



## GIS TAIKYMAS TRANSPORTO PRIEMONĖSE

Rūta Reikaitė<sup>1</sup>, Artūras Petraška<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas*

*El. paštas: <sup>1</sup>r.reikaite@gmail.com, <sup>2</sup>arturas.petraska@vgtu.lt*

**Santrauka.** Straipsnyje nagrinėjamas geografinių informacinių sistemų (GIS) taikymas transporto priemonėse. Aptariamas straipsnio objektas – palydovinių navigacinių sistemų taikymo galimybės transporto priemonėse. Išanalizuota GIS koncepcija bei nauda maršrutų analizei, jų planavimui ir optimizavimui, transporto priemonių sekimui ir valdymui. Straipsnyje analizuojamas palydovinių navigacinių sistemų taikymas transporto priemonėse, įvertinamos transporto priemonių sekimo ir kontrolės sistemos, apžvelgiamos maršrutų planavimo programos ir jų taikymas transporto operacijoms. Išnagrinėjus teorinius GIS taikymo transporto priemonėse aspektus, prieita išvada, kad efektyviausiai transporto priemonėse gali būti naudojami „ArcLogistics“, „ArcInfo“ ir „ArcView“ programinės įrangos.

**Raktiniai žodžiai:** GIS, transporto priemonės, sekimas ir kontrolė, palydovinės navigacinės sistemos, maršrutų planavimas, kompiuterinės programos.

### 1. Įvadas

GIS populiarumas ir galimybės auga, todėl naujausios GIS įrangos galimybės vis labiau supaprastina transporto įmonių ir žmonių darbus. Šiandieninėje situacijoje, kai paprastėja GIS technologijų naudojimo priemonės ir atsiranda vis daugiau skaitmeninių GIS duomenų, GIS gali būti naudojama maršrutų analizei, maršrutams planuoti ir optimizuoti, transporto priemonėms sekti ir valdyti, kroviniui sekti, transporto priemonių parkui valdyti. Šiuolaikinės geografinės informacinės sistemos (GIS) funkcionuoja arba yra diegiamos valstybinėse įmonėse ir privačiose struktūrose ir padeda tvarkyti bei kontroliuoti įmonės darbą, analizuoti turimus išteklius, rinką, klientų poreikius, modeliuoti tolimesnį vystymąsi.

GIS – tai duomenų apdorojimo sistema (skirta žemėlapių gamybai, erdvinei (3D) vizualizacijai); duomenų analizės sistema (skirta transportui optimizuoti, konfliktų analizei); valdymo informacinė sistema (skirta tinklinėms operacijoms tvarkyti, nekilnojamam turtui valdyti, visuomeninėms tarnyboms); planavimo sistema (skirta kelių ir kitokio transporto sistemoms, žemės kasimo darbams, vandentiekiiui ir energetikai); elektroninė navigacijos sistema (Batarlienė 2011).

Visame pasaulyje plečiantis miestams tampa vis sunkiau orientuotis aplinkoje. Tam, kad būtų lengviau surasti reikiamą objektą, pradėtos kurti palydovinės navigacinės sistemos. Atsirado įrenginiai, galintys priimti informaciją iš žemės palydovų ir apskaičiuoti įrenginio buvimo vietos koordinates. Turint šias koordinates galima lengviau naudotis žemėlapiu.

Siekiant išvengti transporto spūsčių bei pagerinti susisiekimą tarp taško „A“ ir taško „B“, yra nuolat atnaujinami kelių „voratinkliai“. Šiandiniame gyvenime palydovine navigacija naudojasi dauguma vairuotojų, keliautojų, tai nepakeičiama technologija keliuose. Todėl iki dabar gerai tarnavę popieriniai žemėlapiai bei kelių atlasai tampa greit senstančia brangia investicija, nes dažniausiai ką tik sudaryti ir išleisti žemėlapiai jau vėl turi netikslumų.

Bandant sumažinti žemėlapių atnaujinimo kainą ir palengvinti orientavimąsi aplinkoje, ieškant reikiamo objekto bei tobulėjant informacinėms technologijoms, viso pasaulio žemėlapiai buvo perkelti į elektroninę terpę. Todėl GIS pradėjo teikti tobulesnius erdvinių duomenų saugojimo ir tvarkymo būdus, negu popieriniai žemėlapiai (Maguire, O' Neal Campbell, Rimkuvienė, Sverdan, Sankalas 2008).

Geografinės informacinės sistemos (GIS) darosi vis aktualesne technologija kuriant įvairius veiksmų planus, kurie paremti geografinėse vietovėse. GIS technologijos žymiai supaprastina vietovės analizę naudojant skaitmeninius žemėlapius. Be to, taikant GIS technologijas atsiveria visiškai naujos galimybės, leidžiančios iš principo patobulinti informacijos analizę (Pincevičius, Bekešienė, Paušys 2012).

Straipsnio objektas – palydovinių navigacinių sistemų taikymo galimybės transporto priemonėse.

Straipsnio tikslas – išanalizuoti GIS taikymo galimybes transporto priemonėse.

Uždaviniai:

1. Atskleisti GIS sampratą;
2. Identifikuoti palydovinių navigacinių sistemų taikymo transporto priemonėse galimybes;
3. Išanalizuoti maršrutų planavimo programas ir jų taikymą transporto priemonėse.

## 2. GIS samprata

Nors popierius patogi erdvinių duomenų vaizdavimo laikmena, tačiau jis turi daug trūkumų, tokių kaip maža pradinių duomenų apimtis, žemėlapių braižyti reikia labai tiksliai, naudojant aiškius simbolius, žemėlapyje galima pavaizduoti tik nedidelę dalį visų galimų erdvinių tam tikros srities duomenų. GIS teikia tobulesnius erdvinių duomenų saugojimo ir tvarkymo būdus, negu popieriniai žemėlapiai (Maguire, O' Neal Campbell, Rimkuvienė, Sverdan, Sankalas 2008). Geografinės informacinės sistemos yra daug naujesnė technologija, leidžianti saugoti, analizuoti ir rodyti erdvinius duomenis anksčiau neįmanomais būdais (Maguire, Miller, Gienko 2008).

**Geografinė informacinė sistema (GIS)** – geografinių objektų, jų charakteristikų ir kitos su Žeme susijusios informacijos kaupimo, tvarkymo, apdorojimo, saugojimo, paieškos ir pateikimo kompiuterizuota informacinė sistema, skirta projektavimo, modeliavimo, analizės, mokslo ir kitiems geografinės erdvės uždaviniams spręsti (Visuotinė lietuvių enciklopedija 2004, education.nationalgeographic.com; Mačerinskienė 2007; Mozgeris *et al.* 2012; Maguire, Miller, Gienko 2008).

**GIS (geografinė informacinė sistema)** – tai informacinės sistemos dalis, organizuojama geografiniu principu, t. y. dirbanti ne tik su aprašomąja (lentelių, atributine ir kt.), bet ir su koordinuota – orientuota erdvėje informacija (Batarlienė 2011; maps.lt).

**Geografinė informacinė sistema (GIS)** – tai kompiuterinė techninių, programinių priemonių ir geografinių duomenų sistema, skirta geografinėi referencinei infor-

macijai įvesti, saugoti, išvesti, apdoroti, analizuoti ir atvaizduoti (Mikajelian *et al.* 2003; Stankevičius 2002).

Pateikti GIS apibrėžimai panašūs, nes autoriai teigia, kad GIS yra skirta geografinių objektų, jų charakteristikų ir kitų su Žeme susijusių sričių informacijai kaupti, saugoti, tvarkyti, apdoroti, analizuoti, atvaizduoti skaitmeninėje erdvėje. Tačiau yra ir skirtumų, vieni autoriai teigia, kad GIS yra informacinė sistema ar net jos dalis, o kiti, kad kompiuterinė techninių, programinių priemonių, geografinių duomenų sistema. Galima pastebėti, kad jau pats pavadinimas teigia, jog tai yra informacinė sistema, o pavadinime žodis „geografinė“ parodo, kad ši sistema skirta įvesti, saugoti, išvesti, apdoroti, analizuoti ir atvaizduoti geografinius duomenis ir informaciją.

Geografiniai duomenys gali būti vektoriniai arba rastriniai. Vektoriniai duomenys ir yra ta tikroji geografinė informacija, kurios pagrindu atliekami visi su geografinė dalimi susiję skaičiavimai. Šie duomenys saugomi kaip koordinatų porų (x, y) rinkiniai (koordinatė z reikalinga kaupiant duomenis trimatėje erdvėje, nors kol kas dažniausiai naudojama dvimatė sistema). Rastriniai duomenys – tai nuskaityti žemėlapiai, iš kosmoso darytos nuotraukos ir pan., t.y. paveikslėlio pavidalo jpg, tif, gif, bmp ir panašių formatų duomenys. Tačiau jie tiesiogiai netinka geografiniam apdorojimui, todėl yra keičiami į geografinius objektus (vektorinius duomenis) arba naudojami išsamesniam geografiniam vaizdui formuoti (elektronika.lt).

### GIS naudojimo sritys (maps.lt):

- Inžineriniai tinklai (elektros, vandens, dujų ir kt.). Labai svarbu reguliariai tikrinti visos sistemos darbą, laiku gauti informaciją apie atsiradusį gedimą ar problemą ir tiksliai nustatyti jo padėtį;
- Kelių ir transporto tarnyboms reikalinga informacija apie kelių tinklą, jų būklę, kelių ženklų inventorizaciją, duomenys apie avarijas. Krovinių pervežimo kompanijas domina automobilių judėjimo stebėjimo galimybės, optimalaus maršruto (kaip greičiausiai nuvykti iš punkto „A“ į „B“) modeliavimas;
- Miškininkystė. Atskirų miškų masyvų monitoringas, duomenys apie miškų išsidėstymą, būklę, plotų, kurie turi būti iškirsti ar atsodinti planavimas, miško kelių, reikalingų medienos išvežimui ar rekreacijai, modeliavimas;
- Teritorinis planavimas ir valdymas lokaliai ir valstybiniu mastu. Bendrojo teritorijos vystymo plano sukūrimas, saugomų teritorijų kūrimas, apsauga,

valdymas, retų augalų ir gyvūnų paplitimo vietų lokalizavimas ir pan.

- Žemės ūkis. Detalių žemėlapių ir palydovinių vaizdų analizė būsimos derliaus modeliavimui, optimalus trąšų ir chemikalų paskirstymas, atsižvelgiant į reljefą, šlaitų nuolydį ir pan.
- Karyba. Mokomųjų ir karinių veiksmų strategijos ir taktikos modeliavimas, topografinės situacijos analizė.
- Švietimas. Pasaulio supratimo aiškinimas, geografinės objektų padėties nustatymas, projekcijų, mastelių ir kitų sąvokų paaiškinimas.

GIS technologijos tenkina tris skirtingus poreikius: transporto infrastruktūros valdymo, transporto srautų ir logistikos valdymo bei tranzito valdymo. Transporto srities profesionalai, atlikdami GIS duomenų analizę, priima efektyvesnius sprendimus dėl transporto srautų planavimo ir analizavimo, transporto priemonių sekimo ir maršrutų optimizavimo, apyvartinių lėšų valdymo, inventoriaus sekimo, maršrutų planavimo ir kt. GIS galima naudoti analizuojant adresus, užsakymus, buvusią veiklą, operatyvumą.

GIS gali būti naudojama maršrutų analizei, maršrutams planuoti ir optimizuoti, transporto priemonėms sekti ir valdyti, kroviniui sekti, transporto priemonių parkui valdyti (Batarlienė 2011).

GIS technologijos naudojamos siekiant efektyviai valdyti logistikos ir transporto priemones bei analizuoti, planuoti ir optimizuoti maršrutus, atvaizduoti bei analizuoti struktūras ir pokyčius įvertinant laiko komponentę (Juškevičienė 2013).

GIS palengvina būtiną kelių priežiūrą ir taikymą, pateikdama tikslius erdvinius duomenis duomenų bazėje apie kelius ir jų pagrindines savybes: kelio dangą, tiltus, ženklus, signalus, sekimo kameras, šaligatvius, apsauginius atitvarus bei kelkraščius. Nelaimingų atsitikimų vietos taip pat gali būti įtrauktos į duomenų bazę tam, kad būtų ištirtas saugumas ir kelio patobulinimo galimybės.

Inžinieriai, projektuojantys kelius, naudodamiesi GIS gali sukurti transporto eismą, kuris bus ateityje, remdamiesi prognozuojamu žmonių pasikeitimo skaičiumi ir žemės panaudojimu. Turėdami tokią informaciją, transporto projektų vadovai gali gerai suprasti ir kontroliuoti numatomus transporto vežimų srautus.

GIS gali būti naudojama kuriant eismo priežiūros, įvykių valdymo sistemas. GIS naudojama su interneto sistema suteikia informaciją visuomenei apie transporto eismą ir nesudėtinguose žemėlapiuose pateikia informaciją apie automobilių stovėjimo aikštes. Daugelis automobilių klubų naudoja GIS sudarydami kelionės

žemėlapius, kuriuos pateikia internete savo klubo nariams. Transporto įranga gali būti prižiūrima naudojant GIS, o tai supaprastina remontą ir apžiūrą.

GIS gali būti panaudojama viešajame transporte. GIS padarė nemažą poveikį autobusų maršrutų pertvarkymui. Remiantis demografiniais ir gyventojų, važinėjančių į darbą ir atgal, pasikeitimais, buvo sudaryti efektyvesni maršrutai, o tai transporto įmonių išlaidas padarė produktyvesnes. Gyventojai GIS gali naudoti planuodami ekskursijas, ekspeditoriai – norėdami efektyviau stebėti transporto priemonę (Batarlienė 2011).

GIS suteikta patikima informacija padeda vykdomus vežimus padaryti saugesniais. Sistema gali nustatyti tikslias žmonių vaikščiojimo vietas ir taip suprojektuoti naujus maršrutus bei viešojo transporto stoteles.

GIS gali būti naudinga planuojant ir analizuojant tinkamiausius maršrutus, nustatant avarijos vietas, nustatant transporto priemonės vietą, nustatant reikiamas autobusų stoteles, atliekant demografinius tyrimus, kurie yra reikalingi pertvarkant maršrutus.

GIS gali būti panaudojama ir geležinkelių transporto sektoriuje. GIS gali sumodeliuoti šalies ir tarptautinių geležinkelių tinklą, kuris parodo vežamąjį geležinkelio pajėgumą, leidžiamą traukinių laidumą. GIS padeda įvertinti aplinką: naujas konstrukcijas, didėjančių greitaeigių traukinių skaičių, vežamų krovinių bei prekių srautus. Kai visa tai yra derinama su detaliu geležinkelių aprašymu, traukinių eismo modeliavimas padeda eismo saugumui. Kai įvykdomas nusikaltimas, įvyksta avarija ar kiti nepaprasti atsitikimai, geležinkelių pareigūnai naudoja GIS tam, kad skubiai būtų surasta informacija apie tą vietą. GIS nurodo gatves, pervažų sankryžas, policijos pastatus, gaisro vietas bei suteikia informaciją apie vietas, kurios gali būti reikalingos tvarkant nelaimingų atsitikimų ir avarių padarinius (nurodomos mokyklos, ligoninės, upės, upeliai ir t. t.) (Batarlienė 2011).

Geležinkelių transporto sektoriuje GIS gali būti naudojama informacijai gauti apie oro sąlygas, esančias tuo momentu. Atsižvelgiant į oro sąlygas, yra parenkamas traukinių greitis ir kitos operacijos. Potvynio lygis yra taip pat labai svarbus sudarant saugius traukinių maršrutus, organizuojant keliones.

GIS yra naudojama triukšmo poveikiui, kuris yra daromas žmogui, kelionių struktūrai analizuoti, gerai koordinuoti geležinkelių transporto teikiamas paslaugas. GIS panaudojimas geležinkelių transporto sektoriuje padeda efektyviau vykdyti krovinių pakrovimo ir iškrovimo operacijas, laiku suteikia tikslią informaciją, nurodo sistemos siūlomus sprendimus (Batarlienė 2011).

Kita GIS naudojimo sritis – vandens transporto sektorius. GIS pateikia integruotą sistemą, kuri valdo navigacijos duomenis ir kombinuoja juos su besijungiančiais vandens keliais. Jūrų GIS apima okeanografiją, pakrantės zonų tvarkymą, navigacijos žemėlapius, vandenynų industriją ir apsaugą. GIS pažanga leidžia integruoti daug laivų jutiklių, kurie parodo laivo kryptį, greitį, navigacinę informaciją bei kelių linijas ir maršrutus. Taip pat GIS vandens transporto sektoriuje naudojama, norint sumažinti vandens užterštumą. GIS apima efektyvesnę navigaciją, prekybą bei saugumą (Batarlienė 2011).

Dar viena GIS naudojimo sritis – oro transporto sektorius. Komercinės oro bendrovės ir eismo valdymo reguliuotojai naudoja GIS oro erdvei planuoti, maršrutams parinkti bei įrangai valdyti. Trimatis GIS leidžia sumodeliuoti daug sudėtingesnę oro erdvę, kuri kombinuojama su geografine informacija, gauta iš vietinės bendruomenės (sklypai, naudojama žemė, pastatų aukštis, naujos statybos, aplink oro uostą besikeičianti teritorija) (Batarlienė 2011).

GIS taip pat naudojama saugumui oro uoste užtikrinti. Daugelyje oro uostų GIS naudojama kaip modelavimo ir triukšmo tikrinimo priemonė aplink oro uostus, kurie išsidėstę miesto teritorijoje. GIS yra efektyvi įrangos valdymo priemonė planuojant oro uostų plėtrą. Sistema taip pat padeda oro uostų valdytojams tinkamai valdyti svarbius objektus, tokius kaip pakilimo ir leidimosi takas, pastatai, terminalai, analizuoti išnuomotų įrenginių darbą.

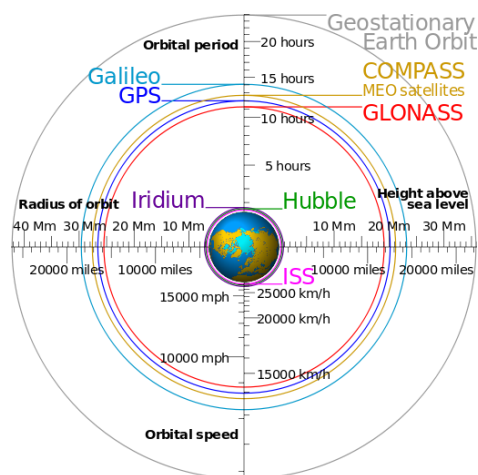
GIS technologijomis siekiama efektyviai valdyti įvairių rūšių transporto priemones bei analizuoti, planuoti ir optimizuoti maršrutus, atvaizduoti bei analizuoti struktūras ir pokyčius, priklausančius nuo laiko.

### 3. Palydovinių navigacinių sistemų taikymo galimybės transporto priemonėse

Visame žemės paviršiuje šiuo metu veikia dvi palydovinės navigacinės sistemos – tai JAV sukurta NAVSTAR GPS ir Rusijoje sukurta GLONASS. Dar dvi sistemos yra kuriamos – tai Kinijos BEIDOU (kin. BeiDou – Kompasas) ir Europos Sąjungos užsakymu kuriama GALILEO GPS (žr. 1 paveikslą).

GPS – tai globalioji pozicionavimo sistema (angl. Global Positioning System). Tai yra didelio tikslumo palydovinė radionavigacijos sistema, suteikianti informaciją apie objektų padėtį erdvėje (3D), jų judėjimo greitį, kryptį ir įveiktą atstumą, atstumus iki pasirinktų taškų, apie tikslų vietos laiką nustatytu momentu, geografinius nustatytos vietovės saulėtekio ir saulėlydžio laikus, mė-

nulio fazes. GPS veikia nepriklausomai nuo oro sąlygų, paros ar metų laiko vienodai bet kokioje pasaulio vietoje (Batarlienė 2011).



1 pav. Palydovinių navigacinių sistemų orbitos (šaltinis: sudaryta remiantis Dickinson 2013)

Fig. 1. Satellite navigation systems orbits (source: compiled by authors according Dickinson 2013)

GPS imtuvas, įrengtas automobilyje, lėktuve, laive ar bet kurioje kitoje transporto priemonėje, priima informaciją iš mažiausiai trijų palydovų ir, atlikdamas reikiamus skaičiavimus, nustato tikslią vietą Žemės paviršiuje. Navigacijos sistema informuoja, parenka maršrutus ir taip labai palengvina vairuotojų darbą.

GLONASS sistema sukurta Rusijoje. Iš pradžių ji galėjo apskaičiuoti koordinates tik Rusijos teritorijoje ir naudojo 18 palydovų, bet ilgainiui šią sistemą papildė dar 6 palydovai ir atsirado galimybė apskaičiuoti koordinates bet kurioje žemės vietoje. Šios sistemos palydovai skrieja arčiausiai žemės iš visų šiuo metu sukurtų sistemų. 2007 metais buvo pradėti kurti GLONASS navigaciniai įrenginiai automobiliams, o 2011 metais atsirado pirmieji mobilūs telefonai, galintys naudoti tiek NAVSTAR GPS, tiek GLONASS sistemas (glonass-iac.ru). GPS signalų, bei koregavimo pataisų priėmimui naudojami skirtingo tikslumo, priklausančio nuo poreikių, GPS imtuvai. Tikslūs imtuvai, naudojantys koregavimo signalus, vartojami kartografijos tikslams ir besiplečiančioje GIS rinkoje (topcon.lt).

Trečioji, jau veikianti, bet tik Kinijos teritorijoje, yra BeiDou (COMPASS) navigacinė sistema. Šiuo metu ji naudoja 10 palydovų, bet 2020 metais (tuomet žadama sistemos kūrimo pabaiga) jų bus net 35. Šioje sistemoje yra planuojamos dviejų rūšių licencijos: naudojant gyventojų licenciją sistema veiks su 10 m paklaida, o su

armijos licencija bus tik 10 cm paklaida (en.beidou.gov.cn).

Naujausia palydovinė navigacinė sistema GALILEO GPS yra kuriama ES užsakymu. Planuojama, kad ši sistema bus tiksliausia (kiekvienas žmogus galės naudotis navigacija, turinčia tik 1 m paklaidą), ją užtikrins 30 palydovų. Rengiamasi šią sistemą pradėti naudoti jau nuo 2019 m. GALILEO sistemos paskirtis – visų rūšių transporto sistemų tobulinimas ir plėtra.

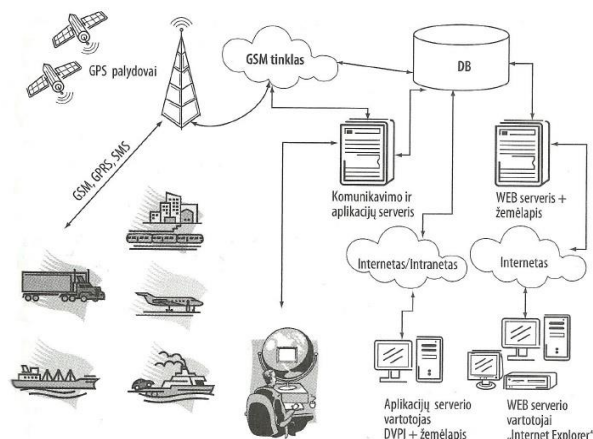
Naudojant palydovinę navigaciją laivams tapo lengviau orientuotis vandenynuose, lėktuvams – danguje, kitoms transporto priemonėms jos labai praverčia ir ant žemės. Palydovinės navigacinės sistemos gali gana tiksliai apskaičiuoti imtuvo buvimo vietą ne tik plokštumoje, bet ir erdvėje, todėl norint sekti transporto priemonės labai tikslinga diegti palydovinių navigacinių sistemų imtuvus transporto priemonėse.

Populiariausios palydovinės sistemos užsienyje, tai automatinės transporto priemonių sekimo sistemos „Volvo“, „Dynafleet“, „Business Navigator“, „Track Master“, „Logistic“ (Batarlienė 2011).

Lietuvos rinkoje siūlomi sprendimai turi tiek konstrukcinių, tiek technologinių skirtumų. Bazinė sprendimų sudėtis (Batarlienė 2011):

- Aparatinė įranga (tarnybinė stotis), globalaus mobiliųjų telefonų ryšio standarto (GSM) modemai;
- Programinė sprendimo valdymo bei informacijos pavaizdavimo aplikacija;
- Duomenų bazė (DB), skirta duomenims iš transporto priemonių apdoroti bei kaupti;
- Skaitmeniniai žemėlapiai (GIS) transporto priemonių koordinatėms ar maršrutams pavaizduoti;
- Programiniai ryšio su transporto priemonėmis moduliai;
- Aparatinė įranga, montuojama transporto priemonėse;
- GSM ryšys informacijai į/ iš transporto priemonių siųsti/ gauti.

Kiekvienoje transporto priemonėje būtina įrengti aparatinę įrangą (žr. 2 paveikslą).



2 pav. Sekimo programos moduliai (šaltinis: sudaryta autorių remiantis Batarliene 2011)

Fig. 2. Modules of tracking programme (source: compiled by authors according Batarliene 2011)

Didėjant kompanijų transporto parkams, vis sunkiau aprėpti jų stebėjimą bei nustatyti esamo laiko momentinę informaciją apie transporto priemonių buvimo vietą ir veiklą. Todėl tarp vežėjų sparčiai populiarėja GPS, GSM bei radijo ryšio technologijų sprendimai transporto infrastruktūroje (žr. 3 paveikslą).



3 pav. Daugianarė transporto valdymo sistema (sudaryta autorių remiantis Antonova, Griškevičiene 2007)

Fig. 3. Multifunctional system of transport management (source: compiled by authors according Antonova, Griškevičiene 2007)

Lietuvoje yra įvairių transporto sekimo ir kontrolės sistemų. Visų jų veikimo principas yra panašus. Mobilųjų objektų stebėjimo įranga, nustačiusi savo buvimo koordinatės, persiunčia jas (ir papildomus stebėjimo duomenis) į darbo stotį. Transporto priemonių kontrolės sistemos funkcijos, tai transporto parko išdėstymo stebėjimas, judėjimo maršrutų, stovėjimo vietų, judėjimo greičio kontrolė, variklio darbo valandų kontrolė, apsaugos funkcijos – pavojaus signalų peradresavimas, automobiliui kirtus nustatytų geografinių zonų ribas (Antonova, Griškevičiene 2007).

Transporto kontrolės ir sekimo sistemos gali padėti sukurti gerą įmonės įvaizdį ir laikui bėgant gerinti reputaciją. Kontrolės ir valdymo sistemos padeda mažinti įmonės sąnaudas ir efektyviau naudoti įmonės išteklius. Šios sistemos padidina vairuotojų darbo efektyvumą, t. y. sumažina reisų trukmę ir visas su tuo susijusias sąnaudas bei gerina vairuotojų drausmę. Vadybininkai gali tiesiogiai kontroliuoti važiavimo procesą, kontroliuoti vairuotojų darbą ir užkirsti kelią nesąžiningiems vairuotojams veikti prieš įmonės interesus. Sistemos padeda pasirinkti vairuotojui optimalų kelią prieš tai sistemoje nustačius tikslią vairuotojo buvimo vietą, tai leidžia sutaupyti laiko, kuro, mokesčius už kelius. Šiomis sistemomis galima analizuoti ir koreguoti judėjimo maršrutus, didėja transporto priemonių saugumas. (Antonova, Griškevičienė 2007).

Palydovinė navigacija – tai nepakeičiama technologija orientavimuisi atviroje vietoje, o tai yra labai naudinga vežant krovinius įvairios rūšies transporto priemonėmis. Ši technologija leidžia stebėti, kontroliuoti, sekti krovinius, sudaryti optimalius maršrutus. Įvertinus pateiktas transporto kontrolės ir sekimo sistemų galimybes pagrįstai galima teigti, kad šios sistemos yra labai naudingos ir jų diegimas gali duoti apčiuopiamą naudą tiek verslo įmonių, tiek nacionaliniame lygmenyje.

#### 4. Maršrutų planavimo programos ir jų taikymas transporto priemonėse

In order to Sustainable Return on Investment could Maršrutų planavimo programos ir programiniai paketai gali būti skirti ne tik įmonėms, vežančioms krovinius, bet ir bet kuriai transporto įmonei (pvz., keleivių vežimo, multimodalinio transporto ar ekspedijavimo įmonei) ir net asmeniniam keliautojo naudojimui (Batarlienė 2011).

Maršrutų planuotojai automatizuotas maršrutų optimizavimo sistemas naudoja siekdami didesnio transporto operacijų efektyvumo. Tai suteikia klientams išskirtinių galimybių sudarant geresnius maršrutus (Batarlienė 2011; Jozefowicz *et al.* 2008, Giaglis *et al.* 2004; Minalga 2001):

- Gerėja tvarkaraščio laikymasis;
- Didėja klientų pasitenkinimas;
- Daugiau užduočių užbaigiama pirmu bandymu;
- Geriau panaudojamos apyvartinės lėšos;
- Aptarnaujama daugiau klientų;
- Pasirenkamos optimalios maršrutų kryptys;
- Sutrumpėja krovinių pristatymo laikas;
- Supaprastinamas maršrutų planavimo procesas.

Norint patenkinti kliento poreikius reikia pristatyti prekę, suteikti paslaugą reikiamu momentu, todėl R. Palšaitis (2007) nurodo, kad norint gauti pelną ir siekiant tinkamai aptarnauti klientus, transporto įmonės turėtų suprasti, kaip svarbu nustatyti ir sudaryti tinkamus krovinių gabenimo maršrutus ir grafikus. P. Matis (2008) taip pat pabrėžia, kad maršrutų sudarymas yra ypač svarbus, nes dauguma klientų būna geografiškai nutolę nuo įmonės. Kuo klientas yra labiau nutolęs nuo įmonės, tuo atsiranda didesnis poreikis maršrutų planavimui ir sudarymui, nes stengiamasi pristatyti krovinį, sugaištant kuo mažiau laiko. Todėl tinkamai parinkti maršrutai gali būti viena iš transporto įmonės sėkmingos veiklos sąlygų.

Programinė įranga, padedanti planuoti ir analizuoti maršrutus (Batarlienė 2011):

- ArcLogistics Route;
- AutoRoute;
- ArcView kartu su ArcView Network Analyst ir ArcGIS Tracking Analyst modeliais;
- Route 66;
- ArcInfo ir kitos programos.

**Programa „ArcLogistics“** – efektyvių maršrutų ir tvarkaraščių modeliavimas. Tai programinė įranga, skirta logistikos uždaviniams spręsti, naudojant GIS technologijas. Norint užtikrinti, kad prekė užsakovą pasiektų laiku ir nurodytu adresu, krovinius galima paskirstyti atsižvelgiant į transporto priemonės darbo laiką, tonažą, tūrį, darbo valandas ir kt. Be to, pagal anksčiau minėtus parametrus bei esamą miesto gatvių tinklą naudojant „ArcLogistics Route“ galima kiekvienai transporto priemonei sudaryti optimalius maršrutus. Taip užtikrinamas vidinių sąnaudų mažėjimas ir teikiamų paslaugų kokybė (hnit-baltic.lt).

Ši programinė įranga skirta planuojantiems kurti dinamišką įmonės eksploatuojamų transporto priemonių optimalių maršrutų sudarymo bei krovinių paskirstymo sistemą.

Naudojant šią programinę įrangą galima (hnit-baltic.lt):

- Sudaryti optimalius maršrutus ir juos pavaizduoti žemėlapyje;
- Įvertinti transporto priemonių panaudojimo efektyvumą pagal darbo laiką, krovinių kiekį ir tonažą;
- Pagal optimizuotą maršrutą nustatyti transporto priemonių buvimo vietą tam tikru laiko momentu;
- Apskaičiuoti darbo ir resursų sąnaudas;
- Parengti ir išspausdinti įvairias ataskaitų formas.

**Programa „AutoRoute“** – tai šiuolaikinė programa vairuotojams, leidžianti pagal kiekvieno poreikius planuoti kelionių maršrutus ir braižyti žemėlapius, padedanti

surasti patogiausią ir trumpiausią kelią nuvykti iš taško „A“ į tašką „B“.

„AutoRoute“ galimybės (Batarlienė 2011):

- Maršruto planuoklis. Su maršruto planuokliu galima matyti, pridėti, ištrinti, iš naujo surūšiuoti norimas aplankyti vietas. Maršruto planuoklis taip pat leidžia įvesti degalų kainas, sąnaudas, važiavimo greitį, trumpiausius arba greičiausius maršrutus. Turint kelis aptarnavimo taškus, „AutoRoute“ padeda optimizuoti maršrutą.
- GPS palaikymas. „AutoRoute“ leidžia nustatyti buvimo vietą, kada kelyje vairuotojas panaudos GPS su NMEA 2.0 arba vėlesne versija. Norint pamatyti savo buvimo vietą reikia tiesiog sujungti įrenginį su kompiuteriu, kuriame vykdoma „AutoRoute“.
- Arčiausių punktų paieška. Galima lengvai surasti dominančią poilsio vietą, restoraną ir kt.
- Greita bet kurios vietovės, gatvių paieška.
- Kelionės laiko zonos.

Ir dar daug galimybių, padedančių išspręsti su kelione susijusius klausimus.

J. Fawcett ir P. Robinson (2000) bei J. Garofalakis *et al.* (2007) taip pat nurodo, kad maršrutų planavimui gali būti panaudojama Microsoft AutoRoute programa, tačiau naujausios šios programos versijos padeda parinkti optimalius maršrutus tik Europoje.

**ArcView** – ESRI (angl. Environmental Systems Research Institute) geografinė informacinė sistema. GIS duomenų bazė apjungia informaciją, todėl galima matyti ir analizuoti vietos duomenis. Ši sistema leidžia planuoti ir analizuoti maršrutus, todėl yra palengvinamas transporto įmonių darbas, nes galima krovinių vežėjus nukreipti optimaliu maršrutu taip sutaupant laiko ir pinigų (webgis.wr.usgs.gov).

**Programa ROUTE 66** – vadovas vežėjams, vykstantiems krovinių vežimo procesą Europoje. Specializuota taikomoji kompiuterinė programa leidžia (Batarlienė 2011):

- Nustatyti optimalius tarptautinius krovinių vežimo maršrutus;
- Sudaryti maršruto technologinę kortelę;
- Įvedus atitinkamus parametrus, galima apskaičiuoti degalų sąnaudas, bendrąsias išlaidas.

**ArcInfo** – ESRI (angl. Environmental Systems Research Institute) geografinė informacinė sistema. Ši sistema leidžia planuoti ir analizuoti maršrutus įvairioms transporto priemonėms. ArcInfo gali pavaizduoti sudėtingus geležinkelių tinklus naudodama žemėlapių ir padėties vaizdo funkcijas. Iš karto yra vaizduojami du vaizdai: tuo

metu esančios geležinkelio linijos konfigūracijos ir vietovė, kurioje yra išsidėstęs geležinkelio tinklas.

Populiariausi ir labiausiai žinomi yra ESRI (angl. Environmental Systems Research Institute) produktai, tai „ArcLogistics“, ArcInfo“ ir „ArcView“. Kitos programos yra paprastesnės, turi mažiau funkcijų, kai kurios pritaikytos tik Europos rinkai. Kelių transporto įmonėms būtų naudinga įsidiegti „ArcLogistics“ programą, nes ji palengvintų transporto įmonių darbuotojų darbą. Programos „ArcInfo“ ir „ArcView“ taip pat būtų naudingos transporto įmonėms, tiesiog transporto įmonės turėtų atsižvelgti į jų transporto rūšį ir rinktis tokią programą, kuri leistų efektyviai pagerinti įmonės darbą.

Naudojantis transporto maršruto planavimu galima suplanuoti optimalius transporto ar krovinių judėjimo maršrutus, kelionės atstumą ir apytikslę trukmę. Galima apskaičiuoti maršrutą tarp dviejų „A“ ir „B“ taškų arba papildyti maršruto taškų skaičių. Maršrutų planavimo sistemos skaičiuoja kelionės kelią parinkdamos greitkelius (kaip greičiausius kelius), tačiau yra galimybė ir alternatyviam maršrutui.

## 5. Išvados

1. Atskleidus GIS sampratą galima teigti, kad GIS skirta geografinių objektų, jų charakteristikų ir kitų su Žeme susijusių sričių informacijai kaupti, saugoti, tvarkyti, apdoroti, analizuoti, atvaizduoti skaitmeninėje erdvėje. Nustatyta, kad GIS technologijomis siekiama efektyviai valdyti įvairių rūšių transporto priemones bei analizuoti, planuoti ir optimizuoti maršrutus, atvaizduoti bei analizuoti struktūras ir pokyčius, kuriuos nulemia laikas.

2. Identifikavus palydovinių navigacinių sistemų taikymo transporto priemonėse galimybes, nustatyta, kad palydovinės navigacijos sistemos informuoja, parenka maršrutus. Naudojantis šiomis sistemomis yra sekamos ir kontroliuojamos įvairios transporto priemonės. Navigacijos sistemos labai palengvina visų transporto rūšių žmonių darbą todėl, kad imtuvai, priimančys palydovų signalus, montuojami į beveik visus išmaniuosius telefonus bei į palydovinius navigatorius, kurie yra įrengiami transporto priemonėse.

3. Išanalizavus maršrutų planavimo programas, nustatyta, kad efektyviausiai transporto priemonėse gali būti naudojamos „ArcLogistics“, ArcInfo“ ir „ArcView“ programinės įrangos. Kelių transporto įmonėms būtų naudinga įsidiegti „ArcLogistics“ programą, nes ji palengvintų įmonės logistikos procesą ir darbuotojų atliekamą darbą. Programos „ArcInfo“ ir „ArcView“ taip pat būtų naudingos transporto įmonėms, tiesiog transporto



įmonės turėtų atsižvelgti į jų transporto rūšį ir rinktis tokią programą, kuri leistų efektyviai pagerinti įmonės darbą.

## Literatūra

- Bekaert, G.; Harvey, C.R. 1997. Emerging Equity Market  
Antonova, M.; Griškevičienė, D. 2007. *Transporto priemonių sekimo ir kontrolės sistemų efektyvumo tyrimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 27 d.]. Prieiga per internetą: <[http://leidykla.vgtu.lt/conferences/JMK\\_TRANSPORTAS\\_2007/Pagalbiniai/PDF/VGTU-Transportas-461-465.pdf](http://leidykla.vgtu.lt/conferences/JMK_TRANSPORTAS_2007/Pagalbiniai/PDF/VGTU-Transportas-461-465.pdf)>.
- Batarlienė, N. 2011. *Informacinės transporto sistemos*. Vilnius: Technika. 336 p.
- Dickinson, D. 2013. *How to Spot and Track Satellites* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.universetoday.com/103382/how-to-spot-and-track-satellites/>>.
- Education.nationalgeographic.com. *GIS (geographic information system)* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: <[http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/geographic-information-system-gis/?ar\\_a=1](http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/geographic-information-system-gis/?ar_a=1)>.
- Elektronika.lt. 2005. *Geografinės informacijos sistemos* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. gruodžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.elektronika.lt/prodaktai/kompiuteriai/973/geografines-informacijos-sistemas/>>.
- En.beidou.gov.cn. *Beidou navigacinė sistema* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 29 d.]. Prieiga per internetą: <<http://en.beidou.gov.cn/introduction.html>>.
- Fawcett, J.; Robinson, P. 2000. Adaptive routing for road traffic. *Computer Graphics*, 20 (3), 46-53.
- Garofalakis, J.; Polyxeni, N.; Athanasios, P. 2007. Vehicle routing and road traffic simulation: a smart navigation system. *11th Panhellenic Conference in Informatics 5*: 611–623.
- Giaglis, G. M.; Minis, I.; Tatarakis, A.; Zeimpekis, V. 2004. Minimizing logistics risk through real-time vehicle routing and mobile technologies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34 (9), 749-764.
- Glonass-iac.ru. *Glonass navigacinė sistema* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. gruodžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://glonass-iac.ru/en/guide>>.
- Hnit-baltic.lt. *ArcLogistics* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.hnit-baltic.lt/sites/default/files/ArcLogistics\\_2\\_20080926\\_3.pdf](http://www.hnit-baltic.lt/sites/default/files/ArcLogistics_2_20080926_3.pdf)>
- Jozefowicz, N.; Semet, F.; Talbi, E. G. 2008. Multi-objective vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 189 (2), 293-309.
- Juškevičienė, A. 2013. *Tematinės informacinės sistemos: mokymo(si) priemonė*. Kaunas: Kauno kolegija. 127 p.
- Mačerinskienė, A. 2007. *Geografinės informacinės sistemos ir teritorijų planavimas: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika. 57 p.
- Maguire, B.; Miller, A.; Gienko, G. 2008. *Geografinių informacinių sistemų pagrindai: mokomoji knyga*. Vilnius. 169 p.
- Maguire, B.; O'Neal Campbell, M.; Rimkuvienė, J.; Sverdan, L.; Sankalas, V. 2008. *Geografinės informacijos infrastruktūros sandara: mokomoji knyga*. Vilnius. 180 p.
- Maps.lt. 2007. *GIS - Geografinė informacinė sistema* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. spalio 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.maps.lt/index.php?id=204>>.
- Matis, P. 2008. Decision support system for solving the streetrouting problem. *Transport*, 23 (3), 230–235.
- Mikajelian, L.; Feizienė, D.; Antanaitis, Š. 2003. Dirvožemio agrocheminių tyrimų duomenų skaitmeninio kartografavimo GIS priemonėmis galimybės. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, LŽ I, T.3(83) 126-143.
- Minalga, R. 2001. *Logistika*. Vilnius: Petro ofsetas. 383 p.
- Mozgeris, G.; Augustaitis, A.; Jonikavičius, D.; Bosas, G. 2012. *Geografinių informacinių sistemų pagrindai*. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas. 189 p.
- Palšaitis, R. 2007. *Logistikos vadybos pagrindai: vadovėlis*. Vilnius: Technika. 355 p.
- Pincevičius, A.; Bekešienė, S.; Baušys, R. 2012. *Intelektualiųjų technologijų taikymas karyboje*. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija. 138 p.
- Spaceandtech.com. *Navstar GPS* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. gruodžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.spaceandtech.com/spacedata/constellations/navstar-gps\\_consum.shtml](http://www.spaceandtech.com/spacedata/constellations/navstar-gps_consum.shtml)>.
- Stankevičius, Ž. 2002. *Skaitmeniniai žemėlapiai: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika. 79 p.
- Topcon.lt. *GPS ir GLONASS* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. spalio 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.topcon.lt/down/gps2.pdf>>.
- Visuotinė lietuvių enciklopedija*. 2004. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas. T.6. 831 p.
- Webgis.wr.usgs.gov. *ArcView* [interaktyvus] [žiūrėta 2013 m. lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą: <<http://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/tutorials/arcview.htm>>

## APPLYING GIS FOR TRANSPORTATION MEANS

R. Reikaitė, A. Petraška

Abstract

The paper discusses the applying Geographical information systems (GIS) for transportation means. The object of the article is satellite navigation systems application opportunities for transportation means. The study presents GIS concept and benefits towards route analysis, its planning and optimisation, tracking and operating. Satellite navigation systems applied for transportation means are analyses in the article as well as tracking and quality control systems are evaluates, route planning programmes and their adaptation are also overviews. After analysis of theoretical GIS for transportation means aspects, the study confirms the assumption that for transportation means the most efficient can be used „ArcLogistics“, „ArcInfo“ and „ArcView“ software.

**Keywords:** GIS, transportation means, tracking and control, satellite navigation systems, route planning, computer