

## GREITŲJŲ KELEIVINIŲ TRAUKINIŲ EISMO PROBLEMOS IR PERSPEKTYVOS

**K. Sakalauskas, R. Rezgaitis**

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

### 1. Įvadas

Šiuo metu Lietuvoje rengiamos įvairios nacionalinės transporto plėtros programos, kuriose daug dėmesio skiriama mūsų šalies transporto politikai koreguoti, atsižvelgiant į naujas transporto plėtros tendencijas pasaulyje ir Europoje, plečiant partnerystės su Europos Sąjunga procesus. Vertinant Lietuvos transporto sektoriaus perspektyvas, taikomas multimodalinis požiūris, t. y. prioritetas teikiamas tarptautinės reikšmės tranzito (Kretos) koridoriams. Lietuvoje tarptautinės reikšmės transporto koridorių politikos tęstinumas nuo nepriklausomybės pradžios sudaro palankias sąlygas nuosekliai plėtoti ir Lietuvos geležinkelių infrastruktūrą. Geležinkelio infrastruktūros tobulinimo prioritetai mūsų šalyje yra geležinkelio tinklo techninio lygio kėlimas ir, svarbiausia, modernizavimas iki ES lygio. Nauja statyba numatoma tik išimtinu atveju. Numatyta nuosekliai didinti traukinių greitį iki 160 km/h, toliau modernizuoti ir išplėsti geležinkelio sienų kirtimo punktus, atlikti geležinkelio pagrindinių linijų kapitalinį remontą.

### 2. Užsienio šalių transporto politika

XXI a. transporto komunikacijos turi būti mažo energetinio imlumo, ekologiškos, komfortiškos, patikimos, demografiškai adekvačios. Tai, suprantama, liečia ir Lietuvos geležinkelius. Realizuojant greitųjų traukinių eismą pasaulyje išryškėjo dvi tendencijos: greitųjų traukinių eismas (141-200 km/h) ir supergreitųjų keleivinių traukinių eismas (>200 km/h). Paprastai greitųjų keleivinių traukinių eismas derinamas su krovinių traukinu eismu. Toks mišrus traukinių važiavimo grafikas įmanomas, rekonstravus esamas (senas) geležinkelio linijas. Rekonstrukcija gali būti atliekama planinių kelio remontų metu, taip sutaupant dalį investicijų, skirtų greitiesiems traukiniams.

Supergreitųjų traukinių eismas realizuojamas rekonstruotose geležinkelio linijose, naudojant riedmenis su vertikaliai pasvyrančiais vagonais ir kitas priemones,

taip pat ir naujai pastatytose magistralėse. Šiuo atveju reikia didelių investicijų, tačiau daugelis rodiklių būna geresni.

Dabartinis Lietuvos, kaip ir daugelio kitų Rytų bei Centrinės Europos valstybių, geležinkelių transporto sektorius techniniu, ekonominiu, technologiniu bei organizaciniu požiūriu tebėra gerokai atsilikęs nuo šiuolaikinių modernių tarpusavyje susijusių Vakarų ir Šiaurės Europos geležinkelių transporto sistemų. Plėtojant ir reformuojant Lietuvos geležinkelių sistemą, tenkinant nacionalinius poreikius ir siekiant infrastruktūros ir riedmenų techninį lygį priartinti prie ES šalių standartų, jau vadovaujamosi bendraisiais Europos transporto plėtros tikslais bei gairėmis. 1994 m. kovo mėn. Kretose (Graikija) vykusioje Europos transporto ministrų 11 konferencijoje buvo išskirti ir juridiskai įteisinti devyni Centrinės ir Pietvakarių Europos (Kretos) multimodaliniai transporto koridoriai, o 1997 m. birželio mėn. Helsinkyje vykusioje III konferencijoje - dešimtas transporto koridorius, einantis per Balkanų šalis. Pabrėžtina, kad svarbiausios Lietuvos transporto magistralės (šiaurės - pietų ir vakarų - rytų kryptimis) buvo prijungtos prie visos Europos plėtotinų tarptautinių transporto koridorių sistemos (žr. pav.). Du iš šių koridorių eina Lietuvos Respublikos teritorija. Pirmasis (šiaurės - pietų kryptis) Varšuva - Šeštakai - Kaunas - Šiauliai - Ryga - Talinas - Helsinkis su atšaka I A: Šiauliai - Pagėgiai -Sovetskask - Kaliningradas, ir IX koridorias (vakarų-rytų kryptis) atšakos IXB: Kijevas - Minskas - Vilnius -Klaipėda bei IXD: Kaišiadorys - Kaunas -Kaliningradas.

Peržvelgus daugelį geležinkelių transporto infrastruktūros studijų ir projektų galima išvelgti prieštaravimų vertinant šios infrastruktūros poveikį šalies ekonomikos augimui. Moksliniu požiūriu ši tema yra sudėtinga ir įvairiapusė, kadangi transporto infrastruktūros netiesioginis poveikis ekonomikai priklauso nuo daugelio sąlygų. Šis poveikis būna trejopas. Kai infrastruktūra dar tik kuriamąjį lemia pagyvėjimą pramonės sek-



toriuje bei visuomenėje, kuris pasireiškia netgi tuomet, kai infrastruktūra dar nėra naudojama (šią jos stadiją galima pavadinti projektine transporto infrastruktūros plėtros stadija). Veikia gerai žinomas Keinso dėsnis. Pavyzdys gali būti statybų augimas ekonomikos nuosmukio arba nedarbo laikotarpiais. Kitas netiesioginis transporto infrastruktūros poveikis ekonomikai išryškėja ją naudojantis. Pastebėta, kad ekonomikos augimas ir plėtotė vyksta infrastruktūros kaimynystėje, kai ji yra prieinamesnė naudotojams. Šią tendenciją patvirtina ir teorinės analizės, ir eksperimentinės studijos. Pagerėjęs infrastruktūros prieinamumas lemia ekonominį pakilimą tiek turtinguose, tiek skurdžiuose rajonuose. Trečiasis netiesioginis infrastruktūros poveikis išryškėja tuomet, kai infrastruktūra yra tinkamai parinkta. Kyla ekonominis lygis. Pagerėjęs susisiekimas užtikrina įmonių veiklos produktyvumą, greičiau plinta naujovės, plačiau ir įvairiapusiškiau naudojamas kapitalas, atsiranda galimybė įmonėms konkuruoti tarpusavyje [1].

Tokį pat trejopą netiesioginį poveikį ekonomikai daro ir greitųjų traukinių infrastruktūra. Tik dėl savo specifikos ji yra labiau koncentruota ir savarankiškesnė už kitas. Kadangi greitųjų traukinių linijos brangiai kainuoja, jos nėra gausios. Sustojimo taškų, siekiant išvengti laiko nuostolių, tarp jų turi būti kuo mažiau.

Netiesioginis greitųjų traukinių linijų poveikis ekonomikai nebūna autonomiškas. Jos yra glaudžiai susijusios su politika: visuomenės nuomonė turėtų lemti ir trasų, ir sustojimo vietų parinkimą. Taigi greitųjų traukinių eismas yra šansas ekonomikos plėtrai, tačiau šiuo šansu reikia mokėti pasinaudoti.

Dėl sumažėjusių laiko sąnaudų greitieji traukiniai pritraukia didesnę keleivių srautą. Keleivius reikia ne tik sutikti, bet ir pasirūpinti, kad jie galėtų persėsti į kitas transporto priemones: keliaujantys po regioną - į paprastus traukinius, kiti - į miesto transporto priemones. Tam reikia įvairiausių pertvarkų - nuo paprasčiausio remonto ir renovacijos nedidelėse stotyse iki naujų stočių statybų. Šiais atvejais geležinkelio stočių statybos darbai tampa proga pertvarkyti tam tikras miesto zonas, išplėtoti prekyvietes ir verslo centrus. Pavyzdys galėtų būti Prancūzijos miestai Lionas ir Lilis. Tačiau nutiestos greitųjų traukinių linijos nepadarė įtakos Marseliui. Taigi greitųjų traukinių linijų netiesioginis poveikis būna gana įvairus. Urbanistinių projektų, susijusių su greitųjų traukinių linijų tiesimu, sėkmė labai priklauso nuo to, kaip jie vykdomi. Užsienio patirtis rodo, kad sumaniai veikiant galima užtikrinti geležinkelio tiesėjimą ir miestų valdžios bendradarbiavimą, bet būtina

remtis transporto ir miesto analize. Studijos rodo, kad modernių geležinkelio linijų tiesimas daro ypač didelę įtaką aptarnavimo sektoriui. Gyventojai ir įmonės koncentruojasi šalia stočių. Tai daro įtaką ir turizmui. Greitieji traukiniai, pakeitę mobilumo sąlygas, paveikia ir darbo rinką. Tą puikiai iliustruoja Shinkanseno geležinkelis, iš kur aktyvioji visuomenės dalis tiesiog „teka“ į Tokiją.

Pagrindinė greitųjų traukinių linijų paskirtis - sujungti atskirus regionus. Jos būna tarpregioninio ir tarptautinio susisiekimo. Greitųjų traukinių eismas užtikrina miestų hierarchiją. Susisiekimo tvarka taip pat įvairi: ritmiški rytiniai ir vakariniai reisai tarp didžiųjų ir vidutinio dydžio miestų, specialūs neplanuoti reisai darbo dienomis, reisai su visais sustojimais.

Poliarizacija, kurią sukelia įvairios transporto infrastruktūros (tarp jų ir greitųjų traukinių infrastruktūra), galima vertinti tik kaip teigiamą reiškinį. Tereikia sušvelninti kraštutinės koncentracijos padarinius, o teigiamais dalykais pasinaudoti.

Pažymėtina, kad ne tik Europoje, bet ir visame pasaulyje pasiektas dabartinis ekonomikos plėtros lygis daugiausia susijęs su labai sparčiu autotransporto paslaugų augimu. Sėkmingai plėtojamos ir kai kurios kitos transporto šakos. Krovinius ir žmones vežant dideliais atstumais, ypač tarpkontinentiniais maršrutais, pirmauja oro transportas. O aplinką mažiausiai teršiantys geležinkeliai dėl įvairių priežasčių ėmė atsilikti nuo bendros transporto raidos. Jie nesumažino teikiamų paslaugų apimtys, tačiau ir padidinti jos, deja, nepavyko. Dabar beveik visose šalyse situacija pasikeitė: tos verslo ir ūkio šakos, kurios lemdavo transporto paslaugų augimą, pasiekė leistinas plėtros ribas. Jau prieš keletą metų politikai ir pati visuomenė ėmė suvokti, jog tiek visos Europos, tiek atskirų žemyno šalių mastu transporto paslaugų poreikis ateityje gali būti tenkinamas tik tuo atveju, jei sparčiai didės geležinkelių paslaugų apimtys, jei visų verslo šakų veikla bus integruojama. Tokia transporto raidos kryptis dabar visaip skatinama. Bet svarbu išsiaiškinti, kodėl geležinkeliai, palyginti su kitomis transporto šakomis, darosi vis mažiau konkurencingi ir tolydžio netenka savo rinkų. Matyt, svarbiausios priežastys yra šios:

vyriausybės išstisus dešimtmečius ignoravo savo geležinkelių infrastruktūrą;

tiek priemiestinių, tiek tolimojo susisiekimo traukinių eismą varžė daugelis istoriškai susiklosčiusių administracinių draudimų, dėl kurių geležinkelį daug sunkiau valdyti negu kurią kitą verslo šaką.

Dėl šių priežasčių geležinkeliai daugelį metų negalėjo būti orientuojami į rinkos ir vartotojų poreikius; kadangi geležinkelius aprūpinančios tiekimo rinkos daugelį metų buvo uždaros, nacionalinės, buvo sunku kurti konkurencingas geležinkelių ir juos aptarnaujančio ūkio sistemas. Tai galiausiai ir atėmė iš geležinkelių galimybą sėkmingai varžytis su kitomos transporto šakomis, kurios daug anksčiau įėjo į pasaulio transporto rinką [ 1 ].

Minėtos geležinkelių problemos verčia koreguoti nacionalinę ir tarptautinę transporto politiką. Pažymėtinas Europos Sąjungos pavyzdys formuojant šiuolaikinę ir ateities geležinkelių transporto politiką. Ją vykdydamos šalies vyriausybės imasi įgyvendinti plataus masto geležinkelių komercinės veiklos ir jų privatizavimo programas. Sudaromos prielaidos įvairių Europos šalių geležinkelių konkurencijai.

Prancūzijos geležinkelių patirtis rodo, kad greitieji traukiniai yra rentabilūs. Jie turi ir kitų svarbių privalumų: geležinkeliai yra vienintelė transporto šaka, kurios galimybės dar ne visai išnaudotos. Ji žmonėms leidžia tiksliai numatyti kelionės laiką ir trukmę. Šių traukinių keleiviams netenka mokėti papildomai, kas neišvengiama kitose transporto šakose. Be to, geležinkeliu keleivis gali nuvažiuoti į miesto centrą. Geležinkelių linijoms reikia maždaug 40% mažiau žemės negu automobilių keliams, 2,3 karto mažiau energijos išteklių, palyginti su automobilių, ir 3 kartus - su oro transportu. Be to, geležinkeliai daug mažiau teršia orą, nesukelia šiltnamio efekto ir nenaikina ozono sluoksnio. Greituosius traukinius lengva integruoti į esamus tinklus - kad jie pradėtų kursuoti mieste, nereikia jokios papildomos ir brangios infrastruktūros, darančios žalą aplinkai. Geležinkelius palyginę su oro transportu, suvoksime, jog pastarąjį vis sunkiau integruoti į esamą infrastruktūrą, todėl nauji oro uostai statomi atokiau nuo miestų centrų. Greitųjų traukinių tinklo plėtra Europos keliuose sumažintų pernelyg intensyvų automobilių eismą, padėtų mažinti oro taršą. Be to, statistiniai duomenys rodo, kad geležinkelis vis dar saugiausia transporto šaka. Riedmenų patikimumas ne kartą įrodytas.

Didinant geležinkelių transporto konkurencingumą ypač sėkmingos buvo japonų pastangos. Pirmiausia šioje šakoje imta diegti rinkos koncepciją. Jos esmė visai paprasta - ėmė vyravti greitieji traukiniai. Juk, pavyzdžiui, traukinio keleiviui svarbiausia yra kelionės trukmė, jos patrauklumas, eismo punktualumas ir patikimumas. Netrukus ir Europos šalys - Prancūzija, vėliau Vokietija, Švedija, Italija, Ispanija, ir Didžioji Britanija suprato, jog tik didesnis traukinių greitis leis jiems konkuruoti

su oro ir privačiu automobilių transportu. Todėl imta projektuoti ir tiesti naujas geležinkelio linijas, kuriomis traukiniai važiuotų 200-300 km/h greičiu. Stengiamasi, kad kelionės greituoju traukiniu trukmė būtų maždaug tokia pat kaip skrendant lėktuvu, o patogumų keleivis, palyginti su kitomis transporto šakomis, turėtų žymiai daugiau. Visa tai įgyvendinta greituosiuose traukiniuose TGV, ICE, X 2000, ETR ir AVE.

Tokiai pertvarkai, suprantama, reikėjo didelių kapitalinių įdėjinių, ypač kuriant naują infrastruktūrą. Kai kuriose šalyse, pavyzdžiui, Vokietijoje, siekti didesnio traukinių greičio buvo įmanoma tik tuo pačiu metu įgyvendinant keleivius aptarnaujančio mišraus transporto koncepciją. Kolonės - Frankfurto prie Maino greitųjų traukinių linija skirta vien tik keleiviams. Prancūzijoje tokių linijų yra daugiau.

Tačiau beveik visose Europos šalyse geležinkelininkams iš biudžeto skiriama nepakankamai lėšų, tiesti daug naujų traukinių linijų daugeliui šalių yra ne pagal kišenę. Tai trukdo įgyvendinti ir naujų transporto koridorių, vedančių į Centrinę ir Rytų Europą, idėją. Tačiau spartinti traukinių eismą, kaip jau minėta, verčia ne tik ekonominės priežastys, poreikis taupyti energetinius išteklius, bet ir būtinumas tausoti gamtą. Todėl vis ieškoma naujų sprendimų ir bene svarbiausias iš jų - minėtiems tikslams įgyvendinti pritraukti privatų kapitalą.

Kita vertus, vertinant naują greitųjų traukinių liniją negalima apsiriboti vien jos privalumais. Jei tokia linija yra pernelyg brangi, tuomet laiku nesugrįžta lėšos ir galiausiai ji tampa nuostolinga. Susidūrus su tokia problema, buvo prieita prie naujos technologijos - tai traukinys su vertikaliai pasvyrančiais vagonais. Toks traukinys greičiau važiuoja raižyta ir nelygia vietoje, išvengia kelionės trukmę ilginančios ir energetikos sąnaudas didinančios greičio kaitos tam tikruose kelio ruožuose. Pažymėtina, kad vienam naujos greitinės traukinių eismo linijos kilometrui nutiesti reikia -15-30 mln., o kartais ir daugiau Vokietijos markių. O vieno senos linijos kilometro pritaikymas „pasvyrančio korpuso“ traukinių eismui kainuoja 5-10% minėtos sumos. Papildomos išlaidos „pasvyrančio korpuso“ mechanizmomams įrengti sudaro tik 5-8% bendros traukinio kainos. Tokie nauji traukiniai yra puiki alternatyva naujų greitinių geležinkelio linijų tiesimui. Geras tokio traukinio pavyzdys - švedų X 2000, leidęs labai sutrumpinti kelionės laiką ir padidinti keleivių srautą. Italijoje tai pasiekti padėjo Pendolino traukiniai. Tokie greitieji traukiniai - naujovė, rodanti, kad galima atgaivinti mirštančiu laikytą geležinkelių transportą ir, pritaikius šią

naująvę rinkos ekonomikai, gerai išnaudoti geležinkelių galimybes. Europos šalių geografinės ir demografinės sąlygos palankios greitųjų traukinių tinklo plėtrai. Jas sieja glaudūs ryšiai, o didmiesčiai vienas nuo kito nutolę ne daugiau kaip 1000 km. Todėl kuriant efektyvų transporto tinklą pagrindinis vaidmuo teks greitiesiems traukiniams [1].

### 3. Pagrindiniai greitųjų traukinių eismo technoekonominiai aspektai

Esamose geležinkelio linijose keleivinių traukinių greičiui didinti trukdo mišrus eismas, greičio ribojimai stotyse, iėšmai, kreivės, mažas tarpkelės gabaritas, žėmės sankasos stabilumas ir kelio statiniai. Geležinkelio ruožuose, kurie ribojasi su didesniais miestais, greitis ribojamas iki 100-120 km/h.

Dėl šių ir kitų priežasčių tikslinga supergreitinių geležinkelio magistralių (SGM) statyba, kuriose nebūtų minėtų greičio barjerų. SGM, kuriose keleivinių traukinių greitis siekia 300-350 km/h, pirmiausia reiškia techninę ir technologinę geležinkelių raidą. Dėl to, kaip rodo pasaulinis patyrimas, gerėja keleivių vežimo sąlygos; traukinių eismas, palyginti su kitomis transporto rūšimis, yra daug saugesnis, be to, gerėja regionų, per kuriuos eina magistralės, vystymasis ir pagaliau tai daro teigiamą įtaką šalies ekonomikai.

Kadangi SGM techniniu ir ekonominiu atžvilgiu yra efektyvios, saugios ir ekologiškos, 15 Europos šalių atstovų susitarimu kuriamas bendras SGM tinklas.

Pelningiausi yra dideli transporto mazgai, nutolę nuo 200 iki 1000-1500 km atstumu. Tokių magistralių ilgis Europoje viršija 2,5 tūkst. km (pasaulyje yra daugiau kaip 4 tūkst. km), o greitinių magistralių ilgis siekia apie 14 tūkst. km.

Be Prancūzijos ir Japonijos, aktyviausiai realizuojančių naujus projektus greitųjų traukinių eismo srityje, šios politikos laikosi ir Vokietija, Ispanija, Italija, Belgija, Šveicarija, Švedija, Suomija ir kt. Šiose šalyse naudojami riedmenys su vertikaliai pasvyrančiais vagonais (3-8°), kurie leidžia padidinti traukinių greitį mažo spindulio kreivėse. Vokietijos geležinkelių duomenimis, traukinys su vertikaliai pasvyrančiais vagonais 640 m spindulio kreivėje gali važiuoti 160 km/h greičiu vietoj ribojamo 127 km/h, o 1000 m spindulio kreivėje - 200 km/h greičiu vietoj 160 km/h įprasto traukinio greičio [2].

Būtina nagrinėti tokio techninio sprendimo įdiegimo tikslingumą ir Lietuvos geležinkeliuose, atsižvelgiant į didesnių kelio apkrovų santykį su važiavimo komfortu.

JAV greitųjų traukinių sistemų keleiviams vežti, tokių kaip Europoje arba Japonijoje, ir artimiausioje ateityje turbūt neįdiegs. Dabartiniu metu realizuota tik magistralė Niujorkas - Vašingtonas. Tam yra daug priežasčių. Pirmiausia šiluminei traukai pakeisti elektrine trauka reikia didelių investicijų (linijos statyba kainuoja 8-30 mln. JAV dol./km). Gyventojų tankumas yra per mažas, kad magistralė būtų rentabili (keleivių vežimų apimtys Japonijoje Hokkaido linijoje 12 kartų, o TGV linijoje Paryžius - Lionas 4 kartus didesnės už perspektyvinių JAV linijų prognozuojamas keleivių vežimų apimtis). Tam turi įtakos ir asmeninių automobilių vienas gyventojui koeficiento (0,56 auto/gyv. JAV; 0,42 - Prancūzijoje; 0,43 - Vokietijoje; 0,25 - Lietuvoje) santykis su maža degalų kaina (0,3 JAV dol./l - JAV ir 0,8 -1,0 - Europoje ir Japonijoje). Be to, vežimų oro transportu nedideliais atstumais tarifai JAV 20 - 50% mažesni negu Prancūzijoje, Vokietijoje ir Japonijoje (išskyrus Niujorko ir Vašingtono oro maršrutą). Pagaliau demografiniai JAV ypatumai nėra palankūs greitųjų traukinių sistemai, norint konkuruoti su kitomis transporto rūšimis.

Esant dideliems traukinių greičiams, prasideda sudėtingesni riedmenų ir kelio sąveikos procesai. Bėgio nusidėvėjimas rato kontakto zonoje sukelia aukštojo dažnio virpesius (iki 5000 Hz), kurie persiduoda kelio viršutinei konstrukcijai. Dėl to prasideda intensyvus balasto dėvėjimasis. Ilgi bėgių kelio nusidėvėjimai ir nelygumai (20-50 m ir daugiau) sukelia žemojo dažnio virpesius (apie 1 Hz) riedmenų važiuoklėje, kurie blogina rato ir kelio sąveiką. Atitinkamai kyla geležinkelio konstrukcijos ir priežiūros reikalavimai.

### 4. Kelio plano, konstrukcijos ir priežiūros reikalavimai

Pagrindiniai bendrieji reikalavimai, keliami SGM, yra: valstybinių ir socialinių interesų paaisymas; tarpvalstybinių ryšių (svarbių integracinių ryšių) plėtra; demografinis adekvatumas; energijos sąnaudos; geležinkelio linijų rentabilumas; keleivių kelionių trukmės mažinimas; važiavimo komfortiškumas; ekologiškumas; eismo saugumas.

Didelis traukinių greitis - važiavimo trukmės mažinimo sąlyga. Tai galima pasiekti mažinant arba likviduojant barjerus, kurie mažina traukinių greitį. Taip pat panaudoti naujas technologijas ir tinkamai organizuoti linijų priežiūros darbus, įvertinant SGM ypatumus.

Pavyzdžiui, TGV linijai Paryžius - Lionas (ilgis 425 km) galioja reikalavimas, leidžiantis tik vieną greičio

barjerą iki 100 km/h visos magistralės pagrindiniame kelyje.

Didelis geležinkelio transporto keleivių vežimų privalumas, palyginti su kitomis transporto rūšimis, - galimybė keleiviams sukurti tokį komforto lygį, kad jie galėtų ne tik gerai pailsėti kelionės metu, bet ir poilsį derinti su darbu. Šiuolaikiniuose greituosiuose traukiniuose darbo sąlygos nenusileidžia gerai įrengtai įstaiagai su visomis ryšio priemonėmis. Tačiau tam būtina užtikrinti tam tikras technines sąlygas. Labai svarbūs:

išorinio bėgio kreivėje pakylės dydis ir pakylės pagreitis;

tiesių intarpų kreivėse dydžiai;  
apskritimo ir virsmo kreivių parametrai.

Be to, būtina pašalinti viršutinės bėgio galvutės kontakto trumpus ( 1,0-1,5 m) nelygumus ir ilgus (20-50 m ir daugiau) kelio nelygumus, nusėdimus ir išsikraipymus.

Geležinkelio transportas - vienas iš mažiausiai aplinką teršiančių transporto rūšių (ypač pagal išmetamų į atmosferą kenksmingų teršalų kiekį). Projektuojant naujas, rekonstruojant, taip pat ir eksploatuojant esamas geležinkelio linijas svarbūs šie veiksniai:

geležinkelio linija neturi sutrikdyti natūralios vandens filtracijos, augalijos, gyvūnijos migracijos;

geležinkelio konstrukcijoms negali būti naudojamos sveikatai kenksmingos medžiagos (tarp jų asbestinis balastas, kuris traukiniams greitai važiuojant išpučiamas iš kelio konstrukcijos dulkių pavidalu);

geležinkelis dėl bėgių nusidėvėjimo ir kelio nelygumų, sujungimų, iešmų, bebalastinės kelio konstrukcijos ant tiltų neturi būti triukšmo šaltinis;

statybos ir kelio darbų priežiūros technologija ir organizacija turi daryti minimalią įtaką aplinkai.

Užsienyje daug dėmesio skiriama ekologijos klausimams.

Eismo saugumas geležinkelyje užtikrinamas dideliu techninių priemonių patikimumu ir technologiniu lygiu magistralės statybos arba rekonstrukcijos stadijoje, taip pat eksploatacijos metu. Tai pastebima Japonijos greitinesse geležinkelio magistralėse, kuriose nuo 1964 m. (kai buvo atidarytas greitųjų traukinių eismo Tokijas - Osaka ruožas) iki 1998 m. nebuvo nė vienas keleivis.

Eismo saugumo greitinesse ir supergreitinesse geležinkelio magistralėse su krovinių traukinių eismu užtikrinamas nėra lengva užduotis, bet tai labai svarbu, kadangi avarijų padariniai, esant dideliam traukinių greičiui, daug didesni, negu, kai traukiniai juda iki 140 km/h greičiu [1].

Lietuvos geležinkeliuose dabartiniu metu yra susiklosčiusi tokia situacija:

Daugelis geležinkelio magistralių, kuriose planuojama realizuoti greitųjų traukinių eismą, yra pastatytos prieš keletą dešimtmečių, jos nepritaikytos važiuoti dideliu greičiu.

Šių linijų inžineriniai statiniai ir žemės sankasa su projektuoti ir pastatyti pagal normas ir technologiją, iš dalies trukdančias greitųjų traukinių eismui. Dėl ilgos eksploatacijos galimos įvairios kelio sankasos deformacijos ir kelio defektai, jei nebus atliktas jų kapitalinis remontas arba rekonstrukcija.

Kai kurie geležinkelio magistralės ruožai pakloti ant smulkios frakcijos skaldos balasto, netinkamo greitųjų traukinių eismo sąlygomis.

Nemaža dalis geležinkelio tinklo magistralių yra eksploatuojamos, nors yra viršytas normatyvinis krovinių intensyvumas ir reikia traukinių greičių ribojimo.

Daug geležinkelio pervažų, tarp jų nesaugomų ir neaprūpintų šiuolaikinės automatinės signalizacijos ir ryšio priemonėmis.

Pavojingi magistralės ruožai neaptverti, todėl žmonės, gyvūnai ir transporto priemonės gali susidurti su traukiniais.

Dėl nepakankamo finansavimo kyla sunkumų remontuojant riedmenų parką, o tai turi įtakos remonto darbų kokybei, todėl krovinių sąstatais gali važinėti vagonai su kėbulo, automatinės sankabos, važiuoklės ir stabdžių sistemos defektais.

Nepakankamas aptarnaujančiojo personalo kvalifikacijos ir disciplinos lygis.

Geležinkelių avarijų analizė rodo, kad trūkumų yra organizuojant kelių, vagonų ir lokomotyvų bei vežimų tarnybų darbą. To priežastys: kelio iešmų defektai, bėgių lūžiai, kelio išmetimas, susidūrimai pervažose, vagonų ratų ašių lūžiai, vagonų detalių defektai ir lūžiai, šviesoforo signalų ignoravimas, iešmų perjungimas važiuojant sąstatui, manevrinių darbų taisyklių pažeidimai.

Bet Lietuvos geležinkeliuose šioje srityje yra ir gerų pavyzdžių, kurios didina traukinių eismo saugumą:

kuriama teisinė ir normatyvinė bazė traukinių eismo saugumui užtikrinti;

atliekant kelio remonto ir diagnostikos darbus, priimami nauji technologiniai ir techniniai sprendimai;

naudojamos naujos vagonų ir lokomotyvų diagnostikos techninės priemonės;

pradėta geležinkelių transporto organizacijų, techninio personalo ir mokymo įstaigų atestacija;

visais lygiais intensyviai diegiamos kompiuterizuotos valdymo ir informacijos sistemos;

yra dideli rezervai traukinių eismo saugumui užtikrinti, naudojant šiuolaikines ryšio priemones (skaitmenines, palydovines).

Rekonstruojant esamas geležinkelio magistrales greitųjų keleivinių traukinių eismui, būtina įvertinti didesnius reikalavimus, keliamus kelio planui ir profiliui. Lietuvos geležinkeliuose, esant mišriam traukinių eismui, magistralėse didžiausias nuolydis 15%. Nuolydžių mažinimo darbai turi būti pagrįsti techniniais ir ekonominiais skaičiavimais. Užsienio greitinėse magistralėse išilginio profilio nuolydis neviršija 12,5%. Išilginis kelio profilis projektuojamas kiek įmanoma ilgesniais ruožais su mažiausiu nuolydžių algebriniu skirtumu  $A_i$ . Didžiausia  $A_i$  reikšmė neviršija 4 ir 6%, kai stoties kelių ilgiai atitinkamai 1050 ir 850 m. Didesniuose išilginio profilio elementų lūžiuose projektuojamos vertikalios 20 000 m spindulio kreivės.

Gulsčių kreivių dydžiai plane ne mažesni kaip 3000 m. Didžiausi leidžiami keleivinių traukinių greičiai apskaičiuojami, laikantis nenuslopinto išcentrinio pagreičio  $0,7 \text{ m/s}^2$  ir jo didėjimo greičio - ne daugiau kaip  $0,4 \text{ m/s}^2$  reikšmių. Visos gulsčiosios kreivės turi virsmo kreives, kurių ilgis (m) ne mažesnis kaip 2 h, kur h - išorinio bėgio kreivėje pakyla (mm), nustatoma pagal formulę [3]:

$$h = 12,5V_{vid.}^2 / R, \quad (1)$$

$V_{vid.}$  - vidutinis traukinių srauto kreivėje greitis, km/h;  $R$  - kreivės spindulys, m.

Išorinio bėgio pakylas kreivėje dydis turi neviršyti 150 mm. Pakylas kilimo nuolydis ne didesnis kaip 1 mm 2 m kelio ilgio. Tiesių ruožų tarpai tarp virsmo kreivių - ne mažesni kaip 150 m.

Norint didinti traukinių greitį eksploatuojamose geležinkelio magistralėse, būtini detalūs inžineriniai geologiniai žemės sankasos būklės tyrinėjimai. Pagal projektinę-sąmatinę dokumentaciją visos nestabilios vietos remontuojamos ir pašalinami defektai. Žemės sankasos iš nedrenuojančių gruntų plotis ne mažesnis kaip 11,7 m. Kai po balasto prizme yra apsauginis sluoksnis, žemės sankasos plotis gali būti sumažintas 0,4 m.

Sankasos pagrindinė aikštelė iš molingųjų gruntų stiprinama apsauginiu sluoksniu iš drenuojančio grunto arba iš šio grunto ir su šilumą izoliuojančiomis medžiagomis (putplastas, polistirolas ir kt.). Apsauginio sluoksnio storis apskaičiuojamas pagal molingą grunto įsaulo sąlygas, bet turi būti ne mažesnis kaip 0,8-1,0 m prie-

moliams, moliams ir 0,5-0,7 m - priemėliams. Gruntų sutankinimo koeficientas- 1,0. Filtracijos koeficientas 0,5 m/parai. Kai kuriais atvejais įrengiama geotekstilė ant viso žemės sankasos pločio. Ruožuose, kur žemės sankasa ribojasi su statiniais (tilto konstrukcijomis), būtina įvertinti žemės sankasos deformacijas ir užtikrinti stabilų perėjimą. Žemės sankasa tose vietose praplatinama 0,5 m į abi puses 10 m atstumu nuo statinio pamatų ir 25 m atstumu nuosekliai grįžta į normalų sankasos plotį.

Rekonstruojamose geležinkelio magistralėse, kuriose vyksta greitųjų traukinių eismas, tiltai turi būti ne žemesnės kaip III kategorijos. Rekonstruojant ar atliekant kapitalinį remontą, bebalastį tilto pagrindą rekomenduojama pakeisti konstrukcijomis su balastiniu kelio pagrindu. Kai tilto tarpatramis iki 16,5 m, toks pakeitimas būtinas. Balastas pilamas kietos 25-60 mm frakcijos skaldos. Storis po pabėgiu -  $>30 \text{ cm}$ .

Tiltus su balastiniu bėgių keliu galima įrengti esant įvairiam greitinio geležinkelio planui ir profiliui, o tiltai su bebalaste konstrukcija įrengiami tiesiuose kelio ruožuose ir mažesniame už 4%o nuolydžiui. Ant tiltų įrengiamas besandūris kelias.

Supergreitinėse geležinkelio magistralėse statiniams keliami dar didesni reikalavimai. Šios normos dabar tikslinamos ir derinamos, atliekant tyrinėjimus ir kaupiant eksploatacijos patyrimą.

Rekonstruojant esamas magistrales greitųjų keleivinių ir krovinių traukinių eismui Rusijos geležinkeliuose klojami užgrūdinti R65 1 klasės bėgiai, suvirinti elektrokontaktiniu būdu iš 25 m bėgių į trumpas grandis (400-800 m). Paklotus kelyje šiuos bėgius suvirina ir šlifuoja.

Įdubimai suvirintose vietose po mechaninio šlifavimo neleidžiami, o iškilimai gali būti iki 0,3 mm, matuojant 1,5 m atstumu. Kitose ruožo vietose po šlifavimo taip pat matuojant 1,5 m atstumu nelygumai negali viršyti 0,3 mm.

Naudojami gelžbetoniniai pabėgiai: didesnės masės (350 kg) Š1-TS, kai epiūra 1760 vnt/km, arba standartiniai (250 kg), kai epiūra 1840 vnt/km. Pabėgiai klojami ant 40 cm storio 25-60 mm frakcijos 1-20 stiprumo (granitas, bazaltas, diabazas ir t.t.) skaldos. Po balastu pilamas ne mažesnis kaip 15 cm storio smėlio ir žvyro arba 5-25 mm frakcijos skaldos pagrindas. Jo storis mažesnis, jeigu klojama ant seno balastinio sluoksnio. Taip pat gali būti klojamas polimerinių medžiagų pagrindas. Balastinės prizmės petys -  $>45 \text{ cm}$ , šlaitų nuolydis - 1:1,5 [4].

Iešmai R65 1/11 kryžmėženklis ir didesni ant gelžbetoninių pabėgių su lanksčiomis smailėmis. Smailės, rėminiai bėgiai, kryžmės atlankos ir judamos šerdys - termiškai užgrūdintos. Iešmus kloja ant skaldo balasto. Iešmo balasto storis kaip ir jungiamųjų kelių balasto prizmės.

Daugelyje Vakarų šalių greitinių ir supergreitinių geležinkelio linijų konstrukcijose naudojama tradicinė kelio konstrukcijos schema (bėgiai - pabėgiai - balastas).

Prancūzijos geležinkelių bendrovės (SNCF) 1970 - 1976 m. atlikti tyrinėjimai ir bandymai patvirtino, kad šiuolaikinis kelias su pabėgiais, paklotais ant balasto, leidžia pasiekti 300 km/h nenaudojant konstrukcijos su tvirtu gelžbetoniniu geležinkelio pagrindu. Esant 270 km/h greičiui, dinaminis poveikis į kelią daugiausia priklauso nuo vagonų vežimėlių masės. Nors dinaminė apkrova (167 kN) panaši į krovinio vagono, važiuojančio 100 km/h greičiu, dinaminę apkrovą (196 kN), pavojingi virpesiai skirtingi: 3-4 Hz kroviniui vagonui ir 40-50 Hz keleivinio TGV traukinio vagonui. Esant 270 km/h greičiui tokie didesnio dažnio virpesiai dėl 1,7-1,8 m ilgyje esančių kelio nelygumų gali turėti įtakos rezonansinių reiškinių atsiradimui [2].

TGV linijose klojami netermiškai grūdinti legiruotojo metalo bėgiai: vidiniai įtempimai suiriumi 955 MPa,  $\sigma_y$  - 506 MPa, santykinis pailgėjimas 12%, kietumas - 277 HB. Šie bėgiai tiesesni, palyginti su termiškai grūdintais. UIC60 tipo ir 60 kg/m masės sunkūs bėgiai gerai paskirsto vertikaliąsias ir horizontaliąsias jėgas.

Daugiau dėmesio skiriama bėgių tiesumui, siekiant pašalinti nelygumus nuo 1,5-2,0 m ilgio bangų.

Vietoj 4,5 mm storio profiliuotų bėgių guminių padėklų tarpiklių dedami 9 mm storio tarpikliai, tam, kad būtų sumažintas pačios konstrukcijos virpesių dažnis.

Vokietijos geležinkeliai taip pat turi sukaupę nemažą patirtį. Greitines magistralės konstrukcijoje naudojami gelžbetoniniai pabėgiai B70W. Pastaruoju metu tam, kad būtų padidintas kelio stabilumas, pradėti gaminti ir eksploatuoti sunkesni B75 ir B90 pabėgiai su didesniu atraminiu paviršiumi.

Buvo atliekami bebalasčių kelio konstrukcijų *Rheida* ir *Ziiblin* (paklota apie 20 km) bandymai. Stebėjimų rezultatai parodė, kad jie netinka masiniam naudojimui. Pasirodė, kad žemės sankasos nusėdimai viršija galimus kompensuoti bėgių tvirtinimo reguliavimu nusėdimus. O tokių plokščių pakėlimas ir bebalastės kelio konstrukcijos derinimas sudėtingas ir brangus. Šiuo metu bandymai tęsiasi. Paklotos 7 tipų kelio konstrukcijos. 1992 m. Italijos geležinkeliai pradėjo eksploatuoti greitines

linijos Roma - Florencija paskutinį 43 km ilgio ruožą. Tai vienintelis ruožas 300 km/h projektiniam traukinių greičiui, nors dabar magistralėje leidžiamas 250 km/h. Mažiausių kreivių spindulys - 4000 m, o bėgio pakyla - 135 mm.

Kad prie magistralių nepatektų pašaliniai žmonės, gyvūnai ir transporto priemonės, jos aptveriamos užtvaramis (gelžbetoninėmis, vielos ir kt.) arba apsodinamos įvairiais tankiais augalais. Kai kur daromos pėsčiųjų zonos. Jos ženklinamos įspėjamaisiais ženklais ir signalizacija, informuojančiais apie greitųjų traukinių eismą. Aptvarai, kiek įmanoma, derinami su sniego ir garso izoliavimo konstrukcijomis.

Užsienio geležinkeliuose statomi įvairūs užtvairai. Prancūzijoje ir Ispanijoje paplitę vielinio tinklo užtvairai, įtvirtinti įžemintuose 2,5 m aukščio metaliniuose rėmuose. Kai kuriose vietose, kur žmonės ar gyvūnai dažniausiai bando pereiti magistralę, šios vielinės tvoros statomos su 1 m pločio stogeliu į išorinę pusę ir sensoriniais davikliais, įspėjančiais apie saugomos zonos pažeidimus. Italijos ir Vokietijos geležinkeliuose naudojamos gelžbetonio plokštės arba sudėtingesnės konstrukcijos, apsaugančios ir nuo triukšmo.

Įvertinus užsienio valstybių patyrimą, taip pat technologines galimybes linijas rekomenduojama aptverti:

tarpstočiuose negyvenamose vietose - įrėmintu tampriu vieliniu tinklu ant gelžbetoninių atramų;

gyvenamuosiuose rajonuose - ant pamatų įtvirtintomis išsienėmis plokštėmis, papildomai mažinančiomis triukšmą.

Pastaraisiais metais daugiau dėmesio skiriama ekologiniams klausimams ir ypač gyventojų apsaugai nuo triukšmo. Tai visiškai suprantama, nes geležinkelio transportas yra triukšmo šaltinis. Didėjant traukinių greičiams, triukšmas darosi intensyvesnis.

Šios problemos tyrimai Vokietijoje, JAV, Anglijoje, Prancūzijoje, Rusijoje leidžia padaryti šias išvadas. Triukšmo lygis ir jo girdimumas prie magistralių esančiuose rajonuose priklauso nuo: traukinio riedmenų tipo; triukšmo matavimo atstumo; traukinio greičio; triukšmo spektro; nelygumų ant bėgių ir traukinių ratų; kelio konstrukcijos (balastinis, besandūris, iešmai su paslankia šerdimi); geležinkelio padėties iškasoje; akustinių skydų; kelio remonto mašinų darbo (balasto valymo ir kelio derinimo); vagonų susikabinimo rūšiavimo keliuose; signalinių, garsinių įrenginių darbo. Didelį triukšmą sukelia dyzeliniai lokomotyvai. Kadangi elektriniuose lokomotyvuose ir traukiniuose nėra vidaus degimo variklių, jie kelia daug mažiau triukšmo.



1 lentelė. Geležinkelių transporto keliamo triukšmo normos

Table 1. Standards of noise made by railway transport

Teritorija	Paros laikas, h	Triukšmo lygis, dB
Prie ligoninių ir sanatorijų	7-23	60
	23-7	50
Prie gyvenamųjų namų, poliklinikų, poilsio namų, pensionatų, mokymo įstaigų, bibliotekų ir t. t.	7-23	80
	23-7	70
Prie viešbučių ir bendrabučių	7-23	85
	23-7	75

Be vyraujančio akustinio triukšmo, rato ir kelio kontakto vietoje dėl dinaminių jėgų poveikio atsiranda vibracijos. Jos persiduoda kelio viršutine konstrukcija ir gruntu šalia esantiems pastatams. Paprastai žmogus jaučia žemojo dažnio mechaninius virpesius. Žmonės, dirbantys ar gyvenantys arčiau geležinkelio, dažnai skundžiasi šiais reiškiniais. Jeigu atstumas nuo statinio iki geležinkelio mažesnis negu 10-15 m, apsauginių akustinių ekranų neužteks. Todėl gyvenamieji pastatai nuo magistralių turi būti nutolę 150-200 m atstumu. Didžiausias triukšmo lygis 25 m atstumu nuo magistralės keleviniam traukiniui važiuojant apie 160 km/h greičiu svyruoja nuo 91 -94 dB. Jis vienodas visose šalyse, kur eksploatuojamas greitasis geležinkelio transportas. Triukšmo lygį labai sumažina diskiniai stabdžiai (iki 10 dB) ir bėgių paviršių šlifavimas. Kitas būdas - lygiagrečiai su geležinkeliu įrengti akustinius ekranus. Tai gali būti iš atskirų horizontalių elementų surenkami ekranai arba tvoros iš gelžbetoninių plokščių. Kai kurios magistralės yra aptveriamos sudėtingos geometrinės formos konstrukcijomis. Vokietijoje naudojama dviejų sienelių plokštė su stiklo vatos intarpu. Švedijos geležinkeliuose - mediniai ekranai. Deja, jie neilgaamžiai. Užpatentuoti akustiniai ekranai apšodinti augalais (Vokietija) ir reflektorinio tipo ekranai su papildomais triukšmo slopintuvais (Prancūzija). Bet visos konstrukcijos technologiškai sudėtingos, todėl brangios.

Daugiausia dėmesio sulaukia apsauginės 25 m pločio medžių juostos. Tokia apsauga, vertinant iš ekologinės pusės, triukšmą sumažina 10-12 dB. Tokios juostos užsodinamos greitai augančiais medžiais su tankiu vainiku ir krūmokšniais. Krūmokšniai uždengia apatinę medžių vainiko dalį. Juostos struktūra turi būti tanki ir be tarpų. Medžių aukštis - ne mažiau kaip 7-8 m, krūmokšnių - 1,5-2,0 m.

Traukiniai, važiuodami metaliniais tiltais ir estakadomis, kelia 20 dB didesnę triukšmą. Tokiu atveju sie-

kiant mažinti triukšmą reikia keisti kelio viršutinę konstrukciją, į balastinę, be to, į jo sudėtį turi įeiti polimerine» medžiagos.

Visos minėtos traukinių srauto ar atskirų riedmenų sukulto triukšmo mažinimo priemonės turi užtikrinti tokį santechnikinis normomis reglamentuojamą 2 m atstumu nuo užtvėrimo iki pastato triukšmo lygį (1 lentelė) [2].

Viršutinės kelio konstrukcijos elementai, kaip ir kita masinės gamybos produkcija, pasižymi plačiu technologinių nuokrypų diapazonu. Todėl būtina kelio vėžės pločio, bėgio ir rato riedėjimo paviršiaus kokybės nuokrypų optimizacija. Tai sumažina kelio priežiūros išlaidas ir eismo pertraukas, sumažėja krovinių ir kelevių vežimo kaina.

Jeigu vėžės geometriniai parametrai neatitinka riedmenų važiuoklės geometrinų parametrų, tai dėl padidėjusių dinaminių poveikių kelias intensyviai dėvisi.

Kai kurių kelio geometrinių parametrų nuokrypos pateiktos 2 lentelėje.

Didėjant traukinių greičiams, didėja rato ir bėgio kontaktinio paviršiaus abrazyvinis dėvėjimasis, susidaro nelygumai, aktyviai dėvisi balastas.

Tyrimais nustatyta, kad priešlaikinis remontas ne visada pagerina kelio kokybę ir periodiškai būtina atlikti tik planinius kelio darbus. Dažnas kelio balasto prizmės tankinimas, neišvengiamas atliekant remontus, turi neigiamos įtakos skaldos tamprumui. Tankinant balastą, tuštumos užsipildo sutrupintomis skaldos dalimis ir dulkėmis. Tai blogina vandens nutekėjimą ir balasto konstrukcijos stiprumą. Todėl mechanizuotus balasto skaldos tankinimo darbus reikia organizuoti tik būtiniais atvejais.

Aukštojo dažnio virpesiai, atsirandantys esant dideliems greičiams, sukelia ratų prisasukimus, o tai kartu su daugeliu kitų fizinių ir cheminių poveikių turi įtakos 500 - 1500 mm ilgio nelygumų ant bėgių atsiradimui.

2 lentelė. Kelio geometrinių parametru nuokrypos  
Table 2. Deflections of geometric parameters of a railway line

Leidžiama nuokrypa, mm	Japonija	Rusija	Prancūzija	JAV
Kelio vėžės pločio	+6-4	+6-4	-	+6-13
Plane	12	18	12	13
Profilyje	20	20	10	13
Pagal lygį	14	16	12	15

### 5. Geležinkelio linijų techninių parametru analizės principai

Projektuojant naujas ir rekonstruojant (modernizuojant) esamas geležinkelio linijas, reikia analitiniu būdu nustatyti įvairių traukinių greitį ir važavimo laiką, įvairius eksploatacinius parametrus bei plano ir išilginio profilio elementu poveikį traukinių eismui.

Traukos apskaičiavimas yra pirmoji geležinkelio linijos projektavimo dalis. Pagal parinktos trasos scheminį išilginį profilį ir pasirinktus traukinių parametrus patikrinami jos pagrindiniai elementai ir tik tada ruošiamas detalus bėgių kelio projektas. Toliau projektuojant vėl grįžtama prie traukos apskaičiavimo, kai parenkamos skiriamųjų punktų vietos ir atliekama energetinė geležinkelio linijos analizė. Taigi traukos apskaičiavimas yra geležinkelio projektavimo teorinis pagrindas. Traukos lygties formulėmis pagal specialią metodiką optimizuojami bėgių kelio trasos ir išilginio profilio elementai, sudaromos prielaidos jų tarpusavio derinimui. Didelė traukos apskaičiavimo reikšmė tenka geležinkelio eksploatacijai ir rekonstrukcijai. Eksploatuojant geležinkelį, remiantis funkcinę priklausomybę  $v=f(s)$ , yra sudaromi traukinių eismo grafikai, skaičiuojamas geležinkelio linijų vežamasis pajėgumas [3].

Traukos apskaičiavimas yra sudėtingas procesas, nes reikia sukaupti daug duomenų apie lokomotyvus, vagonus, bėgių kelius, nustatyti jų tarpusavio santykį ir susieti su traukinio važavimo sąlygomis. Todėl skaičiuojama remiantis paprastais metodais, daugeliu apibendrintų rodiklių. Naudojami ne absoliutūs jėgų dydžiai, o jų santykinės reikšmės, nepaisoma traukinio geometrinių parametru, naudojama daug empirinių koeficientu. Taip prastinant skaičiavimus išvengiama nereikalingo darbo, o gauti rezultatai atitinka reikiamus tikslumo reikalavimus.

Didelės apimtys traukos skaičiavimai paprastai atliekami ESM, pagal algoritmą turinčia gausybę kintamųjų, susietu traukinio judėjimo integraline lygtimi. Šios

lygties pagrindas yra visų traukinių veikiančių jėgų atstojamoji, gaunama sąveikaujant kinetinės energijos sąnaudoms ir judėjimo sąlygoms.

### 6. Lietuvos geležinkelių linijų techninių parametru analizė

Norint, kad Lietuvos geležinkeliai sėkmingai integruotųsi į Europos geležinkelių transporto tinklą, be fundamentalaus jų ūkio modernizavimo, reikia tobulinti tinklo techninę būklę tam, kad padidėtų gabenimo galia, gerinant keleivių greitojo susisiekimo organizavimą.

1999 m. VGTU Kelių katedroje pradėtas analizuoti svarbus, vis didesnę reikšmę Lietuvos ūkiui turintis transporto koridorius Vilnius - Klaipėda. Tai tarptautinės magistralės (1XB tarptautinio transporto koridoriaus) vakarinė atšaka.

Nagrinėjant šią magistralę traukos apskaičiavimo metu, detalizuojami ir analizuojami kelio sankasos, jo plano, viršutinės konstrukcijos ir skiriamųjų punktų techniniai parametrai, ribojantys keleivinių traukinių greitį iki 160 km/h. Išdėstomi bendrieji reikalavimai geležinkelio linijai, kai keleivinių traukinių greitis siekia iki 160 km/h.

Trauka apskaičiuojama VII baziniais variantais:

**I variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 9 keleivinių vagonu ir lokomotyvo ТЭП60 (šiluminė trauka). Šio lokomotyvo konstrukcinis greitis 160 km/h, sąstato masė 5401. Skaičiuojant važavimo laiką, yra įvertinami traukinio greitį ribojantys veiksniai: gulsčiosios kreivės, skiriamieji punktai, iešmynai bei greičiu ribojimai tarpstočiuose pagal dabartinę kelio techninę būklę. Traukinis važiuoja iš Vilniaus į Klaipėdą, sustodamas tarpiniuose punktuose: Kaišiadoryse ir Šiauliuose. Traukinio stovėjimo laikas šiuose tarpiniuose punktuose neįvertinamas.

**II variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 9 keleivinių vagonu ir lokomotyvo 2ТЭП60 (šiluminė trauka). Šio lokomotyvo konstrukcinis greitis 160 km/h, bet

3 lentelė. Traukos apskaičiavimo variantai  
Table 3. Versions of traction numeration

Variantas	Varianto aprašymas							Tarpstočių važiavimo laikas, min										Stotelių skaičius (neįskaitant pradinės ir galinės stotelių)	Bendras linijos Vilnius – Klaipėda važiavimo laikas, min/h *
	Lokomotyvas, jo konstrukcinis greitis, km/h	Keleivinių vagonų skaičius	Sastato masė, t	Gulsciosios kreivės	Skiriamieji punktai	Tarpstočių greičio apribojimai	Įėjimai	Vilnius	Kaišiadorys	Jonava	Kedainiai	Radviliškis	Šiauliai	Telšiai	Piungė	Kretinga	Klaipėda		
I	TЭП60/160	9	540	1	1	1	1	1	44,4	90,1	103,8	2	238,3/3,97						
II	2ТЭП60/160	9	540	1	1	1	1	42,7	84,8	98,1	2	225,6/3,76							
III	2ТЭП60/160	9	540	N	N	N	N	31,9	63,4	71,0	2	166,3/2,77							
IV	2ТЭП60/160	9	540	N	N	N	N	157,8										-	157,8/2,63
V	ТЭП70/160	9	540	N	1	N	1	40,5	20,2	19,2	37,2	13,6	41,5	17,7	24,9	17,2	8	231,7/3,86	
VI	ТЭП70/160	7	420	1	1	N	1	39,2	19,4	18,4	35,7	13,0	39,9	16,9	24,0	17,0	8	223,4/3,72	
VII	ТЭП70/160	9	540	1	1	N	1	40,6	20,2	19,2	37,2	13,6	41,7	17,8	24,9	17,2	8	232,1/3,87	

**Pastabos:**

\* – traukinio stovėjimo laikas stotelėse neįvertintas;

N – atliekant traukos skaičiavimus, neįvertinami greitį ribojantys veiksniai (5, 6, 7, 8 lentelės skiltys);

1 – atliekant traukos skaičiavimus, įvertinami greitį ribojantys veiksniai (5, 6, 7, 8 lentelės skiltys).

didesnė traukos jėga. Sąstato masė 540 t. Skaičiuojant važiavimo laiką, kelio ir eismo sąlygos - kaip ir I variante.

**III variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 9 keleivinių vagonų ir lokomotyvo 2ТЭП60. Skaičiuojant važiavimo laiką, maksimaliai išnaudojama lokomotyvo traukos jėga ir nustatomi važiavimo greitį ribojantys veiksniai: gulsčiosios kreivės, skiriamieji punktai, iešmynai. Traukinys važiuoja iš Vilniaus į Klaipėdą, sustodamas tarpiniuose punktuose: Kaišiadoryse ir Šiauliuose. Traukinio stovėjimo laikas šiuose tarpiniuose punktuose neįvertinamas.

**IV variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 9 keleivinių vagonų ir lokomotyvo 2ТЭП60. Skaičiuojant važiavimo laiką, maksimaliai išnaudojama lokomotyvo traukos jėga ir nagrinėjami greičio ribojimo veiksniai, minimi III variante. Traukinys važiuoja iš Vilniaus į Klaipėdą be sustojimų tarpiniuose punktuose. Šis variantas nagrinėjamas ir analizuojamas detaliau, kadangi maksimaliai vertina visus keleivinio traukinio greičio iki 160 km/h linijoje Vilnius - Klaipėda greičio ribojimo veiksnius.

**V variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 9 keleivinių vagonų ir lokomotyvo ТЭП70 (šiluminė trauka). Šio lokomotyvo konstrukcinis greitis 160 km/h, sąstato masė 540 t. Skaičiuojant važiavimo laiką, maksimaliai išnaudojama lokomotyvo traukos jėga ir įvertinami greičio ribojimo dėl tarpinių skiriamųjų punktų ir iešmų veiksniai. Traukinys važiuoja iš Vilniaus į Klaipėdą, sustodamas tarpiniuose punktuose: Kaišiadoryse, Jonavoje, Kėdainiuose, Radviliškyje, Šiauliuose, Telšiuose, Plungėje ir Kretingoje. Traukinio stovėjimo laikas šiuose tarpiniuose punktuose neįvertinamas.

**VI variantas.** Keleivinis traukinys sudarytas iš 7 keleivinių vagonų ir lokomotyvo ТЭП70. Sąstato masė 420 t. Skaičiuojant važiavimo laiką, maksimaliai išnaudojama lokomotyvo traukos jėga ir įvertinami gulsčiųjų kreivių, skiriamųjų punktų ir iešmų greičio ribojimo veiksniai. Traukinys važiuoja iš Vilniaus į Klaipėdą, sustodamas tarpiniuose punktuose: Kaišiadoryse, Jonavoje, Kėdainiuose, Radviliškyje, Šiauliuose, Telšiuose, Plungėje ir Kretingoje. Traukinio stovėjimo laikas tarpiniuose punktuose neįvertinamas.

**VII variantas.** Sąstatas sudarytas iš 9 keleivinių vagonų ir lokomotyvo ТЭП70. Visos sąlygos kaip ir VI variante.

Visų variantų apibendrinti skaičiavimų rezultatai surašyti 3 lentelėje.

## 7. Išvados

Išanalizavus pasaulinę greitųjų traukinių intensyvaus eismo praktiką, prieita prie išvados, kad tikslinga organizuoti greitųjų keleivinių traukinių eismą.

Pirminės dalinės analizės parodė, kad tai nėra sudėtinga. Tokių projektų realizavimą daugiausia lemia ekonominiai ir organizaciniai aspektai. Dabartinė IXB koridoriaus linijos Vilnius - Klaipėda analizė keleivinių traukinių greičiui esant iki 160 km/h leidžia padaryti išvadą, kad keleivinių traukinių važiavimo laiką galima sutrumpinti iki 3,87 h (šiluminė trauka, 8 sustojimo punktai) be didelių techninių sunkumų, t. y. nekeičiant kelio plano ir viršutinės kelio konstrukcijos, reglamentuojamos techninėmis sąlygomis keleivinių traukinių greičiams iki 160 km/h. Dabar keleivinis traukinys tokį patį atstumą nuvažiuoja per 4,75 h (šiluminė trauka, 8 tarpiniai sustojimo punktai). Tokį važiavimo laiką lemia greičio ribojimai dėl skiriamųjų punktų ir kelio bei kelio statinių techninė būklė. Norint dar labiau sutrumpinti kelionių laiką, papildomai reikia optimizuoti sustojimų skaičių ir vietą bei didinti gulsčiųjų kreivių spindulius, keisti iešmus. Sutrumpėjus kelionių laikui, ši magistralė palaipsniui taptų svarbi vietiniam ir tarptautiniam keleiviniam susisiekimui. Tai patogus ryšys su pajūrio kurortais ir naujų tarptautinių turistinių maršrutų tąsa sausuma Lietuvoje ir už jos ribų.

Lietuvos geležinkelių pagrindinių magistralių rekonstravimą ir modernizavimą turi nulemti ekonominis tikslingumas. Priimant sprendimus, reikia išanalizuoti krovinių ir keleivių srautus, taip pat tranzitinius vežimus ir turizmo bei kelionių industrijos poreikius. Labai svarbu, be geležinkelių tinklo tobulinimo, modernizuoti riedmenų parką, keisti automatikos ir ryšių priemones, teikti daugiau paslaugų keleiviams. Techniškai tobulinant I ir IX transporto koridorių pagrindines magistrales, reikia galvoti ne tik apie gabenimo galios didinimą, bet ir apie komfortiško greitinio keleivinių traukinių eismo organizavimą. Elektrifikavus ir magistralių techninius parametrus pritaikius elektriniams traukiniams, galima lengvai sutrumpinti kelionių trukmę, esant keleivinių traukinių greičiams iki 200 km/h. Dabar šias problemas nepajėgi spręsti ne tik Lietuva, bet ir visos Baltijos šalys, tačiau realiomis prognozėmis grindžiami linijų modernizavimo projektai neabejotinai padidintų Tarptautinių finansinių institucijų (TFI) susidomėjimą jomis.

Palankesnei integracijai į bendrą Europos geležinkelių transporto sistemą reikšmės turi ir Lietuvos gele-

žinkelių struktūros ir valdymo modelio tobulinimas.

Europoje privačios kompanijos dalyvauja finansuojant įvairius rekonstrukcijos ir statybos projektus, kuria krovinių vežėjų bei ekspedijavimo geležinkeliais centrus, kai kuriais maršrutais veža keleivius, teikia geležinkelių riedmenų lizingo, remonto ir kitokias paslaugas.

#### Literatūra

1. Eurailspeed 98. 3 rd World Congress on High-Speed Rail. Congress proceedings. Volume 1. France. 1998-09/10. 324 p.
2. Путь и путевое хозяйство. Научно-популярный, производственно-технический журнал. Москва: РЖ Путь, 1999 09.42 с.
3. K. Sakalauskas. Geležinkelių inžinerija 1. Projektavimas. Vilnius: Technika, 1997. 240 p.
4. Железнодорожный путь. Москва: Транспорт, 1999. 420 с.

Įteikta 2000 05 23

#### PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF TRAFFIC OF HIGH SPEED PASSENGER TRAINS

**K. Sakalauskas, R. Rezgaitis**

#### S u m m a r y

The article reviews transport policy in foreign countries in realization of the traffic of high speed passenger trains. The main European Crete multimodal transport corridors having branches in Lithuanian territory are reviewed.

The indirect influence aspects of transport infrastructure cause excitement in the country economy. Polarization that is caused by the infrastructure of high speed trains may be estimated as positive occurrence. However, it is very important to clarify the matter why the railway transport in comparing with other transport modes becomes less competitive and loses transport markets. High speed train is a new achievement demonstrating how to revive the transport mode that was considered dead and to utilize the railway possibilities. The existing geographic and demographic situation of the European countries is a favourable condition for the development of the high speed train network.

The main technical aspects of the traffic of high speed

trains are as follows: combined railway traffic, curves, switches, construction of railway bed and railway line track. In addition the requirements for the railway plan and construction as well as control are summarized.

At present a lot of national transport development programs are carried out. These programs attach great attention to the adjustment of transport policy in our country in consideration of new tendencies of transport development in Europe.

For the reconstruction and modernization of existing railway lines it is necessary to define speed and travelling time of different trains, as well as various operational parameters, factors of railway plan, longitudinal profile and interaction of trains.

The Road department in VGTU started to use the traction numeration method for the analysis of the main Lithuanian railway lines; therefore investigations demonstrated technical and economical aspects of the introduction of high speed railway traffic.

#### KAZYS SAKALAUŠKAS

Doctor, Associate Professor, Department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU, formerly VTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: [kzszak@ap.vtu.lt](mailto:kzszak@ap.vtu.lt)

Doctor of Technical sciences (road engineering), Leningrad, Institute of Railways, 1966. Employment: senior Lecturer, Kaunas Polytechnic Institute (KPI). Associate Professor (1969), head of Department of Road Engineering, dean of a faculty, Vilnius Civil Engineering Institute (VISI, now VGTU). Publications: author of over 100 scientific articles, co-author of the manual "Road Maintenance", author of the book "Railway Engineering". Conferences: about 30 scientific reports at various conferences and symposiums.

#### REMIGIJUS REZGAITIS

Doctoral Student, Department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU, formerly VTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: [remrez@ap.vtu.lt](mailto:remrez@ap.vtu.lt)

A graduate of Vilnius Technical University (1994). Master of Technical Science (Civil Engineering) in 1997. Doctoral studies at VGTU from 1998. Probation in Moscow State University of Railway Transport (1999). 2 scientific report. Co-author of 2 study manuals. Research interests: railway engineering.