



PARATRANSPORTO INTEGRAVIMO Į MIESTO VIEŠOJO TRANSPORTO SISTEMĄ ASPEKTŲ TYRIMAS

Alina VERSECKIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva
El. paštas alina.verseckiene@vgtu.lt*

Santrauka. Transporto paklausa nuolat auga, o kartu su ja ir kelių eismo intensyvumas. Spūstys Europoje kasmet sudaro apie 1 % jos BVP (Europos Sąjunga 2014), dėl jų išmetama daug anglies dioksido ir kitų nepageidaujamų teršalų. Ši problema miestuose gali būti sprendžiama perkėlus dalį keleivių iš privataus į viešąjį transportą. Tačiau labai svarbu, kad vykdomi projektai atitiktų tvarios plėtros principus, pagal kuriuos numatomas viešojo transporto prieinamumas lygiomis teisėmis. Todėl būtinas dėmesys tikslinei žmonių grupei – žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų. Kadangi dalis tų žmonių netgi esant idealioms sąlygoms negalės naudotis tradiciniu viešuoju transportu, jiems yra būtina specialioji transporto paslauga, vadinama paratransportu. Šiame straipsnyje yra išskiriami paratransporto paslaugos parametrai, jų variacijos. Taip pat analizuojamos platesnės šios paslaugos pritaikomumo galimybės. Išskiriami transportinės paslaugos integravimo į esamą viešojo transporto sistemą aspektai bei potencialūs barjerai ir sąlygos paratransporto paslaugai įdiegti. Šio straipsnio tikslas – remiantis mokslinės literatūros ir gerosios patirties analize suformuluoti paratransporto įdiegimo į veikiančią viešojo transporto sistemą scenarijus, kurie gali būti taikomi formuojant viešojo transporto prieinamumo žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, tobulinimo politiką.

Reikšminiai žodžiai: integravimas, pritaikomoji transporto paslauga, paratransportas, viešasis transportas, žmonės, turintys judėjimo apribojimų.

Įvadas

Automobilizacijos lygio augimo tendencijos kelia nerimą ne tik sveikatos apsaugos specialistams, bet ir miestų planavimo, savivaldos ir kitoms institucijoms. Todėl vienas iš bene svarbiausių ES transporto plėtros strategijos tikslų yra didinti viešojo transporto populiarumą bei mažinti kelių apkrovas. Kita nerimą kelianti tendencija – visuomenės senėjimas. Jungtinių Tautų duomenimis, pagyvenusių žmonių (vyresnių kaip 60 metų) procentas išaugo nuo 9,2 % 1990-ais metais iki 11,7 % 2013-ais metais bei toliau augs ir pasieks 21,1 % 2050-ais metais (United Nations 2013). Tai reiškia, kad sparčiai auga socialiai remtinų asmenų grupė, o šis faktas yra itin reikšmingas organizuojant viešąjį transportą dėl dviejų priežasčių: pagyvenę žmonės sudaro didelę dalį viešojo transporto naudotojų ir jiems yra taikomos lengvatos bilietui įsigyti. Ši organizuojant viešąjį transportą reikšminga naudotojų grupė pasižymi daugeliu žmonių, turintiems judėjimo apribojimų, būdingų bruožų, todėl viešojo transporto plėtojimas lygiagrečiai vertinant tokių žmonių poreikius yra būtinas tvariai plėtrai užtikrinti.

Besikeičiant žmonių gyvenimo būdui, vertybėms bei įpročiams, viešasis transportas turi prisitaikyti prie jų po-

reikių. Jis turi pasižymėti aukšta kokybe, lankstumu bei prieinamumu. Tačiau net ir esant itin patrauklioms sąlygoms, yra dalis žmonių, kurie vis tiek negalės naudotis tradiciniu viešuoju transportu. Tokiems žmonėms turi būti suteikta paslauga „nuo durų iki durų“, kuri yra vadinama paratransportu (angl. *paratransit*). Paratransportas – tai pritaikomoji transporto paslauga (angl. *flexible transport service, FTS*), skirta visų pirma žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų (neįgaliesiems, pagyvenusiems žmonėms, nėščioms moterims ir t. t.), bei atitinkanti jų mobilumo poreikius ir veikianti kaip tradicinį viešąjį transportą papildanti paslauga. Taip pat ši paslauga, nors ir socialinio pobūdžio, gali būti patrauklia verslo niša (žr. 1 pav.).

Remiantis moksline literatūra galima teigti, kad pritaikomoji transporto paslauga yra viešojo transporto ateitis (Ryley *et al.* 2014). Užpildant spragą tarp tradicinio viešojo transporto paslaugų ir privačių automobilių, paratransportas padeda formuoti integruotą įvairiarūšę ir platesnės aptarnavimo zonos miestų viešojo transporto sistemą (Loo 2007). Nepaisant pagrindinės darbe nagrinėjamos paratransporto koncepcijos – judėjimo sutrikimą turinčių



1 pav. Limuzino klasės paratransporto automobilis (Romjue 2012)

Fig. 1. Paratransit limo vehicle (Romjue 2012)

žmonių transportinio aprūpinimo, besivystančiose šalyse ši paslauga funkcionuoja kaip visų gyventojų, neturinčių galimybių naudotis tradiciniu viešuoju transportu, viešojo transporto rūšis. Besivystančiose šalyse paratransportas yra tarsi tiltas tarp asmeninių transporto priemonių ir viešojo transporto (Ferro *et al.* 2013; Schalekamp *et al.* 2009; Tangphaisankun *et al.* 2009; Ferreira *et al.* 2007). FTS apima platų netradicinių transporto paslaugų keleiviams ir krovinių vežėjams ratą (Zografos *et al.* 2008), todėl akivaizdu, kad paratransportas gali būti heterogeniška ir daugiafunkcė paslauga. Išsivysčiusiose šalyse teritorinę atskirtį patiria tie žmonės, kurie gyvena priemiesčiuose, nes gyventojų tankis nėra pakankamas efektyviai funkcionuojančiam viešajam transportui. Dėl šių priežasčių paratransportas gali būti integruotas į esamą miesto viešojo transporto sistemą kaip paslauga, skirta ne tik žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, bet ir likusiai visuomenės daliai.

Remiantis užsienio šalių patirtimi galima teigti, kad FTS finansinė sėkmė priklauso nuo galimybių konkuruoti su privačiu transportu. Todėl diegiant tokią paslaugą labai svarbus suinteresuotų šalių bendradarbiavimas bei tarpusavio veiksmų koordinavimas (Davison *et al.* 2012). Pagrindinis šio straipsnio tikslas yra išskirti FTS (adaptuoto paratransporto) integravimo aspektus, kurie galėtų būti tokių paslaugų parinkimo ir modeliavimo pagrindu, taikant teorinius metodus (struktūrinė funkcinė analizė, sisteminė analizė, apibendrinimas ir kt.).

Viešojo transporto planavimas

Fiksuotosios paslaugos

Kadangi straipsnyje analizuojama papildomos viešosios transportinės paslaugos integravimo į miesto viešojo transporto sistemą problema, būtina yra nustatyti esminius planavimo elementus, kurie gali turėti įtakos integruojant pritaikomąją transporto paslaugą. Fiksuotasis viešasis transportas yra apibrėžiamas kaip skirtingų funkcijų seka

ar pasikartojantis procesas (Hall 2011). Optimizuojant šiuos procesus yra sprendžiami strateginiai ir operatyvniai klausimai. Strateginius sprendimus sudaro šie aspektai (Ceder, Wilson 1986; Hall 2011; Tyrinopoulos 2004): maršrutų tinklas, reisų dažnumas, tvarkaraščiai. Operatyvinį planavimą sudaro šie aspektai: transporto priemonių paskirstymas parenkant maršrutą, personalo darbo laiko nustatymas, nenumatytų situacijų analizė.

Strateginio planavimo „žaliava“ yra duomenys apie kelionių paklausą. Šiam tikslui yra naudojamos kelionių paklausos matricos tarp visų pradžios ir paskirties taškų (angl. *OD matrice*) (Hall 2011). Tokiems taškams nustatyti yra reikalinga labai tiksli informacija (stotelių koordinatės, miesto suskirstymas transportiniais rajonais, respondentų kelionių kryptys, laikas, trukmė, dažnumas ir kt.)

Viešojo transporto tinklo projektavimo pagrindinis tikslas yra sudaryti tokį optimalų tinklą, kurio įgyvendinimo sąnaudos būtų mažiausios. Reisų dažnumas turi atitikti naudotojų poreikius, tačiau planavimo problema yra ta pati – sumažinti veiklos sąnaudas, kartu užtikrinti patogius tvarkaraščius. Miestų transporto sistemų darbo grafiką dažniausiai lemia permainingos ir nepastovios aplinkybės: skirtingas gatvių apkrovos lygis, priklausantis nuo paros laiko, eismo valdymo priemonių įsikišimas, nenuspėjami įvykiai keliuose (Fu 2002). Tai yra pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos sudarant iš anksto nustatytus tvarkaraščius. Sudarant tvarkaraščius nustatomos stotelės bei galimas nuokrypis nuo fiksuoto laiko, sinchronizuojami persėdimų algoritmai.

Operatyvinio planavimo pagrindas yra strateginio planavimo procese nustatyti tvarkaraščiai. Be transporto priemonių paskirstymo ir personalo darbo planavimo, itin svarbios yra nenumatytos situacijos, literatūroje vadinamos „kas, jeigu“ (angl. *what-if*) problemomis. Pavyzdžiui, kas nutiktų, jeigu sugestų transporto priemonė. Šių problemų gali iškilti bet kurią akimirką ir jos turi būti sprendžiamos itin operatyviai, todėl reikalinga potenciali tokių problemų prognozė bei jų sprendimų generavimas.

Atlikus fiksuotųjų paslaugų strateginio planavimo aspektų analizę galima daryti išvadą, kad procesai šioje sistemoje yra statiški bei struktūrizuoti. Kadangi paratransportas veikia FTS pagrindu, toliau nagrinėjami pagrindiniai šių paslaugų organizavimo aspektai.

Pritaikomosios paslaugos

Vienas iš FTS modelių yra DRT (angl. *demand responsive transport*) sistema. Ši sistema yra skirta bendrai naudoti, tačiau gali būti specializuota tikslinei grupei (pvz., paratransportas). Šios sistemos sukūrimas ir įdiegimas yra sudėtingas procesas, todėl jis yra plačiai nagrinėjamas

mokslininkų. Zografos *et al.* (2008) savo darbe pristato integruotą metodologinę schemą, skirtą rengti bei vertinti FTS verslo modeliams (daugiausia keleivių vežimo modeliams), atsižvelgiant į vietinės rinkos ir atsakingų institucijų sąlygas bei reikalavimus. Rengiant verslo modelius FTS paslaugos produktyvumas bei sąnaudos matuojami šiais rodikliais: transporto priemonių parko dydis, bendra rida ir tuščia rida (Quadrioglio *et al.* 2008; Ho, Haugland 2011). Optimalus transporto priemonės dydis bei jos išnaudojimas kombinuojant kelias užklausas į vieną padeda sumažinti sąnaudas.

Kadangi FTS daugelyje šalių dar yra naujovė, susiduriama ne tik su planavimo bei diegimo sunkumais, bet ir su paslaugos naudojimo problemomis. Literatūroje įvardijami FTS diegimo barjerai yra šie: instituciniai, ekonominiai, eksploataciniai, suinteresuotų šalių požiūriai, kultūra, sąmoningumas bei santykiai, informacija, švietimas ir skatinimas (Mulley *et al.* 2012).

Maršrutų ir tvarkaraščių sudarymą riboja keli veiksniai, kurie yra bendri visoms vežimo rūšims: skirtumas tarp pageidauto ir realaus paslaugos įvykdymo laiko, laiko langai, laukimo laikas kelionės metu, prieš įsėdimą, įsėdus, maksimalus kelionės laikas, nukrypimas nuo jo, bendras kelionės laikas, bendras paslaugos įvykdymo laikas nuo užsakymo momento, maksimalus sustojimų skaičius keleiviui esant automobilyje (Mitrovic-Minic, Laporte 2004; Parragh 2011)

Didėjant tokių paslaugų paklausai, didėja ir išlaidos joms valdyti (Palmer *et al.* 2004, 2008). Skirtingi mokslininkai nagrinėja skirtingus sistemų optimizavimo būdus šioms išlaidoms sumažinti. Kompiuterinės dispečerių sistemos, paskirtojo transporto paslaugos, efektyvi telekomunikacija bei finansinė parama užtikrina greitą atsaką į pateiktas užklausas, didesnį transportavimo lankstumą laiko bei vietos atžvilgiu (Palmer *et al.* 2004). Dar daugiau, kompiuterinėmis planavimo programomis padidinus optimalių žmonių skaičių vienoje transporto priemonėje, sumažinama neigiama įtaka aplinkai, spūsčių susidarymui bei sumažinama paslaugos kaina (Xu, Huang 2009; Lin *et al.* 2012; Braysy *et al.* 2009).

Vykdam DRT paslaugą yra svarbūs kelių rūšių parametrai: esamo laiko įvesties duomenys, esamo laiko išvesties duomenys, paslaugos pobūdis, paslaugos vykdymo pobūdis. Tvarkaraščių sudarymo problemų sukelia sunkiai prognozuojamas paslaugos poreikio momentas bei pašaliniai trukdžiai (spūstys, įvykiai kelyje ir kt.) (Karabuk 2009). Todėl naudojant šiuos duomenis bei specialią programinę įrangą (pvz., *L2sched*), galima valdyti transporto priemonių dislokaciją (Horn 2002) ir keisti kelionių parametrus realiu laiku.

Nagrinėjama ir kita FTS veiklos problema: kuriuos užsakymus vykdyti nuosavu transportu, o kuriuos samdytu (Gupta *et al.* 2010; Cremers *et al.* 2009; Palmer *et al.* 2004). Gupta *et al.* (2010) siūlo du paratransporto paslaugų efektyvumo didinimo būdus: maršrutų, suformuotų kiekvienos dienos pabaigoje, optimizavimas iš naujo ir nepaskirtojo transporto paslaugų naudojimas (taksi ir pan.). Šią problemą galima būtų transformuoti į viešojo transporto sistemos sudarymą į planavimą įtraukiant municipalinius ir privačius vežėjus.

Apibendrinant prieš tai nustatytus fiksuotosios ir pritaikomosios transporto paslaugos keleiviams planavimo ir valdymo aspektus, galima daryti išvadą, kad esminis šių dviejų paslaugų planavimo ir valdymo skirtumas yra įvesties duomenų dinamiškumas. Fiksuotosioms viešojo transporto paslaugoms planuoti naudojami duomenys, kurių surinkimas yra ilgas ir sudėtingas procesas, nes reikalingi ne tik operatyviniai duomenys, kurie gali būti gaunami naudojant intelektines transporto sistemas (ITS), bet ir transportiniams ryšiams nustatyti reikalingi duomenys, kurie kol kas vis dar yra gaunami atliekant gyventojų apklausas. Tačiau tokie duomenys atnaujinami kas 5–10 metų, maršrutų ir tvarkaraščių pakeitimai atliekami 2–4 kartus per metus. Pritaikomoji transporto paslauga pasižymi itin dideliu įvesties duomenų dinamiškumu bei poreikiu į jį reaguoti kaip įmanoma greičiau. Tam yra naudojamos ITS, kompiuterinė ir telekomunikacijos įranga, kt. Tačiau svarbu pažymėti, kad tokios sistemos valdymas yra brangus, todėl būtina nustatyti paslaugos poreikį. Analizuojant mokslinę literatūrą trūksta vertinimo, kaip pasikeistų viešojo transporto (fiksuotojo ir pritaikomojo) valdymo išlaidos, jeigu dalis keleivių, kurie gali naudotis tradiciniu viešuoju transportu, bet juo nesinaudoja dėl prieinamumo trūkumo, persėstų iš privačių automobilių ar pritaikomosios transporto paslaugos teikėjų į fiksuotąjį (arba integruotąjį) viešąjį transportą. Kadangi pagrindinis viešosios paslaugos valdytojo tikslas yra optimizuoti sistemos veiklą, reikia nustatyti, ar didesnis sistemos veiklos efektyvumas bus pasiektas investuojant į fiksuotųjų paslaugų prieinamumo didinimą ir atskirų paslaugų poreikio mažinimą, ar į atskiros pritaikomosios paslaugos kūrimą bei plėtrą.

Pritaikomųjų transporto paslaugų variacijos

FTS pagrindas yra vežimas „nuo durų iki durų“, tačiau šis principas nebūtinai turi būti taikomas tiesiogiai. Galimos tokios pagrindinės variacijos:

- pakeičiant maršrutus (angl. *hail-a-ride*) – paslauga vykdoma fiksuotais maršrutais, įlaipinant ir išlaipinant keleivius bet kurioje maršruto vietoje.

Tai yra mažiausiai pritaikoma transporto paslaugos forma;

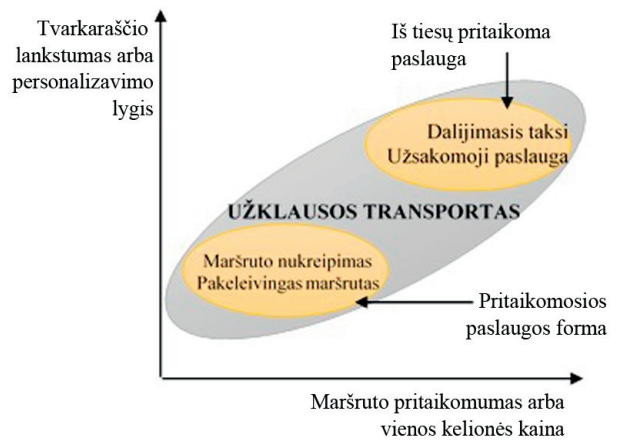
- maršruto nukreipimas (angl. *route deviation*) – tie žmonės, kurie negali pasiekti įprastų stotelių, užregistruoja savo kelionės parametrus ir vairuotojas pagal juos keičia maršrutą. Nesant tokių užsakymų, kelionė vykdoma įprastu maršrutu. Ši forma dažniausiai taikoma mažo tankio gyvenvietėse, kur tradicinis viešasis transportas kursuoja itin retai;
- užsakomoji paslauga (angl. *dial-a-ride*) – keleivis užsako pageidaujamą reisą nuroydamas pradžios ir paskirties taškus. Ši paslauga gali būti teikiama tiek mažose (pvz., seniūnija), tiek didelėse teritorijose (visame mieste). Šiai paslaugai teikti dažniausiai naudojamos mažos talpos transporto priemonės;
- dalijimosi taksi paslauga (angl. *multi-hire taxi*) – veikia kaip įprasta taksi paslauga, tačiau viena transporto priemone vežami keli keleiviai, važiuojantys skirtingomis kryptimis. Užsakymas gali būti pateiktas bet kuriuo metu, jie rūšiuojami pagal daugiausiai panašumų turinčius parametrus taip, kad būtų efektyviai išnaudotos transporto priemonės. Tai labiausiai pritaikoma transporto paslauga.

Sprendžiant iš apibrėžimų, užsakomoji paslauga ir dalijimosi taksi paslauga yra itin panašios, tačiau skirtumas yra susijęs su užsakymo pateikimo laiku ir keleivių skaičiumi. Pirmoji paslauga yra orientuota į pavienius keleivius, kurie taip pat sumoka ir didesnę kainą už kelionę. Antroji paslauga leidžia efektyviau išnaudoti transporto priemonę, tačiau yra formuojama procese, o ne pagal išankstinius užsakymus. Kelionės lankstumo parametrai yra patys geriausi, tačiau gali pasikeisti kiti parametrai – bendras kelionės laikas, laukimo laikas ir pan. (žr. 2 pav.).

Priklausomai nuo poreikio galima pritaikyti skirtingus paslaugos variantus, kurie skiriasi ne tik pagal lankstumo lygį, bet ir tikslinės grupės parinkimą. Tačiau atskiros paslaugos įdiegimas visada yra brangesnis, todėl pritaikomosios paslaugos, adaptuotos ir žmonėms, turintiems judėjimo apribojimą, integravimas užtikrintų paklausą, mažesnes sąnaudas bei efektyvesnę veiklą.

Paratransporto paslaugos integravimo į esamą miesto viešojo transporto sistemą aspektai

Dviejų transporto paslaugų fiksuotais maršrutais tarpusavio koordinavimas yra taikomas praktikoje. Įprasta, kad miestų viešojo transporto maršrutų, kurių galinė stotelė yra traukinių stotyje, tvarkaraščiai yra derinami su geležinkelių reisų



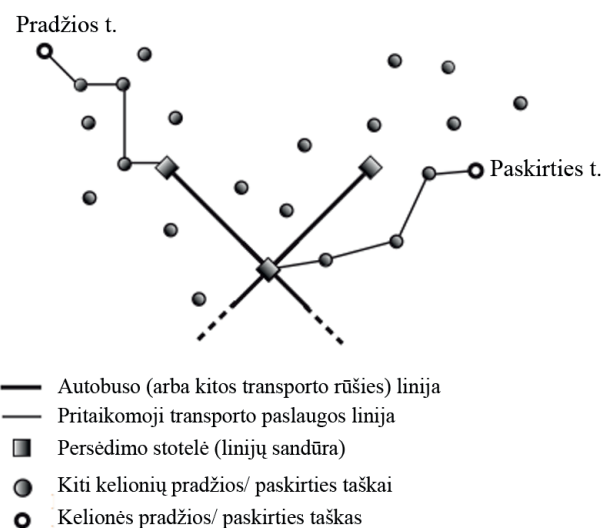
2 pav. Ryšiai tarp tvarkaraščio lankstumo ir maršruto pritaikomumo bei tarp personalizavimo lygio ir vienos kelionės kainos (Hall 2011)

Fig. 2. Relationship between route flexibility and timetable flexibility, and between cost per passenger trip and level of personalized service (Hall 2011)

tvarkaraščiais. Sąveika tarp pritaikomųjų ir fiksuotųjų transporto paslaugų yra ypač sudėtinga, todėl sunku nustatyti, kaip pokyčiai vienoje posistemyje paveiks kitą posistemę, taip pat keleivius bei vežėjus. Todėl reikalinga sukurti ir vystyti pritaikomųjų transporto paslaugų žmonėms, turintiems judėjimo apribojimą, planavimo ir diegimo metodiką.

Integruoti FTS galima keliais būdais.

Iš 3 paveikslu matyti, kad pritaikomoji paslauga papildo fiksuotąjį viešąjį transportą, taip praplečia viešojo transporto tinklą ir padidina kelionių pradžios ir paskirties taškų išsidėstymą bei skaičių. Tačiau norint integruoti FTS kartu su paratransporto funkcija, reikalinga įvertinti prioritetus, kuriuos iškelia standartinis keleivis, ir neįgalųjų poreikius

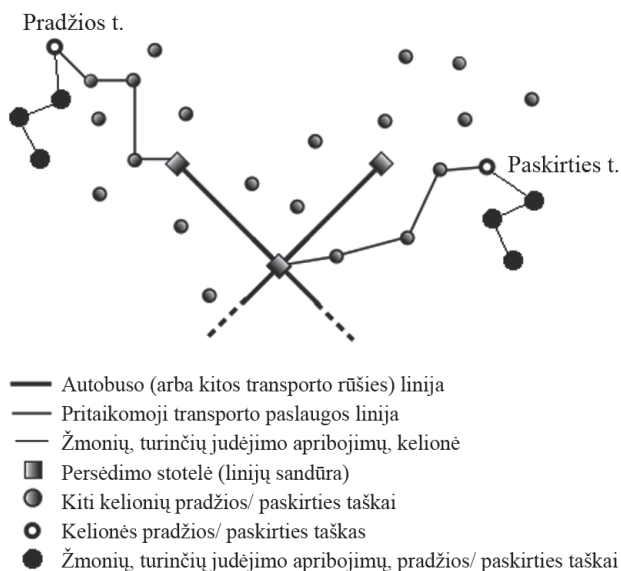


3 pav. Integruota pritaikomoji transporto paslauga (Hall 2011)

Fig. 3. Integrated FTS (Hall 2011)

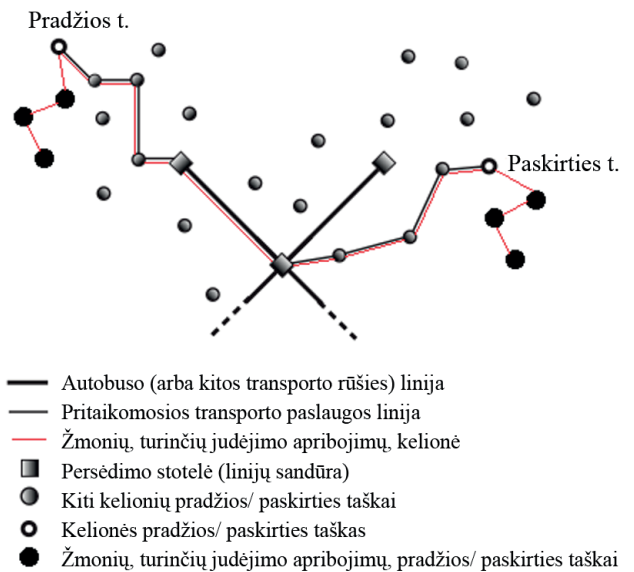
bei jų suderinamumą. Mokslinėje literatūroje pasitaikantys pagrindiniai viešojo transporto prieinamumo rodikliai yra: bendras kelionės laikas, persėdimų skaičius, laukimo laikas, ėjimo iki stotelės laikas, kelionės kaina, paslaugos kokybė (Geurs, Wee 2004; Pitot *et al.* 2006; Schwarze 2005; Mavoa *et al.* 2012; Rajendran *et al.* 2013). Didžioji dalis keleivių naudojami viešuoju transportu piko metu, kada eismo intensyvumas yra labai didelis bei transporto priemonėse gausu žmonių. Žmones, turinčius judėjimo sutrikimų, galima padalinti į dvi grupes: tie, kurie turi judėjimo sutrikimą, tačiau gyvena įprastu ritmu (namai – darbas – pramogos – namai), ir tie, kurie keliauja tik esant būtinybei (namai – sveikatos įstaiga – namai). Antroji grupė gali prisitaikyti naudotis viešuoju transportu ne piko metu, o pirmoji pasižymi bendraisiais poreikiais viešajam transportui ir papildomais poreikiais, būdingais tik tai tikslinei grupei (speciali transporto priemonė su įranga, papildoma pagalba ir t. t.). Tokiu atveju galima organizuoti paslaugą taip, kad pirma būtų įlaipinami keleiviai, turintys judėjimo apribojimų, o paskui visi likę (žr. 4 pav.). Kadangi teigiama, jog keleiviai, turintys negalią, yra pakantesni, galima daryti prielaidą, jog jie neprieštaraus ilgesniam kelionės laikui arba apskritai vertins galimybę naudotis viešuoju transportu. Tokiu atveju likę keleiviai skirtumo neįaus.

Trečias būdas integruoti FTS kartu su paratransporto funkcija yra teikti FTS paslaugas visiems norintiems nuo pradžios taško iki persėdimo stotelės (arba nuo persėdimo stotelės iki paskirties taško), o žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, teikti paratransporto paslaugą bet kuriuo reikiamu maršrutu, kertančiu persėdimo stotelę (žr. 5 pav.)



4 pav. Integruota FTS kartu su paratransporto funkcija iki persėdimo stotelės

Fig. 4. Integrated FTS (acting as paratransit as well) to, or from, a transfer point



5 pav. Integruota FTS kartu su paratransporto paslauga visoje teritorijoje

Fig. 5. Integrated FTS to, or from, a transfer point for ordinary passengers and serving the eligible route for paratransit users

Šių scenarijų parinkimas nėra sudėtingas procesas, nes jis priklauso nuo apibrėžtų rodiklių: paklausos, kainos ir paslaugos lygio. Parenkant scenarijų būtinas esamos situacijos nustatymas. Remiantis transporto ryšių analize (ji atliekama naudojant duomenis iš paklausos tyrimo (*OD matrice*)), nustatomas žmonių, turinčių judėjimo apribojimų, transporto paslaugų poreikis. Taip pat svarbu nustatyti vyraujančias fiksuotojo viešojo transporto kainas (taip pat lengvatas), esamų papildomų transporto paslaugų įkainius bei tikslines išmokas neįgaliesiems ar transporto paslaugas jiems teikiančioms įstaigoms (lengvatinis transporto įsigijimas ir pan.). Taip pat būtinas esamos viešojo transporto sistemos prieinamumo žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, nustatymas (nustatymo metodologija yra pasiūlyta ankstesniuose autorės straipsniuose). Kuo mažesnis sistemos prieinamumas, tuo didesnės investicijos yra reikalingos. Papildomos paslaugos integruotumo požiūriu galima daryti prielaidą, kad kuo labiau paslauga yra integruota (pvz., 5 pav.), tuo mažesnių investicijų reikia viešojo transporto prieinamumui didinti. Jeigu miesto viešojo transporto sistema yra prieinama žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, didelė tikimybė, kad likęs žmonių, turinčių judėjimo apribojimų ir negalinčių jokiais sąlygomis naudotis fiksuotuoju viešuoju transportu (t. y. paklausa), skaičius bus per mažas integruotai papildomai paslaugai kurti. Tokiam vertinimui galima pritaikyti sąnaudų ir naudos analizės metodą. Tokios paslaugos paklausai įtakos turi paslaugos kaina, paslaugos parametrai, alternatyvių paslaugų pasirinkimo veiksniai, kiti demografiniai ir vietos veiksniai.

Šnaudas sudaro veiklos šnaudos, reikalingos investicijos ir kitos netiesioginės šnaudos. Analizės rezultatas yra skirtumas tarp vartotojo įvertintos pridėtinės vertės ir valdytojo įvertinto trumpalaikio periodo veiklos šnaudų. Šis metodas gali būti taikomas vertinti kaip pagrindimas reikalingam paslaugos integravimo lygiui nustatyti.

Valdymo požiūriu tokia integracija yra itin sudėtinga dėl būtino bendradarbiavimo tarp paslaugos valdytojo, operatoriaus ir vartotojo. Taip pat specifinės grupės įtraukimas į planavimą prideda papildomų kintamųjų. Viena bendra viešojo transporto planavimo sistema reikalauja didelio duomenų kiekio apdorojimo bei paklausos planavimo. Įvertinus, kiek keleivių būtų pritraukta įdiegus FTS ir kiek būtų sutaupoma teikiant integruotą paslaugą žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, vietoj atskirų pavienių paslaugų organizavimo, galima būtų apibrėžti laukiamą naudą bei taip įtikinti vietinius viešojo transporto valdytojus ir operatorius vienos integruotos sistemos naudingumu.

Išvados

Atlikus pritaikomųjų transporto paslaugų įtraukiant paratransporto funkciją analizę, galima daryti tokias išvadas:

1. Pritaikomosios transporto paslaugos gali būti adaptuotos universaliai – pradėdant nuo privačių užklausų ir poreikių, baigiant visos viešojo transporto sistemos unikavimu bei papildymu, sukuriant patrauklią, prieinamą ir efektyvią sistemą. FTS integruojant paratransporto funkciją užtikrintų susisiekimą platesnėje zonoje ne tik visai bendruomenei, bet ir patenkintų žmonių, turinčių judėjimo apribojimų mobilumo poreikius. Kuo didesnis paslaugos integravimo lygis, tuo didesnis paslaugos vartotojų ratas bei geresnės galimybės užtikrinti pakankamą keleivių skaičių efektyviai veiklai.
2. Pritaikomųjų ir fiksuotųjų viešojo transporto paslaugų organizavimo aspektai yra panašūs: maršrutų, tvarkaraščių, transporto priemonių parko, personalo struktūros nustatymas. Tačiau pritaikomoji paslauga išsiskiria šių sprendimų priėmimo dažnumu, t. y. šie procesai yra nuolatiniai, dažnai vykdomi einamuoju laiku pagal kintančius parametrus. Todėl ir tvarkaraščiai bei maršrutai yra nuolat kintantys. Maršrutų ir tvarkaraščių planavimo požiūriu šios dvi sistemos sąlyčio taškų neturi, tačiau sujungtos jos gali papildyti viena kitą teritorijos išnaudojimo, resursų paskirstymo, keleivių pritraukimo požiūriu.
3. Sprendžiant papildomos transporto paslaugos (paratransporto) žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, integravimo lygio problemą, būtina nustatyti, kurio scenarijaus atveju sistemos efektyvumas bus maksimalus.
4. Tolesniuose tyrimuose reikia nustatyti kriterijus, kuriais remiantis galima būtų sukurti scenarijų vertinimo metodologiją. Kadangi vertinimo kriterijai yra tiek kiekybiniai (reikalingos investicijos, veiklos šnaudos, pajamos ir kt.), tiek kokybiniai (pridėtinė vertė žmonėms, turintiems judėjimo apribojimų, viešojo transporto patrauklumo padidėjimas ir pan.), tikslinga taikyti daugiakriterio vertinimo metodus.

Literatūra

- Brassy, O.; Dullaert, W.; Nakari, P. 2009. The potential of optimization in communal routing problems: case studies from Finland, *Journal of Transport Geography* (17): 484–490. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.10.003>
- Ceder, A.; Wilson, N. H. M. 1986. Bus network design, *Transportation Research Part B* 20(4): 331–344. [http://dx.doi.org/10.1016/0191-2615\(86\)90047-0](http://dx.doi.org/10.1016/0191-2615(86)90047-0)
- Cremers, M. L. A. G.; Haneveld, W. K. K.; Vlerk, M. H. 2009. A two-stage model for a day-ahead paratransit planning problem, *Mathematical Methods of Operations Research*: 323–341. <http://dx.doi.org/10.1007/s00186-008-0262-5>
- Davison, L.; Enoch, M.; Ryley, T.; Quddus, M.; Wang, C. 2012. Identifying potential market niches for Demand Responsive Transport, *Research in Transportation Business & Management* (3): 50–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.04.007>
- Europos Sąjunga. 2014. *Transportas* [interaktyvus], [citutuota 2015 m. balandžio 30 d.], Liuksemburgas: Europos Sąjungos leidinių biuras. Prieiga per internetą: http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/lt/transport_lt.pdf
- Ferreira, L.; Charles, P.; Tether, C. 2007. Evaluating flexible transport solutions, *Transportation planning and technology* 30(2–3): 249–269. <http://dx.doi.org/10.1080/03081060701395501>
- Ferro, P. S.; Behrens, R.; Wilkinson, P. 2013. Hybrid urban transport systems in developing countries: portents and prospects, *Research in Transportation Economics* 39: 121–132.
- Fu, L. 2002. A simulation model for evaluating advanced dial-a-ride paratransit systems, *Transportation Research Part A* (36): 291–307. [http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564\(01\)00002-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0965-8564(01)00002-7)
- Geurs, K. T.; Wee, B. 2004. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, *Journal of Transport Geography* 12: 127–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Gupta, D., et al. 2010. Improving the efficiency of demand – responsive paratransit services, *Transportation Research Part A* (44): 201–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2010.01.003>
- Hall, C. H. 2011. *Modeling and simulation of dial-a-ride and integrated public transport services*: Dissertation. Studies in Science and Technology, Institute of Technology, Linköping University, Norrköping.
- Ho, S. C.; Haugland, D. 2011. Local search heuristics for the probabilistic dial-a-ride problem, *OR Spectrum* (33): 961–988. <http://dx.doi.org/10.1007/s00291-009-0175-6>
- Horn, M. E. T. 2002. Fleet scheduling and dispatching for demand – responsive passenger services, *Transportation Research Part C* 10: 35–63. [http://dx.doi.org/10.1016/S0968-090X\(01\)00003-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0968-090X(01)00003-1)

- Karabuk, S. 2009. A nested decomposition approach for solving the paratransit vehicle scheduling problem, *Transportation Research Part B* 43(3): 448–465. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2008.08.002>
- Lin, Y.; Li, W.; Qiu, F.; Xu, H. 2012. Research on optimization of vehicle routing problem for ride-sharing taxi, *Social and Behavioral Sciences* 43: 494–502. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.122>
- Mavoja, S.; Witten, K.; McCreanor, T.; O'Sullivan, D. 2012. GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand, *Journal of Transport Geography* 20: 15–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001>
- Mitrovic-Minic, S.; Laporte, G. 2004. Waiting strategies for the dynamic pickup and delivery problem with time windows, *Transportation Research Part B* 3: 635–655. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2003.09.002>
- Mulley, C.; Nelson, J.; Teal, R.; Wright, S.; Daniels, R. 2012. Barriers to implementing flexible transport services: an international comparison of the experiences in Australia, Europe and USA, *Research in Transportation Business & Management* 3: 3–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.04.001>
- Palmer, K.; Dessouky, M.; Abdelmaguid, T. 2004. Impacts of management practices and advanced technologies on demand responsive transit systems, *Transportation Research Part A* 38: 495–509. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2004.05.002>
- Palmer, K.; Dessouky, M.; Zhou, Z. 2008. Factors influencing productivity and operating cost of demand responsive transit, *Transportation Research Part A* 42: 503–523. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2007.12.003>
- Parragh, S. N. 2011. Introducing heterogeneous users and vehicles into models and algorithms for the dial-a-ride problem, *Transportation research part C* 19: 912–930. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2010.06.002>
- Pitot, M.; Yigitcanlar, T.; Sipe, N.; Evans, R. 2006. Land use & public transport accessibility index (LUPTAI) tool – the development and pilot application of LUPTAI for the Gold Coast, in *Proceedings of the 29th Australasian Transport Research Forum*, 27–29 September 2006, Gold Coast, Australia.
- Quadrioglio, L.; Dessouky, M. M.; Ordonez, F. 2008. A simulation study of demand responsive transit system design, *Transportation Research Part A* 42: 718–737. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2008.01.018>
- Rajendran, P.; Bindhu, B. K.; Sanjay Kumar, V. S. 2013. Public transport accessibility index for Thiruvananthapuram urban area, *Journal of Mechanical and Civil Engineering* 7(4): 61–66.
- Ryley, T. J.; Stanley, P. A.; Enoch, M. P.; Zanni, A. M.; Quddus, M. A. 2014. Investigating the contribution of Demand Responsive Transport to a sustainable local public transport system, *Research in Transportation Economics* 48: 364–372. <http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.064>
- Romjue, M. 2012. *Paratransit Emerges As Growing Future Limo-Style Service* [interaktyvus], [cituota 2015 m. balandžio 30 d.]. Limousine, Charter & Tour Magazine. Prieiga per internetą: <http://www.lctmag.com/vehicles/article/41701/paratransit-emerges-as-growing-future-limo-style-service?page=4>
- Schalekamp, H.; Mfinanga, D.; Wilkinson, P.; Behrens, R. 2009. An international review of paratransit regulation and integration experiences: lessons for public transport system rationalisation and improvement in African cities, in *4th International Conference on Future Urban Transport: Access and Mobility for the Cities of Tomorrow*, Göteborg, 19–21 April 2009, Göteborg, Sweden.
- Schwarze, B. 2005. Measuring local accessibility by public transport, in *Proceedings of the 9th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, paper 366, 29 June – 1 July 2005, London, United Kingdom.
- Tangphaisankun, A.; Nakamura, F.; Okamura, T. 2009. Influences of paratransit as a feeder of mass transit system in developing countries based on commuter satisfaction, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 8: 1341–1356.
- Tyrinopoulos, Y. 2004. A complete conceptual model for the integrated management of the transportation work, *Journal of Public Transportation* 7(4): 101–121. <http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.7.4.6>
- United Nations. 2013. *World Population Ageing 2013* [interaktyvus], [cituota 2015 m. balandžio 30 d.], Department of Economical and Social Affairs, Population Division. Prieiga per internetą: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2013.pdf>
- Xu, J.; Huang, Z. 2009. An intelligent model of urban demand-responsive transport system control, *Journal of Software* 4(7): 766–776. <http://dx.doi.org/10.4304/jsw.4.7.766-776>
- Zografos, K. G.; Androutsopoulos, K. N.; Sihvola, T. 2008. A methodological approach for developing and assessing business models for flexible transport systems, *Transportation* 35(6): 777–795. <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-008-9176-6>

INTEGRATION OF THE PARATRANSIT IN URBAN PUBLIC TRANSPORT SYSTEM

A. Verseckienė

Abstract

The demand of transport grows along with road traffic. Congestion costs 1% of the GDP of European Union (European Union 2014) and also causes significant emissions of carbon dioxide and other pollutants. This problem could be solved by transferring a part of passengers from private modes of transport to the public transport. But the essential condition is a sustainable development which means the accessibility on equal terms. Therefore, attention to the focus group – people with movement impairments, is necessary. Since even under ideal conditions some of those people will not be able to use the ordinary public transport services, a special transportation service, called paratransit, should be offered. In this paper the parameters of paratransit as well as their variations are analyzed. Also the wider application possibilities are considered. The aspects of integration of paratransit into the existing system, potential barriers for the integration and conditions for the integration are highlighted. The main purpose of this paper is to formulate the scenarios for the integration of paratransit into the existing public transport system based on the analysis of the scientific literature and the best practices, which could be used to form a policy of improving the accessibility of the public transport for people with movement impairments.

Keywords: integration, flexible transportation service, paratransit, public transport, people with movement impairments.