

## Environmental engineering Aplinkos inžinerija

# VANDENIUI PRALAIŽIŲ ASFALTO DANGOS KONSTRUKCIJŲ TAIKYMAS TRANSPORTO EISMO ZŪNOMS

Ieva JAKUBĖNAITĖ , Audrius VAITKUS , Judita ŠKULTECKĖ 

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2024 m. balandžio 9 d.
- priimta 2024 m. balandžio 18 d.

**Santrauka.** Bendrą Lietuvos kelių tinklą sudaro daugiau kaip 84 tūkst. km kelių, iš kurių daugiau kaip 21 tūkst. km yra valstybinės reikšmės keliai. Valstybinės reikšmės kelius patikėjimo teise valdo akcinė bendrovė „Via Lietuva“. Likę keliai priskiriami vietinės reikšmės keliams, kuriuos valdo savivaldos. Įrengiant ir prižiūrint kelius dažnai susiduriama su paviršinių nuotekų nuleidimo ir kaupimosi važiavimo dalyje problema. Šiuo tyrimu siekiama nustatyti ir pasiūlyti šiai problemai spręsti tinkamiausias vandeniui pralaidžias asfalto dangos konstrukcijas atsižvelgiant į taikymo paskirtį ir dangos konstrukcijos klasę. Tyrimo nustatytos trys rekomenduojamos vandeniui pralaidžios asfalto dangos konstrukcijos, taikytinos įrengiant DK 0,1–DK 1 klasės dangos konstrukcijas pagalbinėse gatvėse, automobilių stovėjimo ir poilsio aikštelėse, kuriose vyrauja lengvųjų transporto priemonių eismas esant pavieniam sunkiasvorio transporto važiavimui. Taip pat nustatyta, jog didelio eismo intensyvumo vietovėse tikslinga taikyti vandeniui pralaidžioms dangoms alternatyvų sprendinį – vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštį, kai važiujamosios dangos konstrukcija yra nelaidi vandeniui, o kelkraščiai – pralaidūs vandeniui (įrengiama vandeniui pralaidi dangos konstrukcija). Tinkamai pasirinktos rekomenduojamos vandeniui pralaidžios asfalto dangų konstrukcijos sumažina važiujamosios dalies užtvindymo riziką.

**Reikšminiai žodžiai:** vandeniui pralaidi dangos konstrukcija, asfalto danga, poringasis asfaltas, pralaidumas vandeniui.

✉ Corresponding author. E-mail: [ieva.jakubenaite@vilniustech.lt](mailto:ieva.jakubenaite@vilniustech.lt)

## 1. Įvadas

1887–2022 m. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenys rodo, kad Vilniuje vidutinis metinis iškritusių kritulių kiekis kito nuo 650 mm iki 700 mm (7,69 % prieaugis) (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, n. d.). Tačiau išskiriant dideliu momentiniam kritulių kiekiui, trunkančiam iki valandos laiko, perteklinis vanduo, kuris pašalinamas nuo dangos paviršiaus suformuojant kelio skersinį ir išilginį nuolydį bei įrengiant griovius ar vandens surinkimo sistemas, nebeužtikrina reikalingo vandens pašalinimo, todėl tvindomi keliai, gatvės ir žemės sklypai, susidaro pavojingos važiavimo sąlygos, kurios lemia eismo įvykių tikimybę. 2022 m. oficialiosios statistikos portalo duomenys rodo, kad Lietuvos kelių tinklą sudaro daugiau kaip 84 tūkst. km kelių, iš kurių apie 28 tūkst. km yra su įrengta kieta danga, o likusią dalį sudaro keliai su žvyro danga ir keliai be įrengtos dangos. Todėl keliuose su kieta danga, tiek planuojant asfaltavimo darbus, bendrame Lietuvos kelių tinkle susiduriama su paviršinių nuotekų pašalinimo ir važiujamojoje dalyje kaupimosi problema, kuriai reikalingos didelės investicijos, tačiau dėl tankių te-

ritorių užstatymo ir siaurų žemės sklypų, reikalingų kelių ir gatvių statybai, nėra galimybės įrengti tinkamo paviršinių nuotekų pašalinimo įrenginio.

Darbo tikslas – išanalizuoti taikomų vandeniui pralaidžių (asfalto) dangų konstrukcijų įrengimą bei pateikti rekomenduojamas vandeniui pralaidžių asfalto dangų konstrukcijas.

## 2. Vandeniui pralaidžios dangos ir jų konstrukcijos

Vandeniui pralaidi danga – tai draugiška aplinkai danga ir yra tvari paviršinių nuotekų (vandens) tvarkymo strategija. Taikant šią dangą galima sumažinti aplinkos taršą ir eliminuoti saugaus eismo problemas, kurios kyla dėl paviršinių nuotekų (lietaus) kaupimosi ant nelaidžios dangos paviršiaus (Ndon, 2017; Selbig & Buer, 2018).

Literatūroje yra išskiriami šie pagrindiniai vandeniui pralaidžių dangų tipai – poringojo asfalto danga, poringojo betono danga, trinkelė ar plokščių danga ir geokorio danga (užpildyto stambiuoju užpildu) (Bruinsma et al., 2017;

Eisenberg et al., 2015; Kuruppu et al., 2019; Zhu et al., 2021). Minimuose vandeniui pralaidžiose dangų tipuose oro tuštymų kiekis kinta tarp 18–98 % (Giunta et al., 2022).

Kuruppu et al. (2019) straipsnyje atlikęs literatūros analizę nurodo, kad poringojo asfalto ir betono dangos gali būti naudojamos: stovėjimo aikštelėse, keliuose, kiemuose, sporto aikštynuose, pramonės sandėliavimo kiemuose ir (arba) pakrovimo zonose. Trinkelių ar plokščių dangos papildomai gali būti įrengtos priekabinių namelių ir automobilių namelių stovyklavietėse (aikštelėse), tačiau geokorio danga gali būti įrengta tik stovėjimo aikštelėse arba priekabinių namelių ir automobilių namelių stovyklavietėse (aikštelėse).

Literatūroje išskiriami vandeniui pralaidžių asfalto dangų privalumai (Ndon, 2017; U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2015):

- greitesnis sniego ir ledo tirpimas bei mažesnis druskos naudojimo poreikis;
- pagerėja matomumo sąlygos esant lietingam orui, sumažėja tikimybė atsirasti akvaplanavimo reiškiniai, kuris sukelia padangų purslojimą;
- šilumos salos efekto mažinimas;
- mažesnis triukšmas dėl padangos ir kelio dangos sąveikos;
- ekonomiškai efektyvios paviršinių nuotekų tvarkymo technologijos;
- mažesnis paviršinio nuotėkio užterštumas;
- energijos ir aplinkos dizaino lyderystė programoje, dar vadinamoje LEED (angl. *leadership in energy and environmental design*);
- teršalų sulaukymas.

Tačiau taip pat tyrėjai yra pastebėję vandeniui pralaidžių asfalto dangų apribojimus ir (arba) trūkumus, tokius kaip (Ndon, 2017; U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2015):

- dangos konstrukcijos pradinės išlaidos yra didesnės, tačiau jos gali būti kompensuojamos neįrengiant paviršinių nuotekų tinklų infrastruktūros;
- ribotas sunkiasvorių transporto priemonių naudojimas eismo zonose;
- standartizuotų bandymų metodų trūkumas;

- išskirtinis dėmesys projektuojant, esant tam tikriems gruntams;
- skirtumai nuo įprastos statybos (įrengimo) praktikos;
- galimas dangos užsikimšimas, todėl turi būti atliekama speciali priežiūra;
- trumpesnis eksploatacinis laikotarpis.

Zhang ir Kevern (2021) straipsnyje nurodo, kad planuojant įrengti vandeniui pralaidžias dangas šalyse, kur vyrauja šaltas klimatas, būtina atkreipti dėmesį į:

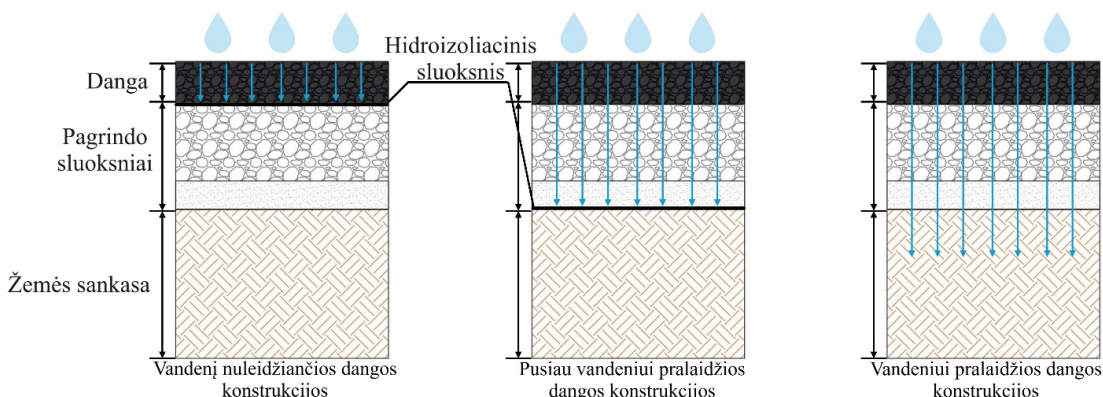
- įšalo gylį ir požeminį gruntą;
- medžiagų atsparumą;
- vykdant nuolatinę priežiūrą žiemą.

Taip pat vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas galima išskirstyti į (žr. 1 pav.) (Bruinsma et al., 2017; Eisenberg et al., 2015; Kuruppu et al., 2019; Zhu et al., 2021):

- vandenį nuleidžiančias dangos konstrukcijas, kuriose vandeniui pralaidus sluoksnis yra tik danga;
- pusiau vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas. Šiose konstrukcijose vandeniui pralaidūs sluoksniai yra danga ir pagrindo sluoksniai;
- vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas. Šios konstrukcijos išsiskiria tuo, kad jose visi dangos konstrukcijos sluoksniai yra vandeniui pralaidūs ir vanduo gali įsifiltruoti į žemės sankasą.

Zhu et al. (2021) straipsnyje nurodo, kad vandenį nuleidžiančios dangų konstrukcijos naudojamos valstybinės reikšmės keliuose: krašto ar magistraliniuose keliuose. Pusiau vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos dažniausiai yra naudojamos rajoniniuose arba vietinės reikšmės keliuose ir gatvėse, stovėjimo aikštelėse, o vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos gali būti naudojamos pėsčiųjų ir (arba) dviračių takams, stovėjimo aikštelėse.

Pažymėtina, kad projektuojant vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas privalo būti atlikta struktūrinė ir hidrologinė analizė. Šios analizės užtikrina tinkamą vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos laikomą gebą, pratekėjusio vandens akumuliaciją per pasirinktą vandeniui pralaidžios dangos konstrukciją ir vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos storį. Tinkamas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos storis parenkamas pagal struktūrinės ir hidrologinės analizės metu apskaičiuotus storius, pasirenkant didesnę (Eisenberg et al., 2015).



1 paveikslas. Vandeniui pralaidžios dangos klasifikavimas pagal konstrukciją

### 3. Vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis

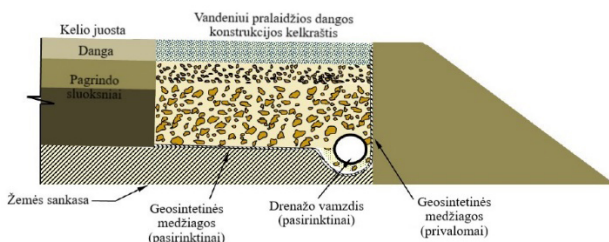
Mokslinėje literatūroje nėra plačiai aprašomas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis, tačiau atrasta keletas mokslininkų darbų, kuriuose jie aprašo apie vandeniui pralaidžių dangų konstrukcijų kelkraščius ir nurodo siūlomus jų įrengimo tipus. Literatūroje pažymima, kad projektuojant vandeniui pralaidžių dangų konstrukcijų kelkraščius turi būti atsižvelgta į tokius faktorius kaip (Hein et al., 2013):

- vietinė ar užmiesčio aplinka;
- numatomas transporto srautas;
- liūčių intensyvumas;
- gruntų grupė;
- geometriniai apribojimai;
- paviršinių nuotekų tvarkymo reikalavimai.

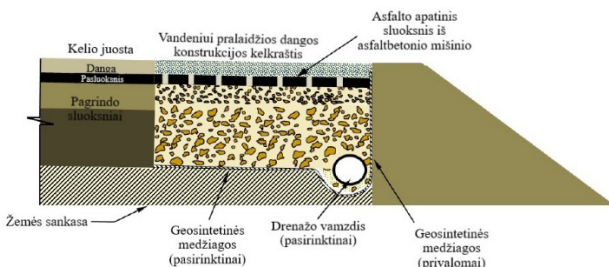
Taip pat moksliniuose darbuose, kuriuose aptariamas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis, pateikiamos galimos dangos, kurios gali būti iš:

- atviros struktūros karšto asfalto mišinio (angl. *open-graded hot-mix asphalt*, HMA-O), minimalus dangos storis yra 2,6 cm, tačiau gali būti naudojamas nuo 5,0 iki 5,5 cm;
- atviros struktūros portlandcemenčio betono mišinio (angl. *open-graded portland cement concrete*, PCC-O), minimalus dangos storis yra 2,8 cm, tačiau tyrėjai pasirenka 14,3 cm, kadangi numato kaip visą dangos konstrukciją;
- atviros struktūros betono trinkelėlių (angl. *open-graded interlocking concrete pavement*, ICP-O).

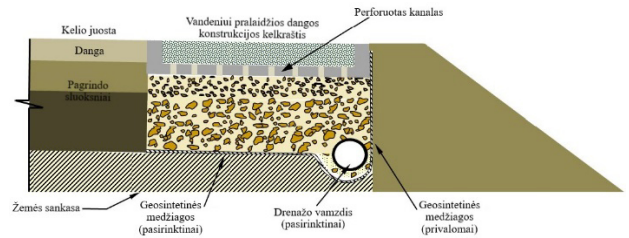
Naudojant PCC-O laikoma, kad tai dangos konstrukcija, tačiau, projektuojant dangą su HMA-O, numatomas pagrindo sluoksnis iš PCC-O (10,0 cm storio) (Jones et al., 2010; Li et al., 2012; Saadeh et al., 2019).



2 paveikslas. Tipinis vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis (Hein et al., 2013)



3 paveikslas. Konceptualiai sustiprintas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis (Hein et al., 2013)



4 paveikslas. Konceptualiai kanaliziuotas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis (Hein et al., 2013)

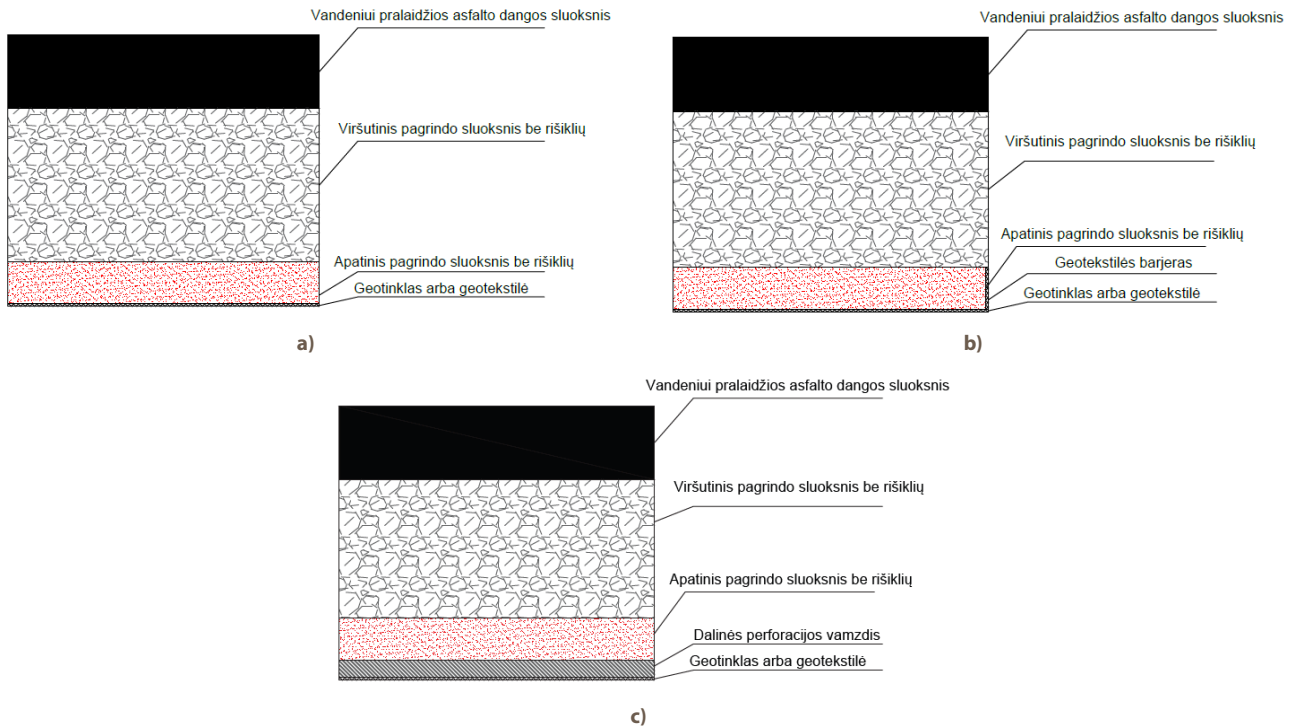
Toliau pateikiami vandeniui pralaidžių dangos konstrukcijų kelkraščių pavyzdžiai, kurie galėtų būti įrengiami užmiesčio keliuose, o miestuose gali būti keičiamas ir prietaikomas tipinis vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis įrengiant kelio bortus, griovelius ir panašiai. Taip pat minimus vandeniui pralaidžių dangos konstrukcijų kelkraščius galima įrengti skirtingose dangose, todėl važiuojamojoje kelio dalyje gali būti įrengtos asfalto ir betono dangos, kurios yra nelaidžios vandeniui (žr. 2 pav.) (Hein et al., 2013).

Tačiau taip pat važiuojamojoje kelio dalyje galima įrengti vandenį nuleidžiančios dangos konstrukciją arba įrengti asfalto apatinį sluoksnį iš asfaltbetonio mišinio, o vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštyje stabilizuojantį pasluoksnį arba parinkti asfalto apatinį sluoksnį iš asfaltbetonio mišinio, kaip pavaizduota 3 paveiksle. Tokio tipo vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis būtų įrengiamas dėl dangos konstrukcijos stiprumo poreikio, tačiau sumažinamas vandens pralaidumas (Hein et al., 2013).

4 paveiksle pavaizduotas kanaliziuotas vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštis. Jis galėtų būti įrengiamas gatvėse ar visiškai urbanizuotose teritorijose, kuriose yra intensyvus sunkiasvorio transporto eismas. Taip būtų nepažeistas išorinis kelkraščio kraštas ir būtų užtikrintas kelkraščio tvirtumas. Perforuotas kanalas gali būti gaminamas iš betono, perdirbto plastiko ir kitų medžiagų, kurios užtikrintų pralaidumą bei šlaito stabilumą (Hein et al., 2013).

### 4. Rekomendacijos taikyti vandeniui pralaidžią asfalto dangos konstrukciją

Išnagrinėjus kitų šalių mokslininkų taikomas, siūlomas vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas, 5 paveiksle pateikiamos rekomenduojamos alternatyvios vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos (Jakubėnaitė, 2023). Rekomenduojamoje konstrukcijoje (a) siūloma įrengti geotekstilę arba geotinklą po apatiniu pagrindo sluoksniu be rišiklių, o konstrukcijoje (b) siūloma įrengti geotekstilę arba geotinklą po apatiniu pagrindo sluoksniu be rišiklių ir papildomai panaudoti geotekstilės barjerinę sienelę, kuri perskirstytų skirtingas dvi dangos konstrukcijas ir neleistų tekėti vandeniui nenumatyta kryptimi. Pažymėtina, kad konstrukcijoje (c) siūloma įrengti dalinį perforacijos vamzdį



5 paveikslas. Rekomenduojamos alternatyvios vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos (Jakubėnaitė, 2023)

1 lentelė. Rekomenduojamos vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos pagal taikymo paskirtį (Jakubėnaitė, 2023)

Eil. Nr.	Taikymo paskirtis		Transporto rūšis	Dangų konstrukcijų klasės
1.	Gatvėms	Pagalbinei gatvei (D, Ds)	Lengvųjų automobilių eismas (galimas priežiūros transporto eismas)	DK 0,3 DK 0,1
2.	Automobilių stovėjimo aikštelei		Lengvieji automobiliai ir nedidelis sunkiojo transporto eismas	DK 1
			Lengvieji automobiliai (galimas priežiūros transporto eismas)	DK 0,3 DK 0,1
3.	Poilsio aikštelės transporto priemonių važiavimo juostoms		Lengvųjų automobilių eismas ir nedidelis sunkiojo transporto eismas	DK 1
			Lengvieji automobiliai (galimas priežiūros transporto eismas)	DK 0,3 DK 0,1
4.	Poilsio aikštelės transporto priemonių stovėjimo vietoms		Lengvieji automobiliai ir nedidelis sunkiojo transporto eismas	DK 1
			Lengvieji automobiliai (galimas priežiūros transporto eismas)	DK 0,3 DK 0,1

po apatiniu pagrindo sluoksniu be rišiklių tam, kad vanduo patektų į centralizuotas paviršinių nuotekų tvarkymo sistemas, ir įrengti geotekstilę arba geotinklą.

Atsižvelgus į projektavimo taisyklės KPT SDK 19 numatoma vandeniui pralaidžias asfalto dangas taikyti DK 0,1–DK 1 dangų konstrukcijų klasėse, vyraujant nedideliame sunkiojo transporto eismui. Taip pat minimos dangos galėtų būti naudojamos poilsio ir automobilių stovėjimo aikštelėms, pagalbinėse gatvėse (D ir Ds gatvių kategorijose) pagal statybos techninį reglamentą STR 2.06.04:2014 (Jakubėnaitė, 2023). Todėl 1 lentelėje yra pateikta apibendrinta informacija apie rekomenduojamą vandeniui pralaidžių asfalto dangų naudojimą pagal taikymo paskirtį.

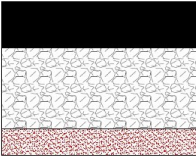
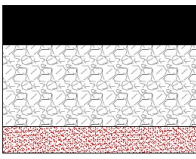
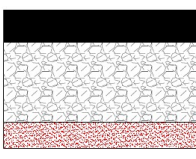
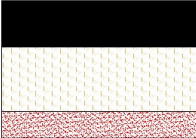
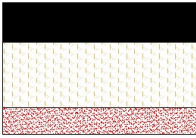
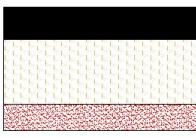
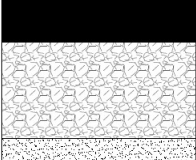
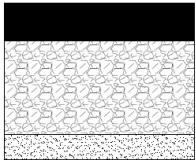
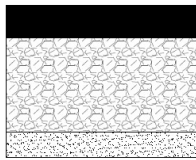
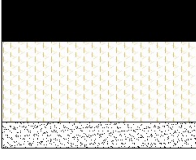
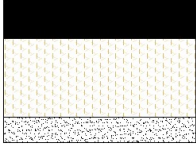
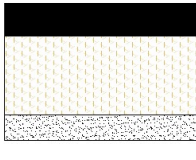
Jakubėnaitė (2023) moksliniame darbe pateikia su modeliuotas rekomenduojamas vandeniui pralaidžias dangos konstrukcijas pagal konstrukcijų klasę (žr. 2 lentelę). Rekomenduojamą dangos konstrukciją sudaro trys sluoksniai:

- vandeniui pralaidi asfalto danga;
- žvyro arba skaldos pagrindo sluoksnis;
- apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis arba gali būti naudojamas šalčiui nejautrių medžiagų sluoksnis.

Taip pat darbe rekomenduojama naudoti didesnės frakcijos nesurištuosius mišinius, mažesnių frakcijų mišiniams atlikti tyrimus dėl konstrukcijos pralaidumo vandeniui.



**2 lentelė.** Rekomenduojamos vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos pagal konstrukcijų klasę (Jakubėnaitė, 2023)

Vandeniui pralaidžios asfalto dangos konstrukcijos	Dangų konstrukcijų klasė		DK 1	DK 0,3	DK 0,1
	Projektinė apkrova A (ESAs), mln.	A	>0,3–1,0	>0,1–0,3	≤0,1
1.	Vandeniui pralaidus asfalto dangos sluoksnis	A			
	Žvyro pagrindo sluoksnis, fr. 0/45, fr. 0/56 arba fr. 4/32, fr. 16/45 <sup>2)</sup>				
	Apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis				
2.	Vandeniui pralaidus asfalto dangos sluoksnis	A			
	Skaldos pagrindo sluoksnis, fr. 0/45, fr. 0/56 arba fr. 16/32, fr. 16/45, fr. 16/56 <sup>2)</sup>				
	Apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis				
3.	Vandeniui pralaidus asfalto dangos sluoksnis	A			
	Žvyro pagrindo sluoksnis, fr. 0/45, fr. 0/56 arba fr. 4/32, fr. 16/45 <sup>2)</sup>				
	Šalčiui nejautrių medžiagų sluoksnis				
4.	Vandeniui pralaidus asfalto dangos sluoksnis	A			
	Skaldos pagrindo sluoksnis, fr. 0/45, fr. 0/56 arba fr. 16/32, fr. 16/45, fr. 16/56 <sup>2)</sup>				
	Šalčiui nejautrių medžiagų sluoksnis				

Pastabos: <sup>1)</sup> – jeigu ESAs < 0,05 mln., tai vandeniui pralaidus asfalto dangos sluoksnis gali būti rengiamas 8 cm storio; <sup>2)</sup> – papildomai turi būti patikslintas šių frakcijų mišinių naudojimo tinkamumas.

## 5. Išvados

- Atlikus literatūros analizę nustatyti pagrindiniai vandeniui pralaidžių dangų tipai (poringojo asfalto, poringojo betono, trinkelio arba plokščio, geokorio) bei jų skirstymas (klasifikavimas) pagal funkciją (vandenį nuleidžiančios dangos, pusiau vandeniui pralaidžios dangos, vandeniui pralaidžios dangos).
- Analizuojant mokslinius straipsnius nustatyta, kad didelio intensyvumo valstybinės reikmės keliuose yra tikslinga taikyti vandeniui pralaidžioms dangoms alternatyvų sprendinį – vandeniui pralaidžios dangos konstrukcijos kelkraštį, kai važiuojamosios dangos konstrukcija yra nelaidi vandeniui, o kelkraščiai – pralaidūs vandeniui (įrengiama vandeniui pralaidi dangos konstrukcija).
- Išanalizavus kitų šalių patirtį taikant vandeniui pralaidžias asfalto dangas ir atsižvelgiant į Lietuvoje galiojančius teisės aktus ir normatyvinius techninius dokumentus bei Lietuvoje vyraujantį klimatą, rekomenduojama vandeniui pralaidžias asfalto dangas taikyti įrengiant DK

0,1–DK 1 klasės dangos konstrukcijas pagalbinėse gatvėse (D arba D<sub>s</sub> kategorijose), automobilių stovėjimo ir poilsio aikštelėse, kuriose vyrauja lengvųjų transporto priemonių eismas ir nedidelis sunkiojo transporto priemonių eismas (≤10 aut./parą).

- Išanalizavus kitose šalyse taikomas vandeniui pralaidžių dangų konstrukcijų sudėtis ir sluoksnių storius bei projektavimo taisyklėse KPT SDK 19 pateikiamas standartizuotas dangų konstrukcijas nustatyta, kad vandeniui pralaidžias asfalto dangos konstrukcijas turi sudaryti šie konstrukciniai sluoksniai:
  - viensluksnė (8–10 cm storio) arba dvisluksnė (12–14 cm storio) poringojo asfalto danga;
  - skaldos pagrindo sluoksnis (≥20 cm) arba žvyro pagrindo sluoksnis (≥25 cm);
  - apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis arba šalčiui nejautrių medžiagų sluoksnis;
  - papildomai turi būti įvertintas geotekstilės ir geotinklo poreikis.

## Literatūra

- Bruinsma, J., Smith, K., Peshkin, D., Ballou, L., Eisenberg, B., Lurie, C., Costa, M., Ung, C., Nassiri, S., Shi, X., & Haselbach, L. (2017). *Guidance for usage of permeable pavement at airports*. Transportation Research Board. <https://doi.org/10.17226/24852>
- Eisenberg, B., Lindow, K. C., & Smith, D. R. (2015). *Permeable pavements*. American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784413784>
- Giunta, S., Ciriminna, D., Battista Ferreri, G., Valerio Noto, L., & Celauro, C. (2022). Numerical comparison of the hydrological response of different permeable pavements in urban area. *Sustainability*, 14(9), Article 5704. <https://doi.org/10.3390/SU14095704>
- Hein, D. K., Strecker, E., Poresky, A., & Roseen, R. (2013). *Permeable shoulders with stone reservoirs*. [https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP25-25\(82\)\\_FR.pdf](https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP25-25(82)_FR.pdf)
- Jakubėnaitė, I. (2023). *Dangos pralaidumą vandeniui užtikrinančių asfalto mišinių funkcinių savybių tyrimas* [Magistro baigiamasis darbas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas]. Nacionalinė Lietuvos akademinė elektroninė biblioteka. <https://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:169075927/datastreams/MAIN/content>
- Jones, D., Harvey, J., Li, H., Wang, T., Wu, R., & Campbell, B. (2010). *Laboratory testing and modeling for structural performance of fully permeable pavements* (Final Report). <https://escholarship.org/uc/item/784252zg>
- Kuruppu, U., Rahman, A., & Rahman, M. A. (2019). Permeable pavement as a stormwater best management practice: A review and discussion. *Environmental Earth Sciences*, 78(10), Article 327. <https://doi.org/10.1007/S12665-019-8312-2>
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. (n. d.). <https://www.meteo.lt/>
- Li, H., Jones, D., & Harvey, J. (2012). Development of mechanistic-empirical design procedure for fully permeable pavement under heavy traffic. *Transportation Research Record*, 2305, 83–94. <https://doi.org/10.3141/2305-09>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2011). *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2011 m. gruodžio 2 d. įsakymas „Dėl statybos techninio reglamento STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo“* (Nr. D1-933). <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.413395/asr>
- Ndon, D. U. J. (2017). Trends in the application of permeable pavement as sustainable highway storm water management option for safe-use of roadways. *Journal of Civil & Environmental Engineering*, 7(6), Article 1000288. <https://doi.org/10.4172/2165-784x.1000288>
- Saadeh, S., Ralla, A., Al-Zubi, Y., Wu, R., & Harvey, J. (2019). Application of fully permeable pavements as a sustainable approach for mitigation of stormwater runoff. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8(4), 338–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2019.02.001>
- Selbig, W. R., & Buer, N. (2018). *Hydraulic, water-quality, and temperature performance of three types of permeable pavement under high sediment loading conditions: U.S. geological survey scientific investigations report 2018–5037*. <https://doi.org/10.3133/sir20185037>
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2015). *Porous asphalt pavements with stone reservoirs* (FHWA-HIF-15-009). [https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pub\\_details.cfm?id=948](https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pub_details.cfm?id=948)
- Valstybės įmonė Lietuvos automobilių kelių direkcija. (2019). *Dėl Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklių KPT SDK 19 patvirtinimo* (Nr. V-16). <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/d292d45020dd11e9b-246d9cc49389932/asr>
- Zhang, K., & Kevern, J. (2021). Review of porous asphalt pavements in cold regions: The state of practice and case study repository in design, construction, and maintenance. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, 2(1), Article 4. <https://doi.org/10.1186/s43065-021-00017-2>
- Zhu, Y., Li, H., Yang, B., Zhang, X., Mahmud, S., Zhang, X., Yu, B., & Zhu, Y. (2021). Permeable pavement design framework for urban stormwater management considering multiple criteria and uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 293, Article 126114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126114>

## APPLICATION OF PERMEABLE ASPHALT PAVEMENT CONSTRUCTION IN TRAFFIC AREAS

I. Jakubėnaitė, A. Vaitkus, J. Škulčekė

Abstract

Lithuania's total road network consists of more than 84000 km of roads, of which more than 21000 km are national roads. Roads of national importance are managed by the Lithuanian Road Administration. The remaining roads are classified as local roads managed by local governments. Road installation and maintenance often lead to the problem of surface water drainage and accumulation on the road surface. The aim of this study is to identify and propose the most appropriate permeable asphalt pavement construction to solve this problem, taking into account the purpose of the application and the class of pavement structure. The scope of the study identifies three recommended permeable asphalt pavement designs for the installation of DK 0.1-DK 1 pavement structures in ancillary streets, parking and recreation areas where light vehicle traffic with occasional heavy vehicle traffic. It has also been found that in areas of high traffic intensity, it is appropriate to use an alternative to permeable pavements – a permeable pavement design for the shoulder, where the roadway structure is impermeable to water and the shoulders are permeable to water (a permeable pavement structure is installed). The recommended permeable asphalt pavement structures, when properly selected, reduce the risk of flooding on the roadway.

**Keywords:** permeable pavement, asphalt pavement, porous asphalt, permeability.