VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Laura Žiliūtė

VILNIAUS MIESTO GATVIŲ ASFALTO DANGOS FUNKCIONAVIMO TRUKMĖS TYRIMAI IR VERTINIMAS

RESEARCES AND ANALYSIS OF FUNCTIONAL DURATION OF ASPHALT PAVEMENTS ON THE STREETS OF VILNIUS CITY

Baigiamasis magistro darbas

Civilinė inžinerija, valstybinis kodas 62402T105
Keliai
Statybos inžinerija (02 T)

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
_____
(parašas)
_Alfredas Laurinavičius__
(vardas, pavardė)
2008-_____
(data)

Laura Žiliūtė

VILNIAUS MIESTO GATVIŲ ASFALTO DANGOS FUNKCIONAVIMO TRUKMĖS TYRIMAI IR VERTINIMAS

RESEARCES AND ANALYSIS OF FUNCTIONAL DURATION OF ASPHALT PAVEMENTS ON THE STREETS OF VILNIUS CITY

Baigiamasis magistro darbas

Civilinė inžinerija, valstybinis kodas 62402T105
Keliai
Statybos inžinerija (02 T)

Vadovas prof. dr. Alfredas Laurinavičius _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas lekt. Regina Žukienė _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas dr. Audrius Vaitkus _____ _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2008

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Aplinkos inžinerijos fakultetas
Kelių katedra

ISBN ISSN
Egz. sk. .....
Data .....-.....-.....

Magistrantūros studijų **Civilinės inžinerijos** programos baigiamasis darbas
Pavadinimas **Vilniaus miesto gatvių asfalto dangos funkcionavimo trukmės tyrimai ir vertinimas**
Autorius **Laura Žiliūtė** Vadovas **prof. dr. Alfredas Laurinavičius**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Šiame darbe pateikti duomenys apie Vilniaus miesto gatvių tinklą, jų techninius parametrus, trumpai apžvelgiama Vilniaus miesto gatvių būklė. Nagrinėti pažaidų tipai gatvėse su asfalto danga, pažaidų atsiradimo priežastys bei jų nustatymo metodikos, naudojamos įrangos. Nurodomi transporto eismo intensyvumo matavimo metodai, įranga.

Atlikta analizė vizualiai nustatytų asfalto dangos pažaidų vienuolikos gatvių, esančių Vilniau mieste, bei transporto eismo intensyvumo matavimų, naudojant automatinį skaičiuoklį – klasifikatorių Marksman 660. Įvertinta asfalto dangos pažaidų bei transporto eismo intensyvumo priklausomybė. Atsižvelgiant į darbe atliktą analizę, sudarytas prioritetinis Vilniaus miesto remontuotinų gatvių sąrašas.

Prasminiai žodžiai

dangos būklė, asfalto dangos pažaidos, eismo intensyvumas, vizualiniai tyrimai, gatvių remonto prioritetai.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Enviromental Engineering
Department of Roads

ISBN ISSN
Copies No. .....
Date .....-.....-.....

Master Degree Studies **Civil Engineering** study programme Master's Thesis
Title **Researches and analysis of functional duration of asphalt pavements on the streets of Vilnius city**
Author **Laura Žiliūtė** Academic supervisor **Prof Dr Alfredas Laurinavičius**

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

In this work there are supplied the net of Vilnius city streets, its engineering parameters, condition of streets in Vilnius has been overlooked briefly. There has been analysed types of defects in streets with asphalt pavement, reasons for origination of defects and methods for identification, usable equipment. Methods of measurement of traffic intensity and usable equipment has been also indicated.

There has been analysed defects of asphalt pavement, which had been defined visually in eleven streets in Vilnius city, and measurements of traffic volume using the counter-sizer Marksman 660. Dependence of asphalt pavement defects and traffic volume has been estimated too. According to the analyse of this work, there has been done the list of priority for repairing these eleven streets in Vilnius city.

Keywords

condition of pavement, asphalt pavement defects, traffic intensity, visual observation, priorities for repairing streets.

TURINYS

ANOTACIJA 4
ANNOTATION 5
TURINYS 6
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS 7
LENTELIŲ SĄRAŠAS 8
ĮVADAS 9
1. Pagrindinių Vilniaus miesto gatvių tinklas, jo struktūra ir būklė 11
1.1. Vilniaus miesto gatvių tinklas ir kategorijos 11
1.2. Gatvių techniniai parametrai 15
1.3. Vilniaus miesto gatvių būklė 17
1.4. Darbo tikslas ir uždaviniai 18
2. Asfalto dangų pažaidų susidarymo, jų nustatymo ir vertinimo analizė 19
2.1. Asfalto dangų pažaidos 19
2.2. Veiksniai turintys įtakos pažaidų susidarymui 27
2.3. Pažaidų nustatymo metodai ir matavimo įranga 30
2.4. Transporto eismo intensyvumo matavimo metodai ir įranga 40
2.5. Asfalto dangos suirties lygio nustatymas 44
2.6. Dangų valdymo sistema „Davasema“ 47
2.7. Kelio konstrukcijos funkcionavimo trukmė 49
2.8. Antrojo skyriaus išvados 53
3. Vilniaus miesto greito eismo gatvių dangų pažaidų lygio nustatymo ir transporto eismo intensyvumo tyrimai 54
3.1. Tyrimo metodika 54
3.2. Vizualiai nustatytų asfalto dangų pažaidų rezultatai ir jų vertinimas 62
3.3. Transporto eismo intensyvumo matavimų rezultatai ir jų vertinimas 73
3.4. Asfalto dangų pažaidų ir transporto eismo intensyvumo priklausomybės nustatymas 75
3.5. Trečiojo skyriaus išvados 76
4. Vilniaus miesto gatvių remonto prioritetinio sąrašo nustatymas 78
Bendros išvados 83
Naudota literatūra 84
Priedas 87
Mokslinis straipsnis baigiamojo darbo tema 89

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Psl.

1.1 Vilniaus miesto gatvių tinklo kitimo dinamika	12
1.2 Svarbiausi uždaviniai ir projektai numatomi įgyvendinti Vilniaus mieste	14
1.3 Visuomenės transporto pasirinkimo struktūra	17
2.1 Struktūrinių plyšių pavyzdžiai	20
2.2 Struktūrinių plyšių vystymosi modelis asfalto dangoms	21
2.3 Skersinis plyšys	21
2.4 Temperatūrinių plyšių atsiradimo modelis	22
2.5 Kitos pažaidos	26
2.6 Dangoje atsiradusių pažaidų tarpusavio sąveika	26
2.7 Gatvės dangos irimą veikiančių veiksnių grupės ir jų sąveika	28
2.8 Asfalto dangos ir jos konstrukcijos stiprio mažėjimo, atsiradus ir plečiantis netaisomoms pažaidoms, dinamika	30
2.9 Atstumo matavimo ratukas	34
2.10 Mobili kelių tyrimo laboratorija RST 28 (iš priekio)	35
2.11 Mobili kelių tyrimo laboratorija RST 28 (iš galo)	36
2.12 Profilometras DYNATEST 5051 RSP	38
2.13 Deflektometras FWD DYNATEST 8000	39
2.14 Automatinis eismo skaitiklis – klasifikatorius MARKSMAN 660	42
2.15 Indukcinių kilpų įrengimo schema	42
2.16 indukcinių kilpų įrengimas	42
2.17 „DAVASEMA“ struktūros schema	49
3.1 Asfalto dangų pažaidų vizualiniai tyrimai	55
3.2 Transporto eismo intensyvumo matavimai atliekami naudojant vamzdinius daviklius	60
3.3 Transporto eismo intensyvumo matavimo stotelės įrengtos Vilniaus miesto gatvės	61
3.4 Tirtų gatvių ruožų asfaltinės dangos būklės, priklausomai nuo paskaičiuoto dangos suirties masto D verčių	72
3.5 Bendras transporto vidutinis paros eismo intensyvumo kitimas	74
3.6 Krovininio transporto vidutinis paros eismo intensyvumo kitimas	75

LENTELIŲ SĄRAŠAS

Psl.

1.1 Vilniaus miesto gatvių tinklas 2006 m. – 2008 m.	11
1.2 Motorizuoto eismo gatvių klasifikacija	13
1.3 Pagrindiniai gatvių techniniai parametrai	16
2.1 Pažaidos fiksuojamos atliekant gatvių vizualinius tyrimus	32
2.2 Transporto priemonės klasifikuojamos pagal 11-os klasių sistemą	41
2.3 Transporto priemonių skirstymas pagal GRO3 – EUR13	44
2.4 Gatvių asfaltinės dangos būklės vertinimas balais, priklausomai nuo jos suirties masto D verčių	46
3.1 2005 metais tirtų gatvių ruožai	57
3.2 2006 metais tirtų gatvių ruožai	59
3.3 Automobilių klasifikavimas atomatiniu skaitikliu – klasifikatoriumi MARKSMAN 660 stacionariuose postuose pagal EUR6	62
3.4 2005 m. vizualiai matuotų gatvių asfalto dangos nustatyti pažaidų kiekiai	64
3.5 2006 m. vizualiai matuotų gatvių asfalto dangos nustatyti pažaidų kiekiai	65
3.6 2005 m. – 2006 m. vizualiai tirtų gatvių paskaičiuotas dangos suirimas D, %	66
3.7 2005 m. – 2006 m. Vilniaus miesto greito eismo gatvių ruožų transporto eismo intensyvumai	73
3.8 2007 m. – 2008 m. Vilniaus miesto greito eismo gatvių ruožų transporto eismo intensyvumai	73
3.9 Vizualiai nustatytų pažaidų, dangos nelygumų ir bendri intensyvumo duomenys	76
4.1 11-os Vilniaus miesto gatvių remonto prioriteto sąrašas pagal paskaičiuotą dangos suirties mastą D	78
4.2 11-os Vilniaus miesto gatvių gautų ruožų (2005 m. – 2006 m.) remonto prioriteto sąrašas naudojant dangų valdymo sistemą „Davasema“	79

ĮVADAS

Gatvių ir miesto kelių ūkio būklė yra sudėtingoje situacijoje – statybos organizacijos, užuot kaip anksčiau tiesę naujas gatves, vis dažniau turi atnaujinti ir rekonstruoti esamas gatves. Svarbiausi tampa uždaviniai, susiję su didėjančiu greičiu, siekiama patogaus ir saugaus eismo, stiprinti dangas, rūpinamasi inžinerinių įrenginių bei gatvių ir kelių statinių architektūriniu bei estetiniu apipavidalinimu.

Pagal bendrą gatvių ilgį Vilniaus miestas užima pirmąją vietą Lietuvos Respublikoje. Bendras Vilniaus miesto gatvių ilgis 2008 m sausio 1 d. sudarė 981,0 km. Į šį skaičių įeina gatvės su asfalto danga – 706,3 km, skaldos – žvyro danga – 145,4 km, natūralaus grunto danga – 91,2 km, tašyto akmens, klinkerio, betoninių trinkelių danga – 14,5 km, lauko akmens grindinys – 23,6 km.

Miesto gatvių asfalto dangų darbo sąlygos skiriasi nuo užmiesčio kelių asfalto dangų eksploatacijos sąlygų. Transporto priemonės mieste dažniausiai juda greta viena kitos, tarpai tarp jų būna mažesni, magistralinėse gatvėse automobiliai juda nepertraukiamu srautu ir į dangą veikia didesniu lyginamuoju slėgiu. Didžiausias transporto priemonių eismas mieste vyksta piko valandomis 7–12 val. ryte ir 16–19 val. vakare, o naktį gatvėse transporto priemonių eismas ženkliai sumažėja. Mieste eismas vyksta sąlyginai nedideliu greičiu, leistinas maksimalus greitis nuo 40 km/h iki 60 km/h, tam tikrose vietose greitis gali būti ir didesnis nuo 70 km/h iki 80 km/h. Transporto priemonės gatvėse dažnai stabdomos sankryžose, ties šviesoforais, pėsčiųjų perėjomis ir pan. Po miesto gatvių dangų konstrukcijomis išdėstomi įvairūs inžineriniai tinklai, kolektoriai, lietaus kanalizacija su vandens priėmimo, apžiūros, ir specialios paskirties šulinėliai, kurie labai apsunkina gatvės dangų bei jų konstrukcijų darbą bei pakeičia žemės sankasos hidrometrinį rėžimą. Pagal atliktus tyrimus nustatyta, kad gatvės asfalto dangos temperatūra būna 18^{o} – 10^{o} C aukštesnė nei užmiesčio keliuose, todėl esant gana aukštai teigiamai temperatūrai susidaro plastinės deformacijos gatvių asfalto dangose ir turi lokalinį poveikį. Plyšiai gatvių dangose dažniausiai susidaro pirmaisiais dangų eksploatavimo metais. Daugiausiai plyšių (iki 75 % skersinių ir 60 % išilginių) atsiranda pavasario polaidžio metu, kai oro temperatūra kinta nuo – 5^{o} C iki + 5^{o} C.

Kadangi gatvių, kaip ir kelių, dangos irimas vyksta pagal geometrinę progresiją, ir kažkada ilgą laiką buvę geros būklės keliai, gatvės, aikštelės ir kt., staiga, tarsi be jokios priežasties, pasidengė išdaužomis, plyšiais, atsirado duobių.

Šio darbo tikslas – sudaryti prioritetinį Vilniaus miesto gatvių remonto sąrašą, įvertinant asfalto dangos pažaidų lygį, transporto eismo intensyvumą ir jų tarpusavio priklausomybę.

Šiam tikslui pasiekti reikia išspręsti šiuos uždavinius:

- apžvelgti asfalto dangos pažaidų rūšis bei veiksnius turinčius įtakos jų susidarymui;
- išanalizuoti asfalto dangos pažaidų bei transporto eismo intensyvumo matavimo metodus, naudojamą įrangą ir prietaisus;
- vizualiais stebėjimais nustatyti pasirinktų Vilniaus miesto gatvių asfalto dangų pažaidų rūšis ir jų skaičių;
- pasirinktose Vilniaus miesto gatvėse nustatyti transporto eismo intensyvumą ir jo kitimą;
- įvertinti priklausomybę tarp asfalto dangos pažaidų kiekio ir transporto eismo intensyvumo;
- pateikti siūlymus prioritetinio tyrimui pasirinktų Vilniaus miesto gatvių remonto sąrašo sudarymui.

Šiame darbe apžvelgtas Vilniaus miesto gatvių tinklas, gatvių kategorijos, techniniai parametrai gatvių dangos bei jos būklė. Gatvių ir miesto kelių būklė šiuo metu yra labai sudėtinga, nes dauguma miesto gatvių yra nutiestos seniai ir turi plono sluoksnio dangą. Eismo intensyvumo augimas sąlygoja esminį poveikį gatvių dangoms – jos intensyviai dėvisi ir yra.

Darbe analizuotos asfalto dangos pažaidos bei veiksniai, turintys įtakos jų susidarymui. Apžvelgti pažaidų nustatymo metodai ir matavimo įranga.

Darbe atliktas eksperimentinis tyrimas. Pasirinktose 11-oje Vilniaus miesto greito eismo gatvių 2005 m. – 2006 m. nustatytas asfalto dangų lygis. 2005 m. – 2008 m. matuotas transporto eismo intensyvumas. Darbe pateikta tirtų gatvių transporto eismo intensyvumo sudėtis bei transporto eismo intensyvumo kitimas.

Atlikus eksperimentinį tyrimą, prioritetinis Vilniaus miesto gatvių sąrašas buvo nustatytas 2 būdais:

1. skaičiuojant dangos suirtį pagal balus;
2. naudojant dangų valdymo sistemą „Davasema“, kelių valdymo modelį – HDM-4.

1. PAGRINDINIŲ VILNIAUS MIESTO GATVIŲ TINKLAS, JO STRUKTŪRA IR BŪKLĖ

1. 1. VILNIAUS MIESTO GATVIŲ TINKLAS IR KATEGORIJOS

Vilnius - Lietuvos sostinė, turinti didžiausią automobilių parką (16 procentų viso Lietuvos transporto priemonių parko). Šis miestas yra ir išliks didžiausias vidaus, užmiesčio bei tarptautinių pervežimų traukos punktas ir šaltinis. Vilniaus miesto susisiekimo sistemą stengiamasi plėtoti kompleksiškai ir pakankamai nuosekliai. Tačiau nežiūrint įdėtų nemažų pastangų ir investicijų Vilniaus miesto gatvės išlieka pakankamai sudėtingoje situacijoje [1].

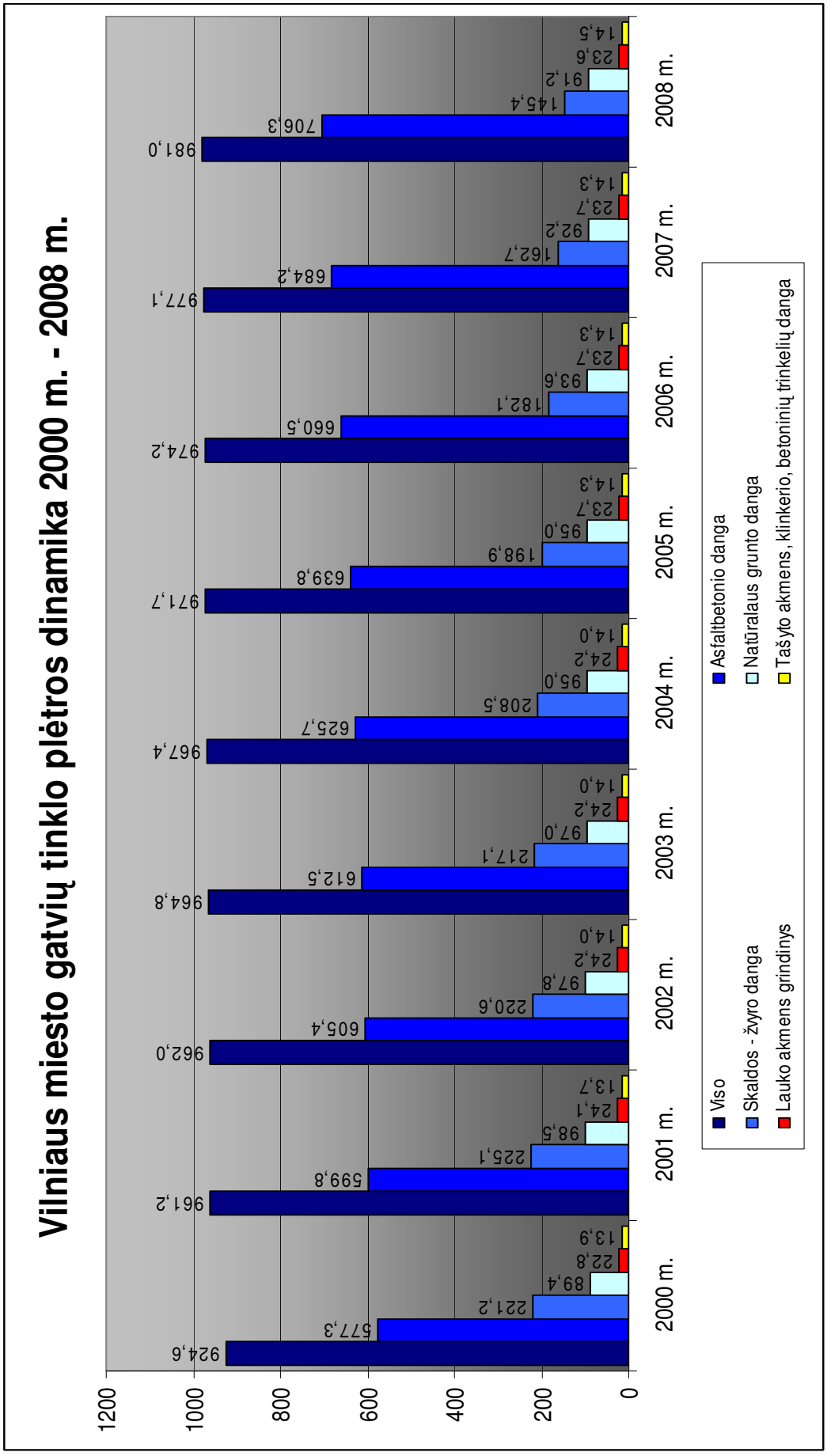
Pagrindinės problemos Vilniuje [2]:

- kol kas tenka ieškoti galimybių užtikrinti greitą ir suplanuotą gatvių tinklo plėtrą, nes skirtingai nuo kitų analogiškų Europos miestų, kur pagrindiniai transporto infrastruktūros plėtros darbai finansuojami valstybės, Lietuvoje tokios praktikos nėra;
- nesuformuotas miesto greito eismo gatvių tinklas, kuris hierarchizuotų esamą susisiekimo infrastruktūrą ir užtikrintų greitesnį ir saugesnį susisiekimą tarp pagrindinių miesto rajonų ir užmiesčio kelių.

Vilnius, pagal bendrą gatvių ilgį, užima pirmą vietą respublikoje. 2008 m. sausio 1d. duomenimis, Vilniaus miesto bendras gatvių tinklo ilgis sudaro 981,0 km. Tame skaičiuje gatvės su asfalto dangomis sudaro 706,3 km, gatvės su skaldos – žvyro dangomis – 145,4 km, gatvės su natūralaus grunto danga – 91,2 km, gatvės su tašyto akmens, klinkerio, betoninių trinkelių danga – 14,5 km, lauko akmens grindiniu – 23,6 km (1.1 lentelė) [1]. Vilniaus miesto gatvių tinklo plėtros dinamika 2000 m. – 2008 m. pavaizduota 1.1 paveiksle.

1.1 lentelė. Vilniaus miesto gatvių tinklas 2006 m. – 2008 m. [1]

Eil. Nr.	**Dangos rūšis**	**Dangos ilgis, km 2008-01-01**
1.	Asfalto danga	706,3
2.	Tašyto akmens, klinkerio, betoninių trinkelių danga	14,5
3.	Lauko akmens grindinio danga	23,6
4.	Žvyro-skaldos danga	145,4
5.	Natūralaus grunto danga	91,2
Viso		**981,0**
Viso su dangomis		889,8
Viso su pagerintomis dangomis		744,4



1.1 pav. Vilniaus miesto gatvių tinklo kitimo dinamika [1]

Laikui bėgant miesto gatvių tinklas vystosi, daugėja gatvių su asfalto danga, mažėja žvyrkelių ir gruntkelių, tačiau šis procesas vyksta ne taip greitai, kaip auga visuomenės poreikiai ir automobilių skaičius gatvėse, keliuose. Iš 1.1 pav. galima pastebėti, kad per devynis metus Vilniaus mieste gatvių ilgis su asfalto danga pailgėjo 129,0 km. Kasmet išasfaltuojama 10 – 25 km gatvių. Tai nėra įspūdingi skaičiai, kurie galėtų reikšti spartų gatvių tinklo vystymąsi, tačiau tai neišvengiama dėl lėšų stygiaus. Šiuo metu tiesiamas pietinis greitkelis ir ruošiamasi vakarinio greitkelio statybos darbams. Šie greitkeliai Vilniaus bendrajame plane numatyti kaip vieni iš svarbiausių miesto struktūrinių gatvių. 1.2 pav. pateikti svarbiausi uždaviniai ir projektai numatomi įgyvendinti Vilniaus miesto susisiekimo sistemoje [1].

Miestų susisiekimo tinklas projektuojamas įvertinus esamą ir perspektyvinę gatvių pagrindinę paskirtį, eismo intensyvumą, srauto sudėtį, gretimų teritorijų apstatymo pobūdį bei norminių dokumentų reikalavimus. Susisiekimo tinklą sudaro: motorizuoto susisiekimo gatvės, nemotorizuoto susisiekimo gatvės, šaligatviai, įvairių tipų eismo zonos, aikštelės [3].

Miestų motorizuoto eismo gatvės suskirstytos į keturias pagrindines kategorijas [3]:

A – greito eismo gatvės;

B – pagrindinės gatvės;

C – aptarnaujančios gatvės;

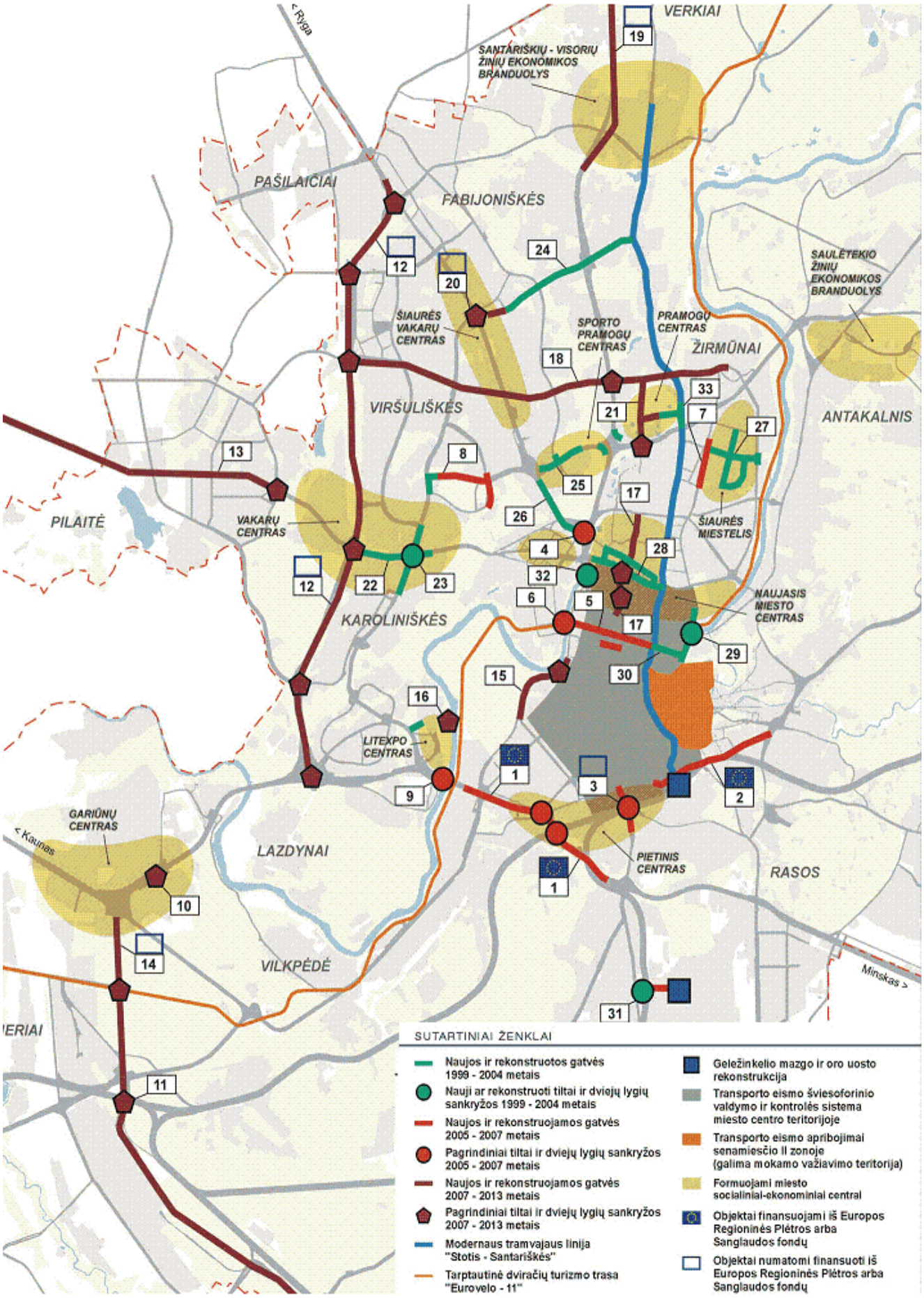
D – pagalbinės gatvės.

Kiekviena šių kategorijų priklausomai nuo skaičiuojamojo greičio turi indeksus „1“ ir „2“ ir apibūdinama pagal 1.3 lentelėje pateiktus techninius parametrus [3]. Motorizuoto eismo gatvių klasifikacija nurodyta 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Motorizuoto eismo gatvių klasifikacija [3]

Kategorija	Indeksas	Pagrindinė paskirtis
Greito eismo gatvės	A	Miesto ilgi ir pastovūs transporto ryšiai bei ryšiai su užmiesčio svarbiausiais keliais. Tranzitinis eismas.
Pagrindinės gatvės	B	Susisiekimas tarp miesto funkcinių zonų, rajonų, centrų, didžiųjų transporto stočių. Ryšiai su užmiesčio keliais.
Aptarnaujančios gatvės	C	Miesto plano funkcinės ir kompozicinės ašys. Pagrindinės keleivių viešojo susisiekimo linijos. Miesto vidaus ir transporto ryšiai.
Pagalbinės gatvės	D	Lokalinės funkcinės ir kompozicinės ašys. Srautų pasiskirstymas į smulkias teritorijas, privažiavimai prie atskirų statinių ir kitų objektų.

Prioritetiniam viešajam keleiviniam transportui ir ramiam transporto eismui organizuoti naudojama papildoma D kategorijos gatvių klasifikacija, kurioje atskirai išskiriamos: viešojo susisiekimo gatvės, ramaus eismo gatvės, parko keliai ar gatvės, akligatviai/skersgatviai, automobilių aikštelės. A, B ir C kategorijų gatvių tinklas turi būti rišlus [3].



1.2 pav. Svarbiausi uždaviniai ir projektai numatomi įgyvendinti Vilniaus mieste [4]

1. 2. GATVIŲ TECHNINIAI PARAMETRAI

Gatvės važiuojamosios dalies juostų skaičius nustatomas įvertinus maksimalų leistiną vienos eismo juostos laidumą bei įvertinus laidumą ribojančius veiksnius. Jeigu pagal skaičiavimus planuojamų A, B, C kategorijų gatvių apkrovimas yra mažesnis nei 30 % minimalaus juostų skaičiaus laidumo – gatvė netiesiama, išskyrus atvejus, kai ši gatvė yra vienintelė jungtis arba vietoj A, B, C tiesiama D kategorijos gatvė. Jeigu gatvės apkrovimas pagal skaičiavimus viršija maksimalų juostų skaičiaus laidumą – didinamas gatvių tinklo tankis, išskyrus A ir B gatves [3]. Neilgi gatvių ruožai, jeigu jie nutiesti gyvenviečių link, turi atitikti atitinkamos kategorijos keliui, o kartu ir atitinkamos kategorijos gatvei keliamus reikalavimus.

Važiuojamoji dalis skiriama motorinių transporto priemonių eismui, o kartais – ir automobiliams trumpai stovėti. Dažniausiai važiuojamoji dalis esti gatvės viduryje, o kartais - ir vienoje gatvės pusėje. Plačios važiuojamosios juostos dalys kartais atskiriamos skiriamąja juosta į priešpriešinio eismo. Jeigu gatve kursuoja autobusai ir troleibusai, atskiriamos juostos jų eismui ar ties stotelėmis daromos atlankos šioms transporto priemonėms sustoti ir keleiviams išlaipinti [15].

Gatvių techniniai parametrai nustatomi pagal 1.3 lentelę.

1.3 lentelė. Pagrindiniai gatvių techniniai parametrai [3]

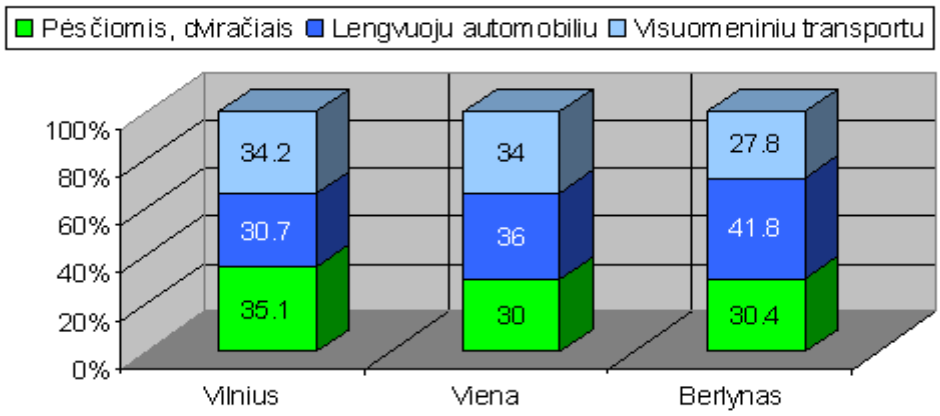
Gatvių kategorijos indeksas	Gatvės juostos plotis tarp raudonųjų linijų (m)	Skaičiuojamasis greitis (km/h)	Matymo laukas sankryžose, įvažiavimuose, perėjose (m)	Eismo juostų skaičius		Eismo juostų plotis	Maksimalus išilginis nuolydis (%)	Minimalios horizontalios kreivės (m)	Centrinės skiriamosios juostos plotis (m)
				Min	Max				
A1	70-100	100	Pagal skaičiav.	4	6*	3,75	4	500	6
A2		80	140	4	6*	3,75	4	400	6
B1	40-70	70	110	4	6*	3,50	5	250	3,5
B2		60	80	2	6*	3,50	6	150	**
C1	20-40	60	80	2	6	3,50	6	120	**
C2		60	80	2	4	3,25	7	90	**
D1	15-20	50	60	2	2	3,00	8	60	**
D2		40	40	1	2	3,5/2,75	10	30	**

* - Ypatingais atvejais juostų skaičius gali būti padidintas;

** - Centrinės skiriamosios juostos esant reikalui įrengiamos ties pėsčiųjų perėjomis, statant kelio ženklus ir pan.

1. 3. VILNIAUS MIESTO GATVIŲ BŪKLĖ

Gatvių ir miesto kelių būklė šiuo metu yra labai sudėtinga, kadangi dauguma miesto gatvių yra nutiestos seniai ir turi plono sluoksnio dangą, o vežimų automobiliais, krovininių ir lengvųjų automobilių gamybos tempai lenkia gatvių su asfaltbetonio danga tiesimo tempus. Daugiausiai vilniečių ir miesto svečių kaip susisiekimo priemonę renkasi lengvuosius automobilius ar viešąjį transportą, o šių priemonių eismas vyksta gatvėmis. Visuomenės transporto pasirinkimo struktūra Vilniaus mieste bei kituose Europos miestuose pateikta 1.3 paveiksle. Palyginus, galima padaryti išvadą, kad visuomenės pasirinkimas panašus, tiek Vilniuje, tiek kituose Europos miestuose, tačiau Vilniaus miesto gatvių būklė toli gražu neprilygsta Europos didžiųjų miestų gatvių būklei. Eismo intensyvumo augimas sąlygoja esminį poveikį gatvių ir kelių dangoms – jos dėvisi ir suyra. Dėl to daugėja remonto ir taisymo darbų, jų apimtys. Ir ši tendencija, kuo toliau tuo labiau, neišvengiamai augs. O tai sukelia daugiau nelaimingų atsitikimų gatvėse, laiko nuostolius, diskomfortą ir pan [1].



1. 3 pav. Visuomenės transporto pasirinkimo struktūra [4]

Modeliuojant kelio dangos degradaciją, kelio dangos eksploatacinės charakteristikos yra ne tik modelių skaičiavimo rezultatas, bet ir įvesties duomenys, apibūdinantys pradines sąlygas.

Kelio asfalto dangos būklė gali būti vertinama dviem būdais:

1) naudojant tam tikrus sąlyginius apibendrinančius rodiklius, pvz. Lietuvoje ir kai kuriose kitose pasaulio šalyse naudojamas asfaltbetonio dangos bendros būklės indeksas D (angl. pavement distress index) [5, 6, 7], JAV, Kanadoje, Austrijoje ir kitose šalyse naudojami: dangos kokybės indeksas PSI (angl. pavement serviceability index [8, 9]), važiavimo kokybės indeksas RCI (angl. ride comfort index [10]), pažaidų indeksas (angl. distress manifestation index [10]) ir kiti. Toks būklės vertinimas turi eilę trūkumų [11].

2) vertinant eilę kriterijų – dangos eksploatacinių savybių, atskirai. Eksploatacinės savybės yra nusakomos dangos pažaidų kiekiu ir jų išsivystymo laipsniu, o taip pat dangos nelygumu ir sankibumu. Toks asfalto dangos būklės vertinimas yra naudojamas HDM dangų degradacijos modeliuose bei reglamentuotas ir Lietuvoje [12, 13].

Kai dangos būklė vertinama antruoju būdu, visą degradacijos modelį sudaro keletas mažesnių modelių, prognozuojančių įvairių dangos pažaidų atsiradimą ir vystimąsi bei poveikį kitoms pažaidoms ir eksploatacinėms savybėms [14].

1.4. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Baigiamojo darbo tikslas – sudaryti prioritetinį Vilniaus miesto gatvių remonto sąrašą, įvertinant asfalto dangos pažaidų lygį, transporto eismo intensyvumą ir jų tarpusavio priklausomybę.

Šiam tikslui pasiekti reikia išspręsti šiuos uždavinius:

- apžvelgti asfalto dangos pažaidų rūšis bei veiksnius turinčius įtakos jų susidarymui;
- išanalizuoti asfalto dangos pažaidų bei transporto eismo intensyvumo matavimo metodus, naudojamą įrangą ir prietaisus;
- vizualiais stebėjimais nustatyti pasirinktų Vilniaus miesto gatvių asfalto dangų pažaidų rūšis ir jų skaičių;
- pasirinktose Vilniaus miesto gatvėse nustatyti transporto eismo intensyvumą ir jo kitimą;
- įvertinti priklausomybę tarp asfalto dangos pažaidų kiekio ir transporto eismo intensyvumo;
- pateikti siūlymus prioritetinio tyrimui pasirinktų Vilniaus miesto gatvių remonto sąrašo sudarymui.

2. ASFALTO DANGŲ PAŽAIDŲ SUSIDARYMO, JŲ NUSTATYMO IR VERTINIMO ANALIZĖ

2.1. ASFALTO DANGŲ PAŽAIDOS

Gatvės, kelio konstrukcijos atsparumas yra pagrindinis jo eksploatacinis rodiklis. Nuo jo priklauso eismo sąlygos, remonto išlaidos ir tarnavimo laikas. Labai svarbu, kad danga, nuolatos veikiama apkrovų, kuo mažiau deformuotųsi. Kai apkrovos kartojasi, jos kaupiasi, ir konstrukcijoje atsiranda bei plinta įvairios pažaidos [15].

Pažaidos asfalto dangoje klasifikuojamos įvairiai, nes bet kuri klasifikacija yra sąlyginė ir priklauso nuo pasirinktų vertinimo kriterijų. Asfalto dangos pažaidas galima klasifikuoti pagal požymius [16]:

- veiksnių, sukeliančių pažaidų atsiradimą, pobūdį;
- dangos paviršiuje matomų pažaidų pobūdį;
- pažaidų dydį (dangos suirties lygį);
- medžiagos, tinkančios pažaidoms pašalinti, pobūdį.

Nustatyta, kad labiausiai paplitusios nestandžių dangų pažaidos – plyšių atsiradimas. Jie sudaro iki 70 % visų pažaidų. Plyšiai praktiškai neturi įtakos automobilių transporto eismo režimui, tačiau ardydami kelio dangos konstrukcijos vientisumą, jie tampa intensyvaus dangos irimo židiniais [15]. Plyšiai yra vieni iš svarbiausių kelio dangos pažaidų, atspindinčių kelio dangos degradaciją. Yra labai daug įvairių veiksnių, lemiančių jų atsiradimą ir vystymąsi, tačiau visus plyšius galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes – susijusius su dangos nuovargiu ir susijusius su laiko ir klimato poveikiu gatvės ar kelio dangai, taigi plyšiai suskirstomi į du tipus [17]:

Struktūriniai plyšiai – tai plyšiai, atsivėrę dangoje dėl transporto apkrovų poveikio ir nepakankamo dangos konstrukcijos stiprumo. Kartais jie dar vadinami nuovargio plyšiais. Esant nepalankioms sąlygoms (pvz. polaidžio metu) susidarę kritiniai įtempimai gali sąlygoti ir staigų struktūrinių plyšių atsivėrimą. Dažniausiai pačioje pradžioje jie pasireiškia mažų išilginių plyšių atsiradimu provėžose. Jiems toliau vystantis tarpai tarp plyšių susiaurėja, plyšiai ima jungtis tarpusavyje, suformuodami plyšių tinklą. Struktūriniai plyšiai yra visi išilginiai, aligatoriaus odą primenantys, plauko pavidalo bei tinkliniai dangos plyšiai. Struktūrinių plyšių pavyzdžiai pateikti 2.1 pav., o jų vystymosi modelis asfalto dangoms pateiktas 2. 2 pav.

Išilginiai plyšiai – tai plyšiai, lygiagretūs kelio ašiai (2.1 a pav.) [18, 19, 22]. Jie dažniausiai atsiranda pažeidžiant dangos klojimo technologijos reikalavimus: kai danga klojama siaura juosta, o visos dangos plotis yra didesnis nei klojama juosta, reikia gerai ištepti paklotos dangos briauną rišikliu ir antruoju klotuvu iš paskos tuoj pat ploti sakančią dangos juostą, kad nespėtų atšalti danga – labai dažnai šių reikalavimų nesilaikoma [16].

Aligatoriaus odą primenantys plyšiai (2.1 b pav.) atsiranda esant silpniems pagrindams, kai dangos konstrukcija yra per silpna atlaikyti automobilių ratų apkrovas (danga sutrūkinėja į daugybę mažučių uždarų plotelių) [16, 19].

Plauko pavidalo plyšiai (įtrūkiai) (2.1 c pav.) – atsiranda dėl automobilių ratų daug kartų pasikartojančių apkrovų (dėl asfaltbetonio nuovargio), kai dangoje susidarę tempimo įtempimai lenkiant neviršija dangos stiprio tempimui lenkiant, tačiau ilgainiui danga „pavargsta“ ir neatlaikiusi šių apkrovų pradeda trūkinėti [16].

Tinkliniai plyšiai (2.1 d pav.) – tai tinklo pavidalo susijungusių plyšių derinys [18, 19]. Jie formuojasi didėjant plauko pavidalo (nuovargio) plyšiams, laikui bėgant, taip pat formuojasi skersų ir įstrižų plyšių susidarymo vietoje, laikui bėgant ir yrant dangai [16].



a)



b)

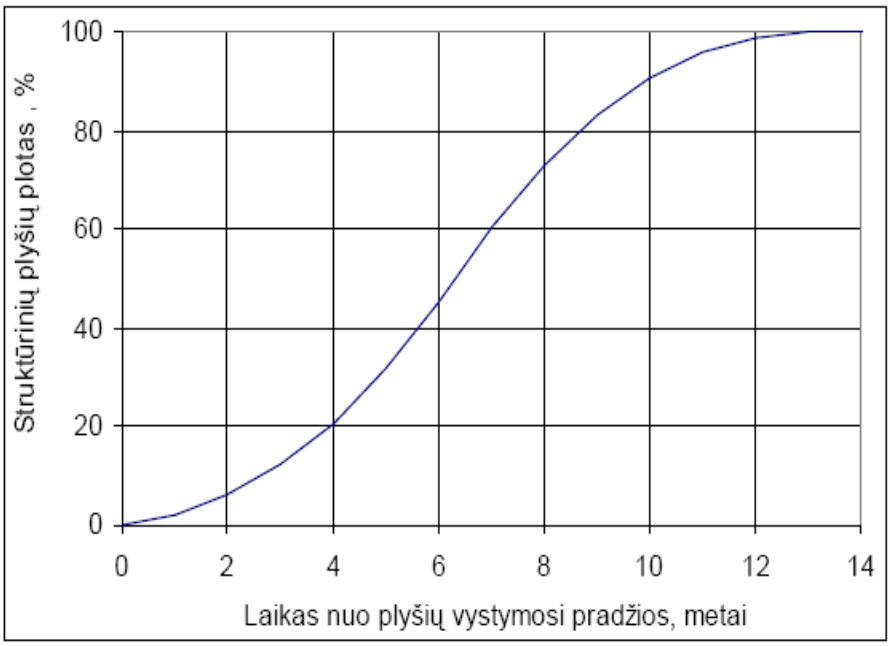


c)



d)

2.1 pav. Struktūrinių plyšių pavyzdžiai: a) išilginiai plyšiai, b) aligatoriaus odą primenantys plyšiai, c) plauko pavidalo plyšiai (įtrūkiai), d) tinkliniai plyšiai



2. 2 pav. Struktūrinių plyšių vystymosi modelis asfalto dangoms

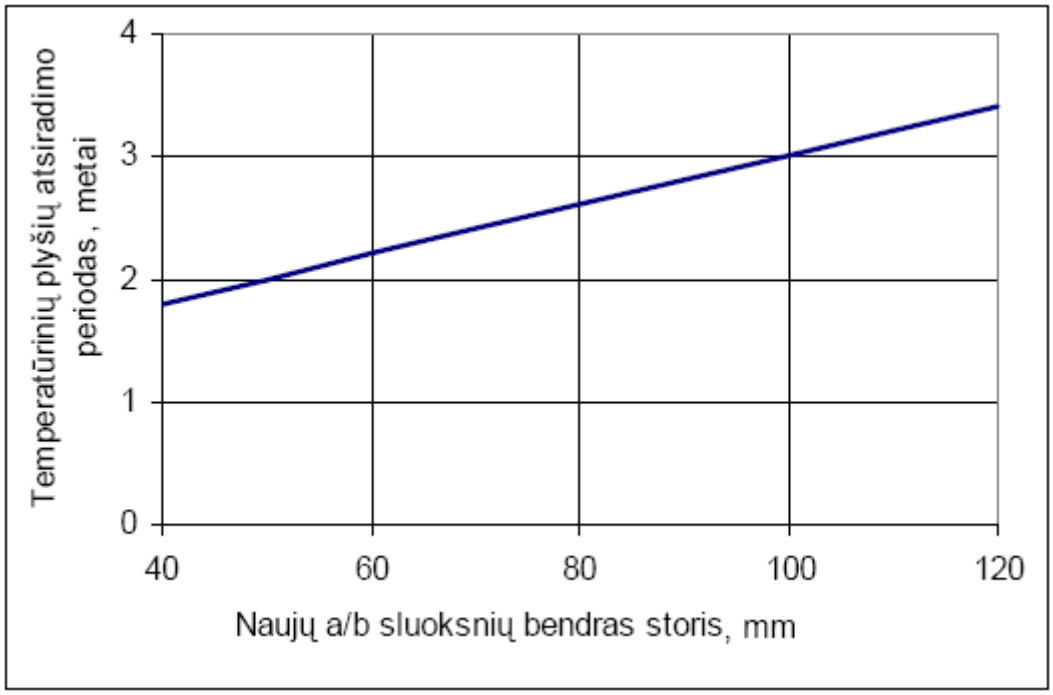
Temperatūriniai plyšiai – tai plyšiai, kuriuos sukelia temperatūrų svyravimai ir įšalas. Esant palankioms klimato sąlygoms tokio tipo plyšių gali visai nebūti. Temperatūriniai plyšiai yra visi skersiniai ir įstriži dangos plyšiai (išskyrus tuos, kurie sudaro plyšių tinklą).

Skersiniai plyšiai (2.3 pav.) – tai plyšiai, statmeni kelio ašiai [18, 19, 22]. Jie dažniausiai atsiranda staigiai nukritus oro temperatūrai 10 ℃ ir daugiau (neigiamų temperatūrų zonoje). Plyšiai atsiranda tada, kai dangoje susidariusių tempimo įtempių vertės viršija dangos asfalto stiprį lenkiant. Įtempiai susidaro todėl, kad atšąlant danga susitraukia (mažėja jos ilgis), bet negali laisvai pasislinkti; plyšiai gali atsirasti dėl grunto, esančio po dangos konstrukcija, netolygaus pakilimo žiemą, jam sušalus [16, 19].



2.3 pav. Skersinis temperatūrinis plyšys

Temperatūriniai dangos plyšiai atsiranda dėl kelio dangos senėjimo (laiko poveikio) ir klimato poveikio. Temperatūrinių plyšių atsiradimo modelis pavaizduotas 2. 4 pav. Senėjimas pasireiškia tuo, kad iškart po asfalto dangos paklojimo ji ima kietėti ir trauktis. Dėl bitumo oksidacijos šis procesas praktiškai nenutrūksta iki kelio dangos tarnavimo laikotarpio pabaigos. Veikiama oro temperatūros pokyčių (klimato poveikis) kelio danga gali ir plėstis ir trauktis, tačiau temperatūrinių plyšių atsiradimo požiūriu dangos susitraukimas esant žemoms temperatūroms yra daug pavojingesnis [20].



2. 4 pav. Temperatūrinių plyšių atsiradimo modelis

Pasaulyje žinomi atvejai, kai labai senose dangose (su mažu eismo intensyvumu arba visai neapkrautose eismu) skersinius plyšius papildo reti išilginiai plyšiai, taip kelio dangą padalindami į beveik stačiakampius „blokus“. Lietuvoje tokie atvejai labai reti, ir pasitaiko tik atkarpose, kuriose nevyksta sunkvežimių eismas [20].

Galima išskirti ir trečią tipą – **atsikartojantys plyšiai**. Tai antrinė struktūrinių arba temperatūrinių plyšių forma, persiduodanti naujiems asfalto dangos sluoksniams, užklotiems ant senos suplyšojusios dangos ir atkartojanti senos dangos plyšius [17].

Dažniausiai kelio dangą vienu metu veikia ir nuovargio ir laiko bei klimato veiksniai. Atsiradus plyšiams ši sąveika dar paaštrėja, nes į dangos konstrukciją patekęs atmosferinių kritulių vanduo, gali žymiai susilpninti rišikliais nesutvirtintus dangos konstrukcijos sluoksnius ir žemės sankasos gruntą, o tai pagreitina dangos nuovargį.

Išskiriamos dvi plyšių vystymosi stadijos:

- plyšių atsiradimo kelio dangoje periodo trukmė t.y plyšių atsiradimas;

- plyšių vystymosi greitis, t.y. plyšių vystymasis.

Paviršiaus pažaidų, tokių kaip plyšiai ar lukštenimasis, atsiradimas kelio dangoje žymi jų vystymosi pradžią. Nuo to momento irimo sparta paprastai priklauso jau tik nuo eismo apkrovų, pačios gatvės dangos konstrukcijos ir klimato sąlygų. Taikomos gatvės priežiūros priemonės, reikalingos irimui sulėtinti, taip pat priklauso nuo laiko, praėjusio po pažaidų vystymosi pradžios [21].

Nors plyšiai vadinami vienais iš svarbiausių dangos pažaidų, dar galima išskirti nemažai pažaidų, kurios taip pat yra pakankamai svarbios ir turi didžiulę įtaką spartesniam dangos irimui. Kitos dangos pažaidos – vėžės, bangos, bitumo dėmės, išaižos, ištrupos, duobės, įlūžos ir kt.

Vėžės – tai išilginis kelio dangos paviršiaus įspaudimas arba nusidėvėjimas ratų riedėjimo juostoje (2.5 a pav.) [18, 19, 22]. Jos atsiranda dėl per didelių apkrovų į automobilio ašį, dėl žiemos metu keliuose naudojamų dygliuotų padangų ardančio poveikio. Vėžės taip pat atsiranda automobilių sustojimo vietose, kur dažnai stabdomos transporto priemonės, kai asfaltbetonio danga, esant aukštoms vasaros temperatūroms, įkaista ir dėl šlyties įtempimų asfaltinė medžiaga laikui bėgant išspaudžiama iš po automobilių ratų [16, 19].

Bangos – tai kelio dangos išilginė liekamoji deformacija, kuri atsiranda transporto priemonių dažno stabdymo arba greitėjimo vietose dėl dangos plastiškumo, šlyties įtempių ir dinaminių apkrovų poveikio (2.5 b pav.) [18, 19, 22]. Šios pažaidos susidaro automobilių stabdymo vietose (sankryžose, stotelėse ir kt.), kai asfalto medžiagos atsparumas šlyčiai būna mažesnis nei automobilių stabdymo metu dangoje atsirandantys tangentiniai šlyties įtempimai [16, 19].

Banguotoje dangoje kartais atsiranda plyšių kai:

- viršutinis dangos sluoksnis yra blogai sukibęs su apatiniu sluoksniu, dėl šlyties įtempimų viršutinis sluoksnis pasislenka apatinio sluoksnio atžvilgiu, ir dangoje atsiranda plyšiai;
- dėl šlyties tempiama danga neatlaiko tempimo įtempimų ir trūksta.

Bitumo išplaukimas (dėmės) – tai bitumo perteklius dangos paviršiuje. Susidaro blizgantis, panašus į stiklą veidrodinis paviršius, kuris gali būti lipnus prisilietus. Paprastai bitumo išplaukimas būna vėžėse [22]. Bitumo dėmės atsiranda asfaltbetonio dangos paviršiuje „išplaukus“ rišikliui (bitumui ar kokiai kitai rišamajai medžiagai), kai vasaros metu, įkaitus dangai, dėl šilumos besiplečiančiam rišikliui asfalto medžiagoje nepakanka porų, rišiklis, užpildęs poras, veržiasi į paviršių ir sudaro minkštas dėmes (2.5 c pav.) [16, 19].

Išaižos (lukštenimasis) – tai kelio dangos nusidėvėjimas, kai danga netenka rišančiųjų medžiagų ir iš dangos paviršiaus atitrūksta mineralinių užpildų dalelės (2.5 d pav.) [18, 19, 22]. Jos atsiranda trupant asfalto dangai, kai temperatūrų kaitos (pereinant iš teigiamos į neigiamą temperatūra ir atvirkščiai) ir vandens bei šalčio poveikyje rišiklio plėvelė pašalinama nuo

mineralinių grudelių paviršiaus ir, važiuojant automobiliams, šie grūdeliai ištraukiami iš dangos ir numetami į šalį [16].

Ištrupos – tai vėlesnė (bėgant laikui) išaižų formavimosi stadija, kai stipriai aižėjanti danga (arba suskeldėjusi danga, pasenus organiniam rišikliui) pradeda trupėti (2.5 e pav.) [16].

Duobės – tai netaisyklinga, nedidelių šlaitelių suardyta kelio dangos vieta, kurioje kelio danga dėl automobilių ratų ar kito poveikio yra išardyta ne mažiau kaip per vieno asfalto dangos sluoksnio storį (2.5 f pav.) [18, 19]. Šios pažaidos yra plyšių, plyšių tinklo ir ištrupų tolesnio irimo, važiuojant automobiliams ir veikiant klimato faktoriams, pasekmė ir paskutiniojo irimo stadija [16].

Įlužos –susidaro tose vietose, kur po danga yra išplaunamos nesutvirtintos rišikliais mineralinės medžiagos ir susidaro tuštumos ir neatlaikiusi važiuojančių automobilių slėgio asfaltinė danga įlūžta. Dangą per ilgą laiką gali sulaužyti važiuojančios sunkiasvorės transporto priemonės, kai gatvės dangos konstrukcija yra per silpna jas atlaikyti (2.5 g pav.) [16].

Lopai – tai dangos plotai, didesni kaip 0,1 m^2, kuriuose danga pakeista nauja (2.5 h pav.) [18, 19, 22]. **Lopų suirimas** – tai pažaidos užlopytoje kelio dangoje [18, 22].

Asfalto dangoje vėžės ir bangos susidaro per pirmuosius 3 – 5 metus, pradėjus eksploatuoti naują dangą. Vėliau (senėjant bitumui ar kitam organiniam rišikliui) asfalto medžiaga dangoje tampa kietesnė ir šlyties deformacijos nustoja vystytis [16]. Dangoje atsiradusių pažaidų tarpusavio sąveika pateikta 2.6 paveiksle.

Pažaidų atsiradimo priežastys gali būti [23]:

- ✓ projektavimo klaidos (nepatikimi techniniai sprendiniai ar priešprojektiniai tyrimai, netobulos projektavimo normos);
- ✓ nesilaikyta gamybos (statybos) darbų technologijos taisyklių;
- ✓ netinkama priežiūra;
- ✓ natūralus medžiagų ir konstrukcijų senėjimas;
- ✓ atsitiktiniai veiksniai.

Pažaidų laukiami padariniai vertinami atsižvelgiant į tai, kokią įtaką jie turi gatvės, kelio, statinio ar jo pavienių elementų [23]:

- ✓ mechaniniam atsparumui ir stabilumui bei jų saugiam naudojimui;
- ✓ ilgaamžiškumui;
- ✓ estetinei išvaizdai;
- ✓ eismo saugumui ir komfortui.

Visos pažaidos gali būti [23]:

- ✓ surandamos ir stebimos vizualiai, išmatuojant jų parametrus (geometrinius, fizinius);
- ✓ vizualiai nematomos, jų buvimą nurodo šalutiniai požymiai.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

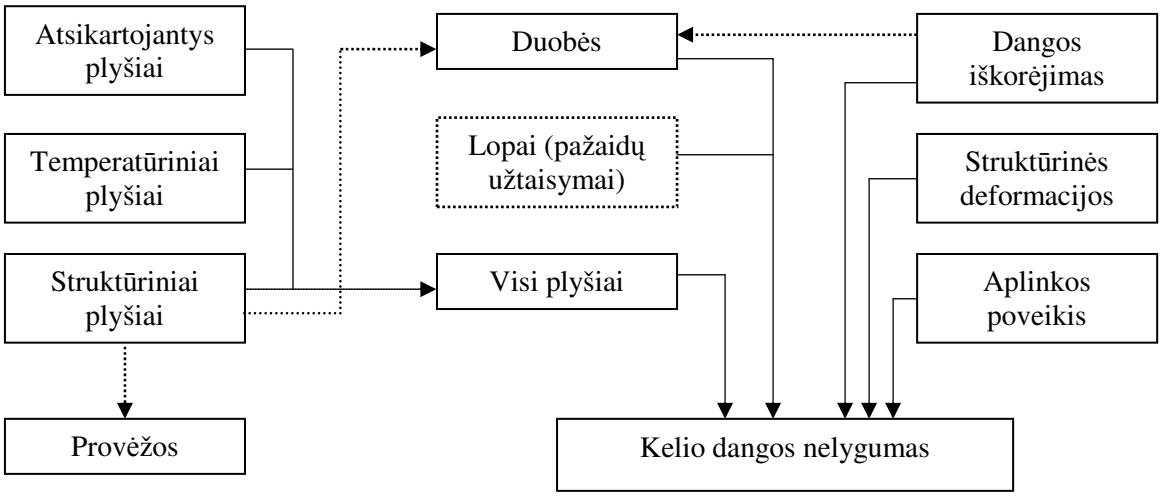


g)



h)

2.5 pav. Kitos pažaidos: a) vėžės [19]; b) bangos [19]; c) bitumo išplaukimas [19]; d) išaižos (lukštenimasis); e) ištrupos; f) duobės; g) įlūžos; h) lopai



2.6 pav. Dangoje atsiradusių pažaidų tarpusavio sąveika

Dangos lygumas. Vienas iš pagrindinių parametrų nusakančių dangos kokybę ir būklę yra gatvės ar kelio dangos lygumas. Jis tiesiogiai lemia važiavimo komfortą, kuro sąnaudas ir saugų eismą. Gatvės lygumas tiesiogiai priklauso nuo dangos pažaidų (išdaužų, lopų, skersinių, išilginių, tinklinių plyšių, bangų ir t.t.) kiekio ir jų pažeidimo lygio.

Automobilių kelių ir miesto gatvių lygumas nėra pastovus dydis. Veikiant klimato ir eismo veiksniams jis nuolat kinta. Dangos lygumas apibūdinamas nelygumų skaičiumi, jų didumu ir išsidėstymo paviršiuje tankumu, tenkančiu tam tikram kelio dangos ilgio vienetui, t.y. tarptautiniu lygumo vienetu IRI (International Roughness Index). Šis rodiklis nustatomas matematiškai apdorojus matavimo rezultatus. Visus nelygumus pagal formą, išsidėstymą ir poveikį transporto priemonėms galima suskirstyti į keletą grupių: šiurkštumas, iškilę ir įlinkę ruožai, duobės ir bangos.

Prieš tai paminėtos asfalto dangos pažaidos turi įtakos dangos lygumui, todėl lygumą galima laikyti dangos būklės kriterijumi.

Paklaida gali atsirasti ten, kur vienai lygumo reikšmei gali būti priskiriamos dvi skirtingos savo fizine būkle dangos, nes visiškai nauja danga dėl blogos darbų kokybės gali turėti tą patį lygumą, kaip ir labai geros paklojimo kokybės danga po aštuonių tarnavimo metų, dėl plyšių, duobių lopų ir kitų pažaidų [24, 29].

Dangos stiprumas. Kelio lygumas yra labai svarbus rodiklis, tačiau pasitaiko ir taip, kad kelias atrodo lygus, pažaidų nedaug, tačiau jo dangos konstrukcija silpna, todėl nepradėjus atstatymo darbų, kelias netrukus pradėtų irti. Gatvės konstrukcijos stiprumo skaitinė išraiška yra stiprumo rodiklis (modifikuotas stiprumo rodiklis SNC). Nuo dangos konstrukcijos stiprumo priklauso eismo sąlygos, kelio remonto išlaidos ir eksploatacinė trukmė. Labai svarbu, kad danga veikiama apkrovų kuo mažiau deformuotųsi ir apsaugotų žemiau esančius kelio konstrukcijos sluoksnius. Apie dangos konstrukcijos stiprumą sprendžiama pagal dangos įlinkius nuo rato apkrovos [24, 29]. Asfalto dangos įlinkiams, stiprumui nustatyti naudojama įranga, prietaisai aprašyti šio darbo 2.3. skyriuje.

Dangos šiurkštumas. Dangos šiurkštumas arba automobilio rato sukibimas su danga yra vienas svarbiausių rodiklių, kuris apibūdina dangos būklę. Automobilio varantieji ratai, tik gerai sukibdami su danga, gali varyti jį pirmyn. Kai danga slidi, automobilio varantieji ratai persisuka (buksuoja) ir automobilis, turėdamas tam tikrą pradinį greitį, gali pajudėti nelaukta kryptimi ir sukelti pavojų tiek vairuotojui, tiek kitiems eismo dalyviams, sudarydamas avarinę situaciją.

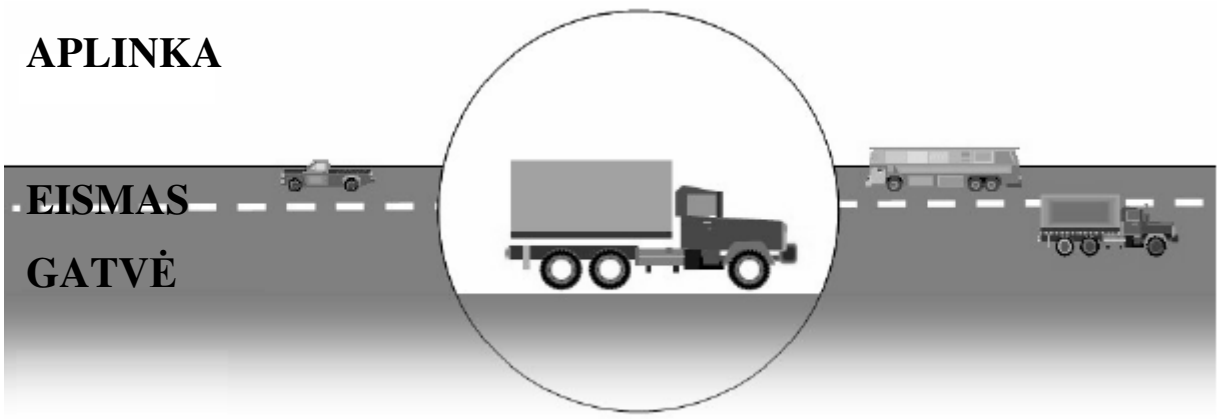
Automobilio ratų ir dangos sankiba nevienoda. Ji nuolat keičiasi pagal važiavimo greitį, klimato sąlygas, padangų ir dangos nusidėvėjimo laipsnį bei užterštumą. Stengiamasi kloti šiurkščias dangas, kad net esant nepalankioms oro sąlygoms (iškritus krituliams) automobilio ratai gerai sukibtų su danga. Dangos šiurkštumas priklauso nuo paviršiuje išsidėsčiusių skaldos grūdelių formos ir išsidėstymo. Tačiau važiuojant šiurkščia danga greičiau dėvisi automobilio padangos ir reikia daugiau degalų, be to išsikišusių skaldos grūdelių briaunos gana greitai dėvisi.

Egzistuoja įvairių būdų dangos šiurkštumui nustatyti. Kad operatyviai ir pakankamai tiksliai nustatyti miestų gatvių būklę reikia naudotis matematinės statistikos metodais [24, 29]

2.2. VEIKSNIAI TURINTYS ĮTAKOS PAŽAIDŲ SUSIDARYMUI

Daugelis automobilių kelių, gatvių eksploatacijos rodiklių priklauso nuo aplinkos veiksnių, ypač nuo sezonų kaitos [24]. Kelio dangos konstrukcija yra sudėtinga daugialypė sistema, veikianti tokioje pat sudėtingoje ir daugialypėje aplinkoje. Norint modeliuoti joje vykstančius reiškinius,

reikalinga įvertinti visus tą sistemą ir ją supančią aplinką lemiančios parametrus. Tačiau nagrinėjant tokią sudėtingą sistemą, kokia yra kelio danga, net šiais aukštų technologijų laikais įvertinti visus faktorius nėra nei praktinės galimybės, nei tą daryti tikslinga ekonomiškai [20].



2.7 pav. Gatvės dangos irimą veikiančių veiksnių grupės ir jų sąveika [20]

Remiantis literatūriniais šaltiniais, visus veiksnius, kurių sąveika tiesiogiai lemia gatvės dangos irimą, galima suskirstyti į tris grupes kurias dar galima skaidyti į pogrupius (2.7 pav.) [20]:

1. Gatvė:
    a) gatvės dangos konstrukcija;
    b) gatvės dangos eksploatacinės savybės;
    c) gatvės geometriniai parametrai;
    d) kelio darbai;
2. Automobilių eismas:
    a) automobilis;
    b) automobilių srautas;
3. Aplinka:
    a) klimatas;
    b) geologija (hidrogeologija);
    c) laikas.

Svarbiausi yra du pirmi – kelias ir automobilių eismas, kurių sąveikoje ir vyksta gatvės ar kelio dangos irimas.

Pagrindiniai kelio ar gatvės komponentai yra kelio ar gatvės dangos konstrukcija (dangos tipas, sluoksniai, jų storiai ir medžiagos) ir jos būklė bei eksploatacinės savybės, kurių kitimas laike yra kelio dangos degradacijos rezultatas. Šiai grupei dar būtų galima priskirti ir kitus komponentus – kelio darbus (ypač, dangos remontus ir eksploataciją) bei gatvės dangos geometrinius parametrus.

Tačiau jie veikia netiesiogiai. Dangos remontai ir eksploatacija keičia jos konstrukciją, eksploatacines savybes, kartais – aplinką (pvz. druskos tirpalo poveikis), automobilių eismo sąlygas. Nuo to, kada danga buvo įrengta arba remontuota priklauso kaip ilgai ji yra veikiama tiesioginių veiksnių.

Gatvės geometriniai parametrai gali veikti dangos degradaciją per automobilių eismo ir aplinkos grupes. Pavyzdžiui, nuo gatvės geometrinių parametrų priklauso eismo sąlygos, nuo eismo juostos pločio priklauso automobilių apkrovos pasiskirstymo gatvės skersiniame pjūvyje tikimybinis tankis, išilginis profilis (išilginiai nuolydžiai) gali lemti tai, kaip pasiskirsto įtempimai dangos konstrukcijoje nuo automobilių rato perduodamos apkrovos, o kelio skersinis profilis įtakoja konstrukcijos drenavimo sąlygas.

Pagrindinis automobilių eismo komponentas, žinoma, yra automobilis, kuris tiesiogiai veikia gatvės dangą. Tas poveikis priklauso nuo automobilio masės, ašių skaičiaus ir apkrovos į ašį, ratų tipo, padangų slėgio ir slėgio į gatvės dangą, netgi nuo pakabos tipo. Automobilių apkrovos į dangą dinamiką ir pasiskirstymą lemia automobilių srautas – eismo intensyvumas, sudėtis, judėjimo greitis, pasiskirstymas laike.

Tačiau ir neveikiama automobilių apkrovos gatvių danga natūraliai senėtų. Laiko bėgyje medžiagose (ypatingai organiniuose rišikliuose) vyksta negrįžtami cheminiai procesai. Taip pat dangą veikia klimatiniai ir geologiniai veiksniai – temperatūriniai svyravimai, kritulių ir gruntinis vanduo [20, 24, 26].

Kelio danga, tiesiogiai veikiama automobilių ratų bei klimato veiksnių, nuolat kečia savo savybes, dylant dangos paviršiui, plonėja viršutinis jos asfalto sluoksnis, gludinasi dangos paviršiuje esančių grudelių aštrios briaunos, ir, dėl to mažėja dangos stipris, šiurkštumas bei eismo ja saugumas. Veikiant ratų periodinėms vertikalioms ir horizontalioms apkrovoms, danga dėl dažnų įlinkių nuvargsta – tai joje sukelia tamprias bei plastines deformacijas, o laikui bėgant – ir nuovargio plyšius. Atsiradę plyšiai ir vėžės bei kitos deformacijos intensyviai vystosi, dėl to blogėja dangos lygumas, o ratų apkrovos virsta dinaminėmis, sukeliančiomis ženklius smūgius, bloginančiomis važiavimo patogumą ir mažinančiomis jo saugumą bei intensyvinančiomis dangos silpniausių ruožų irimą. Visos šios deformacijos pasižymi sezoniškumu t_{sez} (2.8 pav.): kiekvieną pavasarį polaidžio metu t_{pol} smarkiai sumažėja dangos konstrukcijos stipris (tamprumo modulis E_f), padidėja temperatūros (skersiniai) ir kiti plyšiai, labiau aižėja dangos paviršius. Stiprio koeficiento K mažėjimą vaizduojanti „dantyta“ kreivė su nuolat didėjančiais stiprio pokyčiais K_{pol} atspindi principinę nuostatą, kad greičiau silpsta silpnesni kelio dangos konstrukcijos ruožai [27].

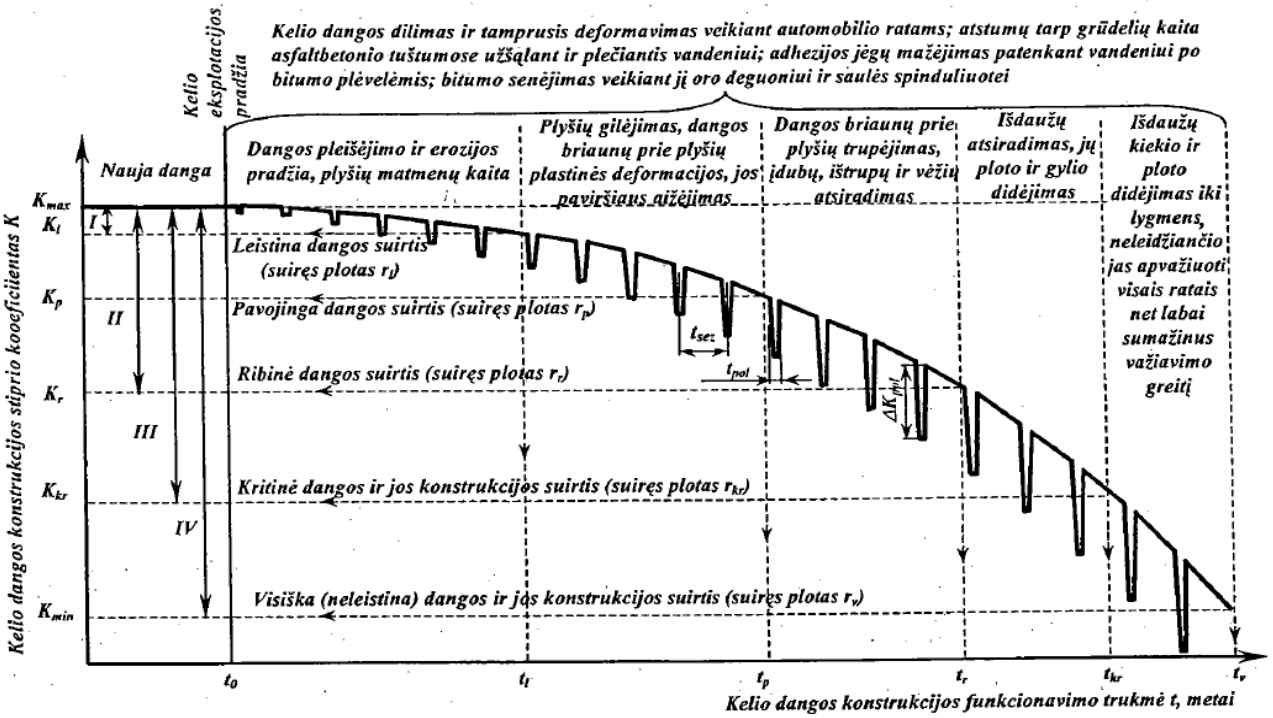
Stiprio koeficientas K, apibūdinantis konstrukcijos stiprį, apskaičiuojamas formule:

$$K = \frac{E_f}{E_r}; \qquad (2.1)$$

čia:

E_f – kelio dangos konstrukcijos faktinis tamprumo modulis jos didžiausio susilpnėjimo metu, Mpa;

E_r – dangos konstrukcijos reikalingas tamprumo modulis, Mpa.



2.8 pav. Asfalto dangos ir jos konstrukcijos stiprio mažėjimo, atsiradus ir plečiantis netaisomoms pažaidoms, dinamika: I – važiavimo saugumo mažėjimas dėl dangos slidumo; II – važiavimo saugumo ir patogumo mažėjimas dėl dangos slidumo ir nelygumu; III – važiavimo saugumo ir patogumo bei automobiliu tvarumo sumažėjimas dėl dangos slidumo nelygumu ir išdaužų; IV – važiavimo saugumo, patogumo ir greičio bei automobilių tvarumo sumažėjimas dėl dangos slidumo, nelygumu ir sunkiai pravažiuojamų išdaužų [27]

Kai kurių dangos pažaidų atsiradimas ir tolimesnis vystymasis galiu būti siejamas ne su konstrukcijos gebėjimu atlaikyti eismo apkrovas, o su sluoksnių medžiagų kokybe ir statybos darbų kokybe. Bloga statybos darbų kokybė pasireiškia didesniu kelio dangos konstrukcijos nevienalytiškumu ir didesne struktūrinių savybių vibracija [25].

2.3. PAŽAIDŲ NUSTATYMO METODAI IR MATAVIMO ĮRANGA

Kompleksiškai vertinant gatvių, kelių būklę ir jų techninį lygį, galima sudaryti eksploatuojamų kelių tinklo tobulinimo perspektyvą: nustatyti atskirų gatvių ar kelių būklę, ją palyginti, nustatant priorėtus prižiūrint, taisant ir remontuojant kelius, skirstant lėšas gatvėms ir

nustatant lėšų panaudojimo eiliškumą [16]. Kelių būklė nustatoma pasirenkant vieną iš šių būdų [16, 23, 28]:

- vizualų;
- su matavimo prietaisais (įranga).

Valstybinis transporto kelių tyrimo institutas ruošia dangų valdymo programą. „Asfaltbetonio dangų pažaidų nustatymo metodika“ yra viena iš šios programos dalių. Ji paruošta pagal 1993 m. Vašingtone išleistą vadovą „Distress identification manual for the long – term pavement performance project” [22].

Pagrindiniai pažaidų nustatymo etapai [16]:

pasirengimas gatvės būklei nustatyti:

- kai tyrimai atliekami pirmą kartą;
- kai tyrimai kartojami.

gatvių suskirstymas:

- parenkama gatvės kategorija;
- numatomi ruožai – jų pradžia ir pabaiga;
- parenkama važiavimo kryptis: vienos ar dviejų važiavimo krypčių gatvės;
- parenkamas dangos tipas.

apžiūrų būdų parinkimas: vizualus ar su matavimo prietaisais (įranga).

Organizuojant gatvių apžiūras ir nustatant jų dangos būklę, iš apžiūrų programos yra eliminuojami šie gatvių ruožai [16]:

- ruožai su nauja arba sustiprinta danga, ruožai, kuriuose danga bus atnaujinama (regeneruojama)arba kuriuose danga (jos paviršius) bus šiurkštinama paviršiaus apdorojimo būdu;
- ruožai, kuriuose sekančiais metais bus vykdomi planiniai darbai.

Vertinant pažaidas reikia atsižvelgti į [23]:

- tikimybę, kad pažaidų buvimo atveju jie liko nepastebėti;
- gautų rezultatų (matavimų) teisingumą ir tikslumą (būklei vertinti reikalingi patikimi ilgalaikiai statistiniai duomenys);
- aplinkos sąlygas (temperatūrą, drėgmę, kritulius, eismo pobūdį), kurioms esant atlikti stebėjimai ir matavimai.

Pažaidų nustatymas vizualiniu būdu. Tuose gatvės ruožuose, kuriuose yra atsiradę daug pažaidų ir kuriuose planuojama įtraukti į pirminį ruožų sąrašą, reikia atlikti vizualinius tyrimus [18, 28]. Vizualinis gatvių ir kelių būklės vertinimas yra tinkamiausias, kadangi yra nesudėtingas, nereikalauja brangių įrengimų, aukštos kvalifikacijos specialistų [22]. Atliekant vizualinius tyrimus,

būtina nustatyti ne tik pažaidas, bet ir jų susidarymo priežastis. Atliekant vizualinius dangos tyrimus, fiksuojamos šios pažaidos [18]:

2.1 lentelė. Pažaidos fiksuojamos atliekant gatvių vizualinius tyrimus

Tinkliniai plyšiai	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Plyšiai, kurių plotis ≤6 mm, arba užtaisyti plyšiai (hermetizuojanti medžiaga geroje būklėje), kurių pločio negalima išmatuoti.
Vidutinis	Plyšiai, kurių plotis >6 mm ir ≤19 mm, ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Didelis	Plyšiai, kurių plotis >19 mm ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Matavimas: pažeistas plotas išmatuojamas m^2 ir užrašomas pagal pažaidos dydį.	
Išilginiai plyšiai	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Plyšiai, kurių plotis ≤6 mm, arba užtaisyti plyšiai (hermetizuojanti medžiaga geroje būklėje), kurių pločio negalima išmatuoti.
Vidutinis	Plyšiai, kurių plotis >6 mm ir ≤19 mm, ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Didelis	Plyšiai, kurių plotis >19 mm ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Matavimas: užrašomas išilginių plyšių ilgis m pagal pažaidos dydį.	
Skersiniai plyšiai	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Neužtaisyti plyšiai, kurių plotis ≤6 mm, arba užtaisyti plyšiai (hermetizuojanti medžiaga geroje būklėje), kurių pločio negalima išmatuoti.
Vidutinis	Plyšiai, kurių plotis >6 mm ir ≤19 mm, ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Didelis	Plyšiai, kurių plotis >19 mm ir mažesni plyšiai jų tąsoje.
Matavimas: užrašomas skersinių plyšių ilgis m pagal pažaidos dydį.	
Lopai ir lopų suirimas	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Lopas mažai suiręs (ne mažiau kaip 90% lopo ploto būklė yra gera).
Vidutinis	Lopas vidutiniškai suiręs (pažaidos sudaro nuo 11% iki 29% lopo ploto).
Didelis	Lopas labai suiręs (pažaidos sudaro 30% ir daugiau lopo ploto).
Matavimas: užrašomas lopų kiekis ir sulopytos pažeistos dangos plotas m^2 pagal pažaidos dydį.	

2.1 lentelės tęsinys

Išdaužos (duobės)	
Pažaidų dydžiai**:**	Pažaidos dydis neapibrėžiamas. Pažaida priskiriama išdaužoms, kai mažiausias gylis (atstumas nuo dangos paviršiaus iki išdaužos dugno) yra lygus vieno asfalto dangos sluoksnio storiui. Kitu atveju pažaida priskiriama iškorėjimui.
Matavimas: užrašomas išdaužų kiekis ir išmatuotas pažeistos dangos plotas m^2.	
Bitumo išplaukimas	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Dėl bitumo pertekliaus, lyginant su likusia danga, pasikeičia dangos paviršiaus spalva.
Vidutinis	Dėl bitumo pertekliaus pasikeičia dangos paviršiaus tekstūra.
Didelis	Dėl bitumo pertekliaus dangos paviršius pradeda blizgėti, užpildas patamsėja. Esant šiltam orui gali būti matomos padangų žymės.
Matavimas: pažeistas plotas išmatuojamas m^2 ir užrašomas pagal pažaidos dydį.	
Provėžos	
Pažaidų dydžiai**:**	Pažaidos dydis neapibrėžiamas. Provėžos vertinamos, kai dangoje įspaustų ratų riedėjimo juostoje provėžos gylis > 20 mm.
Matavimas: provėžų gylis matuojamas 1,2 m ilgio kartele, padėta statmenai kelio ašiai. Matuojamas dešinės vėžės gylis pagal važiavimo krytį kiekvienoje eismo juostoje. Provėžos gylis – tai atstumas tarp kartelės apačios ir dangos paviršiaus. Užrašomas provėžų, gilesnių kaip 20 mm, ilgis m.	
Bangos	
Pažaidų dydžiai**:**	Pažaidos dydis neapibrėžiamas.
Matavimas**:** užrašomas pažaidų kiekis ir pažeistos dangos plotas m^2.	
Iškorėjimas	
Pažaidų dydžiai**:**	
Mažas	Užpildas arba rišamoji medžiaga pradeda nusidėvėti, bet procesas vyksta lėtai. Dangos paviršius gali netekti smulkių užpildų.
Vidutinis	Užpildas arba rišamoji medžiaga nusidėvėjusi, dangos paviršius šiurkštus ir nelygus. Atsiranda laisvų dalelių. Dangos paviršius netenka smulkių užpildų ir gali netekti stambių užpildų.
Didelis	Užpildas arba rišamoji medžiaga nusidėvėjusi, dangos paviršius labai šiurkštus ir nelygus. Dangos paviršius netenka stambių užpildų.
Matavimas: pažeistas plotas išmatuojamas m^2 ir užrašomas pagal pažaidos dydį.	
Lukštenimasis	
Matavimas: užrašomas pažeistos dangos plotas m^2.	

2.1 lentelės tęsinys

Skersinio profilio pažaida. Nukrypimas nuo projektinio skersinio nuolydžio – tai skirtumas tarp projektinio ir išmatuoto skersinio nuolydžio.	
Pažaidų dydžiai**:**	
Labai mažas	Skersinio nuolydžio nuokrypių nuo projektinio (normatyvinio) skersinio nuolydžio absoliuti vertė yra ≤1,0 % ;
Mažas	Skersinio nuolydžio nuokrypių nuo projektinio (normatyvinio) skersinio nuolydžio absoliuti vertė yra 1,01 % - 2,0 %.
Vidutinis	Skersinio nuolydžio nuokrypių nuo projektinio (normatyvinio) skersinio nuolydžio absoliuti vertė yra 2,01 % - 3,0 %.
Didelis	Skersinio nuolydžio nuokrypių nuo projektinio (normatyvinio) skersinio nuolydžio absoliuti vertė yra > 3,0%.
Matavimai atliekami kas 20 m. Pažaidos dydis nustatomas pagal tą eismo juostą, kurioje nuokrypių absoliuti vertė yra didesnė. Vienu matavimu išmatuotas pažaidos plotas apskaičiuojamas, kaip 20 m ilgio kelio ruožo dangos plotas. Pažeistas dangos plotas užrašomas m^2 pagal pažaidos dydį.	

Vizualines asfalto kelių pažaidų apžiūras atlieka brigada, kurią sudaro du kvalifikuoti arba tam specialiai apmokyti asmenys.

Tiriant asfalto dangos pažaidas vizualiai būtina turėti:

1) asfalto dangų pažaidų tyrimo metodiką;
2) neužpildytus duomenų lapus;
3) pieštuką;
4) lentelę (kartoną) su sąvaržėle lapams prisegti;
5) matavimo juostą (ne trumpesnę kaip 20 m) arba atstumo matavimo ratuką (2.9 pav.)

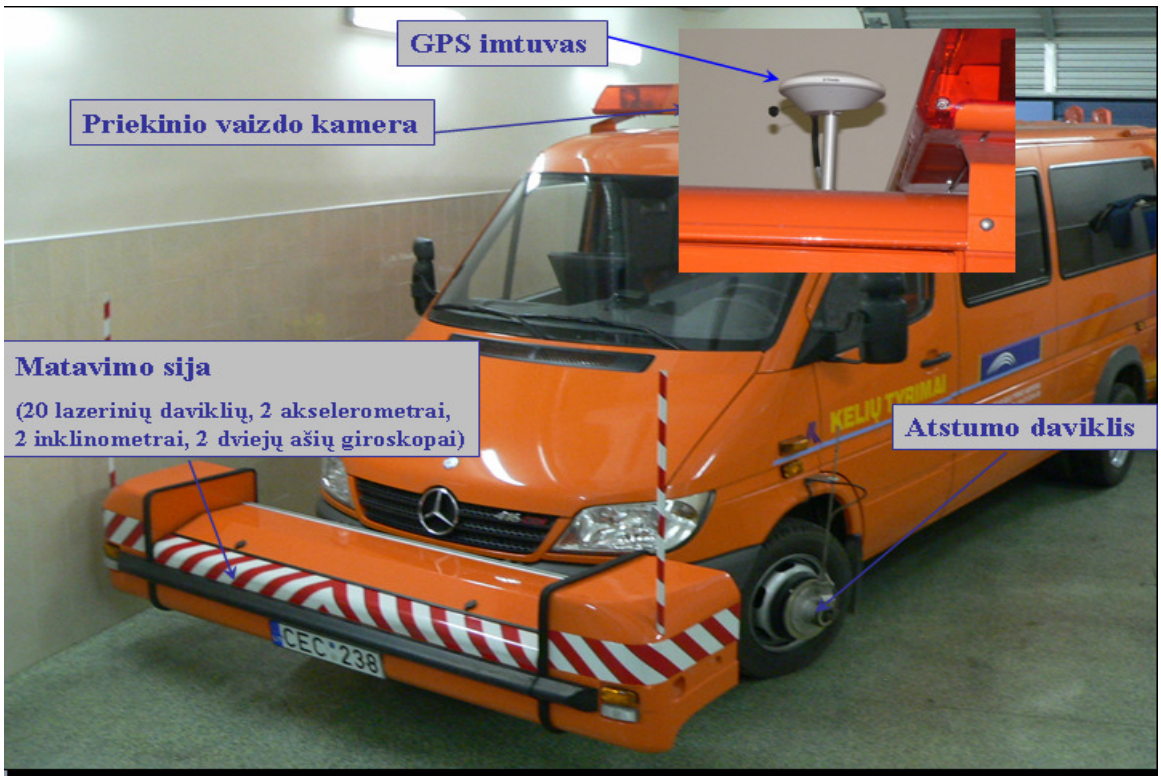


2.9 pav. Atstumo matavimo ratukas

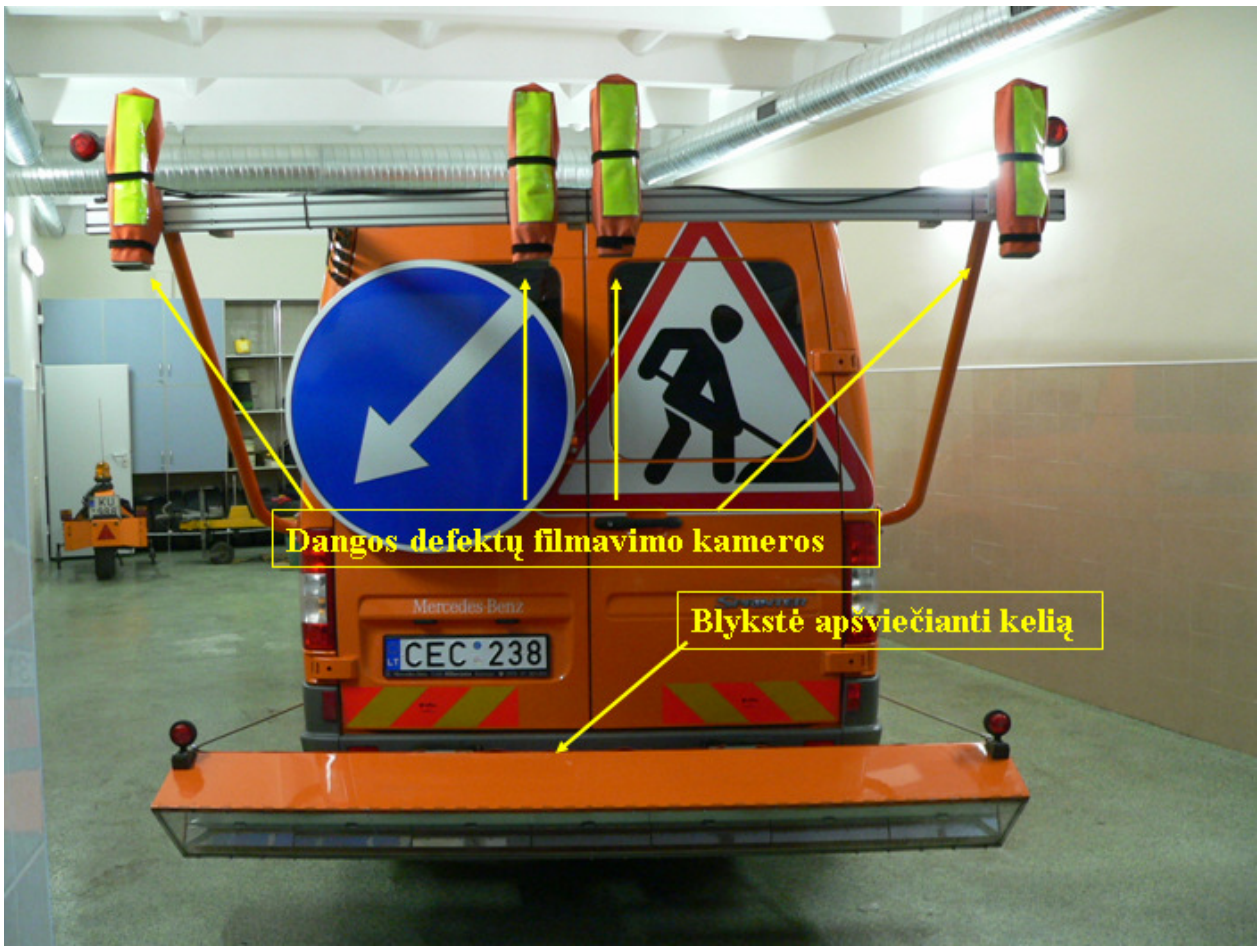
Pažaidų nustatymas naudojant lazerinį automobilių kelių tyrimo įrenginį RST. Saugaus ir patogaus važiavimo automobilių keliais užtikrinimui, reikalingi išsamūs kelių būklės tyrimai, kurie šiuo metu atliekami naudojant lazerinį automobilių kelių tyrimo įrenginį RST. Tai nauja mobili Švedijos kompanijos „Ramboll RST“ pagaminta kelių tyrimo laboratorija RST 28 (2.10 pav. ir 2.11 pav.). Šis įrenginys suteikia galimybę kompleksiškai matuoti kelio geometrinius parametrus ir kelio dangos paviršiaus pažaidas: kelio dangos nelygumą, kelio dangoje susiformavusias vėžes, skersinį ir išilginį nuolydžius, horizontalių kreivių spindulius, kelio dangos šiurkštumą, kelio dangoje esančius plyšius ir kitas pažaidas, linijinį atstumą nuo kelio pradžios ir geografines koordinates (LKS’94 sistemoje). Visi skaičiavimai atliekami pagal nacionalinius ir tarptautinius standartus. Išilginio profilio nelygumo duomenys panaudojami tarptautiniam nelygumo indeksui (angl. IRI) nustatyti.

Taikant lazerių technologiją, pažangius mechanikos ir optikos sprendimus, pateikiamas detalus kelio dangos paviršiaus vaizdas. Tyrimų metu surinktų duomenų valdymas yra nesudėtingas, gaunama objektyvi ir patikima informacija apie dangos paviršiaus būklę ir važiavimo patogumą.

Kelio paviršiaus nelygumai nustatomi lazerių technologijos pagalba. Visi matavimo prietaisai sumontuoti automobilio priekyje esančioje laikančioje konstrukcijoje (sijoje), o dangų pažaidų fotografavimo įrenginys – automobilio galinėje dalyje.



2.10 pav. Mobili kelių tyrimo laboratorija RST 28 (iš priekio)



2.11 pav. Mobili kelių tyrimo laboratorija RST 28 (iš galo)

Linijinis atstumo matuoklis naudojamas išilginiams kelio parametrams nustatyti. Globalaus pozicionavimo sistemos pagalba gaunamos kiekvieno duomenų pateikimo intervalo bei kelio ruožo pradžios ir pabaigos x ir y koordinatės.

Duomenys apie kelio dangoje esančius plyšius fiksuojami RST automobilyje įrengtų video kamerų pagalba. Užrašyti vaizdai yra automatiškai analizuojami, pateikiama informacija apie įvairias plyšių savybes. Matavimai atliekami eismo juostos plotyje, važiuojant įprastu 90 km/h greičiu, įvairiomis apšvietimo sąlygomis.

Dangos paviršiaus plyšiai atvaizduojami grafiniuose žemėlapiuose, elektroninėse lentelėse arba nesunkiai suprantama tinklelio forma. Plyšių matavimų rezultatai yra puikus kelio dangos būklės informacijos šaltinis dangų priežiūros ir atnaujinimo poreikio vertinimui.

Vienas naujosios kelių tyrimų sistemos privalumų – galimybė įvertinti esamų kelių ir gatvių nelygumą ir kelio dangos paviršiaus visas pažaidas. Kitas privalumas – galimybė išmatuoti kelio parametrus prieš atliekant dangos rekonstravimo darbus ir gauti patikimus bei pačius naujausius duomenis. Šių duomenų analizė padeda optimizuoti priežiūros darbus, parengti kokybės kontrolės reikalavimus ir nustatyti įvairių parametrų ribines reikšmes.

Mobilioje kelių tyrimų laboratorijoje RST 28 sumontuota šiuolaikinė daugiakomponentė įranga leidžia matavimus atlikti leistinu keliuose greičiu, kas užtikrina saugų eismą ir suteikia galimybę kitų transporto priemonių apsuptyje atlikti kelio dangos paviršiaus kokybinių rodiklių tyrimus. Laboratorijoje įdiegtos naujausios technologijos užtikrina matavimo rezultatų vientisumą, objektyvumą bei tikslumą.

Mobilios kelių tyrimo laboratorijos matavimų rezultatai, kompleksiškai su kitų matavimo prietaisų rezultatais, gali būti panaudoti: įvertinant dangos liekamąjį amžių, sudarant remontuotinų ruožų sąrašus, parenkant tinkamiausius remonto darbus, apskaičiuojant investicijų poreikį tam tikram dangų kokybės lygiui pasiekti ir išlaikyti, nustatant kelių asfalto dangų irimo spartą visame gatvių tinkle, stebint sumontuotų gatvės ruožų dangos kokybės kitimą, atliekant gatvių dangų būklės kontrolę, sprendžiant saugaus eismo problemas, įvertinant priežiūros darbų kokybę [30].

Prietaisai asfalto dangos lygumui nustatyti. Paprasčiausias prietaisas dangos lygumui nustatyti – 3 – 4 metrų ilgio medinė arba metalinė liniuotė, kuri guldoma ant matuojamos dangos paviršiaus išilgai ar skersai ašies. Dangos lygumas vertinamas pagal tarpelio didumą tarp dangos paviršiaus ir matuoklės. Šis tarpelis matuojamas įvairiais šablonais ar kyliukais. Naudojant profilometrus ir profilografus, nustatomas dangos paviršiaus mikroprofilis.

Vakarų Europos šalyse, o pastaraisiais metais ir Lietuvoje, naudojami modernūs prietaisai, leidžiantys dangos lygumą išmatuoti labai tiksliai, panaudojant lazerio spindulius (Dynatest 5051 RSP). Jo lazeriai fiksuoja atstumą nuo prietaiso iki dangos paviršiaus kiekvienoje ratų vėžėje. Lazerio matavimo paklaida ±0,5 mm. Gautos nelygumų amplitudės sumuojamos 50 m ilgio atkarpose. Vidutinis dagos nelygumas ruože yra gautų verčių vidurkis. Nors profilometro DYNATEST 5051 RSP tikslumas šiek tiek mažesnis už rankinių matuoklių, jis yra daug našesnis, o didesnių matavimo paklaidų leidžia išvengti vidutinių matavimo verčių naudojimas [29]. Profilometras Dynatest 5051 RSP pavaizduotas 2.12 paveiksle.



2.12 pav. Profilometras Dynatest 5051 RSP

Prietaisai asfalto dangos stiprumui nustatyti. SNC (modifikuotas stiprumo rodiklis) nustatomas matuojant įlinkius Benkelmano sija arba krentančio svorio deflektometru.

Įlinkiai matuojami įvairiai. Matavimams naudojami prietaisai: matuoklės, geodeziniai prietaisai, įlinkomačiai ir krentančio svorio deflektometras. Matuoklėmis, geodeziniais prietaisais ir įlinkomačiais išmatuojamas dangos tamprus įlinkis, o pagal jį apskaičiuojamas dangos tamprumo modulis *E*.

Krintančio svorio deflektometrais nustatomas ne tik dangos įlinkis, bet ir apskaičiuojamas tamprumo modulis, kurį apskaičiuoja juose esanti įranga.

Įlinkių matavimams naudojamas krintančio svorio deflektometras FWD DYNATEST 8000. Tai standartinis kelio dangos įlinkių matavimo prietaisas, kuris pakeitė anksčiau naudotą Benkelmano siją. Šiuo metu tokio tipo prietaisai naudojami daugelyje pasaulio šalių ir Lietuvoje.

FWD DYNATEST 8000 sukuria trumpalaikę dinaminę apkrovą į kelio dangą, ir išmatuoja jos sukeltus įlinkius apkrovos centre ir nuo jos nutolusiuose taškuose. Apkrova sukeliama krintančio svorio pagalba. Tai pusiau sinusoidės formos, vieno „smūgio“ apkrova, kurios trukmė 25-30 ms, ir kuri yra labai panaši į judančio rato apkrovą. Apkrovos jėga gali būti reguliuojama intervale nuo 7 iki 120 kN. Apkrovą fiksuoja centre įmontuotas dinamometro daviklis, prijungtas prie ant šarnyrų pakabintos apkrovimo plokštės. Kelio dangos įlinkiai fiksuojami 9 seismininiais įlinkių davikliais. Matavimo davikliai išdėstyti šia tvarka nuo apkrovos centro: 0 mm, 200 mm, 300

mm, 450 mm, 600 mm, 900 mm, 1200 mm, 1500 mm ir 1800 mm [29]. Deflektometras FWD DYNATEST 8000 pavaizduotas 2.13 paveiksle.



2.13 pav. Krintančio svorio deflektometras FWD DYNATEST 8000

Prietaisai asfalto dangos šiurkštumui nustatyti. Rato su danga sukibimo koeficientą galima nustatyti pagal automobilio rato stabdymo kelio ilgį, pagal pagreičio sumažėjimą stabdant automobilį ir panaudojant dinamometrines priekabas.

Pastaraisiais metais Lietuvoje, dangos sukibimui su ratu matuoti naudojamas SRT - 3 prietaisas su išplėsta tyrimo programa (Skid Resistance Tester – 3). Jis yra pagamintas Lenkijos kelių ir tiltų tyrimo institute. Matavimo įrangos komplektą sudaro vienratė dinamometro priekaba, specialios paskirties vilkikas Ford Transit bei elektroniniai matavimo ir užrašymo prietaisai.

Matavimo principas - sukibimo koeficiento matavimas tarp kelio dangos ir transporto priemonės padangų, esant pilnai užblokuotam matavimo ratui ant šlapios dangos (sudaroma dirbtinė vandens plėvelė tarp rato ir kelio dangos). Numatyta papildoma galimybė - sukibimo koeficiento maksimalios reikšmės nustatymas trumpalaikio slydimo metu (matavimo ratui pereinant iš laisvo riedėjimo režimo į slydimą). Nominalus matavimo greitis v = 60 *km/h*. Stabdymas atliekamas suspausto oro pagalba (automobilyje sumontuotas papildomas kompresorius). Automobilyje sumontuota automatinė vandens dozavimo sistema, kontroliuojama kompiuterio pagalba. Vandens rezervuaro talpa - 300 l. Dinamometrinės priekabos stabdžių (dvi stabdžių apkabos su ventiliuojamu disku) sistema kontroliuojama kompiuterio pagalba. Matavimo rato ratlankio leistini matmenys -

13, 14 ir 15 colių. Priklausomai nuo naudojamos padangos matmenų, yra galimybė koreguoti skaičiuojamuosius dydžius. Sistema sudaryta iš dviejų matavimo kontūrų. Stabdymo sukimo momentas matuojamas davikliu, kuris per viršutinę kampinę svirtį sujungtas su stabdžių disko traukle. Sukibimo jėgos matavimo kontūras (sukibimo jėga tarp matavimo rato ir kelio dangos) pažymėta punktyrine linija. Abu matavimo kontūrai sujungti vertikalia jungtimi, turinčia jėgos daviklį. Jungtis užtikrina jėgos matavimą davikliu per visą stabdymo ciklą. Stabdymo ciklo metu matavimo ratas pakeičia savo kampinį greitį iš laisvo sukimosi į pilną slydimą. Jėga yra lygi sukibimo jėgai F. Dar vienas daviklis skirtas jėgos matavimui yra dinamometro priekabos pakabos sistemoje. Be daviklių, priekaboje yra sumontuota vilkimo kablio mova, kuri sustiprina kablį vertikalaus sukimosi ašyje matavimo metu ir neleidžia priekabai pasisukti į šalį. Nuo dinaminių smūgių priekaba apsaugoma tam tikro standumo spyruokle. Dinamometrinės priekabos apkrova lygi 2943 N. Greitį matavimo metu kontroliuoja operatorius, stebėdamas greičio daviklio parodymus ir perduodamas komandas vairuotojui. Rekomenduojamas matavimo greitis – 60 km/h [29].

Vertinant pažaidas reikia atsižvelgti į [3]:

- tikimybę, kad pažaidų buvimo atveju jos liko nepastebėtos;
- gautų rezultatų (matavimų) teisingumą ir tikslumą (būklei vertinti reikalingi patikimi ilgalaikiai statistiniai duomenys);
- aplinkos sąlygas (temperatūrą, drėgmę, kritulius, eismo pobūdį), kurioms esant atlikti stebėjimai ir matavimai.

2.4. TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMO METODAI IR ĮRANGA

Norint apskaičiuoti miestų gatvių dangų remonto prioritetus bei apimtis, reikia žinoti gatvėse vykstančio automobilių eismo intensyvumą bei transporto sudėtį.

Transporto eismo intensyvumas gatvėse gali būti fiksuojamas šiais būdais:

- vizualiai;
- naudojant įrangą.

Vizualus transporto eismo intensyvumo nustatymo būdas yra tiksliausias, nes taip galima priskirti kiekvieną pravažiavusią transporto priemonę prie atitinkamos automobilių klasės. Šitoks matavimo būdas yra pigiausias, nes nereikia pirkti ar įrengti jokios papildomos įrangos, kad būtų galima matuoti transporto eismo intensyvumą. Tačiau vizualus transporto eismo intensyvumo fiksavimas nėra patogus Vilniaus miesto bei kitų didžiųjų Lietuvos miestų greito eismo bei

pagrindinėse gatvėse, kur transporto srautai yra intensyviausi. 2.2 lentelėje transporto priemonės klasifikuojamos pagal 11-os klasių sistemą fiksuojant jas vizualiniu būdu.

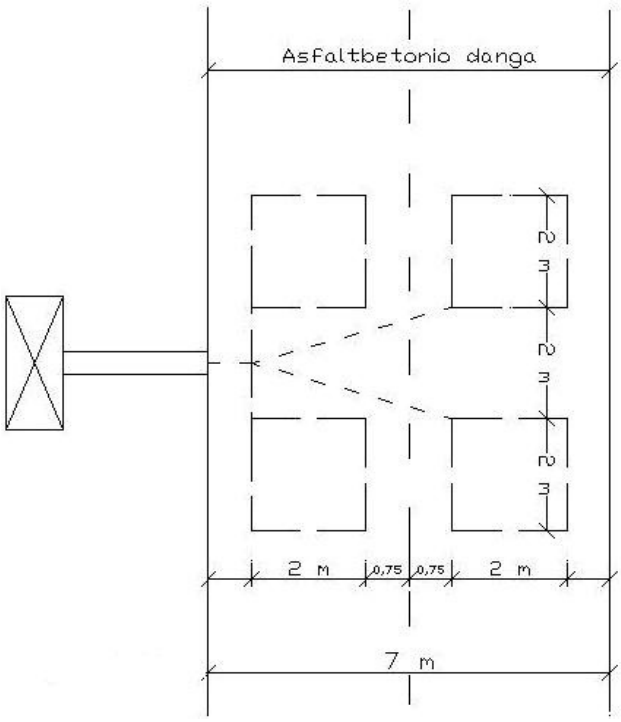
2.2 lentelė. Transporto priemonės klasifikuojamos pagal 11-os klasių sistemą [31]

Eil. Nr.	Transporto priemonės pavadinimas	Sutartinis žymėjimas
1.	Motociklai	MOTOC
2.	Lengvieji automobiliai (sėdimų vietų <10)	LA
3.	Mini automobiliai (sėdimų vietų 10 - 20). Čia priskiriamos transporto priemonės tik žmonėms vežti. Krovininiai mikroautobusai (be langų) priskiriami lengviems sunkvežimiams LS.	MINIAUT
4.	Autobusai (sėdimų vietų >20) ir troleibusai	BUS
5.	Lengvi krovininiai automobiliai (1 – 2 t keliamosios galios). Į šią klasę reikia priskirti ir mikroautobusus skirtus kroviniams vežti (be langų)	LS
6.	Vidutiniai krovininiai automobiliai (2,5 – 5,5 t keliamosios galios). Tai nedidelių gabaritų dviejų ašių sunkvežimiai, užpakaliniai ratai viengubi.	VS1
7.	Vidutiniai krovininiai automobiliai (5,5 – 8,5 t keliamosios galios). Tai didelių gabaritų dviašiai sunkvežimiai be priekabų, užpakaliniai ratai dažniausiai dvigubi.	VS2
8.	Sunkieji krovininiai automobiliai (10 – 12 t keliamosios galios, 3 ašys). Čia priskiriami ir dviašiai sunkvežimiai su vienaše priekaba.	3AŠ
9.	4 ašių krovininiai automobiliai (vilkikai su priekabomis ir puspriekabėmis). Svarbu, kad ašių skaičius būtų 4.	4AŠ
10.	5 ir daugiau ašių krovininiai automobiliai (vilkikai su priekabomis ir puspriekabėmis)	5AŠ
11.	Traktoriai	TRA

Lietuvos keliuose, o taip pat ir Vilniaus miesto gatvėse naudojami automatiniai skaitikliai – klasifikatoriai MARKSMAN 660 (2.14 pav.). Jie veikia prijungti prie induktyvių kontūrų, įmontuotų į kelio dangą (2.15 pav., 2.16 pav.). Skaitikliai transporto priemones fiksuoja ir registruoja jas savo atmintyje. Šių prietaisų elektroninės schemos darbą valdo vidinis mikroprocesorius su specialia programa. Skaitikliai gali ne tik suskaičiuoti pravažiuojančių transporto priemonių skaičių, bet ir suskirstyti jas į klases.



2.14 pav. Automatinis eismo skaitiklis – klasifikatorius MARKSMAN 660



2.15 pav. Indukcinių kilpų įrengimo schema [32]



2.16 pav. Indukcinių kilpų įrengimas

Informaciją apie pravažiuojančias transporto priemone skaitiklis gauna iš daviklių, kurie būna dviejų tipų:

- kilpiniai;
- vamzdiniai.

Kilpinis daviklis – tai induktyvinė ritė (kilpa), kuri paklojama į asfaltbetonio dangos paviršiuje išpjautą 6 mm pločio ir 40 – 70 mm gylio griovelį ir užpilama bitumu (2.11 pav.). Ritė paprastai turi 3 – 4 vijas, o jos forma yra stačiakampė, jos induktyvumas turi būti L = 40 – 200 μH. Skaitikliui dirbant per ritę leidžiamas 100 kHz dažnumo signalas. Transporto priemonei atsidūrus virš kilpos, ji suveikia kaip ritės metalinė šerdis ir dėl to kinta ritės induktyvinė varža. Varžos pasikeitimas ir yra signalas skaitikliui apie pravažiuojančią transporto priemonę. Kilpos yra įrengiamos kiekvienoje eismo juostoje. Tačiau, kad skaitiklis fiksuotų ne tik transporto priemonių skaičių, bet ir važiavimo greitį, važiavimo kryptį bei veikti transporto priemonių klasifikavimo į klases rėžime, būtina kiekvienoje juostoje įrengti po 2 kilpas, esančias tam tikrame fiksuotame atstume (dažniausiai 2 m) viena nuo kitos. Naudojant kilpinius daviklius įrengiamos stacionarios eismo intensyvumo matavimo vietos.

Vamzdinis daviklis – tai elastingos gumos vamzdelis, kuris yra ištempiamas skersai gatvės. Vienas jo galas užkemšamas, o kitas užmaunamas ant skaitiklio priekyje išvesto metalinio vamzdelio. Prie vamzdelio galų prikabinamos galinės plokštelės. Vamzdelis ištempiamas skersai gatvės. Galinės plokštelės specialiais vinimis prikalamos važiuojamosios dalies pakraščiuose, kad vamzdelis būtų įtemptas. Užvažiavus transporto priemonei ant vamzdelio jame padidėja oro slėgis, tai ir yra signalas, pagal kurį skaitiklis užregistruoja pravažiuojančią transporto priemonę. Prie skaitiklio – klasifikatoriaus MARKSMAN 660 galima prijungti viena arba du vamzdelius. Jei prijungimas tik vienas vamzdelis, skaitiklis fiksuotų tik transporto priemonių skaičių, kai naudojami du vamzdeliai patiesti skersai gatvės tam tikru atstumu vienas nuo kito (dažniausiai 1m), tada galima nustatyti transporto priemonės važiavimo greitį, kryptį bei jos ilgį bei atstumus tarp ašių, t.y. tokiu atveju skaitiklis gali dirbti transporto srauto klasifikavimo į klases rėžime. Skaitikliai su vamzdiniais davikliais paprastai naudojami kaip lengvai transportuojama įranga trumpalaikiam eismo intensyvumui registruoti. Pagal gamintojų nurodomas technines charakteristikas, vamzdinis daviklis paprastai atlaiko nuo 0,5 iki 1 milijono transporto priemonių poveikį. Naudojant vamzdinius daviklius įrengiamos kilnojamos eismo intensyvumo matavimo vietos.

Dirbant su 2 vamzdiniais davikliais yra galimas transporto priemonių klasifikavimas į 13 grupių. Klasifikavimo kriterijai yra:

- Transporto priemonės ilgis;
- Atstumas tarp ašių;
- Ašių skaičius.

Skirstymas atliekamas pagal europinę klasifikavimo lentelę GRO3 – EUR13 pateiktas 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Transporto priemonių skirstymas pagal GRO3 – EUR13 [32]

Eil. Nr.	Transporto priemonės pavadinimas
1.	Lengvieji automobiliai, lengvieji automobiliai su priekabomis, lengvi sunkvežimiai
2.	2 – ašiai sunkvežimiai
3.	3 – ašiai sunkvežimiai
4.	4 – ašiai sunkvežimiai
5.	2 – ašiai sunkvežimiai su priekabomis
6.	3 – ašiai sunkvežimiai su priekabomis
7.	2 – ašiai sunkvežimiai su 1 – ašėmis puspriekabėmis
8.	2 – ašiai sunkvežimiai su 2 – ašėmis puspriekabėmis
9.	2 – ašiai sunkvežimiai su 3 – ašėmis puspriekabėmis
10.	3 – ašiai sunkvežimiai su 1 arba 2 – ašėmis puspriekabėmis
11.	3 – ašiai sunkvežimiai su 3 – ašėmis puspriekabėmis
12.	2 – ašiai ir 3 – ašiai autobusai
13.	Transporto priemonės su 7 ir daugiau ašių, nenustatytos (neaiškios) transporto priemonės

Informacija apie pravažiuojančias transporto priemones kaupiama skaitiklio atmintyje. Šią informaciją galima perkelti į asmeninio kompiuterio atmintį. Skaitiklio viduje esantis mikroprocesorius jį padaro universaliu prietaisu – galima keisti skaitiklio darbo rėžimus ir pajungiamų daviklių visumą. MARKSMAN 660 neturi jokių valdymo rankenėlių, visas skaitiklio valdymas ir informacijos nustatymas atliekamas per prijungimą į personalinį kompiuterį.

2.5. ASFALTO DANGOS SUIRTIES LYGIO NUSTATYMAS

Dabar yra daug metodų kelio dangos ir jos konstrukcijos būklei nustatyti, tačiau jie gana sudėtingi, juos naudojant reikalingi sudėtingi prietaisai, aparatūra ir įrengimai. Dangos būklei vertinti nėra kompleksinio rodiklio, kurio vertėms nustatyti nebūtų reikalingi sudėtingi prietaisai ir (arba) sudėtinga metodika [33]. Tam, kad būtų galima palengvinti dangos būklės nustatymo metodiką, reikalingas apibendrintas kriterijus dangos būklei nustatyti. Siūloma dangos būklę vertinti pažeistos (suirusios) dangos ploto procentais, nustatant, kiek danga gali būti pažeista, kai jos būklė yra: puiki, labai gera, gera, pakankama, patenkinama, ribinė (kritinė), nepatenkinama, bloga, labai bloga ir visai bloga. Naudojant rodiklį D ir metodą kelių asfaltinės dangos būklei vertinti, mokslininkų buvo nustatyta, kad jis pakankamai tiksliai ir objektyviai atspindi kelių dangos ir jos konstrukcijos eksploatacines savybes. Dangos būklė vertinama balais, pasinaudojant lentele. Gatvių asfalto dangos būklės vertinimas balais, priklausomai nuo suirties lygio D verčių pateiktas 2.4 lentelėje. Pagal dangos suirties lygio D vertes yra planuojami kelio dangos ir jos konstrukcijos remontai [34, 35, 36].

Dangos suirties mastas D, išreikštas %, nustatomas formule (2.2) [8]:

$$D = \frac{S_d + S_{pl} + S_p + S_{pr} + S_n + \sum_{i=1}^{n} l_i \cdot b_i}{S} \cdot 100; \quad (2.2)$$

čia:

S_d – tiriamajame ruože pažeistos išaižomis, ištrupomis, kraštų (briaunų) ištrupomis, išdaužomis, įgriuvomis ir užtaisytos lopais dangos plotas, m^2;

S_{pl} – dangos, pažeistos plyšiu tinklu, plotas, m^2;

S_p – dangos, pažeistos plastinėmis deformacijomis: vėžėmis, bangomis, slinktimis, įdubomis, plotas, m^2;

S_{pr} – dangos, pažeistos paviršiaus defektais: bitumo dėmėmis, ištirpusio bitumo vietomis, plotas, m^2;

S_n – dangos, pažeistos paviršiaus nuodyla; suplonėjusio viršutinio sluoksnio vietomis, sumažėjusio šiurkštumo vietomis, plotas, m^2;

l_i – atskiro i-tojo plyšio ilgis, m;

b_i – dangos juostos, praradusios stiprį, plotis iš abiejų i-tojo plyšio pusių, priklausantis nuo plyšio pločio, m. Tam, kad. Tam, kad perskaičiuoti tiesiniais metrais išmatuotus plyšius į plotą (pažeistos dangos), plyšių ilgis dauginamas iš standartinio pločio – 0,5 m [45].

S – tiriamo kelio ruožo visos asfaltbetonio dangos plotas, m^2.

Tyrimai rodo, kad rodiklis *D* glaudžiai susijęs su asfalto dangos nelygumu *IRI* ir dangos konstrukcijos stipriu, apibūdinamu stiprio koeficientu *K* (2.1 formulė).

Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad kuo didesnės būna kelio dangos pažaidų vertės, tuo mažesnis būna *K*: esant gerai ir patenkinamai kelio dangos būklei, kai suirties mastas D = 0 – 15 % dangos ploto, $K \geq 1$, o esant blogai jos būklei, kai suirties mastas D = 50 – 70 % dangos ploto, dangos konstrukcijos stiprio koeficientas $K < 0{,}8$.

Esant mažam stiprio koeficientui K (esant *K<1,0*), atsiranda deformacijos ir suirtys, mažinančios kelio dangos konstrukcijos patikimumą. Kai dangos konstrukcija pagal stiprį būna beveik vienoda, parametras *K* apie vidutinę vertę svyruoja neženkliai – tai sumažina pažaidų atsiradimo tikimybę ir padidina kelio dangos konstrukcijos patikimumą. Dangos konstrukcijos vienodumą galima įvertinti faktinio tamprumo modulio vidutiniu kvadratiniu nuokrypiu σ_E arba variacijos koeficientu V_E:

$$V_E = \frac{\sigma_E}{E_f} 100; \quad (2.3)$$

$\overline{E}_f$ – kelio dangos konstrukcijos faktinio tamprumo modulio vidutinė vertė (aritmetinis vidurkis).

Kai plyšių nėra arba kai jie pasitaiko retai – $V_E \leq 20$ %, o kai yra ženklūs dangos pažaidos (išdaužos, bangos, platūs ir gilūs plyšiai ir kt.) – $V_E \geq 55$ % .

Pagal atliktus tyrimus galima įvertinti dangos būklę balais, priklausomai nuo jos suirties masto D [8].

Gatvių dangos būklės vertinimas balais, priklausomai nuo jos suirties masto pateiktas 2.4. lentelėje

2.4. lentelė. Gatvių asfaltinės dangos būklės vertinimas balais, priklausomai nuo jos suirties masto D verčių

Eil. Nr.	Gatvių dangos būklė	Dangos būklės vertinimo balas	Dangos suirties mastas D, %
1	Puiki	10	<1
2	Labai gera	9	1-3
3	Gera	8	3-6
4	Pakankama	7	6-9
5	Patenkinama	6	9-12
6	Ribinė (kritinė)	5	12-15
7	Nepatenkinama	4	15-20
8	Bloga	3	20-25
9	Labai bloga	2	25-30
10	Visai bloga	1	>30

Paklaida gali atsirasti tik ten, kur vienai lygumo reikšmei gali būti priskiriamos skirtingos savo fizine būkle dangos. Pavyzdžiui, visiškai nauja danga dėl blogos darbų kokybės gali turėti tą patį IRI=5 m/km lygumą kaip ir labai geros paklojimo kokybės danga po, tarkim, 7 - 8 metų tarnavimo, dėl plyšių, duobių, lopų ir kitų pažaidų [8].

Automobilių kelių būklės kompleksinis vertinimas reikalingas tam, kad [33]:

1) giliai ir visapusiškai išanalizuoti kelio ar kelių tinklo eksploatacines savybes ir nustatyti ar jie tenkina vežimams keliamus ekonominius bei eismo saugumo reikalavimus;

2) suplanuoti priemones ir išlaidas kelių priežiūrai ir remontams;

3) įvertinti kelio tiesimo kapitalinio remonto ar rekonstrukcijos kokybę;

4) objektyviai palyginti savos ir kitų šalių būklę.

Visus kelių būklės kompleksinio vertinimo metodus sąlyginai galima suskirstyti i tris grupes [33]:

- kelio dangos konstrukcijos kokybės ir būklės vertinimo metodai;

• dangos geometrinių elementų įtakos automobilių važiavimo greičiui ir eismo saugumui vertinimo metodai;

• kelio būklės ir jo inžinerinės įrangos poveikio vairuotojams ir keleivių aptarnavimo lygiui vertinimo metodai.

2.6. DANGŲ VALDYMO SISTEMA „DAVASEMA“

Eksploatuojant gatvę, dangos kokybė palaipsniui prastėja, o danga yra vienas svarbiausių kelio struktūrinių elementų. Norint sulėtinti dangos degradaciją, būtina tinkamai parinkti ir vykdyti gatvės priežiūrą ir remontą, bei optimaliai paskirstyti lėšas šiems darbams atlikti.

Tam yra skirtos automobilių kelių ar gatvių dangų valdymo sistemos DVS, kurios šiuo metu pasaulyje itin plačiai naudojamos. DVS buvo sukurtos siekiant pagerinti kelių priežiūros darbų planavimą ir lėšų panaudojimą. Šios sistemos vis dar nuolat tobulinamos, kas 3 – 4 metus sukuriant ir įdiegiant naujos metodikos [42].

Dangų valdymo sistemos pagrindiniai tikslai:

- nustatyti kiek reikia skirti lėšų tinkamai kelių ar gatvių tinklo būklei pasiekti;
- pateikti ateinančių metų arba planuojamo laikotarpio remontų programą, užtikrinančią didžiausią ekonominį efektą;
- pateikti ilgalaikę kelių ar gatvių tinklo būklės prognozę esant įvairiems finansavimo variantams;
- nustatyti kelio naudotojų nuostolius dėl nepakankamo kelių finansavimo.

Lietuvos Automobilių kelių direkcijos (LAKD) valdymo sistema „DAVASEMA“ buvo sukurta Lietuvos automobilių kelių direkcijos pavedimu ir yra skirta optimaliai dangos remonto rūšiai ir racionaliai technologijai, remiantis esamos būklės įvertinimu, taip pat kokybiniais ir ekonominiais rodikliais.

„DAVASEMA“ (pagal **DA**ngų **VA**ldymo **S**ist**EMĄ**) buvo pradėta kurti 1993 metais. Sistemos „DAVASEMA“ pagrindas – Pasaulio Banko sukurtas modelis HDM – III (Highway Design and Maintenance Model – automobilių kelių projektavimo ir priežiūros modelis), kuris naudojamas dešimtyje pasaulio šalių.

“DAVASEMA” – tai vienintelė tokio pobūdžio lietuviška programa, naudojama investicijų kelių tiesimui bei taisymui, ekonominiam pagrindimui [43].

Ši sistema skirta spręsti šiuos pagrindinius uždavinius:

- Sudaryti remontuojamų kelių prioritetų sąrašus;
- Prognozuoti Lietuvos kelių tinklo būklę ateityje priklausomai nuo kelių priežiūrai, remontams, ar rekonstrukcijai skiriamų lėšų kiekio.

"DAVASEMA" naudoja informaciją iš LAKD informacinės sistemos sudėtinių dalių, t.y. iš kelių duomenų banko "Lietuvos keliai", eismo intensyvumo duomenų bazės, vizualinių apžiūrų duomenų bazės, medžiagų ir darbų kainų katalogo.

Duomenų valdymo sistemos "DAVASEMA" įvedimo duomenys yra:

- Eismo intensyvumas;
- Automobilių parko sudėtis ir kainos;
- Ašiniai svoriai;
- Dangos būklė (lygumas pagal IRI, stiprumas);
- Geometriniai kelio parametrai;
- Atliekamų darbų rūšys ir kainos;
- Ekonominiai parametrai, t.y. BVP (Bendras vidaus produktas) augimo prognozė, gyventojų skaičiaus augimo prognozė, gyventojų pajamų prognozė.

Šios sistemos esmė yra apskaičiuoti kelio (gatvės) naudotojų santaupas, palyginant kelio naudotojų išlaidas prieš remontą ir išlaidas po remonto. O šie skaičiavimai, atliekami naudojant TKTI duomenis:

- Dangų irimo modeliai;
- Papildomo dangos sluoksnio skaičiavimo modeliai;
- Kelio naudotojų išlaidų skaičiavimo modeliai (taikomas HDM - III);
- Ekonominio efekto nustatymo modeliai;
- Eismo intensyvumo augimo, kuro sunaudojimo, kuro pasiskirstymo ir kitos prognozės;
- Darbų ir medžiagų kainos bei jų kitimo prognozė.

Gatvės ar keliai skirstomi homogeninius ruožus – dangų valdymo sistemos sekcijas. Ruožas turi būti pakankamai vientisas pagal savo fizines savybes (stiprį dangos lygumą, defektų kiekį, eismo intensyvumą ir sudėtį).

Pagal šią sistemą:

- Atsižvelgiant į dangos būklę bei eismo intensyvumą, kiekvienam objektui nustatomas remonto poreikis ir tinkamiausias jo būdas;
- Kiekvienam remonto būdui nustatoma orientacinė kaina;
- Sudaromi remontuotinų ruožų prioritetų sąrašai.

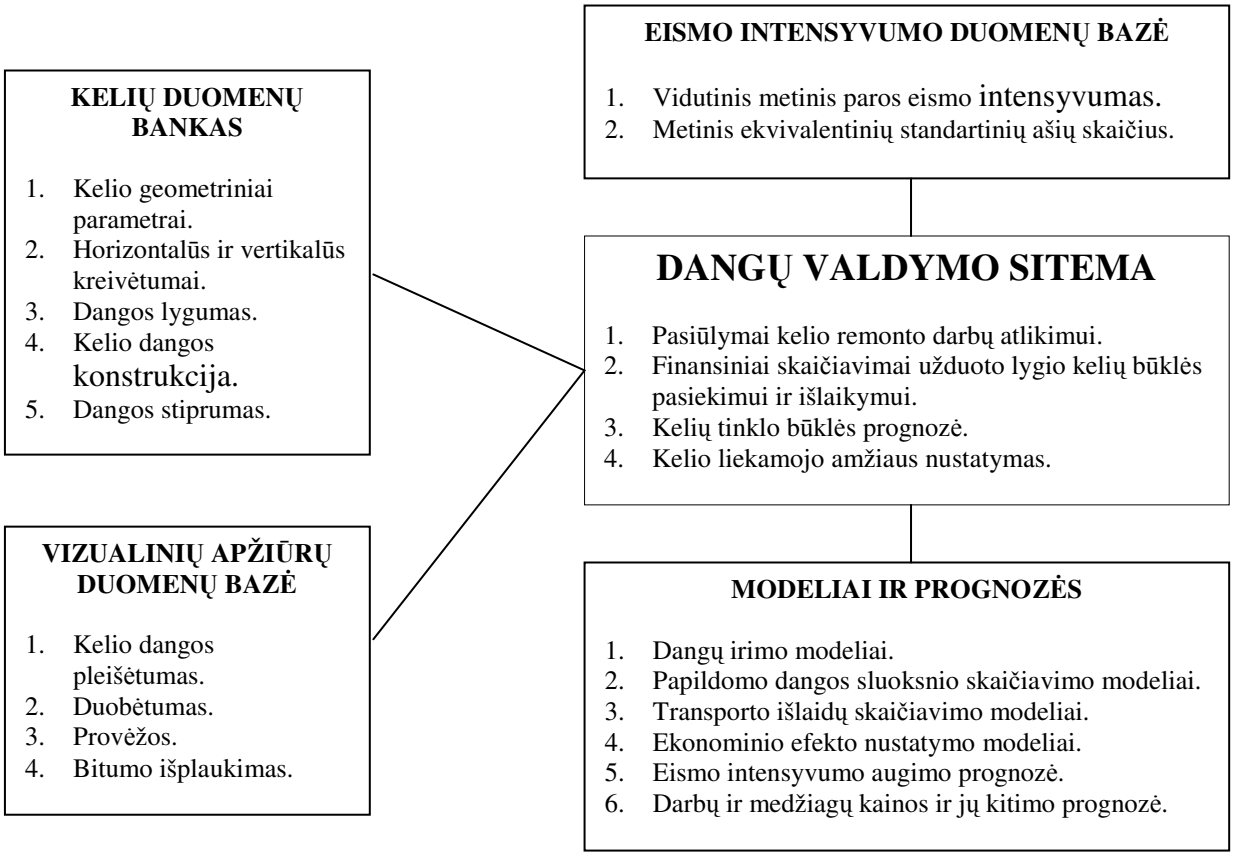
Įvedus visus reikalingus duomenis "DAVASEMA" kiekvienam homogeniniam ruožui apskaičiuoja:

- Remontų tipą, remonto metus;
- Remontų metu uždedamo sluoksnio storį;
- Remonto kainas;

- Kelio naudotojų išlaidas;
- Vidinės grąžos normą ir ekonominį efektą;
- Lygumo kitimus;
- Kelių tinklo lygumo bei stiprumo prognozę, priklausomai nuo finansavimo;
- Greičiausiai atsiperkančių ruožų sąrašą, kuriame duomenys pateikiami vidinės grąžos normos mažėjimo tvarka.

Galutinis sistemos rezultatas – ***prioritetų sąrašas.*** Tai gali būti gatvių tinklo prioritetų sąrašas vidutiniam ar kapitaliniam remontui atlikti. Daugiausiai "DAVASEMA" skirta LAKD žinioje esančių asfaltuotų kelių remontų planavimui, tačiau viena iš sudedamųjų dalių gali būti sėkmingai taikoma ir gatvių remontų planavimui [44].

Dangų valdymo sistemos "DAVASEMA" darbinė struktūra pateikiama 2.17 pav.



2.17 pav. "DAVASEMA" struktūros schema [44]

2.7. KELIO KONSTRUKCIJOS FUNKCIONAVIMO TRUKMĖ

Atliekant priežiūros darbus, kelio elementų ir konstrukcijų atsparumas, geometrinės formos ir kitos charakteristikos nesikeičia. Dirbant sunaudojama daugiau jėgos, o medžiagų mažai [37].

Norint išlaikyti [38] automobilių kelių, kaip vienos svarbiausių susisiekimo sistemos infrastruktūros dalių, patikimumą būtina daugiausia dėmesio telkti kelių tiesimo kokybės gerinimui, laikytis techninių reikalavimų reglamento automobilių keliams nuostatų, standartų privalomųjų reikalavimų, kartu atsižvelgti į rekomendacijas, kaip gerinti dvi pagrindines kelio konstrukcijos savybes – jų stabilumą ir funkcionavimo trukmę (ilgaamžiškumą).

Ilgaamžiškumas – tai kelio konstrukcijos gebėjimas atlaikyti kenksmingus oro, vandens bei temperatūros pokyčių poveikius. Kelio konstrukcijos ilgaamžiškumo rodiklis yra tarpremontinė jo tarnavimo trukmė. Tarpremontinis laikotarpis – tai laikas nuo kelio atidavimo naudoti iki pirmojo jo remonto pradžios [37]; kai kelias jau yra eksploatuojamas tarpremontinis laikotarpis apibrėžiamas kaip laikotarpis tarp vidutinių ar kapitalių remontų. Specialistai tvirtina, kad laikotarpis tarp remontų turi būti 11–12 metų, o dabar dauguma kelių reikia remontuoti kas 6–7 metus [39]. Keliai dėvisi greičiau, nei numato projektuotojai, ne tik dėl didelio eismo intensyvumo, neleistinų apkrovų, bet ir dėl ypatingų klimatinių sąlygų. Lietuvoje oro temperatūra, kaip buvo minėta, gali kisti nuo 35 laipsnių šalčio iki 35 laipsnių karščio.

Kelio dangos funkcionavimo trukmė nustatoma, įvertinant jos konstrukcijos patvarumą. Kelio patvarumas – tai kompleksinis kelių eksploatacijos rodiklis, rodantis, kiek krovinių galima pervežti keliu, kol jam prireiks kapitalinio remonto. Kelio dangos konstrukcijos funkcionavimo trukmė gali kisti, priklausomai nuo eismo sudėties, klimato sąlygų, dangos konstrukcijos sluoksnių storio bei stiprio, dangos konstrukcijai įrengti naudojamų medžiagų kokybės ir daugelio kitų veiksnių.

Asfalto ilgaamžiškumą galima nustatyti pagal [40]:

1) medžiagos savybę priešintis ciklinei apkrovai iki pilno suirimo, kurios įtempiai lenkimui yra didesni už įtempius gniuždymui, o atsparumas lenkimui yra kelis kartus mažesnis už atsparumą gniuždymui;

2) medžiagos atsparumą nuovargiui, kuris pasireiškia medžiagos savybe kaupti savyje liekamas deformacijas, dėl kurių įvyksta medžiagos suirimas.

Stabilumu vadiname kelio konstrukcijos, dangos konstrukcijos ar jos sluoksnių gebėjimą atlaikyti judančių transporto priemonių ratų apkrovas be liekamųjų deformacijų. Stabilumo trūkumas pasireiškia tuo, kad atsiranda nelygus, banguotas dangos paviršius, vėžės, įdubos, duobės [38].

Stabilumas, ilgaamžiškumas ar atsparumas klimato veiksniams yra glaudžiai susiję su kelio konstrukcijos sluoksnių tankiu. Žemės sankasos grunto, pagrindo iš mineralinių medžiagų, asfalto dangos sluoksnių tankis išreiškiamas sutankinimo rodikliu; tankio reikalavimai pagrįsti remiantis teorija „stabilumas – tuštymės“, pagal kurią teigiama [38], kad gruntas ar kelio dangos konstrukcijoms naudojami ruošiniai, kurie yra tankūs (su mažai tuštymių), bus stabilūs ir atsparūs.

Taigi galima sakyti, kad viena svarbiausių automobilių kelių ir dangų konstrukcijų stabilumo bei ilgaamžiškumo laidavimo priemonių yra žemės sankasos ir dangos konstrukcijų sutankinimo laipsnis. Pagal techninių reikalavimų reglamento automobilių keliams projektą, reikalaujami konstrukcinių sluoksnių sutankinimo rodikliai pateikiami KTR 1.01:2008 [41]. Reikalingam sutankinimo rodikliui pasiekti turi įtakos ne tik medžiagų būklė: grunto – drėgmės, tankinamo sluoksnio storis, temperatūra dirbant žiemą; mineralinių medžiagų – granuliometrinė sudėtis, tankinamo sluoksnio storis, drėgmė; asfalto mišinių – mišinio markė, temperatūra, bet ir pasirinktas sluoksnių tankinimo metodas (statinis, vibracinis ir pastaruoju metu dėl įvairių privalumų taikomas osciliacinis) bei metodui naudojamos tankinimo priemonės [38].

Dangos darbas [8]

Dangos darbas yra nagrinėjamas funkciniu, struktūriniu ir saugaus eismo požiūriu. Struktūrinis dangos darbas siejamas su jos fizine būkle: plyšių atsiradimu, dangos erozija ir kitomis pažaidomis, neigiamai veikiančiomis dangos konstrukcijos nešančiąją galią. Funkcinės dangos darbas nusako, kaip danga tarnauja jos naudotojui. Dominuojanti dangos charakteristika yra važiavimo komfortas arba važiavimo kokybė. Važiavimo komfortui nustatyti AASHTO kelių tyrimo poligone sukurta dangos paslaugos lygio ir darbo koncepcija yra naudojama projektinėse lygtyse kaip dangos darbo metai.

Dangos paslaugos lygis išreiškiamas esamu paslaugos indeksu (PSI), kuris nustatomas iš dangos nelygumo ir pažaidų (plyšių, duobių, vėžių) matavimų, atliekamų reguliariai per visą dangos tarnavimo laiką. Nustatant dangos PSI, dominuojantis rodiklis yra nelygumas.

PSI paskaičiavimui sudarytos specialios lygtys, kurios pagrįstos kelių tyrimo poligono rezultatais. Kadangi santykinai mažą įtaką PSI turi fizinės pažaidos, tai sudaro sunkumų gaunant informaciją apie juos, dažnai važiavimo kokybė nustatoma vien iš nelygumo matavimų. Pažaidų kiekis priimamas įvertinant galutinę PSI reikšmę.

Kadangi dangos nelygumas yra svarbi projektuojamos dangos savybė, todėl jo kaita įgalina kontroliuoti dangos tarnavimo ciklo trukmę. Šiuo požiūriu, statybos kokybė sąlygoja projektuojamos dangos darbą ir tarnavimo ciklo trukmę. Pradinis dangos nelygumas yra svarbi projektavimo sąlyga. Pavyzdžiui, danga, kurios pradinis nelygumas arba PSI lygus 4,5, turės žymiai ilgesnį tarnavimo ciklą nei danga su pradiniu PSI lygiu 4. Tokiu būdu, dangos statybos kontrolės kokybė turi teigiamą poveikį jos darbui (tarnavimo ciklo trukmei).

PSI kinta nuo 0 iki 5, kai 5 atitinka aukščiausią paslaugos lygio indeksą. Projektuojant dangą, priimamos pradinio ir galutinio PSI reikšmės.

Pradinis paslaugos lygio indeksas PSI_o nustatomas tuoj po dangos įrengimo. Kelių tyrimo poligono sąlygomis nestandžioms dangoms jis siekia 4,2. Esant statybos metodų ir standartų

įvairovei, rekomenduojama, kad remiantis vietos sąlygomis būtų naudojamos kuo kiekviena tikslesnės indekso reikšmės.

Galutinis paslaugos lygio indeksas PSI_t yra žemiausias galimas lygis duotai automobilių kelio klasei prieš naujos dangos klojimą ar rekonstrukciją. Svarbiausių automobilių kelių projektavimui siūloma PSI_t (min) naudoti 2,5 ar 3 reikšmes, žemesnių klasių keliams - 2. Antraeiliuose keliuose, kai ekonominiais sumetimais mažinamos statybos išlaidos, šis indeksas gali siekti 1,5. Tokią PSI_t reikšmę siūloma naudotina tik tam tikrais atvejais parinktom automobilių kelių klasėms.

Pagrindiniai dangos paslaugos lygio mažėjimą lemiantys veiksniai yra eismas, laikas ir aplinka. Šie veiksniai nagrinėjami, nustatant projektavimo poreikį. Tačiau, reikia pripažinti, kad šių elementų atskiras ar bendras poveikis šiuo metu nėra aiškiai nusakomas, ypač laiko poveikis. Yra žinoma, kad, laikui bėgant, pakinta dangos įrengimui panaudotų medžiagų savybės. Šie pakitimai gali teigiamai paveikti dangos darbą, bet daugeliu atvejų laikas yra negatyvus veiksnys, mažinantis dangos paslaugos lygį.

Didelis dėmesys skiriamas aplinkos poveikiui į dangos darbą įvertinti, kai susiduriama su žemės sankasos išbrinkimu ir iškylomis.

Bendras PSI pakitimas bet kuriuo metu gaunamas, sumuojant neigiamą eismo, išbrinkimo ir iškylų poveikį:

$$\Delta PSI = \Delta PSI_{eismo} + \Delta PSI_{\text{išbrinkimo/iškylų}} \qquad (2.4)$$

kur:

ΔPSI - bendras paslaugos lygio sumažėjimas,

ΔPSI_{eismo} - paslaugos sumažėjimas dėl eismo (ESA),

$\Delta PSI_{\text{išbrinkimo/ iškylų}}$ - paslaugos lygio sumažėjimas dėl žemės sankasos išbrinkimo ir iškylų.

Daugelyje išbrinkimo atvejų galima sumažinti jo poveikį, stabilizuojant brinkimui jautrius gruntus arba juos pakeičiant nebrinkstančiais gruntais. Taikant šiuos metodus, išbrinkimo poveikis dangos tarnavimo ciklo trukmei nenustatomas.

Jei projektavimo metodika leidžia sumažinti žalingą iškylų poveikį dangai, tai paslaugos lygio sumažėjimas dėl iškylų nenustatomas. Plačiausiai naudojamas iškylų poveikio sumažinimo metodas yra šalčiui jautrių medžiagų pakeitimas šalčiui atspariomis medžiagomis gylyje, kuris lygus pusei ar didesniam kaip pusė įšalimo gylio.

2.8. ANTROJO SKYRIAUS IŠVADOS

1. Asfalto dangos pažaidos susidaro dėl: projektavimo klaidų, netinkamos gamybos darbų technologijos, netinkamos priežiūros, automobilių ratų daugkartinio apkrovų poveikio, nepakankamo kelio konstrukcijos stiprumo, temperatūrų svyravimų, dangos senėjimo, per didelių apkrovų į automobilio ašį, žiemos metu naudojamų dygliuotų padangų, dažno stabdymo.
2. Labiausiai paplitusios nestandžių dangų pažaidos – plyšiai, kurie sudaro iki 70 % visų pažaidų.
3. Lietuvoje pažaidos nustatomos: vizualiai ir naudojant mobilią kelių tyrimo laboratoriją RST 28.
4. Vertinant pažaidas reikia atsižvelgti į: tikimybę, kad pažaidų buvimo atveju jos liko nepastebėtos; gautų rezultatų teisingumą ir tikslumą; aplinkos sąlygas, kurioms esant būna atlikti stebėjimai ir matavimai.
5. Lietuvoje transporto eismo intensyvumas matuojamas:
    - vizualiai;
    - naudojant įrangą (kilpinius daviklius, įmontuojamus asfalto dangoje; guminius vamzdinius daviklius, ištemptus per kelio važiojamąją dalį virš asfalto dangos bei automatinį skaičiuoklį – klasifikatorių Marksman 660).
6. Asfalto dangos pažaidos vertinamos:
    - naudojant matematinę formulę, pažeistos dangos plotui apskaičiuoti ir ją įvertinti balais;
    - naudojant Lietuvos automobilių kelių direkcijos dangų valdymo sistemą „Davasema“.

3. VILNIAUS MIESTO GREITO EISMO GATVIŲ DANGŲ PAŽAIDŲ LYGIO NUSTATYMO IR TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO TYRIMAI

3.1. TYRIMO METODIKA

Vilniaus miesto pažaidų vizualiniai tyrimai. Pagal nelygumo matavimų rezultatus, vizualinių gatvių dangų būklės apžiūrų duomenis, eismo intensyvumą, duomenis apie remontus bei gatvių techninius duomenis Vilniaus miesto gatvės buvo suskirstytos į homogeniškus ruožus. Sudarant homogeniškus ruožus, buvo atsižvelgta į gatvės nelygumą, pažaidų kiekį ir eismo intensyvumą. Kadangi minimali atkarpa, kurioje matuojamas nelygumas, yra 50 metrų, homogeniniai ruožai buvo fiksuojami 50 metrų tikslumu. Ruožus buvo stengiamasi suformuoti taip, kad jų pradžios ir pabaigos sutaptų su sankryžų vietomis, išskyrus tuos atvejus, kai dangos būklės parametrai žymiai skyrėsi [46, 47].

Vizualinės apžiūros (3.1 pav.) buvo atliekamos gatvę dalinant į 200 m ruoželius, išskyrus tuos ruožus, kur nelygumai ar dangos pažaidos 200 m ribose labai skiriasi arba gatvės pabaigoje. Ruožų plotai apskaičiuoti remiantis ruožo ilgio ir gatvės pločio duomenimis.

Atliekant vizualinius pažaidų tyrimus buvo fiksuojamos ir sumuojamos tokios dangos pažaidos:

1) plyšių tinklas;
2) skersiniai plyšiai;
3) lopai;
4) duobės.

Gatvių ruožų pradžios ir pabaigos kilometras atitinka atstumą nuo taško, laikomo gatvės pradžia (pagal VGTU Kelių katedros Automobilių kelių mokslo laboratorijos gautus duomenis). Ruožai, kur vizualinės apžiūros buvo vykdomas dviem kryptimis defektuojant atskirai dešinę ir kairę važiuojamąsias dalis, pažymėti pagal tai, kuria kryptimi toje važiuojamojoje dalyje vyksta eismas tikrosios gatvės krypties atžvilgiu – pirmyn (kryptis nuo gatvės pradžios link pabaigos, arba dešinė gatvės pusė) arba atgal (kryptis nuo gatvės pabaigos link pradžios, arba kairė gatvės pusė). Ruožuose, kuriuose gatvės dešinė ir kairė važiuojamosios dalys nėra išskirtos, kryptis pažymėta “n” raide.

Eksperimentinio tyrimo metu buvo atrinktos 11 Vilniaus miesto gatvių (Kareivių g., Antakalnio g., Olandų g., Minsko pl., Dariaus ir Girėno g., Savanorių pr., Oslo g., Laisvės pr., T. Narbuto g., Geležinio Vilko g., Ukmergės g.) (3.1 ir 3.2 lentelės), kurių vizualinės apžiūros buvo atliekamos 2005 m. – 2006 m. rugpjūčio - spalio mėn. Tuo pačiu laikotarpiu buvo vykdomi miesto

gatvių dangos taisymo ir remonto darbai. Kai kurių iš tirtų gatvių danga taip pat buvo taisoma. Gatvėse arba gatvių ruožuose, kur vizualinės apžiūros buvo atliktos prieš minėtus darbus, nustatyti dangos pažaidų kiekiai pagal pažaidų rūšį gali neatitikti tikrovės, nes dalis tų pažaidų galėjo būti ištaisyta. Tačiau, bendras pažeistos dangos plotas (įvertinus užlopymus ir pan.) turėjo mažai pasikeisti.



3.1 pav. Asfalto dangų pažaidų vizualiniai tyrimai

Atliekant asfalto dangų vizualinius tyrimus pažaidų skaičius buvo sumuojamas kiekviename 200 m ruože. Gauti duomenys buvo naudojami gatvių būklei nustatyti. Gatvių būklės nustatymui buvo naudojami 2 būdai:

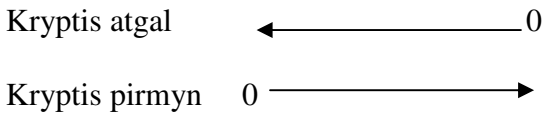
- gatvių dangos suirimo lygio apskaičiavimas ir įvertinimas balais, pagal 2.2 formulę;
- dangų valdymo sistema "DAVASEMA".

Atliekant skaičiavimus dangų valdymo sistema „Davasema" būtina žinoti visų ruožų paskutinio remonto sluoksnio storį, visą juodos dangos storį bei pagrindo storį. Neturint šių duomenų, buvo padarytos šios prielaidos:

- paskutinio uždengto sluoksnio storis – 10 cm;
- visas juodos dangos storis visiems ruožams – 15 cm;
- pagrindo storis – 25 cm.

- vidutinis automobilių greitis 45 km/h.

Tais atvejais, kai gatvės eismo kryptys yra atskirtos skiriamąja juosta, kryptis atgal ir kryptis pirmyn buvo analizuojamos atskirai. Atskaitos taškas kryptyse yra 0, kaip pavaizduota žemiau esančiame paveiksle:



3.1 lentelė. 2005 metais tirtų gatvių ruožai [46]

Eil. Nr.	Pradžia, km	Pabaiga, km	Kelio pavadinimas	Kryptis	Plotas, m^2	Nelygumas, m/km	Pastaba
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,00	1,32	Dariaus ir Girėno g.	n	15780	6,91	Nuo Meistrų stotelės ženklo link oro uosto. PK 0+00. Dariaus ir Girėno g. pabaiga prie oro uosto, sankryža su F. Vaitkaus gatve, prie šviesoforo. PK 15+17.
2	0,00	1,54	Geležinio Vilko g.	n	12288	4,38	Atkarpos pradžia važiuojant link Ukmergės pl. prie kelių išsiskyrimo ženklo prieš Ozo g. viaduką PK 0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga prie šviesoforo ties sankryža su Ukmergės pl. važiuojant nuo Molėtų pl. PK 15+36.
3	0,00	1,09	Geležinio Vilko g.	n	8720	5,35	Pradžia važiuojant nuo Molėtų pl. pusės link Vilniaus centro, nuo stotelės prie Visorių sodų (už stotelės nuo 1 stulpo, sena danga) PK0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga už viaduko virš Ateities g. prie apsisukimo ženklo PK 10+90.
4	0,00	1,57	Geležinio Vilko g.	n	12528	5,00	Pradžia važiuojant nuo automobilių salono"Škoda" (nuo Ukmergės pl.) prie kelio ženklo sustoti ir stovėti draudžiama link Molėtų pl. PK 0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga ties posūkiu į Molėtų pl. pusę prie ženklo "pagrindinis kelias" PK 46+46.
5	1,57	2,09	Geležinio Vilko g.	n	4208	2,49	
6	2,09	2,20	Geležinio Vilko g.	n	864	3,55	
7	2,20	2,73	Geležinio Vilko g.	n	4248	5,51	
8	2,73	4,65	Geležinio Vilko g.	n	12120	3,56	
9	0,00	0,20	Kareivių g.	p	1600	2,35	Važiuojant nuo sankryžos su Žirmūnų g. iki Valakampių tilto. Pradžia prie pėsčiųjų perėjos ženklo. PK 0+00. Atkarpos pabaiga prie Valakampių tilto pradžios PK 6+73.
10	0,20	0,67	Kareivių g.	p	3784	3,76	
11	0,00	0,66	Kareivių g.	a	5256	2,52	Nuo Valakampių tilto link Žirmūnų. PK 0+00. Atkarpos pabaiga prie sankryžos su Žirmūnų gatve, prie šviesoforo. PK 6+57.
12	0,00	0,68	Laisvės pr.	p	6800	5,41	Atkarpos pradžia važiuojant nuo Savanorių pr. žiedo link Oslo g. nuo juodo ventiliacijos vamzdžio (2 stulpas) PK 0+00. Laisvės pr. atkarpos pabaiga ties Oslo g. prie kelių išsiskyrimo ženklo. PK 6+80.
13	0,00	0,64	Laisvės pr.	a	7040	4,84	Atkarpa nuo Oslo g. iki Savanorių pr. žiedo, nuo žaliosios juostos pabaigos (dešinėj pusėj nuo Oslo g.) PK 0+00. Laisvės pr. pabaiga ties stulpu su ženklais: „eismas ratu", „sankryža su pagrindiniu keliu", ir ženklu, nurodančiu eismo juostų kryptis. PK 6+40.
14	0,00	0,37	Minsko pl.	n	4392	3,14	Važiuojant nuo Liepkalnio gatvės iš miesto. Nuo kelio numeracijos ženklo PK 0+00. Minsko plento atkarpos (dvi juostos einančios iš miesto) pabaiga prie Vilniaus ribos ženklo. PK 3+66.
15	0,00	1,45	Olandų g.	p	11576	6,15	Pradžia važiuojant link Antakalnio g. už Belmonto žiedo nuo pėsčiųjų perėjos ženklo (dešinėje pusėje) lygiagrečiai su "Lukoil" degaline PK 0+00. Olandų g. pabaiga prie Olandų žiedo (su Antakalnio g.) prie ženklo, nurodančio kryptį į Panevėžį, Uteną, Švenčionis PK 14+47.

3.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8
16	0,00	1,39	Olandų g.	a	11152	5,66	Pradžia važiuojant nuo Olandų žiedo link Zarasų g. pradedant nuo stulpo su kelių ženklinimo ženklu (A3, A15, 103) PK 0+00. Olandų g. pabaiga prieš sankryžą su Polocko g. prie pėsčiųjų perėjos ženklo PK 13+94.
17	0,00	0,79	Oslo g.	p	14184	4,06	Važiuojant link Gariūnų nuo Laisvės pr., nuo ženklo „apvažiuoti iš dešinės arba kairės“. PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga (2 juostos), ties pėsčiųjų viaduku, prie stacionaraus greičio matuoklio. PK 7+88.
18	0,00	0,40	Oslo g.	p	7200	5,13	Važiuojant nuo pėsčiųjų viaduko link Gariūnų, nuo stacionaraus greičio matuoklio. PK 0+00 (kur buvo PK 7+88). Oslo g. atkarpos pabaiga, tilto per Nerį galas, prie metalinių sandūrų. PK 22+12 (tiltas matuotas).
19	0,40	2,21	Oslo.g	p	32616	3,47	
20	0,00	0,20	Oslo g.	a	3600	6,21	Važiuojant nuo Gariūnų link Laisvės pr., nuo tilto per Nerį metalinių sandūrų (tiltas matuojamas) PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga prie pėsčiųjų viaduko esančio stacionaraus greičio matuoklio PK 22+05.
21	0,20	1,60	Oslo g.	a	25200	3,20	
22	1,60	2,21	Oslo.g	a	10890	2,28	
23	0,00	0,82	Oslo.g	a	14760	5,42	Važiuojant link Laisvės pr. nuo pėsčiųjų viaduko, nuo stacionaraus matuoklio. PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga, susikirtimas su Laisvės pr., žaliosios salelės pabaiga dešinėje pusėje. PK 8+20.
24	0,00	0,50	Savanorių pr.	n	5000	3,58	Pradžia važiuojant nuo Vilkpėdės g. link Riovonių g. PK 0+00. Savanorių pr. atkarpos pabaiga ties sankryža su Riovonių g. prie šviesoforo prieš sankryža PK 5+00.
25	0,00	1,80	Savanorių pr.	p	18000	2,77	Atkarpos pradžia važiuojant nuo sankryžos su Riovonių g. prie pėsčiųjų perėjos šviesoforo link Kauno pusės PK 0+00. Savanorių pr. atkarpos pabaiga pravažiavus Vilniaus miesto ribos pabaigos ženklą ties nauja danga, važiuojant nuo sankryžos su Riovonių g. link Kauno PK 43+41.
26	1,80	4,34	Savanorių pr.	p	25410	3,95	
27	0,00	0,80	Savanorių pr.	a	8000	2,88	Atkarpos pradžia važiuojant nuo Kauno pusės link Vilniaus miesto centro (nuo Vilniaus miesto ribos pradžios ženklo prieš viaduką) PK 0+00.Savanorių pr. atkarpos pabaiga prie sankryžos su Riovonių g. (prie šviesoforo) PK 42+82.
28	0,80	2,80	Savanorių pr.	a	20000	3,27	
29	2,80	4,28	Savanorių pr.	a	14820	3,40	
30	0,00	2,36	T.Narbuto g.	a	23550	2,81	Pradžia, važiuojant nuo Pedagoginio universiteto žiedo, nuo stotelės „Pedagoginis universitetas“ link Laisvės pr. PK 0+00. Pabaiga prie Laisvės pr., prie ženklo nurodančio kryptį į Kauną ir Gardiną (naujos dangos pradžia). PK 23+55.
31	0,00	2,39	T.Narbuto g.	p	23880	3,20	Važiuojant nuo Laisvės pr. link Pedagoginio universiteto. Nuo naujos dangos pabaigos PK 0+00. Pabaiga prie Pedagoginio universiteto žiedo, prie stotelės „Pedagoginis universitetas“ PK 23+88.
32	0,00	0,20	Ukmergės g	p	3800	1,95	Atkarpos pradžia važiuojant nuo sankryžos su Geležinio vilko g. link Panevėžio pusės, pradžia prie kelių išsiskyrimo ženklo prieš Ozo g. viaduką PK 0+00. Sankryža su Laisvės pr. ir P. Žadeikos g. PK 26+00. Atkarpos pabaiga prie Vilniaus miesto ribos ženklu (važiuojant link Panevėžio) PK 38+92.
33	0,20	1,20	Ukmergės g	p	19000	3,62	

3.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8
34	1,20	3,89	Ukmergės g	p	51148	2,35	
35	0,00	0,80	Ukmergės g	a	15200	3,20	Atkarpos pradžia važiuojant nuo Panevėžio pusės (nuo miesto pradžios ženklo) link Geležinio vilko g. PK 0+00. Sankryža su Laisvės pr. ir P. Žadeikos g. PK 12+00. Atkarpos pabaiga pravažiavus po Ozo g. viaduku, prie autobusų sustojimo stotelės "Šeškinė" PK 37+85.

3.2 lentelė. 2006 metais tirtų gatvių ruožai [47]

Eil. Nr.	Pradžia, km	Pabaiga, km	Kelio pavadinimas	Kryptis	Plotas, m^2	Nelygumas, m/km	Pastaba
1	0,00	0,80	Antakalnio g.	Nesvarbu	12800	4,15	Pradžia prie Olandų žiedo, prie pėsčiųjų perėjos ženklo, važiuojant link Nemenčinės pl. Atkarpo pabaiga prie šviesoforo tie sankryža su Žolyno g.
2	0,80	1,00	Antakalnio g.	Nesvarbu	3200	6,08	
3	1,00	2,15	Antakalnio g.	Nesvarbu	17824	4,96	
4	0,00	0,91	Dariaus ir Girėno g.	Nesvarbu	15984	3,95	Pradžia nuo sankryžos su Žirnių g., nuo stulpo su ženklu „60". Ruožo pabaiga prieš sankryža su Pelesos g., prie šviesoforo.
5	0,00	7,81	Laisvės pr.	Pirmyn	153820	4,73	Pradžia prie kelio ženklo „Sustoti draudžiama", važiuojant nuo sankryžos su Pašilaičių g. link Oslo g. Pabaiga ties sankryža su Oslo g., prie žalios skiriamosios juostos pabaigos.
6	0,00	0,60	Laisvės pr.	Atgal	11320	3,05	Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės", važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599
7	0,60	3,80	Laisvės pr.	Atgal	64000	4,26	
8	3,80	4,20	Laisvės pr.	Atgal	8000	2,50	
9	4,20	5,20	Laisvės pr.	Atgal	20000	3,40	
10	5,20	5,31	Laisvės pr.	Atgal	2280	3,41	
11	5,31	6,80	Laisvės pr.	Atgal	28840	4,92	
12	6,80	6,98	Laisvės pr.	Atgal	3600	6,67	
13	6,98	7,60	Laisvės pr.	Atgal	11820	6,05	
14	0,00	0,20	Savanorių pr.	Nesvarbu	3800	3,48	Pradžia nuo Geležinio Vilko g. link Konarskio g. Pabaiga ties sankryža su Konarskio g.
15	0,20	0,40	Savanorių pr.	Nesvarbu	3800	4,86	
16	0,40	1,78	Savanorių pr.	Nesvarbu	25783	3,89	

Eismo intensyvumo tyrimai. Vilniaus miesto gatvių eismo intensyvumo tyrimams 2005 m. – 2006 m. (rugpjūčio – spalio mėnesiais) pasirinktose gatvėse buvo naudojami guminiai vamzdiniai davikliai ir mobilieji eismo skaitikliai (MARKSMAN 660) (3.2 pav.). Eismo intensyvumo tyrimai buvo atliekami šiuose gatvių ruožuose: Kareivių g. (tarp Valakučių tilto – Žirmūnų g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Olandų g. (tarp Vasaros g. – Dailidžių g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Minsko pl. (tarp Gurių g. – Liepkanio g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Dariaus ir Girėno g. (tarp Dzūkų g. – Žirnių g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Savanorių pr. (tarp Pakalniškių g. – Sausupio g., matuotas 6-ių eismo juostų intensyvumas), Oslo g. (tarp Titnago g. – Erfurto g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Laisvės pr. (tarp Oslo g. – Architektų g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Laisvės pr. (tarp Viršuliškių g. – Buivydiškių g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), T. Narbuto g. (tarp Paribio g. – Laisvės pr., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas), Ukmergės g. (tarp Musninkų g. – Ozo g., matuotas 6-ių eismo juostų intensyvumas), Geležinio Vilko g. (tarp Didlaukio g. – Ozo g., matuotas 4-ių eismo juostų intensyvumas). Atliekant intensyvumo matavimus informacija apie pravažiuojančias transporto priemones kaupiama skaitiklio atmintyje. Šią informaciją naudojant papildomą programą galima perkelti į asmeninio kompiuterio atmintį. MARKSMAN 660 neturi jokių valdymo rankenėlių, visas skaitiklio valdymas ir informacijos nustatymas atliekamas per prijungimą į personalinį kompiuterį. Matuojant transporto eismo intensyvumą su vamzdiniais davikliais, transportas yra klasifikuojamas pagal 2.3 lentelėje nurodytas klases.



3.2 pav. Transporto eismo intensyvumo matavimai atliekami naudojant vamzdinius daviklius

2006 m. – 2007 m. Vilniaus Gedimino technikos universiteto Kelių katedros Automobilių kelių mokslo laboratorija 11-likoje Vilniaus miesto greito eismo gatvių stacionarias eismo intensyvumo matavimo stoteles. Šios stotelės įrengtos: Kareivių g., Antakalnio g., Olandų g., Minsko pl., Dariaus ir Girėno g., Savanorių pr., Oslo g., Laisvės pr., T. Narbuto g., Ukmergės g., Geležinio Vilko g. Iš viso buvo įrengta 12 nuolatinių transporto eismo intensyvumo matavimo stotelių. Laisvės pr. eismo intensyvumo matavimo stotelės buvo įrengtos 2 ruožuose. Nuolatinės transporto eismo intensyvumo matavimo stotelės įrengtos tuose pačiuose matavimo ruožuose, kaip ir 2005 m. – 2006 m. buvo atlikti matavimai nauodojant vamzdinius daviklius. Šiose vietose transporto eismo intensyvumui matuoti įrengti asfalto dėvimojo sluoksnio dangoje kilpiniai davikliai. Matavimai pradėti iš karto po stotelių įrengimo 2007 m. balandžio 25 d. Vienoje stacionariai įrengtoje stotelėje automatinis skaičiuoklis – klasifikatorius Marksman 660 yra paliekamas vienai savaitei. Po savaitės nuskaičius sukauptus duomenis, skaičiuoklis pervežamas į kitą stacionariai įrengtą stotelę. Transporto eismo intensyvumo matavimų stotelės parodytos 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Transporto eismo intensyvumo matavimo stotelės įrengtos Vilniaus miesto gatvėse

Klasifikatorius MARKSMAN 660 transporto priemonės klasifikuoja pagal EUR6 klasifikavimo lentelę (3.3 lentelė). Transporto priemonės priskyrimas atitinkamai klasei priklauso nuo transporto priemonės ilgio, aukščio tarp dangos paviršiaus ir transporto priemonės dugno.

3.3 lentelė**.** Automobilių klasifikavimas automatiniu skaitikliu – klasifikatoriumi MARKSMAN 660 stacionariuose postuose pagal EUR6

Klasė	Transporto priemonės	Transporto priemonių ilgio ribos, m	Dugno lygis	Pastaba	Sutartinis žymėjimas
KL1	Motociklai	0 – 2,50	x	Lietuvoje naudojami skaitikliai šios klasė nefiksuoja, nes atstumas tarp kilpų yra didesnis kaip 1, 5 m	MOTOC
KL2	Lengvieji automobiliai, miniautobusai	2,50 – 4,80	x	–	LA, MINIAUT
KL3	Lengvieji automobiliai su priekaba	7,00 – 10,00	žemas	–	LA
KL4	Lengvieji sunkvežimiai Sunkiasvoriai krovininiai automobiliai be priekabų ar puspriekabių	4,80 – 6,00 6,00 – 7,00 6,00 – 11,0	x žemas aukštas	–	LS, VS1, VS2, 3AŠ
KL5	Sunkiasvoriai krovininiai automobiliai	11,0 – 18,0	aukštas	Dalis šios klasės automobilių patenka į 6 klasę, nes turi žemus dugnus	4AŠ, 5 AŠ
KL6	Autobusai	10,0 -18,0	žemas	Į šią klasę patenka 5 klasės automobiliai su žemais dugnais	BUS (4AŠ, 5 AŠ)

x – dugno lygis neturi įtakos

3.2. VIZUALIAI NUSTATYTŲ ASFALTO DANGŲ PAŽAIDŲ REZULTATAI IR JŲ VERTINIMAS

Atliekant gatvių asfalto dangų pažaidų vizualinę apžiūrą, matuojamos pažaidos (plyšių tinklas, skersiniai plyšiai, duobės, lopai) buvo suskirstytos ir į tris grupes – mažos, vidutinės, didelės, pagal 2.1 lentelę (žr. 2 skyrių). Gautos suminės atitinkamų gatvių pažaidos pateiktos 3.4 ir 3.5 lentelėse. Naudojant 2.2 formulę ir įstačius gatvės atitinkamus pažaidų kiekius, paskaičiuotas kiekvienos gatvės asfalto dangos suirties lygis D. Gauti rezultatai pateikti 3.6 lentelėje. Paskaičiuotas asfalto dangos suirties lygis D tirtuose gatvių ruožuose kinta nuo 1,21 % iki 42,29 %. Pagal gautą dangos suirties lygį iš 2.4 lentelės (žr. 2 skyrių) nustatoma gatvių dangos būklė ir įvertinama balais nuo 1 iki 10. Atlikus skaičiavimus tirtiems gatvių ruožams ir įvertinus juos balais buvo nustatytos šios asfalto dangos būklės: labai gera, gera, pakankama, patenkinama, ribinė (kritinė), bloga, visai bloga. Mažiausiai pažeistas gatvės ruožas – T. Narbuto g., matuoto ruožo ilgis 2,36 km (Pradžia, važiuojant nuo Pedagoginio universiteto žiedo, nuo stotelės „Pedagoginis universitetas“ link Laisvės pr. PK 0+00. Pabaiga prie Laisvės pr., prie ženklo nurodančio kryptį į Kauną ir Gardiną (naujos dangos pradžia). PK 23+55.). Šio gatvės ruožo būklė įvertinta 9 balais (D=1,21 %) – labai gera. Labiausiai pažeistas gatvės ruožas – Geležinio Vilko g., matuoto ruožo ilgis 1,54 km (Atkarpos pradžia važiuojant link Ukmergės pl. prie kelių išsiskyrimo ženklo prieš

Ozo g. viaduką PK 0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga prie šviesoforo ties sankryža su Ukmergės pl. važiuojant nuo Molėtų pl. PK 15+36.). Šio gatvės ruožo būklė įvertinta 1 balu (D=42,29 %) – visai bloga. Didžiausią įtaką tokiai dangos būklei turėjo: dideli plyšių tinklai, kurių bendras plotas 591 m^2, vidutinio dydžio bei dideli skersiniai plyšiai, kurie atitinkamai sudarė 628,5 m ir 614 m ilgio matavimo ruože, maži bei vidutinio dydžio lopai – 2791 m^2 ir 457 m^2.

3.4 lentelė. 2005 m. vizualiai matuotų gatvių asfalto dangos nustatyti pažaidų kiekiai [48]

Gatvės pavadinimas	Gatvės ilgis, km	Plyšių tinklas, m^2			Skersiniai plyšiai, m			Lopai, m^2			Duobės, m^2			Plotas, m^2
		M	V	D	M	V	D	M	V	D	M	V	D	
Dariaus ir Girėno g.	0,00-1,32	55	112,5	13	244,5	290	93	2412	604,5	4	0,3			15780
Geležinio Vilko g.	0,00-1,54	153,5	353	591	362,5	628,5	614	2791	457	47	0,3		2	12288
Geležinio Vilko g.	0,00-1,09	32	52	56	80	71	125	547	54	14	3			8720
Geležinio Vilko g.	0,00-4,65	9	37	6	154	136	27	967	53	11			2	42688
Kareivių g.	0,00-0,67		6		243	399					4			5384
Kareivių g.	0,00-0,66					550		1						5256
Laisvės pr.	0,00-0,68	5	2	98	19	73	145	566	87	10	29		1	6800
Laisvės pr.	0,00-0,64				10	37	64	777	17		23			7040
Minsko pl.	0,00-0,37		5	3	37	129	6	114	19	5	1,1	0,5		4392
Olandų g.	0,00-1,45	8	46	64	572	229	251	1317	371	143	1		1	11576
Olandų g.	0,00-1,39	5	25	10	397	275	154	871	131	45		0,5		11152
Oslo g.	0,00-0,79	2	43	168	56	152	182	479	26					14184
Oslo g.	0,00-2,21	50	34	12	121	187	41	574	120	16				39816
Oslo g.	0,00-2,21	161	120	27	317	366	329	1546	596	48	0,5			39690
Oslo g.	0,00-0,82	1	94	36	225	204	81	147	121					14760
Savanorių pr.	0,00-4,34	6,5	86,5	44	369	1527		612	59		2			48410
Savanorių pr.	0,00-4,28	2	92	6	562	1664		1412	104		0,2			42820
T. Narbuto g.	0,00-2,36	8	3		399	135		4	2	0,5				23550
T. Narbuto g.	0,00-2,39			500	9	1	0,5	1						23880
Ukmergės g.	0,00-3,89	51	39	9	74	1793	9	247	41	2	1,1	0,8	0,6	73948
Ukmergės g.	0,00-3,79		43	12	227	857	5	417	47			0,5	2	71915

3.5 lentelė. 2006 m. vizualiai matuotų gatvių asfalto dangos nustatyti pažaidų kiekiai [48]

Gatvės pavadinimas	Gatvės ilgis, km	Plyšių tinklas, m^2			Skersiniai plyšiai, m			Lopai, m^2			Duobės, m^2			Plotas, m^2
		M	V	D	M	V	D	M	V	D	M	V	D	
Antakalnio g.	00,0-2,15	2,5			636	265	41,5	376	58	7	1,1	1,1	0,4	33824
Dariaus ir Girėno g.	00,0-0,91	5	6		263	238	207	50	16	4				15984
Laisvės pr.	0,00-7,81		31	96	1409	862	1776	3366	1367	285	6,5	1	17,5	153820
Laisvės pr.	0,00-7,60	2	18	119	478	904	1159	3588	1545	580			3	149860
Savanorių pr.	0,00-1,78		12		212	445	210	304	6					33383

3.6 lentelė. 2005 m. – 2006 m. vizualiai tirtų gatvių apskaičiuotas dangos suirimas D, %

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Gatvės ilgis, km	D, %
1.	Dariaus ir Girėno g.	0,00-1,32	22,27
2.	Geležinio Vilko g.	0,00-1,54	42,29
3.	Geležinio Vilko g.	0,00-1,09	10,28
4.	Geležinio Vilko g.	0,00-4,65	2,91
5.	Kareivių g.	0,00-0,67	6,15
6.	Kareivių g.	0,00-0,66	5,25
7.	Laisvės pr.	0,00-0,68	13,48
8.	Laisvės pr.	0,00-0,64	12,39
9.	Minsko pl.	0,00-0,37	5,32
10.	Olandų g.	0,00-1,45	21,40
11.	Olandų g.	0,00-1,39	13,45
12.	Oslo g.	0,00-0,79	6,44
13.	Oslo g.	0,00-2,21	2,46
14.	Oslo g.	0,00-2,21	7,57
15.	Oslo g.	0,00-0,82	4,43
16.	Savanorių pr.	0,00-4,34	3,63
17.	Savanorių pr.	0,00-4,28	6,37
18.	T. Narbuto g.	0,00-2,36	1,21
19.	T. Narbuto g.	0,00-2,39	2,12
20.	Ukmergės g.	0,00-3,89	1,80
21.	Ukmergės g.	0,00-3,79	1,48
22.	Antakalnio g.	00,0-2,15	2,71
23.	Dariaus ir Girėno g.	00,0-0,91	2,72
24.	Laisvės pr.	0,00-7,81	4,68
25.	Laisvės pr.	0,00-7,60	4,75
26.	Savanorių pr.	0,00-1,78	2,26

Tirtų gatvių ruožai įvertinti 9 balams, esant labai gerai dangos būklei:

T. Narbuto g. Ruožo ilgis 2,36 km, D=1,21 %.

Ukmergės g. Tiriamo ruožo ilgis 3,79 km (Atkarpos pradžia važiuojant nuo Panevėžio pusės (nuo miesto pradžios ženklo) link Geležinio vilko g. PK 0+00. Sankryža su Laisvės pr. ir P. Žadeikos g. PK 12+00. Atkarpos pabaiga pravažiavus po Ozo g. viaduku, prie autobusų sustojimo stotelės "Šeškinė" PK 37+85.). D=1,48 %. Didžiausios pažaidos: vidutinio dydžio skersiniai plyšiai (857 m) bei maži lopai (417 m^2).

Ukmergės g. Tiriamo ruožo ilgis 3,89 km (Atkarpos pradžia važiuojant nuo sankryžos su Geležinio vilko g. link Panevėžio pusės, pradžia prie kelių išsiskyrimo ženklo prieš Ozo g. viaduką PK 0+00. Sankryža su Laisvės pr. ir P. Žadeikos g. PK 26+00. Atkarpos pabaiga prie Vilniaus miesto ribos ženklu (važiuojant link Panevėžio) PK 38+92.). D=1,80 %. Didžiausios pažaidos: vidutinio dydžio skersiniai plyšiai (1793 m) bei maži lopai (247 m^2).

T. Narbuto g. Tiriamo ruožo ilgis 2,39 km (Važiuojant nuo Laisvės pr. link Pedagoginio universiteto. Nuo naujos dangos pabaigos PK 0+00. Pabaiga prie Pedagoginio universiteto žiedo, prie stotelės „Pedagoginis universitetas“ PK 23+88.). D=2,12 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – dideli plyšių tinklai (500 m^2).

Savanorių pr. Tiriamo ruožo ilgis 1,78 km (Pradžia nuo Geležinio Vilko g. link Konarskio g. Pabaiga ties sankryža su Konarskio g.). D=2,26 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai, dideli skersiniai plyšiai (atitinkamai 212 m, 445 m, 210 m) bei maži lopai (304 m^2).

Oslo g. Tiriamo ruožo ilgis 2,21 km (Važiuojant nuo pėsčiųjų viaduko link Gariūnų, nuo stacionaraus greičio matuoklio. PK 0+00 (kur buvo PK 7+88). Oslo g. atkarpos pabaiga, tilto per Nerį galas, prie metalinių sandūrų. PK 22+12 (tiltas matuotas).). D=2,46 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai skersiniai plyšiai (atitinkamai 121 m, 187 m) bei maži ir vidutinio dydžio lopai (atitinkamai 574 m^2, 120 m^2).

Antakalnio g. Tiriamo ruožo ilgis 2,15 km (Pradžia prie Olandų žiedo, prie pėsčiųjų perėjos ženklo, važiuojant link Nemenčinės pl. Atkarpo pabaiga prie šviesoforo tie sankryža su Žolyno g.). D=2,71 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai skersiniai plyšiai (atitinkamai 636 m, 265 m) bei maži lopai (376 m^2).

Dariaus ir Girėno g. Tiriamo ruožo ilgis 0,91 km (Pradžia nuo sankryžos su Žirnių g., nuo stulpo su ženklu „60“. Ruožo pabaiga prieš sankryža su Pelesos g., prie šviesoforo.). D=2,72 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai, dideli skersiniai plyšiai (atitinkamai 263 m, 238 m, 207 m).

Geležinio Vilko g. Tiriamo ruožo ilgis 4,65 km (Pradžia važiuojant nuo automobilių salono”Škoda” (nuo Ukmergės pl.) prie kelio ženklo sustoti ir stovėti draudžiama link Molėtų pl. PK 0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga ties posūkiu į Molėtų pl. pusę prie ženklo “pagrindinis kelias” PK 46+46.). D=2,91 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai skersiniai plyšiai (atitinkamai 154 m, 136 m) bei maži lopai (967 m^2).

Tirtų gatvių ruožai įvertinti 8 balams, esant gerai dangos būklei):

Savanorių pr. Tiriamo ruožo ilgis 4,34 km (Atkarpos pradžia važiuojant nuo sankryžos su Riovonių g. prie pėsčiųjų perėjos šviesoforo link Kauno pusės PK 0+00. Savanorių pr. atkarpos pabaiga pravažiavus Vilniaus miesto ribos pabaigos ženklą ties nauja danga, važiuojant nuo

sankryžos su Riovonių g. link Kauno PK 43+41). D=3,63 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – vidutiniai skersiniai plyšiai (1527 m) bei maži lopai (612 m^2).

Oslo g. Tiriamo ruožo ilgis 0,82 km (Važiuojant link Laisvės pr. nuo pėsčiųjų viaduko, nuo stacionaraus matuoklio. PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga, susikirtimas su Laisvės pr., žaliosios salelės pabaiga dešinėje pusėje. PK 8+20.). D=4,43 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai skersiniai plyšiai (atitinkamai 225 m, 204 m) bei maži ir vidutinio dydžio lopai (atitinkamai 147 m^2, 121 m^2).

Laisvės pr. Tiriamo ruožo ilgis 7,81 km (Pradžia prie kelio ženklo „Sustoti draudžiama“, važiuojant nuo sankryžos su Pašilaičių g. link Oslo g. Pabaiga ties sankryža su Oslo g., prie žalios skiriamosios juostos pabaigos.). D=4,68 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai, dideli skersiniai plyšiai (atitinkamai 1409 m, 862 m, 1776 m) bei maži ir vidutinio dydžio lopai (atitinkamai 3366 m^2, 1367 m^2).

Laisvės pr. Tiriamo ruožo ilgis 7,60 km (Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės“, važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599). D=4,75 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – vidutiniai, dideli skersiniai plyšiai (atitinkamai 904 m, 1159 m) bei maži ir vidutinio dydžio lopai (atitinkamai 3588 m^2, 1545 m^2).

Kareivių g. Tiriamo ruožo ilgis 0,66 km (Nuo Valakampių tilto link Žirmūnų. PK 0+00. Atkarpos pabaiga prie sankryžos su Žirmūnų gatve, prie šviesoforo. PK 6+57.). D=5,25 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – vidutiniai skersiniai plyšiai (550 m).

Minsko pl. Tiriamo ruožo ilgis 0,37 km (Važiuojant nuo Liepkalnio gatvės iš miesto. Nuo kelio numeracijos ženklo PK 0+00. Minsko plento atkarpos (dvi juostos einančios iš miesto) pabaiga prie Vilniaus ribos ženklo. PK 3+66.). D=5,32 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – vidutiniai skersiniai plyšiai (129 m) bei maži lopai (114 m^2).

Tirtų gatvių ruožai įvertinti 7 balams, esant pakankamai dangos būklei:

Kareivių g. Tiriamo ruožo ilgis 0,67 km (Važiuojant nuo sankryžos su Žirmūnų g. iki Valakampių tilto. Pradžia prie pėsčiųjų perėjos ženklo. PK 0+00. Atkarpos pabaiga prie Valakampių tilto pradžios PK 6+73.). D=6,15 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži ir vidutiniai skersiniai plyšiai (atitinkamai 243 m, 399 m).

Savanorių pr. Tiriamo ruožo ilgis 4,28 km (Atkarpos pradžia važiuojant nuo Kauno pusės link Vilniaus miesto centro (nuo Vilniaus miesto ribos pradžios ženklo prieš viaduką) PK 0+00.Savanorių pr. atkarpos pabaiga prie sankryžos su Riovonių g. (prie šviesoforo) PK 42+82.). D=6,37 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – vidutiniai skersiniai plyšiai (1664 m) bei maži lopai (1412 m^2).

Oslo g. Tiriamo ruožo ilgis 0,79 km (Važiuojant link Gariūnų nuo Laisvės pr., nuo ženklo „apvažiuoti iš dešinės arba kairės“. PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga (2 juostos), ties pėsčiųjų viaduku, prie stacionaraus greičio matuoklio. PK 7+88.). D=6,44 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži lopai (479 m^2).

Oslo g. Tiriamo ruožo ilgis 2,21 km (Važiuojant nuo Gariūnų link Laisvės pr., nuo tilto per Nerį metalinių sandūrų (tiltas matuojamas) PK 0+00. Oslo g. atkarpos pabaiga prie pėsčiųjų viaduko esančio stacionaraus greičio matuoklio PK 22+05.). D=7,57 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži, vidutiniai, dideli skersiniai plyšiai (atitinkamai 317 m, 366 m, 329 m) bei maži ir vidutinio dydžio lopai (atitinkamai 1546 m^2, 596 m^2).

Tirtos gatvės ruožas įvertintas 6 balams, esant patenkinamai dangos būklei:

Geležinio Vilko g. Tiriamo ruožo ilgis 1,09 km (Pradžia važiuojant nuo Molėtų pl. pusės link Vilniaus centro, nuo stotelės prie Visorių sodų (už stotelės nuo 1 stulpo, sena danga) PK0+00. Geležinio Vilko g. atkarpos pabaiga už viaduko virš Ateities g. prie apsisukimo ženklo PK 10+90.). D=10,28 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži lopai (547 m^2).

Tirtų gatvių ruožai įvertinti 5 balams, esant ribinei (kritinei) dangos būklei:

Laisvės pr. Tiriamo ruožo ilgis 0,64 km (Atkarpa nuo Oslo g. iki Savanorių pr. žiedo, nuo žaliosios juostos pabaigos (dešinėj pusėj nuo Oslo g.) PK 0+00. Laisvės pr. pabaiga ties stulpu su ženklais: „eismas ratu“, „sankryža su pagrindiniu keliu“, ir ženklu, nurodančiu eismo juostų kryptis. PK 6+40.). D=12,39 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži lopai (777 m^2).

Olandų g. Tiriamo ruožo ilgis 1,39 km (Pradžia važiuojant nuo Olandų žiedo link Zarasų g. pradedant nuo stulpo su kelių ženklinimo ženklu (A3, A15, 103) PK 0+00. Olandų g. pabaiga prieš sankryžą su Polocko g. prie pėsčiųjų perėjos ženklo PK 13+94.). D=13,45 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži lopai (871 m^2).

Laisvės pr. Tiriamo ruožo ilgis 0,68 km (Atkarpos pradžia važiuojant nuo Savanorių pr. žiedo link Oslo g. nuo juodo ventiliacijos vamzdžio (2 stulpas) PK 0+00. Laisvės pr. atkarpos pabaiga ties Oslo g. prie kelių išsiskyrimo ženklo. PK 6+80.). D=13,48 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži lopai (566 m^2).

Tirtų gatvių ruožai įvertinti 3 balams, esant blogai dangos būklei:

Olandų g. Tiriamo ruožo ilgis 1,45 km (Pradžia važiuojant link Antakalnio g. už Belmonto žiedo nuo pėsčiųjų perėjos ženklo (dešinėje pusėje) lygiagrečiai su ”Lukoil” degaline PK 0+00. Olandų g. pabaiga prie Olandų žiedo (su Antakalnio g.) prie ženklo, nurodančio kryptį į Panevėžį, Uteną, Švenčionis PK 14+47.). D=21,40 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži skersiniai plyšiai (572 m) bei maži ir vidutiniai lopai (atitinkamai 1317 m^2, 371 m^2).

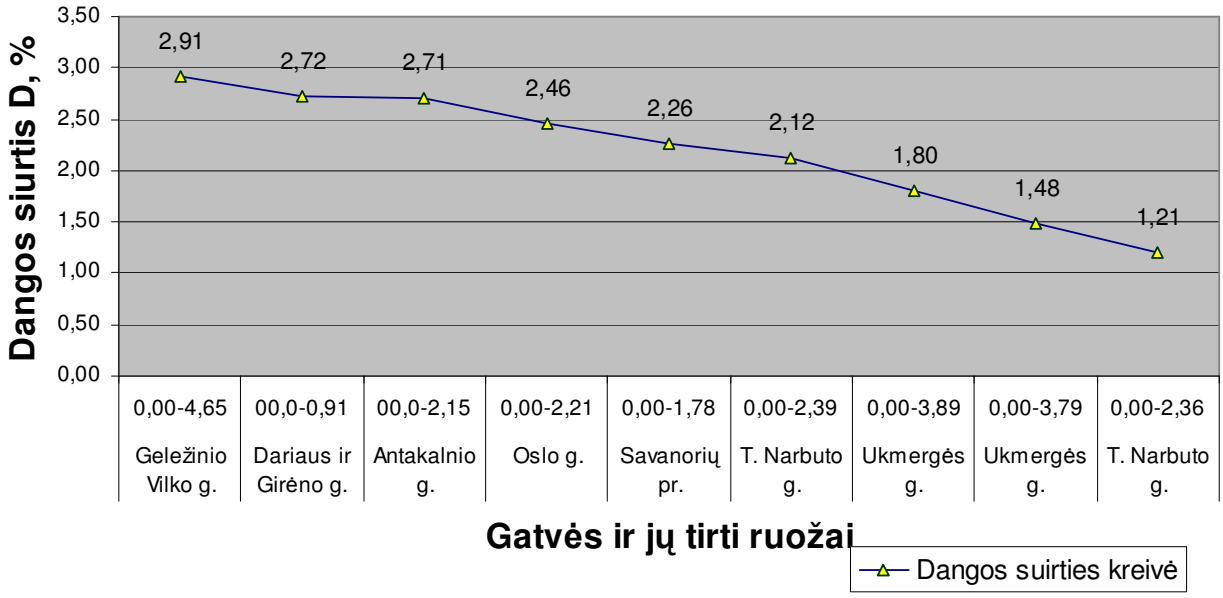
Dariaus ir Girėno g. Tiriamo ruožo ilgis 1,32 km (Nuo Meistrų stotelės ženklo link oro uosto. PK 0+00. Dariaus ir Girėno g. pabaiga prie oro uosto, sankryža su F. Vaitkaus gatve, prie šviesoforo.

PK 15+17). D=22,27 %. Nustatytos didžiausios pažaidos – maži ir vidutiniai lopai (atitinkamai 2411,5 m^2, 604,5 m^2).

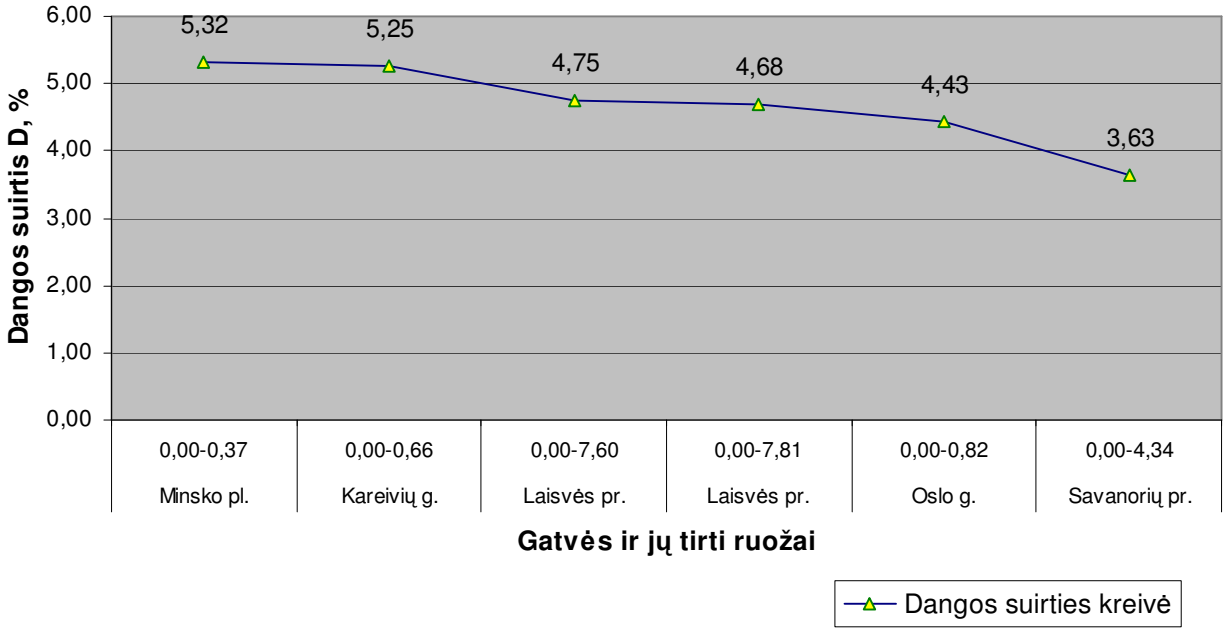
Tirtos gatvės ruožas įvertintas 1 balui, esant visai blogai dangos būklei:

Geležinio Vilko g. Tiriamo ruožo ilgis 1,54 km, D=42,29 %.

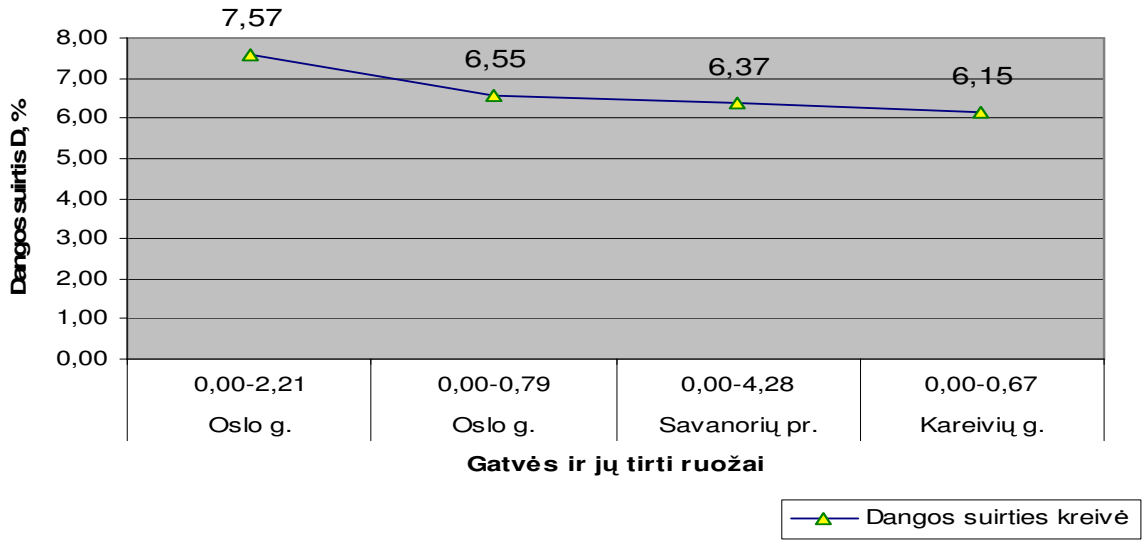
Tirtų gatvių asfalto dangos būklės, priklausomai nuo dangos suirties lygio pasiskirstymo grafikai pateikti 3.4 paveiksle.



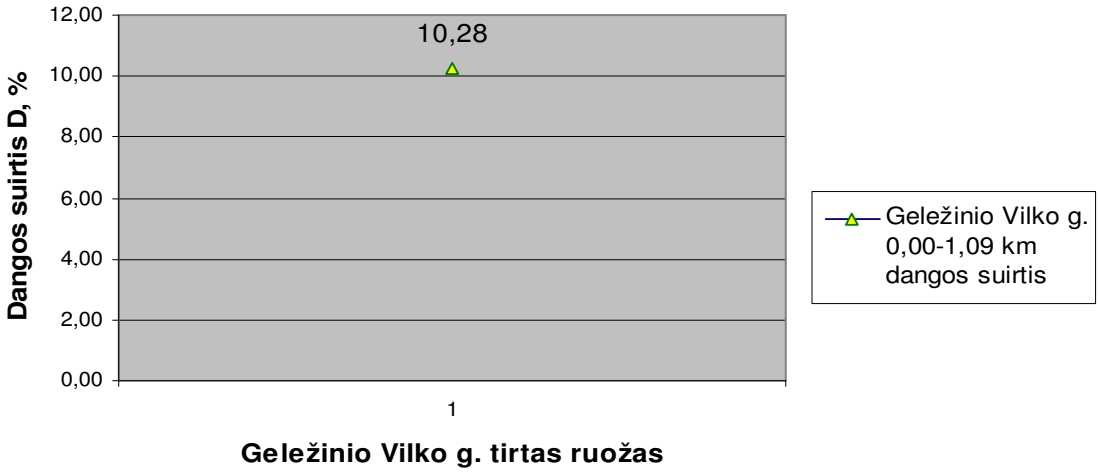
a)



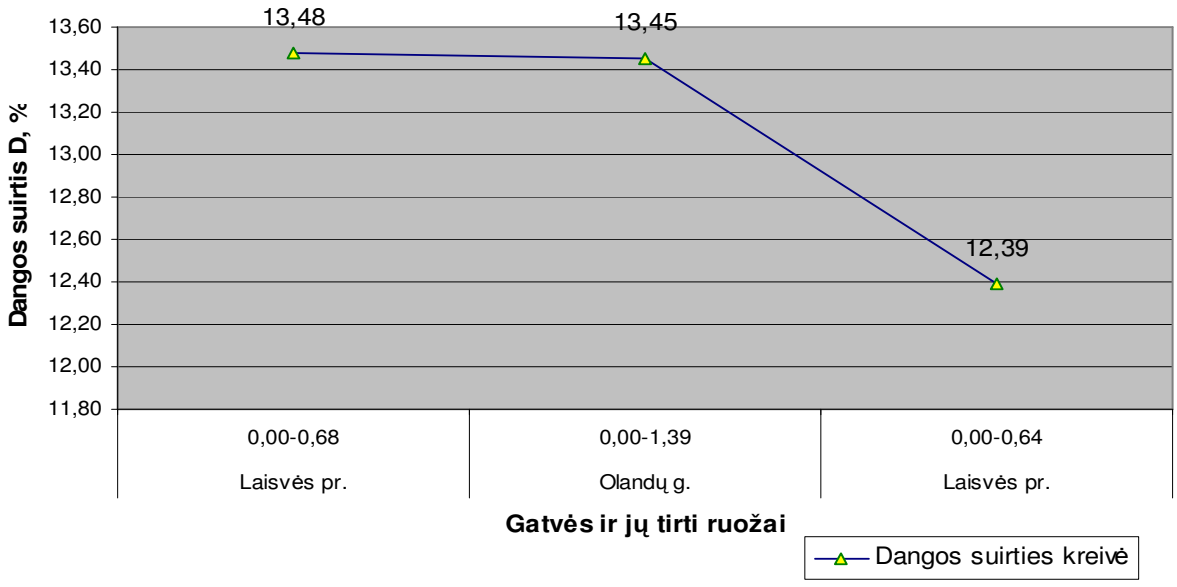
b)


7,57
6,55
6,37
6,15
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
Dangos suirtis D, %
0,00-2,21
Oslo g.
0,00-0,79
Oslo g.
0,00-4,28
Savanorių pr.
0,00-0,67
Kareivių g.
Gatvės ir jų tirti ruožai
Dangos suirties kreivė

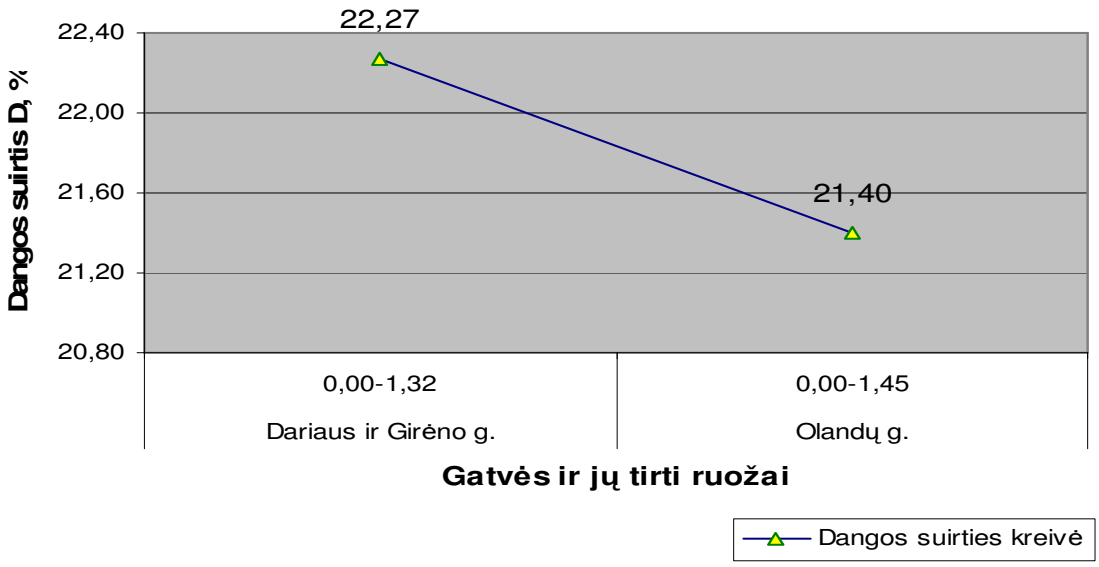
c)


12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
10,28
Dangos suirtis D, %
1
Geležinio Vilko g. tirtas ruožas
Geležinio Vilko g. 0,00-1,09 km dangos suirtis

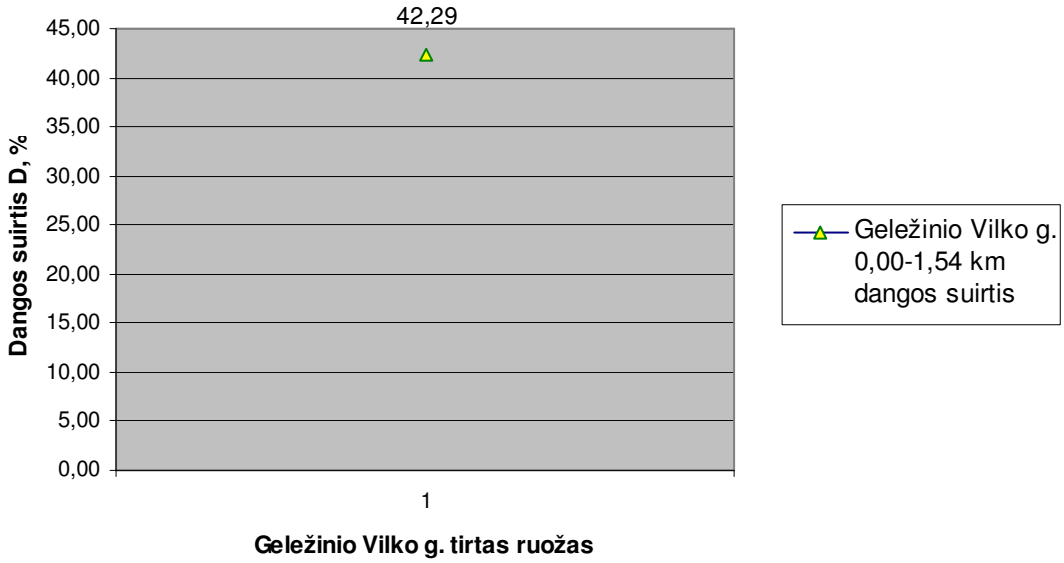
d)


13,48
13,45
12,39
13,60
13,40
13,20
13,00
12,80
12,60
12,40
12,20
12,00
11,80
Dangos suirtis D, %
0,00-0,68
Laisvės pr.
0,00-1,39
Olandų g.
0,00-0,64
Laisvės pr.
Gatvės ir jų tirti ruožai
Dangos suirties kreivė

e)



f)



g)

3.4 pav. Tirtų gatvių ruožų asfalto dangos būklės, priklausomai nuo paskaičiuoto dangos suirties masto D verčių: a) labai gera; b) gera; c) pakankama; d) patenkinama; e) ribinė (kritinė); f) bloga; g) visai bloga

Naudojant dangų valdymo sistemą „Davasema“ asfalto dangų būklei įvertinti, duomenys apie pažaidas buvo suvedami į programą. Programa apdorojusi suvestus duomenis sudaro prioritetinį remontuotinų gatvių sąrašą.

3.3. TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMŲ REZULTATAI IR JŲ VERTINIMAS

2005 m. – 2006 m. transporto eismo intensyvumo matavimai parinktose Vilniaus miesto greito eismo gatvėse buvo atliekami naudojant guminius vamzdinius daviklius, ištemptus skersai važiuojamosios gatvės dalies. Intensyvumo matavimus atliko VĮ „Transporto ir kelių tyrimo institutas“. Gauti rezultatai pateikti 3.7 lentelėje.

2006 m. – 2007 m. transporto eismo intensyvumas parinktose Vilniaus miesto greito eismo gatvėse buvo matuojamas įrengiant stacionarius eismo intensyvumo matavimo postus. Gauti rezultatai pateikti 3.8 lentelėje.

3.7 lentelė. 2005 m. – 2006 m. Vilniaus miesto greito eismo gatvių ruožų transporto eismo intensyvumai

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Ruožas	Matavimo laikotarpis, metai	Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą	
				Krovininio transporto	Bendras
1	2	3	4	5	6
1.	Geležinio Vilko g.	Didlaukio g. – Ozo g.	2005	2612	36316
2.	Kareivių g.	Tiltas – Žirmūnų g.	2005	1604	34342
3.	Minsko pl.	Gurių g. – Liepkalnio g.	2005	1855	15344
4.	T. Narbuto g.	Paribio g. – Laisvės pr.	2005	2419	43702
5.	Olandų g.	Vasarosg. – Dailidžių g.	2005	1444	36885
6.	Oslo g.	Titnago g. – Erfurto g.	2005	4848	43501
7.	Savanorių pr.	Pakalniškių g.- Sausupio g.	2005	7917	45499
8.	Ukmergės g.	Musninkų g. – Ozo g.	2005	3667	53853
9.	Dariaus ir Girėno g.	Dzūkų g. – Žirnių g.	2006	2246	32503
10.	Laisvės pr.	Oslo g. – Architektų g.	2006	1523	29349
11.	Laisvės pr.	Viršuliškių g. – Buivydiškių g.	2006	1606	25126
12.	Antakalnio g.	Tverečiaus g. – M. K. Oginskio g.	2006	978	23340

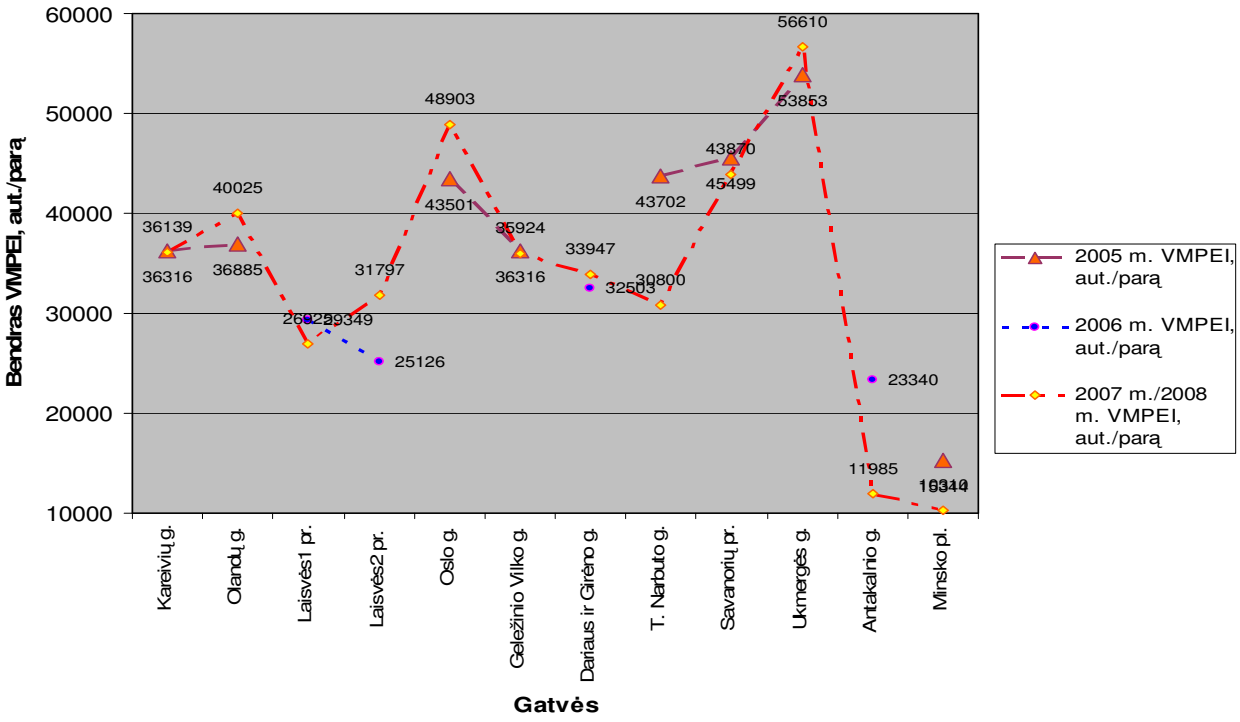
3.8 lentelė. 2007 m. – 2008 m. Vilniaus miesto greito eismo gatvių ruožų transporto eismo intensyvumai įrengtose stacionariose vietose

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Juostų skaičius	Matavimo laikotarpis	Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą	Maksimalus vienos dienos intensyvumas, aut./dieną	Vienos dienos krovininio transporto intensyvumas, aut./dieną
1	2	3	4	5	6	7
1.	Kareivių g.	4	25/04/2007 - 23/01/2008	36139	42905	5001
2.	Olandų g.	4	02/05/2007 - 21/11/2007	40025	49093	7144
3.	Laisvės[1] pr.	4	09/05/2007 - 31/10/2007	26925	36798	5598
4.	Laisvės[2] pr.	4	09/01/2008 - 16/01/2008	31797	35974	3549
5.	Oslo g.	4	16/05/2007 -	48903	57498	6827

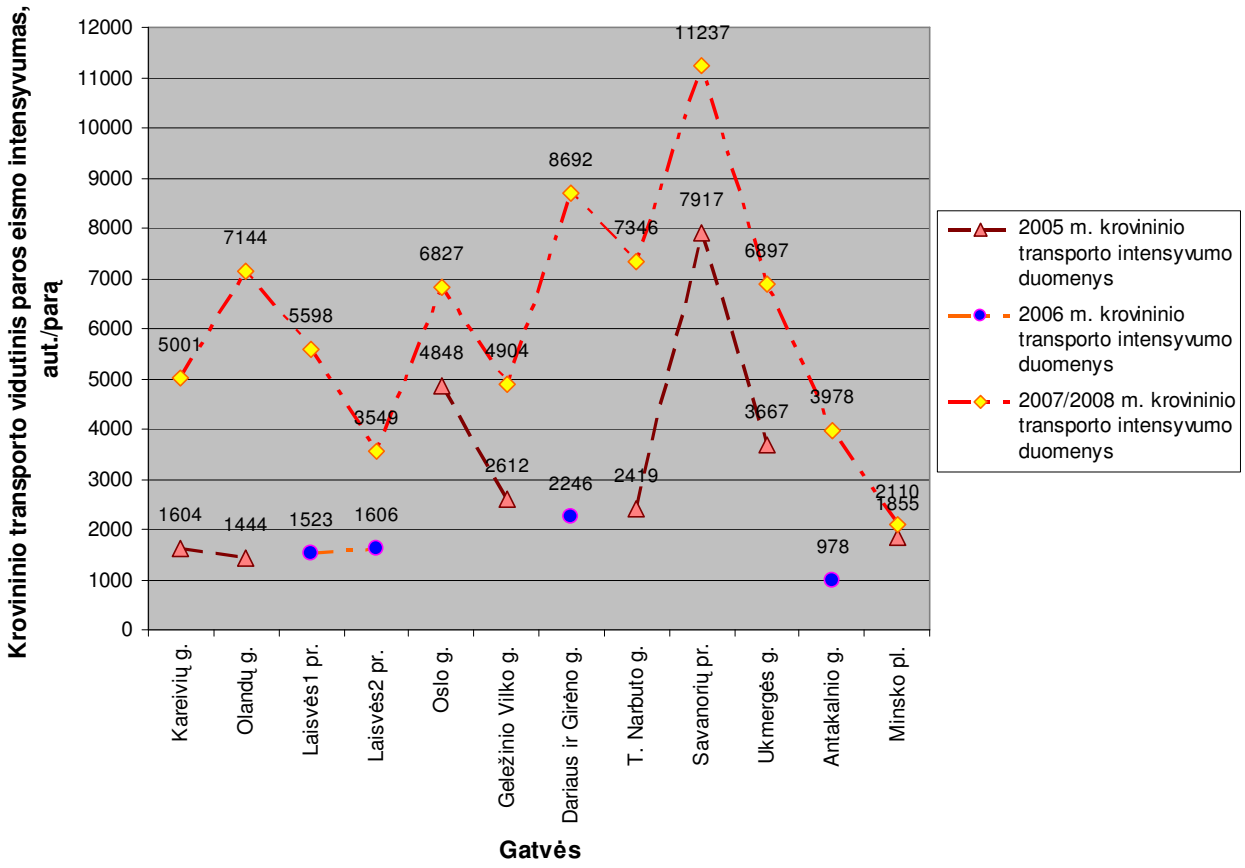
			28/11/2007			
6.	Geležinio Vilko g.	4	23/05/2007 - 05/12/2007	35924	45613	4904
7.	Dariaus ir Girėno g.	4	30/05/2007 - 15/08/2007	33947	48255	8692
8.	T. Narbuto g.	4	06/06/2007 - 07/11/2007	30800	47227	7346
9.	Savanorių pr.	6	13/06/2007 - 17/10/2007	43870	56103	11237
10.	Ukmergės g.	6	05/12/2007 - 19/12/2007	56610	64793	6897
11.	Antakalnio g.	4	19/12/2007 - 30/01/2008	11985	15307	3978
12.	Minsko pl.	4	27/12/2007 - 09/01/2008	10310	14535	2110

1 – transporto eismo intensyvumo matavimo nuolatinė stotelė tarp Oslo g. – Architektų g.
2 - transporto eismo intensyvumo matavimo nuolatinė stotelė tarp Viršuliškių g. – Buivydiškių g.

Atlikus skaičiavimus, matyti, kad bendras transporto eismo intensyvumas padidėja ne visose gatvių matuotuose ruožuose, kai kur jis net ženkliai sumažėja. Kareivių g. bendras transporto eismo intensyvumas matuotu periodu (2005 m. – 2008 m.) padidėja 4,97 %, Olandų g. – padidėja 7,85 %, Laisvės pr.[1] – sumažėja 9,00 %, Laisvės pr.[2] – padidėja 20,98 %, Oslo g. - padidėja 11,05 %, Geležinio Vilko g. - sumažėja 1,05 %, Dariaus ir Girėno g. - padidėja 4,25 %, T. Narbuto g. - sumažėja 41,89 %, Savanorių pr. - sumažėja 3,71 %, Ukmergės g. - padidėja 4,87 %, Minsko pl. - sumažėja 48,83 %. Bendras transporto vidutinis paros eismo intensyvumo kitimas matuotais periodais 11-koje Vilniaus miesto greito eismo gatvėse pavaizduotas 3.5 paveiksle, o krovininio – 3.6 pav.



3.5 pav. Bendras transporto vidutinis paros eismo intensyvumo kitimas



3.6 pav. Krovininio transporto vidutinis paros eismo intensyvumo kitimas

3.4. ASFALTO DANGŲ PAŽAIDŲ IR TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO PRIKLAUSOMYBĖS NUSTATYMAS

Asfalto dangų pažaidų ir transporto eismo intensyvumo priklausomybei nustatyti pasirinktos pažaidos – plyšių tinklai bei skersiniai plyšiai, kurie sudaro apie 70 % visų pažaidų. Atlikti tyrimai rodo, kad labiausiai pažeistos gatvės buvo Geležinio Vilko g., Olandų g. ir Kareivių g. Didžiausi nelygumai IRI nustatyti Olandų g. bei Antakalnio g. Tai rodo, kad nustatant asfalto dangos būklę vienu metodu (pvz., vizualiai), nėra pakankamai tikslu, todėl reikia naudoti keletą metodų, kad būtų kuo daugiau duomenų, nustatant tikslesnę dangos būklę. Eismo intensyvumas atitinkamose gatvėse nuo 2005 m. iki 2008 m. išaudo nuo 4,25 % iki 20, 98 %. Esant tokiam intensyvumo kitimui, galima spręsti, kad tuo pačiu metu gatvės buvo veikiamos apkrovų nevienodai. Nustatytų pažaidų, dangos nelygumo bei transporto intensyvumas parodytas 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Vizualiai nustatytų pažaidų, dangos nelygumų ir bendri intensyvumo duomenys

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas (vizualiai atliktų tyrimų metai)	Plyšių tinklas, m^2			Skersiniai plyšiai, m			Nelygumas IRI, m/km	VMPEI, aut./parą (2005 / 2006)	VMPEI, aut./parą (2007 / 2008)
		Mažas	Vidutinis	Didelis	Mažas	Vidutinis	Didelis			
1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Kareivių g. (2005)	-	1,1	-	45,1	178,8	-	3,06	34342	36139
2.	Olandų g. (2005)	1,1	6,2	6,4	85	44,4	35,5	5,91	36885	40025
3.	Laisvės pr. (2006)[1*]	-	0,2	0,6	9,2	5,6	11,5	4,33	29349	26925
4.	Laisvės pr. (2006) [2*]	-	0,1	0,8	3,2	6	7,7		25126	31797
5.	Oslo g. (2005) [*]	1,4	3,9	12,1	7	15,4	13,9	4,25	43501	48903
6.	Oslo g. (2005) [*]	4,1	9,4	3,1	23,2	23	13,8			
7.	Geležinio Vilko g. (2005) [*]	16,2	34,7	54,5	38,7	59,3	64,3	4,26	36316	35924
8.	Geležinio Vilko g. (2005) [*]	0,2	0,9	0,1	3,6	3,2	0,6			
9.	Dariaus ir Girėno g. (2006)	0,3	0,4	-	16,5	14,9	13	3,95	32503	33947
10.	T. Narbuto g. (2005) [*]	0,3	0,1	-	16,9	5,7	-	3	43702	30800
11.	T. Narbuto g. (2005) [*]	-	-	20,9	0,4	-	-			
12.	Savanorių pr. (2005) [*]	0,1	1,8	0,9	7,6	31,5	-	3,31	45499	43870
13.	Savanorių pr. (2005) [*]	-	2,1	0,1	13,1	38,9	-			
14.	Ukmergės g. (2005) [*]	0,7	0,5	0,1	1	24,2	0,1	2,71	53853	56610
15.	Ukmergės g. (2005) [*]	-	0,6	0,2	3,2	11,9	0,1			
16.	Antakalnio g. (2006)	0,1	-	-	18,8	7,8	1,2	5,06	23340	11985
17.	Minsko pl.	-	1,1	0,7	8,4	29,4	1,4	3,14	15344	10310

Pastaba: pažaidų kiekiai pateikti gatvės asfalto dangoje 1000 m^2;
[*] pažaidos pateiktos kiekvienoje judėjimo juostos kryptyje.
1 – transporto eismo intensyvumo matavimo nuolatinė stotelė tarp Oslo g. – Architektų g.
2 - transporto eismo intensyvumo matavimo nuolatinė stotelė tarp Viršuliškių g. – Buivydiškių g.

3.5. TREČIOJO SKYRIAUS IŠVADOS

1. Asfalto dangos pažaidų vizualiniai tyrimai bei transporto eismo intensyvumo matavimai buvo atliekami 11-oje Vilniaus miesto greito eismo gatvėse 2005 m. – 2006 m. (rugpjūčio – spalio) mėnesiais.
2. Transporto eismo intensyvumo matavimai buvo atliekami tose pačiose 11-oje Vilniaus miesto greito eismo gatvėse 2005 m. – 2008 m.
3. 2005 m. – 2006 m. transporto eismo intensyvumo matuoti ruožai buvo parinkti pagal 2006 m. įrengtas stacionarias transporto eismo intensyvumo matavimo stoteles.
4. Asfalto dangos būklė buvo veritnama dviem būdais:

- paskaičiuojant dangos suirtį pagal balus;
- naudojant dangų valdymo programą „Davasema“.

5. Asfalto dangos suirtis tirtose gatvėse kinta nuo 1,21 % iki 42,29 %. Mažiausiai pažeistas gatvės ruožas paskaičiavus dangos suitį balais – T. Narbuto g., kurios ilgis 2,36 km. ir įvertinta 9 balais (dangos būklė labai gera). Labiausiai pažeistas gatvės ruožas – Geležinio Vilko g., jos ilgis 1,54 km, įvertintas 1 balu (dangos būklė visai bloga).
6. Dažniausiai pasitaikančios asfalto dangos pažaidos tirtuose gatvių ruožuose: maži bei vidutinio dydžio skersiniai plyšiai (m), maži bei vidutinio dydžio lopai (m^2).
7. 2005 m. – 2006 m. transporto eismo intensyvumo tyrimai buvo atliekami naudojant guminius vamzdinius daviklius. Bendras transporto eismo intensyvumas kito nuo 15344 aut./parą (Minsko pl.) iki 53853 aut./parą (Ukmergės g.). 2007 m. – 2008 m. transporto eismo intensyvumo tyrimai buvo atliekami įrengus kilpinius daviklius, stacionarias intensyvumo matavimo stoteles. Bendras transporto eismo intensyvumas kito nuo 10310 aut./parą (Minsko pl.) iki 56610 aut./parą (Ukmergės g.).
8. Atlikus skaičiavimus matyti, kad eismo intensyvumas padidėjo Kareivių g., Olandų g., Laisvės pr. (tarp Viršuliškių g. ir Buivydiškių g.), Oslo g., Dariaus ir Girėno g. Ukmergės g. Transporto eismo intensyvumas kito nuo 4,25 % (Dariaus ir Girėno g.) iki 20,98 % (Laisvės pr.).

4. VILNIAUS MIESTO GATVIŲ REMONTO PRIORITETINIO SĄRAŠO SUDARYMAS

Nustatant tirtų gatvių dangos suirties lygį skaičiavimai buvo atliekami naudojant 2.2 formulę, gatvės dangos suirimo lygiui D paskaičiuoti bei Lietuvos Automobilių kelių direkcijos dangų valdymo sistemą "DAVASEMA". Atlikus 3 skyriuje pateiktą analizę, buvo sudaryti ir tarpusavyje palyginti du atrinktų vienuolikos Vilniaus miesto gatvių remonto prioritetiniai sąrašai (4.1 ir 4.2 lentelės).

4.1 lentelė. 11-os Vilniaus miesto gatvių remonto prioriteto sąrašas pagal paskaičiuotą dangos suirties mastą D

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Gatvės ilgis, km	D, %
1.	Geležinio Vilko g.	0,00-1,54	42,29
2.	Dariaus ir Girėno g.	0,00-1,32	22,27
3.	Olandų g.	0,00-1,45	21,40
4.	Laisvės pr.	0,00-0,68	13,48
5.	Olandų g.	0,00-1,39	13,45
6.	Laisvės pr.	0,00-0,64	12,39
7.	Geležinio Vilko g.	0,00-1,09	10,28
8.	Oslo g.	0,00-2,21	7,57
9.	Oslo g.	0,00-0,79	6,55
10.	Savanorių pr.	0,00-4,28	6,37
11.	Kareivių g.	0,00-0,67	6,15
12.	Minsko pl.	0,00-0,37	5,32
13.	Kareivių g.	0,00-0,66	5,25
14.	Laisvės pr.	0,00-7,60	4,75
15.	Laisvės pr.	0,00-7,81	4,68
16.	Oslo g.	0,00-0,82	4,43
17.	Savanorių pr.	0,00-4,34	3,63
18.	Geležinio Vilko g.	0,00-4,65	2,91
19.	Dariaus ir Girėno g.	00,0-0,91	2,72
20.	Antakalnio g.	00,0-2,15	2,71
21.	Oslo g.	0,00-2,21	2,46
22.	Savanorių pr.	0,00-1,78	2,26
23.	T. Narbuto g.	0,00-2,39	2,12
24.	Ukmergės g.	0,00-3,89	1,80
25.	Ukmergės g.	0,00-3,79	1,48
26.	T. Narbuto g.	0,00-2,36	1,21

4.2 lentelė. 11-os Vilniaus miesto gatvių gautų ruožų (2005 m.- 2006 m.) remonto prioriteto sąrašas naudojant dangų valdymo sistemą „Davasema“ [46, 47]

	Gatvės		Ruožas				Auto.	Duomenys apie dangos remontą			
Nr.	pavadinimas	Pastaba	Nuo	Iki	Ilgis	Kryptis	eismo	Remonto	Remonto	Sluoksnio	Kaina*
			km	km	km		intens.	metai	tipas	storis, cm	mln. Lt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
1.	Laisvės pr.	Nuo Savanorių pr. žiedo link Oslo g. nuo juodo ventiliacijos vamzdžio (2 stulpas) PK 0+00.	0,00	0,68	0,68	Pirmyn	71587	2006	Kapitalinis remontas	9	0,51
2.	Laisvės pr.	Nuo Oslo g. iki Savanorių pr. žiedo, nuo žaliosios juostos pabaigos (dešinėj pusėj nuo Oslo g.) PK 0+00.	0,00	0,64	0,64	Atgal	71587	2006	Kapitalinis remontas	9	0,53
3.	Geležinio Vilko g.	Nuo automobilių salono”Škoda” (nuo Ukmergės pl.) prie kelio ženklo sustoti ir stovėti draudžiama link Molėtų pl. PK 0+00. Naujos dangos pradžia PK 15+66. Naujos dangos pabaiga PK 20+92. Naujos dangos pradžia PK 27+34. Naujos dangos pabaiga PK 30+41.	0,00	1,57	1,57	Nesvarbu	45741	2006	Kapitalinis remontas	9	0,94
4.	Geležinio Vilko g.	Nuo automobilių salono”Škoda” (nuo Ukmergės pl.) prie kelio ženklo sustoti ir stovėti draudžiama link Molėtų pl. PK 0+00. Naujos dangos pradžia PK 15+66. Naujos dangos pabaiga PK 20+92. Naujos dangos pradžia PK 27+34. Naujos dangos pabaiga PK 30+41.	2,20	2,73	0,53	Nesvarbu	37406	2006	Kapitalinis remontas	9	0,32
5.	Geležinio Vilko g.	Nuo Molėtų pl. pusės link Vilniaus centro, nuo stotelės prie Visorių sodų (už stotelės nuo 1 stulpo, sena danga) PK0+00.	0,00	1,09	1,09	Nesvarbu	26152	2006	Kapitalinis remontas	9	0,65
6.	Olandų g.	Link Antakalnio g. už Belmonto žiedo nuo pėsčiųjų perėjos ženklo (dešinėje pusėje) lygiagrečiai su ”Lukoil” degaline PK 0+00.	0,00	1,45	1,45	Pirmyn	39235	2006	Kapitalinis remontas	9	0,87
7.	Olandų g.	Nuo Olandų žiedo link Zarasų g. pradedant nuo stulpo su kelių ženklinimo ženklu (A3, A15, 103) PK 0+00.	0,00	1,39	1,39	Atgal	35399	2006	Kapitalinis remontas	9	0,84
8.	Oslo g.	Link Gariūnų nuo Laisvės pr., nuo ženklo „apvažiuoti iš dešinės arba kairės“. PK 0+00.	0,00	0,40	0,40	Pirmyn	44741	2006	Kapitalinis remontas	9	0,54

4.2 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
9.	Oslo g.	Nuo Gariūnų link Laisvės pr., nuo tilto per Nerį metalinių sandūrų (tiltas matuojamas) PK 0+00.	0,00	0,20	0,20	Atgal	44741	2006	Kapitalinis remontas	9	0,27
10.	Oslo.g	Link Laisvės pr. nuo pėsčiųjų viaduko, nuo stacionaraus matuoklio. PK 0+00.	0,00	0,82	0,82	Atgal	30490	2006	Kapitalinis remontas	9	1,11
11.	Oslo.g	Nuo pėsčiųjų viaduko link Gariūnų, nuo stacionaraus greičio matuoklio. PK 0+00	1,60	2,21	0,61	Atgal	49952	2006	Kapitalinis remontas	9	0,90
12.	Dariaus ir Girėno g.	Nuo Meistrų stotelės ženklo link oro uosto. PK 0+00. Nauja danga PK 13+15. Naujos dangos pabaiga PK 13+59.	0,00	1,32	1,32	Nesvarbu	6788	2006	Kapitalinis remontas	7	0,75
13.	Savanorių pr.	Nuo sankryžos su Riovonių g. prie pėsčiųjų perėjos šviesoforo link Kauno pusės PK 0+00.	1,80	4,34	2,54	Pirmyn	41760	2006	Paviršiaus apdorojimas	2	0,19
14.	Oslo. g	Link Gariūnų nuo Laisvės pr., nuo ženklo „apvažiuoti iš dešinės arba kairės“. PK 0+00.	0,40	2,21	1,81	Pirmyn	46044	2006	Paviršiaus apdorojimas	2	0,24
15.	Geležinio Vilko g.	Nuo automobilių salono”Škoda” (nuo Ukmergės pl.) prie kelio ženklo sustoti ir stovėti draudžiama link Molėtų pl. PK 0+00. Naujos dangos pradžia PK 15+66. Naujos dangos pabaiga PK 20+92. Naujos dangos pradžia PK 27+34. Naujos dangos pabaiga PK 30+41.	0,00	1,54	1,54	Nesvarbu	45741	2006	Paviršiaus apdorojimas	2	0,09
16.	Oslo g.	Link Gariūnų nuo Laisvės pr., nuo ženklo „apvažiuoti iš dešinės arba kairės“. PK 0+00.	0,00	0,79	0,79	Pirmyn	30490	2006	Paviršiaus apdorojimas	2	0,10
17.	Antakalnio g.	Pradžia prie Olandų žiedo, prie pėsčiųjų perėjos ženklo, važiuojant link Nemenčinės pl. Atkarpo pabaiga prie šviesoforo tie sankryža su Žolyno g.	1,00	2,15	1,15	Nesvarbu	23077	2007	Kapitalinis remontas	9	1,373
18.	Laisvės pr.	Pradžia prie kelio ženklo „Sustoti draudžiama“, važiuojant nuo sankryžos su Pašilaičių g. link Oslo g. Pabaiga ties sankryža su Oslo g., prie žalios skiriamosios juostos pabaigos.	0,00	7,81	7,81	Pirmyn	29349	2007	Kapitalinis remontas	9	0,193
19.	Antakalnio g.	Pradžia prie Olandų žiedo, prie pėsčiųjų perėjos ženklo, važiuojant link Nemenčinės pl. Atkarpo pabaiga prie šviesoforo tie sankryža su Žolyno g.	0,80	1,00	0,20	Nesvarbu	19616	2007	Kapitalinis remontas	9	0,104

4.2 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
20.	Laisvės pr.	Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės“, važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599	6,98	7,60	0,62	Atgal	27837	2007	Kapitalinis remontas	9	0,324
21.	Savanorių pr.	Pradžia nuo Geležinio Vilko g. link Konarskio g. Pabaiga ties sankryža su Konarskio g.	0,20	0,40	0,20	Nesvarbu	28950	2007	Kapitalinis remontas	9	1,000
22.	Laisvės pr.	Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės“, važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599	5,31	6,80	1,49	Atgal	27837	2007	Kapitalinis remontas	9	0,290
23.	Laisvės pr.	Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės“, važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599	6,80	6,98	0,18	Atgal	27837	2007	Kapitalinis remontas	9	0,324
24.	Antakalnio g.	Pradžia prie Olandų žiedo, prie pėsčiųjų perėjos ženklo, važiuojant link Nemenčinės pl. Atkarpo pabaiga prie šviesoforo tie sankryža su Žolyno g.	0,00	0,80	0,80	Nesvarbu	19616	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,100
25.	Dariaus ir Girėno g.	Pradžia nuo sankryžos su Žirnių g., nuo stulpo su ženklu „60“. Ruožo pabaiga prieš sankryža su Pelesos g., prie šviesoforo.	0,00	0,91	0,91	Nesvarbu	34332	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,089

4.2 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
26.	Laisvės pr.	Pradžia nuo sankryžos su Oslo g., prie žaliosios skiriamosios juostos pradžios nuo ženklo „Apvažiuoti iš dešinės arba kairės“, važiuojant link Pašilaičių g. Pabaiga prie sankryžos su Pašilaičių g., prie stulpo Nr. 599	0,60	3,80	3,20	Atgal	49671	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,025
27.	Laisvės pr.		4,20	5,20	1,00	Atgal	49671	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,019
28.	Laisvės pr.		5,20	5,31	0,11	Atgal	49671	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,028
29.	Savanorių pr.	Pradžia nuo Geležinio Vilko g. link Konarskio g. Pabaiga ties sankryža su Konarskio g.	0,00	0,20	0,20	Nesvarbu	28950	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,208
30.	Savanorių pr.		0,40	1,78	1,38	Nesvarbu	28950	2007	Paviršiaus apdorojimas	2	0,067

BENDROS IŠVADOS

Išanalizavus asfalto dangų pažaidų nustatymo metodus, transporto eismo intensyvumo nustatymo būdus bei atlikus eksperimentinį tyrimą ir jo metu gautų rezultatų analizę, pateikiamos šios išvados:

1. Šiuo metu Vilniaus miesto gatvių asfalto dangų būklei nustatyti naudojami šie pagrindiniai metodai: vizualus pažaidų nustatymas, nelygumo matavimai lazeriniu profilometru bei naujausios technologijos, apimančios abu metodus, mobili laboratorija RST – Road Survey Tester.
2. Teoriniai metiniai transporto eismo prieaugiai dažnai viršijami keletą kartų. Todėl kaip papildoma gatvių būklės kitimo vertinimo priemonė yra transporto eismi intensyvumo matavimai. Turint nuolatinius duomenis apie esamų gatvių eismo intensyvumą galima prognozuoti jų augimą ilgesniam periodui.
3. Tikslūs gatvių eismo intensyvumai ir jų sudėtis yra vienas pagrindinių parametrų tinkamam dangos konstrukcijos parinkimui, rengiant gatvės remonto ar rekonstrukcijos projektą.
4. Atsižvelgiant į vizualiai nustatytų defektų kiekį iš tyrimui pasirinktų gatvių labiausiai pažeistos yra Geležinio Vilko, Olandų ir Kareivių gatvės. O pagal nelygumą (IRI) Olandų, Laisvės prospektas ir Antakalnio gatvės. Galima teigti, kad vertinant gatvių dangų būklę neužtenka naudoti vieno metodo, o būtina taikyti jų visumą.
5. Vidutinis paros eismo intensyvumas Vilniaus miesto greito eismo gatvėse kinta nuo 10000 aut./parą iki 57000 aut./parą, o aukščiausias paros eismo intensyvumas nuo 14000 aut./parą iki 65000 aut./parą. Galima pastebėti, kad tos pačios kategorijos gatvės yra apkrautos netolygiai, skirtumas iki 6 kartų.
6. Tirtose gatvėse nustatytas nevienodas metinis eismo intensyvumo augimas. Didžiausias augimas nustatytas Laisvės prospekte (tarp Viršuliškių g. – Buivydiškių g.) (20,98 %), mažiausias Dariaus ir Girėno g. (4,25 %).
7. Sudarant gatvių remontų prioritetinį sąrašą pagal suirimo lygį, nustatytą naudojant matematinę formulę ir dangų valdymo sistemą „DAVASEMA“ gauti skirtingi rezultatai. Sudarant Vilniaus miesto gatvių remontų prioritetinį sąrašą rekomenduojama naudoti dangų valdymo sistemą „Davasema“, kuri įvertina ne tik esamą dangų būklę, bet ir transporto intensyvumą, dangos remonto tipą bei remonto metus, dangos nelygumą, konstrukcijos sluoksnių storius. Suremontavus gatvę, gaunamas jos ekonominis efektas.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Vilniaus miesto savivaldybės administracijos Miesto ūkio departamento duomenys. Vilnius, Konarskio per. 3.
2. TKTI. Automobilių kelių investicijų vadovas. Kaunas. TKTI, 2001 m.
3. STR 2.06.01:1999 "Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos".
4. Interneto prieiga: http://www.vilnius.lt//projektai/planas/8.htm.
5. Haas R., Hudson W. R., Zaniewsky J. Modern Pavement Management. Krieger Publishing Company, Florida, 1994. p. 583.
6. Loizos A., Roberts J., Crank S. Asphalt Pavement Deterioration Models for Mild Climatic Conditions // Ninth International Conference on Asphalt Pavements. Conference proceeding on CD Vol. 1. Codehouse, Denmark. 2002. p. 20.
7. Petkevičius K. The Influence of Different Factors on Asphalt Concrete Pavement Reliability // Civil Engineering and Environment Proceeding. Vilnius: Technika, 1998 . p. 46 – 52.
8. AASHTO. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. p. 720.
9. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Pavement Performance Model Development. Vol. I Executive Summary. Turner-Fairbank Highway Research Center, Virginija, 1994. p. 10.
10. Kazmierovski T., Ninguan L. Modeling Flexible Pavement Using Canadian Historic Data // Ninth International Conference on Asphalt Pavements. Conference proceedings Vol. 1. (CD-ROM) Codehouse, Denmark. 2002. p. 17.
11. OECD. Road Transport Research. Pavement Management System. OECD, 1987. p. 160.
12. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Automobilių kelių remontų planavimo normatyvai. Vilnius, 2004 m. 22 p.
13. TKTI. Asfaltbetonio dangų defektų nustatymo metodika. Kaunas. TKTI, 1994 m. 45 p.
14. Tebodin Consultants and Engineers O'Sillivan and Graham. Enhancement of the DAVASEMA PAvement Management System. Pavement Performance Modeling, 1996. p. 43.
15. Rimkus A. Miesto gatvių priežiūra ir remontas. Vilnius: Technika, 2004 m. 144 p.
16. Petkevičius K. Automobilių kelių sisteminė analizė. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2005 m. 241 p.
17. NDLI. Modeling Road Deterioration and Maintenance Effect in HDM-4. Final Report Asian Development Bank Project RETA 5549 N.D.Lea International, Vancouver, 1995. p. 442.
18. TKTI. Automobilių kelių remontų planavimo normatyvai. Kaunas. TKTI , 2004 m. 20 p.

19. Interneto prieiga: http://www.training.ce.washington.edm/.
20. Braga A. Dangų degradacijos modeliai ir jų taikymas Lietuvos automobilių keliams. Daktaro disertacija. Vilnius, 2005 m. 158 p.
21. Odoki J. B., Kerali H. G. R. HDM-4 Volume 4. Analytical Framework and Model Descriptions. PIARC, 1999. p. 298.
22. TKTI. Asfaltbetonio dangų defektų nustatymo metodika. Kaunas. TKTI, 1994 m. 45 p.
23. ST 9306149.01:2001 „Automobilių ir pėsčiųjų tiltų ir tunelių apžiūros“. Vilnius, 2001 m. 32 p.
24. Palšaitis E., Sakalauskas K., Vidugiris L. Kelių eksploatacija.Vilnius: Mokslas, 1990 m. 197 p.
25. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Statybos rekomendacijos R35 – 01. Automobilių kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos. Vilnius, 2001 m. 117 p.
26. Palšaitis E., Vidugiris L. Automobilių kelių projektavimas. Teorija ir praktika. Vilnius, 1999 m. 438 p.
27. Sivilevičius H., Petkevičius K. Regularities of development in the asphalt concrete road pavement. Journal of Civil Engineering and Management, Vol. VIII, No.3, Vilnius: Technika, 2002, p. 206 - 213.
28. Čygas D., Laurinavičius A., Miškinis D., Puodžiukas V. Automobilių kelių investiciniai projektai. Reikalavimai ir vertinimas. Vilnius: Technika, 2006 m. 190 p.
29. Interneto prieiga: http://www.tkti.lt/.
30. Šiaudinis G. Lietuvos automobilių kelių dangų būklės įvertinimas taikant šiuolaikines pažangiąsias technologijas. TKTI.
31. TKTI. Autoavarijų ir eismo analizė Lietuvos valstybinės reikšmės keliuose. Eismo intensyvumo tyrimai valstybinės reikšmės keliuose. Kaunas, 2003 m. 315 p.
32. Marksman 660 user manual. Golden River Traffic. Marksman 660 Traffic Counter and Classifier. Oxfordshire, UK. 1992.
33. Petkevičius K. Lietuvos automagistralių asfalto dangos patikimumo analizė / Mokslo tyrimo ataskaita. Vilnius, 2002. 142 p.
34. Petkevičius K. Lietuvos automagistralių asfalto dangos patikimumas // Statyba ir architektura. Vilnius, 1999 / Nr. 7–8, p. 40–41.
35. Petkevičius K., Laurinavičius A. Racionalių tarpremontinių periodų nustatymas ir pagrindimas eksploatuojamiems automobilių keliams / Mokslo tyrimo darbo ataskaita. Vilnius, 1997. 120 p.
36. Petkevičius K., Sivilevičius H. Automobilių kelių asfalto dangos ir jos konstrukcijos reikiamos savybės bei racionali funkcionavimo trukmė // Vilniaus Gedimino technikos

universiteto mokslo darbai: Transportas. 2000. XV t. Nr. 4. Vilnius: Technika, 2000, p. 184–195.

37. Rimkus A. Gatvių priežiūros ir einamojo remonto technologija. Statybos ir urbanistikos ministerija. Vilnius, 1994. 105 p.
38. Juzėnas A. A. Osciliacinis sluoksnių sutankinimo metodas užtikrina kelio konstrukcijų stabilumą ir ilgaamžiškumą // Lietuvos keliai. 2001/2. Vilnius, 2001, p. 66–67.
39. Armalis V. Lietuvos kelius ir greitkelius gali ištikti krizė. (Pokalbis su VGTU Aplinkos inžinerijos fakulteto dekanu prof. dr. D. Čygu) // Greitis. „Respublikos“ leidinys. Nr. 28 (134), 2005 m. liepos 20 d
40. Podagėlis I. Asfalto ilgaamžiškumo prognozavimas. Mokslo ir technikos pažanga tiesiant kelius / LTSR transporto m-ja. Vilnius, 1990, p. 66–69 p.
41. Kelių techninis reglamentas KTR 1.01:2008. Automobilių keliai. Vilnius, 2008 m.
42. Puodžiukas V., Domantas A. Lietuvos automobilių kelių direkcijos dangų valdymo sistema.// “Keturi ratai“, 1997/11. UAB “Keturi ratai”. 1997. p. 12-14.
43. Kelių priežiūros ir dangų valdymo sistemos kūrimas ir panaudojimas Kelių fondo lėšų pagrindimui ir paskirstymui. ”. Kaunas. TKTI, 1999 gegužė. 49 p.
44. TKTI. Dangų valdymo sistemos tobulinimas. Ekonominių pradmenų atnaujinimas transporto išlaidų skaičiavimai, dangos irimo modelio automatizavimas.// Darbo ataskaita. Kaunas. TKTI, 1995. 49 p.
45. Kerali H. G. R., McMullen D., Odoki J. B. HDM-4 Volume 2. Applications Guide. PIARC, 1999. p.194.
46. Laurinavičius A., Čygas D., Vaitkus A., Tuminienė F., Ratkevičiūtė K., Kniukštaitė L., Vorobjovas V. Vilniaus miesto gatvių rekonstravimo ir taisymo darbų ekonominio pagrindimo projektas. Tarpinė ataskaita. Vilnius, 2005 m.
47. Laurinavičius A., Čygas D., Vaitkus A., Kniukštaitė L., Žiliūtė L., Gribulis G. Vilniaus miesto gatvių rekonstravimo ir taisymo darbų ekonominio pagrindimo projektas. Ataskaita. Vilnius, 2006 m.
48. VGTU Kelių katedra. Mikslo tyrimo darbas. Vilniaus miesto gatvių rekonstravimo ir taisymo darbų ekonominio pagrindimo projekto parengimas. Asfalto dangos pažaidos. Priedas Nr.1 (I, II ir III dalys). 2005 m. – 2006 m.