Dr.Abe nestausohjelmisto.

2.2.2 Dr.ABE

Stera Technologies Oy:n Paimion tehtaalla on käytössä Amadan valmistamien levytyökeskusten ja laserleikkurin lisäksi Amadan kehittämä Dr.ABE nestausohjelmisto leikattavien kappaleiden sommitteluun ja leikkuukoneita ohjaavien NC-koodien luomiseen. Dr ABE:lla on mahdollista toteuttaa täysin automatisoitu nestausprosessi, mutta ohjelma antaa ohjelmoijalle mahdollisuuden nestien manuaaliseen muokkaamiseen tarvittaessa. Nestausohjelmisto osaa laskea automaattisesti levyarkin käyttöasteen. (Amada America 2022.)



Kuva 5. Nestausohjelmiston laskenta-asetukset.

Ohjelmoijan on tarkistettava, että käyttöasteen laskentaperusteen määrittävät asetukset ovat oikein, jotta ohjelmiston antama lukema vastaa todellista levyn käyttöastetta.

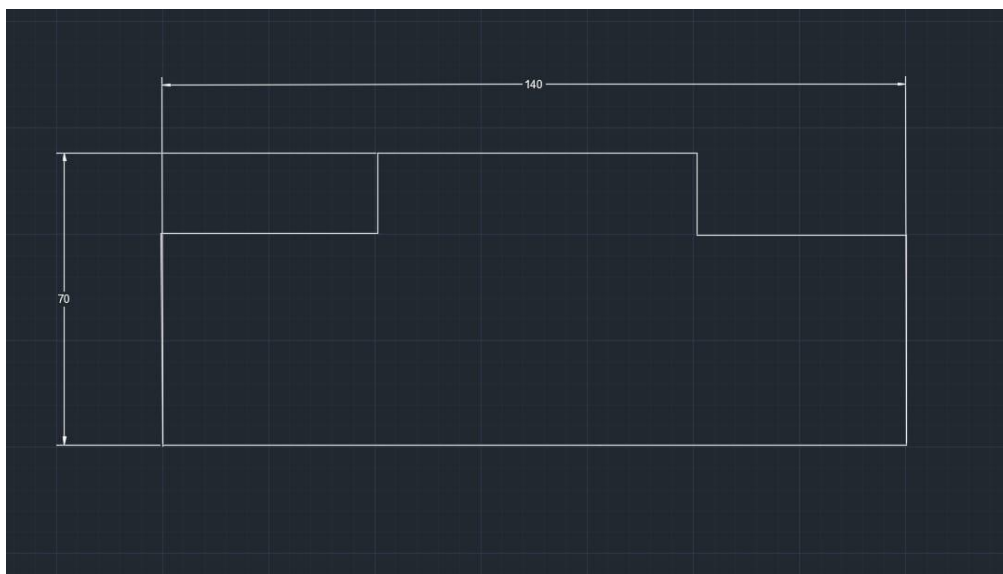
3 Nestausprosessin tehokkuuden selvittäminen

3.1 IFS ERP-järjestelmä

Stera Technologies Oy käyttää IFS-toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjaus- eli ERP-järjestelmä on modulaarinen tietokoneohjelmisto, joka on suunniteltu integroimaan organisaation liiketoimintaprosessit yhdeksi kokonaisuudeksi. ERP-järjestelmä yhdistää esimerkiksi työnsuunnittelun, varastonhallinnan, taloushallinnon ja henkilöstöresurssien hallinnan yhdeksi helposti hallittavaksi kokonaisuudeksi.

Suunnitellun kappaleen valmistusprosessi alkaa työnsuunnittelussa, jossa tuotteen valmistukselle kirjataan tarvittavat työvaiheet, vaihepäivät ja valmistuksen aloituspäivä. Jokaiselle nimikkeelle luodaan työkortti ja työkortti kulkee kappaleen mukana sen koko valmistuskaaren ajan.

Nykyisessä tilanteessa ERP-järjestelmän tietokantaan, josta työkorttien tiedot ovat peräisin on tallennettu leikattavan kappaleen äärimittojen mukaan laskettu paino kilogrammoina. Tämä perustuu siihen, että työnsuunnittelija laskee teoreettisen määrän materiaalia, joka yhden kappaleen valmistukseen tarvitaan. Teoreettinen määrä kerrotaan valmistettävien kappaleiden lukumäärällä, jolloin voidaan arvioida koko erän valmistukseen tarvittava levymäärä. Tämä usein eroaa huomattavasti todellisesta materiaalinkäytöstä, sillä se ei ota huomioon kappaleiden sommittelua lomittain nestausvaiheessa eikä kappaleen reunoilta tai keskeltä poistettavan materiaalin painoa.



Kuva 6. Kappaleen valmistukseen tarvittava materiaali.

ERP-järjestelmän ja sen taustalla toimivan tietokannan käyttö vaatii toimiakseen nettopainon lisäämisen kappaleelle. Nykyhetkellä valmistettavaan tuotteeseen kuluva levymäärä on laskettu kappaleen äärimittojen mukaan. Tässä esimerkissä merkitty paino on 0.5 kg.

The screenshot shows a software window titled "Varastonimike - pikasyöttö - 18370781". The form contains various fields for product information. The "Nettopaino" field is highlighted in yellow and circled in blue. Below the form are two tables: "Tuot.valmis" and "Tuoterakenne".

Vaihe	Vaihekuvaus	Kuormit.	Huom
4	OHJELMOINTI	350	
10	KING	207	
20	IRROTUS	300	TOIMITUS VARASTOPAIKKAAN 76A

Rivi	Komponentti	Nimikekuvaus	Komponentti	Nimike tilan kuvaus	Yks	Määrä/kokoonpano	V:
1	52060102	HDX DX51D Z275 MBC 1*1250*2500mm	A	Aktiivinen	kg	0.5	10

Kuva 7. Näkymä nimekkeen tiedoista.

Menetelmän ideana on verratta päiväkohtaisia levytyökeskuksen operaattorien tekemiä materiaalien varasto-ottoja kaikilta yrityksen levyntyöstökoneiden kuormitusryhmiltä valmistuneiden tuotteiden nettopainoon. Esimerkiksi tuotetta A valmistetaan 45 kpl ja tuote A painaa á 0,4 kg ja kappaleiden valmistukseen kuluu yksi levyarkki á 24 kg. Tästä voidaan laskea materiaaliarkin käyttöaste.

$$\frac{0,4 \text{ kg} * 45}{24 \text{ kg}} * 100\% = 75\%$$

Kaava 1. Materiaaliarkin käyttöasteen laskeminen.

Kuvassa 8 "NISS"-tapahtumakoodilla näkyy levytyökeskuksen operaattorin tekemä varasto-ottotapahtuma.

Kysely - Varastonimikkeen saldokehitys - 52060102 HDG DX51D Z275 MBC 1*1250*2500mm

Nimike: 52060102 Nimikekuvaus: HDG DX51D Z275 MBC 1*125 Pkun: PAI Konfiguraatio: *

Varastoyksikkö: kg Läpimeno:

Luotu	Tapahtuma-aika	Tapaht.koodi	Järj.tapahtumakuvaus	Tilaus	Tilaustpi	Tapahtumamä	Saldo tapahtuma	Läpimeno
	9.01.20	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	721774	Valmistustil		5563174603122	
	17.07.47	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	724311	Valmistustil		5563174603122	
	17.3.2022	NISS	Varastostaotto			-74	5563174603122	
	19.09.03	NISS	Varastostaotto				5563174603122	
	18.12.54	NISS	Varastostaotto				5563174603122	
	9.19.50	NISS	Varastostaotto				5563174603122	
	9.18.44	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	721278	Valmistustil		5563174603122	
	8.51.58	NISS	Varastostaotto				5563174603122	
	8.50.56	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	2482846	Valmistustil		5563174603122	
	12.54.08	NISS	Varastostaotto				5563174603122	
	12.53.38	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	723784	Valmistustil		5563174603122	
	11.28.36	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	721245	Valmistustil		5563174603122	
	10.40.59	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	719641	Valmistustil		5563174603122	
	6.24.22	NISS	Varastostaotto				0563174603122	
	6.21.42	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	724509	Valmistustil		0563174603122	
	6.20.54	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	722653	Valmistustil		0563174603122	
	6.10.46	NISS	Varastostaotto				0563174603122	
	6.10.17	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	720421	Valmistustil		0563174603122	
	12.13.11	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	2488770	Valmistustil		0563174603122	
	11.18.15	NISS	Varastostaotto				0563174603122	
	11.12.21	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	722828	Valmistustil		0563174603122	
	7.37.37	NISS	Varastostaotto				0563174603122	
	7.37.09	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	721278	Valmistustil		0563174603122	
	6.09.51	NISS	Varastostaotto				0563174603122	
	6.08.54	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	2484024	Valmistustil		0563174603122	
	6.08.33	CO-BACFLSH	Valm.tilaus materiaalin jälkiott	2464933	Valmistustil		0563174603122	

Kuva 8. Saldokehitys.

Nykyisen saatavilla olevan datan käytön ongelmaksi muodostuu kappaleen valmistamiseen tarvittavan levy materiaalin laskutapa. Kappaleen paino lasketaan kappaleen äärimittojen mukaan, eikä se ota huomioon epäsymmetrisyyttä tai muita muotoja tai esimerkiksi jos kappaleen sisältä tai reunoilta poistetaan materiaalia. Ongelmaa ei syntyisi, jos kaikki kappaleet olisivat suorakaiteen muotoisia.

Ratkaisuna olisi tuotteen oikean nettopainon laskeminen ja tietojen päivittäminen tietokantaan. Nimikkeitä on kuitenkin tuhansia kappaleita ja tämä vaatisi

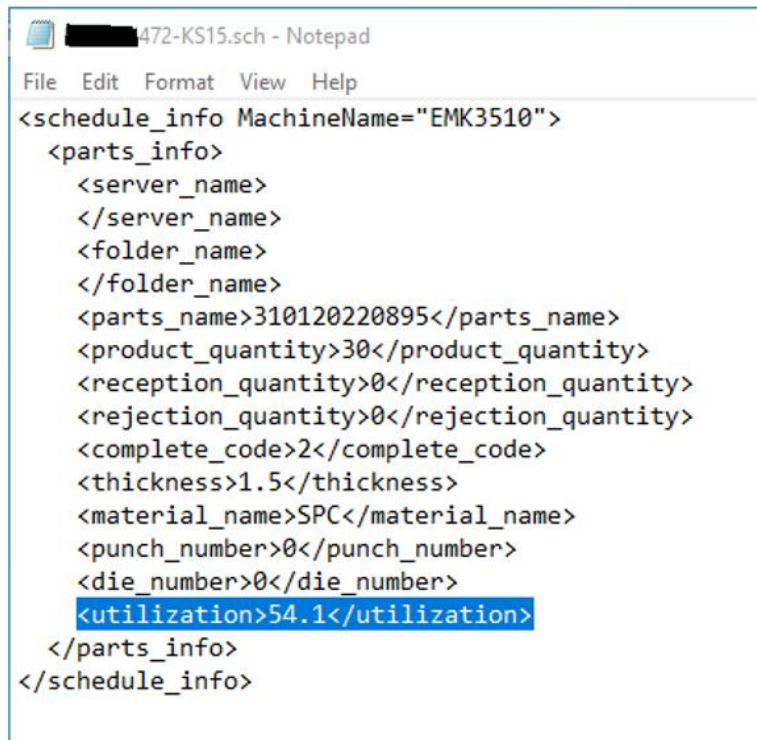
huomattavan määrän työaikaa, mutta aina uuden valmistuksen aloituksen yhteydessä olisi mahdollista päivittää valmistettavien tuotteiden tietoja tietokantaan sitä mukaa kun kappaleen valmistus on ajankohtaista.

Menetelmä ottaa huomioon esimerkiksi leikkuuvaiheessa vaurioituneet tai muuten vialliset tuotteet, eikä se siten anna tarkkaa kuvaa nestausprosessin tehokkuudesta. Lisäksi eteen saattaa tulla tilanteita, jossa aihion materiaalina käytetään paksumpia tai ohuempia ohutlevyarkkeja rakenteella olevan materiaalin sijaan mikä vääristää lukemaa. Menetelmällä ei voida myöskään erotella ohjelmoijien luomia nestejä toisistaan ja se on altis inhimillisille virheille koska inventointi tehdään manuaalisesti. Tarkasteluikkuna on minimissään päiväkohtainen.

Menetelmällä on mahdollista arvioida nestauksen tehokkuutta romuprosentin kautta, mutta se ei anna todellista kuvaa nestausprosessin tehokkuudesta.

3.2 Yksinkertaistettu ohjelmistorobotiikka

Nestausprosessin jälkeen ohjelmoija tallentaa kuvan mukaisen tekstitiedoston yrityksen verkkoasemalle. Steran IT-asiantuntijan luoma tietokoneohjelmisto poimii tiedostoista levyn käyttöasteen ja tallentaa tiedot IFS ERP-järjestelmän tietokantaan.



```
472-KS15.sch - Notepad
File Edit Format View Help
<schedule_info MachineName="EMK3510">
  <parts_info>
    <server_name>
    </server_name>
    <folder_name>
    </folder_name>
    <parts_name>310120220895</parts_name>
    <product_quantity>30</product_quantity>
    <reception_quantity>0</reception_quantity>
    <rejection_quantity>0</rejection_quantity>
    <complete_code>2</complete_code>
    <thickness>1.5</thickness>
    <material_name>SPC</material_name>
    <punch_number>0</punch_number>
    <die_number>0</die_number>
    <utilization>54.1</utilization>
  </parts_info>
</schedule_info>
```

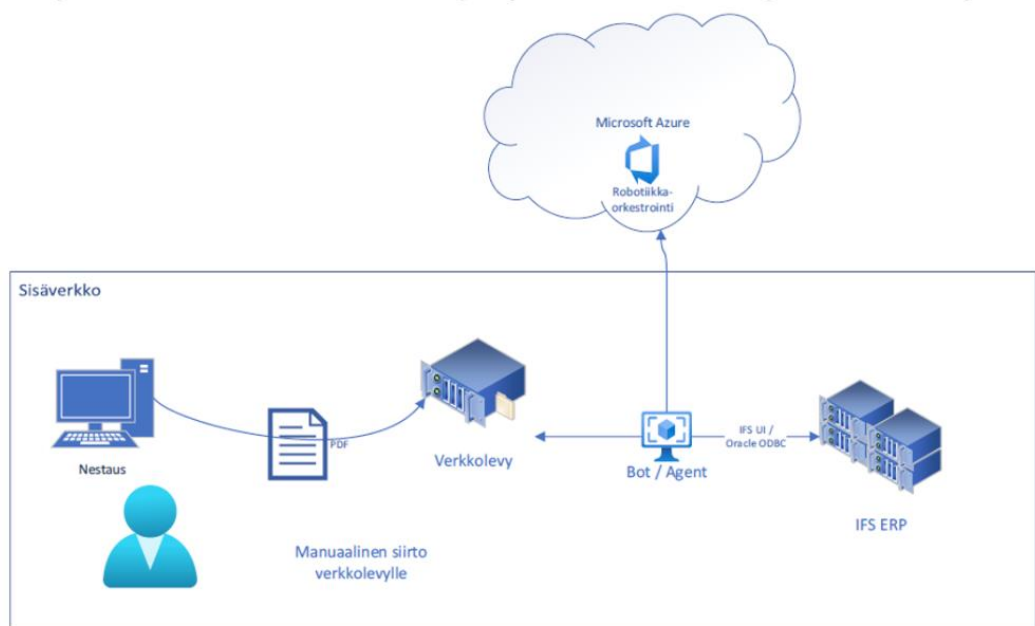
Kuva 9. Ohjelmoijan tallentama tekstitiedosto.

Steran kehittämän Raketti-tietokoneohjelmiston avulla data on mahdollista hakea IFS ERP-järjestelmän taustalla toimivasta tietokannasta, ja datasta on mahdollista saada raportointinäkömä nestausprosessin tehokkuudesta.

Tiedostosta saatavan datan määrä on hyvin rajallinen, joten menetelmän jatkokehitys keskeytettiin.

3.3 Hybridimenetelmä

Nestausohjelmisto laskee automaattisesti levyn käyttöasteen, mutta ongelmaksi muodostuu tiedon siirtäminen ohjelmistosta tietokantaan. Ohjelmistorobotiikan ja järjestelmäintegraation käyttö mahdollistaa verkkosivulle tallennetun PDF-tiedoston automaattisen lukemisen sekä tiedonsiirron ERP-järjestelmän taustalla toimivaan tietokantaan. Ohjelmistorobotti asetetaan lukemaan verkkolevylle tallennettuja tiedostoja halutuin intervallin.



Kuva 10. Hybridiratkaisu (Mtech Digital Solutions.)

Nestausprosessin jälkeen ohjelmoija tulostaa kuvanmukaisen Schedule Sheet Reportin, joka liitetään työkortin liitteeksi ja työkortti siirtyy liitteineen levytyökeskuksen operaattorille. Menetelmän ideana on tulostuksen lisäksi tallentaa Shedule Sheet Report yrityksen verkkoasemalle PDF-tiedostona.

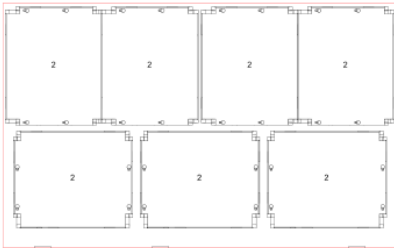
Schedule Sheet Report 18.3.22

2316-KS20-PR

Schedule Name: 2316-KS20-PR
 Program Comment:
 Machine Name: KING358

Sheet Name: 180320221765

Material Name	KS2.0	Planned Process	00:07:03
Sheet Size	2000. X 1250.	Creation Date	2022/03/18
Thickness	2.0	Utilization	78.74%
Sheet Count	3	Due Date(Sheet)	2022/03/18
Grain Direction	Horizontal	Due Date(Schedule)	2022/03/18
Sheet Code	KS-2.0X2000X1250--52060222		
Clamp Position	200.00, 800.00, 1800.00		

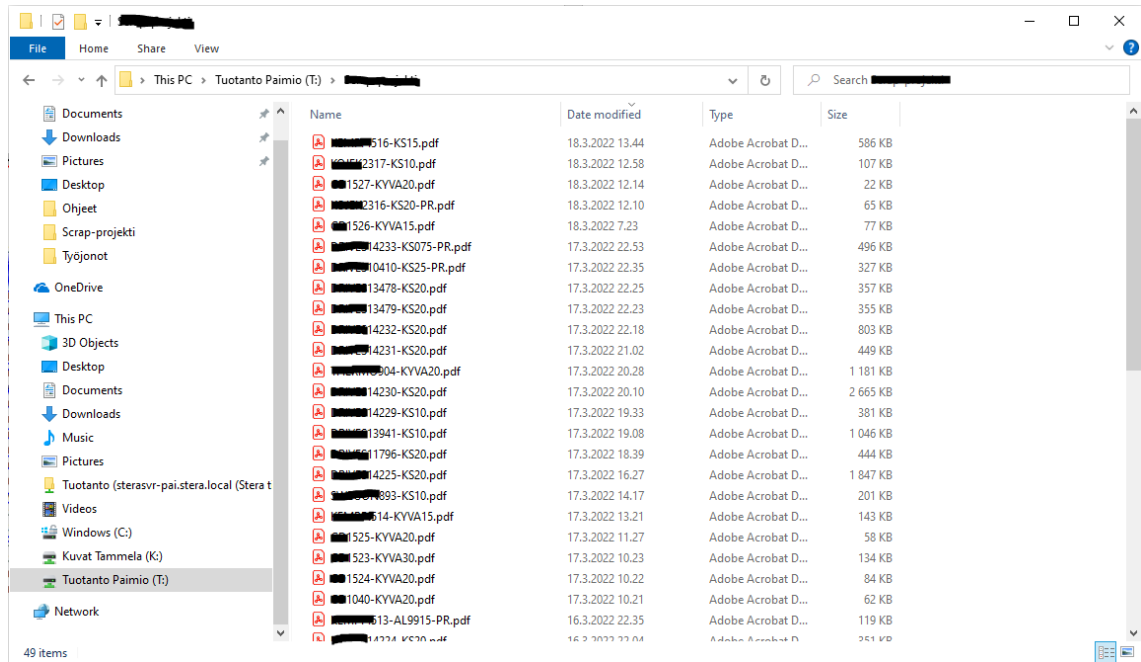


Part Information

NO.	Part Name	Part Comment	Unfold Size	Quantity/Total/Planned
2			596. X 483.6	7 / 21 / 20

Kuva 11. Schedule Sheet Report.

Ohjelmistorobotti lukee PDF-tiedostosta halutut tiedot esim. Schedulen nimen, levyn käyttöasteen sekä käytettävän materiaalin nimikekoodin. Schedule Sheet Reportin nimi on yksilöllinen jokaisessa eri raportissa ja sen perusteella on mahdollista etsiä ja tarkastella tallennettuja nestejä yrityksen verkkoasemalta jälkikäteen.



Kuva 12. Verkkoasemaan tallennettuja raportteja.

Raportti on mahdollista tallentaa ja tulostaa samanaikaisesti hyödyntämällä Adobe Acrobat Reader-ohjelman perusominaisuuksia. Tietyissä tilanteissa tallennus ja tulostus on suoritettava erikseen ja tähän kuuluu työntekijältä noin viisi sekuntia ylimääräistä työaika.

Taulukko 1. Esimerkki Microsoft Excel raporttinäkymästä.

Date	Schedule Name	Material	Utilization	
15.3.2022	*Asiakas*5489-KS15	52060222	74.65	%
18.3.2022	*Asiakas*6518-KV125	52060110	80.5	%
22.3.2022	*Asiakas*4684-KV20	52040066	48.68	%
1.4.2022	*Asiakas*4894-KV10	52060455	76.42	%
4.4.2022	*Asiakas*8647-KS15	52060222	65.87	%

Steran kehittämän Raketti-tietokoneohjelmiston avulla data on mahdollista hakea IFS ERP-järjestelmän taustalla toimivasta tietokannasta ja datasta on mahdollista saada visuaalinen raporttinäkymä nestausprosessin tehokkuudesta ja käytetyistä materiaaleista. Raketin avulla raporttinäkymä on helposti siirrettävissä Microsoft Excel-ohjelmaan.

Hybridiratkaisun mahdollistaa ulkopuolisen yrityksen tarjoama palvelu. Palvelu sisältää ohjelmistorobotiikan sekä integraatiotyökalun, jonka avulla PDF-tiedoston tiedot on mahdollista viedä IFS ERP-järjestelmän taustalla toimivaan tietokantaan.

3.4 Jatkokehitys ja käyttöönotto

Menetelmät esiteltiin toimeksiantajalle ja hybridiratkaisun konsepti todettiin toimivaksi nestauksen tehokkuuden selvittämiseksi. Osana opinnäytetyötä menetelmän tuotteistamisesta pyydettiin tarjouspyyntö kotimaiselta digitaalisia ratkaisuja tarjoavalta yritykseltä. Toimeksiantajan tehtäväksi jää mahdollisen kilpailutuksen tekeminen sekä ratkaisun jatkokehitys ja käyttöönotto.

4 Päätelmiä

Projektina opinnäytetyö oli erittäin opettavainen ammatillisen kehittymisen kannalta. Työn jouheva eteneminen vaati yhteistyötä yrityksen eri osa-alueiden ammattilaisten kanssa mikä kertoo työelämässä tarvittavien tiimityöskentelytaitojen tärkeydestä. Lisäksi projekti antoi hyvin esimakua tulevaisuuden kehitystehtävistä, jossa ongelmaan tai idean toteutukseen lähdetään kartoittamaan toimivia ratkaisuja.

Toimeksiantona oli kehittää menetelmä, jolla nestausprosessin tehokkuutta on mahdollista mitata ja seurata. Tältä osin opinnäytetyön tavoite saavutettiin ja toimeksiantaja sai konseptitasolla toimivan ratkaisun. Aluksi toimeksianto rajautui nestausprosessin tehokkuuden mittaamiseen, mutta työn edetessä huomattiin, että saatava data on seurannan kannalta hyvin rajallista. Saadulla tiedolla ei ole välttämättä kovin suurta merkitystä, sillä epäkohtiin on vaikea puuttua, jos käyttöasteen lukeman taustoja ei tiedetä. Hybridiratkaisussa tallennettu visuaalinen kuva nestistä auttaa havainnollistamaan käyttöasteen taustaa. Ihannelilanteessa menetelmä olisi täysin automatisoitu eikä ohjelmoijille syntyisi datan keräämisestä ylimääräistä työtä ja sitä lähdettiin tavoittelemaan, mutta se ei kuitenkaan onnistunut kaikilta osin. Ylimääräisen työn määrä jäi kuitenkin hyvin minimaaliseksi.

Levyarkkien materiaalikustannukset ovat nousseet huomattavasti viimevuosina, ja yritysten on kiinnitettävä enemmän huomiota materiaalien käyttöasteeseen, jotta niiden kilpailukyky paranisi. Vaikka materiaalihukan vähentäminen on tärkeää ympäristön ja yritysten kilpailukyvyn kannalta, on kuitenkin muistettava, että valmistuksessa materiaalien käyttöasteen seuranta ei yksistään riitä. Turhien täytekappaleiden käyttö nestausprosessissa ja pelkän korkean käyttöasteen havittelu luo suoria kustannuksia yritykselle. Kaikki levytyökeskukset eivät esimerkiksi irrota automaattisesti kappaleita ahiosta. Kappaleiden irrotus ahiosta on osassa tapauksissa käsin tehtävää työtä ja ylimääräisten täytekappaleiden irrotus vaatii lisäresursseja. Lisäksi täytekappaleiden varastointi luo tilaongelmia sekä levytyökeskusten kuormituksen tasaisuus voi

kärsiä, jos tilausten valmistus aloitetaan huomattavasti aikaisemmin pelkästään siksi, että materiaalien käyttöastetta saadaan parannettua. Ainekäytön tehostaminen on kuitenkin suuntana oikea kestävän kehityksen kannalta.

Lähteet

Aaltonen, K.; Aromäki, M.; Ihalainen, E. & Sihvonen, P. 2011.
Valmistustekniikka. 14., uudistettu painos. Espoo: Otatieto Oy.

Amada America, INC. 2022. Dr.Abe Blank Overview. Viitattu 22.3.2022
<https://www.amada.com/america/software-drabe-blank>

Ama-Prom Finland Oy. 2022. Levytyökeskukset. Viitattu 4.4.2022.
<https://www.ama-prom.fi/koneet/levytyokeskukset/em-m2>

Cadtalk. 2022. What is nesting software. Viitattu 22.3.2022.
<https://cadtalk.com/2020/02/24/what-is-nesting-software/>

Havas, T.; Hiitelä, E.; Hultin, S.; Matilainen, J. & Parviainen, M. 2010.
Ohutlevy tuotteiden suunnittelijan käsikirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy

Scan2CAD. 2017. Nesting – Everything you need to know. Viitattu 21.3.2022.
<https://www.scan2cad.com/blog/cnc/everything-about-nesting/>

The Manufacturer. 2021. Optimising nesting & fabrication. Viitattu 21.3.2022.
<https://www.themanufacturer.com/articles/optimising-nesting-fabrication/>

Weston, D. 2008. Nesting software: A tool for lean manufacturing. Viitattu 2.4.2022.
<https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/cadcamsoftware/nesting-software-a-tool-for-lean-manufacturing>

Ye, R. 2020. A guide to sheet metal fabrication processes: cutting bending & beyond. Viitattu 22.3.2022. <https://www.3erp.com/blog/a-guide-to-sheet-metal-fabrication-processes-cutting-bending-beyond/>