



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

KARL STORZ VIDEO ENDOSCOPY ESTONIA OÜ VARUDE JUHTIMISE DIGILAHENDUSE KONTSEPTSIOON

INVENTORY MANAGENEMENT DIGITAL CONCEPT FOR KARL STORZ VIDEO ENDOSCOPY ESTONIA LTD

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Julia Gorbatovskaja

Üliõpilaskood: 191982EALM

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD

Tallinn 2021

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Autor: Julia Gorbatovskaja
/ allkirjastatud digitaalselt /
(kuupäev digiallkirjas)

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

Juhendaja: Jelizaveta Janno, PhD
/ allkirjastatud digitaalselt /
(kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmisele lubatud

Kaitsmiskomisjoni esimees: Jelizaveta Janno, PhD
/ allkirjastatud digitaalselt /
(kuupäev digiallkirjas)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Julia Gorbatskaja (sünnikuupäev: 11.11.1990)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ varude juhtimise digilahenduse kontseptsioon,

mille juhendaja on Jelizaveta Janno, PhD

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Julia Gorbatskaja

/ allkirjastatud digitaalselt/

(kuupäev digiallkirjas)

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Julia Gorbatskaja, 191982EALM
Õppekava, peeriala: Logistika, Logistika ja tarneahela juhtimine
Juhendaja(d): Jelizaveta Janno, PhD

Lõputöö teema:

Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ varude juhtimise digilahenduse kontseptsioon
Inventory management digital concept for Karl Storz Video Endoscopy Estonia Ltd

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Kaardistada AS-IS protsessi mudel varude juhtimisel.
2. Tuvastada olemasoleva varude juhtimise protsessi puudused.
3. Välja pakkuda TO-BE protsessi mudeli.
4. Väja pakkuda digitaliseeritud kontseptsioon varude juhtimise jaoks.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Digitaalse tööriista loomine	01.03.2021
2.	Metoodilise osa kirjutamine	30.03.2021
3.	Tööriista piloteerimine	21.04.2021
4.	Lähteülesanne	01.05.2021
5.	Teoreetilise osa kirjutamine	02.06.2021
6.	Analüüsi ja süteesi kirjutamine	01.07.2021
7.	Lõputöö viimistlemine, magistritöö postri tegemine	30.07.2021
8.	Retsensendile saatmine	31.07.2021
9.	Lõputöö esitamine ja kaitsmine	06-10. 08.2021

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 06.08.2021.a

Üliõpilane: Julia Gorbatskaja /allkirjastatud digitaalselt/ (kuupäev digiallkirjas)

Juhendaja: Jelizaveta Janno / allkirjastatud digitaalselt/ (kuupäev digiallkirjas)

Programmijuht: Jelizaveta Janno / allkirjastatud digitaalselt/ (kuupäev digiallkirjas)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE.....	7
Lühendite loetelu	8
SISSEJUHATUS.....	9
1 DIGITALISEERIMINE JA AUTOMATISEERIMINE	11
1.1 Tööstusrevolutsiooni olemus	11
1.2 Tööstus 4.0 ja logistika 4.0.....	14
1.3 Digitaliseerimine tarneahelas.....	16
2 LÄHTEÜLESANNE	20
2.1 Uuritav ettevõtte.....	20
2.2.Ostustrateegiad ja digilahendused.....	22
2.3 Varud, varude käibekordaja ja AS-IS protsess varude juhtimisel	24
3 METOODIKA.....	30
3.1 Uurimisstrateegia.....	30
3.2 Valimi kirjeldus	34
3.3 Andme kogumismeetodid ja analüüs	37
4 ANALÜÜS JA SÜNTEES	46
4.1 AS-IS ja TO-BE mudelite võrdlevanalüüs.....	46
4.2 Tööriista töö põhimõtte ja piloteerimine.....	50
4.3 Järeldused ja ettepanekud	63
KOKKUVÕTE	66
SUMMARY.....	67
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	69
LISAD	71

LÜHIKOKKUVÕTE

Magistritöö pealkiri on Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ varude juhtimise digilahenduse kontseptsioon

Ettevõtte toodab kõrgtehnoloogilisi meditsiini seadmeid, mida kasutakse üle kogu maailma. Üheks oluliseks ettevõtte eesmärgiks on laovarude optimeerimine. Uuritavas ettevõttes juurutatud protsess on vananenud ja aeganõudev.

Töö eesmärgiks oli parendada hetkel kasutusolev protsess ning välja töötada digitööriist, mis aitab juhtida ettevõtte varusid efektiivsemalt.

Võtmesõnad: Tööstus 4.0, digitaliseerimine, varude juhtimine, digitaalne tööriist, AS-IS ja TO-BE, magistritöö

Lühendite loetelu

AMT	kõrgtehnoloogilised tootmisprotsessid (inglise keeles <i>Advanced Manufacturing Technologies</i>)
AS-IS	termin protsessi hetkeseisundi tähistamiseks
CAD	arvutipõhine disain (inglise keeles <i>Computer-Aided Design</i>)
CAM	arvutipõhine tootmine (inglise keeles <i>Computer-Aided Manufacturing</i>)
CIM	arvuti integreeritud tootmine (inglise keeles <i>Computer Integrated Manufacture</i>)
CPS	küberfüüsikalised süsteemid (inglise keeles <i>Cyber-Physical System</i>)
ERP	ettevõtte ressursside planeerimine (inglise keeles <i>Enterprise Resource Planning</i>)
FMS	paindlikud tootmissüsteemid (inglise keeles <i>Flexible Manufacturing Systems</i>)
IoT	asjade Internet (inglise keeles <i>Internet of Things</i>)
ITO	laovarude käibekordaja või käibesagedus (eesti keeles <i>Inventory Turnover Ratio</i>)
KPI	võtmenäitaja (inglise keeles <i>Key Performance Indicator</i>)
MES	tootmise täitmise süsteem (inglise keeles <i>Manufacturing Execution Systems</i>)
PO	ostutellimus (inglise keeles <i>Purchase Order</i>)
RFID	tehnoloogia objekti raadiosignaalide lugemiseks (inglise keeles <i>Radio-frequency identification</i>)
SA	ostuleping (inglise keeles <i>Scheduling Agreement</i>)
TO-BE	termin protsessi hetkeseisundi tähistamiseks

SISSEJUHATUS

Üha enam ettevõtteid keskenduvad igapäevaselt protsesside ümber kujundamisele ja lisandväärtuste lisamisele. Seetõttu võetakse kasutusele tehnoloogilisi lahendusi, mis aitavad protsesse digitaliseerida ja automatiseerida. Tuleb tõdeda, et protsessi ümberkujundamise käigus tuleb olla innovatiivne ning kannatlik, kuid samas loov ja julge.

Ühe sellise protsessi ümberkujundamise väljakutsega seisab silmitsi ka Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ, kus varude juhtimise protsessis on parendamisvõimalusi. Nimelt on kehtiva protsessi andmete kogumine pikk ja otsuste tegemine reguleerimata.

Töö eesmärgiks on ettevõttele välja töötada digitaalne tööriist, mis võimaldaks kasutajal efektiivsemalt juhtida ettevõtte laovarusi.

Sealhulgas on eesmärgiks tuvastada muudatuste mõju protsessi kvaliteedile ja muudatuste majanduslikuslik mõju.

Magistritöös kasutatavateks andmekogumismeetodiks on teadusallikate ja metaandmete analüüs, kvalitatiivne andmete kogumine ja analüüs. Läbivaks andmetöötlusmeetodiks on protsesside kaardistamine. AS-IS protsessi kaardistamisel leitakse iga sammu ajakulu ning kogu protsessi kitsaskohad. Pärast TO-BE lahenduse loomist viiakse läbi võrdlev analüüs ning leitakse protsessi kitsaskohad, mis väljenduvad ajalises kestvuses. Peale digitaalse tööriista loomist on võimalik leida kulude kokkuhoid, mis väljendub varude efektiivses juhtimises. Samuti tänu erinevatele valemitele annab tööriist soovitusi, kuidas tuleb juhtida efektiivselt varusi, tuginedes andmebaaside sisendile. Viimaks viiakse läbi tulemuste valideerimine kaasates seotud osapooli ning järelduste andmisel esitatakse ka tööriista kasutamise juhised.

Magistritöö on jaotatud nelja peatükki ning need omakorda alapeatükkidesse. Esimeses peatükis annab autor teoreetilise ülevaate Tööstusrevolutsioonist, Tööstus 4.0 ja Logistika 4.0 ning käsitleb digitaliseerimise kasu tarneahelas.

Teises peatükis antakse ülevaade uuritavast ettevõttest, selle taustast, varude juhtimise protsessist ja võtmenäitajatest.

Protsessi paremaks visualiseerimiseks autor kaardistab hetkeolukorda kasutades voodiagrammi. See hõlmab nii AS-IS protsessi kaardistamist (peatükis 2.3) ning AS-IS protsessi ajakulu ja kitsaskohtade leidmist. Seejärel on võimalik disainida TO-BE protsess. Seejärel püstitatakse uurimisküsimused.

Uurimisküsimused on järgnevad:

1. Millised puudused on olemasoleva varude juhtimise protsessis?
2. Kuidas on võimalik optimeerida olemasolevat laovarude juhtimise protsessi?
3. Missugune võiks olla tulevane digitaalne lahendus, mis kiirendab protsessi?

Kolmandas peatükis kirjeldatakse uurimisstrateegiat, andmebaase ja nende omavahelist seost. Neljandas peatükis tehakse esmalt kindlaks protsessi digitaliseerimise ja automatiseerimise võimalused ning selle saavutamiseks vajalikud tehnoloogilised võimekused ja investeeringud. Lähtuvalt analüüsist disainitakse tulevikulahendus. Järgnevalt viiakse läbi võrdlev analüüs AS-IS ja TO-BE protsesside näitajate võrdlemiseks ning asutakse looma digitaalset tööriista. Tööriista ehitamisel leitakse pudelikaelad varude juhtimisel ning arvestatakse nendega valemite kirjutamisel. Seejärel valideeritakse tulemused ja esitatakse järeldused ning ettepanekud koos rakenduskava loomisega.

Käesoleva magistritöö tulem on suunatud ettevõttele Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ, tarneahela osakonda, kuna parendab varude juhtimise protsessi luues uue TO-BE mudeli. Lisaks digitaalne tööriist vähendab aega, mis kulub andmete kogumiseks ja uuendamiseks ning pakutud matemaatiline lahendus võimaldab kasutajal saada kalkuleeritud lahendust edaspidiseks muudatusteks. Antud töö annab laialdast ülevaadet olemasolevatest komponentidest, ostustrateegiatest, komponentide tehnilisest seadistusest, hinnast, vastutajatest, varudest ja muudest aspektidest.

1 DIGITALISEERIMINE JA AUTOMATISEERIMINE

1.1 Tööstusrevolutsiooni olemus

Tänapäeval kasvab süsteemides saadaolevate andmete hulk kiiremini, kui arvutite võimekus nende andmete läbi töötlemiseks. Selline infoküllus ja uute trendide nagu asjade Internetti (IoT), küberfüüsikalised süsteemid (CPS), pilvandmetöötlust ja sotsiaalsete toodete arendamist ja Tööstus 4.0 rakendamine muudkui tugevdavad seda kasvavat trendi. [1] IoT põhiidee on süsteem, kus füüsilisi esemeid rikastatakse manustatud elektroonikaga (raadiosagedustuvastus süsteemide sildid, andurid jne) ning ühendatakse Internetiga. Andmed ja teave on praegu kõikjal olemas ning selline andmete ja teabe ülepakkumine ettevõtluskeskkonna jaoks toob ettevõtte jaoks rohkem puudusi, kui potentsiaali. Tänu Interneti-esemetele on füüsilised objektid sujuvalt integreeritud infovõrku, kus neist saavad aktiivsed osalejad äriprotsessides, edastada teavet oma oleku, ümbritseva keskkonna, tootmisprotsesside, hoolduskava ja veelgi enam [2] Küberfüüsiline süsteem või intelligentne süsteem on arvutisüsteem, milles mehhanismi juhitakse või jälgitakse arvutipõhiste algoritmide abil. [3] Tööstuse 4.0 „täitmissüsteem“ põhineb seega CPS-i ehitusplokkide ühendustel. Need plokid on detsentraliseeritud juhtimise ja täiustatud ühenduvusega sisseehitatud süsteemid, mis koguvad ja vahetavad reaajas teavet eesmärgiga tuvastada, leida, jälgida ja optimeerida tootmisprotsesse. Lisaks on tootmise ja äriprotsesside sujuvaks integreerimiseks vaja ulatuslikku tarkvaratoetust, mis põhineb tootmise täitmise süsteemide (MES) ja ettevõtte ressursside planeerimise (ERP) detsentraliseeritud ja kohandatud versioonidel. [4] Tööstusrevolutsiooni nähtuse mõistmise parandamiseks autor toob välja iga revolutsiooni kolme põhielementi: tehnilised edusammud, majandusstsenaarium ja demograafia. [4] [5]

1) Esimene tööstusrevolutsioon - 1784-1870

Esimene tööstusrevolutsioon algas mehhaniseerimise ja mehaanilise elektritootmisega 1800. aastatel. See tõi ülemineku käsitsi töötlemiselt esimestele tootmisprotsessidele; enamasti tekstiilitööstuses. Paranenud elukvaliteet oli muutuste peamine ajend. Rojko Esimene tööstusrevolutsioon on nähtus, mida iseloomustab vee-, auru- ja kivisõejõu ning inimeste ja loomade töö masinatega asendamine 18. sajandi lõpus. Nende

tehnoloogiate abil loodi uusi tehaseid, kuna oli võimalik suurendada tootmise võimsust kordades mitmes sektoris, algul tekstiilitööstuses, hiljem teistes tööstusharudes.

Tööstusrevolutsiooni peamised tehnilised edusammud on seotud Watt aurumasinaga, mis andis tootmisele suurema autonoomiat. [6] See tehnoloogia võimaldas oluliselt tõsta tootlikust ja sillutas tee majanduse õitsengule. Masinatööstus tegi tol ajal samuti suure arenguhüppe. Neid rakendati kõigepealt tekstiilitööstuses, kus iga tehniline edasimineki võimaldas parendada tootmisprotsesse. Need uuendused levisid paljudes tööstusharudes ning kaheksa aasta möödudes, see andis Suurbritanniale head eelised tööstusrevolutsiooniks: mehhaniseeritud tööriistade kasutamine tõstis toidu ja vilja tootlikkust põllumajanduses; tootmisvõrgu kerkimine läbi maapiirkondade edendas kaupu ja rahavoogusid läbi saare, söe kättesaadavus pakkus energiat ning mitmeid teisi eeliseid.

Tootmisprotsessid pidevalt paranesid, kuna iga eelmine leiutised sai parendatud järgmisega jne. Seda sai parendatud tootmisprotsesside lihtsuse tõttu, kuna ei vajatud eriti tehnilisi oskusi, ei nõutud põhjalikke teaduslikke teadmisi ega suuri rahasummasid. Demograafial mängis olulist rolli revolutsiooni arengus. 18. sajandil hakkas rahvaarv kiiresti kasvama, kuid see tõi majandusele kahepoolse mõju. Alguses kiiresti kasvav rahvastik lõi nõudluse, mis ühtlasi suurendas ka tööjõu pakkumist.

See revolutsioon tõi majandus- ja ühiskondlikus elus radikaalsed muutused. Mõned näited on: tööliklassi tekkimine, kellel puudus eraelu ning kes oli keskendunud ainult tööle, kellel pole muud sissetulekut kui palk. Samuti nad olid lahutatud perekonnast ning kolisid tehastele lähemale elama.

2) Teine tööstusrevolutsioon - 1870-1969

Teise tööstusrevolutsiooni käivitas elektrifitseerimine, mis suurendas tööstuse tootlikust. [6]

19. sajandi lõpus võeti põhienergiaallikana elektrienergiat, mis koos masstootmise suurenemisega iseloomustas teist tööstusrevolutsiooni, mida seekord juhtis USA.

Elektri kasutuselevõtt suurendas oluliselt raudtee, terase ja keemiatööstuse tööstusharudes toodangumahtu. Töötati välja masstootmissüsteem, kus kasutati konveiereid ning vahetatavaid komponente. Mastaabi kulusääst võimaldas teha suuremaid investeeringuid, ostes kallimaid ja hinnalisemaid tootmiseseadmeid. [7]

Alates 19. sajandi keskpaigast tugevnes industrialiseerimine Euroopas ja Ameerika Ühendriikides, mille käigus tööstustehaste arv kasvas.

Konkursi tingimused löid liigse tootmisvõimsuse olukorra, mis põhjustas ettevõtete koondumise trustideks või ühinguteks. Tekkisid raudtee-, terase- ja naftatööstuse ühingu. Hilisemas faasis ka autotööstuses. Investeeringud teadusesse ja tehnoloogiate arendusse muutusid üha olulisemaks. Paljudes ettevõtetes tekkisid teadus- ja

arendusosakonnad, kuhu suunati osa investeringutest. Tekkis arusaam selle vajalikkusest jätkusuutlikuse tagamiseks ning turueelise saavutamiseks. [6] [7]

Pakkumise üleküllus surus toodete hinda alla, mis võimaldas inimestel neid palju suuremal hulgal osta. Teisest küljest muutus tootmisprotsess jäigaks, mis tekitas olukorra, kus paljud tooted olid ühetüübilised. Juhul, kui sooviti saada toodet teise variatsiooniga, oli see aeganõudev ja väga kulukas.

Muutusi oli ka demograafias. Masstootmisega seotud tööstustegevuse areng tekitas vajaduse kvalifitseeritud tööjõu järele, mis põhiliselt saabus välismaalt. Samal ajal jätkas loomulik elanikkonna kiire kasv, mis nõudlust pidevalt suurendas. 20. sajandi alguses oli maailma rahvaarv 1,65 miljardit; 1960. aastatel jõudis see kolme miljardini. See revolutsioon suurendas ettevõtete tähtsust ja mõned suured korporatsioonid on muutunud võimsamaks, kui nende enda valitsused. Sissetulekute kasv parandas oluliselt inimeste elatustaset, mis võimaldas elanikkonnal soetada üha enam kestvuskaspeid. [8]

3) Kolmas tööstusrevolutsioon - 1969- 2011

Kolmandat tööstusrevolutsiooni iseloomustab tootmise automatiseerimine läbi elektroonika ja infotehnoloogia kasutamisele võttu. Tootmises hõlbustas see paindlikku tootmist, kus programmeeritavate masinatega reguleeriti tootmist. Selles revolutsioonis oli kaks juhtivat osalejat USA ning Aasia. [4] [6] [8]

Valitsuse ja ülikoolide ulatuslikest investeringutest teadus- ja arendustegevusse, tulenesid selle revolutsiooni tehnilised edusammud (s.t arvutid, kiibid, internet). Alguses tegutsesid ohutuse huvides ja seejärel arendati välja äärmiselt eesmärkidel. [9] Tootmises automatiseerisid elektroonika ja IT rida tegevusi, mida varem tehti käsitsi, isegi planeerimise ja juhtimisega. Nende tehnoloogiate levitamise tekkis 1980. aastatel termin kõrgtehnoloogilised tootmisprotsessid (AMT), mis viitab tehnoloogiate kogumile nagu arvuti integreeritud tootmine (CIM), arvutipõhine disain (CAD), arvutipõhine tootmine (CAM), paindlikud tootmissüsteemid (FMS) jne. [5] Kogu uue tootmissüsteemi eesmärgiks oli saavutada lühemad tootmistsükliid, suurem paindlikkus, täpsus protsesside üle ja kontroll ning kiire reageerimine muutuvatele turundustele jm. Majandusstsenaarium oli keeruline. 1970. aastate naftakriisi tõttu nõudlus langes, inflatsioon tõusis ning ettevõtted pidid kulude vähendamiseks ja müügi suurendamiseks töhusamaks muutuma. Paljud ettevõtted ei tulnud toime ja jäid tugevalt võlgu. Seetõttu ettevõtted vajasisid uusi strateegiaid toimetulekuks.

20. sajandi lõpus üheks kulude kokkuhoiustrateegiaks oli tootmistegevuste üle viimine tööstusriikidest vähearenenud riikidesse - näiteks Aasiasse. [5] Selleliste sammudega kaasnesid nii positiivsed kui ka negatiivsed tegurid. Ühes küljest globaliseerumise

suurenemine, vanemad tootmiseseadmed, teadmiste puudumine ja organisatsioonilised piirangud, teisest aga madalamad tehnoloogiakulud. Lisaks madalad tööjõukulud ei stimuleerinud automatiseerimise arendamist.

Teadmiste vahetamise ja haridusse investeerimise kaudu jõudsid paljud Aasia riigid turule järele ja muutsid olulisteks konkurentideks paljudele ettevõtetele.

Demograafia muutus selle revolutsiooni ajal palju. Rahvaarv kahekordistus ning see selgitas tööjõu kättesaadavust ja madalat palka. Freeman ja Soete (2008) väidavad, et andmetöötusega seotud tehnoloogiate levik oli oodatust aeglasem selliste tegurite tõttu nagu kvalifitseeritud spetsialistide puudus, kõrged tarkvarakulud ja vajadus suurte investeeringute järele uutesse seadmetesse. Edasiminekuks oli, kuid ootustega võrreldes olid tulemused tagasihoidlikud. [6]

1.2 Tööstus 4.0 ja logistika 4.0

Neljas tööstusrevolutsioon – 2011- täna

Neljas tööstusrevolutsioon tugineb digitaalsele revolutsioonile, mis kujutab endast uusi viise, kuidas tehnoloogia kinnistub ühiskondadesse ja isegi inimkehasse. Neljandat tööstusrevolutsiooni käivitas info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) areng. Kolm peamist omadust Tööstus 4.0 puhul on protsessidele lisandväärtuse lisamine läbi digitaliseerimise, optimeerimise ja automatiseerimise. Tööstus 4.0 eesmärkideks on saavutada kõrgem tootmisprotsesside efektiivsus ja tootlikkus ning automatiseerimise tase. [8] [10]

Selleks, et rakendada kõiki Tööstus 4.0 osasid, on vaja ettevõttes läbi viia muutusi ning omanda mitmeid uusi oskusi kõrgtehnoloogiliste lahenduste rakendamiseks.

Neljanda tööstusrevolutsiooni võtmesõnadeks on küber-füüsikalised süsteemid, pilvelahendused, tööstusrobotid, targad otsustussüsteemid, küberturvalisus, intelligentsus, andmetöötlus, 3D, robotika, nanotehnoloogia, kvantbiotehnoloogia jm. Tööstus 4.0 tehnoloogiate abil on võimalik rutiinsed ja pikkad protsessid automatiseerida, mistõttu töötajatel on võimalik keskenduda väärtust lisavatele ülesannetele nagu näiteks, klienditeenindus, kommunikatsioon, protsesside parendamine, vigade kõrvaldamine ja teistele väärtust lisavatele ülesannetele.

[11]

Pealegi Tööstus 4.0 on oluline roll tänapäevases maailmas. Nimelt aastatel 2017–2020 Euroopa Liidus on muutunud ettevõtluse digitaliseerimine üha prioriteetsemaks, et suurendada nende konkurentsivõimet ülemaailmsel tasandil. Euroopa Komisjon on algatanud statistika kogumist, mille analüüsimise käigus oli võimalik panna paika uued strateegiad digitaliseerimise arendamiseks pikemas perspektiivis. [12]

Euroopa Komisjoni 2025. aasta ühenduvuseesmärkide saavutamiseks on vaja teha suured ja julged investeeringud digitaalsetes tehnoloogiates kõikidel tasanditel. See tähendab, et digitaalse ühiskonna jaoks on vajalik luua digitaalset infrastruktuuri, mille eesmärk on muuta Euroopa maailma kõige paremini ühendatud kontinendiks. Investeeringud on vajalikud ka järgmise põlvkonnade digitaalsete tehnoloogiate uurimise, arendamise ja turustamise rahastamiseks. Lisaks tööjõu digitaalsete oskuste ja võimete arendamiseks ning olemasolevate ja uute digitaalsete lahenduste leidmiseks ettevõtetes, ametiasutustes ja ühiskonnas kõigil tasanditel. [13]

2020. aasta Euroopa Komisjoni poolt välja antavas lõplikus raportis digitaalsest muudatusest Euroopas selgus, et viimase viie aasta jooksul kasvas see investeering juba viie protsendi võrra, mis näitab digitaaltehnoloogia ja innovatsiooni kiiresti kasvavat tähtsust. Riigid, kes on enim investeerinud on ka samas digitaalselt kõige paremini arenenud. Euroopa üheksa „digitaalset esisõitjateks“ on Belgia, Taani, Eesti, Soome, Iirimaa, Luksemburg, Holland, Norra ja Rootsi. Võrreldes 2016. aastaga on Eesti digitaalse transformatsiooni osas õigel teel, kuigi kaotab oma konkurentsivõime digitaalse infrastruktuuri osas. [14]

Õigetes tingimustes Euroopa rühmal „DF9“ (inglisekeels *Digital Front-Runners*) on potentsiaal juhtida tehisintellekti kasutuselevõttu kogu mandril, mis soodustab kasutuselevõttu ja aitab Euroopal tehnoloogia mõju maksimeerida. Need liikmesriigid investeerivad IT-sse ja intellektuaalomandisse igal aastal keskmiselt 6,9 protsenti SKP-st, teistes liikmesriikides aga 5,0 protsenti. [15]

Tööstuse 4.0 üheks osaks on Logistika 4.0, mis on suunitletud tarneahela ja logistika digitaliseerimisele.

Logistika mõjutab põhilisi logistika osasid nagu laondus, materjali haldus, transport, tarneahela struktuur ja infovoog. Põhilised tegevused on andmete kogumine ja töötlemine, autonoomsed abisüsteemid, võrgusüsteemide loomine. [15]

Tüüpilised probleemid logistika valdkonnas, mida saab parandada võttes kasutusele digitaalsed tehnoloogilised lahendused on:

- Varude nähtavus reaajas puudub;
- Saadetise töötlemisvead ning jälgitavuse puudus;
- Laopinna liigne kasutamise;
- Suur hulk manuaalset ja paberitööd. [16]

Logistika hõlmab endas reaalajas suurandmete analüüsi, teabevahetust ning kontrolli. Võttes kokku kogu eelnevalt öeldud võib öelda, et Logistika 4.0 on logistiline süsteem, mis võimaldab klientide individuaalsete nõudmiste rahuldamist ilma kulude suurenemiseta kuna kasutakse tehnoloogilisi lahendusi, mis lihtsustab protsesside toimimist. [17] Protsside arendamise põhjusteks on innovatsiooni puudumine ning aegunud protsessid, toodete ja teenuste kvaliteedi ning järjepidevuse parandamine, protsesside lihtsustamine, riskide vähendamine ja varade tasuvuse suurendamine. [18] Logistika ja tarneahela valdkondade väljakutse on tagada õiget kaupa, õige kogusega, õige kvaliteediga, õigel ajal, õigesse kohta ja õige hinnaga. Et püsida konkurentsivõimeline, iga ettevõtte peab keskenduma materjalide ostule. [19]

1.3 Digitaliseerimine tarneahelas

Tööstus 4.0 rakendamine logistikas ja tarneahelas kui ka teistes valdkondades lihtsustab ja kiirendab ettevõtte siseseid protsesse, suurendab nende läbipaistvust, paindlikust, tõhusust, vähendab paberimajandust, inimvigu, parandab kliendisuhteid, koondab andmeid ühte kohta ning vähendab kulusid. Nimelt digitaliseerimine annab tervikliku ülevaadet terve tarneahela ulatuses ja kõikidest osadest, mis võimaldab teha operatiivsed ja strateegiliselt paremad otsused. Kuid kui ettevõtted soovivad muuta tarneahela digitaliseerituse taset, lisaks tehnoloogiatele on vaja leida ka õigete oskustega inimesi, kes on valmis pingutama ja pidevalt parandada protsesse ning digitaliseerituse taset. Selle kõrval on aina olulisemaks muutunud ka ettevõttega seotud huvigruppidega arvestamine. Huvigruppideks võivad olla samad inimesed, kes otseselt või kaudselt osalevad konkreetsetes protsessides. Nendeks võivad olla protsessi omanikud, kasutajad, erinevad spetsialistid ja isegi juhid. Kõik digitaalse ettevõtte ümberkujundamised peavad algama ja lõppema sidusrühmade kogemuste parandamisega. [20]

Teisisõnu, ei piisa ühe protsessi digitaalseks muutuseks vaid nad peavad muutma kogu organisatsiooni nii palju kui võimalik.

Digitaalne tarneahel, koosneb kaheksast põhielemendist: integreeritud planeerimine ja elluviimine, logistika nähtavus, hanked 4.0, arukas ladustamine, tõhus varuosade haldus, autonoomne ja B2C - logistika, ettekirjutuslik tarneahela analüüs ja digitaalsed tarneahela võimaldajad. [21]

Selleks, et välja tuua positiisved küljed või digitaliseerimise vajadust tarneahelas tuleb defineerida digitaliseerimise mõistet. Tuginedes A. Schumacher ab, W. Sihn ab, Selim Erol (2016) digitaliseerimise ja automatiseerimise terminitega kasutakse tihti ka digiteerimise terminit. Digiteerimine tähendab andmete digitaalseks muutmist, mille kasutades edaspidi jätkatakse digitaliseerimise protsessi. Digitaliseerimine tähendab üldist innovatsiooni ettevõtte ärimudelil ja protsessides uute tehnoloogiate rakendamisega. Automatiseerimine aga tähendab, et inimeste sekkumine protsessidesse on minimaalne. Selleks, et digitaliseerida protsesse tarneahelas, on vajalik teada võimalusi ja tehnoloogiaid, mille abil on digitaliseerimine võimalik.

Üheks oluliseks ettevõtte eesmärgiks on vähendada kulusid ja maksimeerida ettevõtte väärtust. Selleks, et hinnata konkreetse organisatsiooni või tegevuse edukust määratakse tegevusele tulemuslikkuse põhinäitaja ehk KPI mõõdik. See võimaldab et saada arvulisi ning mõõdetavaid tulemusi võrdlemaks olukorda aja jooksul tehtud muutustega ning selle alusel vastu võtta otsuseid.

Need mõõdikud on otseselt seotud ettevõtte eesmärkidega ja aitavad mõista, kuhu suunas tuleb ettevõttes liikuda. Peale seda, kui mõõdikud on määratud, tuleb kaardistada hetkeolukorda ning kokku levida tegevused KPI eesmärki saavutamiseks. Kui KPI-d on määratletud ja loodud, tuleb luua süsteem, milles seotud osapooled peavad protsessi jälgima ja kinni pidama. Tavaliselt alustatakse olemasolevate tulemuste või vigade parandamisest ning seejärel alustatakse tegevustega konkreetsete KPI saavutamiseks. [19]

Tuginedes Emmettile (2005) [22] võib välja tuua mitmed põhilised väärtust lisavaid KPI-d, mida mõõdetakse tarnete ja varude tulemuslikkuse juhtimises, näiteks tarnetäpsus, varude täpsus, varude käibekordaja, käive, rahavoog, tootmismahd, kvaliteet, suhted tarnijatega ja kliendi rahulolu. Kõik need mainitud võtmenäitajad on otseselt või kaudselt seotud ettevõtte varudega läbi kliendi nõudluse rahuldamise. Seetõttu varudel on oluline roll ettevõtte edukas toimimises. Tänu andmete digiteerimisele, digitaliseerimisele ja automatiseerimisele on võimalik kiiresti ja raskusteta leida KPI mõõdikute tulemused.

Üheks selliseks mõõdikuks, mis on seotud varude seisundiga ja mida kasutakse varude kasutamise efektiivsuse leidmiseks on laovarude käibekordaja või käibesagedus (ITO) [23] See näitaja mõõdab keskmiselt kui mitu korda varusid teatud aja jooksul asendatakse. Teisisõnu varude pööre arvestatakse siis, kui süsteemis toimub materjali liikumine, näiteks ostetakse, kasutatakse, müüakse ja seejärel taas ostetakse. Näiteks, kui laoartikli ostetakse kord kuus aasta jooksul, siis varude käibekordaja on võrdne 12-

ga, kuid aga ostetakse üks kord aastas, siis käibekordaja on võrdne ühega jne. Mida suurem on varude käibekordaja, seda kiiremini ettevõtte suudab maha müüa enda varusid ehk näitab ettevõtte likviidsust.

Valem varude käibekordaja arvutamiseks on järgmine:

$$\text{Varude käibekordaja} = \frac{\text{Müüdud kaupade kulu}}{\text{Keskmised laovarud}}$$

Saadud tulemus näitab, kui kiiresti olemasolevad varusid ära kasutakse tuginedes eelmise perioodi müüdud kaupade kulule. Mida suurem on tulemus, seda kiiremini ja efektiivsemalt varusid kasutakse. Väärib mainimist ka see fakt, et varude käibekordaja arvestab ainult aritmeetilist keskmist laovaru milletõttu ei saa eristada laovarude suurenemist või vähenemist [24]

Nagu eelnevalt sai mainitud, tänu digitaliseerimisele ettevõttes on võimalik luua keskkond, kus sama protsesside kestvus on lühem ja töötajate töö on efektiivsem, kuna eelnevalt käsitsi tehtud protsessid asendatakse digitaalsetega nagu näiteks varude käibekordaja arvutamisel. See võimaldab keskenduda olulisematele aspektidele ning annab ettevõttele konkurentsieelise nende ees, kes ei kasuta nii hästi või nii palju oma tegevust toetavaid IT vahendeid. [25] Digitaliseerimine ja automatiseerimine otseselt aitab kasvatada ettevõtte väärtust. Näiteks lisandväärtust ja tõhusust võib mõõta ettevõtte ressursside efektiivses kasutamises, töötingimuste parandamises, kliendi ja töötajate rahulolu suurendamises ning negatiivsete keskkonnamõjude vähendamises. [18]

Tänu digitaliseerimisele on võimalik ettevõttes luua keskkond, kus sama protsesside kestvus on lühem ja töötajate töö on efektiivsem, kuna eelnevalt käsitsi tehtud protsessid asendatakse digitaalsetega. See võimaldab keskenduda olulisematele aspektidele ning ettevõttele pakub konkurentsieelise nende ees, kes ei kasuta nii hästi või nii palju oma tegevust toetavaid IT vahendeid. [25]. Siit saab järeldada, et alati automatiseerimisega koos käib andmete digiteerimine ja digitaliseerimine. Automatiseerimine tähendab, et inimeste sekkumine protsessidesse on minimaalne. See tähendab, et ettevõtte poolt pakutav väärtus ei ole enam ainult toode, mida toodetakse või pakutakse, vaid nii partnerlus kui teenus. [26]

Näiteks lisandväärtust ja tõhusust võib mõõta ettevõtte ressursside efektiivses kasutamises, töötingimuste parandamises, kliendi ja töötajate rahulolu suurendamises ning negatiivsete keskkonnamõjude vähendamises. [18] Seetõttu tänapäevases maailmas protsesside automatiseerimine ja digitaliseerimine on vältimatu. Vastasel juhul, need kes viivitavad innovatsiooni kasutusele võtmisega, jäävad järjest

kaugemale. Igaljuhul jätkusuutlikkuse ja konkurentsivõimeliseks jäämiseks on vajalik digitaliseerimine.

Lisaks digitaalsete tehnoloogiate kasutamine parandab kliendisuhteid pakkudes painlikkust, kiirust ja tõhusust. Info liikumine on kiire ning infovood ja protsessid on läbipaismavad ja arusaadavad. Digiteeritud andmed võimaldavad kiiresti kohandada nõudluse ja info muutusega.

Eelnevalt mainitud Tööstus 4.0 rakendatavad tehnoloogiad aitavad tagada andmete kiire kättesaadavus, nende usaldusväärsus ja analüüsivõimekus, protsesside läbipaistvust ja kiirust ning manuaalset töö vähendamist läbi kogu tarneahela. Kõik see on eelduseks nii kulusäästlikkusele kui ka uutele ärivõimalustele. Seetõttu tihedamini kuuleb ettevõtte visioonis sõnad „digitaliseerimine, automatiseerimine ja Tööstus 4.0“.

2 LÄHTEÜLESANNE

Teises peatükis annab autor ülevaate uuritavast ettevõttest ja selle tegevusest. Samuti mainitakse sama autori poolt varasema lõputöö raames saadud tulemusi, mis viivad probleemi tuvastamiseni ja samaaegselt kirjeldavad ka uuritava ettevõtte lähteolukorda. Digitaliseerituse aspektist, varude juhtimise aspektist

2.1 Uuritav ettevõtte

1994. aastal alustas Tallinnas tegevust erakapitalil põhinev Saksa-Eesti ühisettevõtte AS Endotech Eesti, mille eesmärk oli toota detaile meditsiini instrumentide jaoks. 1996. aastal alustati firmas meditsiiniliste endoskoopide projekteerimist ja väljatöötamist. 1998. aastal ettevõtte sai uue nime ETM Endoskoopiatehnika OÜ-ks ning samal aastal alustas ka valmisinstrumentide tootmiga. 2000. aasta kevadel laiendas ETM Endoskoopiatehnika oma tootmisruume: hangiti uued tehnoloogiaseadmed ja sisustus, tootmispind suurenes seniselt 100 ruutmeetrit 400- le. [27]

Alates 2003. aasta novembrist kuulub ettevõtte Karl Storz GmbH & Co. KG gruppi ja kannab 2004 nime Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ (edaspidi KSVEE või ettevõtte). Karl Storz on Euroopa suurim kõrgtehnoloogilise kirurgiainstrumentaariumi tootja, mis on asutatud 1945 peakorteriga Saksamaal, mille portfellis on ligi 15 000+ toodet. Karl Storz'i firmamärk on esindatud rohkem kui 140 riigis koos 50 rajatisega, pakkudes seejuures tööd umbes 7500 inimesele. Karl Storzi filiaalid tegutsevad ühise eesmärgi nimel, mille kehtestab ettevõtte peakontor. Karl Storz toodab ja remondib meditsiinilisi, veterinaar- ja tööstuslike endoskoope, kes on omakorda ka otsene ja ainuke klient Eestis baseeruva üksuse jaoks. Eesti filiaal tegeleb meditsiiniliste seadmete projekteerimisega, tootmisega ja remondiga kuhu kuulub ligikaudu 150 toodet. Tootmist iseloomustavad kõrged nõudmised kvaliteedile ja puhtusele. Joonisel 2.1 on näidatud ettevõttes toodetavad instrumendid (endoskoobid), mis koosnevad peaaesjalikult peenmehaanikast ning keerulistest koostudest, mistõttu tehakse suures osas tööd mikroskoopide abil.



Joonis 2.1. Ilustreeriv pilt toodetest

Allikas: <https://www.karlstorz.com/ee/en/online-catalog.htm>

Firma toodangut iseloomustab sõna kõrgtehnoloogia. Ettevõttes on rakendatud mitmed rahvusvahelised standardid. Keskkonnajuhtimissüsteem on üles ehitatud lähtudes rahvusvahelise standardi ISO 14001:2015 nõuetest. Ettevõtte kuulub Karl Storzi ettevõtete gruppi ning on globaalse kvaliteedijuhtimissüsteemi osa. Rakendatud kvaliteedijuhtimissüsteem on vastavuses nõuetega vastavalt MDSAP-le (inglise keeles *The Medical Device Single Audit Program*), meditsiiniseadmete direktiivile 93/42/EMÜ, direktiivile 2007/47/EÜ ning vastab meditsiiniseadmeid käsitleva standardile DIN EN ISO 13485 ning ISO 9001 standardile. Ettevõtte siseselt on rakendatud Lean juhtimissüsteemi meetodeid nagu 5S, Pull ja Push ning äriprotsesside paremaks juhtimiseks rakendatakse tuntud Demingi tsükli mudelit (ratast) ehk PDCA (Plan-Do-Check-Act) meetodikat. [28]

Ettevõttes on kasutusel SAP majandus tarkvara koos erinevate moodulitega. Samuti igapäevaselt ettevõttes on kasutusel erinevad abistavad Exceli tabelid andmetega, kuhu on juba sisse integreeritud valemid ja mille abil kasutaja saab kiirema tulemuse kätte.

Aastatega on KS Eesti ettevõtte pidevalt kasvanud ja laienenud ning 2016. aasta suvest asub tootmis- ja büroohoone Pärnu mnt 556b, Laagri alevikus ligi 8000 m² tootmispiinal.

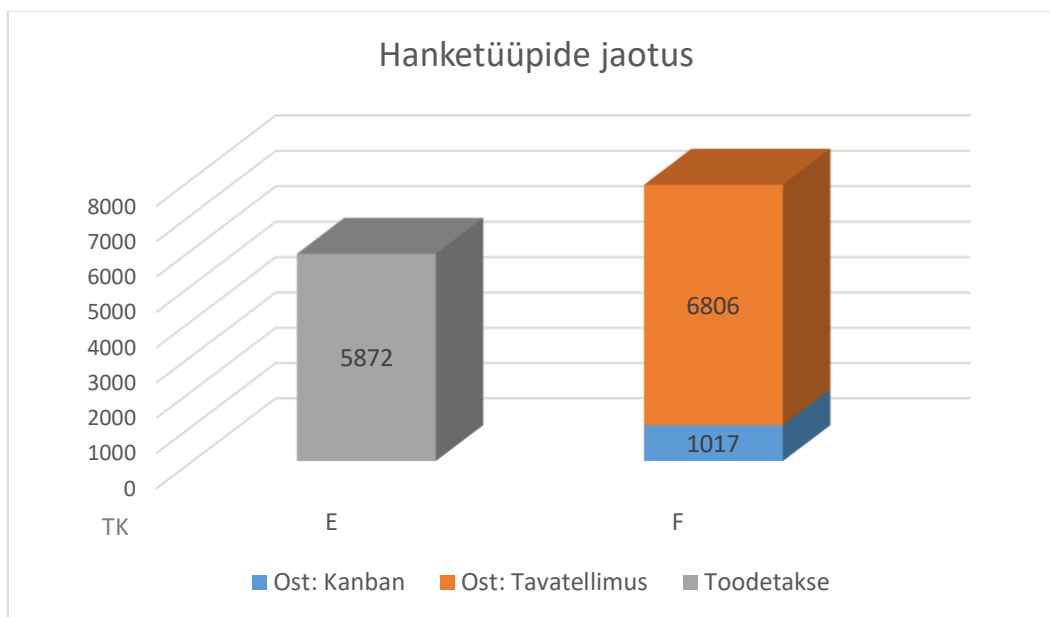
2021 aasta 2 kvartalis Tallinna tehasesse meeskonda kuulus 230 töötajat, kellest 83% moodustavad tootmistöölised. 2021 aasta II kvartalis maksustatav käive ulatus 13 270 598 € ning riiklikult tasutud maksud 1 311 593 €. [29]

2.2.Ostustrateegiad ja digilahendused

Ettevõtte strateegiline eesmärk on pakkuda lõpptarbijale õigeaegselt kvaliteetset toodet. Lisaks sellele teha koostööd teiste ettevõtte tootmisüksustega, et pakkuda tootmiskoha spetsiifilisi komponente ning alamkooste.

Kõikidel ettevõtte juhtimistasanditel pööratakse tähelepanu efektiivsuse tõstmisele ning protsesside pidevale parendamisele. Tarneahela osakonna üheks suuremaks eesmärgiks viimaste aastate jooksul on laovarude optimeerimine, vähendamine ja erinevate kulusäästuprojektide koordineerimine komponentide tasandil. Sellele loetelule võib lisada ka strateegiliste koostööpartnerite otsimine ning kvalifitseerimine.

Ettevõttes materjalide soetamise eest vastutab tarneahela osakond ning ost toimub kahel erineval viisil: tavalise ühekordse ostutellimusega – (PO) ja JIT (inglise keeles *Just-In-Time*) tellimusega kasutades kanban karpide süsteemi. [30] Tavalised ostutellimused vormistab süsteemis tarneahela planeerija ning kanbanis olevate komponentide kaarte skaneeritakse logistika osakonnas. Kokku komponente ettevõttes on 13695, nendest ostetavaid materjale on 7823, millest 1017 tellitakse Kanban abil (vt Joonis 2.2. Hanketüüpide jaotus ettevõtte komponentidele). Selleks, et tagada sujuvad tarneid, tootmisettevõtte edastab üldised tootmisplaanid tarnijale, mille järgi saab ka tarnija planeerida enda tootmisprotsesse. Plaanide edastamiseks, on mitmeid võimalusi, kas planeerija ise edastab tarnijale plaanid telefoni või e-kirja vahendusel või automaatne teavitus süsteemist. Selleks tarnijaga sõlmitakse pikkaajaline koguseline ostuleping (SA), mis otseselt näitab ettevõtte vajadusi. See kokkuleppe võib olla tähtajatu või on sõlmitud koguse peale. Selline leping täpsustab, et tarnija vastutab materjalide õigeaegse ja õige koguse tarnimise eest. Nende lepingute üle vaatamine toimub perioodi lõpus või selle lähenemisel ja alati tarnijaga koostöös.



Joonis 2.2. Hanketüüpide jaotus ettevõtte komponentidele.

Allikas: autori poolt koostatud

Lisaks igale ostetavale komponendile seadistatakse süsteemis erinevad parameetrid, mis kajastuvad hiljem ka ostutellimustes. Näiteks materjali number, tarnija, kogus, hind, makse- ja tarnetingimused, tarneaeg ja muud parameetrid. Tavatellimuste tarneaeg ettevõttes on tavaliselt 15 - 28 päeva, kuid mõnede kriitiliste komponentide puhul ületab kolme või enam kuud. Nii pikka tarneaega puhul igasuguse kriitilise või plaanivälise töö tegemine osutub peaaegu võimatuks, kuna jäädakse ootama materjali tarnet. Kuid tuleb mainida, et ka tarnijal võib esineda erinevaid toorme hankimisega seonduvaid probleeme või tootmisriske. See tähendab seda, et isegi kui tarneaeg on pikk, võib juhtuda, et materjal ei jõua siiski õigeaks ajaks kohale, kuid see on juba risk, mis tuleb tarnijal kanda ning see otseselt mõjutab ka ettevõtet.

Teise ostustrateegia kasutamise järel võib aga saavutada võit-võit olukorda, nii tarnija kui ka ettevõtte jaoks. [31] Selle käigus edastatakse tarnijale aegsasti hankeprognoos väljaostu garantiiga, mis võimaldab tarnijal varakult planeerida enda tootmist ning toota lattu. See võimaldab vajadusel lühendada tarneaegu, teostada sagedamaid ning stabiilsemaid tarneid. Peale muudatuste sisseviimist, süsteem saadab kaks korda nädalas tarnijale automaatselt poole aastase komponentide vajadused vastavalt SAP-is olevatele lõpptoodete tootmisplaanidele. Enne ostu-müügilepingu sõlmimist, planeerija peab kindlasti veenduma tarnija tootmis- ja tarnevõimekuses. Peale

kokkuleppe saamist, planeerijal on õigus muuta süsteemis ostustrateegiat ning materjalide seadistusi.

Tavaliselt peale ostumüügilepingu vormistamist seotakse olemasolev leping kanban karbiga või kaardiga, mis tagab automaatset ostutellimuse esitamise läbi süsteemi. Kanban süsteemiga ostetavatel komponentidel kasutakse - JIT meetodit, mis nõuab tarnida kaubad nõutud kogustes ja tingimustes, õigel ajal, õigesse kohta ja õige hinnaga. [32] Selliste tellimuste täitmine varieerub 3-14 päevani. Tellimus väljub süsteemist siis, kui tootmisest saabub tühi KB karp või signaalkaart ja laotöötaja skaneerib selle, kasutades vöötkoodi lugejat. Seejärel süsteem genereerib ostutellimuse nimega Selles tellimuses on välja toodud ostumüügilepingu number, vastutav planeerija, komponendi number ja kirjeldus, tarneaeg, karbi number, kogus ning muu lisa informatsioon [33]

Nii tavatellimusi kui ka JIT tellimused tuleb monitoorida. Selleks kasutatakse digilahendust, mis võimaldab kiiresti SAP süsteemist võtta väljavõtte. Selleks tuleb avada serveris olemasolev hilinenud tarnete Exceli fail ning käivitada macro kood. Sarnaselt lähtutakse ka teiste tabelite uuendamine. Sellised digilahendused oluliselt kiirendavad ja lihtsustavad manuaalseid protsesse ning vähendavad inimlikke vigu.

2.3 Varud, varude käibekordaja ja AS-IS protsess varude juhtimisel

Uurides võimalikke ettevõtte siseseid riske, mis on seotud varudega ja komponentide puudusega, võib välja tuua sama autori poolt ettevõtte kohta tehtud uurimistööd.

2019. aastal Tallinna Tehnikaülikoolis kaitstud bakalaureusetöö pealkirjaga „Kanban ostumudelile üleminekuga seotud riskide juhtimine KSVEE OÜ ja Elemark AS ärisuhte näitel“ käsitleb uuele ostustrateegiale üleminekuga kaasnevaid riske ning nende mõju organisatsioonile. Autor leidis, et riskide minimeerimiseks tuleb arvestada nii tarnija, kui potentsiaalsete tootmisettevõtte poolsete riskiallikatega.

Tarnija poolt tekitatud puuduliku või hilinenud tarnete põhjuseks on toorme ja muu tootmiseks vajalikku komponendi puudus, tootmiseseadme rikke, halvasti planeeritud või ülekoormatud tootmine, inimlikud vead, kommunikatsiooni puudus jms. Uuritud tarnija põhjused võib rakendada ka teistele tarnijatele seetõttu, et teistelt tarnijatelt ostetavate

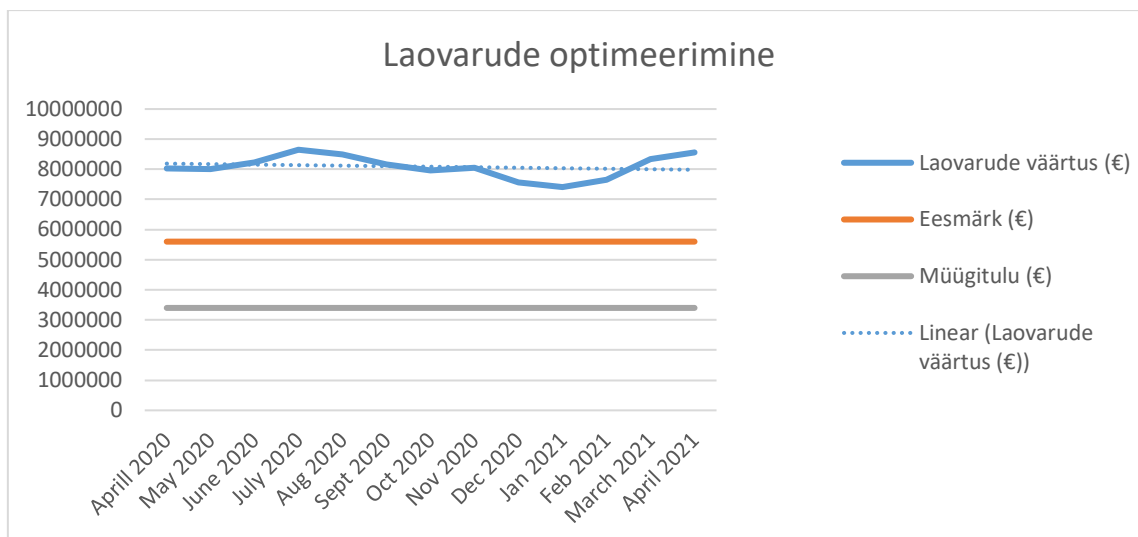
komponentide tootmisprotsessid ja töötamise meetodid on üsna sarnased uuritavale tarnijale.

Ettevõtte siseseks riskiks võib välja tuua olukorda, kui on kanban karpide kogused ja nende suurused on valed. Sel hetkel, kui planeerija on loonud kanban tsükli, karpide arv ja suurus on esmalt sobilik, kuid aja möödudes süsteemis olev tsükkel võib osutuda varem valitud suurusele enam mitte sobilikuks. Valesti kalkuleeritud Kanban kogus võib põhjustada tootmises materjali puudu- või ülejääki.

Kõik eelnevalt mainitud ettevõtte sõtumatu ja sõltuvad põhjused viivad materjali tarnete hilinemiseni, puudumiseni, praak komponentide tarneteni või vale/puuduliku dokumentatsiooni edastamiseni jms. See omakorda põhjustab järgmiseid probleeme, mis viib suurteni kulutusteni:

- Ettevõtte jaoks tootmisliini seisak on äririsk, kuna võlgnevused klientide eest kasvavad, mistõttu halveneb kliendisuhete, mis võib viia KS lõppkliendi kaotamiseni ja mõjub ettevõtte renomeele üldiselt kahjustavalt;
- Töötajatel pole tööd anda, inimesi suunatakse teistesse osakondadesse. Võib põhjustada töötajates stressi, demotivatsiooni jm;
- Planeerijate jaoks igasugune materjali puudumine tähendab töömahu suurenemist. Tuleb uurida tarnijalt põhjused ning uued tarneajad ning seejärel tuleb ümber planeerida ühe või mitme osakonna tööd;
- Vastuvõtuks määratud ajakulu suureneb, kui edastatakse puudulik dokumentatsioon. Laotöötaja peab pöörduma teiste seotud osapoolte juurde selleks, et lahendada seda probleemi.

Hetkel ettevõttes laovarude väärtus [34] (vt Joonis 2.3 Laovarude optimeerimine) aasta lõikes on stabiilselt püsinud kaheksa miljoni juures (sinine lineaarjoon), kuid see on ca 1,5 korda suurem ettevõtte seatud eesmärgist – 5,8 miljonit (oranz lineaarjoon). Seatud eesmärgi laovarude suurus on kahe kuu põhjal tuletatud müüginumber, mille ühe kuu müügitulu on ca 3,4 (hall lineaarjoon). Varudena antud ettevõttes käsitletakse kõiki toormaterjalid, pooltooted, valmis tooted ning muud tootmiseks vajalikud komponendid. Ettevõtte püüab võimalikult vähem hoida poolt jaoks toormaterjalide varude hoidmine on palju soodsam kui ladustada pooltvalmis tooted (koostud).



Joonis 2.3. Laovarude optimeerimine

Allikas: autori koostatud

Jooniselt 2.3 võib järeldada, et ettevõtte varud on 2,3 korda suuremad, kui tegelik ettevõtte müük, mis tähendab seda, et uuritavas ettevõttes varude juhtimise protsess vajab üle vaatamist. Seetõttu tuleb üle vaadata ettevõttes kasutusel olevate komponentide ostustrateegiad. Olukordades, mil komponente tellitakse tavatellimustega, nõudluse kõikumine väljendub ainult tellimuste esitamise sageduses ning see ei mõjuta varude suurust oluliselt. Näiteks, kui nõudlus komponentide järele kasvab, vormistatakse ühes ajaühikus tellimusi rohkem ning kui nõudlus kahaneb tellitakse harvem. Teine ja keerulisem olukord on hallata komponente kõikuva nõudluse puhul siis, kui komponente ostetakse Kanban ostumudeliga. Seetõttu, et iga sellise materjali taga seadistatakse fikseeritud tarneaeg, karpide kogused ja suurused, mis tähendab seda, et nõudluse suurenemisel karpide mahutavusest komponente võib jääda puudu ning seda avastatakse tihtipeale liiga hilja, kui komponendid näiteks on juba tootmisosakondades puudu.

Kanban karpide arvutamisel, planeeri juhitud süsteemis olemasolevast plaanist. Kuid tuleb mainida, et plaanid süsteemis on muutlikud, mis tähendab seda, et planeeri peab käsitsi aeg-ajalt süsteemis neid üle vaatama ning kohandada materjalide seadistused. Selleks tal tuleb läbi käia erinevaid transaktsioonid, koguda vajalikku informatsiooni ning seda hoolikalt analüüsida. Seejärel tuleb teha otsus ja vajadusel teha süsteemis korrektuurid. ning kogu see protseduur on aeganõudev. Ei saa mainimata jätta seda, et ettevõttes puudub antud protsessi kirjeldus ning puudub ühine lähenemine planeerijatel, mis tähendab, et iga planeeri läheneb antud probleemi

lahendusele omaviisi. Tihti peale enda lähenemine tähendab seda, et planeerija jätab meelde andmebaasidest kogutud infot ning seejärel teeb lõpliku otsuse, mis suurendab inimliku eksimuse riski tekket.

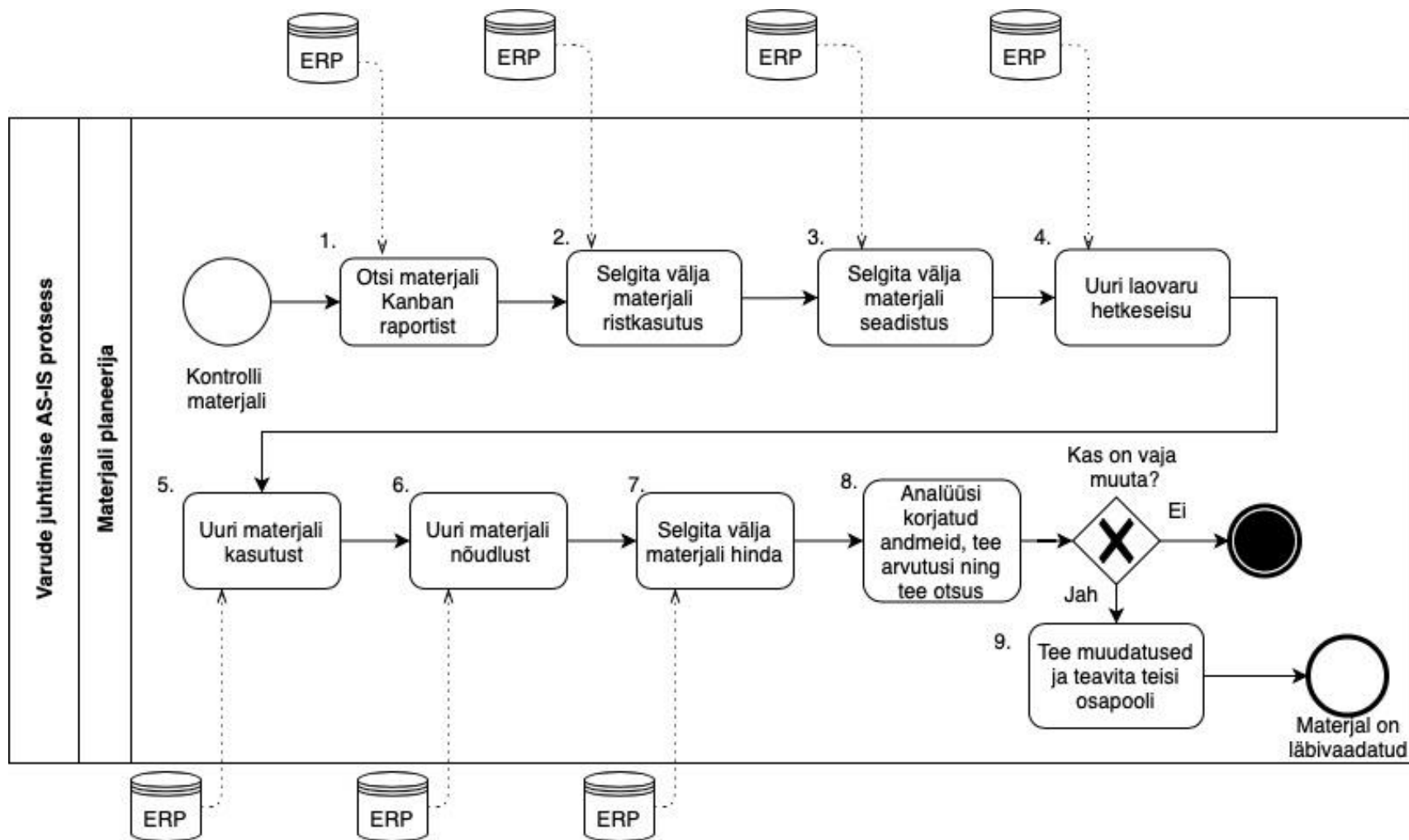
Selleks, et paremini mõista olemasoleva protsessi kaardistame AS-IS protsessi (vt Joonis 2.4).

Nagu AS-IS protsessi mudelist selgub, et ühe materjali kontrollimine on pikk manuaalne protsess. Protsessi alguses kogutakse informatsiooni komponendi kohta mahukatest andmebaasidest. Ühe ja konkreetse komponendi andmebaasist andmete otsimine võttab ligikaudu minut aega ning andmebaase on kokku seitse. Peale seda, kui info on kogutud, tuleb neid andmed analüüsida ning teha otsus komponendi seaduste muudatuse osas, mis võib kokku võtta kuni viis minutit. Viimane tegevus „tee muudatused ja teavita teisi osapooli“ on samuti manuaalne, mida saab teha ainult käsitsi ja mis võtab aega samuti viis minutit. Kokku ühe komponendiga tegelemine võtab aega 17 minutit.

Selle protsessi pikkusest tuleneb ka planeerijate ajalise ressursi puudumine, mis on tingitud komponentide mahulisest kapatsiteedist ettevõttes. Tuleb tõdeda, et hallata ja korrigeerida neid komponente on keeruline, kuna puudub digitaalne töövahend, mis aitaks mugavalt uuendada andmeid andmebaasidest ning pakkuda võimaliku probleemi/ olukorra lahendust.

Uuritavas ettevõttes varude käibekordaja mõõdiku eesmärki saavutamiseks varude käibe kordaja peab olema võrdne või suurem kuuest. Sel juhul arvatakse, et varusid juhitakse efektiivselt. Kuna varude käibekordaja valemis on kasutusel keskmised laovarud, ettevõtte selle arvutamiseks kasutakse hetkel olevad laovarused. Hetke laovaru väärtuse arvutamine – arvatakse ainult SAP süstemis ettevõttes olevat laoväärtust. Tarnija juures oleva laovaru ei arvestata.

Võttes kõik eelnevad asjaolusid võib järeldada, et ettevõtte poolt pakutav väärtus ei ole enam ainult kvaliteetne toode, mida toodetakse, vaid ka partnerlus kui teenus. [26]



Joonis 2.4. Varude juhtimise AS-IS protsess

Allikas: autori koostatud

Jooniselt 2.4 selgub, et antud protsessi kitsaskoht on andmete kogumise protsessi pikkus, mis on rakendatud ainult ühele materjalile korraga. Lisaks voodiagrammis/protsessis puudub andmete salvestamise võimalus/vajadus, mis tähendab seda, et igakord planeerijal tuleb läbida antud protsessi uuesti. Selle suureks miinuseks võib välja tuua seda, et puudub andmete ja tegevuste jälgitavus süsteemi väliselt. Veel üheks kitsaskohaks võib välja tuua andmete analüüs, arvutused ja otsus. Antud tegevusel puudub arusaam või reeglistik, mismoodi või mis andmete põhjal tehakse otsus ehk puudub süstemaatiline lahendus. Pärast AS-IS protsessi kaardistamist on võimalused protsessi digitaliseerimiseks ja automatiseerimiseks. [35] Tulenevalt uurimisprobleemist on antud magistritöö eesmärk luua universaalne digitaalne tööriist, mis lihtsustab ja aitab efektiivselt juhtida ettevõtte varusid. välja selgitada tarneahela vaatevinklist erinevaid aspekte, mis mõjutavad ja millest sõltub laovarude suuruse määramine. Samuti luua universaalne digitaalne toimiv tööriist, kuhu on koondatud kõik vajalikud andmed (andmebaasidest) ning mida on lihtne kasutada.

Käesoleva lõputöö uurimisküsimused on järgnevad:

1. Millised puudused on olemasolevas varude juhtimise protsessis?
2. Kuidas on võimalik optimeerida olemas oleva laovarude juhtimise protsessi?
3. Missugune võiks olla tulevane digitaalne lahendus, mis kiirendab protsessi?

Töö kirjutamise käigus töö autor püüab leida vastused nendele küsimustele.

3 METOODIKA

Käesolevas peatükis autor toob välja uurimuse metoodika, millega probleemi uuritakse. Lähteülesandes välja toodud probleemidele proovib leida universaalset lahendust, mida rakendada ettevõttes. Autor selgitab välja olulised aspektid varude arvutamisel, kogub tehnilist informatsiooni andmebaasidest, analüüsib nõudluse kõikumist ja muid vajalikud andmeid.

3.1 Uurimisstrateegia

Käesolevas töös kasutab autor uurimisstrateegiana arendusuurimust, mille objektiks on laovarud Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ-s. Antud töö kontekstis arendusuurimus tähendab rakendusliku uurimust, mis tegeleb mingi valdkonna praktiliste probleemide lahendamisega pidades silmas konkreetse kasutaja vajadusi. Arendusuurimus põhineb vajadusest konkreetsetes valdkonnas midagi muuta või parandada. [36]

Uurimisstrateegiat toetavad erinevad kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed analüüsimeetodid. Kvalitatiivseid andmeid kogutakse kaardistades AS-IS (vt Joonis 2.4) ja TO-BE (vt Joonis 4.1) protsesse, mille võrdlevanalüüsi tulemused on välja toodud peatükis 4.1 (vt Tabel 4.1. AS-IS ja TO-BE võrdlevanalüüs). Kvantitatiivsed andmeid kogutakse ettevõttesisestest andmebaasidest selleks, et analüüsida nende nõudlust, leida komponentide riskasutust erinevates toodetes, kogust, maksumust jm.

Joonisel 3.1 on välja töödud uurimusetapide voodiagramm, mis hõlmab endas 8 etapi, mille tulemuseks on digitaalse tööriista välja töötamine. Etapid koos kirjeldustega on järgnevad:

- 1) Probleemi tuvastamine. Varude juhtimise protsess on pikk. Tööriista puudumine.
- 2) Andmete kogumine. Andmeid kogutakse andmebaasidest ning protsessi voodiagrammidest.
- 3) Oluliste näitajate tuvastamine. Varude suuruse määramiseks näitajate ja KPI-de uurimine.
- 4) Näitajate omavahelise seose leidmine. Andmebaaside omavaheline seos läbi materjali koodi ning kuidas mõjutavad näitajad varude suurust (näiteks, mida kallim komponent, seda vähem püüakse hoida teda laos).

- 5) Andmete koondamine digitaalse tööriista. Ühise Excel faili loomine ning andmete koondamine.
- 6) Töölehe loomine ja arvutuste tegemine. Töölehele näitajate koondamine ning valemite kirjutamine.
- 7) Tulemuste analüüsimine. Valemite avil saadud arvutuste analüüsimine.
- 8) Tööriista piloteerimine ja tutvustus. Tööriista piloteerimine 10 materjaliga, tulemuste presenteerimine ning tööriista tutvustus.



Joonis 3.1. Uurimusetapide voodiagramm

Allikas: autori koostatud

Tööriistaks on Exceli tööfail, mis hõlmab endas üheksat erineva visuaaliga raportit, mida kasutaja saab igahetk alla laadida SAP tarkvarast, kasutades erinevaid transaktsioone. Tulbad, mida autor kasutab ja mille sisu selgitab oma töös, on märgitud joonistel oranž värviga, et kasutajale oleks lihtsamini leitavad väljad.

Nagu eelnevalt lähteülesanne osas sai mainitud, ettevõttes kogu planeerimine ja muud igapäevased toimingud toimivad SAP tarkvara rakendatavas ERP-süsteemis, mille erinevad moodulid sisaldavad erinevaid andmebaase.

Ettevõtte juhtimine läbi (ERP) süsteemi võimaldab automatiseerida ja optimeerida protsesse kogu ettevõtte ulatuses. [37] Äriprotsesside automatiseerimine võimaldab saada teavet realajas protsesside kohta ning õigeaegselt reageerida ja vajadusel korrigeerida tulemi. Kuid ERP süsteem toimib korrektselt ainult siis, kui õiged andmed voolavad süsteemi pidevalt ilma viivitusteta. Teisisõnu ERP tarkvara võimaldab integreerida kõiki ettevõtte teabevooge, sealhulgas finants- ja raamatupidamisteavet, inimressursside teavet, samuti tarneaahelat ja klientide teavet.

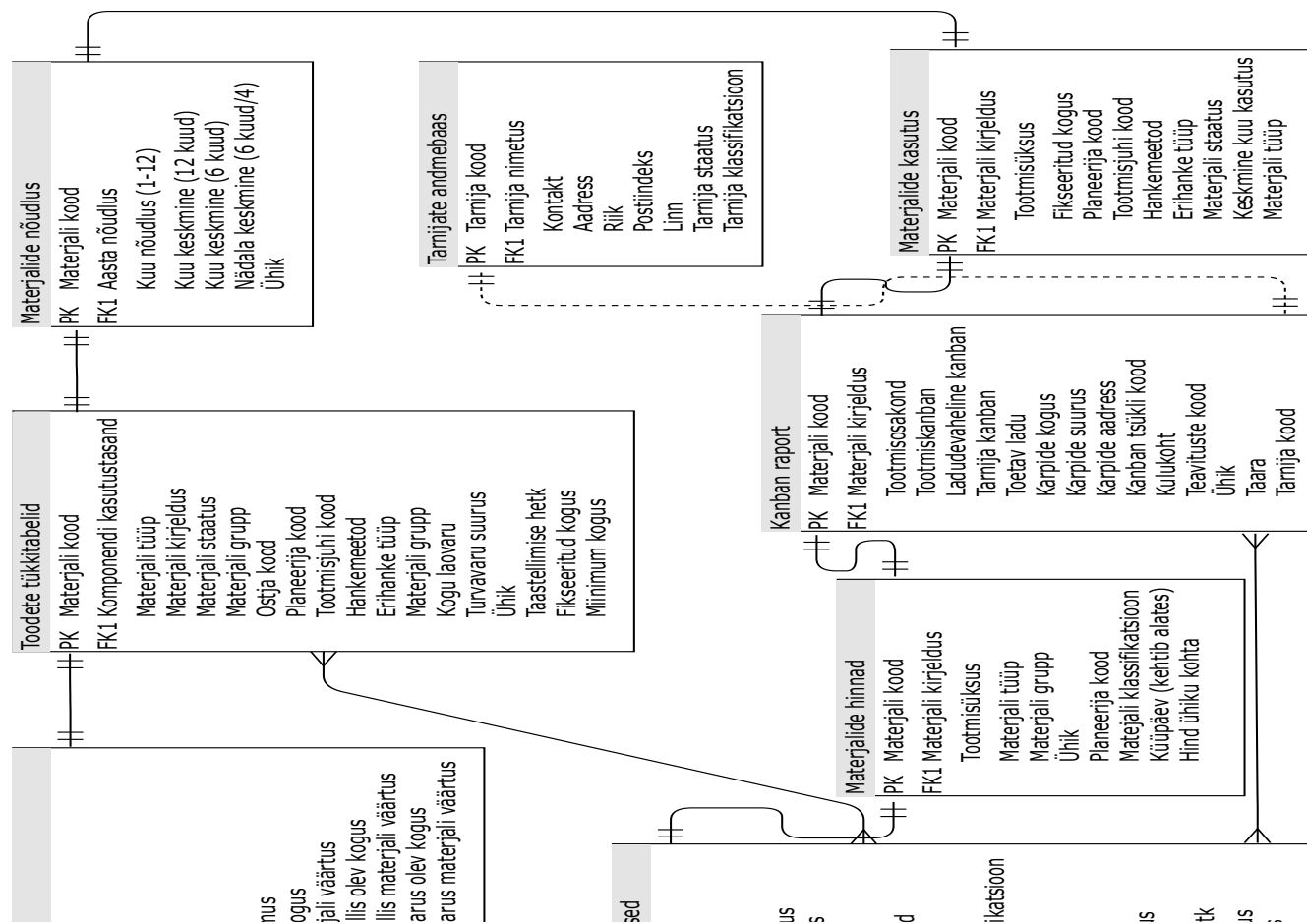
ERP-süsteemi üldine olemus on äritegevuse automatiseerimine ja tegevuste optimeerimine, mis aitab luua väärtusahela. ERP-süsteeme kasutatakse organisatsiooni kõigi andmete ja protsesside integreerimiseks ühte süsteemi.

Uuritavas ettevõttes ERP-süsteemide andmekogud on omavahel ühenduses materjali koodi kaudu (Primaarse koodina on märgitud materjali kood). Kokku töös autor kajastab kaheksat andmekogu, mis on vajalikud lõputöö väljundi saamiseks, milleks on:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| • Materjalide hinnad; | • Toodete tükkitabelid; |
| • Materjalide nõudlus; | • Tarnijate andmebaas |
| • Materjalide seadistused; | • Materjalide kasutus; |
| • Laovarude hetkeseis; | • Kanban raport. |

Andmebaaside sisu ja omavaheline seos läbi materjali koodi on välja toodud joonisel 3.2.

Kuna ettevõttes on kasutusel erinevate protseduuride läbiviimiseks mitmed erinevad andmekogumid, siiski tuleb konkreetsete eesmärkide saavutamiseks koondada ühte kohta vajalikud andmekogud. AS-IS protsessil on võimalik läbi viia parendus tegevused.



Joonis 3.2. Andmebaaside ühenduvus

Allikas: autori koostatud

3.2 Valimi kirjeldus

Autor on valinud mugavus valimi, milleks on enim müüdavad valmis instrumendid. Nende toodete komponentideks on erinevad detailid plastikust, metallist, kummist ja kulumaterjalid, näiteks, liimid, määrded, erinev pakkematerjal, kleebised ning tootmiseks vajalikud erinevad abinõud (skalpell, lõikamisterad, lihvpaber, vati- ja hambatikud, dosaatorid, isikukaitsevahendid jne).

Esmaseks valimi moodustamiseks autor valis ainult viis üheperekonna toodet ning uurib nende toodete tootmiseks vajalikke komponente. Antud toodetel on sarnane tootmistehnoloogia ning mitmeid ristuvaid komponente. Ühes tootes on ~150 komponenti ning ettevõtte müüb ~300 igat instrumenti kuus. Valimi abil loodud tööriista saab rakendada ka teistele komponentidele.

Exceli esimeses raportis A tulpal on märgitud lõpptoot number (vt joonis 3.3. Lõpptoodete loetelu), mis on samad tooted, mis oli eelnevalt mainitud. Tooteid Exceli kasutamisel tuleb hiljem kindlasti juurde lisada, et saada ülevaadet kõikidest komponentidest, mis on riskasutuses ettevõttes kõikides toodetavates lõpptoodetes.

	A	B
1	Lõpptoot number	Toode kirjeldus
2	Toode 1	*****
3	Toode 2	*****
4	Toode 3	*****
5	Toode 4	*****
6	Toode 5	*****

Joonis 3.3. Lõpptoodete loetelu

Allikas: autori koostatud

Peale seda, kui uuritavad tooted on välja valitud, tuleb uurida, millest need tooted koosnevad ja selleks tuleb vaadelda teist raportit, kus näeb toodete tükitabelit (BOM-*Bill of material*). Kasutades ZPP_CS12_mass transaktsiooni funktsiooni SAP tarkvarast on võimalik korraga välja võtta mitme erineva toote tükitabel. Teisse raportisse on koondatud kõik komponendid, millest koosnevad esimesel lehel olevad viis toodet ning palju teisi erinevaid näitajaid (joonis 3.4, joonis 3.5). [38]

F	G	H	I
Item cat.	Item	Component	Material Description
L	0010	11025E	Pressure Compensation Cap
L	0020	27677SZ	Plastic Case, spec.Foam, 555x437x138mm
L	0020	Z09001	CAP, COVER (MARKED DU) (303 SS)
L	0010	Z09002	CAP, COVER (303 SS)
L	0010	4702101	CAP (RAW FOR Z09002)

Joonis 3.4. Lõpptoodete tükitabel parameetritega (1)

Allikas: autori koostatud

Komponentide unikaalsed numbrid on välja toodud tulbas H ning komponentide kirjeldus (inglise keeles *material description*) on leitav I tulbas.

Enne lõpptooteks saamist iga toode läbib erinevad koostamisetapid. Näiteks, erinevatest toormaterjalidest valmistatakse väiksemad koostud - mehhaanikasõlmed, mitmest väiksemast koostust pannakse kokku suuremad koostud ning lõpus toimub lõppmontaaž. Uuritavas ettevõttes peetakse koostudeks ka igasugust järeltöötlust, näiteks, värvimist, lõikamist, pesemist, kuulitamist, trummeldamist, markeerimist jm ning peale igasuguse töötlemis- või koostamisetappi „uuendatud“ materjal saab uue numbri. Need vahepealsed koostud või kihid võib nimetada ka level-iteks, kus kõige suurem number (nt level viis) tähendab toorikut ning kõige väiksem (level üks) tähendab, et need materjalid osalevad otse lõppmontaaži etapis, mille lõppemisel valmibki toode ise. Need tasemed on määratud igale komponendile ning on leitavad A tulbas. Näiteks, kuuendal real 4702101 CAP (RAW FOR *****) komponent, on ostumaterjal ja kuulub kolmandale tasemele (A6). Seda komponendi värvitakse ning see värvitud komponent saab juba uue numbri Z09002 (CAP, COVER) ning kuulub tasemele 2 (A5). Peale seda, komponendid markeeritakse ning seeläbi saab ta omakorda uue numbri Z09001 (CAP, COVER (MARKED DU)) ning muutub esimese taseme komponendiks (A4), mis tähendab seda, et ta osaleb toote 1 lõppmontaažil. Kõik esimese kihi komponendi ja koostud pannakse kokku ning nendest valmibki instrument või siis lõpptoode.

Raportis B tulba filtreerimisel on võimalik leida komponente, millest koosneb toode ise või H tulba sorteerimisel võib leida, mis toodetes kasutakse konkreetne komponent. Ostetavad ja toodetavad komponendid võib ka teises tabelis oleva näitaja abil eristada – hanke meetodi järgi.

Tulbas K (procurement type – hanke meetod) ostetaval materjalil on määratud F ning koostudele ja järeltöötlustele on määratud E näitajad (vt joonis 3.5 Lõpptoodete tükitabel parameetritega (2))

	J	K	L	O	P	Q	R
1	Prod.SLoc.	Proc. type	SP type	Usage	Level	Quantity	Comp unit
2		F	40	1	01	1.000	PC
3		F		1	01	1.000	PC
4	1100	E		1	01	1.000	PC
5	1100	E		1	02	1.000	PC
6	1101	F		1	03	1.000	PC

Joonis 3.5. Lõpptoodete tükitabel parameetritega (2)

Allikas: autori koostatud

Andmete hulga vähendamiseks tuleb saadud raportist eemaldada mõned komponendid, milliseid kasutajal ei ole vaja analüüsida. Need komponendid on otseselt seotud teist tüüpi hankemeetoditega. Allpool autor lähemalt käsitleb erihanke tüüpe (SP - *Special Procurement Type*) L tulbas olevad E komponendi puhul SP50 ja F komponendi puhul SP40 näitajad. (vt lisa 1. Erihanke tüübid: SP40, SP50)

SP50 puhul komponent märgistakse fantoomkomponendiks. Fantoomiks märgistakse komponendid siis, kui soovitakse konkreetses ettevõttes planeerimisest välja jätta mingi koostamisosa, kuna see koost pannakse kokku järgnevas etapis. SP40 puhul mõiste natuke erineb SP50-st. SP40 tähendab, et sellel komponendil on loodu kahe tootmisettevõtte vaheline kanban, mis ei vaja kontolli ega haldamist. SP40 tüüpi materjale on 186 tk ja SP50 - 60tk ning neid tedasises töös ei käsitleta, mistõttu eemaldatakse raportitest.

Ei saa mainimata jätta ka seda, et iga komponendi seadistustes, sõltuvalt komponendi spetsifikatsioonist, on määratud konkreetne kasutusühik. Tükkitabelisse on lisatud tootmiseks vajalik kogus tulbas Q ja ühik tulbas R, mis läheb peale iga etappi kinnitamist (lõpetamisel) laoarvelt maha. Näiteks, tavaliselt liimi ja määrdeid kasutakse grammides; plastikust, metallist ja kummist detaile tükkides; kattematerjali millimeetrites jms.

Kokku nende viie toodete tootmiseks kasutakse 1136 komponenti, kuid on ka korduvaid komponente, mis on ristikasutuses teistes toodetes. Selleks, et saada unikaalsete komponentide nimekirja tuleb teha koondtabelit kasutades Pivot põhine lahendus (vt Joonis 3.6. Ristikasususel olevad komponendid)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3	Sum of Quantit					Tooted					
4	Component	Material Description	Proc. type	Comp unit	SP type	Toode 1	Toode 2	Toode 3	Toode 4	Toode 5	Grand Total
5	139905FN	Protective Film	F	PC		1	1	1	1	1	5
6	27677SL	Plastic Case, spec.Foam, 490x285x110mm	F	PC				1	1	1	3
19	4702111	CAP, TENSION (303 SS) (RAW FOR Z09003)	F	PC		1	1	1	1	1	5
20	4702121	Coupling nut (RAW FOR 9161490)	F	PC		1	1				2

Joonis 3.6. Ristkasusuel olevad komponendid

Allikas: autori koostatud

Sarnast printiipi võib rakendada E tüüpi materjalide korrigeerimist vastavalt nõudlusele, kuid antud töö arendusuurimuse raames seda tüüpi materjalidele ei keskendu.

Tulpades C ja E autor kasutab filtreid selleks, et välja jätta E ja SP (40, 50) tüüpi materjale ning peale kitsenduste rakendamist sai autor 171 tk unikaalseid ostetavaid materjale, mida edaspidises töös kasutab. Antud vaade annab hea ülevaate ristkasutuses olevatest komponentidest, kogustest ja ühikutest ning K tulbas võtab kokku nende summa.

Autori koostatud Pivot tabeli kriteeriumid on järgmised (vt Lisa 2. Pivot tabeli kriteeriumid): komponent, komponendi kirjeldus, ühik, toode, kogus, hanke (F; E) ja erihanke (SP40, SP50) meetodid.

3.3 Andme kogumismeetodid ja analüüs

Protsesside diagnostika elluviimise esimeseks sammuks on andmete kogumine ning seejärel analüüsimine. Kvalitatiivsete andmete kogumiseks kaardistas autor olemasoleva ja uue protsessi. Kaardistamise käigus kirjeldatakse detailselt protsessi tegevused ja põhjus-tagajärg seosed kasutades voodiagramme. [39] Protsessi käivitub konkreetne sündmus, millele järgnevad järjestikud tegevused. Protsess lõppeb siis, kui saavutatakse eesmärk ehk protsessi väljund. ja nendega seotud probleemid ja kitsaskohad. Visualiseerimiseks autor kasutab BPMN vooskeemid, mille protsessi notatsiooni on välja toodud lisa 3. Pivot tabeli kriteeriumid). [40] AS-IS ja TO-BE kaardistamise järel viiakse läbi võrdlevanalüüsi, et hinnata uue protsessi kestvus ja efektiivsust. Ülevaade võrdlevanalüüsi tulemustest on välja toodud neljandas peatükis

(vt Tabel 4.1. AS-IS ja TO-BE võrdlevanalüüs). Pärast AS-IS protsessi kaardistamist on võimalused protsessi digitaliseerimiseks ja automatiseerimiseks.

Kvantitatiivsed andmeid kogutakse andmebaasidest ning analüüsitakse nende seosed. Seejärel autor kirjutab Excel failis valemid ning teeb piloteerimise. Piloteerimise käigus mängitakse kaks stsenaariumid, mille tulemuseks on võimalik leida majandusliku erinevust olmasoleva ja kahe teise stsenaariumi vahel. Piloteerimine on dünaamiliste süsteemide analüüsimeetod, mille juures käivitakse nõ eksperement mudelil ja rakendatakse saadud teadmised reaalsuses.

Tööriista korrektse töötamise säilitamiseks autor ei lisa ega muuda ühelgi raportis saadud andmed, vaid lisab täiendavaid veerge. Andmeid töödeltakse kasutades Pivot põhiseid lahendusi. Tabelite loomiseks ning andmete grupeerimiseks ja sorteerimiseks autor kasutab filtreid ja paremate tulemuste visualiseerimiseks tingimuslikku vormindamist. Antud arendusuurimuse väljundiks on universaalne töörist, kuhu on koondatud kogu vajalik infohulk ning selle põhjal on välja kalkuleeritud üks võimalik lahendus arvestades erinevaid eelnevalt mainitud näitajaid. Kvantitatiivsete andmete analüüs on kirjeldatud detailsemalt allpool.

Peale seda, kui unikaalsete komponentide numbrid on leitud, tuleb leida ka materjalide taga olevad erinevad parameetrid.

Kolmas raport (vt Joonis 3.7 ja 3.8) [41] Materjalide seadistused ja parameetrid on välja võetud andmebaasist SQ01 (MARC) ning sellese raportisse jookseb süsteemist info, mida vastutav planeerija ja ostja sisestavad. See on põhiline andmebaas, kust selles töös mainitud andmebaasid (transaktsioonid) tõmbavad andmeid. Antud raportis on 39 tulpa, kuid edasiseks tööks autor kasutab ainult mõnda neist.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	AA	AB
1	Pin	MTyp	Material	Material Description	MS	PGr	Typ	MRPCr	Prod	B	PDT	IP
2	2550	ZROH	5500182	*****	O	911	PD	971		F	42	0
3	2550	ZHAL	5915702	*****	O	911	PD	971		F	42	0
4	2550	ZHAL	4702131	*****	X	999	ND	979		F	42	0
5	2550	ZHIB	5820302	*****	O	916	VB	976		F	6	0
6	2550	ZHIB	5801106	*****	O	916	VB	976		F	21	0
7	2550	ZROH	5116898	*****	X	999	ND	979		F	42	0
8	2550	ZHAL	H0016025	*****	O	911	PD	971		F	28	0

Joonis 3.7. Materjalide seadistused ja parameetrid (1)

Allikas: autori koostatud

Joonisel 3.7 on näha, et raport hõlmab materjali koodi, kirjeldust ja erinevad komponendi seadistused nagu komponendi hetkestaatus (MS - material status). Materjalide staatused võivad olla O - tavaline-, N- uus ja X- blokeeritud komponent.

Juhul, kui komponendile on märgitud X, määratakse ka F tulbas ostja koodiks 999 ning seda materjali pole vaja edasi uurida.

Antud raporti F tulp (PGr – *Purchasing Group*) näitab, kes vastutab komponendi soetamise eest ja tulp H (MRPCr – *Material Requirements Planing Controller*) näitab, kes planeerib ja vastutab materjali eest. Ettevõttes olevad kokkulepped sätestavad, et planeerija ostab seeriatootmiseks materjale ning planeerib tootmist. Planeerija tegevustest sõltuvalt on määratud kaks erinevat numbrit (SAP koodi) konkreetse ülesande täitmiseks. Näiteks ostmiseks kasutab planeerija teiste raportite saamiseks koodi F tulbas 913 ja planeerimiseks H tulbas 973. Juhul, kui planeerija ei osale komponentide soetamisel ehk ostmine käib automaatselt, siis H tulbas kood algab K-eesliitega näiteks K72.

Samuti on antud raportis leitav ka määratud turvavaru AE tulbas suurus tulbas fikseeritud kogus tulbas AI ja miinimum kogus tulbas AK (vt Joonis 3.8. Materjalide seadistused ja parameetrid (2))

AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
IPT	Total stock	BUn	Safety stock	BUn	Reorder Point	BUn	Fix. lot size	BUn	Min. Lot Size	BUn
0	184.000		15.000	M	0.000	M	30.000	M	0.000	M
0	10,360.000		2,000.000	PC	0.000	PC	1,000.000	PC	0.000	PC
0	0.000		0.000	PC	0.000	PC	1.000	PC	0.000	PC
0	275.000		0.000	PC	12.000	PC	18.000	PC	0.000	PC
0	93.820		0.000	PC	6.000	PC	10.000	PC	0.000	PC
0	0.000		0.000	M	0.000	M	114.000	M	0.000	M
0	3,080.000		400.000	PC	0.000	PC	0.000	PC	500.000	PC

Joonis 3.8. Materjalide seadistused ja parameetrid (2)

Allikas: autori koostatud

Viimast kahte kasutakse ettevõttes erinevatel põhjustel, näiteks, osakondade vaheliseks komponentide liigutamiseks ja materjali ostmiseks. Nii fikseeritud, kui ka miinimum kogus võivad olla määratud nii tarnija poolt kui ka tootmise poolt. Tootmise eripäraks on näiteks järgmise või eelmise etappide fikseeritud tootmise kogus. Turvavaru aga määratakse igasuguse nõudluse kõikumise katteks.

Üheks väga oluliseks aspektiks iga materjali puhul on selle materjali tarne- ja tootmisaeg ning maksumus. Ajal ja maksumusel on otsene seos laovarude suuruse arvutamisel ja määramisel. F materjali tarneaeg on toodud tulbas AA (PDT - *Planned Delivery Ttime*) ning E materjali tootmisaeg on välja toodud tulbas AB (IPT - *inhouse production time*). Järgmine raport, mida autor kasutab oma töös, on välja võetud kanban tsüklite andmebaasist (PKMC transaktsioonist). Raporti saamiseks, ei ole võimalik kitsendada otsingut ja seetõttu autor võttab ettevõtte kogumaterjalidest. See raport (vt Joonis 3.9. Kanban raport) [42] hõlmab kõiki materjale, mida ostetakse või

liigutakse Kanban'i abil ettevõtte siseselt. Nendel materjalidel on samuti laokohale lisatud K- eesliide. Näiteks, tabeli D tulbas (*Supply area* - tootmisosakond) esimese kolme materjali puhul on kirjas K_1143 ning see tähendab, et materjal liigub osakonda karbiga ning ladustatakse ka selleks eraldi paigaldatud riulil, kuhu tohib ladustada ainult kanban karbiga liikuvaid materjale.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	O	P
1	Material	Material Description	SupplyArea	Ext.	SLoc	Numb	Storing Po	CntCycle	In-hs	Trns	Kanban Quantit	BUn
2	4704719	*****	K_1143		2100	004		305925		Z001	10.000	PC
3	4707389	*****	K_1143		2100	005		338431		Z001	10.000	PC
4	4704749	*****	K_1143		2100	003		338432		Z001	10.000	PC
5	60991SSV	*****	K_1143		2100	002		338433		Z001	10.000	PC

Joonis 3.9. Kanban raport

Allikas: autori koostatud

Samuti tabeli G tulbas on välja toodud olemasolevates tsüklides karpide kogus ning O tulbas karpide suurus (mahutavus). Nende kahe näitaja põhjal võib ka välja arvutada kui palu materjali asub konkreetses tootmisosakonnas korrutades karpide koguse karpide suurusega. Lisaks tabelisse on koondatud kõik kanban tüübid. Nendeks on majaväline ehk ostetav komponent ning kaks majasisest kanbani. Majasisesed kanbanid on otseselt seotud kanban eesmärgiga, et kas soovitakse liigutada materjalid ühest osakonnalaost teise osakonna lattu või on tekkinud vajadus komponentide järele ja on vaja toota. Majavälisel (tulp E – *External*) ehk teisisõnu tarnija kanbanil kasutakse seadistamisel koodi: Z007 ja Z009. Ladudevahelisel kanbanil (tulp K - *Stock transfer*) kasutakse seadistamisel koodi Z001 ning Z011 ja tootmise kanbanil (tulp J - *Inhouse production*) seadistamisel koodi Z003 ja Z006. Nende koodide järgi saabki alles jätta kõik E tulbas olevad koodid - Z007 ja Z009. Selleks teeb autor lehest koopia ning kustutab Z001, Z011 tulpast K ning Z003 ja Z006 J tulpast. Autor elimineerib ülejäänud tsüklid kuna ostetaval materjalil võib olla seadistatud ka ladudevaheline kanban tsükel. Selliseid tsükleid luuakse siis, kui ostetakse suur kogus materjali pealattu ning jaotakse väiksemad kogused osakondade vahel.

Tabelis on kokku 901 tsüklit, millega ostetakse materjale. Seejärel tuleb grupeerida saadud andmeid kasutades taas Pivot põhlist lahendust (vt Joonis 3.10. Kanban raporti Pivot). Komponentide grupeerimisel tuleb A tulbas kokku 826 unikaalset materjali numbrit, mis tähendab seda, et ülejäänud 79 komponenti korduvad ehk komponendid on ristikasutusel. Antud tabel näitab lugejale täpsemalt, millist komponenti, kus osakonnas ja mis kogustes kasutakse.

	A	B	C	M	X	Z	AC	AD	AE
1									
2									
3	Sum of MAX QTY		SupplyArea						mitmes kohas kasutakse?
4	Material	Material Description	K_1100	K_1135	K_KT01	K_KT03	Grand Total	Ühik	COUNT fx
733	9300006	Pen Penac CCH-3, 0,7mm, Blue	24	2	24	24	98	PC	5
751	9300029	POST-IT 653 Sticky Notes, ENERGY	24	24	24	24	120	PC	5

Joonis 3.10. Kanban raporti Pivot

Allikas: autori koostatud

Näiteks lahtrites olevad A733 ja A751 komponendid on kasutusel viies osakonnas (C4, M4, X4, Y4, Z4). Lisaks tulbas AC on välja arvutatud summaarne komponentide kasutus ning AD tulbas on toodud ka kautusühik. Lisaks mugavama ja kiire ülevaate saamiseks autor lisas AE tulpale $\text{fx} = \text{COUNT}(C5:AB5)$, mille abil arvutab kui mitmes erinevas kohas antud komponenti kasutakse.

On väga oluline arvestada ristkasutusel olevate komponentidega. Nende komponentide vale arvestamine või puudumine suurendab tootmisseisaku riski, kuna on mõjutatud mitmed osakonnad ning see toob endaga kaasa suuremad rahalised kaod. Samas komponentide üleküllus osakondades tõstab laovarude suurust ning maksumust.

Veel üks raport (vt Joonis 3.11. Komponentide kasutus) [43] on võetud andmebaasist kasutades ZUMLAGEST transaktsiooni ning kajastab erinevate komponentide viimaste 12 kuu baasil keskmist kuu kasutust. Esimese komponendi puhul tulbas O on välja toodud keskmine kuu kasutus 646 tk ja korrutades 12 kuuga saame aasta kasutuse, mis on võrdne 7763 tükiga (U tulp).

	A	B	O	U
1	Mat.-No.	Material	Cons.Ø12M	Aastakasutus
2	13990SFN	*****	646.917	7763.004
3	27677SL	*****	311.250	3735
4	4702111	*****	233.333	2799.996
5	4702121	*****	1,266.667	15200.004

Joonis 3.11. Komponentide kasutus

Allikas: autori koostatud

Kuna iga ostetav komponent on otse seotud tarnija SAP numbriga, on vaja eraldi raportit tarnijate nimedest. Tarnijate andmebaas (vt Excelis 6. raport - Tarnijate andmebaas), mis on saadud MKVZ transaktsiooni abil on näidatud nii tarnija kood, kui ka tarnija nimetus ning info on nähtav ainult kasutajale Exceli failis, kuna on konfidentsiaalne.

Viimased kolm raportit on kasutaja jaoks väga olulised ning mängivad suurt rolli varude arvutamisel. Nendeks on komponentide laoseisu suurus, komponentide nõudlusplaanid ning nende maksumus.

Seitsmes raport lao väärtusest ja hetkeseisust on saadud MB52 transaktsiooni abil ning kajastab komponentide olemasoleva lao hetkeseisu. [44] Kuna antud komponendid võivad olla ristkasutuses erinevates osakondades tuleb samuti Pivoti abil leida kogu laovarude suurus (vt Joonis 3.12. Lao väärtus ja hetkeseis (Pivot)).

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	Values				
4	Material	BUn	Crcy	Sum of Unrestricted	Sum of Value Unrestricted
5	13990SFN	PC	EUR	1475	1209.5
6	27677SL	PC	EUR	292	25441.81
7	4702111	PC	EUR	200	460
8	4702121	PC	EUR	800	1600

Joonis 3.12. Lao väärtus ja hetkeseis (Pivot)

Allikas: autori koostatud

Tabel kajastab kogu laoseisu nii ühiku arvult, kui ka summaarses rahalises väärtuses. A tulbas asub komponendi number, B tulbas on kasutusühik ja D tulbas on komponentide kogus. Kogu laovarude suurus on leitav D tulbas (*Sum of Unrestricted*) ning selle maksumus E tulbas (*Sum of Value Unrestricted*).

Kaheksas raport (vt Joonis 3.14. Komponentide nõudlus) [45] annab kasutajale ülevaate komponentide 12 kuu nõudlusest ehk teisisõnu plaanidest, mis on hetkel kantud SAP süsteemi. Nagu eelnevalt oli mainitud, vaadeldav ettevõtte ise ei lisa instrumentide plaane süsteemi, kuid teiste poolt sisestatud plaanid genereerivad automaatselt ostu- ja tootmisvajadusi antud ettevõttele.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Material	Plan1	Plan2	Plan3	Plan4	Plan5	Plan6	Plan7	Plan8	Plan9	Plan10	Plan11	Plan12	Plan sum	Average	Unit
2	13990SFN	697	751	966	884	1016	386	491	322	358	230	461	317	6879	573	PC
3	3004790	104	161	210	251	269	159	266	163	241	108	346	209	2487	207	PC
4	3110090	99	149	195	241	253	152	250	150	228	95	333	197	2342	195	PC
5	3737690	20	101	180	140	182	120	160	121	142	161	181	120	1628	136	PC
6	3740790	30	62	72	27	92	40	72	27	82	62	37	72	675	56	PC
7	3740891	30	62	72	27	92	40	72	27	82	62	37	72	675	56	PC

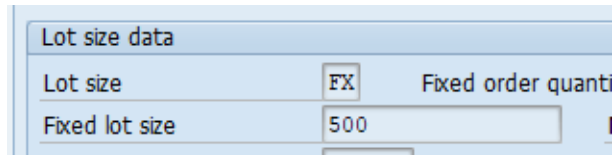
Joonis 3.14. Komponentide nõudlus

Allikas: autori koostatud

Lisaks N tulbas on välja toodud järgmise 12 kuu kogunõudluse summa. Autor kasutab ka aastanõudluse kogusumma näitajat, selleks et saada ülevaadet komponentide plaanidest pikemas perspektiivis.

Antud ettevõtte kontekstis, vajaduste olemasolu saab käsitleda planeerija ja ostja vaatevinklist.

Planeerija jaoks nõudlus tähendab otseselt tootmisvajadust ja ostja jaoks pigem ostuvajadust. Need kaks nõudlust numbrite poolest võivad olla erinevad. See sõltub paljustki ostetavast kogusest ning laovarude olemasolust. Materjali soetamisel arvestatakse tarnija poolt edastatud tellimuse miinimum kogusega (MOQ). Kui tarnija ei ole edastanud MOQ-i, määrab planeerija või ostja selle suuruse, arvestades ühiku hinda, järgmiste tootmisetapide eripärasid, transpordi kulu ja nõudlust. Tavaliselt materjalide seadistuses määratakse sama kogus ka fikseerituks koguseks. Näiteks, materjalil 3004790 tellimiseks on määratud fikseeritud kogus (FX) suuruses 500 tk (Joonis 3.15 Materjali seadistus SAP väljavõtte; samad andmed on ka leitavad Exceli materjalide seadistused kolmandal lehel AI tulbas), mis tähendab seda, et alla selle koguse pole võimalik materjale tellida. Fikseeritud kogused sõltuvad erinevatest parameetritest. Juhul, kui komponent on kallid, siis tellitakse komponenti tihedamini aga väiksemate kogustega, et hoida võimalikult väiksena laovarude väärtust. Kui komponent on odav, siis on parem tellida suurem kogus ja sellega säästa transpordi kulude pealt. Teine variant on selle toote ühiku maksumus. ning ühiku maksumus on niivõrd soodne, et otstarbekam osta korraga suurem kogus materjale.



Lot size data	
Lot size	FX Fixed order quantity
Fixed lot size	500

Joonis 3.15. Materjali seadistus SAP väljavõtte

Allikas: autori koostatud

Tööriista loomisel autor arvestab ainult tegelike tootmisvajadustega. Käesolev raport on võetud SQ01 andmebaasist (MD04), mis näitab kasutajale komponendi järgmise 12 kuu tootmisvajadusi.

Käesoleva kuu andmeid autor ei kasuta, kuna tööriista eesmärk on korrigeerida käesolevad andmed vastavalt tuleviku tootmisvajadusele. Planeerimiseks on võimalik kasutada vabalt valitud perioodi pikkust, kuid liiga pikk või lühike periood ei pruugi anda just kõige usaldusväärsemat sisendit tööriista kasutajale. Arendusuurimuses autor kasutab ainult järgmise kuue kuu nõudluse näitajaid seetõttu, kuna suure tõenäosusega need näitajad jäävad samaks või nendele ligilähedaseks.

Nagu joonisel 3.16. Komponentide nõudlus (kuus kuud) [45] on näha B – G tulpades on välja toodud kuue kuu põhine nõudlus. Näiteks kasutades materjalil 3004790 funktsiooni =AVERAGE(B3:G3) on kuue kuu põhjal keskmine kasutus 192 tk kuus (vt Q3). Kui võrrelda saadud tulemust igakuise nõudlusega, saab järeldada, et nõudlus on kõikuv, näiteks, esimeses kuus (plaan 1) nõudlus 104 tükki, kuid see on väiksem kui keskmine nõudlus või viiendas kuus (plaan 5), kus on vajadused 269 tükki, mis on keskmisest suurem jne. Teades osakonna tootmisvõimsust, kõikuva nõudluse puhul planeerija püüab siluda ehk stabiliseerida tootmist. Selleks jagame keskmise nõudluse nelja nädalaga. Tulemuseks saame 48tk nädalas, mida näeme ka R tubas.

	A	B	C	D	E	F	G	Q	R
1	Material	Plan1	Plan2	Plan3	Plan4	Plan5	Plan6	Kuu keskmine	Nädalas
3	3004790	104	161	210	251	269	159	192	48

Joonis 3.16. Komponentide nõudlus (kuus kuud)

Allikas: autori koostatud

Kuna võrreldes fikseeritud ostukogusega tootmisvajadus (vt Joonis 3.17. SAP väljavõtte, requirements (sinine)) on väiksem, seetõttu ostuvajadused komponendi järgi (vt Joonis 3.17. SAP väljavõtte, receipts (kollane)) on hajutatud: 500 tk juuni kuuks, 500 tk augustiks jne. Süsteemis samuti on võimalik näha ka olemasoleva laoseisu (vt Joonis 3.17. SAP väljavõtte, available quantity (roheline)), millest tootmisvajadusi lahutades leiame ostuvajadusi. Näiteks, $523 - 330 - 104 = 89$ tk ning järgmine vajadus on võrdne 161 tükiga. Kuna 89 on väiksem kui järgmine tootmisvajadus 161, siis tuleb soetada materjali. Ning kuna ostmisel on määratud fikseeritud kogus 500, siis ostetakse kohe 500 tükki. Süsteemist on võimalik lisaks kuuvajadustele näha ka päevade ja nädalate omasid.

					
Days		Weeks	Months	Indiv. Split	
A..	Period/seg...	Plnd ind.re...	Requirement	Receipts	Avail. Qua...
	Stock				523
	M 04/2021	0	330	0	193
	M 05/2021	0	104	0	89
	M 06/2021	0	161	500	428
	M 07/2021	0	210	0	218
	M 08/2021	0	251	500	467
	M 09/2021	0	269	0	198
	M 10/2021	0	159	0	39
	M 11/2021	0	266	500	273
	M 12/2021	0	163	0	110

Joonis 3.17. SAP transaktsiooni väljavõtte

Allikas: autori koostatud

Viimane ja mitte vähem oluline raport, annab ülevaate süsteemis olevatest materjalide hindadest (vt Joonis 3.18. Komponentide hinnad) [46], mis on saadud MM60 transaktsioonist.

	A	B	C	D	E	O	P	Q	R
1	Material	Plant	Val. Type	Material Description	MTyp	Price	Crcy	per	Ühik hind
2	13990SFN	2550		Protective Film	ZFER	0.82	EUR	1	0.82
3	27677SL	2550		Plastic Case, spec.Foam ZVER		87.13	EUR	1	87.13
4	4702111	2550		CAP, TENSION (303 SS) ZHAL		2.30	EUR	1	2.3
163	Z14418	2550		SCREW, M2.5X6 L MAC ZHAL		31.20	EUR	100	0.312
164	Z14924	2550		IMAGE BUNDLE / 0,65 >ZHAL		109.40	EUR	1	109.4

Joonis 3.18. Komponentide hinnad

Allikas: autori koostatud

Raporti O tulbas on näidatud hind, mille kalkuleerimises tuleb olla väga ettevaatlik. Võib esineda juhtumeid, et hind on kalkuleeritud mitte ühe tükki kohta, nagu Q tulbas on märgistatud teisel, kolmandal ja neljandal real vaid ka 10, 100, 1000 jne tüki kohta. Näiteks, 163 reas Q tulbas komponendil on märgistatud/määratud? hind 100 tüki kohta. Uurimustöös autor kasutab materjalidel alati ühe ühiku hinda. Seetõttu, sellistel juhtudel tuleb leida tükki hinda. Selleks lisame R veergu nimega „ühiku hind“, kus jagame O tulbas märgistatud hinna 31.20 EUR Q tulba kogusega 100 tk (nt O163/Q163) ja saame ühe ühiku hinnaks 0.312 EUR. Töölehes autor ei kasuta R tulbas leitud ühikuhinda vaid lisab valemisse jagamistehe O/Q, et välistada vigade tekkimist.

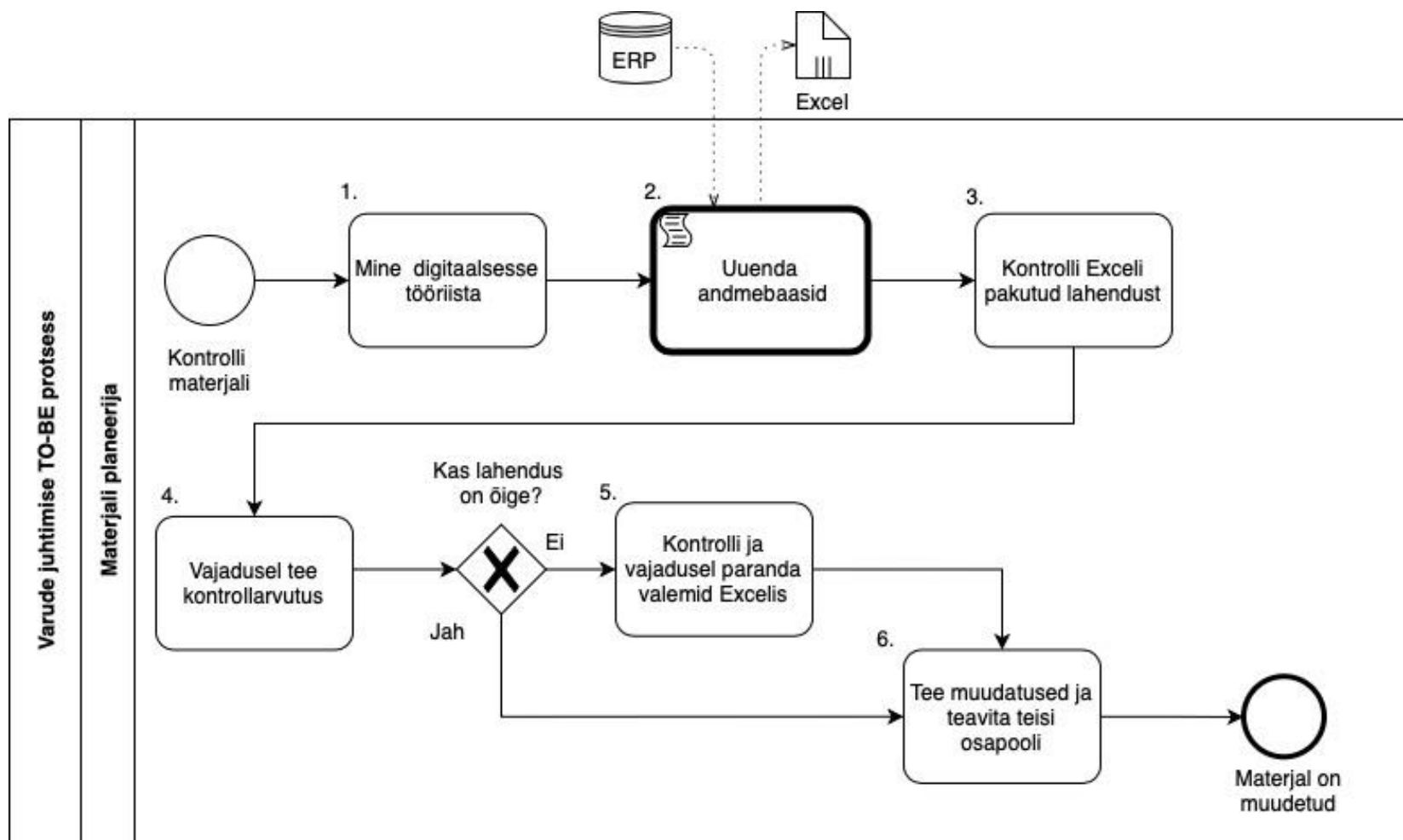
4 ANALÜÜS JA SÜNTEES

Käesolevas peatükis autor viib läbi AS-IS ja TO-BE mudelite võrdlevanalüüsi ning sellest selgub TO-BE mudeli otstarbekus. Lisaks kirjeldab autor loodud digitaalset tööriista ning esitab tulemused. Lisaks autor toob välja järeldused ja paar näpunäidet, kuidas antud tööriista tuleb kasutada. Peatükki lõpuosas esitab autor omapoolsed ettepanekud tarneahela digitaliseerimiseks ning toob välja edasised arendussuunad. digitaliseerimiseks ja tulemustest tulenevad järeldused ning ettepanekud edasisteks tegevusteks tarneahela digitaliseerimise valdkonnas.

4.1 AS-IS ja TO-BE mudelite võrdlevanalüüs

TO-BE protsess sai kaardistatud lähtuvalt digitaliseerimise ja automatiseerimise vajadusele ning tehnoloogia võimalustele. Joonisel 4.1. on näidatud varude juhtimise TO-BE protsess. Protsess käivitub sarnaselt AS-IS protsessile konkreetsest sisendist (vt Joonis 2.4) , et on vaja kontrollida materjali. Kuna uus mudel kalkuleerib lahendust ka nendele komponentidele, mis ei ole kanbanis, siis TO-BE protsessis teises tegevuses uuendatakse kõik andmebaasid korraga. Seda uuendust teeb autori poolt kirjutatud skript. Kokku võttab see aega kuni üks minut ning uuendatakse informatsiooni kokku seitsmest andmebaasist ning imporditakse ühte Excel faili. Kolmas ja neljas tegevus võtavad umbes minut aega. Seejärel tuleb kontrollida lahendust. Kui tulemus on vale, tuleb üle vaadata valemite sisu ning teha parandus viiendal tegevusel, kuid see tegevus on vajalik ainult piloteerimise/valideerimise faasis. Viies tegevus (kontrolli ja paranda) samuti võtab kuni minut aega. Viimane ehk kuues tegevus on sama, mis AS-IS protsessis ja kestab viis minutit.

Üheks positiivseks digitaal tööriista omaduseks on see, et ta on loodud dünaamilisena. See tähendab, et andmebaaside uuendamisel valemid kalkuleerivad koheselt ka tulemuse õigetesse lahtritesse. Viimane kuues tegevus uues protsessis on sama, mis AS-IS protsessis üheksanda all ehk muudatuste tegemine ning teavitamine. Sellega protsess lõppeb.



Joonis 4.1. Varude juhtimise TO-BE protsess

Allikas: autori koostatud

Tänu uuele protsessi mudelile TO-BE protsess lühenes üheksa minuti võrra ühe komponendi kohta (vt Tabel 4.1. AS-IS ja TO-BE võrdlevanalüüs).

Tabel 4.1. AS-IS ja TO-BE võrdlevanalüüs

	Protsessi nimetus	AS-IS protsessi kirjeldus	Aeg (min)	TO-BE protsessi kirjeldus	Aeg (min)
	1. Esimene ettevalmistus tegevus	Puudub	0	Tegevus nr 1	0,5
	2. Andmete kogumine	Tegevused 1-7	7	Tegevus nr 2	1
	3. Arvutuste kontroll	Puudub	0	Tegevused nr 3-4	0,5
	4. Exceli valemi parandamine	Puudub	0	Tegevus nr 5	1
	5. Otsuse tegemine	Tegevus nr 8	5	Puudub	0
	6. Mudatuste tegemine ja teavitamine	Tegevus nr 9 (ei muutunud)	5	Tegevus nr 6 (ei muutunud)	5
Kokku (min)			17		8 (6,5+1,5*)

Allikas: autori koostatud

Nagu tabelis 4.1 on näha, siis uuel protsessil tegevuste arv vähenes kolme võrra. Said lisatud uued tegevused TO-BE protsessile, mida ei olnud AS-IS protsessis näiteks protsessid 1, 3 ja 4. Kõige ajakulukam ja manuaalsem protsess nr 2 sai asendatud digitaliseeritud kontseptsiooniga. Selle lahenduse taga on tehisintellekt, mis tuginedes koodile uuendab ja impordib andmeid süsteemist iseseisvalt. Tuleb vajutada ainult „Uuenda“ nuppu. Uued lisatud tegevused on otseselt seotud digitaalse tööriistaga.

Tuleb mainida, et TO-BE protsess võib veelgi lühemaks muutuda tegevuse ühe ja tegevuse kahe arvelt. See juhtub siis, kui kasutaja kontrollib materjalid järjest ning mis ei vaja uuesti tööriista avamist ning andmete uuendamist. Sellest tulenevalt iga komponendi kohta säilitakse 1,5 minutit lisaks, mida tuleb peale kõiki arvutusi juurde liita lõpptulemile. Siit võib arvutada kahe protsessi kestvus:

AS-IS:

- 1) $7823 \text{ (F materjalid)} * 17 \text{ min/tk} = 132991 \text{ min} \Rightarrow 277 \text{ töötundi (tööpäev = 8h)}$;
- 2) Kui ühes kuus on 160 töötundi, siis AS-IS protsessi järgi ainult ostetavate materjalide kontrollimine võttaks aega seitse töönädalat või 1,73 kuud.

Tuleb lisaks esile tuua mõned aspektid, mis AS-IS protsessi puhul võivad vähendada arvestusliku tööaega:

- Materjalid, mis on aktiivsed ja millel puudub nõudlus. Nendel materjalidel tuleb kontrollida Sellistel materjalidel ei ole vaja kontrollida teisi parameetreid.
- Kogesemusega töötaja teab komponentide ja toodete omavahelised seosed ning teeb otsused kiiremini.

TO-BE:

- 1) $7823 \text{ (F materjalid)} * 6,5 \text{ min/tk} + 1,5 \text{ min} = 50851 \text{ min} = 106 \text{ töötundi (tööpäev 8h)}$;
- 2) Kui ühes kuus on 160 töötundi, siis TO-BE protsessi järgi ainult ostetavate materjalide kontrollimine võttaks aega 2,7 töönädalat või 0,63 kuud.

Järnevalt autor kirjeldab loodud digitaalset tööriista.

4.2 Tööriista töö põhimõtte ja piloteerimine

Tööriista loomiseks tuleb koondada vajalikud andmed saadud raportitest (vt peatükk 3.3) ühele lehele. Selleks on autor loonud Excelis lisatöölehe nimega Mastersheet. Antud töölehel on 39 tulpade dunaamiliste andmetega, mis tähendab seda, et kui kasutaja uuendab kõik metoodikas välja toodud raportid, siis andmed uuendavad töölehel automaatselt.

Tuleb mainida, et töölehel on nn abistavad tulbad, kust arvutamiseks võetakse andmeid raportitest ning töötulbad, kus toimubki kalkuleerimistehe ise. Kõige lihtsamaks viisiks andmete saamiseks teistelt lehtedelt on kasutada viitefunktsiooni *VLOOKUP*, kus esimeses väljas on otsitav materjal, teises väljas on otsitav tabel, kolmandas – tagastatava väärtuse tulpa number ning viimases kontrollitehe (*FALSE* väärtus), mis näitab, kas valem on sisestatud/toiminud korrektselt või mitte.

Joonistel 4.2 - 4.12 on näidatud Mastersheet lehe visuaal.

Järgnevas töös on kirjeldatud arvutustehted ning digitaalse tööriista tööpõhimõtte.

Tööriista tööpõhimõtte selgitamisel autor kirjeldab läbi kolme stsenaariumi:

1. Praegune varude suurus;
2. Soovituslik varude suurus tuginedes nõudlusele;
3. Soovituslik varude suurus tuginedes nõudlusele ja vähendades tarneaega.

Komponendid, millega edaspidi tehakse tööd on võetud teise raporti Pivot tabelist (vt peatükk 3, Joonis 3.6). Edaspidi kolmandast raportist (vt peatükk 3, Joonis 3.7.) =VLOOKUP funktsiooni abil kuvatakse andmed töölehe järgnevalt: B tulpade komponendi kirjeldus, C tulpade komponendi planeerija kood (*MRP controller*), E tulpade komponendi ühik ja F tulpade komponendi tarneaeg.

	A	B	C	D	E	F
1	Materjal/ komponent	Materjali kirjeldus	MRP	Hind tüki kohta	Ühik	Tarneaeg (ABC)
2	13990SFN	Protective Film	971	0,82 €	PC	21
3	27677SL	Plastic Case, spec.Foam, 490x285x110mm	971	87,13 €	PC	31
4	27677SZ	Plastic Case, spec.Foam, 555x437x138mm	971	134,74 €	PC	31
5	3004790	Screw, M1.7 x 2.0 mm	971	0,42 €	PC	42
6	3110090	Adaptor-ring Wolf	K71	1,40 €	PC	5

Joonis 4.2. Mastersheet (1, A:F)

Allikas: autori koostatud

Selleks, et arvutada D tulbas komponendi hinda ühe tüki kohta, on vaja üheksandast raportist (vt peatükk 3, joonis 3.18.olemasolev hind jagada kogusega, millele see hind on määratud. Autor taas kasutab =VLOOKUP funktsiooni, kus funktsiooni valemis võtab O tulbas andmed ja jagab Q tulpa andmetega. Selle leidmiseks valem on järgmine:

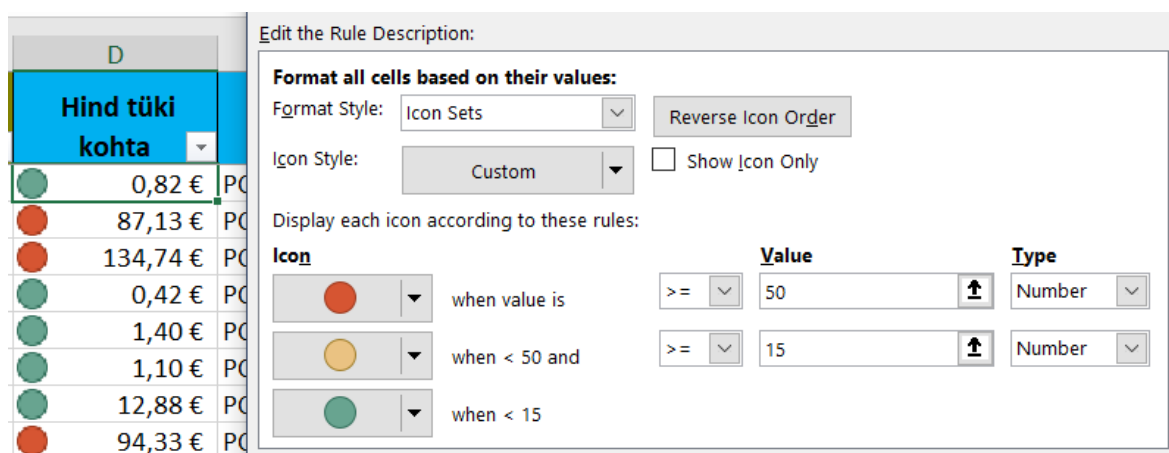
=IFERROR(VLOOKUP(\$A2;'9. Hinnad '!\$A:\$Q;15;FALSE)/VLOOKUP(\$A2;'9. Hinnad '!\$A:\$Q;17;FALSE);0)

Tarneaaja tulemuse saamiseks autor kasutab samuti =VLOOKUP funktsiooni, mis kuvab andmed kolmandast raportist (vt peatükk 3, Joonis 3.7).

Autor on rakendanud ühikuhinnale ja tarneajale ka tingimusliku vormindamist, kasutades Exceli *Conditional formatting* lahendust. Lihtsamaks visualiseerimiseks nii hinna, kui ka tarneaaja lahtri ette on genereeritud valgusfoori värviga indikaatorid. Nende indikaatorite ja piirväärtuste määramiseks autor on rakendanud ühikuhinnale XYZ analüüsi ning tarneajale ABC analüüsi. Vajadusel autori poolt määratud piirväärtusi on võimalik tulevikus muuta.

Ühikuhinda D tulpa kehtivad järgmised piirväärtused(vt Joonis 4.3 Tingimuslik vormindamine ühikuhinnale):

- Punane värv, siis kui lahtris olev hind on ≥ 50 €;
- Kollane värv, siis kui lahtris olev hind < 50 € ja ≥ 15 €;
- Roheline värv, siis kui lahtris olev hind < 15 €.

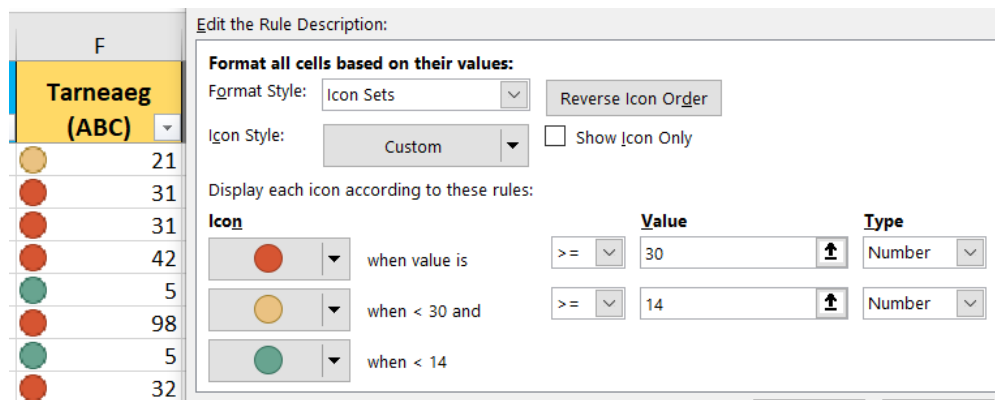


Joonis 4.3. Tingimuslik vormindamine ühikuhinnale

Allikas: autori koostatud

Tarneajale (F tulp) kehtivad järgmised piirväärtused (vt Joonis 4.4 Tingimuslik vormindamine tarneajale):

- Punane värv, siis kui lahtris olev tarneaeg on ≥ 30 päeva;
- Kollane värv, siis kui lahtris olev hind < 30 ja ≥ 14 päeva;
- Roheline värv, siis kui lahtris olev hind < 14 päeva.



Joonis 4.4. Tingimuslik vormindamine tarneajale

Allikas: autori koostatud

Andmete hulka on lisatud, G tulp, eelnevatest raportitest keskmine kuu kasutus (vt peatükk 3, Joonis 3.11) ning selle põhjal on arvutatud kahe nädalane keskmine kasutus tulbas H, mis on leitav kui jagada kuu kasutus (G) kahe nädalaga. Näiteks, esimese komponendi puhul kahe nädalane kasutus minevikus oli võrdne $647/2 = 323$ ühikuga.

G	H	I	J
Keskmine kuu kasutus (12 kuu baasil)	Keskmine kasutus (2 ndl kaupa)	Järgmise 12 kuu nõudlus	2 nädalat, kõikumine (MAX-MIN)
647	323	6879	315
224	112	2342	77
162	81	1628	81
57	28	675	33

Joonis 4.5. Mastersheet (2;G:J)

Allikas: autori koostatud

Samuti on oluline teada komponendi järgmise 12 kuu nõudlus ehk aastanõudluse kogusumma näitaja, selleks et saada ülevaade komponentide plaanidest pikemas perspektiivis. Nõudluse kogusumma on võetud kaheksandast raportist (vt peatükk 3, Joonis 3.14) lehest N tulbast.

On komponendid, mille järgmise 12 kuu nõudlus on null või nulli lähedane. See tähendab, et komponendi kasutakse väga harva või ei kasutata üldse.

Veel üheks näitajaks on nõudluse kõikumise suurus. Mida suurem on number J tulbas, seda suuremad on nõudluse kõikumise käärid, mis arvutakse kui lahutada maksimumist miinimum. See näitaja annab kasutajale ülevaate kriitilistest komponentidest, mis võivad plaanide vähendamisel jääda lattu kasutamata. Antud töös autor vaatleb ainult järgmise kuue kuu vajadusi, sest sel juhul plaanid vähe muutlikud.

Valem selle arvutamiseks on järgmine:

=IFERROR(ABS(MAX(VLOOKUP(\$A2;'8.PLAANID(NÕUDLUS')!\$A:\$N;{2\3\4\5\6\7};FALSE))-MIN(VLOOKUP(\$A2;'8.PLAANID(NÕUDLUS')! \$A:\$N;{2\3\4\5\6\7};FALSE)))/2;" "), kus maksimum ja miinimum võetakse kuudest 1-6 (kus valemis tulpade jrk nr: {2\3\4\5\6\7};), ning lahutakse saadud tulemused. Näiteks esimese rea materjali puhul MAX = 1016 ühikut ja MIN = 386 ühikut ning sellest tulenevalt plaanide kuu põhine kõikumine on 630 ühikut ja kahe nädalane kõikumine on võrdne 315 ühikuga.

K tulbas autor on arvutanud, milline oleks kahenädalane vajadus, tuginedes kuue kuu keskmisele nõudlusele (vt Joonis 4.6. Mastersheet (3;K:O)). Kuna ühel kuul on neli nädalat, siis kahe nädala keskmine nõudlus on leitav siis , kui kuu nõudluse jagame kahega (see tehe on leitav alloleva valemi lõpus /2). Valem arvutamiseks on järgmine: =IFERROR(AVERAGE(VLOOKUP(\$A2;'8.PLAANID(NÕUDLUS')!\$A:\$N;{2\3\4\5\6\7};FALSE))/2;" ").

K	L	M	N	O
2 nädala nõudlus (keskmine kuu nõudlus (6 kuu baasil))	Sama, mis K tulbas, ümmardatud (kümnendik, sajandik)	2 nädalane nõudlus kuu MAX nõudluse korral	Laovarude hetkeseis	Varude maksumus
392	400	508	14	11,48 €
91	90	127	249	348,60 €
62	60	91	2067	2 273,70 €
27	30	46	99	1 275,12 €

Joonis 4.6. Mastersheet (3;K:O)

Allikas: autori koostatud

Peale seda, kui andmed on saadud, L tulbas autor kasutades =ROUND funktsiooni ümmardab üles või alla poole saadud kogused, et saada ümaramad arvud. Tavaliselt komponendid liiguvad karpides fikseeritud kogustega, näiteks 10, 20, 50 150, 200 jne. Ümmardamine on rakendatud ainult tüki (valemis võrreldakse lahter „PC“; näiteks: E142="PC";) komponendile ja teiste ühikute puhul (mm, m2, g, m) valem tagastab kasutajale sõnumi „ühiku kontroll“. Ümmardamise valem on järgmine: =IFERROR(IF(E142="PC";IF(\$K142<100; ROUND(\$K142;-1); ROUND(\$K142;-2));"ühiku kontroll");" ").

Juhul, kui K tulbas on arv väiksem kui 100, siis ümmardatakse arv kümnendikuteni (üks arv enne komakohta), kasutades *ROUND* valemi lõpus kirjutakse -1. Kui K tulbas olev arv on suurem kui 100, siis ümmardatakse arv sajandikuteni (kaks arvu enne komakohta), kasutades *ROUND* valemi lõpus kirjutakse -2.

Veel üheks näitajaks osutub maksimaalne kahe nädalase nõudluse suurus (vt tulp M). Maksimaalse nõudluse puhul on väga oluline tagada komponentide olemasolu tootmises, vastasel juhul, kui nõudlus saavutab maksimaalse vajaduse jääb tootmisosakondades materjali puudu ning tekitab tootmisseiskumine, kuni uue partii saabumiseni. Näiteks, oletame, et me loome esimesele materjalile kanban karbid kahe nädala keskmisele nõudlusele tuginedes, mis on 400 ühikut. Autoril on mitu võimalust, kas luua 4*100, 2*200 või muu, aga siiski maksimaalset tootmisvajadust ei suudeta rahuldada, mis on 508. Sel juhul maksimaalse nõudluse rahuldamiseks oleks mõistlik luua 4*127, 2*254 jne sõltuvalt komponendi tarneajast.

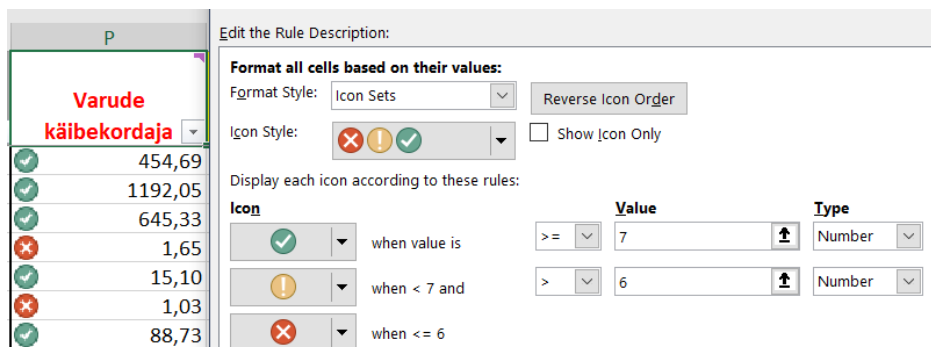
Veel olulisteks näitajateks on komponendi maksumus ja hetkeseis.

Selleks, et oleks ülevaade ka olemasolevatest laovarudest ja nende väärtusest lisas autor töölehele tulba N laovarude hetkeseisu (vt peatükk 3, Joonis 3.12.) ja O tulpa varude maksumuse. Varude maksumuse saab leida, kui korrutada olemasolevad varud (N tulp) ühikuhinnaga (D tulp). Näiteks esimese komponendi puhul varude maksumus on võrdne $14 \cdot 0,82 = 11,48$ €.

Veel üheks oluliseks näitajaks varude juhtimisel on varude käibekordaja (inventory turnover), kuna selle näitaja abil on võimalik saada ülevaade varude kasutamise efektiivsusest.

Exceli töölehe P tulba (vt Joonis 4.7. Tingimuslik vormindamine varude käibekordajale) valem on järgmine: =ROUND(IFERROR((\$G2*12)*D2/\$N2;0);2), kus alguses autor korrutab keskmise kuu mineviku kasutust (G) 12 kuuga ja ühiku hinnaga (D) ning seejärel jagab laovaru hetkeseisuga (N). Autor käsitleb hetkel olevad varusid keskmiste

varudena, mis asuvad alati ettevõtte laos. Saadud tulemus näitab, kui kiiresti olemasolevad varusid ära kasutakse, tuginedes eelmise perioodi müüdud kaupade kulule. Mida suurem on tulemus, seda kiiremini ja efektiivsemalt varusid kasutakse. Näiteks, esimese komponendi käibekordaja võrdub $((647 \text{ tk} \cdot 12 \text{ kuud}) \cdot 0,82\text{€}) / 14 \text{ tk} = 454,69$.



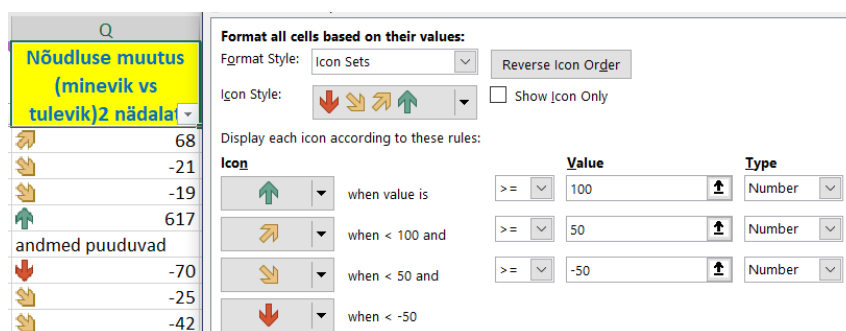
Joonis 4.7. Tingimuslik vormindamine varude käibekordajale

Allikas: autori koostatud

Samuti, et kasutajal oleks lihtsam ja mugavam visuaalselt eristada tulemusi on autor rakendanud tingimusliku vormindamist järgmiste parameetritega:

- Roheline värv, siis kui lahtris olev kordaja on ≥ 7 ;
- Kollane värv, siis kui lahtris olev kordaja on kuue ja seitsme vahel;
- Punane värv, siis kui lahtris olev kordaja ≤ 6 .

Lisaks komponentide planeerimisel on väga oluline märgata, millises suunas üldnõudlus liigub, kas on kasvutrendis või kahanevas trendis. See on vajalik selleks, et kasutajal oleks parem ülevaade vajaduste muutusest tulevikus, võrreldes minevikuga. Q tulbas autor on toonud nõudluse muutuse vahemiku, võrreldes minevikuga (vt Joonis 4.8. Tingimuslik vormindamine nõudluse muutusele).



Joonis 4.8. Tingimuslik vormindamine nõudluse muutusele

Allikas: autori koostatud

Nõudluse muutus võib olla nii positiivne kui ka negatiivne, kus negatiivne tulemus näitab, et nõudlus komponentide järele kahaneb ja positiivne tulemus näitab kasvu. Sellest tulenevalt planeerija peab olema valmis reageerima ja kas suurendama või vähendama laovarusid. Autor on rakendanud tingimusliku vormindamise nõudluse kõikumisele järgmiste parameetritega:

-  näitab nõudluse suurenemist 100 ühiku võrra või rohkem;
-  näitab nõudluse suurenemist vahemikus $\geq 50 \dots < 100$ ühiku võrra;
-  näitab nõudluse vähenemist vahemikus $\geq -50 \dots < 50$ ühiku võrra;
-  näitab nõudluse vähenemist rohkem kui - 50 ühiku võrra.

Autor on välja toonud just neli tingimust (mille vahemikke saab hiljem muuta), et eraldada suuremad kõikumised väiksematest. Näiteks punase ja rohelise noolega märgistakse nn suur nõudluse muutus. Näiteks, rohelisel, kui nõudluse muutus suureneb 100 või rohkem ühiku võrra või punasel, kui väheneb 50 või rohkem ühiku võrra. Kollastele nooltele on märgistatud erinevad vahemikud: kasvu puhul 50 ühikut ning kahanenud nõudlusele 100 ühikut. Autor on määranud kahanevale nõudluse muutusele suuremat vahemikku seetõttu, et siis, kui selle komponendi varusid ei vähendata, võib juhtuda, et materjal võib jääda kasutamata. See tähendab seda, et nõudluse muutuse puhul tuleb kindlasti üle vaadata kuidas ostetakse ühte või teist komponenti. Kui need komponendid ostetakse kanban'i abil, siis tuleb korrigeerida karpide suurused ja kogused (suuremateks/väiksemateks), vastasel juhul karbid komponentidega jäävad alles, kui nõudlus kahaneb või jäävad puudu, kui nõudlus kasvab.

Juhul, kui arvutamiseks vajalikest parameetritest on puudu üks või teine, siis Q tulpal ilmub sõnum „andmed puuduvad“, mis tähendab, et tuleb üle kontrollida, kas tuleviku nõudluse (K tulp) või mineviku kasutuse andmed (H tulp) on õiged.

Lisaks autor on välja toonud R tulba (vt Joonis 4.9. Mastersheet (4;R:W)), kus näidatakse mitmes osakonnas komponenti kasutakse.

Valem selle arvutamiseks on järgmine: =IFERROR(ABS(VLOOKUP(\$A53;'4.1 Kanban External'!\$B:\$O;6;FALSE));"ei osteta kanbaniga"), kus otsitakse Kanban raportist (vt Joonis 3.10. Kanban raporti Pivot), kui mitu korda komponent kordub tabelis (null, üks, kaks, kolm jne korda).

Esimese stsenaariumi tulemused on näha joonisel 4.9 tulpades S -V ning tulemus on välja toodud W tulpas.

R tulba jaoks autor rakendas taas tingimusliku vormindamist, kuid ainult kahe parameetri järgi, kus

-  indikaator näitab, et komponent on kasutusel ainult ühes osakonnas;
-  indikaator näitab, et komponent on kasutusel mitmes osakonnas.

Kui tulemus on null, siis ei ilmu ette ka indikaatorit, mis tähendab, et komponendile ei ole kanban tsüklit loodud. Sellistel juhtudel S tulpa kuvatakse teksti „ei osteta kanbaniga“ ja seetõttu tulpades T ja U jäävad lahtrid tühjaks.

R	S	T	U	V	W
Mitmes osakonnas on Kanban	KB karpide olemasolev kogus	KB suurus	MAX KB kogus (grand total) Pivotist	Varude maksumus olemasolevate seadistustega	231.703,76 €
0 ei osteta kanbaniga				11,48 €	
 2	3 mitu kasutuskohta		1100	2.860,00 €	
 1	2	1000	2000	15,50 €	
0 ei osteta kanbaniga				80,60 €	
 3	2 mitu kasutuskohta		80	76,80 €	
 1	3	300	900	3.204,00 €	
 1	3	30	90	472,50 €	
0 ei osteta kanbaniga				57,12 €	

Joonis 4.9. Mastersheet (4;R:W); I stsenaarium

Allikas: autori koostatud

Tulbas V autor teeb arvutusi selleks, et leida olemasolevate laovarude maksumust, mida edaspidi käsitleb autor esimese stsenaariumina. Selleks, et arvutada V tulpa maksumust tuleb välja selgitada, millised komponendid ostetakse tavatellimustega ja millised komponendid ostetakse kanbaniga. Valemiga =IFERROR(ABS(VLOOKUP(\$A2;'4.1 Kanban External'!\$B:\$O;6;FALSE));"ei osteta kanbaniga") otsitakse komponenti kanban tabelist (vt Joonis 3.10. Kanban raporti Pivot) ja kui leitakse, siis S tulpa lahtrisse kuvatakse karpide kogus (nt 2,3,4 jne). Tuleb mainida, et Excel kuvab S tulpa ainult esimese leitud tulemuse tabeli loetelust ehk teisisõnu juhul, kui materjal on

kasutusel mitmes osakonnas (kordub tabelis), lahtrisse ilmub ainult esimene karpide olemasolev kogus. Tuleb vaadata, kas R tulbas lahter on suurem või võrdne kahega ning kui vastus on „jah“, valem kuvab T tulpa teksti „mitu kasutusk kohta“.

T tulba arvutamiseks valem on järgmine =IFERROR(IF(R55>=2; "mitu kasutusk kohta"; VLOOKUP(\$A55;'4.1 Kanban External'!\$B:\$O;14;FALSE)); " ").

Kanbaniga ostetavatel materjalidel aga kasutab U tulba väärtust (Joonis 4.9. Mastersheet (4;R:W)). U tulba tulemuse saamiseks autor kasutab arvutamiseks maksimaalse kanban komponentide kogust, mis on võetud kanban Pivot (vt Joonis 3.10. Kanban raporti Pivot) tabelist AC tulbast eeldusel, et kõik karbid on täis.

Varude väärtuse arvutamiseks (V tulbas) autor kasutab järgmist funktsiooni: =IFERROR(U2*D2;O2), kus kanbani puhul korrutatakse olemasolevad maksimaalsed kanban kogused (U) ühikuhinnaga (D), ning, kui lahtrid on tühjad, siis tagastab tavatellimustega ostetavate komponentide hetke laomaksumuse väärtust O tulbast (Joonis 4.9. Mastersheet (4;R:W)).

Tulbas W kasutab autor funktsiooni =SUMPRODUCT(V:V) kõikide uuritavate komponentide (kokku unikaalseid on 184 tk) laovarude väärtuse arvutamiseks, mis olemasolevate seadistustega on võrdne 231 704 € (Joonis 4.9. Mastersheet (4;R:W); I stsenaarium)).

Teise stsenaariumi tulemused on näha joonisel 4.10 tulpades Z – AC, tulemus AD ning esimese ja teise stsenaariumi vahe AE ulbas. Järgmiseks autor teeb arvutusi nõudlusele ja muudele aspektidele tuginedes.

Z	AA	AB	AC	AD	AE
Soovituslik karpide arv	Soovituslik karpide arv, arvestatud FX lot size	(Soovituslik) nõudluspõhine MAX väärtus	Kalkuleeritud laovaru nõudluse järgi, tarneae sama	182 578,34 €	-49 125,41 €
3	pole FX sisestatud	984,00 €	984,00 €		
väike turnover; kontrolli; ei soovita KB	pole FX sisestatud	0	23 786,49 €		
2	1	1 972,00 €	1 972,00 €		
2	4	1 224,00 €	1 224,00 €		
1	1	740,00 €	740,00 €		
2	4	1 048,00 €	1 048,00 €		

Joonis 4.10. Mastersheet (5;Z:AE); II stsenaarium

Allikas: autori koostatud

Soovitusliku karpide arvutamiseks (vt Joonis 25. Mastersheet (5;Z:AE), Z veerg) autor kasutab järgmist valemit:

=IFERROR(IF(P2>6; (IF(\$F2>14;ROUNDUP(\$M2/\$L2;0)+1;ROUNDUP(\$M2/\$L2;0)));
"väike turnover; kontrolli; ei soovita KB");"0").

Autor uurib, kas antud komponendi varude käibekordaja vastab ettevõtte eesmärkidele või mitte. Valemisse on lisatud kontrollitehe $P2 > 6$, mis tähendab seda, et kui varude käibekordaja on kuuest suurem, siis rakendatakse järgmised valemi nõuded. Kui näitaja on väiksem, siis ilmub Z veergu tekst „väike turnover; kontrolli; ei soovita KB”. Autor lisas mitmekesisest kommentaari lahtrisse seetõttu, et anda kasutajale võimalust üle kontrollida erinevad parameetrid selle teksti ilmumisel. Võib juhtuda, et komponent on uus ning temal puudub kasutus ja seetõttu varude käibekordaja on väike või võrdne nulliga. Lisaks mõnede komponentide puhul võib tekkida olukord, kus komponenti enam ettevõttes ei kasutata ning seetõttu tal puudub tuleviku nõudlus (plaanid). Plaanide puudumise tõttu ei sobi antud komponent karpide arvutamiseks Z tulbas ja ilmub sama teksti teade.

Samuti valemis arvestab autor komponentide tarneaaja pikkusega ning tarneaegadel, mis on pikemad, kui 14 päeva ($F2 > 14$), lisatakse üks karp juurde. Antud juhul karpide arv arvutatakse jagades maksimaalne 2 nädalase nõudluse keskmine kahe nädalase nõudlusega ning ümmardatakse funktsiooniga *ROUNDUP* ülespoole. Näiteks esimese materjali andmed on järgmised:

- Varude käibekordaja – 454,69;
- Tarneaeg – 21 päeva (F tulp);
- Maksimaalne kahe nädalane nõudlus – 508 tk (M tulp);
- Keskmine kahe nädalane nõudlus – 400 tk (L tulp);

Kuna käibekordaja on suurem kuuest, siis Excel jätkab järgmiste teheteiga. Karpide arv on $508/400 = 1,27$ karpi. Valemis ümmardatakse tulemused ülespoole, mis teeb kaks karpi ning kuna tarneaeg on pikem kui 14 päeva, lisame ühe karbi juurde puhvervaruks. Soovituslik karpide arv esimese komponendi puhul on kokku 3 karpi (vt Joonis 4.10. Mastersheet (5;Z:AE); II stsenaarium). Karpide suurus on võrdne kahe nädalase nõudluse ümmardatud arvuga, mis esimese materjali puhul on 400 tk ja on võetud L tulbast.

Kuid osadele materjalidele on määratud materjalide seadistustes (vt Joonis 3.8. Materjalide seadistused ja parameetrid (2); AI tulp) fikseeritud (FX) kogus (partii) alla või üle mille ei tohi materjal liikuda ettevõtte siseselt ja väliselt. Selleks autor lisas informatiivse AA tulba, kus arvestab prognoositud kogu koguse, korrutades Z tulemuse

L tulpaga ning jagab fikseeritud kogusega. Saadud tulemus ümmardatakse täisarvuni. Andmed AA tulpas näitavad kasutajale, kui palju karpe on vaja luua, tuginedes nõudlusele ning arvestades fikseeritud kogust. Kasutaja ei ole kohustatud kasutama Z tulpas olevaid andmeid, kuna selles tulpas ei arvestata määratud fikseeritud kogusega. Lahtritesse, mille komponentidel ei ole määratud fikseeritud kogus, ilmub tekst „pole FX sisestatud“. Näiteks, esimese materjali puhul Z tulpas soovituslik karpide arv on kolm ning AA tulpas näitab, et sellele materjalile ei ole fikseeritud kogust määratud. Sellisel juhul kasutajal on võimalik kasutada Z tulpas pakutud karpide arvu ja määrata fikseeritud kogus ise. On aga ka teisi variante, mis võivad Z ja AA tulpades ette tulla. Näiteks, kui karpide soovituslik arv ei klapi karpide arvuga, millel on arvestatud fikseeritud kogus. Kolmanda materjali puhul Z tulpas on kaks karpi ja AA tulpas on üks karp. See tähendab seda, et fikseeritud kogus materjalil on suurem kui kahenädalase nõudluse rahuldamiseks kalkuleeritud karpide arv. Või neljandal materjalil on vastupidi, tulpas Z on kaks karpi ja tulpas AA on neli karpi. See tähendab, et kahenädalase nõudluse rahuldamiseks kalkuleeritud karpide arv on suurem kui karpide arv, mis on arvestatud fikseeritud kogusega.

Selleks, et arvutada varude väärtust ainult nendele komponentidele, millel on arvutatud soovituslik kanban karpide kogus (vt AA tulp), tuleb korrutada karpide kogus (Z tulp), kahenädalane nõudluse (L tulp) ja ühikuhinda (D tulp).

Valem selle arvutamiseks on järgmine: =IFERROR(IF(Z2="väike turnover; kontrolli; ei soovita KB";"0";((L2*Z2)*D2));0), kus kuvatakse numbriline väärtus ainult nendele komponentidele, millel Z tulpas ei ole tekstiväli (puudub tekst „väike turnover; kontrolli; ei soovita KB“). Lahtritesse, kus on tekstiline väli kuvatakse „null“ tulemust. Nendel komponentidel varude maksumus on võetud O tulpast, kus oli eelnevalt kalkuleeritud laovarude hetkeseisu maksumus. Komponentidel, millel puuduvad andmed kasutusest või plaanides, varude maksumust arvutakse laovarude hetkeseisu järgi. Selleks on valemisse lisatud funktsioon OR, mis tähendab ühe või teise tulemuse otsimist. Antud juhul, kui Z tulpas on tekstiline väli või AB tulpas on null, kuvatakse O tulpas laovarude hetkeseisu maksumuse. Juhul, kui tekst ja null puuduvad, kuvatakse AB tulba väärtus.

Valem selle arvutamiseks on järgmine: =IF((OR(Z2="väike turnover; kontrolli; ei soovita KB";AB2="0"));O2;AB2).

Tulpas AD1 autor kasutab funktsiooni =SUMPRODUCT(V:V) kõikide uuritavate komponentide (184tk) laovarude väärtuse arvutamiseks. Uute seadistuste (stsenaariumi) järgi laovarude väärtus on võrdne 182 578 € (vt Joonis 4.10. Mastersheet (5;Z:AE); II stsenaarium).

Siit järeldub teise stsenaariumi efektiivsus: 182 578 € (AD1 tulp; II) – 231 704 € (W1 tulp; I) = - 49 125 € (AE1 tulp). Saadud tulemus kinnitab, et kohandades varusid nõudluse järgi laoväärtus väheneb.

Veel üheks võimaluseks, mis aitab samuti varusid vähendada on tarneaja vähendamine. Ettevõttes on komponendid, millel tarnija poolt on määratud üpris pikk tarneaeg, mille pikkus võib varieeruda ühest kuust kuni pooleaastani. Selle põhjuseks võib olla toorme pikk tarneaeg, pikad spetsiifilised tootmis- ja töötlemisprotsessid tarnijal, pikad ooteajad või tarnija asukoht jms. Tarneaja pikkusest sõltub kui palju hoitakse varusid ettevõttes konkreetses ajaühikus, et tagada materjalide olemasolu, kuni järgmise tarneni. Varude suurusest sõltub omakorda ka varude käibekordaja. Mida pikem on tarneaeg, seda rohkem on materjali laos ning seda väiksem on varude käibekordaja. Või vastupidi, mida suurem on käibekordaja, seda efektiivsemalt ja kiiremini kasutakse varusid.

Kolmanda stsenaariumi tulemused on näha joonisel 4.11 tulpades AF – AH ja joonisel 4.12 tulpades AI – AJ, tulemus AK ning esimese ja kolmanda stsenaariumi vahe AL tulbas.

Tulbas AF1 on võimalik käsitsi sisestada tarneaja pikkust, mida edaspidi rakendatakse uue stsenaariumi järgi arvutatud komponentidele, asendades valemis tarneaja F tulpa parameetri \$AF\$1, milleks on 14 päeva (Joonis 4.11. Mastersheet (6;AF:AH); III stsenaarium).

Valem selle arvutamiseks on : =IFERROR(IF(P2>6; (IF(\$AF\$1>14;ROUNDUP(\$M2/\$L2;0)+1;ROUNDUP(\$M2/\$L2;0))); "väike turnover; kontrolli; ei soovita KB"); ").

Nii nagu Z tulbas, karpide lisamine sõltub otseselt tarneaja pikkusest, ehk mida pikem on tarneaeg seda rohkem karpe on vaja. Eelnevalt toodud esimese komponendi tarneajaks on süsteemis märgitud 21 päeva ning nõudluse rahuldamiseks oli vaja kokku kolm karpi. Kui määrata samale komponendile uus tarneaeg, näiteks 14 päeva, oleks vaja ainult kaks karpi. Üks karp on töös ja üks ootab 14 päeva uut tarnet.

Tulbas AG on arvutatud varude maksumus ning tulbas AH on laovarude lao koguväärtus.

AF	AG	AH
14	Uue tarneaja järgi kalkulatsioon	Uue tarneajaga kogu laoväärtus
2	656,00 €	656,00 €
	- €	23.786,49 €
	- €	7.680,18 €
väike turnover; kontrolli; ei soovita KB	- €	294,42 €
2	252,00 €	252,00 €
väike turnover; kontrolli; ei soovita KB	- €	2.273,70 €
2	772,80 €	772,80 €
2	5.659,80 €	5.659,80 €

Joonis 4.11. Mastersheet (6;AF:AH); III stsenaarium

Allikas: autori koostatud

Lisaks sai lisatud tulbad AI ja AJ selleks, et oleks näha visuaalselt karpide koguse ja maksumuse muutust siis, kui vähendatakse tarneajaga. Näiteks, esimese materjali puhul tarneaja vähendamine tähendab, et tuleb luua üks karp vähem, mille pealt säästab 328 € esimese materjali puhul.

AI	AJ	AK	AL	AM
KB karpide koguse muutus: AF VS Z	vahe AH- AC	161 178,84 €	-70 524,91 €	Tarnija
-1 -	328,00 €			ei ole KB tarnija
	- €			ei ole KB tarnija
	- €			ei ole KB tarnija
	- €			ei ole KB tarnija
0	- €			Tarnija nimi ***
	- €			ei ole KB tarnija
0	- €			ei ole KB tarnija
-1 -	2 829,90 €			ei ole KB tarnija

Joonis 4.12. Mastersheet (7;AI:AM); III stsenaarium

Allikas: autori koostatud

Kogusumma on leitav AK tulbas, kasutades funktsiooni =SUMPRODUCT(AH:AH) ning mis on võrdne 161 179 €. Tulpa AL on autor toonud välja olemasolevate seadistustega (tulp W1; I stsenaarium) ja uue stsenaariumi (tulp AK; III stsenaarium) laovarude vähenevad 70 525 € võrra.

Lisaks AM tulbas (vt Joonis 4.12) on näha konkreetse materjaliga seotud tarnija nimetus [47], kuid ainult sel juhul, kui tarnija juba kasutab kanban süsteemi. Valem selle leidmiseks on:

=IFERROR(VLOOKUP(\$A7;'4.1 Kanban External'!B:S;18;FALSE);"ei ole KB tarnija")

4.3 Järeldused ja ettepanekud

Tänu digitaliseerimisele ja automatiseerimisele on kõiki eelnevalt lahti kirjutatud arvutusi lihtne uuendada. Kogu varude juhtimise protsess tänu TO-BE mudelile on kiire ning pakub ettevõttele lisandväärtust. AS-IS protsessi järgi ühe komponendi käsitlemine võttis aega 17 minutit, mis on 9 minutit pikem, kui uus TO-BE protsess. Teisisõnu on TO-BE protsess 47% efektiivsem kui AS-IS protsess.

Kasutades erinevad filtreid ja sorteerimise võimalusi on võimalik leida kriitilisi komponente, mis vajavad kohest tegelemist. Samuti on võimalik elimineerida need komponendid, millistel puudub nõudlus, kuid millele on jäänud kanban karbid jne.

Koondades ühte tabelisse planeerimise otsustega seotud vajalik informatsiooni annab võimaluse saada ülevaade komponentide erinevatest aspektidest ja nende omavahelistest seostest: maksumus, tarneaeg, nõudlus ja kasutus, ostustrateegia, vastutav planeerija, tarnija, laoseis riskikasutus jt.

Tööriista loomise käigus joonistus välja kolm stsenaariumi, millele tuginedes võib tööriista kasutada ning mille tulemusena saab vähendada laovarusid.

Autor leidis, et olemasolevate seadistustega (I stsenaarium) laovarude väärtus on võrdne 231 704 €. Varude juhtimine nõudlusele tuginedes (II stsenaarium) laovarue maksumuseks on 182 578 €, mis tähendab seda, et uue (nõudluspõhise) kalkulatsiooni järgi on võimalik vähendada laovarusid 49 125 € võrra. Selline tulemus oli saavutatud tuginedes tulevikunõudlusele. Nõudluspõhine lahendus andis samuti sisendi ostustrateegia muutusele. Kuid selle kalkulatsiooni käigus komponendi tarneaeg jäi samaks.

Teise ja kolmanda stsenaariumi erinevus seisneb tarneaja pikkuses. Mida pikem on tarneaeg seda suuremaid varusid on vaja ettevõttel hoida. Kolmandas stsenaariumis nende komponentidele, milliste tarneaeg oli pikem, kui 14 päeva, määrati uus tarneaeg, milleks on 14 päeva. Kolmanda stsenaariumi laoväärtuse suurus on 161 179 €. Kui võrrelda esimest ja kolmandat stsenaariumit on võimalik säästa teoreetiliselt kuni 70 525 €. Kuid enne tarneaja omavolilist vähendamist tuleb pidada läbirääkimisi erinevate osapooltega ja võtta arvesse erinevaid aspekte: transpordile kuuluv aeg, tarnija tootmisaeg, tarnija varude suurus ja muud.

Autor soovib antud t  tabelit kasutada erinevaid parameetreid kombineerides, sõltuvalt sellest, mis eesmärk kasutajal on ja mis tulemust ta soovib saada. Järgnevalt autor toob paar näidet edaspidiseks võimalikuks tööriista kasutamiseks.

Kasutaja peab otsustama, kas monitoorib kõik materjalid või monitoorib konkreetse planeerija nime all. Selleks on võimalik filtreerida materjali vastutava planeerija järgi (MRP controller) C tulbas. Juhul kui soovitakse üldist ülevaadet saada, siis filtreerimist ei ole vaja teha. Järgmiseks autor soovib tegeleda komponentidega, millel on juba kanban ostumudel tehtud. Nendel komponentidel on fikseeritud materjali kogus ja võib juhtuda, et nõudluse kasvamisel võib materjali mitte jätkuda või nõudluse kahanemisel jääb komponente üle, seega tuleb need kindlasti korrigeerida. Tuleb mainida, et karpide arvutamisel arvestatakse maksimaalse nõudlusega, kuna pakutud soovituslik karpide arv peab rahuldama maksimaalset nõudlust, et ei toimuks tootmisveisakuid materjali puudumise tõttu. Lisaks nõudluse kõikumise reageerimisel arvestatakse ka varude k  ibekordajaga (P tulp). Kasutaja jaoks on see näitaja üks olulisematest näitajatest, kuna ta näitab materjali likviidsuse suhtarvu, millele tuginedes otsustatakse, kas luuakse (kaluleeritakse Z tulbas) kanban karbid (muudetakse ostustrateegia) või mitte.

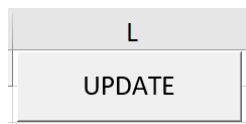
Samuti lahtritesse saadud tulemusi on võimalik sorteerida (suuremast väiksemani). Näiteks leida kallimat või odavat komponenti D tulbas (  hiku hind) või leida üksiku komponendi või kõikide komponentide hetke laov  artust (O tulbas), esimese (V ja W tulp), teise (AC ja AD tulp) ja kolmanda (AH ja AK tulp) stsenaariumi laovarude maksumust. Mida kallimad komponendid on, seda väiksemad varusid soovib ettevõtte hoida. Kuid võib esineda olukord, kus kallite komponentide tarnija on ainutarnija turul ning erinevate riskide maandamiseks p   utakse pigem suuremat turvavaru tekitada ja ära hoida tarneraskusi ning seeläbi säästa ka transpordi kulude pealt.

Veel üheks võimaluseks on võrrelda omavahel S (I stsenaarium) ja Z (II stsenaarium) tulbad või S (I stsenaarium) ja AF (III stsenaarium) tulpasid, kus on näha kanban karpide kogused. Autor on lisanud ka Z (II stsenaariumi) ja AF (III stsenaariumi) tulba erinevuse leidmiseks tulpa AI, kus näeb kuidas on muutunud karpide arv, kui teisest stsenaariumist kolmandale üle minnakse. Lisaks tabelis on ka välja toodud erinevad vahe arvutused. Kasutades AF1 lahtrit on võimalik muuta tarneaega ning näha kuidas muutuvad laovarud, kui sisestatakse üks või teine tarneaaja pikkus.

Üheks plussiks digitaalse tööriista kasutamisel on see, et kõik vajalikud andmed on koondatud ühte kohta, mis võimaldab erinevaid parameetreid võrreldes leida süsteemis inimlikke vigu. Näiteks omavahel võrreldes tulbad C (MRP controller) ja S (olemasolevad karpide kogus) ehk C tulbas Kanbani puhul on märgitud K**, aga S tulbas on tekstiline

väli „ei osteta kanbaniga“, mis viitab sellele, et kusagil parameetrite sisestamisel on tekkinud inimlik viga, mis vajab parandamist.

Kuna antud tööfail hõlmab palju mahukaid raporteid, nende uuendamiseks kulub palju aega ning käsitsi uuendamisel võib tekkida inimlik viga. Nende toimingute automatiseerimiseks ja vigade minimeerimiseks kõikidesse 1-7 raportite uuendamiseks on lisatud nupp „Update“ (vt Joonis 4.14. VBA nupp uuendamiseks), mis teeb kõik sammud automaatselt ja lühema aja jooksul. Selle nupu taga peitub macro kood, mis ilmub VBA (Visual Basic for Application) kirjutamisel. Lühidalt VBA on Exceli programmeerimiskeel, mis juhendab Exceli süsteemi, mida tuleb teha.



Joonis 4.14. VBA nupp uuendamiseks

Allikas: autori koostatud

Loodud tööriista autor plaanib tutvustada Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ tarneahela juhile, teistele osakonna töötajatele ning võtta kasutusse.

KOKKUVÕTE

Konkurentsi püsimise nimel on ettevõtetel vaja olla võimalikult efektiivne oma tegevustes. Üheks efektiivsuse tagamise meetodiks on enamjaolt automatiseerimine ja digitaliseerimine, mis võimaldab vananenud ja ebaefektiivsed protsessid muuta tõhusamaks ja kiiremaks.

Käesoleva magistritöö raames autor uuris ettevõtte Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ varude juhtimise protsessi, mis on tarneahela osakonna üks igapäevastest tööülesannetest. Töö eesmärgiks oli leida olemasoleva protsessi kitsaskohad ning pakkuda võimalikud protsessi parendusettepanekud. Lisaks luua digitaalset tööriista, mis lihtsustab andmete uuendamist ning mis kalkuleerib võimalikku lahendust, et efektiivsemalt juhtida ettevõtte laovarusi.

Uurimisstrateegiaks valiti arendusuurimus, mille käigus kasutati nii kvalitatiivseid kui kvantitatiivseid andmeid. AS-IS protsessi kaardistamise käigus leiti protsessi kitsaskohad, mille käigus identifitseeriti võimalikud parendamise kohad. TO-BE protsessi loomise käigus loodi digitaliseeritud lahendus. Andmete uuendamisele rakendati autori poolt loodud VBA koodi, mis võimaldas nupu vajutamisel automaatselt uuendada andmeid. Seejärel kirjutatud valemite abil on kasutajal võimalik saada ülevaade tööriista pakutavatest lahendusest. Tööriistas kalkuleeritud lahendus arvestab nõudlust, tarneaega, varude käibekordajat ja muid aspekte.

AS-IS ja TO-BE protsesside võrdlusanalüüsi käigus selgus, et TO-BE protsess 47% võrra lühem, kui olemasolev AS-IS protsess.

Uurimistöö autor leidis vastused ka kõigile eelnevalt püstitatud uurimisküsimustele.

Digitaliseeritud lahenduse piloteerimine oli läbi viidud viie tootega, kuhu kuulus 184 unikaalset ostetavat komponendi. Piloteerimise käigus selgus, et tuginedes nõudlusele ja muudele aspektidele on kalkuleeritud lahenduse abil võimalik ettevõttel vaatluse all olevate toodete teise stsenaariumi puhul varusi vähendada 21,2% ja kolmanda stsenaariumi puhul 30,4%. Lisaks võimaldab tööriist erinevate filtrite, tingimuslikku vormindamise ja sorteerimise kasutamise käigus leida ka teisi olulisi näitajaid, mida on võimalik kasutada edaspidises osakonna töös.

Töö tulem on suunatud ettevõttele Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ, mis võimaldab efektiivsemalt juhtida ettevõtte laovarusi. Sarnast lahendust on võimalik rakendada ka teistes ettevõtetes.

SUMMARY

In order to be competitive, companies need to be as efficient as possible in their operations. One of the most efficiency ensuring method is automation and digitization, which makes old fashion and inefficient processes more efficient and faster.

In this master's thesis, the author studied the inventory management process of Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ, which is one of the daily tasks of the supply chain department. The purpose of the work was to find the bottlenecks of the existing process and to propose an process improvements. In addition the idea was to create a digital tool that simplifies data processing in order to and calculates a possible solution to more effectively manage a company's inventory.

The research strategy was case study using both qualitative and quantitative research methods. In the course of the work, the AS-IS process was mapped and the bottlenecks were identified what helped to find areas for improvement. A digital solution was created during the creation of the TO-BE process. The VBA code created by the author was applied to update the data automatically after pushing one single button. The written formulas in Excel allowed user to get an overview of the solution offered by the tool. The solution calculated in the tool takes into account demand, delivery time, inventory turnover and other aspects.

Comparing the AS-IS and TO-BE processes revealed that the TO-BE process is 47% shorter than the existing AS-IS process.

The author of the research also found answers to all previously researched questions.

The digital solution was piloted with five products, which included 184 unique components to be purchased. The pilot phase results, based on demand and other aspects, showed that the calculated solution allows the company to reduce stocks of the products using second scenario 21.2% and using third scenario 30.4%. In addition, the tool allows user to find other important indicators during the use of various filters, conditional formatting and sorting, which can be used in the future work of the department.

The result of the work is aimed at the company Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ, which enables more efficient management of the company's inventories. A similar solution can be applied to the other companies.

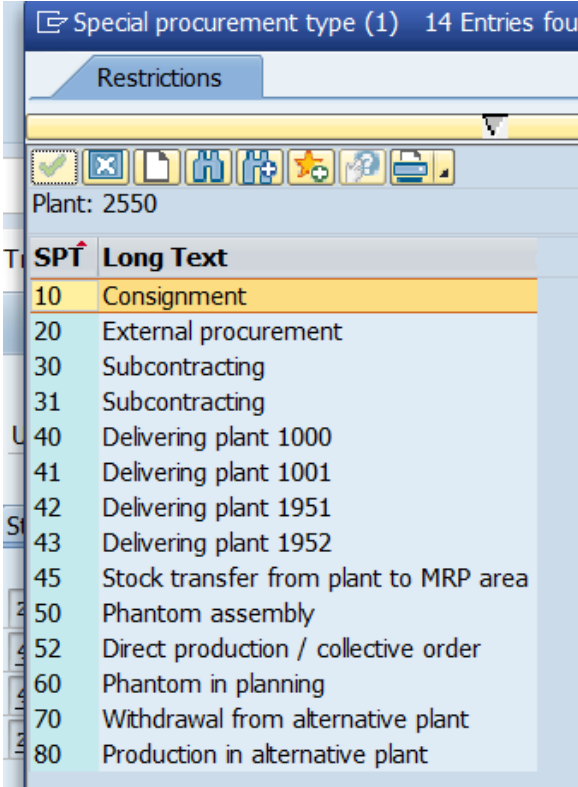
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] W. Kersten, Digitalization in Supply Chain Management and Logistics, 2017, pp. 217-230, 303-306.
- [2] M. Brettel, How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, 2014, pp. 37-44.
- [3] F. Shrouf, "Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm," p. 697, 2014.
- [4] A. Rojko, Industry 4.0 Concept: Background and Overview, 2017, pp. 77-78.
- [5] C. O. Klingenberg, Industry 4.0: what makes it a revolution?, 2017.
- [6] C. Freeman, The economics of industrial innovation. Psychology Press, 1997, pp. 18-22.
- [7] M. C. Jensen, "The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems," 1993. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04022.x>.
- [8] S. Kassem, Logistics 4.0: Definition and Historical Background, 2019.
- [9] K. K. Katende, "Automation of inventory Management Process," 2006.
- [10] K. Balasingham, Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies,, 2016, pp. 3-4.
- [11] M. Sony, Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction, 2019, pp. 799, 806-808.
- [12] K. Wang, Logistics 4.0 Solution, 2016.
- [13] E. C. b. M. & Company, "Shaping the digital transformation in Europe," 2020.
- [14] R. Y. Zhong, Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0, 2017.
- [15] M. K. Digital, "How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe," McKinsey & Company, October 2020. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/how%20nine%20digital%20frontrunners%20can%20lead%20on%20ai%20in%20europe/how-nine-digital-frontrunners-can-lead-on-ai-in-europe.pdf>.
- [16] N. Andiyappillai, Digital Transformation in Warehouse Management Systems (WMS) Implementations, 2020, p. 36.
- [17] E. Grosse, Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. International Journal of Production Research, 2020, pp. 8-10, 30-31.
- [18] K. Tatic, The improvement of business efficiency through business process management. – Journal of Economics & Business, 2018, pp. 31-43.
- [19] T. Helmold, Global Sourcing and Supply Management Excellence in China. Procurement Guide for Supply Experts, 2017.
- [20] R. Şchiopu, Business Digitization in the European Union, 2020, pp. 387-389.
- [21] S. Schrauf, How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused, 2016, pp. 5-7.

- [22] S. Emmett, Excellence in Warehouse Management How to Minimise Costs and Maximise Value, 2005, pp. 83-85.
- [23] R. A. Davis, Demand-Driven Inventory Optimization and Replenishment, 2016, pp. 43, 87.
- [24] H. Kotzab, Research Methodologies in Supply Chain Management, 2003, pp. 30-31.
- [25] A. Schumacher, Automation, digitization and digitalization and their implications for manufacturing processes, 2016.
- [26] C. Eesti, "Columbusglobal," 2018. [Online]. Available: <https://www.columbusglobal.com/et/blog/msd365-viige-ettevõtte-tarneahel-kõrgemale-tasemeles>.
- [27] K. Storz, "Karl Storz Endoscope. Company Introduction," [Online]. Available: <https://www.karlstorz.com/ee/en/index.htm?target>.
- [28] S. Gao, Lean Construction Management The Toyota Way, 2014, pp. 29-30, 80.
- [29] "Karl Storz," [Online]. Available: <https://www.karlstorz.com/ee/en/estonia-tallinn.htm>.
- [30] B. Brooks, Inventory Record Accuracy, 2007, pp. 9, 29.
- [31] A. Muckstadt, Principles of Inventory Management, 2010, p. 73.
- [32] A. Dolgui, Supply Chain Engineering. Useful Methods and Techniques, 2010.
- [33] KSVEE OÜ, 2021.
- [34] KSVEE OÜ, "Dokumentatsioon autori valduses," 2021.
- [35] A. M. Atieh*, "Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system," pp. 569-571, 2015.
- [36] M. Heidmets, K. Krabi, K. Kuurme, M.-L. O. J. Laherand, M. Pandis, K. Poom-Valickis and M. Veisson, "Üliõpilastööde juhend," 2021. [Online]. Available: <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/db4bd67b-ba94-44cf-9725-76e892b695c9>.
- [37] E. M. Liit, "EMLIIT," 2017. [Online]. Available: https://www.emliit.ee/et_EE/slides/slide/kuidas-digitaliseerida-toostust-ingrid-joost-41.
- [38] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Toodete tükkitabelid," 2021.
- [39] R. Yin, Case study research and applications – Design and methods, 2018, pp. 186-194.
- [40] L. Antalainen, "Digiwise," 2021. [Online]. Available: https://digiwise.ee/mis-on-digitaliseerimine/?fbclid=IwAR0jXE-9pxI65bpEGsCw3AjY2vUu-cbBc_m4ndoMzW25oOlrQhhlQYRrswc.
- [41] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Materjalide seadistused," 2021.
- [42] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Kanban raport," 2021.
- [43] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Materjalide kasutus," 2021.
- [44] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Laovaru hetkeseis," 2021.
- [45] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Materjalide nõudlus," 2021.
- [46] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Materjalide hinnad," 2021.
- [47] KSVEE OÜ, "Andmebaasid: Tarnijate andmebaas," 2021.

LISAD

Lisa 1 Erihanke tüübid: SP 40, SP50



Special procurement type (1) 14 Entries found

Restrictions

Plant: 2550

SPT	Long Text
10	Consignment
20	External procurement
30	Subcontracting
31	Subcontracting
40	Delivering plant 1000
41	Delivering plant 1001
42	Delivering plant 1951
43	Delivering plant 1952
45	Stock transfer from plant to MRP area
50	Phantom assembly
52	Direct production / collective order
60	Phantom in planning
70	Withdrawal from alternative plant
80	Production in alternative plant

Allikas: vaade SAP tarkvarast

Lisa 2. Exceli Pivot tabeli kriteeriumid

PivotTable Fields

Choose fields to add to report:

Search

☒ **Material Description**

☐ Prod. Sloc

Drag fields between areas below:

Filters

Columns

Materjal

Rows

Component

Material Description

Proc. type

Comp unit

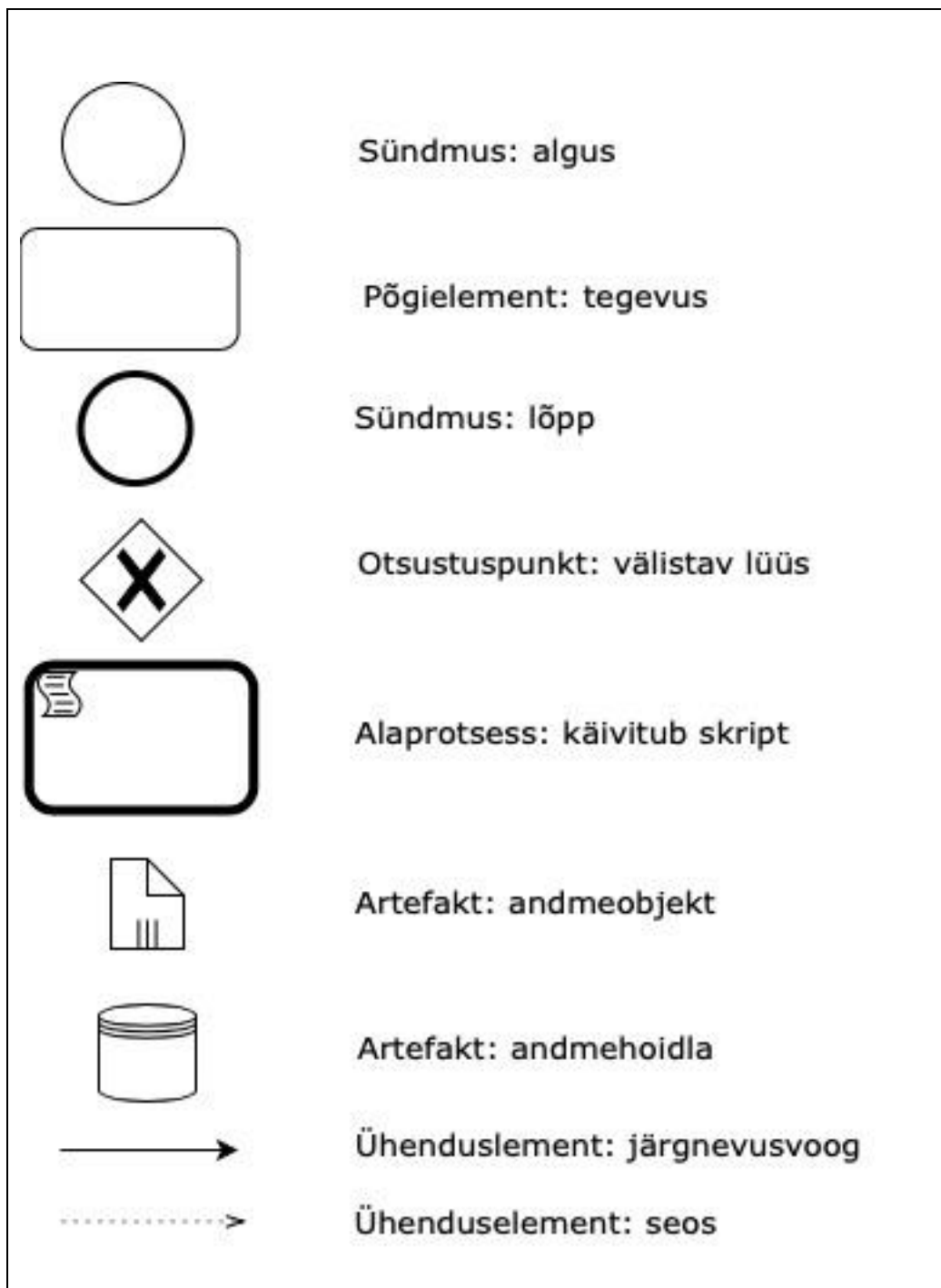
SP type

Values

Sum of Quantity

Allikas: kriteeriumid määratud autori poolt

Lisa 3 Protsesside notatsiooni seletus



Allikas: koostatud autori poolt