

4.1. Raudteetranspordi ajaloost

Ajaloost on teada, et raudtee põhimõte – vähendada vankrirataste veeretakistust ja juhtida nende liikumist tee kivikattesse uuristatud süvendite abil – sai alguse juba antiikajal. Keskajal lükatitõmmati soolakaevandustes soolaga täidetud vankreid puidust rööbasteel. Pehme puit osutus aga raskete vankrite jaoks mittevastupidavaks ja selle pealispinnale hakati kinnitama rauasulamist ribasid. Sedamööda, kuidas arenes metalli valtsimise oskus, asendati puidust rööpad terasrööbastega. Pikkamööda muutusid kaevandustes kasutatavad vagonettide rööpad raudteerööbaste sarnasteks.

Hobused ja töömehed vedasid kaevanduste vankreid aastasadu, kuni 18. sajandil aurumasina leiutamise järel hakati vagonette tõmbama suurte paiksete aurumasinatega, mis käitasid köite abil tõmbamise ajameid. Hiljem paigutati aurumasin liikuvale vankrile, mis haagiti vagonettide ette. Esimese iseliikuva aurumasina valmistas 1760. aastal prantslane Cugnot.

Veduri leiutajaks peetakse inglasi Richard Trevithicki, kes ehitas 1804. aastal esimese rööbasteel auru abil liikuva vaguni. 1829. aastal võitis George Stephenson Manchesteri ja Liverpooli vahel peetud vedurite võistluse oma veduriga The Rocket. Pärast seda hakkas raudteede ehitamine levima kiiresti Inglismaalt Mandri-Euroopasse ja Põhja-Ameerikasse.

Esimene elektrivedur ehitati Šotimaal 1842. aastal. Sakslane Werner von Siemens arendas elektrivedurit edasi 1870. aastatel. Kuna elekter ei olnud 19. sajandi teisel poolel konkurentsivõimeline energialiik, jäi elektrivedurite arendamine sinnapaika. Suure tähelepanu osaliseks sai 1912. aastal sakslase Rudolf Dieseli leiutatud samanimelise mootori abil liikuma pandud vedur. Tänapäeval veetakse maailmas suur osa rongikoosseisudest diiselmootoriga vedurite ehk diiselveedurite abil.

Vene tsaar andis 4. märtsil 1857 käsu ehitada raudtee Helsingi ja Hämeenlinna vahele. 1858. aasta kevadel alustatud raudtee-ehitusega jõuti lõpule 1862. aastal. Esimene proovisõit Helsingist Hämeenlinna tehti sama aasta 31. jaanuaril Suurbritanniast ostetud Lemminkäineni nimelise veduriga. Regulaarset raudteeliiklust alustati Soomes 17. märtsil 1862. aastal.

Eesti raudtee ajalugu ulatub ligi poolteise sajandi taha. Esimene raudtee Eestis avati liikluseks 5. novembril 1870 Paldiski-Tallinna-Narva-Gatšina lõigul, mis veel samal aastal ühendati Peterburi-Varssavi raudteega.

Peagi pärast raudteeliikluse avamist märgati nii Eestis kui ka Soomes, et raudtee elavdab riikide majandustegevust. Kui varem oli rasketööstus paiknenud peamiselt veeteede ääres, siis raudtee olemasolu tegi võimalikuks rasketööstuse arendamise ka sisemaal. Kuna autosid polnud veel leiutatud, tegi raudtee võimalikuks kaupade efektiivse vedamise ka talvel.

Kui algul kasutati raudteed riigisisises transpordis, siis 19. sajandi lõpul hakati raudteid ehitama sadamatesse, sest mõisteti, et raudtee abil on võimalik vedada sadamatesse suuri koguseid riigist välja- ja sisseveetavaid kaupu.

4.2. Raudteetransport kui perspektiivne transpordiliik

Raudteetransport on regulaarne ja ilmastikust sõltumatu veoviis kaupade toimetamisel suurte kauguste taha. Raudteetranspordi oluline eelis on suhteliselt madal vedude omahind ja keskkonnasõbralikkus, samuti võimalus tõhusalt korraldada laadimistöid. Puuduseks on pikad veoajad, vahel ka raudteeorganisatsioonide vähene paindlikkus. Raudteevõrgustiku haldamine on kulukas ning selle arendamine nõuab suuri investeeringuid. Raudteetransporti kasutatakse peamiselt siis, kui veetavad kaubakogused ja veokaugused on suured. Mida suuremad on veomahud, seda lühematel distantsidel suudab raudteevedu võistelda maanteeveoga.

Analoogiliselt sisseveetranspordiga erineb raudteetransport muudest veoviisidest eelkõige piiratud ligipääsu tõttu. Üldjuhul katab maanteeveo võrk riikide territooriume palju paremini kui raudteevõrk. Maanteetranspordivahenditel on ligipääs peaaegu kõikjale, kuhu on rajatud raudtee.

Raudteetranspordi oluline puudus on see, et enamasti pole võimalik korraldada uksest ukseni vedusid. Suur osa saadetistest tuuakse raudteejaamadesse maanteetranspordiga ja saabunud kaup laaditakse raudteeterminalides sihtpunkti toimetamiseks ümber autodele. Vajadus täiendava transpordiliigi järele vähendab raudtee konkurentsivõimet.

Raudteel tehakse raskete ja mahukate kaubakoguste regulaarseid vedusid keskmistel ja pikkadel liinidel, samuti põhiosa tööstuslikest vedudest. Eestis veetakse raudteel peamiselt põlevkivi, naftat ning naftaprodukte, puitu, kivisütt, teravilja ja väetisi. Võrreldes autovedudega muutub raudteevedu Euroopas majanduslikult põhjendatuks alates veodistantsist 450 km.

Raudtee kaubavedu on kaupade vedamine veolepingu alusel rongiga (veduri ja vagunitega) raudtee infrastruktuuril. Raudteetranspordi tehnoloogiline protsess on veo- ja lastikäitlemisoperatsioonide kompleks, mis hõlmab kauba vastuvõtmist ja ettevalmistamist veoks, peale- ja maha-laadimist ning vedu.

Ennustatakse, et raudteevedude turg maailmas kasvab aastatel 2010–2019 keskmiselt 3,6% aastas. Suurimat kasvu raudteetranspordile prognoositakse eelkõige Aasia ja Põhja-Ameerika riikides. Uuringute põhjal ennustatakse, et Lääne-Euroopa jääb raudteevedude kasvu poolest sel ajavahemikul Lõuna- ja Kesk-Ameerika järel maailmas viiendale kohale.

2009. aastal tehti Euroopa Liidu liikmesriikides 10% kõikidest kaubavedudest raudteetranspordiga (veosekäibe põhjal). Veosekäibe peaks kümne aastaga suurenema 3200 miljardilt tonnkilomeetrilt 5500 miljardile tonnkilomeetrile ehk suhtarvuna 69%. Suurimad tegijad on Hiina ja India, kes annavad peamise osa vedude kasvust Aasias. Kasvu kiirendab nendes riikides majanduse ja infrastruktuuri võimas areng. Hiinas on peamised raudteel veetavad kaubagrupid kivisüsi, maagid, teras ja põllumajandussaadused.

Raudteevedude eelised:

- võimaldab toimetada suurtes kogustes kaupu pikkade vahemaade taha
- suhteliselt madal vedude omahind (võrreldes maanteeveoga)
- suhteliselt madalad veotariifid (võrreldes maanteeveoga)
- keskkonnasäästlik veoviis
- suhteliselt hea vedude regulaarsus ja sagedus
- sõltumatus ilmastikuoludest
- laadimistööde suur efektiivsus

Raudteevedude puudused:

- pikemad veoajad kui maanteetranspordi puhul
- vähene paindlikkus
- suhteliselt suured haldamiskulud
- erinevad rööpmevahed Euroopas, mis nõuavad vagunite alusvankrite vahetamist
- ranged pakkimise ja koorma kinnitamise nõuded

Raudtee eripäraks on vedude kulgemine täpselt veograafikute järgi. Ühe rööpapaariga raudteel liiguvad nii kiired reisirongid kui ka aeglasemad kaubarongid. Kui tiheda liiklusega raudteeliigul hilineb kas või üksainus rong, võib see tähendada paljude muude rongide hilinevad väljumisi mitme tunni võrra. Reisi- ja kaubarongiliiklust saab hoida teatud määral lahus seetõttu, et kaubarongid pannakse liikuma rohkem öösiti, kui reisirongiliiklus on hõre või puudub täielikult.

Raudteetransport on keskkonnasõbralik veoviis. Kaubaühiku edasitoimetamiseks teepikkuse ühikul saastab see keskkonda võrreldes autotranspordiga keskmiselt neli korda vähem. Energiakulu raudteetranspordis on võrreldav veetranspordivahendite energiakuluga. Euroopas tehakse põhiosa raudteevedudest elektrivedurite abil, mille keskkonnamõju on elektrienergia tarbimise kohas peaaegu olematu. Raudteeliiklust Euroopas iseloomustab ka kõrge turvalisuse tase. Põhiosa raudteeõnnetustest leiab aset raudteeülesõidukohtades ja ka nendel juhtudel on süüdlaseks üldjuhul autojuht.

Küsimused

1. Nimeta raudteevedude peamised eelised ja puudused võrreldes maanteetranspordiga.
2. Millistel põhjustel pole raudteetransport saavutanud vaatamata oma eelistele maanteevedude ees soovitud veomahtusid ja veosekäibeid?

4.3. Euroopa ja USA raudteed

Euroopa maanteed ja raudteede võrke võrreldes võib tõdeda, et mõlemad katavad liikluse tähtsaid sõlmpunkte. Euroopa Liidu liikmesriikide raudtee-ettevõtetes on ametis ligikaudu miljon töötajat. EL-i riikide raudteeliinide pikkus on kokku 155 000 km. EL-i liikmesriikides on kaubavaguneid kokku ligikaudu 600 000, kõigi Euroopa riikide raudtee-ettevõtted omavad kokku ligikaudu miljon kaubavagunit.

Euroopa raudtee peamised probleemid:

- erinev rööpmevahe

enamik Euroopa riike, USA, Hiina	1435 mm
Hispaania ja Portugal	1676 mm
Iirimaa	1600 mm
Venemaa, SRÜ, Balti riigid ja Soome	1520 mm
- erinevad elektrisüsteemid
- erinev laadimisprofiil ja lubatud kandevõime
- erinevad liikluse juhtimise süsteemid
- rongide koostamine on aeganõudev ja kallis
- erinevad suhtlemiskeeled, kultuur ja turvalisus

Kuna rööpmevahed eri riikides on erinevad, on vaja piirijaamades vahetada alusvankrid. Näiteks Kesk-Euroopasse sõites kasutatakse piirijaamades spetsiaalseid teelõike, mis on varustatud topeltrööpaga teiste alusvankrite toomiseks ja kasutatavate eemaldamiseks. Ühest otsast laieneb selline teelõik 1520 mm-ni, teisest otsast kitseneb 1435 mm-ni. Tavaliselt mahub sellisele teele korraga 6–8 vagunit.

Alusvankrite vahetamisel ühendatakse lahti vagunirataste teljepukside temperatuuriandurid, generaatori ühendusjuhtmed ja pidurisüsteemi hoovastik. Pärast alusvankrite paigaldamist ühendatakse nimetatud süsteemid tagasi ja kontrollitakse pidurite tööd. Alusvankrite vahetamine on aeganõudev ja kulukas tegevus, mis suurendab veelgi raudteevedude niigi kõrget omahinda Euroopas ja vähendab raudteetranspordi konkurentsivõimet.

Kui raudteeliiklus „vanas Euroopas“ sujub suhteliselt hästi, siis Kesk- ja Ida-Euroopa vahelises transpordis täheldatakse arvestatavaid probleeme, mis pär�ivad kaupade saatmist Ida-Euroopa riikidest Kesk- ja Lõuna-Euroopa riikidesse ning vastupidi. Kauba saatmisel Soomest, Balti riikidest, Venemaalt ja SRÜ riikidest raudteega Euroopasse on peamiselt järgmised probleemid:

- piirijaamades tuleb vahetada vagunite alusvankrid (kulu on keskmiselt sama suur kui kauba ümberlaadimisel)
- maksta tuleb tühja vaguni SRÜ riiki tagasitoimetamise eest, kui kauba saatjal ei ole kohe laadida kaupa, mille sihtkohamaaks on mõni SRÜ riik või Soome.

Ühinenud Euroopas peetakse raudteevedude arendamist ja veomahtude suurendamist äärmiselt oluliseks. Juba praegu taotleb EL-i raudteepoliitika raudteede tegevuspõhimõtete ühtlustamist rahvusvahelises ulatuses. Samas on Euroopas igal maal oma rahvuslik raudteefirma, mille prioriteetide hulgas ei pruugi olla esikohal Euroopa raudteesüsteemide integreerimine. Lisaks probleemid erinevate rööpmelaiuste ja raudteede tegevust reguleerivate seadustega. Peamiseks probleemiks on raudteeorganisatsioonide suurus ja osaliselt ka jäikus ajaga kaasas käivate muutuste sisseviimisel.

Euroopa riikide raudteedel kasutatakse veerevkoosseisu ja veoste gabariitide erinevaid standardeid. Balti riikide, Soome ja SRÜ riikide raudteedel on lubatud laius kuni 3750 mm, lubatud kõrgus kuni 5300 mm. Veose lubatud laius on 3250 mm. Veos, mis on suurema laiusega ja kõrgem kui 5300 mm, on ülegabariidiline ning selle vedamiseks kehtivad eritingimused.

Euroopa 1435 mm raudteel kehtivad kaks veeremi gabariitide standardit. Veeremi gabariit MC (0-2 VM) näeb ette järgmised olulised gabariidid: maksimaalne kõrgus 4650 mm ja maksimaalne laius 3150 mm. Veeremi gabariit MC (0-3 VM) näeb ette järgmised olulised mõõtmed: maksimaalne kõrgus 4280 mm, maksimaalne laius 3150 mm. Ida- ja Lääne-Euroopa veeremite gabariitide standardite võrdlusest on näha, et kõige olulisemad erinevused on veerevkoosseisu kõrguse gabariidi puhul.

Ameerika Ühendriikides on vajadus vedada suuri kaubakoguseid pikkadel distantssidel. Tänu suurtele vagunitele ja lubatud teljekoormustele on USA raudteetransport väga efektiivne ja suudab maanteevedudega edukalt võistelda. Uue aastatuhande algul tehti USA-s 70% uute autode vedudest, 60% kivisõe vedudest ja 50% paberi vedudest raudteel. Uuringu tulemused USA-s näitavad, et seal suureneb niigi suure käibega raudteevedude maht 2019. aastaks 24% võrreldes 2010. aasta vastava näitajaga.

1980. aastatel vähendasid ligi pooled USA tootmisettevõtted logistiliste süsteemide parema funktsioneerimise huvides raudteetranspordi kasutamist ja suurendasid vastavalt maanteevedude mahtusid. See aga ei tähenda, et uutes transpordinõudluse tingimustes oleks hakanud raudteetranspordi osakaal kogu transpordis kiiresti vähenema. Vastupidi, sellised raudteetranspordi toimimist iseloomustavad näitajad nagu vedude regulaarsus ja veerevkoosseisude liikumise kiirus on osutunud klientidele väga kasulikuks. Spetsiaalsete raudteevagunite abil ja peale- ning mahalaadimistöde kiirel korraldamisel veetakse konteinerid USA idarannikult läänerannikule ja vastupidi 7 ööpäeva jooksul. Mereteed pidi konteinerid vedades kuluks selleks 15–17 ööpäeva. USA raudtee kasutab vaguneid, millele laaditakse konteinerid kahes kihis (*double stacked*). Sellist raudteeveo moodust nimetatakse USA-s *landbridge*'iks.

Küsimused

1. Nimeta peamised takistused, mis pärssivad raudteeliikluse arengut EL-i liikmesriikide vahel ja tervikuna Euroopa ulatuses.
2. Loetle peamised probleemid, mis on põhjustatud Euroopas raudtee eri rööpmelaiuste kasutamisest.

4.4. Eesti raudteed

Suurem osa Eesti raudteedest on remonditud või ehitatud ümber aastatel 1950–1990. Sel perioodil asendati kitsarööpmelised raudteed laiarööpmelistega, asendati puitliipreid betoonliipritega ja ehitati välja uued, suured sorteerimisjaamad. Seoses investeerimise võimaluste nappusega pärast taasiseseisvumist ei olnud võimalik jätkata raudteede uuendamist endises tempos. Alles viimastel aastatel on osutunud võimalikuks võtta taas ette suuremahulisi remondi- ja uuendustöid raudteel.

1939. aastal oli Eestis 1231,9 km laiarööpmelisi raudteid 103 veduri ja 351 reisi- ja 3558 kaubavaguniga ning 909,3 km kitsarööpmelisi raudteid 172 reisi- ja 2075 kaubavaguniga.

Praegu on Eestis raudtee kogupikkus 1026 km (sellest AS Eesti Raudteele kuuluv 694,9 km). Rööpmelaius on 1520 mm. Kahe rööpapaariga liine on kokku 104,9 km, elektriraudteed 131,6 km.

Kui rongi peatuskohas on jaamahoone ja seal on vähemalt üks kõrvaltee, loetakse peatuskohta raudteejaamaks. Raudteejaamu on Eestis 152, peatuskohti 42. Raudteejaamadest on kauba- jaamu 6, kauba laadimist on võimalik korraldada 60 jaamas. Kaubajaamad töötavad Tallinnas Koplis ja Ülemistel, Maardus, Muugal, Pärnus ja Sillamäel. Mõned suurematest kaubajaamadest on ühtlasi sorteerimisjaamad, kus toimub igapäevaselt rongikoosseisude lahtihaakimine ja uute veeremite koostamine. Töötavaid sorteerimisjaamu on kolm, neist kaks on automatiseeritud.

Sorteerimisjaamad on järgmised:

Tallinn/Kopli	14 sorteerimisteed, kuni 1200 vagunit ööpäevas, automatiseeritud
Tallinn/Ülemiste	16 sorteerimisteed, kuni 3000 vagunit ööpäevas, automatiseeritud
Tallinn/Muuga	8 sorteerimisteed, kuni 300 vagunit ööpäevas, pole automatiseeritud

Kopli raudteejaamas on 4 vastuvõtu-ärasaatmisteed ja 14 sorteerimisteed. Üheaegselt võib Kopli jaamas seista kuni 530 vagunit. Ülemiste jaamas võib korraga seista 1780 kaubavagunit. Tapa kaheksa sorteerimisteedega kaubajaam ei ole leidnud viimastel aastatel kasutust.

2011. aasta sügisel avati Eesti-Vene piiril Koidula üheksa rööpapaariga piirijaam. Raudteede kogupikkus piirijaamas on 24,2 km. Piirijaama planeeritud läbilaskevõimsuseks on 35 rongi ööpäevas. (Pildid 4.1 ja 4.2)



*Pilt 4.1 Koidula piirijaam
Pilt 4.2 Koidula piirijaam*

*Pilt 4.3 Hammaslatt-raudtee Šveitsis
Pilt 4.4 Šveitsi kitsarööpmelise raudtee vagun*

Raudtee töökorras hoidmiseks tuleb seda regulaarselt hooldada ja aeg-ajalt remontida. Raudteehoid on raudteetalitust tagav tegevus, mis seisneb raudtee arengu kavandamises, ehituses, remondis ja hooldes. Raudteehoiu ülesanne on tagada säästlik ja ohutu liiklus, luua raudtee kasutajatele vedudeks vajalikud tingimused ning ennetada keskkonnakahjustused. Eesti Raudtee AS-ile kuuluvate raudteede hoiuga tegeleb EVR Infra AS.

4.5. Raudtee taristu

Raudtee on maatikile rajatud ehitist, mis võimaldab raudteeveeremi liiklust. Raudtee osadeks on raudteetamm ja sellele toetuv tee pealisehitus, mis koosneb rööbastest, pöörangutest ja liipritest. Raudteetammi peamine ehitusmaterjal on kruus, pealispinna täiteks kasutatakse killustikku (enamasti graniitkillustikku).

Raudtee infrastruktuuri koosseisu kuuluvad ka raudtee majandamiseks vajalikud hooned ja rajatised, mis on raudteega ehituslikult või funktsionaalselt seotud. Raudtee olulised osad on suunav rööpmestik ja blokeeringu-, signalisatsiooni-, side ning energiavarustuse tehnoloogilised rajatised, mille abil tagatakse raudteel ohutu liiklus.

Võrreldes maanteedega on raudtee suhteliselt ühetasane. Terasrataste ja -rööbastest vaheline hõõrdumine on väike, mistõttu on rongiliiklust mägistel aladel raske korraldada. Tavaliselt on peamiste raudteede maksimaalseks lubatud tõusuks 1,2% ehk 12 m 1000 m raudtee kohta. Mägistel aladel võidakse ehitada raudteid ka suurema kaldega. Šveitsis ja ka mitmel pool mujal Euroopa mägistel aladel kasutatakse reisijate veoks hammaslatt-raudteid, mille abil ületatakse isegi rohkem kui kümnekraadilisi tõusunurki. (Pildid 4.3 ja 4.4)

Raudtee teiseks omapäraks on suur pöörderaadius. Tavaliselt on lubatud minimaalseks raudtee pöörderaadiuseks 1500 m (välja arvatud pöörded jaamades). Tsentrifugaaljõu mõju kompenseerimiseks ehitatakse raudtee kaldu. Raudteejaamades, kus kiirused ja tsentrifugaaljõud on väikesed, on üleminekud haruteedele ehitatud ka väikeste pöörderaadiustega.

Raudtee moodustub rööpapaarist, mis on omavahel ühendatud risti paiknevate liipritega. Raudteeliipreid valmistati varem kuusepuidust, mis pärast mõõtusaagimist sügavimmutati. Tänapäeval kasutatakse rohkem betoonliipreid, mille eelisteks puidust liiprite ees on pikem kasutusaeg ja kokkukeevitatud rööbastest tugevam kinnitus. Rööpad kinnitatakse puidust liiprite külge nael- või kruvikinnitusega, betoonliiprite külge aga vedrukinnitusega. Lõuna-Euroopa riikides on ehitatud raudteid ka terasest liipritega.

Ühel kilomeetril raudteel on keskmiselt 1640 liiprit. Rööbaste pikkus on 18–24 m. Nüüdisajal ei jäeta raudtee ehitamisel enamasti rööbastele vahesid, vaid keevitatakse need kokku. Tulemuseks on ühtlane, müra ja löökideta sõit. Probleemiks on seejuures soojuspaisumine – 100 m rööpa pikkus suureneb temperatuuri tõustes 10 °C võrra 12 mm.

Raudteerööbaste sisekülgede vahelist kaugust nimetatakse rööpmelaiuseks. Maailmas on ehitatud suurem osa raudteedest rööpmevahega 1435 mm. Sel põhjusel loetakse nimetatud rööpmelaiust omamoodi maailmastandardiks. 1435 mm rööpmevahega raudteed on enamikus Euroopa riikides, Põhja-Ameerikas ja Hiinas. Venemaal, SRÜ riikides, Mongoolias ja Balti riikides on rööpmelaiuseks 1520 mm, Portugalis ja Hispaanias isegi 1676 mm. Soomes on jäänud ajalooliselt rööpmelaiuseks 1524 mm, mis sobitub 1520 mm raudteega.

Kitsarööpmeliste raudteede rööpmelaius on maksimaalselt 1067 mm. Kitsarööpmelisi raudteid on ehitatud palju Aasias ja Lõuna-Ameerikas. Neid on küll odavam ehitada, kuid puudusteks on piiratud sõidukiirus ja teljekoormus.

Raudteid liigitatakse olenevalt raudtee aluspõhja materjalist ja tugevusest ning rööbaste meetrikaalust mitmesse gruppi. Euroopas on levinud raudteede jaotamine kuude eri gruppi (A – D). A-grupi raudteed on rajatud kruusaalusele ja rööpa meetrikaal on 33 kg/m. Nendel teedel on oluliselt piiratud nii rongide liikumise kiirus kui ka kaal. Tiheda liiklusega pearaudteed kuuluvad D-gruppi. Rööpa meetrikaal on sellistel teedel 60 kg/m, lubatud on suured kiirused ja teljekoormus kuni 22,5 t. Viimastel aastatel on ehitatud Euroopa riikides ka raudteid, mille puhul on veerevkoosseisu maksimaalseks teljekoormuseks 25,0 t.

Raudteeliine koos raudteejaamade, haruteede ja pöörmatega nimetatakse raudteevõrguks. Raudteejaamades on olemas rongide teineteisest möödumise võimaldamiseks lisa- ehk varuteed. Raudteejaama eristabki raudteepeatusest varutee olemasolu. Varutee on vajalik ühe rööpapaariga raudtee kasutamisel rongide teineteisest möödumiseks.

Raudteed ühendatakse omavahel pöörangutega. Pöörang lahutab raudtee kaheks uueks teeks. Pöörang ise võib olla lühike või pikk. Pika pöörangu pöörderaadius on suurem kui lühikesel pöörangul. Mida pikem on pöörang, seda suurema kiirusega on lubatud seda rongidel läbida. Pöörangute seadmine toimub tänapäeval enamasti elektriliselt kaugjuhtimise teel. Töö teevad ära ajamitega elektrimootorid. Kõik pikad pöörangud on elektrilised ja rööbaste liigutamiseks kasutatakse vähemalt kaht elektrimootorit. (*Pilt 4.6*)

Lisaks pöörangutele on tegemist ka raudteede ristumistega (lõikumistega), mille puhul üks raudtee "ületab" teise tavaliselt teravnurga all. Raudteede ristumiskohas tekib neli erinevat liikumissuunda. Raudteede ristumiskohal on sageli võimalik pöörangute abil suunata rongi ühelt teelt teisele.

Raudteed nimetatakse olenevalt rööpapaaride arvust jaamade vahel ühe, kahe või kolme rööpapaariga raudteeks. Rööpapaaride arvust sõltub raudtee läbilaskevõime ja ühtlasi ka ehitusmaksumus. Enamikus riikides kasutatakse ühe rööpapaariga raudteid. Tiheda liiklusega teelõikudel on kasutusel kahe rööpapaariga raudteed.

Varuteeks nimetatakse tervikut, mis koosneb rööpapaarist, pöörmetest ja signalisatsiooni-seadmetest. Suuremates jaamades eristatakse reisi- ja kaubarongide tarvis eraldi ehitatud varuteid. Kui varuteel tehakse sorteerimistöid, nimetatakse seda varuteed sorteerimisteeiks. Sorteerimise all mõeldakse rongi koosseisus olevate vagunite lahtiühendamist üksikult või rühmade kaupa ja nendest vagunitest uute rongikoosseisude koostamist. Sorteerimistöö tulemusena tekivad haruteedel manööverveduritest ja vagunirühmadest koosnevad veeremitest komplektid, mida kutsutakse vahetusühikuteks ja mida kasutatakse suurte, pikkadel marsruutidel liikuvate rongide koostamiseks.

Kui varasematel aastatel toimus raudteeliikluse juhtimine jaamades inimeste poolt, siis arvutustehnika kasutuselevõtmisega on see eriti vastutusrikas töö antud üle arvutitele. Inimese roll on muutunud aktiivsest liikluse juhtijast arvuti poolt juhitava liikluse kontrollijaks ja vajadusel vahelesekkujaks.

Raudtee kaubajaam on osa raudtee infrastruktuurist, mis koosneb raudteest ja haruteest (või mitmest), muudest vajalikest ehitistest (perroonist, ladudest jms) ning seadmetest, mis võimaldavad teostada vagunite kontroll- ja tehnilisi operatsioone. (*Pilt 4.7*)



Pilt 4.5 1435 mm rööpmevahega raudtee



Pilt 4.6 Raudtee pöörmed



Pilt 4.7 Raudtee kaubajaam



Pilt 4.8 Raudtee sorteerimisjaam

Kaubajaamades toimub kauba pealelaadimine vagunitele ja mahalaadimine vagunitelt, lähetaajalt vastuvõtmine ja saajale üleandmine, vajadusel ka tolliprotseduuride teostamine. Kauba seotud toimingud viiakse läbi tavaliselt mitte kaubajaamas, vaid kaubajaama läheduses paiknevates raudteeühendusega terminalides.

Raudtee sorteerimisjaam on kompleks haruteedest, pöörmestest ja signalisatsiooniseadmetest. Suures sorteerimisjaamas võib olla mitukümmend haruteed. Raudtee sorteerimisjaamade koosseisu võivad kuuluda ka laod, terminalid, remonditöökojad, vaguni- ja veduridepood ning elektrijoujaamad.

Sorteerimisjaamades on kasutusel kolme otstarbega rööpad. Saabunud rongid peatuvad jaama sisenevatel rööbasteedel, väljuvad koosseisud koostatakse väljuvatel rööbasteedel. Nende vahele jäävad sorteerimisrööbasteed, mis on rajatud mõnes sorteerimisjaamas kaldega põhiteede suunas. Nii on võimalik teha sorteerimistööd, kasutades selleks vagunite raskusjõudu.

Sorteerimisjaama võib läbida ööpäevas kümneid kaubaronge. Haruteedel toimub ööpäev läbi vagunite sorteerimine, uute rongikoosseisude koostamine ja jaama saabunud koosseisude ümbersorteerimine. Igapäevaselt koostatakse suurtes sorteerimisjaamades kümneid rongikoosseise. Saabunud rongikoosseisude osadeks lahutamise ja uute rongide komplekteerimisega tegeleb sorteerimisjaamades enamasti kahe- või kolmeliikmeline meeskond, kelle käsutuses on manöövervedur. Meeskonna koosseisus on vedurijuht ja vähemalt üks haakija.

Küsimused

1. Loetle Euroopa riikides kasutatavaid erinevaid rööpmelaiusi.
2. Millistest peamistest osadest koosneb raudtee infrastruktuur?
3. Mis otstarbel on rajatud raudteejaamadesse varuteed?
4. Millist funktsiooni täidavad raudtee sorteerimisjaamad?

4.6. Raudteeveeremid

Raudteeveeremi moodustavad vedurid, vagunid, teeremondimasinad, kraanad ja muud raudteel liiklemiseks ehitatud veovahendid, masinad ja mehhanismid.

Rongi all mõeldakse vedurit ja selle külge ühendatud lisaseadmeid või vaguneid, mis liiguvad või seisavad raudteel ühtse kompaktsa veoühikuna. Rongikoosseisu iseloomustavad selle pikkus, kaal, vagunite arv, ohtlike ainete paigutus, pidurdusvõime jne. Sageli on lähtejaamast

väljuvad ja sihtjaama saabuvad rongikoosseisud täiesti erinevad. Ühes rongikoosseisus võivad lähte- ja sihtjaama vahel vahetuda nii vagunid, vedurid kui ka vedurijuhid. Segakoosseisudes võib olla vaguneid erineva kaubaga.

Rongid jaotatakse kaubarongideks, reisirongideks, töörongideks ja segarongideks. Kaubarongidega veetakse ainult kaupa, reisijate vedu kaubarongidega on keelatud. Töörongid võtavad osa raudteede ehitamisest, hooldamisest ja remondist. Vagunites veetakse rööpaid, liipreid, killustikku, masinaid ja seadmeid ning muud vajalikku raudteede ehitamiseks ja remondiks. Ka mõõtmis- ning järelevalvetööd raudteel tehakse töörongidega.

Segarongid koosnevad nii kauba- kui ka reisivagunitest. Euroopas üldjuhul segaronge ei kasutata, kuid neid on endiselt liikumas peamiselt Aafrika ja Lõuna-Ameerika raudteedel.

Kaubarongid jaotatakse omakorda jaotus- ja komplekteerimisrongideks (lähirongid), põhiveorongideks ja kliendirongideks. Jaotus- ja komplekteerimisrongid liiguvad lühidistantsidel sorteerimis- ja kaubajaamade vahel ning neid kasutatakse põhirongide lahutamiseks vagunigruppideks ja pikkadel teekondadel liikuvate põhiveorongide koostamiseks. Need toovad vagunid kindlaks ajaks sorteerimisjaama, kus neist koostatakse põhiveorong. Jaotus- või komplekteerimisrongi teekond algab tavaliselt mõnest suuremast sorteerimisjaamast või lõpeb seal. Jaotusrong toimetab vagunid väiksematesse sorteerimis- või kaubajaamadesse, klientidele kuuluvatele haruteedele, komplekteerimisrong aga kogub vagunid nendelt ja veab suuremasse sorteerimisjaama, kus vagunite gruppidest ja üksikutest vagunitest koostatakse põhiveorongid.

Kui raudteel veetakse puitu, paberit või metalli, võivad ühest tootmisettevõttest väljuvad ja sadamasse või tehasesse suunduvad rongikoosseisud olla nii suured, et muude klientide kaupu pole võimalik nendega vedada. Rong võib vedada siis ühe kliendi üht kindlat materjali või toorainet. Selliseid ronge nimetatakse kliendirongideks.

On saanud tavaks jaotada kaubarongid ka veetava kauba ja/või veoühikute liigi järgi segakaubarongideks, intermodaalvedude rongideks, maagiveo rongideks, puidurongideks, naftarongideks jne. Segakaubarong on tüüpiliselt kahe sorteerimisjaama vahel kulgev põhiveorong, mille koosseisus on eri klientide erineva kaubaga vagunid.

Toorainete veetavad mahud on sedavõrd suured, et üks rongikoosseis sisaldab sageli vaguneid kindla toormega. Tüüpilisteks näideteks on seejuures puit ja naftasaadused. Enamasti on tegemist sel juhul ka kindla kliendi kaubast koosneva rongiga.

Integreeritud vedude rongid veavad platvormvagunitel konteinereid, poolhaagiseid ja veoautosid haagistega. Need liiguvad sadamates ja sisemaal asuvate intermodaalterminalide vahel. Eristatakse kaht eri tüüpi integreeritud vedude ronge – konteinerite ja treilerite rongid. Treilerite rongid võivad vedada enamasti ka veoautosid ja nende haagiseid. Ainult konteinereid, vahetuskeresid või poolhaagiseid vedavaid ronge nimetatakse ka plokkrongideks.

Eraldi rongiliigi moodustavad tühjade vagunite rongid. Sageli ollakse sunnitud vedama ka tühje vaguneid, kuna tagasisuunal pole võimalik neid muu kaubaga koormata. Tüüpiliseks näiteks on Venemaalt Eesti sadamatesse saabuvad ekspressrongid, mis liiguvad tagasi naftatöötlemistehastesse tühjalt. Esineb olukordi, kus veoks tagasisuunal on kaup olemas, kuid vagunite puhastamise kulud on sedavõrd suured, et nende puhastamine ja ettevalmistamine muu kauba veoks pole majanduslikult otstarbekas.

Eri riikides on lubatud kasutada erineva pikkusega ronge. Rongi pikkus sõltub eelkõige varuteede pikkusest jaamas, veduri(te) tõmbejõust, kasutatava haakeseadme tüübist, rongi liikumise kiirusest ja pneumaatilise pidurisüsteemi tehnilistest näitajatest. Kaubarongide pikkused jäävad enamasti vahemikku 500–800 m. Marsruutrongi koosseisus on Eestis 57–66 neljateljelist tingvagunit, Venemaal 57–100 neljateljelist tingvagunit (pikkus 13,3–13,8 m).

Kaubarongide suurimaks lubatud kiiruseks on tavaliselt 80 km/h, põhiveorongid võivad erandina liikuda ka kiirusega kuni 90 km/h või 100 km/h.

Euroopas on kasutusel järgmised kaubarongide liigid:

- ekspresskaubarongid (TEEM rongid – *Trans European Express Merchandise*), keskmise tehnilise kiirusega 90 km/h
- tavalised kaubarongid, keskmise tehnilise kiirusega 70 km/h
- kohalikud kaubarongid, nn etteandev liiklus



Pilt 4.9 USA-s toodetud diiselledurid



Pilt 4.10 Vene Föderatsioonis toodetud diiselledurid



Pilt 4.11 Manöövervedur Saksamaa raudteel



Pilt 4.12 Manöövervedur vedamas komplekteerimisrongi

Küsimused

1. Mida mõeldakse rongi all?
2. Mis on raudteeveerem?
3. Mille poolest erinevad jaotus-, komplekteerimis- ja põhiveorongid?
4. Millal kasutatakse kliendironge?
5. Miks on kaubarongide lubatud liikumiskiirused palju väiksemad reisirongide kiirustest?

4.7. Vedurid

Alates vedude alustamisest raudteel, oli ligi saja aasta jooksul peaaegu ainus veduritüüp auruedur, mis enamiku rongidest lähtekohast sihtpunkti vedas. Auruedurid olid ehituselt lihtsad, pakkudes suurt võimsust aurumasina madalate pöörete juures. Samas olid auruedurid liialt rasked ja nende kiirendusvõime liikumahakkamisel väike. Enne liikumise alustamist ja vagunite ette haakimist oli vaja auruedureid mitu tundi ette soojendada (kütta). Võrreldes diiselmootoriga on kolbaurumasina kasutegur suhteliselt madal.

Kuigi auruedur oli raskete rongide vedamisel sitke „tööloom“, ei sobinud see hästi manööverveduriks. Ka puudusid sobivad auruedurid väikeste rongikoosseisude vedamiseks. Suurte vedurite kasutamine rongide koostamiseks ei olnud majanduslikult tõhus, väikesed auruedurid seevastu olid jällegi liiga aeglased.

Eelmise sajandi algul ehitati ka esimesed elektrivedurid, mida kasutati peamiselt nende väikese võimsuse tõttu reisijate veol. Diiselmootoriga vedureid hakati ehitama alles pärast Teist maailmasõda.

Nüüdisaegne vedur kujutab endast kallist investeeringut, mis peab tasuvuse eesmärgil tegema pidevalt tööd. Vedureid kasutatakse eksploatatsioonis tavaliselt keskmiselt kolmkümmend aastat. Kõrge maksumuse tõttu peab vedur investeeringu tasuvuse tagamiseks tegema ööpäeva jooksul tööd mitmes vahetuses. Üks vedur võib ööpäeva jooksul vedada nii reisi- kui ka kaubaronge, seejuures vahetuvad vedurijuhid.

Raudteetransport on suhteliselt keskkonnasõbralik veoviis. Diiselledur eraldab heitgaase veetud kaubatonni kohta peaaegu viis korda vähem kui veoauto. Elektrivedurid on tuntud kui eriti keskkonnasäästlikud veovahendid.

Eestis kasutatakse neljateljelisi diiselledureid täismassiga 90–130 t maksimaalse kiirusega 140 km/h. Diiselledureid kasutatakse manöövervedudel, lühikestel liinidel ja juhtudel, mil raudtee elektrifitseerimine pole majanduslikult õigustatud. EVR Cargo AS kasutab nii Ukrainas ja Venemaal toodetud diiselledureid kui ka USA-s toodetud ja hiljem remonditud ning teljevahetuse läbi



Pilt 4.13 Firma Siemens elektrivedur



Pilt 4.14 EL-i liikmesriikide arendatud "eurovedur"

teinud võimsaid diiselveidureid. Paaris töötades suudavad need vedada rohkem kui kuuekümnest vagunist koosnevaid ca 5000 t kaaluga rongikoosseise. Enamik vedureid on varustatud seadmetega, mis lubavad kasutada mitut vedurit üheskoos nagu üht vedurit. Kaht kuni viit vedurit juhitakse esimese veduri juhikabiinist. (Pildid 4.9 ja 4.10)

Sorteerimisjaamades kasutatakse diiselmootoriga manöövervedureid, mille külge haagitakse grupp vaguneid ja mis koostavad nendest uusi rongikoosseise või lahutavad suuri veeremeid väiksemateks vagunigruppideks. Manöövervedurid töötavad sorteerimisjaamades ja veavad lähi- jaamade vahel väiksemaid rongikoosseise. (Pildid 4.11 ja 4.12)

Diiselveidureid kasutatakse üldjuhul:

- lühikestel liinidel
- kuumas kliimas (ebapiisava jahutuse tõttu pole elektrivedurite kasutamine võimalik)
- juhul, kui on võimatu organiseerida optimaalset elektrivarustust
- manöövervedudel.

Kuna elektrivedurid on võimsamad, ökonoomsemad ja keskkonnasõbralikumad kui diiselveidurid, pannakse rõhku pea kõikides riikides raudteede varustamisele elektritoitega. Euroopa riikides on suur osa raudteedest elektrifitseeritud. Nii näiteks on Soomes elektriraudteid peaaegu pool kogu raudteede pikkusest. Rootsis moodustavad elektriraudteed koguni üle poole raudteede kogupikkusest.

Elektriraudteedel kasutatakse nii alalis- kui ka vahelduvvoolu. Vahelduvvool on toite- vooluna eelistatavam, kuna võimaldab teha ülekannet suurematel pingetel. Nii on Soome raudteel kasutusel ühefaasiline vahelduvvool sagedusega 50 Hz ja pingega 25 kV. (Pildid 4.13 ja 4.14)

Elektriveduritel on võrreldes diiselveiduritega järgmised eelised:

- elektrimootoreid kasutades on võimalik ehitada võimsamaid vedureid
- elektriveduritel on paremad sõiduomadused, seda eriti raske profiiliga maastikel
- rekuperatiivse pidurdamise võimalus (pidurdamisel tagastatakse vooluvõrku elektrit

energiat). Eestis ei kasutata elektrivedureid kaubarongide vedamiseks. Kasutusel on reisijateveo elektrirongid, mille juht-mootorvagunid paiknevad elektrirongi otstes.

Raudteed vajavad pidevat hooldamist ja remonti. Selleks on olemas spetsiaalsed lisaseadmetega hooldusvedurid. Suurte lumesadude ja -tuiskude korral on vaja puhastada raudteed lumest. Raudtee puhastamiseks kinnitatakse hooldus- või manööverveduri ette lumepuhastusseade.

Hooldus- ja remonditöid on vaja teha kogu veerevkoosseisule. Kuna vedurid töötavad ööpäeva ringi, on vaja erilist tähelepanu pöörata just nende õigeaegsele hooldamisele.



Pilt 4.15 Vaguni alusvanker ja erinevad vagunite markeeringud



Pilt 4.16 Vaguni puhvrid

Hooldus- ja remonditööd tehakse depoodes, mis paiknevad tavaliselt suuremates jaamades. Kindlaksmääratud läbisõidu järel viiakse ka vagunid depoose, kus tehakse vajalik ülevaatus ja hooldustööd.

Küsimused

1. Nimeta diiselvehuri peamised eelised auruveduri ees.
2. Nimeta elektriveduri peamised eelised diiselvehuri ees.
3. Milliseid vedureid kasutatakse Euroopa raudteeliikluses rohkem – diisel- või elektrivedureid?

4.8. Vagunid

Vagunipark, mida kasutatakse EL-i liikmesriikide, Balti riikide ja SRÜ riikide raudteedel, on väga mitmekesine ja sõltub veetava kauba omadustest (ka selle pakendist). Tavakaupade veoks kasutatakse tavaliselt kinniseid vaguneid, konteinerite veoks sobivad ka platvormvagunid.

Vagunid koosnevad alusraamist, alusvankritest, pidurisüsteemist, kerest ja haakeseadmetest. Peaaegu kõikide vagunitüüpide veerevosad on ehitatud ühesugustest põhikomponentidest. Alusraami külge kinnitatakse kõik ülejäänud vaguni osad. Alusvankrid kinnituvad tsentraalselt vaguni alla. Alusvankrite külge on kinnitatud leht- või keerdvedrude ja amortisaatoritega üks, kaks või kolm vaguni telge. Üha enam valmistatakse uuetüübilisi 25 t teljekoormusega spiraalvedrudega alusvankreid. Mida suurem on vaguni kandevõime, seda tugevam peab olema selle alusraam ja seda rohkem on vaguni alusvankritel telgesid. (Pilt 4.15)

Raudteel kasutatakse pneumaatilist pidurisüsteemi, mis saab vajaliku suruõhu veduril olevalt kompressorilt. Igal vagunil on suruõhuballoon, piduriventil ja vähemalt üks pidurisilinder. Vagunid ühendatakse omavahel suruõhuvoolikutega. Pidurisüsteemis kasutatakse rõhku 800 kPa, mistõttu on keelatud võtta pidurivoolikuid vagunite küljest lahti enne, kui ollakse veendunud, et süsteemis puudub rõhk. Voolikühenduse juures asub suruõhukraan, mis suletakse enne, kui voolik vaguni küljest lahti ühendatakse.

Pidurisüsteem on ehitatud ohutuskäsitlustel nii, et kui võtta rongis lahti kas või üks vagunitevaheline voolikühendus, toob see kaasa rongi kõikide vagunite ja veduri pidurite automaatse rakendumise ning rongi seismajäämise. Kui mingil põhjusel on osa rongi koosseisus olevaist vaguneist



Pilt 4.17 Kruvihaakesead



Pilt 4.18 Automaathaakesead SA3

pääsenud sõidu ajal lahti, pidurdatakse need vagunite suruõhuballoonides oleva suruõhu abil kuni vagunite seismajäämiseni. Ka pärast peatumist jäävad vagunitele pidurid peale, mis väldib nende edaspidise liikumahakkamise.

Kaubavagunitel rakenduvad metallist või komposiitmaterjalist piduriklotsid otse vaguni rataste veerepinnaile. Piduriklotse võib olla ühe ratta kohta üks või kaks. Efektiivse pidurdusvõime saamiseks kasutatakse tänapäeval vaguniratta pidurdamiseks mõlemal pool ratast isegi kaht piduriklotsi. Lisaks pneumaatilistele piduritele kasutatakse vagunitel ka mehaanilisi, käsitsi rakendatavaid seisupidureid.

Vagunite mõlemas otsas on puhvrid, mille ülesanne on leevendada haakimisel tekkivaid lööke vagunile. Tänu hüdraulilistele puhvritele väheneb haakimisel paratamatult tekkiv aeglustus, mistõttu vähenevad ka vagunis (vagunil) olevatele kaupadele neid kahjustada võivad inertsjõud.

Veeremis ühendatakse vedur vaguni külge ja vagunid üksteise külge haakeseadme abil. Euroopas on laialdaselt kasutusel nn kruvihaakesead, mille puhul on lubatud veduri(te) suurimaks tõmbejõuks 450 kN (ligikaudu 450 jõutoni). 450 kN suurusest tõmbejõust piisab 3100 t kaaluva rongi vedamiseks. Sellist tõmbejõudu suudavad saavutada koos töötades tavaliselt kaks vedurit. (*Pilt 4.17*)

USA-s, SRÜ ja Balti riikides on kasutusel automaatse haakimise seadmed. SRÜ maades ja Balti riikides on kasutusel ainukese haakeseadmena automaathaakesead SA3. Selle puhul ei ole vedurite tõmbejõudu piiratud ja rongid saavad olla ka pikemad kui kruvihaakeseadme kasutamisel. Venemaal ja Põhja-Ameerikas võib rongi pikkus ulatuda kahe kilomeetrini ja rongi suurim kaal 10 000 tonnini. Niisugusel juhul veavad rongi kuni viis kokkuhaagitud vedurit. (*Pilt 4.18*)

1924.–1952. aastatel ehitati Euroopas kaheteljelisi vaguneid, mille kandejõud oli kõigest 16,5 t. Praegu ulatub kaheteljeliste vagunite kandejõud 30 tonnini. 1910.–1920. aastatel toodetud vaguneid kasutati mõnedes riikides veel 1960. aastatel. Nende peamiselt kaheteljeliste vagunite täismass ulatus 46,4 tonnini. Hiljem toodetud vagunite täismass ei tohtinud ületada 80 tonni. Praegu toodetakse ka vaguneid, mille kande võime ületab 100 t.

Mida suurema kandejõuga vaguneid ehitatakse, seda väiksem on koguvajadus vagunite järele. Sel põhjusel on näiteks Soomes 1960. aastatest alates, mil toimus üleminek uue põlvkonna vagunitele, pikkamööda vähenenud kasutusel olevate vagunite arv. Vagunite arvu vähenemisele on aidanud omakorda kaasa raudtee kaubavedude juhtimise tõhustamine ja veeremi kasutusastme paranemine.

Vagunite kandevõimed on üldjuhul alljärgnevad:

- 8-teljelised 120 t
- 6-teljelised 90, 92, 94 t
- 4-teljelised 60, 62, 64, 68 t

Kaubavagunid jaotatakse kasutusotstarbe ja ehituslike iseärasuste järgi alljärgnevalt:

- kinnised vagunid (4-teljelised)
 - üldotstarbelised vagunid
 - loomaveovagunid
 - isotermilised vagunid
 - külmutusvagunid
- poolkinnised vagunid ehk poolvagunid (4-, 6- ja 8-teljelised)
- platvormvagunid (4- ja 6-teljelised)
- tsisternvagunid (4-, 6- ja 8-teljelised)
 - üldotstarbelised naftatoodete vagunid
 - eriotstarbelised vagunid
- kallurvagunid (4- ja 6-teljelised)
- punkervagunid ehk hopperid (4-teljelised)

Spetsiaalvagunid on kohandatud kitsa kaubagrupi tarbeks. Need on näiteks tsemendihopperid, ballasti doseerhopperid killustiku veoks, külmutusvagunid liha ja kala veoks, treilervagunid sõidukite veoks, konteinerite veo platvormid, happeveo tsisternvagunid jne.

Vagunite tühikaalud on enamasti vahemikus 20–30 t. Aastate jooksul on kasvanud vagunite pikkus. Kui eelmise sajandi algul ehitati enamasti 8 m pikkuseid vaguneid, siis praegu ulatub kõige suuremate vagunite pikkus 25 meetrini.

Kaubavagunite keskmine arvestuslik eksploatatsiooniiga on 30–35 aastat. Raudteevagunite kasutusaeg on suhteliselt pikk peamiselt seetõttu, et tegemist on kõigest lastiruumi ja lihtsa ning töökindla veermikuga, erinevalt mootorit ja keerukaid seadmeid omavatest veduritest, mille eksploatatsioonikulud kasvavad koos eaga. Sel põhjusel on alates raudteevedude algusest 150 aastat tagasi arendatud ja toodetud kõigest 4–5 vagunite põlvkonda.

Iga vagun on märgistatud olulise kaheksakohalise vaguni numbriga, mis sisaldab kodeeritud infot vaguni liigi, telgede arvu, vaguni põhiantmete, omandi staatuse (üldpargi- või eravagun) ja pidurisüsteemi kohta.

Vagunite tootmisel on suunatud peatähelepanu vagunite kandevõime ja kaubamahutavuse võimalikult paremale kasutamisele. Kandevõime ja kaubamahutavuse rakendatuse efektiivsust iseloomustavad mitmesugused suhtarvud. Vaguni kandevõime rakendatuse koefitsient näitab vagunis oleva kauba kaalu suhet vaguni kandevõimesse.

$$K = M/q$$

kus

K – kandevõime rakendatuse koefitsient

M – vagunis oleva kauba kaal (t)

q – vaguni kandevõime (t)

Kaubamahutavuse koefitsient väljendab vagunis oleva kauba mahu suhet vaguni maksimaalsesse kaubamahutavusse.

$$K = V_k / V_v$$

kus

V_k – kauba ruumala (m³)

V_v – vaguni ruumala (m³)

Kasutatakse ka sellist suhtarvu, nagu vaguni taara koefitsient.

$$K_t = M_t/Q$$

kus

K_t – vaguni taara koefitsient

M_t – vaguni taara kaal (t)

Q – vaguni kandevõime (t)



Pilt 4.19 Platvormvagon

Pilt 4.20 Platvormvagon konteinerite veoks

Pilt 4.21 Universaalne platvormvagon

Pilt 4.22 Konteinerite veo vagon

Pilt 4.23 Poolvagon

Pilt 4.24 Punkervagon ehk hopper

Vaguni taara koefitsiendid on enamasti vahemikus 0,30–0,54. Mida väiksem on nimetatud koefitsient, seda suurema kandevõimega on vagon oma tühikaalu kaaluühiku kohta.

Platvormvagunid on 4–6-teljelised ning neil puuduvad lagi ja seinad. Mõni vagunitüüp on varustatud madala äärisega. Need on kasutusel pikkade ja suuremõõtmeliste kaupade (puidu, metalli, masinate ja konteinerite) veol. Platvormvagunite külgedele kinnitatakse tugipostid, mis võimaldavad vedada palke ja erinevaid metall- ning plastikprofiile. Eeliseks on võimalus teha laadimistöid lihtsalt ja kiiresti. Osa platvormvaguneid on eriotstarbeliselt määratud konteinerite, autode, metsamaterjali, terasplekirullide jms veoks ning neil on vastavad kinnitusseadmed. (Pildid 4.19 ja 4.21)

Metsamaterjalide platvormvagunid on varustatud 20 toega, mille kõrgus platvormi pörandast on 2,72 m. Sellega moodustub metsamaterjali veoks kaubaruum suurusega 160 m³. Vagunis on võimalik vedada metsamaterjali pikkusega 4,5–20,5 m, kogukaaluga kuni 56 t.

Platvormvagunid sobivad üldjuhul konteinerite veoks, mistõttu hakati algselt kasutama intermodaalrongide koosseisus konteinerite kinnituskohtade lisamisel platvormvaguneid. Kui levinuma pikkusega platvormil on üks neljakümnejalane konteiner, ei kasutata ära vaguni kogu pikkust ja kandevõimet. Kuna tavaline platvormvagon pole tõhus veovahend konteinerite vedamiseks pikkadel distantidel, toodetakse spetsiaalselt konteinerite veoks mõeldud vaguneid. (Pildid 4.20 ja 4.22)

Euroopas on saanud eriti populaarseks multifunktsionaalsed platvormvagunid, mida saab kasutada nii konteinerite, metsamaterjali ja pikkade profiilide kui ka erinevate masinate ja seadmete vedamiseks. Mida universaalsema kasutusega vaguniga on tegemist, seda enam saavad raudteeoperaatorid kasutada neid eksploatatsioonis nii päri- kui ka tagasisuunaliste vedude teostamiseks. Konteinerite veo platvorm on perspektiivne vagunitüüp, arvestades multimodaalse transpordi järjest suuremat levikut ja arengupotentsiaali.

Võrreldes maanteetranspordiga on raudteel olulised eelised suuregabariidiliste veoste vedamisel. Veosed, mis maanteetranspordi jaoks on ülegabariidilised, on raudtee jaoks enamasti normaalmõõtmega. Platvormvagunitega võib vedada veoseid, mille laius on kuni 3,1 m, eriloaga isegi kuni 3,5 m. Veose kõrgus võib ulatuda 4,0 meetrini ja pikkus kuni 22,0 meetrini. Pikemate veoste transportimine on võimalik eriloaga.

Toodetakse platvormvaguneid kombineeritud vedude ja intermodaalvedude tarvis veoautode, haagiste ja poolhaagiste veoks. Need on varustatud kinnitusvahenditega veokite, haagiste ja treilerite fikseerimiseks vaguniplatvormil.



Pilt 4.25 Soome Raudtee tendiga kaetud kinnine vagun
Pilt 4.26 Saksa Raudtee kinnine vagun
Pilt 4.27 Saksa Raudtee avatavate külgedega vagun
Pilt 4.28 Saksa Raudtee avatavate külgedega vagun

Kui Soomes kasutatakse kombineeritud nn *huckepack*-vedudel spetsiaalselt selleks otstarbeks ehitatud siledapõhjalisi, haagiste ja poolhaagiste pikkustele sobivaid ja ühelt vagunilt teisele sõitmist võimaldavaid platvormvaguneid, siis Kesk-Euroopas pole raudtee infrastruktuuri kõrguspiirangute tõttu niisuguste vagunite kasutamine võimalik. Tugevdatud konstruktsiooniga treilerid tõstetakse sildkraanade või konteineri vinnastajatega spetsiaalsete haaratsite abil vagunitele. Seejuures „istuvad“ poolhaagise rattad selleks ette nähtud süvendites nii, et nende täiendav kinnitamine pole alati vajalik.

Poolkinnised vagunid ehk poolvagunid on ette nähtud suuregabariidiliste kaupade vedamiseks, nagu näiteks puit ja valtsmetall. Poolkinnistel vagunitel puudub lagi, kuid võivad olla uksed. (Pilt 4.23)

Punkervagunid ehk hopperid on punkrikujulise pealisehitusega. Kinniste punkervagunitega veetakse tsementi, vilja, mineraalväetisi ja muid erinevaid ilmastiku mõjude eest kaitset vajavaid puisteaineid. Lahtiste vagunitega veetakse liiva ja killustikku. (Pilt 4.24)

Hopperite laadimine toimub ülalt mahutite (punkrite) või muu puistekauba laadimiseks sobivate seadmete abil ja tühjendamine toimub kauba oma kaalu ära kasutamisega vaguni allosas olevate luukide kaudu. Osal vagunitel on võimalik mahalaadimisel vagunist välja juu puisteaine kogust reguleerida.

Kallurvagunid on madala äärega poolvagunid, mis on varustatud pneumaatilise kallutusmehhanismiga. Kallutusmehhanism võimaldab kallutada vaguni sisu mõlemale küljele. Selliseid vaguneid kasutatakse enamasti maakide, tahkete kütuste (kivisüsi, põlevkivi) ja ehitusmaterjalide vedamiseks lühikeste vahemaade taha.

Kinnised vagunid on ette nähtud kauba tarvis, mis on tundlikud atmosfäärimõjudele. Sellisteks kaubagruppideks on toiduained, tööstuskaubad, masinad, seadmed jne. Vagunid on varustatud külgluukidega, mis on ette nähtud laadimiseks, vagunite ventileerimiseks ja puhastamiseks. Nüüdisajal ehitatakse teras- ja alumiiniumkerega vaguneid. Euroopa riikides toodetakse ka kinniseid vaguneid, mille katus on pehmest materjalist ja eemaldatav, laiad külguksed võimaldavad kaubale ligipääsu küljelt. (Pilt 4.25)

Euroopas on levinud kinnised vagunid, mille seinad ja lagi koosnevad kahest osast ning on teineteise suhtes liigutatavad. Piltlikult öeldes sõidab üks vagunipool teise peale ja korraga on pealt ning külgedelt avatud pool vagunist. (Pildid 4.27 ja 4.28)

Tsisternvagunid on ette nähtud vedelike veoks. Nendega veetakse peamiselt erinevaid naftatooted nagu toornafta, diislikütus, bensiin ja kütteõli. Eriotstarbelistes vagunites veetakse happeid, piiritust, veeldatud gaase, samuti ka toidukaupu – toiduõlisid, veine jne. Tsisternvagunitel on üleval täiteluuk ja all tühjendusseade. Tühjendusseade kujutab endast mehaaniliselt avatavat luuki vaguni



Pilt 4.29 Tsisternvagn naftasaaduste veoks
Pilt 4.30 Vedelgaasi tsisternvagn

Pilt 4.31 Sõidukite veo lahtine vagn
Pilt 4.32 Sõidukite veo kinnine vagn

põhjas või tühjendustorude ja ventiilide süsteemi, kust vedelik isevoolu teel väljub. Mõnel juhul on nähtud ette ka tsisterni tühjendamine survega (ülerõhuga).

Universaaltssisternis võib vedada mitmesuguseid vedelikke. Paagil on ülaluuk ja alumine tühjendusseade. Kaubaliigi vahetamisel/muutmisel tuleb paak enne pesta või aurutada.

Erinevate vedelike veol on omavahel lubatud vahetada ainult naftatoodete tsisterne. Nende vahepealne pesu enne teistsuguse naftaproducti vedamist on ökonoomsem kui iga naftasaaduse tarvis oma tsisternipargi soetamine.

Masuuditsistern on toornafta ja tumedate naftasaaduste veoks. Paagil on ülaluuk ja alumine tühjendusseade, sageli ka auru- või elektrisoojendusseadmed. Bituumenitsistern on sitkete naftasaaduste veoks. Neid võib vedada ka aurusärgiga tsisternis või kallur-punkervagunis. Bensiiitsistern on mõeldud heledate naftasaaduste veoks. Üldjuhul sellel alumist tühjendusseadet ei ole. Spetsiaalsed tsisternvagnid on olemas ka puistematerjalide, näiteks tsemendi veoks. (Pildid 4.29 ja 4.30)

Isotermilisi vaguneid toodetakse kiirestiriknevate ja külmakartlike kaupade veoks. Erandkorras veetakse ka puhtaid, lõhnata pakendi- ja tükikaupu peamiselt vagunite kasutamiseks tagasi-suunal. Vagunitel on hea termoisolatsioon, need on varustatud soojendus-, jahutus- ning ventilatsiooniseadmetega. Nüüdisaegsetel vagunitel on kompressorjahutus ja elektriküte. Külmutusvagunid on samasuguse ehitusega nagu isotermilised vagunid, kuid varustatud spetsiaalse külmutusagregaadiga.

Uute sõiduaudode veoks kasutatakse spetsiaalseid vaguneid, kus sõidukid paigutatakse kahele korrusele. Kallimate automarkide ja -mudelite veol on kasutusel ka kinnised sõidukite transportimise vagunid. (Pildid 4.31 ja 4.32)

Raudtee veotariifid sõltuvad üldjuhul ka kasutatavast vagunitüübist. Kaubavedu on tavaliselt vähem kulukas odavamate vagunitüüpidega. Nendeks on tavaliselt platvormvagunid, poolvagunid ja hopperid. Vedu kinnise vaguni või spetsiaalvaguniga samal marsruudil on enamasti kallim.

Küsimused

1. Nimeta kaubaveovaguni peamised osad.
2. Kuidas on muutunud eelmise sajandi jooksul kaubavagunite ehitus ja peamised ekspluatatsioonilised näitajad?
3. Mille poolest erinevad vanemat tüüpi platvormvagunid tänapäeval toodetavatest platvormvagunitest?



Pilt 4.33 Restaureeritud vedur 19. saj esimesest poolest

4.9. Raudteevõrgu areng

Eelmise sajandi teisel poolel pöörati pea kõikjal Euroopas suurt tähelepanu tiheda ja kiire liiklemise võimaldava maanteevõrgustiku väljaehitamisele. Samal ajal jäi uute raudteede ehitamine ja olemasolevate renoveerimine tagaplaanile. Suurepärase maanteetaristu rajamine „kutsus“ maanteele sedavõrd palju kaubaveokeid ja erasõidukeid, et paljudes kohtades (enamasti linnade läheduses) hakkasid tekkima liiklusummikud, mis suurenedes pärsivad üha enam reisi- ja kauba-veoliikluse arengut maanteedel.

Euroopa Liidu juhtorganid hakkasid eelmise sajandi lõpul pöörama erilist tähelepanu ummikute ja ülekoormatud maanteedest põhjustatud probleemide lahendamisele. Parimaks lahenduseks peetakse reisi- ja kaubavoogude suunamist ülekoormatud ja ummistatud maanteedelt raudteele. Nii on Euroopa riikides pööratud alates eelmise sajandi lõpuaastatest suurt tähelepanu raudteevõrgu arendamisele. Arendatud on raudtee infrastruktuuri ja võetud kasutusse uusi vagunitüüpe.

Maanteevõrgu edasine kallinemine loob soodsa pinnase, et mahuveod tehakse üha rohkem raudteel ning maanteevõrgu peamiseks valdkonnaks jääb tarbe- ja toidukaupade vedu. Kuigi uuringud EL-i liikmesriikide raudteeliikluses on ennustanud ajavahemikul 1990–2015 raudtee kaubavedude 50%-list kasvu, pole eesmärk saavutatav. Raudteevõrgu osa transpordi modaalsetes jaotustes on isegi vähenenud, moodustades sisemaal tehtavate vedude mahtudest keskmiselt viiendiku. Kaubavoogude struktuuris on olnud märgata nihet massi- ja mahukaupade mahtude suurenemise suunas, mille vedamisel on raudteetranspordil maanteevõrgu ees teadaolevad eelised.

Raudteevõrgu arenguvõimalused on piiratud seoses Ida-Euroopa liikmesriikide raudteevõrgustiku kehvaga, pikka seisuajaga piiridel ja asjaoluga, et EL-i piires raudteevõrgu täielikuks liberaliseerimiseks vajalikud sammud on veel tegemata. Raudteeveo teenuste osutamine on ikka veel raskendatud raudtee ebarahuldava infrastruktuuri ja riigipiiridel mitteühilduvuse tõttu, mis kokkuvõttes takistab selle transpordiliigi eeliste ja tugevuste täielikku ära kasutamist.

Kuna Balti riikides on kasutatav rööpmevahe 1520 mm, Poolas ja mujal Kesk-Euroopas aga 1435 mm, on kaupade vedu raudteel Baltimaade ja EL-i liikmesriikide vahel seotud täiendavate kuludega kaupade ümberlaadimise ja pikeneva veoajaga. See on peamine põhjus, miks raudteeveo Ida- ja Kesk-Euroopa suunal ei suuda konkureerida autotranspordiga. Lisaks puudub Eesti, Läti, Leedu ja Kesk-Euroopa riikide vahel alternatiivina lennutranspordile kiire reisirajaveo-

liiklus maismaal. Nüüdisaegse kiire reisirongiliikluse käivitamisega Rail Baltica raames Eesti ja Saksamaa vahel oleks võimalik sõita 240 km/h liikuva rongiga üleöö Tallinnast Berliini.

Rail Baltica projekt kujutab endast kahe rööpapaariga 1435 mm rööpmelaiusega elektriraudteed, millel on võimalik reisirongiliiklus kiirusega kuni 240 km/h ja kaubarongiliiklus kiirusega kuni 120 km/h. 2012. aastal alustati Rail Baltica ettevalmistus- ja planeerimistöödega, mis kavatakse lõpetada 2016. aastaks. Sellele järgneb projekteerimine, mis kavatakse lõpetada 2020. aastal. Ehitamisega alustatakse korraga Eestis, Lätis, Leedus ja Poolas.

950 km pikkune raudteetrass kulgeb põhja-lõuna suunas Tallinnast Varssavisse, läbides Pärnut, Riit ja Kaunast. Poolas kasutatakse olemasolevat raudteed Bialystocki ja Varssavi vahel. Eksperdid on arvamusel, et trassi valmimisel suunatakse maanteedelt raudteele aastas ligikaudu 4 miljonit tonni kaupu. Märkimisväärne roll saab siin olema konteiner- ja *huckepack*-vedudel.

Küsimused

1. Miks on EL-i transpordipoliitika suunatud eelkõige kaubavoogude suunamisele maanteedelt raudteele?
2. Miks on Rail Baltica väljaehitamine oluline EL-i ühtse transpordivõrgustiku väljaarendamise seisukohalt?