



VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ TYRIMO INSTITUTAS

VALSTYBINĖS REIKŠMĖS AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪRA ŽIEMOS METU

VGTU Aplinkos inžinerijos fakulteto
Kelių tyrimo instituto tyrėjas
Tomas Ratkevičius

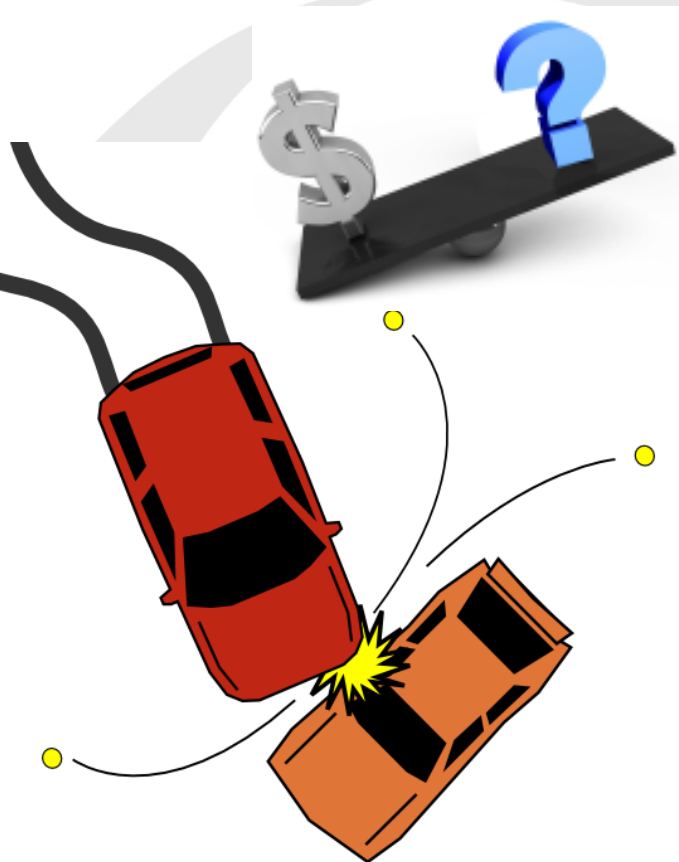
El. paštas: tomas.ratkevicius@vgtu.lt



PRISTATYMO SKAIDRĖS

- 1. Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis**
- 2. Geroji užsienio šalių praktika**
- 3. Valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūra žiemą Lietuvoje**
- 4. Teisiniai ir ekonominiai kelių priežiūros žiemą aspektai**
- 5. Kelių klimatinis rajonavimas**
- 6. Pasiūlymai valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūrai žiemą**
- 7. Naujausios automobilių kelių priežiūros žiemą technologijos ir jų pritaikymo galimybės**

1. AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ POREIKIS



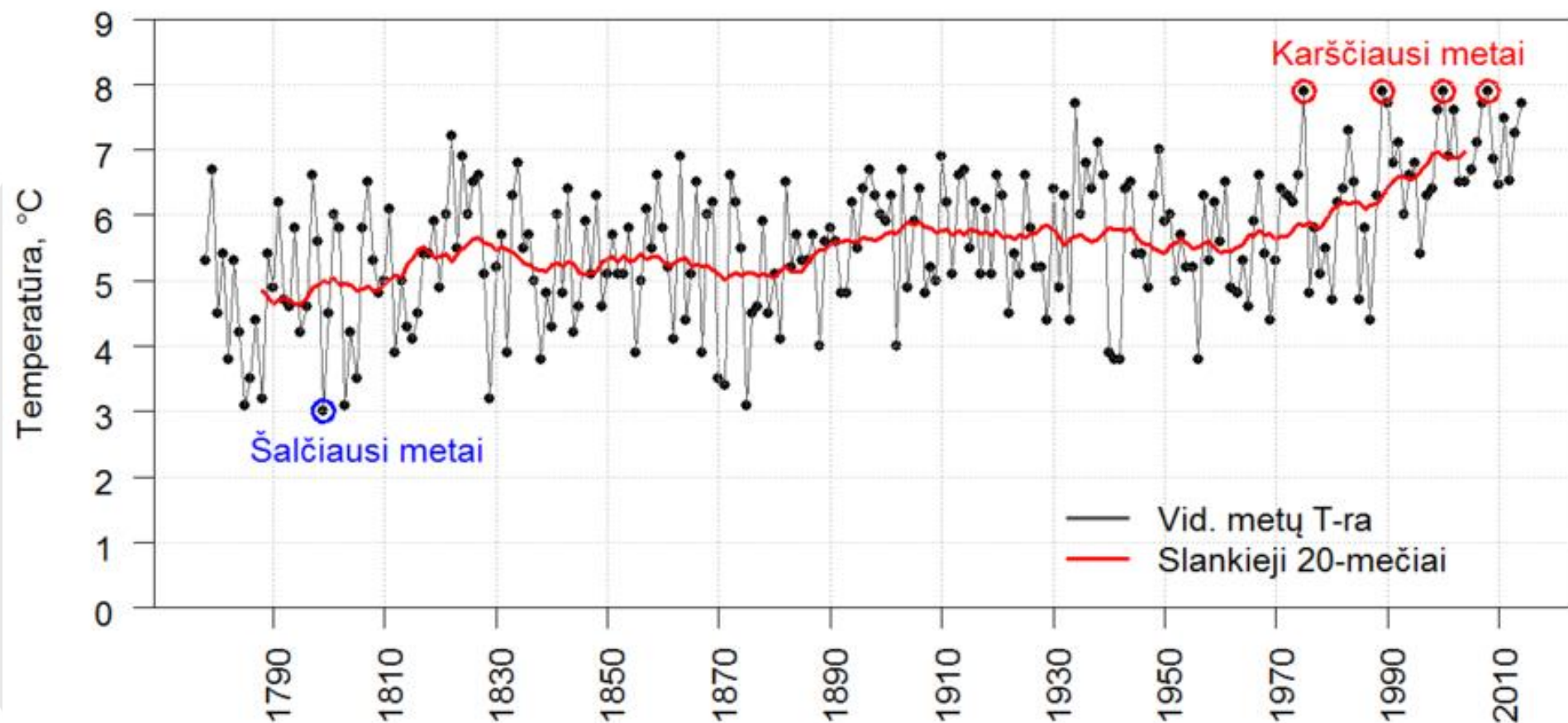
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Kelių priežiūros žiemą iššūkiai:

- Klimato kaita
- Didėjantys eismo saugumo, aplinkosauginiai ir ekologiniai reikalavimai
- Didėjantys kelių priežiūros kaštai
- Ribotas finansavimas

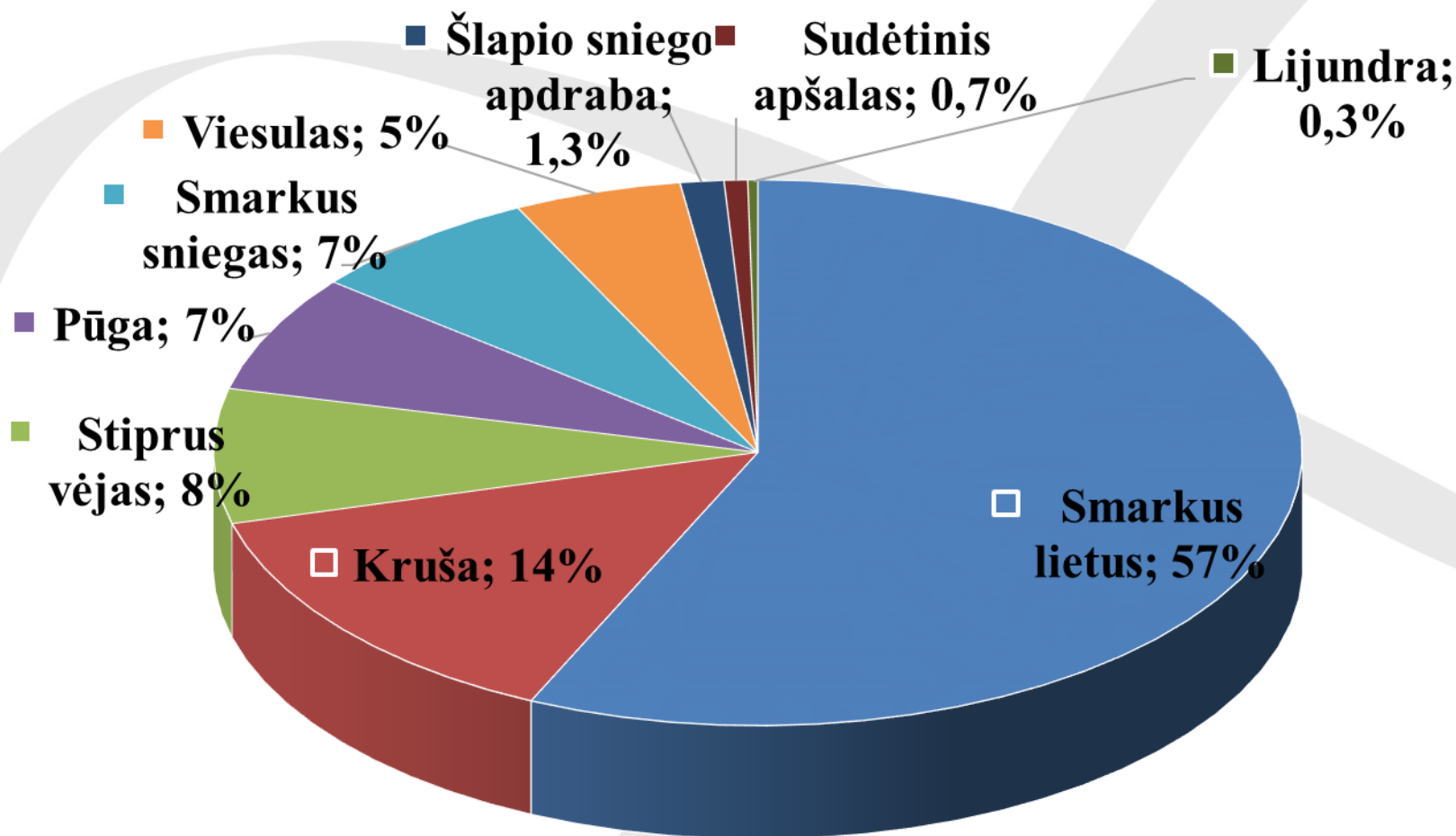
Klimato kaita

Vidutinės metų oro temperatūros kaita Vilniuje, 1778-2014 m.



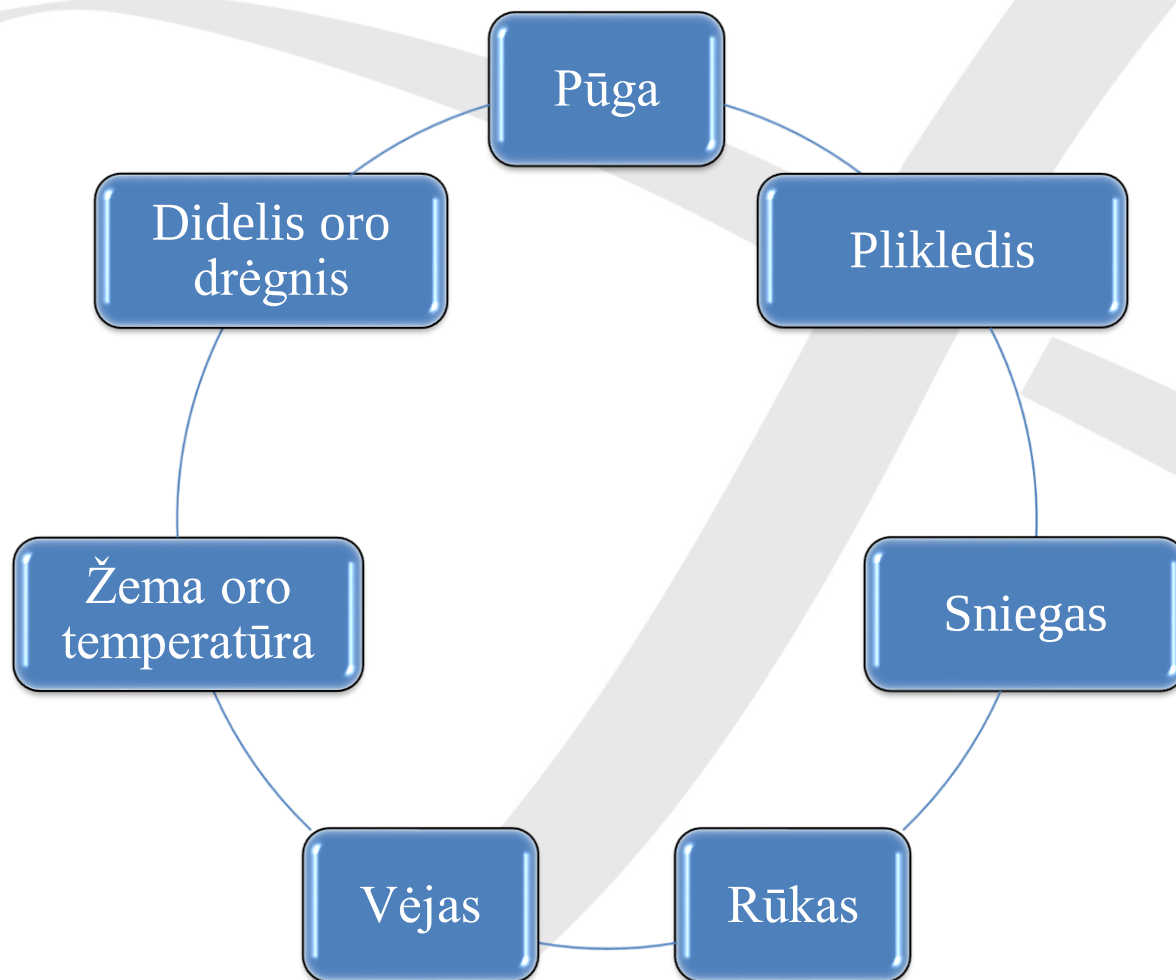
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Pavojingi meteorologiniai reiškiniai



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Pagrindiniai klimato veiksniai eksploatuojant kelius žiemą



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Sniegas



Pagrindiniai klimatiniai sniego dangos rodikliai yra šie: sniego dangos susidarymo ir ištirpimo datos, jo dangos storis, tankis, vandens atsargos sniege.

- ✓ Anksčiausiai sniego danga pasirodo rytuose ir šiaurėje – apie lapkričio 15 dieną, vėliausiai – Pajūrio žemumoje – apie lapkričio 25 dieną.
- ✓ Tačiau pastovi sniego danga dėl dažnų atodrėkių susidaro gerokai vėliau, po 3–4 savaitių

- ✓ Lietuvoje dažniausiai vieno snigimo metu keliai padengiami nuo 1 iki 5 cm storio sniego sluoksniu, tačiau būna ir tokių atvejų, kai vieno snigimo metu kelio danga pasidengia 15 cm ir kartais didesniu
- ✓ Tik iškritęs sniegas yra labai purus. Pradinis jo tankis siekia apie 0,2 g/cm³
- ✓ Veikiant temperatūrai ir transporto priemonių ratams, sniegas tankėja. Ypač greitai sniegas tankėja, kai aplinkos temperatūra artėja prie 0 °C.
- ✓ Tankėjančio sniego pasipriešinimas valymo mechanizmams didėja, o jeigu sutankėjęs sniegas virsta ledu, jo pasipriešinimas padidėja 30 kartų

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Pūga



- ✓ Lietuvoje vidutiniškai būna 14–26 dienos su pūgomis.
- ✓ Per metus iš viso pūgos trunka 90–180 valandų, vienos pūgos vidutinė trukmė – 6–7 valandos.
- ✓ Daugiausiai dienų su pūgomis būna Žemaičių aukštumoje ir Rytų Lietuvoje (20–26 dienos), mažiausiai – pajūryje ir Pietvakarių Lietuvoje (14 dienų)

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Žema oro temperatūra

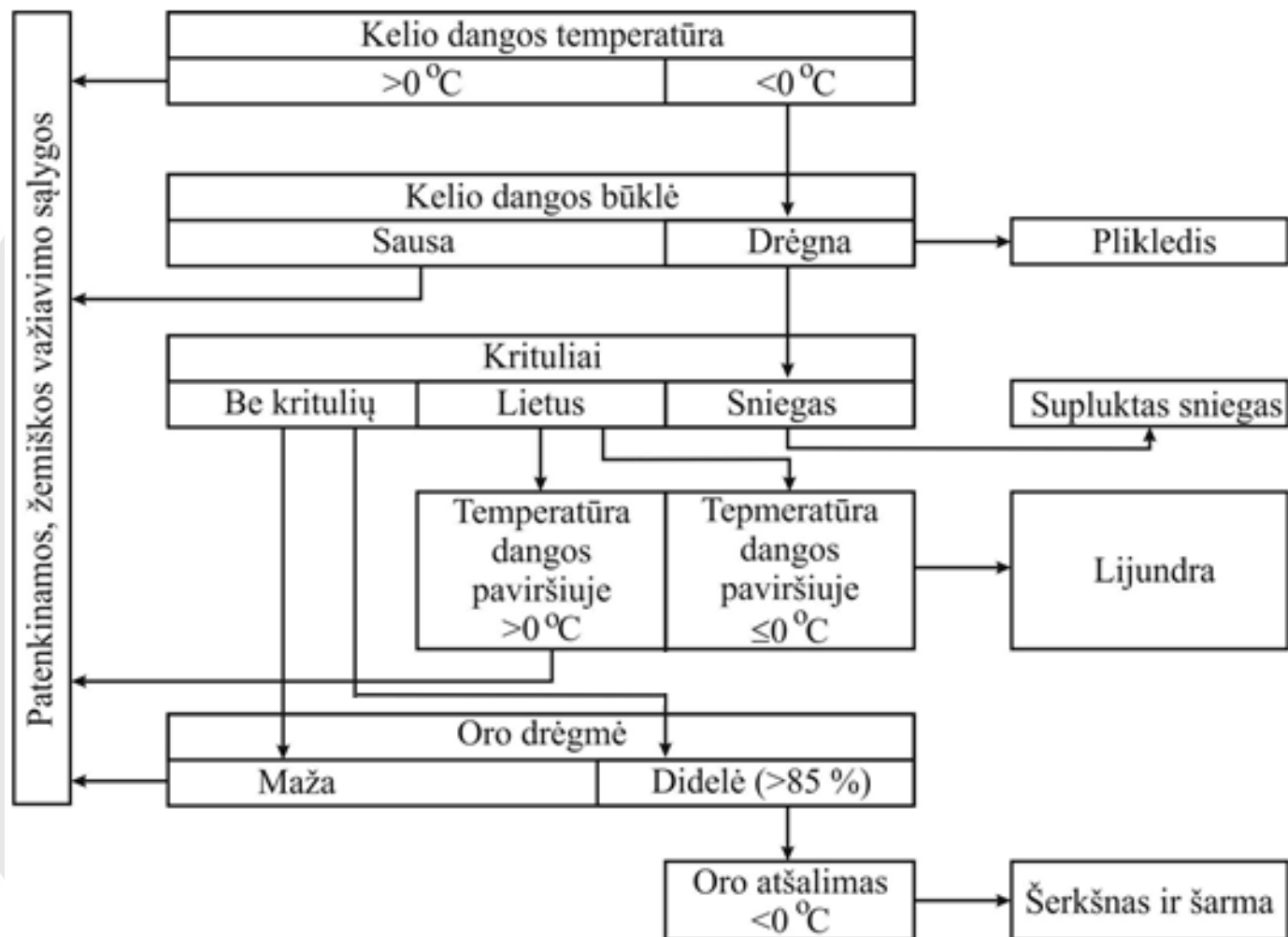


- ✓ Beveik visoje Lietuvoje, bet vėl išskyrus pajūrį, šalčiausias metų mėnuo – sausis, o žemiausiai temperatūra nukrenta trečiąjį jo dešimtadienį (vidutiniškai iki $-5,3$ – $-6,9$ °C). Pajūryje šalčiausias mėnuo – vasaris ($-3,2$ °C), o jame – antrasis dešimtadienis $-3,8$ °C.
- ✓ Svarbus klimato rodiklis yra oro temperatūros kitimas per parą. Žemiausia oro temperatūra nukrinta saulei tekant, o aukščiausiai pakyla apie 14–16 valandą.

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Ledas ir kiti slidumą žiemą sukeliantys reiškiniai

- ✓ Kelio apledėjimas priklauso nuo oro temperatūros ir drėgmės, o taip pat ir nuo kelio dangos temperatūros, drėgmės bei nuo cheminių priemonių, kurios apsaugo kelius nuo užšalimo, kiekio.



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Smalkus sudėtinis apšalas (angl. supercooled rain)

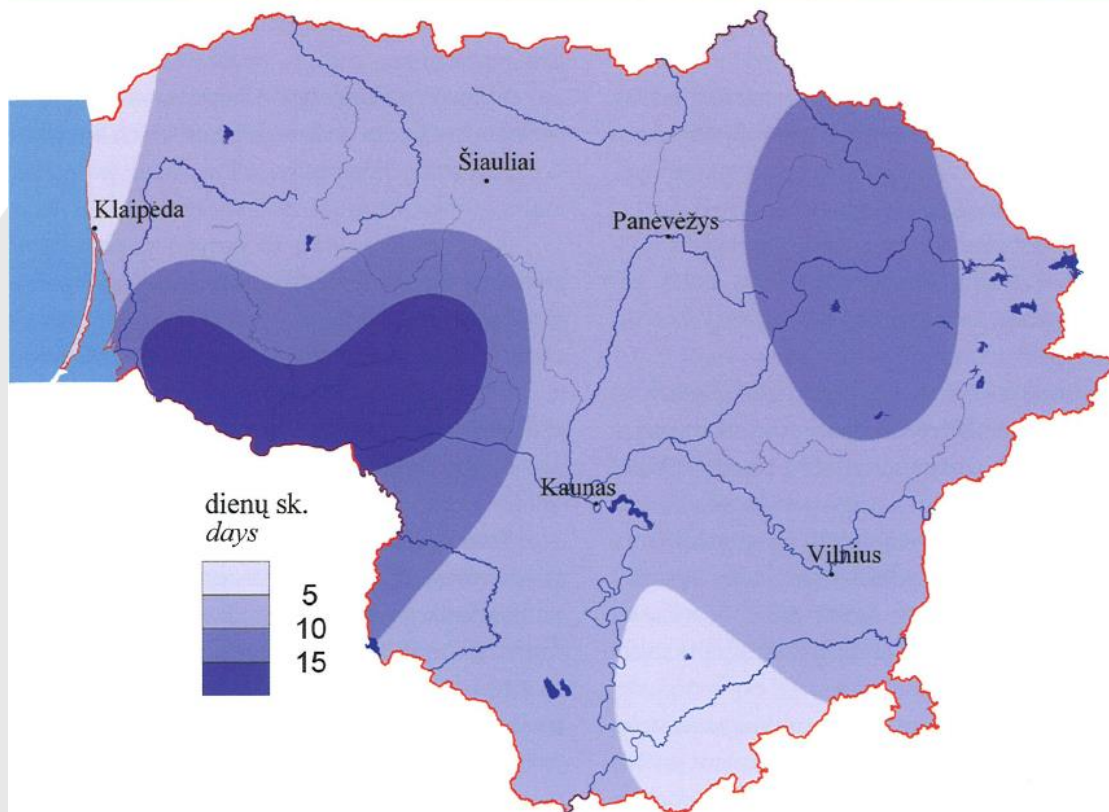


- ✓ Ledo apskardas – lietus, kurio krintantys lašeliai krisdami yra staigiai atšaldomi iki žemesnės nei 0°C
- ✓ Pasitaiko kartą per 2 metus
- ✓ Dažniausiai pasireiškia lokaliai, bei pasireiškia gruodžio – sausio mėnesiais.

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Lijundra (*angl. freezing rain*)

VIDUTINIS DIENŲ SU LIJUNDRA SKAIČIUS PER METUS



- ✓ Lijundra – ledo sluoksnis, susidarantis užšalus lietaus, dulksnos arba rūko lašeliams ant daiktų, kurių paviršiaus temperatūra lygi 0°C ar žemesnė
- ✓ Vidutinis dienų su lijundroms skaičius yra 10-15 per metus.
- ✓ Vidutinė vienos lijundros trukmė 6 -12 val.



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Šerkšnas (*angl. freezing fog, hoarfrost*)



- ✓ Grūdėtasis šerkšnas – purios sniego pavidalo nuosėdos, susidarančios ant daiktų, esant vėjuotam orui bei rūkui, kai oro temperatūra būna $-2...-7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Kristalinis šerkšnas – baltos, smulkių ledo kristalų nuosėdos ant įvairių daiktų paviršių. Dažniausiai formuojasi naktį, esant ramiam ir šaltam ($-11...-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) orui ir tvyrant rūkui arba rūkanai.

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Plikledis (*angl. black ice*)



- ✓ Plikledis susidaro šaltuoju metų laiku, kai esant teigiamai temperatūrai iškrenta šlapdriba, lietus, rūkas arba pradeda tirpti sniegas, tačiau vėliau orui atvėsus iki neigiamos temperatūros, iš iškritusių kritulių susidaro ledas.

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

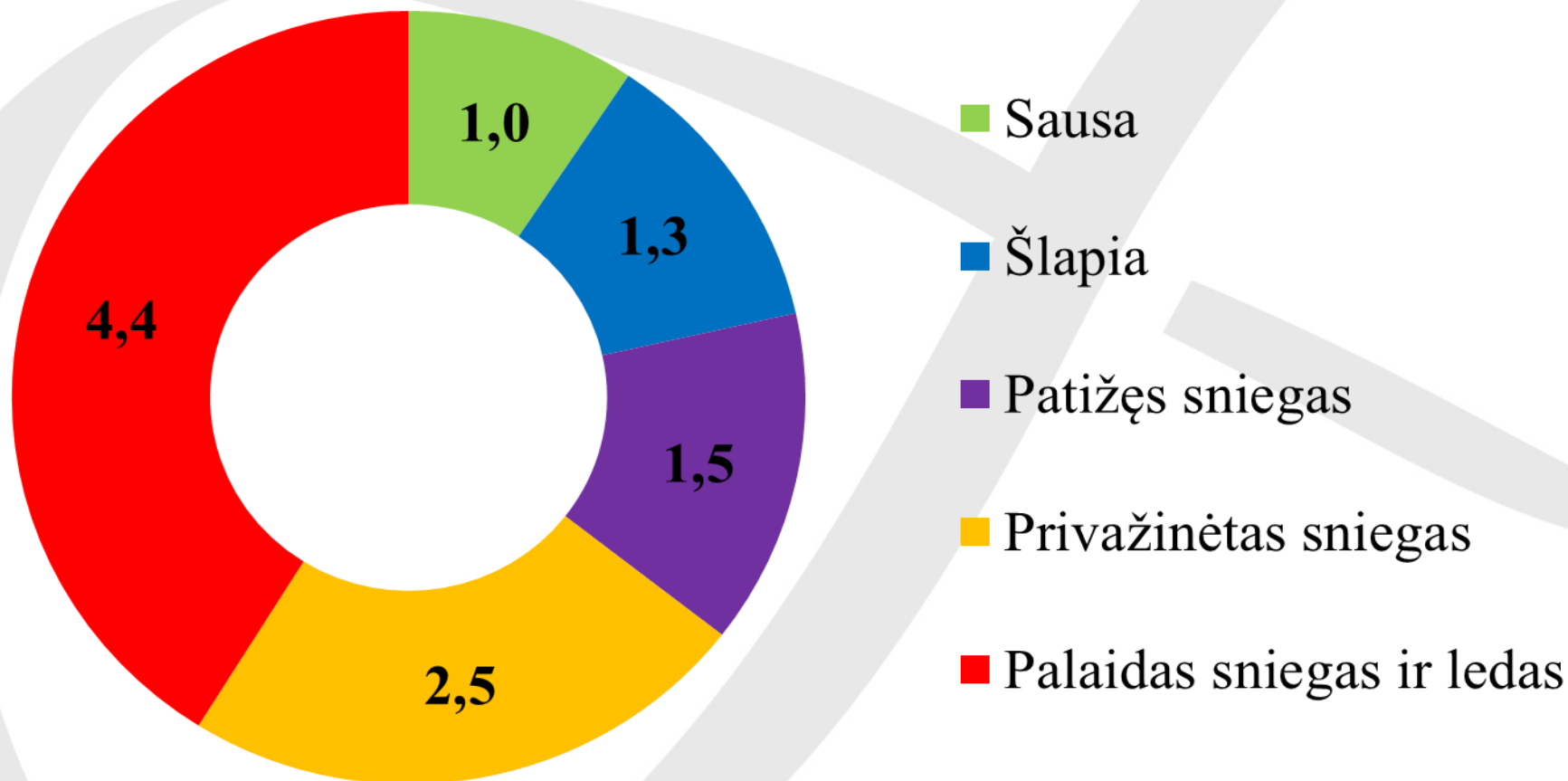
Suplūktas sniegas (*angl. compacted snow*)



- ✓ Suplūktas sniegas – autotransporto padangų suvažinėtas slidus sniego sluoksnis, kurio tankis siekia iki $0,5-0,6 \text{ g/cm}^3$ (puraus sniego tankis apie $0,2 \text{ g/cm}^3$).

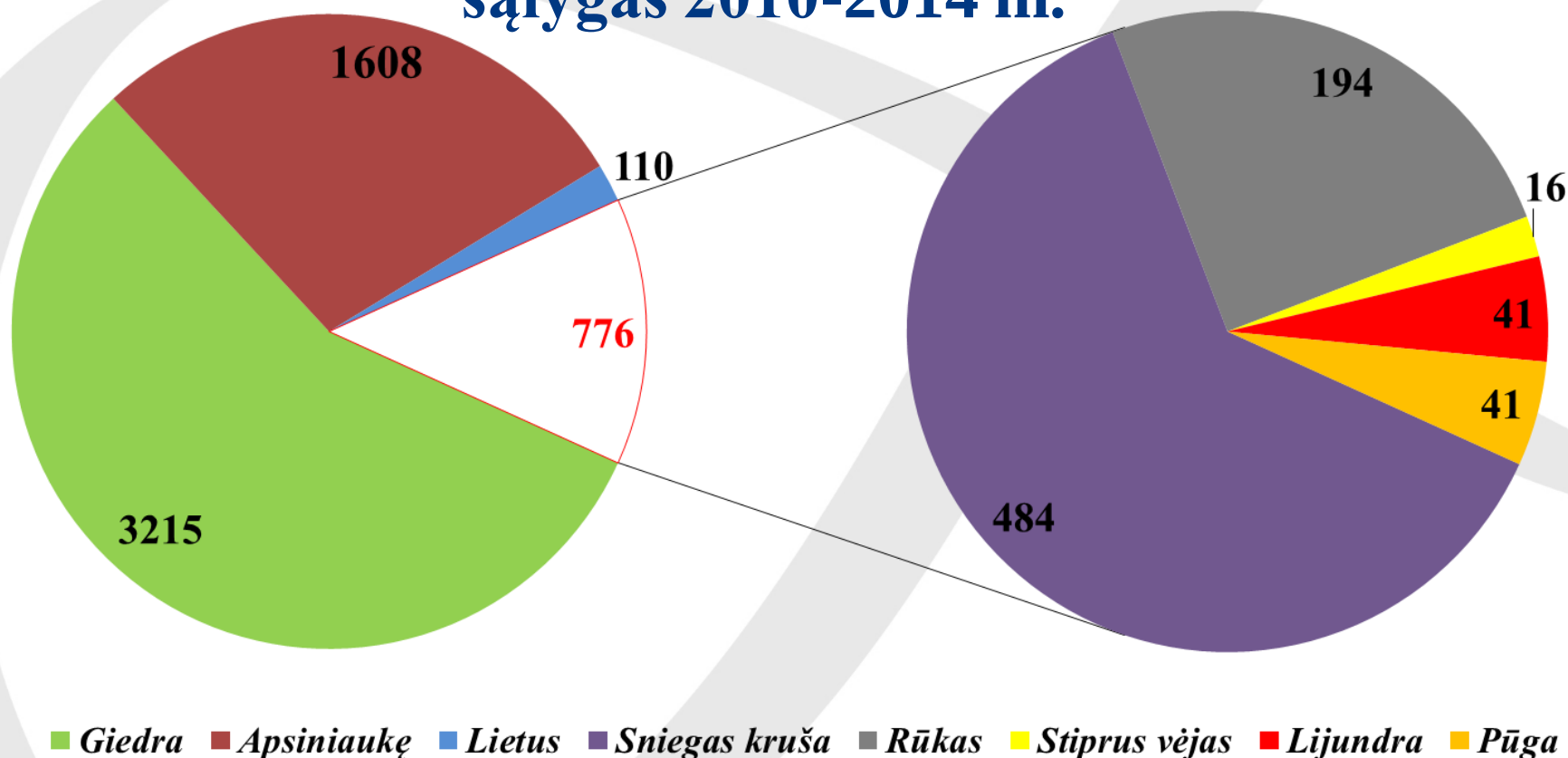
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Santykinė eismo įvykio rizika, priklausomai nuo kelio paviršiaus sąlygų



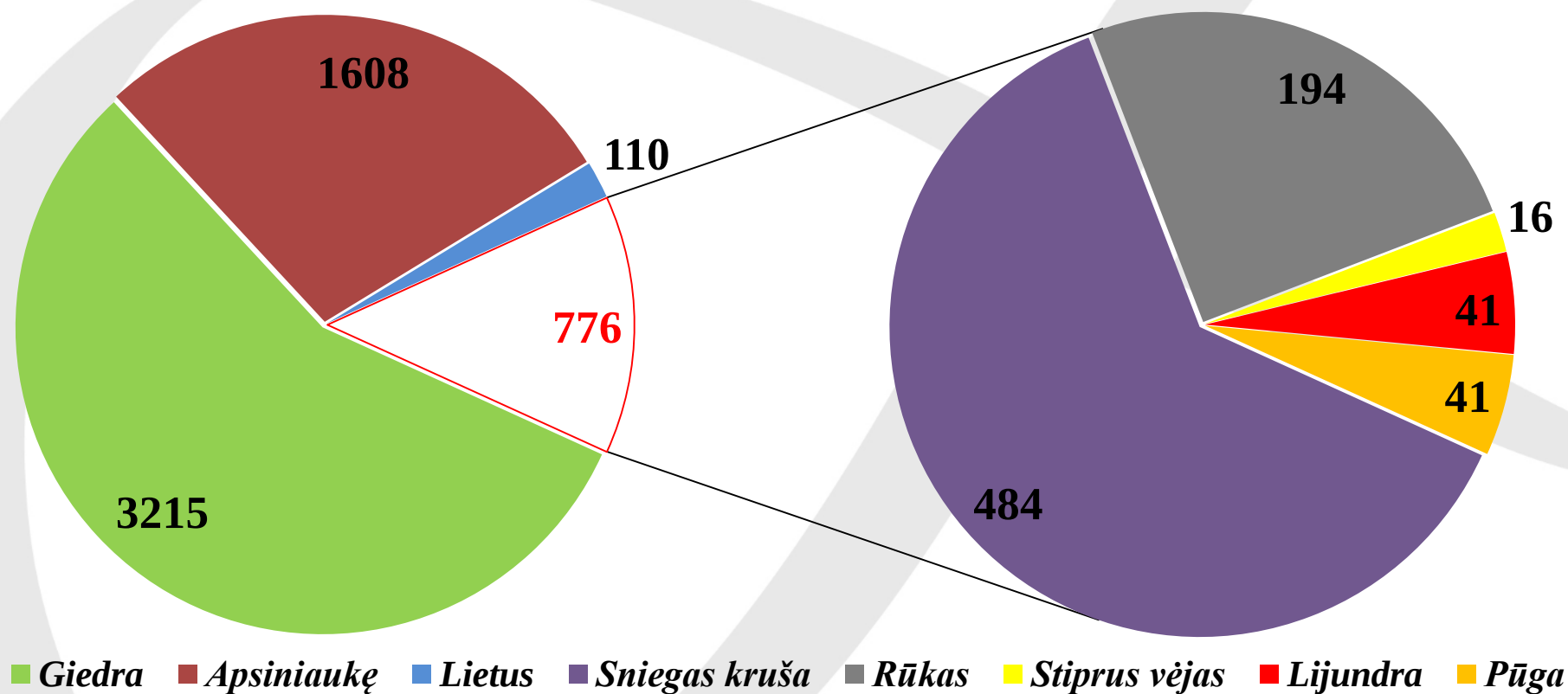
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Iskaitinių eismo įvykių pasiskirstymas, valstybinės
reikšmės automobilių keliuose, pagal meteorologines
sąlygas 2010-2014 m.



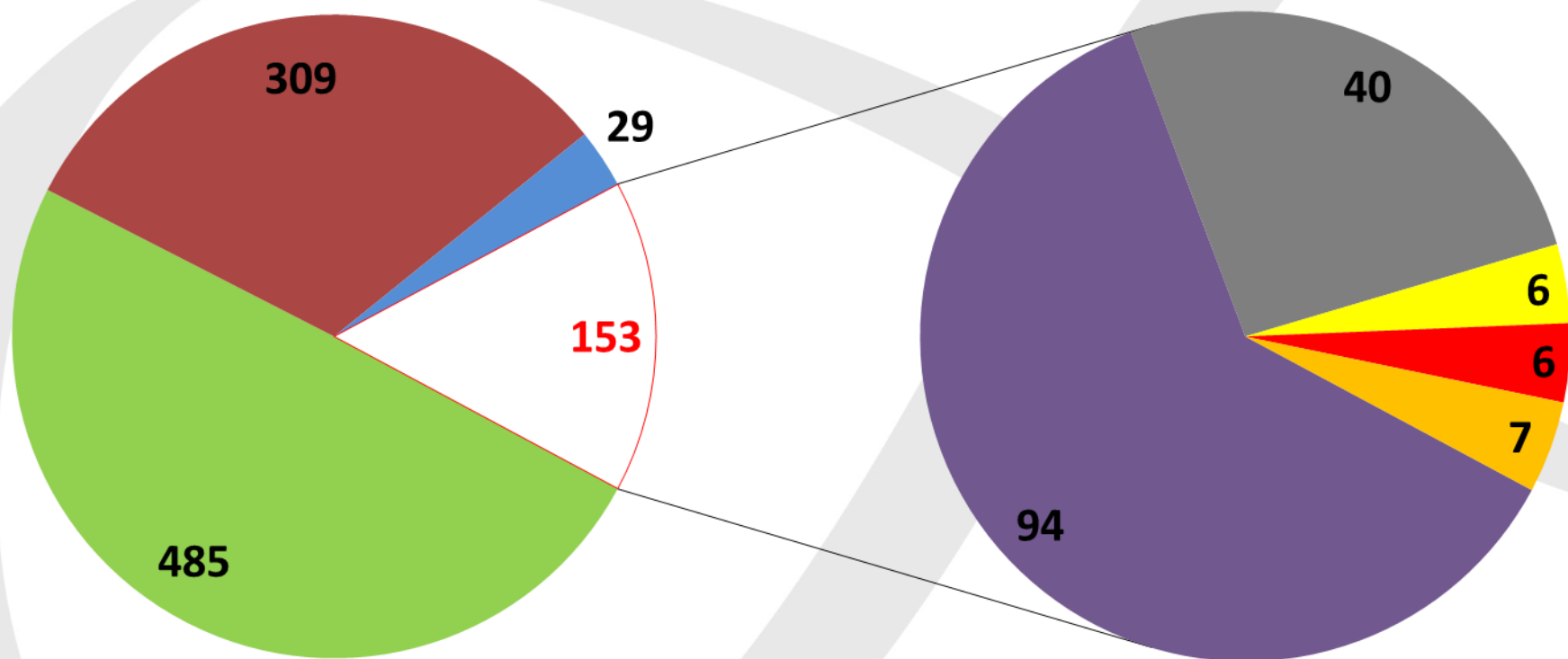
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Eismo įvykiuose sužeistų eismo dalyvių skaičiaus
pasiskirstymas pagal meteorologines sąlygas 2010-2014 m.



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Eismo įvykiuose žuvusių eismo dalyvių skaičiaus
pasiskirstymas pagal meteorologines sąlygas 2010-2014 m.

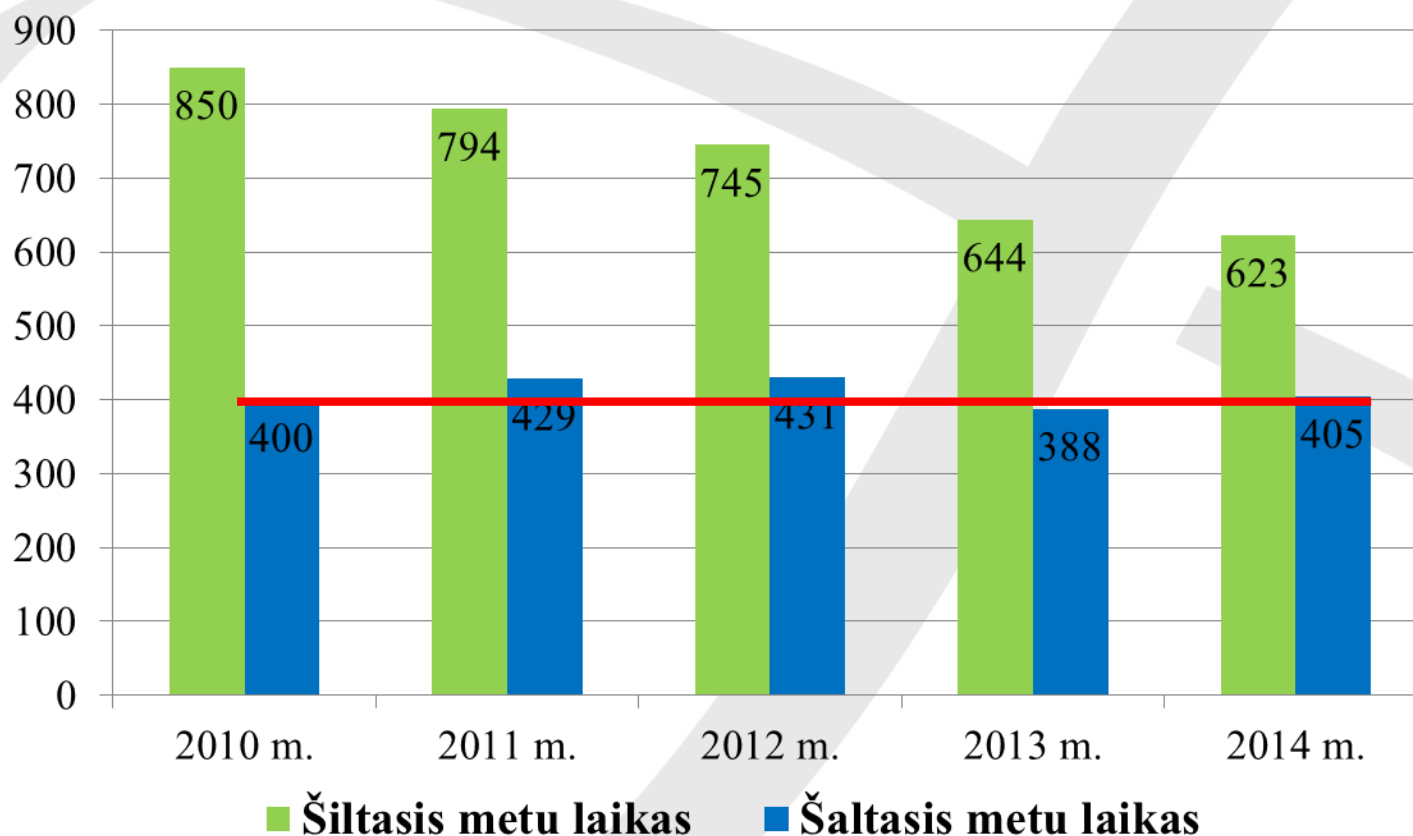


■ *Giedra* ■ *Apsiniaukę* ■ *Lietus* ■ *Sniegas kruša* ■ *Rūkas* ■ *Stiprus vėjas* ■ *Lijundra* ■ *Pūga*

Šaltinis: Statistinių duomenų bazė. ONHA

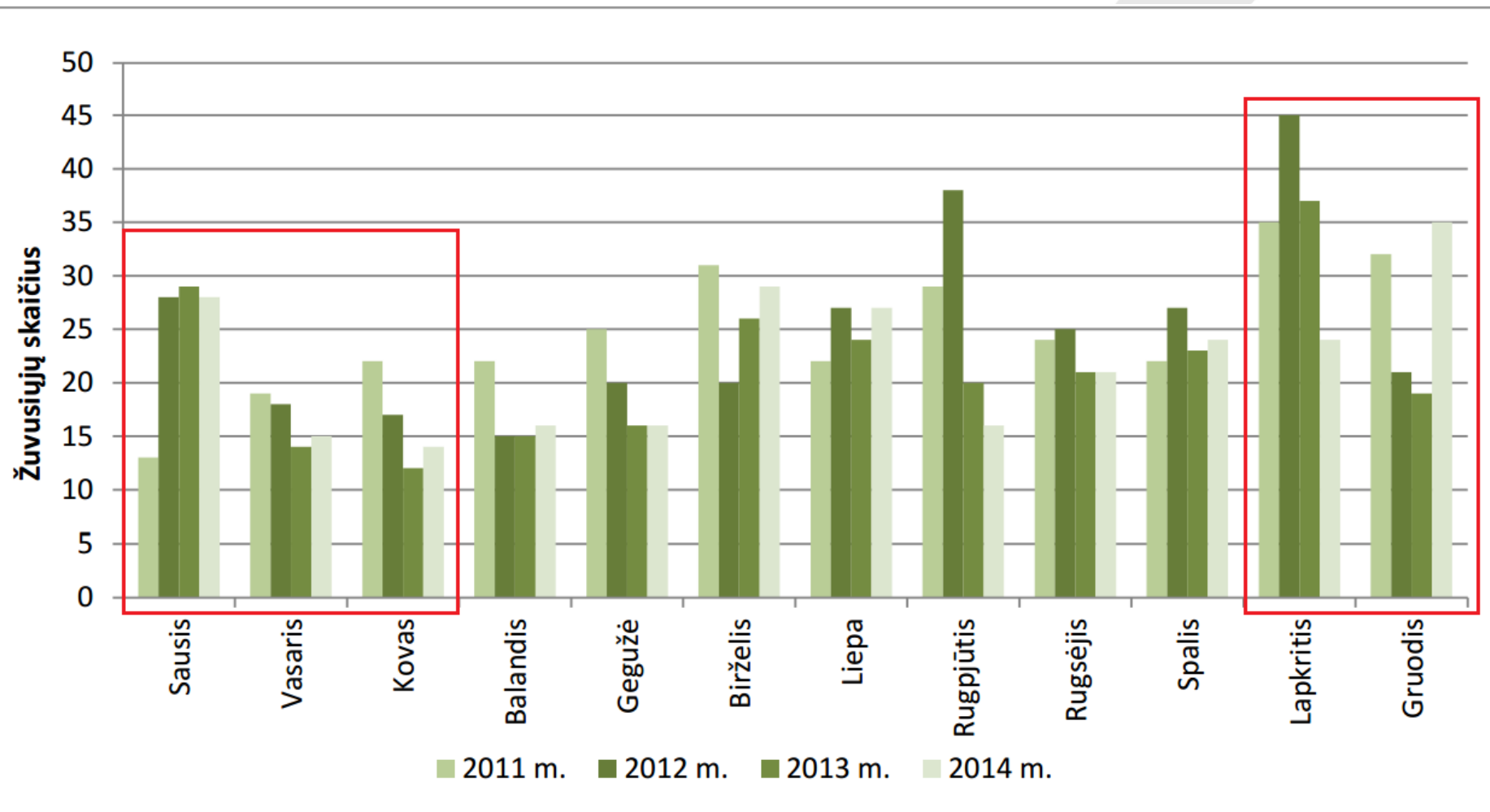
Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Šiltuoju ir šaltuoju metų laiku įvykusių įskaitinių eismo įvykių skaičiaus pasiskirstymas 2010–2014 m.



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Žuvusiųjų pasiskirstymas pagal mėnesius 2011–2014 m.

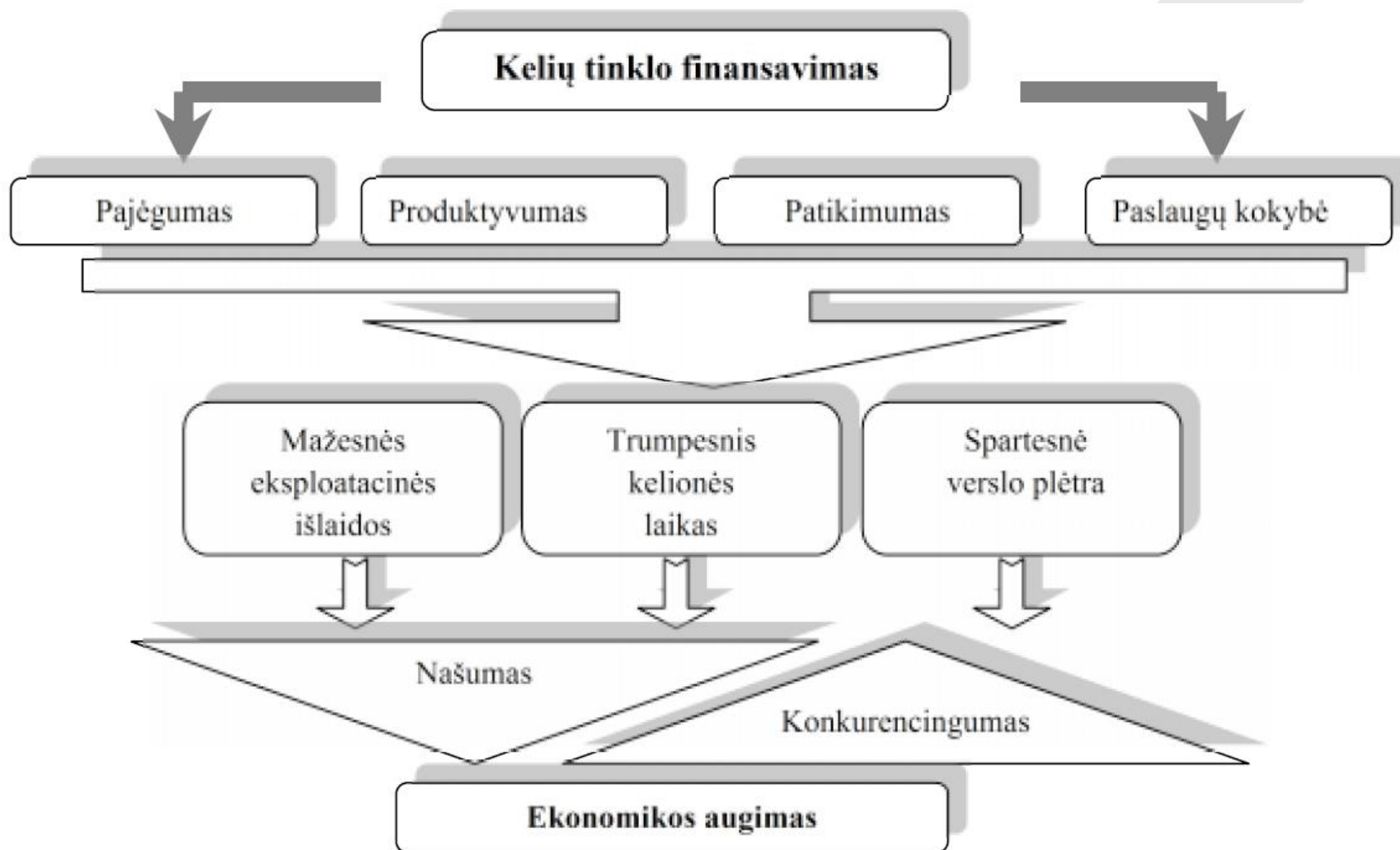


Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

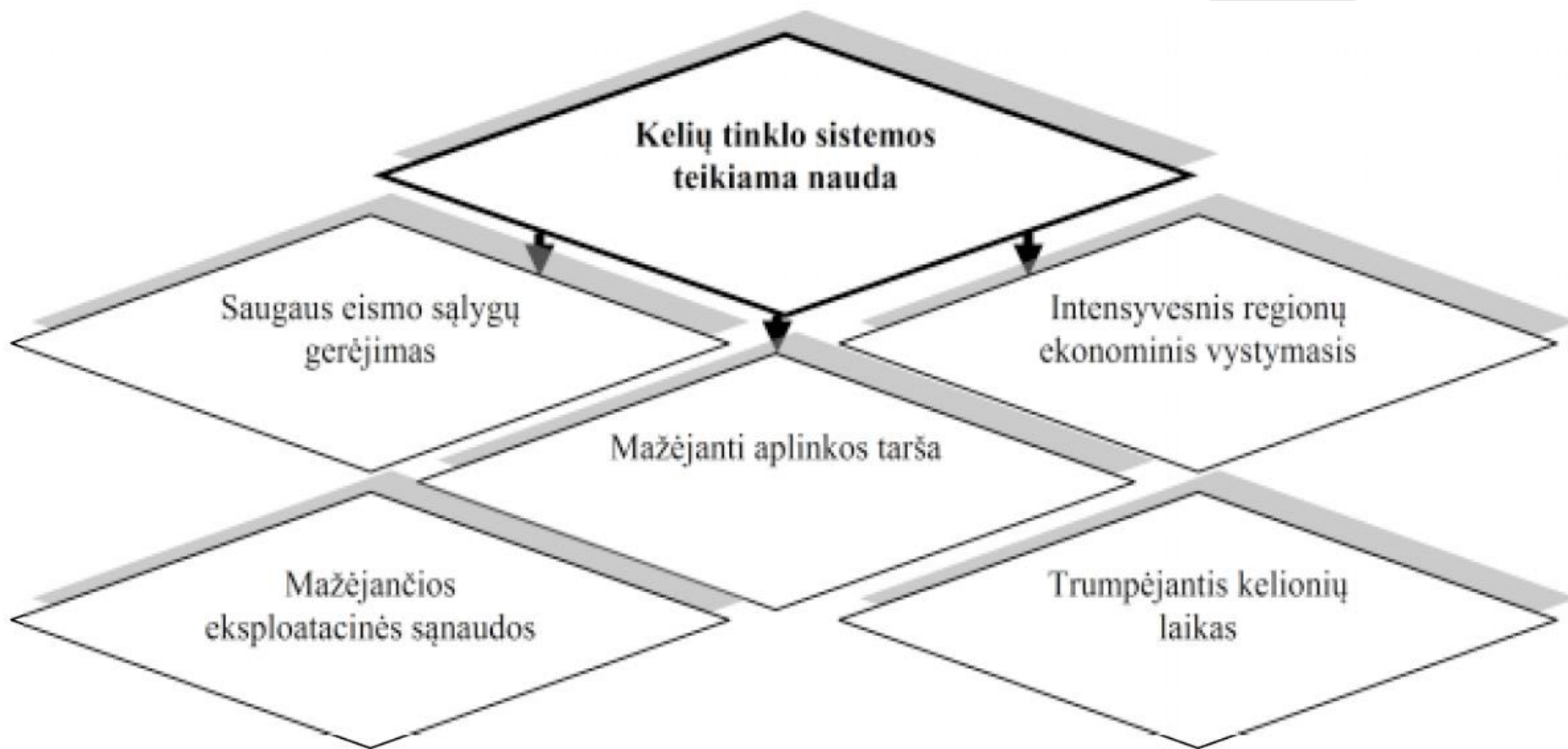
Kelių priežiūros kokybės įtaka eismo saugumui

Eismo įvykio sunkumas	Procentinė eismo įvykių išraiška		
	Eismo įvykio rūšis	Geriausias rezultatas	Rezultatų kitimo ribos
Padidinus kelių priežiūros kokybę vienu priežiūros lygiu per visą žiemos sezoną			
Eismo įvykiai su sužeistaisiais	Visi eismo įvykiai	-12	(-14; -10)
Eismo įvykiai kurių metu patiriama materialinė žala	Visi eismo įvykiai	-30	(-32; -29)
Kelių barstymas druska (druskos tirpalu ir pan.) per visą žiemos sezoną			
Eismo įvykiai su sužeistaisiais	Vsi eismo įvykiai	-15	(-22; -7)
Eismo įvykiai kurių metu patiriama materialinė žala	Visi eismo įvykiai	-19	(-39; +6)
Kelių priežiūra nenaudojant barstymo druska (druskos tirpalu ir pan.) per visą žiemos sezoną			
Eismo įvykiai su sužeistaisiais	Visi eismo įvykiai	+12	(-4; +30)
Eismo įvykiai kurių metu patiriama materialinė žala	Visi eismo įvykiai	+1	(-15; +21)
Padinti kelių priežiūros žiemą taikymo operatyvumą (greitesnis reagavimas) per visą žiemos sezoną			
Nenustatytas	Visi eismo įvykiai	-8	(-14; -1)
Barstymo druska (druskos tirpalu ir pan.) efektyvumas po paros			
Nenustatytas	Visi eismo įvykiai	-35	(-59; +3)
Nenustatytas	Visi eismo įvykiai	-24	(-42; 0)
Barstymo frikcinėmis medžiagomis (smėliu, žvyru ir pan.) efektyvumas po paros			
Nenustatytas	Visi eismo įvykiai	-62	(-24; +6)

Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

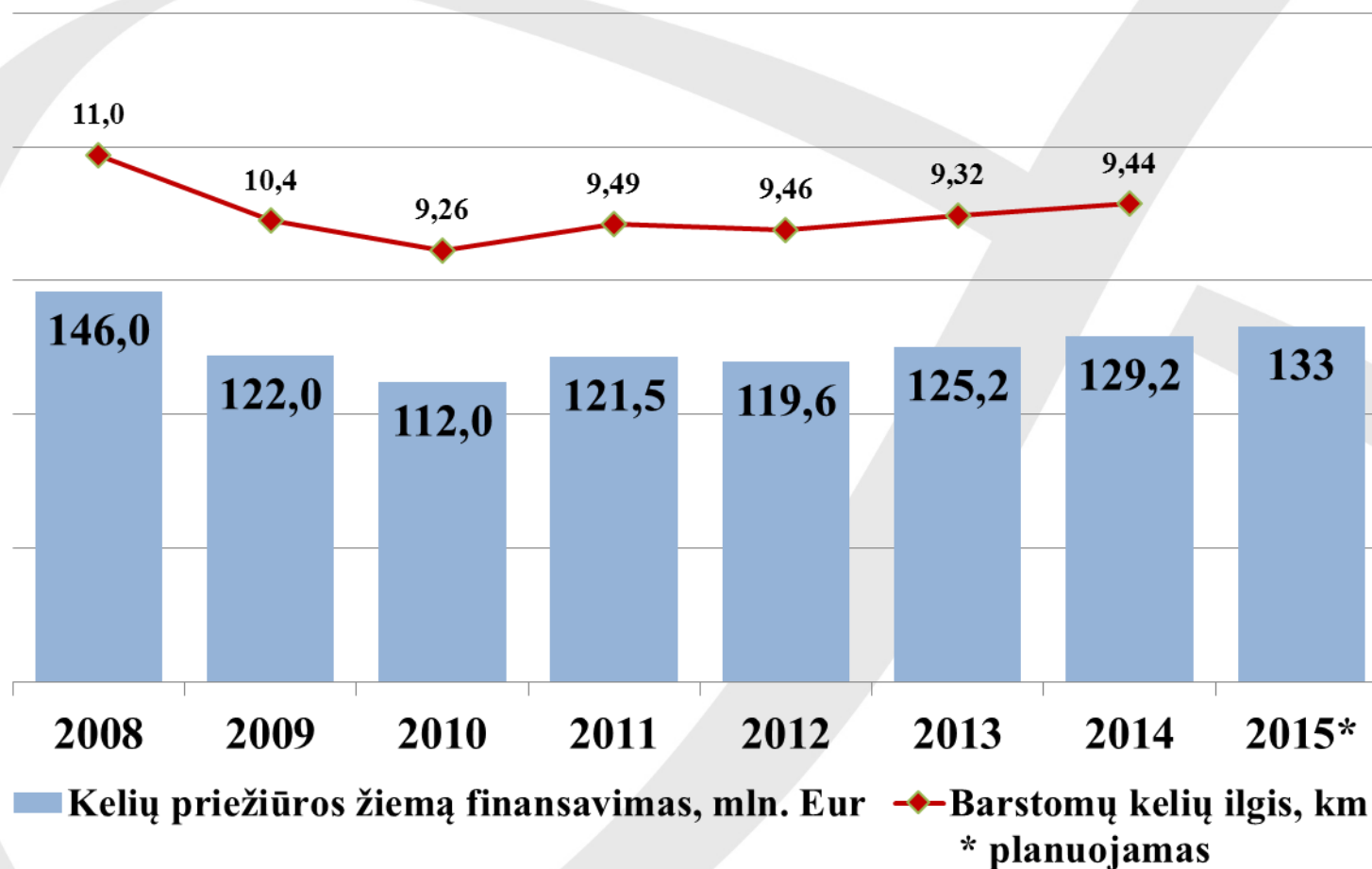


Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis



Automobilių kelių priežiūros žiemą poreikis

Valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros žiemą finansavimas



2. GEROJI UŽSIENIO ŠALIŲ PRAKTIKA



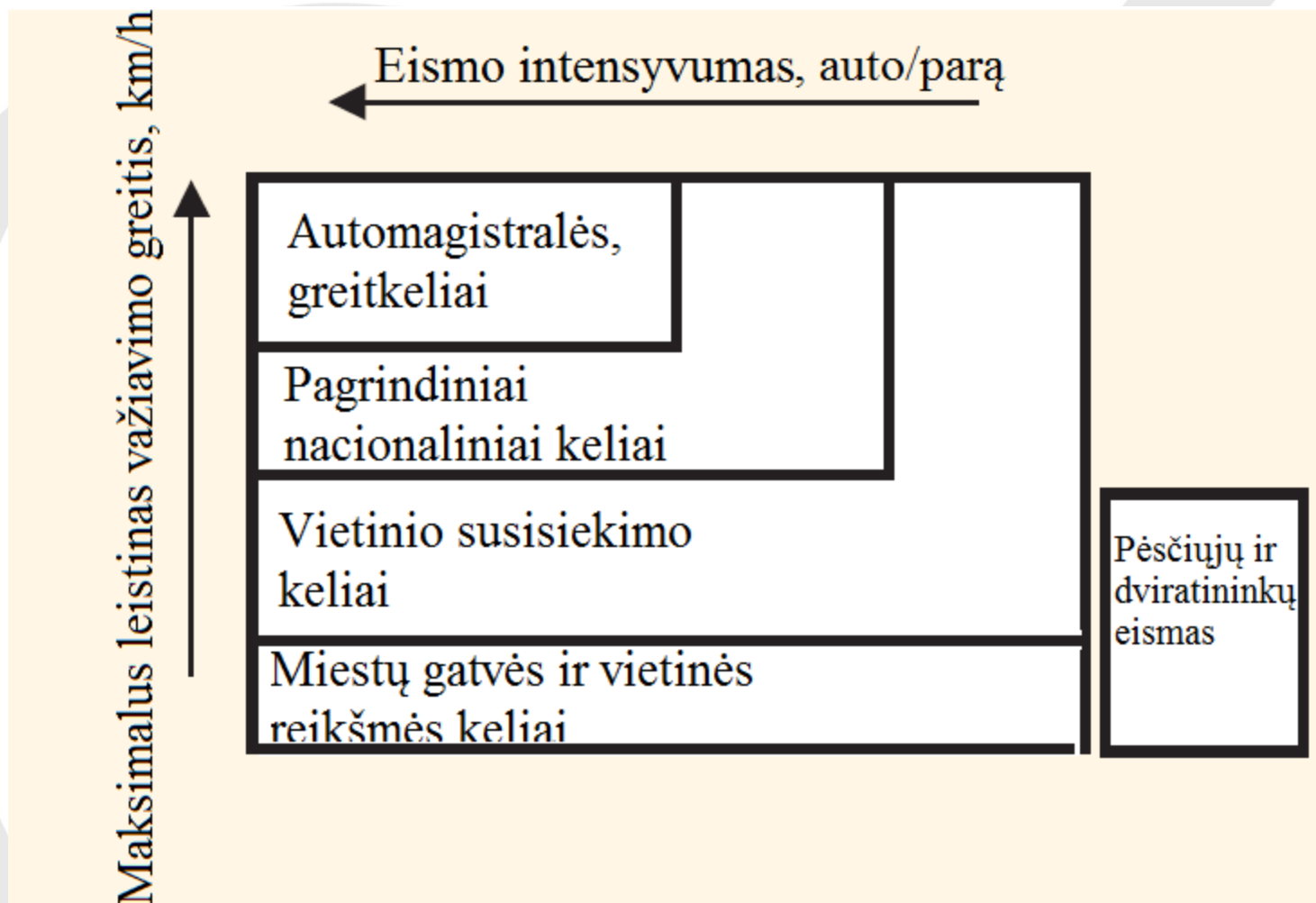
Teisinė prievolė vykdyti kelių priežiūrą

- ☐ Įstatymai
- ☐ Įsakymai
- ☐ Taisyklės
- ☐ Kodeksai

- ☐ Kiti norminiai dokumentai, sudarantys žiemos priežiūros praktikos pagrindus, įskaitant teises prievoles, priežiūros lygį, kokybės standartus, veiklos rodiklius ir medžiagoms bei įrangai taikomas taisykles.



Priežiūros lygiai užsienio šalyse



Priežiūros lygiai užsienio šalyse

Priežiūros lygiai	Estija	Latvija	Austrija	Vokietija	JAV	Slovėnija	Olandija	Šveicarija	Norvegija	Švedija	Suomija
Aukščiausias	4	A A1	A	1	1	1	1	A	1	1	Is I
Vidutinis	3	B	B C	2	2	2 3	2	B	2 3	2 3	Ib
Žemiausias	2 1	C D	D	3	3	4 5	3	C	4	4 5	II III
Nevykdoma	-	-	-	-	-	6	-	D	-	-	-
Viso lygių	4	5	4	3	3	6	3	4	4	5	5

Reikalavimai kelių būklei žiemą (Austrijos pavyzdys)

Kelio klasė	A	B	C	D
Kelio rūšis	Greitkeliai	Regioniniai pagrindiniai keliai Krašto ir savivaldybių keliai, kur žymus eismo intensyvumas	Antraeiliai keliai Krašto ir savivaldybių keliai, kur žymus eismo intensyvumas, važinėja maršrutiniai autobusai, mokyklų autobusai ar yra turistinių maršrutų	Antraeiliai keliai Krašto ir savivaldybių keliai, kur mažas eismo intensyvumas
VMPEI		> 3 000	< 3 000	< 1 000
Atlikimo laikas	daugiausia 3 val.	daugiausia 5 val.	daugiausia 5 val.	
Klimatinė situacija 1	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos
Lengvai sninga,	Visų eismo juostų tinkamumas eismui,	Tinkamumas eismui	Tinkamumas eismui	Tinkamumas eismui
apsnigtas ar apledėjęs paviršius,	išvažiavimo ir privažiavimo keliai	galimas eismo vėlavimas nuo	galimas eismo vėlavimas nuo	galimas didelis eismo vėlavimas,
šerkšnas,		22:00 - 6:00,	20:00 - 7:00,	
lengvai pustomas sniegas	valomi ir barstomi	keliai valomi ir barstomi	keliai valomi ir barstomi	keliai valomi ir barstomi
	ledo tirpinimo priemonėmis	daugiausia ledo tirpinimo priemonėmis	ledo tirpinimo priemonėmis ar žvyru	žvyru
	24 val.	4:00 - 22:00	5:00 - 20:00	kartą dienoje
Klimatinė situacija 2	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos
Sninga	Vienos eismo juostos tinkamumas eismui,	Tinkamumas eismui	Tinkamumas eismui	Tinkamumas eismui
vidutiniškai – intensyviai,	kiekviena kryptimi, išvažiavimo	galimas didelis eismo vėlavimas	galimas didelis eismo vėlavimas	galimas didelis eismo vėlavimas
pustomas sniegas,	ir privažiavimo keliai			
Sniego gylis > 10 cm	valomi ir barstomi	valomi ir barstomi	valomi ir barstomi	valomi ir barstomi
	ledo tirpinimo priemonėmis	daugiausia ledo tirpinimo priemonėmis	ledo tirpinimo priemonėmis ar žvyru	žvyru
	24 val.	4:00 - 22:00	5:00 - 20:00	du kartus dienoje
Klimatinė situacija 3	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos	Kelio dangos sąlygos
Plikšala,	Kelių saugumo garantuoti neįmanoma, šalinant didesnius sniego kiekius (supustytą sniegą, griūtis)			
intensyviai sninga, griūtys	Keliai gali būti laikinai neišvažiuojami			

Barstymo reikalavimai įvertinus sukibimo koeficientas Norvegijos pavyzdys

Kategorija kelių	VMPEI	Slidumą mažinančių medžiagų* naudojimas tam tikrose vietose		Slidumą mažinančių medžiagų* naudojimas visame kelio ruože	
		Pradedama	Baigiama per	Pradedama	Baigiama per
Magistraliniai keliai		$\mu < 0,30$	1 val.	$\mu < 0,20$	2 val.
Visi kiti keliai	> 1 500	$\mu < 0,25$	1 val.	$\mu < 0,20$	2 val.
	501–1 500	$\mu < 0,25$	2 val.	$\mu < 0,15$	3 val.
	0–500	$\mu < 0,20$	2 val.	$\mu < 0,15$	4 val.

Čia μ – sukibimo koeficientas.

*slidumą mažinančios medžiagos – aukšto intensyvumo automobilių keliuose, kur srauto greitis didesnis kaip 80 km/h naudojamos kelių druskos, o kituose keliuose frikcinės medžiagos.

Eismo sąlygų priklausomybė nuo sukibimo koeficiento (angl. friction)

Trinties reikšmė	0.00-0.14	0.15-0.19	0.20-0.24	0.25-0.29	0.30-0.44	0.45-1.00
Kelio dangos sąlygos	Blogos eismo sąlygos, drėgnas ledas Labai slidu	Apledėjimas Slidu	Suspaustas sniegas Patenkinamos žiemos sąlygos	Šiurkšti danga, suspaustas ledas ir sniegas Geros žiemos sąlygos	Švari ir drėgna danga Neslidu	Švari ir sausa danga Neslidu

Kelių priežiūrai žiemą naudojamos medžiagos slidumo sumažinimui

Šalys	Medžiagos naudojamos slidumui automobilių keliuose mažinti											
	Natrio Chloridas	Natrio ir kalcio chloridų mišinys	Kalcio chloridas	Magnio chloridas *	Kalcio acetatas	Magnio acetatas	Kalcio ir magnio acetato mišinys	Kalio acetatas	Magnio acetatas	Kalio karbonatas	Kalio formiatas *	Frikcinės barstomosios medžiagos
Lietuva	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Norvegija	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Švedija	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Suomija	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Slovėnija	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Šveicarija	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Vokietija	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Austrija	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Olandija	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
JAV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+

Pastaba*: Suomijoje kalio formiatas naudojamas vandens apsaugos zonose, bei kitose saugomose teritorijose.

Slidumą mažinančių medžiagų barstymo normos (Vokietijos pavyzdys)



Profilaktinis barstymas ant sausos dangos	5-15 g/m ²
Profilaktinis barstymas ant šlapios ar drėgnos dangos	5-40 g/m ²
Nežymus šerkšnas (iki apledėjimo) ir lengvai apledėję keliai	5-30 g/m ²
Ledas	20-40 g/m ²
Snygis/ slidus sniegas	30-15 g/m ²
Lijundra	30-40 g/m ²

Medžiagų naudojamų kelių priežiūrai sandėliavimas (pavyzdžiai iš Vokietijos)



Druskos tirpalo purškimo technologija



Automatinė medžiagų dozavimo kontrolės sistema su infraraudonųjų spindulių davikliu



- ✓ Naudojamas tik reikalingas druskos kiekis (automatinis dozavimas);
- ✓ Iki 15-30 % druskos ekonomija;
- ✓ Tinka preventyviam barstymui;
- ✓ Padidėja eismo sauga nes vairuotojas gali visą dėmesį sutelkti vairavimui;
- ✓ Sumažinama vairuotojo klaidų tikimybė
- ✓ Nuolat matuojama kelio paviršiaus temperatūra (galimybė kaupti ir analizuoti fiksuojamus duomenis);
- ✓ Atsižvelgiama į kelio būklę.

Šveicarijoje, JAV, Olandijoje ir kitose šalyse įdiegtų automatizuotų ledo tirpdymo sistemų pavyzdžiai



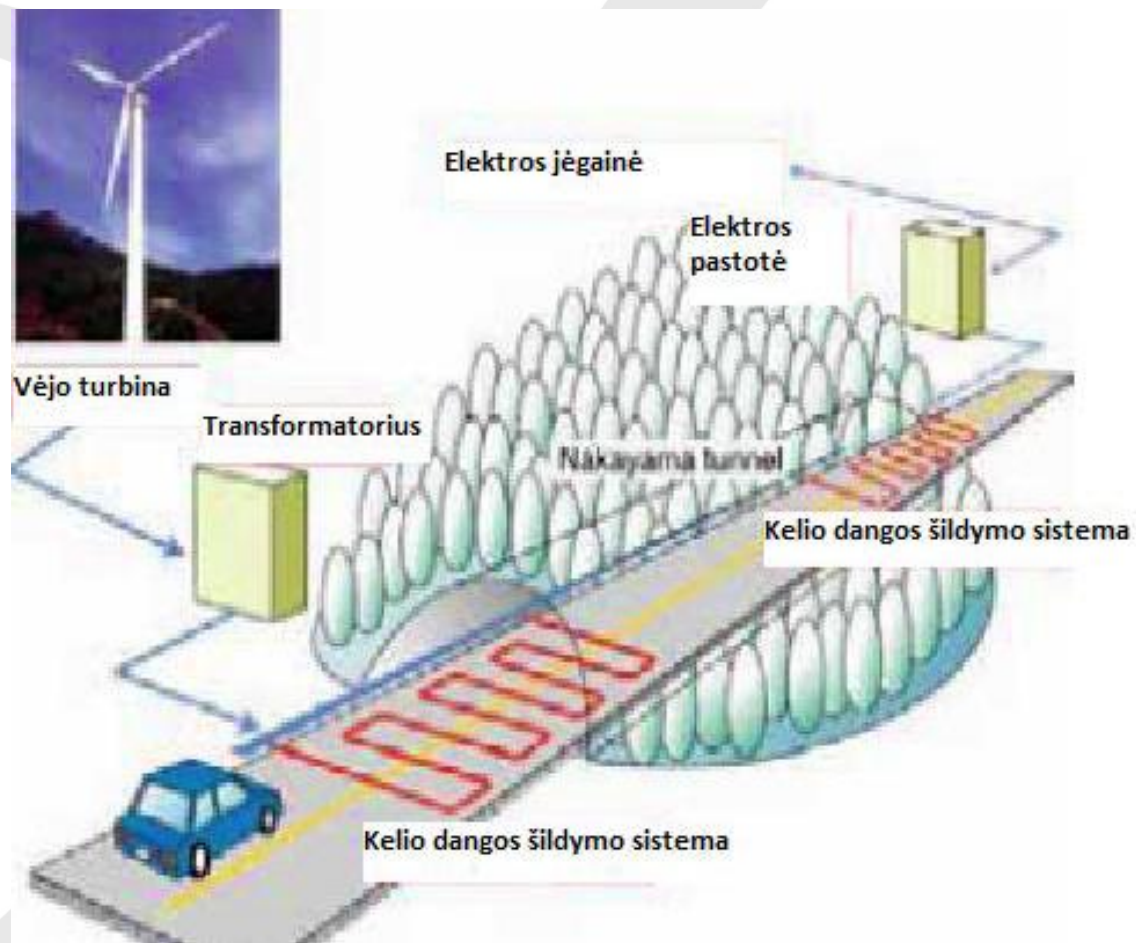
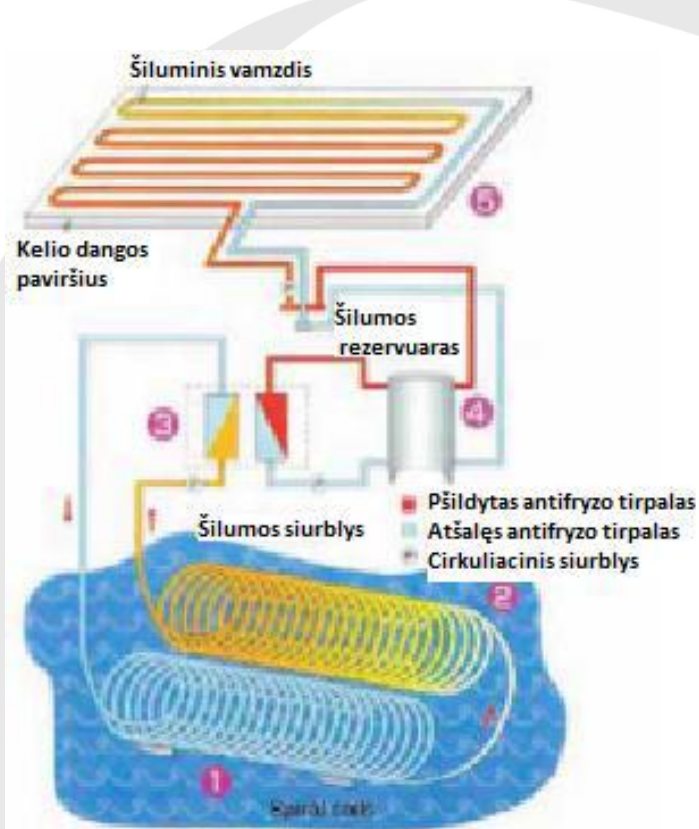
JAV sniego valymo technikos pavyzdžiai



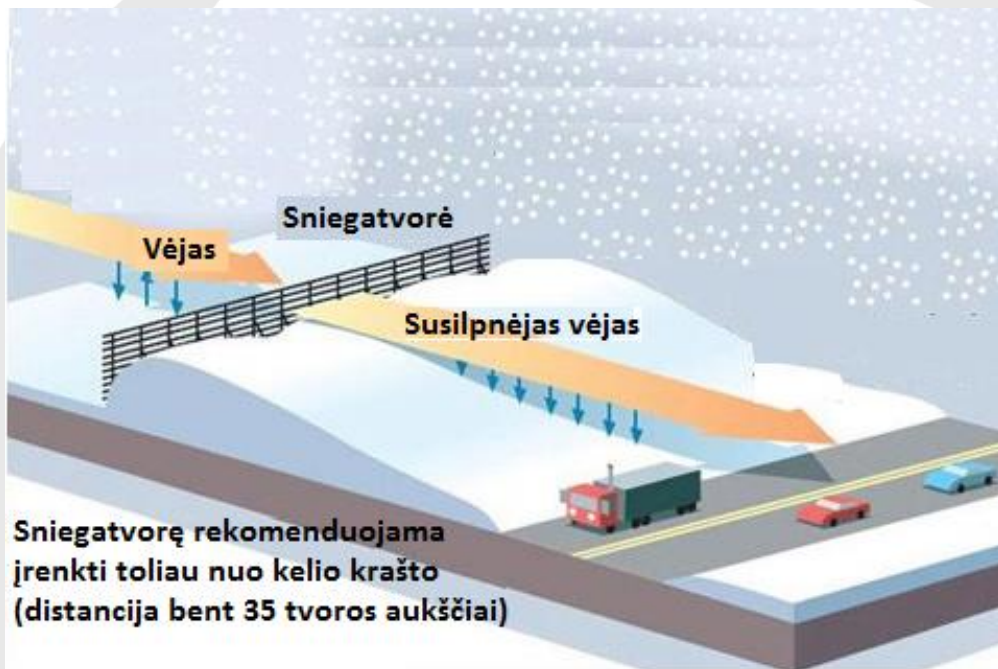
Japonijoje, JAV ir kitose užsienio šalyse įdiegtų kelių šildymo technologijų pavyzdžiai



Sniego tirpinimo sistema, naudojanti atsinaujinančius energijos šaltinius (pavyzdžiai iš Japonijos).



Japonijoje, JAV ir kitose užsienio šalyse kelio apsaugos nuo užpustymo sprendimai



Šveicarijoje ir kitose užsienio šalyse įdiegtų slidžios kelio dangos perspėjimo sistemų pavyzdžiai



Informacinių stendų ir kintamos informacijos kelio ženklų pavyzdžiai

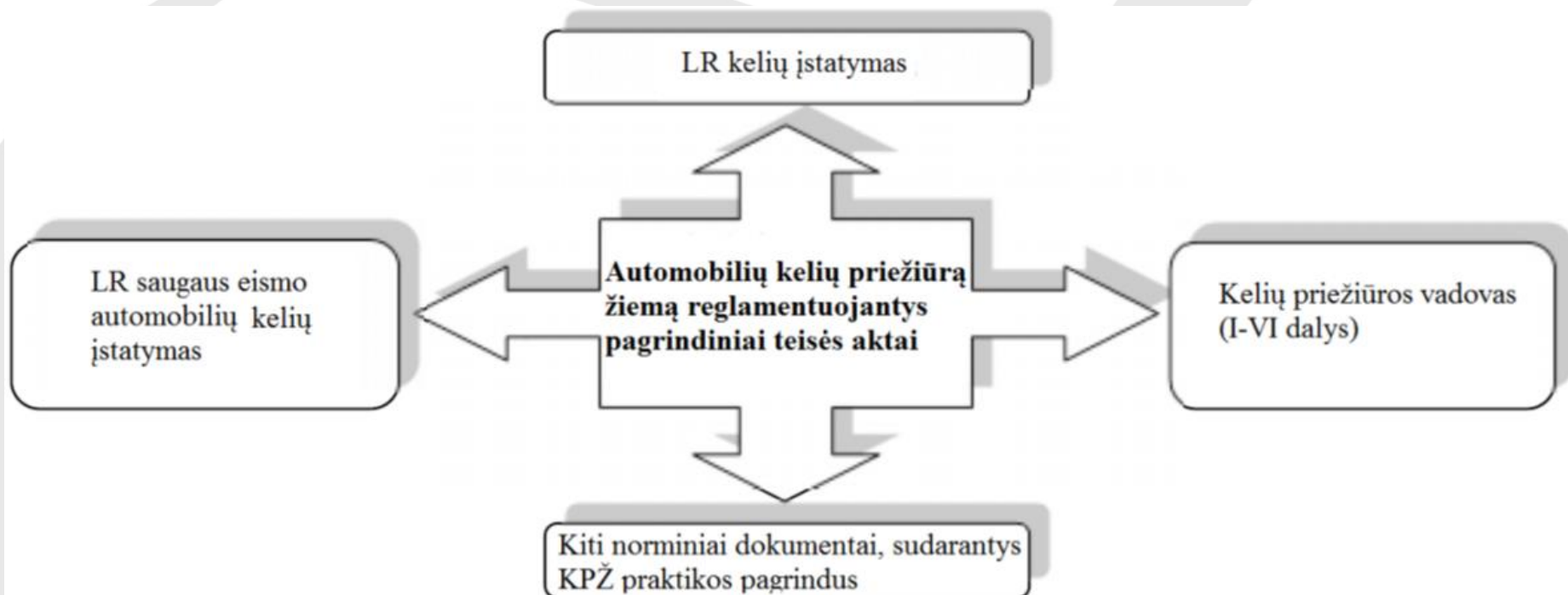


3. VALSTYBINĖS REIKŠMĖS AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪRA ŽIEMĄ LIETUVOJE



Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Pagrindiniai teisės aktai reglamentuojantys kelių priežiūrą žiemą



Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Patvirtintas „Medžiagų, skirtų kelių priežiūrai žiemą, techninių reikalavimų aprašas TRA MPŽ 13“

Nustato pagrindinius kokybės reikalavimus medžiagoms, skirtoms automobilių kelių priežiūrai žiemą:

- Medžiagų granulimetrinės sudėties reikalavimai
- Vandenyje tirpių sunkiųjų metalų kiekiui nustatyti druskos tirpale taikomos ribinės vertės
- Medžiagų mišinių bei tirpalų ruošimo, jų sudėties ir kokybės kontrolės reikalavimai
- Medžiagų laikymo ir sandėliavimo aplinkosauginiai reikalavimai

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Atnaujinta Kelių priežiūros vadovo I dalis „Automobilių kelių priežiūros normatyvai KPV PN-14“

Vadovas skirtas Susisiekimo ministerijos valstybės įmonių, atliekančių kelių techninę priežiūrą, personalui, taip pat visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, prižiūrintiems valstybinės reikšmės kelius.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Automobilių kelių priežiūros normatyvų KPV PN-14 reikalavimų paieškos programa

Pasirinkite kelius ir
priežiūros lygius

Kelių priežiūros lygiai ☐

Magistraliniai keliai ☐

1-as lygis ☐

2-as lygis ☒

3-as lygis ☐

Krašto keliai ☐

1-as lygis ☐

2-as lygis ☐

3-as lygis ☒

Rajoniniai keliai ☐

1-as lygis ☐

2-as lygis ☒

3-as lygis ☐

Pasirinkite
rodiklius

Visi rodikliai ☐

Techninė
būklė ☐

Švarumas ☒

Priežiūra
žiemą ☐

Šienavimas ☒

Kita ☒

Pasirinkite kelio
elementus

Visi kelio elementai ☐

1. Žemės
sankasa ☐

2. Važiuojamoji
dalis ☐

3. Kelkraščiai ☐

4. Vandens
nuleidimo įrenginiai ☐

5. Kelio pastatai ir
inžinerinė įranga ☐

6. Kelio ženklai ☐

7. Ženklinimas ☐

8. Apsauginiai
atitvarai ☐

9. Pėsčiųjų ir
dviračių takai ☐

10. Tiltai ir
viadukai ☐

11. Nuovažos ☒



Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Mokslo tiriamasis darbas: Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių efektyvios priežiūros žiemą studija 2012-2015 m.

VG TU vykdytojai:

prof. dr. Alfredas Laurinavičius
prof. dr. Donatas Čygas
doc. dr. Audrius Vaitkus
dr. Viktoras Vorobjovas
dr. Faustina Tuminienė
dr. Laura Žiliūtė
Tomas Ratkevičius
Edita Juodvalkienė.

AB „Problematika“ vykdytojai:

dr. Darjušas Mučinis
dr. Matas Bulevičius
Andrius Baltrušaitis
Paulius Kytra

Automobilių kelių priežiūros žiemą technologijų vertinimas

Lietuvos valstybinės reikšmės kelių važiuojamosios dalies priežiūrai žiemą taikomos technologijos:

- ✓ **Sniego ir ledo valymo technologijos**
- ✓ **Slidumą mažinančių medžiagų barstymo technologijos**
- ✓ Slidumą mažinančių medžiagų ruošimo ir laikymo technologijos
- ✓ Sprendimų paramos sistemų technologijos
- ✓ Slidumo matavimo kelyje technologijos

Sniego ir ledo valymo technologijos



Prie automobilio montuojamas
valytuvas



Prie traktorių montuojamas
valytuvas



Šoninis sniego valytuvas montuojamas dešinėje
automobilio pusėje kartu su priekiniu valytuvu,
nuvalantis sniegą iki 6 metrų pločio.



Kintamo profilio valytuvas, sukeliantis
sukūrinį sniego numetimą, naudojamas
iki 60 km/h greičiu.

Greideriai ypatingai efektyvūs su dantytais metaliniais peiliais žemo intensyvumo keliuose, kur vietomis arba visai nenaudojamos barstymo medžiagos.

Ant traktorių montuojami tiesaus profilio valytuvai naudojami žemo eismo intensyvumo su nedideliais greičiais kelių priežiūrai. Kombinuoti su priekiniu ir šoniniu kintamo profilio valytuvai naudojami greituminiam sniego dangos valymui nuo magistralinių kelių.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Gausaus sniego šalia kelio valymo ir šalinimo technologijos naudojamos Lietuvoje



Kintamo profilio valytuvai skirtas greituminiam sniego dangos valymui. Kintamas valytuvo profilis sukelia sukūrinį sniego numetimą, todėl su šiuo valytuvu galima dirbti iki 60 km/h greičiu.



Įvairaus galingumo krautuvai skirti valyti sniegą kelio ruožuose su sudėtingais kelio elementais (aikštelės, stotelių peronai, nuvažos ir pan.) bei naudojami susikaupusio šalia kelio sniego valymui ir pakrovimui į autosavivarčius arba permetimui per šalia kelio esančias kliūtis (apsauginius atitvarus, kelio bortus ir pan.).



Įvairaus galingumo **rotoriniai sniego valytuvai** skirti puriai arba supluktai didelio storio sniego dangai nuo kelio paviršiaus ar pėsčiųjų takų nuvalyti.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Gausaus sniego šalia kelio valymo ir šalinimo technologijos



Kintamo profilio sniego valytuvai, galintys saugiai permesti valomą nuo kelio dangos sniegą per šalia kelio esančias kliūtis (apsauginius atitvarus ir pan.).

Skirtingos modifikacijos valytuvai gali sniegą permesti per kliūtį esančią nuo 1,60 iki 2,47 m aukščio. Sniego valymo plotį apie 3 m. Šios sniego valymo technologijos dažniausiai naudojamos aukščiausio kelių priežiūros lygio kelių priežiūroje žiemą.

Gausaus sniego šalia kelio valymo ir šalinimo technologijos



Rotorinis sniego valytuvas skirtas puriai arba supluktai didelio storio sniego dangai nuo kelio paviršiaus nuvalyti. Šio sniego valytuvo darbo principas yra tai, jog sniegas yra toli nusviedžiamas nuo valomos vietos arba pakraunamas į savivarčius.

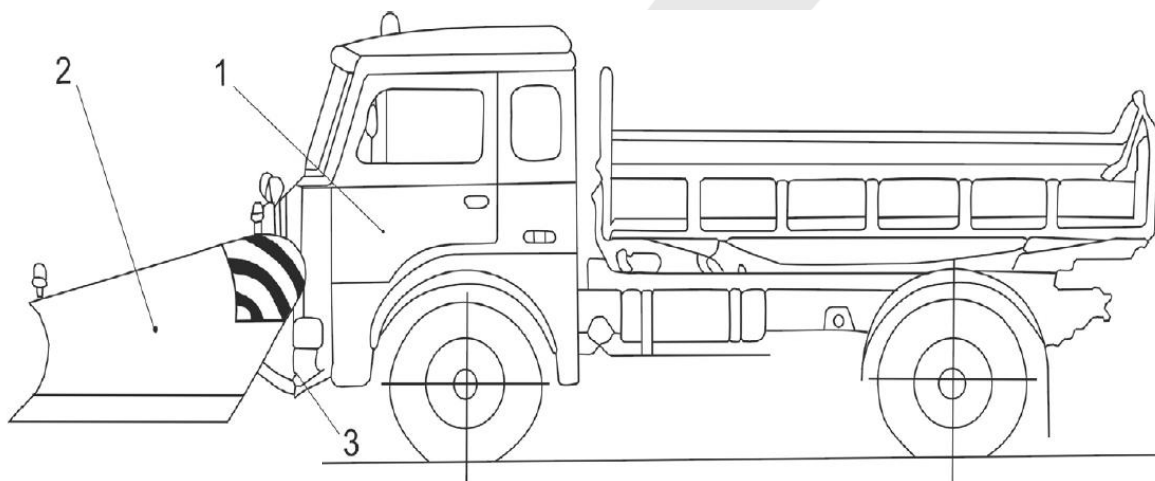
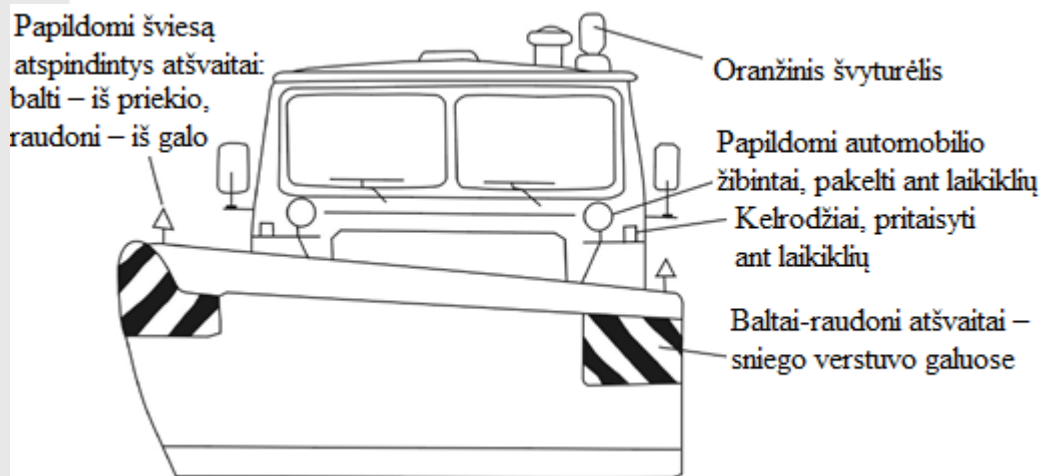


Rotoriniai sniego valytuvai montuojami ant įvairios technikos (traktorių, pakrovėjų ir pan.) ir yra įvairaus galingumo bei našumo, galintys pašalinti itin storą sniego sluoksnį (iki metro ir daugiau) ir iki 2,5 m pločio kelio dangos.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Reikalavimai sniego ir ledo valymo technikai ir įrangai

Žiemos kelių priežiūros mašinos ir įranga **turi atitikti** Europos standartų (turinčių Lietuvos standarto statusą) reikalavimus

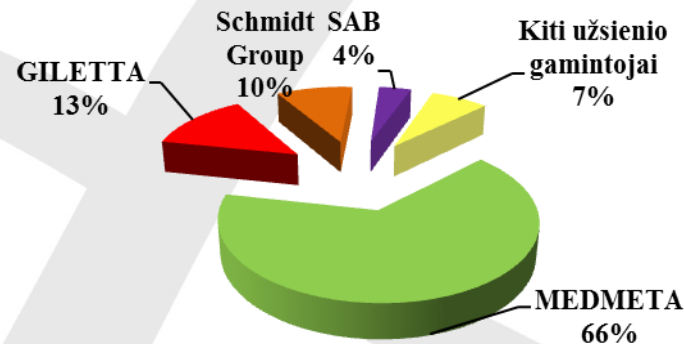
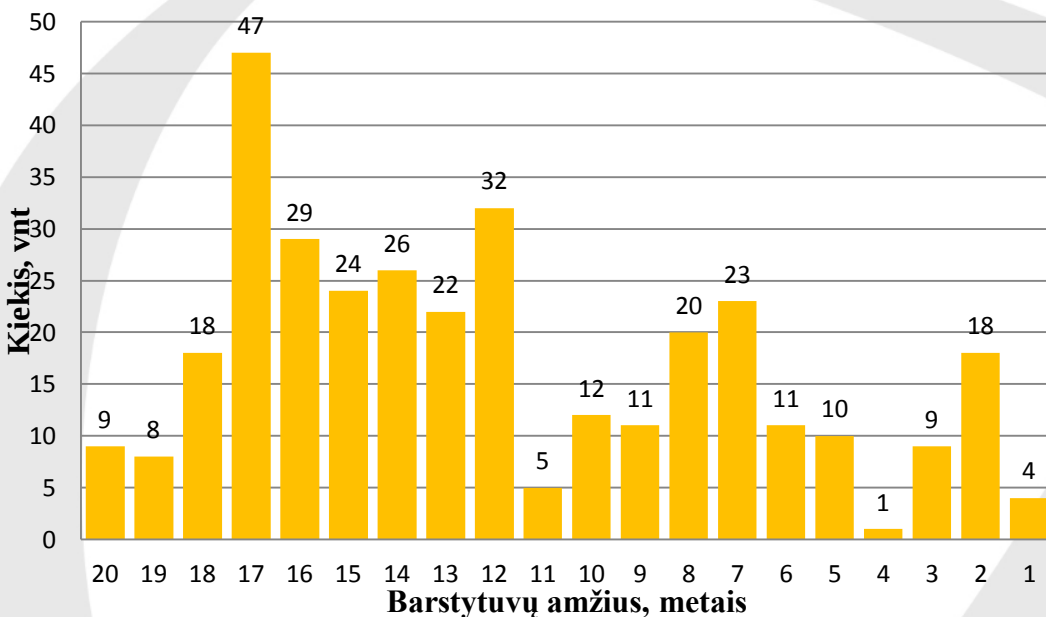


- (1) Saugos reikalavimai žiemos kelių priežiūros **mašinoms**: *LST EN 13021:2003+A1:2009*
- (2) Reikalavimai žiemos kelių priežiūros **įrangai**: *LST EN 15583-1:2009; LST EN 15583-2:2012* ir *LST EN 15906:2012*
- (3) Reikalavimai **tvirtinimo rėmui** (su hidrauline jo valdymo sistema) :*LST EN 15432-2:2013*

Žiemos kelių priežiūros mašinų ir įrangos saugos reikalavimai darbo metu

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Slidumą mažinančių medžiagų barstymo technologijų vertinimas



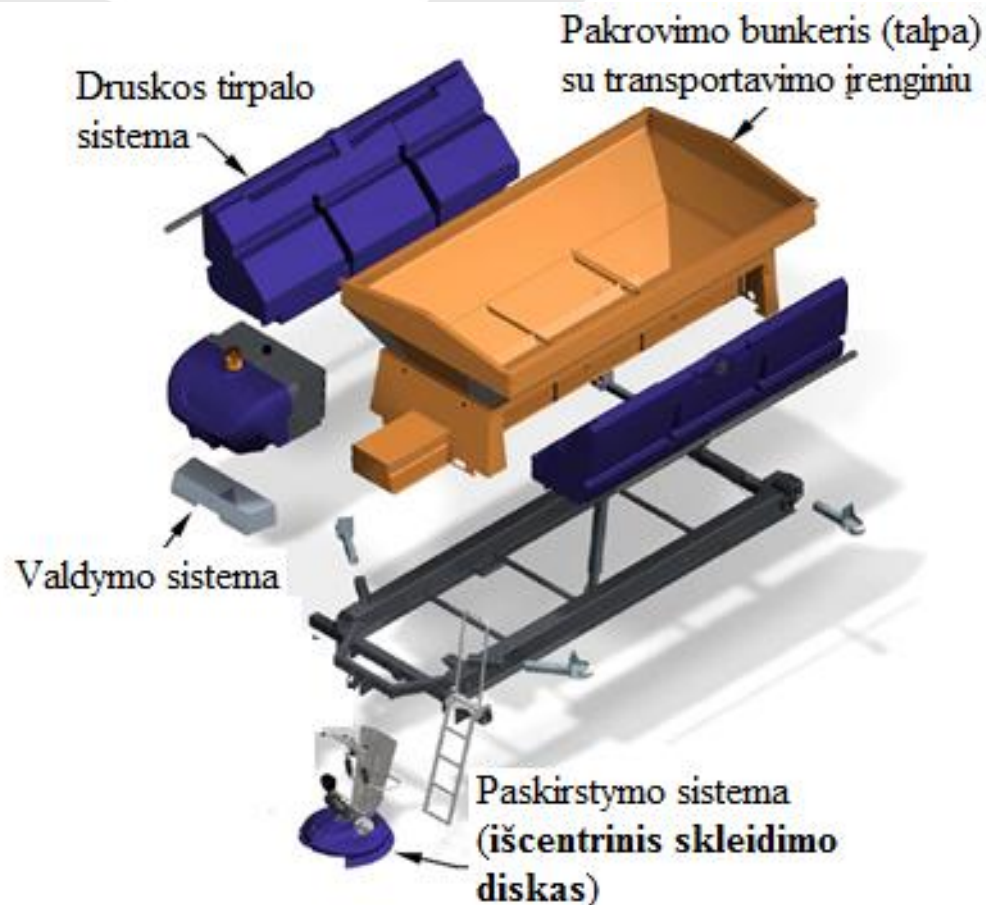
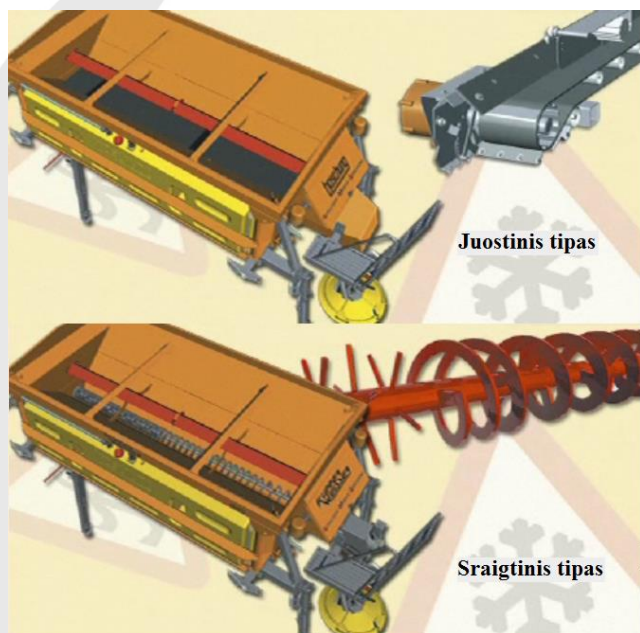
Atskiruose regionuose įmonėse diegiamos skirtingų gamintojų su skirtingomis techninėmis (gabaritų, valdymo-reguliavimo, našumo, eksploatacinėmis ir kitomis) charakteristikomis, ko pasekoje išauga jų eksploatacinės išlaidos, sunkėja jų kalibravimas ir suderinamumas su jau įdiegtomis technologijomis.

Nustatyta, kad **vidutinis barstytuvų amžius** siekia apie **12 metų**. Tačiau 2/3 (apie 65 %) visų barstytuvų yra senesni kaip 10 metų.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Reikalavimai KPŽ medžiagų barstymo įrangai

Automobilių kelių barstymo žiemą įranga **turi atitikti** Europos standarto, turinčio Lietuvos standarto statusą *LST EN 15597-1:2010* reikalavimus



Barstomų medžiagų
transportavimo įrenginių tipai

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Slidumą mažinančių medžiagų barstymo technologijų vertinimas

Barstomi ir valomi kelių ilgiai

Valstybės įmonė	Iš viso barstomų kelių regione, km	Druskos barstytuvų skaičius, vnt	Kelio km tenkantys vienam barstytuvui
Alytaus regiono keliai	651,4	21	31,0
Kauno regiono keliai	1.184,5	46	25,8
Klaipėdos regiono keliai	779,6	27	28,9
Marijampolės regiono keliai	622,9	22	28,3
Panevėžio regiono keliai	810,9	35	23,2
Šiaulių regiono keliai	1.261,3	40	31,5
Tauragės regiono keliai	526,1	18	29,2
Telšių regiono keliai	586,5	20	29,3
Utenos regiono keliai	889,3	28	31,8
Vilniaus regiono keliai	1.498,6	43	34,9
Automagistralė	415,4	45	9,2
Iš viso:	9.226,5	345	

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Slidumą mažinančių medžiagų ruošimas ir laikymas



Druskos tirpinimo ruošimo įranga



Lietuvoje gaminama druskos tirpinimo įranga



Automatizuota druskos tirpinimo ir sandėliavimo įranga

Druskos tirpalo purškimo technologija

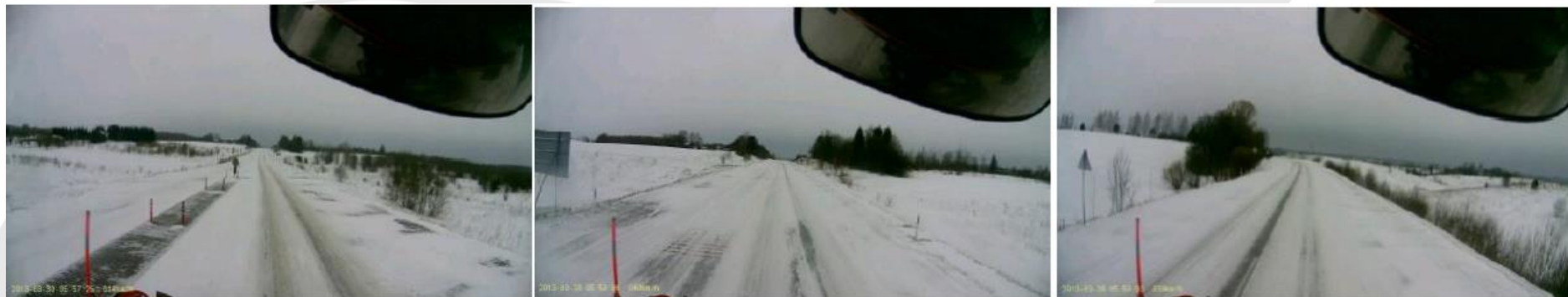


Magistralinio kelio Nr. A3 kelio danga prieš laistymą



Magistralinio kelio Nr. A3 kelio danga po laistymo praėjus 3 val.

Druskos tirpalo purškimo technologija

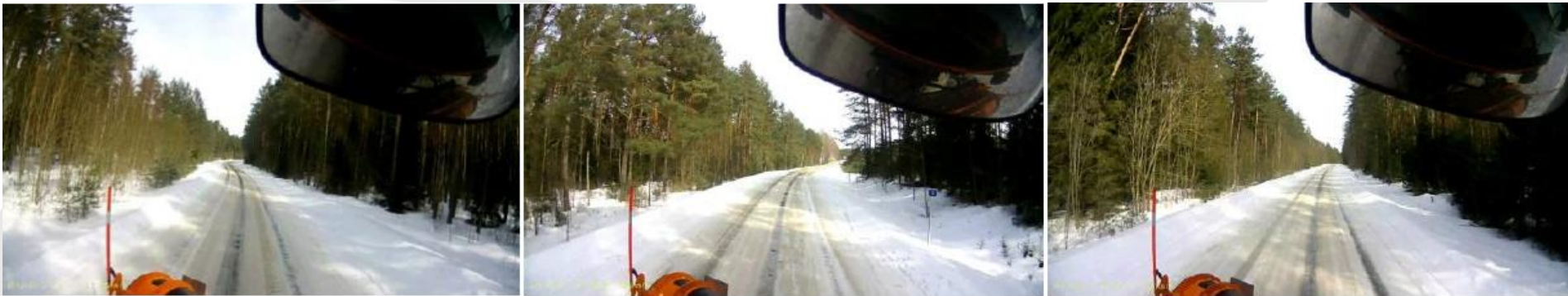


Krašto kelio Nr. 101 kelio danga prieš laistymą



Krašto kelio Nr. 101 kelio danga po laistymo 3 val.

Druskos tirpalo purškimo technologija



Rajoninio kelio Nr. 5225 kelio danga prieš laistymą



Rajoninio kelio Nr. 5225 kelio danga po laistymo po 3 val.

Druskos tirpalo purškimo technologija

Atliktų bandymų rezultatai:

- ✓ Sunaudojamas mažesnis cheminių medžiagų kiekis, lyginant su šlapių druskų barstymo technologija apie 25 %;
- ✓ Skysčio išpurškimo technologija yra efektyviausia kai sniego storis ant kelio važiuojamosios dalies yra ne didesnis kaip 3 cm, oro temperatūra ne žemesnė kaip $(-8) ^\circ\text{C}$ ir VMPEI ne mažesnis kaip 2000 auto./ parą.

Mobilieji kontrolės prietaisai



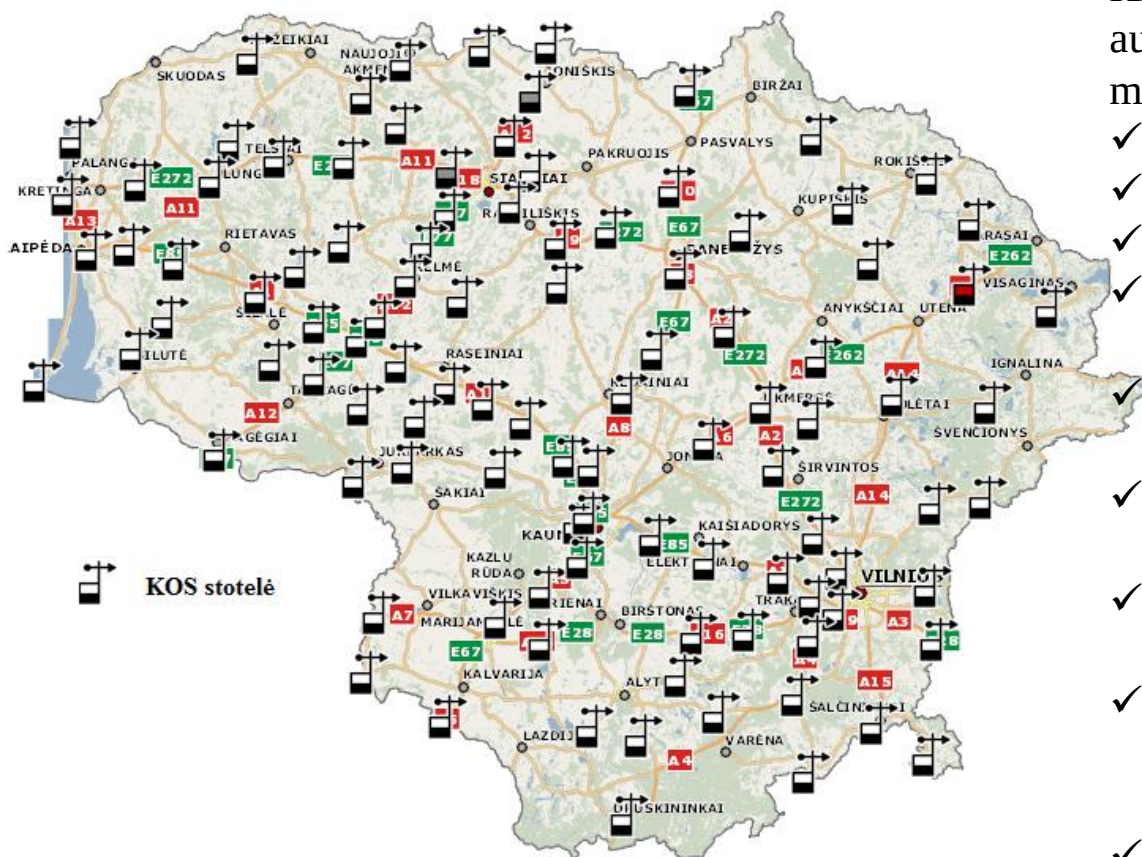
RCM 411 matuoklis nustato kelio paviršiaus būklę, vandens ar gyno ledo sluoksnio storį ir sukibimo koeficientą pagal ant dangos esantį sniegą, ledą ar patįžusį sniegą.



μTec – aplikacija mobiliajam telefonui, naudojanti telefone esantį akcelerometrą ir automobiliui stabdant apskaičiuojanti sukibimo koeficientą.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Kelių oro sąlygų informacinė sistema

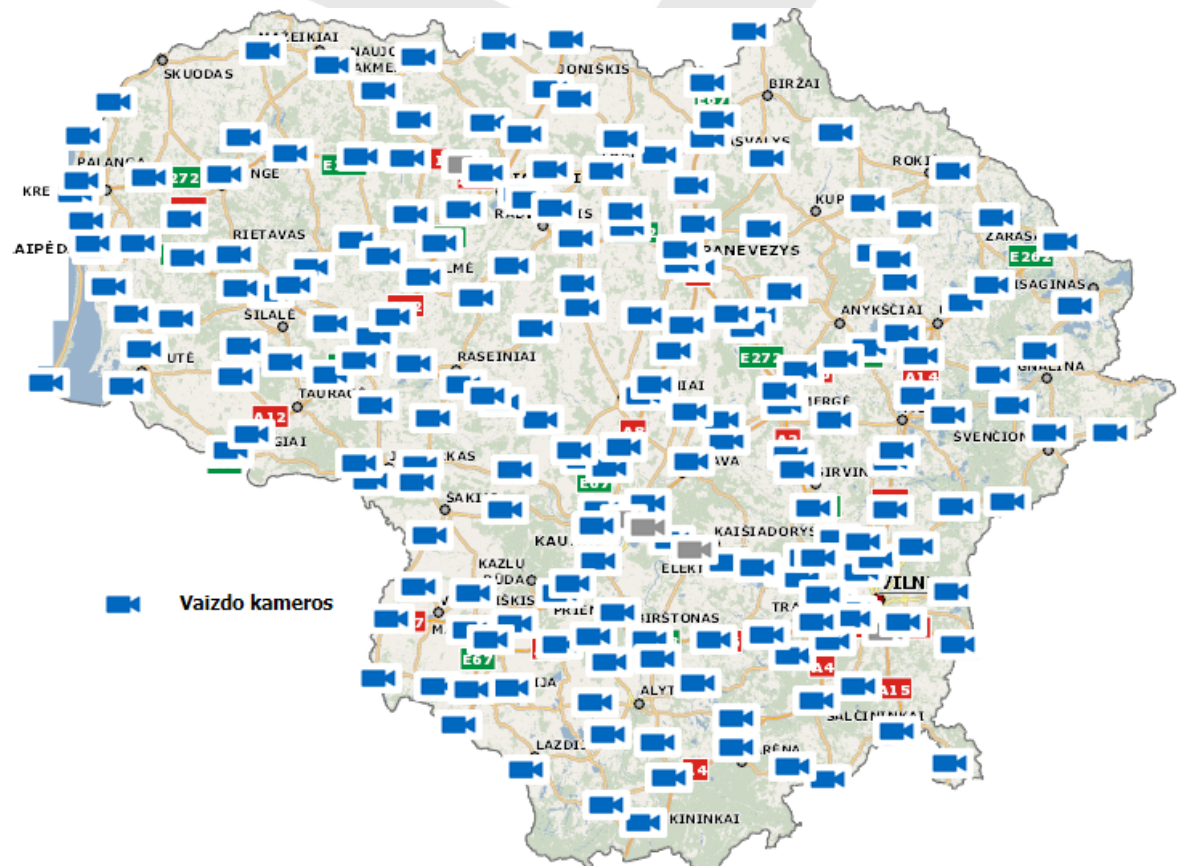


Kiekviena KOS stotelė yra pilnai automatizuota ir matuoja bei nustato tokius meteorologinius parametrus:

- ✓ Oro temperatūrą (°C);
- ✓ Oro drėgnumą (%);
- ✓ Rasos taško temperatūrą (°C);
- ✓ Kelio dangos paviršiaus temperatūrą (°C);
- ✓ Gilesnių kelio dangos sluoksnių temperatūrą (°C);
- ✓ Kelio dangos paviršiaus užšalimo tašką (°C);
- ✓ Vidutinį vėjo greitį per 10 (30) minučių periodą (m/s);
- ✓ Maksimalų vėjo greitį per stebėjimo periodą Vidutinę vėjo kryptį per 10 (30) minučių (laipsniais);
- ✓ Kritulių kiekį (mm);
- ✓ Kritulių pobūdį (sutartinis indeksas)
- ✓ Matomumą (sutartinis indeksas).

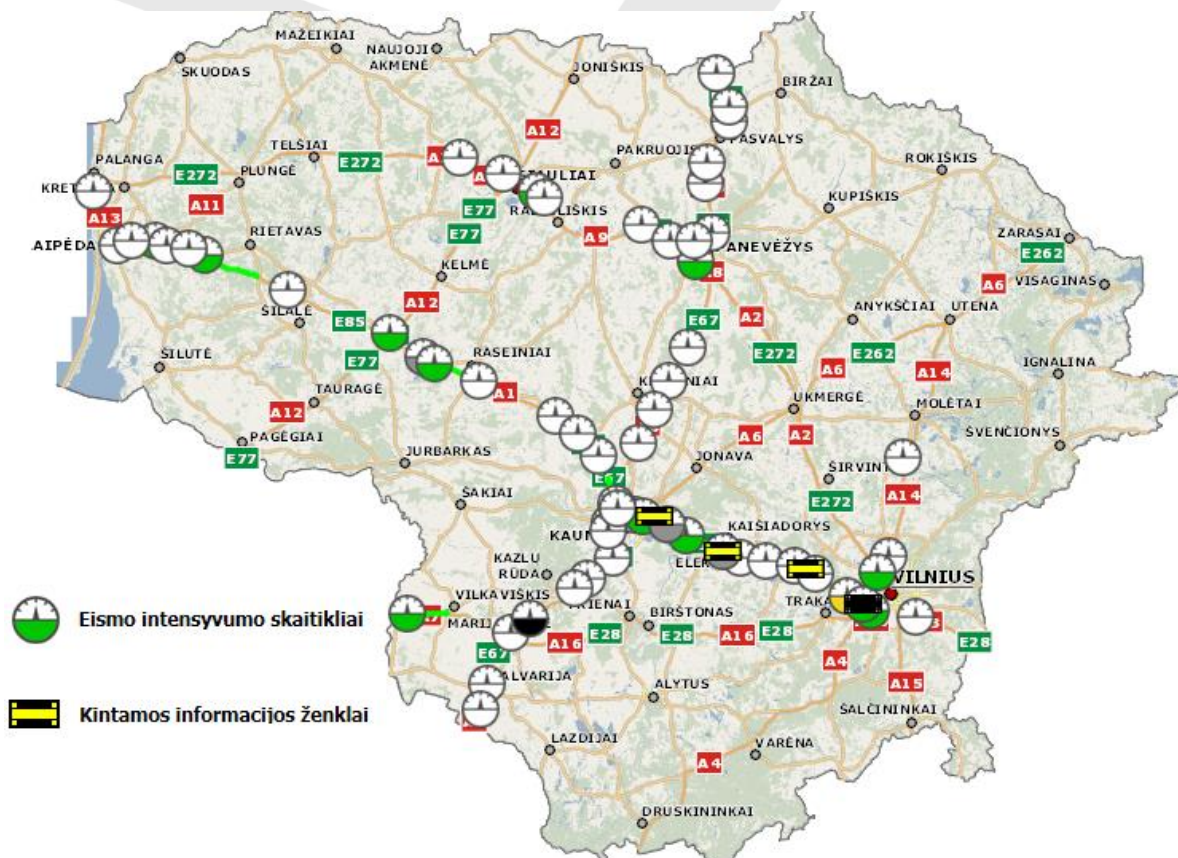
Eismo stebėjimo ir eismo valdymo įrenginiai

Šiuo metu **vaizdo kamerų tinklą** sudaro 150, o ateityje planuojama plėsti iki 500 kamerų

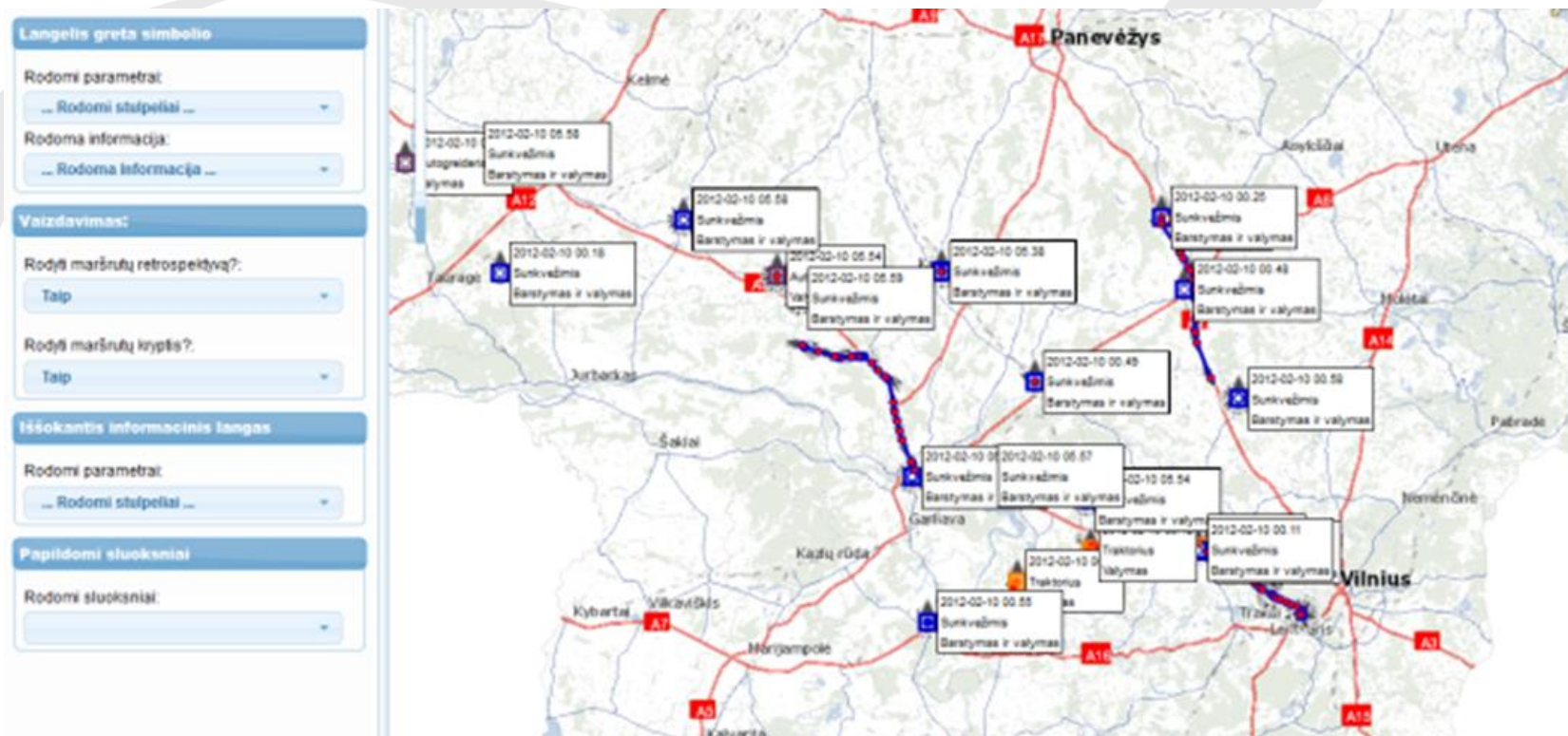


Eismo stebėjimo ir eismo valdymo įrenginiai

Šiuo metu eismo intensyvumo skaitiklių tinklą sudaro 150 vnt., o ateityje planuojama plėsti iki 200 vnt.

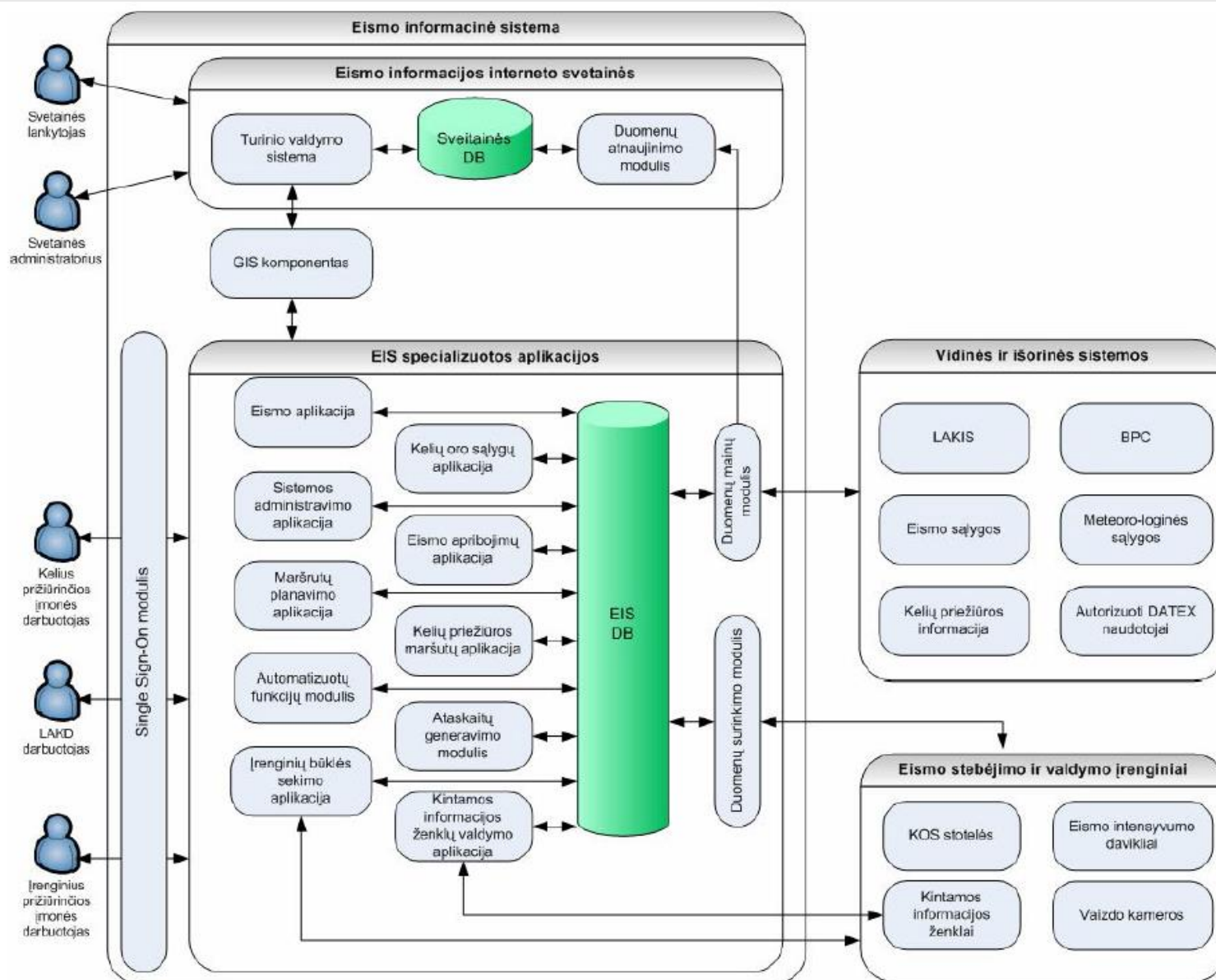


Kelių priežiūros mechanizmų kontrolės sistemos



- ✓ Leidžia sekti daugiau nei 800 kelių priežiūros mechanizmų, turinčių įdiegtus GPS prietaisus, atliekamą darbą.
- ✓ Kelių priežiūros įmonės turi galimybę efektyviau kontroliuoti savo darbuotojus, vesti degalų apskaitą ir organizuoti darbus

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

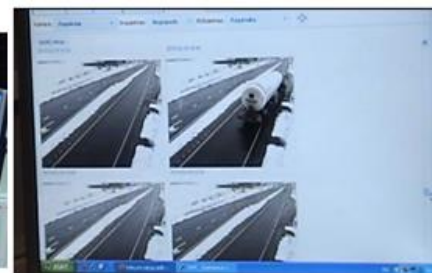


Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Eismo informacijos centras



Tikslas – rinkti, kaupti, sisteminti ir teikti informaciją suinteresuotiems asmenims apie eismo sąlygas valstybinės reikšmės keliuose bei koordinuoti kelių priežiūros veiksmus.



Kelių oro sąlygų aplikacija kelių priežiūros tarnyboms

Naudotojas: Gediminas Tijuševičius Atsijungti

Žemėlapis | Lentelė | Grafikas | Kelio schema | KOS kameros | Vaizdo kameros

Duomenų data: 2013-11-07 09:52:30

Sulpelai: ...Rodomi parametrai... Perspėjimų grupė įrenginiams: Nerodyti Todysi pokyčius: Taip

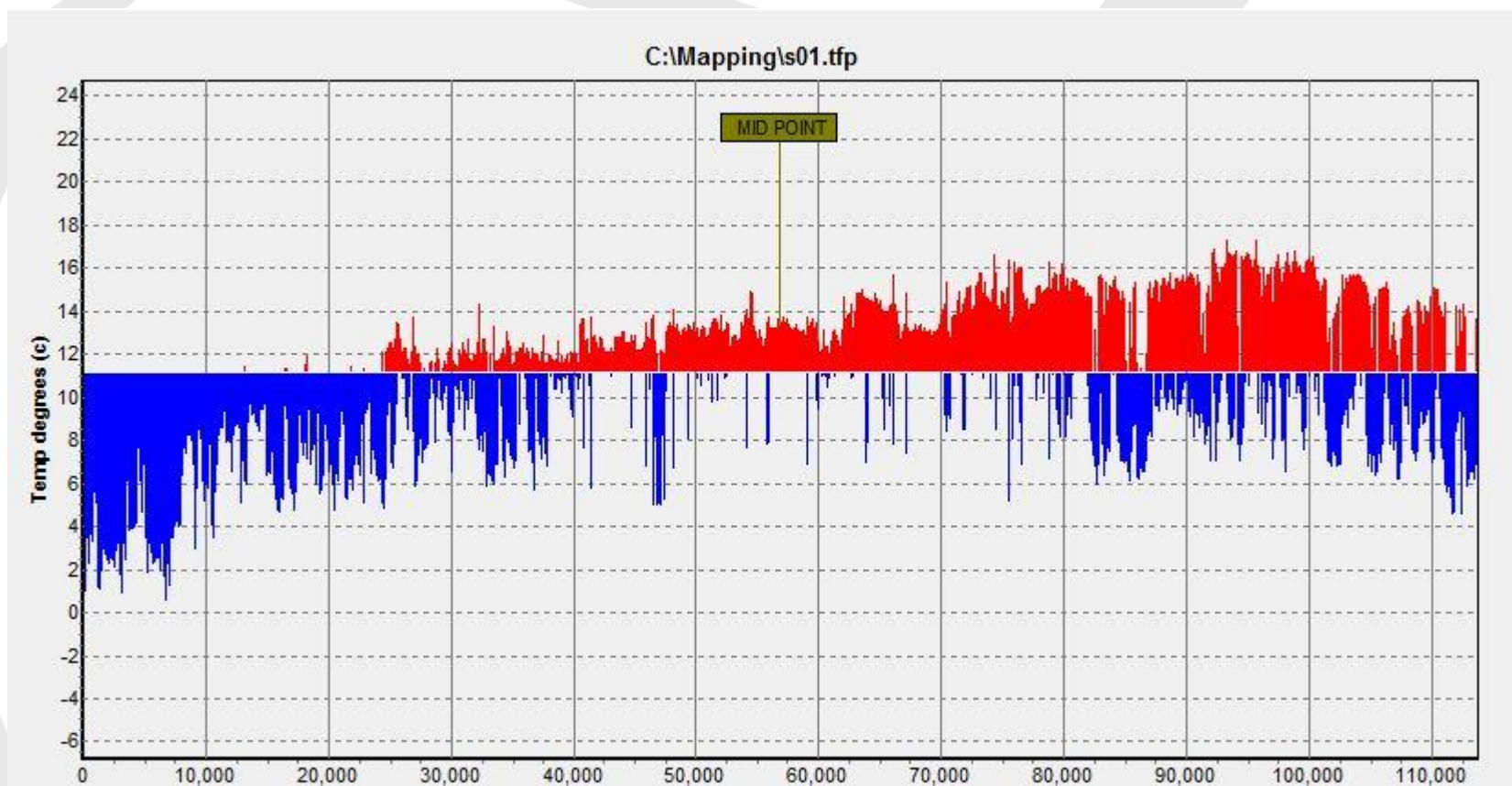
Grupavimas: Negrupuoti Perspėjimų grupės parametrams: Kelių danga Profilis: Lentelės bendras išsaugoti Pasirinkti

Paleška								
Surinkimo data	Įrenginys	Kelias	Oro temperatūra	5 m/s	Pietų	Mėra	Kritulių tipas WMC	Kritulių intensyvumas
2013-11-05 11:20	Medininkiai	149 Smilgiai-Pakruojis	0.2 °C	5 m/s	Pietų	Mėra	Migla, dūmai arba dulės, matomumas ne mažiau nei 1 km	0 mm/h
2013-11-06 20:20	Tryškių sankryža	A11 Šauliai-Palanga	5.7 °C	0.4 m/s	Rytų	Migla, dūmai arba dulės, matomumas ne mažiau nei 1 km	Migla, dūmai arba dulės, matomumas ne mažiau nei 1 km	0 mm/h

Regioninėms kelių priežiūros tarnyboms sukurtoje **specialioje aplikacijoje** pateikiama informacija apie prižiūrimų kelių dangos ir oro sąlygas kelių realiuoju laiku.

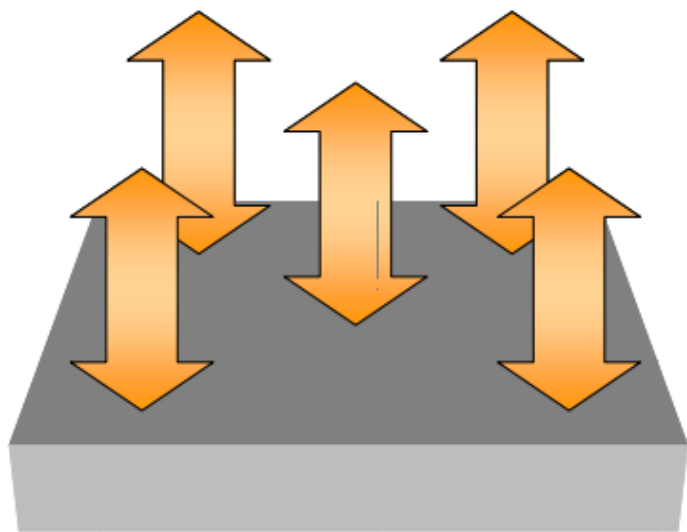
Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Kelių šiluminis kartografavimas - priemonė, skirta nustatyti kelio dangos paviršiaus gebėjimą absorbuoti ar išspinduliuoti šilumą bet kuriame kelio taške.

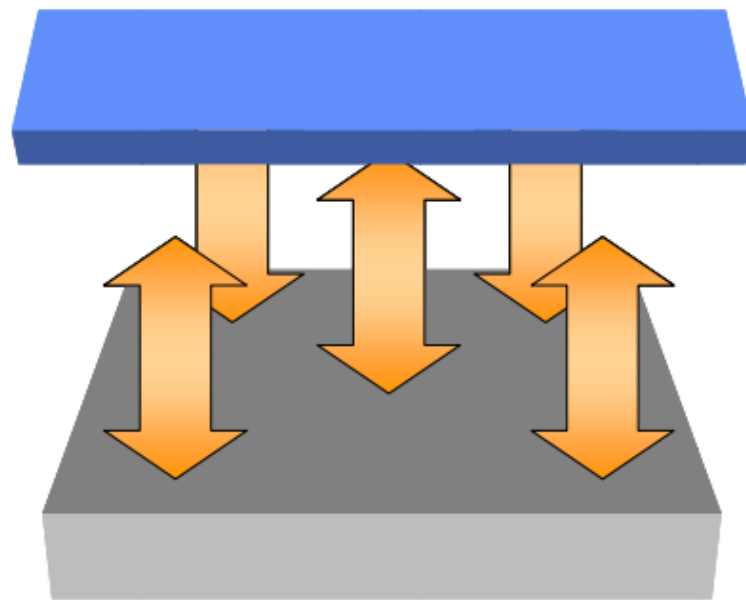


Grafike pavaizduoti važiuojamosios kelio dalies paviršiaus „šiluminiai antspaudai“

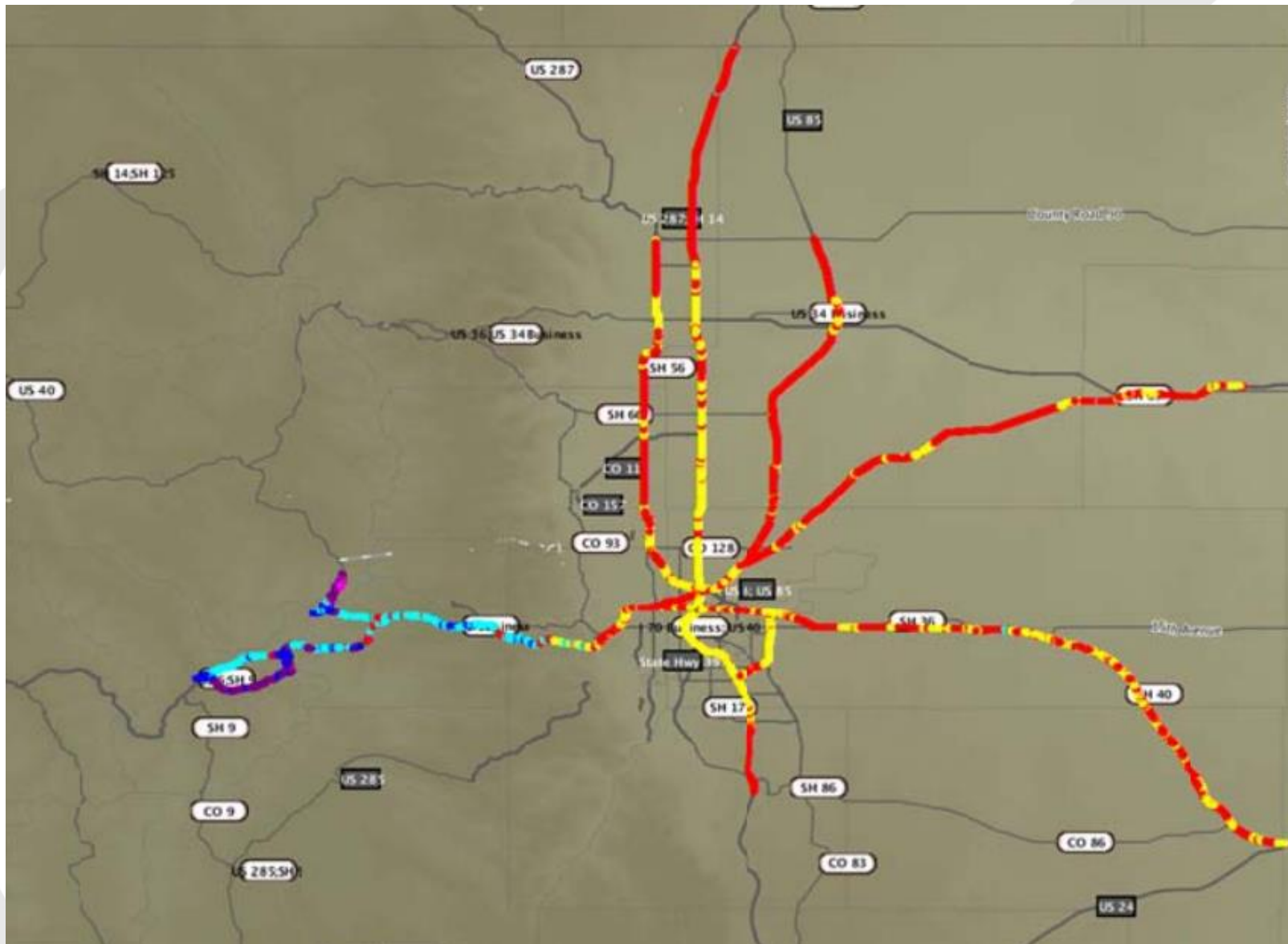
Būtinės oro sąlygos kelių šiluminiui kartografavimui atlikti



Kai dangus naktį yra giedras ir vyrauja silpnas vėjelis, arba jo iš viso nėra. Fiksuojamas didžiausias temperatūros pokytis t.y. gaunama **žemiausia** kelio dangos paviršiaus temperatūra



Kai dangus naktį debesuotas ir vyrauja vidutinio stiprumo vėjas. Fiksuojamas mažiausias kelio dangos paviršiaus temperatūros pokytis





VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ TYRIMO INSTITUTAS

PIETŲ PERTRAUKA



4. TEISINIAI IR EKONOMINIAI KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ ASPEKTAI



EISMO DALYVIŲ IR KELIO SAVININKŲ/PRIŽIŪRĖTOJŲ TEISINĖ ATSAKOMYBĖ

Kelio savininkų (prižiūrėtojų) ir eismo dalyvių teisinę atsakomybę reglamentuoja trys pagrindiniai teisės aktai:

- 1.Lietuvos Respublikos kelių įstatymas,
- 2.Lietuvos Respublikos saugaus eismo automobilių keliais įstatymas ir
- 3.Kelių priežiūros tvarkos aprašas (Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimu patvirtinta tvarka)

Draudimas – ekonominių, finansinių ir socialinių santykių visuma, kurią formuoja ypatinga šalies teisinė bazė, ir kuri formuoja tikslingą fondą iš namų ūkio, gamybinio, kreditinio, valstybinio sektorių bei tarptautinių organizacijų piniginių lėšų, kurį vėliau paskirto ir panaudoja to fondo dalyvių patirtų nuostolių dėl nepalankių, bet aptartų sąlygų atlyginimui. Draudimas yra ir rizikos valdymo priemonė, naudojama apsisaugoti nuo galimų finansinių nuostolių rizikos. Draudimo pagalba siekiama iš anksto apsisaugoti nuo galimų neigiamų padarinių, kurie atsiranda dėl draudiminio įvykio.

Profesinės civilinės atsakomybės draudimas – kiekvienas darbas ar profesinė veikla reikalauja didelės atsakomybės, tačiau kai kurių profesijų atstovų priimti klaidingai sprendimai gali padaryti tiesioginę žalą savo klientams ar jų turtui. Kreipdamasis į advokatą žmogus tikisi kompetentingo teisinio atstovavimo, o į muitinės tarpininkus – kvalifikuotos pagalbos tvarkant muitinės procedūras. Priešingu atveju žmogus gali nukentėti – nebus apginti jo interesai arba dėl neteisingai atliktų procedūrų jam gali grėsti baudos.

Valstybinės reikšmės kelių žiemos priežiūros kaštų ir naudos analizė

Valstybinės reikšmės kelių priežiūros žiemą kaštai

Priežiūros lygiai	*Magistraliniai keliai	Krašto keliai	Rajoniniai keliai	
			Su a/b danga	Su žvyro danga
I – aukštas	1442	547	237	237
II – vidutinis	889	437	171	171
III – žemas	666	333	133	133

*Vienos dviejų eismo juostų važiuojamosios dalies

Naudą, kurią duoda kelių priežiūra žiemą, galima būtų išreikšti per tokius komponentus:

- ✓ Transporto laiko santaupos;
- ✓ Avarijų nuostolių sumažėjimas (santaupos);
- ✓ Automobilių eksploatacijos santaupos.

☐ magistraliniuose keliuose, turinčiuose **dvi važiuojamąsias dalis:**

- I-ą – kai VMPEI >10000 auto./parą;
- II-ą – kai VMPEI nuo 2000 iki 10000 auto./parą;
- III-ią – kai VMPEI <2000 auto./parą.

☐ magistraliniuose keliuose, turinčiuose **vieną važiuojamąją dalį:**

- I-ą – kai VMPEI >6000 auto./parą;
- II-ą – kai VMPEI nuo 1500 iki 6000 auto./parą;
- III-ią – kai VMPEI <1500 auto./parą.

☐ krašto keliuose:

- • I-ą – kai VMPEI >1200 auto./parą;
- • II-ą – kai VMPEI nuo 700 iki 1200 auto./parą;
- • III-ią – kai VMPEI <700 auto./parą.

☐ rajoniniuose keliuose:

- • I-ą – kai VMPEI >1500 auto./parą;
- • II-ą – kai VMPEI nuo 700 iki 1500 auto./parą;
- • III-ią – kai VMPEI <200 auto./parą.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikis aplinkai



- ✓ Per žiemos sezoną (lapkričio – balandžio mėn.) valstybinių kelių barstymui sunaudojama apie **80–85 tūkst. t** druskos.
- ✓ Priklausomai nuo esamos temperatūros ir kelio būklės, vieno barstymo metu ant kelio **išberiama** vidutiniškai **20–40 g/m²** druskos.
- ✓ Vidutiniškai per sezoną pabarstoma 80 kartų; kelio **1 m² tenka apie 2 kg** druskos.

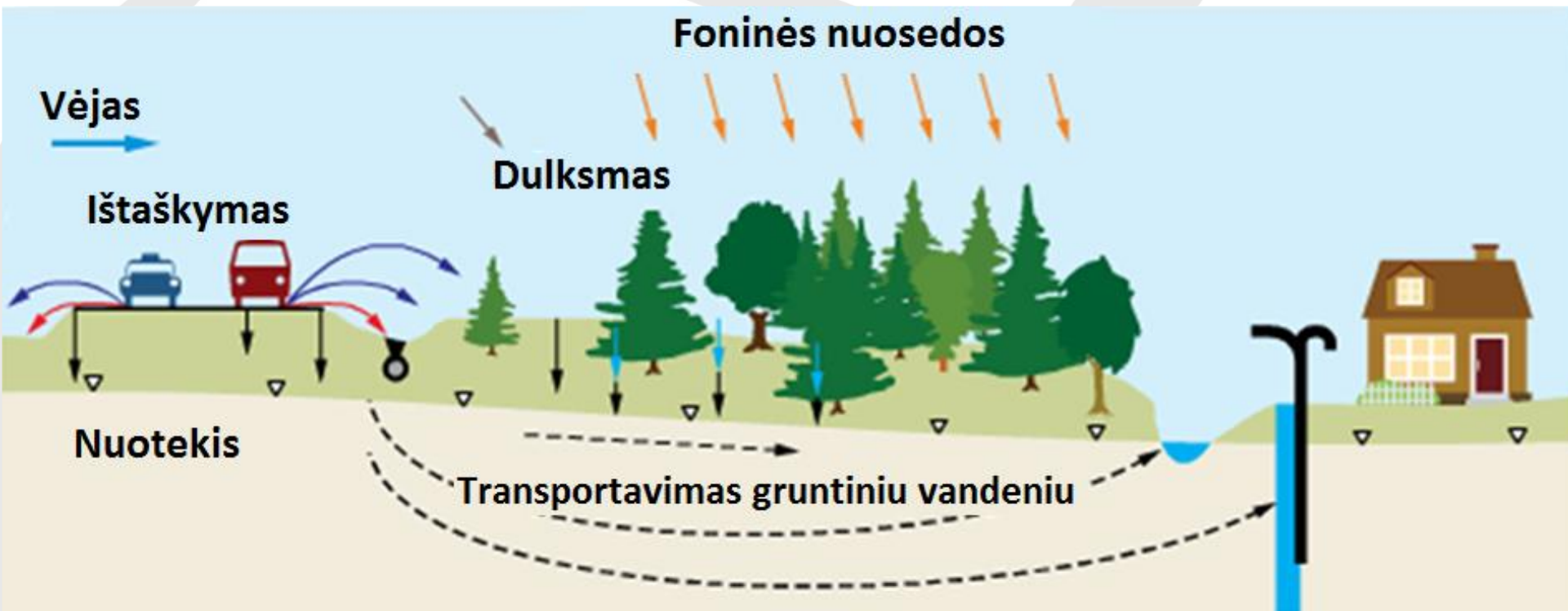
Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikis aplinkai



Poveikis aplinkai

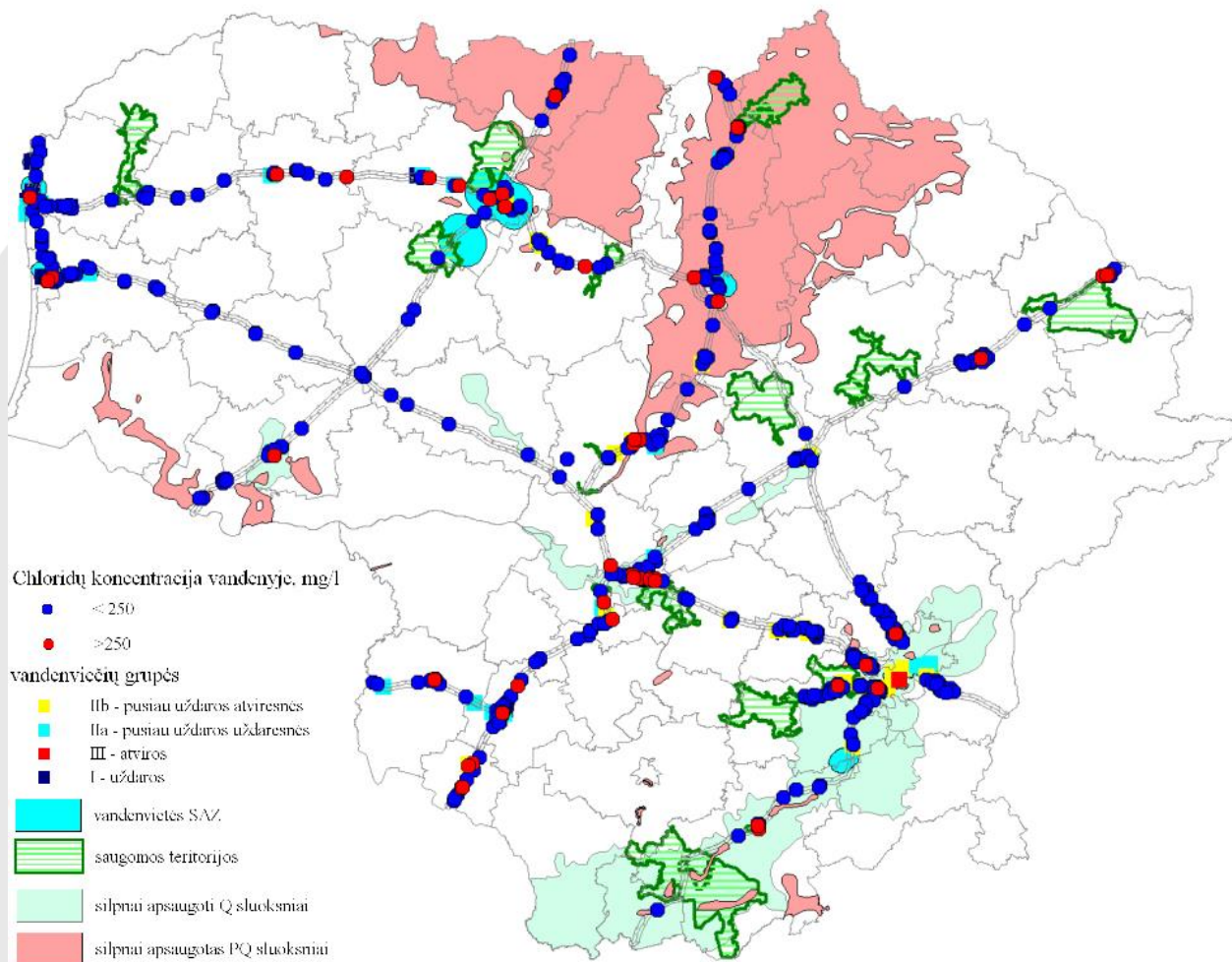
Druskų migravimo aplinkoje principinis modelis ir trajektorija nuo kelio



Druskų kiekis kelio aplinkoje mažėja eksponentiškai atstumui nuo kelio ir didesni kiekiai dažniausiai randami **ne daugiau kaip 10 metrų** nuo kelio atstumu

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikis aplinkai



Valstybinės reikšmės automobilių keliuose barstomų druskų neigiamas poveikis **gruntiniam ir geriamam vandeniui** nėra esminis, mastas yra menkas.

Poveikis aplinkai

- ✓ Lietuvoje chloridų kiekių dirvožemyje nereglamentuoja nei higienos normos, nei Lietuvos aplinkos apsaugos normatyviniai dokumentai.
- ✓ Atlikus tyrimus magistraliniuose ir krašto keliuose nustatyta, jog didžiausios chloridų koncentracijos dirvožemyje susikaupia artimiausioje kelio aplinkoje, t. y. iki 10 m atstumu nuo važiuojamosios kelio dalies.
- ✓ Didelės (dešimtis kartų viršijančios foninius kiekius) chloridų koncentracijos dirvožemyje susikaupusios kelio juostoje, daugiausiai kelio grioviuose.
- ✓ Didžiausi chloridų kiekiai patenka į arčiausiai kelio augančius medžius, t. y. kelio juostoje augančius medžius.

Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikio aplinkai mažinimas



- Ieškoma **alternatyvių** medžiagų;
- Ieškoma įvairių priedų tradicinėms druskoms, turinčių **inhibitorinių** savybių, kurios mažina neigiamą poveikį;
- Kuriamos ir diegiamos naujos kelių priežiūros žiemą **strategijos ir technologijos** didinančios kelių druskų panaudojimo efektyvumą panaudojant vis mažesnius druskų kiekius.

Poveikio aplinkai mažinimas

Alternatyvios medžiagos

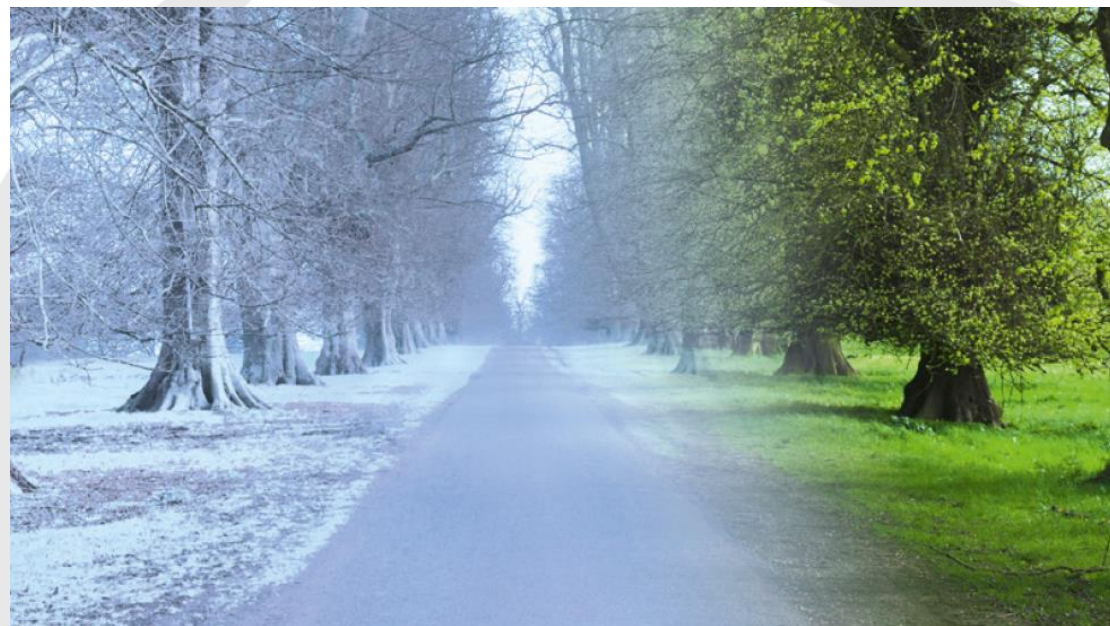


NaCl → 



Poveikio aplinkai mažinimas

Inhibitorinių savybių turinčios medžiagos



Ecosel®AsphaltProtection:

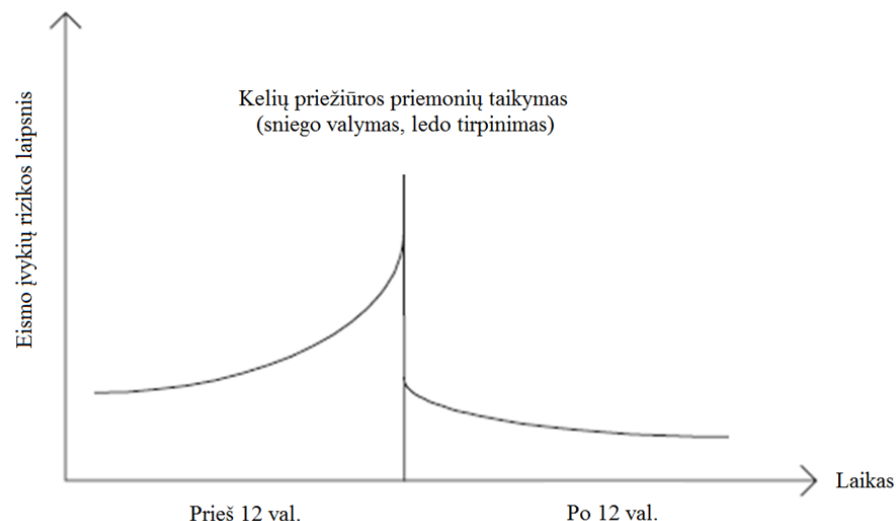
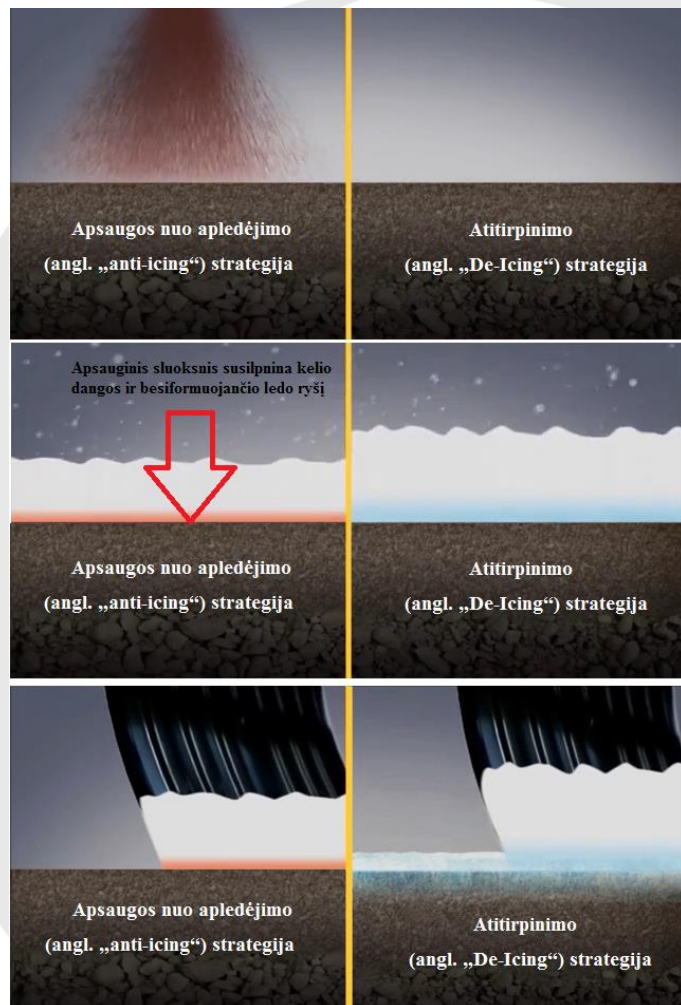
Mother Nature helps reduce
frost damage



Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikio aplinkai mažinimas

Apsaugos nuo apledėjimo (angl. „anti-icing“) strategija

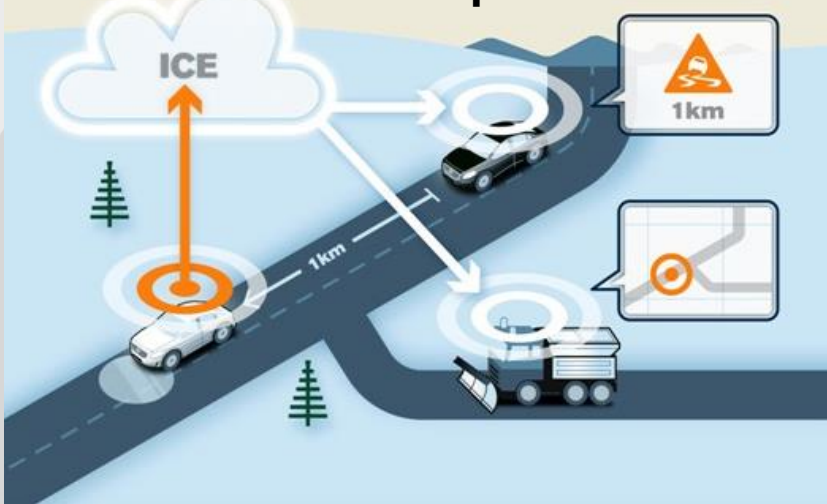


- ✓ Iki 50 % efektyviau ir pigiau užtikrinti aukščiausi kelių priežiūros lygiai;
- ✓ Iki penkių kartų palengvina ir atpigina priemonių taikymą po nepalankių oro sąlygų (apledėjimų, pustymų);
- ✓ Pagerėja eismo saugumo situacija;
- ✓ Sumažėja neigiamas druskų poveikis aplinkai (sunaudojama iki 55% mažesnis cheminių medžiagų kiekis).

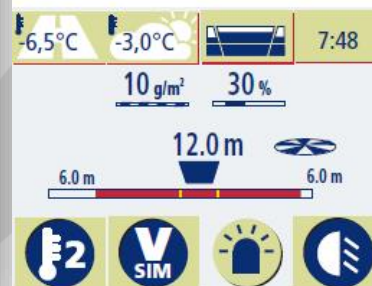
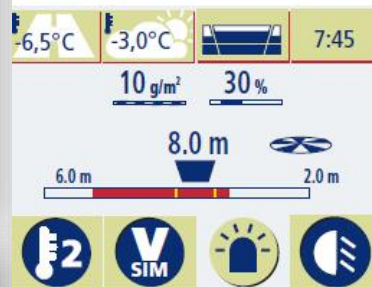
Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Poveikio aplinkai mažinimas Šiuolaikiškos technologijos

Intelektualios transporto sistemos



Sniego valymo ir barstymo technologijos



Eismo informacinės sistemos (KOS stotelės ir pan.)



Poveikio aplinkai mažinimas Šiuolaikiškos technologijos



Atliekų rūšiavimas



Druskos tirpalo cisterna



Mineralinių medžiagų rūšiavimas



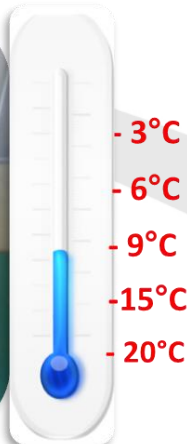
Sandėliuojamas
biokuras.



Automatizuota įrankių
sandėliavimo spinta.

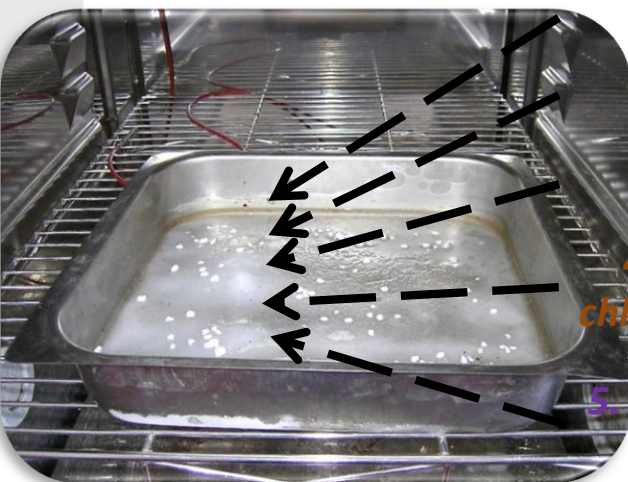
Šiuolaikiškos kelių tarnybos pavyzdys iš Vokietijos

KPŽ naudojamų medžiagų efektyvumo tyrimas



KPŽ naudojamų medžiagų efektyvumo tyrimo etapai

- I. Kelių priežiūrai žiemą naudojamų medžiagų poveikio tyrimas **laboratorijoje** (5 medžiagų poveikio slidumui (sukibimo koeficientui) ir efektyvumo (ledo masės nuostolių) bandymai, prie skirtingų aplinkos temperatūrų, bei skirtingais matavimo intervalais.)
- II. Kelių priežiūrai žiemą naudojamų medžiagų poveikio tyrimas **bandomuosiuose ruožuose** (sukibimo koeficiento matavimo kelyje metodas, panaudojant mobilių, matavimams pritaikytą, optinį sukibimo koeficiento matavimo jutiklį „RCM 411“)



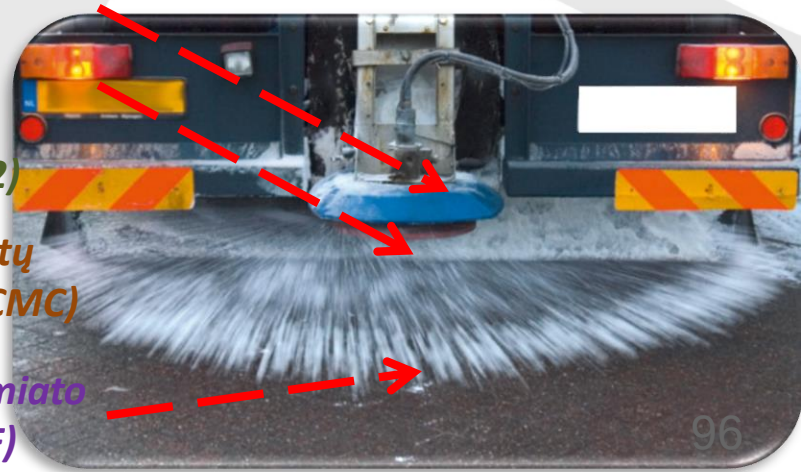
1. *Natrio chloridas (NaCl)*

2. *kalcio chloridas (CaCl₂)*

3. *Magnio chloridas (MgCl₂)*

4. *Natrio ir kalcio modifikuotų chloridų mišinys „Icemelt“ (NCMC)*

5. *Natrio acetato ir natrio formiato mišinys „Nordway“ (NANF)*



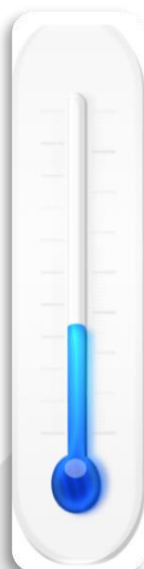
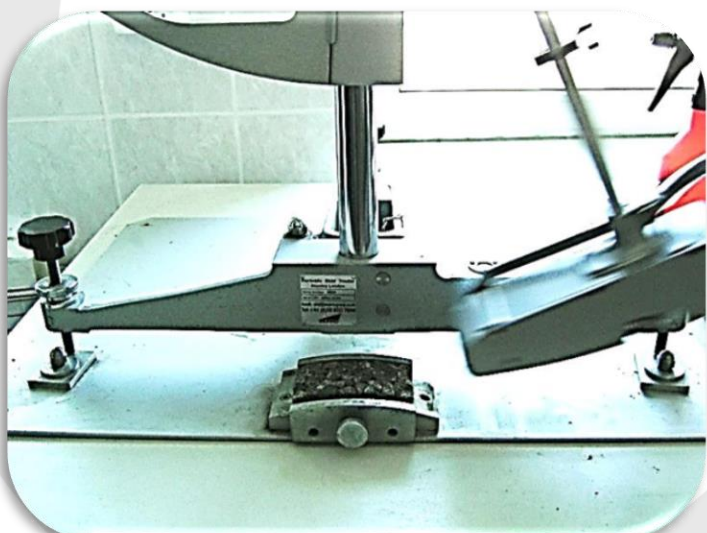
Kelių priežiūra žiemą Lietuvoje

Bandymų laboratorijoje sąlygos:

- ✓ Tiriamosios medžiagos – 5 vnt.,
- ✓ Matavimo intervalai: be ledo, 0, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 90, 120 min.

Medžiagų poveikio sukibimo koeficientui bandyme:

- ✓ 5 matavimai vienam bandiniui
- ✓ Viso 1500 matavimų



- 3°C
- 6°C
- 9°C
- 15°C
- 20°C

Medžiagų efektyvumo (ledo masės nuostolių) bandyme:

- ✓ 3 matavimai vienam bandiniui
- ✓ Viso 1050 matavimų.



Laboratorinių tyrimų rezultatai (II)

Medžiagos pavadinimas	Medžiagos veikimo laikas, min	Sukibimo koeficiento su ledu pokytis, (%)				
		−3 °C	−6 °C	−9 °C	−15 °C	−20 °C
Natrio chloridas	10	56	50	45	40	39
	30	2	0	5	2	12
	60	11	10	3	6	7
	90	5	2	10	2	11
	120	6	3	1	3	2
Kalcio chloridas	10	54	52	39	37	23
	30	6	10	4	3	4
	60	1	1	1	1	6
	90	1	4	3	2	5
	120	5	2	4	3	11
Natrio acetato ir natrio formiato mišinys	10	47	45	35	29	29
	30	1	1	2	3	4
	60	2	7	1	4	0
	90	7	8	1	1	4
	120	1	4	4	0	2
Magnio chloridas	10	33	30	28	22	21
	30	3	1	4	0	4
	60	1	2	0	7	7
	90	6	3	1	6	6
	120	3	2	0	3	3
Natrio ir kalcio modifikuotų chloridų mišinys	10	52	48	44	39	36
	30	5	5	3	1	4
	60	12	5	2	1	5
	90	2	2	0	2	6
	120	1	1	1	1	0

Laboratorinių tyrimų rezultatai (II)

Medžiagos pavadinimas	Medžiagos veikimo laikas, min	Ledo nuotolių pokyčio intensyvumas, %/min				
		-3 °C	-6 °C	-9 °C	-15 °C	-20 °C
Natrio chloridas	4	1,0	0,5	0,3	0,1	0
	10	1,7	1,0	0,5	0,2	0
	20	0,3	0,2	0	0	0
	30	1,7	0,5	0,4	0,2	0
	60	0,2	0,2	0	0	0
	120	0	0	0	0	0
Kalcio chloridas	4	2,3	2,0	2,0	1,2	0,9
	10	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1
	20	0,1	5	-0,1	0	0
	30	0,6	0,2	0,3	0	0
	60	0,1	0	0	0	0
	120	0,1	0	0	0	0
Natrio acetato ir natrio formiato mišinys	4	1,4	0,7	0,3	0,1	0
	10	1,2	0,8	0,5	0	0
	20	0,2	-0,1	0,3	0	0
	30	1,1	0,5	0,1	0,1	0
	60	0,3	0,2	0	0	0
	120	0,1	0	0	0	0
Magnio chloridas	4	3,1	2,5	2,2	1,7	1,3
	10	0,6	0,4	0,4	-0,1	-0,2
	20	0,1	0	-0,1	0	0
	30	0,4	0	0,1	0	0,1
	60	0,1	0,1	0	0	0
	120	0	0	0	0	0
Natrio ir kalcio modifikuotų chloridų mišinys	4	1,1	0,8	1,0	0,4	0,3
	10	1,1	0,8	0,4	0,2	0,1
	20	0,4	0,4	0	0	0
	30	1,8	0,7	0,3	0,1	0
	60	0,3	0,2	0,1	0	0
	120	0,1	0	0	0	0

Laboratorinių tyrimų rezultatai (III)

Šaldymo temperatūra, °C	Veikimo laikas, min	Ištirpusio ledo kiekis išbėrus 40 g LTM/m ² , g/m ²				
		NaCl	CaCl ₂	NCMC	MgCl ₂	NANF
-3	10	 154	 157	 137	 169	 121
	30	 368	 227	 275	 225	 357
	60	 427	 271	 382	 261	 461
	120	 435	 353	 446	 278	 532
-6	10	 86	 119	 85	 130	 84
	30	 164	 138	 131	 127	 196
	60	 234	 151	 179	 153	 246
	120	 244	 163	 198	 166	 245
-9	10	 46	 101	 42	 118	 64
	30	 91	 124	 77	 115	 99
	60	 101	 118	 84	 126	 142
	120	 102	 107	 88	 104	 128
-15	10	 15	 57	 5	 70	 29
	30	 38	 59	 8	 77	 41
	60	 42	 67	 22	 70	 47
	120	 48	 73	 32	 83	 41
-20	10	 2	 49	 1	 44	 15
	30	 4	 47	 3	 51	 18
	60	 4	 49	 4	 49	 30
	120	 8	 56	 4	 54	 29

Apibendrinti laboratorinių tyrimų rezultatai

Ištirus medžiagų **poveikį sukibimo koeficientui**, tirtos medžiagos suskirstytos į kategorijas esant skirtingai aplinkos temperatūrai:

- ✓ Kai aplinkos temperatūra yra ne žemesnė negu $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$: NaCl – labai efektyvus; CaCl_2 , NANF ir NCMC – vidutiniškai efektyvūs.
- ✓ MgCl_2 jau prie -3°C yra mažai efektyvus, o prie žemesnių temperatūrų – visiškai neefektyvus.
- ✓ Esant aplinkos temperatūrai ne žemesnė negu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ tik NCMC išlieka vidutiniškai efektyvus, visos likusios medžiagos arba mažai efektyvios arba visiškai neefektyvios.

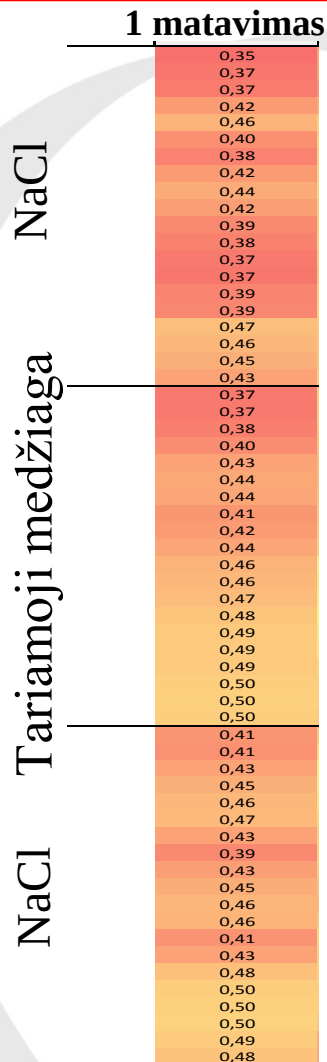
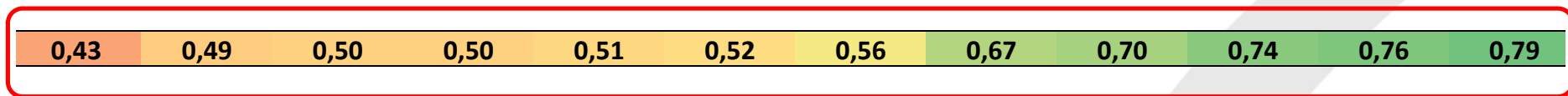
Tirtų medžiagos pagal **efektyvumą tirpdant ledą rezultatai**:

- ✓ Kai aplinkos temperatūra yra ne žemesnė negu $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ NaCl, NANF ir NCMC – didelio efektyvumo, o CaCl_2 ir MgCl_2 – vidutinio efektyvumo.
- ✓ Esant aplinkos temperatūrai $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$, NaCl ir NCMC – vidutinio efektyvumo, o NANF, CaCl_2 ir MgCl_2 – mažo efektyvumo.
- ✓ Aplinkos temperatūrai nukritus iki $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ visos tirtos medžiagos – mažo efektyvumo
- ✓ Prie $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir žemesnių temperatūrų tik CaCl_2 ir MgCl_2 išlaiko mažą ledo tirpdyimo efektyvumą, o NaCl, NANF ir NCMC tampa neefektyvios.

X	X	X	X	NaCl	NaCl
X	X	X	X	NaCl	NaCl
X	X	X	X	NaCl	NaCl

Tradicinē medžiaga, 400 m

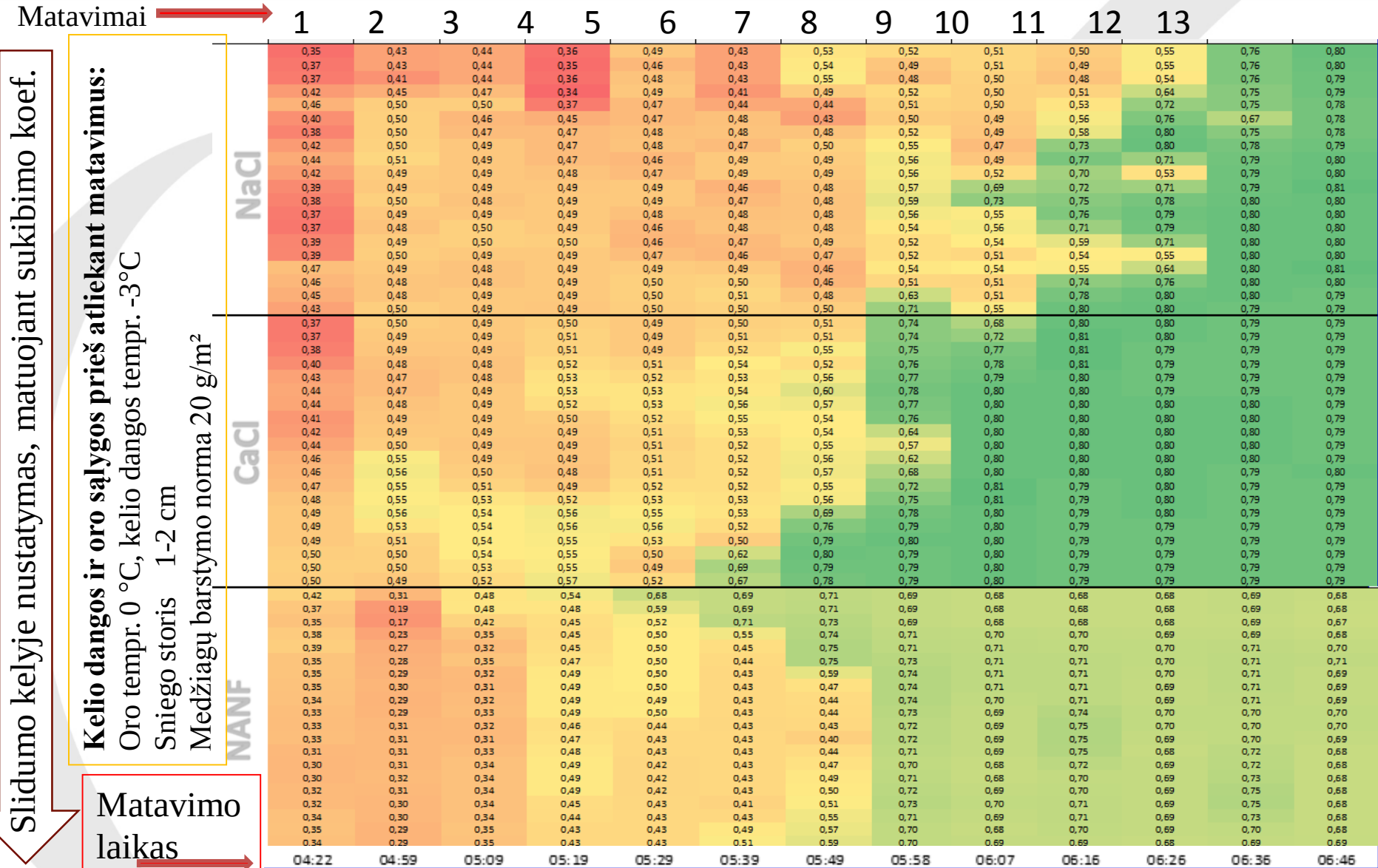
Tyrimų kelyje rezultatai (I)



Slidumo kelyje nustatymas, matuojant
sukibimo koeficientą

Spalvų skalė pagal sukibimo koeficientą

Tyrimų kelyje rezultatai (II)



Apibendrinti tyrimų kelyje rezultatai

- Esant dangos temperatūrai nuo -2 iki -5 °C, kelio dangą veikiant NaCl ir CaCl_2 , sukibimo koeficientas kinta vienodame intervale $[0,3; 0,8]$ bei tas pačias vertes pasiekia po vienodo laiko intervalo, o esant dangos temperatūrai nuo -9 iki -18 °C, ir aplinkos temperatūrai iki -20 °C abi tirtos LTM yra neefektyvios.
- NaCl efektyvumas lyginant su NAF yra didesnis iki -7 °C tiek ledo ir sniego nutirpdymo greičiu, tiek ir sukibimo koeficiento verte.

Apibendrinti tyrimų rezultatai

Medžiagos pavadinimas	Aplinkos temperatūra, °C				
	–3 °C	–6 °C	–9 °C	–15 °C	–20 °C
Natrio chloridas	+++	+±+	± $\overline{+}$ –	– – –	– – –
Kalcio chloridas	±±+	± $\overline{+}$ +	$\overline{+}$ $\overline{+}$ –	$\overline{+}$ $\overline{+}$ –	– $\overline{+}$ –
Natrio acetato ir natrio formiato mišinys	±+*	± $\overline{+}$ *	$\overline{+}$ $\overline{+}$ *	$\overline{+}$ – *	$\overline{+}$ $\overline{+}$ *
Magnio chloridas	$\overline{+}$ ±*	– $\overline{+}$ *	– $\overline{+}$ *	– $\overline{+}$ *	– – *
Natrio ir kalcio modifikuotų chloridų mišinys	+++	±±±	± $\overline{+}$ $\overline{+}$	– – –	– – –

+ Didelio efektyvumo ± Vidutinio efektyvumo $\overline{+}$ Mažo efektyvumo – Neefektyvi

* Netirta

5. KELIŲ KLIMATINIS RAJONAVIMAS



Kelių klimatinis rajonavimas

Lietuvos klimatinių sąlygų ir jų specifikos analizė

1999-2012 periodo *LHT* ir *KOS* duomenų
analizė

Klimatinis koeficientas k_i :

$$k_i = \frac{a_i}{a_v},$$

Čia:

a_v – įvertinamos charakteristikos vidutinė
reikšmė;

a_i – įvertinamos charakteristikos reikšmė
konkrečiame rajone (zonoje)(zone).

Eismo informacinė sistema (KOS stotelės)



Lietuvos Hidrometeorologijos tarnyba (LHT)



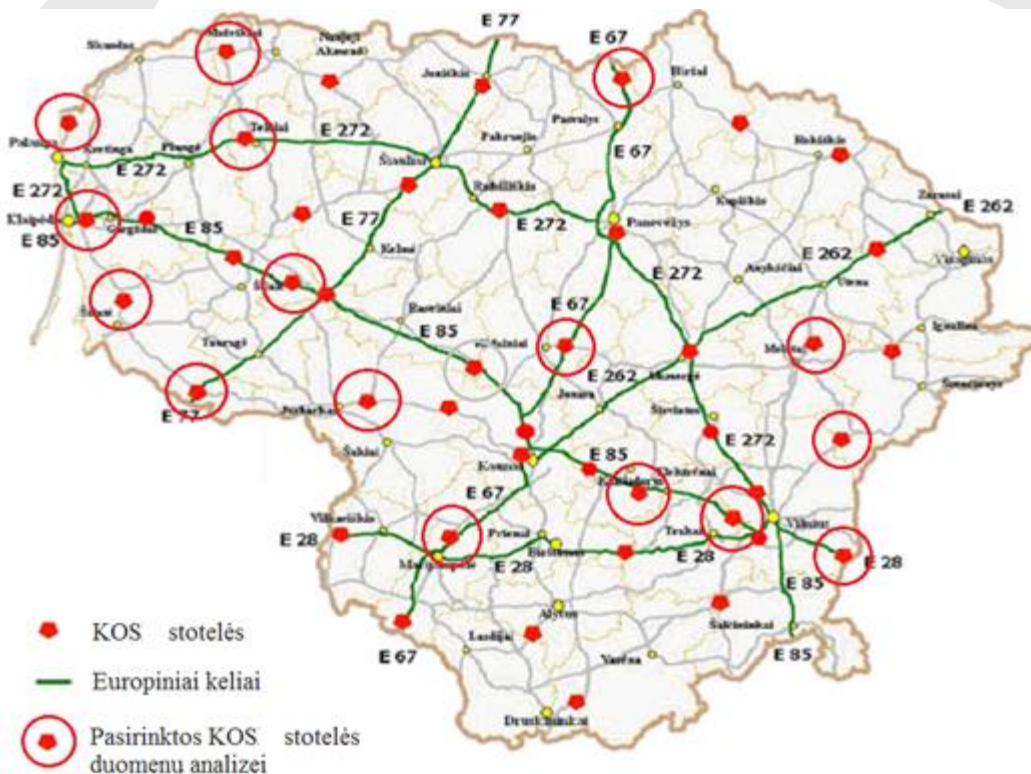
**Randama kiekvienos įvertinamos
charakteristikos vidutinė reikšmė:**

$$a_v = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Čia:
 n – skaičiuojamųjų rajonų
(zonų) skaičius.

Kelių oro sąlygų stotelių duomenų analizė

Atlikta 16 kelių oro sąlygų (KOS) meteorologinių stotelių duomenų analizė už 1999 – 2011 m. žiemos laikotarpį (minimalus laiko intervalas viena para).



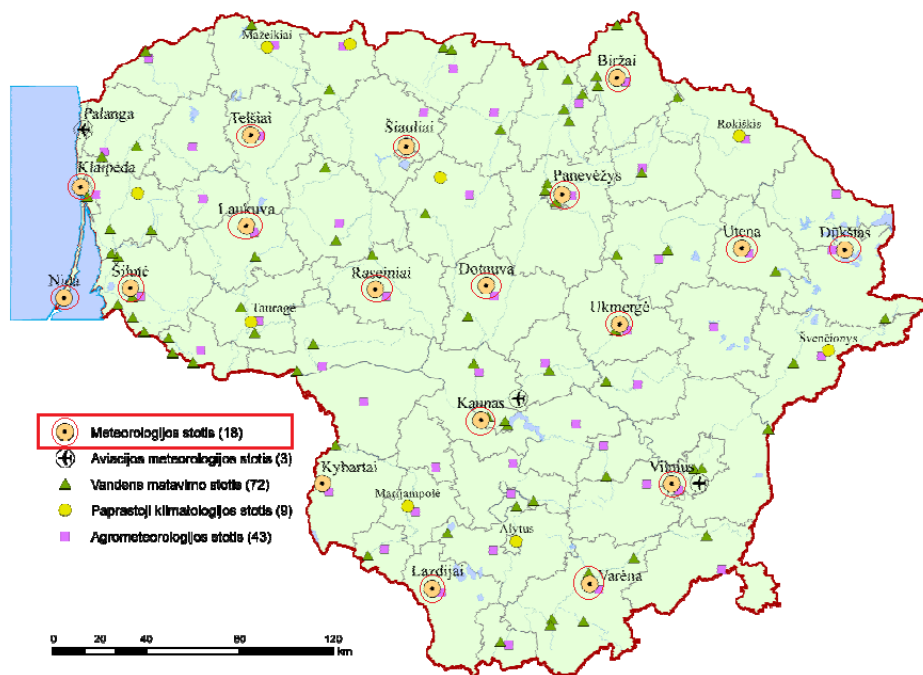
Nagrinėti rodikliai:

- oro temperatūra, [°C]
- kelio dangos paviršiaus temperatūra, [°C]
- oro drėgnumas, [%]
- vėjo kryptis ir pasikartojamumas, [vnt.]

Lietuvos meteorologijos tarnybų duomenų analizė

Atlikta 18 Lietuvos meteorologijos stočių duomenų analizė, kiekvienam žiemos sezonui atskirai nuo 1998/99 m. iki 2011/12 m.

LIETUVOS HIDROMETEOROLOGIJOS TARNYBOS
METEOROLOGINIŲ STEBĖJIMŲ TINKLAS

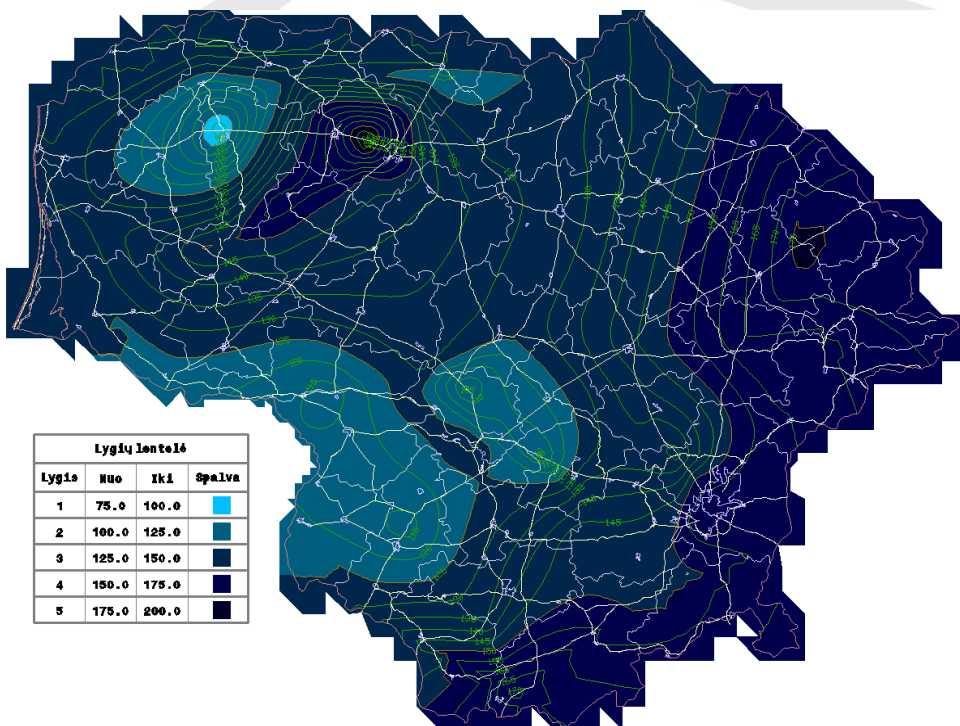


Nagrinėti rodikliai:

- šalčiausio mėnesio vidutinė temperatūra [$^{\circ}\text{C}$]
- didžiausias sniego dangos storis [cm],
- pastovi sniego danga (tai tokia sniego danga, kuri išsilaiko ne trumpiau kaip mėnesį su ne ilgesnėmis kaip trijų dienų pertraukomis) [dienos],
- dienų su kietais krituliais (sniegas, šlapdriba ir pan.) skaičius [dienos], pūgų atvejų skaičius ir trukmė [vnt., val.],
- liundrų atvejų skaičius ir trukmė [vnt., val.],
- perėjimo per 0°C atvejų skaičius [vnt.],
- dienų skaičius, kai paros vidutinė oro temperatūra neigiama, [dienos] ir didžiausias įšalo gylis, [cm].

Kelių klimatinis rajonavimas

Lietuvos teritorijos suskirstymas į atskiras klimatinės zonas pagal klimatinės sąlygas automobilių keliams



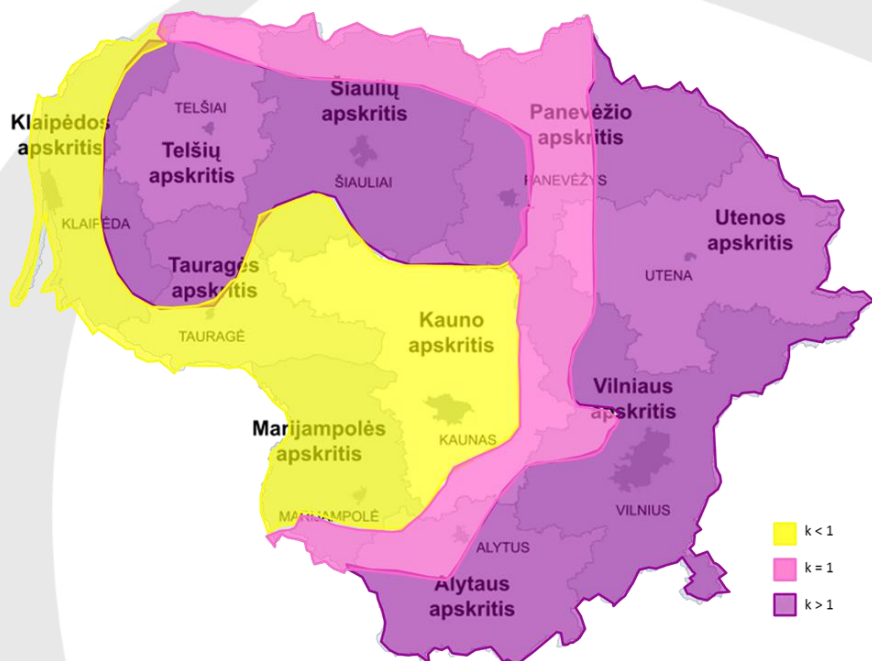
Snigimo atvejų skaičius

Apdorojus sukauptus KOS stotelių (1999 – 2011 m.) duomenis, buvo sudaryti kelių žiemos priežiūrai svarbiausi Lietuvos teritorijos teminiai žemėlapiai:

- **Snigimo** trukmė (val.) ir atvejai (vnt.);
- **Lijundros** trukmė (val.) ir atvejai (vnt.);
- **Pūgų** trukmė (val.) ir atvejai (vnt.);
- Didžiausio **įšalo** gylis (m);
- Oro temperatūros **perėjimų per 0°C** skaičius (vnt.);
- **Kelio dangos paviršiaus užšalimo/atšilimo** ciklai (vnt.)

Kelių klimatinis rajonavimas

Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių nustatymas atskiroms Lietuvos klimatinėms zonoms



**Bendras visų apskaičiuotų charakteristikų
klimatinio koeficiento žemėlapis**

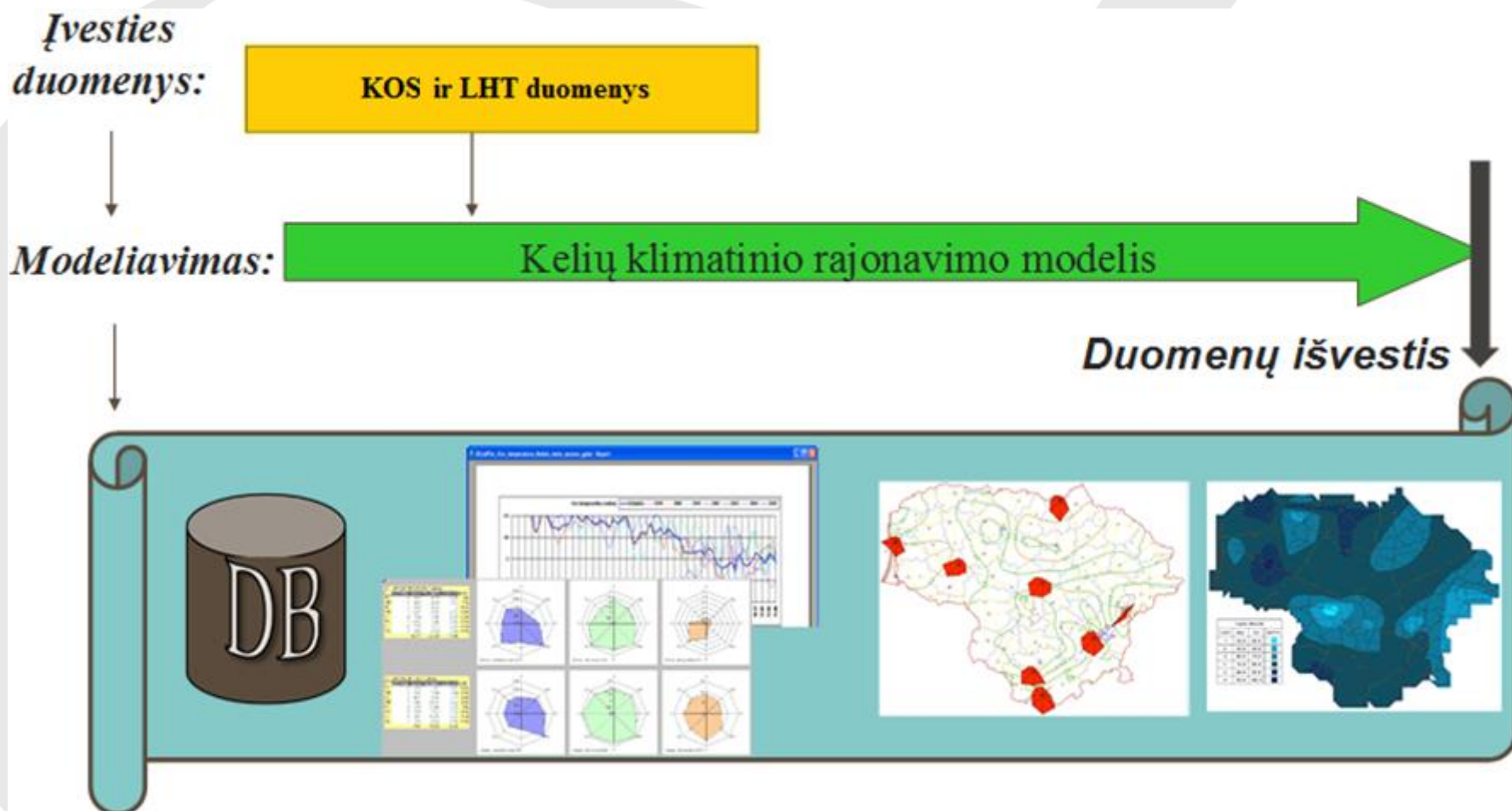
Pasiūlyti **klimatiniai koeficientai**, kurie galėtų padėti tiksliau apskaičiuoti Žiemos sunkumo indeksą. Pagal kuriuos būtų galima tikslinti priežiūros darbų kiekius bei sąnaudas žiemą atskiroms klimatinėms zonoms.

Nustatyti koeficientai pagal šias charakteristikas:

- ☐ **Snigimo** trukmė (val) ir atvejai (vnt);
- ☐ **Lijundros** trukmė (val) ir atvejai (vnt);
- ☐ **Pūgų** trukmė (val) ir atvejai (vnt);
- ☐ **Bendras** visų apskaičiuotų charakteristikų klimatinis koeficientas.

Kelių klimatinis rajonavimas

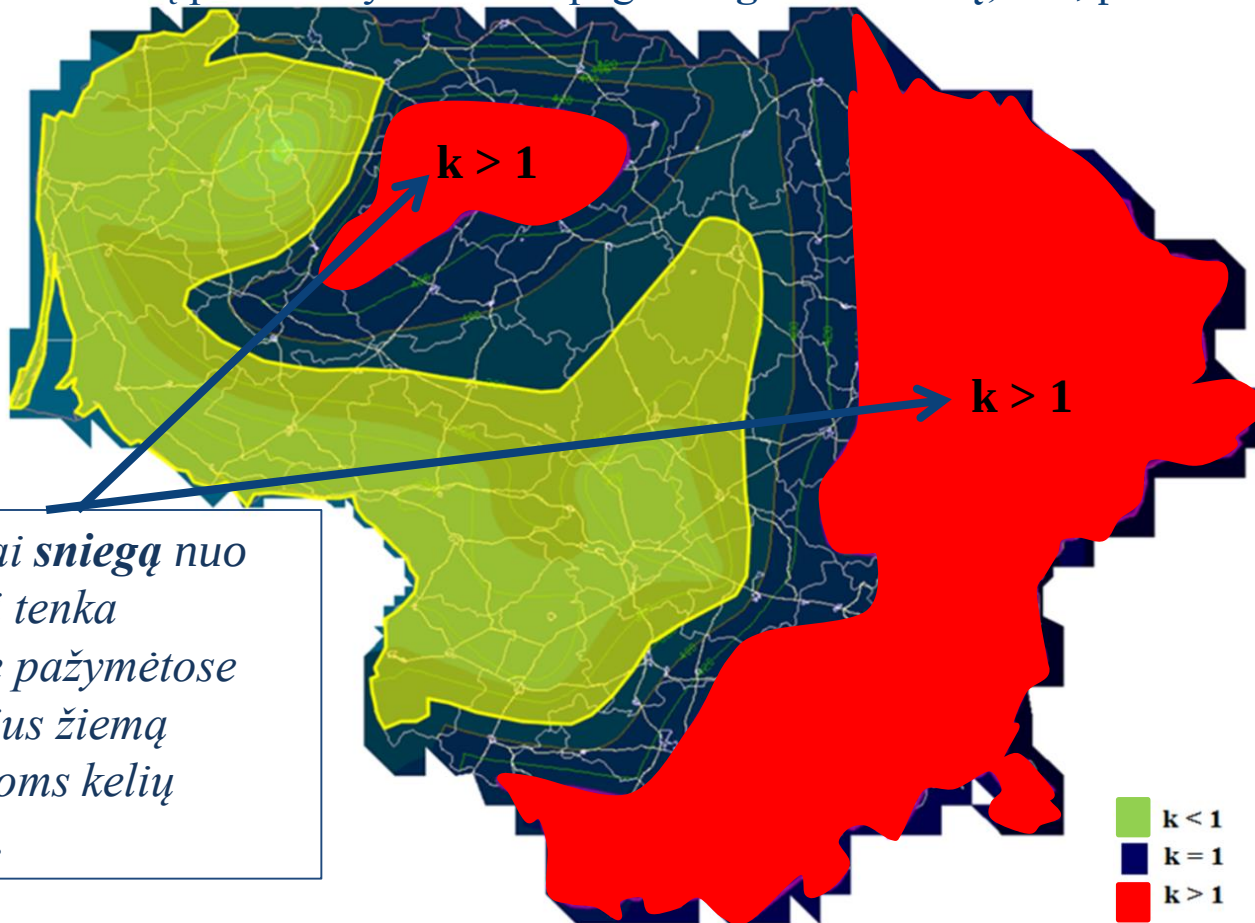
Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių atskiroms Lietuvos klimatinėms zonomis nustatymas



Kelių klimatinis rajonavimas

Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių atskiroms Lietuvos klimatinėms zonoms nustatymas

Koeficiento reikšmių pasiskirstymo zonos pagal snigimo trukmę, val., per metus

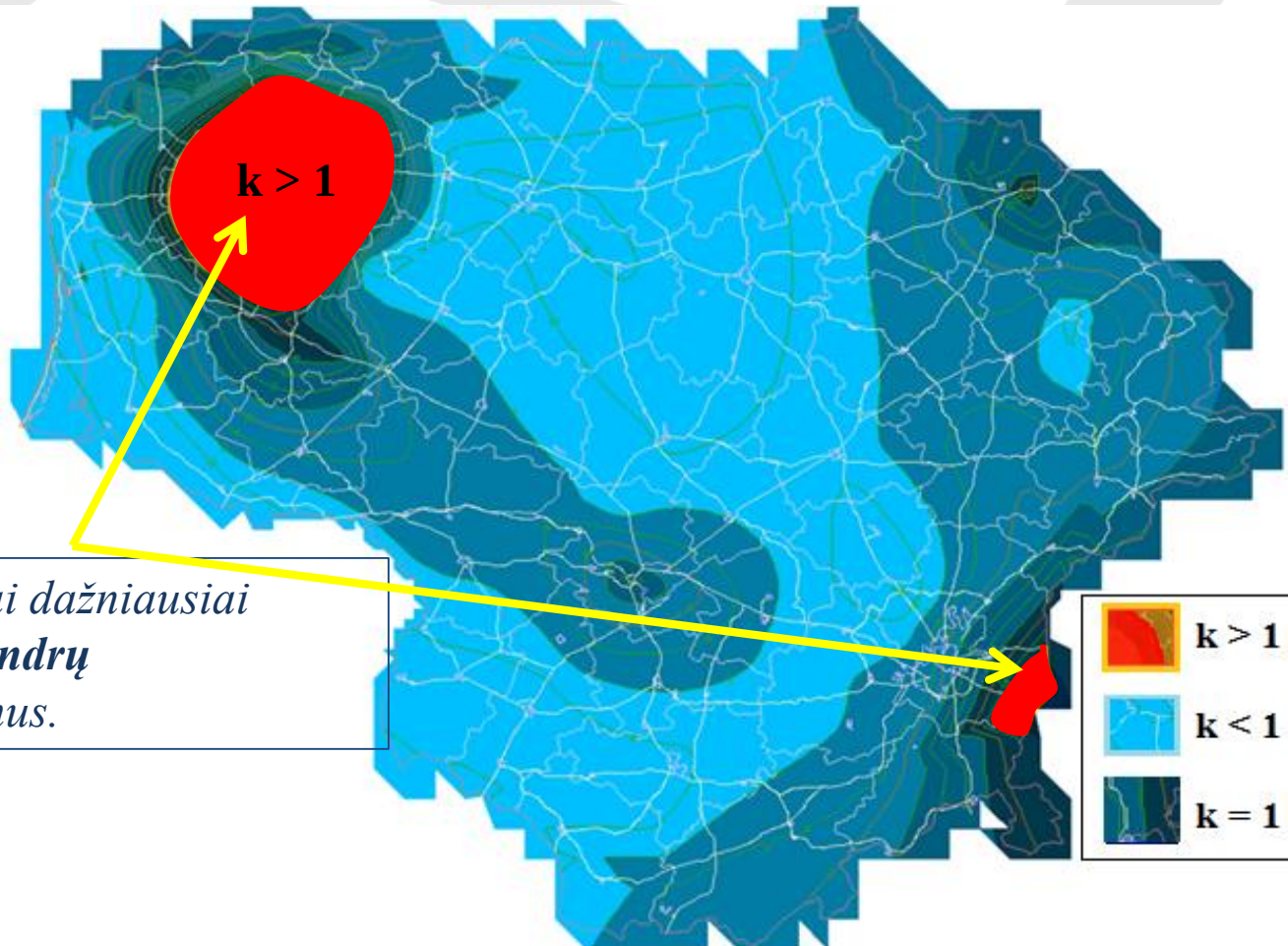


*Dažniausiai **sniegą** nuo kelių valyti tenka žemėlapyje pažymėtose zonose kelius žiemą prižiūrinčioms kelių tarnyboms.*

Kelių klimatinis rajonavimas

Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių atskiroms Lietuvos klimatinėms zonoms nustatymas

Koeficiento reikšmių pasiskirstymo zonos pagal **lijundrų** trukmę, val., per metus

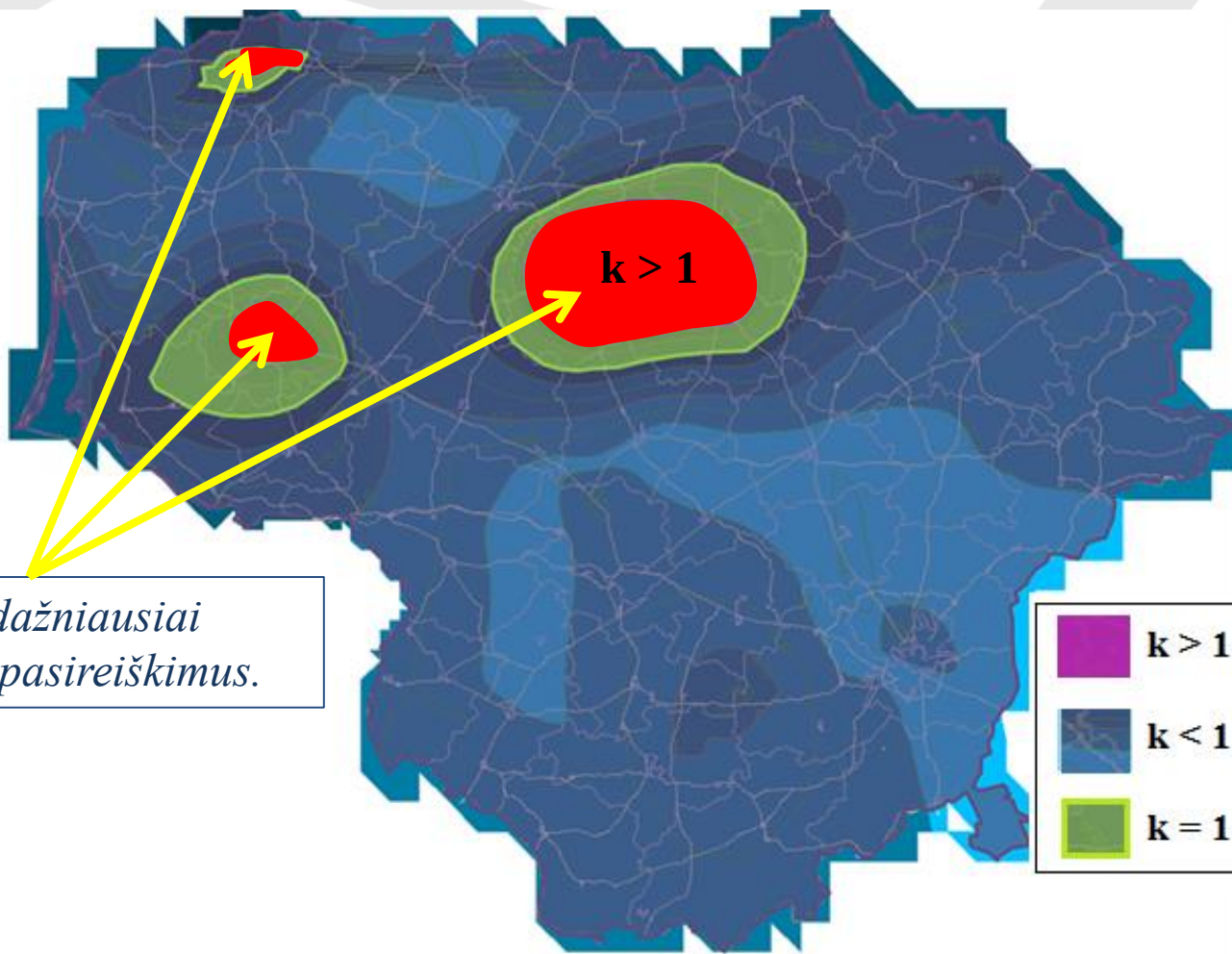


*Šie regionai dažniausiai
patiria **lijundrų**
pasireiškimus.*

Kelių klimatinis rajonavimas

Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių atskiroms Lietuvos klimatinėms zonoms nustatymas

Koeficiento reikšmių pasiskirstymo zonos pagal **pūgų trukmę**, val., per metus

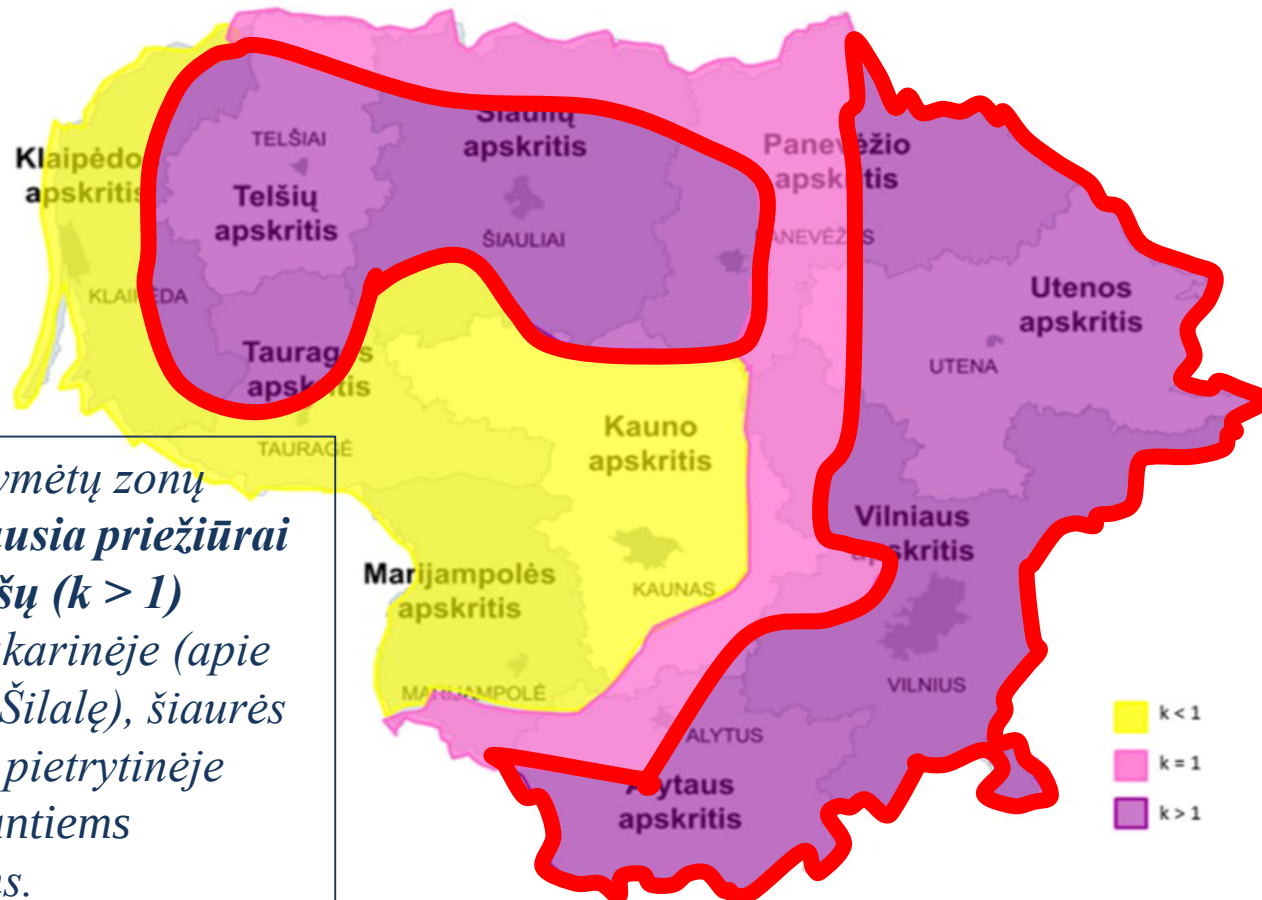


*Šie regionai dažniausiai
patiria **pūgų** pasireiškimus.*

Kelių klimatinis rajonavimas

Kompleksinių klimatinių automobilių kelių priežiūros rodiklių atskiroms Lietuvos klimatinėms zonomis nustatymas

Bendras visų apskaičiuotų veiksnių žemėlapis



Žemėlapyje iš pažymėtų zonų matosi, kad daugiausia priežiūrai patariama skirti lėšų ($k > 1$) Lietuvos vidurio vakarinėje (apie Telšius, Šiaulius ir Šilalę), šiaurės rytinėje, rytinėje ir pietrytinėje Lietuvos dalyse esantiems automobilių keliams.



Kelių klimatinis rajonavimas apibendrinimas

- ✓ Apdorojus sukaupus KOS stotelių (1999 – 2011 m.) duomenis, buvo sudaryti kelių žiemos priežiūrai svarbiausi Lietuvos teritorijos teminiai žemėlapiai: snigimo trukmės, valandomis; liundros trukmės, valandomis; pūgų trukmės, valandomis; snigimo atvejų skaičiaus; liundros atvejų skaičiaus; pūgų atvejų skaičiaus, įšalo gylio, oro temperatūros perėjimų per 0 °C skaičius, kelio dangos paviršiaus užšalimo skaičius.
- ✓ Apskaičiuoti klimatiniai koeficientai rodo, kad daugiau priežiūros šaltuoju sezonų metu reikalauja Žemaičių Aukštumos (Telšių apskr. vidurio ir pietinė dalys, Šiaulių apskr. pietvakarinė dalis ir Tauragės apskr. šiaurinė dalis), pietrytinės (beveik visa Vilniaus apskr., Alytaus apskr. šiaurės rytų dalis, Utenos apskr. pietrytinė dalis) bei nedidelės šiaurinės dalių (Panevėžio apskr. šiaurinė dalis) zonose esantys automobilių keliai.
- ✓ Klimatinio koeficiento nustatymas Lietuvos atskiroms zonoms, derinant skirtingus klimato veiksnius, gali parodyti žiemos atšiaurumą (sunkumą) atitinkamoje zonoje arba palyginti skirtingų metų ar sezonų klimatą. Klimatinis koeficientas padėtų tiksliau apskaičiuoti Žiemos indeksą, kuris rodo pagrindines zonų klimato charakteristikas ir siejasi su kelių priežiūra.

6. PASIŪLYMAI VALSTYBINĖS REIKŠMĖS AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪRAI ŽIEMĄ

1. Tinkamai suplanuoti



2. Efektyviai atlikti



3. Sistemingai analizuoti ir nuolat
tobulinti



Praktiškai taikomi priežiūros lygiai žiemą Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliuose atskirais žiemos sezonais po jiems skirto finansavimo

Priežiūros lygiai pagal KPV (PN-05)	LAKD nustatyti priežiūros lygiai valstybinės reikšmės keliuose po paskirto finansavimo iš KPPP							
	Praktiškai taikomi priežiūros lygiai žiemą kelio važiuojamajai daliai	Sutartinis žymėjimas (pagal 2013m. projektą)	Žiemos sezonas					
			2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
			Skirta lėšų, 169 mln. Lt	Skirta lėšų, 122 mln. Lt	Skirta lėšų, 112 mln. Lt	Skirta lėšų, 122 mln. Lt	Skirta lėšų, 120 mln. Lt	Skirta lėšų, 125 mln. Lt
			Ilgis, KM	Ilgis, KM	Ilgis, KM	Ilgis, KM	Ilgis, KM	Ilgis, KM
I - AUKŠTAS	Magistralinių kelių I priežiūros lygis, km	M1	551,9			360,4	360,4	360,5
	Rajoninių kelių I priežiūros lygis (su a/b danga ir kurių VMPEI >1000 auto./para**), km	R1			1010,9	1189,6	1265,6	1379,7
II - VIDUTINIS	Magistralinių kelių II priežiūros lygis, km	M2	1197,0	1679,9	1683,4	1319,3	1322,6	1391,9
	Magistralinių kelių II priežiūros lygis (Rekonstruojami ruožai*), km			68,6	55,1	58,6	55,3	
	Krašto kelių II priežiūros lygis, km	K2	4947,9	4914,4	4890,2	4876,8	4902,0	4211,0
	Krašto kelių II priežiūros lygis (Rekonstruojami ruožai*), km			32,1	49,2	62,4	35,6	
	Krašto kelių III priežiūros lygis (kurių VMPEI < 700 auto./para**), km	K3						718,5
III - ŽEMAS	Rajoninių kelių I priežiūros lygis (su a/b danga ir kurių VMPEI > 500 auto./para***), km		2679,4					
	Rajoninių kelių I priežiūros lygis (jungiamieji keliai skirtingu lygiu sankryžose), km	J1	149,4	150,6	165,2	167,6	177,0	177,0
	Rajoninių kelių I priežiūros lygis (keliai, sutampantys su miestų gyvenamųjų vietovių gatvėmis***), km		274,8					
	Rajoninių kelių II priežiūros lygis (pavojingi kelių ruožai***), km	R2	11672,6	14610,2	13399,5	1453,4	1183,6	1165,0
	Rajoninių kelių III priežiūros lygis (mažo intensyvumo keliai***), km	R3.1				11858,9	384,8	388,5
	Rajoninių kelių III priežiūros lygis (Rekonstruojami ruožai*), km			15,1	180,2	85,7	3,5	
	Rajoninių kelių III priežiūros lygis (kiti rajoniniai keliai***), km	R3.2					11748,6	11633,4
VISO:			21473,1	21470,8	21433,6	21432,7	21438,9	21425,3

Pastabos:

* rekonstruojami ruožai – keliai, kuriuose nuolatinę kelių priežiūrą pagal kelio valdytojo išduotas sąlygas vykdys rekonstrukcijos darbų rangovai, į bendrą kelių ilgį.

** Siūlymai tikslinti ir aiškiai apibendrinti priežiūros lygių parametrus.

*** Siūlymas apjungti su aiškiai apibendrintais priežiūros lygių parametrais.



Pasiūlymai žiemos priežiūros lygių tobulinimui

LAKD nustatyti priežiūros lygiai valstybinės reikšmės keliuose po paskirto finansavimo iš KPPP

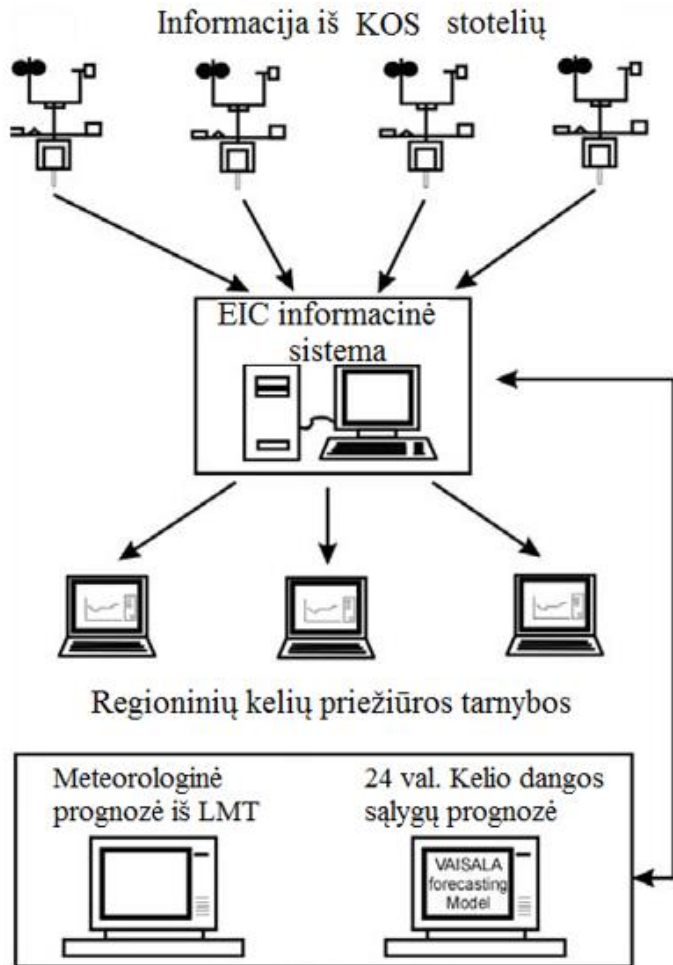
Siūlomi priežiūros lygiai žiemą kelio važiuojamajai daliai	Siūlomas sutartinis žymėjimas	Sutartinis žymėjimas (pagal 2013m. projektą)	Priežiūros lygių skirstymo kriterijai				
			Valstybinės reikšmės kelio kategorija	Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, auto./parą*	Projektinis važiavimo greitis, km/h	Kelio atliekama funkcija ir paskirtis	Kelių ilgis, KM**
Magistralinių kelių I priežiūros lygis, km	A1	M1	AM, I	6 000 - 24 000	130/110/100	Europos kelių tinklo koridoriai	364,5
Magistralinių kelių II priežiūros lygis, km	A2	M2	AM, I, IIa, III	2 000 - 11 000	130/110/100/90	Europos kelių tinklo koridoriai ir E kategorijos keliai	1375,2
Krašto kelių II priežiūros lygis, km	B1	K2	IIa, IIa, III	1 000 - 9 000	90	Nacionaliniai, regioniniai keliai	3768,8
Krašto kelių III priežiūros lygis (kurių VMPEI < 1000 auto./parą), km	B2	K3	III, IV	< 1 000	90	Regioniniai, rajoniniai keliai	1168,7
Rajoninių kelių I priežiūros lygis (su a/b danga ir kurių VMPEI > 1000 auto./parą), km	C1	R1	III, IV	1 000 - 10 000	90/70	Regioniniai, rajoniniai keliai	780,2
Rajoninių kelių III priežiūros lygis, km	C2	R3	IV, V, Va	< 1 000	90/70/50	Rajoniniai, privažiavimo keliai	13803,0

Pastabos:

*-valstybinės reikšmės kelių vidutinių metinių paros intensyvumų ribos, pagal 2012 m. duomenis.

** -jungiamieji keliai skirtingų lygių sankryžose į bendrą kelių ilgį neįskaičiuoti.

Kelių priežiūros žiemą sprendimų paramos sistemos tobulinimas



KPŽ valdymui optimizuoti ir tikslesniems sprendimams taikant KPŽ priemones priimti, naudinga įdiegti **Kelių priežiūros žiemą sprendimų paramos sistemą**. Kurią sudarytų dabartiniai realaus laiko KOS stotelių duomenys, papildyti nepalankių oro sąlygų (plikledžio ir pan.) išankstine perspėjimo sistema (informacija iš papildomai dangoje įrengtų jutiklių), susisteminta meteorologinė prognozė bei juos apjungianti speciali programinė įranga, valdoma iš LAKD Eismo informavimo centro.

Informavimas ir eismo valdymas per kintamos informacijos ženklus



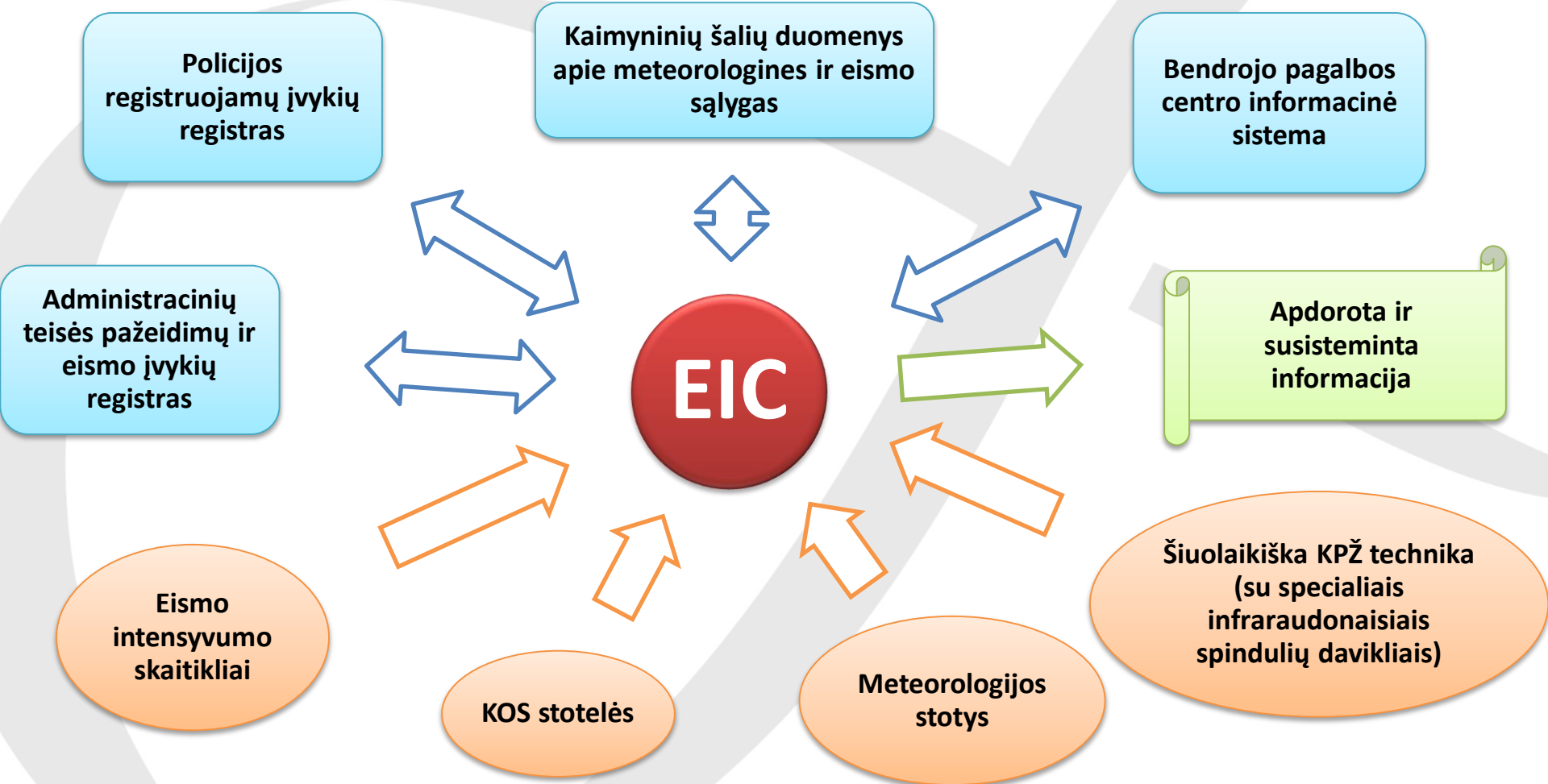
Tikslinga numatyti kintamos informacijos ženklų tinklo plėtrą su ženklais skirtais eismo valdymui

Suomijos rezultatai, leistinus greičius kaimo keliuose ir automagistralėse sumažinamus 20 km/h:

- ✓ Eismo įvykių, kurių metu buvo sužeista žmonių, **sumažėjo 28 %**, mirtinų avarijų – **49 %**.
- ✓ Teigiamai veikia aplinkos būklę.



Pasiūlymai efektyviam KPŽ valdymui, panaudojant LAKD eismo informacijos centrą



Kelių priežiūros žiemą techninių pajėgumų palaikymo ir dirbančio personalo kvalifikacijos kėlimo bei skatinimo sistemos

Siekiant pagerinti kelių priežiūros žiemą kokybę naudinga yra įvertinti teikiamų paslaugų efektyvumą.

Kelių priežiūros žiemą dirbančio personalo kvalifikacijos kėlimo ir skatinimo sistema

Kelių priežiūros žiemą techninių pajėgumų palaikymo sistema



Kelių priežiūros žiemą medžiagų ir mechanizmų planavimas

Kvalifikuota darbo jėga su motyvuotais darbuotojais gali pilnai išnaudoti šiuolaikinių technologijų potencialą ir nuolat gerinti kelių priežiūros žiemą darbų kokybę ir rezultatus.

- ✓ Geriau panaudotas šiuolaikinių technologijų potencialas;
- ✓ Mažesnės kelių priežiūros žiemą technikos eksploatacinės išlaidos.

Kelių priežiūros žiemą medžiagų tinkamiausių Lietuvos sąlygoms, parinkimas

AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ MEDŽIAGŲ TINKAMIAUSIŲ LIETUVOS SĄLYGOMS, PARINKIMAS

Priežiūros lygiai žiemą kelio važiuojamajai daliai, pagal KPV (PN-05)	Dangos tipas	Didžiausias leiddžiamas greitis, km/h	Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, auto./parą*	Nepalankios meteorologinės sąlygos					
				Prieš sniegį, pustymą ir kelio važiuojamosios dangos apledėjimą	Po snigimo ir (arba) pustymo, esant kelio važiuojamosios dangos apledėjimui.	Po snigimo ir (arba) pustymo, esant kelio važiuojamosios	Po snigimo ir (arba) pustymo, esant kelio važiuojamosios	Po snigimo ir (arba) pustymo, esant kelio važiuojamosios dangos apledėjimui.	Po snigimo ir (arba) pustymo, esant kelio važiuojamosios
				Taikoma technologija					
				Šlapių ruskų technologiją	Šlapių ruskų technologiją	Šlapių ruskų technologiją	Sausų medžiagų barstymas	Šildomo smėlio su karštu vandeniu barstymo	Šlapių ruskų technologiją
				Naudojamos medžiagos*					
				NaCl (-0,1 ÷ -8°C dangos temperatūra); NaCl (88%) ir CaCl2 (12%) mišinys iki -9,5°C (dangos temperatūraos); Žemiau -9,5°C arba pučiant didesniai nei 25 km/h vėjui netaikoma.	NaCl nuo -0,1 iki -8°C; NaCl (88%) ir CaCl2 (12%) mišinys iki -17,8°C; Sausas CaCl2 žemiau esant kaip –17,8°C oro	Smėlio - druskos mišinys pagrindinė veikioji medžiaga NaCl ir sausai sijotas smėlis fr. 0/5 (druskų būtų 20–40 masės	Tik frikinės medžiagos (Sausai sijotas smėlis fr. 0/5mm)	Sausai sijotas smėlis fr. 0/5mm (70%) su 70-160°C karčio vandeniu (30 %) mišinys	Alternatyvios medžiagos (labai svarbiose ir aplinkosauginiu požiūriu itin jautriuose kelių ruožuose)
Magistralinių I	A/b, betono	130/110/100	6 000 ÷ 24 000	+	+				+
Magistralinių II	A/b, betono	130/110/100/90	2 000 ÷ 11 000	+	+				+
Magistralinių III	A/b, betono	90	< 2 000		+				+
Krašto I	A/b, betono	90	> 4 000	+	+				+
Krašto II	A/b, betono	90	1 000 ÷ 4 000		+			+	+
Krašto III	A/b, betono	90	< 1000			+		+	
Rajoninių I	A/b, betono	90/70	> 1 000			+		+	
Rajoninių II	A/b, betono	90/70	500 ÷ 1 000				+	+	
Rajoninių III	Žvyro	90/70/50	< 500						

Apsaugos nuo apledėjimo (angl. „anti-icing“) strategijos taikymas



Universalus druskos barstymo ir tirpalo purškimo įrenginys

- ✓ Iki 50 % efektyviau ir pigiau užtikrinti aukščiausi kelių priežiūros lygiai;
- ✓ Iki penkių kartų palengvina ir atpigina priemonių taikymą po nepalankių oro sąlygų (apledėjimų, pustymų);
- ✓ Pagerėja eismo saugumo situacija;
- ✓ Sumažėja neigiamas druskų poveikis aplinkai (sunaudojama iki 55% mažesnis cheminių medžiagų kiekis).

Planuojant įsidiegti ir praktiškai Lietuvoje panaudoti apsaugos nuo apledėjimo strategiją nebūtina įsigyti atskirą druskos tirpalo purškimo įrangą, kaip universalus variantas galėtų būti kombinuota druskos bėrimo ir tirpalo purškimo įranga du viename



Kelių priežiūros žiemą vadovas

Tikslas – susisteminti ir aiškiai pateikti automobilių kelių priežiūros žiemą patirtį bei reikalavimus, jų taikymą optimaliai kelių būklei žiemą užtikrinti.

- ✓ Apibendrinti teisinį norminį kelių priežiūros žiemą reglamentavimą;
- ✓ Susisteminti kelių priežiūros žiemą taikomų medžiagų ir technologijų rūšis;
- ✓ Pateikti rekomendacijas dėl ledą tirpdančių medžiagų normų prevencijai ir ledo bei sniego tirpdymui;
- ✓ Pateikti informaciją apie naujausias technologijas, pastaraisiais metais įdiegtas arba diegiamas Lietuvoje (Eismo informacinė sistema, mobilūs automatiniai kelio dangos sukibimo matavimo prietaisai ir pan.), bei pateikti rekomendacijas siekiant tinkamai išnaudoti jų teikiamas galimybes

ĮVADAS

1. LIETUVOS KLIMATAS
 2. TEISINIAI ŽIEMOS PRIEŽIŪROS ASPEKTAI
 3. KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ NORMATYVINIAI REIKALAVIMAI IR ORGANIZAVIMAS LIETUVOS VALSTYBINIUOSE KELIUOSE
 4. KELIŲ PRIEŽIŪRA ŽIEMĄ IR KELIŲ EISMO SAUGUMAS
 5. BARSTYMO MEDŽIAGOS
 6. KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ TECHNOLOGIJOS
 7. EISMO INFORMACINĖ SISTEMA (EIS)
 8. KELIŲ PRIEŽIŪRA ŽIEMĄ IR APLINKOSAUGA
 9. EKONOMINIAI ŽIEMOS PRIEŽIŪROS ASPEKTAI
- ## LITERATŪRA

Automobilių kelių priežiūros žiemą medžiagų panaudojimo normatyvai (I)

Būklė	Aplinkos ir kelio dangos sąlygos	Rekomenduojama priemonė	Medžiagų panaudojimo norma taikoma m ² , prie prognozuojamos kelio dangos temperatūros				
			Iki –1 °C	Iki –3 °C	Iki –6 °C	Iki –10 °C	Žemiau –10 °C
1. Šerkšnas	- Šąla, oro temperatūra žemiau 0 °C; - Didelis oro drėgnumas (daugiau nei 85%); - Be kritulių. Plonas, panašus į sniegą ledo pavidalo sluoksnis. Dažniausiai pasireiškiantis tik ankstyvomis ryto valandomis.	I. Prevencija:					
		– druskos tirpalo išpurškimas	10 ml	13 ml	15 ml	–*	Nėra tikėtina
		– šlapios druskos barstymas	5 g	8 g	10 g	15 g	Nėra tikėtina
		II. Slidumo šalinimas (jei prevencija nepadėjo):					
		– druskos tirpalo išpurškimas	15 ml	23 ml	30 ml	–*	Nėra tikėtina
2. Plikledis (užšalanti drėgmė)	- Drėgna kelio danga (nėra drėgmės purslų paskui automobilius, kelio danga patamsėjusi); - Šąla, oro temperatūra žemiau 0 °C; - Didelis oro drėgnumas (90-100%); - Rūkas ar dulksna, be kritulių. Esama drėgmė užšąla ir susidaro plonas, skaidrus ledo sluoksnis.	I. Prevencija:					
		– druskos tirpalo išpurškimas	10 ml	15 ml	23 ml	–*	–*
		– šlapios druskos barstymas	5 g	10 g	15 g	25 g	30 g
		II. Slidumo šalinimas (jei prevencija nepadėjo):					
		– šlapios druskos barstymas	10 g	20 g	30 g	40 g	40 g
3. Plikledis (užšalęs vanduo)	- Oro temperatūra teigiama, artima 0°C; - Šlapdriba, lietus, rūkas arba tirpsta sniegas; - Šlapia kelio danga, susidariusi po lietaus, šlapdribos ar tirpstant sniegui (aiškūs drėgmės purslai paskui automobilius); Ant kelio dangos susidaręs vanduo (šiai šalant žemiau 0°C), suformuoja ledo sluoksnį.	I. Prevencija:					
		– druskos tirpalo išpurškimas	23 ml	30 ml	45 ml	–*	–*
		– šlapios druskos barstymas	15 g	20 g	30 g	40 g	40 g
		II. Slidumo šalinimas (jei prevencija nepadėjo):					
		– šlapios druskos barstymas	30 g	40 g	40 g	40 g	40 g

Automobilių kelių priežiūros žiemą medžiagų panaudojimo normatyvai (II)

Būklė	Aplinkos ir kelio dangos sąlygos	Rekomenduojama priemonė	Medžiagų panaudojimo norma taikoma m ² , prie prognozuojamos kelio dangos temperatūros				
			Iki –1 °C	Iki –3 °C	Iki –6 °C	Iki –10 °C	Žemiau –10 °C
4. Lijundra	- Sausa kelio danga; - Kelio dangos temperatūra žemiau 0°C (danga ir konstrukcija išalusi); - Oro atšilimas sudarantis skystus kritulius (lietų, dulksną ir pan.) Skysti krituliai patekę ant išalusio paviršiaus sudaro skaidrų ledo sluoksnį.	I. Prevencija:					
		– druskos tirpalo išpurškimas	45 ml	60 ml	60 ml	–*	Nėra tikėtina
		– šlapios druskos barstymas	30 g	40 g	40 g	40 g	Nėra tikėtina
5. Suplūktas sniegas	- Sausa kelio danga; - Pradedą snigti; - Vėjas silpnas iki 5 m/s; - Oro temperatūra žemiau 0 °C; Iškritęs sniegas lieka ant kelio dangos ir transporto priemonių prispaudžiamas ir sutankinamas.	I. Prevencija:					
		– druskos tirpalo išpurškimas	15 ml	23ml	30 ml	–*	–*
		– šlapios druskos barstymas	10 g	15 g	20 g	20 g	20 g
		II. Sniego valymas ir slidumo šalinimas, esant intensyviai snygiui (daugiau kaip 1,0 cm/val.):					
		– sniego valymas ir šlapios druskos barstymas	10 g	10 g	15 g	15 g	15 g
		III. Sniego valymas ir slidumo šalinimas (nustojus snigti):					
		– šlapios druskos barstymas Barstomasis kiekis priklauso nuo po valymo likusio sniego ir prieš tai taikytų priemonių	20 g	25 g	30 g	40 g	40 g

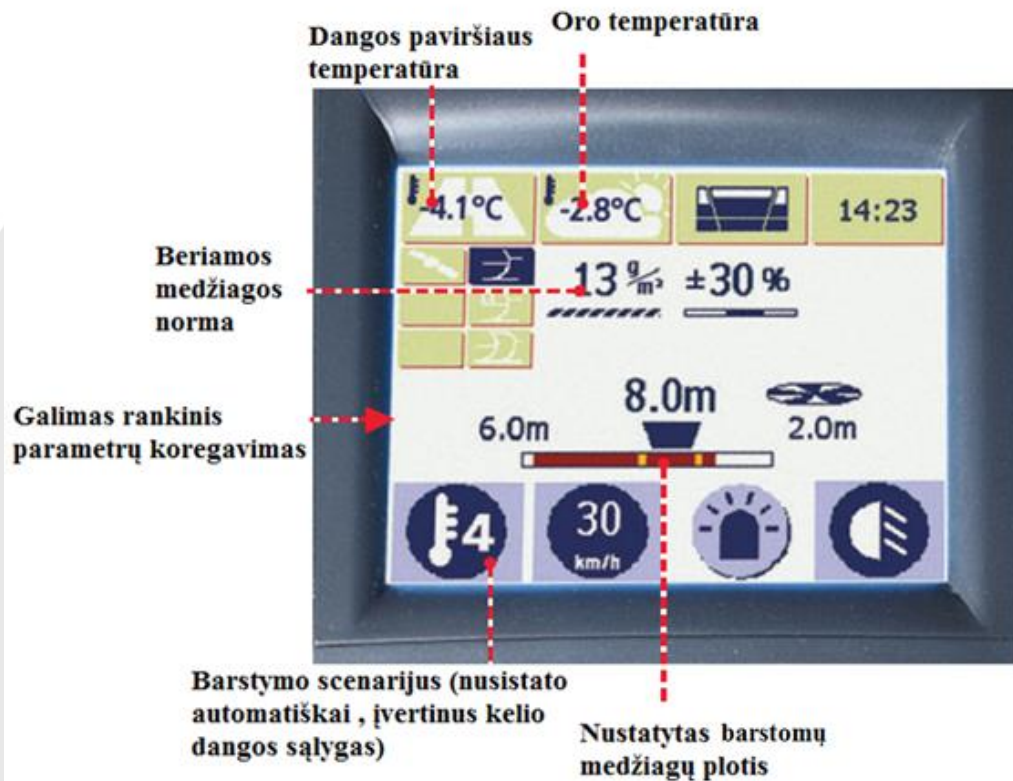
*Gryno druskos tirpalo išpurškimas tik iki –6 °C.

- ✓ ***Kelių priežiūros žiemą meistro vadovas.*** Kuris apimtų praktinius patarimus skirtus už automobilių kelių priežiūrą žiemą atsakingiems specialistams.
- ✓ **Mokymai kelių priežiūros žiemą vykdytojams,** įsisavinant vadovo rekomendacijas, bei pagilinant Eismo informacinės sistemos duomenų vidinio vartotojo įgūdžius.

7. NAUJAUSIOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ PRIEŽIŪROS ŽIEMĄ TECHNOLOGIJOS IR JŲ PRITAIKYMO GALIMYBĖS

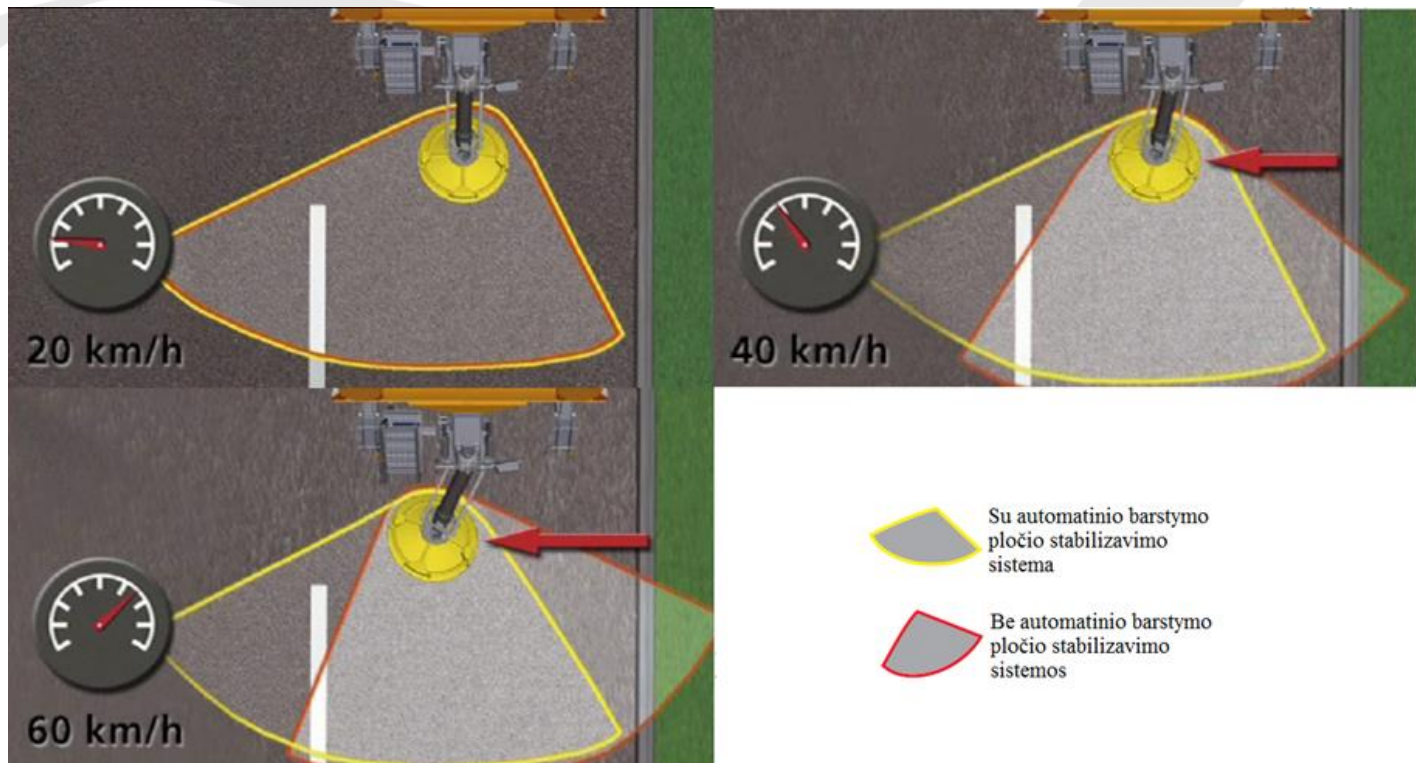


Automatizuota medžiagų dozavimo kontrolės sistema



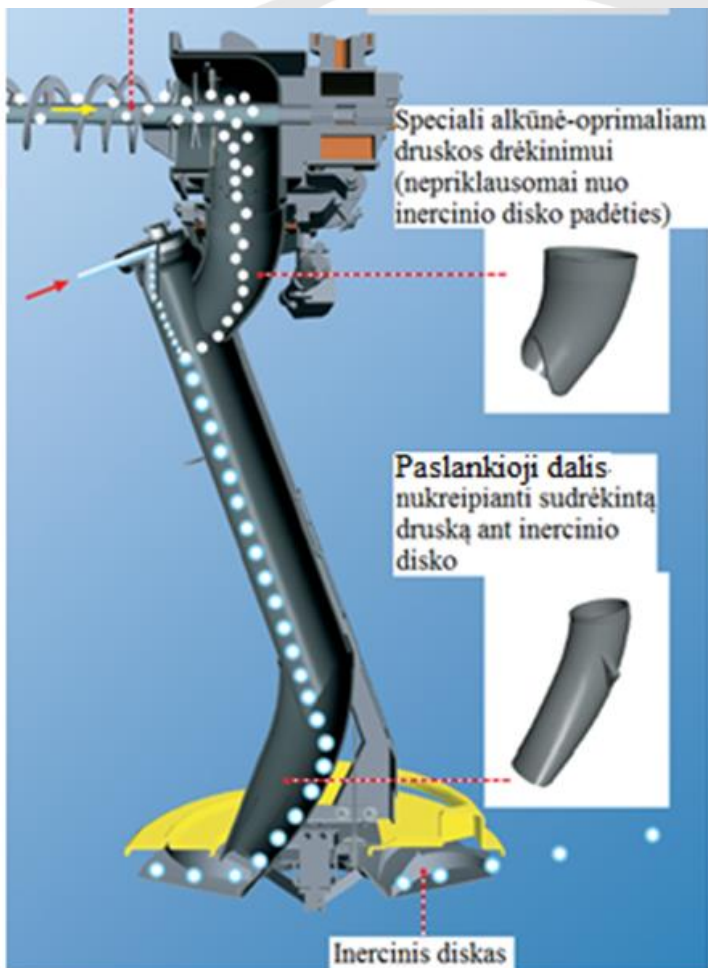
- ✓ Pagerėja darbo sąlygos, nes barstytovo vairuotojas gali visą dėmesį sutelkti vairavimui;
- ✓ Paprasta eksploatacija, aukštas suderamumas su kitomis sistemomis;
- ✓ Daugiau kaip 15 % medžiagų ekonomija, bei daug efektyvesnė kelių priežiūra.

Automatinė barstomų medžiagų pločio stabilizavimo sistema



- ✓ Įvertina barstytovo važiavimo greitį ir automatiškai sureguliuoja, bei stabilizuoja nustatytą medžiagų barstymo plotį;
- ✓ Paprasta eksploatacija, aukštas suderamumas su kitomis sistemomis;
- ✓ Sumažinama operatoriaus klaidų tikimybė, efektyvesnė ir operatyvesnė kelių priežiūra.

Optimali barstomų medžiagų drėkinimo sistema



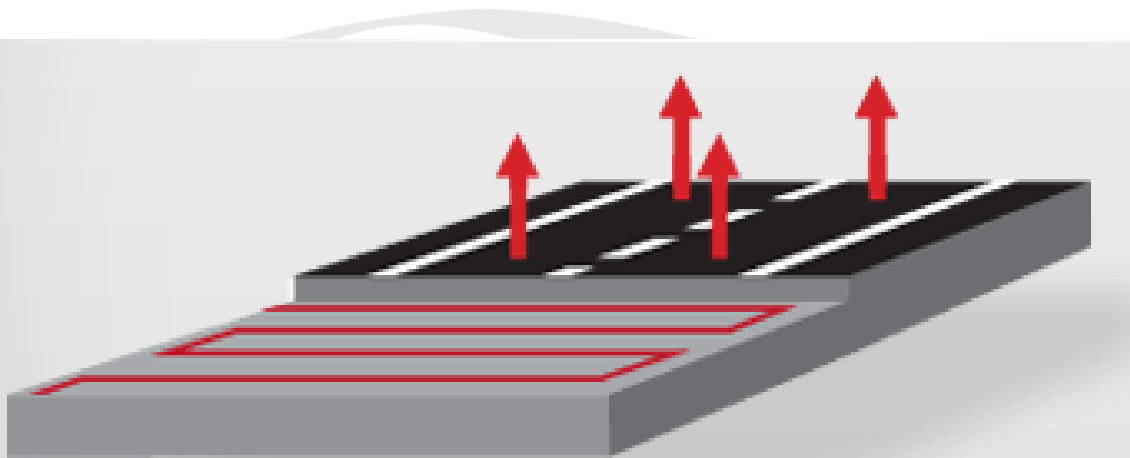
- ✓ Efektyvesnis barstomų medžiagų paskleidimas ant kelio dangos, naudojant šlapių druskų technologiją;
- ✓ Užtikrina tinkamą barstomų medžiagų drėkinimą (papildomai įvertinant medžiagų charakteristikas);
- ✓ Sumažinama operatoriaus klaidų tikimybė, efektyvesnė ir operatyvesnė kelių priežiūra;
- ✓ Paprasta eksploatacija, aukštas suderamumas su kitomis sistemomis;
- ✓ Sumažinama operatoriaus klaidų tikimybė, efektyvesnė ir operatyvesnė kelių priežiūra.

Šildomo smėlio su karštu vandeniu barstymo technologija



- ✓ Frikcinių medžiagų skirtų kelių priežiūrai žiemą galima sumažinti net iki 50 %;
- ✓ Lyginant su tradicinėmis technologijomis (sausu smėlio bastymu), efektyvumo laikas ilgesnis, koeficientas užtikrinamas net iki savaitės, jei dangos temperatūra neigiama ir nėra kritulių.

Šildomos dangos



Infraraudonųjų spindulių šildomos dangos technologija

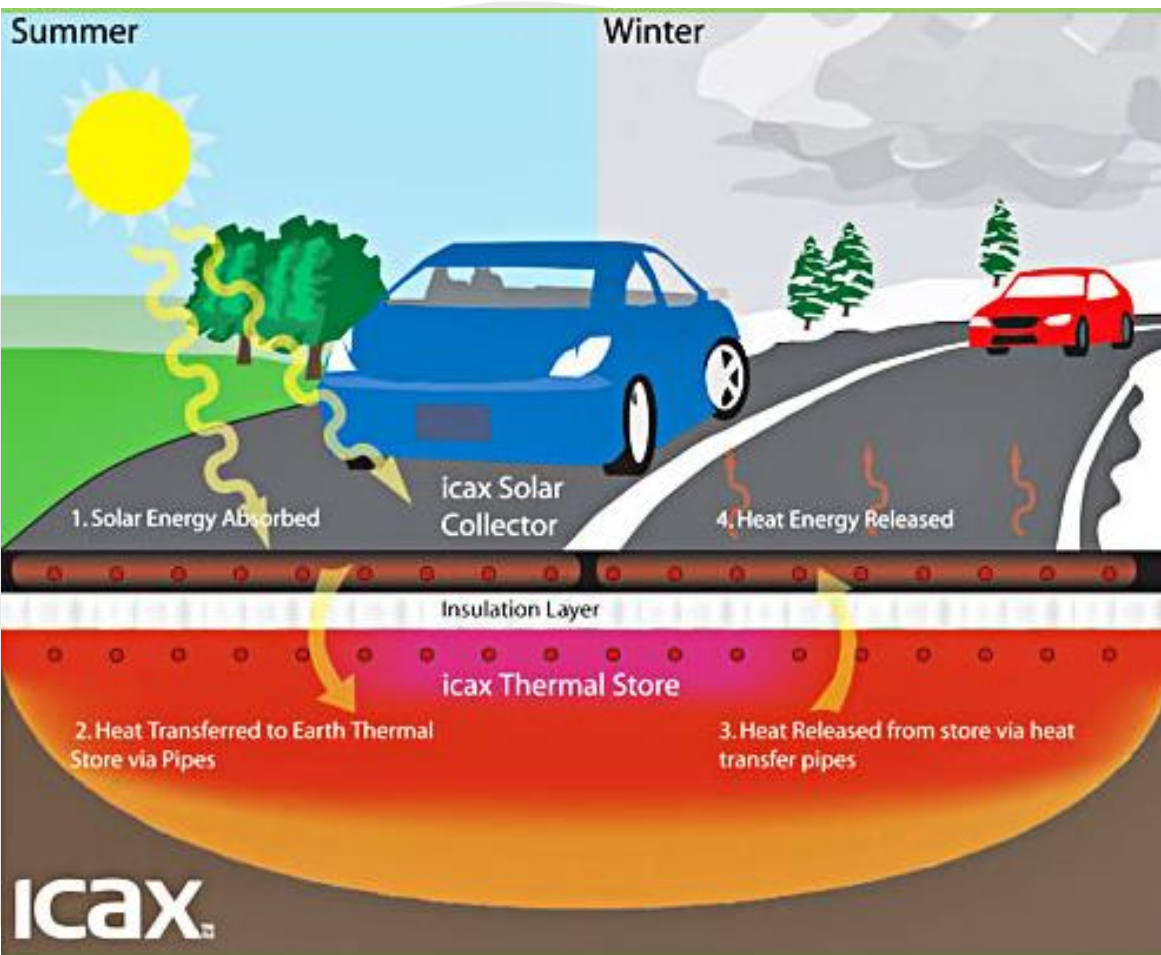
- ✓ Efektyvi net **iki -25 °C**
- ✓ Per valandą gali **ištirpdyti iki 20 cm sniego;**
- ✓ **Greitas reagavimas** esant nepalankioms oro sąlygoms;
- ✓ **Lengvai įdiegiamas;**
- ✓ Pilnai **automatizuota** sistema;
- ✓ Tinkamiausia didelio eismo intensyvumo kelio ruožuose, kuriuose dažnai pasireiškia nepalankios oro sąlygos (**tiltai, viadukai, rampos ir pan.**).

Prieš įdiegimą

Po įdiegimo



Šildomos dangos



- ✓ Ledui / sniegui pagrinde tirpinti **panaudojama vasarą sukaupta šilumos energija**



Olandijoje kuriama, slidžios kelio dangos perspėjimo sistema, panaudojant kelių ženklimą



Temperatūros pokyčiams atsparios dangos



Figure 5 – test specimen with PUR-interlayer (detail)



with bituminous interlayer PA 8



Figure 18 – Visual appearance of the PA interlayer test specimen after the test



Figure 19 – Visual appearance of the PUR interlayer test specimen after the test



Figure 14 – no material displacement between surface layer and PUR interlayer



Figure 15 – displacement between surface layer and PA interlayer



Figure 16 – structural disintegration within the asphalt construction after the test – PA interlayer

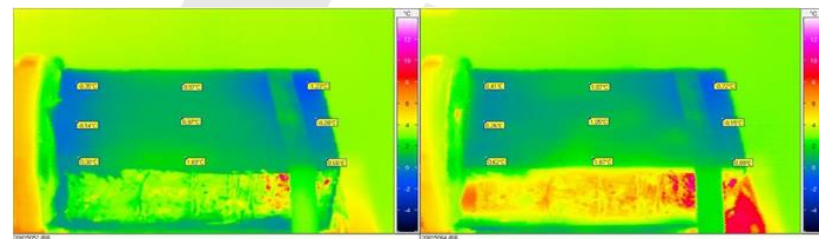


Figure 22 – Temperature curves PUR interlayer, left: start of test, right: after 3 minutes

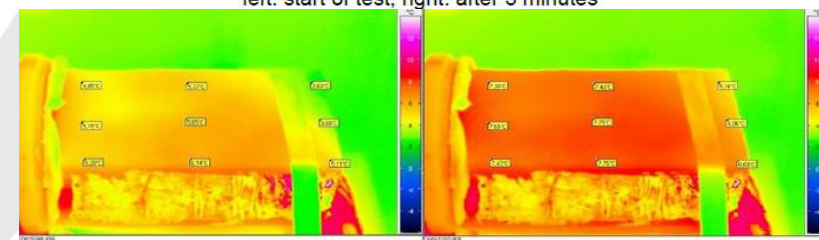
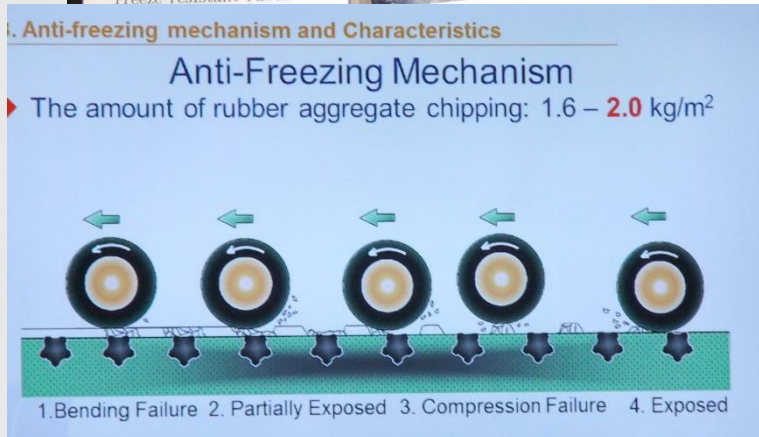


Figure 23 – Temperature curves PUR interlayer, left: after 9 minutes, right: after 15 minutes

Ledą ardančios dangos (*angl. „Ice-breaking Pavement“*)



Šaltinis: Japonija, M. Iwama, N. Inaba & S. Sasaki, Research Institute, NIPPO Corporation,
„Towards Sustainable Winter Road Maintenance: Development of Ice-breaking Pavement“

Šalčiui atsparios dangos



Šaltinis: Japonija, T. Sakamoto, K. Saito & S. Shimono, Watanabe Sato Co., Ltd., Miho-mura, Ibaraki, „Freezing prevention pavement using rubber powder“

Šalčiui atsparios dangos



Slidžios kelio dangos perspėjimo sistema „Volvo Car 2 Car Communication“



BENDROSIOS IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

- ✓ Rekomenduojama prieš pradedant naudoti įvairias aprašytas ir kitas alternatyvias medžiagas, detaliai išnagrinėti jų tiekimo, transportavimo (kadangi kai kurios iš jų labai jautrios aplinkos drėgnumui ir transportuojamos vakuuminiuose maišuose ir pan.), sandėliavimo, bei jų panaudojimo (techninius pajėgumus) reikalavimus ir kitus ypatumus. Be to įvertinant jų pakankamai didelę kainą, (susumuojant visas išlaidas susijusias su jų įsigijimo iki panaudojimo) atlikti naudos ir kaštų analizę, kadangi žvelgiant iš užsienio šalių praktikos, šių medžiagų panaudojimo mastai yra labai maži.
- ✓ Aprašytos šiuolaikiškos technologijos yra plačiai taikomos daugelyje išsivysčiusių užsienio šalių kelių priežiūroje jau daugiau nei dešimt metų. Jas gamina ir tiekia daug skirtingų gamintojų iš skirtingų šalių. Nors iš esmės techninės charakteristikos gali būti panašios, tačiau skirtingo gamintojo vienas ar kitas konstrukcinis skirtumas gali apsunkinti jau įdiegtų ir naudojamų technologijų panaudojimo potencialą. Todėl yra labai svarbu prieš diegiant šias priemones Lietuvoje detaliai išanalizuoti ir įvertinti kiekvieno gamintojo siūlomų technologijų technines specifikacijas ir jų pritaikomumą Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros sistemoje.



Ačiū už dėmesį

**VG TU Aplinkos inžinerijos fakultetas
Kelių tyrimo institutas**

El. paštas: tomas.ratkevicius@vgtu.lt