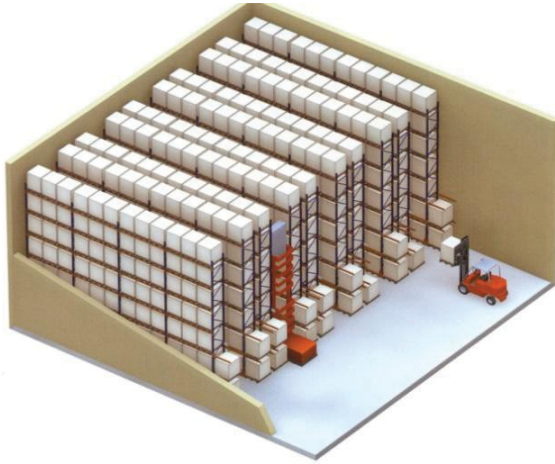


<i>Eessõna</i>	4
<i>Autorist</i>	5
1. Laonduse ajaloost	
1.1. Laod varasel antiikajal	6
1.2. Rooma impeeriumi laod	6
1.3. Laonduse areng keskajal	8
1.4. Laondus tööstusrevolutsiooni ajal	10
1.5. Raudteetransporti teenindavad laod	12
1.6. Laonduse areng 20. sajandil	12
1.7. Laotõstukite ajaloost	14
2. Laod ja ladude liigid	
2.1. Ladude vajadus ja ülesanded	18
2.2. Lao roll teenindajana	21
2.3. Ladu ettevõtte logistikasüsteemis	22
2.4. Oma lao pidamine võilaoteenuste ostmise	23
2.5. Ladude jaotus tegevusvaldkonna ja kasutusotstarbe järgi	25
2.6. Ladude jaotus kasutatava tehnoloogia alusel	30
2.7. Ladude jaotus muude tunnuste alusel	31
3. Laotehnoloogiad	
3.1. Kaubaaluste tehnoloogiad	37
3.2. Madal, laiade vahekoridoridega kaubaaluste ladu	40
3.3. Kõrge kitsaste vahekoridoridega kaubaaluste ladu	45
3.4. Kauba virnastamine	46
3.5. Sügavriiulid	50
3.6. Topeltsügavusega riiulid	52
3.7. Läbivooluriiulid	52
3.8. Liikuvriiulid	55
3.9. Eriotstarbelised riiulid	57
3.10. Staatiline peenkaubariiulite süsteem	58
3.11. Peenkauba läbivooluriiulid	61
4. Poolautomaatsed laosüsteemid ja laorobotid	
4.1. Ladude automatiseerimine	62
4.2. Automaatsed ja poolautomaatsed laosüsteemid	63
4.3. Horisontaalkarussell	63
4.4. Vertikaalkarussell	64
4.5. Liftitorn	66
4.6. Sahtellao kraanasüsteem	67
4.7. Poolautomaatne tellimuste komplekteerimise süsteem	70
4.8. Kaubaaluste kraanasüsteem	71
4.9. Süstikvankritega laosüsteem	72
4.10. Laorobotite kasutamine ja lao automatiseerimise areng	74
5. Laotõstukid	
5.1. Laotõstukite liigid ja peamised tehnilised näitajad	78
5.2. Vastukaaltõstukid	80
5.3. Teisaldamis- ehk siirdetõstukid	83
5.4. Tugiratastõstukid	86
5.5. Liikuvmastiga tõstukid	87
5.6. Madalkomplekteerimistõstukid	89
5.7. Kõrgkomplekteerimistõstukid	90
5.8. Pöördkahveltõstukid	92
5.9. Kombitõstukid	93
5.10. Süstiktõstukid	94
5.11. Neljasuunalise liikumisega tõstukid	95
5.12. Liigenditõstukid	96
5.13. Puksiirtõstukid	97
5.14. Tõstukite lisaseadmed	97
5.15. Automaattõstukid ja poolautomaatselt töötavad tõstukid	99
5.16. Kahveltõstukite arendamine	103

6. Muud laoseadmed	
2 6.1. Laadimissillad ja –rambid	104
6.2. Konveierid ja konveiersüsteemid	106
6.3. Kaalud, käärtõstukid ja <i>palletstacker</i>	111
7. Siseneva logistika laotoimingud	
7.1. Materjali ja kauba käitleminening laotoimingud	113
7.2. Kauba mahalaadimine	115
7.3. Hoiuühikute koostamine	117
7.4. Kaubasaadetiste vastuvõtukontroll	118
7.5. Kauba paigutamine hoiukohtadele	122
7.6. <i>Cross-docking</i>	124
7.7. Lao- ja otsesaadetiste konsolideerimine	127
7.8. Tagastuste käitlemine laos	128
7.9. Lisaväärtustoimingud laos	129
8. Siselogistika laotoimingud	
8.1. Kauba hoiustamisega seotud mõisted	130
8.2. Hoiustamissüsteemid	131
8.3. Laoaadresside süsteem	137
8.4. Töö infosüsteemis	140
8.5. Inventeerimine	141
8.6. Inventuuride liigid	143
8.7. Täisinventuuri läbiviimise üldised põhimõtted	146
8.8. Täisinventuuri planeerimine ja ettevalmistamine	147
9. Väljuva logistika laotoimingud	
9.1. Väljastustellimuste komplekteerimine	152
9.2. Komplekteerimisdokument	154
9.3. Eeldused tõhusaks komplekteerimistööks	156
9.4. Traditsioonilised tövõtted saadetiste komplekteerimisel	158
9.5. Komplekteerimistöö tõhustamise peamised meetodid	161
9.6. Komplekteerimistöö tootlikkust suurendavad laotehnoloogiad	169
9.7. Saadetiste pakendamine	174
9.8. Saadetise laost väljastamine ja pealeladimine	175
10. Lao korrashoid	
10.1. Lao korrashoiu tähtsus	177
10.2. Kuiv- ja märgpuhastus laos	178
10.3. Puhastustööde planeerimine ja läbiviimise korraldamine	180
10.4. Puhtuse ja korra audit laos	182
11. Pakendid ja pakendamine	
11.1. Pakendite ja pakendamise funktsioonid	183
11.2. Pakendamine ja kulu	185
11.3. Pakendite kavandamine	186
11.4. Pakendite markeerimine	189
11.5. Pakendite ja pakendamise haldamine tarneahelas	190
11.6. Pakendamise kulud ja saadetiste kahjustumine	193
11.7. Pakendite ja pakendamise keskkonnaküsimused	195
11.8. Pakkematerjalid	196
11.9. Pakendid ja pakkeüksused	203
11.10. Pakendamismasinad ja -seadmed	210
12. Kaubaalused	
12.1. Kaubaaluste ajaloost	215
12.2. Kaubaaluste tüübid ja kasutamine	216
12.3. Puidust kaubaaluste ja muu pakendi töötlemine	219
12.4. Muust materjalist kaubaalused	221
12.5. Sertifitseeritud kaubaalused	223
12.6. Kaubaaluste kasutamine Eestis	228
12.7. Kaubaaluste ringlussüsteemid	229



Pilt 3.12. Kõrge ladu kitsaste vahekoridorigega. (otsrack.com)



Pilt 3.13. Kõrge ladu riiulid kombitõstukiga vahekoridoris. (racsolution.ca)

Kõrge ladu tehnoloogia kasutamine võimaldab küll tunduvalt parema ruumikasutuse madala ladu ja laiade vahekoridorigega võrreldes, kuid on õigustatud ainult kaupade „aeglase liikumise“ ehk väikese ringlemissageduse korral.

Suurema tootlikkuse saavutamiseks peaks riiulikoridoris samaaegselt töötama rohkem kui üks tõstuk. Tavaliselt luuakse selleks vajalikud tingimused töökoridorides ühesuunalise liiklusega. Kasel juhul võib üks tõstuk teist segada, kuid üldjuhul on töötamine siiski võimalik.

Laotöö suure tootlikkuse saavutamiseks täisaluste käsitlemisel tuleks kasutada tõstukiga töötamisel põhimõtet – „vii minnes ja too tulles“. Tõstuki arvuti kasutamine pakub võimalust töötada kordamööda nii väljastustellimuste toodete komplekteerimise kui ka kaupade hoiukohtadele paigutamiseks.

Tuleb arvestada asjaoluga, et alates 6–7 meetrisest tõstekõrgusest tuleb kasutada tõstukaamerat. Ilma tõstekahvli külge kinnitatava spetsiaalse kaamera muutub töö tõstukiga kaubaaluste paigutamisel kõrgele aeglaseks, kuna kauguse tõttu ei taju tõstuki juht tõstekahvlite kõrgust ja kahvlite alumise pinna kaugust laoriuli horisontaaltalast.

Võrreldes tööga madalas laos lüheneb kõrges laos aeg, mis kulub liikumisele vahekoridorides. Samas pikeneb aeg, mis on vajalik kaubaaluste paigutamiseks riiulikohtadele ja nende võtmiseks hoiukohtadelt. Kuna kõrgetes ladudes on kõige aeganõudvam kaubaaluste paigutamine ülemistele hoiukohtadele, on mõistlik kasutada hoiustamiseks kõigepealt alumiste riiulikoruste hoiukohad. See omakorda eeldab, et laos kasutatakse kas muutuvate hoiukohtade või eelistatud hoiukohtadesüsteemi.

Kõrge ladu tehnoloogia ei sobi kasutamiseks jaotusladudes, kus on suur töö intensiivsus ja igapäevaselt väljastatakse sadu tükikaubasaadetisi. Samas võib kõrgeid laoriulite hoiukohti kasutada kiiresti liikuvate toodete ladu reservhoiupaikadena eraldi laos. Sel juhul täidetakse madala ladu aktiivkohti kõrge ladu reservkohtade arvelt.

1.1. Kauba virnastamine

Virnastamine (*block stacking; stacking*) on kauba hoiustamise viis, mille puhul kaubaalused kaubaga või pakkeüksused ilma alusteta hoiustatakse mitmes kihis. Virnastamine on efektiivne kauba ladustamise viis juhul, kui suudetakse tagada virnade rahuldav täituvus (min 60%). Kaupade virnastamisel madalas laos on hoiuühiku omahind võrreldes muude ladustamise viisidega sel juhul kõige madalam.



Pilt 3.18. Neljakorruseline sügavriiul.
(racking-supplier.com)



Pilt 3.19. Neljakorruseline sügavriiul ja
vastukaaltõstuk.
(stamh.com)

Raadiosüstik (*radioshuttle*) on sügavriiuli siinidel liikuv seade (vanker), mis transpordib riuli servale tõstetud kaubaaluse oma kohale riulis või toimetab esimese kaubaaluse reas sügavriiuli otsa, kust tõstuk saab selle alla tõsta. Süstik kujutab endast iseliikuvat robotit (vanker-tõstukit), mis töötab koos seda teenindava tõstukiga, saades töökorraldused tõstukijuhilt. Raadiosüstikut kasutades saab hoiustada ühe postivahe eri korrustel erinevaid tooteartikleid. Et süstik riulis liikuda saaks, on kaubaaluste siinidest allapoole postide külge kinnitatud eraldi siinid. Neil siinidel liikudes saab raadiosüstik sõita kaubaaluse tõstmiseks selle alla.

Tõstukijuht tõstab süstiku riulikorrusele, kuhu on vaja paigutada kaubaalus. Seejärel tõstab ta süstikule aluse, mis transpordib selle esimesele vabale hoiukohale reas. Analoogiliselt toimub kauba võtmine hoiukohalt. Süstik toimetab tõstukijuhilt saadud korralduse peale reas esimese aluse riuli otsa, kust tõstukijuht selle maha tõstab. Sel ajal kui raadiosüstik transpordib riuli sees kaubaalust, saab tõstukijuht teha muud tööd. Tõstukijuht on võimeline töötama üheaegselt kahe kuni kolme raadiosüstikuga.

Sügavriiulite kasutamine koos raadiosüstikuga on suure tihedusega ladustamise süsteem, mis pakub sügavriiulite kasutamisel eelisteks riulite kõrge täituvuse ja kaupade suure ringlemissageduse. Kasutamine on paindlik ja mugav, kuna tõstukiga pole vaja riuli sisse sõita. Tüüpilised raadiosüstiku kasutajad on kiiresti liikuvate toodete tootjad, kolmanda osapoole logistikaettevõtted ning külm- ja külmutuslaod.

Kuna sügavriiulite kasutamisel on ladustatavate tooteartiklite arv piiratud, hoiustatavad kogused suured ja kaup liigub täisalustel, siis sobib kõnealune tehnoloogia peamiselt tootmisettevõtete valmistoodangu ladudele ja hooajakaupade ladustamiseks.



Tehnoloogia kasutamise peamised eelised on laoruumi kasutamise tõhusus, kauba kaitetus vigastuste eest ja laotöötaja ergonoomiline tööasend seadet teenindades. Üleminekul traditsiooniliselt peenkauba hoiustamise ja käsitlemise tehnoloogialt tornsüsteemile väheneb tavaliselt tööjõu vajadus laos 2–3 korda. Liftitorn sobib hästi ühitamiseks ladustamist tootmisega. Sel põhjusel ongi kallihinnalised seadmed kasutusel peamiselt tootmisettevõtetes tootmise teenindamiseks ühe osana materjalilaost.



Pilt 4.5. Hänel'i liftitorn. (haenel.de)



Pilt 4.6. Hänel'i liftitorni läbilõige. (haenel.de)

1.2. Sahtellao kraanasüsteem

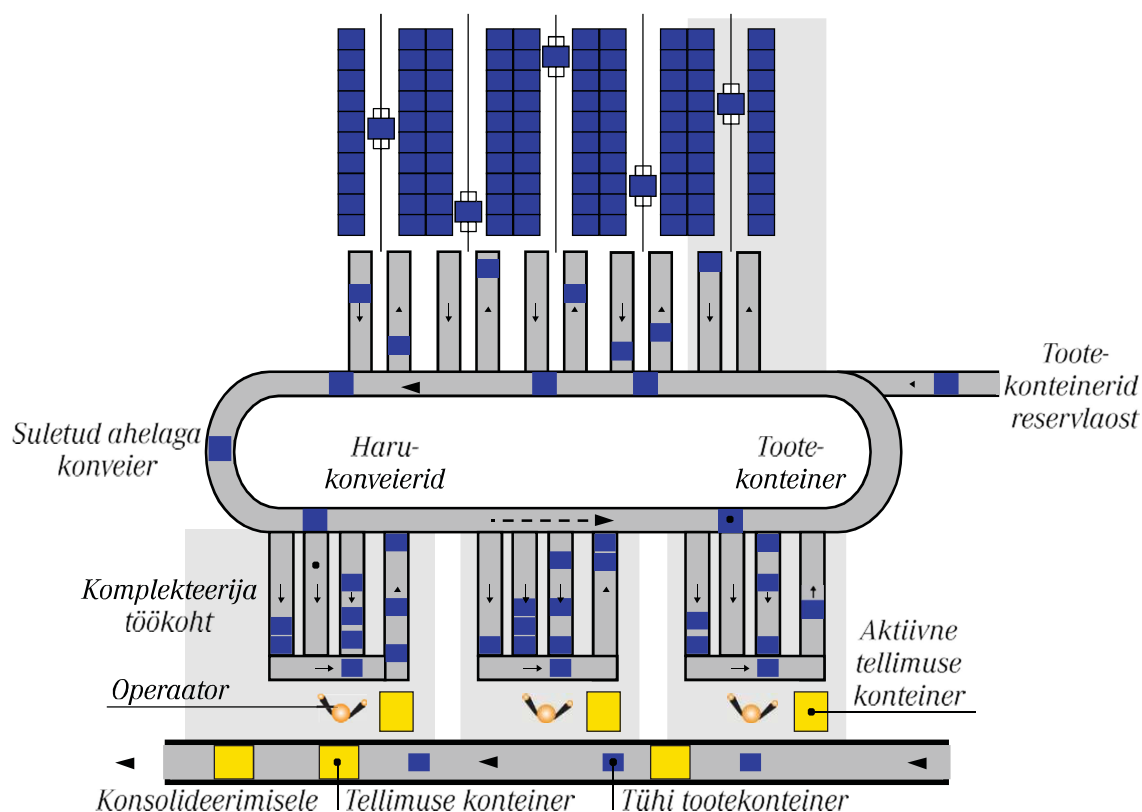
Automated storage and retrieval system (AS/RS) on kaubavarude käitlemise süsteem, mille puhul kasutatakse ilma juhita tõste- ja teisaldusseadmeid kauba paigutamiseks hoiukohtadele ja väljastustellimuste komplekteerimiseks. Süsteemi osadeks on laoarvestus- ja juhtimistarkvara kasutavad arvutid, automaatselt töötavad tõsteseadmed ja riiulisüsteemid kindlaksmääratud suurusega hoiukohtadega.

AS/RS süsteeme on võimalik integreerida muude automaatselt või poolautomaatselt töötavate süsteemidega, nagu konveierid, kahveltõstukid, AGV-d. AS/RS süsteemid teevad võimalikuks varude täpse haldamise reaalajas. Arvutisüsteemis salvestatakse kõikide tooteartiklite kogused kõigil kasutatavatel hoiukohtadel ehk pesades ja tagatakse kõikide kaupade olemasolu ja välditakse kaupade kahjustamise võimalused. Kraanasüsteemide väljatöötamise ja kasutuselevõtmise peamine põhjus on olnud vajadus suurendada töötootlikkust kõrgete riiulite ja kitsaste vahekoridoride peen- ja alusekauba ladudes.

AS/RS süsteemid jaotatakse sahtellao (*mini load*) ja kaubaaluste sahtellao (*unit load*) süsteemideks. Neid toodetakse alates 1980 aastate keskpaigast.

Sahtellao tehnoloogia (*mini load technology*) on kaubakäitluspõhimõte ja tehnoloogia, mille puhul võtab ekstraktor hoiukohalt hoiuühiku (nt plastikust kasti või spetsiaalse alusplaadi) ja viib selle operaatori töökohale või konveierile. Konveier toimetab selle edasi komplekteerijale. Sahtellao põhimõte on tõhus, võimaldades vältida pikki komplekteerimisteede ja aeganõudvaid tõsteid.

Sahtellao-süsteemis liigub kõrgete laoriulite vahel rööbasteel arvuti poolt juhitud spetsiaalne tõstuk (ekstraktor) ühtaegu nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt, viies riiulikoridori otsast hoiukohale plastikust hoiukonteinereid ja tuues neid nuppe tegemiseks tagasi riiuli otsa operaatori töökohale.



Pilt 4.13. Poolautomaatne tellimuste komplekteerimise süsteem.

1.3. Kaubaaluste kraanasüsteem

Kaubaaluste **sahtelladu** ehk kraanasüsteem (*unit load system; ULS*) on täisaluste käitlemise laosüsteem, mis on mõeldud kaubaaluste hoiustamiseks ja käsitlemiseks. Riiuli töökoriidori rööbasteteel liikuv, arvuti poolt juhitud seade (ekstraktor) võtab hoiukohalt kaubaaluse ja transpordib selle riiuli otsa laoperaatorile või asetab terminalikohale, kust võtavad selle vastu tõstukid. Samamoodi viiakse kaubaalused hoiukohale.

Seadme tööd võib võrrelda juhita süstiktõstuki tööga kõrge lao kitsas vahekoridoris. Tänu tõstukist mitu korda kiiremale liikumisele on laosüsteemi tootlikkus süstiktõstuki omast mitu korda suurem. *Unit load* riiuliliftide peamine eelis on võime teenindada väga kõrgeid riiuleid.

Ekstraktor võtab töökoriidori otsa paigutatud kauba ja teisaldab selle arvuti juhtimisel laoprogrammis kirjeldatud vabale hoiukohale. Aluse väljastamiseks liigub ekstraktor arvutisüsteemis kirjeldatud hoiukohale, võtab sealt kaubaaluse ja toob vahekoridori otsa, kust laotöötaja selle tõstukiga väljastusalale viib. Võimalik on ka tükikauba komplekteerimine ajal, mil kaubaalus seisab riiuli otsas paikneval terminalikohal.

Ekstraktor toetub liikumisel alumisele rööpale. Ülemine, väiksem rööbas tagab ekstraktori vertikaalasendi suure täpsusega. Töökoriidori laius on enamasti 1,5–1,6 m. Ekstraktori liikumine on kiire, kiirendamine ja aeglustamine toimub sujuvalt. Võrreldes sahtellao süsteemiga on ekstraktori liikumiskiirus, kiirendus ja aeglustus enam-vähem samad, seade ise aga suurema tõstejõuga (kuni 1,5 t). Ekstraktor liigub vahekoridoris kiirusega 3–4 m/s ja tõstab ning langetab kaubaaluseid kiirusega 1,4 m/s. 100 m pikkuses riiulikoridoris suudab kraanasüsteem tunni jooksul viia riiuli otsast hoiukohale või tuua hoiukohalt vahekoridori otsa terminalikohale 150–200 kaubaalust.

Peamiselt kasutatakse robotite väljaõppe algfaasis 2D LIDAR-it. Seade liigub seadistamise etapil iseseisvalt kõikides ruumides ja ruumiosades salvestades oma mällu edaspidi kasutatava ruumikaardi. Seejuures näidatakse robotile ära kõik olulised objektid, mida peab see oma tulevases töös kasutama.

Robotite väljaõppel kasutatakse ka teist lähenemisviisi, mille korral salvestab robot liikumise ajal kaamerate edastatavat infot. Kasutatakse masinõpet tuvastamiseks ja klassifitseerimaks eri objekte. See on arvutuslikult küll keerukam, kuid võimaldab robotil tänu paremini väljaarendatud tehisintellektile olla töös paindlikum ja teha keerukas ning muutuv keskkonnas „targemaid“ otsuseid.

Autonoomsed mobiilsed robotid on asendamatud seadmed peenkaupa käitlevates, suure tööintensiivsusega, lõpptarbijaid teenindavates võrgukaubanduse ladudes.



Pilt 4.18. Autonoomne mobiilne robot.
(roboticsbusinessreview.com)



Pilt 4.19. Autonoomne mobiilne robot
Waypoint „Vector“. (mmh.com)

Komplekteerimisrobotid

Juhtivad robotitehnoloogiatega arendajad teevad suuri jõupingutusi iseõppiva tehisintellekti väljaarendamisel, et robotid suudaks oma „komplekteerimiskäega“ haarata õnnestunult ja kiiresti ebakorrapärase kujuga ja uusi esemeid, millega neil pole varasemalt kokku puudet olnud.

Erineva suuruse, kaalu ja kujuga esemete haaramine robotikäega on võtmekomponent ladude robotiseerimisel. Käesolevaks ajaks on siiski ainult vähesed robotitootjad suutnud integreerida „komplekteerimiskäe“ liikuva platvormiga. Ülejäänud robotid on kohtkindlad ja haaravad tooteid konveierile mööda liikuvast hoiukastist. Käesoleval ajal on komplekteerimisrobotid suutelised haarama rühmapakendist või hoiukonteinerist siiski ainult korrapärase kujuga esemeid.

Praegu töötavad „komplekteerimiskäega“ ja toodet ära tundva intellektiga robotid küll suhteliselt iseseisvalt, kuid vajavad siiski osaliselt inimese jälgimist. IAM Robotics poolt toodetavate komplekteerimisrobotite puhul vajatakse üht inimest kaheksa roboti töö kontrollimiseks ja abistamiseks probleemide esilekerkimisel. Sama firma robotid suudavad komplekteerida tunni jooksul 200–300 tooteühikut peenkaubariulilt või konteinerist.

Komplekteerimisrobotite laiaulatusliku kasutuselevõtmisega hakkab vähenema inimtööjõu vajadus peenkaubaladudes. Kuna robotite võimekus ja tootlikkus on täpselt teada, muutuvad laooperatsioonide tsükliajad ja komplekteerimise täpsus prognoositavateks. Ennustatakse, et iseliikuvad komplekteerimisrobotid muutuvad populaarseks siis, kui ettevõtete juhid hakkavad tunnetama, et nende kasutamine võimaldab teenindada kliente senisest kiiremini ja praktiliselt ilma komplekteerimisvigadeta.

Kõrgkomplekteerimistõstukiga (*vertical order picker*) komplekteeritakse väljastustellimusi kõrgetes ladudes (10–17 m) ka ülemistelt riiulikorrustelt. Sellise tõstuki juhiplatvormi saab tõsta sõltuvalt tootjast ja mudelist 14–16 m kõrgusele. Tõstuki külgedele kinnitatakse juhtrattad ja seade liigub põranda külge kinnitatud juhtsiinide vahel või toimub tõstuki orienteerimine vahekoridorides põrandasse paigaldatud pinge all oleva kaabli elektromagnetvälja abil (nn induktsioonjuhtimine).

Kuna juht tõuseb tõstuki platvormil kuni 13 m kõrgusele, on tõstukid varustatud erinevate turvaseadmete ja süsteemidega. Platvormi külgi kaitsevad turvaväravad, mida ei ole võimalik üleval avada ja liikumist on võimalik lõpetada äkkpeatusega.

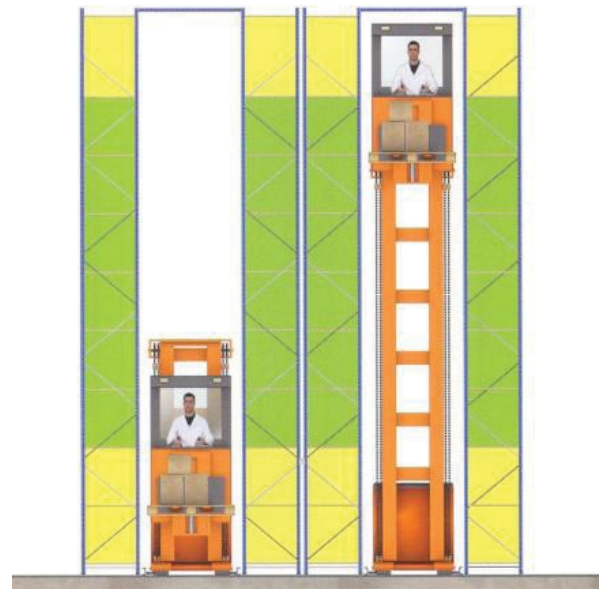
Selleks et tagada juhi ohutustõstuki liikumise ajal, kui juht on kõrgel, piiratakse automaatselt tõstuki kiirust olenevalt ülestõstetud juhiplatvormi kõrgusest. Nii võib see olla 9 km/h, kui platvorm on 3 m kõrgusel ja 3 km/h, kui juhiplatvorm asub 8 m kõrgusel põrandapinnast. Süsteem jälgib pidevalt tõsteplatvormi kõrgust ja juhib vastavalt sellele tõstuki kiirust, kiirendust ja aeglustust. Tõstuki kiirendust, aeglustust ja lõppkiirust on võimalik elektrooniliselt ümber seadistada.

Kõige enam kasutatakse tõstukeid tõstejõuga 1,1 t ja 1,2 t, juhiplatvormi kõrgusega max 9,5 m ja tõstekahvlite kõrgusega põrandapinnast 10,0 m. Komplekteerimise kõrgus 10,5 m, ehk tõstuk võimaldab komplekteerida tooteid seitsmendalt riiulikorrusest. Tõstevõime sõltub tõstekahvlite kõrgusest põrandapinnast. Enamikul tõstukitel on kuni kõrguseni 7,0 m lubatud tõstekoormus 1,0 t. Kõrguse edasisel suurenemisel hakkab tõstevõime kiiresti lineaarselt vähenema, jäädes kõrgusel 10,0 m kõigest 300 kg tasemele.

Kõrgkomplekteerimistõstuk võib liikuda orienteerudes ruumis põrandasse süvistatud vooluga kaabli elektromagnetvälja järgi. See funktsioon võimaldab tõstuki automaatsuhtimist, mis blokeerib täielikult tõstuki juhtimise rooliratta abil. Riiuli otstes süvistatakse põrandasse püsिमagnetid, mis annavad tõstukile teada kohad, kus algab ja kus lõpeb riiul. Tõstuki jõudmisel riiulireala lõppu aktiveerivad põrandasse süvistatud püsिमagnetid tõstuki sensori ja tõstuk pidurdatakse automaatselt. Juht sõidab riiulikoridorist välja mõõduka kiirusega. (Pilt 5.32.)



Pilt 5.25. Kõrgkomplekteerimistõstuk Toyota-BT Optio 1,0 t 11,0 m. (toyota-forklifts.se)



Pilt 5.26. Töötamine kõrgkomplekteerimistõstukiga kitsas vahekoridoris. (Mecalux tootekataloog)

Magnetnavigatsiooni puhul süvistatakse püsimagnetid põrandapealispinda. See on paindlik süsteem, kuna liikumistee muutmiseks on vaja teha muudatusi tarkvaras, vajadusel tuleblisada põrandasse magneteid. Hea kasutada pikemat marsruutide korral, samuti ei mõjuta tõstukite tööd põranda ebatasasused ja kallakud. Kuna lahendus pole tundlik valguse, temperatuuri, vibratsiooni ja tolmu suhtes, on võimalik seda kasutada ka välitingimustes.

Induktiivnavigatsioon võimaldab täpset navigeerimist koos liikumistee korrigeerimisega. See on optimaalne süsteem juhtimaks tõstukeid riiulite vahekoridorides. Tõstuk pole kallis, kuna puuduvad keerukad ja kallid navigatsiooniseadmed. Kallakud ja põranda ebatasasused ei mõjuta tõstuki tööd ning süsteem pole tundlik valguse, temperatuuri ja vibratsiooni suhtes. Induktiivnavigatsioon on kasutusel peamiselt poolautomaatsete tõstukite juures.

Automaattõstukid on märksa turvalisemad kui inimese poolt juhitud tõstemasinad. AGV-de liikumise kiirus ruumis on ohutuse tagamiseks üldjuhul juhiga tõstuki keskmisest kiirusest väiksem, kuid see-eest on tõstuki töö turvaline. Tõstukid on varustatud kokkupõrget vältivate süsteemidega. Juhitud tõstukid on varustatud ohutussüsteemidega, mille anduriteks on fotosilmad ja tundlikud pamperid. Ohutussüsteemid tagavad ootamatult ilmunud takistuse korral tõstuki viivitamatu aeglustumise ja/või peatumise.

Osa tõstukitootjaid on alustanud tõstukite valmistamist, mis on varustatud paljude erinevate andurite ja tõstuki liikumist ja tööd kontrollivate süsteemidega. Juhul, kui eelsea-distatud parameetreid eksploatatsiooni käigus ületatakse, teatab tõstuk sellest raadiovõrgu kaudu laojuhile.

Tõstuk saadab laojuhile teate, kui ületatakse hooldusvälja või sõidukiirust, tõstetakse lubatud suuremaid laste ja ei kasutata seisupidurit ning turvavööd. Samuti tuvastab tõstuk kõik kokkupõrked laoriulite, ehituskonstruktsioonide ja kaubaga ning edastab vastava info laojuhile.

Tänu tehnika ja tehnoloogia arenemisele ja standardlahenduste kasutamisele muutuvad automaattõstukid iga aastaga odavamaks. AGV soetamiskulu on tavalise kahveltõstuki omast küll suurem, kuid arvestades vajaduse puudumist tõstukijuhi järele, on automaattõstuki kasutamise kogukulud lõppkokkuvõttes väiksemad. Vaatamata automaattõstukite kõrgemale hinnale võrreldes manuaalselt juhitud tõstukitega, on automaattõstuki soetamisel investeeringu tasuvusaeg intensiivsel ja mitmes töövahetuses kasutamisel kõigest mõni aasta. Siiski on sedavõrd lühike tasuvusperiood võimalik ainult tööjõu kõrge maksumusega riikides. AGV-de hindade edasiseks langetamiseks nähakse võimalust eelkõige läbi tõstuki sõlmede standardiseerimise.

Automaattõstukite kasutusvaldkond on väga lai, alates väikestest plastikust konteineritest ja kaubaalustest kuni suurte ISO standardkonteinerite käitlemiseni. Automaattõstukid töötavad siseruumides ja väljas, avatud platsidel igasuguse ilmaga. Automaattõstukeid on hakanud valmistama peaaegu kõik tõstukite suurtootjad.



Pilt 5.43. Still poolautomaatne Pilt. 5.44. Still poolautomaatne tugiratastõstuk. (Autori foto)

Modulaarkonveierid

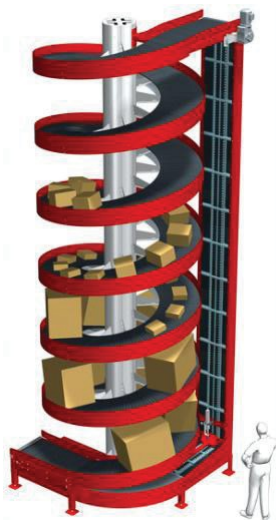
Lint- ja rullkonveieritest kiiremad, kuid ka kallimad on lamell- ehk modulaarkonveierid, mida saab paigaldada laos väga erinevate nurkade ja kallete alla. Modulaarkonveieril asetatakse pakkeüksused konveieri labadele ehk lamellidele, mis on kinnitatud ühest otsast liikuva keti külge.

Konveierite pikkus on üldjuhul piiratud 50–60 meetriga. Pakkeüksuste liikumise kiirus konveieril on suur, 60 m/min, ehk 1,0 m/s. Seevastu on piiratud pakkeüksuste kaal 50 kg/m. konveiereid valmistatakse laiustega 200 mm, 400 mm ja 600 mm.

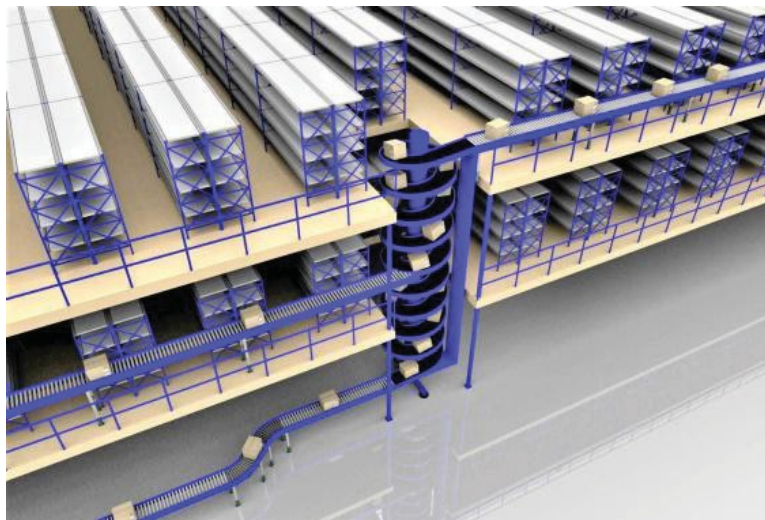
Traditsiooniliselt on vertikaalne transport laos kõikide materjalikäsitlemise süsteemide kriitiliseks osaks. Vertikaaltasapinnas pakkeüksusi transportivad spiraalkonveierid on loodud ületamiseks efektiivselt 3–6 meetriseid kõrguste vahesid ladudes. **Spiraalkonveier** (*spiral conveyor*) kui modulaarkonveier transpordib pakkeüksused spiraalselt liikupal, suure kaldenurgaga lamellidest „lindil“ alt üles ja vastupidi.

Spiraalkonveiereid valmistatakse vastavalt tellija soovile väga erinevate tehniliste näitajatega. Konveieri kõrgus võib olla kuni 10,0 m ja „lindi“ laius võib olla vahemikus 300–650 mm. Pakkeüksuste liikumise kiirus vahemikus 1,0–1,5 m/s ja pakkeüksuste max kaal konveieril 50 kg. Taoline spiraalkonveier on suuteline toimetama laos ühelt korruselt teisele kuni 6000 pakki tunnis. Sõltuvalt konveieri „lindi“ laiusest võivad seadme välisläbimõõdud olla küllalt erinevad jäädes vahemikku 1600 – 3000 mm.

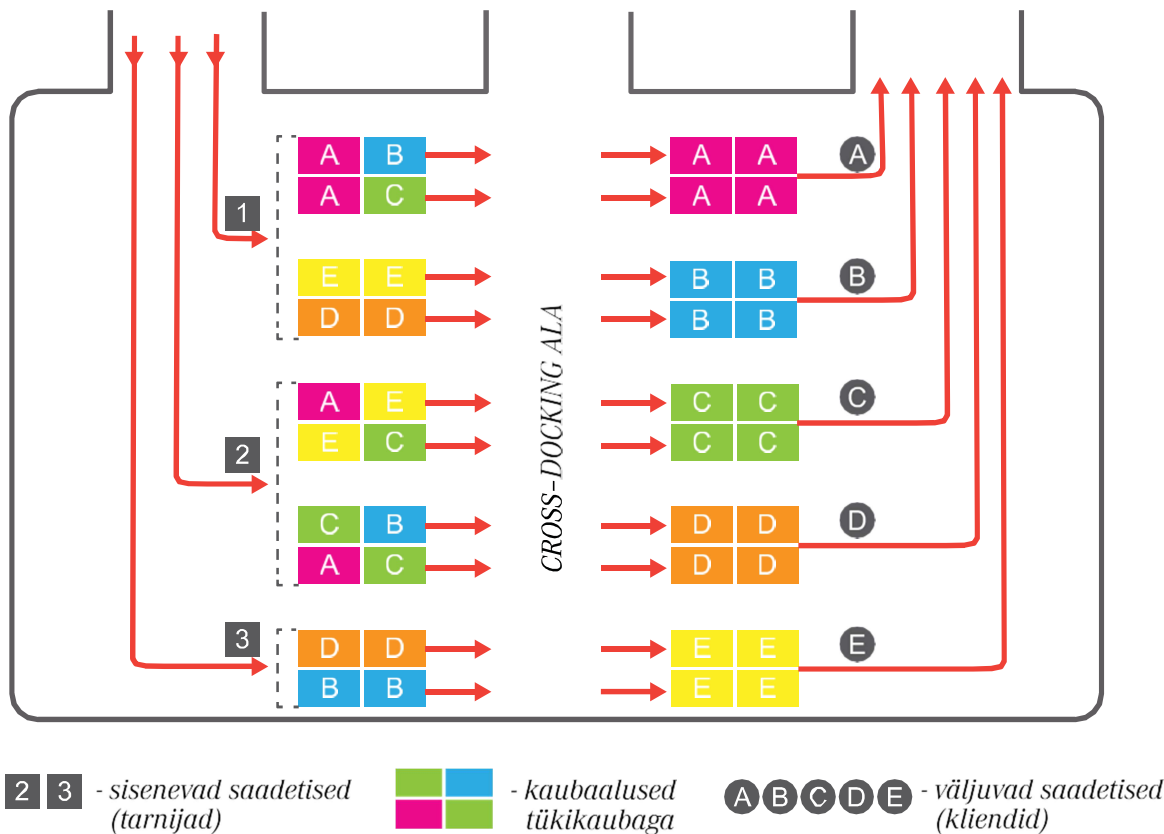
Valmistatakse ka kahe rajaga konveiereid, üks seespoole ja teine väljaspool. 50 kg raskemate üksuste vertikaalseks transportimiseks valmistatakse konveiereid välisläbimõõduga 2200 mm ja konveierilindi laiusega 400 mm või 600 mm.



Pilt 6.9. Spiraalkonveier.
(ryson.com)



Pilt 6.10. Peenkauba korruslao spiraalkonveier.
(ryson.com)



Pilt 7.2. Segaaluste ja tükikauba cross-docking.

Cross-docking'i korral on vaja arvestada järgmiste aspektidega:

- Saatjad peavad saatma saadetised lattu kindlaksmääratud ajagraafiku alusel, suhteliselt kitsas tarneaknas.
- Kõik saadetised peaksid olema sorteerimistöö alustamiseks jõudnud lattu.
- Pakkeüksuste sorteerimine ja konsolideerimine saaja tunnuse alusel peab toimuma lühikese aja jooksul.
- Tooteartiklipõhist saadetise vastuvõtukontrolli ei tehta.
- Väljuvad saadetised on vaja kiiresti pakendada, vajadusel kaaluda ja mõõta ruumala, varustada transpordietikettidega ning paigutada väljastamisalale.

Selleks et *cross-docking* oleks efektiivselt teostatav, peavad olema täidetud järgmised tingimused:

- ostjatelt saabub eelnev informatsioon ostetavatest kaubakogustest;
- töökoormuse ühtlustamiseks ajastatakse saadetiste kohalevedu;
- saabunud pakkeüksused/tarnepartiid registreeritakse kohe vastuvõtualal;
- saabuvad pakkeüksused peavad olema korralikult markeeritud;
- edasisaatmise dokumendid peavad olema töö alustamiseks korralikult ette valmistatud;
- pakkeüksused sorteeritakse tarneaadresside järgi;
- pakkeüksused sorteeritakse veoringide põhiseelt;
- saadetised toimetatakse lähteterminalist sihtterminali lühikese ajavahemiku jooksul;
- saadetised toimetatakse sihtterminalist klientidele lühikese ajavahemiku jooksul;
- lao vastuvõtu- ja väljastusalal on jäetud *cross-docking*'i toiminguteks piisavalt vaba põrandapinda.

Kõikidel laosiseste liikumiste juhtudel on oluline, et koos kauba füüsilise ümberpaigutamisega hoiukohtadel toimuks reaajas või vahetult pärast teisaldamist ka tooteartikli virtuaalsed saldode muutmine virtuaalsetel hoiukohtadel. Vastasel korral toob see endaga kaasa palju segadust ja arusaamatusi seoses väärade tootesaldode tekkimisega hoiukohtadel.

Aastainventuur on raamatupidamisseaduse järgi kord aastas (tavaliselt kalendri-aasta viimasel või eelviimasel kuul) ettevõttes tehtav täisinventuur. Aastainventuuri eesmärk on saada ettevõtte käibevaradest tegelikkusele vastav tulemus, mis kajastub ettevõtte majandusaasta raamatupidamisaruandes. Suure ringlussagedusega kaupade laos on soovitav viia läbi täisinventuur ka kord kvartalis, vahel isegi sagedamini.

Kui tsüklilised inventuurid teostatakse tavaliselt ainult laopersonali kaasamisega, siis täisinventuuridest võtavad sageli osa ka ettevõtte muude allüksuste töötajad (üldjuhul logistika-, ostu- ja müügiala töötajad).

Tsükliline inventuur

Parim viis varude täpsuse saavutamiseks on viia läbi inventuur väikeste osade kaupa. Seejuures tuleb arvestada, et tsükliline inventuur ei tohi kuidagi häirida lao tavapärast toimimist ja klientide teenindamist.

Tsükliline inventuur (*cycle counting*) on laovarude kontrollimise (jälgimise) praktika, mille kohaselt viiakse laos olevate toodete inventuuri läbi regulaarselt ja ajastatult, sageli igapäevaselt. Tsüklilise inventuuri läbiviimisega suurendatakse tavaliselt nii hoiustamise täpsust kui ka varude täpsust tervikuna. Väheneb (või kaob) vajadus täisinventuuride järele.

Lao osas, kus viiakse parajasti läbi tsüklilist inventuuri, ei tohi leida aset kauba liikumist. Kui üle loetakse saabunud ja hoiukohtadele asetatud, kuid loogilises saldod veel mitte kajastuvad tooted, on saldod võrdlemisel tulemuseks ülejääk. Kui tellimusi üleluge-mise ajal komplekteeritakse, kuid laosaldod hoiukoha koguse vähenemine saldod võrdle-mise hetkel ei kajastu, on tulemuseks puudujääk. Juhul, kui laos on lokaalne juhtmevaba arvutivõrk, toimub toote füüsilise ja loogilise saldo võrdlemine reaajas ja eeldusel, et ka kõik muud laoliikumised kajastatakse reaajas, on võimalik teha tsüklilist inventuuri paral-leelselt kauba vastuvõtu ja väljastamisega.

Tsüklilist inventuuri võidakse viia läbi koos mõne rutiinselt teostatava laotoimin-guga. Nii näiteks võidakse laos kehtestada kord, kus kõikide või kindlaksmääratud toote-artiklite laosaldod loetakse siis, kui saabub uus saadetis kõne all olevate laoartiklitega. Niisamuti võidakse nõuda, et laotöötaja loeb üle tooteartiklite saldod hoiukohtadel komplek-teerimistöö käigus pärast nopet hoiukohalt ja võrdleb saadud kogust komplekteerimisdoku-mendil oleva arvutiprogrammi saldoga.

Tuntakse ja kasutatakse tsüklilise inventuuri erinevaid alaliike, nagu transaktsiooni, vastuvõtu, komplekteerimise, nullsaldo ja ABC tooteliikumise põhine inventuur.

Tsüklilise inventuuri transaktsioonisüsteemi (*cycle counting transaction system*) puhul tuvastatakse laoartikli füüsiline saldo alati pärast selle artikli kindlaksmääratud laoliikumisi.

Tsüklilise inventuuri vastuvõtusüsteem (*cycle counting receiver system*) on inven-tuurisüsteem, mille puhul loetakse alati üle ainult nende laoartiklite saldod, millele saabus täiendustarnega lisa.

Tsüklilise inventuuri komplekteerimise süsteemi (*cycle counting reorder system*) kasutamisel loetakse alati üle laoartikli saldo hoiukohal selle laoartikli komplekteerimise ajal.

Vahel on otstarbekas kontrollida füüsilised laosaldod üle hetkel, kui virtuaalne lao-saldo langeb nulltasemele. **Tsüklilise inventuuri nullsaldo süsteem** (*cycle counting zero balance system*) on seega tsüklilise inventuuri alaliik, mille puhul loetakse laoartikli saldo üle alati pärast selle loogilise (virtuaalse) nullsaldotekkimist.

Tsüklilise inventuuri ABC süsteem (*cycle counting ABC system*) kasutamisel loe-takse regulaarselt üle ainult kõige sagedamini ja suurtes kogustes liikuvad laoartiklid.

Valikuline varude kontroll (*selective inventory control*) on tsüklilise inventuuri praktika, mille kohaselt teostatakse varude inventeerimist, jaotades tooted vastavalt müüda- vatele kogustele ja väljastuskordade arvule gruppidesse, tehes inventuure tootegruppidele

Tagamaks komplekteerijaile pidevalt rütmilist tööd eeldab meetod suurt kogust väljastustellimusi, nende kogumist ja vabastamist osade (lainete) kaupa. Meetodit on hea kasutada, kui tellimust on vaja komplekteerida osaliselt kaubaaluste laost, peenkauba laost, tornsüsteemist ja kraanasüsteemist (sahtellaost).

Masskomplekteerimine

Juhul kui laost väljastatavate A-rühma laoartikleid esineb samaaegselt paljudel väljastustellimustel ja tooteartiklite kogused on suured, saab tükikauba komplekteerimisel kasutada masskomplekteerimise meetodit. Tegemist on progressiivse ja suhteliselt vähe levinud laotöö meetodiga, mille abil suurendatakse kordades töö tootlikkust komplekteerimisel. Milleks tõsta hoiukohalt kaubaalust palju kordi laopõrandale, et sealt kaupa võtta? Selle asemel võiks tõsta ühe korra, viia kaup loovutusale ja teha seal jaotamine erinevate tellimuste vahel.

Masskomplekteerimist (*bulk picking*) kasutatakse ladudes enamasti juhul, kui lühikese aja jooksul on vaja väljastada laost palju samadest tooteartiklitest koosnevaid tellimusi. Tegu on tõhusa komplekteerimismeetodiga, mille puhul väljastab infosüsteem artiklipõhise komplekteerimislehe. Selle alusel võetakse hoiukohtadelt välja kõik samaliigilised tooteartiklid, mis seejärel jaotatakse vastuvõtualal väljastustellimuste vahel.

Masskomplekteerimine toimub järgmiselt:

1. Laoarvestusprogrammist prinditakse ühekorraga välja eri saadetiste komplekteerimislehed.
2. Laoarvestusprogrammist prinditakse välja lisaks ühe tooteartikli komplekteerimislehed (sisaldavad ühel ajal väljastatavate tellimuste kindla tooteartikli summeeritud kogust ja kõikide saadetiste loetelu, kus seda toodet esineb ja kogust igas saadetises).
3. Ühekorraga tuuakse hoiukohalt/hoiukohtadelt pakendamise- või väljastusalale saadetiste summeeritud kogus antud toodet.
4. Väljastus- või pakendamissalal jaotatakse summaarne kogus üksikute saadetiste vahel ning tooted asetatakse kas iga saadetise kaubaalusele või spetsiaalsesse tagastatavasse konteinerisse.
5. Kaubaalus toodetega asetatakse tagasi hoiukohale, kust see võeti.

Masskomplekteerimise meetodi kasutamiseks peaksid olema täidetud järgmised tingimused:

- Üht tooteartiklit väljastatakse sageli (esineb päevas saadetistel mitukümmend korda).
- Väljastusi on võimalik teatud aja jooksul laos enne komplekteerimist „kinni pidada“ ehk printida komplekteerimislehti „lainete“ kaupa.
- Laohaldustarkvara peab võimaldama teha komplekteerimislehest tooteartiklipõhiseid komplekteerimislehti (*bulkpicklist*).
- Enamasti väljastatakse tükikaupa (ühe toote täisalusid väljastatakse vähe).
- Väljastus- ja pakendamisala on piisavalt suur, mis võimaldab teha toodete jaotamist eri saadetiste vahel ja paigutada pooleli olevad saadetised koostamise ajaks tööalal ridadele.

Masskomplekteerimine eeldab üldjuhul tellimuste **rühmavabastust** (*batch release*), mille all mõeldakse väljastustellimuste vabastamist osade kaupa määratud ajahetkedel tööpäeva jooksul. Tellimuste kinnihoidmine enne nende vabastamist komplekteerimiseks põhjustab nende kuhjumise infosüsteemis.

Üks sobivaid masskomplekteerimise kaubagruppe on rehvid, mistõttu tehakse seda sageli suurtes rehvide jaotusladudes. Eriti sobiv on kasutada meetodit juhul, kui iga lähetatav toode (rehv) varustatakse transpordietiketiga ja kaup laaditakse veoühikusse lahtiselt või kasutatakse eriotstarbelisi tagastatavaid konteinereid (rehvikorve).

Visuaaljuhendamisega komplekteerimine

Visuaaljuhendamisega komplekteerimine (*pick-by-vision; PBV*) on „käed vabad“ komp-

lekteerimisviis, mille puhul kasutab komplekteerija spetsiaalseid prille. *Picavi* prilliraamide (tavapäraselt parempoolse) ülaservas olevalt monitorilt projitseeritakse prilliklaasile järjestikku komplekteerimiskoha laoaadress, toote nimetus ja komplekteeritav kogus. Liitreaalsuse (*augmented reality; AR*) klaasid kujutavad endast kantavat arvutit koos saatja ja vastuvõtjaga ning miniatuurse monitoriga prillidega. Seade võimaldab töötada „käed vabad“ režiimil.

Vööle kinnitatakse saatja-vastuvõtja, mis on ühendatud lokaalse raadiosidevõrgu kaudu laovarvestustarkvaraga. Töötaja juhendamine töö ajal toimub visuaalselt. Võrreldes tavapärase komplekteerimisega on võimalik suurendada töö tootlikkust keskmiselt 10–20%. Komplekteerija nägemine peab olema korras, kuna topeltprillide kasutamine pole võimalik.

Töö alustamiseks skaneerib laotöötaja arvutisüsteemi oma personaalse vöötkoodi, misjärel kuvab seade esimese tellimuse esimese artiklirea toote. Jõudnud hoiukohale, kinnitab komplekteerija sõrmeskanneriga skaneerides toote vöötkoodi ja võtab hoiukohalt tooted nõutud koguses. Süsteemi kasutatakse koos majandustarkvaraga SAP, mis omab seadme tarvis eelprogrammeeritud standardset liidest. On võimalik kasutada nii tükikauba kui ka peenkauba komplekteerimisel.

Zebra Technologies Corporation „käed vabad“ visuaalkomplekteerimise seade koosneb prillidest, sellega juhtme abil ühendatud mobiilsest arvutist koos saatja-vastuvõtjaga ja sõrme külge kinnitatavast vöötkoodiskannerist, millega tuvastatakse laoaadressi ja tooteartiklit. Mobiilne arvuti ühendatakse prillidega kaabli abil. Liitreaalsuse funktsioon saavutatakse ekraani, videokaamera ja mikrofoni kasutamisega integreeritult.

Visuaalkomplekteerimise seadme miniatuurne kuvar varustab laotöötajat komplekteerimistööks vajaliku infoga reaajas. Nii kuvatakse ekraanile järgemööda laoaadress, kus väljastatav toode asub, toote nimetus ja väljastatav kogus. Arvutitarkvaraga suhtlemine toimub kõnetuvastusmeetodit kasutades. Vajadusel kuvatakse miniatuursele ekraanile tööks vajalikku täiendavat infot.

Prillide kuvari kaugust silmast on võimalik muuta ja kuvarit saab kasutada nii hästi vasaku kui ka parema silma ees. Prille saab kasutada ka koos nägemist korrigeerivate prillidega asetades need retseptiprillidest ettepoole. Kui prille hetkeliselt komplekteerimistööks ei kasutata ja soovitakse, et vaateväli oleks täielikult vaba, saab klaasid koos kuvariga ülestõsta.



Pilt 9.9. *Picavi* komplekteerimisprillid.
(picavi.com)



Pilt 9.10. *Zebra* komplekteerimisprillid.
(zebra.com)

Konteineri ja aluse mõõtmed võimaldavad käsitseda neid kahveltöstukiga ja hoiustada kaubaaluse riiulitel (riiuli piisava kandevõime korral). Tühje konteinereid on lubatud virnastada üldjuhul kuni neljas kihis. Täidetud konteinerite virnastamise võib olla lubatud, kuid täpsemat infot virnastatavate kihtide kohta tuleb küsida tootjalt või kauba saatjalt.

Konteinereid valmistatakse kahe erineva mahuga – 275 gallonit (kasutatav ruumala 1040 liitrit) ja 330 gallonit (kasutatav ruumala 1250 liitrit). Enamlevinud välismõõdud on 48" x 40" x 46" (1220 x 1016 x 1168 mm), kuid valmistatakse ka põhja pindalaga 45" x 45" (1143 x 1143 mm)



Pilt 11.13. Vedeliku konteiner. (protank.com) Pilt 11.14. Korduvkasutatav, metallist alusega

(vasakul) ja puidust, ühekordselt kasutatava alusega vedelikukott. (fireball.ca)

Vedeliku kott

Vedeliku kott on konteiner-tüüpi pakend. **Vedeliku kott** (fluid bag) on spetsiaalsel alusel, nurkadest toetatud plastikust (polüpropüleenist) kahest osast (sisemisest ja välimisest koosnev) kott, mida kasutatakse suure viskoossusega (väikese voolavusega) vedelike transpordiks ja ladustamiseks. Sobivad tooted on määrdeõlid, farmaatsia- ja kosmeetikatööstuse toorained, kleepuvad vedelikud, liimid jms. Valmistatakse kotte mahutavusega 900 liitrit ja 1000 liitrit, kuid osa tootjaid valmistab ka mõnesajaliitriseid kotte. Sisekotil on suletava korgiga väljumisava.

Vedelikukott koosneb kahest osast – sise- ja väliskotist. Sisemine, õhem kott on eemaldatav välimisest paksemast kotist ning vahetatav uue ja puhta vastu. Väliskott ja alus on hõlpsasti taaskasutatavad, mistõttu pole vaja teha kulutusi nende tagasiveoks. Tootjad pakuvad erinevast materjalist ja erineva paksusega sisekotte vastavalt transporditava toote omadustele ja iseärasustele. Plastikust valmistatud sisekoti keskmine kaal on 4,7 kg.

Üldjuhul toodetakse vedelikukotte kahes variandis – puidust alusel ja puidust tugipostidega nurkades ja terasest alusel ning terasest tugipostidega. Puidust alusel ja puidust tugipostidega vedelikukotid on mõeldud ühekordseks kasutamiseks (ühe suuna veoks), metallist alusel ja metallist tugipostidega konteinerid aga korduvkasutamiseks. (Pilt 11.14.)

Korduvkasutusega väliskott on kasutatav transportimisel keskmiselt 25 korral, terasest alus ja tugipostid keskmiselt 100 korda. Tagasisuunaliseks veoks võetakse väliskott aluselt ja volditakse kokku. Ka tugipostid võetakse aluse küljest ja asetatakse virna. Sisekoti külge jääb sõltuvalt vedeliku viskoossusest keskmiselt 0,5% tarnitud kauba kogusest.

Termokahaneva kilega pakendamise seade

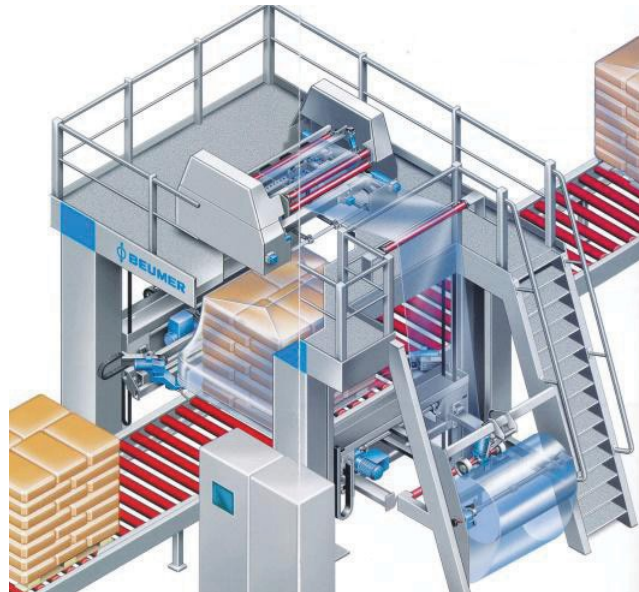
Tegemist on pakendamiseseadmega, mille abil muudetakse kaubaalusel virnas olevad pakkeüksused üksteise vastu liibuvaiks ja mille abil kinnitatakse tooted kaubaaluse külge. Kasutusel on rullis termokahanevast kilest toru või sukaga, mida kuumutatakse, venitatakse ja asetatakse kaubaalusele nii, et see ulatub üle kaubaaluse nurkade.

Tootja *Beumer* pakendamiseseadme peamised tehnilised andmed:

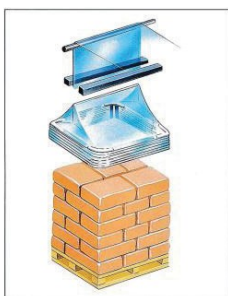
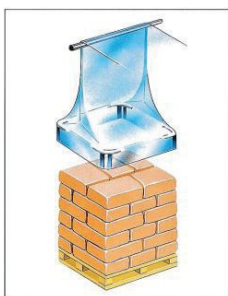
Kile paksus kilesukas	40-200 µm
Tootlikkus	150 kaubaalust tunnis
Kaubaaluse max kõrgus	2400 mm
Kaubaaluse mõõtmed (min)	700 x 700 mm
Kaubaaluse mõõtmed (max)	1450 x 1250 mm



Pilt 11.25. Statsionaarne suure tootlikkusega Messersi kilemähkimisseade Saturno. (coeman.be)



Pilt 11.26. Termokahaneva kilega pakendamise seade „Beumer“. (Beumer tootekataloog)



Pildid 11.27. Kaubaaluse pakendamine termokahaneva pakkekilega. (Beumer tootekataloog)

Pakkelindi kinnitamise seade

Toodetakse seadmeid, mille abil on võimalik suurendada pakkeüksuse kompaktsust sellele ühe või mitme pakkelindi lisamise abil. Pakend, milleks on enamasti lainepapist karp, või plastikust, kaanega konteiner tõstetakse seadme töölaualle, misjärel kinnitatakse pakkelint ümber kaubapakendi mürdosa sekundi jooksul. Automaatne pakkelindi kinnitamise seade pingutab polüpropüleenist pakkelindi, lõikab selle läbi ja ühendab selle otsad kuumutamise teel mõne sajandiksekundi jooksul. Automaatseadme poolt tekitatav pakkelinti ümber pakendi pingutav jõud, lindi otsade ühendamiseks kasutatav temperatuur ja kuumutusajaeg on seadistatavad.



*Pilt 12.13. Kaubaalus EPAL1 mõõtudega
1200x800x144 mm. (epal-pallets.org)*



*Pilt 12.14. Kaubaalus EPAL2 mõõtudega
1200x1000x144 mm.
(epal-pallets.org)*



*Pilt 12.15. Kaubaalus EPAL3 mõõtudega
1000x1200x144 mm. (epal-pallets.org)*



*Pilt 12.16. Kaubaalus EPAL6 mõõtudega
800x600x144 mm.
(epal-pallets.org)*



*Pilt 12.17. Kaubaalus EPAL7 mõõtudega
800x600x144 mm. (epal-pallets.org)*



*Pilt 12.18. Kaubaalus EPAL CP2 mõõtudega
800x1200x138 mm.*

EPAL Euro kaubaaluseid on kasutatud maailmas juba rohkem kui pool sajandit. EPAL kaubaaluseid toodavad, remondivad ja vahendavad ligi 1500 ettevõtet paljudes riikides üle maailma.

Ülemaailmselt on ühiskasutusfondis ringluses rohkem kui 450 miljonit EPAL Euro kaubaalust. Igal aastal toodetakse juurde keskmiselt 75 miljonit alust. Tänu sellele on need kasutajaile kättesaadavad pea kõikjal ja veoteekonnad kaubaaluste saamiseks on lühikesed.

Sõltumatu auditibüroo *Bureau Veritas* hoolitseb alates 2013. aastast selle eest, et toodetavad, remonditavad ja ringluses olevad EPAL kaubaalused oleksid kvaliteetsed ja vastaksid kehtivatele tehnilistele nõuetele. Kahveltõstukite tõstekahvlite standardpikkused ja ristlõiked on sobivad kõikide EPAL kaubaaluste käsitlemiseks.

Poolpassiivmärk võib olla paigutatud ühte korpusesse anduri või mitme anduriga keskkonnatingimuste (temperatuur, õhuniiskus, vibratsioon) jälgimiseks ja löökide või põrutuste registreerimiseks. Poolpassiivsete raadiomärkide kasutusvaldkonnad on enamasti tagastatavad konteinerid, kaubaalused ja erinevad JIT (*Just In Time*) tootmise rakendused.

Aktiivraadiomärk (*active tag*) ehk transponder kiirgab oma energia arvel pidevalt raadiolaineid, mida võib lugeda RFID lugemisseade. Lugeja edastab info edasi arvutisüsteemi, kus seda vajadusel töödeldakse, muudetakse inimesel nähtavaks ja/või suunatakse edasiseks kasutamiseks rakendusprogrammi.).

Toiteallika, milleks on patarei või akumulaator, ressurss ulatub enamasti mõnest kuust kuni kahe aastani, kuid kasutatakse ka suure mahutavusega akusid, mis on suuteliised varustama kiipi energiaga 3–5 aasta jooksul. Aktiivraadiomärgid suudavad vastu võtta nõrgemaid signaale suhteliselt laial sagedusalal ja suurema vahemaa tagant. Aktiivraadiomärgid on üldjuhul suure tegevusulatuses (10–50 m).

Kuna aktiivsed raadiomärgid sisaldavad toiteallikat, ei pea lugeja antenn olema suure kiirgusvõimsusega. Samal põhjusel on võimalik lugeda aktiivraadiomärkide signaali suurelt kauguselt. Kiibile salvestatud andmeid on võimalik korduvalt „üle kirjutada“. Tegemist on *read/write* tüüpi transponderitega, mille mälumaht võib ulatuda kuni 1 MB-ni.

Peamiseks kasutusvaldkonnaks on suuregabariidiliste ja väärtuslike objektide positsioneerimine reaajas. Nii kasutatakse transpondereid veoühikute (raudteevagunid, konteinerid, poolhaagised jms) asukoha kindlaksmääramiseks ja liikumise jälgimiseks. Aktiivraadiomärgid võivad olla varustatud ka veoühiku temperatuuri- ja niiskustingimusi mõõtvate sensoritega. Konteineritele kinnitatud aktiivmärkide poolt edastatavate signaalide järgi on võimalik tõstukijuhil leida sadamaterminalis kerge vaevaga vajalik konteiner ja toimetada see kaile laevale lastimiseks.

Ka mootorsõiduki kaugjuhtimispuldi näol on tegemist aktiivmärgiga ja kogu raadio-tehniline lahendus kulutab seejuures minimaalselt juhtpuldi toiteallika energiat. Aktiivsete raadiomärkide hinnad on enamasti vahemikus 20–100 .



Pilt 14.11. Passiivne raadiomärk UPM Raflatac.
(Autori foto)



Pilt 14.12. Aktiivne raadiomärk.
(honeywellaidc.com)

Tuntakse kaht eri tüüpi kaotatud aega – ilmselt ja varjatut. **Ilmse kaotatud tööaja** esinemisel pole laotöölisele antud rutiinsete tööülesannete täitmise järel uut tööd või ta pole ise suutnud seda leida. **Varjatud kujul kaotatud ajaga** on tegemist juhtudel, kui töö on vähetootlikult või ebaefektiivselt organiseeritud. Tööoperatsioone ei sooritata efektiivsel viisil ja tehakse midagi asjatut või üleaurust. Samuti võib varjatud kujul kaotatud aja hulka lugeda seda, kui tööpäeva algul pole kõigil selge, mida peab tegema ja oodatakse tööülesannet laojuhilt või meeskonna juhilt. Tavaliselt on varjatult tööajakadu ladudes küllalt levinud probleem, kuid paraku seda eriti ei teadvustata.

Laojuhataja on planeerinud alluvate töö hästi, kui tööpäeva algul on kõigil selge, millega keegi tegeleb. Tempopaljudes ladudes on ülikiire ja hea tööjuhataja suudab ka selle juures korraldada tööd nii, et tegeldakse kõige vajalikumate asjadega ning midagi ei jäeta seejuures pooleli. laojuhil on väga tähtis teada, millega keegi töölistest tegeleb ja kui vajalik see töö kiirel perioodil on. Töökoormuse õige ja ühtlane jaotamine alluvate vahel on laojuhataja kõige tähtsam töökohustus.

Lao toimimise planeerimine

Strateegilist planeerimist laos tehakse suhteliselt harva ja see on seotud enamasti

lao laiendamisega juurdeehituse näol, uutesse laoruumidesse ümberasumisega, laos kasutatavate tehnoloogiate ja töökorralduse muutmisega, ettevõtte jaotussüsteemi ja jaotusahela töö ümberkorraldamisega jms. Strateegiline planeerimine on üldjuhul pikaajaline, mitmeid kuid kestev protsess ja selles osalevad ka ettevõtte muude allüksuste töötajad, nagu tarneahela juht, logistikajuht, ostu- ja müügi osakonna juhid. Kuna strateegilise plaani elluviimiseks võidakse vajada suuri investeeringuid, osalevad lao toimimise strateegilises planeerimises üldjuhul ka ettevõtte tippjuhid.

Taktikalist planeerimist võidakse teha seoses töökoormuse muutumisega, saadetiste arvu suurenemise või vähenemisega, hoiustatava kauba koguste muutumisega, hoiustamissüsteemide muutmisega, tootesortimendi laienemisega, teistsuguste pakkeüksuste hoiustamise vajadusega, ajutise laopinna rentimisega, ajutise tööjõu palkamisega, täisinventuurideläbiviimisega jne. Vajadustaktikalise planeerimise järel võib tekkida enamasti mõned korrad nädalas või kuus.

Paljude klientide omamisel ja suurte käideldavate kaubamahtude korral laoteenuste osutamisel võib olla tavaline, et laojuht tegeleb taktikalise planeerimisega pea igapäevaselt. Taktikalised plaanid kehtivad enamasti suhteliselt lühiajaliselt, mõne nädala või kuu jooksul, mil võib tekkida vajadus pöörduda tagasi endisesse olukorda või koostada uus plaan vahepeal muutunud tingimuste alusel. Taktikaline planeerimine eeldab enamasti otsustamiseks vajaliku info kogumist ja töötlemist, arvutuste tegemist, eskiiside koostamist jms. Võimaluse korral tuleks kasutada arvutisimulatsioone. Taktikalises planeerimises võib osaleda aeg-ajalt ka ettevõtte logistikajuht.

Operatiivplaneerimine on laojuhi igapäevane tegevus, mis hõlmab pidevalt muutuvast olukorras enamasti ühekordsete otsuste tegemist või otsuste vastuvõtmist lähiperioodiks. Operatiivplaneerimine võib hõlmata laotöötajate tööülesannete ümberjaotamist, saabuvate kaubasaadetiste tavapärase mahalaadimise ja väljastussaadetiste komplekteerimise järjekorra muutmist, tõstukite ressursi ümberjaotamist, lao ajutiste hoiualade (vastuvõtt, väljastus jne) suuruse muutmist jms. Kuna operatiivplaneerimise otsused tuleb langetada kiiresti, on laojuht sunnitud võtma need vastu enamasti kohe uue olukorra tekkimisel või probleemi ilmnemisel, kasutades seejuures oma teadmisi ja varasemaid kogemusi. On tavaline, et laojuht peab vahel enne otsuse vastuvõtmist nõu mõne laotöötajaga, ostu- ja/või müügi osakonna töötajaga.

Laotööd õigesti korraldava laojuht peab suutma töötada **süsteemselt**. Selleks peab ta koguma vajalikke andmeid töö planeerimiseks ja korraldamiseks. Oluline on omada eelnevalt informatsiooni kaupade saabumise kohta. Ostutöötajad peavad varustama laojuhatajat vajaliku

Et lao töö oleks tulemuslik, tuleb laoressursside kasutamist jälgida, registreerida ja mõõta. Tulemused talletatakse andmetabelites, mille põhjal on võimalik teha analüüsi lao toimingute mahtude, tootlikkuse, efektiivsuse jms kohta. Andmete analüüsimisel võivad selguda, et tööde korralduses on teatud ebakohad ja töö pole piisavalt tootlik. Analüüsi tulemusi saab laojuhud kasutada laotööd parendavate otsuste vastuvõtmiseks.

Mõõta on võimalik nii ressursside kasutamist laotoimingute sisendis kui ka tulemusi tegevusteväljundis. Mõlemaid mõõtes on võimalik saada parim tulemus, sest sel juhul on loodud eeldused ressursside kasutamise ja toimingute tulemuste seostamiseks ning põhjendatud järelduste ja juhtimisotsuste tegemiseks. Ressursikasutuse ja laotoimingute tulemuste mõõtmine ja võrdlemine on palju lihtsam kui nendevaheliste seoste loomine.

Tuleks eristada mõõdikuid, suurusi, näitajaid, tegevusnäitajaid, absoluutarvulisi ja suhtarvulisi tegevusnäitajaid. Mõõdetavad suurused ehk näitajad on teatud parameetrid toimingutes ja protsessides, mida on võimalik jälgimise, registreerimise ja andmete analüüsimise abil mõõta ning kvantitatiivselt kirjeldada. Mõõdetavateks suurusteks võivad olla erinevad ressursid, tegevused ja nende resultaadid. Mõõdiku all mõeldakse lühikirjeldust sellest, mida on vaja ühtede suurustega teha selleks, et saada teisi suurusi. Mõõdikut kirjeldades näitame ära, kuidas me üht või teist suurust/näitajat mõõdame.

Näiteid mõõdikutest:

- lao täituvuse mõõdikuks on täidetud hoiukohtade ja kõikide hoiukohtade suhe;
- komplekteerimistöö mõõdikuks on ajaühikus komplekteeritud väljastusühikute või artikliridade arv;
- saadetise vigade kvaliteedi mõõdikuks on saadetiste vigadega artikliridade ja tellimuse kõikide artikliridade suhe;
- väljuva saadetise artiklirea komplekteerimise efektiivsuse mõõdikuks on selle artiklirea komplekteerimise kogukulu.

Organisatsioonis ja/või selle allüksusel on tavaliselt mitu põhinäitajat, mille abil on võimalik mõõta ja anda hinnangut, kui võrd edukas ollakse ja kuidas lähenetakse püstitatud eesmärkidele. Tulemusindikaatorid (KPI) peaksid andma igapäevase organisatsioonis selge teadmise, mis on oluline ja mida püütakse saavutada. Organisatsiooni tasemel peaks olema kasutusel 3-4 tulemusindikaatorit, mitte enam. Valdkonnasiseseid tulemusindikaatoreid võib olla enam ja need on spetsiifilise iseloomuga.

Laonduses kasutatavad võtmenäitajad moodustavad ühe osa ettevõtte logistikasüsteemi toimimise võtmenäitajaist. Laonduses võib näitaja kirjeldada tootlikkust, efektiivsust, kvaliteeti, tsükliaga jms. Iga kasutatava võtmenäitaja puhul oleks vaja kirjeldada täpselt selle nimetus, määratlus (definitsioon või valem) ja ühik(ud). Samuti oleks vaja kirjeldada, kuidas võtmenäitajat mõõdetakse ja milline on selle kasutamise eesmärk.

Lao ressursikasutuse mõõtmine

Ressursikasutust on suhteliselt lihtne mõõta, sest see toimub üldjuhul laotegevuste sisendis. Selleks tuleb registreerida teatud perioodi jooksul nende ressursside rakendatus. Ressursikasutuse mõõdikud on üldjuhul absoluutarvulised näitajad.

Tabel 16.1. Lao soorituste hindamine 10-pallisel hindamiskaalal

Hinne	Vigastused ja puudumine saadetises (%)	Vigastused ja kadu laos (%)	Tarnevõime (%)
10	0,00–0,09%	0,00%	98,0–100,0%
9	0,10–0,19%	0,001–0,015%	97,8–97,9%
8	0,20–0,29%	0,016–0,030%	97,6–97,7%
7	0,30–0,39%	0,31–0,045%	97,4–97,5%
6	0,40–0,49%	0,46–0,060%	97,2–97,3%
5	0,50–0,59%	0,061–0,75%	97,0–97,1%
4	0,60–0,69%	0,76–0,090%	96,8–96,9%
3	0,70–0,79%	0,091–0,105%	96,6–96,7%
2	0,80–0,89%	0,106–0,120%	96,4–96,5%
1	0,90–0,99%	0,121–0,135%	96,2–96,3%
0	≥1,00%	>0,135%	<96,2%

Allikas: C.A. McCarrell Warehousing Forum Vol.8

16.1. Lao toimimise audit

Laokompleksi juhatajat huvitab eelkõige kogu kompleksi terviklik funktsioneerimine. Tööjuhatajat laos huvitab eelkõige see, kuidas ta tuleb toime personali igapäevase töö juhtimisega ja kui efektiivselt töötab personal. Standardite ja võrdlusanalüüsi mudelite vähesus või puudumine on laomajanduses üldine probleem. Kui räägitakse auditi läbiviimisest laonduses, löövad paljud käega ja loobuvad jõupingutustest hakata mõõtma lao tööga seotud suursi.

Käesoleval ajal puudub väljatöötatud ja läbiproovitud komplekt töövahendeid võrdlusanalüüsi läbiviimiseks laos. Raske on hinnata adekvaatselt iga laooperatsiooni eraldi. Selleks, et viia läbi laos audit, on vaja kindlat tugiraamistikku, millele toetuda. Sellise raamistiku olemasolu korral oleks võimalik luua juba konkreetsetes situatsioonides konkreetne auditi formaat, mis on seotud konkreetsete, eksisteerivate tingimuste ja põhjendatud eesmärkidega.

Esimese sammuna on vaja eraldada teineteisest kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed suurused. Kvantitatiivsel poolel omab laojuhataja kontrolli kolme valdkonna üle: laoruum, seadmed ja inimesed. Tegelikult ja maksimaalselt võimaliku lao ruumala ja tehnika kasutuse võrdlemiseks kasutatakse lihtsaid suhtarve. Inimtöö hulga kvantitatiivseks hindamiseks on vaja registreerida ja mõõta ajaühikus teostatavate üksikute sündmuste ja/või operatsioonide arvu.

Kvalitatiivsed näitajad võivad olla sageli sama suure tähtsusega kui kvantitatiivsed. Üheks kõige tähtsamaks töö kvaliteedi iseloomustajaks on klientide rahulolu. Lao toimimise kvaliteet tähendab seda, kui võrd on lao juhtkond suutnud organiseerida tööd laos selliselt, et see vastaks klientide vajadustele ja ootustele.

Osa kvalitatiivsetest näitajatest on hinnangulised, osa aga registreeritavad ja mõõdetavad. Klientide küsitlemise tulemused on üldjuhul hinnangulise iseloomuga. Samas on võimalik koostada laotöö kvaliteedi raporteid, kus on registreeritud täpselt mingil perioodil esinenud vead liikide kaupa ja leitud vigadega saadetiste osakaal saadetiste koguarvu suhtes. Mõõdetavaks kvaliteedinäitajaks on ka varude üle- ja puudujääkide esinemissagedus ja suurus. See on kindel näitaja, mis räägib sellest, kuidas juhtkond on suutnud täita üht oma tähtsamat ülesannet – säilitada laopidaja või selle klientide vara.

Kauba vigastamised leiavad aset enamasti alljärgnevatel põhjustel:

- Kaubad kukuvad tõstuki sõitmise ajal selle kahvliel olevalt kaubaaluselt.
- Kaupu vigastatakse tõstuki tõstekahvlitega kaubaalust haarates.
- Tooteid vigastatakse tõstukiga hoiukohtadel, kaupade asetamisel hoiukohale või sellelt võttes.
- Tooted kukuvad kaubaaluselt hoiukohale asetades või sellelt võttes.
- Tooteid vigastatakse kaubaaluse mahalibisemisel riuliõrtelt.
- Tooteid vigastavad kaubaaluse laudisest välja kerkinud naelad.
- Niiskustundlikke kaupu kahjustab laos olev ülemäärane niiskus.

Juhul kui laos hoiustatavad varad on jäetud kindlustamata, võib suuremahuline vara hävimine tuua ettevõttele kaasa rasked, vahel ka pöördumatud tagajärjed. Tegemist võib olla juhtumitega, mille tekkimise võimalusega pole arvestatud tavapärasel tööd planeerimise protsessis.

17.2. Kauba kadumine laos

Laotöötajate vastutus

Laojuht ja lao personal vastutavad ettevõtte juhtkonna ja omanike ees nende kätte usaldatud varade säilimise eest. Kõige suurem vastutus varade säilimise eest on laojuhil, kuna eelkõige temal on kõige paremad võimalused ja vahendid laos toimuvat kontrollida ja kaupade kadumisele vahetult reageerida. Eelkõige puudutab see laos hoiustatavaid varusid, aga ka laotõstukeid, inventari, infotehnoloogia seadmeid jms. Organisatsiooni juhtkond usaldab laotöötajaid ja asetab neile suuri lootusi nende kätte usaldatud varade hoidmise ja heaperemeheliku kasutamise osas.

Kui laos peaksid aset leidma vargused, on laos töötavad inimesed esimesed, kes märkavad kaupade puudumist või kellegi kahtlast tegutsemist materiaalsete väärtuste kõrvaldamisel. USA-s läbiviidud uurimused on näidanud, et ca 30% kaupade kadumisest on põhjustatud kas laotöötajate näppamisest või suuremahulisest vargusest.

Laos aset leida võivad vargused on alati midagi sellist, mille puhul eeldatakse, et lao tasemel juhtimise korral oleks olnud võimaline olukorda kontrollida. Teisiti öeldes, pidevalt toimuvad näppamised või aeg-ajalt aset leidvad suuremad vargused on alati lao puuduliku juhtimise tunnused. Professionaalne ja motiveeritud laojuh peab ta olema suuteline avastama viisid, kuidas varastatakse, tuvastama isikud, kes varastavad ja saavutama olukorra üle täieliku kontrolli.

Lao töökorraldus peab olema selline, et oleks takistatud kõrvaliste isikute juurdepääs laos hoitavatele varadele. Erinevatel põhjustel lattu saabuvad isikud peaksid mõistma kõrvalistele isikutele kehtivaid liikumis- ja ligipääsupiiranguid. Ka kõigile laotöötajatele pole vaja alati võimaldada sissepääsu kõigiselaoruumidesse.

Paljudes ladudes puuduvad külastajatele juurdepääsu ja liikumise füüsilised piirangud. Erand on vaja teha veost kohale toimetanud või väljuva saadetise järgi saabunud autojuhtidele. Osakoormate veol erinevatele klientidele on autojuht tavaliselt otseselt vastutav kaubasaadetiste terviklikkuse ja puutumatuse eest, mistõttu peab lubama neil viibida lao vastuvõtu- või väljastusalal ja veenduda laaditavate pakkeüksuste vastavuses kauba- ja/või veodokumentidele. Samas tuleb piirata võõraste autojuhtide liikumist laos. Tuleks informeerida autojuhtide liikumispiirangutest ja panna üles keelavad sildid. See kõik ei pruugi olla aga piisav ja laotöötajad peaksid jälgima, et juhul ei lahkuda laadimisvärava juurest, kus parajasti toimuvad nende veoki laadimistööd.

Infosüsteeme ja -tehnoloogiaid kasutatakse traditsiooniliselt järgmistel eesmärkidel:

- Andmete haldamiseks ja kogumiseks iga toote ja teenuse kohta logistikatoimingute käigus (hankimine, tellimuste täitmine, laovarustus jms) eesmärgiga omada täpseid, usaldusväärseid ja ajakohaseid lähteandmeid.
- Kogutud andmete säilitamiseks infosüsteemis eelnevalt määratletud kategooriates ja vormingutes (kliientide andmebaasid, toodete andmebaasid jms).
- Säilitatavate andmete analüüsiks eesmärgiga saada olulist infot juhtimisotsuste tegemiseks ning logistika ja tarneahela toimimise tulemuslikkuse hindamiseks.
- Koostöök ja suhtlemiseks tarneahela liikmetega, et vähendada viivitusi informatsiooni edastamisel ja vigu ning teha vajalikud andmed töötajaile kättesaadavaks.
- Logistikatoimingute ja andmekasutuse protseduuride standardimiseks ning üldkasutatavate, täpsete informatsiooni haldamise meetodite ja kontrolli abinõude väljatöötamiseks.

Tänapäeval kasutatakse infosüsteeme ja -tehnoloogiaid laialdaselt ka tarneahela konkurentsivõime suurendamiseks, väärtust lisavaks tarneahela juhtimiseks ja rahvusvahelisel või globaalsel tasandil toimimiseks.

18.1. Lao infosüsteemid

Laos kasutatavad infotehnoloogilised vahendid ja lao infosüsteem omavad suurt tähtsust laotoimingute ja laopersonali juhtimise ning lao klienditeeninduse seisukohalt.

Lao infosüsteemidele kehtivad enamasti alljärgnevad nõuded:

- registreerida toodete liikumised ja jälgida toodetesaldosid;
- hallata laoaadresside süsteeme;
- jälgida tootlikkust ja lao ressursside (tööjõud, seadmed, inventar, hoiuruum jne) kasutamist;
- jälgida kaupade liikumist lattu, lao sees ja laost välja, tagada vahetu kommunikatsioon laotöötajate ja laohalduse tarkvara (WMS) vahel;
- anda hoiukohtadele paigutajale ja komplekteerijale maksimaalselt vajalikku infot tellimuste kiireks ja veatuks täitmiseks;
- planeerida optimaalsed komplekteerimistekonnad.

Lao infosüsteemide baasfunktsionaalsused on üldjuhul alljärgnevad:

- **Normatiivne teabebaas.** Kaupade nomenklatuur. Toodete staatuse andmed, nagu vaba laovaru, reserveeritud laovaru jms. Tellimuste liigid. Pakendite tüübid. Kliendibaas. Tootekaardid tooteartiklite andmetega.
- **Hoiukohtade kirjeldamine ja arvestus.** Hoiukohtade tuvastamine: laod, tsoonid, riiulid, virnad, hoiukohad, laoaadressid jms.
- **Kaupade arvestus.** Kaupade klassifikaator. Toote tuvastuskood, seerianumber, hoiustamiseks kasutatava kaubaaluse tüüp, kogus kaubaalusel jms.
- **Varude arvestus.** Varude jaotus hoiukohtadel. Toodete laoliikumise blokeerimine. Kaupade paigutus hoiukohtadel vastavalt eel määratletud kriteeriumitele (eelistatud hoiukohad, kinnistatud hoiukohad jms). Tootesaldode muutmine ja arvestus. Kauba laosisene ja ladude vaheline liikumine.
- **Kauba vastuvõtmine ja väljastamine.** Vastuvõtu- ja väljastustellimused. Tellimuste otsing ja muudatuste sisseviimine. Toodete reserveerimine sisestatud müügitellimuste alusel koos staatuse muutmise ja hoiukoha äranäitamisega. *Cross-docking* ja konsolideerimise toimingute läbiviimine. Vastuvõtu- ja väljastustellimuste registrid. Toodete tagastamine lattu.

1. Töötatakse välja andmete kogumise ja analüüsi läbiviimise protseduur ning valitakse analüüsi tehnika ning meetodid. Analüüs puudutab ladu läbivaid kaubavoogusid, laoseadmeid, laotehnoloogiaid, laopersonali suurust ja koosseisu jms).
2. Viiakse läbi analüüs ja selle tulemuste hindamine eesmärgiga selgitada välja optimeerimiskriteeriumitest kõrvalekaldumise põhjused.
3. Töötatakse välja optimeerimisetepanekud.
4. Töötatakse välja lao optimeerimise projekt.

Lao planeerimine

Lao planeerimine (*warehouse planning*) on tegevus, mille eesmärk on uue lao, selle

juurdeehituse või töötava lao põhjalik, lao toimimise olulisi tegevusi hõlmav ümberkorraldamine. Lao planeerimise etappideks võivad olla lao asukoha valik, hoonete, ruumide, laotehnika ja -seadmete planeerimine, samuti laotoimingute ja laopersonali (töö) planeerimine.

Lao õige planeerimine algab nõ seestpoolt väljapoole, ehk tööd alustatakse materjalivoo ja -varu parameetrite kaardistamisest ja jõutakse välja kuvandini laopinna suuruselt, lao ruumalast ning kasutatavast laotehnoloogiast. Lao planeerimisel on aluseks kaubaartiklite kaalu, ruumala, pakendeid jms kirjeldavad andmed, kaupade hoiustamisele ja käsitsemisele esitatavad tingimused ning piirangud, tootmise, jaotuse ja klienditeeninduse olemasolevad või muutunud vajadused jms. Oluline on arvestada lattu saabuvate ja sealt väljuvate kaubasaadetiste arvu ja suurusetega, kaupade käsitsemise intensiivsuse ja eripäraga.

Lao planeerimisel on primaarne ladu läbiv materjalivoog ning kogu planeerimisprotsess tuleks teostada lähtuvalt materjalide käitlemisest laos. Läbi lao liikuva materjalivoo planeerimisel on vaja püstitada mitu alternatiivi ja töötada nendega paralleelselt. Pärast väga hoolikaid arvutusi ja kaalutlusi valitakse nende seast välja sobivaim. Tulevikuennustusteks on vaja ulatuslikku ja usaldusväärset andmebaasi käivate ja sündmuste kohta viimaste aastate jooksul. Mida rohkem on informatsiooni klientide ja teenuste kohta, seda parem. Trende jälgides on vaja olemasoleva andmebaasi najal tuletada käibeid, mahtusid ja tootlikkust tuleviku tarvis.

Sõltuvalt ettevõtte äritegevuse vajadustest võidakse selle logistikasüsteemijalao toimimiseks kehtestada erinevad prioriteedid. Väikese ringlemissagedusega laos on prioriteediks tõhus hoiustamine, suure ringlemissagedusega laos on aga olulisel kohal hoopis töö tootlikkus ja efektiivsus. Laoteenuse osutajatel võib esineda siinkohal seoses klientide vahetumisega suuri muutusi. Need muutused mõjutavad suuresti tasakaalu laonduse kolme põhikomponendi – laoruumi, laoseadmete ja laopersonali vahel. Sisemiste muutuste planeerimisel ja sisseviimisel tuleb üritada hoida need kolm elementi tasakaalus.

Lao ümberkavandamisel on vaja arvestada paljude eri aspektidega. Tuleb võtta arvesse ettevõtte prognoositavat kasvu, võimalikke muutusi tootevalikus, toodete ja klientide profiilis ning müügi- ja jaotuskanalites.

Lao ümberkujundamisel ja –planeerimisel on vaja pöörata tähelepanu järgmisele:

- Tuleb koguda ja analüüsida õigeid ja vajalikke andmeid.
- Tuleb püüda näha ettevõtte arengut ja selle tulevikuvajadusi ette 5–10 aastat.
- Planeerimisel on vaja keskenduda eelkõige lao ruumalale.
- Võimalusel tuleb püüda leida maksimaalselt rakendus olemasolevale laoinventarile ja laoseadmetele.
- Lao ümberkavandamisel tuleb asetada esikohale töötajate tervis ja ohutus.
- Tuleb pöörata erilist tähelepanu piisavale valgustusele ja ventilatsioonile kohustetundliku ja motiveeritud laopersonali hoidmiseks.
- Juurde tuleks soetada ainult ergonoomilisi laoseadmeid.
- Üldplaneeringuga tuleks tekitada olukord, kus liikumistekonnad laos on minimaalsed.
- Laadimis- ja hoiuühikuid tuleks püüda unifitseerida ja standardiseerida.

Oluline on võtta arvesse väljastustellimuste profiili. Kas on tegemist 100 tellimuse ja 100 artiklireaga, 100 tellimuse ja 300 artiklireaga või 200 tellimuse ja 400 artiklireaga? Ühel juhul on keskmisel väljastustellimusel üks, teisel juhul kolm ja kolmandal juhul kaks laoartikli rida. Arvutada välja nii artikliridade aritmeetiline keskmine tellimuse kohta kui ka artikliridade mediaan. Seejuures võtta arvesse, kas väljastatakse täisalusid, tükikaupa või peenkaupa. Vajadusel tuleb arvestada tellimuste profiili kõigil kolmel juhul, kuna täisalus- te, tükikaupa ja peenkaupa komplekteerimise ja pakendamise töö võivad olla täiesti erineva iseloomu ja mahuga ning toimuda lao erinevates osades, erinevate töötajate poolt teostatuna. Siseneva kaubavoo puhul on vaja selgitada välja keskmine tarnete arv töövahetuse või töö- päeva jooksul ja keskmine saadetiste suurus tarnijatelõikes.

Tooteandmete kogumisel tuleb arvestada kõigi tooteartiklitega, nende müügi-kaivate, väljastamissageduste ja keskmiste vastuvõtu ja väljastuskogustega artiklireal. Andmebaas peab sisaldama toodete ruumalasid, kaalusid ja vajadusel ka mõõtusid. Igal juhul tuleb teha kindlaks mittelikiivsed tooteartiklid ja need tootevalikust kõrvaldada. Kui seda pole varem tehtud, siis uude lattu kolimisel on õige aeg nendest vabaneda. Tooteartiklite ja nende kogus- te osas tuleb võtta arvesse nii olemasolevaid kui ka tulevikuvajadusi.

Lao planeerimisel on vaja arvestada hoiustamise ja kaubakäitlemise mahtude võimaliku kõikumisega aasta lõikes seoses müügihooaegadega ja planeeritud müügi-kaup- paanatega. Mõnedes ettevõtetes võivad olla kõikumised suured, ulatudes 30–40%-ni. Kui hoiustamise ja laoliikumiste kõrgperiood on lühike (mõni nädal kuni kuu), tasub mõelda pigem ajutise ladustamise peale renditavates ruumides kui planeerida tegelikust vajadusest oluliselt suurem ladu, milles on väljaspool kõrghooaega pooled hoiukohad täitmata. Kui aasta jooksul on mitu hoiustamise ja laoväljastamise kõrgperioodi ning kaubakäive ei suurene keskmise suhtes palju, oleks õigem kavandada ladu selle võrra suurem. Arvesse on vaja võtta ka vastuvõtutöö ja väljastamise kõikumisi nädalapäevade, nädalate ja kalendrikuude lõikes.

Planeerimiseks vajalik andmebaas on tähtis osa laoprojektist. Et luua planeeri- seks head eeldused, tuleb hoolitseda selle eest, et kasutatavaid andmeid oleks vajalikul määral ja et need oleksid võimalikult tõesed. Oluline on teha vahet andmetel, mis on lao planeerimise seisukohalt olulised, mis vähem olulised ja mida võib jätta arvestamata. Pole ühtki põhjendust teha liigset tööd ebaoluliste andmete kogumiseks ja nende töötlemiseks. Tuleb otsustada, kas vaadeldavad andmed mõjutavad arvutustulemusi, kasutatavaid res- sursse jms sellisel määral, et nende arvessevõtmine on vajalik, või tuleks need niigi suure töömahu vähendamise huvides kõrvalt jätta. Kasteatud tarnijate, klientide või toodete andmed on vähem või rohkem olulised, sõltub konkreetsest laoprojektist ja seda peab otsus- tama projektiteeskond ühiselt.

Alljärgnevalt on esitatud informatsioonivajadus lao planeerimise alustamiseks. Toote- kategoriate ja -artiklite andmed:

- toote- kategoriate nimetused ja loetelu toote tarbimise rühmatunnuste seisukohalt (jaekaubanduse profiil);
- toote- kategoriate nimetused ja loetelu hoiutingimuste seisukohalt (kõetav ladu, külmladu, külmutusladu, ohtlike kaupade ladu jms);
- toote- kategoriate nimetused laoliikumiste ja komplekteerimiskohtade paiknemise seisukohalt (ABC kategooriad, lao töö planeerimise profiil);
- toote- kategoriate loetelu hoiustamisviiside järgi (kaubaaluste- või peenkauba riiulitel, konsolriiulitel, vinnastatult jms);
- toote- artiklite nimetused ja loetelu eri profiiliga toote- kategoriates;
- toote- artiklite ringlemis- sagedused;
- toote- artiklite müügi- ja/või rühmapakendite kaalud, mõõdud, ruumalad jms (vajadusel);
- toote- artiklite mehaanilised, füüsilised ja keemilised ja muud omadused (vajadusel);
- toote- artiklite spetsiifilised omadused (kõrgem väärtus, suurem varguste risk jms);
- müügi- pakendite kogus rühmapakendites ja rühmapakendite kogus veopakendites ja/või hoiuühikutes.

Madal või kõrge ladu

Uuekonventsionaalse, kaubaalusteriulitega laokavandamiselon vaja otsustada, kas ehitada madal, 6–10 m kasutatava kõrgusega ladu või kõrge (10–14 m) ladu. Peamine kriteerium otsuse langetamisel on kaupade ringlemissagedus. Kui see on väike (3 – 6 korda aastas), tuleks eelistada kõrget ladu, kui agasuur (10 – 30 korda), siis pigem madalat. Samas on kõrge lao ruumalaühiku maksumus väiksem kui madalas laos.

Ühekorruseliselahoone ruumikõrgus lao põrandast katust toetavatetaladeni peaks olema minimaalselt 6,0 m. Madalate riulitega ladu ei soovitata teha kõrgusega alla 9,0 m. Alates 12,0 m kõrgusest peab minema üle madala lao tehnoloogialt kõrge lao tehnoloogiale. Kasutatavate kõrguste vahemikus 10–12 m võidakse kasutada nii laiui kui kitsaid riulite vahekoridore.

12,0 m kasutatava kõrgusega lao ehituskulud laoruumi kuupmeetri kohta võrreldes 7,5 m kõrguse laoruumiga on 30–40% väiksemad. 15,0 m kõrgusega lao kapitalikulud aga isegi ca 50% madalamad.

Kui võrrelda lao tegevuskulusid, siis 12,0 m kõrgusega lao kulud on ca 10% madalamad ja 15,0 m kõrgusega lao kulud 35% väiksemad 7,5 m kasutatava kõrgusega lao ekspluatatsioonikuludest.

Kui ettevõttel jätkub vähegi rahalist potentsiaali, tasuks mõelda võimalusele ehitada laadimisväravate taga asuva tööala kohale teine korrus. Laadimisoperatsioonide teostamiseks ei vajata tavaliselt suuremat kõrgust kui neli meetrit, mistõttu saab töötsoonide koha- le ehitada lisakorruse, mida on võimalik kasutada peenkaubalaona, lisaväärtusteenuste osutamiseks või vajadusel kontori- ja/või olmeruumide pinnana. Tööalade kasutatav kõrgus peaks olema soovitatavalt 4,0–4,5 m, kuid mitte rohkem kui 6,0 m.

Lao põrand

Laohoone vundament tuleb rajada sellisele kõrgusega, et lao põrand oleks igal juhul veovahendite ja –ühikute lastiruumi põrandaga samas tasapinnas.

Seda on võimalik teha kahel viisil:

- rajades lao põranda ühte tasapinda veoühikute põrandapinnaga (1,2 m maapinnast);
- rajades lao põranda maapinna tasandile ja ehitades rambid maapinna kõrgusele.

Laohoone põranda pindmise kihi paksus peaks olema soovituslikult 15–30 mm.

Pindmine kiht peab olema pingevaba ja selle valamisel on vaja kasutada spetsiaalseid kõven- deid. Mida kõvem ja kulumiskindlam on põranda pealmine kiht, seda vähem tekib laos tolmu. Põrand peab olema väga tasane. Isegi väikesed reljeefi muutused võivad tekitada hulgaliselt probleeme kõrgetes ladudes, samuti AGV-de kasutamisel.

Laed ja katusefermide tugipostid

Väga oluline on lagede toestamise juures asjaolu, et katusekonstruktsioone kandvate postide arv oleks minimaalne ja nende samm sobiks riiliridade ja töökoridoride laiuse sammuga. Eksimine laohoone pikkuse, laiuse, kõrguse ja katusefermide tugipostide paigutusega tuleb vältida, sest need vead pole enam hiljem parandatavad.

Tugipostide optimaalseks vahekauguseks laos peetakse 24,0 m. Ladudes kõrgusega rohkem kui 6,0 m kasutatakse sageli tugisammaste vahekauguseks reas 12,0 m ja ridade vahel 24,0 m. ladudes kasutatava kõrgusega 8,0–10,0 m ja enam kasutatakse sageli 18,0 m pikkusega laeferme.