

## Environmental engineering Aplinkos inžinerija

# VIEŠOJO TRANSPORTO ELEKTRONINIO BILIETO SISTEMOS, GALIMYBĖS IR PERSPEKTYVOS LIETUVOJE

Andrius SAMUILOVAS <sup>\*</sup>, Rasa UŠPALYTĖ-VITKŪNIENĖ 

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2023 m. birželio 28 d.; priimta 2023 m. liepos 3 d.

**Santrauka.** Viešojo transporto paslauga tapo neatsiejama nuo el. bilieto sistemų. Galimybės įdiegti patogų, lengvai pasiekiamą, intuityvų ir modernų elektroninį viešojo transporto bilieto sprendimą ar pagal naujausias tendencijas – apmokėjimo būdą gali lemti ir besinaudojančių viešojo transporto paslauga keleivių skaičių. Šiame straipsnyje analizuojamos pažangiausių technologijų galimybės, siekiant pagerinti viešojo transporto paslaugos kokybę ir taip skatinti naudotis viešuoju transportu bei optimaliai valdyti viešojo transporto sąnaudas.

**Reikšminiai žodžiai:** viešasis transportas, elektroninis bilietas, el. bilieto sistemos, informacijos įrašymo ir paskyros ID sprendimas.

### Įvadas

Viešojo transporto el. bilietų pardavimo sistemos įdiegimas gali suteikti keletą privalumų tiek paslaugos organizatoriui, tiek keleiviams. Štai keletas viešojo transporto bilietų sistemos privalumų.

Patogumas: bilietų pardavimo sistema gali suteikti keleiviams patogų ir efektyvų būdą įsigyti bilietą ir naudotis viešojo transporto paslaugomis. Keleiviai gali lengvai įsigyti bilietus naudodamiesi įvairiais mokėjimo būdais, tokiais kaip gryniesi pinigai, banko kortelė ar mokėjimas mobiliuoju telefonu. Daugelis tyrimų pabrėžė technologijų svarbą bilietų pardavimo sistemose. Twente universiteto atliktas tyrimas parodė, kad mobiliosios bilietų pardavimo sistemos gali suteikti keleiviams patogesnį ir efektyvesnį būdą įsigyti bilietus ir jais naudotis ir pakelti jų patogumo jausmą (Witbreuk & De Jong, 2016).

Sutrumpintas įsigijimo laikas: įdiegus el. bilietų sistemą keleiviai gali greitai ir lengvai įsigyti bilietus, o tai gali sutrumpinti laukimo laiką bilietų kasose ir įlaipinimo punktuose. Keli tyrimai pabrėžė bilietų pardavimo sistemų svarbą gerinant klientų patirtį. St. Galeno universiteto atliktas tyrimas parodė, kad mobilioji bilietų pardavimo sistema Šveicarijos viešojo transporto sistemoje pagerino klientų pasitenkinimą ir sumažino laukimo laiką (Barabino et al., 2020).

Patobulintas mokėjimų rinkimas: el. bilietų sistema gali pagerinti bilietų pajamų surinkimą ir sumažinti kelionės mokesčio vengimą, nes ji užtikrina skaidrų ir saugų mokėjimo procesą. Tai gali padidinti pajamas. Pasaulio banko atliktas tyrimas parodė, kad elektroninės bilietų pardavimo sistemos įdiegimas autobusų sistemoje Tanzanijoje pagerino bilietų pajamų surinkimą trečdaliu ir sumažino veiklos sąnaudas (Arroyo-Arroyo et al., 2021).

Duomenų analizė realiuoju laiku: el. bilietų sistema (bilietų žymėjimas) gali pateikti duomenis apie keleivių kelionių modelius realiuoju laiku, o tai gali padėti transporto įmonėms optimizuoti savo paslaugas ir pagerinti efektyvumą.

Integracija su kitomis transporto rūšimis: el. bilietų sistemą galima integruoti su kitomis transporto rūšimis, pvz., autobusais, traukiniais ir keltais, todėl keleiviai gali įsigyti ir naudoti įvairių transporto rūšių bilietus.

Sumažėjusios veiklos sąnaudos: el. bilietų sistema gali automatizuoti kelis procesus, pigesnė platinimo paslauga nei fizinėje platinimo vietoje, eliminuojamos logistikos sąnaudos, taip sumažinamas rankų darbo poreikis ir keleivių vežimo veiklos sąnaudos.

*Darbo tikslas* – nustatyti elektroninio bilieto sistemų vertinimo kriterijus pagal jų galimybes, privalumus ir trūkumus.

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [andrius.samuilovas@stud.vilniustech.lt](mailto:andrius.samuilovas@stud.vilniustech.lt)

## 1. Transporto el. bilietai Lietuvoje

Viešojo transporto bilietai skaitmenizavimas prasidėjo 2007 m., kai Klaipėdoje, siekiant supaprastinti popierinių bilietai platinimą bei pagerinti keleivių kontrolę, buvo įdiegta pirmoji Lietuvoje elektroninio bilietai sistema (VšĮ Klaipėdos kelevinis transportas, 2007). Šis sprendinys buvo paremtas paskyros ID (angl. *ID account based*) sprendiniu (1 pav.).

Naujos sistemos privalumai, lyginant su buvusiu popieriniu bilietai:

- nereikia gamybos užsakymų, nelieka neparduotų bilietai likučių, bilietai galima pildyti 7/24 režimu internetu;
- pametus ar sugadinus kortelę išlieka galimybė, įrodžius, kad kortelė priklauso būtent tam keleiviui, užblokuoti senąją ir aktyvuoti naująją kortelę su anksesnės kortelės pinigų likučiu;
- ilgalaikių terminuotų bilietai įvedimas (popierinis bilietai fiziškai susidėvėtų);
- galimybės diegti lanksčią integruotą tarifų sistemą.

2005–2010 m. buvo įgyvendinamas 3 didžiųjų Lietuvos miestų projektas „Elektroninio bilietai viešajame transporte ir keleivių informavimo sistemos sukūrimas“. Tiek pirkimo, tiek diegimo procesas labai užsitęsė. Viešojoje erdvėje projekto įgyvendinimo rezultatai vertinami nevienareikšmiškai, tačiau projekto metu įdiegti elektroninio bilietai sprendiniai Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje funkcionavo. Įdiegti sprendiniai buvo skirtingi: Vilniuje ir Kaune veikė informacijos įrašymo, Klaipėdoje – mišrus sprendimas, integruojantis tiek informacijos įrašymo, tiek paskyros ID sprendinį.

Vilniuje pirminis sprendinys, papildytas daline ID sistemos posisteme – mTicket programėle, kuri nesusieta su įranga, veikiančia transporto priemonėse, keičiamas paskyros ID paremtu sprendiniu. Kaune 2020 m. pereita prie paskyros ID su kaupiamuoju bilietai sistemos („Žiogas“) kartu atnaujinus įrangą transporto priemonėse, Klaipėda nuo 2018 m. naudoja visiškai paskyros ID paremtą spren-

dinį ir naują bilietai nuskaitymo įrangą transporto priemonėse.

Šiuo metu Lietuvoje elektroninio bilietai sistemos veikia Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje, Šiauliuose, Alytuje, Druskininkuose. Atnaujinama Vilniuje, diegiama Panevėžyje ir Tauragės regione. Klaipėdos sistema veikia integruotai mieste ir rajono savivaldybėse.

## 2. Elektroninio bilietai sprendinių aprašymai

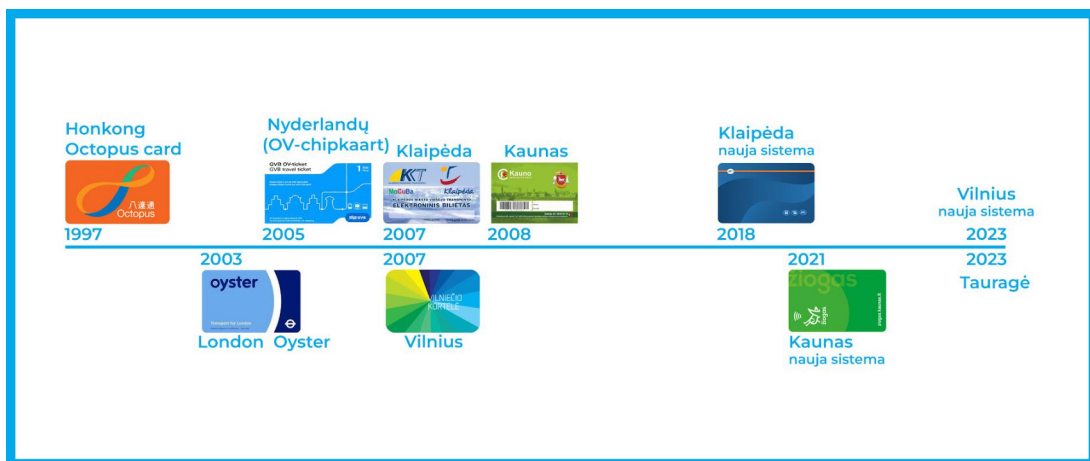
### 2.1. Informacijos įrašymo (angl. *smart offline ticketing*) sprendinys

Nešiojamo informacijos lusto (netolimos prieigos radijo ryšio – RFID) kortele pagrįsta sistema, duomenys kaupiami RFID kortelėje (laikmenoje), dubliuojant duomenis su apskaitos sistema per ryšio priemones.

Pagrindinis privalumas yra mažesnis priklausymas nuo judriojo ryšio.

Pagrindiniai trūkumai yra:

- ribotas informacijos kiekis – RFID kortelės atmintyje galima saugoti tik labai ribotą informacijos kiekį;
- sudėtinga infrastruktūra – reikia užtikrinti ne tik duomenų įrašymą ir nuskaitymą, bet ir įvykusių operacijų sinchronizavimą su kitomis sistemomis – apskaitos centro, kontrolės sistema, taip pat įdiegti ir prižiūrėti specialią papildomą įrangą (terminalus) pildymui;
- kortelių standartas ir kaina – kortelių saugumą užtikrinančios priemonės (raktavimas, formatavimas) dažniausiai yra susietos su vienu konkrečiu gamintoju ar kortelių tipu. Be to, kortelių tiekėjas turi užtikrinti maksimaliai saugią naujų kortelių įtraukimo į sistemą procedūrą, o tai riboja didesnę konkurenciją įsigyjant naujas korteles;
- saugumas – kortelių saugumo technologija sensta ir metams bėgant saugumas drastiškai krenta. Saugumo lygio pakėlimas dažniausiai įmanomas tik naujų kriptoprocesorių diegimu įrenginiuose (komposteriuose, papildymo įrangoje), kortelių keitimu;



1 paveikslas. El. bilietai sistemų diegimo evoliucija (pagal internetinius šaltinius)  
Figure 1. Evolution of e ticketing implementation (internet sources)

- naudojimas (bilieto žymėjimas) – būtinas keleivio įsitraukimas: bilieto aktyvavimas, kelionės bilieto pasirinkimas atliekant papildomus veiksmus transporto priemonėje.

Taigi nors informacijos įrašymo sprendinys ir yra lankstesnis informacijos perdavimo reikšme, bet sudėtinga infrastruktūra, kaina ir svarbiausia asmens duomenų saugumo kriterijų neatitikimas daro šią sistemą nepatrauklią ir senamadišką.

## 2.2. Paskyros ID (angl. *account ID based*) sprendinys

ID veikimo principas pagrįstas internete (pasiekama per naršyklę) esančia virtualia paskyra, kurioje yra informacija, susieta su keleivio turima naudojama laikmena per laikmenos unikalų identifikatorių (ID). Paskyroje gali būti įvairi informacija, susijusi su konkrečiu ID. Pagrindiniai privalumai yra:

- neribojamas informacijos kiekis – paskyroje galima kaupti bet kokią informaciją, sieti ją su kitais šaltiniais neribojant nei informacijos turinio, nei formos ar apimties;
- prieinamumas – paskyrą galima pasiekti įvairiomis standartinėmis priemonėmis – tiek duomenų bazių priemonėmis, tiek per naršyklę, telefono programėlę;
- vienalytiškumas – informacija yra vienoje vietoje, skirtinguose duomenų kaupimo formatuose, prieiga gali būti ribojama standartinėmis priemonėmis;
- keleivio identifikatorius (ID) gali būti atvaizduotas bet kokia nuskaityti skirta informacijos atvaizdavimo forma – tiek laikmenų (bekontaktių kortelių RFID/NFC) pavidalu, tiek brūkšniu 1D – pvz., Code128, tiek 2D – pvz., QR kodu, kurį galima atvaizduoti tiek telefono ekrane, tiek atspausdinti ant popieriaus;
- konfigūracija ir nustatymai – keleiviui būtina tik žymėti laikmeną (vieną kartą arba kelionės pradžioje ir pabaigoje), sistema pati įvertina keleivio paskyroje esančią informaciją (galiojantis terminuotas bilietas, e.p piniginės likutis ir pan.), veikia geriausios kainos principas;
- bilietų (laikmenų) žymėjimo statistika – būtina informacija vertinant kelionių skaičių, srautų pasiskirstymą, transporto priemonių užpildymą. Šios informacijos pagrindu vystomas maršrutų ir tvarkaraščių planavimas, parenkant optimalų sprendinį (važiavimo dažnį, transporto priemonių dydį ir jų skaičių). Pagrindiniai trūkumai yra:
- ryšys – yra būtinas pastovus ryšys duomenų sinchronizacijai vykdyti. Tačiau po 2010 m. atsiradus 3G ryšio tinklui ir nuolat tobulėjant bevielio ryšio techniniam sprendimams, ši sprendinio silpnoji vieta prarado aktualumą;
- saugumas – informacijos kaupimas vienoje vietoje sudaro sąlygas nesankcionuotam naudojimui, kelia riziką sugadinti duomenis. Keletas pasaulinių mokslinių tyrimų iškėlė susirūpinimą dėl bilietų pardavimo sistemų saugumo ir privatumo. Kalifornijos univer-

siteto Berklyje atliktas tyrimas parodė, kad kai kurios bilietų pardavimo sistemos gali atskleisti slapta asmeninę informaciją trečiosioms šalims, todėl kyla susirūpinimas dėl duomenų privatumo ir saugumo (Reardon et al., 2019). Bet yra nemažai standartinių priemonių informacijai tinkle apsaugoti, kurios nuolat vystosi priklausomai nuo grėsmių tendencijų.

## 3. Pasaulinės tendencijos

Nagrinėjant veikiančius sprendimus galima rasti įvairiausių jau ir dešimtmečius veikiančių el. bilieto viešojo transporto apmokėjimo sistemų. Vien tik informacijos įrašymo (Bratislava), tiek vien tik ID pagrindu veikiančių (vienas pirmųjų Europoje Gotlandas). Vertintas pavyzdys nemokamą viešąjį transportą 2009 m. įvedęs, tačiau bilietų neatsisakęs Talinas, kur veikia paskyros ID sprendinys (Mezghani, 2008; Canfora et al., 2019; Joppien et al., 2013).

Kaip pagrindiniai el. bilieto etalonai ir pavyzdžiai yra Londono (Oyster), Nyderlandų (OV-chipkaart) ir Honkongo (Octopus) sistemos, pradėjusios savo veiklą praėjusio amžiaus paskutinį dešimtmetį, kai nebuvo nei taip gerai išvystyto mobiliojo (judriojo) ryšio, nei standartų. Kuriant ir diegiant naujas sistemas lygiagrečiai kūrėsi ir standartai. Sistemos pradėjo veikti gana skirtinga technologiniu ir ideologiniu pagrindu (*Oyster* informacijos įrašymas, *Octopus* hibridas) baze, tačiau XX amžiaus interneto įtaka ir galimybės privertė iš esmės pertvarkyti sistemas – šalia *Oyster* klasikinės *Oyster card* Londone veikia *Contactless payment cards*, kuri yra visiškai ID pagrindu dirbanti sistema (Mezghani, 2008; Canfora et al., 2019; Joppien et al., 2013).

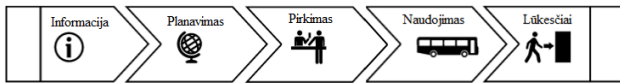
Londono sprendimas išlieka etaloniniu pavyzdžiu ir dėl to, jog vienas iš sistemos atnaujinimų buvo bankinių kortelių, kaip bilieto laikmenos / apmokėjimo būdo, įvedimas 2015 m.

Nyderlandai lieka nacionalinio masto transporto rūšių ir bilietų integracijos etalonu, žengtas naujas žingsnis – banko kortelės traukiniuose 2023 m. Pirma tik nelengvatiniai bilietai, vėliau bus diegiama visose kitose transporto rūšyse.

Visos naujausios sistemos visiškai išnaudoja tikralaikį ryšį, integruoja ne tik naujas transporto paslaugas (regioninis transportas, keltai, muziejai, mokamas automobilių stovėjimas, miestiečio nuolaidos ir t. t.), bet ir įvairius platinimo ir prekybos partnerius bei e. savitarnos sistemas. Būtų galima atkreipti dėmesį į Talino (Ridango, n. d.) sprendimą, kuris kurtas tik ID pagrindu (be senojo sprendinio tipo praeities) ir išnaudojantis visus įmanomus privalumus bei įgalinantis beveik bet kokią integraciją (minėtas nemokamas Talino transportas miesto gyventojams (integracija su gyventojų registru) bei tiesiog transporto bilietas miesto svečiams (miesto kortelė).

## 4. Elektroninio bilieto sprendinių įvertinimo aspektai

Elektroninio bilieto sprendinių aprašymai apima palyginimą sistemų administravimo požiūriu. Tačiau elektroninio



2 paveikslas. Keleivio patirtis pagal etapus (sukurta autoriaus remiantis Zalar et al., 2018)

Figure 2. Customer experience stages (modified by author based on Zalar et al., 2018)

biliето sistema nėra tik biliетams skirtas sprendimas (1 lentelė), sistema apima kelionės planavimo įrankius su realių duomenų naudojimu, platesnes biliетų įsigijimo ir naudojimo galimybes bei keleivių informavimo įrankius (garsinius ir vaizdinius).

Vertinant el. biliето sprendinius būtina atsižvelgti į naudotojo (keleivio) perspektyvas (Johnston & Kong, 2011; Zalar et al., 2018). Keleivio patirtį galima išskirstyti į: 1) kelionės planavimas; 2) biliето įsigijimas; 3) biliето naudojimas ir 4) lūkesčių atitikimo įvertinimas po kelionės (2 pav.).

### Kelionės planavimas

Šiame etape esminio skirtumo tarp abiejų sprendinių nėra. Abiem atvejais viešojo transporto sistemos skaitmenizavimas suteikia papildomus įrankius keleiviui suplanuoti kelionę, rasti geriausią maršrutą ir bazinę informaciją, kaip atsiskaityti. Gali skirtis tik sistemos administratoriaus požiūris, kaip tai padaryti.

### Biliетų įsigijimas ir naudojimas

Negalima vertinti objektyviai šių etapų atskirai, todėl biliетų įsigijimas ir naudojimas vertinami kompleksiskai. Skirtinguose elektroninio biliето sprendiniuose tiek biliето (fizinės laikmenos) įsigijimas, tiek biliето panaudojimas skiriasi (1 lentelė). Biliетų pirkimas (pildymas) iš esmės gali būti analogiškas, tačiau informacijos įrašymo atveju biliетą papildžius internetu, privalomas aktyvavimas (3a pav.). Paskyros ID sprendinyje iš esmės eliminuojama būtinybė įpareigoti keleivį atlikti papildomus veiksmus aktyvuojant / panaudojant jau įsigytą biliетą (3b pav.). Taip pat būtina akcentuoti, jog paskyros ID sprendimas supaprastina ir pirmąjį žingsnį – pvz., turint mobiliojo telefono programėlę, nebūtina turėti fizinės laikmenos, biliетą atstoja žymimas QR kodas ekrane.

1 lentelė. Biliेतų įsigijimo ir naudojimo palyginimas skirtinguose elektroninio biliето sprendiniuose  
Table 1. Comparison of ticket purchase and usage by different e-ticket solutions

Keleivio patirties etapas	Informacijos įrašymas	Paskyros ID
Biliेतo laikmenos įsigijimas	Būtina turėti fizinę laikmeną	Galima fizinė laikmena, galima ir be laikmenos (telefono programėlės QR)
Biliेतo pirkimas (pildymas)	Būtina pildymo (informacijos įrašymo) įranga	Specialios įrašymo įrangos nereikia
Biliेतo panaudojimas	Būtinas biliेतо aktyvavimas arba tinkamo biliेतо pasirinkimas (keleivis privalo atlikti keletą veiksmų transporto priemonėje, spausdamas mygtukus komposteryje ir pan.)	Elementarus žymėjimas (greitis 0,2–0,5 s)
Kaupiamasis biliетas	Nėra galimybės agreguoti kelionės	Kelionės agreguojasi į kaupiamąjį biliетą

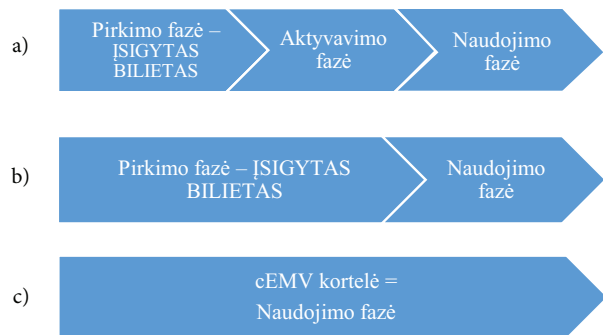
Kitas, įdiegtas jau ir Lietuvoje, biliेतų sistemos patobulinimas – bekontaktės bankinės kortelės (*Ridango; Masa-bi*) (angl. *cEMV*), kaip mokėjimo būdo, įvedimas. Tai mokėjimo kompanijų *Europay, MasterCard* ir *VISA* sukurtas tarptautinis standartas, kuris nustato reikalavimus visoms su bekontaktėmis mokėjimo kortelėmis susijusioms operacijoms, taip pat jas aptarnaujančiai įrangai (mokėjimo kortelių skaitytuvams, bankomatams, kt.) bei atsiskaitymui už keliones viešuoju transportu.

Šis naujausias sprendimas galimas sistemos paskyros ID atveju ir iš esmės supaprastina biliेतų įsigijimo / naudojimo žingsnį – eliminuoja informacijos, kur įsigyti, kaip įsigyti ir kaip žymėti žingsnius (3c pav.).

Be kita ko, bankinė kortelė veikia ir nesukūrus keleivio paskyros, paskyros kūrimas (autorizavimasis) tiesiog išplečia galimybes ir kitas galimas naudas keleiviui.

Biliेतо įsigijimas yra lygus bekontaktės bankinės kortelės arba bet kurio kito įrenginio, kuris palaiko *MasterCard* arba *Visa* mokėjimo standartą, turėjimui ir pažymėjimui transporto priemonėje (Balaban, 2023). Mokėjimo būdai *Apple* ir *Google pay*, be patogumo, turi ir aukštesnį saugumo lygį – vietoje fiziškai matomo kortelės numerio naudojama skaitmeninė skaičių kombinacija (žetonas – angl. *token*).

Dar vienas aspektas – geriausios kainos principas (angl. *fare capping*), kai laikmenos žymėjimas agreguojamas ir per  $x$  laiko tarpą  $n$  kelionių skaičius tampa terminuotu biliету, t. y. keleiviai, kurie paprastai naudoja vienkartinus



3 paveikslas. Proceso nuo biliेतų pirkimo iki naudojimo palyginimas skirtingų elektroninio biliेतо sprendinių atveju  
Figure 3. Comparison of the process from ticket purchase to use by different e-ticket solutions

bilietus, gauna lygiai tokias pačias lengvatas kaip ir keleiviai, kurie iš anksto sumoka už terminuotą bilietą. Šis sprendimas įmanomas tik naudojant Paskyros ID sprendinį (1 lentelė). Taikant tokią bilietų (maksimalios kainos) ribojimo sistemą, sistema veikia lanksčiai ir užtikrina socialinį teisingumą visiems reguliariems keleiviams.

#### Lūkesčių atitikimo įvertinimas po kelionės

Šį etapą objektyviai vertinti sudėtinga, galima pasitelkti keleivių apklausas (Masabi, n. d.) arba administracinę visų etapų vertinimą, atsižvelgiant į skirtingų sprendinių galimybes lanksčiau ir greičiau reaguoti į keleivių poreikius. Galima daryti prielaidą, jog pozityvesnį įvertinimą gautų paskyros ID sprendinys, kuris sistemingai evoliucionuoja kryptimi, kai sistema eliminuoja nebūtinus keleivio veiklas, maksimaliai supaprastina žingsnius prieš kelionę / planuojant kelionę, už keleivį parenka geriausią bilietą ir automatiškai pateikia informaciją apie kelionės kainą.

### 5. Elektroninio bilieto sprendinių įvertinimo aspektai

Pasirinkus galimą sprendinį, planuojant diegti el. bilieto sistemą, renkantis tarp rinkoje egzistuojančių ar siūlomų diegti sistemų, būtina įsivertinti sprendinio veikimą pagal kriterijus. Atlikus literatūros analizę, buvo įvardinti keli svarbiausi kriterijai:

- Vartotojo patirtis.
- Integravimo galimybės su kitomis sistemomis.
- Saugumas.
- Prieinamumas.
- Ekonomiškumas.
- Lankstumas.
- Duomenų analizės galimybės.

Vartotojo patirtis / komfortas: vienas iš svarbiausių kriterijų vertinant el. bilietų sistemą yra vartotojo patirtis. Moksliniai tyrimai parodė, kad sistema turi būti paprasta naudoti, intuityvi ir patogi keleiviams bei pasiūlyti įvairias mokėjimo galimybes, atitinkančias skirtingus poreikius. Priklausomai nuo sistemos patogumo naudotis keleiviui priklausys, kokią transporto priemonę kelionei atlikti pasirinktų gyventojas (Soegoto et al., 2020; Filipović et al., 2009; Wang et al., 2020; Kazi et al., 2018).

Integravimas su kitomis sistemomis: el. bilietų sistemą turėtų būti galima integruoti su kitomis transporto sistemomis, tokiomis kaip autobusai, traukiniai ir keltai, kad keleiviams būtų užtikrinta sklandi ir sujungta kelionės patirtis (Kazi et al., 2018; Ng-Kruelle et al., 2006; Bansal et al., 2014).

Saugumas: saugumas yra labai svarbus bet kurios el. bilietų sistemos aspektas, nes jis turi apsaugoti neskelbtinus asmeninius ir finansinius duomenis. Sistema turėtų naudoti šifravimą ir kitas saugos priemones, kad apsisaugotų nuo sukčiavimo, tapatybės vagystės ir kitų saugumo grėsmių (Reardon et al., 2019; Soegoto et al., 2020; Hoepman et al., 2021).

Ekonomiškumas: el. bilietų sistemos diegimo ir eksploatavimo išlaidos yra svarbus veiksnys. Sistema turėtų būti ekonomiškai efektyvi transporto paslaugų teikėjui ir

turėtų pasiūlyti įvairias kainodaros parinktis, kurios atitiktų įvairius keleivių poreikius (Bansal et al., 2014; Bajčetić et al., 2018).

Lankstumas: el. bilietų sistema turėtų būti keičiama ir lanksti, galinti prisitaikyti prie didėjančios paklausos, taip pat technologijų ir keleivių elgesio pokyčių (Kazi et al., 2018; Ng-Kruelle et al., 2006; Bansal et al., 2014).

Duomenų analizė: el. bilietų sistema turėtų turėti galimybę rinkti ir analizuoti nuasmenintus duomenis apie keleivių elgesį ir kelionių modelius, kad padėtų transporto paslaugų teikėjams optimizuoti savo paslaugas ir pagerinti efektyvumą (Robertson et al., 2022; Fazari et al., 2022).

Prieinamumas: sistema turėtų būti prieinama visiems keleiviams, įskaitant neįgaliuosius, ir turėtų pasiūlyti daugybę bilietų įsigijimo ir naudojimo galimybių, pavyzdžiui, internetu, išmaniuoju telefonu (Kazi et al., 2018; Bansal et al., 2014).

Vertindami el. bilietų sistemą pagal šiuos kriterijus, transporto paslaugų teikėjai gali pasirinkti sistemą, kuri siūlo geriausią vartotojo patirtį, saugumą, ekonomiškumą ir duomenų analizės galimybes, kartu tenkinančią visų keleivių poreikius. Remiantis šiais kriterijais ir ekspertine autorių patirtimi, buvo atrinkti kriterijai sistemų analizei (2 lentelė).

2 lentelė. Vertinimo kriterijai  
Table 2. Criteria for solution evaluation

	Vertinimo kriterijus
1	<b>Administratoriaus perspektyva.</b> Sistemos administravimo (prižiūros / palaikymo) sąnaudos (fiksiuota suma – $x$ eur per 1 mėn.)
2	<b>Maršrutų tinklas (maršrutų rūšių integralumas).</b> 1) tik miesto maršrutai su fiksuota bilieto kaina; 2) priemiestiniai (privežamieji) maršrutai su bilieto kaina, priklausoma nuo nuvažiuoto atstumo
3	<b>Platinimo tinklas – bilietų pirkimo / atsiskaitymo būdai.</b> Platinimo kanalai ir būdai, bilieto laikmenų pasirinkimas (kortelė, telefonas, banko kortelė ar kt.)
4	<b>Sistemos prižiūros lygis, klaidų šalinimo greitis.</b> Laiko trukmė, diegėjo reakcija sprendžiant klaidas, sutrikimus
5	<b>Diegimo trukmė.</b> Sistemos pritaikymas ir diegimas, paleidimas pagal techninę užduotį
6	<b>Sistemos intuityvumas paslaugos naudotojui (keleiviui).</b> Informacijos pasiekiamumas ir aiškumas apie atsiskaitimą už kelionę, kelionės planavimas, bilieto įsigijimas, bilieto pažymėjimas
7	<b>Sistemos intuityvumas paslaugos naudotojui (administratoriui).</b> Sistemos administravimas, ataskaitų aiškumas, duomenų valdymo filtrai
8	<b>Saugumas.</b> Duomenų saugumas, atsarginių kopijų kūrimas ir atkūrimo algoritmai, vartotojų teisių hierarchija ir veiksmų monitoringas
9	<b>Sistemos funkcionalumas – taupymas keleivio naudai.</b> Geriausios kainos principas (angl. <i>price cap</i> ), galimybė vieną kelionę atlikti į kreditą, kaupiamasis bilietas
10	<b>Bilietų galiojimo nustatymų lygis.</b> Vertinama, ar yra sukurtos aiškios taisyklės ir funkcionalumas administratoriui pačiam keisti / kurti bilietus ir jų galiojimo logiką (persėdimas, galiojimo trukmė ir pan.)

## Išvados

1. Viešojo transporto el. biliетų sistemos tampa privalomu atributu organizuojant viešojo transporto paslaugą.
2. Lanksčios ir intuityvios sistemos veikimas atliepia keleivių lūkesčius.
3. Informacijos įrašymo sprendinys ir yra lankstesnis informacijos perdavimo reikšme, bet sudėtinga infrastruktūra, kaina ir svarbiausia asmens duomenų saugumo kriterijų neatitikimas daro šią sistemą nepatrauklią ir senamadišką.
4. Paskyros ID el. biliетų sistemos sprendimas supaprastina naudojimąsi (atsiskaitymą už kelionę) viešuoju transportu, taip pat suteikia daugiau galimybių viešojo transporto administratoriams, pagrindinius sistemos trūkumus galima lengvai valdyti, todėl šiuo metu ir yra tinkamiausias sprendimas.
5. Naujausias apmokėjimo už kelionę sprendimas, galimas sistemos paskyros ID atveju, iš esmės supaprastina biliетų įsigijimo ir naudojimo patirtį. Paskyros ID sprendinys, kuris sistemingai evoliucionuoja kryptimi, kai sistema eliminuoja nebūtiną keleivio veiklą, maksimaliai supaprastina žingsnius prieš kelionę / planuojant kelionę, už keleivių parenka geriausią biliетą ir automatiškai pateikia informaciją apie kelionės kainą.
6. Pagal parinktus kriterijus galima lyginti galimas el. biliето sistemas ir atrinkti geriausiai tinkančią vietos ir viešojo transporto sistemos poreikių atžvilgiu.

## Literatūra

- Arroyo-Arroyo, F., van Ryneveld, P., Finn, B., Greenwood, C., & Coetzee, J. (2021). *Innovation in fare collection systems for public transport in African Cities*. Africa Transport Policy Program, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/37087>
- Bajčetić, S., Tica, S., Živanović, P., Milovanović, B., & Đorojević, A. (2018). Analysis of public transport users' satisfaction using quality function deployment: Belgrade case study. *Transport*, 33(3), 609–618. <https://doi.org/10.3846/transport.2018.1570>
- Balaban, D. (2023). *Dutch national rail operator to launch open-loop payments as part of nationwide rollout in Netherlands*. <https://www.mobility-payments.com/2023/01/27/dutch-national-rail-operator-to-launch-open-loop-payments-as-part-of-nationwide-rollout-in-netherlands/>
- Bansal, S. P., Singh, R., & Gangotia, A. (2014). Measuring the impact of sales promotion, service quality and customer experience: A case of e-ticketing. *Transnational Corporations Review*, 6(4), 419–428. <https://doi.org/10.5148/tncr.2014.6407>
- Barabino, B., Lai, C., & Olivo, A. (2020). Fare evasion in public transport systems: A review of the literature. *Public Transport*, 12, 27–88. <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00225-w>
- Canfora, P., Antonopoulos, I., Dri, M., Gaudillat, P., & Schoenberger, H. (2019). *Best environmental management practice for the public administration sector*. Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- Fazari, A., Arnone, M., Botta, C., Caroleo, B., & Pensa, S. (2022). Mobisuite: A user-friendly tool to exploit e-ticketing data and support public transport planning. In *Intelligent transport systems* (pp. 149–161). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-97603-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97603-3_11)
- Filipović, S., Tica, S., Živanović, P., & Milovanović, B. (2009). Comparative analysis of the basic features of the expected and perceived quality of mass passenger public transport service in Belgrade. *Transport*, 24(4), 265–273. <https://doi.org/10.3846/1648-4142.2009.24.265-273>
- Hoepman, J. H. (2021). *Privacy friendly e-ticketing for public transport*. arXiv preprint arXiv:2101.09085.
- Johnston, R., & Kong, X. (2011). The customer experience: A road-map for improvement. *Managing Service Quality: An International Journal*, 21(1), 5–24. <https://doi.org/10.1108/09604521111100225>
- Joppien, J., Niermeijer, G., Niks, M. C., & Van Kuijk, J. I. (2013). *Exploring new possibilities for user-centred e-ticketing* (Analysis Report). Delft University of Technology, Netherlands.
- Kazi, S., Bagasrawala, M., Shaikh, F., & Sayyed, A. (2018, January). Smart e-ticketing system for public transport bus. In *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCET.2018.8537302>
- Masabi. (n.d.). *Fare payments-as-a-service blog*. <https://blog-masabi.com/blog>
- Mezghani, M. (2008). *Study on electronic ticketing in public transport*. European Metropolitan Transport Authorities (EMTA). <https://www.emta.com/IMG/pdf/EMTA-Ticketing.pdf>
- Ng-Kruelle, G., Swatman, P. A., & Kruelle, O. (2006). E-ticketing strategy and implementation in an open access system: The case of deutsche bahn. *Information Technology and Tourism*, 2.
- Reardon, J., Feal, Á., Wijesekera, P., On, A. E. B., Vallina-Rodriguez, N., & Egelman, S. (2019). 50 ways to leak your data: An exploration of apps' circumvention of the android permissions system. In *28th USENIX Security Symposium* (USENIX security 19) (pp. 603–620). <https://www.usenix.org/conference/usenixsecurity19/presentation/reardon>
- Ridango. (n.d.). *Ticketing & fare management*. <https://ridango.com/solutions/open-loop/>
- Robertson, G., Zhang, S., & Bogus, S. M. (2022). Challenges of implementing e-ticketing for rural transportation construction projects. In *Construction Research Congress 2022* (pp. 453–462). <https://doi.org/10.1061/9780784483961.048>
- Soegoto, E. S., Setiawan, R., & Jumansyah, R. (2020, January). Impact of e-ticketing application on bus transportation in Bandung. In *International Conference on Business, Economic, Social Science, and Humanities–Economics, Business and Management Track (ICOBEST-EBM 2019)* (pp. 25–28). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200108.008>
- VšĮ Klaipėdos keleivinis transportas. (2007). *2007 m. veiklos ataskaita*. <https://www.klaipedatransport.lt/files/puslapiai/2007.pdf>
- Wang, C., Zhao, X., Fu, R., & Li, Z. (2020). Research on the comfort of vehicle passengers considering the vehicle motion state and passenger physiological characteristics: Improving the passenger comfort of autonomous vehicles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6821. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186821>
- Witbreuk, M., & De Jong, L. (2016). *The use and efficiency of public transport: The effects of price and service measures*. <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/6321>
- Zalar, D., Ušpalytė-Vitkūnienė, R., Rebolj, D., & Lep, M. (2018). A methodological framework for measuring the level of convenience of transport ticketing systems. *Transport*, 33(4), 1005–1016. <https://doi.org/10.3846/16484142.2017.1300783>

**E TICKETING AT PUBLIC TRANSPORT: SOLUTIONS,  
ADVANTAGES AND PERSPECTIVES IN LITHUANIA**

**A. Samuilovas, R. Ušpalytė-Vitkūnienė**

**Abstract**

E ticket system has become a visit card of nowadays public transport service. Implementing a convenient, easily accessible, intuitive electronic public transport ticket solution can also determine the usage the public transport service. This article analyzes the possibilities of state-of-the-art technologies in order to improve the quality of public transport service and thus encourage the usage of public transport and impact managing public transport costs.

**Keywords:** public transport, e ticket, e ticket systems, account ID based system.