

9.1. Laotehnoloogiate liigid

Laotehnoloogia all mõeldakse kompleksset, ettevõtte vajaduste kohaselt planeeritud riiulite või riiulisüsteemide, töökoridoride, tööalade, laoseadmete ja laotöö korralduse süsteemi. Laotehnoloogia töötatakse välja selle järgi, milliseid konkreetseid ülesandeid peab ettevõtte ladu täitma.

Traditsioonilised hoiustamise ja kauba käsitsemise tehnoloogiad ei ole viimaste aastakümnete jooksul suuri muutusi läbi teinud. Levinuimad nii Eestis kui ka mujal lähiriikides on madalad kaubaaluste riiulitega laod, mis võeti kasutusele pea kõikjal 1960. aastatel. Tõsise arengu on viimase poole sajandi jooksul teinud tõstukid. Nende tehnilised näitajad pole võrreldavad mudelitega, mida toodeti 1980. aastatel. Kõige enam on aga muutunud infotehnoloogia ja töökorraldus seoses arvutite, laoarvestustarkvara ja automaatse tuvastamise tehnoloogiate kasutusele võtmisega laonduses.

Madalate, kuni 10 m kaubaaluste riiulite ja laiade, kuni 3,5 m töökoridoridega ladu, mida kasutatakse kõikjal maailmas, nimetatakse traditsiooniliseks ehk konventsionaalseks laoks ja kasutatavat tehnoloogiat konventsionaalseks laotehnoloogiaks.

Riiulid võivad olla eri kõrguse ja sügavusega, kandetalad erineva pikkuse ja kandevõimega, hoiukohad eri kõrgusega ja vahekoridorid eri laiusega. Võimaluste paljusus muudab lihtsa riiulite süsteemi kasutamise väga paindlikuks. Konventsionaalne ladu madalate riiulitega on parim lahendus juhul, kui on vaja ladustada palju erinevat kaupa eri tüüpi kaubaalustel. Tagatud on vahetu ja kiire ligipääs kõigile hoiustatud kaupadele.

Konventsionaalne laotehnoloogia on maailmas levinud peamiselt tänu selle eelistele.

Konventsionaalse lao eelised on:

- vahetu ligipääs kõikidele hoiukohtadele
- kaubaaluseid on võimalik teisdada muid aluseid ümber paigutamata
- inventuuri tegemine on lihtne, sest iga kaubaalus asub eraldi hoiukohal, millele on vaba juurdepääs
- võimalus ladustada eri suuruse (laiuse ja kõrgusega) ning kaaluga kaubaaluseid
- riiulite horisontaaltalasisid saab suhteliselt kiiresti ja hõlpsasti ringi tõsta, lisada või nende arvu vähendada.

Ladudes kasutatakse erinevaid riiuleid, mis on paigutatud laoruumi ja seatud sobivaiks konkreetse ettevõtte vajadustele. Laorüüüid jaotatakse kaubaaluste riiuliteks, peenkaubariüüüiteks ning eriotstarbelisteks riiuliteks. Riiulite kasutamine loob eeldused lao põrandapinna efektiivseks kasutamiseks ja tootlikuks tööks.

Laotehnoloogiad jaotatakse madala lao tehnoloogiateks ja kõrge lao tehnoloogiateks. Tänapäeval ehitatakse madalaid ladusid kasutatava kõrgusega kuni 10 m. Kui veel 15–20 aastat tagasi ehitati madalaid ladusid peamiselt kõrgusega 7–8 m, siis praeguseks on pea kõikjal jõutud arusaamisele, et kõrgemas laos on kauba hoiustamine vähem kulukas. Nii ehitatakse viimastel aastatel peaaegu kõik madalad laod kasutatava kõrgusega 8–10 m.

Laotehnoloogiad jaotatakse laoruumi kasutatava kõrguse järgi madala ja kõrge lao tehnoloogiateks. Madala lao tehnoloogiad jaotatakse omakorda järgmiselt:

- konventsionaalne tehnoloogia
- virnastamise tehnoloogia
- sügavriiulite tehnoloogia
- läbivooluriiulite tehnoloogia
- mobiilsete riiulite tehnoloogia.

Traditsioonilise kõrge lao tehnoloogia all mõeldakse kaubaaluste riulisüsteeme kõrgusega 10–15 m, riulitevaheliste töökoridoride laiusena 1,5–1,7 m. Riiulikoridorides kasutatavad tõstukitüübid erinevad madalas laos kasutatavatest. Seejuures eristatakse riiulikoridorides töötavaid ja riulite ning lao tööalade vahel liikuvaid tõstukeid.

Eristatakse kaubaaluste ja peenkauba käsitlemise ning hoiustamise tehnoloogiaid.

Peenkaubatehnoloogia jaguneb omakorda järgmiselt:

- madalate peenkaubariilite tehnoloogia (kõrgus kuni 3 m)
- kõrgete peenkaubariilite tehnoloogia (kõrgus max 8–9 m)
- mitmekorruseline peenkaubariilite tehnoloogia (2–3 korrust, kõrgus 5–7 m)

Alates 1980. aastatest on toodetud maailmas ka poolautomaatselt töötavaid hoiustamisüsteeme, mida nimetatakse ka laosüsteemideks.

Levinuimad laosüsteemid on alljärgnevad:

- vertikaalkarussell-süsteem
- horisontaalkarussell-süsteem
- tornisüsteem (*lean-lift*)
- miniload süsteem (AS/RS)
- *unit load* süsteem (AS/RS)
- OSR-süsteem (*order storage & retrieval system*, OS/RS)

Vertikaalkarussellid on leidnud Euroopas laialdast kasutamist. Ka Eestis on mitmed ettevõtted soetanud endale vertikaalkarusselli moodulid. Tornisüsteemid on väga efektiivsed, kuid kallid, mistõttu seisab nende laiaulatuslik kasutuselevõtmine veel ees. Vaatamata kõrgele maksumusele on ka mõned Eesti tootmisettevõtted suutnud endale need hankida.

Miniload süsteem ehk AS/RS (*automated storage & retrieval system*) kraanasüsteem on kallis, kuid efektiivne, suures osas automaatselt töötav nüüdisaegne laosüsteem peenkaupade ja väiksegabariidiliste tükikaupade käitlemiseks.

Unit load süsteem töötab analoogselt *miniload* laosüsteemiga, kuid on mõeldud kaubaaluste riulite teenindamiseks. Töötamise kiiruselt ületab süsteem mitu korda tõstukite töökiirust kõrgetes ladudes.

OSR-süsteemid on vähem levinud peamiselt oma ülikõrge maksumuse tõttu. Vaatamata sellele on ka Eestis üksikud ettevõtted suutnud soetada endale nimetatud laosüsteemi. OSR-süsteemi kasutatakse ettevõtteis väljastussaadetiste komplekteerimisel, kus see asendab kümneid peenkauba komplekteerijaid.

Enne sobiva laotehnoloogia valikut tuleks lao planeerijal otsustada põhimõtteline küsimus – kas „mees kauba juurde“ (*man to goods*) või „kaup mehe juurde“ (*goods to man*)? Üldjuhul on uue lao tööle hakkamise algfaasis kulusäästlikum kasutada traditsioonilist kaubaaluste või peenkauba ladustamise tehnoloogiat (*man to goods*). Seejuures peab arvestama, et liikumistekonnad hoiukohtadele paigutamisel ja komplekteerimisel on pikad ja töö seetõttu vähetootlik. Teisiti öeldes kulub suur osa tööajast riulite vahekoridorides kõndimisele või tõstukiga sõitmisele.

Kui valida süsteem „kaup mehe juurde“, võib laosisustus maksta konventsionaalse lao riulisüsteemidest mitu korda enam, kuid kogu töö tehakse niisuguses laos palju väiksema inimeste arvuga. Tööaeg laos kulub kasuliku tegevuse, mitte lihtsalt käimise või tõstukiga sõitmise peale. Selle töö teevad inimese eest erinevad laosüsteemid ja konveierid, mis toimetavad tooted komplekteerija töökohale ja viivad kastid pooleliolevate tellimustega järgmise komplekteerija juurde või lao pakkimisalale. Arvutiprogramm määrab ära toodete ettetoomise järjekorra ja garanteerib, et neid võetakse õigelt hoiukohalt.

Kõik eespool kirjeldatud laosüsteemid on „kaup mehe juurde“ süsteemid, mis soetamisel ületavad kordades tavapärase riulisüsteemide maksumuse, kuid tööjõukulude olulise kokkuhoiu ja intensiivse kasutamise korral mitmes vahetuses tasub kallis investeering olenevalt laosüsteemi liigist enamasti 5–10 aastaga end ära.

9.2. Madala lao tehnoloogia

Madalate riiulite ja laiade töökoridoridega ladudes on riiulite kõrgus enamasti vahemikus 7,0–9,0 m. Riiulipostide standardkõrguste vahemik on enamasti 1,5–8,0 m ja nende materjali valivad riiulisüsteemide müüjad koormuse järgi vastavalt kaubaaluste raskusele. Riiulite horisontaaltalad ehk riiuliõrred kannavad tavaliselt koormust 800–1200 kg kaubaaluse kohta. Riiulitevaheliste koridoride laiused on vahemikus 2,3–3,5 m, olenevalt kasutatava tõstuki tüübist.

Riiulipostid ühendatakse enne püstitamist poltide abil diagonaalide ja horisontaalidega. Nii saadakse riiuli vahe- ja otsaraamid. Riiulipostide alumistesse otstesse kinnitatakse enne püstitamist poltidega postitallad. Pärast raamide püstitõstmist ja riiuliõrtega ühendamist seatakse riiulite read täpselt joonele ja kontrollitakse riiulipostide vertikaalsust. Seejärel kinnitatakse postitallad betoonpõranda külge. Kauba üle riiuli otsa mahakukkumise ohu vähendamiseks paigaldatakse riiulite otstesse vaheraamidest ca 0,5 m kõrgemad postiraamid.

Riiulite postiraame võib panna kokku eri sügavustega alates 0,6 meetrist. Riiulite maksimaalne sügavus võib ulatuda kergete kaupade (pehme mööbel jne) puhul kuni 2,0 meetrini.

Riiulite horisontaaltalad on võimalik paigutada postidel ringi ehk hoiukohtade kõrgusi on võimalik muuta ca 10 cm-lise sammuga. Horisontaaltalad tuleb pärast postidele asetamist ohutuse huvides „lukustada“ ehk fikseerida riiulipostide külge spetsiaalsete lukustitega.

Otsaraamide kaitseks kinnitatakse tõstukite tekitatavate võimalike vigastuste ärahoidmiseks riiulirea otstesse põranda külge riiuli otsakaitsed. Eelistada tuleks kaitseid, mis paiknevad mitte jalgedel, vaid kogu pikkusega vahetult põrandapinnal ja on kinnitatud poltidega tugevasti põranda külge. Ainult sellised riiulite otsakaitsed suudavad riiuleid efektiivselt kaitsta tõstukirataste eest.

Kuna tõstukite ettevaatamatul ja hooletul juhtimisel on võimalik riiuliposte kergesti vigastada, oleks vaja kaitsta ka eraldi iga riiuliposti. Selleks kinnitatakse riiuliposti ette põranda külge postikaitse. Riiuliposte on võimalik kaitsta ka postide külge kinnitatud tugevate, paksust terasest nurkrauast profiilidega, mis ei taga siiski sedavõrd tõhusat kaitset kui põranda külge kinnitatud kaitseelemendid.

Kui riiulitel on rasked kaubaalused, tekitavad riiulipostid betoonpõrandale suurt rõhku (ca 50–80 kg/cm²). Seetõttu on riiulipostide otstes poltidega kinnitatavad nn postitallad, et rõhku betoonpõrandale kokkupuutepunktidest vähendada ja ühtlaselt edasi anda.

Paarisriiulite tagumised küljed ühendatakse riiuli konstruktsioonide jäikuse suurendamise eesmärgil omavahel kokku. Seda tehakse distantskinnitite abil. Paarisriiulite sõrestike vahele on soovitatav jätta vähemalt 30 cm laiune vahe.

Riiulite horisontaaltalad valmistatakse üldjuhul järgmiste pikkustega:

Kaubaaluse tüüp / aluste arv riiulitalal	Pikkus (mm)
1 EUR alus	950
2 EUR alust	1850
3 EUR alust	2750
4 EUR alust	3600
1 FIN alus	1150
2 FIN alust	2300
3 FIN alust	3400

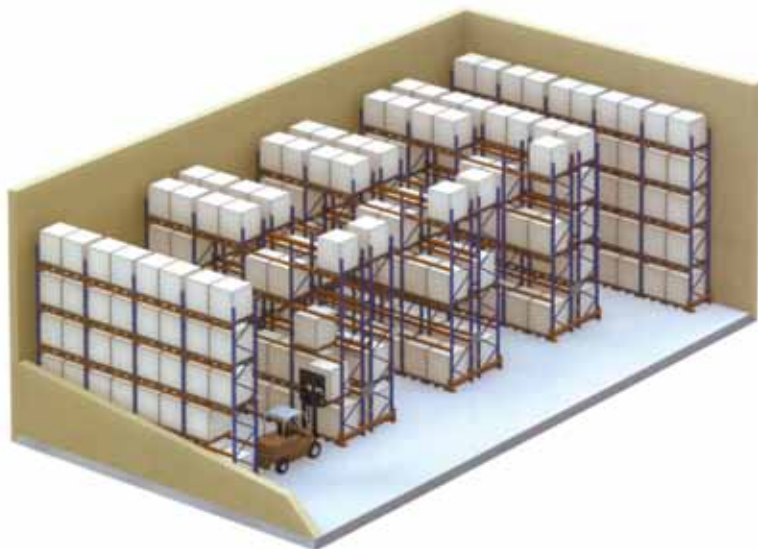
Kaubaaluste vahele riiulitel ja kaubaaluse ning riiuliposti vahele peaks jääma aluse paigutamisel hoiukohale 80–100 mm vahe.

Kaubaaluseriiulitel on võimalik hoiustada ka kaupu ilma alusteta. Toodetakse mitmesuguseid lisadetaile, nagu plekist riiuliplaadid, võreplaadid, risttalad, vaaditoed ja kaablitrumli hoidjad. Riiulikonstruktsioonide külge saab kinnitada spetsiaalse moodulmõõtudega turvavõre, mis takistab kaupade väljakukkumist riiulist.

Riiulitevahelised koridorid on ühendatud omavahel ühe peakoridori ja ühe või mitme ristkoridoriga, mis on riiulitevahelistest töökoridoridest vähemalt meetri võrra laiemad. Selleks et lao hoiuruumi maksimaalselt kasutada, ladustatakse alates kolmandast või neljandast riiulikorrusest kaupa ka ristkoridorides. Et pideva kaubaaluste tõstmisega segada vähem tõstukite ja inimeste liikumist ristkoridorides, paigutatakse nendele hoiukohtadele tavaliselt „aeglaselt liikuvad“ ehk väikese ringlemissagedusega kaubad.



Pilt 9.1 Madala lao riigid



Pilt 9.2 Madal ladu laiade vahekoridoridega

Kui tegemist on mööblilaoga, kus kasutatakse suuregabariidilisi kaubaaluseid, on nõutavaks töökoridori laiuseks 4,0 m. Vaatamata laiadele vahekoridoridele on võimalik sellise ladustamisega saavutada 10–15% parem lao ruumikasutus kui tavapärase riiulisügavuse (1,05–1,10 m) ja vahekoridori laiuse 3,0 m puhul.

Võimalik on paigutada kaubaaluste riiuleid sellise tihedusega, et vahekoridoride laiused on ca 1,7 m. Sellist paigutust on õige kasutada ruumides, kus kulutused ruumide ekspluateerimisel on suured (näiteks külmutuslaod). Laoruumi kasutamine on sellise riiulite paigutuse puhul väga efektiivne. Säärastes ladudes tuleb kasutada töökoridorides kitsas vahekoridoris töötavaid tõstukeid.

Vahekoridoride laiused ladudes:

- | | |
|---|--------------|
| • tugiratastõstuki (virnastaja) kasutamisel | 2300–2500 mm |
| • liikuvmastiga tõstuki kasutamisel | 2700–2900 mm |
| • vastukaaltõstuki kasutamisel | 3000–3500 mm |

Madalatel ladudel on kitsaste vahekoridoridega kõrgete ladude ees järgmised eelised:

- tõstukite liikumine vahekoridorides on kiire
- samaaegselt on võimalik ühes töökoridoris teha erinevaid toiminguid (paigutada kaupa hoiukohale ja komplekteerida)
- kiiresti liikuvate toodete riiulite vahekoridorides ei teki üldjuhul “pudelikaelu” ehk lühiajalisi ummikuid ja üksteise järel ootamisi
- alumiselt riiulikorruselt on võimalik komplekteerida käsikäru või käsikahveltõstuki abil
- vahekoridoride kasutamine on paindlik (tõstukid ja töötajad käsikäruudega saavad üksteisest mööduda)
- võimalik on kasutada samaaegselt eri tüüpi tõstukeid

Laiade vahekoridoridega madala kaubaaluste lao ainus puudus on väheefektiivne ruumikasutus. Vahel on vaja teatud kaupade (vardad, profiilid, kaablid jne) hoiustamiseks kasutada mitmesuguseid erikonstruktsiooniga riiuleid. Üldjuhul ei sisalda tootjate kataloogid selliseid riiuleid ja need valmistatakse eritellimuse alusel.

Küsimused

1. Miks on vaja riiulite horisontaaltalasid postide külge lukustitega kinnitada?
2. Millistel tingimustel on õigustatud kaupade hoiustamine madalates laiade vahekoridoridega ladudes?
3. Millise suurusega vahed jäetakse riiulil kaubaaluste ja riiulipostide vahele?
4. Kus on lubatud hoiustada ladudes kaupa nn ühekordse kasutusega kaubaalustel?



Pilt 9.3 Peenkaubariiulid



Pilt 9.4 Peenkaubariiulid kitsa vahekoridoriga

9.3. Peenkaubatehnoloogia

Peenkaubariiulid sobivad suhteliselt väikeste toodete hoiustamiseks. Üldjuhul on tegemist jaepakenditega või väikeste hulgipakenditega. Peenkaubariiuleid kasutatakse sageli koos kaubaaluseriulitega – suuremagabariidilised tooted hoitakse kaubaalustel ja väiksemad tooted peenkaubariiulitel.

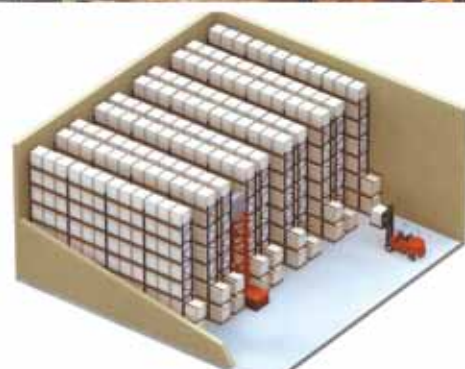
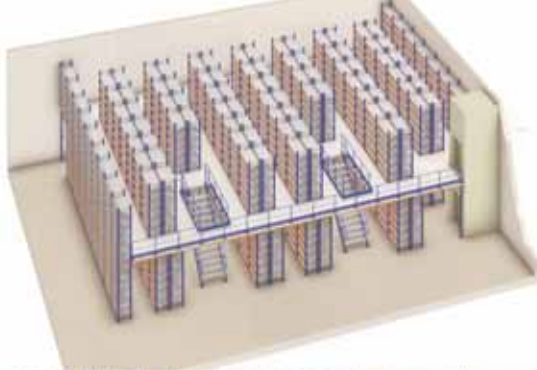
Enamasti on peenkaubatehnoloogia puhul tegemist kergete avatud riulitega. Riulite kõrgus on tavaliselt 2,1–2,5 m, riuli hoiukohtade ehk riuli vahede kõrgus 300–500 mm. Riuli plaate saab paigutada ümber enamasti 50 mm sammuga. Nende kandevõime võib olla kuni 200 kg. Riulipostide kõrgused jäävad vahemikku 2100–2500 mm. Riuleid toodetakse sügavusega 300 mm, 400 mm, 500 mm ja 600 mm. Riulisektsiooni pikkus ehk kahe riuliposti vahe jääb eri tootjatel vahemikku 1100–1300 mm.

Viie kuni seitsme korrusega (vahega) peenkaubariiulid loovad tootlikuks noppetööks head eeldused. Tooted paigutatakse korrustele vastavalt väljastamissagedusele. Teisel, kolmandal ja neljandal korrusel hoiustatakse sagedamini liikuvaid tooteid, esimesel, kuuendal ja seitsmendal aga väikese ringlemissagedusega kaupu. Kõrgemad (2,5–3,0 m) peenkaubariiulid pole tootlikuks tööks sobivad, sest ülemistelt korrustelt tuleb kaupa võtta redeli abil.

Hoiukohtadele paigutamine ja komplekteerimine tehakse käsitsi sobiva käsikäru või käsi- kahveltösti abil. Riulitevahelised koridorid on tavaliselt laiusega 1,4–1,6 m, mis võimaldab kahel käsikäruga töötajal teineteisest vabalt mööduda. Riulitele on tagatud alati vaba juurdepääs. Laiades riulivahedes võib korraga töötada palju komplekteerijaid üksteist segamata.

Peenkaubariiuleid on võimalik paigutada ka väiksemate vahekorridoridega. Töökoridoride laius on sel juhul 1,2 m. Puuduseks on asjaolu, et käsikäru ei mahu üksteisest mööda – kui komplekteerijad töötavad korraga samas vahekoridoris, hakkavad nad üksteist segama. Sellist lahendust ei soovitata ladudesse, kus väljastussaadetisi ja noppetööd on palju.

Juhul kui peenkauba liikumine laos on sagedane, tühjenevad aktiivkohad kiiresti ja riuleid oleks vaja pidevalt reservkohtade arvel täita. Kui seda tööd tuleb teha sageli ja siirdatavad kaubakogused on väikesed, on säärase toimimisviisi ebaefektiivne. Sel juhul on võimalik koostada kaubaaluse riuli detailidest sügavad peenkaubariiulid. Riuliõrtele asetatakse puitkilbid, puitlaastplaadid või riulitootja valmistatavad spetsiaalsed plekist moodulid. Niisugused peenkaubariiulid on mahukad ja suure kandevõimega. (Pildid 9.3 ja 9.4)



Pilt 9.5 Peenkaubariilid kahel korrusel
Pilt 9.6 Peenkaubariilid läbi korruste

Pilt 9.7 Kõrge kitsaste vahekoridoridega ladu
Pilt 9.8 Kõrge kitsaste vahekoridoridega ladu

Varuosade ladudes, kus toodete nomenklatuur ulatub kümnetesse tuhandetesse artiklitesse, kogused on samal ajal aga väikesed, on ainuvõimalik kasutada kõrgeid (5–10 m) peenkaubariileid, mida teenindatakse komplekteerimistõstukiga.

Suurtes ladudes kasutatakse peenkaubariileid ka läbi kahe ja kolme riulikorruse. Tavaliselt toimetatakse suuremad kaubakogused üles-alla sel juhul liftide ja/või tõstukitega. Üha sagedamini kasutatakse sel otstarbel ka spiraalkonveiereid.

Mitmekorruselisi peenkaubariileid võib ehitada, rajades selleks laoruumi tugipostidel seisvad vahekorruste tasapinnad. Teise ja kolmanda korruse riulid toetuvad oma raskusega metallkonstruktsioonidele. Sellisel viisil rajatud riulisüsteeme nimetatakse mezzaniinideks (*mezzanine*). Juhul kui tegemist on suhteliselt väikese kahekorruselise peenkaubalaoga, võidakse teise korruse põrandad monteerida ka riulipostide külge ja kulukas mezzaniinsüsteemi rajamine jääb ära. (Pildid 9.5 ja 9.6)

Peenkaubariilite kasutamine annab järgmisi eeliseid:

- võimalik kasutada odavat laotehnikat (käsikärud ja käsikahveltõstukid)
- ruumikasutuse efektiivsus kitsaste vahekoridoride puhul on suur
- laiade vahekoridoride puhul võib hoiukohtadele paigutamine ja komplekteerimine toimuda samal ajal
- laiade vahekoridoride puhul, mis võimaldavad käruga teineteisest mööduda, ei teki ummistusi ja üksteise järel ootamist
- laiad vahekoridorid võimaldavad töö paindlikku organiseerimist – suure koormuse ajal võib riulivahedes töötada palju komplekteerijaid

Peenkaubariilite kasutamine on piiratud tooteühiku kaalu ja ruumalaga. Vahel võetakse peenkaubariilil hoiustamiselt kaubaalusel hoiustamisele ülemineku aluseks piiriks kindel kauba maht – näiteks 0,4 m³. Kui kaupa on hoiukohal keskmiselt vähem kui 0,4 m³, hoiustatakse seda peenkaubariilis, kui aga rohkem, siis kaubaaluse kohal.

Küsimused

1. Millistel juhtudel on õigustatud kaupade hoiustamine kaubaaluste riulitel ja millistel juhtudel peenkaubariilidel?
2. Millistel tingimustel kasutada ladudes ühekorruselisi ja millistel tingimustel mitmekorruselisi peenkaubariileid?
3. Millistel juhtudel kasutatakse ladudes kõrgeid peenkaubariileid ja kõrgkomplekteerimistõstukeid?

9.4. Eriotstarbelised riilid

Kui laos hoiustatakse kaupu, mida pole võimalik asetada kaubaalusele või peenkauba riilile, tuleb kasutada spetsiaalriiuleid või -konstruktsioone. Enamasti valmistatakse need eritellimuse alusel. Spetsiaalriiulitel võidakse hoiustada pikki profile, plaate, rulle, trumlitel kaablit jms.

Levinumad on konsoolriiulid, mis sobivad mitmesuguste talade, profiilide, torude jne hoiustamiseks. Üha sagedamini kasutatakse konsoolriiuleid ka puiduladudes saematerjali ladustamiseks. Konsoolriiuleid toodetakse enamasti kindla kaubaliigi tarvis, universaalseid riulikonstruktsioone pole paljudel juhtudel võimalik kasutada. Konsoolriiulite üks eeliseid on see, et need võimaldavad analoogiliselt konventsionaalse laoga kõigile hoiukohtadele vaba juurdepääsu.

Sageli kinnitatakse konsoolriiulitele spetsiaalsed kassetid. Kauba võtmine kassetist on lihtsam ja turvalisem kui otse konsooltugedelt. Konsoolelemente on võimalik üldjuhul riilipostidel kindla sammuga ümber tõsta, millega saab optimeerida hoiuruumi.

9.5. Kõrge lao tehnoloogia

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

Kõrgete kaubaaluste ladude ruumi kasutatav kõrgus on enamasti vahemikus 10–14 m. Tavakõrgusega (1,5 m) riilikorruseid on kõrgetes ladudes enamasti kaheksa kuni üheksa. Riilivaheliste töökorridoride laius nähakse ette kasutatavate tõstukite laiusega. Kasutusel on koridorid laiusega 1,4–1,7 m. Enim kasutatava riilivahekoridori laius on 1,7 m. Niisugustes koridorides võivad töötada kitsaste vahekorridoride eri tüüpi tõstukid. Peamiselt kasutatakse pöördkahveltõstukeid, kõrgkomplekteerimistõstukeid, kombitõstukeid ja süstiktõstukeid.

Kõrge lao eelised on:

tõhus hoiuruumi kasutamine

- lühemad liikumisteedonnad komplekteerimisel võrreldes madala laoga
- kitsaste vahekorridoride tõstukid on enamasti kiiremad madala lao tõstukitest, mistõttu on ka nende tootlikkus suurem

Kõrge lao ja kitsaste vahekorridoride kasutamisel ilmnevad ka mõned puudused:

- ühes töökoridoris ühel ajal viibivate tõstukite arv piirab töö tootlikkust, kuna ühes vahekoridoris saab vabalt liikuda korraga ainult üks tõstuk
- kitsastes vahekorridorides saavad töötada ainult pöördkahvel-, süstik-, kõrgkomplekteerimis- ja kombitõstukid. Muude tõstukitega nendes koridorides ohutuse tagamise kaalutlustel ei sõideta ja käsikäruudega komplekteerimist ei teostata
- kitsa vahekoridori tõstukitega ei sõideta üldjuhul hoiu- ja tööalade vahel. See tähendab, et riilite vahel töötav tõstuk võtab kaubaaluse riili otsas olevalt, konsooliselt väljaulatuvalt nn terminalikohalt ja asetab aluse pärast riulist allatõstmist sellele. Aluste teisaldamise hoiualalt tööalale ja vastupidi teevad sel juhul vastukaaltõstukid.

Suurema tootlikkuse saavutamiseks peaks riulikoridoris samal ajal töötama rohkem kui üks tõstuk. Tavaliselt luuakse selleks vajalikud tingimused töökoridorides ühesuunalise liiklusega. Ka sel juhul võib üks tõstuk teist segada, kuid üldjuhul on töötamine siiski võimalik.

Eestis on ehitatud ainult üksikuid kõrgeid ladusid peamiselt kahel põhjusel:

- tarbijate väikese arvu ja piiratud ostujõu tõttu puudub vajadus varuda kaupu suures koguses ja hoiustada neid pikaajaliselt
- kõrge lao tõstukid on madala lao tõstukitest palju kallimad, mistõttu ei pruugi nende soetamine olla majanduslikult tasuv



Pilt 9.9 Kodumasinade virnastamine



Pilt 9.10 Vaatide virnastamine kaubaalustel

9.6. Virnastamine

Virnastamine on efektiivne kauba ladustamise viis ja seda oleks vaja kasutada ladudes nii palju kui võimalik. Kaupade virnastamisel madalas laos on hoiutühiku omahind võrreldes muude ladustamise viisidega kõige madalam.

Virnastamisel asetatakse kaubaalustel või ka aluseta kaubad üksteise peale kihtidena. Ülemised kaubad (alused) rõhuvad oma raskusjõuga alumistele. Kuna virnastamisel on olemas suhteliselt kõrge kaupade kahjustumise risk, tuleb otsuse „virnastada või hoiustada riulis?“ langetamisel olla ettevaatlik ja seda tõsiselt kaaluda. Otsustamisel võib saada abi kauba tootjalt, kuna ettevõtte spetsialistid üldjuhul teavad, kas nende toodetud kaubad ja pakendid kannatavad virnastamist või mitte. Tavaliselt osatakse tootjaettevõttes ka öelda, mitmes kihis on lubatud konkreetseid tooteid tehase poolt pakitud kaubaalustel virnastada.

Virnastamiseks sobivaid kaubagruppe on palju. Kaubaalustel virnastatakse koopiapaberit, erinevaid vedelikke metallvaatides, tarbeelektroonikat ja kergeid, kuid tugevates ja kompaksetes pakendites toidukaupu. Ilma kaubaalusteta hoitakse virnas erinevaid kodumasinaid. Sel juhul toimub nende käsitsemine tõstukiga spetsiaalsete hüdrauliliste haaratsite abil. Toodete vahtpolüstüroolpakendid on projekteeritud vastamaks virnastamise nõuetele. Suurtes keskladudes paigutatakse kodumasinaid isegi kuni 10 m kõrgustesse virnadesse.

Virnastamise puhul tulevad ilmsiks alljärgnevad eelised:

- ruumikasutus on hoiustamisel palju tõhusam, sest virnastatult võtab enda alla suhteliselt vähem laoruumi kui riulikohtadel
- puudub vajadus siduda ettevõtte kapitali riulite hankimisega

Tuleb arvestada, et virnastamise peale tasub hakata mõtlema alles pärast seda, kui on selge, et tooteid on lubatud virnastada ja on teada, et ühe toote ladustatavad kaubakogused on suured. Kolmandaks peaks olema selge, et virnastatavate kaupade nõudlus on suhteliselt ühtlane, mis väldib vähese nõudluse perioodil paljude tühjade pörandahoiukohtade tekkimise.

Selleks, et otsustada kauba hoiustamine virnastatult, peavad olema täidetud järgmised eeldused:

- üht tooteartiklit peab olema palju kaubaaluseid (minimaalselt 30–40)
- ühe toote virna tuleb paigutada ühesuguse aegumistähtajaga tooted
- toodete pakendid peavad võimaldama aluste virnastamist vähemalt kolme- või neljakihiliselt
- uued sissetulevad kaubapartiid peab olema võimalik paigutada eraldi virnadesse (FIFO liikumise tagamiseks)

Virnastamisel on soovitatav täita järgmised tingimused:

- virnade hoiukohad peaksid olema kirjeldatud laoprogrammis laoaadressidega analoogiliselt riiulikohtadega
- põrandale peaksid olema kantud virnade paigutamise piirjooned koos laoaadressidega
- ridade vahele peaksid olema jäetud vahekoridorid üle kahe rea, et oleks võimalik kaupu inventeerida

Virnastada võib nii umb- kui ka avatud virnades. Umbvirna puhul paikneb virn seinä ääres ja juurdepääs toodetele on tagatud ainult virna ühest otsast. Peamiseks puuduseks on sel juhul FIFO põhimõtte rakendamise teostamatus. Kui tekib vajadus seda teha, tuleb eri aegadel saabunud tootepartiid paigutada virnas eraldi ridadesse. Avatud virna puhul on vahekoridorid mõlemal pool virna otstes. Ühes reas saab hoiustada sel juhul kahe erineva aegumistähtajaga tooteid – ühele on tagatud ligipääs ühest, teisele teisest koridorist.

Ruumikasutuse seisukohalt on virnastamine kõrges laos õigustatud ainult juhul, kui lao lae ja virna ülemise kihi aluse vahele ei jää palju kasutamata ruumi. Virnastamine ei anna soovitud efekti ka juhul, kui virnastatud toodete liikumine on ebaühtlane, mistõttu tekivad virna esiservast tahapoole sügavad vabad alad. Selline olukord võib muuta olematuks virnastamisest saadava kasu.

Virnastamise kui tehnoloogia kasutuselevõtmise kaalumisel tuleks lähtuda lihtsast reeglist: kui virnastamise abil pole võimalik saavutada samal laopinnal riiulitega võrreldes paremat ruumi kasutamist (tihedamat ladustamist), ei ole põhjust hoiustamise tehnoloogilist skeemi muuta. Riiulite mahamonteerimine ja virnade tegemine nende asemele on tõsine otsus, mida tuleks hoolikalt kaaluda. Kui kaupade liikumine on ebaühtlane ja virna täiteaste jääb madalaks, võidakse olla virnastamisega kehvas olukorras kui riiulite kasutamisel, sest nüüd on kadunud koos mahavõetud riiulitega ka hoiuruumi kasutamise paindlikkus.

Virnastamine on levinud suure ringlemissagedusega, transidivoogusid teenindavates madalates ladudes. Käsitsetavad kaubakogused on niisugustes ladudes suured ja virnastamisega saavutatav ruumikasutuse efektiivsus suur.

Küsimused

1. Milliste tingimuste olemasolu korral on laos õigustatud ja võimalik kaupade hoiustamine virnades?
2. Kuidas on võimalik virnastamise puhul korraldada kaupade liikumist FIFO, LIFO ja FEFO põhimõtete alusel?

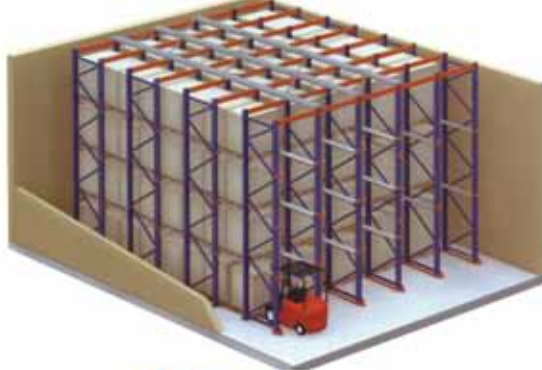
9.7. Sügavriiulid

Juhul kui ühesuguseid tooteid hoiustatakse suures koguses ja need ei pea liikuma FIFO põhimõtte järgi, on otstarbekas kasutada sügavriiulite tehnoloogiat. Üht kaubaartiklit peab olema paljudel alustel ja erinevate artiklite arv ei tohiks olla suur.

Sügavriiuleid püstitatakse ladudesse nii umb- kui ka avatud riiulitena. Rohkem kasutatakse siiski suhteliselt lühikesi (5–6 alusekohaga reas) umbriiuleid. Mõlemast otsast avatud sügavriiul võimaldab piiratud ulatuses ladustada kaupu ka FIFO põhimõtet järgides.

Sügavriiulite konstruktsioon erineb oluliselt traditsiooniliste kaubaaluste riiulite omast. Riiulipostide külge kinnitatakse poltidega siinid, millele toetuvad kaubaalused. Riiulivahedest töötavad vastukaaltõstukid. Kuna riiulipostide vahe on kitsas (1,35–1,40 m), tuleb tõstukiga sõita aeglaselt ja ettevaatlikult, et mitte vigastada riiuliposte. Peab arvestama asjaoluga, et sügavriiulite kasutamisel hoiustatakse kaubaaluseid pikema küljega töökoridori poole ja võetakse tõstukikahvritele nende pikema külje poolt.

Sügavriiulite tehnoloogial on otsene analoogia virnastamisega. Samal ajal on sügavriiulitel virnastamisega võrreldes mitmeid olulisi eeliseid: ülemised kaubaalused ei rõhu alumistele ruumi kõrguse kasutamine on parem, kuna virnastatavate kihtide arv pole piiratud pakendite vastupidavuse, vaid riiulikorruste arvuga (lao kõrgusega).



*Pilt 9.11 Sügavriiulid
Pilt 9.12 Sügavriiulid*



*Pilt 9.13 Raadiosüstik
Pilt 9.14 Raadiosüstik*

Kui võrrelda käsitletavat tehnoloogiat madalate riiulite ja laiade vahekorridoride tehnoloogiaga, on sügavriiulite tehnoloogial järgmised eelised:

- vajatakse minimaalselt riiulitevahelisi koridore
- lao ruumala maksimaalne kasutamine hoiustamiseks
- sobib hästi toodete ladustamiseks, mille puhul ringlemissagedus ja kiire ligipääs hoiukohtadele pole määravad tegurid
- kaupade vigastamise võimalus tõstukitega on minimaalne

Sageli kasutatakse ühes ja samas laos nii traditsioonilist kui ka sügavriiulite tehnoloogiat. Sügavriiuleid võib ehitada ka kaubaalustele, mille pikkus on suurem kui 1200 mm.

Kuna sügavriiulite kasutamisel on ladustatavate tooteartiklite arv piiratud, hoiustatavad kogused suured ja kaup liigub täisalustel, siis sobib kõnealune tehnoloogia peamiselt tootmisettevõtete valmistoodangu ladudele. Sügavriiulite tehnoloogia sobib hästi ka hooajakaupade ladustamiseks. (Pildid 9.11 ja 9.12)

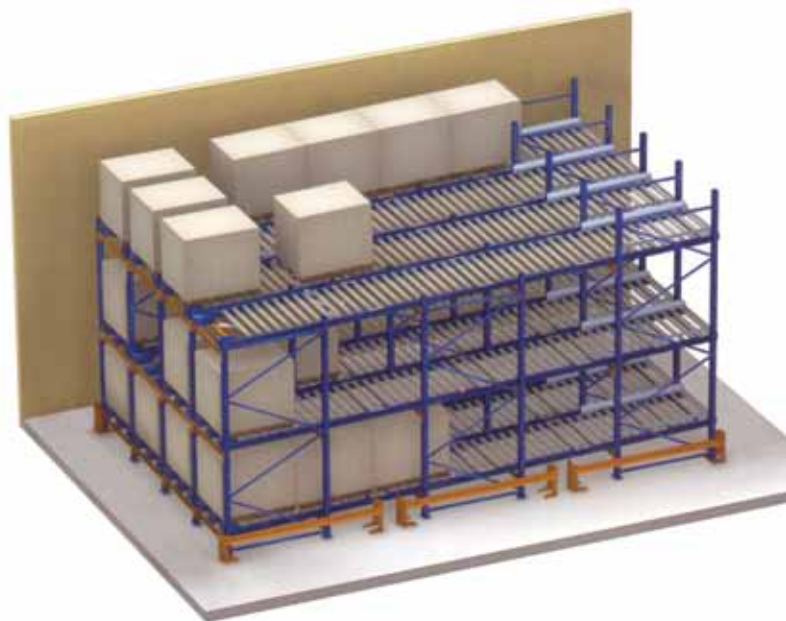
Peamine probleem vaadeldava tehnoloogia juures on piirang, et ühes riiuliposti vahes peavad olema kaubaalused ühesuguse tooteartikliga. Nimetatud kitsendus võtab ära võimaluse kasutada sügavriiuleid ladudes, kus on palju tooteartikleid. Kui iga postivahe igal korrusel oleks võimalik hoiustada erinevat tooteartiklit, oleks võimalik suurendada ladustatavate artiklite arvu riiulikorruste arvu võrra. Tekkis vajadus võtta kasutusele meetod kauba paigutamiseks hoiukohale ja sellelt võtmiseks ilma tõstukiga riiuli konstruktsiooni sisse sõitmata. Sobivaks seadmeks sai omal jõul liikuv, raadio teel tõstukijuhi juhitud ja tõstukiga koos töötav seade – raadiosüstik. 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 riiulis liikuda saaks, on kaubaaluste siinidest allapoole postide külge kinnitatud eraldi siinid süstiku jaoks. Neil siinidel liikudes saab raadiosüstik sõita kaubaaluse tõstmiseks selle alla.

Tõstukijuht tõstab süstiku riiulikorrusele, 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 riiuli otsa, kust tõstukijuht selle maha tõstab. Sel ajal kui raadiosüstik transpordib riiuli sees kaubaalust, saab tõstukijuht teha muud tööd. Tõstukijuhil on mugav töötada korraga kahe kuni kolme raadiosüstikuga. (Pildid 9.13 ja 9.14)



Pilt 9.15 Läbivooluriiul



Pilt 9.16 Läbivooluriiul

Sügavriiulite kasutamine koos raadiosüstikuga on suure tihedusega ladustamise süsteem, mis pakub sügavriiulite kasutamisel eelisteks riiulite kõrge täiteastme ja kaupade suure ringlemis-sageduse. Sügavriiulite kasutamine on paindlik ja mugav, kuna tõstukiga pole vaja riiuli sisse sõita.

Võrreldes traditsiooniliste sügavriiulitega on raadiosüstikuga riiulisüsteemi kasutamine *ca* 2/3 võrra kallim. Eelistena saadakse tootlikum töö hoiukohtadele paigutamisel ja komplekteerimisel, palju parem riiulite täiteaste, võimalus hoiustada eri riiulikorrustel erinevaid tooteid ja väiksem risk vigastada kaupu.

Tüüpilised raadiosüstiku kasutajad on kiiresti liikuvate toodete tootjad, kolmanda osalise logistikaettevõtted, külm- ja külmutuslaod.

Küsimused

1. Milliste tingimuste olemasolul on õigustatud sügavriiulite kasutamine?
2. Nimetada sügavriiulite kasutamise eelised ja puudused.
3. Kas ja kuidas on võimalik sügavriiulite kasutamisel korraldada kaupade liikumist FIFO, LIFO ja FEFO põhimõtete alusel?

9.8. Läbivooluriiulid

Läbivooluriiul ehk dünaamiline riiul on hea võimalus kaupade hoiustamiseks, kui erinevaid tooteartikleid pole palju, kuid kaubakogused ja toodete ringlemissagedus on suured. Kuna kaubaaluseid pannakse riiulisse selle ühes otsas ja võetakse selle teisest otsast, tagab läbivooluriiul automaatselt kauba liikumise vastavalt FIFO põhimõttele. Läbivooluriiulid on kasutusel nii peen- kui ka alusekauba hoiustamiseks. Peenkauba läbivooluriiuleid nimetatakse ka dünaamilisteks komplekteerimisriiuliteks.

Läbivooluriiulis on hoiukohad kaldu. Kaubaalused liiguvad riiulis metallist rullikutel, peenkaubariiulis hoitavad plastikust kastid aga väikestel ratastel. Läbivooluriiuli veerepinna kalle on vahemikus 3,5–4%. Kaubaalused ja plastikust või kartongist kastid läbivad riiuli kaldpinna kogu selle pikkuses oma raskuse ajel ehk gravitatsiooni jõul.

Riiulikonstruktsiooni olulised osad on rullikud, mille sisse on monteeritud pidurdava efektiga mehhanismid – kontrollid. Mida suurem on kaubaaluse kaal, seda suurem peab olema ka kontrolleri pidurdav efekt. Kontrollritega varustatakse üldjuhul kõik riiulirullikud. Kaubaalused veerevad rullikutel ja liiguvad raskusjõu mõjul iseenesest õigetele kohtadele. Kontrollid takistavad kaldpinnal liikumisel kiirenduse tekkimist ja hoiavad ära kaupade kahjustamise.



Pilt 9.17 Läbivooluriiuli separaator
Pilt 9.18 Läbivooluriiuli separaator

Pilt 9.19 Peenkauba läbivooluriiul
Pilt 9.20 Peenkauba läbivooluriiul

Pidurdava mehhanismi monteerimine igasse rullikusse muudab dünaamilise riuli kalliks. Osa tootjaid on hakanud kasutama lahendust, kus pidurdavad rullid on teatud vahemaa (0,7–1,0 m) järel. Kahe rulliku vahel all on nendega kontaktis olev kummist veerepinnaga pidurdav ratas. Sellega tagatakse, et iga kaubaalusega on korraga kontaktis vähemalt kaks pidurdava toimega rullikut. Sel viisil hoitakse ära riulisüsteemis kaubaaluste liikumise kiirenemine.

Kui tegemist on sügavate läbivooluriiulite ja raskete kaubaalustega, on probleemiks, et riulis tagapool olevad alused rõhuvad liigselt esimestele. Mida enam riuli otsa poole, kust aluseid alla tõstetakse, seda suurem on tagumiste alumiste külgepidi mõjuv jõud. Esimese kaubaaluse alla tõstmine on seetõttu raskendatud ja kaubad alustel võivad saada kahjustusi. Selleks, et vabastada riulist mahatõstetav alus järgmiste survest, tuleb takistada sellest järgmise aluse edasiliikumist hetkel, mil esimene alus jõuab liikudes riuli lõppu. Seda teeb eriline seade – separaator. Separatori asemel kasutatakse ka mõistet „aluse lukustit“. (Pildid 9.17 ja 9.18)

Väga sügavate riulite korral (ühes reas on 40–50 kaubaalust) on oht, et tagant peale rõhuvate aluste surve esimestele läheb liialt suureks ja võimalik on alusel olevate pakendite vigastamine ka ilma neid maha tõstmata. Et seda rõhku vähendada, paigutatakse ka riuli keskele üks või kaks n-ö vahelukustit.

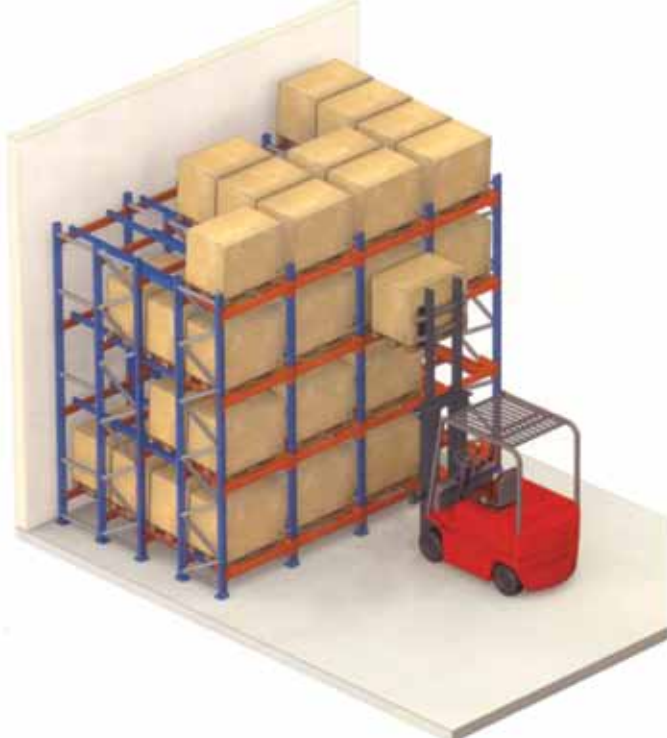
Läbivooluriiuli tööpõhimõte sobib hästi kasutamiseks ka kiire käibega peenkaubaladudes. Riuleid täidetakse ühest otsast, komplekteerimine toimub riuli teises otsas. Plastikust või kartongist kastid liiguvad kaldteel väikestel ratastel gravitatsiooni jõul riuli ühest otsast teise. Komplekteerija teostab nopet esimesest (alumisest) kastist. Selle tühjenemisel eemaldab ta kasti. Asemele liigub järgmine, täis kast.

Noppekoridorid ja riulite täitmise koridorid on üksteisest eraldatud. Riuli täitmine ühe töötaja poolt ei sega teistel töötamist noppekoridorides. Kahe riuli vahel võivad paikneda pakkimislauad ja konveier.

Peenkauba läbivooluriiulite tehnoloogiat on hea sobitada ositi komplekteerimise ehk tsoonkomplekteerimise töömeetodiga. Tavaliselt viiakse komplekteeritud tooted plastikust kastis ühe komplekteerija juurest teise juurde konveieril. Rullkonveier võib paikneda vahetult riulite ees või noppekoridori keskel. Kui ühendada omavahel peenkauba läbivooluriiulite tehnoloogia valgusjuhitud komplekteerimisega (*Pick-To-Light*), on võimalik saavutada kõrge noppetöö tootlikkus. (Pildid 9.19 ja 9.20)

Läbivooluriiulitest peenkaubalaos saadakse tavaliselt järgmist kasu:

- lühenevad komplekteerijate liikumisteedkonnad
- hoiukohtade täitmine ei sega noppetööd, kuna töökoridorid on erinevad



Pilt 9.21 Tagasilükkeriül



Pilt 9.22 Tagasilükkeriül

Läbivoolulao kasutamine pakub selle tehnoloogia kasutajale järgmisi eeliseid:

- tagatud on kauba liikumine laos FIFO põhimõtte alusel
- laoruumi kasutatakse hoiustamiseks tõhusalt
- kaubaaluste käsitlemine tõstukitega võtab vähe aega, sest liikumisteeded on lühikesed
- kaubavoo liikumine laos toimub ilma konfliktipunktideta
- efektiivne opereerimise süsteem, kuna hoiukohtade täitmine ja kauba väljastamine toimuvad erinevates koridorides
- head eeldused omada pidevalt ülevaadet varudest
- ohutu ja töökindel kauba käsitlemise süsteem
- kaup on riulis hästi kaitstud võimalike vigastamiste eest
- täisaluste väljastamise ja peenkauba noppetöö tootlikkus on suur

Tagasilüke

Läbivooluriiuliga sarnane tehnoloogia on tagasilükke süsteem. Tegemist on lühikese läbivooluriiuliga, mis on paigutatud ühe otsaga vastu lao seina. Hoiukohtade täitmine ja kauba väljastamine toimub riuli avatud otsast. Kaubaalus tõstetakse vastukaaltõstukiga riulikorruse kõrgusele ja tõstuki liikumise jõul lükatakse riulil olevad kaubaalused rullikutel mööda kaldpinda ülespoole. Aluse võtmisel hoiukohalt liiguvad selle taga olevad kaubaalused ettepoole, kuni esimene alus peatub vastu piirajat riuli esiservas. (Pildid 9.21 ja 9.22)

Tagasilükke süsteem on akumulatiivne süsteem, mis lubab hoiustada reas järjestikku neli kuni viis kaubaalust. Tagasilükkamise korral toimib kauba liikumise LIFO süsteem. Tagasilüket kasutatakse ladudes enamasti täiendava tehnoloogiana lisaks põhitehnoloogiale.

Küsimused

1. Milliste tingimuste olemasolu korral on õigustatud ladudes kaubaaluse läbivooluriiulite kasutamine?
2. Miks kasutatakse läbivooluriiulitel separaatoreid?
3. Milliste tingimuste olemasolu korral kasutatakse ladudes peenkauba läbivooluriiuleid?

9.9. Mobiilsed riiulid

Mobiilseid riiuleid ehk liikuvriiuleid valmistatakse kahes variandis – peenkaubariiulite ja alusekaubariiulitena. Kui alusekaubariiulite puhul kasutatakse riiulite liigutamiseks elektriajameid, siis peenkaubariiulite puhul teevad töö käsiajamid.

Kaubaaluste riiulid liiguvad betoonpõrandasse süvistatud rööbastel (siinidel). Riiuli otstes on põrandasse süvistatud kitsad rööpad, vahepeal aga tasapinnalised metallsiinid, millel liiguvad riiulit kandvad rattad. Mobiilsete riiulite tehnoloogiale üleminek eeldab seega laobetoonpõranda uue kihi valamist koos riiulisiinide paigutamisega põrandasse.

Siinid on kitsad ja põrandapinnaga ühetasa, mistõttu need ei takista tõstukite liikumist. Iga riiulirea otsas on juhtpult, millest on võimalik tekitada käsitsi soovitud riiuliridade vahele koridor. Mobiilsete riiulite tehnoloogia võimaldab kasutada kõiki tõstukitüüpe.

Kuna riiuli keskel kaubaaluste all paiknevad riiuli tugirattad, asub esimese riiulikorruse horisontaaltala lao põrandast 20 cm kõrgusel. Rattad, millel riiulid liiguvad, asuvad riiulikonstruktsiooni sees. Riiulite sujuvaks peatamiseks on ketaspidurid. Mobiilsete riiulite kõrgus võib ulatuda 14 meetrini.

Tõstukijuht paneb riiulid liikuma ehk tekitab töökoridori kindlate riiulite vahele kaugjuhtimise teel tõstukilt. Riiulite liikumist on võimalik juhtida ja jälgida ka laotöö juhtimisüsteemi (WMS) abil. Arvestatavat elektrienergia kokkuhoidu saab tänu töökoridoride valgustuse automaatjuhtimisele. Valgustid annavad valgust ainult selles vahekoridoris, kus parajasti töötatakse.

Mõned mobiilsete riiulite tootjad on töötanud välja mooduse tehnoloogia kasutamiseks ilma põrandasse süvistatud siinideta. Riiulite rattad liiguvad mööda siledat põrandapinda. Andurite süsteem ja arvutijuhtimine tagavad riiulite täpse liikumise ruumis.

Mobiilsete riiulite kasutamine annab järgmisi eeliseid:

- suur ladustamise tihedus
- tõstukite liikumisteed on lühike
- kaitstud hoiuruum ehk kauba vigastamise võimalus on minimaalne
- kaubaaluse hoiustamiseks kasutatakse minimaalselt lao hoiuruumi

Mobiilsete riiulite puudused:

- riiuli töökoridoride tekitamine on aeganõudev
- riiulid ei sobi suure ringlemissagedusega kauba hoiustamiseks
- ühes töökoridoris töötab üldjuhul üks laotöötaja
- põrandasse süvistatud siine on vaja regulaarselt puhastada

Mobiilse riiuli peamine puudus on väike tootlikkus, sest ühes riiuliridade sektsioonis saab olla korraga kasutusel ainult üks töökoridor. Seetõttu tasub mõelda mobiilse riiuli kasutamisele peamiselt kahel juhul:

- toodete liikumine laos on aeglane (väike ringlemissagedus)
- toodete liikumine laos pole aeglane, kuid toodete sortiment on väga väike

Kuna külmutusladudes sõltub kaupade külmutamiseks kasutatav elektrienergia eelkõige laoruumi suurusest, on mobiilsete riiulitega külmutuslaos elektrikulu väiksem võrreldes muude laotehnoloogiatega.

Valmistatakse ka mobiilseid konsoolriiuleid ja riiuleid rullis materjalide hoiustamiseks. Mobiilsed riiulid sobivad hästi ka arhiividele ja aeglaselt liikuvate peenkaupade hoiustamiseks.

Ruumi ühesuguse põrandapinna ja kõrguse juures on võimalik kaubaaluste mobiilsete riiulitega saavutada kuni 70% parem ruumikasutus võrreldes madalate riiulite ja laiade vahekoridoridega laoga.

Küsimused

1. Milliste tingimuste olemasolu korral ladudes tasub mõelda liikuvriiulite kasutamisele?
2. Millised on peamised piirangud kauba käitlemisel mobiilsete riiulitega laos?



Pilt 9.23 Kaubaaluste mobiilsed riiulid
Pilt 9.24 Peenkauba mobiilsed riiulid

Pilt 9.25 Horisontaalkarussell-süsteem
Pilt 9.26 Horisontaalkarussell-süsteem

9.10. Horisontaalkarussell-süsteem

Horisontaalkarussell võimaldab tihedat ladustamist madalates ruumides. Tehnoloogia toimib põhimõttel „kaup mehe juurde“. Juhtsiinidele kinnitatud rippuvad riiulid juhitakse töökohale, kus laotöötaja teostab komplekteerimise. Süsteemi on mugav kasutada koos konveieriga, mille abil antakse ette tühjad väljastussaadetiste kastid ja viiakse ära osaliselt või täielikult komplekteeritud saadetised.

Süsteemi juhib arvuti ja hoiukohta, kust teha nope, ei pea valima operaator. Hoiukoht vajaliku kaubaga tuuakse operaatori töökohale laoprogrammi info põhjal. Kui ringiratast liikuv riiul peatub, avatakse väravad ja operaator saab alustada komplekteerimist või hoiukohtade täitmist.

Võimalik on teha rühmkomplekteerimist ehk töötada korraga mitme väljastustellimusega. Riiuli peatumisel võetakse hoiukohtadelt korraga mitme väljastustellimuse tooted. Nii saab suurendada oluliselt komplekteerimistöö tootlikkust. Karussell-tehnoloogia kasutamisel on võimalik töötada tootlikult ainult rühmkomplekteerimise meetodi kasutamisega. See omakorda eeldab, et kui riiul operaatori ees peatub, tuleks võtta sellelt vähemalt kahe saadetise kaubad.

Neljast moodulist koosnev süsteem võib mahutada kokku kuni 15 000 eri tooteartiklit. Riiulite kõrgus võib ulatuda 4 meetrini. Sel juhul võimaldatakse operaatorile juurdepääs ülemistele riiulikohtadele muudetava kõrgusega tööpõrandaga. Ladustatava kauba kaal ühes moodulis võib olla maksimaalselt 60 t. Riiulite kõrgusi saab muuta vajaduse järgi.

Enamasti teenindab üks laotöötaja korraga kaht kuni nelja kõrvuti paiknevat karussell-süsteemi moodulit. Kuni üks seade toob operaatori töökohale hoiukoha komplekteeritava tootega, teostab ta nopet teise seadme hoiukohalt või täidab selle tühjenenud hoiukohta. Euroopas on leidnud horisontaalkarusselli tehnoloogia vähe kasutamist peamiselt kõrge hinna tõttu. (Pildid 9.25 ja 9.26)



Pilt 9.27 Vertikaalkarussell-süsteem



Pilt 9.28 Vertikaalkarussell-süsteem

9.11. Vertikaalkarussell-süsteem

Vertikaalkarussell-süsteem kujutab endast poolautomaatset kinnist laosüsteemi, mis on mõeldud väikese mahuga ja suhteliselt kergete toodete ladustamiseks. Riiulid on kinnitatud kandevketile. Vertikaalkarusselli teenindamine ja juhtimine operaatori poolt sarnaneb horisontaalkarusselliga töötamisega.

Kuna riiulid võivad liikuda ajamil kahes suunas, toob juhtimisseade vajaliku riiuli lühimat teed pidi kasutaja juurde. Analoogselt muude laosüsteemidega on ka siin töö põhimõtteks “kaup mehe juurde”. Riiulite liikumist juhib ja selle tööd jälgib arvuti. Riiulite liikuma hakkamine ja seiskumine toimub sujuvalt elektrimootorile antava pinge sageduse muutmisega. Arvuti juhitud anduritega kontrollsüsteem tagab riiulite peatumise täpsusega 1 mm.

Kui vertikaalkarussellseadet õigesti kasutada, on võimalik suurendada oluliselt peenkauba käsitlemise tootlikkust võrreldes tavapäraste meetoditega. Noppetöö tootlikkus on võimalik saavutada mitme kõrvuti asuva seadme ja rühmkomplekteerimise üheaegse kasutamisega.

Vertikaalkarusselli moodulid paigutatakse laos kõrvuti. Sel moel saab teha nendest rivi pikusega mitukümmend meetrit ja kõrgusega 5-6 meetrit. Vertikaalkarusselli kasutamisega saadakse palju hoiuruumi väikese põrandapinna kohta ehk ruumi kasutus on tõhus. Laosüsteemi abil on võimalik säästa laoruumi kuni 60% võrreldes kauba ladustamisega tavalistel peenkaubariiulitel.

Hoiukoha kõrgust ehk riiuli vahesid muudetakse käsitsi ja see on aeganõudev. Seadme riiulit on võimalik jaotada vertikaalsete vaheplaatidega väiksemateks osadeks. Samuti saab jaotada üht standardset riiulit mitmeks madalamaks riiulivaheks. See on ruumikasutuse seisukohalt eriti oluline väikeste detailide ladustamisel.

Vertikaalkarusselli riiulitele võib laadida kaupa kogukaaluga 15–20 t. Kettidele kinnituva riiuli kandevõime on enamasti 600 kg. Seadmes hoitavad kaubad on hästi kaitstud ja nende vigastamiste arv väike. Laoseadme ust saab avada ja sulgeda operaatori juhtimispaneelilt, kasutades elektroonilist koodlukku.

Vertikaalkarusselli mooduli sügavus võib olla vahemikus 1,25–2,0 m. Riiulite sügavused jäävad vahemikku 0,45–0,72 m ja ühe mooduli laius 3,1–3,3 m. Eritellimusel valmistatakse ka seadmeid, kus saab tagada teatud kaubagruppide tarvis vajaliku temperatuurirežiimi, näiteks +8 °C. (Pildid 9.27 ja 9.28)

Küsimused

1. Mille poolest erinevad horisontaal- ja vertikaalkarussellsüsteemid?
2. Millistel tingimustel on õigustatud vertikaalkarussellsüsteemide kasutamine?



Pilt 9.29 Tornisüsteem



Pilt 9.30 Tornisüsteem

9.12. Tornisüsteem

Tornisüsteem on poolautomaatne laosüsteem, kus hoiustatakse nii peen-, mahu- kui ka raskekaalulisi kaupu. Seadme sees esi- ja tagaküljel on riiulid, millel hoiustatakse kaupu plastikust kastides või spetsiaalsetel alusplaatidel. Tornisüsteemi tüüpi laod töötavad põhimõttel “kaup mehe juurde”.

Arvuti poolt juhitud lift, mida nimetatakse ekstraktoriks, toob vajaliku kasti kaubaga operaatori tökohale või viib hoiukohale. Ekstraktor liigub üheaegselt nii vertikaal- kui ka horisontaalsuunas, mis lühendab töötsükli aega. Kui seadme operaator võtab kastist kaupa või paigutab seda sinna, ekstraktor töötab ja täidab järgmist ülesannet.

Kuna fotoandurid mõõdavad toodete kõrgust riiulitel, on võimalik ladustada tooteid erinevate kõrgustega. Seade kontrollib automaatselt riiulitele paigutatavate kaupade kõrgust 25 mm täpsusega.

Seadme võib lülitada ruumikasutuse optimeerimise režiimile. Sel juhul hakkab see mõõtma riiulitel olevate kaupade kõrgust, muutes kõige kõrgema toote kõrguse alusel konkreetse riiulivahe kõrguse optimaalseks. Nii toimitakse järgemööda kõigi riiulitega. Operaator peab hoiukohtade täitmisel jälgima, et ühele riiulile asetataks kõik enamvähem ühesuguse kõrgusega tooted.

Tornisüsteemiga on kaasas oma laovarvestustarkvara, mis tuleb liidestada ettevõtte majandustarkvaraga. Tänu sellele, et varude tasemest ülevaate saamine võtab vähe aega, aitab seadme kasutamine kaasa laosaldode täpsuse tagamisele. Kuna varud on paremini kontrollitud kui konventsionaalse peenkauba riiulisüsteemi korral, aitab tornisüsteem kaasa ka varude optimeerimisele.

Tornisüsteemid võivad ulatuda läbi hoone mitme korruse. Valmistatakse laosüsteeme kõrgusega kuni 30 m. Kõrvuti paiknevatest moodulitest võib teha süsteemi. Ühtses süsteemis saab panna tööle ka kaks kõrvuti olevat seadet. Võttes enda alla pinda 22 m², võib kõrge torn-tüüpi ladu pakkuda hoiupinda riiulitel kokku 1000 m².

Seadme üks moodul võib mahutada kuni 60 t kaupa. Kaupa võib hoiustada seadme riiulitel plastik- või metallkontainerites, mille kaal võib olla kuni 1000 kg. 20 m kõrguse seade võib mahutada riiulitel kuni 60 t kaupa.

Ilma kaubata ekstraktori vertikaalliikumise kiirus on 2,3 m/s, kaubaga laetud ekstraktoril aga 1 m/s. Kiiruse horisontaalkomponent on enamasti 0,5 m/s. Kuna ekstraktori töökiirus on suur, suudab üks töötaja teenindada kaht kuni kolme tornisüsteemi. Tornisüsteemi ühe mooduli laius võib olla vahemikus 1,8–3,6 m ja sügavus 2,3–3,0 m. (Pildid 9.29 ja 9.30)



Pilt 9.31 Miniload kraanasüsteem



Pilt 9.32 Miniload kraanasüsteem

Tehnoloogia kasutamise peamised eelised on laoruumi kasutamise tõhusus, kauba kaitstud vigastuste eest ja laotöötaja ergonoomiline tööasend seadet teenindades.

Üleminekul traditsiooniliselt peenkauba hoiustamise ja käsitlemise tehnoloogialt *lean-lift* süsteemile väheneb tavaliselt tööjõu vajadus laos 2–3 korda. Tornsüsteem sobib hästi ühitamiseks ladustamistootmisega. Sel põhjusel ongi kallihinnalised seadmed kasutusel peamiselt tootmisettevõtetes.

Küsimused

1. Nimetada tornsüsteemi peamised eelised vertikaalkarussellsüsteemi ees.
2. Mille poolest erinevad ehituslikult vertikaalkarussell- ja tornsüsteemid?

9.13. Kraanasüsteemid (AS/RS)

Miniload süsteem (MLS, miniload system)

Kraanasüsteemide väljatöötamise ja kasutuselevõtmise peamine põhjus on olnud vajadus suurendada töö tootlikkust kõrgete riiulite ja kitsaste vahekoridoride peen- ja alusekauba ladudes. Tänu kõrgtehnoloogiate kasutamisele ja aastatepikkusele arendustööle on suudetud AS/RS süsteemid arendada viimase kahekümne aasta jooksul välja peaaegu täiuslikkuseeni. Täisautomaatne miniload-süsteem töötab põhimõttel “kaup mehe juurde”.

Ekstraktor kui süsteemi peamine tööorgan liigub riiulitevahelises töökoridoris põrandale kinnitatud rööpal. Vertikaalsuse tagab teine, väiksem rööbas, mis on kinnitatud lae all hoone- ja riiulikonstruktsioonide külge.

Ekstraktorid on dünaamilised ja suure tootlikkusega. Tootlikkus võib ületada kümneid kordi sama töö tõstukiga tegemise tootlikkuse. Kelk ehk süstik liigub ekstraktori postisiinidel üles-alla ja teeb ära kogu hoiustamisühikutega seotud käsitlemistöö. Ekstraktori liikumine toimub suurtel kiirustel. Kiirendus- ja aeglustusomadused on tasemel, liikumise alustamine ja peatumine on sujuv.

Hoiustamisühikuks on tavaliselt plastikust või kartongist karp. Enamasti kasutatakse miniload-süsteemide puhul nn Eurobox kasti mõõtudega 400 x 600 mm. Võidakse kasutada ka plastikkonteinereid mõõtudega 600 x 800 mm või 462 x 743 mm. Kast või konteiner võetakse riiuli hoiukohalt arvuti juhitava ekstraktoriga. Pärast seda viiakse hoiuühik operaatori töökohale või asetatakse konveierile, millega toimetatakse see edasi komplekteerija juurde.

Miniload-süsteem võib tuua eelnevalt sisestatud info alusel hoiuühikutes tooted operaatori tökohale FIFO, LIFO või FEFO liikumise põhimõtte järgi. (Pildid 9.31 ja 9.32)

Olenevalt otstarbest peavad hoiuühikuteks olevad plastikust kastid vastama järgmistele nõuetele:

- kastid peavad olema vastupidavad suurtele koormustele
- kaste peab olema võimalik virnastada
- kaste peab olema võimalik puhastada (pesta)
- kastide liikumine logistikasüsteemides peab olema jälgitav

***Miniload*-süsteemi kasutaja saab kogeda üldjuhul järgmisi eeliseid:**

- kuna operaator saab käsitseda korraga ainult üht konteinerit, on tagatud üldjuhul hoiustamise täpsus
- vajaduse korral on võimalik pidev inventeerimine
- lao ruumala optimaalne kasutamine
- maksimaalne mugavus ja garanteeritud juurdepääs ladustatud kaubale

Miniload-süsteemi puuduseks võib pidada selle kõrget maksumust. Ulatuslikku levikut piirab lisaks kõrgele hinnale ka vajadus hoiustada tooteid plastikust kastides.

Alljärgnevalt ühe *miniload* seadme olulisemad tehnilised näitajad:

kõrgus	9,7 m
riiulite vahekoridori laius	870 mm
hoiu- ja käsitsemisühik	Eurobox 600 x 400 x 427 mm
ekstraktori horisontaalliikumise kiirus	180 m/min
ekstraktori vertikaalliikumise kiirus	100 m/min
kelgu liikumise kiirus	30/60 m/min
ekstraktori horisontaalliikumise kiirendus	1 m/s ²
ekstraktori vertikaalliikumise kiirendus	1,2 m/s ²
ekstraktori kelgu liikumise kiirendus	0,5/1,0 m/s ²

***Unit load* süsteem** (ULS, *unit load system*)

Unit load kraanasüsteem on mõeldud kaubaaluste käsitlemiseks. 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.

Võrreldes *miniload*-süsteemiga on ekstraktori liikumiskiirus, kiirendus ja aeglustus väiksem, seade ise aga suurema tõstejõuga (kuni 1,5 t). Töökoridori laius on enamasti 1,5–1,6 m. Ekstraktor toetub liikumisel alumisele rööpale. Ülemine, väiksem rööbas tagab ekstraktori vertikaalasendi suure täpsusega.

Ekstraktor võtab töökoridori otsa paigutatud kauba ja teisaldab selle arvuti juhtimisel lao programmis 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.

Ekstraktori liikumine on kiire, kiirendamine ja aeglustamine toimub sujuvalt. Võrreldes kitsas vahekoridoris töötava tõstukiga on *unit load* süsteemi tootlikkus palju suurem. Süsteemi vähese leviku peamine põhjus on selle suhteliselt kõrge maksumus. *Unit load* riiuliliftide peamine eelis on võime teenindada kõrgeid riiuleid.

Üleminek traditsiooniliselt laotehnoloogialt AS/RS tüüpi kraanasüsteemile võimaldab loobuda pikkadest komplekteerimisteedadest ja aeganõudvatest tõstetest ning vähendada mitu korda tööjõu- ning tõstukikuluseid.



9.14. OSR (OS/RS) süsteemid

OSR süsteem on *miniload*-süsteemi edasiarendus. *Miniload* tehnoloogia suudab pakkuda traditsioonilisest töömeetodist küll mitu korda suuremat tootlikkust, kuid ladudes, kus tuleb piiratud aja jooksul teostada mitme tuhande peenkaubasaadetise komplekteerimine, võib jääda ka see ebapiisavaks. Süsteemi tootlikkust piirab ühe ekstraktori kasutamine kindlas töötsoonis (vahekoridoris) ja selle töökiiruse suurendamine polnud enam tehnoloogiliselt võimalik.

Insenerid nägid lahendust tootlikkuse suurendamisel selles, et iga riiulikorrus tuleb varustada oma süstikuga ehk arvuti poolt raadio teel juhitava iseliikuva vankriga, mis liigub kindlal riiulikorrusel ja toimetab riiulirea etteotsa terminalikohale plastikust kaste toodetega. Ekstraktor on paigal riiulirea vahekoridori otsas, tõstab kaste ükshaaval terminalikohtadelt alla ja asetab rullkonveierile. Konveier toimetab kastid veidi eemal paikneva komplekteerija töökohani, kus tehakse noppetöö.

Kast, kust on nope toimunud, liigub konveieril tagasi ekstraktori juurde, mis tõstab hoiuühiku üles terminalikohale, kust süstik selle hoiukohale tagasi toimetab.

Kui riiulite kõrgus ulatub kaheksa meetrini, võib korruste arv ulatuda viieteistkümneni. Arvestades, et samapalju on ka ühes töökoridoris korraga töötavaid süstikuid, on võimalik tekitada olukord, kus terminalikohtadel on alati allatõstmist ootavaid kaste. Sel juhul määrab OSR süsteemi maksimaalse tootlikkuse ekstraktori tootlikkus kastide tõstmisel.

Võrreldes muude kasutatavate tehnoloogiatega suudab OSR laosüsteem pakkuda kõige suuremat tootlikkust peenkaupade komplekteerimisel ja hoiukohtade täitmisel. Kõrgtehnoloogilise süsteemi laiaulatuslikku kasutuselevõtmist piirab selle ülikõrge soetushind.