

Environmental engineering Aplinkos inžinerija

GEORADARO TAIKYMAS ASFALTO DANGŲ ĮRENGIMO KOKYBEI ĮVERTINTI

Andrius BALTRUŠAITIS*, Audrius VAITKUS

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2018 m. kovo 19 d.; priimta 2018 m. balandžio 2 d.

Santrauka. Asfalto dangos sluoksnių optimalus tankis ir oro tuštymų kiekis yra vieni iš pagrindinių dangos ilgaamžiškumo rodiklių. Nepakankamo tankio danga yra mažiau atspari automobilių eismo apkrovoms ir žalingam vandens poveikiui. Oro tuštymės užtikrina dangos ilgaamžiškumą ir laisvojo bitumo akumuliaciją karštuoju metų laikotarpiu. Šiuo metu pagrindinis būdas kontroliuoti sutankinimą ir oro tuštymų kiekį yra gręžti kernus ir juos bandyti laboratorijoje. Šis metodas yra brangus, gadinama kelio danga ir asfalto dangos kokybė patikrinama tik keliuose taškuose. Sparčiai vystantis technologijoms būtina įvertinti ir taikyti inovatyvius neardančiuosius metodus, leidžiančius kokybinius asfalto dangos rodiklius nustatyti neardant dangos, išilgai viso kelio ir mažesnėmis sąnaudomis. Šiame straipsnyje pateikta georadarų (angl. *Ground Penetrating Radar*) taikymo asfalto dangai sutankinti ir oro tuštymų kiekiui nustatyti pasaulinės praktikos apžvalga ir panaudojimo Lietuvos automobilių keliuose galimybių analizė.

Reikšminiai žodžiai: asfalto danga, didžiausias tankis, georadaras (GPR), oro tuštymų kiekis, sutankinimas, tariamasis tankis.

Įvadas

Asfalto dangos kokybę lemia daugelis įvairių faktorių – dangos storis, asfalto sluoksnio tankis, asfalto mišinio granulimetrinė sudėtis, bitumo kiekis, oro tuštymų kiekis, užpildų fizikiniai ir mechaniniai rodikliai. Tačiau vienas iš svarbiausių faktorių, nulemiančių asfalto dangos ilgaamžiškumą, yra tai, kaip asfaltas buvo paklotas ir sutankintas. Todėl vienas iš automobilių kelių statybos techninės priežiūros kontroliuojamų faktorių yra asfalto dangos sutankinimas bei oro tuštymų kiekis. Nepakankamo tankio danga yra mažiau atspari automobilių eismo apkrovoms, žalingam vandens ir temperatūros svyravimų poveikiui. Oro tuštymės užtikrina dangos ilgaamžiškumą ir laisvojo bitumo akumuliaciją karštuoju metų laikotarpiu.

Šiuo metu pagrindinis būdas kontroliuoti sutankinimą ir oro tuštymų kiekį yra gręžti kernus ir juos bandyti laboratorijoje. Nors erdmės, atsiradusios paėmus kernus, yra užtaisomos, bet tai vis tiek daro neigiamą įtaką kelio kokybei. Išgręžtose vietose didesnė tikimybė, kad ilgai danga irs, atsiradus duobių, be to, viršutinio kelio dangos sluoksnio gręžiojimas blogina estetinį vaizdą ir važiavimo komfortą, be to, kokybiniai parametrai patikrinami sąlygiškai tik keliuose dangos taškuose. Norint asfalto kokybę

patikrinti visame kelyje, būtina taikyti inovatyvius, neardančiuosius metodus, pvz., naudoti georadarą (angl. *Ground Penetrating Radar*) (toliau GPR).

Šiuo metu GPR metodas Lietuvoje taikomas asfalto dangos storiui nustatyti. Pirmą kartą dangos oro tuštymų kiekiui nustatyti GPR metodą taikyti 1998 metais pasiūlė Suomijos mokslininkai (Roimela, 1998; Saarenketo ir Roimela, 1998). Visame pasaulyje buvo atliekami įvairūs tyrimai, tačiau universalus modelio, tinkančio visoms sąlygoms ir įvairiems asfalto mišiniais, taip ir nerasta. Siekiant šį inovatyvų metodą taikyti Lietuvoje, būtina atlikti tyrimus, pagrindžiančius metodo patikimumą, bandymus atliekant esamomis sąlygomis bei parinkti tinkamiausią matematinę modelį, laiduojantį matavimų tikslumą ir patikimumą.

1. Georadarų veikimo principas ir taikymo sritis

Georadaras – tai geofizinis tyrimo metodas, leidžiantis nuotoliniu ir neardomuoju būdu gauti reprezentatyvų po žemės ar, pvz., asfalto paviršiumi esančių medžiagų grafinių vaizdą (Lalagūė, 2015). Ši technologija pagrįsta labai aukštų (VHF) ir ultra aukštų (UHF) (10–2,5 GHz) dažnių elektromagnetinių bangų perdavimu ir jų atspindžio,

*Autorius susirašinėti. El. paštas andrius.baltrusaitis@problematika.lt

nuo skirtingų paviršių esančių tiek paviršiuje, tiek ir gilesniuose sluoksniuose, registravimu (Saarenketo, 2006).

Georadaro technologija civilinėje inžinerijoje pradėta taikyti XX a. aštuntojo dešimtmečio pradžioje JAV. Pirmiausia GPR buvo pritaikytas statant tunelius ir tiltus (Saarenketo ir Scullion, 2000). Pirmieji GPR bandymai automobilių keliuose Europoje buvo atlikti apie 1980 m. Skandinavijoje. Ypač plačiai šią technologiją pradėjo taikyti ir tirti Suomijos mokslininkai (Saarenketo, 1997; Sebesta, Scullion ir Saarenketo, 2013). Lietuvoje GPR pradėtas taikyti apie 2000 metus automobilių kelių viensluoksnių dangų storiams matuoti.

Georadaro panaudojimo galimybės labai plačios. Jis taikomas tiltų, tunelių, automobilių kelių ir geologiniams tyrimams. GPR automobilių keliuose galima taikyti šiems konstrukcijos sluoksnių tyrimams: žemės sankasai GPR galima taikyti grunto rūšiai, drėgnumui ir atsparumui šalčiui nustatyti, pagrindo sluoksniams – sluoksnių storiumi ir defektams nustatyti, asfalto dangai GPR taikomas sluoksnių storiumi, mišinio segregacijai, oro tuštymų kiekiui nustatyti. Taip pat šią technologiją galima pritaikyti plyšiams, provėžoms ir kitiems defektams kelio dangoje identifikuoti, seniems sluoksniams ardyti ir naujiems projektuoti (Jol, 2008; Lagüe, 2015).

Dangos konstrukcijos sluoksniams GPR metodu tirti taikomos sistemos skirstomos į bekontaktę (impulsas siunčiamas per orą) ir kontaktinę (impulsas siunčiamas tiesiogiai į matuojamą paviršių) antenas. Bekontaktės (rago formos) antenos (angl. *air-coupled (horn) antennas*) montuojamos ant transporto priemonės 0,3–0,5 m aukštyje virš dangos paviršiaus ir matavimus jomis galima atlikti važiuojant iki 80–100 km/h greičiu netrukdam eismui (Saarenketo, 2009). Kontaktinės antenos (angl. *ground-coupled antennas*) mažu greičiu stumdomos arba traukiamos ant matuojamo paviršiaus. Automobilių kelių asfalto dangos sluoksnių tyrimams dažniausiai naudojamos 1 GHz ir 2 GHz dažnio bekontaktės antenos (1 paveikslas). 1 GHz dažnio antenų siunčiamas elektromagnetinis impulsas prasiskverbia į 0,5–0,9 m gylį (Saarenketo ir Scullion,



1 paveikslas. 1 GHz bekontaktė (rago formos) antena, sumontuota ant transporto priemonės

Figure 1. Air-coupled (horn) antenna of 1 GHz mounted on the vehicle

2000), mažesniame gylyje esančius sluoksnius geriau tirti su 2 GHz dažnio bekontakte antena.

Antena perduoda trumpus elektromagnetinės energijos impulsus į kelio konstrukciją, dalis jų atsispindi nuo dangos paviršiaus arba gilesnių dangos sluoksnių ir grįžta į anteną. Priklausomai nuo medžiagos dielektrinių savybių elektromagnetinės bangos atsispindi skirtingai, įranga fiksuoja bangos „kelionės“ laiką ir iš šių domenų galima nustatyti skirtingų sluoksnių storius bei jų dielektrines savybes. Atspindėta energija pavaizduojama bangos forma (2 paveikslas). Atspindžio signalo amplitudė nuo kiekvieno sluoksnių yra dielektrinio skirtumo tarp sluoksnių funkcija. Matuojamo dangos konstrukcijos sluoksnių storis (d) priklauso nuo impulso trukmės (t) bei sluoksnių santykinės dielektrinės skvarbos (ϵ_r) ir apskaičiuojamas taikant (1) formulę (F. M. Fernandes, A. Fernandes ir Pais, 2017):

$$d = \frac{ct}{2\sqrt{\epsilon_r}}, \quad (1)$$

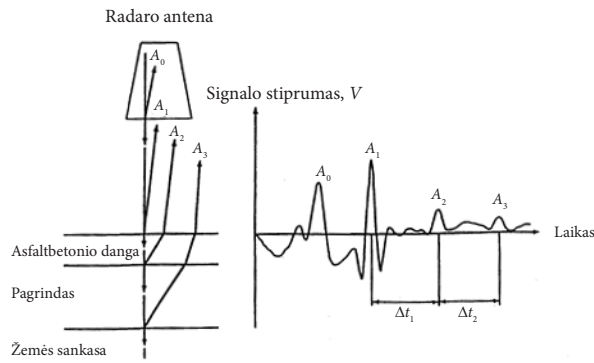
čia d – sluoksnių storis, cm; c – šviesos sklaidimo greitis vakuume ($3 \cdot 10^{-8}$ m/s); ϵ_r – santykinė dielektrinė skvarba; t – impulso trukmė.

Gauti matavimų duomenys apdorojami kompiuterinėmis programomis (pvz., *Road Doctor* (3 paveikslas). Matavimų rezultatai pateikiami spalvotu arba nespalvotu vaizdu. Skirtingos spalvos arba pilki atspalviai vaizduoja sluoksnius, turinčius skirtingas dielektrines reikšmes.

2. Georadaro taikymo asfalto dangos kokybės tyrimams kitose šalyse apžvalga

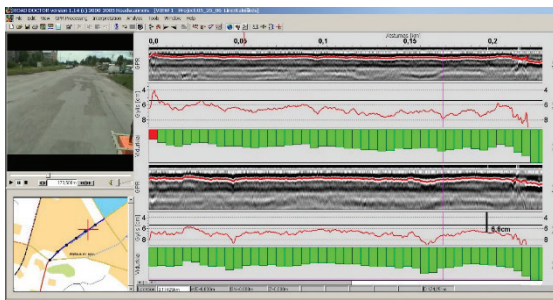
Pirmą kartą GPR metodą dangos oro tuštymų kiekiui nustatyti 1998 metais pasiūlė Suomijos mokslininkai (Roimela, 1998). Tyrimų metu buvo nustatyta tiesioginė dangos oro tuštymų kiekio priklausomybė nuo sutankinto mišinio dielektrinių savybių, kurios priklauso nuo atskirų mišinio sudėtinų dalių (užpildo, bitumo ir oro) dielektrinės skvarbos verčių ir jų proporcijų mišinyje. Tankinant mišinį sumažėja oro, kuris turi mažą dielektrinę vertę, ir proporcingai didėja didesnes dielektrines vertes turinčių mišinio komponentų, užpildo ir bitumo tūrinis kiekis mišinyje. Taigi tankinant asfalto dangos dielektrinė skvarba padidėja (Saarenketo, 2013). Palyginti, oro santykinės dielektrinės skvarbos vertė lygi 1, vandens – 81, asfalto – nuo 2 iki 5, bitumo – nuo 2 iki 3, granito – nuo 5 iki 6, smėlio – nuo 3 iki 6, žvyro – nuo 2 iki 6 (Belgian Road Research Center, 2016; FGSV 443 A, 2016).

Minėtas metodas aprašytas Suomijos metodiniuose nurodymuose PANK 4122 (2008) *Oro tuštymų kiekio nustatymas taikant GPR*. Matavimams naudojama > 1 GHz bekontaktė GPR antena, tyrimo metu užfiksuojama mažiausiai 10 matavimų į metrą, matavimai atliekami tik ant sausos, naujai paklotos asfalto dangos ir kai oro temperatūra yra teigiama. Kalibravimo tikslais iš dangos paimamas vienas gręžtinis ėminys (kernas). Taikant standartinius metodus nustatomas kerno oro tuštymų kiekis. Iš kerno oro tuštymų kiekio vertės ir nustatytos dangos dielektrinės skvarbos rezultatų apskaičiuojamas kalibravi-



A_0 – atspindžio antenoje amplitudė; A_1 – paviršiaus atspindžio amplitudė; A_2 – pagrindo sluoksnio atspindžio amplitudė; A_3 – žemės sankasos atspindžio amplitudė; Δt_1 – bangos sklidimo asfalto dangoje laikas; Δt_2 – bangos sklidimo pagrindo sluoksnyje laikas

2 paveikslas. Georadaro bekontaktės antenos veikimo schema
Figure 2. Operation diagram of air-coupled antenna of Ground Penetrating Radar



3 paveikslas. Georadaro duomenų apdorojimo programa
Road Doctor
Figure 3. Data processing program of Ground Penetrating Radar *Road Doctor*

mo koeficientas. Oro tuštymų kiekis, nustatytas taikant GPR metodą, apskaičiuojamas pagal (2) formulę (Roimela, 1998; Sebesta, Scullion ir Saarenketo, 2013):

$$y = 272,93e^{-1,3012kx}, \text{ čia } 1 < x < n, \quad (2)$$

čia y – oro tuštymų kiekis; k – kalibravimo koeficientas; ϵ_x – dangos dielektrinė skvarba, nustatyta GPR metodu.

Taikant šį metodą oro tuštymų kiekio nustatymo rezultatai parodė labai stiprią koreliaciją tarp GPR metodu išmatuotų ir laboratorijoje iš kernų nustatytų oro tuštymų kiekio ($R^2 = 0,92$). Remiantis šiais rezultatais, GPR dabar Suomijoje yra taikomas kaip standartinis asfalto kokybės kontrolės metodas (Maser ir Carmichael, 2015).

JAV asfalto dangos tankiui ir oro tuštymų kiekiui nustatyti taikomi du modeliai: CRIM (angl. *Complex Refractive Index Model*) ir Bottcher mišinio sudarymo modelis (Leng, 2011; Leng, Al-Qadi ir Lahouar, 2011). CRIM modelį sudaro prielaida, kad asfalto mišinio užpildo ir bitumo dielektrinės skvarbos vertės nekinta, o tariamajam asfalto dangos tankiui įtakos turi keturi rodikliai: asfalto dielektrinė skvarba, bitumo kiekis, didžiausias mišinio tankis ir vidutinis užpildo tankis. Tariamasis asfalto dangos tankis

apskaičiuojamas taikant (3) formulę (Ameri, Kashani, Novin ir Yousefi, 2014):

$$G_{mb} = 1,045(G_{mm}) + 0,621(G_{sb}) + 69,214(\epsilon_{HMA}) - 50,065(P_b) - 2075,465, \quad (3)$$

čia G_{mb} – tariamasis asfalto dangos tankis, kg/m^3 ; G_{mm} – didžiausias asfalto mišinio tankis, kg/m^3 ; G_{sb} – vidutinis užpildo tankis, kg/m^3 ; ϵ_{HMA} – asfalto dielektrinė skvarba; P_b – bitumo kiekis, %.

Visi minėti modeliai turėjo viena trūkumą – tankis ir oro tuštymų kiekis apskaičiuojami, darant prielaidą, kad vandens kiekis asfalto dangoje lygus nuliui. Ši sąlyga yra sunkiai pasiekama, o žinant, kad vandens dielektrinė skvarba yra didelė (81 F/m), didelis jos kiekis dangoje gali iškreipti GPR matavimo rezultatus, todėl GPR duomenims buvo pritaikytas korekcijos algoritmas. Algoritmui nustatyti tirtos asfalto dangos, kurių skirtingi tankiai ir skirtingi paviršiaus drėgmės kiekiai (Shangguan, Al-Qadi ir Lahouar, 2014).

Šiuos metodus asfalto dangos tankiui ir oro tuštymų kiekiui nustatyti bandė pritaikyti ne vienos šalies mokslininkai. Nustatyta, kad ne visų mokslininkų gauti rezultatai buvo patikimi. Kai kurių GPR rezultatų koreliacija su standartiniais bandymų metodais buvo silpna arba jos visai nebuvo (Maser ir Carmichael, 2015; Pellinen, Huskonen-Snicker, Eskelinen ir Martinez, 2015; Poikajärvi, Peisa, Herronen, Aursand, Maijala ir Narbro, 2012; Sebesta, Scullion ir Saarenketo, 2013; Shangguan, Al-Qadi, Coenen ir Zhao, 2016). Netiksliais rezultatais dažniausiai įtakos turėjo netinkamas įrangos ar metodo pasirinkimas, per mažas kalibravimo kernų kiekis, išoriniai trukdžiai, galintys turėti įtakos signalo kokybei, ar netinkamas duomenų apdorojimas.

3. Georadaro taikymo Lietuvos automobilių kelių asfalto dangos kokybės tyrimams galimybių analizė

Lietuvoje GPR automobilių kelių viensluoksnių dangų storiams matuoti pradėtas taikyti apie 2000 metus. Šiuo metu matavimams naudojamos 1 GHz dažnio antenos. Asfalto dangų tankis, sutankinimas ir oro tuštymų kiekis nustatomi taikant standartinius ardančiuosius metodus. Skandinavijos šalyse GPR metodas jau kurį laiką taikomas šioms rodikliams nustatyti. Pastaraisiais metais GPR taikymo asfalto kokybei nustatyti tyrimus atliko ir mūsų kaimyninės valstybės Latvija, Estija ir Lenkija. Siekiant šį inovatyvų metodą taikyti Lietuvoje, būtina atlikti tyrimus, pagrindžiančius metodo patikimumą, bandymus atlikti esamomis sąlygomis bei parinkti tinkamiausią matematinį modelį, garantuojantį matavimų tikslumą ir patikimumą.

2018 metais Lietuvoje planuojama atlikti eksperimentinius ir teorinius tyrimus, siekiant nustatyti šio metodo pritaikymo galimybes Lietuvos automobilių kelių techninei priežiūrai ir savikontrolei. Tyrimui planuojama atrinkti asfalto mišinius, naudojamus asfalto pagrindo, apatiniam, viršutiniam, minkšto asfalto ir pagrindo-dangos sluoksniams. Atrinkti Lietuvos magistralinių automobilių kelių ruožus, kuriems tiesti bus naudojami tiriamųjų tipų

mišiniai. Tiriamuosiuose ruožuose planuojama paimti gręžtinius ėminius (kernus) ir nustatyti jų tariamąjį tankį bei oro tuštymių kiekį. Taip pat nustatyti mišinių didžiausią tankį ir bitumo kiekį bei ištirti mišinių gamyboje panaudotų užpildų fizines savybes. Tiriamųjų ruožų kernų ėmimo vietas planuojama išmatuoti taikant GPR technologiją. Gautus matavimų duomenis planuojama susisteminti, išanalizuoti ir palyginti. GPR duomenų analizei planuojama pritaikyti šiuo metu pasaulyje taikomus matematinis modelius bei nustatyti jų patikimumą ir galimybes naudoti Lietuvoje. Esant reikalui, planuojama sukurti matematinį modelį, leidžiantį GPR rezultatus panaudoti asfalto dangos sutankinimo laipsniui nustatyti. Įrodžius metodo patikimumą, jį pasiūlyti taikyti Lietuvos automobilių kelių techninei priežiūrai bei savikontrolei.

Išvados

1. Pasaulyje georadaro metodo taikymas, tiriant asfalto dangos kokybę, dar nėra labai paplitęs, bet yra šalių, kur jis jau dabar naudojamas kaip standartizuotas kokybės kontrolės įrankis.
2. Asfalto dangos tankio ir oro tuštymių kiekiui nustatyti šiuo metu taikomi du pagrindiniai metodai PANK „Oro tuštymių kiekio nustatymas naudojant GPR“ ir CRIM (angl. *Complex Refractive Index Model*). Nors šie modeliai kai kuriose šalyse taikomi sėkmingai, tačiau ne visur juos pavyksta pritaikyti prie esamų sąlygų ir turimos įrangos.
3. Šiuo metu Lietuvoje taikomi asfalto dangos kokybės metodai yra brangūs, ardomieji ir neinovatyvūs. Siekiant sumažinti ardančiųjų metodų taikymą Lietuvoje, būtina ištirti galimybes tikrinant automobilių kelių dangos kokybę naudoti neardančiuosius bandymus, pvz., taikyti georadarą.
4. Siekiant georadaro metodą taikyti Lietuvoje, būtina atlikti tyrimus, pagrindžiančius metodo patikimumą, bandymus atlikti esamomis sąlygomis bei parinkti tinkamiausią matematinį modelį, garantuojantį matavimų tikslumą ir patikimumą.

Literatūra

Ameri, M., Kashani Novin, M., & Yousefi, B. (2014). Comparison of the field measurements of asphalt concrete densities obtained by ground-penetrating radar, pavement quality indicator and the borehole coring methods. *Road Materials and Pavement Design*, 15(4), 759-773. <https://doi.org/10.1080/14680629.2014.909874>

Belgian Road Research Center. (2016). Methodologies for the use of ground-penetrating radar in pavement condition surveys. Method of measurement.

FGSV 443 A. (2016). *Arbeitspapier Anwendung des Georadars zur Substanzbewertung von Straßen Teil A Bestimmung von Schichtdicken des Oberbaus von Verkehrsflächenbefestigungen mit dem Georadar-Impulssystem*. German: Ausgabe.

Fernandes, F. M., Fernandes, A., & Pais, J. (2017). Assessment of the density and moisture content of asphalt mixtures of road pavements. *Construction and Building Materials*, 154, 1216-1225. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.119>

Jol, H. M. (Ed.). (2008). *Ground penetrating radar theory and applications*. Amsterdam: Elsevier.

Lalagüe, A. (2015). *Use of ground penetrating radar for transportation infrastructure maintenance*. Norwegian University of Science and Technology.

Leng, Z. (2011). *Prediction of in-situ asphalt mixture density using ground penetrating radar: theoretical development and field verification*. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Leng, Z., Al-Qadi, I. L., & Lahouar, S. (2011). Development and validation for in situ asphalt mixture density prediction models. *NDT and E International*, 44(4), 369-375. <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2011.03.002>

Maser, K., & Carmichael, A. (2015). *Ground penetrating radar evaluation of new pavement density (No. WA-RD 839.1)*. Washington State Department of Transportation.

PANK 4122. (2008). *Air void content of asphalt pavement, ground penetrating radar method*. Accepted first 10/26/1999 and revised 5/9/2008.

Pellinen, T., Huuskonen-Snicker, E., Eskelinen, P., & Martinez, P. O. (2015). Representative volume element of asphalt pavement for electromagnetic measurements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English edition)*, 2(1), 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2015.01.003>

Poikajärvi, J., Peisa, K., Herronen, T., Aursand, P. O., Maijala, P., & Narbro, A. (2012). GPR in road investigations—equipment tests and quality assurance of new asphalt pavement. *Nondestructive Testing and Evaluation*, 27(3), 293-303. <https://doi.org/10.1080/10589759.2012.695786>

Roimela, P. (1998). Ground penetrating radar surveys in pavement quality control 1996–1997. In *Tielaitoksen Selvityksiä* (Vol. 4 p. 55). Rovaniemi, Finland.

Saarenketo, T. (2009). *Measuring electromagnetic properties of asphalt for pavement quality control and defect mapping*. Roadscanners, Ravaniemi, Finland.

Saarenketo, T. (1997). Using ground-penetrating radar and dielectric probe measurements in pavement density quality control. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1575, 34-41. <https://doi.org/10.3141/1575-05>

Saarenketo, T. (2006). *Electrical properties of road materials and subgrade soils and the use of ground penetrating radar in traffic infrastructure surveys (Academic dissertation)*. Faculty of Science, Department of Geosciences, University of Oulu, Finland.

Saarenketo, T., & Roimela, P. (1998, May). Ground penetrating radar technique in asphalt pavement density quality control. In *Proceedings of the seventh international conference on ground penetrating radar* (Vol. 2, pp. 461-466). Lawrence Kansas.

Saarenketo, T., & Scullion, T. (2000). Road evaluation with ground penetrating radar. *Journal of Applied Geophysics*, 43(2-4), 119-138. [https://doi.org/10.1016/S0926-9851\(99\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0926-9851(99)00052-X)

Sebesta, S., Scullion, T., & Saarenketo, T. (2013). Using infrared and high-speed ground-penetrating radar for uniformity measurements on new HMA layers. In *Report S2-R06C-RR-1, Strategic Highway Research Program, National Transportation Board*. Washington, D.C.

Shangguan, P., Al-Qadi, I. L., & Lahouar, S. (2014). Pattern recognition algorithms for density estimation of asphalt pavement during compaction: a simulation study. *Journal of Applied Geophysics*, 107, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2014.05.001>

Shangguan, P., Al-Qadi, I., Coenen, A., & Zhao, S. (2016). Algorithm development for the application of ground-penetrating radar on asphalt pavement compaction monitoring. *International Journal of Pavement Engineering*, 17(3), 189-200. <https://doi.org/10.1080/10298436.2014.973027>

EVALUATION OF THE USE OF GPR IN QUALITY CONTROL OF ASPHALT PAVEMENT LAYERS

A. Baltrušaitis, A. Vaitkus

Abstract

The optimum density and air-voids content of asphalt pavement layers are among the main indicators of the durability of asphalt road pavement. The asphalt pavement with insufficient density is less resistant to traffic loading and the damaging effects caused by water. Air-voids ensure the durability of asphalt pavement and the accumulation of free bitumen during a period of hot weather. At present, the main ways to control the quality of compaction and the content of air-voids is to drill core specimens and test them in the laboratory. This method is expensive, it damages the road surface, and the quality of asphalt pavement is verified only at several points. With the rapid development of new technologies, it is necessary to evaluate and to apply innovative non-destructive methods, allowing us to determine the qualitative characteristics of asphalt pavement across the entire length of the road without causing the damage to the road surface and at lower costs. This article describes the use of Ground Penetrating Radar to determine asphalt pavement density and air-voids content provides an overview of global practices and feasibility analysis on the application of Ground Penetrating Radar on the roads of Lithuanian.

Keywords: asphalt pavement, compaction, air voids content, bulk density, maximum density, Ground Penetrating Radar (GPR).