

Maivi Iga

**MATERJALIARVESTUSE
DIGITALISEERIMINE ETTEVÕTTE
LIPUVABRIK OÜ NÄITEL**

LÕPUTÖÖ

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut

Moetööstus

Spetsialiseerumine - Ressursikorraldus

Juhendaja: Merje Beilmann

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Maivi Iga**

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Materjaliarvestuse digitaliseerimine ettevõttes Lipuvabrik OÜ näitel

- 1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
- 2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, **Maivi Iga**

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja **Merje Beilmann**

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. DIGITALISEERIMINE TÖÖSTUSTES	6
1.1. Digitaliseerimine tootmises	6
1.2. Digitaliseerimine väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes	7
2. MATERJALIARVESTUS.....	10
2.1. Materjaliarvestuse digitaliseerimine	11
2.2. Materjaliarvestus tootmises	12
3. MATERJALIARVESTUSE DIGITALISEERIMINE ETTEVÕTTES LIPUVABRIK OÜ.....	13
3.1. Ettevõtte tutvustus	13
3.2. Materjaliarvestuse vajadus	14
3.3. Materjaliarvestuse rakendamine	15
3.3.1. Müügiartiklite analüüs.....	15
3.3.2. Retseptid	17
3.3.3. <i>Test-case</i> ide kirjeldamine	20
3.3.4. Testimine	22
3.3.5. Jõustamise koordineerimine ja järelkontroll	24
KOKKUVÕTE	26
SUMMARY.....	27
VIIDATUD ALLIKAD.....	29

SISSEJUHATUS

Digitaliseerimine ja kitsamalt tootmise digitaliseerimine on oluline etapp ettevõtetel tänapäevases arengurütmis püsimiseks. Uuringud on näidanud, et digitaliseerimine väljendub kiiresti kulude kokkuhoius, tootmise tõhususes ja ka konkurentsivõime püsimises. Digitaliseerimisprotsess võib olenevalt ettevõtte infotehnoloogilisest valmisolekust ja kollektiivi vastuvõtlikkusest olla kas pikem või lühem, kuid ka pikema protsessi korral tasub digitaliseerimine kindlasti ette võtta. Protsesside parem juhtimine, ülevaade kitsaskohtadest, reaalajas toimuv tootmise jälgimine, inimeste ja masinate potentsiaali parem ärakasutamine väljendub kiirelt ka ettevõtte tulude poolel.

Ettevõttes Lipuvabrik OÜ toimuvad kõik tootmisega seotud protsessid käsitsi. Pikaajalise staažiga töötajatel on välja kujunenud harjumuspärane töövoog ja esialgu ei nähtud vajadust olukorra muutumiseks. Juhtkond pani tähele, et pidev vajadus täpsustada ja üle kontrollida käsitsi täidetud dokumente nõuab lisapingutusi ja suurendab inimeste omavahelisi pingeid töökeskkonnas. Ettevõtte hakkas otsima võimalust mitmete töövoos osade automatiseerimiseks, et muuta protsessid sujuvamaks.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on digitaliseeritud materjaliarvestuse rakendamine ettevõtte majandustarkvaras.

Töö teema lähtub ettevõtte vajadusest vähendada müügi- ja tootmisprotsessides käsitööd. Digitaliseerimisprotsessidega oli ettevõtte algust teinud, aga erinevatel ettevõttesisestel ja -välistel põhjustel olid need jäänud ellu viimata. Ettevõtte juhtkond leidis, et digitaliseerimiskava jätkuv edasilükkamine ei ole ettevõtte majandushuve arvestades võimalik ja soovis digitaliseerimisprojekti uuesti algatada.

Käesoleva lõputöö teoreetilises osas antakse ülevaade digitaliseerimise olulisusest üldisemalt ja tootmisettevõtte spetsiifikast lähtuvalt. Ülevaate rõhuasetus on väikese ja keskmise suurusega ettevõtetel, kuhu kuulub ka lõputöös käsitletav Lipuvabrik OÜ. Lõputöö teemakäsitus keskendub materjaliarvestusele tootmisettevõttes. Teoreetilises osas antakse ülevaade materjaliarvestuse digitaliseerimisest ja selle võimalustest.

Lõputöö empiirilises osas kirjeldatakse ettevõttes läbiviidava digitaliseerimiskava etappi materjaliarvestuse kohta. Ettevõtte huvides on võtta kasutusele majandustarkvara moodul, millega toimub laovarude haldus, et saada jooksvalt ülevaade materjalide, komponentide ja kaupade liikumisest ja varudest. Materjaliarvestuse digitaliseerimine ja majandustarkvarapõhiseks rakendamiseks on sisendiks ettevõtte digitaliseerimiskavas järgmistesse püstitatud etappidesse edasiliikumiseks.

Materjaliarvestuse digitaliseerimiseks seati järgnevad ülesanded:

- Täita vajalikud eeldusülesanded materjaliarvestuse automatiseerimiseks;
- Testida materjaliarvestuse funktsionaalsus;
- Koordineerida uue funktsionaalsuse jõustamine majandustarkvaras.

Lõputöös on kasutatud Eesti ja välisautorite teemakohast kirjandust. Viidatud allikad on artiklid, raamatud ja internetiallikad.

1. DIGITALISEERIMINE TÖÖSTUSTES

Tööstuse areng on jõudnud neljanda tööstusrevolutsioonini, mida on hakatud nimetema ka Tööstus 4.0-ks. Tööstusettevõtete tootmistes tegutsevad robotid, mis on võimelised omavahel suhtlema, tunnetavad erinevate sensorite abil neid ümbritsevat keskkonda ja „mõistavad“ erinevaid vajadusi läbi andmeanalüüsi, et saavutada parema kvaliteediga kuluefektiivne ja kiiremini valmiv toodang. [1]

Kui kolm esimest tööstusrevolutsiooni tõid mehaanika, elektrifitseerituse ja infotehnoloogia, siis olid need suunatud tootmise efektiivsuse tõstmisele. Samal ajal on tootmisettevõtted seisnud silmitsi erinevate raskustega tulenevalt keskkondlikest, sotsiaalsetest, majanduslikest ja tehnoloogilistest arengutest ja ainult tootlikkuse suurendamine ei taga enam ettevõtetele edu rahvusvahelises konkurents. [1]

Tööstus 4.0 tunnustena võib välja tuua küber-füüsikalised süsteemid, uudsed ärimudelid, pilvelahendused, asjade internet (IoT – *Internet of Things*), suuremahulised andmekogumid (*Big Data*) ja ka küberturvalisus. Uued tehnoloogilised lahendused võimaldavad ettevõtetel vähendada erinevaid kulusid, kuid samas seavad need ka uusi nõudmisi töötajate oskustele. [2]

Tööstus 4.0 kujutab endast tööstuse ning tootmise tulevikku, kus infotehnoloogilised lahendused parandavad konkurentsivõimet ja efektiivsust, ühendades kogu väärtusahela ressursid - andmed, inimesed ja masinad. [3]

Digitaliseerimine on protsesside arendamine läbi infotehnoloogia rakendamise. Oluline on pöörata tähelepanu sõnapaarile „protsesside arendamine“ – mõne tehnoloogia rakendamine või tarkvara kasutusele võtmine ei ole kunagi eesmärk omaette, vaid vahendiks protsesside efektiivsemaks muutmisele. Seega ei ole õige digitalideerimist vaadelda kui mõne tarkvara rakendamist, vaid kui olulist organisatsioonisisest protsessi muutust, mida viiakse ellu (muuhulgas) tarkvara abil. [4]

Aina rohkem ettevõtteid – olgu siis suured, keskmised või väikesed – jõuavad otsuseni, et digitaliseerimise ajastul tuleb ettevõtte vajadustest tulenevalt sobilikud digilahendused leida ja kasutusele võtta.

1.1. Digitaliseerimine tootmistes

Tööstuse digitaliseerimine seisneb erinevate tehnoloogiate rakendamises tootmisprotsessides, mis võimaldab integreerida masinad ühtseks süsteemiks. Selle tulemusena saavutatakse suurem efektiivsus ja tootlikkuse kasv. See moodustab suure

osa Tööstus 4.0 ideedest, kus kaasaegsed infotehnoloogilised lahendused rakendatakse tootmises tulu suurendamise või kulude vähendamise eesmärgil. [5]

Tootmise planeerimine ja juhtimine on keeruline igas tootmisetapis. Antud töö põhineb ettevõttel, mis tegutseb tekstiilivaldkonnas, mille karakteristikaks tõttu on vaja arvestada ka erinevate materjalide, kemikaalide, tööoperatsioonide, meetodite, tehnoloogiate, toodangu variatsioonidega jne. Kõik need aspektid ja lisatingimused nagu tähtsajad, kvaliteedinõuded jm esitavad täiendavad nõuded tulemuslikule planeerimisele. [6]

Digiajastu pakub neile väljakutsetele palju lahendusi ja ettevõtetele võimalusi, et olla tootlikum, paindlikum ja vastutustundlikum. Lisaks sellele annab parema ülevaate tulemustest ja võimaluse alandada kulusid ja tootmisjääke. [6]

Tootmise digitaliseerimise puhul liigub ettevõtte üldjuhul digitaliseerimise teekonnal etappide kaupa. Digilahendustele minnakse üle tootmisliinide, tootmisprotsesside ja/või tootmisüksuste haaval. [7]

Enne tehniliste lahendusteni jõudmist on ettevõttes vajalik läbi viia digiaudit. Digitaliseerimissoovist suunatud auditeerimine annab ülevaate ettevõtte praegustest protsessidest ja võimalustest nende efektiivsemaks muutmise kohta. Selgub ka hetkeolukorra digivõimekus, mis kirjeldab, kas ja kui suurel määral ettevõtte juba digitaalsete võimalusi kasutab. Ülevaate tulemusena on võimalik koostada ettevõtte digitaliseerimise kava või teekaart, et jätkata digitaliseerimisega konkreetsetes tegevustes ja planeerida millised digitehnoloogiad (tarkvarad) kasutusele võtta. [7]

Tootmise korraldamiseks ja juhtimiseks vajaliku informatsiooni kogumiseks, haldamiseks ja analüüsimiseks vajamineva tarkvara areng on toimunud koos tööstustega. ERP (*Enterprise Resource Planning*) süsteemide vajalikkust näevad aina rohkemad ettevõtted ja ka väikeettevõtted tunnustavad tootmisplaneerimistarkvarade võimalusi. Üldiselt on ERP juurutamine keeruline protsess, võtab kaua aega, on kulukas ning nõuab ettevõttelt pidevat valmisolekut ja vastuvõtlikkust muutustele. [6]

1.2. Digitaliseerimine väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes

Väikese ja keskmise suurusega ettevõtted (SME – *Small and Medium enterprises*) kohtuvad digitaliseerimise teekonnal mitmete väljakutsetega. Erinevad digitaalsed tehnoloogiad nagu andmeanalüütika, erinevad pilvelahendused, blokiahelate kasutamine jm muutuvad üha laiemalt kättesaadavamaks võimaldades olemasolevaid protsesse optimeerida, luua väärtuspakkumist ja parendada kliendikogemusi. Aga SME-del ei ole tihti võimalik teha suuri kulutusi selleks, et rakendada ettevõttes keerulisi tehnoloogiaid. See nõuab

väljaminekuid töötajate koolitamiseks, tarkvara ja riistvara soetamiseks ja haldamiseks, pidevat ajakohastamisvalmisolekut tarkvara kasutamisel. Seetõttu on oluline, et ettevõtted oleksid oma valikuid tehes eesmärgile pikaajaliselt pühendunud. [8]

Et saavutada tulemusel ettevõtte digitaliseerimisest on oluline mõista, et digitaliseerimine eeldab ettevõtte sisemiste protsesside muutumist. Ettevõtte peab olema avatud ja vastuvõtlik nendele muutustele, uutele ideedele. Võrreldes suurettevõtetega on SME-d üldjuhul agiilsemad ja paindlikumad muudatusi vastu võtma. Samas pikaajalise tegutsemisajalooga ettevõtted võivad kannatada inertsuse käes, mis osutub digitaliseerimisteenuseks. [8]

Hoolimata erinevate takistuste ja väljakutsete esinemisest väikeste ja keskmise suurusega ettevõtete digitaliseerimisteenuseks, on olemas ka arenguvõimalused ja vajalike muudatuste elluviimise toetajad. Koostöövalmidus ja erinevate huvirühmade kaasamine aitavad ettevõtetel uusi kasulikke tehnoloogiaid ära tunda. Viimastel aastatel on hulgaliselt suurenenud erinevate tehnoloogiliste võimaluste valikud ning tarkvaraturul alanenud selle tõttu hinnad. Pilvelahendused, soodsama hinnatasemega ja hästi väljakujunenud tehnoloogia ning virtuaalne reaalsus on paindlikud ja võivad olla valmiskujul rakendatavad erinevatesse tootmisprotsessidesse. [9]

Enamgi veel, tehtud tööd, mis on fokusseeritud tootmisettevõtete digitaliseerimisprotsesside toetamisele ja on lähenenud neile vajaduspõhiselt, võimaldavad ettevõttes protsesse täiendavalt edasi arendada. [9]

Eestis pakub ettevõtetele digitaliseerimise teenuseks EAS (Ettevõtluse arendamise Sihtasutus) oma programmiga "Digitaliseerimise meistriklass". Programm tuvastab ettevõtte protsessid ja tarneahelad, kus optimeerimine konkuretsivõimele kaasa aitaks. Personaalse mentori ja tippkoolitajate toel valmib organisatsiooni strateegilise arendamise plaan. [10]

Lisaks EAS-i toetusmeetmetele on digitaliseerimisest huvitatud ettevõtetel võimalik kasutada erinevate konsultatsioonifirmade abi. Eestis pakuvad sellist teenust näiteks ettevõtted TJO Konsultatsioonid, BCS Itera, Digiwise jpt.

Kui ettevõtte on välja valinud endale sobiva lahenduse digitaliseerimisprotsessi elluviimiseks, siis algab selle juurutamine. Üldjuhul tekib enim probleeme protsessimuudatuste juurutamisel – kuna digitaliseerimisprojekt toobki endaga kaasa protsessimuudatused, tähendab see ka alati töötajate seniste tegevusmuutuste ja harjumuste muutmist. Mõningate tarkvarade (näiteks ERP-süsteemide) puhul aitab

juurutamisega kaasa lahenduse tarnija; teistel puhkudel saab selle teostada majasiseselt. [4]

Digitaliseerimisteenuskonna ette võtnud ettevõtte peab arvestama sisekultuuri muutustega. Kui tutvustatakse ettevõttes täiesti uut tegevuskava, töökorralduse muutusi või uusi protsesse, tuleb meele pidada, et töötajad vajavad aega uue tehnoloogia õppimiseks ja harjumuspäraste tööviiside muutustega kohanemiseks. Ettevõttesisest digipööret saab edukalt teha tugeva kollektiivse tahte ja selgelt kommunikeeritud eesmärgi taustal. [8]

Üldjuhul on digitaliseerimine kõikidele (erineva suurustega) ettevõtetele kasulik, kuid esineb ka erandeid. Seetõttu tulenevalt oma tegutsemisalast, ettevõttesisestest töövoogude iseärasustest, väljatöötatud lahendustest jt ettevõttele iseloomulikest omadustest peab ettevõtte otsustama, kas digitaliseerimine tuleb ettevõttele kasuks ja millisel määral seda läbi viia. [8]

Digitaliseerimisel on ka omad takistused. Suurimaks neist on rahaliste vahendite puudus. Samuti on olulisel kohal erinevad nõuded (näiteks andmekaitse), mille tingimustega vastavuses olemine nõuab täiendavat infotehnoloogilist ressursi ja kvalifitseeritud tööjõudu. [11]

Võimalikest takistustest kõige inimlikum on hirm digitaliseerimise ees üldiselt. Tihti kogetakse ettevõtetes sisemist vastupanu, sest töötajad kardavad kaotada oma töökohta ja muutuvad harjumuspärased töövood. Sisekultuuri muudatuste eesmärgi ja vajalikkuse peavad ettevõtted asjakohaselt selgitama. On võimalik, et töötajate mured ja probleemid on kerkinud informatsiooni puudusest ja seetõttu põhjendamatud. Ettevõtete ülesandeks on töötajad infoga varustada ja muutusteks ette valmistada. [12]

Digitaliseerimisteenuskonna ette võtnud ettevõtte peab arvestama, et põhilised sammud tootmise digitaliseerimiseks on [11]:

- Võrgustike loomine – Digitaliseerimise aluseks on tehnoloogiliste ühenduste loomine süsteemide ja masinate vahele. Vajadusel hangitakse uusi süsteeme või uuendatakse olemasolevaid.
- Analüüs – Süsteemide abil kogutud ja analüüsitud andmeid on võimalik kasutada erinevatel eesmärkidel. Tootmisvõimekus, müügitulemused, hankeotsused, kvaliteedianalüüs – need on vaid osa võimalikest analüüsides.
- Optimeerimine – Kui on loodud vajalikud võrgustikud, kogutud andmed ja tehtud analüüs saab nende teadmiste alusel teha olulisi optimeerimisi. Tõhus juhtimine saab sellest oma alguse.
- Targad lahendused/teenused – läbi digitaliseerimise on võimalik jõuda uute ärimudeliteni, et pakkuda klientidele lisaväärtust, avada uusi äripotensiaale.

2. MATERJALIARVESTUS

Tootmise digitaliseerimise oluline osa on materjali kulu (vajaduse) arvestus. Kuluarvestuse põhimõtte järgi on materjalikulu ettevõttes seotud sisseostetud algmaterjali ja komponentide (varud) hinnaga. Toodangu valmimise eelduseks on piisavad laovarud, mis tagavad vajalikud komponendid selle valmistamiseks. Tegemist on ajutise otsekuluga, mida kavatakse edasi müüa või tootmise käigus väärindada ja müüa. Seeläbi saadakse tulu. [13]

Varud on ettevõtte varad, mis on edasimüügi eesmärgil sisseostetud, mis on parajasti tootmisprotsessis või mida ettevõtte tarbib materjali või komponentidena tootmisprotsessis või teenuste osutamiseks. [14]

Tootmisettevõttes eristatakse nelja liiki varusid [14]:

- Toore, mille all mõistetakse objekte, tarbitavaid tooteid, elemente jm, mida saadakse väljaspoolt ettevõtet ja mida kasutatakse lõpptoodangu valmistamiseks.
- Pooltooted, abimaterjalid ja väikevahendid. Sellesse rühma kuuluvad ka kohapeal valmistatud töövahendid ja/või muud abivahendid.
- Lõpetamata toodang. Sel puhul on tegemist pooleli olevate töödega.
- Valmistoodang või lõpetatud toodang, mis on lattu kantud, kuid kliendile veel lähetamata.

Tootmisettevõtte varusid iseloomustavad ka järgmised tunnused [14]:

- Tavaliselt muudavad või kaotavad need tootmisprotsessis oma esialgse väärtuse.
- Kasutatakse tootmisprotsessis vaid ühe korra.
- Annavad oma väärtuse tootmises loodud uuele tootele üle täies ulatuses.

Materjalarvestuse eesmärk tootmises on arvutada, milline on ühe ühiku toodangu valmistamiseks vajalik materjalide ja komponentide kogus. Selle põhjal kujuneb sisend toote omahinna arvutusteks.

Materjalarvestuse põhiküsimused on [15]:

- Mida?
- Kui palju?
- Mis ajaks?

Materjalarvestuse tegemiseks on ettevõtetel valida mitmeid võimalusi. See on võimalik paberil või mõnda tabelarvutusprogrammi kasutades. Süsteemsemaks kasutamiseks on soovitatav võtta kasutusele majandustarkvara, kuhu tihti on integreeritud vajalik funktsionaalsus. Samuti on materjalarvestuse tarkvara võimalik kasutada iseseisvana

ja/või finantstarkvaraga liidestatuna. Täislahendusega koondab majandustarkvara ettevõttele (ERP - ettevõtte ressurside planeerimise tarkvara) endas mitmeid äriks vajalikke funktsionaalsusi nagu finants, personal, ost-müük, tootmine jne. [16]

2.1. Materjaliarvestuse digitaliseerimine

ERP-süsteemide valik on lai ja omale sobiliku peaks leidma kõik erineva suurusega tootmisettevõtted. Enamasti on erinevad funktsionaalsused jaotatud moodulitesse, mis võimaldab süsteemi soetades valida, milliseid mooduleid kasutada. Samas valiku tegemine ei pruugi olla lihtne. Kiirustades valiku tegemisel võib juhtuda, et osad moodulid jäävad kasutusesta või ei vasta ettevõtte vajadustele. Tulemuseks ettevõtte töötajate võimalik vastuseis programmi kasutamisele, lisakulu kõrgema teenusehinna näol ja/või oodatud tulemuse puudumine (näiteks kulude mittevähennemine). [16]

Materjaliarvestuse tegemiseks (ka planeerimiseks) on ERP süsteemides eraldi moodulid (MRP – Material Requirements Planning) või sarnast funktsionaalsust võimaldavad rakendused. MRP moodul või rakendus võimaldab ettevõttes siduda tootmisvajaduse ja -võimekuse; koostada tootepõhise nimekirja materjalidest, komponentidest ja teistest sisendkuludest; hallata varusid, kaupa ja toodangut ning ka planeerida tootmisvälpasid, ajakulu ja tarneid. [15]

Materjalivajaduse planeerimise süsteemid toetavad ettevõtetel varude haldamist läbi materjalivaru planeerimise ja võimalikult väikeste laovarude hoidmise. Materjalivajaduse planeerimise süsteemid on võimalised analüüsima tootmistellimuste põhjal materjalide ja/või komponentide koguse. Tellimuse täitmise tähtaegade põhjal annab süsteem teada materjali juurdetellimise vajadusest. Nii püüab süsteem tagada, et tellimused saaksid tähtajaliselt täidetud, vajalikud materjalid oleksid õigetes kogustes olemas ja tulevikutellimuste täitmiseks õigeaegselt juurde tellitud. [17]

Kalkulatsioonide tegemiseks on vajalik, et ettevõttes oleks arendatud tootmisplaan, teostatud materjalivajaduse arvutused, oleks olemas tootespetsifikatsioonid ja inventeeritud olemasolev materjalivaru. [17]

Materjaliarvestuse lahendused erinevates majandustarkvarades võivad olla erinevad. Antud lõputöös on materjaliarvestus tehtud ettevõtte näitel, kus on kasutusel Standard Books äritarkvara Excellent Business Solutions Eesti AS-lt.

Standard Books koondab endas ligi 30 erinevat lahendust ja/või moodulit erineva suunitlusega ettevõtetele. Materjaliarvestuseks vajalik funktsionaalsus on koondatud moodulisse Logistika ja ladu. Moodul sobib ühe või ka mitme lao samaaegseks haldamiseks

ja võimaldab rakendada erinevaid seadeid ja koostada ülevaatlikke aruandeid. Vajaduspõhiselt saab rakendada müügiartiklitele minimaaltasemed, koostada ostutellimusi jm. [18]

2.2. Materjaliarvestus tootmises

Materjaliarvestuse tegemisel lähtuvad ettevõtted oma tootmistes vajalikest sisendmaterjalidest. Iga toote valmistamiseks võib olla vajalik erinev kogus või erinev kompleksus sisendmaterjale. Lõputöö põhineb tekstiilivaldkonnas tegutseval ettevõttel ja tootmises kasutatavad materjalid on erinevad kangad, õmblusmaterjalid (niit, tamiil, dubleer jt) ja tootepõhised furnituurid (lipukonksud, öösid, narmad, nõörid jt). Kuna ettevõtte tegeleb ka digitrükiga, siis osalevad tootmises ka trükivärvid ja sublimatsioonipaber.

Tootepõhise materjaliarvestuse tegemisel otsustab iga ettevõtte, milliseid materjale tootmise kuluarvestuses kasutatakse. Nende kohta peetakse laoarvestust. Materjalid, mis osalevad tootmises, aga mille kohta laoarvestust ei peeta, võetakse arvesse raamatupidamisliku kuluna. Kalkulatsioonis need ei osale. Näiteks Lipuvabrikus ei võeta materjaliarvestuses arvesse trükivärvi. Erineva kujundusega tükitud lippude värvikulu on erinev, kuigi lipud võivad olla füüsiliselt ühesuurused.

Kui ettevõtte kasutab materjaliarvestuseks mõnda finantstarkvara, saab toodangu valmistamiseks vajaliku materjaliarvestust pidada programmis. Standard Booksis juhivad sellist komplekteerimise protsessi Retseptid. [18]

Retsept või ka BOM (*Bill of Materials*) on majandustarkvarades kasutatav struktureeritud nimekiri, mis koondab endas tootmises vajaminevate materjalide ja/või komponentide vajaminevad kogused ühe ühiku toodangu valmistamiseks.

Ettevõttes valmistatav toodang on tavapäraselt majandustarkvaras registreeritud müügiartikkel. Artikli registreerimisel programmis on tarvilik koheselt otsustada, kas tegemist on ettevõttes koostatava (toodetava, komplekteeritava) müügiartikliga. Kui see on nii, siis tasub koheselt artikli registreerimise järel koostada retsept. [18]

3. MATERJALIARVESTUSE DIGITALISEERIMINE ETTEVÕTTES LIPUVABRIK OÜ

2021. a osales Lipuvabrik OÜ EAS-i korraldatud digitaliseerimisprogrammis. Programmi läbimise tulemusena jõuti otsusele, et samade protsessidega jätkates ei suudeta ettevõtte arengut tagada ja tootmisega seotud protsessid tuleb digitaliseerida. Projekti elluviimist mõjutas tugevalt 2020. a kevadel alanud koroonapandeemia ja veebruaris 2022. a alanud Venemaa sissetung Ukrainasse. Viimane tekitas järsult suurenenud tootmisvajaduse Ukraina lippude ja rahvussümboolika järele. Klientide soovide täitmiseks rakendas ettevõtte kõik töötajad oskuste ja võimaluste piires tootmisülesannetesse (näiteks müügiosakonna töötajad tegelesid juurdelõikusega, et õmblejad saaksid võimalikult kiirelt tooteid valmis õmmelda ja hiljem komplekteerimise ja pakendamisega, et kaup klientideni jõuaks). Olukorra stabiliseerumisel alustati digitaliseerimisprojekti elluviimise ettevalmistustega 2023. aasta suvel.

Antud lõputöös kirjeldatud materjaliarvestuse digitaliseerimisprotsess on ettevõttesiseses digitaliseerimistEEKONNA üks osa. Kirjeldatud etapis keskenduti materjali kulu arvutamisele tootmisvajadusest lähtuvalt.

3.1. Ettevõtte tutvustus

Lipuvabrik OÜ asutati 1994 aastal ja on Eesti pereettevõtte. Lipuvabrik asub Tallinnas Türitn 3. Ettevõttes töötab 26 inimest. [19]

Ettevõtte töötajad jagunevad tinglikult tootmise ning müügi ja administreerimise ülesannetesse. Õmblejate tööd koordineerib tootmisjuht. Teised ametikohad – trükkal ja kujundajad, müügimeeskond, arendusmeeskond ning meister – alluvad otse tegevjuhile.

Lipuvabriku põhitegevusala on lippude (riigilipud, asutuste, organisatsioonide, ettevõtete, üksuste, perekondade, linnade/valdade jne lipud) tootmine. Lippe valmistatakse kangastest õmmelduna või digitaalselt trükituna. Õmmeldud lippude valmistamiseks on Lipuvabrikus suures valikus erinevat värvi lipukangad, mida vastavalt tellimusele kasutada saab. Trükitud lippude valmistamiseks kasutab ettevõtte otsetrüki- ja sublimatsioonitehnoloogiat. Lipuvabrik on ainuke Eestis ja üks vähestest Skandinaavias, kus on võimalik valmistada pidulikke aplikatsioonitehnikas valmistatud esinduslippe. [20]

Lipuvabrik pakub täisteenust. Koos lipuga saab klient soetada ka kõik vajaliku selle heiskamiseks. Majalipu ostjale pakutakse kaasa lipuvarras ja vardahoidik. Piduliku- või esinduslipu soovija saab soovi korral lipuvardele ka erikujundusega otsiku. Kui klient soovib koduõuele paigaldada lipumasti, saab selle tellida koos kõikide vajalike lisade ja ka

paigaldusteenusega. Masti osjale pakutakse kaasa ka sobivas mõõdus lipp ja vimpel. Lipuvabrik OÜ teeb tihedat koostööd Eesti Lipu Seltsiga, et üldist lipukultuuri arendada.

Lisaks lippudele valmistatakse erinevaid kodutekstiilitooteid. Lipuvabriku põhitoodete sekka kuuluvad erinevad kodutekstiilid nagu põll, pajakinnas ja -lapp; kandekott, kosmeetikakott, padjakate; pleed ja piknikutekk; kaelarätt või vihmakeep. Pikaajaliselt teeb lipuvabrik koostööd Eesti kunstnikega, kelle tootesarju on võimalik igaühel ka kodulehelt soetada. Näiteks Sirje Tüüri traditsioonilistest Muhu madaltikanditest inspireeritud tootesari „Muhu muinasjutt“ on saada kõikide esemete kujunduses [21]. Tooted on sublimatsioonitehnoloogias trükitud ja seejärel Lipuvabriku õmblejate poolt valmistatud.

Lipuvabriku on üles leidnud mitmed moekunstnikud, kes kasutavad digitrüki teenust kangakujunduses. Soovitud mustrit on võimalik sobiva materjali olemasolu korral sublimeerida kliendi enda kangale, aga kangas on võimalik osta ka Lipuvabriku valikust. Moekunstnikele Lipuvabrik õmblusteenust reeglina ei osuta. [22]

Lipuvabrik on kaasa aidanud ka mitmete kunsti- reklaam- ja sisustustekstiilide tootmisele. Olenevalt projektist saab valida vajaduspõhise (ainult trükk) või täisteenuse (koos tooteks valmistamisega).

Tellimuste ja tehingute vormistamiseks on Lipuvabrikus kasutusel majandustarkvara Standard Books. Ettevõtte on tarkvara kasutanud juba üle 20 aasta. Tarkvara Standard Books esindaja ja teenusehaldaja Eestis on Excellent Business Solutions Eesti AS. [18]

Algselt kasutati tarkvara vaid ostu- ja müügiarvete sisestamiseks. Selleks olid loodud müügiartiklid, mida vajaduspõhiselt lisati. Standard Booksis on olemas ka logistikamoodul, mille seadistuste kaudu on võimalik materjaliarvestust pidada tootepõhiselt.

3.2. Materjaliarvestuse vajadus

Enne materjaliarvestuse rakendamist kasutas ettevõtte Standard Books majandustarkvara raamatupidamislikul eesmärgil arvehalduseks. Klientide tellimused registreeriti, nendest koostati lähetus (saateleht kaubaga kaasa) ja edastati ka arve kliendile sobilikus kanalis. Kaupade ja materjalide vajadust hinnati visuaalselt ja laohaldust teostati kord aastas toimuva inventuuriga.

Tootepõhiselt materjalikulu ei arvestatud. Tootmiseks vajaliku materjali üldkogusest mahaarvutamine toimus käsitsi. Selleks kasutati kangarullidele kinntatavaid lipukuid, millele märgiti rullist väljamõõdetud kogus. Inventuuri käigus tuli need numbrid kokku

arvutada ja kanga üldkogusest maha arvestada. Lisaks kangale kasutati sellist märkimisviisi ka teiste mõõdetavate toodetega (paelad, nõörid, linnid jt).

Osade materjalide puhul rakendati ka pakendipõhist mahakandmist. Näiteks uue rulli tugevduspaela kasutuselevõtuga arvestati laoseisust maha terve rull korraga. Selle info edastas tootmisjuht raamatupidajale vajaduspõhiselt. Toodete valmistamisel kasutati ka komponente, mille üle arvestust ei peetudki (väikefurnituurid).

Kuna paljud materjalid ja komponendid, mida kasutati toodangu valmistamiseks, olid samal ajal Lipupoest ostetavad, siis ei olnud võimalik eristada, milline kogus müüdi kaubana klientidele otse, milline läbi komplekteerimise toodanguks. See tegi raamatupidaja töö väga keeruliseks ja ajamahukaks.

Selline käis arvestamise kord kestis kuni 2021 aastani. Ettevõtte jõudis arusaamisele, et ilma protsesside digitaliseerimiseta ei ole võimalik teostada materjalide ja kaupade kohta aruandlust. Sellest tulenevalt puudub ka ettevõtte juhatusel võimalus kuluefektiivselt tootmist korraldada.

3.3. Materjaliarvestuse rakendamine

Digitaliseerimise meistriklassis loodud strateegiaplaani alusel otsustas ettevõtte esimese etapi ülesannete seas rakendada finantstarkvaras automatiseeritud laoliikumiste kajastamine. Eesmärgi täitmiseks püstitati eeldusülesanded ja täitevülesanded (Tabel 1).

Tabel 1. Ülesannete liigitus

Eeldusülesanded	Täitevülesanded
Müügiartiklite analüüs	<i>Test-case</i> ide kirjeldamine
Materjali tootepõhise kulu arvestus (retsept)	Testimine
Inventuur	Jõustamise koordineerimine
	Järelkontroll

3.3.1. Müügiartiklite analüüs

Tulenevalt tootmiseprotsessidest ja digitaliseerimiseks vajalike algandmete puudumisest algas esmalt töö müügiosakonnale vajalike tooteartiklite analüüsist ja standardtoodete valmistamiseks vajalike materjalide kulu arvestuse tegemisest.

Standard Books tarkvara võimaldab toote- ja materjalipõhist laoarvestust, mida ettevõtte seni ei kasutanud. Tehingute tegemisel oli laoarvestuse funktsioon programmis välja lülitatud.

Laoarvestuse rakendamiseks oli vajalik müügiartiklid artiklitüübi järgi tähistada. Standard Booksis on kasutusel neli artiklitüüpi [23]:

- Tavatoode: müügiartikkel on programmis registreeritud, aga sellega ei kaasne laoseisu. Näiteks kaup või materjal, mille sisseostul arvestust ühikupõhiselt ei peeta, aga soovi korral on kliendil võimalus seda osta – kilesukk.
- Laoartikkel: müügiartikkel, mis on kaup või toodang ja mille laoseisu arvestatakse. Näiteks lipuvardad, mis on arvel tüki kaupa, või kangas, mis on sisseostuarvel ruutmeetrites (m2).
- Struktuuriartikkel: laoseisu jälgimiseta komplekteeritav artikkel. (Lipuvabrik seda tüüpi ei kasuta).
- Teenus: osutatav teenus, millel on olemas registreeritud müügiartikkel, aga ei kaasne laoseisu. Näiteks renditeenus. Joonis 1 kujutab Standard Booksis loodavat ja kasutatavat artiklikaarti, millele sisestatakse vajalik informatsioon. Kaardile tähistatakse ka artikli tüüp, et programm oskaks edasistes tegevustes sellega arvestada.

Lipuvabrik: Artikkel: Muuda

Fail Redigeeri Kaart Aken Info

Kood 10004 Klass ÕMBL

Nimetus Eesti mastilpp, 105x165 cm, paks (6m mastile)

Hinnad Tootmine Ladu Kulud Retsept Kontod

Ühk tk

Baasmüüghind 39,35

Vimati muudetud 09.01.2024

Hinnafaktor

Arvutusvalem

Juurdehindluse % 0

Preemia %

Objektid

Klassifikaator A

Artikli tüüp

☐ Tavaline

☒ Laoartikkel

☐ Struktuurartikkel

☐ Teenus

☐ Suletud

☐ Ei ole müügiartikkel

☐ Pakend

☐ Kasitle artiklit projektil materjalina

Ladu KAUP

Joonis 1. Artiklikaart. Allikas: Standard Books majandustarkvara, Lipuvabrik OÜ

Toodete liigitamisel tekkinud laoga seotud müügiartiklite grupp (Laoartikkel) jaguneb omakorda kaheks:

- Kaup;
- Toodang.

Tabelis 2 on näitlikustatud mõned vabalt valitud tooted ja nende ettevõttesisene hinnang. Kuna laoartiklile ei ole programmis täiendavat tähist võimalik omistada, siis kauba ja toodangu hindamine on suhteline ja sõltub ettevõtte tegevusalast. Lipuvabrikus on toodanguks kõik kohapeal koostatavad ja valmistatavad müügiartiklid.

Tabel 2. Toodete jaotuse näide

Näide/toode	Tava- toode	Laoartikkel /kaup	Laoartikkel/ toodang	Teenus
Pidulik laualipp marmoralusel (kmpI)			x	
Marmoralus		x		
Pidulik laualipp			x	
Lipukott (erinevad moodsud)	x			
Lipukangas (erinevad värvid)		x		
Lipu naelutamine				x
Lipualuse rent				x

Igale tootele vastab ettevõtte majandustarkvaras unikaalne artikkel, millega seotud artiklikaardile tähistatakse artiklitüüp vastavalt toote olemusele. Eraldi artiklitüübi alaliiki Standard Booksis tähistada ei ole võimalik. Kauba ja toodangu erinevus tuvastatakse programmis retsepti olemasolu kontrollides.

Kaup on muutumatu kuju, suuruse ja hulgaga müügiartikkel. Vastavalt tema ühikule saab kaupa müüa nt tükkides või jooksevmeetrites. Artikli kasutamisel müügitehingus arvestatakse laoseisust maha vastava ühiku tehingus osalev kogus.

Toodang on müügiartikkel, mis koosneb erinevatest komponentidest. Sellise artikli kasutamisel müügitehingus, toimub programmis mitu samaaegset tegevust. Üheks neist on „Tootmine“, mis eeldab artikli seotust retseptiga.

3.3.2. Retseptid

Selleks, et toimuks materjali või komponentide arvestus, tuleb koostada retseptid. Standard Booksis on retsept tarkvarapõhine termin. ERP-süsteemides vastab sellele BOM (*Bill of Materials*). Müügiartikkel, mida ettevõtte kohapeal toodab või komplekteerib koosneb erinevatest komponentidest. Ühe või mitme komponendi sisenemisel tootmisesse, väljub sealt üks või mitu valmistoode. Selleks, et oleks teada, kui palju ühte või teist materjali või komponenti tooteartikli valmistamiseks vajatakse on loodud retseptikaardid [24]. Näiteks ühe Eesti lipu valmistamiseks on vaja sinist, musta ja valget kangast. Olenevalt lipu suurusest, kujundusest ja/või valmistamise tehnoloogiast on kanga kogus varieeruv. Seega tootele „Eesti lipp“, mille suurus on 105x165 cm ja mida kasutatakse majalipuna, tuleb arvestada lipumõõdu jagu kangast, millele on lisatud vardatunneli ja õmblusvarude lisakulu.

Näide materjalikulu arvestuse kohta Eesti majalipule (Tabel 3), millel on 4 cm läbimõõduga

varda tunnel ja mille mõõt on 105x165 cm.

Tabel 3. Materjali kulu arvestus

Kangas	Ühik	Kogus
Eesti sinine (õhuke lipukangas)	m ²	0,7
Must (õhuke lipukangas)	m ²	0,7
Valge (õhuke lipukangas)	m ²	0,7

Kuna Eesti lipu laiud on kõik ühelaiused, siis erinevate materjalide kogus üksteisest ei erine. Arvutuskäik (kõik andmed sentimeetrites):

1. Ühe laiü kõrgus: $105:3+4$ (palistuse ja ühendusõmbluse varu)= 39;
2. Laidude pikkus: $165+4$ (palistuse ja ühendusõmbluse varu)+ 12,5 (tunneli valmistamiseks vajalik materjali lisa)= 181,5;
3. Kangakulu (teisendatud m²): $30 \times 181,5: 10000 = 0,707$.

Laiud õmmeldakse omavahel kokku lükkõmblusega, servad palistatakse ja seejärel õmmeldakse vajaliku läbimõõduga tunnel. Valmis lipp peab jääma ettenähtud mõõtudesse (tunneli laiust lipu mõõdu sisse ei arvestata).

Valmistamistehnoloogiat ja vajalikke materjale ja/või komponente arvesse võttes luuakse toodangu valmistamiseks retseptid (Joonis 2) kõikidele valmistatavatele ja/või komplekteeritavatele toodetele. Retsepti sisendiks on materjalid ja/või komponendid ja väljundiks toodang. Ettevõtte otsustas, et retseptides kasutatakse ainult põhimaterjale ja -komponente. Materjalid, mis küll osalevad tootmises, aga mille üle arvet ei peeta (abimaterjalid, kulumaterjalid), retseptis ei kajastu. Seetõttu ei ole arvestatud näiteks toodete õmblemiseks kulutatud niidi kogust, trükkimiseks kasutatud värvikogust või erinevaid pakendeid. Samuti otsustas ettevõtte tootmises kulunud aega retseptis mitte registreerida.

Retseptide kirjeldamisel jälgiti, et kõikidel retseptis osalevatel artiklitel oleks korrektselt täidetud artiklikaart. Artiklikaardile märgitud ühik tähistab selle artikli arvestusühikut üle kõikide programmis kasutatavate funktsionaalsuste. Retseptis osalevad materjalid ja/või komponendid (sisendartiklid) tuli määratleda neid ühikuid silmas pidades.

Retsepti tabeliosa täitmisel tuli meeles pidada, et väljundartikkel ehk toodetav kaup asub alati viimasena. Selle kood peab olema identne müügiartikli koodiga, millega retsept on seotud.

Lipuvabrik: Retsept: Vaata

Fail Redigeeri Kaart Aken Info

Kood **R.10004** Kommentaar Eesti mastilipp 105*165, paksem

Toodetav kogus 1 Tunde Keel

Min. toodetav kogus Päevi tootmiseks ☐ Suletud

Fiks. tootmispäevi Tunde tootmiseks Minuteid Sekundeid

Värv res. planeerimises Must Toodetav arv

Standardpartii Lisatootm.kogus

Valkimisi suunamine

Juhised

Artikkel	Nimetus	Sisse	Välja	Ühik	Osak. %	Mat.kulu
1	PLK_B26	0,70		m2		
2	PLK_X01	0,70		m2		
3	PLK_W01	0,70		m2		
4	15502	2,00		tk		
5	14018	1,30		m		
6	10004		1,00	tk		

Lipuvabrik: Artikkel: Vaata

Fail Redigeeri Kaart Aken Info

Kood 10004 Klass ÖMBL ☐ Suletud

Nimetus Eesti mastilipp, 105x165 cm, paks (6m mastile) ☐ Ei ole müügiartikkel

Hinnad Tootmine Ladu Kulu Retsept **Retsept** ☐ Aseta sisestamisel komponendid

Arve retsept Võotkood

Lepinguartikkel EAN kood

Rendiarveldus EKN kood

Garantikuude arv 0 Pakendi retsept

Sort. kood Värv Hall

Alternatiivkood

Hoiatus

Joonis 2. Retseptikaart ja artiklikaart tähistatud seostega. Allikas: Standard books, Lipuvabrik OÜ

Sarnaselt toodud näitele arvestati materjali ja vajalike komponentide kogused kõikidele toodetele. Programmis sisestati iga toote kohta retseptikaart ja seoti paari vastava müügiartikliga.

Kirjeldatud tegevused ei seganud ettevõtte igapäevatööd. Lisandunud andmed sisestati programmi Digitaliseerimisprojekti järgnevate vajalike protsesside toimimiseks. Selles etapis programm ei võtnud veel arvesse retseptipõhist materjali kulu, sest laoseisu arvestus oli seadistuste kaudu välja lülitatud. Seadistuse kasutuselevõtt eeldas võimalikult paljude retseptide olemasolu. Põhitoodangu retseptide sisestamise järel alustati funktsionaalsuse testimise ettevalmistamisega. Samas jätkus ka jooksvalt retseptide sisestamine.

3.3.3. *Test-case*ide kirjeldamine

2021. aasta kevadel tellis Lipuvabrik tarkavara haldurilt, Excellent business Solution Eesti AS-lt, programmi ettevõttepõhise erilahenduse. Arenduspüstituse eesmärk oli automatiseerida toimingud materjali laost mahakandmiseks ja valmistoodangu ülesvõtmiseks lattu. Tellitud arendus jäi ootele, sest täitmata olid eeldusülesanded.

Eespool kirjeldatud eeldusülesannete täitmine võimaldas ettevõttes edasi liikuda testimisfaasi.

Vastavalt arenduspüstitusele koostab automatiseeritud materjali mahakandmise ja valmistoodangu lattu ülesvõtmise funktsionaalsus programmis tootmiskäskluse müügitellimusest koostatud lähetuse alusel. See tähendab, et klienditellimus on kinnitatud ja programmis vormistatakse käsklus „Koosta lähetus“. Uus funktsionaalsus kontrollib iga müügiartikli puhul, milline on artiklikaardil tähistatud artiklitüüp. Kui tegemist on laoartikli tüübiga, toimub järgmiseks kontroll retsepti olemasolu kohta. Juhul kui tegemist on artikliga, millel ei ole retsepti (laoartikkel-> kaup), arvestatakse laoseisust maha müüdud kogus vastavalt ühikule. Kui aga tegemist on artikliga, millega on seotud retsept (laoartikkel -> toodang), siis koostatakse taustal automaatne tootmine, arvestatakse laoseisust maha vajalik kogus materjale ja komponente ja lisatakse valmistoodang lattu. Automaatselt uuenenud laoseisu alusel arvestab programm vajaliku toote laoseisust maha ja müügitehing on võimalik edukalt lõpetada koostades arve. Kirjeldatud funktsionaalsus töötab taustal ja kui kõik eeldused on täidetud, ei teki müügiosakonna töötajatel töövoos varasemaga võrreldes mingisuguseid erisusi.

Selleks, et artiklid tehingutel oleksid õigesti arvestatud ja toimiks ka automatiseeritud tootmise lahendus vajas ettevõtte testkeskkonda erinevate tehingutüüpide läbitestimiseks. Excellendist telliti programmi koopia, milles läbiti erinevad tehingute kombinatsioonid. Testimise aluseks kasutati *test-case*'e (Joonis 3, lk 21) ja nende põhjal raporteeriti tulemused, telliti parandused ja otsustati põhiprogrammis ümberseadistuste ajakava.

MEELESPEA		
Ettevalmisus iga testi eel		
Vali testimiseks toode (kaup)		
Vali testimiseks toode (toodang)	Kontrolli retseptist sisendartiklite kogused	
	Kontrolli sisendartiklite laoseisu ja salvesta.	Laoseisu puudumisel testkeskkonnas tee laosissetulek
Testimise juhised		
Vali klient (tasub arve alusel)		
Sisesta tellimus	Märgi tellimusele valitud toodete artiklid ja kogused	
Kinnita tellimus		
Koosta Lähetus		
Kinnita lähetus	Kontrolli tooteartiklite laoseisu ja muutumist	Laoseisu muudab dokumendi Kinnitus
	Kontrolli retseptis osalenud sisendartiklite koguste muutumist	Jälgi, et sisendkogused oleks laost maha arvatud müüdud toote arvu
Koosta arve		
Vali klient (tasub sulas või kaardiga)		
Koosta arve	Märgiarvele valitud toodete artiklid ja kogused	
Kinnita arve	Kontrolli tooteartiklite laoseisu ja muutumist	Laoseisu muudab dokumendi Kinnitus
Tehingute kombinatsioonid		
kaup	1	
kaup	4	
toodang	1	
toodang	3	
kaup+kaup	valikulised kogused (1+1; 2+5; 6+2 jne)	
kaup-toodang		
toodang+kaup		
toodang+toodang		
toodang+kaup+kaup		
toodang+kaup+toodang		

Joonis 3. Testija meelepea

Ettevõtte müügirotsessis on kolm erinevat töövoogu:

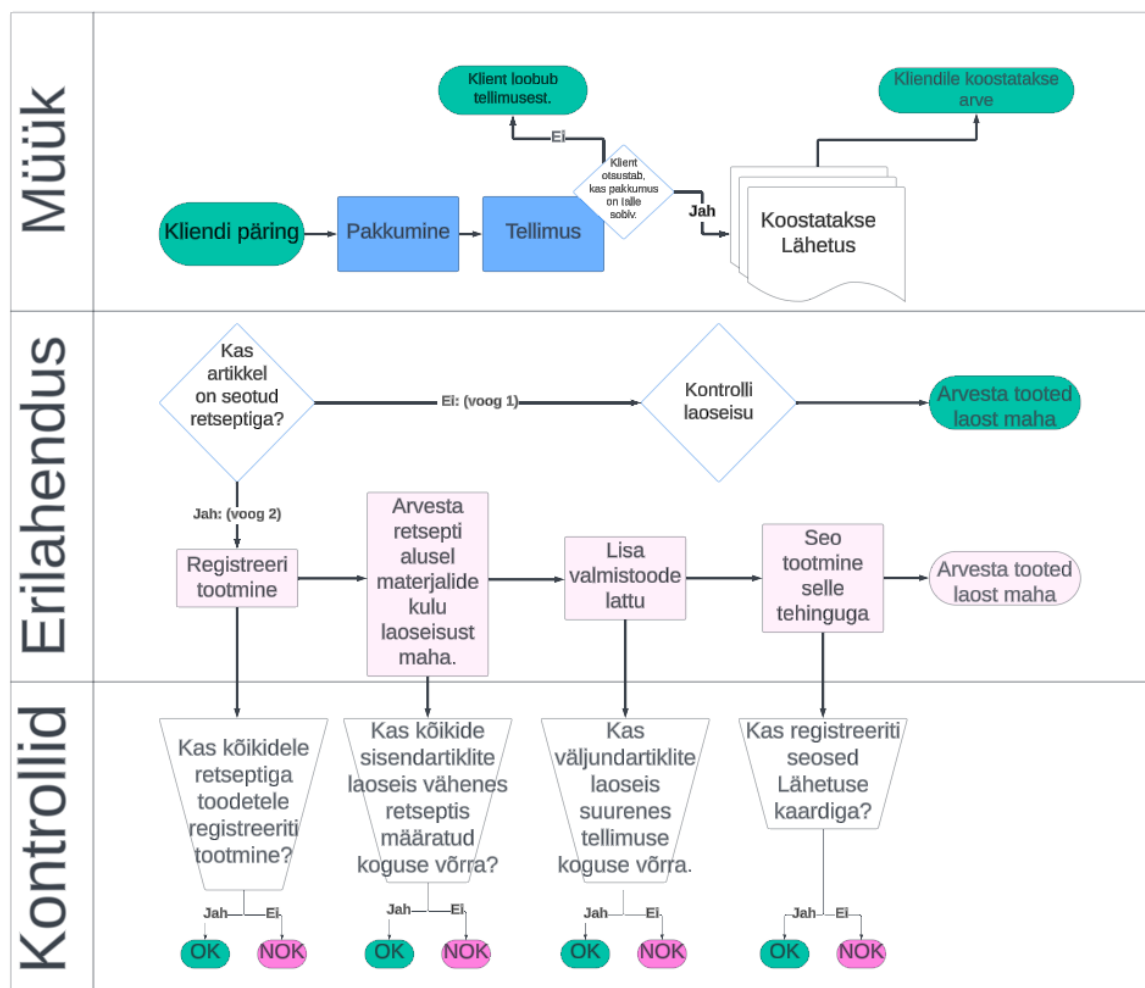
- müük tellimuste alusel (tasumine arvega);
- müük Lipuvabriku müügiesindusest (tasumine kohapeal või arvega);
- müük e-poest.

Testimist vajasisid neist kaks esimest. E-poest alguse saanud töövoog on programmiga seotud liidestuse kaudu ja tehingud saavad Standard booksis samasse töövoogu, nagu oleks tehtud müük Lipuvabriku esinduspoest. E-poe liidestust ei olnud võimalik tehnilistel põhjustel siduda testkeskkonnaga ja selleks polnud ka otsest vajadust. Liidestus uut automatiseeritud lahendust ei mõjuta ja vajab vaid hiljem kontrolli, et kõik vajalik infovahetus toimib.

Igas erilahenduse automatiseeritud sammus tuli teha käsitsi kontroll, et automaatse protsessi toimimises kindel olla. Testimiseks vajalikud tooteartiklid valiti testija meelepeas toodud tüüpide alusel. Erinevates testides kasutati erinevaid müügiartikleid järgides meelepeas toodud tingimusi.

3.3.4. Testimine

Testide läbimisega alustati novembris 2023. Testimiseks sisestati testkeskkonnas tellimused, lähetused, arved sarnaselt reaalsele töövoole. Automaatse materjaliarvestuse kontrollimiseks järgiti töövoogude diagrammis kirjeldatud kontrolle (Joonis 4). Testimisel kasutati tehingutes erinevaid müügiartikleid, et kontrollida oodatud töövoogu tulemust. Testimise tulemused registreeriti tabelisse ja esitati arendajale selgituste saamiseks ja/või paranduste tegemiseks.



Joonis 4. Põhitöövoogude diagramm

Testimise käigus jälgiti ka negatiivseid oodatud tulemusi. Eraldi eesmärgistatud teste selleks läbi ei viidud, aga kasutati puudulike andmetega või ebapiisava laoseisuga müügiartikleid. Negatiivse oodatud tulemusega test loeti õnnestunuks, kui see vastas korrektsele programmi käitumisele. Arendajale neid raporteerida ei olnud vaja.

Erinevate toodete ja erinevate kombinatsioonidega tehti testimisperioodil mitmeid testimisi. Iga kord tähistati õnnestunud ja ebaõnnestunud testid tabelise ja vahendati

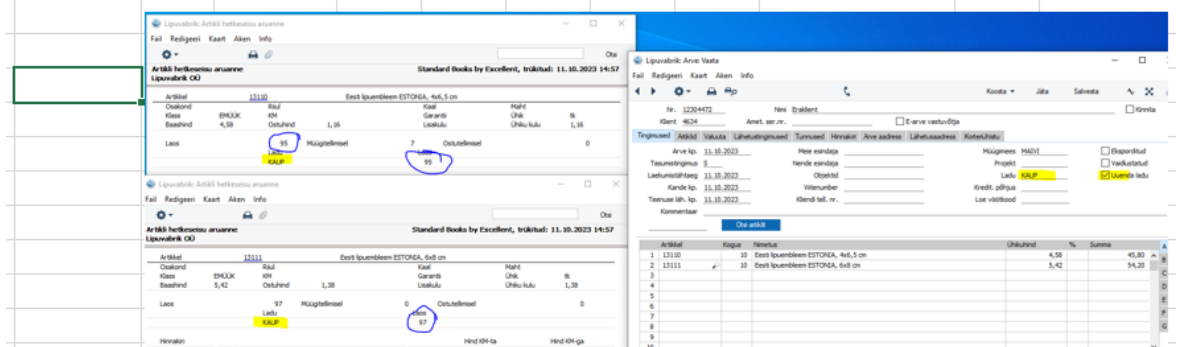
veateadete, tekkekirjelduse ja täpsustavate küsimustega (kui oli) arendajale.

Kokku viidi läbi kuus testiringi. Joonisel 5 on väljavõte esimese testringi tulemustest. Vead, mille põhjust ei olnud veateatest või käsitsi kontrollidest võimalik tuvastada raporteeriti programmi haldurile (Excellent). Muuhulgas avastati arendusviga, millele Excellent testperioodi käigus täiendavalt paranduse programmeeris.

testpakkumine	artikkel	nimi	mõõt	kinnitus	makse	laos	retsept	ootus	tulem
68479	10029	toompea lipp	191x300	lipu	a	-6	jah	laoarvestus retseptile	fail
68485	12903	käsilipp ERI	25x...	pulk	a	0	jah	laoarvestus retseptile	fail
68486	150043	ipp, kmpl, KSD	2x 15x...	alus	a	0	jah	laoarvestus retseptile	fail
68487	30012-3	lipurivi	25x15	-	a	0	ei	Laoarvestust ei toimu	fail
	44004	laevalipp USA	90x180	laeva	a	0	ei	Laoarvestust ei toimu	fail
68488	8000H	SL-alus 1x	-	-	a	7	ei	Laoarvestus kaubale	fail
	8002H	SL-alus 3x	-	-	a	-1	ei	Laoarvestus kaubale	fail
	7025L	puidust varras	-	-	a	0	ei	Laoarvestus kaubale	fail
68489	8000H	SL-alus 1x	-	-	a	17	ei	Laoarvestus kaubale	fail

Sularaha ja PK ostu puhul, kui teha letimüügis arve, siis laoseis uueneb ainult arve "kinnitamise" peale. Siin lähetust ei toimu. /

Tehtud OTSUS - uues versioonis hakkab S ja P müük automaatselt kinnituma.



Joonis 5. Testide raport (väljalõige 1)

Pärast testide korduvat ootuspärast tulemust ja programmihaldurilt saadud kinnitust vigade paranduse kohta tehti veel kontrolltestid (Joonis 6), mille alusel hinnati testimisvajadus täidetuks ja funktsionaalsus töötavaks. Kokku kestis testimisperioodi kuus nädalat.

testpakkumine	artikkel	nimi	mõõt	kinnitus	makse	laos	retsept	kodus	ootus	tulem	kirjeldus	kommentaar
10036827	10106	MK lipp	165	masti	a (arve)	0	jah	1	laovarvestus materjale	fail	materjali laost ei ole arvestatud	NB! ühe komponen
	8000AH	lipualus	1x	-	a		15	ei	1	laovarvestus kaubale	OK	kauba kogus vähene 5 ühiku võrra
10036828	10019T	mastilipp	135	masti	a	400	jah	3	laovarvestus materjalile	OK	materjali kogus vähenes retsepti alusel	valmistooted laos e
12304482	10019T	mastilipp	135	masti	s	400	jah	2	laovarvestus kaubale	OK	arve tootmist ei algata= OK	valmistoodete müü
12304483	10053-1	Heiska kol	kpl	maja	p	0	jah	1	laovarvestus kaubale	fail	veateade pildil	NB! kauba laoseis o
10036829	10053-1	Heiska kol	kpl	maja	a	0	jah	1	laovarvestus materjalile	fail	materjali laost ei ole arvestatud	NB! ühe komponen
10036830	10001F	majalipp	105F	maja	a	0	jah	5	laovarvestus materjalile	OK	materjali kogus vähenes retsepti alusel	
10036831	7012	varras	2.5	-	a	87	ei	5	laovarvestus kaubale	OK		
	8002	lipualus	3x	-	a	45	ei	1	laovarvestus kaubale	OK		
	14001	paal	15 mm	-	a	300	ei	10	laovarvestus kaubale	OK	kauba kogus vähene 10 ühiku võrra	
	13067	märk	-	-	a	635	ei	25	laovarvestus kaubale	OK	kauba kogus vähene 25 ühiku võrra	
	10003P	lipp	105	maja	a	243	ei	3	laovarvestus kaubale	OK		
10036832	10053-2	HK-2	kpl	maja	a	0	jah	5	laovarvestus mterjalile	OK	materjali kogus vähenes retsepti alusel	

Joonis 6. Testide raport (väljalõige 2)

Seoses vajalike muudatuste (riiklik käibemaksumäära muutus 01. jaanuar 2024) ettevalmistamisega ja teostamisega süsteemis otsustas ettevõtte rakendada automaatse materjalarvestuse funktsionaalsuse 2024. aasta jaanuaris pärast süsteemis teostatud hooldusprotsesse.

3.3.5. Jõustamise koordineerimine ja järelkontroll

Uue funktsionaalsuse jõustamiseks vajalikest eelülesannetest oli tegemata veel inventuur. See korraldati erinevates etappides 2023. aasta lõpus. Inventuuris osalesid kõik müügiartiklid. Ajalooliselt oli programmis registreeritud ka mitu erinevat ladu, millest kõiki ei kasutatud. Samas süsteemipõhist laovarvestust veel ei peetud. Ettevõtte otustas koos uue funktsionaalsuse kasutuselevõtuga koondada inventuuri käigus kõik kaubad ja tooted ühe laovarvestuse alla. Inventuuri tulemusel registreeriti kõikide müügiartiklite laoseisud, vajadusel liigutati programmis artikli laoseis õigesse lattu.

Paralleelselt lepidi programmi halduriga kokku jõustamiseks vajalikud tegevused (Tabel 4).

Tabel 4. Jõustamiskava

Tegevus	Aeg	Teostaja	Järekontroll
Artiklite konverteerimine	12.12.23	Excellent	Protsessijuht
Versiooniuuendus	12.12.23	Excellent	Protsessijuht
Andmebaasilõikus	19.-20.12.23	Excellent	Protsessijuht
Kasutamata ladude sulgemine	09.01.2024	Excellent	Protsessijuht
Funktsionaalsuse aktiveerimine	09.01.2024	Protsessijuht	Protsessijuht

Artiklite konverteerimine oli tehniline tegevus, mis eemaldas programmist varasematel

perioodidel suletud artiklid. Tegevus ei olnud otseselt digitaliseerimisplaanis vajalik, kuid kasutajamugavuse nimel otsustati seda siiski teha. Suletud artiklid konverteeriti ühise nimetaja alla ja nende olemasolu üldises nimekirjas ei seganud enam müügipakkumiste koostamist.

Enne uue funktsionaalsuse aktiveerimist vajab programm versiooniuuendust. Ettevõtte planeeris täiendavalt lähiperioodi ka andmebaasi lõikuse, et vähendada aktiivses andmebaasis tehingute hulka ja suurendada programmis võimekust. Lõikus on programmis andmete suunamine aktiivsest keskkonnast piiratud kasutusega keskkonda (arhiivi). Lõikuse hetkeks määras ettevõtte 31.12.2020. a. Sealseid andmeid on võimalik vaadata, aga arhiivikeskkonnas tehingute tegemine ei ole lubatud.

Inventuuri järgselt suleti programmis ka kasutamata laod, et need ei tekitaks segadust tulevikus kaupade registreerimisel. Standard Books võimaldab kasutada kaupade registreerimisel erinevaid programmis siseseid laokirjeid. Müügitehingute tegemisel peab kasutaja teadma, millisesse lattu on kaup registreeritud. Selleks et vältida eksimusi otsustas ettevõtte jätta kasutusele ühe lao ja teised sulgeda. Inventuuri käigus registreeriti laojäägid erinevatest ladudest kokkulepitud laokirjetesse.

Kõikide ettevalmistavate tegevuste järel tuli programmis seadistada materjaliarvestuse funktsionaalsus. Kokkulepitud kuupäeval lõpetati tööpäev kõikide pooleliolevate tehingute kinnitamisega. Seejärel aktiveeriti programmis vajalik funktsionaalsus. Järgmisel tööpäeval alustati igapäevast tööd ja osutati lisatähelepanu materjaliarvestuse funktsionaalsuse kontrollimisele. Oluline oli, et müügiprotsessis vajalikud dokumendid saaks programmis koostada ilma veaolukorda kogemata ja takistuste esinemise korral oleksid need põhjendatud ja eesmärgipäraselt lahendatavad. Müügiosakonnas tehingute häiringuteta vormistamine võimaldas materjaliarvestuse digitaliseerimise projekti edukaks hinnata.

Alates 09.01.2024 töötab ettevõtte majandustarkvaras erilahendus, mis arvestab laoseisu kõikidele „Laoartikkel“ tüüpi müügiartiklitele. Kui on tegemist artikliga, millega on seotud retsept, siis toimub programmis automaatne komponentide ja/või matejalide arvestus reseptil määratud kogustes ühe toodanguühiku kohta.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli ettevõttes Lipuvabrik OÜ rakendada automaatne materjaliarvestus majandustarkvaras Standard Books. Töö eesmärk oli üks osa suuremast ettevõttesisesest digitaliseerimiskavast, mille elluviimine algas 2021 aastal.

Materjaliarvestuse rakendamiseks koostati vajalikud eeldusülesanded ja täitevülesanded. Ülesannete täitmiseks tutvus autor tarkvara kasutusjuhenditega ning omandas tarkvara kasutamiseks vajalikud teadmised ja oskused. Järgides äritarkvara funktsionaalsuse loogikat täideti esmalt püstitatud eeldusülesanded. Retseptide koostamine ja funktsionaalsuse testimine võttis ajaliselt kogu väldanud perioodist enamuse. Seejärel oli võimalik ellu viia täitevülesanded, mille täitmises osalesid lisaks autorile ka teised osapooled – Excellent Business Solutioni konsultandid.

Materjaliarvestuse digitaliseerimise projekt kestis kokku seitse kuud – juuli 2023 - jaanuar 2024. Uue protsessivooga on ettevõtte töötanud peaaegu pool aastat. Selle perioodi jooksul on saanud ettevõtte hinnata rakendatud funktsionaalsuse toimimist, selle tulemusi, kasutegureid ja puudusi.

Plussid:

- Laoarvestus toimub automaatselt – kauba sisseost ja müük on omavahel seotud ja toimub programmipõhine käibeanalüüs;
- Materjaliarvestus toimub retseptipõhiselt – toodete valmistamiseks vajaminevate komponentide koguste arvestus toimub automaatselt;
- Materjalikulu rahas ja omahinna arvutamiseks vajalik sisend on võimalik pärida programmi aruandena.

Miinused:

- Aastaid tagasti loodud lahenduse jõustamine muutunud tänapäevas enam ei rahulda 100% ettevõtte vajadusi;
- Programm ei ole algselt loodud tootmisettevõtte teenindamiseks ja erinevad töövood teevad protsessi keerulisemaks, kui vaja.

Digitaliseerimisprojekti lõpuleviimiseks tuleb edasi liikuda kava järgmiste etappidega. Kuna kava koostamise ja projekti elluviimisega alustamise vahel on olnud pikk ajaline paus, siis on soovituslik esialgne kava vajaduspõhiseid muutusi arvesse võttes üle hinnata. Ettevõtte väga suur toodetavate müügiartiklite kogus nõuab süsteemsemat laostruktuuri väljatöötamist, mida selles projektis veel läbi ei viidud.

SUMMARY

Digitalization of Material Accounting on the Example of the Company Lipuvabrik OÜ

The aim of this graduation thesis was to implement automatic material accounting in the company Lipuvabrik OÜ within the Standard Books accounting software. The objective of the work was part of a larger internal digitalization plan of the company, which began in 2020. Due to the internal and external obstacles (for ex. lack of personnel, pandemic, and Russian-Ukrainian war), the digitalization project itself started on late summer 2023. The first task planned by the board was to digitalize the material accounting for the production department.

For the implementation of material accounting, necessary preliminary tasks and executive tasks were compiled. To fulfil these tasks, the author familiarized themselves with the software manuals of Standard Books business software and acquired the necessary knowledge and skills for using the software. Following the logic of the business software's functionality, the preliminary tasks were initially completed. Main part of those was the composing the bill of materials for each article of production. Subsequently, it was possible to implement executive tasks. The key activities were preparing test-cases and testing the functionality. During the seven weeks of testing multiple test rounds were taken. All findings were reported to the software provider company, fixed and tested again. When all tests gave the expected results, new functionality was implemented. Implementation plan was prepared in four stages and executed in sequence. Full implementation in which other parties, besides the author, also participated – consultants from Excellent Business Solutions was done at the beginning of January 2024.

The company has been operating with the new process flow for almost half a year.

Pros:

- Inventory accounting is automatic – purchasing and selling of goods are interconnected and programmatically analysed for turnover;
- Material accounting is recipe-based – the calculation of quantities of components required for product manufacturing is done automatically;
- Material costs in money and the input required for calculating the cost price can be obtained as a report from the program.

Cons:

- Implementing a solution created years ago no longer satisfies 100% of the company's needs in the changed present;

- The program was not originally designed to serve manufacturing companies, and different workflows complicate the process more than necessary.

To complete the digitization project, it is necessary to proceed with the next stages of the plan. Since there has been a long gap in time between planning and starting the project implementation, it is advisable to reassess the initial plan.

The very large quantity of products produced by the company requires the development of a more systematic warehouse structure, which was not yet carried out in this project.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] F. Skender, I. Ali and A. Selim, "DIGITALIZATION AND INDUSTRY 4.0," *VisionInternationalScientificJournal*, vol. 4, no. 2, pp. 47-62, 2019.
- [2] "vara.e-koolikott-ee," Digiõppevaramu, [Online]. Available: <https://vara.e-koolikott.ee/taxonomy/term/5492>. [Accessed 10. mai 2024].
- [3] "leanway.ee," Leanway, [Online]. Available: <https://leanway.ee/toostus-4-0-ja-lean-tootmine/>. [Accessed 01. mai 2024].
- [4] "digiwise," Digiwise Insight & Solutions, [Online]. Available: <https://digiwise.ee/mis-on-digitaliseerimine/>. [Accessed 06. aprill 2024].
- [5] "ITL," Eesti Infotehnoloogia ja Telekommunikatsiooni Liit, [Online]. Available: <https://itl.ee/toostus-4-0/>. [Accessed 01. mai 2024].
- [6] A. Guise, J. Oliveira, S. Teixeira and Â. Silva, "Development of tools to support the production planning in a textile," *Procedia Computer Science*, vol. 219, 2023.
- [7] "atemix.ee," Atemix, [Online]. Available: <https://atemix.ee/tootmise-digitaliseerimine-kuidas-alustada-tootmise-digitaliseerimist/#:~:text=Tootmise%20digitaliseerimine%20lihtsustatult%20on%20tootmisprotsesside%20digitaalruumi%20viimine.%20See,v%C3%A4hemal%20v%C3%B5i%20suuremal%20m%C3%A4%C3%A4ral%20>. [Accessed 04. mai 2024].
- [8] N. E. Fabian, J. Q. Dong, T. Broekhuizen and P. C. Verhoef, "tandfonline.com," Taylor & Francis online, 09 Veebruar 2023. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0960085X.2023.2167671>. [Accessed 11. aprill 2024].
- [9] D. Mesa, G. Renda, R. Gorkin, B. Kuys and S. M. Cook, "mdpi.com," Sustainable engineering and Science, 22 november 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/14358>. [Accessed 13. aprill 2024].
- [10] "EAS.ee," EAS, [Online]. Available: <https://eas.ee/teenused/digimeistriklass/>. [Accessed 06. aprill 2024].
- [11] J. Günthner, "Paltron.com," Paltron, 7 august 2021. [Online]. Available: <https://www.paltron.com/insights-en/the-digital-transformation-of-production-manufacturing-4-0#toc-section-2>. [Accessed 15. mai 2024].
- [12] B. d. Groot, *Barriers to digitalisation in the SME manufacturing industry: a guideline to a solution*, Utrecht: <https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/43572/Master%20thesis%20innovation%20sciences%20-%20Ben%20de%20Groot%20->

- %20Barriers%20to%20digitalisation%20in%20the%20SME%20manufacturing%20industry.pdf?sequence=1, 2023.
- [13] A. Tulvi, "Kuluarvestus ja kulujuhtimine," in *Logistika õpik kutsekoolidele*, Innove, 2013, pp. 469-475.
- [14] G. Tarum, *Laovarude arvestuse põhimõtted ja õiglane kajastamine raamatupidamisaruannetes AS E-profilili näitel*, Tallinn: <https://digikogu.taltech.ee/et/Download/56aff366-264b-4b77-85c6-c111b0450a47>, 2016.
- [15] "mrpeasy.com," MRPeasy, [Online]. Available: <https://www.mrpeasy.com/material-requirements-planning/>. [Accessed 15. mai 2024].
- [16] "erpcon.ee," Erpcon, [Online]. Available: <https://erpcon.ee/kasulikku/mis-on-erp>. [Accessed 11. mai 2024].
- [17] "astrobaltics.eu," Astro Baltics, [Online]. Available: <https://astrobaltics.eu/materjalivajaduste-planeerimine-mrp-noomi-tootmistarkvaras/>. [Accessed 04. mai 2024].
- [18] "Books," [Online]. Available: <https://www.excellent.ee/>. [Accessed 14. aprill 2024].
- [19] "teatmik.ee," [Online]. Available: <https://www.teatmik.ee/et/personlegal/10363614-Osa%C3%BChing-Lipuvabrik>. [Accessed 06. aprill 2024].
- [20] "Lipuvabrik OÜ," [Online]. Available: <https://www.lipuvabrik.ee/>. [Accessed 13. aprill 2024].
- [21] "Muhu Muinasjutt," [Online]. Available: <https://www.lipuvabrik.ee/kategooria/kingipood/disainisarjad/muhu-muinasjutt/>. [Accessed 06. aprill 2024].
- [22] "Digitrükk," [Online]. Available: <https://www.lipuvabrik.ee/kategooria/trykk-kangale/>. [Accessed 06. aprill 2024].
- [23] "art24," Excellent Business Solutions AS, [Online]. Available: <https://www.excellent.ee/kasutajatugi/kuidas-lisada-uut-artiklit/>. [Accessed 13. aprill 2024].
- [24] "retsept," [Online]. Available: <https://www.excellent.ee/kasutajatugi/kuidas-kasutada-retsepte/>. [Accessed 20. aprill 2024].
- [25] B. Schönfuß, D. McFarlane, G. Hawkrige, L. Salter, N. Athanassopoulou and L. d. Silva, "A catalogue of digital solution areas for prioritising the needs of manufacturing SMEs," *Computers in Industry*, vol. 133, no. 103532, 12 2021.