



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOOL
INSENERITEADUSKOND
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu kolledž

AUTOMAATTUVASTUSSEADMETE KASUTAMINE A. LE COQI TOOTMISLADUDES

USE OF AUTOMATIC DETECTION IN A. LE COQ WAREHOUSES

RAKENDUSKÕRGHARIDUSTÖÖ

Üliõpilane: Marten Moro

Üliõpilaskood: 178524EDTR

Juhendaja: Taavi Kase, insener

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.

"8." jaanuar 2021

Autor:

/ allkirjastatud digitaalselt /

Töö vastab rakenduskõrgharidustöö esitatud nõuetele

"8." jaanuar 2021

Juhendaja:

/ allkirjastatud digitaalselt /

Kaitsmisele lubatud

"....."202... .

Kaitsmiskomisjoni esimees: Helle Hallik

/ allkirjastatud digitaalselt /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Marten Moro (sünnikuupäev: 26.12.1997)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Automaattuvastusseadmete kasutamine A. Le Coqi tootmisladudes“, mille juhendaja on Taavi Kase,

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, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.

_____ (allkiri)

_____ (kuupäev)

TalTech Tartu kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Marten Moro, 178524EDTR

Õppekava, peeriala: EDTR17/17 - Telemaatika ja arukad süsteemid

Juhendaja: Insener, Taavi Kase, tel. 53 989 158

Lõputöö teema:

Automaattuvastusseadmete kasutamine A. Le Coqi tootmisladudes

Use of automatic detection in A. Le Coq warehouses

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda ülevaade A. Le Coq tootmisladudesse sobivatest tuvastustehnoloogiatest;
2. Võrrelda sobivaid tuvastustehnoloogiaid ja seadmeid;
3. Teha soovitus automaattuvastusseadmete kasutamiseks tootmisladudes;

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kohapealset informatsiooni kogumine ja töö jälgimine	31.10.20
2.	Praeguse tööprotsessi ja selle miinuste kirjeldus	30.11.20
3.	Luuu ettevõttesse sobivate automaattuvastusseadmete kasutamise lahendused	31.12.20

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "11." jaanuar 2021. a

Üliõpilane: Marten Moro "8." jaanuar 2021. a
/allkiri/

Juhendaja: Taavi Kase "8." jaanuar 2021. a
/allkiri/

Programmijuht: Helle Hallik "8." jaanuar 2021. a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA	6
SISSEJUHATUS	7
1 LAHENDATAV PROBLEEM	8
1.1 Tänapäevaste materjalide vastuvõtmise lahendus	8
1.2 Tänapäevaste materjalihalduse miinused	10
1.3 Uue lahenduse ootused	10
2 ETTEVÕTTESSE SOBIVAD TUVASTUSTEHNOLOOGIAD	12
2.1 Vöötkooditehnoloogia valik.....	12
2.1.1 Vöötkoodide liigid.....	13
2.2 Ettevõttesse sobivate vöötkoodilugerite liigid ja tööpõhimõte	13
2.2.1 Laserluger	14
2.2.2 CCD-luger	15
2.2.3 Pildiluger.....	16
2.2.4 Mobiilne arvuti ja nutitelefonide kaamera.....	17
2.3 Raadiosagedustuvastustehnoloogia	19
3 LAHENDUSKÄIK.....	20
3.1 Vöötkooditehnoloogia kasutamine A. Le Coqi tootmisalades	21
3.1.1 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 1	21
3.1.2 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 2	24
3.1.3 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 3.....	26
3.2 Loodud lahenduste analüüs ja soovitused ettevõttele	27
3.3 Nõuded ja soovitused ettevõtte laotarkvarale	29
4 TEHTUD TÖÖ ANALÜÜS	31
KOKKUVÕTE	33
SUMMARY.....	35
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	37
LISAD	40

EESSÕNA

Lõputöö teema sai inspiratsiooni AS A. Le Coqi tootmisladudes lahendatavast ülesandest muuta tööprotsess kaasaegsemaks ja veakindlamaks.

Lõputöös kajastatavad tööprotsessi algandmed pärinevad ettevõttest AS A. Le Coq. Algandmetega ja konsultatsioonidega abistasid töö autorit Argo Normak, A. Le Coq Energeetika projektijuht ja Boris Kirs, A. Le Coq Tartu tootmise laojuhataja.

Suured tänusooovid juhendajale Taavi Kasele, kes aitas lõputööd koostada ja suunata, Argo Normakule, kelle kaudu tekkis võimalus koostööd teha ettevõttega A. Le Coq ja Boris Kirsile, kes aitas ettevõtte poolse informatsiooniga.

Automaattuvastusseadmed, raadiosagedustuvastus, vötkooditehnoloogia, rakenduskõrgharidustöö.

SISSEJUHATUS

Tootmisettevõtte jaoks on ülioluline, et laohoonetes oleks kindel kord ja struktuur, kus tehakse võimalikult vähe vigu. Töö peab toimuma kiirelt ja läbinähtavalt. Ladudes tekkivad probleemid takistavad ja aeglustavad tootmisprotsessi, mis tähendab ettevõttele kahjumit. Käesoleva lõputöö teema kujunes välja AS A. Le Coqi soovist uuendada Tartu tootmisladude töö kulgu. Tööprotsessi uuendamiseks kaalutakse tootmisladudes kasutusele võtta automaatsed tuvastustehnoloogia seadmed.

Lõputöö valmimise ajal A. Le Coq Tartu tootmisladudes tuvastustehnoloogiaid ei kasutata. Materjalide tuvastamine toimub laotöötajate poolt, kes manuaalselt võrdlevad kaupadele kleebitud identifitseerimiskoodide neile vajaminevate kaupade nimekirjaga. Uue materjali arvele võtmine toimub käsitsi kontoriarvutisse informatsiooni sisestades. Selline teguviis toimib, kuid paratamatult tekib inimlikke vigu.

Käesoleva lõputöö eesmärk on anda ülevaade A. Le Coq tootmisladudesse sobivatest tuvastustehnoloogiast ning seadmetüüpidest ja teha soovitus nende kasutamiseks materjalide tuvastamiseks ja süsteemi kandmiseks. Uue lahenduse elluviimiseks kaalutakse vöötkoodi-, raadiosagedustuvastustehnoloogiat (ing. k. *radio-frequency identification* ehk RFID) ja hübriidlahendust, mis koosneb mõlemast.

Lisade peatükis on näidatud varasema praktikakogemuse vältel tehtud tööd, mida on võimalik praeguse laotegevuse uuendamise käigus ära kasutada. Lisaks on seal joonised ettevõtte praegusaegsetest laoprotsessidest.

Lõpuöös välja pakutud lahendused on teoreetilised, seadmeid ja lahendusi ei saa autor vahendite puudumise tõttu katsetada. Töö valmimise ajal uusi lahendusi ettevõttes vastu võetud pole. Ettevõtte otsustas tootmisladude tööprotsessi uuendama hakata 2021. aasta sügisperioodil.

1 LAHENDATAV PROBLEEM

Ettevõtte A. Le Coq plaanib Tartu tootmisladudes viia läbi muudatust, mille tulemusel on võimalik materjale ja kaupu tuvastada ning sisestada ladude andmebaasi (ka laoprogramm) automaatselt. Käesoleval ajal neil selline lahendus puudub, sissetuleva materjali loendamine ja kauba teabe sisestamine ettevõtte andmebaasi toimub käsitsi. Tänapäevaste materjalide vastuvõtmise ja tuvastamise protsessile kulub ära uuendus, et vähendada ajakulu ja inimlike vigade tekkimise tõenäosust.

Uue süsteemi loomiseks on tarvis välja valida sobiv tuvastustehnoloogia materjalide identifitseerimiseks ja süsteemi sisestamiseks.

1.1 Tänapäevaste materjalide vastuvõtmise lahendus

Informatsioon on kogutud ettevõttes töötajatega vesteldes ja kahe praktikakogemuse tulemusel.

Uute materjalide vastuvõtmine toimub vastuvõtu lehe alusel. Kauba transpordi käigus peab veoautolt maha tulema sama palju kaupa kui vastuvõtulehel kirjas. A. Le Coqi sissetulevad materjalid omavad tarnijapoolset teavet infolehe näol (vaata lisa 1).

Sissetulev kaup loendatakse käsitsi materjalilao töötaja poolt, kes paneb selle endale kirja ja võrdleb kaupadele kleebitud identifitseerimiskoodide tellitud kauba ID-koodidega. Kui kõik on õige, siis kannab töötaja kauba läbi kontoris asuva tööarvuti ettevõtte laoprogrammi tellimusnumbri alusel. Kogu tellimus kantakse korraga laoprogrammi. Tavaliselt on ühe kaubaauto peal ühe tarnija tellimus. Harvem juhul on see, et ühe kaubaauto peal on mitu tellimust. Uue kauba maha laadimine ja sihtkohta vedamine toimub üldjuhul tõstukijuhtide poolt. Tööd võib teha mitu tõstukit samaaegselt. Väiksemates ladudes kasutatakse kauba liigutamiseks ka käsitõstukeid. Ettevõtte alal on 12 erinevat laoruumi, mis erinevad suuruse ja seal hoitavate materjalide poolest.

Ettevõtte annab uuele kaubale andmebaasis identifitseerimiskoodi ja nimetuse. Töö lihtsustamiseks on püsipartneritega (tarnijatega) need koodid kokku lepitud. Kauba

identifitseerimiskoodid on seotud toote sortimendi ja kujundusega, mille muutumisel uuenevad ka koodid. Seni kuni sortiment või kujundus ei muutu, saab varasemalt andmebaasis olevat koodi uuesti ära kasutada. Uue materjali arvele võtmine on töötaja jaoks tülikas protsess, sest toodete tellimuslehtede süsteemi kandmine toimub käsitsi. Töötempot aeglustub veelgi see, kui sissetulevat kaupa on mitut erinevat sorti, kõigil erinevad identifitseerimiskoodid, kogused ja sihtkohad, mille käsitsi kontrollimise käigus võib juhtuda vigu.

Materjale liigutatakse tihti ladustamisalade ja ladude vahel, liikumise üle arve pidamine on keeruline. Olukorra keerukus suureneb perioodidel, mil tootmine kasvab märgatavalt. Laod täituvad kiiresti ja ruumipuuduse tõttu tuleb materjale paigutada erinevatesse ladudesse, vahel ka sinna, kuhu muidu neid ei paigutataks.

Uue materjali paigutamine ladudesse toimub üldnõuete, tõstukijuhtide ja laotöötajate otsuste ja kogemuste järgi. Enamus kaupadel on kindel ladu, aga mitte alati kindel asukoht laos. Materjalide täpse asukoha (vaata lisa 2) üle laoprogramm arvet ei pea. Asukohaks on terve ladu. Materjalide täpse asukoha üle peavad arvet tõstukijuhid ja laotöötajad.

Näide: metallpurgi villimiseks saabub ettevõtte ladudesse 9 erinevat kategooriat materjale (vaata lisa 3). Materjalid jagunevad omakorda erinevate valmistoodangute juurde kuuluvateks osadeks, mida tuleb arvele võtta ja transportida. Selle all on mõeldud, et kui näiteks toodetakse mitut erinevat sorti jooke, mis pakitakse purgikohvrise, siis on iga toote kohver erinev. Lisaks purkidele villitakse veel plast- ja klaaspudeleid.

Materjalide tootmisesse võtmine toimub erilaadsete toodete puhul erinevalt. Materjalide liigutamine ladudest tootmisse käib tootmisplaani alusel. Lõviosa materjalide tootmisesse viimisest teostavad tõstukijuhid. Ladude töötajatel on teada, mis kellaks peavad tootmisesse minevad komponendid olema komplekteeritud ning tõstukijuhtidel on teada, mis kellaks nad komplekteeritud materjali tootmisliinile paigutama peavad. Komplekteeritakse tavaliselt etikette, korke, silte jne. Kõik materjalid komplekteerimist ei vaja. Näiteks purgid ja klaastaara liigutatakse tõstukijuhtide poolt otse tootmisliinile tootmisplaani alusel.

1.2 Tänapäevase materjalihalduse miinused

Praegune süsteem on küll siiani töötanud, kuid sellel on töötempo ja materjalide üle arvepidamist takistavad järgmised omadused:

- 1) Uue materjali käsitsi loendamise käigus võib juhtuda vigu;
- 2) Süsteemi käsitsi sisestamise käigus võib juhtuda vigu;
- 3) Uue materjali käsitsi kontrollimise käigus võib juhtuda vigu;
- 4) Materjalid saavad süsteemis asukoha, mis pole alati piisav kauba laost üles leidmiseks;
- 5) Materjalide paigutamine ladudes toimub töötajate poolt ning asukoha kohta pole täpset sissekannet. Töötaja töölt puudumise tõttu ei leita alati vajalikke kaupu kohe üles;
- 6) Ebaselge materjalide asukoht ja kogus takistab edukat inventuuride haldust;
- 7) Ruumipuudus ja hooajaline tootmise suurenemine sunnib kaupu paigutama sinna, kus on vaba ruumi. Kui kaubad paigutatakse ebaharilikesse asukohtadesse, siis on nende ülesleidmine raskendatud;
- 8) Mõned materjalid on pealtnäha samasugused, aga sisu on erinev;

1.3 Uue lahenduse ootused

Uus materjalide haldamise lahendus kasutab ettevõtte laoprogrammiga ühendatud tuvastustehnoloogiat, et pidada arvet kaupade vastuvõtmise, liikumise ja asukoha üle tootmisladudes. Uue lahenduse kohaselt määratakse asukoht joonevahe täpsusega laos, mitte üldise asukohaga, milleks on lao nimi. Esemetega tehtud toimetuste käigus tekkivate vigade arv ja toimingutele kulunud aeg väheneb.

Tuvastustehnoloogia alla kuuluvate seadmete abil paraneb ettevõtte inventuuri läbinähtavus. Materjale puudutav informatsioon on kättesaadavad kõikidele töötajatele läbi modifitseeritud firma laoprogrammi. Töö saab probleemideta jätkuda ka siis, kui ametikohalt puudub materjale ladudesse paigutanud isik. Programmi tuleb muuta nii, et sellele pääseks ligi lahenduses välja pakutud seadmed. Lisaks on mõistlik vajadusel

modifitseerida programmi kasutajaliidest nii, et selle kasutamine otse laost oleks mugav ja lihtne. Ettevõtte laoprogrammi muutmise üle vastutab ettevõtte.

2 ETTEVÖTTESSE SOBIVAD TUVASTUSTEHNOLOOGIAD

Automaatne tuvastamine (ing. k. *Automatic Identification* ehk Auto ID) on objektide, inimeste ja tegevuste identifitseerimine tehniliste seadmete toel ja asjakohaste andmete edastamine andmebaasi. Automaatse tuvastamise eesmärk on piirata andmete sisestamisel tekkivaid vigu ja kiirendada toiminguid. Auto ID alla kuuluvad vötkoodi-, raadiosagedustuvastustehnoloogia, magnetriba (ing. k. *magnetic stripe*), biomeetria, kiipkaardid ja puutemälud (ing. k. *button memory*). [1]

Uue lahenduse elluviimiseks A. Le Coqi tootmislaadudes kaalutakse kolme lahendust: vötkoodi- ja raadiosagedustuvastustehnoloogiat (ing. k. *radio-frequency identification* ehk RFID) või hübriidlahendust, mis koosneb mõlemast.

Magnetriba, biomeetriat, kiipkaarte ja puutemälusid lõputöös ei käsitleta. Biomeetria pole käesoleva ülesande lahendamiseks arukas, sest lõputöö käigus tuvastatakse elutuid objekte. Magnetribad, kiipkaardid ja puutemälud nõuavad väga lähedast kontakti ja pole seetõttu sobivad. [2]

2.1 Vötkooditehnoloogia valik

Vötkooditehnoloogiat otsustati kaaluda, kuna enamuse A. Le Coqi sissetulevad materjalid omavad tarnijapoolset informatsiooni ühe-dimensiooniliste vötkoodide näol (vötkoodid on tarnija enda tööks vajalikud) ja A. Le Coq müügiosakonna sõnul on võimalik lasta tarnijatel kaupadele peale trükkida A. Le Coqile vajalik informatsioon. See tähendab, et on võimalik ära kasutada kaupadel juba pealolevaid koode ettevõtte kasuks. Mõnedel materjalidel vötkood puudub, sellisel juhul on võimalik see ise välja printida ja kaubale kleepida või jõuda kokkuleppele kauba valmistajaga.

2.1.1 Vöotkoodide liigid

Vöotkoodid jagunevad kahte rühma: ühe-dimensioonilised (1D) vöotkoodid ja kahe-dimensioonilised (2D) vöotkoodid. Ühe-dimensiooniline vöotkood (ka lineaarkood) kujutab informatsiooni muutuva paksuse ja vahega paralleelsetest joontest. Vöotkoodis kujutatava informatsiooni kogus määrab ära kogu koodi pikkuse. Laialtlevinumate 1D vöotkoodide hulka kuuluvad EAN (ing. k. *European Article Number*) koodid, Kood 39 ja Kood 128. Koodide suurimaks erinevuseks on pikkus, tähemärkide, tühikute, numbrite ja sümbolite sisaldus. 1D koodide lugemiseks on vajalik 1D või 2D vöotkoodiluger. [3]

Enamus A. Le Coqi tootmisladudesse sissetulev kaup omab tarnijapoolset ühe-dimensioonilist vöotkoodi (vaata lisa 1). Sissetulevad kaubad on kiletatud ja mõnikord paikneb toote infoleht kilekihi all.

Kahe-dimensioonilised (2D) vöotkoodid esitavad andmeid kahes reas. Need töötavad sarnaselt lineaarsele vöotkoodile, aga suudavad salvestada rohkem informatsiooni samal alal. Lisaks suurele andmemahule on 2D vöotkoodide eeliseks nende loetavus rebenemise, kriimustuste ja teiste kahjustuste korral. Loetavuse tagab kindel valem, mille järgi kood luuakse. Kahe-dimensiooniliste koodide hulka kuuluvad QR-koodid, kood PDF417 ja AZTEC koodid. 2D koodide lugemiseks on vajalik 2D vöotkoodiluger. [4]

Lõputöö valmimise ajal sissetulevatel kaupadel ettevöttes A. Le Coq kahe-dimensioonilisi vöotkoode ei esine. Tulevikus võib see muutuda. Informatsioon on oluline, sest kõik vöotkoodilugerid ei suuda lugeda kahe-dimensioonilisi vöotkoode.

2.2 Ettevöttesse sobivate vöotkoodilugerite liigid ja tööpõhimöte

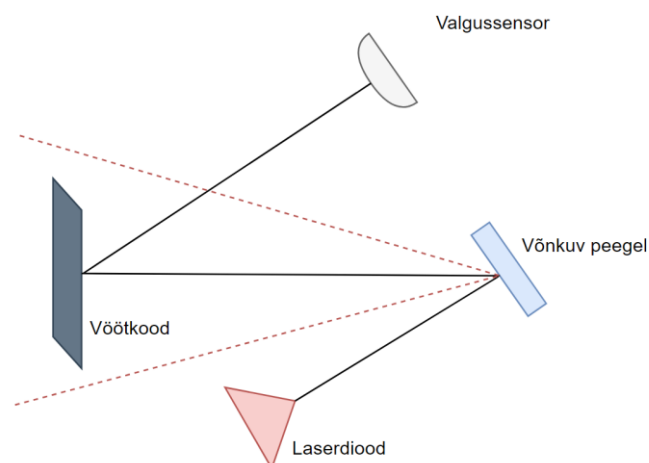
Vöotkoodiluger, teisisõnu vöotkoodiskanner on seade, mis suudab tuvastada ja lugeda vöotkoode. Tavaliselt koosneb see valgustussüsteemist, läätssüsteemist ja valgussensorist. Valgustussüsteem kuvab vöotkoodile valguse, valgussensor tuvastab tagasi peegeldunud valguse ning genereerib analoogsignaali. Analoogsignaali

genereeritakse koodi triipude (1D koodide puhul) või punktide (2D koodide puhul) ja nende vaheliste tühjade alade laiuse järgi. Musta värvi triibud ja punktid neelavad ja tühjad alad peegeldavad valgust sedasi, et analoogsignaali lainekuju vastab mustade ja valgete alade mustrile. Edasi saadetakse analoogsignaali dekodeerimiseks, mis tõlgib saadud signaali tekstiks. Kaasaegsemad võtkekoodilugemised kasutavad koodide lugemiseks kaameraid ja neid nimetatakse pildilugemiseks. Sisuliselt tehakse võtkekoodist pilt, millelt toimub andmete lugemine. [5]

Ettevõttes kaalutakse kasutada laser-, CCD-, pildilugemiseid, mobiilset arvutit ja nutitelefoni kaupade automaatseks tuvastamiseks ja süsteemi sisestamiseks.

2.2.1 Laserluger

Laserluger on ehitatud laserdiodist ja valgussensorist. Laseri kiire kuvamiseks üle võtkekoodi on lugeri sisse ehitatud mehhanismiga peegel või keerlev prisma. Lugemise käigus keerab peegel või prisma end nii, et sellele peegelduv laserkiir liiguks üle koodi edasi-tagasi (vaata joonis 2.1). Luger väljastab valguse, mis abistab koodi lugemisealasse sättemisega. Laserlugemised suudavad lugeda ainult ühe-dimensioonilisi võtkekoodi. Lugemiskiiruseks võib olla sadu koodi sekundis. [6]



Joonis 2.1 Laserlugeri tööpõhimõte

Dekodeerimiseks saadetakse valgussensorile võtkekoodilt tagasi peegelduva valguse intensiivsuse põhjal genereeritud signaal. Laserlugemisel puudub ekraan ja klaviatuur,

loetud infot suudab töödelda ainult ühendatud nutiseade, milleks võib olla arvuti, nutitelefon, tahvelarvuti jne. Sõltuvalt mudelist on ühendusi võimalik luua läbi interneti, Bluetooth'i ja kaabli. [7]

Laserlugerid jaotuvad kahte rühma: statsionaarsed lugerid ning käsilugerid. Käsilugerid on kaasaskantavad ja töötavad akutoitel. Käsilugereid on mitme erineva disainiga, levinuim neist on püstolikuju. Need ei väljasta kiiri katkematult, luger alustab ja lõpetab tööd, kui on saanud selleks käsu. Statsionaarsed lugerid annavad kiiri välja pidevalt ja inimese poolset algatust ei vaja. Laserlugerite lugemiskaugus sõltub suuresti mudelist. Võimsamatel võib see ulatuda üle 10 meetri. Tüüpiliselt piirdub see kuni 2 meetriga. [8]

Lugerialtel on tihti raskusi halvasti prinditud, madala kontrasti, moonduvad või kahjustatud koodi lugemisega. Samuti on oluline, et loetavad koodid oleks kindla orientatsiooniga. Tagurpidi või kalde all olevaid koodi ei pruugi luger tuvastada. Arvestama peab ka keskkonna valgustingimustega, tugev väline valgus võib mõjutada fotodiodi tööd, mille tulemusena saadakse vale näit või viga. Enamus laserlugerid ei suuda koodi lugeda valgustatud ekraanilt (arvutiekraan, nutitelefon ekraan jne). Liikuvate osade tõttu on laserluger küllatki õrn. Katkiste komponentide väljavahetamine või parandamine nõuab lisakulutusi. Laserlugerid suudavad lugeda ainult ühe-dimensioonilisi vöötkoode. [6]

Laserlugerit on sobilik uue lahenduse puhul kasutada, sest see on eksisteerinud juba pikka aega, aja jooksul on suurenenud lugemiskiirus, töökindlus ja seadmevalik. Valmistatakse ka laohoonetesse mõeldud vastupidavaid mudeleid. Laserlugerit on kerge kasutada ja ühendada arvutiga või nutiseadmega. Ühendamine on võimalik kaabliga ja üle õhu (sõltub mudelist). Laserlugerid suudavad lugeda ainult 1D vöötkoode, mis on vastuvõetav, kuna tehases lõputöö koostamise ajal 2D vöötkoode ei esine.

2.2.2 CCD-luger

CCD-lugeri (ing. k. *Charge-coupled Device*) lugemisava koosneb paljudest ühte ritta paigutatud pisikestest LED valgustitest ja sensoritest. Valgus kuvatakse vöötkoodi peale ja pisikesed sensorid mõõdavad iga valgusti ees oleva valguse tugevuse. Tagasipeegelduvat valgust ei mõõdata. Tänu sellele omadusele sobivad CCD-lugejad valgustatud ekraanilt ja eredates valgustingimustes koodi lugemiseks. Valgussensorite

näidud tõlgendatakse pingeks, mille abil saadakse pilt, millelt toimub informatsiooni lugemine. Lugemiskaugus on ligikaudu 10 sentimeetrit. [9]

CCD-lugered on vastupidavad, sest neil puuduvad liikuvad osad. CCD-lugeri eluiga on pikem, kui laserlugeril, kuna LED valgustid kestavad kauem kui laserdiodid. Kaalult ja suuruselt on need väiksemad kui laserlugered. [9]

Sõltuvalt lugeri tüübist, loevad CCD-lugered nii ühe- kui ka kahe-dimensioonilisi vöötkoode. Suurimaks miinuseks on lugeri suutmatus lugeda koodi, mis on laiem lugeri enda laiusest. On olemas nii statsionaarseid kui ka kaasaskantavaid CCD-lugereid. [9]

CCD-lugeri kasutamine, kuna lugeri on lihtne kasutada ja ühendada arvuti või nutiseadmega. CCD-luger on vastupidav. See suudab lugeda 1D vöötkoode eredates valgustingimustes. Mõni mudel suudab lugeda ka 2D koode.

CCD-lugeri ei kasutata lõputöö lõpplahenduses, sest lugeri lugemiskaugus on ligikaudu 10 sentimeetrit ja luger ei suuda lugeda koode, mis on laiemad lugeri lugemisalast.

2.2.3 Pildiluger

Pildilugered (ing. k, *imager*) koosnevad kaamerast, mille abil tehakse loetavast koodist pilt, seejärel analüüsitakse pildil olevat infot. Kaamerad kasutavad sarnast tehnoloogiat nagu CCD-lugered, erinevuseks on see, et ühe sensori rea asemel on videokaameral neid sadu. Tegemist on kahe-dimensioonilise sensorite reastusega, mille abil genereeritakse pilt. [10]

Luger ühendatakse välise nutiseadmega üle õhu või arvutiga läbi kaabli. Liikuvate osade puudumise tõttu on pildilugered vastupidavad ja töökindlad. [11]

Enne väljundit muudetakse pilt tavaliselt mustvalgeks ja lisatakse müra vähendamiseks erinevaid filtreid. Seejärel tuvastab tarkvara pildi pealt koodi asukoha ja asub seda dekodeerima. Erinevalt laserlugerist, ei nõua pildiluger, et vöötkood oleks õiget pidi või kindlas asendis. [11]

Luger suudab lugeda ühe- ja kahe-dimensioonilisi vöötkoode valgustatud ekraanidelt ja ereda valguse käes. Lugemiskiirus, -kaugus ja -täpsus sõltub lugeri kaamera omadustest, tarkvarast ja läätsest. Tüüpiliselt jääb pildilugeri lugemiskaugus mõne meetri piiridesse. Valmistatakse ka pikamaa lugereid, mis suudavad tuvastada vöötkoode kaugemalt. [12]

Pildiluger otsustati võtta võrdlusesse, kuna sarnaselt laserlugerile, on seda lihtne kasutada ja ühendada arvutiga kaabliga või üle õhu. Seade on töökindel ja vastupidav ja seadmete valik on lai. Luger suudab tuvastada nii 1D kui ka 2D koode ükskõik millise orientatsiooniga, mis muudab seadme tulevikukindlaks.

2.2.4 Mobiilne arvuti ja nutitelefoni kaamera

Mobiilne arvuti, tuntud ka kui pihuarvuti, (ing. k. *mobile computer*, ka *handheld computer*) on kaasaskantav seade, mille külge on ehitatud vöötkoodiluger. Mobiilse arvuti külge võib olla kinnitatud kas laserluger, CCD-luger või pildiluger. Sellest oleneb ka võime lugeda kahe-dimensioonilisi vöötkoode. Tegemist on arvuti ja lugeri kooslusega, millel on puutetundlik ekraan või tavaline ekraan koos klaviatuuriga. [13]

Mobiilne arvuti ei vaja tööks pidevat ühendust välise nutiseadme või arvutiga. Kogu andmetöötlus toimub seadmes endas. Operatsioonisüsteemiks on tavaliselt Android või Windows, mis annavad võimaluse mobiilsesse arvutisse alla laadida või ise kirjutada programme. [13]

Mobiilsed arvutid on ehitatud vastupidavaks. Neil on hea põrutus- ja niiskuskindlus. Mobiilne arvuti on võimalik juhtmega või üle õhu ühendada ettevõtte andmebaasiga. Ühendus toimub Bluetooth'i, Wi-Fi, mobiilandmeside või juhtme kaudu. Kui ühendus on loodud, saab mobiilse arvuti kaudu andmebaasi teavet sisestada ja seal muudatusi teha liikumise pealt. Seade võimaldab töös hoida mitut rakendust korraga, näiteks inventuurihaldus ühes aknas ja uue kauba vastuvõtmine teises. [13]

Mobiilne arvuti otsustati võtta võrdlusesse, kuna see on vastupidav ja ei nõua tööks lisaseadet. Kogu andmetöötlus toimub seadmes endas. Seadmega töötamise teeb lihtsaks külge ehitatud ekraan ja klaviatuur, mis võimaldavad andmeid lugeda ja sisestada. Lugeritehnoloogia saab valida vastavalt vajadusele.

Ka nutitelefonid kaamerat on võimalik kasutada vöotkoodide lugemiseks. Tööpõhimõte on sama nagu kaamerapõhisel vöotkoodilugeril ja mobiilsel arvutil. Koodi lugemise ja ettevötte andmebaasiga ühendumise käigus vöib nutitelefonid salvestuda konfidentsiaalseid andmeid, mis ei tohi firmast lahkuda. Vöib osutada vajalikuks jätta tööks kasutatav nutitelefoni tehasesse. [14]

Telefonid ei ole nii vastupidavad pörutustele ja kukkumisele kui spetsiaalne luger. Lugerid on disainitud kukkumistele ja pörutustele vastu pidama. Küll aga valmistatakse tugeva ehitusega nutitelefone, millel on suurem vastupidavus pörutustele kui tavalisel nutitelefoniil. Arvestada tuleb ka ilmastikutaluvuse ja tolmukindlusega, kukkumise vöi pörutuse tagajärjel vigad saanud nutitelefonid pole keskkonnatingimustele enam nii vastupidavad. [14]

Nutitelefonid on ehitatud tegema mitut toimingut korraga, lugerid on ehitatud tegema vaid üht – lugema vöotkoode, seetöttu on vöotkoodi lugerid kiiremad, usaldusväärsemad ja suurema lugemiskaugusega. [14]

Nutitelefonid otsustati vötta vördlusesse, kuna A. Le Coq töötajatele on firma poolt antud töötelefon, mida on võimalik kasutada vöotkoodide lugemiseks. Nutitelefonide kasutamine lugerite asemel tähendab seda, et uutesse seadmetesse pole vaja investeerida.

2.3 Raadiosagedustuvastustehnoloogia

Raadiosagedustuvastus kuulub Auto-ID alla, mis lubab objekte automaatselt inimabi vajamata tuvastada ja jälgida. Süsteem koosneb elektronkiibist, teisisõnu märgis (ing. keeles *tag*) ja lugerist koos antenniga. Erinevalt vöötkoodist, RFID-tehnoloogia ei nõua otsest visuaalset kontakti RFID-lugeri ja RFID-märgise vahel. Informatsioonivahetus toimub raadiolainete abil läbi objektide küllaltki suurte vahemaade tagant. Sõltuvalt märgise tüübist võib selleks olla kümneid meetreid . [15]

Raadiosagedustuvastustehnoloogiat kasutamist kaaluti, sest tootmislaod on ehituselt suured ja kasuks tuleb raadiosagedustuvastuse suurem lugemiskaugus kui vöötkoodilugeritel. Erinevalt vöötkooditehnoloogiast, RFID-luger ei pea RFID-märgist nägema. Märgiste tuvastamine toimub kiirelt läbi lugeri ja märgiste vahele jäävate objektide. RFID-lugeri kasutamine lahendaks inventuuri tehes probleemi, et töötajad ei pääse materjalide kontrollimiseks neile ligi. Materjalid on paigutatud pikkadesse rividesse üksteise kõrvale, kuhu vahele kergesti ei pääse.

Raadiosagedustuvastust ei kasutata lõputöö lahenduses, kuna ettevõttesse sissetulevad kaubad ei oma RFID-märgiseid, need tuleb juurde osta ja paigaldada, mis tähendab ettevõttele rahalist ja ajalist kulu. Materjalidele, mis lähevad kiirelt tootmisse ja ei paikne kaua aega ladudes, pole raadiomärgiste kinnitamine mõistlik. Lisaks mõjutavad ladudes hoiustatavad metallpurgid, vedelikud ja ladude konstruktsioon raadiosignaali levikut. Neil põhjustel otsustati ka hübriidlahendusest loobuda.

3 LAHENDUSKÄIK

Lõpplahenduses kaaluti kasutada kas raadiosagedustuvastustehnoloogiat, vötkoodi- või hübriidlahendust, mis koosneb mõlemast. Raadiosagedustuvastus ja hübriidlahendus jäävad lõpplahendusest välja põhjusel, et ettevõttesse sissetulevad materjalid ei oma RFID märgiseid, need tuleb soetada ning paigaldada. Materjalide rohke hulga tõttu pole nende märgistamine mõistlik. Lisaks tootmise suurenedes väheneb materjalide ladudes paiknemise aeg, mis muudab nende märgistamise veelgi ebaotstarbekamaks.

Kasulik on kasutada vötkooditehnoloogiat, kuna enamuse A. Le Coqi sissetulevad materjalid omavad tootjapoolset informatsiooni ühe-dimensiooniliste vötkoodide näol. A. Le Coq saab kaupadel olevaid vötkoode enda inventuurisüsteemi jaoks ära kasutada ning vajadusel lasta tarnijaettevõttel muuta vötkoodide paigutust ja sisu. Allpool on uue lahenduse jaoks valitud vötkoodilugeri tüüpide võrdlus (vaata tabel 3.1).

Tabel 3.1 Vötkooditehnoloogiat kasutavate lugerite võrdlus

Omadus	Laserluger	Pildiluger	Mobiilne arvuti	Nutitelefoni kaamera
Lugemiskaugus	Tüüpiliselt 1.6 meetrit, võimsamad kuni 16 meetrit	Tüüpiliselt 1.5 meetrit, võimsamatel mitu meetrit	Sõltub kombineeritud lugeri tüübist, tavaliselt lühem, kui vastavatel tavalugeritel	Kuni meeter (ligikaudu)
Tundlikkus lugemisnurgale	Ei suuda tagurpidi paiknevaid koode lugeda	Suudab tagurpidi paiknevaid koode lugeda	Sõltub kombineeritud lugeri tüübist	Suudab tagurpidi paiknevaid koode lugeda
Lugemisomadused eredas valgustingimuses	Ere väline valgus mõjutab koodilt tagasipeegeldunud valgust	Ere väline valgus ei takista lugemisomadusi	Sõltub kombineeritud lugeri tüübist	Ere väline valgus ei takista lugemisomadusi
Vastupidavus	Sisaldab liikuvaid osi	Ei sisalda liikuvaid osi	Sõltub kombineeritud lugeri tüübist	Ei sisalda liikuvaid osi
Andmete töötlemise asukoht	Väline nutiseade või kompuuter	Väline nutiseade või kompuuter	Seade ise	Seade ise
Loetav kooditüüp	1D	1D ja 2D	1D või 2D	1D ja 2D

3.1 Vöotkooditehnoloogia kasutamine A. Le Coqi tootmisladudes

Tulevase tööprotsessi jaoks on vaja välja pakkuda lahendusi, mis lahendavad peatükis 1.2 mainitud praeguse tööprotsessi puudujääd.

Uut ja vana kaupa ei loendata ega sisestada süsteemi enam käsitsi. Kogu talitlus toimub vöotkoodilugeri näjal. Lugi kasutamine likvideerib inimlikud sisestamis ja loendamisvead ning muudab tööprotsessi kiiremaks. Ka pealtnäha samasuguste kaupade eristamine on lihtne. Materjalid võivad küll sarnased välja näha, aga laoprogrammis on neil erinevad matriklid. Kaubal olevat koodi skaneerides tuleb erinevus välja.

Materjalid saavad süsteemis täpse asukoha joonevahe täpsusega (vaata lisa 2 ja L2.2). See soodustab materjalide ülesleidmist. Kõik kaubaga tehtud toimingud on süsteemis näha, kaasa arvatud kindel asukoht. Kui materjale paigutanud töötaja töölt puudub, siis leiavad teised töötajad kauba süsteemis oleva informatsiooni abil üles. Sama kehtib ka tootmise suurenemise ajal, kui materjale on rohkem ja neid tuleb paigutada ebaharilikesse kohtadesse.

3.1.1 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 1

Luger töstuki küljes. Esimene lahendus on mõeldud eelkõige töstukitele. Kaubaaluste liigutamine toimub kabiiniga töstukitega. Kaup töstetakse kaubaautolt maha ja viiakse otse sihtpunkti. Esimeses lahenduses kasutatakse pildilugeri ja nutiseadme kombinatsiooni töstukitel.

Pildiluger valiti põhjusel, et puuduvate liikuvate osade tõttu on see vastupidavam kui laserluger. Laserluger ei pruugi töstuki liikumise käigus tekkivale vibratsioonile vastu pidada. Pildiluger suudab lugeda nii 1D kui ka 2D vöotkoode, muutes seadme tulevikukindlaks. Lisaks ei mõjuta ere välivalgus pildilugeri tööd nii suurel määral nagu see mõjutab laserlugerit - oluline, sest koodi loetakse ka välitingimustes.

Pildilugeri kasutamiseks on vajalik väline nutiseade, mis on seotud ettevõtte laoprogrammiga üle õhu. Väliseks arvutiks on valitud tahvelarvuti, sest sellel on suur

ekraan informatsiooni lugemiseks ja sisestamiseks ning seda on lihtne kaasas kanda ja tõstuki külge kinnitada. Alternatiivina on võimalik kasutada mingisugust väiksema ekraaniga seadet, näiteks nutitelefoni.

Lugeri paigutus ja töö. Luger on kinnitatud tõstuki tõsteala külge nii, et iga kord kui alust tõstetakse, joondub skanneri tuvastusala kauba küljes oleva vöötkoodiga (vaata joonis 3.1). Kui euroalus on tõstuki haaradel, käivitatakse luger tõstuki juhi poolt. Luger on tõstuki külge paigutatud nii, et vajadusel saab lugerit lahti ühendada ja käsilugerina kasutada. Tuleb valida luger, mille aku kestvus on piisav töö lõpetamiseks. Pauside ajal laetakse aku uuesti täis.

Mobiilne arvuti ja nutitelefoni pole sellise lahenduse puhul optimaalne, kuna seade paigutatakse tõstuki külge ja see asub juhust eemal, muutes ekraani jälgimise tülikaks ja ohtlikuks.

Alternatiivina sobib tõstuki külge statsionaarne pildiluger, mis töötab alatasa ja lugemise alustamine inimese poolt pole vajalik, seade teab, millal kood on tema vaateväljas. Sellisel juhul tekib oht, et seade loeb koodi, mida pole vaja lugeda ning tekivad vead ja arusaamatused. Lisaks pole võimalik statsionaarset lugerit käsiskannerina kasutada. Statsionaarsed lugerid on tavaliselt ilma akuta ning lugeri pidevaks töötamiseks on vaja tõstuki külge paigaldada seadmele toiteallikas.

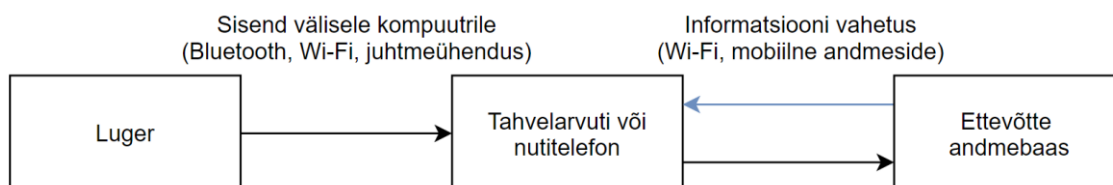


Joonis 3.1 Lugeri ja tahvelarvuti paigutuse illustreering

Pildil on näha lugeri ja tahvelarvuti paigutus tõstuki küljes. Punasel taustal on näha esimest võimalikku lugeri kinnituskohta. Rohelisel taustal on näha alternatiivset lugeri asukohta.

Pildi koostamiseks kasutatud allikad: [16][17][18]

Luger on juhtmevabalt või juhtmega ühendatud tahvelarvutiga, kus on ettevõtte poolt tehtud vastav kasutajaliides kaupade süsteemi sisestamiseks ja seal muudatuste tegemiseks (vaata joonis 3.2).



Joonis 3.2 Esimese lahenduse ühendus lugeri ja ettevõtte andmebaasi vahel

Eemaldatava lugeri külge läheb tõstuki kabiinist mingisugune päästik aparadi töö alustamiseks. Võimalik, et lugeri tööd on saab algatada läbi tahvelarvuti. Lugemiskaugus peab olema piisav lahenduse töötamiseks, minimaalselt 1 meeter.

Iga kord, kui alus tõstetakse tõstuki poolt üles, tuvastab luger kauba ja kirjutab programmis tekstireale loetud koodi. Kui kaup on tuvastatud, siis saab tahvelarvutist lugeri tööd jälgida, kaupa loendada, määrata ja muuta kauba asukohta joonevahe täpsusega ettevõtte laoprogrammis.

Esimene lahendus toimib ka lugerit tõstuki külge kinnitamata (tõstukijuht kasutab seda kaasaskantava skannerina). Sellisel juhul tuleb tõstukijuhil alusel paiknev vötkood ise skaneerida. Kui valida luger, mille lugemiskaugus on piisavalt suur, siis õnnestub koodi käsitsi otse kabiinist lugeda. Kabiinist koodi lugemisega võib kaasneda probleeme: koodi ja lugeri vahele võivad sattuda lugemist segavaid objekte, koodi pole kabiinist näha, tõstuki esiklaas segab lugeri tööd. Kui kabiinist lugemine ei õnnestu, tuleb inimesel tõstuki pealt tulla ja kaubale lähemale minna.

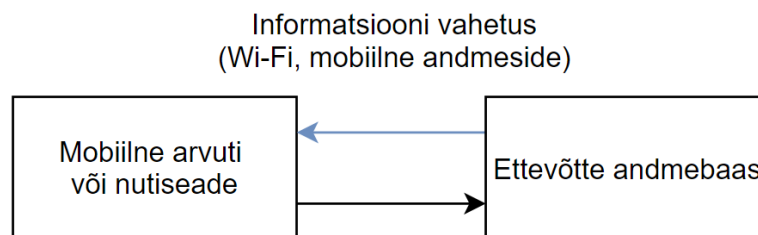
Nõuded vötkoodide paigutusele. Lahenduse töötamiseks peavad alustel paiknevate vötkoodide asukohad olema kindlad, et tõstuki külge paigaldatud luger sellest mööda ei sihiks. Vötkood peab olema alati samal küljel samas kohas või kõikidel külgedel kindlates kohtades. Kaubakoodi paigutuse ja sisu nõudeid on võimalik tarnijaettevõttega läbi rääkida. Lugeri lugemiskaugust ja lugemiskiirust on võimalik parandada, kui muuta vötkood suuremaks.

Sissetulevad kaubad on kiletatud ja mõned vötkoodid paikevad kilekihi all. Lugeritel võib olla raskusi kile all oleva koodi lugemisega. Selle koha pealt tuleks teha katsetus ja vajadusel lasta koode paigutada kas kile peale või väiksema kilekihi alla.

3.1.2 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 2

Laotöötajad kasutavad mobiilseid arvuteid või nutitelefone. Teine lahendus on sarnane esimese lahendusega. Aga mõnesuguste erinevustega. Töstukil külge lugerit ei paigutata ning koodide lugemiseks rakendatakse mobiilseid arvuteid (kombineeritud kas laser- või pildilugeriga) või nutitelefone. Lahenduses kasutatavad seadmed ei nõua välist nutiseadet. Kogu andmete töötlus ja ühendus laoprogrammiga toimub neis endis. Nutitelefon on lahendusse sobilik, sest firma töötajatele on antud need töötelefoniks. Alternatiivina on võimalik kasutada nutitelefonil asemel tahvelarvutit, millel on kaamera.

Lugeri paigutus ja töö. Mobiilset arvutit või nutiseadet ei ühendata kuhugi külge, vaid seda kantakse töötajate poolt kaasas. Kogu kauba skaneerimine toimub käsitsi ning kaubaga tehtavaid toiminguid näeb mobiilse arvuti või nutiseadme ekraanilt. Seade ise on liidetud juhtmevabalt laoprogrammiga. Ühendus luuakse kas Wi-Fi või mobiilse andmeside kaudu (vaata joonis 3.3).



Joonis 3.3 Teise lahenduse ühendus lugeri ja ettevõtte andmebaasi vahel

Materjalide skaneerimine algatakse töötaja poolt talle sobival hetkel. Kauba loendamiseks on kaks varianti: skaneeritakse ühe korra ja sisestatakse kogus süsteemi käsitsi või skaneeritakse kogu vajalik kaup ükshaaval läbi ja süsteem peab arvet. Kui otsustatakse materjale ühe kaupa skaneerida ja ülejäänud kogus käsitsi sisestada, siis tekib oht, et pealtnäha sarnaste toodete teave märgitakse süsteemi valesti.

Nõuded vöotkoodide paigutusele. Lahenduse töötamiseks ei pea alustel paiknevad koodide asukohad olema kindlad, sest skaneerimine toimub käsitsi töötaja poolt. Et vähendada aega, mis kulub töötajal koodi leidmiseks, on mõistlik need siis paigutada kas igale küljele või alati kindlale asupaigale. Nagu ka esimese lahenduse puhul, kehtib ka siin, et vöotkoodi paigutuse üle on võimalik kokku leppida tarnijaettevöttega.

Laserlugeriga mobiilse arvuti kasutamine lahenduses 2

- 1) Ereda valguse käes võib vöotkoodi lugemine osutuda keeruliseks, sest luger mõõdab koodilt tagasi peegelduva valguse intensiivsust. Väline valgus võib koodi tuvastamist takistada;
- 2) Laserlugeril on suurem tundlikkus lugemisnurgale ja orientatsioonile. Laserluger töötab kõige paremini, kui see on loetava koodiga risti;
- 3) Laserlugeri sees on liikuvad osad, mis ei pruugi vastu pidada tõstuki liikumisel tekkivale vibratsioonile ja pörutustele;
- 4) Laserluger suudab lugeda ainult 1D vöotkoode. On võimalik, et tulevikus minnakse üle 2D koodidele, mida laserlugerid lugeda ei suuda;

Pildilugeriga mobiilse arvuti kasutamine lahenduses 2

- 1) Pildiluger suudab lugeda koode eredal valgusel käes. Vöotkoodidest tehakse pilt, millelt toimub andmete lugemine. Andmete paremaks loetavuseks kasutatakse tehtud pildil erinevaid filtreid;
- 2) Lugeril puuduvad liikuvad osad, mis teeb selle vastupidavamaks vibratsioonile ja pörutamisele kui laserluger;
- 3) Väga väike tundlikkus lugemisnurgale ja orientatsioonile - luger suudab vöotkoode hästi lugeda ka siis, kui see pole vöotkoodiga risti;

Lahenduse 2 erinevus mobiilse arvuti ja nutitelefonil vahel

- 1) Mobiilne arvuti on ehitatud vastupidavamaks, sest see on mõeldud tööstuslikuks kasutamiseks;
- 2) Mobiilse arvuti küljes oleva lugeri riistvara on võimekam koodide lugemiseks. Neil on koodide lugemiseks spetsiaalselt disainitud läätssüsteem, mistõttu on lugemiskaugus pikem, kui nutitefonil;
- 3) Nutitelefonil eelis on see, et need on A. Le Coqi poolt juba soetatud ja töötajatele töötelefonidena välja jagatud;

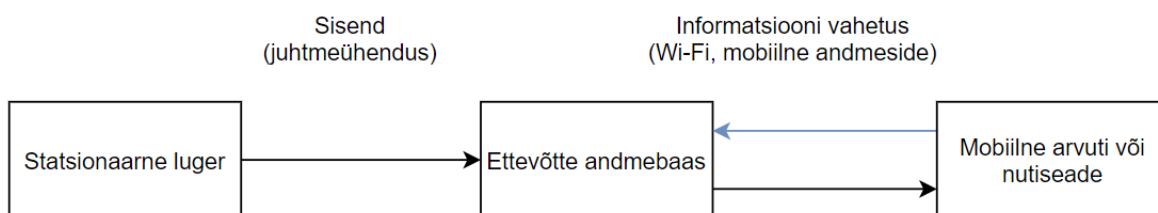
3.1.3 Uue süsteemi automaattuvastuse lahendus number 3

Statsionaarsed lugerid tootmisladudes. Kolmandas lahenduses kasutatakse statsionaarseid laser- või pildilugereid ja tahvelarvutit (alternatiivina nutitelefoni) tõstukitel materjalide tuvastamiseks ja nendega toimingute tegemiseks.

Lugeri paigutus ja töö. Statsionaarsed lugerid on paigutatud ladudes strateegilistesse kohtadesse, kus toimub vöötkoodide lugemine. Näiteks ladude vaheliste uste juurde. Seade töötab pidevalt ning ei vaja inimese poolset algatust. Tõstuk sõidab kaubaga lugeri vaateväljast läbi, mis tuvastab materjali ning teeb sissekande laoprogrammi. Tõstukijuht näeb laoprogrammi sissekannet läbi tahvelarvuti ja saab seal materjali kohta muudatusi teostada. Vigade tekkimise vähendamiseks on mõistlik, kui luger saadab tahvelarvutisse iga tuvastamise järel tagasiside, nii-öelda rohelise tule, et kood sai tuvastatud.

Lahenduse toimimiseks on vajalik paikne luger, mille lugemiskaugus ja -kiirus on piisavad vöötkoodide tuvastamiseks. Arvestada tuleb ka kilekihi all paiknevate koodidega. Nende lugemine võib liikumise pealt osutada keeruliseks.

Statsionaarne luger on juhtmega ühendatud ettevõtte andmebaasiga ühenduses oleva arvutiga, mis omakorda jagab informatsiooni tõstukil asuva tahvelarvutiga (vaata joonis 3.4). Toite saab luger lao vooluvõrgust.



Joonis 3.4 Kolmanda lahenduse ühendus statsionaarse lugeri ja ettevõtte andmebaasi vahel

Statsionaarse lugeri ei paikne tõstuki küljes, mis tähendab, et tõstuki liikumise käigus tekkiv vibratsioon ei kahjusta seadet. Miinuseks on see, et ei saa kindel olla lugeri töö kvaliteedis. Tõstuki liikumise kiirus ja kauba asend tõstuki haaradel mõjutavad lugeri tuvastusvõimet. Tekib ka murekoht, et kui materjale liigutatakse ühe lao piires, aga statsionaarsed lugerid on vaid ustel, kuidas siis materjale skaneerida. Sellisel juhul on

võimalik kasutada A. Le Coqi poolt väljastatud töötelefoni või tahvelarvutit materjali tuvastamiseks. Alternatiivina sobib ka ükskõik milline teine lugeritüüp. Sama kehtib ka juhul, kui skaneerida on vaja välitingimustes, kus statsionaarsed lugerid puuduvad.

Nõuded vöötkoodide paigutusele. Kuna luger on muutumatus asendis, siis sarnaselt lahendusega 1, peab loetav kood olema alati samas kohas ja kindlal kõrgusel. Ideaalis igal küljel, sest tõstuk võib läbida uksi mõlemat pidi. Tulemus sõltub ka sellest, kui kõrgele tõstukijuht tõstab materjali.

3.2 Loodud lahenduste analüüs ja soovitused ettevõttele

Lahendustest parema ülevaate saamiseks on koostatud tabel (vaata tabel 3.2). Tabelis on välja toodud kolme lahenduse tähtsaimad omadused.

Tabel 3.2 Vöötkooditehnoloogiat kasutavate lahenduste võrdlus

Omadus	Lahendus 1	Lahendus 2	Lahendus 3
Lugeri tüüp	Pildiluger	Mobiilne arvuti kombineerituna pildi- või laserlugeriga; nutitelefon	Statsionaarne pildi- või laserluger
Lugeri paigutus	Tõstuki küljes, vajadusel võimalik lahti ühendada	Kaasaskantav	Kindlad asukohad
Välise kompuutri või nutiseadme vajadus	Jah	Ei	Jah
Lugeri töö algataja	Inimene, alternatiivina masin	Inimene	Masin
Skaneerimise asukoht	Tõstuki haaradel, käsitsi lugeri lahti ühendamise puhul kõikjal	Kõikjal loas	Lugeritega kaetud aladel, nutitelefoni kasutades ka mujal
Lugeri ja süsteemi vaheline ühendus	Lugeri - nutiseade - süsteem	Lugeri - süsteem	Lugeri - süsteem - nutiseade

Tabel 3.2 järg

Omadus	Lahendus 1	Lahendus 2	Lahendus 3
Vöötkoodi paigutus materjalil	Kindel asukoht ja kõrgus on oluline	Pole kriitilise tähtsusega	Kindel asukoht ja kõrgus on oluline

Lugeri tüüp. Lahenduses 1 kasutatakse pildilugereid, sest need on vastupidavamad vibratsioonile ja põrutustele kui laserlugerid. Teiste lahenduste puhul sobivad praegusel hetkel nii laser- kui ka pildilugerid, sest lahenduste 2 ja 3 kohaselt lugereid nii karmilt ei kohelda. Lahenduses 3 kasutataval statsionaarsel lugeril on kõige väiksem oht viga saada, sest seda kaasas ei kanta.

Pildilugeri tulevikukindluse tõttu on soovitatav jätta laserlugerid tahaplaanile ja keskenduda pildilugeri kasutamisele. Seda ka mobiilse arvuti puhul. Tulevikukindluse tagamiseks on mõistlik valida mobiilne arvuti, mille külge on ehitatud pildiluger.

Paigutus ja skaneerimise asukoht. Lahenduses 1 kinnitatakse see tõstuki külge, et materjalide identifitseerimiskoodi saaks skaneerida otse tõstuki haaradel. Lisaks on võimalus lugerit kinnituspesast välja tõsta ja käsilugeriina kasutada. Lahendus 1 sobib olukordadesse, kus kasutatakse ohtralt tõstukite abi, näiteks uue materjali vastuvõtmiseks ja paigutamiseks.

Lahenduses 2 on luger töötajate poolt käsitsi kaasaskantav. Sellega saab liikuda sinna ja kasutada seal, kus on vajadus. Kaasaskantavuse pärast on lahendust 2 hea kasutada näiteks inventuuri teostamises ja väiksemateks skaneerimisteks. Lisaks sobib lahendus hästi tööprotsessidesse, kus kasutatakse käsitõstukeid.

Lahenduses 3 on lugeril kindel asukoht. Seda ei ohusta tõstukite liikumisel tekkiv vibratsioon nagu lahenduse 1 puhul ning puudub ka oht, et töötajad pillavad seadme maha, nagu võib juhtuda lahendus 2 puhul. Lisas on võimalik kasutada nutitelefoni, et skaneerida seal, kus pole statsionaarsest lugerist kasu. Lahendus 3 sobib olukorda, kus soovitakse seadme eluiga võimalikult pikaks viia.

Välise kompuutri või nutiseadme vajadus. Lahendused 1 ja 3 vajavad toimimiseks lugeriga ühendatud tahvelarvutit või muud nutiseadet, kuhu luger saab informatsiooni edasi saata. Läbi tahvelarvuti näeb lugeri kasutaja materjalide informatsiooni.

Lahendus 2 ei nõua lisaseadet, sest lahenduses kasutatavad seadmed omavad ekraani ja klaviatuuri, mille läbi on võimalik kaupade kohta muudatusi teha ettevõtte laoprogrammis.

Lugeri töö algataja. Lahendustes 1 ja 2 algatab lugeri töö inimene käsitsi.

Lahenduses 3 töötab luger pidevalt ja lugemine toimub automaatselt, kui vöökood satub lugeri vaatevälja. Võib juhtuda, et lugeri vaatevälja satub kood, mida ei taheta lugeda.

Lugeri ja süsteemi vaheline ühendus. Lahenduses 1 on infoketi esimeseks lüliks luger, mis saadab teave loetud koodi kohta tahvelarvutisse. Tahvelarvuti on omakorda ühendatud laoprogrammiga.

Lahenduses 2 kasutatavatel seadmetel on otseühendus laoprogrammiga.

Lahenduse 3 informatsiooni liikumine on sarnane esimese lahenduse omaga. Erinevuseks on see, et statsionaarsest lugerist liigub informatsioon loetava koodi kohta otse ettevõtte laoprogrammi ja sealt edasi töötaja kasutuses olevasse tahvelarvutisse.

Vöökoodi paigutus materjalidel. Lahenduste 1 ja 3 puhul on vöökoodi kindel asukoht ja orientatsioon ülioluline, sest lugerid on fikseeritud suunaga ja koodid peavad alati jääma lugeri vaatevälja.

Lahenduse 2 puhul vöökoodide paiknemine nii oluline ei ole, sest käsilugeri kasutamine lubab lugeda koode hoolimata nende asukohast.

3.3 Nõuded ja soovitused ettevõtte laotarkvarale

Väljapakutud lahenduste toimimiseks tuleb olemasolevat laoprogrammi muuta nii, et see suudaks kasutada välise lugeri poolset informatsiooni kauba vastuvõtmiseks, laoprogrammi lahtrite täitmiseks, materjalide täpse asukoha määramiseks ja teistsuguste muudatuste tegemiseks.

Laoprogrammi tuleb sisestada joonevahede märgistused (vaata lisa 2 ja L2.2) ja need ka reaalsuses ladudesse markeerida. Samuti on teada joonevahede pikkused ja ladudes kasutatavate euroaluste suurused (vaata L2.1), mille abil saab tarkvara välja arvutada mitu alust joonevahesse mahub. Tänu sellele näevad töötajad palju vaba ruumi joonevahes ja laos veel on ning saavad materjalide paigutamise paremini läbi mõelda. Lisaks saab programm soovitada vabu asukohti materjalide paigutamiseks.

Programm tuleb ka siduda välise nutiseadmega üle õhu. Kui vana laoprogrammiga ei õnnestu nutiseadet või lugerit integreerida, siis tuleb kasutusele võtta muu programm, mis seda suudab.

Laoprogrammis tehtud muudatuste koheseks salvestamiseks on vajalik tahvelarvuti (sobib ka muu nutiseade, nt nutitelefon) ja laoprogrammi vaheline pidev ühendus. Alternatiivina võib tahvelarvuti töötada internetivõrguta. Võrguta töötav tahvelarvuti salvestab lugeri töö ning muudatuste info endasse ja sünkroniseerib selle laoprogrammiga, kui see võrguga ühendada. Alternatiivi eripäraks on see, et siis ei pea kogu ladustamisala katma Wi-Fi võrguga, sünkroniseerimine toimub internetiga kaetud aladel. Sünkroniseerimislahenduse miinuseks on see, et enne laoprogrammi andmete edastamist võib sama kaubaga keegi veel toiminguid teha. Sellisel juhul tekivad vead ja andmed ei pruugi ühilduda. Tarkvaralisel poolel tuleb probleem lahendada. Üheks võimaluseks on kasutada toimingute ajatempleid.

Otsustamiseks, kas hoida seadmeid pidevas võrguühenduses või mitte, on soovitatav teha tasuvusanalüüs, et selguks kumb variant on ettevõttele kasulikum. Pideva võrguühenduse jaoks on vajalik laialdane Wi-Fi võrk tootmisladudes, aga seadmete ja laoprogrammi vahelise andmeedastuse käigus tekkivate vigade tekkimise tõenäosus langeb oluliselt. Laialdase internetivõrgu tekitamine nõuab lisakulutust.

Internetiühenduseta lahendus nõuab tarkvara arenduseks rohkem aega ja raha, aga ei nõua lisainvesteeringut võrguseadmetesse. Seadmete ja laoprogrammi vahelise andmeedastuse käigus tekkivate vigade tekkimise tõenäosus jällegi suureneb.

Oluline on rõhku panna ka seadmete ja ettevõtte andmebaasi vahelise ühenduse turvalisusele, et vältida soovimatut tegevust. Lisaks on mõistlik seada tarkvara sisesed piirangud, et ladude töötajad ei saaks muuta informatsiooni, mida nad ei tohi muuta.

4 TEHTUD TÖÖ ANALÜÜS

Lõputöö käigus analüüsiti AS A. Le Coq tootmisladudes esinevat tööprotsessi seoses materjalide vastuvõtmise ja paigutamisega ning toodi välja selle miinused. Informatsioon koguti töötajatega suheldes ning kohapealse praktikakogemuse tulemusel. Tootmisladude töö täiustamiseks valiti välja sobivad automaattuvastusseadmed ning loodi nende kasutamise lahendused.

Lahendust 1 on soovitatav kasutada materjalide vastuvõtmise ja üldise kauba transpordi käigus, milleks kasutatakse tõstukeid (vaata lisa 3). Lahenduses kasutatavad seadmed ja nende paigutus tagavad mugava kasutuskogemuse ja turvalise sõidu tõstukijuhtidele. Tõstukijuhtidel on käed vabad tänu sõiduki külge kinnitatud lugerile ja tahvelarvutile. Vajadusel saab seadmeid lahti ühendada ja kaasas kanda.

Lahendus 2 sobib olukorda, kus ei vajata vastukaalutõstukeid (vaata lisa 3). Lahendus 2 sobib hästi näiteks inventuuri kontrollimiseks, kaupade tuvastamiseks kitsastes oludes ja materjalide käsitõstukiga liigutamiseks. Lahenduses kasutatakse seadmeid, mida on lihtne kaasas kanda. Piisab ainult lugerist endast, nutitelefoni või tahvelarvutit kaasa võtta pole vaja.

Lahendus 3 toimimiseks tuleb paigaldada ettevõtte territooriumile mitmed statsionaarsed lugerid. Lugerite paigaldamine ja töökorda sättimine on tunduvalt keerulisem, kui lahenduste 1 ja 2 puhul. Seetõttu on lahendus 3 välja pakutud alternatiiviks esimesele ja teisele lahendusele. Lahendus 3 sobiks ettevõttesse paremini, kui inimeste poolt juhitud tõstukid asendada robottõstukitega. Sellisel juhul on materjalidel paikevad vöötkoodid kindla asukohaga ja materjalide liikumise protsess täpselt teada. Lugerite poolt saadavat informatsiooni saab kasutada robotite töö juhtimiseks ja kontrollimiseks.

Välja pakutud lahenduste töötamiseks tuleb ettevõttel teha muudatusi olemasolevas laoprogrammis nii, et programmis on võimalik tuvastatud materjalide kohta lahtreid täita ja päringuid teha kasutades lugeri poolset sisendit.

A. Le Coqi uue laojuhataja sõnul enne 2021. aasta sügist uusi lahendusi vastu ei võeta, sest lõputöö valmimise ajal suureneb ettevõtte tootmine piirini, kus laotegevuse uuendamine pole võimalik.

Lõputöö koostamisele aitas kaasa kaks praktikakogemust ettevõttes, mille käigus tutvuti ettevõtte tööprotsessidega. Ülejäänud vajalik teave koguti töötajatega suheldes. Arvestada tuli töötajate enda töökohustustega ning alati polnud võimalik informatsiooni koheselt kätte saada.

Võimaluse korral oleks lõputöö autor katsetanud erinevaid töös välja pakutud seadmeid, et testida välja pakutud lahendusi ja analüüsida lahenduste toimimist. Teoorias välja pakutud lahendused töötavad, aga järgi katsetada neid antud hetkel pole võimalik. Lõputöö valmimise perioodil ühtegi ettevõtte andmebaasiga ühenduses olevat lugerit polnud.

Välja pakutud lahenduste juures oleks võinud konkreetsemalt märkida, milliste tööülesannete juurde mingi luger kõige paremini sobib. Näiteks täpsemalt märkida, mis ametikoha juurde käib milline seade. Täpsema analüüsi juures oleks ettevõtte rohkem kasulikku informatsiooni saanud. Tulevikus on võimalik lõputöö lahendusi detailsemalt edasi arendada.

Kõige huvitavamaks lahenduseks peeti lahendust 1, sest sellel on nende arvates kõige suurem kasutegur, kui see probleemideta tööle saada. Idee, et uued materjalid saavad süsteemi lisatud kohe kauba saabumise ajal, on ettevõttele meelepärane Keeruliseks peeti seadme valikut, mis suudaks tõstuki küljes töökindlalt toimida.

Lahendust number 2 peeti kõige töökindlamaks ja odavamaks. Lahendus ei nõua seadmete paigutamist. Seadmed tuleb ainult soetada ja laoprogrammiga ühendada.

Lahendust number 3 tõenäoliselt niipea kasutama ei hakata. Statsionaarsed seadmed vähendavad materjalide tuvastusprotsessi paindlikkust. Pigem kaalutakse kasutada esimest kahte välja pakutud lahendust. Kolmas lahendus tasub uuesti üle vaadata, kui kasutusele plaanitakse võtta robottõstukid.

Kuna tootmisladude tööprotsesside uuendamine on hetkel pausile pandud plaaniga jätkata 2021. aasta sügisel, siis pole ettevõtte veel otsustanud, millist välja pakutud lahendust kasutama hakatakse. Ettevõtte sõnul on kõik välja pakutud lahendused perspektiivikad ning neist on kindlasti abi tootmisladude tööprotsessi uuendamiseks.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö teema kujunes välja AS A. Le Coqi soovist uuendada Tartu tootmisladude töö kulgu kasutades automaattuvastustehnoloogiat. Lõputöö eesmärk on anda ülevaade A. Le Coq tootmisladudesse sobivatest tuvastustehnoloogiatest ning seadmetüüpidest ja teha soovitus nende kasutamiseks materjalide tuvastamiseks ja süsteemi kandmiseks.

Uue lahenduse elluviimiseks kasutatakse vöotkooditehnoloogia seadmeid, sest ettevõttesse sissetulevad materjalid omavad tarnijapoolset teavet infolehe näol, kus esineb ka vöotkoode, mida on vöimalik uue lahenduse jaoks ära kasutada. Raadiosagedustuvastust lõpplahenduses ei kasutata, kuna sissetulev kaup raadiomärgiseid ei oma ja nende kaubale kinnitamine tähendaks töötajatele lisatoiminguid.

AS A. Le Coqi tootmisladude tööprotsesside täiustamiseks pakuti välja kolm vöotkooditehnoloogia seadmeid kasutatavat lahendust.

Esimeses lahenduses kasutatakse pildilugeri ja nutiseadme kombinatsiooni tõstukitel. Pildiluger sai valitud, sest see on vastupidav ja tulevikukindel. Luger kinnitatakse tõstuki külge, suunaga tõstealale. Vajadusel on vöimalik luger kinnituse küljest lahti ühendada. Materjalialuse üles tõstmise korral joondub lugeri tuvastusala materjali küljes oleva vöotkoodiga. Tuvastatud informatsioon kuvatakse ettevõtte laoprogrammiga ühenduses olevasse nutiseadmesse.

Teises lahenduses kasutavad laotöötajad materjalide tuvastamiseks mobiilseid arvuteid ja nutitelefone, mis ei nõua informatsiooni kuvamiseks välist nutiseadet. Neil on ekraan ja klaviatuur informatsiooni sisestamiseks. Mõlemad seadmetüübid on lihtsasti kaasaskantavad ja sobivad olukordadesse, kus lugemiskaugus ja kiirus pole oluline.

Kolmandas lahenduses paigutatakse statsionaarsed lugerid ladudes kindlatesse kohtadesse, kus toimub vöotkoodide lugemine. Sellisteks asukohtadeks sobivad näiteks ladude vahelised uksed. Kui tõstuk möödub kaubaga lugeri vaateväljast, siis loetakse kauba vöotkood automaatselt ja kuvatakse informatsioon tõstuki külge kinnitatud laoprogrammiga ühenduses olevasse nutiseadmesse.

Lahenduste toimimiseks on vajalik ettevõtte poolt teha muudatusi olemasoleva laoprogrammiga, et see suudaks kasutada välise lugeri poolset informatsiooni kauba vastuvõtmiseks, laoprogrammi lahtrite täitmiseks, materjalide täpse asukoha määramiseks ja teistsuguste muudatuste tegemiseks.

Lõputöö ülesanne, mis on anda ülevaade A. Le Coq tootmisladudesse sobivatest tuvastustehnoloogiatest ning seadmetüüpidest ja teha soovitus nende kasutamiseks materjalide tuvastamiseks ja süsteemi kandmiseks, sai täidetud. Ettevõttele on antud ülevaade tootmisladudesse sobivatest tehnoloogiatest ja nende kasutusvõimalustest, mis lahendavad praeguse töökorralduse miinused.

Lõputöö valmimise hetkel pole teada, millal välja pakutud lahendused kasutusele võetakse. 2021. aasta sügisel, kui ettevõtte tootmine väheneb, lubati tootmisladude uuendamiseks uuesti pihta hakata.

AS A. Le Coq jäi kokkuvõttes lõputöö tulemustega rahule. Lõputöö tulemused aitavad kaasa seadmete valikule tulevikus ning annavad ülevaate nende kasutusvõimalustest. Lõputööd jätkates on võimalik detailsemalt paika panna, milliste konkreetsete tööprotsesside juurde kindlad automattuvastusseadmed sobivad.

SUMMARY

The topic of the final thesis was formed by the wish of A. Le Coq to update the workflow of Tartu production warehouses using automatic detection technology. The aim of the final thesis is to give an overview of the detection technologies and equipment types suitable for A. Le Coq production warehouses and to make a recommendation for their use for material detection and system entry.

Barcode technology equipment is used to implement the new solution, because the materials entering the company have information from the supplier in the form of a leaflet, which also contains barcodes that can be used for the new solution. Radio-frequency identification is not used in the final solution, as incoming goods do not have radio tags and affixing them to the goods would mean additional work for employees.

Three solutions using barcode technology equipment were proposed to improve the operational processes of A. Le Coq's production facilities.

The first solution uses a combination of an image reader and a smart device on forklifts. The imager was chosen because it is durable and future-proof. The reader is attached to the forklift, facing the lifting area. If necessary, the reader can be disconnected from the holder. When the pallet is raised, the detection area of the reader aligns with the barcode attached to the material. The detected information is displayed on a smart device connected to the company's warehouse program.

In the second solution, warehouse workers use mobile computers or smartphones to identify materials, which does not require an external smart device to display information. They have a screen and keyboard for entering information. Both types of devices are easy to carry and are suitable for situations where reading distance and speed are not important.

In the third solution, the stationary readers are placed in specific places in the warehouses where the barcodes are read. Doors between warehouses, for example, are suitable for such locations. When the forklift passes within the field of view of the reader, the barcode on the goods is read automatically and the information is displayed on a smart device attached to the forklift and connected to the warehouse program.

For the solutions to work, it is necessary for the company to make changes to the existing warehouse program so that it can use the information from the external reader to fill cells in the warehouse program, determine the exact location of materials and make other changes.

The task of the final thesis, which is to provide an overview of the detection technologies and types of equipment suitable for A. Le Coq's production warehouses and to make a recommendation for their use for the identification of materials and entry into the system, was completed. The company has been given an overview of the technologies suitable for production warehouses and their application possibilities, which solve the disadvantages of the current work organization.

At the time of completion of the final thesis, it is not known when the proposed solutions will be implemented. In the autumn of 2021, when the company's production will decrease, the renewing of work process will be discussed again.

A. Le Coq was satisfied with the results of the final thesis. The results of the thesis will contribute to the selection of equipment in the future and provide an overview of their possible uses. Continuing the final thesis, it is possible to determine in more detail for which specific work processes certain automatic detection devices are suitable.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Automaatne tuvastamine [WWW]. Kasutatud 15.10.2020,
https://ope.khk.ee/oo/vootkooditehnika_kasutamine_laos/automaatne_tuvastamine.html
- [2] Automatic Identification and Its Role in Warehouse Management [WWW].
Kasutatud 15.10.2020,
<https://www.onpalms.com/blogs/automatic-identification-and-its-role-in-warehouse-management/> (22.05.2013)
- [3] Types of Barcodes: Choosing the Right Barcode [WWW]. Kasutatud 27.10.2020,
[https://www.scandit.com/blog/types-barcodes-choosing-right-barcode/#:~:text=One%2Ddimensional%20\(or%201D\),referred%20to%20as%20linear%20barcodes.](https://www.scandit.com/blog/types-barcodes-choosing-right-barcode/#:~:text=One%2Ddimensional%20(or%201D),referred%20to%20as%20linear%20barcodes.)
- [4] Kahemõõtmelised koodid [WWW]. Kasutatud 18.11.2020,
https://ope.khk.ee/oo/vootkooditehnika_kasutamine_laos/kahemtmelised_koodid.html
- [5] Barcode Scanners: How Do They Work? [WWW]. Kasutatud 27.11.2020,
<https://www.waspbarcode.com/buzz/how-barcode-scanners-work#:~:text=More%20specifically%2C%20the%20sensor%20in,and%20converts%20it%20into%20text.>
- [6] Laser Scanners [WWW]. Kasutatud 03.12.2020,
<https://www.cognex.com/what-is/industrial-barcode-reading/laser-scanners#:~:text=A%20barcode%20scanner%2C%20or%20barcode,the%20information%20contained%20in%20barcodes.&text=Laser%20scanners%20use%20a%20laser,and%20forth%20across%20the%20barcode.>
- [7] What's Difference Between USB Barcode Scanner and Wireless Barcode Scanner [WWW]. Kasutatud 06.11.2020,
<https://www.totinfoaidc.com/difference-usb-and-wireless-barcode-scanner/>
(14.01.2020)

[8] Laser Barcode Scanner [WWW]. Kasutatud 27.10.2020,
https://www.barcodesinc.com/cats/barcode-scanners/laser.htm?page=1&sort_by=Price&sort_dir=r

[9] LED Barcode Scanners [WWW]. Kasutatud 01.11.2020,
<http://www.barcodescanners.co.uk/led-scanners.php>

[10] Four Types of Barcode Scanners [WWW]. Kasutatud 01.11.2020,
<https://www.universeoptics.com/barcode-scanners/>

[11] 8 REASONS TO CHOOSE IMAGE-BASED BARCODE READERS [WWW]. Kasutatud 05.11.2020,
https://inovasense.pt/wp-content/uploads/2020/08/WP_8-Reasons_EN.pdf

[12] 21 Interesting Facts About Barcode Scanners That Will Help Your Business [WWW]. Kasutatud 20.11.2020,
<https://sps.honeywell.com/us/en/support/blog/productivity/interesting-facts-about-barcode-scanners#:~:text=The%20D%20imager%20barcode%20scanner,that%20barcode%20within%20that%20image.> (Ewell, 12.11.2019)

[13] Is a Barcode Scanner or Mobile Computer the Best Fit? [WWW]. Kasutatud 22.11.2020,
<https://www.waspbarcode.com/buzz/barcode-scanner-or-mobile-computer>

[14] Smartphone vs Barcode Scanner [WWW]. Kasutatud 29.11.2020,
<https://www.linkedin.com/pulse/smartphone-vs-barcode-scanner-steven-greenblatt> (09.07.2018)

[15] What is RFID? | The Beginner's Guide to RFID Systems [WWW]. Kasutatud 03.12.2020,
<https://www.atlasrfidstore.com/rfid-beginners-guide/>

[16] Forklift #2 SVG, Forklift SVG, Forklift Clipart, Forklift Files for Cricut [WWW]. Kasutatud 08.01.2020,
<https://www.etsy.com/dk-en/listing/639439062/forklift-2-svg-forklift-svg-forklift>

[17] Armor510 Industrial Tablet (Android) [WWW]. Kasutatud 12.12.2020,
<https://www.emsbarcode.com/gss/product/gss-tablet-10-and/>

[18] Worth Data Model 530-2D USB Bar Code Scanner [WWW]. Kasutatud 12.12.2020,
<https://www.barcodehq.com/5302D.html>

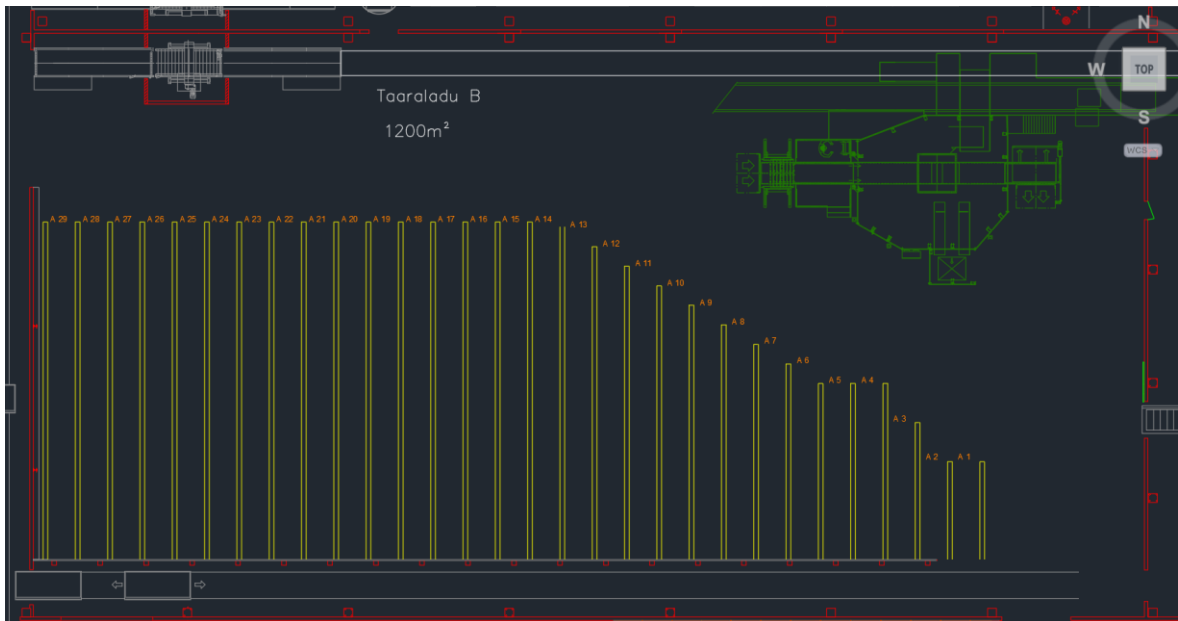
LISAD

Lisa 1 Näide sissetuleva kauba infost



Pildil on näha informatsioon, mis tuleb koos materjaliga tarnijalt. Praegusel hetkel on ettevõtte jaoks oluline vötkoodita „Customer article No“. Tõlkes tähendab see tellija artiklikoodi.

Lisa 2 A. Le Coq tootmisladude joonevahede digiteerimine AutoCad'is



Töökesekkonnapraktika (september 2019) käigus joonestati tootmisladude digitaalsele plaanile joonevahede (kollased jooned) asukohad. Joonevahed said ka tähistatud (tähisted A1, A2, A3 jne). Reaalsuses on ladudes joonevahed ilma tähistusteta olemas, aga digitaalsel kujul ei eksisteerinud joonevahesid ega tähistusi.

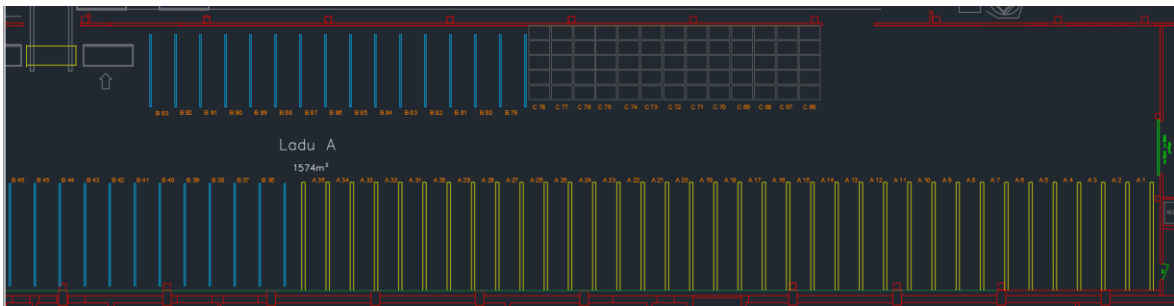
Töö sai tehtud mõeldes tulevikule, et markeeritakse ka ladudesse joonevahede tähistused, mida uus süsteem saaks ära kasutada materjalide täpse asukoha määramiseks. Näiteks: saab määrata materjali asukohaks B-A1, mis tähendab, et materjal asub laos B, joonevahes A1.

L2.1 Joonevahede mahutavus ja pikkus Taaralaos B

Roheliste ja punaste kastidega alused 800x1200							
Sektori märgis	Sektorite arv	Ridade arv	1.korrusel	2.korrusel	3.korrusel	kokku sektoris	Sektori joone pikkus (mm)
A1-A2	2	5	5	5	3	26	4250
A3	1	7	7	7	5	19	5950
A4-A6	3	9	9	9	7	75	7650
A7	1	10	10	10	8	28	8500
A8	1	11	11	11	9	31	9350
A9	1	12	12	12	10	34	10200
A10	1	13	13	13	11	37	11050
A11	1	14	14	14	12	40	11900
A12	1	15	15	15	13	43	12750
A13	1	16	16	16	14	46	13600
A14-A29	16	17	17	17	15	784	14670
					kokku	1163	

Taaralao B joonevahede mahutavuse välja arvutamine 800x1200 mõõdus kaubaalustega. Sellise mõõduga alusel hoitakse tavaliselt rohelist ja punast värvi plastikkastides asuvaid klaaspudeleid. Aluseid paigutatakse joonte vahele kindlat pidi. Alused paigutatakse üksteise otsa korrustena. Antud kauba puhul kolm korrust, sest plastikkastid takistavad kaubal purunemast ja neid saab laduda rohkem üksteise otsa. Mõõdeti ka iga joonevahe pikkus millimeetrites.

L2.2 Joonevahede näide Laos A



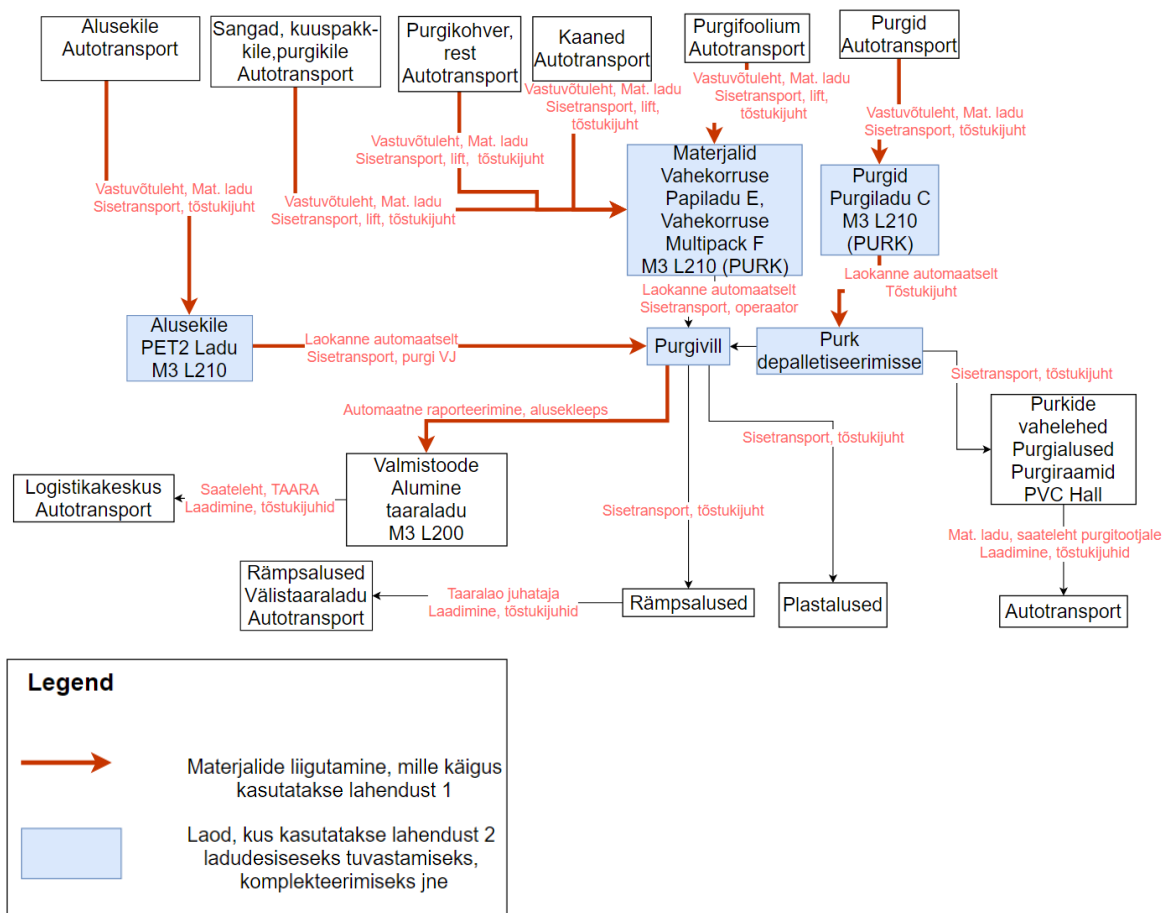
Kollased jooned - tähistavad maapinnale paigutatavat ala, tähistus algab „A“ tähega

Sinised jooned – tähistavad riuleid, tähistus algab „B“ tähega

Hallid alad – alad, kuhu on alused laos paigutatud ilma igasuguste abistavate joonteta, tähistus algab „C“ tähega

Lisa 3 Purgivilliga seotud materjalide liikumise skeem välja pakutud lahendustega

Purgivilliga seotud materjalide liikumine koos lahendustega



Purgivilliga seotud materjalide liikumise kaardistamine töökeskkonnapraktika käigus (september 2019) alates ettevõttesse jõudmisest, kuni valmistoodangu lahkumiseni. Materjalide liikumise skeem (ilma välja pakutud lahendusteta) on ajakohane ka lõputöö valmimise ajal.

Kastides on materjali nimetus, sihtkoht ja praeguse laoprogrammi ladude tähised (näiteks M3 L210). Punases kirjas on märgitud materjaliga seotud toiming ja toimingu eest vastutaja. Mat. ladu tähendab Materjaliladu, sellise nimega on kindel ladu ettevõtte territooriumil.

Laokanne automaatselt tähendab, et kui materjal läheb tootmisesse, siis arvestatakse materjalkulu laoprogrammis koheselt maha. Ladude sisest materjali liikumist ei märgita.

Joonisel on näha purgivilliga seotud materjalide liikumine. Tumeoranži noolega on tähistatud tõstukitega materjalide liigutamine, kus on soovitatud kasutada välja pakutud lahendust 1.

Helesinise kastiga on tähistatud laod, kus on soovitatud kasutada materjalide tuvastamiseks, komplekteerimiseks ja laoprogrammis materjalide kohta muudatuste tegemiseks lahendust 2.