

PADANGŲ PROTEKTORIAUS GYLIO ĮTAKOS AUTOMOBILIO GREITĖJIMUI IR STABDYMUI ANALIZĖ

Edvinas Jankauskas, lekt. Jonas Skiauteris
Šiaulių valstybinė kolegija, Aušros al. 40, Šiauliai

Anotacija

Straipsnyje apžvelgiamos padangų konstrukcijos, jų tipai bei protektoriaus sandara. Analizuojami automobilio greitėjimo ir stabdymo procesai, vertinama jų įtaka automobilio greitėjimo laikui ir stabdymo kelio ilgiui bei eismo saugumui. Pateikiama automobilio greitėjimo ir stabdymo eksperimentinio tyrimo metodika, priemonės, eiga, sąlygos, tyrimo rezultatai, rezultatų analizė, vertinimas ir rekomendacijos.

Pagrindiniai žodžiai: padanga, protektoriaus gylis, greitėjimas, stabdymas, kelio danga.

Įvadas

Temos aktualumas: Automobilių padangos yra labai svarbi ir neatsiejama transporto priemonės dalis. Padangų protektoriaus tipas ir jo gylis turi įtakos sukibimui su kelio paviršiumi ir užtikrina automobilio saugumą, jo efektyvumą eksploatacijos metu. Padangų gamintojai ir pardavėjai nuolat atlieka tyrimus, diegia technologines naujoves, siekdami pagerinti padangų sukibimo savybes ir saugumą įvairiomis eismo sąlygomis. Pasitelkus naujausias technologijas, remiantis normomis yra nuolatos kuriamos inovacinės padangos, kurios optimizuoja padangos sudėtį ir siekia pailginti ilgaamžiškumą bei efektyvumą [4].

Šiame straipsnyje aptarti visi šie aspektai, siekiama tyrimo metu įrodyti protektoriaus svarbą automobilio valdymui.

Problema. Yra atlikta daug tyrimų, tiriant padangos konstrukcijos, tipo, protektoriaus rašto, sezoniškumo, padangos ir kelio dangos sąveikos įtaką automobilio greitėjimui ir stabdymui, tačiau pasigendama praktinių tyrimų, kurie atsakytų į klausimus: kokią įtaką automobilio greitėjimui ir stabdymui daro padangų protektorius? Kaip kinta automobilio sustojimo kelio ilgis priklausomai nuo protektoriaus rašto gylio (nudilimo)? Pasak autoserviso „Melga“ specialistų, yra labai svarbu sezoniškai keisti padangas ir nuolatos tikrinti protektoriaus gylį, nes nuo to priklauso automobilio eksploatacijos saugumas bei efektyvumas [8]. Ši problema vyrauja jau ne vienerius metus ir tai tampa aktualia tema Lietuvoje. Projekte aprašyti aspektai ir atliktas eksperimentinis tyrimas leidžia atsakyti į klausimą: kokią įtaką daro padangų protektorius gylis automobilio greitėjimui ir stabdymui?

Tyrimo objektas: padangų su skirtingu protektoriaus gyliu testavimas.

Tikslas: išanalizuoti ir įvertinti padangų protektoriaus gylio įtaką automobilių greitėjimui ir stabdymui.

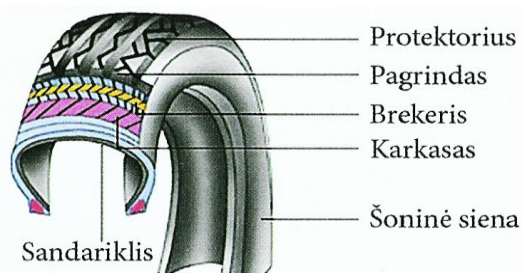
Uždaviniai:

1. Išnagrinėti padangų konstrukcijas ir protektoriaus sandarą;
2. Atlikti automobilio greitėjimo ir stabdymo procesų teorinę analizę;
3. Atlikti automobilio greitėjimo ir stabdymo eksperimentinius tyrimus;
4. Įvertinti tyrimų rezultatus.

Tyrimo metodai: informacijos šaltinių analizavimas, automobilio greitėjimo ir stabdymo procesų teorinė analizė, kiekybinis tyrimas, rezultatų lyginamoji analizė.

Automobilių padangų konstrukcijos ir tipai

Padangos yra vienintelis automobilio elementas, kuris liečiasi su keliu. Automobilio padangos turi užtikrinti reikiamą sukibimą su kelio danga, priimti visas jėgas, smūgius, deformacijas bei apkrovas važiuojant netolygiu keliu, stabdant bei įsibėgėjant, susilpninti jas ir perduoti tas jėgas kitiems pakabos elementams jau sumažintas [4]. Padangos konstrukcija pavaizduota 1 paveiksle.



1 pav. Padangos konstrukcija [2]

Nuo padangų tipo, rūšies, kokybės ir būklės priklauso automobilio važiavimo saugumas, patogumas ir ekonomiškumas. Padangos skirstomos:

- bekamerinės – su tuščia ertme orui;
- kamerinės – įmontuota kamera, į kurią yra pučiamas oras;
- masyvios – kordo siūlai yra liejami kartu su plastikiniais bei metaliniais komponentais.

Bekamerinės padangos dažniausiai naudojamos lengviesiems automobiliams, motociklams, krovininėms transporto priemonėms. Masyviosios padangos yra plačiausiai naudojamos žemės ūkio technikai.

Visiems metų laikams negalima pritaikyti vienos rūšies padangų. Pagal sezoniškumą padangos yra skirstomos į šias kategorijas:

- vasarinės;
- žieminės;
- universalios (tinkamos važiuoti tiek vasarą tiek žiemą) padangos.

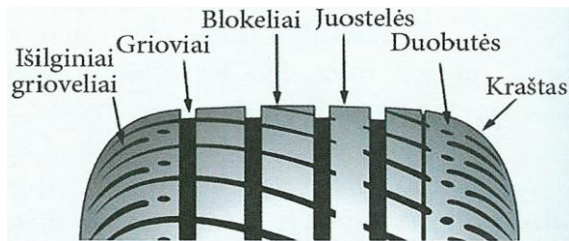
Vasarinės padangos turi blokelių su sąlyginai dideliu ir lygiu paviršiumi. Kuo padanga labiau sportinė, tuo jos šoninių blokelių plotas yra didesnis, o atstumai tarp jų mažesni – tai pagerina šoninį sukibimą. Vasarinis protektorius privalo gerai šalinti vandenį, todėl jis gali turėti platų ir gilų griovelį per visą padangos perimetrą. Be to, protektorius turi siauresnius kanalus, šalinančius vandenį į šonus. Vasarinės padangos yra pagamintos iš kietesnės gumos, kuri geriau atlaiko aukštesnę temperatūrą, sumažina padangų dėvėjimąsi ir užtikrina geresnį sukibimą sausuose ir šiltuose keliuose [2].

Žieminėms padangoms būdingas bruožas – plyšinės įpjovos. Tai nedidelės, banguotos, gilios ir gana dažnos įpjovos kiekviename protektoriaus blokelyje. Jos prisipildo sniego, todėl padanga tiesiog prilimpa prie snieguotos kelio dangos ir dėl to pagerėja sukibimas. Žieminėms padangoms dažnai yra būdingas V formos protektoriaus blokelių išdėstymas. Grioveliai tarp blokelių yra tolygūs ir gana platūs – tai padeda išstumti tirpstantį sniegą, purvą. Žieminės padangos pasižymi ypatinga gumos sudėtimi, kuri išlieka elastinga ir nesukietėja net esant žemai temperatūrai (žemiau +7 °C). Jos turi gilesnius protektorius, kurie užtikrina geresnį sukibimą su sniegu, ledu ar drėgnu keliu. [2,10]

Universalios padangos turi ir vasarinių, ir žieminų padangų bruožų. Priklausomai nuo gamintojo, jos gali turėti lygius arba beveik lygius šoninius blokelių, kurie užtikrina sukibimą su sausa kelio danga. Sąlyginai platūs grioveliai privalo šalinti tiek vandenį, tiek tirpstantį sniegą bei purvą. Vidiniuose blokeliuose yra daug plyšinių įpjovų, kurios užtikrina sukibimą su snieguota kelio danga. [2]

Padangų protektorius

Padangų protektorių (2 pav.) sudaro guma, kuriai vulkanizuojant suteikiamos reikalingos savybės. Vulkanizacijos metu guma tampa elastingesnė, atsparesnė dilimui, temperatūros pokyčiams ir mechaniniams pažeidimams. Protektoriaus raštas taip pat suformuojamas šio proceso metu – jo dizainas turi įtakos sukibimui su kelio danga, vandens nutekėjimui bei triukšmo lygiui. Skirtingiems sezonams ir sąlygoms naudojamos skirtingos gumos mišinių sudėtys, siekiant užtikrinti optimalų padangos veikimą tiek karštu, tiek šaltu oru [2].



2 pav. Padangos protektorius [2]

Padangos protektorių sudaro:

- išilginiai grioveliai – jie leidžia lankstyti protektoriaus blokams bei padanga kabinasi į minkštą dangą;
- grioviai – išstumia vandenį, esantį tarp padangos bei kelio paviršiaus;
- blokeliai – sudaro didžiąją padangos paviršiaus dalį, sukimba su kelio paviršiumi;
- juostelės – užtikrina padangos nuolatinį sukibimą su kelio paviršiumi;
- duobutės – šaldo padangą;
- kraštai – užtikrina geresnį automobilio stabilumą posūkiuose.

Naujų padangų protektoriaus gylis siekia apie 8–9 mm. Su tokiu protektoriumi padangos užtikrina geriausią sukibimą su įvairiomis kelio dangomis ir puikias vandens sklaidymo savybes. Kuo likutis mažesnis, tuo šios savybės darosi prastesnės. Nors stipriai susidėvėjęs protektorius gali būti pastebimas ir plika akimi, sužinoti, ar jis atitinka anksčiau minėtus reikalavimus, galima pamatavus.

Patogiausias būdas pamatuoti protektoriaus likutį yra pasitelkus tam skirtą įrankį. Matavimo prietaisas įstatomas į griovelį ir pamatuojamas atstumas tarp apatinės ir viršutinės protektoriaus dalies. Protektoriaus gylį būtina pamatuoti keliose vietose, nes dėl blogo ratų suvedimo arba netvarkingos važiuoklės tam tikros zonos dėvisi greičiau. Kuo protektorius gylis yra mažesnis, tuo padangų sukibimas su važiuojamąja kelio danga, judant automobiliui įvairiais greičiais bei skirtinga kelio danga ir sąlygomis, bus mažesnis [2, 8].

Automobilio greitėjimo ir stabdymo teorinė analizė

Automobilio greitėjimo ir stabdymo procesas. Automobilio greitėjimo ir stabdymo dinamika nusako galimybes padidinti arba sumažinti automobilio judėjimo greitį. Greitėjimo ir stabdymo metu svarbiausias aspektas yra automobilio greitėjimo / lėtėjimo pagreitis, kurio reikšmės priklauso nuo kelio važiuojamosios dalies dangos, oro sąlygų ir padangų tipo, savybių ir būklės.

Automobilio greitėjimo (įsibėgėjimo) dinamiką labiausiai lemia automobilio masė ir traukos agregato elementų sukimosi inertiškumas kintant judėjimo režimui. Automobilio įsibėgėjimo pagreitis yra didžiausias esant žemoms pavaroms, nes tiesiogiai priklauso nuo dinaminio faktoriaus. Didėjant automobilio greičiui, pagreitis pradeda mažėti. Važiuojant aukščiausią pavarą, pagreitis tampa neigiamas. Taip yra dėl to, kad didėjant greičiui automobilį pradeda veikti išaugusios riedėjimo varžos.

Greitėjimas taip pat priklauso nuo variklio galios, paskirstymo ir pavarų dėžės veikimo efektyvumo – kuo tolygiau jėga perduodama ratams, tuo sklandesnis ir greitesnis įsibėgėjimas. Svarbus vaidmuo tenka ir elektroninėms pagalbinėms sistemoms, tokioms kaip traukos kontrolė ar sukibimo reguliatoriai, kurie padeda išlaikyti optimalų ratų sukibimą su kelio danga, ypač esant sudėtingoms oro ar kelio sąlygoms.

Efektyvus automobilio stabdymas daugeliu atveju lemia eismo saugumą. Stabdymo efektyvumas apibūdinamas stabdymo keliu, automobilio pusiausvyra (tiesiaegis judėjimas) ir vairavimo savybių išlaikymu. Ekstremaliai stabdant transporto priemonę turi būti užtikrinamas kuo trumpesnis stabdymo kelias arba didžiausias stabdymo lėtėjimas. Stabdymo metu automobilis turi neprarasti savo dinaminį savybių ir būti stabilus [3, 4, 5, 6].

Padangos ir kelio sukibimas. Padangos sukibimas su kelio paviršiumi yra vienas pagrindinių jos efektyvumo rodiklių, įtakančių eismo saugumą. Tobulinant padangų konstrukcijas, medžiagas, leidžiančias pagerinti pagrindinius padangos sukibimo su kelio paviršiumi rodiklius (sukibimo ir

slydimo trinties koeficientus), sukurti nauji protektoriaus raštai, specialieji protektoriaus gumos mišiniai, kurie žymiai pagerina padangos sukibimą su šlapiu bei slidžiu kelio paviršiumi, padangos elastingumą esant žemoms aplinkos temperatūroms ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ir žemiau) [1, 3, 4].

Didelę įtaką sąveikos kelio optimalumui ir stabilumui turi kelio danga. Kelio dangos paviršius skirtingose vietose gali turėti skirtingus profilio aukščius. Tai vyksta esant įvairioms dangoms ir klimato sąlygoms (sausas asfaltas, gruntas, smėlis, šlapia danga, vanduo, sniegas, plikledis, ledas). Taip pat kelio danga būna skirtingo nusidėvėjimo (duobės, įtrūkimai ir pan.). Vienu pagrindinių padangos sukibimo su kelio paviršiumi rodiklių laikomas protektoriaus praslydimas. Nuo išilginio praslydimo priklauso sukibimo koeficiento reikšmės, todėl skirtingose kelio dangos paviršiaus vietose gali būti skirtingi kelio dangos ir transporto priemonės padangų sukibimo koeficientai. Sukibimo koeficientas yra pagrindinis parametras prognozuojant automobilio elgseną stabdymo ir kitų kritinių situacijų metu. Sukibimo koeficiento reikšmę svarbu priimti ne vidutinę, bet labiau atsižvelgti į kelio dangą ir sąlygas [1, 3,4,5].

Eksperimentinis tyrimas

Tyrimo metodika. Tyrimo metu siekiama įvertinti, kaip padangų nusidėvėjimas ir dangos tipas įtakoja automobilio dinamines savybes. Norint tiksliai išmatuoti automobilio stabdymo bei įsibėgėjimo laikus, dažnai susiduriama su įvairiomis praktinėmis problemomis. Viena pagrindinių – tikslaus matavimo vienetų nustatymas realiomis sąlygomis.

Stabdymo atstumas teoriškai matuojamas nuo to momento, kai vairuotojas paliečia stabdžių pedalą, iki visiško automobilio sustojimo. Tačiau praktikoje, ypač lauko sąlygomis, galima tiksliai išmatuoti tik atstumą nuo tam tikros atžymos, nuo kurios pradėtas stabdymas, iki visiško sustojimo. Tai reiškia, kad žmogiškasis veiksnys – reakcijos laikas – taip pat turi įtakos rezultatui.

Panaši situacija ir su įsibėgėjimo matavimu. Įsibėgėjimo laikui įtakos turi daugybė veiksnių, tokių kaip variklio galia, automobilio svoris, pavarų dėžės tipas, perdavimo santykis, varančiųjų ratų konfigūracija, padangų sukibimas bei jų nusidėvėjimas. Net oro temperatūra ir kelio danga gali ženkliai pakeisti rezultatus.

Eksperimentiniai lengvojo automobilio greitėjimo ir stabdymo tyrimai atlikti vadovaujantis kelių eismo taisyklėmis, siekiant atspindėti realias vairavimo sąlygas. Bandymų metu automobilis įsibėgėjamas ir stabdomas važiuojant keliu su skirtinga danga: sausos ir šlapios asfalto bei žvyruoto kelio dangos.

Tyrimo eiga ir sąlygos:

- Apkrova: visų bandymų metu automobilyje važiuo du asmenys (vairuotojas ir keleivis), kurių bendras svoris – apie 160 kg.
- Judėjimo greitis: kiekvieno bandymo metu automobilis įsibėgėdavo iki 50 km/h. Pasiekus šį greitį, staigiai stabdoma, stipriai nuspaudus stabdžių pedalą, kol automobilis visiškai sustoja
- Bandymų kartojimas: kiekvienas padangų komplektas bandomas po 6 kartus: 3 įsibėgėjimai ir 3 stabdymai.
- Fiksuoti parametrai:
 - automobilio greitėjimo (nuo 0 iki 50 km/h.) laikas, s.
 - automobilio stabdymo (nuo 50 iki 0 km/h.) kelias ir stabdymo laikas.

Bandymai atlikti ant sausos ir šlapios asfalto ir žvyrkelio dangos su įjungta antiblokavimo stabdžių sistema (ABS). Bandymai ant sausos asfalto dangos vyko 7:00 val. ryto, siekiant išvengti eismo trikdžių ir užtikrinti aplinkinių saugumą. Oro temperatūra tuo metu buvo $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Iki testavimo vietos reikėjo įveikti apie 7 km, o lauko temperatūra išliko stabili visų bandymų metu.

Tokie bandymai yra svarbūs tiek siekiant įvertinti padangų protektoriaus gylio įtaką automobilio greitėjimui ir stabdymo kelio ilgiui, tiek norint realiai įvertinti automobilio dinamiką esant skirtingam padangų protektoriaus gyliui ir skirtingoms kelio sąlygoms. Be to, tai leidžia geriau suprasti, kaip skirtingi techniniai aspektai veikia transporto priemonės elgseną kelyje.

Tyrimo priemonės. Tyrimams panaudoti trys padangų komplektai. Visų padangų matmenys vienodi (225/45/R17), tačiau skirtingų gamintojų ir skirtingo protektoriaus gylio:

- Kelly (Goodyear Tire and Rubber Co.) – protektoriaus gylis 7 mm. (3 pav.)
- GITI (Vokietija) – protektoriaus gylis 5 mm. (4 pav.)
- Roadhog (Kinija) – protektoriaus gylis 4 mm. (5 pav.)



3 pav. Padangos Kelly



4 pav. Padangos GITI



5 pav. Padangos Roadhog

Nors visi padangų komplektai buvo vienodo dydžio ir panašaus rašto, reikia paminėti, kad tyrimas nėra visiškai tikslus dėl skirtingų padangų gamintojų, todėl rezultatai gali turėti tam tikrą paklaidą.

Padangų protektoriaus gyliui matuoti panaudotas padangų protektoriaus gylio matuoklis (6 pav.), kurio skalė nuo 0 iki 30 mm. Padalos vertė – 1 mm.

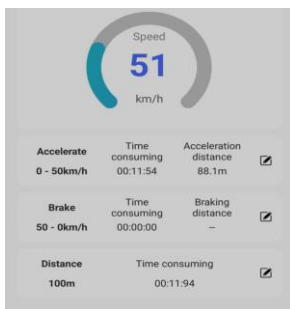


6 pav. Padangų protektoriaus gylio matuoklis [9].

Tyrimų rezultatams fiksuoti panaudotas OBDII skeneris (7 pav.), turintis galimybę tiksliai fiksuoti automobilio greitėjimo laiką ir stabdymo kelią. OBI įrenginys leidžia realiuoju laiku sekti variklio parametrus, transporto priemonės greitį, stabdymo momentą ir kitus svarbius duomenis. Tai padidina matavimų tikslumą ir leidžia išvengti subjektyvių klaidų.



7 pav. OBDII skeneris ir duomenys



8 pav. Automobilis Opel Astra H

Padangų testavimui naudotas automobilis Opel Astra H (8 pav.), 2006 metų gamybos, kurio techniniai duomenys: 1.9L dyzelinis variklis (88 kW), priekiniai varomieji ratai, 6 bėgių mechaninė pavarų dėžė.

Bandymams pasirinktas lygus ir horizontalus kelio ruožas – sausas bei naujai tiestas asfaltas ir vidutinio lygumo žvyrkelis. Vietovės, kuriose vyko bandymai, užfiksuotos „Google Maps“ žemėlapiuose (9, 11 pav.)

Automobilio greitėjimo ir stabdymo bandymams pasirinktas neseniai nutiestas kelio ruožas Kelmės rajono savivaldybėje, netoli Kiaunorių kaimo (9 pav.), prie kelio Nr. 2105 Tytuvėnai – Pakapė – Šiauliai. Tiksliai kelio atkarpa žymima numeriu 2122. Kelio dangą – asfaltą (10 pav.).

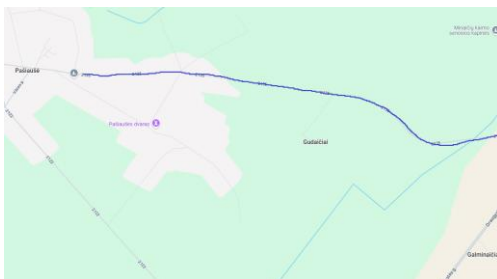


9 pav. Asfalto kelio geografinė vieta



10 pav. Sausa ir šlapia asfalto danga

Automobilio greitėjimo ir stabdymo bandymams atlikti pasirinktas lygus ir horizontalus kelio ruožas esantis Pašiaušėje. Kaimas Kelmės rajono savivaldybėje, 5 km į šiaurės vakarus nuo Kiaunorių. Kelio numeris 2135. (11 pav.). Kelio dangą – žvyrą (12 pav.).



11 pav. Žvyrkelio geografinė vieta



12 pav. Sausa ir šlapia žvyrkelio danga

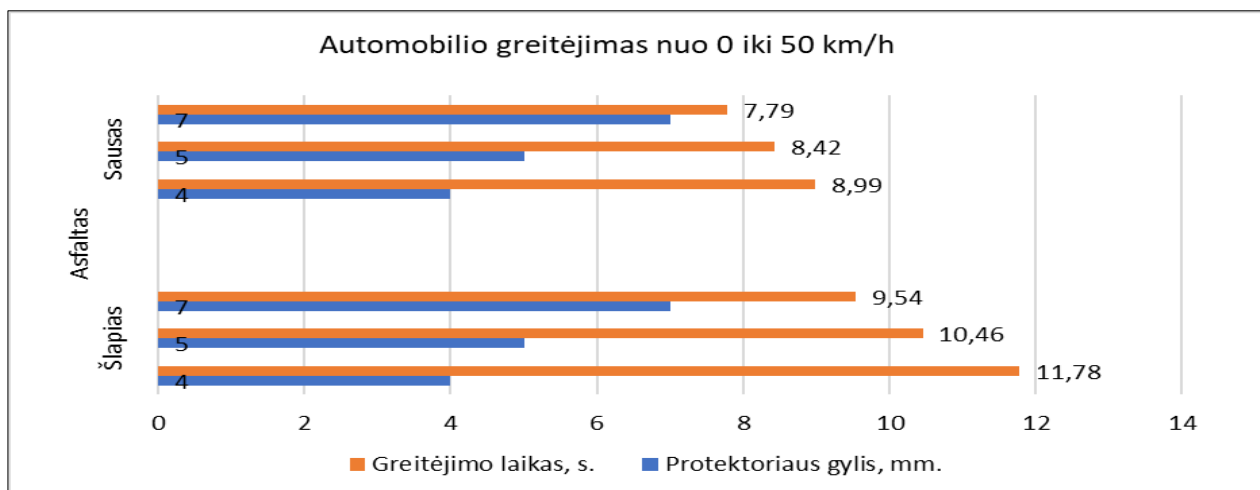
Tyrimo rezultatai

Tyrimo metu atlikti automobilio greitėjimo ir stabdymo bandymai ant sausos ir šlapios asfalto ir žvyrkelio dangų, naudojant tris padangų komplektus, kurių protektoriaus gylis atitinkamai 7 mm.; 5 mm. ir 3 mm.

Automobilio greitėjimo bandymai.

1. Automobilio greitėjimo bandymai atlikti ant sausos ir šlapios asfalto dangos, automobiliui greitėjant nuo 0 iki 50 km/h. Kiekvienas bandymas kartotas tris kartus. Bandymų rezultatai užfiksuoti OBDII skeneriu.

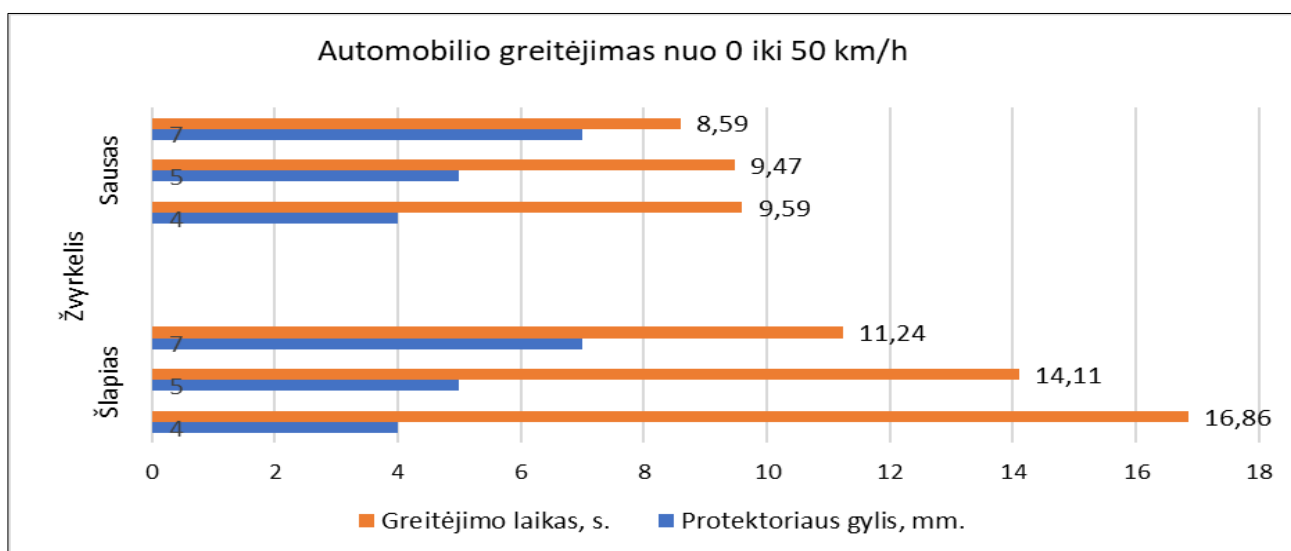
Grafinis automobilio greitėjimo laiko palyginimas (ant sausos ir šlapios asfalto dangos), esant skirtingam padangų protektoriaus gyliui pavaizduotas 13 paveiksle.



13 pav. Automobilio greitėjimo ant asfalto diagramos

2. Automobilio greitėjimo bandymai atlikti ant sausos ir šlapios žvyruoto kelio dangos, automobiliui greitėjant nuo 0 iki 50 km/h. Kiekvienas bandymas pakartotas po tris kartus. Rezultatai užfiksuoti OBDII skeneriu.

Grafinis automobilio greitėjimo laiko palyginimas (ant sausos ir šlapios žvyruotos dangos), esant skirtingam padangų protektoriaus gyliui pavaizduotas 14 paveiksle.

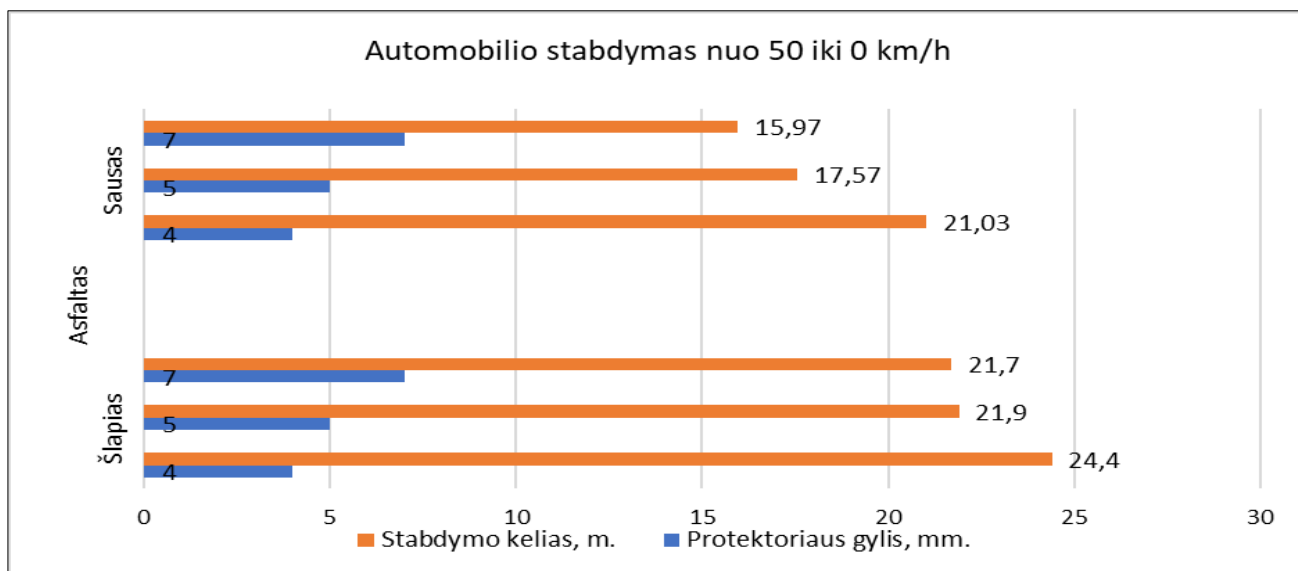


14 pav. Automobilio greitėjimo ant žvyrkelio diagramos

Automobilio stabdymo bandymai.

1. Automobilio stabdymo bandymai atlikti ant sausos ir šlapios asfalto dangos. Pradinis automobilio greitis 50 km/h. Kiekvienas bandymas kartotas po tris kartus. Bandymų rezultatai užfiksuoti OBDII skeneriu.

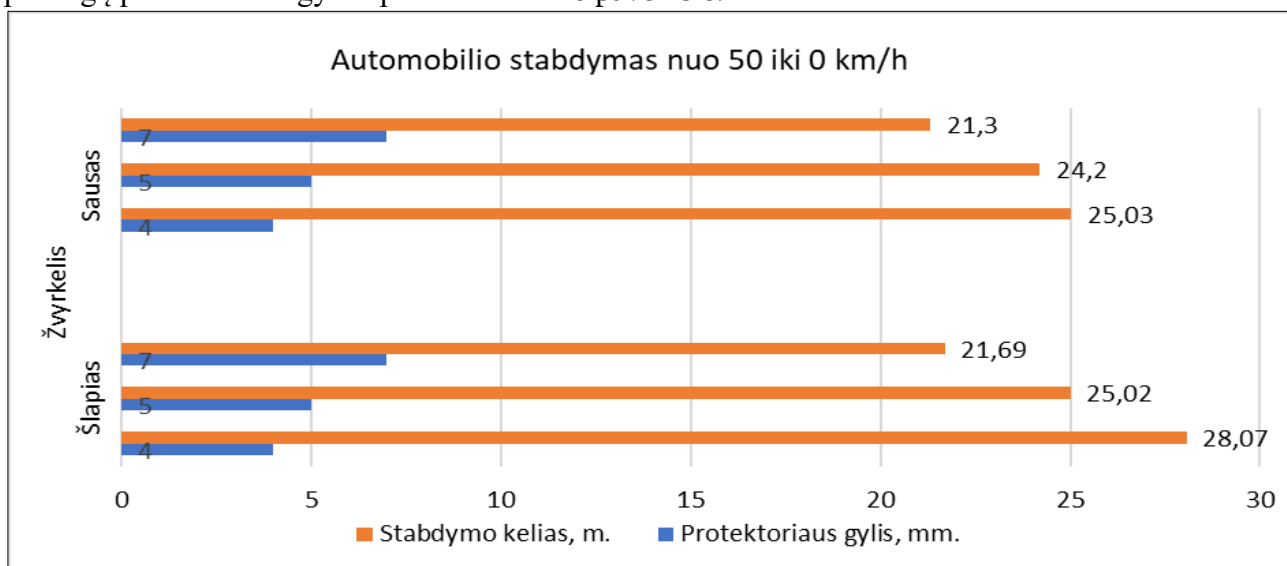
Grafinis automobilio stabdymo ant asfalto dangos kelio ilgių palyginimas, esant skirtingam padangų protektoriaus gyliui pavaizduotas 15 paveiksle.



15 pav. Automobilio stabdymo ant asfalto diagramos

2. Automobilio stabdymo bandymai atlikti ant sausos ir šlapios žvyruotos dangos. Pradinis automobilio greitis 50 km/h. Bandymai kartoti po tris kartus. Rezultatai fiksuoti OBDII skeneriu.

Grafinis automobilio stabdymo ant žvyruotos dangos kelio ilgio palyginimas, esant skirtingam padangų protektoriaus gyliui pavaizduotas 16 paveiksle.



16 pav. Automobilio stabdymo ant žvyrkelio diagramos

Tyrimo rezultatų analizė

Automobilio greitėjimo analizė. Bandymų metu automobilis greitėja nuo 0 iki 50 km/h.

Kelio danga – sausas asfaltas. Padangų protektoriaus gylis 7, 5 ir 4 mm. Mažėjant padangų protektoriaus gyliui, automobilio greitėjimo laikas atitinkamai ilgėja: 7,79 s., 8,42 ir 8,99 s. Automobilio greitėjimo laikas pailgėja 1,2 s. Tai rodo, kad padangų protektoriaus gylis turi įtakos sukibimui su kelio danga ir yra svarbus greitam automobilio pajudėjimui.

Kelio danga – šlapias asfaltas. Sukibimo praradimas ant šlapio asfalto dangos yra žymus – padangos su 4 mm protektoriaus gyliu praranda trauką, prailgindamos automobilio greitėjimo laiką nuo 9,54 s. iki 11,78 s. (protektoriaus gyliui sumažėjus nuo 7 iki 4 mm.). Automobilio greitėjimo laikas pailgėja 2,24 s.

Kelio danga – sausas žvyrkelis. Rezultatai kinta nežymiai – nuo 8,59 iki 9,39 s., bet mažiau nudilusios padangos efektyvesnės. Automobilio greitėjimo laikas pailgėja 0,8 s. Žvyrkelio nelygumai sukelia pakabos svyravimus ir sumažina automobilio stovumą.

Kelio danga – šlapias žvyrkelis. Ženklus laiko skirtumas bandant su 4 mm protektoriaus gylio padangomis (nuo 11,24 s. iki 16,86 s.). Automobilio greitėjimas net 5,6 s. lėtesnis nei su 7 mm protektoriaus gylio padangomis. Padangos, mažėjant protektoriaus gyliui, nesugeba efektyviai perduoti traukos.

Automobilio stabdymo analizė. Bandymų metu automobilis stabdomas nuo 50 iki 0 km/h.

Kelio danga – sausas asfaltas. Stabdymo kelias ant sausos asfalto dangos ilgėja mažėjant protektoriaus gyliui. Lyginant bandymų rezultatus padangų su 7 mm. protektoriaus gyliu, stabdymo kelias yra 15,97 m., su 5 mm. – 17,57 m., o su 4 mm. protektoriaus gyliu – 21,03 m. Stebima, kad automobilio stabdymo kelias pailgėja 5,06 metro.

Kelio danga – šlapias asfaltas. Stabdant automobilį ant šlapios asfalto dangos mažėjantis padangų protektoriaus gylis pablogina sukibimą. Stabdymo kelias pailgėja nuo 21,7 m. iki 24,4 m. Taigi, stabdymo kelias pailgėja beveik 3 metrais.

Kelio danga – sausas žvyrkelis. Sausame žvyrkelyje padangos, kurių protektoriaus gylis 7 mm, stabdo efektyviau. Protektoriaus nusidėvėjimas iki 4 mm mažina sukibimą su kelio danga ir pailgina automobilio stabdymo kelią iki 4,73 metro.

Kelio danga – šlapias žvyrkelis. Šlapiame žvyrkelyje protektoriaus sukibimo su kelio danga sąlygos ženkliai pablogėja. Padangų protektoriaus gyliui mažėjant nuo 7 iki 4 mm, stabdymo kelias atitinkamai ilgėja: 21,67 m, 25,02 m ir 28,07 m). Automobilio stabdymo kelias pailgėja net 6,4 metro.

Tyrimo rezultatų analizė rodo, kad sumažėjus padangų protektoriaus gyliui nuo 7 mm iki 4 mm atitinkamai pailgėja automobilio greitėjimo laikas ir stabdymo kelias, o tai turi neigiamos įtakos automobilio stovumui, valdomumui ir eismo saugumui.

Išvados

1. Atlikus padangų konstrukcijos analizę, galima pažymėti, kad jos sudarytos iš karkaso, šoninių sienelių, protektoriaus bei vidinių sluoksnių, kurie kartu lemia elastingumą ir sukibimo savybes. Protektoriaus rašto tipas (asimetrinis, kryptinis, universalus) ir mišinio sudėtis taip pat daro didelę įtaką automobilio stabilumui kelyje.
2. Automobilio greitėjimo procesas priklauso nuo jėgos, veikiančios per padangas – kuo geresnis sukibimas su kelio danga, tuo efektyvesnis jėgos perdavimas. Mažėjant protektoriaus gyliui, ilgėja automobilio greitėjimo laikas.
3. Stabdymo metu svarbiausia trinties tarp padangos ir kelio reikšmė – kuo didesnė trintis, tuo greičiau automobilis sustoja. Kuo mažesnis protektoriaus gylis, tuo ilgesnis stabdymo kelias – ypač ant šlapios dangos.
4. Eksperimentiniai tyrimai aiškiai patvirtino teorinius dėsningumus – mažėjant protektoriaus gyliui tiek greitėjimo, tiek stabdymo rezultatai blogėja, ypač nepalankiomis sąlygomis (lietus, žvyro danga).
5. Įvertinus tyrimo rezultatus, galima daryti išvadą, kad padangų protektoriaus gylis yra esminis veiksnys automobilio dinaminėms savybėms ir eismo saugumui užtikrinti.
6. Rekomenduojama padangas keisti nelaukiant minimalaus leistino 1,6 mm gylio – geriausia pasiekus 3–4 mm ribą.

Informacijos šaltiniai

1. Astrauskas D. Automobilio padangų įtaka stabdymo efektyvumui. *Inžinerinės ir edukacinės technologijos = Engineering and educational technologies*. Kaunas: Kauno technikos kolegija. 2015, Nr. 2, 232-237 psl.
2. Basakirskas A., Bružas A. ir kt. Automobilių transmisija. Automobilio važiuoklė, vairas ir stabžiai. Automobilio techninė priežiūra – Kaunas: UAB „Judex“, 2008. – 348 p.

3. Kudarauskas, N. Atsitiktinių dydžių, sąlygojančių automobilio stabdymo parametrus, įvertinimas ir analizė. Magistro darbas. VGTU. 2005.
4. Levulytė, L. Automobilio padangos ir kelio dangos sąveikos įtaka automobilio lėtėjimo parametrams. *Konferencijos „Transporto inžinerija ir vadyba“ straipsnių rinkinys*, 2014. 118-124 p.
5. Markauskas, D. Automobilio stabdymo kelio ilgio tyrimas. Magistro darbas. KTU. 2018.
6. Umaras, Vyt., Umaras, Val., Umaras, T. Saugaus automobilių eksploatavimo uždavinynas: mokomoji knyga. Vilnius: Litera. 2019.
7. Velykis L., Skiauteris J. Pagrindinių veiksnių įtaka automobilio stabdymui. Taikomieji moksliniai tyrimai. 2022, 1(2), 7–14, <<https://doi.org/10.56131/tmt.2022.1.2>>
8. Padangų protektoriaus gylis. Prieiga per internetą 2025-04-22: <https://melga.lt/blog/aktualijos/padangu-protektoriaus-gylis>
9. Padangų protektoriaus gylio matuoklis. Prieiga per internetą 2025-05-12: <https://www.irankiugama.lt/padangu-gylio-ratu-plocio-varztu-atstumo-matuokliai>