



19-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2016 m. gegužės 6 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 19th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 6 May 2016, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 19-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 6 мая 2016 г., Вильнюс, Литва

KENOS GELEŽINKELIO STOTIES PRALAUDIMO DIDINIMO TECHNINIŲ GALIMYBIŲ TYRIMAS

Raimondas Krečius¹, Rimantas Subačius²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas, J. Basanavičiaus g. 28, LT-03224 Vilnius
El. paštas: ¹raimondas.krecius@gmail.com; ²rimantas.subacius@vgtu.lt

Santrauka. Straipsnyje nagrinėjama AB „Lietuvos geležinkeliai“ Kenos geležinkelio stotis. Pateikta stoties technologinio proceso analizė, kelių ilgių analizė, identifikuotos „probleminės“ vietos, kurios sumažina stoties pralaidumą. Išnagrinėti siūlymai stoties pralaidumo padidinimui, pateikti techniniai sprendimai, leidžiantys sutrumpinti prastovas stotyje. Pabaigoje pateiktos išvados.

Reikšminiai žodžiai: Stoties pralaidumas, technologinis procesas, padidinto ilgio traukiniai, skirstymo kelynas, traukinių prastova, vagonų skirstymas.

Ivadas

Geležinkeliai, kiekvienoje šalyje, yra viena iš sausumos transporto rūšių, išsiskirianti ypatingai sudėtinga infrastruktūra, valdymu, taip pat griežtais reikalavimais saugiam ir nenutrūkstamam traukinių eismui užtikrinti. Siekiant įvykdyti šias priemones bei reikalavimus yra iškelti tam tikri uždaviniai. Vienas pagrindinių šių priemonių uždavinių yra didinti geležinkelių pajėgumą, geležinkelio stočių pralaidumą, skatinti prekių ir krovinių vežimą geležinkeliais, gerinti keleivinių traukinių aptarnavimo kokybę. Geležinkelio infrastruktūros aukšto lygio palaikymas yra vienas iš pagrindinių integracijos į ES geležinkelio transporto tinklus, techninės sąveikos reikalavimų įgyvendinimo ir aukštos kokybės geležinkelio transporto paslaugų užtikrinimo prioritetų. Atsižvelgiant į tai, pastoviai yra rekonstruojamos ir modernizuojamos Lietuvos geležinkelių linijos bei stotys, pagrindinį prioritetą suteikiant infrastruktūros modernizacijai bei plėtrai. Todėl siekiant, kad Lietuva išlaikytų konkurencingą tranzitinių krovinių vežimą, būtina rekonstruoti ir modernizuoti Lietuvos geležinkelių linijas bei pasienio geležinkelio stotis.

Lietuvos Respublikos teritorijoje Kenos geležinkelio stotis yra pirmą IX transeuropinio transporto koridoriaus geležinkelio stotis (iš Rytų pusės), kurioje atliekamos visos valstybės institucijų pasienio procedūros, susijusios su tarptautiniais krovinių ir keleivių vežimais bei vykdomas vagonų, konteinerių ir krovinių priėmimas ir perdavimas į / iš gretimos šalies geležinkelio. Tik esant pakankamam stoties pralaidumui, kelių ilgiui ir jų išplėtojimui galima pasiekti maksimalų stoties pralaidumą, užtikrinti

savalaikį traukinių priėmimą, išleidimą bei išlikti konkurencingais vežant tranzitinius krovinius.

Kadangi pasienio stotyse savo veiklą vykdo muitinės, fitosanitarinės, veterinarijos ir kt. tarnybos, kurios kontroliuoja vežamus krovinius, dėl to didėja traukinių prastovos. Taip pat pasienio stotyse visiems pravažiuojantiems vagonams turi būti atliktos techninės ir komercinės vagonų apžiūros ir, pagal statistiką, pasitaiko daug atvejų, kai iš atvykstančių reikia atkabinti netvarkingus vagonus, t. y. papildomai manevruoti. Kadangi vienas iš pagrindinių privalumų prieš vandens transportą yra greitas krovinių pristatymas į paskirties vietą, tai ilgas, traukinio technologinis operacijų pasienio stotyje, laikas nėra toleruotinas (Šapovalova 2012).

Geležinkelio linijų pralaidumo padidinimo būdai yra ne tik organizaciniai, bet ir techniniai. Nors prie organizacinių būdų galima priskirti tokius, kaip traukinių važavimo trukmės sumažinimas, intervalų tarp traukinių sumažinimas, efektyvesnių traukinių grafikų pritaikymas, ilgesnių sąstatų formavimas, sudvejintų traukinių vežimas ir t. t., bet daugelis iš šių būdų vis tiek pareikalaus atitinkamų sprendimų (eismo valdymo sistemų tobulinimo, kelių modernizacijos ir t. t.). Daugelis būdų yra jau naudojami, pvz., ilgieji traukiniai, sudvejinti traukiniai ir šie būdai yra efektyvūs (Ratobylskaja 2010).

Kenos geležinkelio stotis bendrame Lietuvos geležinkelių tinkle

Lietuvos Respublikos teritoriją kerta du visos Europos transporto koridoriai:

I Šiaurės–Pietų krypties koridorius Talinas–Ryga–Kaunas–Varšuva ir jo atšaka IA Šiauliai–Kalinigradas–Gdanskas;

IX Rytų–Vakarų krypties koridoriaus atšakos IXB Kijevas–Minskas–Vilnius–Kaunas–Klaipėda ir IXD Kaunas–Kalinigradas.

Lietuvos geležinkelių vystymosi pagrindinis prioritetas yra socialinė ir ekonominė plėtra, o pirma šio prioriteto priemonė yra transporto infrastruktūros prieinamumo ir paslaugų kokybės gerinimas.

Atsižvelgiant į tai bei į poreikį sėkmingai integruotis į Europinį transporto tinklą, yra pastoviai rekonstruojamos ir modernizuojamos Lietuvos geležinkelių linijos bei stotys, pagrindinį prioritetą suteikiant tarptautinės reikšmės I ir IX transeuropinių transporto koridorių bei linijų, jungiančių šalies regionus su šiais tarptautiniais koridoriais, infrastruktūros modernizacijai bei plėtrai.

Siekiant, kad Lietuva išlaikytų konkurencingumą tranzitinių krovinių pervežime ypatingai į Klaipėdos uostą, būtina rekonstruoti ir modernizuoti Lietuvos geležinkelių linijas bei tam tikras geležinkelio stotis.

Tik esant pakankamam geležinkelio stočių kelių ilgiui galima pasiekti maksimalų stoties pralaidumą, užtikrinti traukinių priėmimą, išleidimą pagal nustatytą grafiką bei išlikti konkurencingais tranzitinių krovinių pervežime.

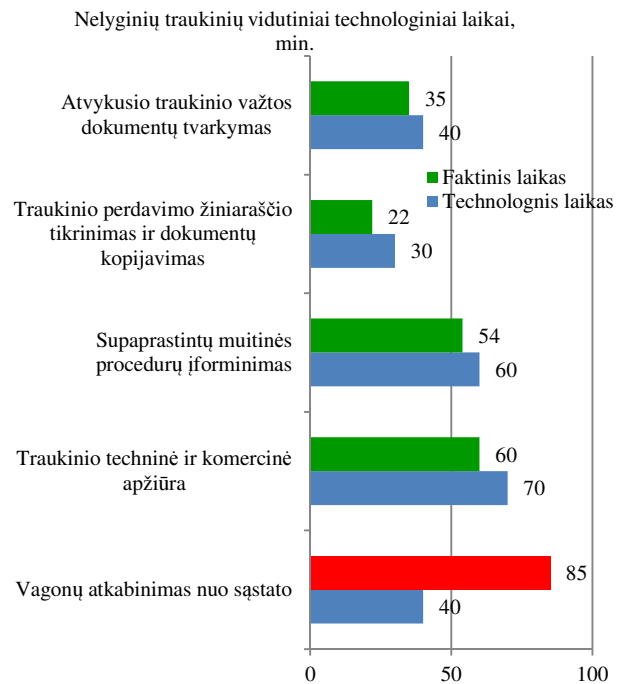
Kenos geležinkelio stoties technologinio proceso analizė

Pagal 2014 m. gruodžio mėn. statistinius duomenis nelyginių traukinių, atvykusių iš Baltarusijos geležinkelių kiekį sudaro 50,4 % visų traukinių. Nelyginių traukinių technologiniai laikai yra didesni nei lyginių traukinių, kadangi dokumentų patikrinimui ir įforminimui reikia skirti daugiau laiko. 1 pav. matome, kad apskaičiuotas technologinis laikas dokumentų apdorojimui, patikrinimui ir įforminimui yra pakankamas. Kenos geležinkelio stotyje technškai netvarkingi vagonai yra nepriimami, t. y. gražinami Baltarusijos geležinkeliams arba siunčiami į Vaidotų geležinkelio stoties einamąjį remontą. Technologiniai laikai vagonams atkabininti nuo sąstato yra per trumpi, todėl dėl šios priežasties mažėja Kenos stoties pralaidumas. Atskirais atvejais nuo sąstato atkabinama net iki 10–15 technškai netvarkingų vagonų, kurie sąstato stovi atskirai vienas nuo kito. Tai apsunkina manevravimo darbus. Nors Kenos geležinkelio stotyje yra 2 skirstymo keliai (6 ir 8 keliai), bet jų ilgio (talpumo) neužtenka visam sąstatui išformuoti (6-to kelio naudingas ilgis 11 vagonų, 8-to kelio – 33 vagonai). Šiuo metu vagonų atkabinimas Kenos geležinkelio stotyje atliekamas atvykimo ir išvykimo keliuose. Dėl intensyvaus traukinių eismo stotyje manevrai yra stabdomi jeigu manevravimo maršrutas kertasi su atvykstančio arba išvykstančio traukinio maršrutu.

Išanalizavus Kenos geležinkelio stoties technologinį procesą, stotyje atliekamas operacijas, jų trukmę, galima pažymėti tokias problemas:

- didelis skaičius atkabinamų einamajam remontui technškai netvarkingų vagonų;
- stotyje esančių skirstymo kelių nepakankamas ilgis;

- skirstymo kelių netinkama vieta;
- padidinto ilgio traukinių išformavimas (vagonų grupės atkabinimas nuo sąstato, nes traukinys netelpa naudingajame kelio ilgyje).



1 pav. Iš Baltarusijos geležinkelių atvykusių traukinių vidutiniai technologiniai laikai

Dėl didelio technškai netvarkingų vagonų skaičiaus, kurie atvyksta iš Baltarusijos geležinkelių, tenka atkabinėti vagonus nuo sąstato einamajam remontui. Kadangi technškai netvarkingi vagonai sąstato gali stovėti bet kurioje jo vietoje, labai ilgai užtrunka manevravimo darbai, dėl kurių ilgėja traukinio prastova. Bendras prastovos laikas dėl technškai netvarkingų vagonų atkabinimo pateiktas 1 lentelėje.

1 lentelė. Bendras prastovų laikas dėl technškai netvarkingų vagonų atkabinimo 2014 metais

Iš Baltarusijos geležinkelių atvykusių traukinių skaičius	Traukinių, kuriuose buvo atliekami atkabinimai skaičius	Vidutinis vieno traukinio prastovos laikas atkabinimui (min.)	Bendra metinių prastovų trukmė dėl vagonų atkabinimo (val.)
5 484 traukiniai	4 925 traukiniai	85	6 978

Šiai problemai spręsti būtinas atskiras skirstymo kelynas. Teisingai parinkus vietą, galima išvengti susikertančių maršrutų ir sumažinus sąstato skirstymo laiką, sumažinti traukinio prastovų trukmę.

Padidinti ilgio traukinių vežimo analizė

Krovinių pristatymo laikui taupyti, vis dažniau vežami ilgesni traukiniai už stoties kelių naudingą ilgį (net iki 120 vagonų). Toks sprendimas leidžia sąstatu pervežti didesnę vagonų skaičių, bet dėl papildomų manevravimo

operacijų šių traukinių prastovą, ypač pasienio stotyse, padidėja. Bendras laikas papildomoms operacijoms Kenos geležinkelio stotyje priimant ir išleidžiant padidinto ilgio traukinius, pateiktas 2 lentelėje.

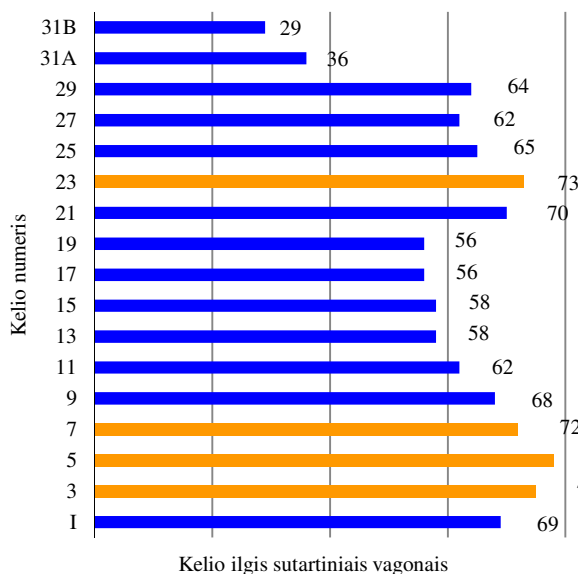
2 lentelė. Bendras prastovos laikas papildomoms operacijoms vežant padidinto ilgio traukinius 2014 m.

Padidinto ilgio traukinių skaičius	Papildomų operacijų, priimant padidinto ilgio traukinį, vidutinis laikas (min.)	Papildomų operacijų, išleidžiant padidinto ilgio traukinį, vidutinis laikas (min.)	Bendra metinių prastovų trukmė dėl padidinto ilgio traukinių važavimo (min.)
7 traukiniai	10,61	10,78	149,73

Ivertinus ruožo Gudogai–Kena elektrifikavimą šios problemos aktualumas iškils ateityje. Elektrifikavus ruožą iki Kenos geležinkelio stoties atsiras galimybė galingais elektrovežiais vežti vienu metu didesnį vagonų skaičių nei dabar. Galima paskaičiuoti, kad išsaugus ilgųjų traukinių skaičiui tik iki 5 % visų traukinių, per metus šis skaičius išsaugos nuo 7 traukinių iki 275 traukinių, tuo pačiu padidės šių traukinių bendras prastovos laikas dėl kelių ilgio trūkumo.

Esamų Kenos geležinkelio stoties kelių ilgių analizė

Išnagrinėjus Kenos geležinkelio stoties kelių ilgius galima konstatuoti, kad atvykimo ir išvykimo kelių ilgio neužtenka, kadangi vežamų traukinių ilgiai didėja. Vežant ilguosius traukinius, taip pat susiduriama su kelių ilgio problema, nes tokius traukinius neįmanoma priimti į esamus kelius ir tenka skirstyti ilgąjį sąstatą į dvi dalis. Elektrifikavus Kenos geležinkelio stotį, ši problema taps ypač aktuali, nes ilgųjų traukinių skaičius žymiai padidės. nespėdžiant šios problemos, atsiras kita problema – kelių skaičiaus trūkumas. Atvykimo ir išvykimo kelių naudingas ilgis pateiktas 2 pav.

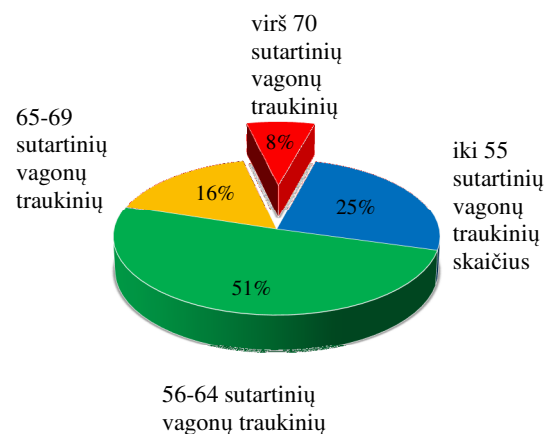


2 pav. Atvykimo ir išvykimo kelių naudingieji ilgiai

Taip pat labai svarbus klausimas yra traukinių, atvykstančių iš Baltarusijos geležinkelių, patikrinimas per. Iš septynių kelių, į kuriuos galima priimti traukinius, kurie važiuoja per įrenginį, tik į kelią Nr. 23 galima priimti traukinį, kurio ilgis yra 71 sutartinis vagonas. Ši problema labai apriboja stoties pralaidumą, ypač priimant traukinius iš Baltarusijos geležinkelių. Šiai problemai išspręsti būtinas jonizuojančios spinduliuotės įrangos perkėlimas į tinkamą vietą.

Atvykstančių traukinių ilgių analizė

2014 m. iš visų, iš Baltarusijos priimtų traukinių buvo ketvirtadalis traukinių, kurių ilgis buvo daugiau kaip 65 sutartiniai vagonai. Per jonizuojančiosios spinduliuotės įrangos kontrolės sistemą vidutiniškai tikrinamas kas ketvirtas atvykstantis traukinys. Tačiau pasitaiko atvejai, kada yra laisvų kelių į kuriuos galima priimti traukinį, tačiau jų naudingieji ilgiai (pvz., kelias Nr. 17 ir Nr. 19) yra trumpesni nei atvykstančio traukinio ilgis. Tokiais atvejais, traukiniai yra priimami į kitus kelius, kitas kelių atšakas, kurios nepatenka į jonizuojančiosios spinduliuotės įrangos kontrolės sistemos kelią, o po to, vagonai, kurie atrinkti patikrinimui, manevrų tvarka atkabinami nuo sąstato ir atskirai vežami per jonizuojančiosios spinduliuotės įrangos kontrolės sistemą. Po patikrinimo vagonai ir vėl prikabinami prie sąstato. Esant padidėjusiam traukinių srautui, papildomas vagonų atkabinimas nuo sąstato ir manevravimas su jais per jonizuojančiosios spinduliuotės įrangos kontrolės sistemą užtrunka apie 3–4 val. Dėl to bendra tokio traukinio prastova (nuo atvykimo iki išvykimo) užtrunka apie 9 val. Praleistų per Kenos geležinkelio stotį traukinio vagonų kiekiai pateikti 3 pav.



3 pav. Pravažiuojančių per Kenos geležinkelio stotį traukinio vagonų kiekio paskirstymas

Skirstymo kelių įrengimo analizė

Netvarkingų vagonų atkabinimo iš atvykstančių traukinių technologinį procesą pagreitinoti galima pritaikius vieną iš sprendimų – įrengti skirstymo kelius. Kenos geležinkelio stotyje skirstymo keliuose būtina užtikrinti šiuos pagrindinius reikalavimus:

– **Skirstymo kelių skaičius.** Įvertinus tai, kad Kenos geležinkelio stotyje dirba tik vienas manevrinis lokomotyvas ir stotyje atkabinami netvarkingi vagonai, todėl būtini minimaliai du skirstymo keliai. Viena kelyje bus paliekami tvarkingi vagonai, kitame netvarkingi. Įvertinant tai, kad dalis netvarkingų vagonų bus grąžinami į Baltarusiją, o kitą dalis siunčiami į Vaidotų einamojo remonto punktą, tikslinga atkabinant vagonus, iškart juos skirstyti į atskirus kelius. Šiam tikslui užtikrinti optimalus kelių skaičius turėtų būti ne mažiau trijų.

– **Skirstymo kelių ilgis.** Įrengiant skirstymo kelius būtina įvertinti būsimų kelių ilgį, kadangi trumpuose keliuose netilps sąstatai. Atsižvelgiant į 2 pav. pateiktus duomenis ir į tai, kad skirstymo kelio ilgis turėtų atitikti ilgiausio stotyje kelio ilgį, todėl minimalus bent vieno skirstymo kelio ilgis turėtų būti apie 1 100 m (78 sutartiniai vagonams). Kito kelio, kuriame bus kaupiami techniškai netvarkingi vagonai, kurie bus siunčiami į Vaidotų einamajam remontui, ilgis galėtų būti trumpesnis (apie 850 m, 60 sutartiniai vagonams), kadangi iš techniškai netvarkingų vagonų ilgi sąstatai neformuojami. Trečias kelias galėtų būti dar trumpesnis (apie 300 metrų, sutartiniai vagonams), kadangi iš vieno sąstato atkabinti techniškai netvarkingi vagonai, kurie turi būti grąžinti į Baltarusiją yra prikabinami grupėmis (iki 15 vagonų) prie kitų, į Baltarusiją važiuojančių, traukinių, todėl kaupimas virš 20 vagonų netikslingas.

– **Skirstymo kelių vieta.** Vienas iš pagrindinių reikalavimų, sumažinančių techniškai netvarkingų vagonų atkabavimo technologinį laiką, tai tinkamos kelių išdėstymo vietos parinkimas. Stotyje, kurią kerta nemažas kiekis traukinių, susiduriama su susikertančiais maršrutais, todėl skirstymo keliai turi būti įrengti tokioje vietoje kur susikertančiųjų maršrutų, su atvykstančiais ir išvykstančiais traukiniais, nėra arba jų skaičius minimalus.

Skirstymo kelių naudingumui įvertinti, buvo atlikti technologiniai skaičiavimai. Buvo parinkta preliminarai skirstymo kelių vieta ir išdėstymas. Skaičiavimuose priimta, kad iš atvykimo-išvykimo kelių ištraukiamas visas sąstatas; skirstymo kelių iešmai yra centralizuoti; manevrai vykdomi su įjungtais vagonų stabdžiais; iš vieno traukinio atkabinami 2 vagonai, kurie stovi skirtingose sąstato vietose. Visas procesas suskaidytas į smulkias operacijas (maršruto paruošimas, vagono grupių įtvirtinimas,

manevrinio sąstato važiavimas, vagonų atkabimas ir t. t.). Sudėjus visų operacijų technologinius laikus nustatyta, kad laikas techniškai netvarkingiems vagonams atkabinti skirstymo keliuose yra 75,1 min., t. y. 9,9 min. mažesnis nei vidutinis 2014 m. laikas vagonams atkabinti. Esant tokiam pačiam traukinių srautui kaip 2014 m. traukinių prastova techniškai netvarkingiems vagonams atkabinti sumažėtų beveik 10 min. vienam traukiniui. Bendras prastovos laikas techniškai netvarkingiems vagonams atkabinti, įrengus skirstymo kelius, pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė. Bendras prastovos laikas įrengus skirstymo kelius

Traukinių skaičius su būtiniais vagonų atkabinimais	Vidutinis vieno trau- kinio pras- tovos laikas atkabinimui be skirstymo kelių (min.)	Bendras prastovos laikas per metus vago- nams atka- binti nesant skirstymo kelių (val.)	Vidutinis vieno trau- kinio pras- tovos laikas vagonams atkabinti skirstymo keliuose (min.)	Bendras prastovos laikas per metus vago- nams atka- binti esant skirstymo keliams (val.)
4 925 trau- kiniai	85	6 978	75,1	6 164

Iš 3 lentelės matome, kad bendras prastovos laikas per metus įrengus skirstymo kelyną sumažėja nuo 6 978 val. iki 6 164 val., kas sudaro 814 val. per metus arba 2,2 val. per parą papildomo laiko, kuris gali padidinti maksimalų stoties pralaidumą iki 5 %.

Išvados

1. Išnagrinėjus Kenos geležinkelio stoties technologinį procesą bei pralaidumą galima išskirti šias problemiškes vietas:

- techniškai arba komerciškai netvarkingų vagonų atkabimas (ilgai trunkantys manevravimo darbai);
- atvykimo ir išvykimo kelių ilgių trukumas (ilgųjų traukinių vežimas, elektrifikavimas).

2. Įrengus skirstymo kelyną galima sumažinti techniškai netvarkingų vagonų atkabavimo laiką apie 10 min.

3. Sumažinus atkabavimo laiką vienam traukiniui apie 10 min., Kenos geležinkelio stoties pralaidumas padidėtų iki 5 %.

Literatūra

Geležinkelio linijų pralaidumo ir stočių pajėgumo apskaičiavimo instrukcija 224/E. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Vilnius, 2007.

Kenos geležinkelio stoties veiklos technologija. AB „Lietuvos geležinkeliai“, 2014.

Kenos stoties knyga. AB „Lietuvos geležinkeliai“, 2013.

Techninių manevravimo normų apskaičiavimo instrukcija 183/E. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Vilnius: Gelspa, 2003.

Ратобильская, Д. В. 2010. Пути повышения пропускной способности участков железнодорожной сети на основе имитационного моделирования, *Математичні машини і системи* 2: 116–121.

Шаповалова, И. М. 2012. Основные направления повышения конкурентоспособности железнодорожных транзитных перевозок по территории Российской Федерации, *Вестник АГТУ* 1: 73–79. Сер.: Экономика.