

(21) Paraiškos numeris: **2019 076**

(51) Int. Cl. (2021.01): **E01C 1/00**

(22) Paraiškos padavimo data: **2019-10-09**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2021-01-25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(71) Pareiškėjas:

**Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos,
J. Basanavičiaus g. 36, 03109 Vilnius, LT
Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT**

(72) Išradėjas:

**Audrius VAITKUS, LT
Rita KLEIZIENĖ, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

**Asfalto dangos konstrukcijų projektavimo modeliu sumodeliuota dangos
konstrukcija ir jos taikymo technologinis procesas**

(57) Referatas:

Išradimas susijęs su statybos pramone, konkrečiai su kelių tiesimu. Pateikiama asfalto dangos konstrukcija, kuri taikoma dinamiškos transporto apkrovos ir besikeičiančio klimato sąlygomis ir kuriai keliami griežtesni patvarumo reikalavimai. Išradimo tikslas - naudojant asfalto dangos projektavimo modelį ViaStructura suprojektuoti kelio dangos konstrukciją ir technologinį jos pritaikymo procesą. Dangos konstrukcinių ir dalinių sluoksnių modelyje atsižvelgiama į transporto priemonės ašių apkrovas ir oro temperatūros poveikį. Asfalto dangos konstrukcija, susidedanti iš asfalto dėvimojo sluoksnio, asfalto surišančio sluoksnio, asfalto pagrindo sluoksnio ir nesurištų mineralinių medžiagų sluoksnio, išsiskiria tuo, kad sluoksnių storiai buvo optimizuoti atsižvelgiant į medžiagų mechanines savybes, transporto priemonės ašies apkrovą ir dangos konstrukciją. Ilgaamžiškumas buvo patikrintas individualaus dizaino modeliu ViaStructura, atsižvelgiant į temperatūros ir apkrovos spektrų efektus.

Asfalto dangos konstrukcijų projektavimo modelių ViaStructura sumodeliuota dangos konstrukcija ir jos taikymo technologinis procesas

Išradimas priklauso statybos (E01) pramonės sričiai, automobilių kelių projektavimo E01C 1/00 poklasiui (pagal *World Intellectual property organization WIPO International Patent Classification IPC*). Šis išradimas patobulina asfalto dangos konstrukciją, kuri taikoma dinaminių transporto apkrovų ir besikeičiančio klimato aplinkos sąlygomis, bei, kuriai keliami padidinti patvarumo (ilgalaikiškumo) reikalavimai.

Įprastai kelio dangos konstrukcija parenkama pagal standartizuotus (tipinius) dangos konstrukcijų katalogus (FGSV. Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12, 2012; LAKD. Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklės KPT SDK 19, 2019; LVCELI. Cela segu tipveida konstrukciju katalogs, 2010; GDDKIA. KATALOG Typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, 2012; MDOSI. Navrhování vozovek pozemních komunikací technické podmínky TP 170, 2010). Šiuose kataloguose dangos konstrukcijos parenkamos atsižvelgiant į ekvivalentinių 10 tonų svorio ašies (ESA) apkrovų sumą (projektinė apkrova A), kuri įvertina krovinių transporto priemonių ekvivalentinį poveikį, tačiau neįvertina viso krovinių transporto eismo ašių svorio spektro poveikio, kuris yra itin svarbus, kai ašių apkrova yra didesnė nei 14 tonų. Be to, kelio dangos konstrukciją parenkant pagal standartizuotus katalogus yra neįvertinamas aplinkos temperatūros kaitos poveikis tiek asfalto sluoksniams, tiek ir visos dangos konstrukcijos laikomajai gebai. Tai reiškia, kad neatsižvelgiant į šalies (ar regiono) vietines aplinkos sąlygas yra taikoma tokio paties storio ir sluoksnių sudėties dangos konstrukcija, o tai gali nulemti spartesnę dangos dėvėjimąsi arba neracionalų kelių tiesybos medžiagų panaudojimą.

Dažniausiai iš standartizuotų dangos konstrukcijos katalogų yra parenkama standartizuota DK 10 klasės dangos konstrukcija, kurios projektinės apkrovos A režis kinta plačiose ribose (nuo 3 iki 10 mln. ESA per projektinį naudojimo laikotarpį). Standartizuotų dangos konstrukcijos katalogų analizė rodo, kad įvairiose šalyse tokiai pačiai apkrovų klasei priskirtų dangos konstrukcijų sluoksnių storiai skiriasi. Pagal Lietuvoje taikomą KPT SDK 19 (LAKD. Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklės KPT SDK 19, 2019) ir Vokietijoje taikomą RStO 12 (FGSV. Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12, 2012), DK 10 klasės (kai $A > 3-10$ mln. ESAs) dangos konstrukcija, kuri įrengiama ant sutankintos žemės sankasos ir sudaroma iš 12 cm

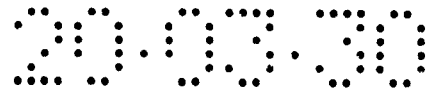
storio asfalto dangos, 10 cm storio asfalto pagrindo sluoksnio, 20–40 cm storio nesurištų mineralinių medžiagų pagrindo sluoksnio ir apsauginio šalčiui atsparaus sluoksnio, kurio storis parenkamas pagal įšalo gylį. Pagal Latvijoje taikomą standartizuotą dangų katalogą (*LVCELI. Cēla segu tipveida konstrukciju katalogs, 2010*) alternatyva DK 10 klasės dangos konstrukcijai yra II klasės (kai $A > 3\text{--}10$ mln. ESAs) dangos konstrukcija, kuri įrengiama ant sutankintos žemės sankasos ir sudaroma iš 4 cm storio asfalto viršutinio sluoksnio, 4 cm storio asfalto apatinio sluoksnio, 6 cm storio asfalto pagrindo sluoksnio, 25–38 cm nesurištų mineralinių medžiagų pagrindo sluoksnio ir 31–46 cm storio apsauginio šalčiui atsparaus sluoksnio. Pagal Lenkijoje taikomą katalogą (*GDDKIA. KATALOG Typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, 2012*) alternatyva DK 10 dangos konstrukcijai yra KR4 (kai $A > 2,5\text{--}7,3$ mln. ESAs) dangos konstrukcija, kuri įrengiama ant sutankintos ir šalčiui nejautrios žemės sankasos ir sudaroma iš 4 cm storio asfalto viršutinio sluoksnio, 6 cm storio asfalto apatinio sluoksnio, 10 cm storio asfalto pagrindo sluoksnio, 20–22 cm nesurištų mineralinių medžiagų pagrindo sluoksnio. Pagal Čekijoje taikomą katalogą (*MDOSI. Navrhování vozovek pozemních komunikací technické podmínky TP 170, 2010*) alternatyvi Lietuvoje dažniausiai taikomai dangos konstrukcijos klasei yra yra II (kai $A > 3,7\text{--}10$ mln. ESAs) dangos konstrukcijos klasė. Ši dangos konstrukcija įrengiama ant sutankintos žemės sankasos ir sudaroma iš 4 cm storio asfalto viršutinio sluoksnio, 7 cm storio asfalto apatinio sluoksnio, 9 cm storio asfalto pagrindo sluoksnio, 20 cm nesurištų mineralinių medžiagų pagrindo sluoksnio įrengtų ant sutankintos žemės sankasos. Svarbu pažymėti, kad visos šios tipinės konstrukcijos yra suprojektuotos itin plačiam ekvivalentinių ašinių apkrovų režimui ir gali būti neefektyvios tiek ekonominiu, tiek aplinkosauginiu aspektais, pvz. kai kelio atkarpoje projektinė apkrova A yra 4 mln. ESA, o dangos konstrukcija privalo atitikti 10 mln. ESA, kuri turi didesnę nei 50% laikomosios gebos rezervą. Be to, tipinės dangos konstrukcijos yra sudarytos naudojant standartines kelių tiesybos medžiagas, kurių savybės apibrėžtos normatyviniais statybos techniniais dokumentais, pvz. *Automobilių kelių asfalto mišinių techninių reikalavimų aprašas TRA ASFALTAS 08* (2008). Tai apriboja naujų tipų ir markių kelių tiesybos medžiagų panaudojimą bei sluoksnių storių optimizavimą, atsižvelgiant į faktines medžiagų funkcines savybes. Be to, yra žinoma, kad taikant standartizuotus (tipinius) asfalto mišinius neįvertinamas dangos konstrukcijos atsparumas nuovargiui ir liekamosios deformacijoms, dėl to automobilių kelių dangos gali sparčiau degraduoti.

Standartizuotos (tipinės) dangos konstrukcijos daugeliu atvejų yra nustatytos empiriniu arba pusiau empiriniu metodais, kurie yra pagrįsti natūriniais dangos

funkcionavimo stebėjimas lokaliomis aplinkos, konkrečių medžiagų ir apkrovų sąlygomis. Pirmieji duomenys apie dangos konstrukcijos funkcionavimą natūraliomis sąlygomis nustatyti dar 1960 metais Jungtinėse Amerikos Valstijose, vykdant AASHO Kelio tyrimo projektą (*AASHO Road test: History and Description of Project. 1961. Publication 816, National Research Council, Washington; AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structure. 1972.*). Nuo to laiko surinkta daugybė duomenų apie dangų degradaciją vykdant ilgos trukmės tyrimus automobilių keliuose (*Strategic Highway Research Program Long-term pavement performance*) bei specialiai įrengtuose bandomuosius kelių ruožuose Minesotoje (*Minnesota Road Research Project, Work Plan for Research Objectives, " Report No. 90-03, Minnesota Department of Transportation, 1990*), Konektikute (*Brown et. al. 2002. Ncat Test Track Design, Construction, And Performance. National Center for Asphalt Technology*), Lietuvoje (*Laurinavičius et al. 2007. Research of Experimental Road Pavement Structures in Lithuania*).

Taikant laboratorijoje nustatytas medžiagų funkcines savybes ir eksperimentinių ruožų tyrimais sudarytus dangos funkcionavimo modelius sukurti mechanistinio-empirinio metodo projektavimo modeliai (*MEPDG. 2004. Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide. Project 1-37A. National Cooperative Highway Research Program; SAPDM. 2015. South African Pavement Design Method; KPDG. 2007. Report of Korean Pavement Design Guide Project. Draft Final Report KPRP- G-07*) įgalinantys vertinti dangos konstrukcijos funkcionavimą nuovargio ir liekamųjų deformacijų atžvilgiu. Tobulėjant technologijoms kuriamos naujos kartos kelių tiesybos medžiagos, o besikeičiančio klimato atžvilgiu neišvengiamai kyla poreikis ekonomiškai racionaliam ir funkcionaliai efektyviam susisiekimo infrastruktūros įrengimui, kurio pagrindas yra pažangių projektavimo modelių taikymas. Pažangiu asfalto dangos konstrukcijos modeliu suprojektuota dangos konstrukcija pasiteisins tik užtikrinus kokybišką ir tikslų jos įrengimą, todėl individualus dangos konstrukcijos projektas yra neatsiejamas nuo technologinio proceso aprašo. Šiame išradime individualiu projektavimo modeliu ViaStructura, įvertinančiu medžiagų funkcines savybes ir apskaičiuojančiu optimalius sluoksnių storius pagal aplinkos temperatūrą (intervale nuo -20°C iki $+50^{\circ}\text{C}$) ir transporto apkrovas (intervale nuo 2 t iki 22 t) numatyto projekcinio naudojimo laikotarpio perspektyvoje, sukurtos dangos konstrukcijos. Išradime pateikiami šių konstrukcijų pavyzdžiai.

Išradimo tikslas – asfalto dangos konstrukcijų projektavimo modeliu ViaStructura sumodeliuoti automobilių kelio dangos konstrukciją bei sukurti jos taikymo technologinį



procesą. Dangos konstrukcija turi pasižymėti išskaidytos projektinės apkrovos A, dangos konstrukcijos sluoksnių storio bei medžiagų savybių priklausomybės nuo aplinkos temperatūros pokyčio įverčiais.

Šis tikslas pasiekiamas modeliuojant Asfalto dangos konstrukcijų projektavimo modeliu ViaStructura kelio dangos konstrukciją atitinkančią DK 10 klasę, kurios sudėtis ir sluoksnių storiai nustatomi pagal faktinę krovinio transporto eismo ašių svorio spektro projektinę apkrovą A, išskaidytą pagal apkrovų režius bei pagal prognozuojamą aplinkos temperatūros kitimą projektiniu naudojimo laikotarpiu. Dangos konstrukcijos modeliavimo tikslais priimtos prielaidos:

- Projektuojamas naujas krašto kelias;
- Įšalo gylis teritorijoje – 140 cm;
- Transporto srauto ašių apkrovų skirstinys pateiktas 1 lentelėje;
- Dangos paviršiaus temperatūros skirstinys pateiktas 2 lentelėje.

1 lentelė. Transporto srauto ašių apkrovų skirstinys procentais (paskutinė eilutė)

AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AK6	AK7	AK8	AK9	AK10	AK11
2 t	4 t	6 t	8 t	10 t	12 t	14 t	16 t	18 t	20 t	22 t
(0;2]	(2;4]	(4;6]	(6;8]	(8;10]	(10;12]	(12;14]	(14;16]	(16;18]	(18;20]	(20;n]
20,2899	29,3130	19,2824	16,0829	6,5658	4,0247	2,4484	1,1345	0,4592	0,2205	0,1787

2 lentelė. Dangos paviršiaus temperatūros skirstinys procentais (paskutinė eilutė)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
-17,5°C	-12,5°C	-7,5°C	-2,5°C	2,5°C	7,5°C	12,5°C	17,5°C	22,5°C	27,5°C	32,5°C	37,5°C	42,5°C	47,5°C
(-t;-15)	(-15;-10]	(-10;-5]	(-5;0]	(0;5]	(5;10]	(10;15]	(15;20]	(20;25]	(25;30]	(30;35]	(35;40]	(40;45]	(45;t)
0,380	1,610	4,995	13,563	19,629	14,359	11,446	12,484	10,031	5,965	3,303	1,587	0,531	0,117

Tikslas pasiekiamas modeliuojant tris skirtingo projektinės apkrovos A dydžio (min. – 4 mln.; vidut. – 7 mln.; max. – 10 mln.) dangos konstrukcijų variantus, kai dangos konstrukcijos sluoksnių sudėtis ir storiai yra:

Asfalto dangos viršutinis sluoksnis (SMA 11 S) – 2,5-4,0 cm,

Asfalto dangos apatinis sluoksnis (AC 16 AS) – 5,0-8,0 cm,

Asfalto pagrindo sluoksnis (AC 22 PS) – 8,0-10,0 cm,

Skaldos pagrindo sluoksnis (SPS fr. 0/45) – 15,0-20,0 cm,

Apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis (AŠAS) – 40,0-70,0 cm,

Žemės sankasos (ŽS) gruntai vidutiniškai jautrūs (F2) šalčio poveikiui $E_{v2} \geq 70$ MPa.

Išradimas iliustruotas trimis sumodeliuotų dangos konstrukcijų pavydžiais su brėžiniais:

1 sumodeliuotos dangos konstrukcijos pavyzdys (1 pvz.) - Asfalto dangos konstrukcija DK 10-4 skirta iki 4 mln. ESA automobilių ašių apkrovai. Dangos konstrukcijos sudėtis, medžiagų rūšys ir sluoksnių storiai iliustruoti 1 paveiksle.

2 sumodeliuotos dangos konstrukcijos pavyzdys (2 pvz.) - Asfalto dangos konstrukcija DK 10-7 skirta iki 7 mln. ESA automobilių ašių apkrovai. Dangos konstrukcijos sudėtis, medžiagų rūšys ir sluoksnių storiai iliustruoti 2 paveiksle.

3 sumodeliuotos dangos konstrukcijos pavyzdys (3 pvz.) - Asfalto dangos konstrukcija DK 10-10 skirta iki 10 mln. ESA automobilių ašių apkrovai. Dangos konstrukcijos sudėtis, medžiagų rūšys ir sluoksnių storiai pateiki 3 paveiksle.

Sumodeliuotų dangos konstrukcijų sluoksnių medžiagų mechaninės ir funkcinės savybės bei jų įrengimo technologinės sąlygos pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Sumodeliuotų dangos konstrukcijų sluoksnių medžiagų savybės ir ribiniai būviai

Dangos konstrukcijos sluoksnis	Storis, cm			Medžiaga	Savybės
	DK 10-4	DK 10-7	DK 10-10		
	1 pvz.	2 pvz.	3 pvz.		
Asfalto viršutinis	3,5	4,0	4,0	SMA 11 S (PMB 45/80-60 arba PMB 25/55-60)	$E_{(T20^{\circ}\text{C})} > 6480 \text{ MPa}^1$ $RD_{\text{AIR}}(T50^{\circ}\text{C}) < 1,5 \text{ mm}^2$
Asfalto apatinis	5,0	7,0	8,0	AC 16 AS (PMB 45/80-60 arba PMB 25/55-60)	$E_{(T20^{\circ}\text{C})} > 9680 \text{ MPa}^1$
Asfalto pagrindo (AC)	8,0	8,0	10,0	AC 22 PS (50/70)	$E_{(T20^{\circ}\text{C})} > 5580 \text{ MPa}^1$
Skaldos pagrindo (SPS)	20,0	20,0	20,0	Skalda (fr. 0/32-0/56)	$E_{V2} \geq 150 \text{ MPa}^3$, $D_{Pr} \geq 103\%$
Apsauginis šalčiui atsparus (AŠAS)	40,0	40,0	40,0	Nesurišti mineralinių medžiagų mišiniai (fr. 0/16-0/63) arba gruntai ⁴	$E_{V2} \geq 100 \text{ MPa}^3$, $k \geq 2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
Sutirpinta žemės sankasa (ŽS)	>30,0	>30,0	>30,0	Grunto jautrumo šalčiui klasė F2	$E_{V2} > 70 \text{ MPa}^3$
Ribinis būvis	0,98	0,88	0,94	AC	Nuovargiui
	0,23	0,05	0,06	SPS	Liekamosioms deformacijoms
	0,20	0,07	0,07	AŠAS	
	0,07	0,04	0,04	ŽS	

Pastabos:

1 – Karštojo asfalto mišinio standis nustatytas prie 20°C pagal LST EN 12697-26.

2 – Karštojo asfalto mišinio atsparumas deformacijoms įvertinant rato riedėjimo vėžės formavimosi gylį ir greitį, nustatytą mažuoju įrenginiu (B metodu) prie 50°C bandymus atliekant ore pagal LST EN 12697-22.

3 – Deformacijos modulis, nustatytas antruoju bandymu, spaudžiant sluoksnį štampu pagal LST 1360.5, privalo būti užtikrintas nepriklausomai nuo aplinkos ir hidrogeologinių sąlygų.

4 – Blogos sanklodos žvyras ŽB, geros sanklodos žvyras ŽG įvairios sanklodos žvyras ŽP; blogos sanklodos smėlis SB, geros sanklodos smėlis SG, įvairios sanklodos smėlis SP pagal LST 1331.

Sumodeliuotos dangos konstrukcijos taikymo technologinis procesas

Sumodeliuotos dangos konstrukcijos taikymo technologinis procesas apima kiekvieno dangos konstrukcijos sluoksnio reikalavimus medžiagoms ir įrengimui. Šiame patente apibrėžtas dangos konstrukcijos taikymo technologinis procesas skiriasi nuo standartinio tuo, kad asfalto sluoksnių mišiniams, numatomiems naudoti projektinėje dangos konstrukcijoje, prieš tiekiant į objektą turi būti nustatomos ir įvertintos jų funkcinės savybės. Be to, nustatomi specialūs mechanizmų veikimo techniniai reikalavimai bei darbų eiliškumas ir technologija.

1. Žemės sankasos įrengimo technologinis procesas.

1.1. Reikalavimai medžiagoms. Patente pateiktos dangos konstrukcijos suprojektuotos priimant, kad vyrauja mažai ir vidutiniškai jautrūs šalčiui gruntai priskiriami F2 jautrio šalčiui klasei (ŽD, ŽM, SD, SM, MR, OH, OK, OM). Viršutinėje žemės sankasos dalyje iki 1,0 m gylio pylimuose ir 0,5 m gylio iškasose ŽD, ŽM, SD, SM gruntų sutankinimo rodiklis D_{Pr} turi būti $\geq 100\%$, apatinėje pylimo dalyje nuo 1,0 m gylio iki pylimo pado – $\geq 98\%$. Eksploatacijos metu, nepriklausomai nuo metų laiko, sezono ar kritulių – $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$. Žemės sankasos tinkamumas įvertinamas mechaninio atsparumo ir pastovumo bandymais, t.y. žemės sankasos viršaus zonoje esančių gruntų vienašis gniuždomasis stipris, nustatytas po 28 parų turėtų sudaryti $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$.

2. Reikalavimai įrengimui. Žemės sankasos gruntai paskleidžiami ir išlyginami buldozeriu ir/arba greideriu. Hidrauliniais rišikliais ir priedais pagerintas žemės sankasos gruntas tankinamas visu sluoksnio storio 18 t valciniu grunto tankintuvu, kurio valco plotis 2000–2200 mm, vibravimo dažnis – 27–30 Hz, amplitudė – 2,0–2,1 mm, išcentrinė jėga – 300–330 kN. Tankinimas atliekamas viena vieta pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus. Užbaigus tankinimą valciniu grunto volu, papildomai atliekamas žemės sankasos prispaudimas statiniu pneumatiniu 15–18 t volu, kurio vieno pneumatinio rato apkrova yra 1,7–2,0 t. Prispaudimas atliekamas kiekvieną vietą pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus.

3. Apsauginio šalčiui atspaus sluoksnio (AŠAS) įrengimo technologinis procesas.

3.1. Reikalavimai medžiagoms. AŠAS storis turi būti patikslintas įvertinant įšalo gylį bei vietovės sąlygas. Sluoksnis įrengiamas naudojant nesurištuosius mineralinių medžiagų mišinius arba gruntuos (blogos sanklodos žvyras ŽB, geros sanklodos

žvyras ŽG, įvairios sanklodos žvyras ŽP; blogos sanklodos smėlis SB, geros sanklodos smėlis SG, įvairios sanklodos smėlis SP), kurie tenkina šiuos reikalavimus:

- didžiausias mineralinių dulkių $< 0,063$ mm kiekis $\leq 5\%$, UF5 kategorija pagal LST EN 933-1;
- pralaidumas vandeniui $k \geq 2,0 \times 10^{-5}$ m/s pagal LST CEN ISO/TS 17892-11;
- vandens kiekis nesurištuosiuose mineralinių medžiagų mišiniuose ir gruntuose prieš jų panaudojimą ir sutankinimą turi būti artimas optimaliam.

AŠAS privalo būti įrengtas taip, kad dangos naudojimo metu užtikrintų nepriekaištingą dangos konstrukcijos sausinimo funkciją.

3.2. Reikalavimai įrengimui. Nesurištieji medžiagų mišiniai paskleidžiami ir išlyginami buldozeriu ir/arba greideriu. Apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis tankinamas supylus sluoksnį visu storiu. Sutankinimo rodikliui D_{Pr} ir deformacijos moduliui E_{V2} taikomi šie reikalavimai:

- AŠAS viršutinė dalis (iki 20 cm) turi būti sutankinta pasiekiant sutankinimo rodiklį $D_{Pr} > 103 \%$, AŠAS apatinė dalis (storesnė kaip 20 cm) $D_{Pr} > 100 \%$;
- antrojo ir pirmojo apkrovos ciklą deformacijų modulių santykio E_{V2}/E_{V1} vertė neturi būti didesnė kaip 2,2. Didesnė kaip 2,2 santykio E_{V2}/E_{V1} vertė yra leistina, jeigu E_{V1} vertė sudaro ne mažiau kaip 0,6 reikalaujamos E_{V2} vertės;
- AŠAS deformacijos modulio E_{V2} vertė turi būti ne mažesnė kaip 100 MPa.

Sluoksnio medžiagos tankinamos 18 t valciniu grunto tankintuvu, kurio valco plotis 2000–2200 mm, vibravimo dažnis – 27–30 Hz, amplitudė – 2,0–2,1 mm, išcentrinė jėga – 300–330 kN. Tankinimas atliekamas viena vieta pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus. Užbaigus tankinimą valciniu grunto volu, papildomai atliekamas apsauginio šalčiui atsparaus sluoksnio prispaudimas statiniu pneumatiniu 15–18 t volu, kurio vieno pneumatinio rato apkrova yra 1,7–2,0 t. Prispaudimas atliekamas kiekvieną vietą pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus.

4. Skaldos pagrindo sluoksnio (SPS) įrengimo technologinis procesas.

4.1. Reikalavimai medžiagoms. Skaldos pagrindo sluoksnis (SPS) įrengiamas panaudojant nesurištuosius mineralinių medžiagų mišinius (fr. 0/45, 0/56), kurie tenkina šiuos reikalavimus:

- didžiausias mineralinių dulkių $< 0,063$ mm kiekis $\leq 5\%$, UF5 kategorija pagal LST EN 933-1;
- stambiausios frakcijos OC_{90} kategorija pagal LST EN 933-1;

- vandens kiekis nesurištuose mineralinių medžiagų mišiniuose prieš jų panaudojimą ir sutankinimą turi būti artimas optimaliam.

4.2. Reikalavimai įrengimui. Skaldos mišinys klojamas asfalto klotuvu. Skaldos pagrindo sluoksnis tankinamas sluoksnį supylus visu storiu. Sutankinimo rodikliui D_{Pr} ir deformacijos moduliui E_{V2} taikomi šie reikalavimai:

- SPS sutankinimo rodiklis D_{Pr} turi būti ne mažesnis kaip 103%. Kai SPS rengiamas gyvenvietėje ir važiuojamojoje dalyje yra komunikacijų apžiūros šulinėlių bei panašių įrenginių, tuomet techninėse specifikacijose gali būti numatomas mažiausias D_{Pr} , lygus 100%.
- SPS deformacijos modulių santykis E_{V2}/E_{V1} neturi viršyti 2,2, kai sluoksnio sutankinimo rodiklis $D_{Pr} \geq 103\%$. Didesnė kaip 2,2 santykio E_{V2}/E_{V1} vertė yra leistina, jeigu E_{V1} vertė sudaro ne mažiau kaip 0,6 reikalaujamos E_{V2} vertės.
- SPS deformacijos modulio E_{V2} vertė turi būti ne mažesnė kaip 150 MPa.

Sluoksnio medžiagos tankinamos 18 t valciniu grunto tankintuvu, kurio valco plotis 2000–2200 mm, vibravimo dažnis – 27–30 Hz, amplitudė – 2,0–2,1 mm, išcentrinė jėga – 300–330 kN. Tankinimas atliekamas viena vieta pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus. Užbaigus tankinimą valciniu grunto volu, papildomai atliekamas skaldos pagrindo sluoksnio prispaudimas statiniu pneumatiniu 15–18 t volu, kurio vieno pneumatinio rato apkrova yra 1,7–2,0 t. Prispaudimas atliekamas kiekvieną vietą pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus.

5. Asfalto sluoksnių įrengimo technologinis procesas.

5.1. Reikalavimai medžiagoms. Asfalto mišiniai turi būti pagaminti vadovaujantis LST EN 13108-1 arba LST EN 13108-5 ir LST EN 13108-20 standartais. Asfalto mišinių gamybai naudojamos sudėtinės medžiagos turi tenkinti šiuos reikalavimus:

- asfalto viršutiniam sluoksniui iš SMA 11 S mišinio:
 - Mineralinės medžiagos: $C_{100/0}$, $SZ_{18/LA_{20}}$, PSV_{50} ;
 - Riškis PMB 45/80-60 (arba PMB 25/55-60) turi atitikti LST EN 14023 reikalavimus, o jo mažiausias kiekis 6,4%, rišiklį stabilizuojantis priedas 0,3–1,5%;
 - Oro tuštymių kiekis nuo 2,0 iki 3,0%.
- asfalto apatiniam sluoksniui iš AC 16 AS mišinio:
 - Mineralinės medžiagos: $C_{100/0}$, $SZ_{18/LA_{20}}$;
 - Riškis PMB 45/80-60 (arba PMB 25/55-60) turi atitikti LST EN 14023 reikalavimus, o jo mažiausias kiekis 4,2%;

- Oro tuštymių kiekis nuo 3,5 iki 6,5%.
- asfalto pagrindo sluoksniui iš AC 22 PS mišinio:
 - Mineralinės medžiagos: C_{50/30};
 - Riškis 50/70 turi atitikti LST EN 12591 reikalavimus, o jo mažiausias kiekis 3,8%;
 - Oro tuštymių kiekis nuo 5,0 iki 10,0%.

Prieš klojimą tikrinamos šios asfalto sluoksnių funkcinės savybės: standumo modulis $E_{(T20^{\circ}\text{C})}$, atsparumas provėžoms $RD_{\text{AIR}} (T50^{\circ}\text{C})$, atsparumas nuovargiui ϵ_6 . Kelių tiesybos medžiagų funkcinės savybės tikrinamos atliekant medžiagų tipo bandymus. Faktinėms funkcinėms savybėms netenkinant projektinės dangos konstrukcijos asfalto sluoksnių funkcinę savybių, asfalto mišiniai projektuojami iš naujo keičiant sudėtines mišinio medžiagas arba jų kiekio pasiskirstymą;

5.2. Reikalavimai įrengimui. Asfalto mišinys klojamas asfalto klotuvu, mišinį į klotuvą tiekiant tiekuvu, kuriame mišinys permaišomas eliminuojant segregaciją ir netolygią mišinio temperatūrą.

5.2.1. Asfalto pagrindo sluoksnio mišinys pradedamas tankinti mišinio temperatūrai nukritus iki 130°C ir užbaigiamas mišinio temperatūrai esant nežemesnei kaip 110°C, kiekvieną tankinamą vietą pravažiuojant 11–12 t valciniam volui (vibracijos/osciliacijos režimu) 5 kartus ir 1 kartą veikiant tik statine apkrova. Valcinio volo parametrai: valco plotis – 1800–2000 mm, vibravimo dažnis – 40–50 Hz, amplitudė – 0,7–0,9 mm, išcentrinė jėga – 90–150 kN.

5.2.2. Prieš klojant kiekvieną naują asfalto sluoksnį atliekami laikomosios gebos matavimai krintančio svorio deflektometru FWD. Normalizuotos asfalto temperatūros įlinkiui viršijant vertes nurodytas 3-čioje lentelėje, atliekami papildomi dangos konstrukcijos skaičiavimai dėl poreikio pastorinti asfalto apatinį arba asfalto viršutinį sluoksnius.

5.2.3. Prieš klojant kiekvieną naują asfalto sluoksnį išpurškiama bituminė emulsija: prieš klojant asfalto apatinį – 350 g/m² (C60BP4-S), asfalto viršutinį – 250 g/m² (C60BP4-S). Tarp asfalto pagrindo ir asfalto apatinio sluoksnių reikalaujama 12,0 kN sukibimo jėga, tarp asfalto apatinio ir asfalto viršutinio sluoksnių – 15,0 kN. Paklotu asfalto sluoksniu, ant kurio išpurkšta bituminė emulsija, draudžiamas bet koks transporto eismas, išskyrus asfalto klotuvą ir asfalto mišinį į klotuvą tiekiantį transportą;

- 5.2.4. Asfalto apatinio sluoksnio mišinys pradedamas tankinti mišinio temperatūrai nukritus iki 130°C ir užbaigiamas mišinio temperatūrai esant nežemesnei kaip 110°C, kiekvieną tankinamą vietą pravažiuojant 7–8 t valciniam volui (vibracijos/osciliacijos režimu) 5 kartus ir 1 kartą veikiant tik statine apkrova. Valcinio volo parametrai: valco plotis – 1500–1600 mm, vibravimo dažnis – 45–55 Hz, amplitudė – 0,3–0,6 mm, išcentrinė jėga – 70–90 kN.
- 5.2.5. Asfalto viršutinio sluoksnio mišinys pradedamas tankinti mišinio temperatūrai nukritus iki 130°C ir užbaigiamas mišinio temperatūrai esant nežemesnei kaip 110°C, kiekvieną tankinamą vietą pravažiuojant 7–8 t valciniam volui (vibracijos/osciliacijos režimu) 5 kartus ir 1 kartą veikiant tik statine apkrova. Valcinio volo parametrai: valco plotis – 1500–1600 mm, vibravimo dažnis – 45–55 Hz, amplitudė – 0,3–0,6 mm, išcentrinė jėga – 70–90 kN.
- 5.2.6. Visais atvejais užbaigus asfalto sluoksnių tankinimą valciniais volais atliekamas papildomas tankinimas statiniu pneumatiniu volu, kurio techniniai parametrai: svoris – 15–18 t, vieno pneumatinio rato apkrova – 1,7–2,0 t. Prispaudimas atliekamas kiekvieną vietą pravažiuojant nemažiau kaip 5 kartus.

Sukurta ir pagal 3 lentelės duomenis bei įrengimo technologiją įrengta asfalto dangos konstrukcija pasižymi geromis mechaninėmis ir eksploatacinėmis charakteristikomis, ilgaalaikiškumu, atsparumu aplinkos poveikiui.

Asfalto dangos konstrukcija gali būti taikoma automobilių kelių, gatvių važiuojamajai daliai ir kitoms eismo zonoms įrengti, atsižvelgiant į išradimo taikymo techniniame apraše nustatytas eksploatacines ir eismo sąlygas.

Sukurtos dangos konstrukcijos patikimumas tiesiogiai siejamas su dangos konstrukcijos taikymo technologiniu procesu. Žemiau pateiktos techninės specifikacijos dangų konstrukcijos sluoksnių medžiagoms ir įrengimui papildo galiojančių normatyvinių techninių dokumentų nuostatas. Šios techninės specifikacijos yra papildomi techniniai reikalavimai atskiriems statybos darbams, gaminiams ir įrenginiams, o taip pat nurodymai darbų kontrolei ir statinio naudojimui.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Asfalto dangos konstrukcija skirta iki 4 mln. ESA ašių apkrovai, į kurios sudėtį įeina asfalto viršutinio, asfalto apatinio ir asfalto pagrindo bei nesurištų mineralinių medžiagų mišinių sluoksniai, besiskirianti šia sudėtimi:
 - asfalto dangos viršutinis sluoksnis (SMA 11 S) – 3,5 cm,
 - asfalto dangos apatinis sluoksnis (AC 16 AS) – 5,0 cm,
 - asfalto pagrindo sluoksnis (AC 22 PS) – 8,0 cm,
 - skaldos pagrindo sluoksnis (SPS fr. 0/45) – 20,0 cm,
 - apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis (AŠAS) – 40,0 cm.
2. Asfalto dangos konstrukcija skirta iki 7 mln. ESA ašių apkrovai, į kurios sudėtį įeina asfalto viršutinio, asfalto apatinio ir asfalto pagrindo bei nesurištų mineralinių medžiagų mišinių sluoksniai, besiskirianti šia sudėtimi:
 - asfalto dangos viršutinis sluoksnis (SMA 11 S) – 4,0 cm,
 - asfalto dangos apatinis sluoksnis (AC 16 AS) – 7,0 cm,
 - asfalto pagrindo sluoksnis (AC 22 PS) – 8,0 cm,
 - skaldos pagrindo sluoksnis (SPS fr. 0/45) – 20,0 cm,
 - apsauginis šalčiui atsparus sluoksnis (AŠAS) – 40,0-70,0 cm.
3. Asfalto dangos konstrukcijų pagal 1 ir 2 punktus taikymo technologinis procesas besiskiriantis tuo, kad prieš asfalto sluoksnių mišinių tiekimą į objektą nustatomos ir įvertinamos jų funkcinės savybės bei jų atitikimas šiems reikalavimams:
 - asfalto sluoksnių standumo modulis $E_{(T20^{\circ}\text{C})}$ – 5580–9680 MPa,
 - asfalto sluoksnių atsparumas nuovargiui $\varepsilon_6 > 30 \mu\text{m}$,
 - asfalto sluoksnių atsparumas platinėms $RD_{\text{AIR}(T50^{\circ}\text{C})} < 1,5 \text{ mm}$.

BRĖŽINIAI