



Alexandra Efimova

LAOTEENUSTE DIGITALISEERIMINE

SRC GROUP AS-is

LÕPUTÖÖ

Logistikainstituut Ostu- ja hankekorraldus

Juhendaja: Tatjana Karaulova

Tallinn 2024

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina, Alexandra Efimova, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

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

Lõputöö autor Alexandra Efimova

Õpperühm OK2020

Juhendaja Tatjana Karaulova

Lõputöö on kaitsmisele lubatud logistikainstituudi direktori korraldusega.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Alexandra Efimova, 25.03.2001, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Laoteenuste digitaliseerimine SRC Group ASis

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinn kuupäev, /digitaalselt allkirjastatud/

Tallinnas

(kuupäev)

(autori allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 ETTEVÖTTE TUTVUSTUS	8
1.1 Üldtutvustus.....	8
1.2 Ettevõtte põhitegevus.....	8
1.3 Ettevõtte laosüsteem.....	9
2 LAONDUSEST	10
2.1 Laotoimingud.....	12
2.1.1 Kauba vastuvõtt.....	12
2.1.2 Kauba ladustamine	12
2.1.3 Aktiivsete varude hoidmine.....	12
2.1.4 Kauba ettevalmistamine ja saatmine.....	13
2.2 Lao planeerimine	13
2.3 Infosüsteemide roll laonduses.....	14
3 LAOTEENUSTE DIGITALISEERIMISE VIISID	16
3.1 Infosüsteemid- ja tehnoloogia.....	17
3.2 Andmetuvastussüsteemid.....	17
3.2.1 Raadiosageduslik tuvastamine	18
3.2.2 Vöötkooditehnoloogia	19
3.2.3.1 Juhtmega käsiandmeterminal	21
3.2.3.2 Juhtmeta käsiandmeterminal	22
3.2.3.3 Statsionaarne andmeterminal.....	23
4 KASUTATUD MEETODID	24
5 SRC LAOTEENUSTE ANALÜÜS	26
5.1 Probleemide kirjeldus.....	26
5.2 Praegused lao protsessid ettevõttes (AS-IS)	26
5.3 Tootegrupid.....	30
5.4 Laoplaan	31
6 DIGITALISEERIMISE VAHENDID	35
6.2 Vöötkoodi skannerite valik	36
7 LAOPROTSESSI PARENDAMINE	43
7.1 Tulevased lao protsessid ettevõttes (TO-BE)	43
7.2 Laoprotseduuride AS-IS ja TO-BE võrdlemine	45

KOKKUVÕTE.....	49
SUMMARY	51
VIIDATUD ALLIKAD	53
LISAD	56
Lisa 1. Toodegrupid ja toodete kogus	56

SISSEJUHATUS

Ladu on keerukas, mitmetasandiline süsteem, mis nõuab korrapära, täpset kontrolli ja selles toimuvate protsesside hoolikat jälgimist.

Lao kord - see on oluline osa laologistikast. See ei ole lihtsalt kaupade paigutamine, vaid süsteem, mis tagab operatsioonide tõhususe.

Korralik kord laos aitab ruumi optimeerida, lihtsustab kaupade otsimist ja vähendab vigu nende valimisel ja pakendamisel. See võimaldab ka ressursse, nagu aeg ja tööjõud, tõhusamalt kasutada, mis lõppkokkuvõttes mõjutab positiivselt lao üldist tootlikkust.

Kaasaegsed logistikaettevõtted püüavad digitaliseerida erinevaid protsesse, sealhulgas laologistika valdkonnas, kuna see aitab vähendada kulusid, parandada töö kvaliteeti ja efektiivsust. Üha enam organisatsioone soovib viia äriprotsessid üle digitaalsesse keskkonda, vähendades seeläbi oluliselt tehingukulusid ja suurendades oluliselt majandustegevuse mahtu.

Kaupade selge jälgimis- ja identifitseerimissüsteem on eduka ja tõhusa laotegevuse võti. Toodete märgistamine aitab laos kiiresti töötada, välistab vigade võimaluse ja võimaldab tellimusi täita vajalikus mahus.

Konkurentsivõimelist ärisüsteemi on raske ette kujutada ilma asjakohaste infotehnoloogiata. Seetõttu hinnatakse selles töös tingimusi vöotkooditehnoloogia rakendamiseks ettevõtte laosüsteemis.

Vöotkoodisüsteemi kasutuselevõtt laos on oluline samm laovarude halduse tõhususe ja täpsuse parandamisel. Vöotkood võimaldab digitaliseerida toodete jälgimise ja arvestuse protsesse, vähendada vigu ning lühendada aega, mis kulub ladu puudutavate operatsioonide teostamisele. Selles töös käsitleb autor vöotkoodisüsteemi põhimõtteid, meetodeid ja eeliseid laos ning viise selle tehnoloogia edukaks rakendamiseks organisatsioonis.

Motivatsioon

Antud lõputöö teema „laoteenuste digitaliseerimine SRC Group AS-is“ on valitud kuna lao digitaliseerimine suurendab kaupade haldamise tõhusust ja kontrolli, vähendades andmete töötlemise aega ja inimlikku veaprotsenti. Probleem on pikaajaline kauba otsimine laos. Töö autor töötab ettevõttes SRC Group AS ja puutus selle probleemiga kokku praktika ajal. See on oluline probleem ettevõttele, mis suurendab laopersonali aega kauba ettevalmistamiseks või riulitele asetamiseks ja

teeb uuele töötajale töö keerulisemaks. Ettevõtte eduka toimimise tagamiseks on oluline täpselt teada, millised tooted asuvad laos, kui palju neid projektil on, kui palju neid alles on ja kus need asuvad. Ettevõtte on juba aasta aega püüdnud seda probleemi lahendada. Autor otsustas, et see teema on tema lõputöö jaoks oluline.

Töö eesmärk ja ülesanded

Lõputöö eesmärk on pakkuda välja lahendus SRC Group AS-i ettevõtte laos olevate kaupade leidmise protsessi digitaliseerimiseks, et hõlbustada ja suurendada laopersonali töö kiirust, kvaliteeti ja tõhusust ning koostada toodete paigutusplaani laos gruppide kaupa.

Lõputöö eesmärgi täitmiseks on püstitatud järgmised ülesanded:

1. Valida laohalduse digitaliseerimiseks vajalik varustus.
2. Koostada lao plaan, vastavalt kauba gruppidele.
3. Laoprotsesside AS-IS ja TO-BE võrdlemine.

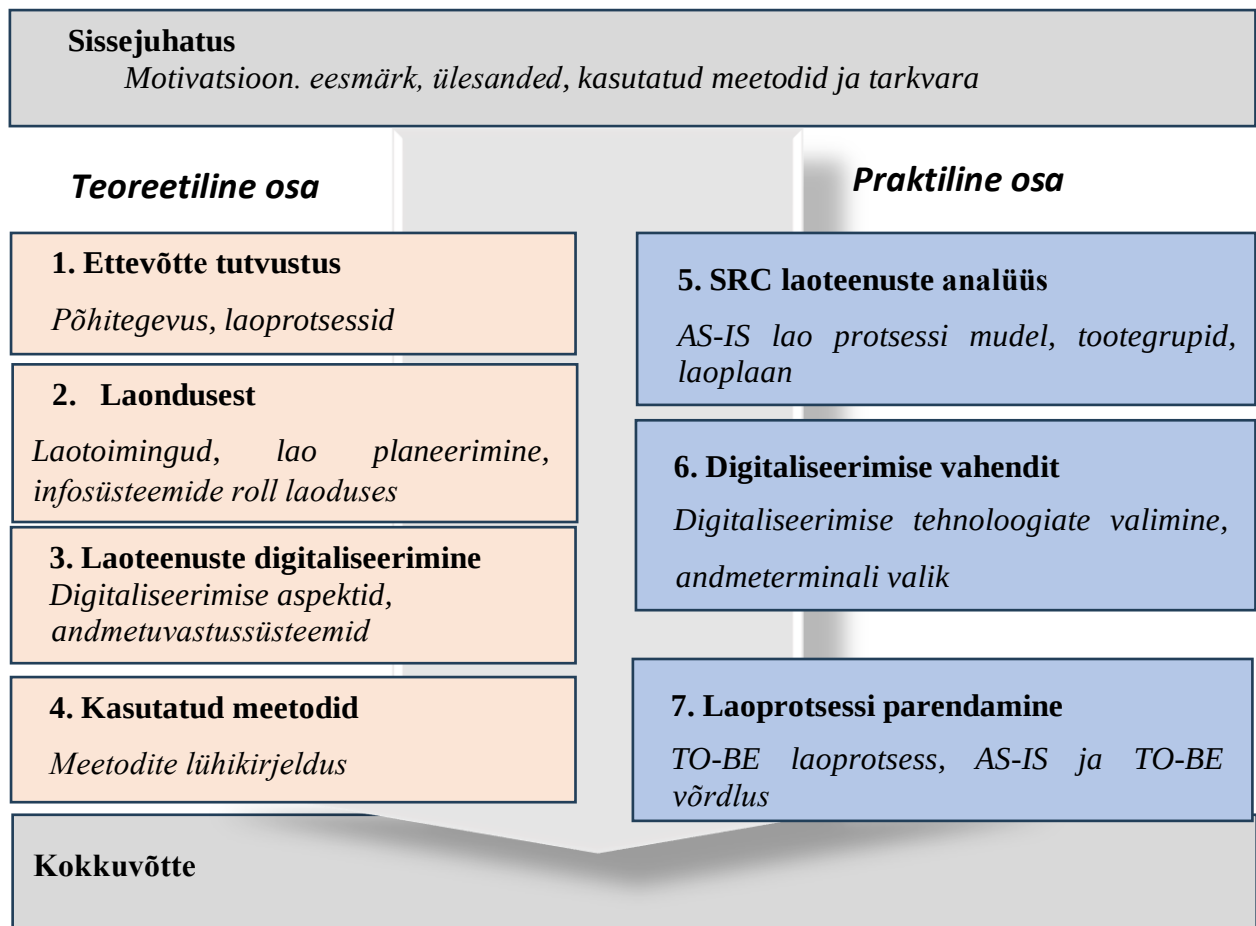
Kasutatud meetodid ja tarkvara

Käesoleva lõputöös on kasutatud:

- ARIS (EPC meetod) - protsessi modelleerimiseks;
- Ishikawa (fishbone) - probleemide kirjeldamiseks;
- võrdlev analüüs /otsuse tegemise maatriks - digitaliseerimisvahendite võrdlemiseks ja andmeterminali valimiseks;
- SmartDraw tarkvara – laomodelleerimiseks.

Töö struktuur

Lõputöö eesmärgist ning selle saavutamiseks püstitatud ülesannetest lähtuvalt on töö koostatud seitsme peatükina, mis on omakorda jagatud alapeatükkideks. Esimeses peatükis on ettevõtte SRC Group AS-i ülevaade. Teises peatükis kirjeldatakse ladustamisprotsesse ja lao planeerimist. Kolmas peatükk on laoteenuste digitaliseerimisest. Neljandas peatükis on kasutatud kõiki meetodeid. Viiendas peatükis kirjeldatakse SRC laoteenuste analüüsi. Kuuendas peatükis valitakse digitaliseerimise vahendid ja andmeterminal. Seitsmendas peatükis on laoprotsessi parendamine (Joonis 1).



Joonis 1. Lõputöö struktuur

1 ETTEVÕTTE TUTVUSTUS

1.1 Üldtutvustus

SRC on 2001. aastal asutatud avamere- ja tööstussektoris tegutsev rahvusvaheline ettevõtte, mis teostab laevade ja muude ujuvaluste ümberehitusi. Ettevõtte peakontor asub Eestis ning omab tütarettevõtteid tööstusharu keskustes: Norras, Hollandis, Itaalias ja Poolas ning müügikontorit Ameerika Ühendriikides. Ettevõtte endised nimed olid OÜ VAPESTROX GRUPP, SRC Group OÜ, SRC LAEVAREMONT OÜ.

Ettevõtte visioon: aidata merendussektoril saavutada keskkonnavalaseid eesmärgke.

SRC on oma tegevusaja jooksul teostanud üle 5000 projekti. Täna moodustavad otseselt rohepöördest tulenevad ümberehitused ning süsteemide integratsioonid SRC ärimahtudest pea 90%. Seoses rohepöördega on praegu oluline roll laevadele hübriidiseerimisel, kaldavoolul, ballast- ja reovee puhastussüsteemide paigaldusel ning alternatiivkütuste integreerimisel. Rohepööret merenduses toetavad mitmed rahvusvahelise merendusorganisatsiooni (IMO) poolt sätestatud regulatsioonid kui ka Euroopa Liidu poolt loodud määrused ja direktiivid.

SRC tugevuseks on keerukad, multi-distsiplinaarsed ja tihedate ajakavadega projektid, mille juhtimiseks ja elluviimiseks on meil tugev teadmispõhine kompetents. SRC on oma projektide teostamisel geograafiliselt sõltumatu, mis tähendab seda, et projekte viiakse ellu seal, kus klientide laevad või ujuvalused antud hetkel paiknevad.

Ettevõtte tegutseb globaalsel turul. 2021 aasta müügikäibest moodustasid Eesti kliendid kõigest 2%. Klientideks on laevade ja ujuvaluste (näiteks avamere tuuleparke ehitavad laevad, naftaplatvormid) omanikud ja operaatorid ning ka seadmete tootjad.

1.2 Ettevõtte põhitegevus

SRC Group AS sektor ja tegevusvaldkond on laevade ja teise ujuvaluste remont ja hooldus. Tooted/teenused, märksõnad on laevaehitus ja remont ja laevade ja paatide remont. Eesti 15 TOP ettevõtte põhitegevuses on ettevõtte 3. kohal [26].

SRC Group AS pakub EPCI-lahendusi alates projekteerimisest, torustikust, terasest, elektri- ja mehaanilistest paigaldustest.

Ettevõtte tehnilised ümberehitusteenused on mõeldud selleks, et aidata laevaomanikel täita uusimaid keskkonnaalaseid eeskirju ja muuta nende laevad keskkonnasõbralikumaks.

SRC Group AS portfelli kuuluvad gaasipesuri paigaldused, kaldatoitepinge ühendused, ballastvee puhastussüsteemid ja mitmesugused mehaanilised paigaldused. Ettevõtte eesmärk on mõjutada iga laeva igapäevast elu võimalikult vähe ja täita enamik ülesandeid laeva liikumise ajal.

Ettevõtte meeskond on koolitatud nende süsteemide paigaldamiseks vastavalt uusimatele tööstusstandarditele ja eeskirjadele. Kasutades uusimaid seadmeid ja tehnoloogiat.

1.3 Ettevõtte laosüsteem

SRC Group AS ladu on suhteliselt väike. Laol on Erply süsteem, millel on vähe positsioone kauba saadavuse jälgimiseks. Ettevõtte lao peamised funktsioonid on mitme kasutusala esemete või kallite seadmete hoidmine, mis kuuluvad ettevõttele. Need seadmed antakse projektijuhtidele kasutamiseks projektidel.

Uut projekti alustades, tehakse kindlaks, kas ja kui palju on laos olemas projektil vajaminevaid seadmeid või kaubad (sealhulgas tööriistad). Olemasolevad registreeritakse projekti arvestusse ja komplekteeritakse objektile saatmiseks. Projekti lõppedes saadetakse seadmed ja kaubad lattu tagasi, kus need sorteeritakse ja kõlbmatud asjad kantakse maha. Kui väljasaadetud seade mingil põhjusel ei naase lattu, vähendatakse selle maksumust projekti marginaalist. Laoprotsessid teostatakse käsitsi.

Igapäevaselt töötavad SRC Group AS laos kaks töötajat – laojuhataja ja autojuht. Laojuhataja tegeleb peamiselt kauba vastu võtmisega, nõuetele vastavuse kontrolliga, kauba paigutamisega, laoseisu kontrollimisega, tagastuste vastuvõtmisega, laokannete sisestamisega ning ladude haldamisega üleüldiselt. Autojuhi peamiseks ülesanneteks on kauba kohaletoimetamine Tallinna kauplustest ettevõtte lattu või otse projektile.

Ladu asub ettevõtte hoone esimesel korrusel. Laopindala on 198 ruutmeetrit. Laoriulite arv on 30 riiulit.

2 LAONDUSEST

Laoks nimetatakse kohta, kuhu hoitakse kaupu, materjale või muid esemeid nende kasutamise, müügi või muude eesmärkide jaoks. Laokasutusala hõlmab erinevaid tegevusvaldkondi, sealhulgas logistikat, tootmist, jaemüüki ning mitmeid teisi valdkondi. Neid võib korraldada nii suurte automatiseeritud varude haldamise süsteemidega ladudena kui ka väiksemate ruumidena kaupade ajutiseks hoiustamiseks [1].

Ladu saab klassifitseerida üldotstarbelisteks laoks või eriotstarbelisteks laoks. Ladusid saab liigitada ka hoitavate kaupade omaduste järgi. Lisaks saab teha vahet lao funktsioonide või omandi vormi järgi [1].

Ladu on toodete tarneahelas oluline lüli, kuna see moodustab selle olulise osa. Kui ladu eemaldataks tarneahelast, jääks kogu logistikatööstus seisma. Kaupade sujuv tarne on võimalik ainult tänu ladudele. Nad moodustavad tarneahela selgroo [3].

Ladu on koht, mida kasutatakse laoseisu hoiustamiseks. Enamik laos toimuvatest ülesannetest on seotud laoseisu haldamisega. Tavapärasteks tööprotsessideks ladudes on [2]:

- kauba mahalaadimine;
- kauba vastuvõtt ja kontrollimine;
- hoiukohtadele paigutamine;
- laosisene teisaldamine teisele hoiukohale;
- väljastustellimuse komplekteerimine;
- kauba väljastamine;
- kanded ja sisestused infosüsteemis.

Mõnikord hõlmab lao roll laoseisu töötlemist sissepääsust väljapääsuni ning mõnikord piirdub see toodete ajutise hoiustamise võimaldamisega transpordipunktist pärit sihtpunkti [3].

Kõikide nende protsesside sujuvaks toimimiseks on vaja lao tööd planeerida. Töö juhtimise eesmärk on inimressursside maksimaalselt efektiivne kasutamine. Edukas lao juhtimine nõuab võimet näha vajalikke muudatusi, neid algatada ja nende teostamist juhtida. Muudatuste vajaduse hindamine nõuab nende inimeste osalemist, kes igapäevaselt puutuvad kokku probleemidega [2].

Lihtsus ja loogika mängivad olulist rolli uuenduste rakendamise protsessis. Ainult selge ja kergesti mõistetav süsteem võib olla stabiilne. Ladustamissüsteemi järjepidevuse tagamiseks tuleb lao haldus

üles ehitada selgetele ja järjekindlatele põhimõtetele, arvestades, et kaupade valik ja nende liikumise sagedus ajas kindlasti muutuvad. Seetõttu peaks ettevõtte rakendama laoarvestuse süsteemi, mis vastab selle tööstusharu eripäradele [2].

Ladudes võib toimuda erinevaid tegevusi, sõltuvalt nende funktsionaalsest otstarbest ja tööst, milles nad tegutsevad. Allpool on loetletud peamised ladude tegevuste liigid [27]:

1. Hoiustamine ja jaotamine: See on kõige levinum ladude tegevus. Neid kasutatakse kaupade vastuvõtmiseks, hoidmiseks ja hilisemaks edastamiseks klientidele või jaemüügipunktidele. Sellised laod kuuluvad sageli hulgimüüjatele, jaemüüjatele või logistikafirmadele.
2. Ajutise hoiustamise laod: Neid lao kasutatakse kaupade ajutiseks hoidmiseks perioodidel, kui neid ei ole vaja kohe edastada või kui nad ootavad tolliprotseduuride läbimist. Neid võib kasutada ka hooajalise kauba hoidmiseks.
3. Ümberpakendamise laod: Need laod on mõeldud kaupade sorteerimiseks ja ümberpakendamiseks, et valmistada need ette edasiseks edastamiseks teistele ladudele või klientidele.
4. Varuosade laod: Need on mõeldud varuosade ja komponentide hoidmiseks, mis on vajalikud seadmete või tootmisliinide hooldamiseks ja remondiks. Need laod on olulised tootmise katkemise vältimiseks.
5. Külmahoiustamise laod: Need laod spetsialiseeruvad madalal temperatuuril hoitavate toodete, nagu värske toidukaup, külmutatud toidud või ravimid, hoidmisele. Nad tagavad kindlate temperatuuri režiimide säilitamise.
6. Ohtlike kaupade laod: Need laod on spetsialiseerunud ohtlike ja kahjulike materjalide hoiustamisele ja töötlemisele, näiteks keemilised ained, põlevad ja plahvatusohtlikud materjalid. Neile kehtivad ranged ohutusnõuded.
7. Ristdokiteerimise laod: Need laod on mõeldud varude hoidmise minimeerimiseks ja kaupade kiireks ümberlaadimiseks otse saabuvatest kaupadest väljaminevate kaupadeni, et kiirendada tarneid.
8. Puhvervarude laod: Neid võib kasutada varude loomiseks suure nõudluse perioodidel või ebastabiilsete tarnete korral.
9. Töötlemislaod: Need laod on mõeldud kaupade töötlemiseks enne nende saatmist, näiteks sorteerimise, pakkimise või märgistamise jaoks.

Igal neist lao tüüpidest on oma unikaalsed nõuded ja omadused, ning nende valik sõltub ettevõtte konkreetsetest vajadustest ja eesmärkidest.

2.1 Laotoimingud

Lao tegevus hõlmab peamisi protsesse, nagu kauba vastuvõtt, kauba ladustamine, aktiivsete varude hoidmine, varude täiendamine, kauba ettevalmistamine ja saatmine.

2.1.1 Kauba vastuvõtt

Kaupu võetakse vastu vastuvõtuala piirkonnas, kus peamine samm on kaupade mahalaadimine transpordivahenditest. Maha laetud kaupa kontrollitakse, see peab vastama saatelehtedele. Lisaks võib vastuvõtu protsess hõlmata järgmisi tegevusi [4]:

- kauba ümberpakendamine või lahti pakkimine;
- kvaliteedikontroll;
- siltide ja dokumentide kinnitamine kaubale;
- kauba kaalu ja koguse mõõtmine.

2.1.2 Kauba ladustamine

Kaupu paigutatakse hoiukohtadesse, see tähendab saabunud ladustatavate kaupade jaotamine riiulitele ning hoiukohtade seostamine infosüsteemiga. Igal hoiukohal on oma unikaalne number, mis hõlbustab vastava riiuli leidmist laos. On mitmeid erinevaid võimalusi kaupade hoiustamiseks hoiukohtades [4]:

- igal kaubal on kindel hoiukoht;
- muutuvad hoiukohad, kus kaubad paigutatakse vabadele riiulipindadele;
- liigitamine assortii järgi, kus sarnased kaubad hoitakse koos;
- hoiustamise korraldamine töötlemisviiside järgi, see tähendab kaubad, mis nõuavad sarnast töötlemist, paigutatakse koos;
- aktiivsete ja reserveeritud hoiukohtade kasutamine. Kaupade pakendamisel arvestatakse kahte aspekti. Üks neist on aktiivne koht, kus kaup pakendatakse ja kust see liigub aktiivsesse asendisse reserveeritud kohast.

2.1.3 Aktiivsete varude hoidmine

Kaupu hoitakse laos reserveeritud alal. Tavaliselt hõivab hoiuala laos suurima pinna. Aktiivsete hoiualade asukoht on allpool lao riiulitel, et nendeni saaks ilma tõstukita ligi. Tavaliselt asuvad reserveeritud kohad lähedal aktiivsetele kohtadele, mis asuvad kõrgematel riiulitel. Kui tellitakse

põhikogusid kaupa, saab kauba võtta reserveeritud kohast. Komplekteerimisel aktiivselt kohalt, kui kauba varu hakkab lõppema, asendatakse see reserveeritud varuga [4], [29, lk. 282].

2.1.4 Kauba ettevalmistamine ja saatmine

Ettevalmistamine ja saatmine on protsess, kus valmistatakse toode ette saatmiseks ja seejärel saadetakse klientidele või sihtkohtadele. See protsess hõlmab järgmisi samme:

1. Kaup tuleb enne saatmist hoolikalt ette valmistada. See protsess võib hõlmata kontrollimist, puhastamist, pakkimist ja märgistamist vastavalt saatelehel märgitud tingimustele.
2. Pakkimine tähendab kauba viimist sellisesse seisundisse, kus kauba võimalik kahjustumine järgneva transpordi ja töötlemise käigus on minimaalne. Pakendi peamine eesmärk on kaitsta kaupa nii, et see oleks terviklik ja kasutamiseks sobiv ostjale üleandmise hetkel ning et ükski kauba osa ei läheks kaduma.
3. Dokumentide ettevalmistamine enne lähetamist hõlmab vajalike dokumentide või toimikute hoolikat täitmist, sealhulgas nende täielikkuse ja korrektsuse kontrollimist, et tagada teabe edukas saatmine või edastamine.
4. Saadetava kauba laadimine toimub ohutult ja vastavalt kõikidele transpordi- ja ohutusnõuetele.
5. Kauba saatmise ajal tuleb tagada ohutus ja õigeaegne kohaletoimetamine.

2.2 Lao planeerimine

Kaupade ladustamise kavandamine - see on oluline osa tõhusast laohaldusest. Õige kaupade paigutus võimaldab kiirendada tellimuste komplekteerimise protsessi, vähendada ajakadu kaupade otsimisel ja vähendada vigade riski. Siin on mõned põhimõtted ja soovitused kaupade ladustamise kavandamiseks [28], [29] :

- ABC-analüüs. Klassifitseerige laos olevad kaubad kolme kategooriasse, kasutades ABC-analüüsi meetodit. "A" - kõige väärtuslikumad ja kõige enam müüdavad kaubad, "B" - keskmise väärtuse ja nõudlusega kaubad, "C" - madala väärtuse ja nõudlusega kaubad. Paigutage "A" kategooria kaubad lähemale väljastuspiirkondadele, et vähendada tellimuste komplekteerimise aega.
- Kaupade grupeerimine. Rühmitage sageli koos ostetavad kaubad samale lao alale. See vähendab vajadust kaupade otsimise ja ümberpaigutamise järele.
- Hooajalised kaubad. Paigutage hooajalised kaubad lähemale väljapääsule, et hõlbustada nende kiiret liigutamist ja saatmist tippnõudluse ajal.

- Kõrguse järgi. Kasutage ladudes vertikaalset ruumi. Kiiresti liikuvaid kaupu saab paigutada kergemini ligipääsetavatele tasanditele, samal ajal kui aeglasemalt liikuvaid kaupu saab hoida kõrgemal.
- Riiuli numbrite kasutamine. Markeerige lao riiulid ja stanged unikaalsete numbrite või tähtnumbriliste koodidega. See lihtsustab kaupade asukoha tuvastamist.
- Kaubaomaduste arvestamine. Arvestage kauba omadusi, näiteks mõõtmeid, kaalu ja pakendit, selle paigutamisel. Sarnaste omadustega kaubad tuleks hoida üksteise lähedal.
- Tehnoloogia kasutamine. Täiustage oma laohaldustehnoloogiat, kasutades süsteeme nagu laohaldussüsteemid (WMS) ja automatiseeritud kaubatõstesüsteemid.
- Pidev läbivaatamine ja optimeerimine. Regulaarselt vaadake üle ja optimeerige kaupade ladustamise paigutus vastavalt nõudluse ja müügi muutustele.

Õige kaupade ladustamise kavandamine aitab suurendada logistika tõhusust ja laoprotsesside tootlikkust.

2.3 Infosüsteemide roll laonduses

Hoiustatav kaup kannab endas suurel hulgal informatsiooni. Informatsioonisüsteemidel on oluline roll laohalduse tõhustamisel, varude halduse optimeerimisel ja laoprotsesside üldise tõhususe suurendamisel. Siin on mõned viisid, kuidas informatsioonisüsteemid mõjutavad laohaldust [28]:

- Informatsioonisüsteemid aitavad optimeerida varude taset, jälgida kaupade liikumist ja automatiseerida tellimis- ja varude ümberhindamise protsesse. See võimaldab vältida liigseid varusid ja kaupade puudust.
- Automaatse tuvastamise tehnoloogiate, nagu triipkoodid ja RFID, abil võimaldavad informatsioonisüsteemid täpset jälgimist kaupade asukoha ja koguse osas laos.
- Informatsioonisüsteemid analüüsivad ajaloolisi andmeid ja võimaldavad täpsemini prognoosida tulevast nõudlust. See aitab planeerida oste ja ressursse.
- Tellimuste haldamise automatiseerimissüsteemid hõlbustavad ja kiirendavad tellimuste töötlemist, sealhulgas tellimuste vastuvõtmist, kaupade saadavuse kontrollimist, komplekteerimist ja väljastamist.
- Informatsioonisüsteemid analüüsivad laovarude, müügi ja tootmise andmeid, mis aitab tuvastada suundumusi, probleeme ja võtta vastu paremini põhjendatud ärilisi otsuseid.
- Informatsioonisüsteemid võivad aidata järgida norme ja standardeid, mis on seotud teatud tüüpi kaupade, nagu toiduained või ohtlikud ained, hoiustamise ja vedamisega.

- Süsteemid võimaldavad luua aruandeid erinevate laoprotsesside kohta ja jälgida neid reaalsajas.
- Informatsioonisüsteemid võivad aidata tagada laos turvalisuse läbi juurdepääsu kontrolli ja personali tegevuse jälgimise.

Kokkuvõttes mängivad informatsioonisüsteemid võtmerolli laohalduse optimeerimisel, suurendades operatsioonide efektiivsust, täpsust ja läbipaistvust.

3 LAOTEENUSTE DIGITALISEERIMISE VIISID

Laohalduse digitaliseerimine on protsess erinevate tehnoloogiate ja süsteemide rakendamiseks, et parandada kõiki laotegevuse aspekte. See hõlmab endas laohalduse protsesside digitaliseerimist, varude jälgimist, tellimuste haldamist, kaupade liigutamist, arvestust ja paljusid teisi funktsioone. Digitaliseerimine on tarkvarasüsteemi rakendamine, mis vähendab töömahtu. Kaupade selge jälgimis- ja identifitseerimissüsteem on eduka ja tõhusa laotegevuse võti. Kaupade märgistamine aitab laos kiiresti töötada, välistab vigade võimaluse ja võimaldab tellimusi vajalikus mahus komplekteerida. Komplekssed süsteemid mõjutavad kõiki lao äriprotsesse [5].

Digitaliseerimine tähendab protsesside viimist digitaalsesse keskkonda, et tegevusi automatiseerida ja nende täpsust suurendada.

Mõned peamised laohalduse automatiseerimise aspektid [25]:

- Triipkoodide ja skannerite kasutamine võimaldab varusid kergesti ja täpselt jälgida ja hallata. See aitab vähendada vigu kaupade vastuvõtmisel, väljastamisel ja liigutamisel.
- Kaasaegsed kaubaarvestuse süsteemid võimaldavad automaatselt värskendada teavet kauba olemasolu kohta ja jälgida nende liikumist laos.
- Kaupade sorteerimise ja pakkimise masinad kiirendavad ettevalmistusprotsessi tarneks.
- Andmeanalüüsi tarkvaralahenduste kasutamine võimaldab juhtidel saada üksikasjalikku teavet lao töö kohta, aidates neil teha paremaid otsuseid.
- Laohaldussüsteemid integreeruvad sageli teiste ettevõtte süsteemidega, et hõlbustada andmevahetust.

Laohalduse automatiseerimine võib märkimisväärselt parandada efektiivsust, vähendada kulusid ja vähendada vigade tõenäosust.

Ettevõtte 3Gem (global market research) viis läbi uuringu "Informatsiooni liigse koormuse tõttu töötajate tööviljakuse vähenemine", mille tulemusel selgus, et umbes 40% ettevõtetest kogu maailmas ei omasta infotehnoloogia süsteeme, mis on mõeldud info kogumiseks, salvestamiseks ja sellele juurdepääsu tagamiseks. Selliste infotehnoloogia süsteemide puudumine toob kaasa märkimisväärse hulga käsitsi tehtavaid toiminguid, mis nõuavad palju aega ja pingutusi, ning samuti on need vigadele vastuvõtlikud. Selle tulemusena peavad töötajad meelde jätma suure hulga informatsiooni, mis teatud juhtudel viib oluliste andmete unustamiseni. Seetõttu on kuni 36% töötajatest sunnitud kulutama suurema osa oma tööajast vigade parandamisele, mis on tingitud

olulise info unustamisest. 26% töötajatest leiab, et puuduva teabe tõttu ei suutnud nad teatud toiminguid õigeaegselt teostada, samal ajal kui 25% ei suutnud täita oma kohustusi, mis on seotud nende töökohustustega [6].

Just seetõttu on ettevõtetel vajalikud infotehnoloogia süsteemid ja tehnoloogiad, mis hõlbustavad töötajate tööd ning muudavad tööprotsessid kiiremaks, kvaliteetsemaks ja efektiivsemaks.

3.1 Infosüsteemid- ja tehnoloogia

Viimase kahe aastakümne jooksul on infotehnoloogia maailmas ilmnenu, avaldades mõju meie isiklikule, sotsiaalsele ja ühiskondlikule elule ning mõjutades oluliselt elukvaliteeti. Interneti ja veebi ilmumisega on äriprotsessid läbinud radikaalseid muutusi. Neid kasutatakse laialdaselt tootmiseks, töö hõlbustamiseks, suhtlemiseks, raamatupidamise pidamiseks ja suurema tootlikkuse saavutamiseks süsteemis, kus neid kasutatakse. Tehingud on saanud paberivabaks, tšekid ja sularaha muunduvad elektroonilisteks ja digitaalseteks rahaks. See on avanud uusi ärivõimalusi, nagu veebipõhised äriprotsessid, turvalised makseprotsessid ja äri juhtimine igalt poolt, olles väljaspool kontorit või organisatsiooni [7].

Infotehnoloogia süsteemid ja tehnoloogiad mängivad kaasaegsete ladude haldamisel kriitilist rolli. Need aitavad optimeerida protsesse, parandada varude halduse täpsust ja tõhusust ning suurendada lao töö tõhusust. Informatsioonisüsteemi põhikomponentideks on ettevõtte ressursside halduse tarkvara (ERP), sidevahendid, rakendustarkvara ja planeerimissüsteemid.

3.2. Andmetuvastussüsteemid

Transpordi- ja logistikainformatsiooni kogumise ja vahetamise protsesside lihtsustamiseks on välja töötatud automatiseeritud andmete identifitseerimise süsteemid, mida tuntakse ka automaatse identifitseerimise süsteemidena. Näiteks kuulub siia vöötkoodide ja elektroonilise skaneerimise kasutamine. Selliseid identifitseerimissüsteeme kasutatakse toodete jälgimiseks nii laos kui ka jaemüügis. Kuigi selliste automatiseeritud identifitseerimissüsteemide kasutuselevõtt nõuab nii rahalisi kui ka ajalisi ressursse, muutuvad need asendamatuks osaks vananenud paberipõhiste andmekogumise ja vahetamise meetodite väljavahetamisel, mis nõuavad mitte ainult rohkem aega, vaid on ka vigade suhtes haavatavamad [8].

Kõige levinumad automaatse andmete tuvastamise meetodid on triipkoodi tehnoloogia ja raadiosagedusliku identifitseerimise tehnoloogia (RFID). Neid süsteeme kasutatakse erinevates

tarneahela lülides ning neid kasutatakse varude haldamise lihtsustamiseks erinevatel selle ahela etappidel.

3.2.1. Raadiosageduslik tuvastamine

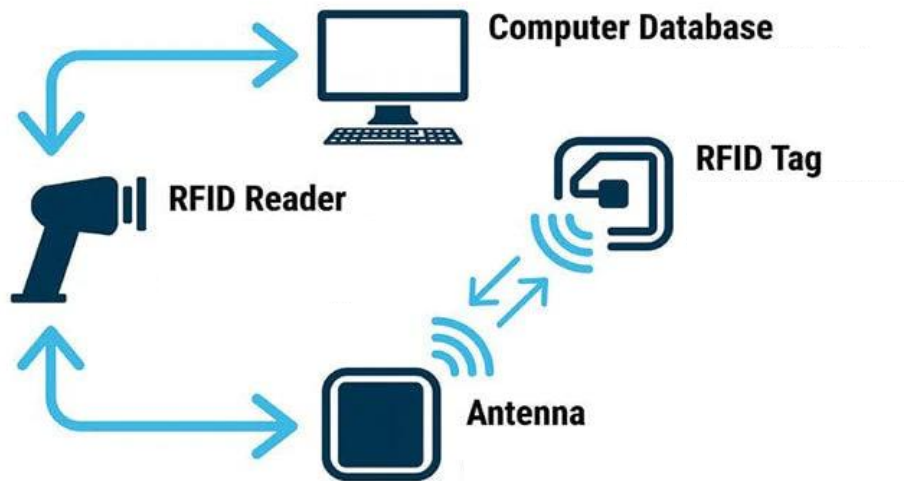
Raadiosageduslik identifitseerimine (RFID) on uus tehnoloogia, mis leiab üha enam kasutust tarneahela haldamisel. RFID tehnoloogial on oluline roll logistika ja tarneahelate toetamisel tänu selle võimele tuvastada ja jälgida teavet kogu tarneahelas. See tehnoloogia võib pakkuda tarnijatele, tootjatele, levitajatele ja jaemüüjatele täpset teavet toodete kohta reaajas. Selline täpne teave varude kohta viib tööjõukulude vähenemiseni, äriprotsesside lihtsustamiseni ja tarneahela tõhususe suurenemiseni. Õigesti kasutamisel võib süsteem vähendada tellimuste täitmise aega ja varude haldamise kulusid, suurendada varude teabe täpsust, aidata vältida laovarusid ja suurendada varude pöörlemise sagedust [9].

RFID on osa tehnoloogiate rühmast, mida tuntakse automaatse identifitseerimise ja andmete kogumise (AIDC) all. AIDC vahendeid saab kasutada objektide tuvastamiseks, nende kohta andmete kogumiseks ning nende andmete arvutisüsteemile edastamiseks minimaalse inimsekkumisega [12].

RFID-tehnoloogia hõlmab RFID-silti ja RFID-lugejat, mis on ühendatud arvutisüsteemiga. Silt on komponent, mis kogub andmeid pidevalt reaajas ja edastab need raadiolainete kaudu. Tavaliselt koosneb RFID-silt kahest põhielemendist: väikestest mikrokiipidest ja antennist. Mikrokiip hoiab ja töötleb teavet, samal ajal kui antenn on mõeldud andmete vastuvõtmiseks ja edastamiseks. Enamikul juhtudel sisaldab mikrokiip teavet kaupade või kaupade kohta [9].

RFID-märgis, RFID-skanner ja andmete töötlemise tarkvara moodustavad selle tehnoloogia kolm peamist komponenti. Märgis on väike objekt, mida saab kinnitada teie valitud tootele. See sisaldab väikest kiipi, kuhu on salvestatud andmed, ning antenni, mis võimaldab vastu võtta raadiosageduslikke päringuid ja edastada vastuseid raadiosaatja abil. Need märgised sisaldavad toote elektroonilist koodi ja teavet selle kohta, nagu ettevõtte nimi, partiinumber ja tootmisaasta, hind ning muud olulised tooteomadused [10].

Joonis selgelt näitab, kuidas RFID-süsteem toimib (Joonis 2)



Joonis 2. RFID süsteem [12]

Skaneerimine koos arvutisüsteemiga võimaldab jälgida ja hallata märgistatud kaupu. Selle tulemusel on võimalik reaalajas jälgida kaupade liikumist kogu tarneahelas ilma inimese sekkumiseta. Kui kaubad jõuavad sihtkohta, ei ole vaja inventuuri teha ega partiisid kontrollida, kuna kogu kaupade info loetakse raadioskannerite abil ja töödeldakse arvutiprogrammiga. RFID-tehnoloogia rakendamine automatiseerib tarneahelas toimuvaid protsesse ja vähendab võimalikke vigade ja kahjude arvu [11].

On kaks tüüpi RFID lugejaid [12]:

- Fikseeritud lugejad, kus lugeja ja antenn on paigaldatud kindlasse kohta, kus RFID-sildi andmed läbivad.
- Mobiilsed lugejad, mis on käes hoitavad seadmed ja neid saab kanda igal pool [12].

3.2.2 Vöötkooditehnoloogia

Vöötkoodi kasutamine on üks levinumaid identifitseerimismeetodeid laologistikas. See tehnoloogia võimaldab jälgida kaubavoogu ja varude inventuuri, otsida kaupu ladustamiskohtadest ning tuvastada ladu puudutavad dokumendid. Vöötkoodidel põhinev ladu digitaliseerimine võimaldab mitte ainult korraldada lao tööd, vaid saavutada olulisi tulemusi ettevõttele - optimeerida laopindade kasutust, kiirendada tellimuste komplekteerimist ja väljastamist, kõrvaldada segadused ja puudujäägid, suurendada töötajate ja laadimisseadmete tõhusust [11, lk. 335-337].

Vöötkood on visuaalne esitusviis informatsioonist vöötkoodilisel pinnal, kujutatuna joonte ja vahedena. Jooned ja vahed on kavandatud erineva laiusega ning koosnevad numbritest, tähtedest ja

sümbolitest nagu punkt, koolon ja teised. Erinevaid kombinatsioone neist tähtnumbrilistest märkidest kasutatakse informatsiooni esindamiseks (Joonis 3) [14].

Vöötkoodisüsteeme on kaks: ühe- ning kahemõõtmelised koodisüsteemid.

Ühemõõtmelistest koodidest kasutatakse enim järgnevaid nelja vöötkoodisümboolikat: EAN/UPC, Interleaved 2 OF 5, Code 39 ja Code 128 . EAN/UPC on kõigist neljast levinuim [11, lk. 335-337].

Kahemõõtmelised koodid on jaotatud kahte erinevasse kategooriasse. Esimeses kategoorias on vöötkoodid, mis on jaotatud kitsaste ridade kaupa, ning neid loetakse ridadele vastavalt ühes suunas. Nende koodide pikkus võib ulatuda kuni 1850 tähemärki. Tuntumad koodid selles kategoorias on QR- Code, Code 16K, Code 49, Codablock ja PDF 417 [11, lk. 335-337].

Teises kategoorias on maatrikskoodid, kus koodid ei ole triipude, vaid ruutudena esitatud. Neid saab lugeda erinevates suundades, ja ainus lugemistehnoloogia selleks on pildilugeja. Selle kategooria enimkasutatavad koodid hõlmavad Datacode, Matrixcode ja Data Matrix. Kõige sagedamini kasutatakse 2D-koodidest QR-koodi [11, lk. 335-337].

1D barcodes:



2D barcodes:



Joonis 3. 1D ja 2D kood [30]

Mõlemal tüüpi vöötkoodidel on omad eelised ja puudused:

1D Vöötkoodid [15]:

- Eelised: lihtne kasutada ja laialt levinud jaemüügis. Need võivad olla piisavalt tõhusad põhilise laoarvestuse jaoks, eriti kui vajatakse piiratud infomahtu.
- Puudused: andmete salvestamise maht on piiratud. Suurema info hoidmisel võivad 1D vöötkoodid olla ebapiisavad.

Kõige sagedamini kasutatakse 2D-koodidest QR-koodi.

QR-kood (Quick Response Code) on kahemõõtmeline kood, mida kasutatakse andmete kiireks lugemiseks ja dekodeerimiseks. QR-koodid võivad sisaldada erinevat tüüpi andmeid, näiteks teksti, URL-e, kontaktteavet, Wi-Fi võrguandmeid, ja palju muud [13].

QR-koodid on efektiivne ja mugav viis jagada mitmesugust teavet kiiresti ja täpselt, mistõttu on need laialdaselt kasutusel tänapäeva digitaalses maailmas.

QR-kood koosneb mustadest ruutudest, mis paiknevad valgel taustal. Mida rohkem ruute, seda rohkem andmeid kood sisaldab. QR-koodi struktuur sisaldab ka erinevaid märgiseid, mis aitavad skanneril koodi õigesti lugeda (Joonis 3) [13].

Eelised: suurem andmete salvestamise maht, võivad sisaldada teksti, URL-e ja muud täiendavat infot. Suurem usaldusväarsus kahjustuste korral [15].

Puudused: mõned skaneerimissüsteemid võivad olla kallimad, ja mitte kõik skannerid ei toeta 2D vöötkoode [15].

Andmeterminal on seade, mis loeb krüpteeritud teavet ja edastab andmed online-kassasse, arvutisse või POS-süsteemi. Skannerid on käeshoitavad ja statsionaarsed, kahemõõtmelised ja ühemõõtmelised, juhtmega ja juhtmevabad.

3.2.3.1 Juhtmega käsiandmeterminal

Juhtmega käsiandmeterminal on seadmed, mis on ühendatud juhtmega arvuti, terminali või muu seadmega andmete edastamiseks. Need seadmed võimaldavad vöötkoodide kiiret ja täpset lugemist, tagades samas stabiilse andmeedastuse juhtme kaudu. Paljud juhtmega käsiskannerid saavad vajaliku toite otse juhtme kaudu ühendatud seadmest, mis välistab vajaduse eraldi toiteallika järele. Juhtmega käsiskannereid kasutatakse laialdaselt jaemüügis, laohalduses, logistikas ja muudes valdkondades, kus on oluline tõhus ja täpne vöötkoodide lugemine. Paljud neist skanneritest on ehitatud vastupidavaks, taludes igapäevast kasutamist ja võimalikke kukkumisi. Enamik juhtmega käsiskannereid on ühilduvad erinevate operatsioonisüsteemide ja andmebaasisüsteemidega, muutes nad mitmekülgseks ja kergesti integreeritavaks erinevatesse süsteemidesse. Juhtmega käsiskannerid on valik, mis sobib hästi olukordadesse, kus on vaja kindlat ja stabiilset andmeühendust ning kus mobiilsus ei ole peamine nõue (Joonis 4) [16].



Joonis 4. Juhtmega käsiandmeterminal [31]

3.2.3.2 Juhtmeta käsiandmeterminal

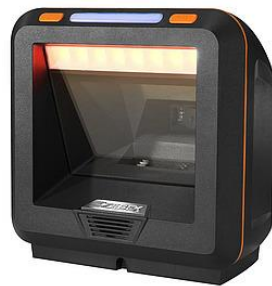
Juhtmeta käsiandmeterminal on kaasaskantav seade, mis võimaldab triipkoodide lugemist ilma juhtmete kasutamiseta ning seda tavaliselt kasutatakse koos kaasaskantava arvuti, andmekogumisterminali või isegi nutitelefoniga. See annab operaatoritele vabaduse liikuda laos või poes. Need skannerid tagavad mugavuse ja paindlikkuse andmete kogumisel ja edastamisel laos, jaemüügis ning teistes valdkondades. Andmete edastamiseks ühendatud seadmele võivad nad kasutada erinevaid side tehnoloogiaid, näiteks Bluetoothi, Wi-Fi või raadiosagedusi (RFID). Kaasaskantavad traadita skannerid suudavad edukalt lugeda nii 1D kui ka 2D triipkoode, muutes nad mitmekülgseks erinevateks rakendusteks. Kiire ja täpne traadita skanneri lugemine suurendab laoooperatsioonide tõhusust ja täpsust. Tavaliselt on neil sisseehitatud akud, mis tagavad piisava tööaja ilma laadimiseta. Sõltuvalt kasutatavast side tehnoloogiast võivad nad olla ühilduvad erinevate seadmetega, nagu arvutid, tahvelarvutid või nutitelefoniid. Mõned mudelid on kõrge tolmu- ja veekindlusega, muutes nad sobivaks kasutamiseks erinevates tingimustes. Kaasaskantav traadita skanner on oluline osa andmekogumise protsesside automatiseerimisest laos, kauplustes ja teistes valdkondades, kus on vajalik tõhus triipkoodide skaneerimine (Joonis 5) [16].



Joonis 5. Juhtmeta käsiandmeterminal [32]

3.2.3.3 Statsionaarne andmeterminal

Staatilised andmeterminalid on mõeldud kasutamiseks fikseeritud kohtades, nagu müügikohad, laod või tootmisliinid. Neid saab paigaldada konveieritele, töölauale või stendidele skaneerimise optimeerimiseks fikseeritud punktides. Staatilised skannerid on tavaliselt varustatud automaatsete lugemismehhanismidega, mis reageerivad triipkoodi olemasolule ja skaneerivad selle automaatselt. Enamikul staatilistest skanneritest on kõrge lugemiskiirus, võimaldades tõhusalt töödelda suuri tootmismahutusi. Need võivad töödelda mitut triipkoodi korraga, toetades erinevaid triipkoodi standardeid. Mõned staatilised skannerid võivad olla spetsialiseeritud teatud tüüpi triipkoodide, nagu 2D-maatrikskoodid või koodid täiendava teabega, lugemiseks. Need integreeruvad tavaliselt kergesti kaubanduse arvestuse või ERP-süsteemidega. Staatilised skannerid on sageli valmistatud vastupidavatest materjalidest ja tagavad pika kasutusaja. Mõned staatiliste skannerite mudelid võivad olla vastupidavad niiskusele, tolmu mõjule ja temperatuurimuutustele. Need skannerid mängivad võtmerolli tootmis- ja logistikasüsteemides skaneerimisprotsesside automatiseerimisel, kus triipkoodide täpne ja tõhus lugemine on suure tähtsusega (Joonis 6) [17].



Joonis 6. Staatiline andmeterminal [34]

4 KASUTATUD MEETODID

ARIS (EPC meetod) -protsessi modelleerimiseks

ARIS (lühend inglise keelest "*Architecture of Integrated Information Systems*") on metoodika ja levitav tarkvaratoode ettevõtete äriprotsesside modelleerimiseks. See pakub meetodeid protsesside analüüsimiseks ja protsesside kujundamise, haldamise, töökorralduse ning rakenduste töötlemise holistilise vaate saamiseks [18].

Ishikawa (fishbone) - probleemide kirjeldamiseks

Põhjuseanalüüs (inglise keelest, „*Root Cause Analysis*“, RCA) on protsess, mille käigus avastatakse probleemide juurpõhjused eesmärgiga leida sobivad lahendused. Põhjuseanalüüsi saab teostada põhimõtete, tehnikate ja metoodikate kogumiga, mida kõike saab rakendada sündmuse või suundumuse juurpõhjuste kindlakstegemiseks. Üle vaadates pinnapealse põhjuse ja tagajärje, võib põhjuseanalüüs näidata, kus protsessid või süsteemid ebaõnnestusid või põhjustasid probleemi alguse [20].

Fishbone - analüüs on süstemaatilise probleemianalüüsi ja põhjuse-tagajärje visualiseerimise meetod. Põhiline idee seisneb selles, et eristada ja süstematiseerida kõik võimalikud põhjused (või faktorid), mis võivad viia teatud probleemi või tulemuseni. Diagramm esindab skeemi, mis meenutab kalaluud, kus põhiliin kujutab endast probleemi ja sellest lahknevad "luud", mis esindavad erinevaid faktorite kategooriaid [19].

SmartDraw tarkvara laomodelleerimiseks

SmartDraw on diagrammi- ja joonistustööriist, mis aitab erinevate suurustega ettevõtetel, hallata diagrammiprotsesse eeldefineeritud mallide abil, et luua infograafikat, võrgukavandeid, mõttekaarte, organisatsioonikaarte ja muud [21].

SmartDraw disainivõimalused võimaldavad ettevõtetel genereerida arhitektuurseid skeeme, kasutades automatiseeritud vahemikke, suurusi, joondamist ja värviskeeme. Selle vormindustööriist võimaldab arendajatel automaatselt ümber kujundada diagramme, lisades, kustutades ja liigutades struktuurivorminguid [21].

Võrdlev analüüs digitaliseerimisvahendite võrdlemiseks

Võrdlev analüüs on uurimismeetod, mida kasutatakse kahe või enama objekti, nähtuse, protsessi või andmete võrdlemiseks ja analüüsimiseks eesmärgiga tuvastada nende sarnasusi, erinevusi ja olulisi omadusi. Seda meetodit saab rakendada erinevates valdkondades, sealhulgas äri, majandus, teadus, haridus ja teised [22].

Võrdleva analüüsi põhielemendid hõlmavad:

Võrreldavad objektid: Need võivad olla kaubad, teenused, ettevõtted, strateegiad, tehnoloogiad, protsessid, nähtused [22].

Võrdlusparameetrid: Need on kriteeriumid, mille alusel toimub võrdlus. Kriteeriumid võivad hõlmata hinda, kvaliteeti, efektiivsust, tootlikkust, omadusi [22].

Võrdleva analüüsi tulemuste põhjal tehakse järeldused selle kohta, millistel objektidel on eelised, puudused või eripärad, ning võivad antud soovitusi otsuste langetamiseks. Näiteid võrdlevast analüüsist võivad olla turukonkurentide võrdlus, erinevate strateegiate tõhususe hindamine, toodete eeliste ja puuduste analüüs, erinevate piirkondade majandusnäitajate võrdlus ja muud. Üldiselt on võrdlev analüüs oluline vahend põhjendatud otsuste langetamiseks põhjendatud andmete alusel [22].

Otsustusmaatriks andmeterminali valimiseks.

„Kaalutud otsustusmaatriks on tööriist, mida kasutatakse lahenduste võrdlemiseks mitme erineva tähtsusega kriteeriumi alusel“ [23].

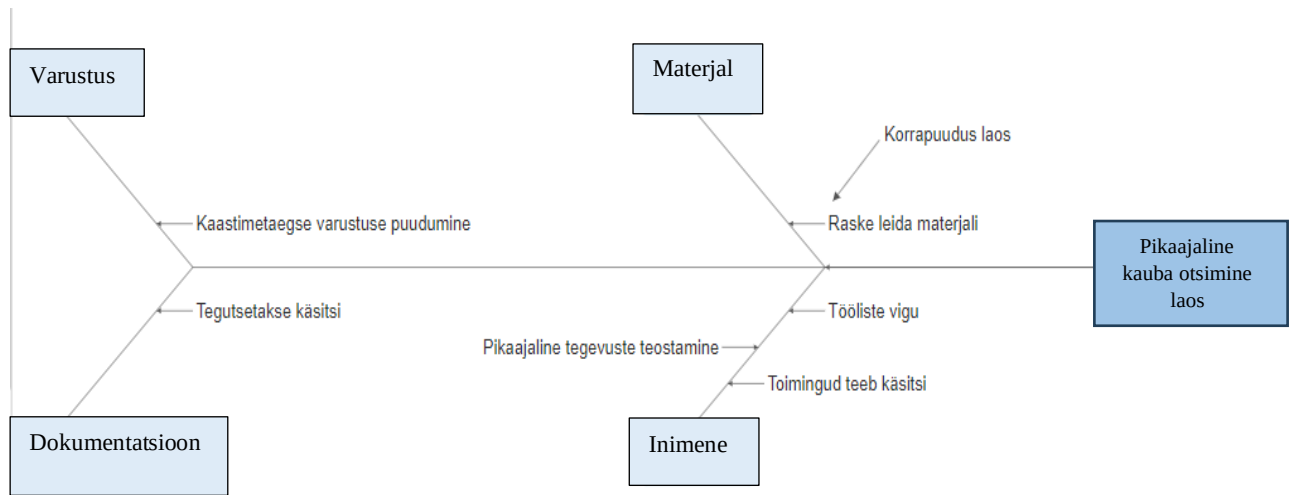
Parima valiku leidmiseks on vaja võimalusi omavahel võrrelda. Üheks viisiks selleks võib olla otsustusmaatriks (inglise keeles decision matrix). Otsustusmaatriks osutub efektiivseks vahendiks olukordades, kus on palju häid valikuid, mille vahel valida, arvestades mitmeid erinevaid tegureid. See protsess hõlmab viit sammu [24]:

1. Kirjeldus kõigist valikutest ja neid ühendavatest teguritest.
2. Hindamine, kasutades 5-pallist skaalat, mis määrab võrreldava objekti suhtes oluliste tegurite väärtused 1-st 5-ni, kus 5 on suurepärase vastavuse ja 1 näitab nõrka vastavust
3. Tegurite olulisuse hindamine, kasutades kaalusid.
4. Tegurite väärtuste korrutamine punktis 2 määratud kaaludega vastava teguri osas.
5. Punktis 4 saadud tegurite väärtuste summeerimine iga alternatiivi korral ning valik, mille summa on suurim.

5 SRC LAOTEENUSTE ANALÜÜS

5.1 Probleemide kirjeldus

Autor kasutab Ishikawa meetodit ettevõtte laoprobleemide põhjuste väljaselgitamiseks (Joonis 7).



Joonis 7. Laoprobleemide kirjeldamine

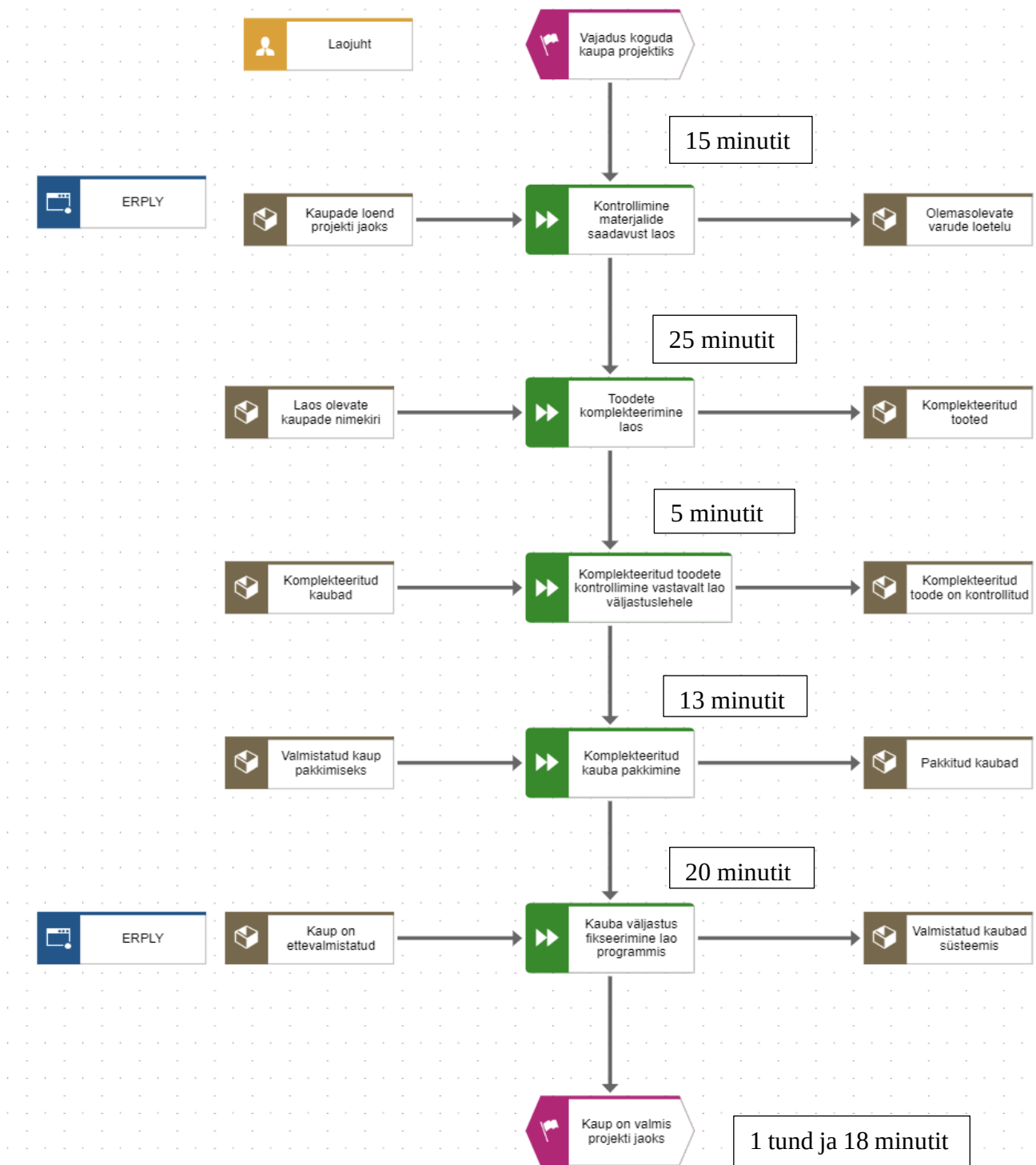
Töö peamiseks probleemiks on pikaajaline protsess laos oleva kauba leidmisel, mis on tingitud neljast tegurist: inimestest, materjalidest, varustest ja dokumentatsioonist. Materjalide kategoorias on probleemiks materjali leidmise raskus, puuduliku korrastatuse tõttu laos. Inimfaktoris esinevad töötajate vead, kuna kõik toimingud tehakse käsitsi ja võtavad palju aega. Dokumentatsiooni faktoril on probleem seotud sellega, et kogu dokumentatsioon luuakse käsitsi. Töö peamine probleemi allikas on aga seadmete osas, kuna laos puudub kaasaegne varustus.

5.2 Praegused lao protsessid ettevõttes (AS-IS)

Protsesside kirjeldus on tehtud ARIS tarkvara abil. Laos on kaks võtmetähtsusega protsessi: kaupade komplekteerimine otse laost projekti jaoks ning projektilt tagastatud kaupade lahtivõtmine paigutamine riiulitele. Mõlema protsessi tõhususe hindamiseks kasutas töö autor taimerit. Lisaks mõõdeti laos kaupade komplekteerimise ja lahtivõtmise toimingute kiirust töötaja osalusel, kes teostas kõik vajalikud tegevused.

Kauba komplekteerimine hõlmab viit protsessi, sealhulgas materjalide saadavuse kontrolli laos, toodete komplekteerimine laos, komplekteeritud toodete kontrollimine vastavalt lao väljastuslehele, komplekteeritud kauba pakkimine ja kauba väljastus fikseerimine lao programmis.

Kaupade komplekteerimise laost projekti jaoks protsessi üksikasjalik protseduur on kirjeldatud joonise 8 all (Joonis 8).



Joonis 8. Kaubakomplekteerimise protseduur AS-IS

Lao kaupade kogumise protseduur algab vajalike kaupade nimekirja esitamisega projektijuhtidelt. Kaupade olemasolu laos kontrollib laojuhataja Erply laoprogrammist, analüüsides, millised kaubad

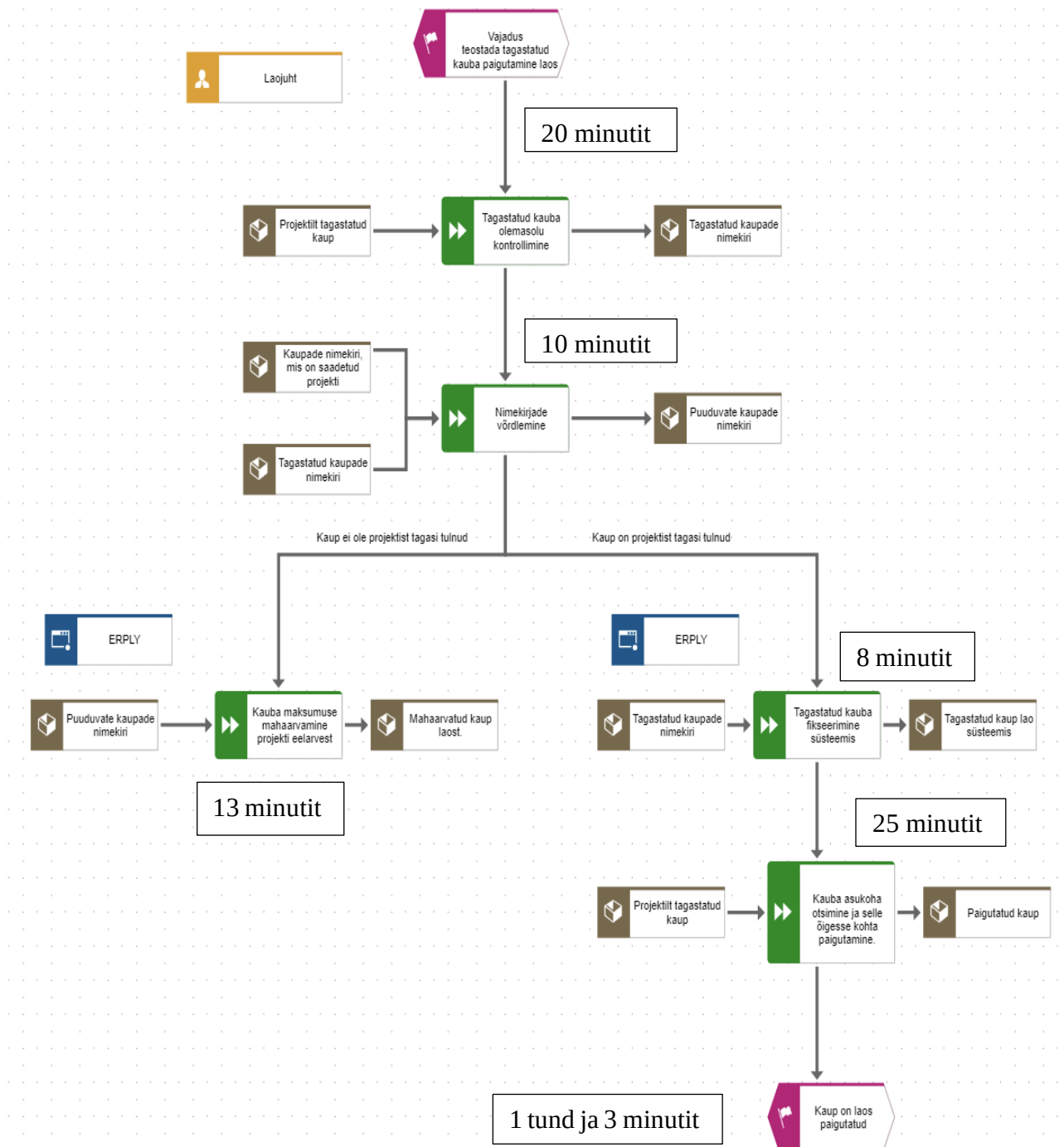
on laos olemas ja milliseid võidakse kasutada teistel projektidel. See etapp võtab aega umbes 15 minutit.

Saadud teabe põhjal koostab laojuhataja nimekirja praegu saadaval olevatest kaupadest. Järgmisena toimub olemasoleva tellimuste nimekirja järgi kaupade otsimine ja kogumine kogu laos, mis võtab aega umbes 25 minutit. Pärast kaupade kogumist teeb laojuhataja kontrolli, võrreldes kogutud kauba algse nimekirjaga, milleks kulub 5 minutit.

Pärast edukat kontrolli pakendatakse kaubad ühte kohta, milleks kulub 13 minutit. Pakendamise lõpetamisel fikseerib laojuhataja kogutud kaupade kohta teabe Erply laosüsteemis. See etapp hõlmab märkimist, millise projekti ja milliseid kaupu laost koguti, ja võtab aega umbes 20 minutit. Seega võtab kogu kaupade kogumise ja fikseerimise protsess aega 1 tund ja 18 minutit.

Projektilt tagastatud kaupade lahti võtmine ja nende paigutamine ladu riiulitele hõlmab 4 protsessi, sealhulgas tagastatud kauba olemasolu kontrollimine, nimekirjade võrdlemine, tagastatud kauba fikseerimine süsteemis ja kauba asukoha otsimine ja selle õigesse kohta paigutamine.

Protsessi üksikasjalik protseduur, kuidas toimub projektilt tagastatud kaupade lahti võtmine ja nende paigutamine laos, on kirjeldatud joonisel (Joonis 9).



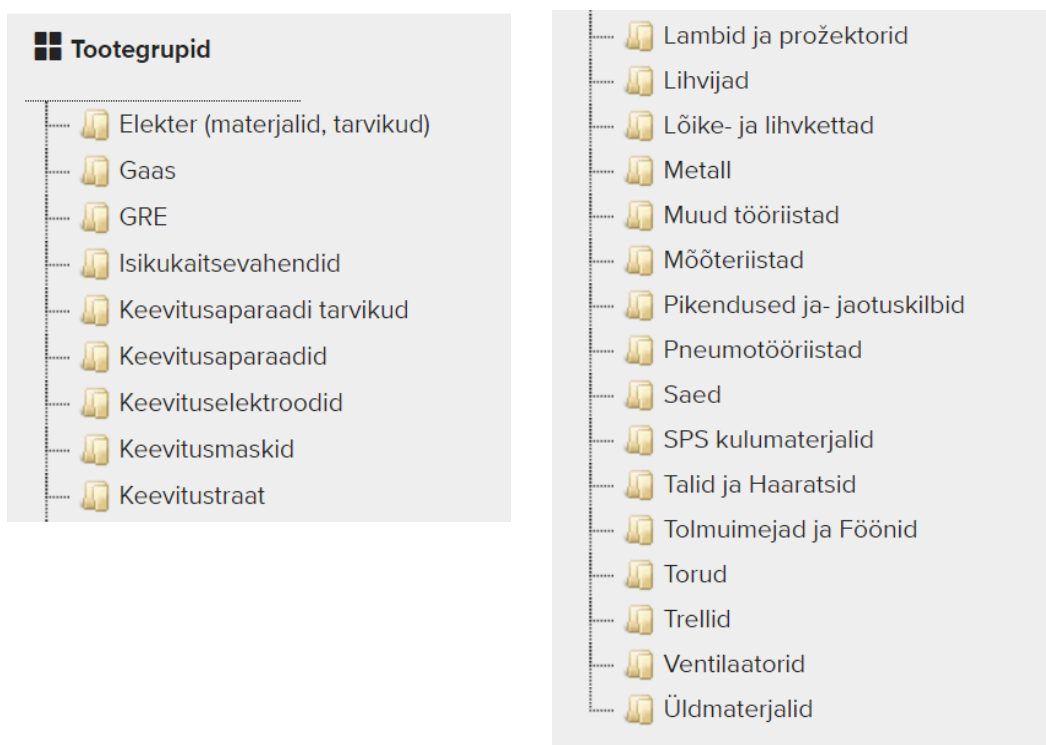
Joonis 9. Kaupade lahti võtmise protseduur AS-IS

Laojuhataja vastutab objektilt tagastatud kaupade paigutamise laos eest. Protseduur algab tagastatud kaupade kontrollimisega. Koostatakse projektilt tagastatud kaupade nimekiri. See protsess võtab aega 20 minutit. Seejärel võrreldakse kaupade nimekirja, võrreldes projektile viidud ja projektilt tagastatud kaupu. Pärast võrdlust koostatakse nimekiri kaupadest, mis ei ole projektilt tagasi tulnud. See protsess võtab aega 10 minutit. Projektilt tagasi lattu tagastatud kaubad registreeritakse laosüsteemis. See protsess võtab aega 8 minutit. Järgnevalt otsib laojuhataja kaupade jaoks õige koha laos ja paigutab

need õigetele kohtadele. See protsess võtab aega 25 minutit. Kogu protseduur võtab aega 1 tund ja 3 minutit.

5.3 Tootegrupid

Erply lao süsteemis on valmis loetelu rühmade kategooriatest, mis on meil laos olemas (Joonis 10).

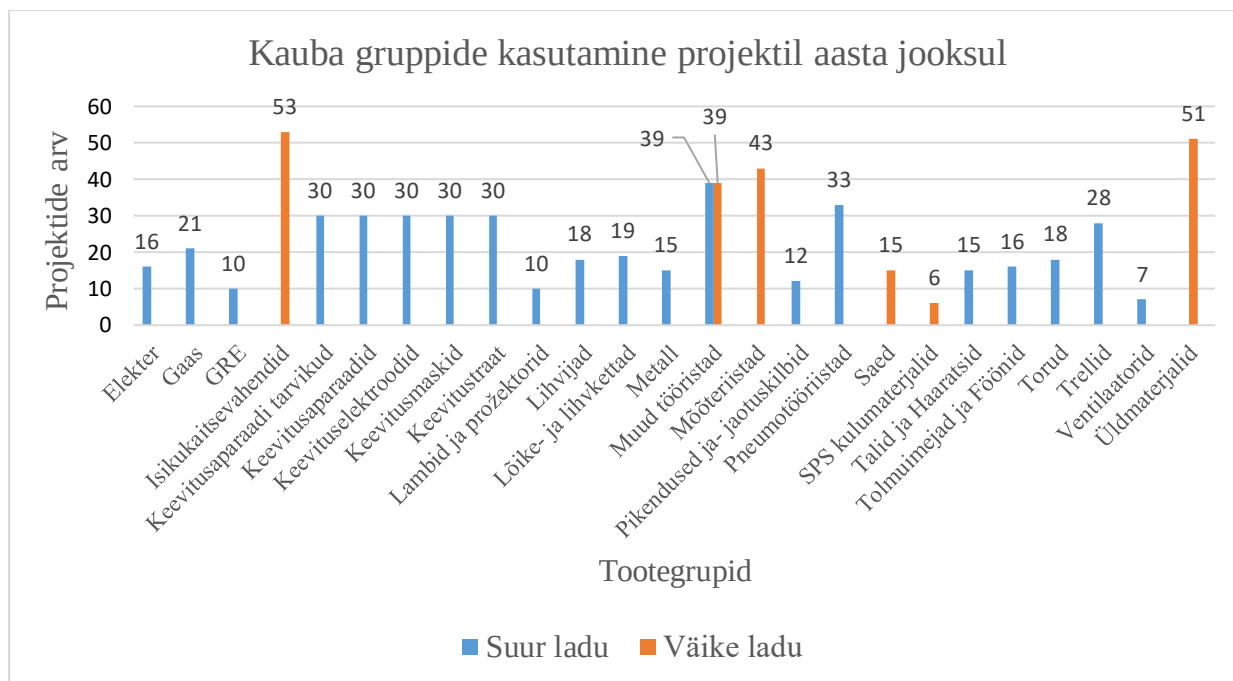


Joonis 10. Tootegruppide nimikiri ERPLYs

Iga grupp sisaldab erinevat arvu toodete kirjeid, kuid igas grupis on kõik tooted ühesuguses koguses (Lisa 1).

Õige jaotuse kaupade tagamiseks riulitel kogusin teavet kaupade rühmade kasutamise sageduse kohta projektides viimase aasta jooksul.

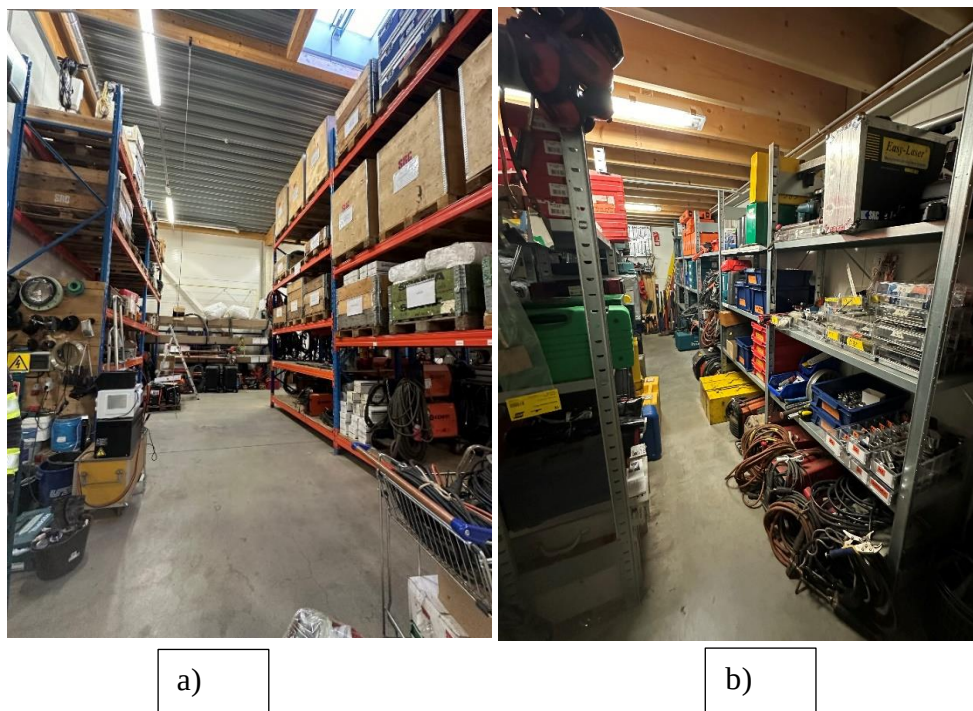
Aasta jooksul oli kokku 57 projekti. Projektides kasutati kõige sagedamini suure lao kaubagruppe, nagu keevitusaparaadide tarvikud, keevitusaparaadid, keevituselektroodid, keevitusmaskid, keevitustraad, pneumotööriistad ja trellid, aga väikese lao kaubagruppe, nagu isikukaitsevahendid, mõõteriistad ja üldmaterjalid (Joonis 11).



Joonis 11. Kauba kasutamise sagedus

5.4 Laoplaan

Lao praegune seis nõuab lao ümberplaneerimist digiteerimise rakendamiseks (Joonis 12).

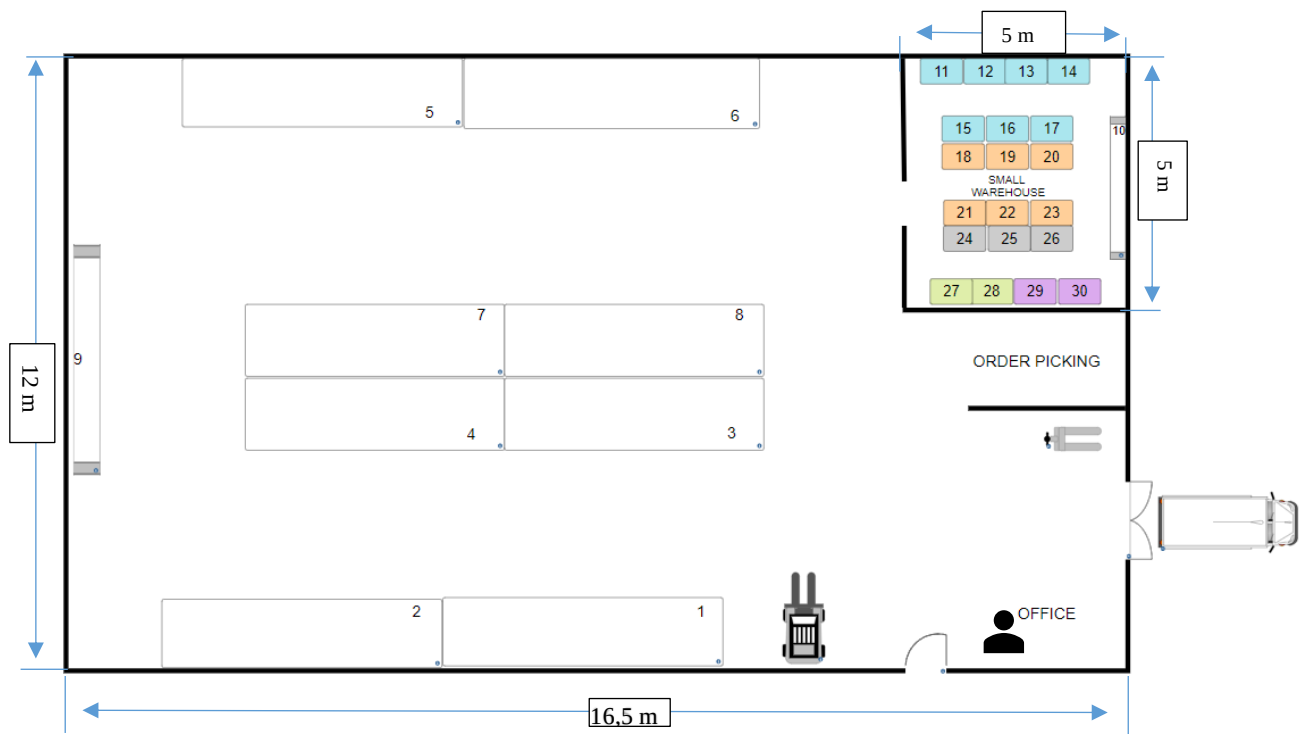


Joonis 12. Praegune lao seis: a) suur ladu; b) väike ladu

Andmeterinalil kuvatakse kauba täpne asukoht laos. Selleks on vajalik laos korda seada ja sisestada kaupade täpsed asukohad laosüsteemi. Andmeterinalil kuvatakse riiuli number ja riiulil asuva kauba number.

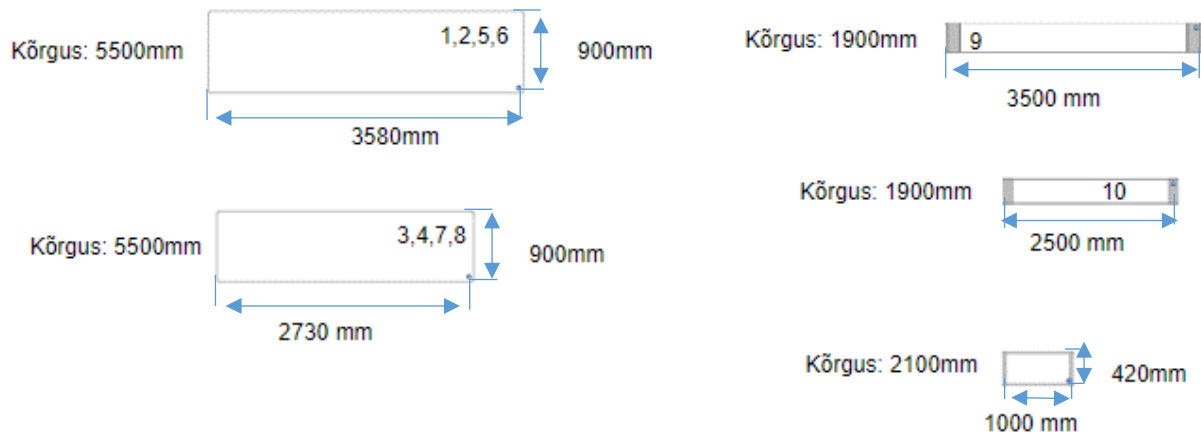
Laopindala on 198 m². Laoruum jaguneb kaheks osaks: suureks ja väikseks laoks. Väikese lao pindala on 25 m² ja suure lao pindala on 173 m². Laoplaan on kujutatud joonisel (Joonis 13).

Laoplani peal on näidatud riiulite nummerdus.



Joonis 13. Laoplaan

Laos on kokku 28 riiulit ja 2 tööriistade seinariiulit. Kõiki laos olevaid riuleid kasutatakse laoplaneerimiseks. Lisariiuleid pole vaja juurde osta. Suures laos on suur ja väike kaubaaluseriulid, samuti on seinariiul tööriistadele. Suurte riiulite mõõtmed on 3580x900x5500 mm, neid on laos 4 tükki. Väikeste riiulite mõõtmed on 2730x900x5500 mm, neid on laos 4 tükki. Tööriistadele seinariiuli mõõtmed on 3500x1900mm. Väikeses laos on peenkaubariiulid. Väikese lao riiulite mõõtmed on 1000x420x2100 mm, neid on laos 20 tükki. Samuti väikes laos on tööriistadele seinariiul, seda mõõtmed on 2500x1900mm (Joonis 14).



Joonis 14. Riiulite suurused

Iga kaubagrupi täpne asukoht laoriulitel on nähtav joonisel (Joonis 15)

Tootegrupid, kus suurte mõõtmetega kaubad on suures laos, ja väiksemate mõõtmetega kaubad on väikeses laos. Aastase kasutamise põhjal on tootegrupid paigutatud lähemale, et neid oleks mugavam kätte saada. Samuti on raskekaalulised ja suuremahulised tooted paigutatud riiulite alumistele riiulitele. Tooted, mida projektides harva kasutatakse, on paigutatud riiulitel kõrgemale. Lisaks, kui tooted on omavahel seotud, paigutatakse need samale riiulile. Näiteks keevitusaparaat, mida projektil kasutatakse, on alati kaasas keevituselektroodide, maskide ja keevitusaparaadi tarvikute. Väikesed tooted, nagu maskid, kindad, väikese suurusega tööriistad ja nii edasi, on paigutatud väikesesse lattu.

Iga lao riiul on nummerdatud vastavalt (Joonis 13). (Joonis 15) on näidatud riuli number vastavalt (Joonis 13) ja samuti selle asukoht laos. (Joonis 15) näitab kauba rühmituste planeerimist laos vastavalt riiulitele. Ladustamissüsteemis olevad kaubad on märgitud (Joonis 13).



Joonis 15. Kaubagrupid asukoht ladustamisriiulitel

6 DIGITALISEERIMISE VAHENDID

Diditaliseerimisvahendite valimiseks on autor koostanud võrdlustabeli. Autor võrdleb RFID, vöötkoodi ja QR-koodi selliste omaduste alusel nagu lugemiskaugus, mälu maht, lugemiskiirus, otsevaate vajadus, süsteemide olemasolev integratsioon, kahjustatud märgi lugemine, elektromagnetväljade häirete mõju, mõõtmete omadused, kasutamine nii statsionaarsete kui ka käsiterminalide identifitseerimiseks, tootja siltide kasutamise võimalus, erivahendite trükkimise nõue ja hind (Tabel 1). Tabelis on tehtud analüüs, mis käsitleb eelistatud valiku tüüpi.

(Tabel 1) on koostatud internetilehekülgedelt saadud teabe põhjal: <https://tritonstore.com.au/rfid-vs-barcode/>

Tabel 1. Digitaliseerimisvahendite võrdlemine

Karakteristikud tehnikale	RFID	Vöötkood 1D	Vöötkood 2D (QR kood)
Lugemiskaugus, cm	700	70	50
Mälu maht (kuni bait)	512 000	100	3000
Lugemiskiirus, silti/sekundis	200	150	50
Otsevaate vajadus	Ei	Ja	Ja
Süsteemide olemasolev integratsioon	Ei ole võimalik	Kergesti	Võimalik
Kahjustatud märgi lugemine	Ei ole võimalik	Võimalik	Keeruline
Elektromagnetväljade häirete mõju	On	Ei ole	Ei ole
Piirangud metalltoodete kasutamisel	On	Ei ole	Ei ole
Märgistatava materjali mõju	Metallid, mõned vedelikud, kõrge tihedusega materjalid (loeb vähemalt märkimisulatuks)	Ei ole	Ei ole

Karakteristikud tehnikale	RFID	Vöötkood 1D	Vöötkood 2D (QR kood)
Mõõtmete omadused	Kesk- ja väiksemõõtmelised	Väiksemõõtmelised	Väiksemõõtmelised
Kasutamine nii statsionaarsete kui ka käsiterminalide identifitseerimiseks	Jah	Jah	Jah
Tootja siltide kasutamise võimalus	Ei ole võimalik	Võimalik	Võimalik
Erivahendite trükkimise nõue	Kohustuslik	Soovitatav (kuid võib printida tavalise printeriga)	Soovitatav
Hind	Keskmine ja kõrge	Madal	Madal

Rohelisega on tabelis näidatud vastusevariant, mis sobib sellele ettevõttele, punasega on näidatud vastus, mis ei sobi sellele ettevõttele. Kollasega on tabelis näidatud vastus, mis ei ole täielikult sobiv sellele ettevõttele, kuid see ei ole kriitiline.

Iga automatiseerimisvahendil on oma eelised ja puudused. RFID, vöötkoodi 1D ja vöötkoodi 2D võrdlemisel valis autor oma laojooks 1D vöötkoodid. Vöötkoodi on lihtsam juurutada ja kasutada. Nende lugemiseks ei ole vaja keerulist varustust, ja töötajad saavad kiiresti skaneerimisprotsessi omandada. Vöötkoodi saab kasutada erinevatel pindadel ja materjalidel. Need sobivad paljude tootekategooriate jaoks ning neid on lihtne pakendile trükkida. Samuti oli väga oluline tegur, et automatiseerimisvahendit saaks kasutada olemasolevas laosüsteemis. 1D Vöötkoodi jaoks ei ole vaja eraldi printerit siltide trükkimiseks. Samuti on 1D vöötkoodide ja seadmete hind odav.

6.2 Vöötkoodi skannerite valik

Autor uuris ainult juhtmevaba, käeshoitavat skannerit koos ekraaniga. Juhtmevaba triipkoodi skanner on ideaalne seade laotöös, kuna selles valdkonnas liiguvad töötajad pidevalt kauba riiulite vahel. Selline sidumine kindla töökohaga teeb ladustamisprotsessid ainult keerulisemaks. Samuti oli

oluline, et skanneril oleks ekraan, kuna Erply programmis, kus hoitakse lao kohta teavet, on võimalik näidata kauba asukohta laos. Tänu ekraanile on kaup hõlpsasti leitav lao riiulitel.

Autor valis käeshoitava andmetermini, kuna see pakub suuremat paindlikkust kasutamisel. Seda saab hõlpsasti liigutada ja kasutada kauba skaneerimiseks erinevates lao piirkondades ilma fikseeritud paigaldusteta. Käeshoitavad andmeterminid on tavaliselt kasutamisel lihtsamad ja nõuavad vähem aega personali koolitamiseks. See on oluline, kuna uut süsteemi tuleb kiiresti rakendada, kuna projektid ei peatu rakendamise ajal. Samuti pole ladu suurte kaubakogustega seotud, mistõttu käeshoitav andmetermin on praktilisem ja majanduslikult mõistlikum valik.

Üheks peamiseks kriteeriumiks otsingu ajal oli, et see andmetermin oleks saadaval Eestis. Kaupa ei ole vaja oodata teisest riigist saabumist, seda saab tulla ja näha kohapeal. Samuti garantii korral on seda lihtsam remondiks tagastada, pole vaja raisata aega teise riigi ettevõttega ühenduse võtmiseks ja transpordi korraldamiseks. Nende kriteeriumid on toodud tabelis 2 (Tabel 2)

Skannerid on saadaval veebisaidil: <https://scanprint.ee/>

Skannerite valimiseks töö autor kasutas otsustusmaatriksit.

Tabel 2. Andmetermini valik

Mudel	Point Mobile PM66
Foto	
Hind, €	311
Kaal, g	300
Suurus (KxLxS), mm	77 x 166 x 29
Lugemismäär max, reads/s	110
Aku tööaeg, t	14
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	67
Standartsed liidesed	4G, Bluetooth, WiFi
Ribakoodid	QR kood, 2D, 1D
Skaneerimise kaugus, cm	50
Garantii (aasta)	3

Mudel	Point Mobile PM260
Foto	
Hind, €	370
Kaal, g	293
Suurus (KxLxS), mm	182 x 66 x 30
Lugemismäär max, reads/s	95
Aku tööaeg, t	7
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	65
Standartsed liidesed	Bluetooth, WiFi
Ribakoodid	1D ja 2D
Skaneerimise kaugus, cm	40
Garantii, aasta	1
Mudel	CipherLab CP55
Foto	
Hind, €	450
Kaal, g	310
Suurus (KxLxS), mm	175 x 60 x 34
Lugemismäär max, reads/s	140
Aku tööaeg, t	12
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	65
Standartsed liidesed	3G, Bluetooth, WiFi

Ribakoodid	QR kood, 2D, 1D, RFID read
Skaneerimise kaugus, cm	40
Garantii, aasta	2
Mudel	DataLogic Skorpion X4
Foto	
Hind, €	1000
Kaal, g	388
Suurus (KxLxS), mm	193 x 76 x 42
Lugemismäär max, reads/s	150
Aku tööaeg, t	18
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	64
Standartsed liidesed	USB, Wi-Fi, Bluetooth
Ribakoodid	QR kood, 2D, 1D
Skaneerimise kaugus, cm	60
Garantii, aasta	2
Mudel	Point Mobile PM450
Foto	
Hind, €	1007
Kaal, g	556
Suurus (KxLxS), mm	213 x 80 x 33
Lugemismäär max, reads/s	130
Aku tööaeg, t	15
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	65
Standartsed liidesed	Wi-fi, Bluetooth, 3G, 4G

Ribakoodid	1D and 2D
Skaneerimise kaugus, cm	50
Garantii, aasta	1
Mudel	CipherLab CP9700
Foto	
Hind, €	1378
Kaal, g	447
Suurus (KxLxS), mm	214 x 87 x 47
Lugemismäär max, reads/s	160
Aku tööaeg, t	13
Rahvusvahelise kaitse, IP kood	65
Standartsed liidesed	USB, Wi-Fi, Bluetooth
Ribakoodid	QR kood, 2D, 1D
Skaneerimise kaugus, cm	50
Garantii, aasta	2

Tabelis 3 autor võrdleb 6 skanneri kriteeriume nagu hind, aku tööaeg, skannerite standartsed liidesed, skanneri poolt loetavad koodid ja garantii olemasolu. Muid skannerite kriteeriume ei võetud arvesse, kuna mõned väärtused on identsed või kriteeriumid pole olulised skannerite valimisel antud ettevõttele

Skänneri valimiseks on vaja hinnata kriteeriumite järgi kõik (Tabel 3) tooted. Kriteeriumite hinnangu reeglid on alltootud tabelis. (Tabel 3)

Tabel 3. Kriteeriumite hinnang

	1	2	3	4	5
Hind (€)	≥ 1351	1051-1350	701-1050	351-700	≤ 350
Aku tööaeg (t)	≤ 4	5-8	9-12	13-16	≥ 17

	1	2	3	4	5
Standartsed liidesed	USB	Bluetooth/Wi-Fi	Wi-Fi, Bluetooth	USB, Wi-Fi, Bluetooth	Wi-Fi, Bluetooth, 3G/4G
Ribakoodid	1D	2D	QR kood/ 2D/ 1D	1D ja 2D	QR kood, 2D, 1D
Garantii (aasta)	Ei ole	1	2	3	4

Ülemises horisontaalses veerus on toodud kriteeriumide hinnangud. Kriteeriumide hindamine toimus vahemikus 1 kuni 5. Igal kriteeriumil on oma hinnanguvahemik.

Skännerite hinnang on näidetud tabelis. (Tabel 4)

Tabel 4. Andmeterinali hinnang

	Point Mobile PM66	Point Mobile PM260	CipherLab CP55	DataLogic Skorpion X4	Point Mobile PM450	CipherLab CP9700
Hind, €	5	4	4	3	3	1
Aku tööaeg, t	4	2	3	5	4	4
Standartsed liidesed	5	3	5	4	5	4
Ribakoodid	5	4	5	5	4	5
Garantii, aasta	4	2	3	3	2	3

Skannerite hindamine toimus, tuginedes tabelile 3, kus on toodud skannerite kriteeriumide väärtused, ja tabelile 4, kus on näidatud iga kriteeriumi hinnang. Nende kahe tabeli abil teostati skannerite hindamine

Otsustusmaatriks on esitatud tabelis. (Tabel 5)

Tabel 5. Otsuse tegemise maatriks

	Osakaal	Point Mobile PM66	Point Mobile PM260	CipherLab CP55	DataLogi c Skorpio X4	Point Mobile PM450	CipherLab CP9700
Hind (€)	0,30	1,5	1,20	1,20	0,90	0,90	0,30
Aku tööaeg (t)	0,25	1	0,50	0,75	1,25	1	1
Standartsed liidesed	0,20	1	0,60	1	0,80	1	0,80
Ribakoodid	0,15	0,75	0,60	0,75	0,75	0,60	0,75
Garantii (aasta)	0,10	0,40	0,20	0,3	0,30	0,20	0,30
KOKKU	1	4,65	3,10	4	4	3,70	3,15

Otsuse tegemiseks tuleb määrata iga kriteeriumi tähtsuse väärtus. Kõigi väärtuste summa peab kokku moodustama 1.

Hind on kõige olulisem kriteerium, seega selle kriteeriumi väärtus on 0,3. Seejärel, laopidamise tõhusaks toimimiseks on oluline aku tööaja kriteerium, selle väärtus on 0,25. Samuti on oluline skannerite standardsed liidesed, kuna sõltub sellest, kui kvaliteetselt andmeid edastatakse, seega selle kriteeriumi väärtus on 0,2. Järgmise tähtsusega kriteerium on skannerite võime lugeda erinevaid koode, et vältida vajadust uute andmeterminali ostmiseks täiendavate koodide kasutuselevõtul. Selle kriteeriumi väärtus on 0,15. Kõige viimane kriteerium on garantii, selle väärtus on 0,1.

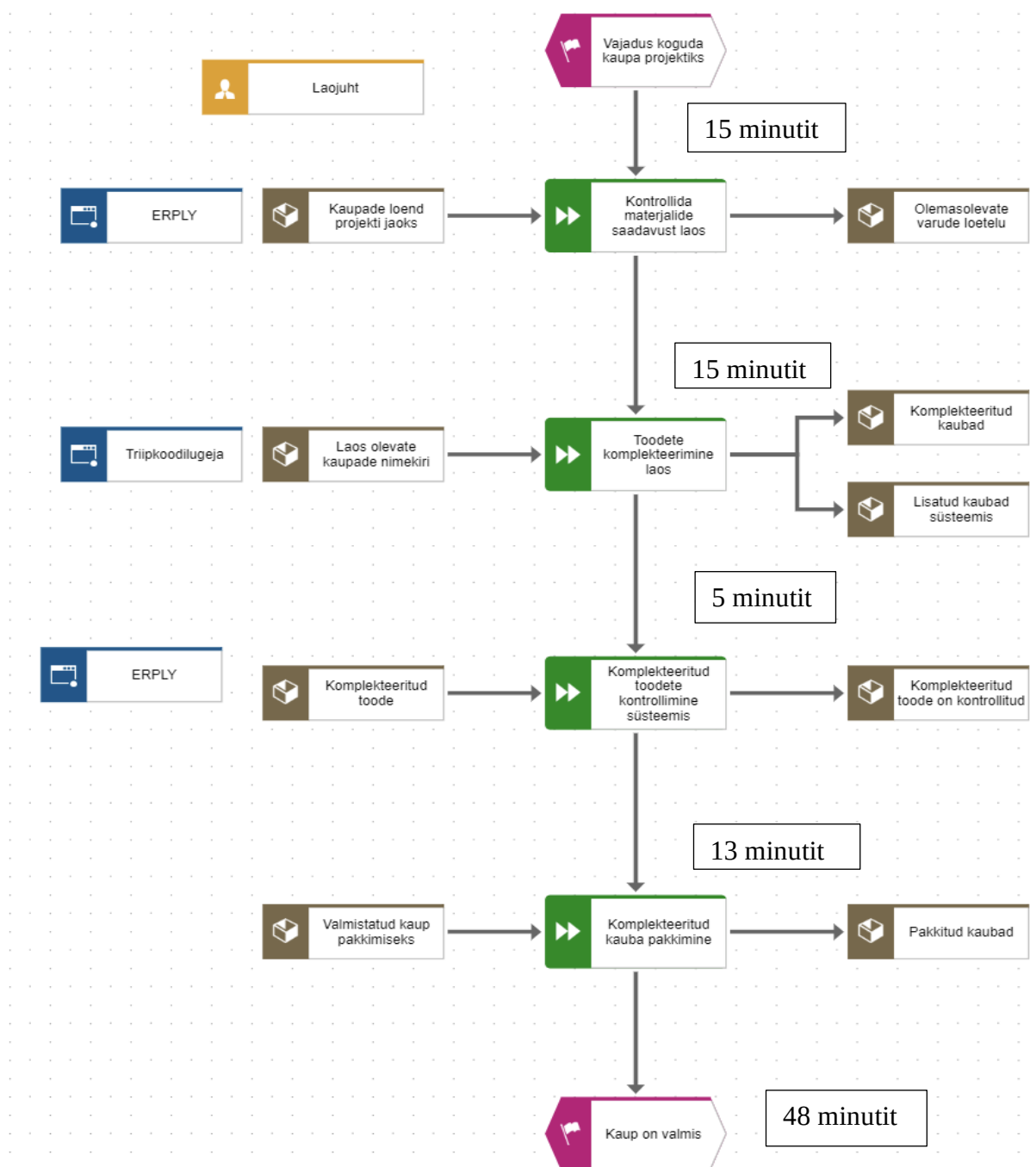
Töö autor koostas otsustusmaatriksi, kasutades tabelit 4 ja kriteeriumide väärtusi tabelis 5. Skanneri kriteeriumidele antud hinnangud tabelis 4 korrutatakse vastava kriteeriumi tähtsuse väärtusega. Seejärel summeeritakse kõik skannerite hindamise kriteeriumi maatriksid. Selle tulemusena saab määrata, milline skanner sobib kõige paremini antud ettevõttele.

Otsustusmaatriksi abil sai selgeks, et antud ettevõttele sobib kõige paremini järgmine skanner - Point Mobile PM66.

7 LAOPROTSESSI PARENDAMINE

7.1 Tulevased lao protsessid ettevõttes (TO-BE)

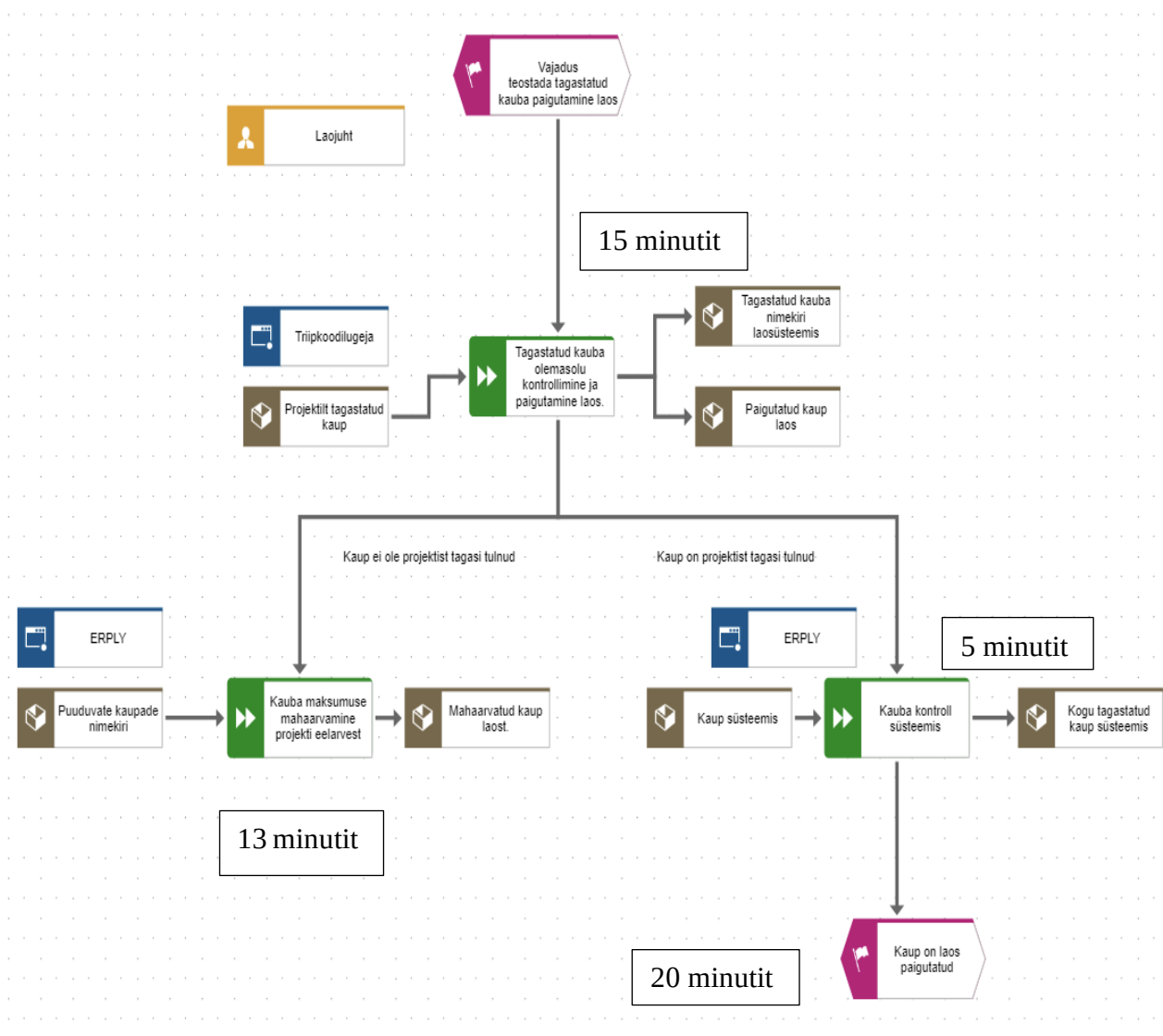
Protsesside kirjeldus on tehtud ARIS tarkvara abil. See protseduur koosneb neljast protsessist. Joonisel on näidatud kaubakogumise protseduur projekti jaoks, kui andmeterminali on kasutusel (Joonis 16).



Joonis 16. Kaubakomplekteerimise protseduur TO-BE

Lao kaupade kogumise protseduur algab vajalike kaupade nimekirja esitamisega projektijuhtidelt. Kaupade olemasolu laos kontrollib laojuhataja Erply laoprogrammist, analüüsides, millised kaubad on laos olemas ja milliseid võidakse kasutada teistel projektidel. See etapp võtab aega 15 minutit. Järgmiseks on kauba otsimine ja kokkupanek laos. Kauba otsimine toimub andmeterminali abil, kuna skannerile on märgitud riivul, kus kaup asub; nüüd võtab see etapp 15 minutit. Tänu andmeterminalile sisestatakse projektile minevate kaupade loetelu kohe laosüsteemi. Seejärel järgneb kauba kontroll süsteemis, kas kogu skanneeritud kaup on süsteemi sisestatud. Kontroll võtab aega 5 minutit. Protseduuri viimane etapp on kokkupanud kauba pakendamine. See etapp võtab aega 13 minutit. Kogu kauba kokkupanemise protsess, kui andmeterminalid on kasutusel, võtab aega 48 minutit.

Protseduur projektilt tagastatud kaupade lahtivõtmine ja nende paigutamine laos andmeterminali abil koosneb kahest protsessist (Joonis 17).

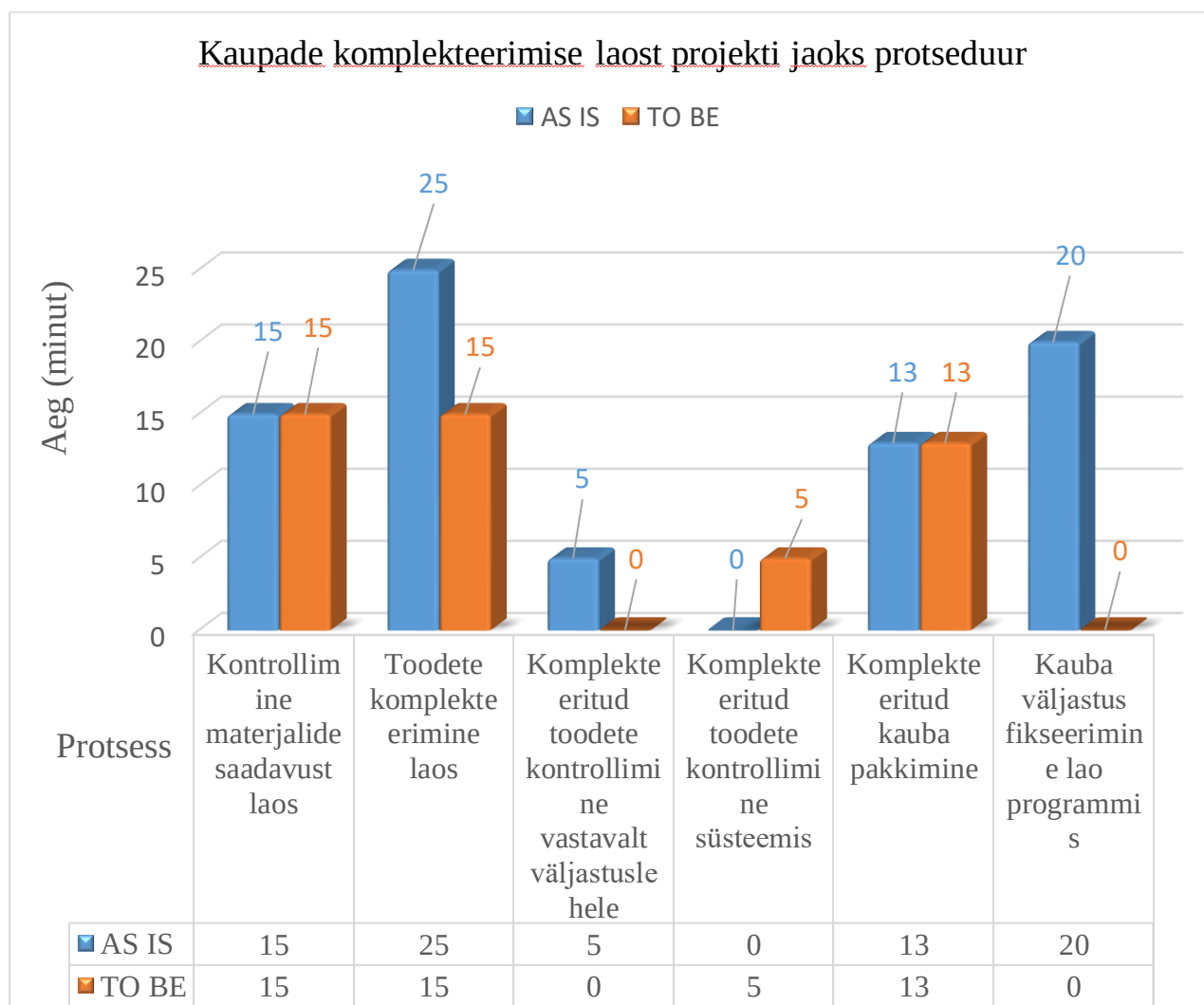


Joonis 17. Kaupade lahti võtmise protseduur TO-BE

Laojuhataja vastutab projektilt tagastatud kaupade paigutamise laos eest. Protseduur algab projektilt tagastatud kaupade kontrollimisega. Laojuht kontrollib tagastatud kauba olemasolu ja kohe paigutab selle andmeterminali abil. Kauba andmeterminaliga kontrollimisel sisestatakse tagastatud kaup kohe laosüsteemi ja samuti märgitakse andmeterminalile täpne koht kauba paigutamiseks laos. Tänu sellele asetab laojuht kauba kohe õigesse kohta. See protsess võtab aega 15 minutit. Pärast seda laojuht kontrollib kauba laosüsteemis, et veenduda, et kogu skanneeritud kaup on süsteemi sisestatud. Kontroll võtab aega 5 minutit. Kogu protseduur võtab aega 20 minutit.

7.2 Laoprotseduuride AS-IS ja TO-BE võrdlemine

Võrdlus aja osas, mis kulub kaupade komplekteerimise laost projekti jaoks protseduur, praeguse olukorra ja tuleviku vahel, on näidatud joonisel (Joonis 18). Võrdlus tehakse diagrammi abil. Protseduuri aeg ja protsessid võetakse joonistelt (Joonis 8) ja (Joonis 16).



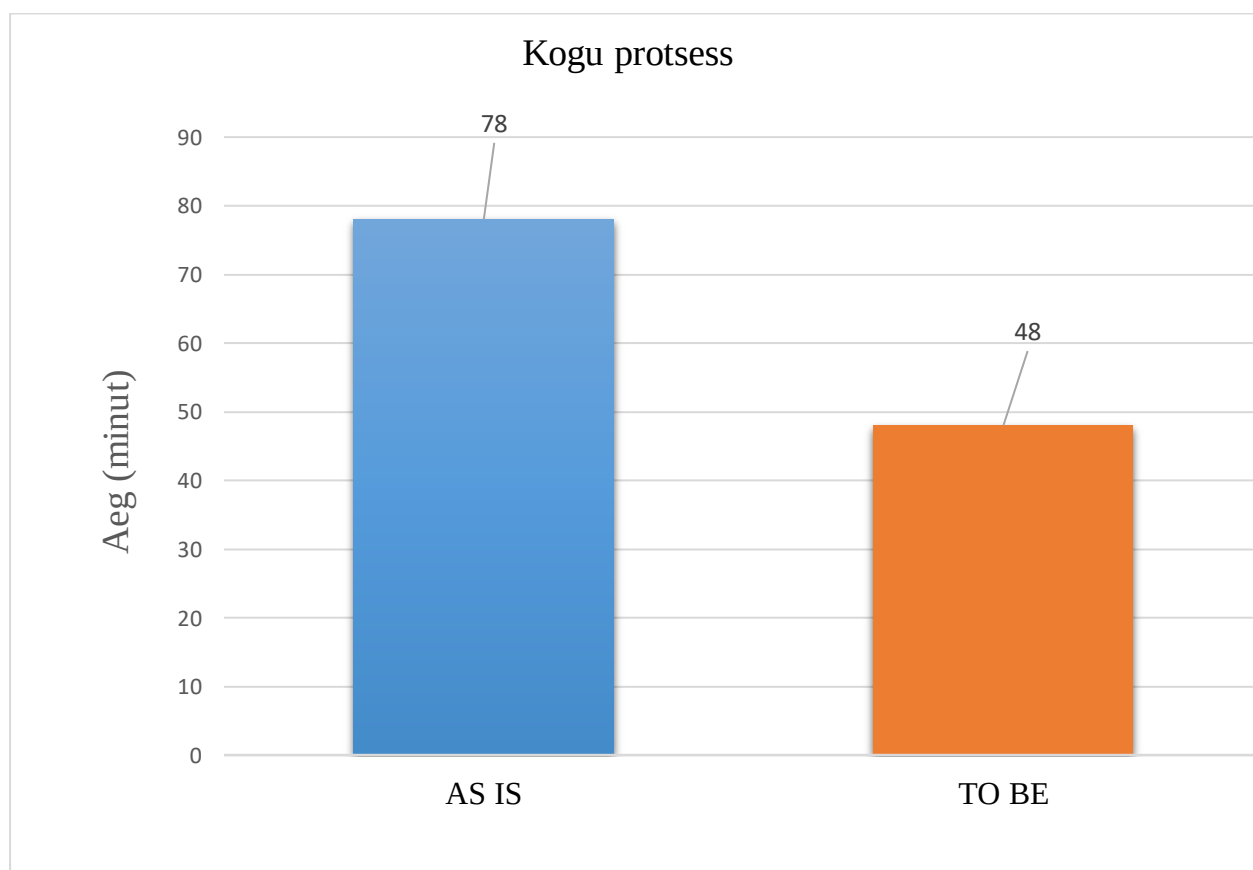
Joonis 18. Kaupade komplekteerimise protseduuride võrdlus

Protseduur kauba kogumiseks laost projekti, nagu see on praegu, koosneb 5 protsessist, nagu materjalide olemasolu kontroll laos, toodete komplekteerimine laos, komplekteeritud toodete kontrollimine vastavalt väljastuslehele, komplekteeritud kauba pakkimine ja kauba väljastus fikseerimine lao programmis.

Tulevane protseduur, kui andmeterminal lisatakse protsessi, koosneb 4 protsessist. Tänu andmeterminalile ei ole vaja teostada kahte protsessi, nagu komplekteeritud toodete kontrollimine vastavalt väljastuslehele ja kauba väljastus fikseerimine lao programmis.

Samaaegselt lisatakse tulevasele protseduurile üks täiendav protsess, nagu komplekteeritud toodete kontrollimine süsteemis.

Selleks, et näha andmeterminalite eeliseid ja aja erinevust, koostatakse diagramm kogu kaupade komplekteerimise protseduuri kogu aja võrdlemiseks laost projekti (Joonis 19).

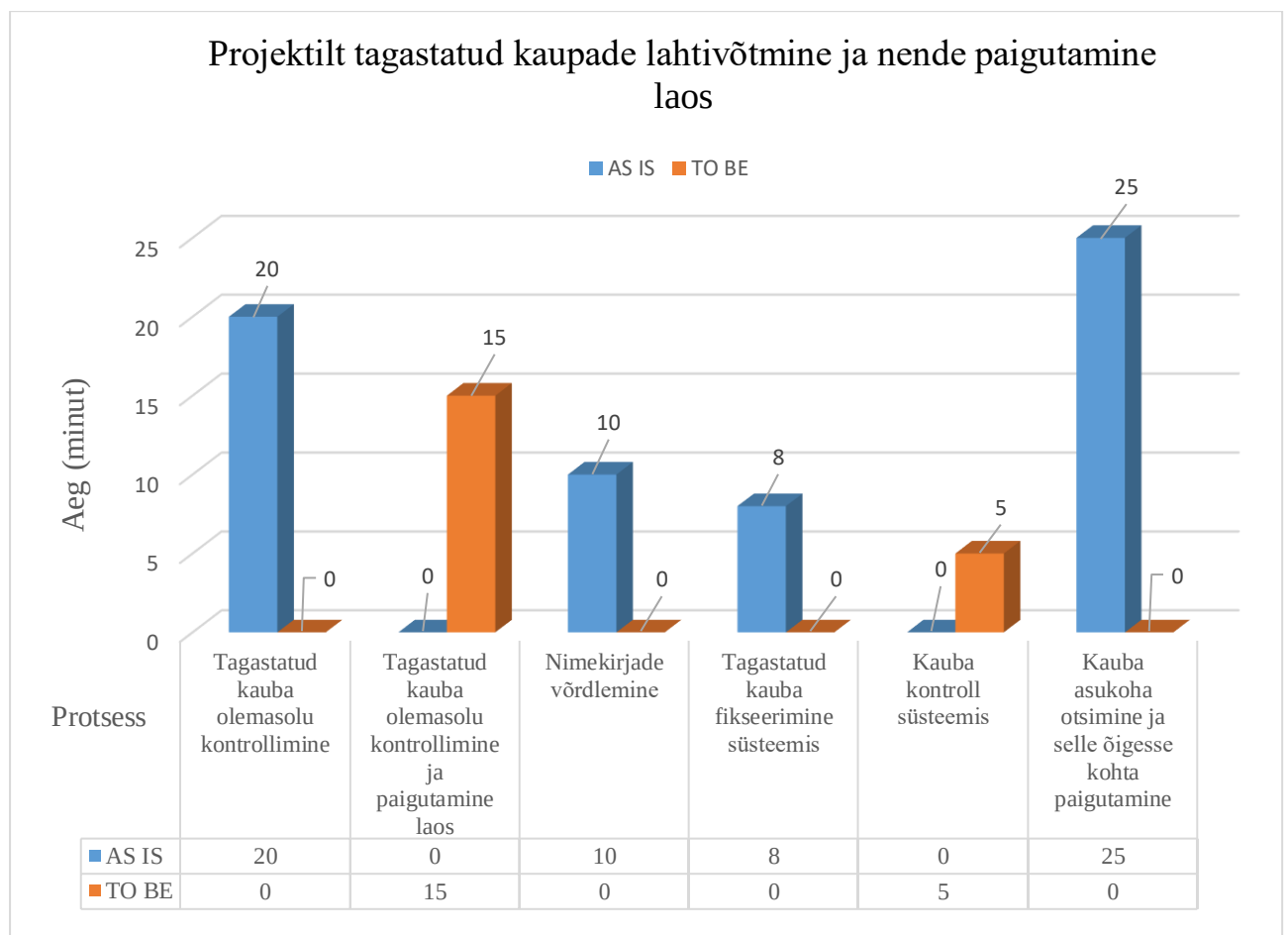


Joonis 19. Kaupade komplekteerimise kogu protseduuride aega võrdlus

Kaupade komplekteerimise laost projekti jaoks protseduur, nagu see on praegu, võtab aega 78 minutit. Tulevane protseduur, kui andmeterminal lisatakse, võtab aega 48 minutit. Andmeterminali

kasutuselevõtu ja lao planeerimise tulemusena hakkab laotöötaja igalt projektilt säästma 30 minutit aega.

Võrdlus ajaga, mis kulub tagastatud kauba laost projekti lahtipakkimiseks ja paigutamiseks, nii nagu see on praegu, ning tuleviku protseduuri vahel, on näidatud joonisel (Joonis 20). Võrdlus toimub diagrammi abil, kus protseduuri aeg ja protsessid on pärit joonistelt (Joonis 9) ja (Joonis 17).



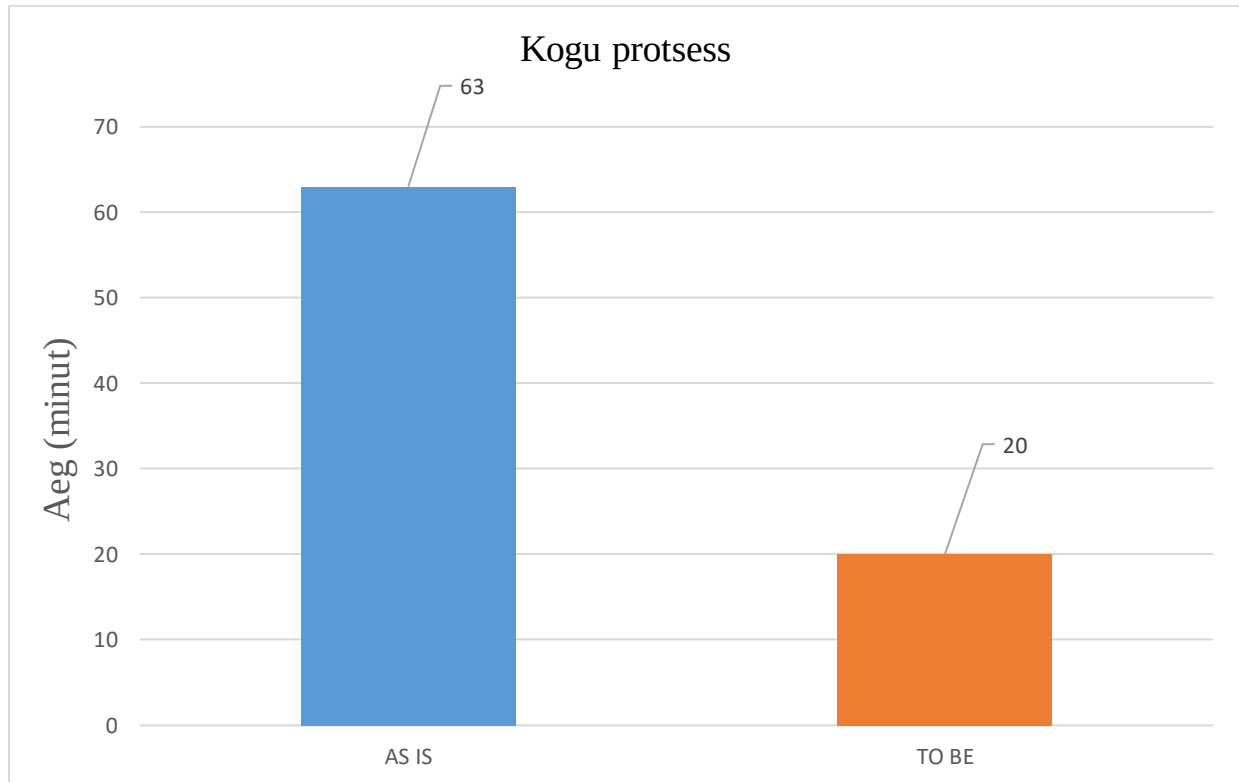
Joonis 20. Kaupade lahti võtmise protseduuride võrdlus

Protseduur tagastatud kauba laost projekti lahti pakkimiseks ja paigutamiseks, nagu see on praegu, koosneb 4 protsessist, nagu tagastatud kauba olemasolu kontrollimine, nimekirjade võrdlemine, tagastatud kauba fikseerimine süsteemis ja kauba asukoha otsimine ja selle õigesse kohta paigutamine.

Tulevane protseduur, kui andmeterminal lisatakse, koosneb 2 protsessist, nagu tagastatud kauba olemasolu kontrollimine ja paigutamine laos ja kauba kontrollimine süsteemis. Tänu andmeterminalile ühendatakse kolm protsessi üheks. Samuti ei ole vaja teostada kaupade nimekirjade võrdlemise protsessi.

Samaaegselt lisatakse tulevasele protseduurile üks protsess, nagu kauba kontroll süsteemis.

Skannerite eeliste ja ajalise erinevuse nägemiseks koostatakse diagramm, mis võrdleb kogu tagastatud kauba laost projekti Lahti pakkimise ja paigutamise protseduuri kogu aega (Joonis 21).



Joonis 21. Kaupade lahti võtmise kogu protseduuri aega võrdlus

Tagastatud kauba laost projekti lahtipakkimise ja paigutamise praegune protseduur võtab aega 63 minutit. Tulevane protseduur, kui andmeterminal lisatakse, võtab aega 20 minutit. Andmeterminali kasutuselevõtu ja lao planeerimise tulemusena hakkab laotöötaja igalt projektilt säästma 43 minutit aega.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö põhieesmärk oli pakkuda välja lahendus SRC Group AS-i ettevõtte laos olevate kaupade leidmise protsessi digitaliseerimiseks, et hõlbustada ja suurendada laopersonali töö kiirust, kvaliteeti ja tõhusust ning koostada toodete paigutusplaani laos gruppide kaupa.

Parima sobiva lahenduse leidmiseks tuli lahendada järgmised ülesanded.

1. Valida laohalduse digitaliseerimiseks vajalik varustus.

Töö põhieesmärgi täitmiseks oli vajalik valida digitaliseerimise tehnoloogiate ja vajalik varustus digitaliseerimiseks. SRC Group AS andmetermini valimiseks oli vajalik määrata, millist tüüpi digitaliseerimise tehnoloogiad sobivad selle ettevõtte jaoks kasutamiseks. Lõputöö käigus tuvastas autor, et parim valik on 1D vöötkood. Seejärel valis ülesande täitmiseks kõige sobivam andmetermini. Autor kaalus ainult traadita käeshoitavaid skannereid, mis on saadaval Eestis.

Andmetermini valimise käigus sai selgeks, et kõigi kriteeriumide järgi on parim valik Point Mobile PM66. Selle terminali kasutuselevõtuks on ettevõttel vaja kulutada 622 eurot, kuna ühe skanneri hind on 311 eurot ja on vajalik kohe osta kaks skannerit, arvestades tulevast teise laotöötaja planeerimist.

2. Koosta lao plaan vastavalt kauba gruppidele.

Eesmärgi saavutamiseks oli vaja koostada laoplaan, toetudes kaupade gruppidele. Korraliku laoplaani koostamiseks tuleb määratleda, kus konkreetsete kaupade jaoks on kõige sobivamad asukohad. Grupid jagunevad riiulitel kahe kriteeriumi alusel: kaupade kasutamissagedus projektidel ja kauba suurus. Igale kaubagrupile oli määratud täpne asukoht laos, olenevalt toote mõõtmetest ja kasutussagedusest. Õige kaupade paigutus laos aitab vähendada aega kauba otsimiseks, selle kokkupanemise ajal, kuna iga grupp asub oma määratud kohas.

3. Laoprotseduuride AS-IS ja TO-BE võrdlemine.

Laoprotseduuride AS-IS ja TO-BE võrdlemine näitas Kaupade skaneerimine ja korda seadmine laos on tulevikus protseduuride täitmise aega võrreldes praeguste protseduuridega vähendanud. Skanneri kasutuselevõtt ja lao korrastamine võimaldasid vähendada kauba kogumise aega projektiks laost 30 minutit. Protseduuri, kuidas kaup projektilt tagasi laole jõuab, täitmise aeg vähenes 43 minutit.

Kokkuvõtteks võib väita, et töö eesmärk, pakkuda välja lahendus ettevõttele SRC Group AS, ettevõtte laos olevate kaupade leidmise protsessi digitaliseerimiseks, et hõlbustada ja suurendada

laopersonali töö kiirust, kvaliteeti ja tõhusust ning koostada toodete paigutusplaani laos gruppide kaupa, sai täidetud.

SUMMARY

The main objective of this work was to propose a solution for the digitalization of the goods finding process in the warehouse of SRC Group AS, aiming to facilitate and enhance the speed, quality, and efficiency of warehouse personnel's work. Additionally, the goal was to create a layout plan for products in the warehouse based on groups.

To achieve the best-suited solution, the following tasks needed to be addressed.

1. Select the necessary equipment for warehouse management digitalization.

To fulfill the main objective, it was essential to choose the appropriate technologies and equipment for digitalization. The author identified that a 1D barcode is the best choice for SRC Group AS. Subsequently, the most suitable data terminal for the task was selected, considering only wireless handheld scanners available in Estonia.

During the selection process, it became evident that Point Mobile PM66 best met all the criteria. The adoption of this terminal would require an investment of 622 euros, as each scanner costs 311 euros, and it is necessary to purchase two scanners for future planning of a second warehouse worker.

2. Create a warehouse plan based on product groups.

To achieve the goal, a warehouse plan needed to be developed based on product groups. To create an effective warehouse plan, it is necessary to determine the most suitable locations for specific goods, considering two criteria: the frequency of use of goods in projects and the sizes of the goods. Each product group was assigned a precise location in the warehouse based on the dimensions and frequency of use. Proper goods placement in the warehouse helps reduce the time spent searching for and assembling goods, as each group is located in its designated area.

3. Compare current (AS-IS) and future (TO-BE) warehouse procedures.

Comparing current and future warehouse procedures showed that the introduction of barcode scanning and warehouse organization significantly reduced the time required for procedure execution compared to current practices. The implementation of scanners and warehouse organization reduced the time for collecting goods for a project from the warehouse by 30 minutes. The procedure for returning goods from a project to the warehouse also saw a reduction in execution time by 43 minutes.

In conclusion, it can be stated that the objective of providing a solution for SRC Group AS to digitize the process of finding goods in the warehouse, thereby facilitating and increasing the speed, quality, and efficiency of warehouse personnel's work, and creating a product layout plan in the warehouse based on groups, has been achieved.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] M. Villemi, Logistika alused. Tallinn: TTÜ kirjastus, 2009.
- [2] A. Tulvi, Lao haldamine. Tallinn: Seilecs OÜ, 2021.
- [3] Logistics and Warehousing Management. Indian Institute of Materials Management, 2020.
- [4] A. Kiisler, Logistika ja tarneahela juhtimine. Tallinn: TTÜ kirjastus, 2011.
- [5] M. Liukkonen ja T. Tsung-Nan, „Toward decentralized intelligence in manufacturing: recent trends in automatic identification of things“, Int. J. Adv. Manuf. Technol., 2016.
- [6] S. Bean, Employee productivity is being hindered by information overload. Workplace Insight, 2018.
- [7] J. Brien ja G. M. Marakas, Management information systems. 2005.
- [8] D. J. Bowersox, D. J. Closs, ja M. B. Cooper, Supply Chain Logistics Management. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2002.
- [9] T.C.E. Cheng, T.M. Choi, ja A.C.L. Yeung, „Journal of Engineering and Technology Management“, lk 2012.
- [10] M. Kaur, M. Sandhu, N. Mohan, ja P. Sandhu, „International Journal of Computer and Electrical Engineering“, 2011.
- [11] A. Tulvi, Logistika õpik kutsekoolidele. Tallinn, 2013.
- [12] M. Keenan, „What is RFID Technology and How Does It Work? A Guide for Retail (2024)“. 2023. [Online]. Available at: <https://www.shopify.com/retail/rfid-technology> (Kasutatud 05.10.2023)
- [13] T. J. Soon, „The Synthesis Journal“, lk 59' – 78, 2008.
- [14] N. M. Z. Hashim, N. A. Ibrahim, N. M. Saad, F. Sakaguchi, ja Z. Zakaria, „Barcode Recognition System“, Int. J. Emerg. Trends Technol. Comput. Sci., lk 278–280, 2013.
- [15] „What Is the Difference Between 1D and 2D Barcode Scanning?“ [Online]. Available at: <https://lowrysolutions.com/blog/what-is-the-difference-between-1d-and-2d-barcode-scanning/> (Kasutatud 05.10.2023)
- [16] L. Ernstzen, „Wired Vs Wireless Barcode Scanners: Which One Should You Choose?“ 2023. [Online]. Available at: <https://tritonstore.com.au/wired-vs-wireless-barcode-scanners/#:~:text=Wired%20barcode%20scanners%2C%20also%20called,reliable%20and%20fast%20data%20transfer.>
- [17] L. Ernstzen, „What Are Omnidirectional Barcode Scanners?“ 2023. [Online]. Available at: <https://tritonstore.com.au/what-are-omnidirectional-barcode-scanners/> (Kasutatud 05.10.2023)

- [18] „ARIS“. [Online]. Available at: <https://www.heflo.com/glossary/what-is-aris-architecture/> (Kasutatud 27.10.2023)
- [19] „How to Use the Fishbone Tool for Root Cause Analysis“. [Online]. Available at: <https://www.cms.gov/medicare/provider-enrollment-and-certification/qapi/downloads/fishbonerevised.pdf> (Kasutatud 27.10.2023)
- [20] „Root Cause Analysis Explained: Definition, Examples, and Methods“. [Online]. Available at: [https://www.tableau.com/learn/articles/root-cause-analysis#:~:text=Root%20cause%20analysis%20\(RCA\)%20is,symptoms%20and%20putting%20out%20fires](https://www.tableau.com/learn/articles/root-cause-analysis#:~:text=Root%20cause%20analysis%20(RCA)%20is,symptoms%20and%20putting%20out%20fires) (Kasutatud 27.10.2023)
- [21] „SmartDraw“. [Online]. Available at: <https://www.softwareadvice.com/wireframe/smartdraw-profile/> (Kasutatud 27.10.2023)
- [22] „What is Comparative Analysis?“ [Online]. Available at: <https://www.teradata.com/glossary/what-is-comparative-analysis#:~:text=Comparative%20analysis%20refers%20to%20the,are%20forms%20of%20comparative%20analysis> (Kasutatud 27.10.2023)
- [23] „Kaalutletud otsustusmaatriks“. [Online]. Available at: <https://digiriik.eesti.ee/tooriist/kaalutletud-otsustusmaatriks> (Kasutatud 27.10.2023)
- [24] „Decision Matrix Analysis“. [Online]. Available at: <https://www.mindtools.com/aksic2i/decision-matrix-analysis> (Kasutatud 27.10.2023)
- [25] A. Jenkins, „Warehouse Automation Explained: Types, Benefits & Best Practices“. 2020. [Online]. Available at: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/warehouse-automation.shtml> (Kasutatud 15.10.2023)
- [26] „SRC Group AS“. [Online]. Available at: <https://www.inforegister.ee/en/10705931-SRC-GROUP-AS> (Kasutatud 03.12.2023)
- [27] „Types of warehouses“. [Online]. Available at: https://www.nios.ac.in/media/documents/377_TWM/Chapter-15.pdf (Kasutatud 27.10.2023)
- [28] Y. Tao ja Q. Zhang, Information system of warehousing logistics enterprise. China, 2013.
- [29] „ABC Analysis – Method of Inventory Control and Management“. 2021. [Online]. Available at: <https://cleartax.in/s/abc-analysis> (Kasutatud 13.10.2023)
- [30] „Barcodes 101: 1D Versus 2D Barcode Labels“. [Online]. Available at: <https://www.adazonusa.com/blog/how-to-information/barcodes-101-1d-versus-2d-barcode-labels> (Kasutatud 13.10.2023)

- [31] „Juhtmega ribakoodi andmeterminal“. [Online]. Available at: <https://rtt.ee/toode/kassatehnika/ribakoodi-skannerid/juhtmega-ribakoodi-ska%C2%A4nner-symbol-ls2208/> (Kasutatud 13.10.2023)
- [32] „Juhtmeta käsiandmeterminal“. [Online]. Available at: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdialog-universal.ru%2Fcatalog%2Ftorgovoe_oborudovanie%2Fskanery_shtrikhkoda%2Ftol_sb2109_bt_usb_chyernyy_besprovodnoy_2d_skaner_shtrikh_koda%2F&psig=AOvVaw25TslOKZQeG4i95VRDjNeU&ust=1704542226216000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjhxqFwoTCNDkveGYxoMDFQAAAAAdAAAAABAD (Kasutatud 13.10.2023)
- [33] „Staatile andmeterminal“. [Online]. Available at: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpos-center.ru%2Ftag-stationary-barcode-scanners%2F&psig=AOvVaw3LQ3WEqZG9ZSn8ooRFjoOJ&ust=1704542341060000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjhxqFwoTCMDXqZiZxoMDFQAAAAAdAAAAABAD> (Kasutatud 13.10.2023)

LISAD

Lisa 1. Toodegrupid ja toodete kogus

Tootegrupp	Tooted	Toote kohta tk	Kokku
Elekter (materjalid ja tarvikud)	Materjalid ja tarvike - 25 toodet; 5 kaablipositsiooni	Materjalid ja tarvikud - iga toote kohta on 10 tk; kaablid - iga kaablipositsiooni kohta on 10 meetrit.	Materjalid ja tarvikud – 250 tk; kaablid – 50 meetrit
Gaas	10 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk.	10 tükki
GRE	15 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk.	15 tükki
Isikukaitsevahendid (näomaskid, põlvekaitsmed, kindad, kiivrid, kombinesoonid keevitajatele)	10 näomaskipositsiooni; 5 kaitseprillidepositsiooni; 2 põlvekaitsmetepositsiooni; 15 kindadepositsiooni kiivrid; kombinesoonid keevitajatele.	Näomaskid - igas positsioonis 30 tükki; kaitseprillid - igas positsioonis 10 tükki; põlvekaitsmed - igas positsioonis 15 tükki; kindad - igas positsioonis 30 tükki; 15 kiivrit; 80 kombinesooni keevitajatele.	Näomaskid – 150 tükki; kaitseprillid – 50 tükki; põlvekaitsmed – 30 tükki; kindad – 450 tükki; kiivrid – 15 tükki; kombinesoonid keevitajatele – 80 tükki Kokku: 775 tükki
Keevitusaparaadi tarvikud	35 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk.	35 tükki
Keevitusaparaadid	16 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk.	16 tükki
Keevituselektroorid	26 toodet	Iga toote kohta on 3 tükki.	78 tükki
Keevitusmaskid	5 toodet	Iga toote kohta on 10 tükki.	50 tükki
Keevitustraad	3 toodet	Iga toote kohta on 20 tükki.	60 tükki

Tootegrupp	Tooted	Toote kohta tk	Kokku
Lambid ja prožektorid	14 toodet (12 lambipositsiooni ja 2 prožektorit)	Lambid – igas positsioonis 10 tükki; prožektorid – igas positsioonis 3 tükki.	Lambid – 120 tükki; prožektorid – 6 tükki
Lihvijad	14 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk.	14 tükki
Lõike- ja lihvkettad	22 toodet	Iga toote kohta on 25 tükki.	550 tükki
Metall	18 toodet	Iga toote kohta on 10 tükki.	180 tükki
Muud tööriistad	90 toodet	Iga toote kohta on 5 tükki.	450 tükki
Mõõteristad	21 toodet	Iga toote kohta on 10 tükki.	210 tükki
Pikendused ja jaotuskilbid	13 toodet	Iga toote kohta on 3 tükki.	39 tükki
Pneumotööriistad	16 toodet	Iga toote kohta on 5 tükki.	80 tükki.
Saed	14 toodet	Iga toote kohta on 2 tükki.	28 tükki
SPS kulumaterjalid	7 toodet	Iga toote kohta on 5 tükki	35 tükki
Tallid ja haaratsid	25 toodet	Iga toote kohta on 1 tükk	25 tükk
Tolmuimejad ja föönid	1 tolmuimeja ja 1 fööni	8 tolmuimejat; 6 fööni	Tolmuimejad – 8 tükki; föönid – 6 tükki
Torud	30 torupositsiooni	Iga positsiooni kohta on 1 tükk	30 toru
Trellid	15 toodet	Iga toote kohta on 4 tükki	60 tükki
Ventilaatorid	1 ventilaatoripositsooni	Iga positsiooni kohta on 1 tükk	9 tükki