

LENGVŲJŲ AUTOMOBILIŲ TECHNINĖS PRIEŽIŪROS STOTIES PRIE KELIO ŠIAULIAI–JONIŠKIS PROJEKTAVIMO TECHNOLOGINIAI, KONSTRUKCINIAI IR EKONOMINIAI SPRENDINIAI

Saidas Končius

Šiaulių valstybinė kolegija / Higher Education Institution

Darius Astrauskas

Šiaulių valstybinė kolegija / Higher Education Institution

<https://orcid.org/0009-0006-9395-164X>

Anotacija

Straipsnyje pagrindžiamas lengvųjų automobilių techninės priežiūros stoties projektavimas kelyje Šiauliai–Joniškis. Atlikta rinkos, transporto srautų ir teisinio reglamentavimo analizė, suprojektuotas technologinis procesas, apskaičiuotas postų ir personalo poreikis, parinkta įranga, suprojektuotas alyvos filtro atsukimo įtaisas ir įvertintas ekonominis pagrįstumas. Nustatyta, kad penkių postų, 467,25 m² stotis, aptarnaujanti apie 3000 automobilių per metus, yra technologiškai ir ekonomiškai pagrįsta.

Pagrindiniai žodžiai: ekonominis pagrindimas; darbo postai; lengvieji automobiliai; techninės priežiūros stotis; technologinis projektavimas.

Įvadas

Automobilių techninės priežiūros paslaugų sektorius Lietuvoje išlieka viena sparčiausiai augančių transporto infrastruktūros sričių. 2026 m. pradžioje šalyje registruota apie 1,77 mln. lengvųjų automobilių, t. y. 64,7 tūkst. daugiau nei 2025 m. pradžioje [1], o Šiaulių apskrityje per 2020–2025 m. individualių lengvųjų automobilių skaičius padidėjo 13,75 proc. [2]. Augantis automobilių parkas ir gamintojų nustatyti techninės priežiūros intervalai kuria nuolatinę paslaugų paklausą, tačiau ji teritoriškai pasiskirsto netolygiai – koncentruojasi didžiuosiuose miestuose, o regioniniuose keliuose pasiūla dažnai ribota.

Šiuolaikinė transporto priemonė yra kompleksinė techninė sistema, kurios posistemės yra glaudžiai integruotos [3, 8]. Techninė priežiūra Lietuvoje reglamentuojama LR aplinkos ministro 2023 m. balandžio 13 d. įsakymu Nr. 3-183/D1-110 patvirtintu Aprašu [5], nuo 2024-05-01 nustatančiu griežtesnius paslaugų teikėjų, įrangos ir aplinkosaugos reikalavimus. Projektuojama stotis turi būti suplanuota kaip integrali techninė, ekonominė ir aplinkosauginė sistema.

Kelio Šiauliai–Joniškis ruože, jungiančiame Šiaulius su tarptautiniais transporto koridoriais, šiuo metu veikia nedaug techninės priežiūros paslaugas teikiančių įmonių, dalis jų veiklos nevykdo. Tuo pat metu vidutinis metinis paros eismo intensyvumas šiame kelyje 2025 m. siekė 5017 automobilių per parą [6]. Šis disbalansas tarp transporto srautų ir paslaugų pasiūlos sudaro prielaidas naujos, technologiškai ir ekonomiškai pagrįstos techninės priežiūros stoties projektui.

Tyrimo objektas – lengvųjų automobilių techninės priežiūros stoties projektas kelyje Šiauliai–Joniškis. Tikslas – suprojektuoti stotį, pagrindžiant vietą, technologinį procesą, postų ir personalo poreikį, patalpų ir įrangos sprendinius, ekonominį pagrįstumą.

Tyrimo uždaviniai: išanalizuoti teisės aktų reikalavimus; suprojektuoti technologinį procesą, apskaičiuoti postus ir personalą; parengti patalpų planą ir pagalbinių įtaisų; įvertinti ekonominį pagrįstumą.

Skirtingai nuo daugumos publikuotų autoservisų projektavimo atvejų, orientuotų į miesto centrą, šiame darbe pagrindžiamas profilaktinės priežiūros tipo pakelės stoties modelis, kurio paslaugų portfelis parinktas atsižvelgiant į tranzitinio ir vietinio eismo specifiką. Toks modelis papildo miesto autoservisų paslaugas ir gali būti taikomas analogiškiems objektams kituose Lietuvos regioniniuose keliuose.

1. Lengvųjų automobilių techninės priežiūros teoriniai ir teisiniai pagrindai

1.1. Techninės priežiūros samprata ir vieta transporto priemonės eksploatavimo cikle

Techninė priežiūra – kompleksinis procesas, apimantis diagnostiką, eksploatacinių medžiagų keitimą ir sistemų parametrų tikrinimą [3]. Apraše ji apibrėžiama kaip atskira nuo remonto kategorija: planiniai darbai (alyvos, filtrų, skysčių keitimas), priešingai nei remontas – gedimų šalinimas [5, 7].

Šio straipsnio autoriai technine priežiūra vadina planinius, profilaktinius, gamintojo nustatytais intervalais ar pagal faktinę būklę atliekamus veiksmus, skirtus transporto priemonės techniniam tvarkingumui, patikimumui ir saugai užtikrinti. Atskyrimas svarbus projektuojant stotį, nes tokio profilio stotyje neatliekami kapitaliniai remonto darbai, reikalaujantys specialių staklių ar ilgo automobilio stovėjimo.

Standartas LST EN 13306:2018 apibrėžia du priežiūros būdus [3, 4]: periodinė (profilaktinė) – pagal gamintojo intervalus; pagal faktinę būklę – inicijuojama diagnostikos rodmenų. Visi technologiniai sprendiniai turi atitikti Aprašo reikalavimus [5].

1.2. Pagrindinių transporto priemonės sistemų techninės priežiūros turinys

Variklio sistemų (tepimo, aušinimo, kuro tiekimo) techninės priežiūros tikslas – palaikyti stabilų šiluminį režimą, tinkamą tepimą ir emisijų kontrolę: keičiama variklio alyva ir filtras pagal gamintojo intervalus, tikrinama aušinimo skysčio koncentracija, žarnų sandarumas, termostato veikimas [8]. Užvedimo ir įkrovimo grandinių patikimumui svarbūs akumuliatoriaus apkrovos bandymai ir uždegimo žvakių keitimas [8]; elektroninės diagnostikos duomenys (valdymo blokų gedimų kodai, purkštukų diagnostika [9]) sudaro pagrindą priežiūrai pagal faktinę būklę.

Stabdžių sistemos techninė priežiūra užtikrina stabdymo efektyvumą ir hidraulinės grandinės patikimumą: matuojamas trinties elementų nusidėvėjimas, tikrinama žarnelių būklė, o stabdžių skystis tikrinamas ir keičiamas pagal gamintojo intervalus [10, 11]. Dėl to projektuojamoje stotyje numatytas stabdžių skysčio virimo temperatūros testeris.

Važiuklės ir vairo mechanizmo priežiūra užtikrina važiavimo stabilumą ir tolygų padangų dėvėjimąsi: vertinama svirčių, šarnyrų, įvorių, guolių būklė, amortizatorių efektyvumas [3, 8]. Tyrimai patvirtina, kad prastos kelio dangos sąlygos sukelia važiuoklės geometrijos parametrų nuokrypius nuo gamintojo nustatytų ribų [12, 13], todėl atliekamas ratų suvedimas, grąžinantis parametrus į projektines ribas. Padangų techninė priežiūra apima sezoninį keitimą, balansavimą ir slėgio patikrą; kelyje Šiauliai–Joniškis dėl intensyvaus sunkiojo transporto eismo padidėjusi kelio defektų tikimybė lemia dažnesnius padangų ir ratlankių pažeidimus.

Klimato kontrolės sistemų priežiūrai būtina, kad sandarumo patikrą atliktų atestuoti specialistai. [5].

Automobilių remonto dirbtuvių darbuotojai patiria didesnę lakiųjų organinių junginių, triukšmo ir karščio poveikį [21], todėl tinkama ventiliacija yra esminis projektinis veiksnys (žr. 3.4 ir 3.6 poskyrius).

1.3. Techninės priežiūros stoties aptarnavimo proceso organizavimo principai

G. Garbinčius [3] išskiria septynis nuoseklius klientų aptarnavimo etapus: 1) priėmimo laiko suderinimas; 2) pasirengimas priėmimui (darbuotojų ir atsarginių dalių planavimas); 3) automobilio priėmimas ir užsakymo suformavimas; 4) techninės priežiūros darbų atlikimas; 5) atliktų darbų patikra ir kokybės kontrolė; 6) automobilio perdavimas ir atsiskaitymas; 7) grįžtamasis ryšys – klientų apklausa.

Stotyse taikomos CRM sistemos (automatizuota registracija, sumažinti neatvykimai) – tai pagrindas planuojant pajėgumą ir patalpų išdėstymą.

1.4. Teisinis, darbo saugos ir aplinkosauginis paslaugų teikimo pagrindas

Stoties veiklos teisinį pagrindą sudaro: Civilinis kodeksas [14], Vartotojų teisių apsaugos įstatymas [15], Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas [16], Aplinkos apsaugos ir Atliekų tvarkymo įstatymai [17, 18], Priešgaisrinės saugos įstatymas [19] ir Aprašas [5].

Darbuotojų saugos reglamentavimas ypač svarbus dėl keltuvų, suslėgto oro sistemų ir cheminių medžiagų naudojimo: Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas [16] nustato darbdavio pareigą sudaryti saugias darbo sąlygas. Tinkamai suprojektuota ventiliacija yra esminis veiksnys, mažinantis profesinės sveikatos riziką nuo lakiųjų organinių junginių, anglies monoksido ir dulkių poveikio [20, 21]. Darbuotojų saugos reikalavimai glaudžiai susiję su gaisrine sauga [19]: projektuojant numatomos atskiros evakuacijos kryptys, priešgaisriniai atstumai ir gesinimo priemonės.

Aplinkosauginis reglamentavimas [17, 18, 22] įpareigoja rūšiuoti ir laikyti atliekas pagal kategorijas, pavojingas atliekas perduoti licencijuotiems tvarkytojams ir vykdyti nuotekų tvarkymą.

1.5. Modernios technologijos ir skaitmenizacija autoservisų veikloje

Pastaraisiais metais autoservisų veiklą vis stipriau keičia dirbtinio intelekto (DI), daiktų interneto (IoT) ir skaitmeninio dvynio technologijos, leidžiančios pereiti nuo reaktyvios ar planinės priežiūros prie prognozuojamosios priežiūros strategijos. Y. Mahale su bendraautoriais (2025), apžvelgę 94 mokslinius šaltinius, nustatė, kad DI metodai – mašininis mokymasis, gilusis mokymasis ir generatyvinis DI – leidžia analizuoti iš transporto priemonės jutiklių gaunamus duomenis ir prognozuoti likutinį komponentų tarnavimo laiką, gerinant transporto priemonės prieinamumą ir patikimumą [27]. A. Ucar, M. Karakose ir N. Kırımca (2024) pažymi, kad DI pagrįstos prognozuojamosios priežiūros sistemos padidina priežiūros tikslumą ir savarankiškumą dinamiškoje darbo aplinkoje, tačiau jų patikimumas priklauso nuo modelio skaidrumo ir duomenų kokybės [28].

Glaudžiai su prognozuojamąja priežiūra susijusi skaitmeninio dvynio koncepcija – virtualus fizinio objekto modelis, nuolat sinchronizuojamas su realiu objektu realaus laiko duomenimis. S. Werbinska-Wojciechowska, R. Giel ir K. Winiarska (2024), atlikę 201 publikacijos sisteminę apžvalgą, nustatė, kad transporto sektoriuje skaitmeninis dvynys dažniausiai taikomas gedimų prognozavimui ir priežiūros sprendimų optimizavimui, leidžiant priežiūros veiksmus planuoti realaus laiko, o ne vien kalendoriniu pagrindu [29]. Daiktų interneto ir telematikos sprendimai papildo šią tendenciją, leidžia transporto priemonei nuolat siųsti duomenis apie sistemų parametrus į debesijos platformas, automatiškai generuojančias priežiūros priminimus, o paslaugų teikėjams – iš anksto suderinti darbo postų apkrovą.

Diagnosticos ir remonto etape vis plačiau taikoma papildytosios realybės (AR) technologija. C. Hoffmann su bendraautoriais (2021), atlikę eksperimentą su automobilių remonto technikais, nustatė, kad AR akinių pagalba teigiamai veikia remonto kokybę atliekant nepažįstamą užduotį, šis poveikis išlieka per kelis pakartotinius atlikimus, palyginti su tradiciniu remonto vadovu [30]. AR leidžia technikui tiesiogiai ant komponento matyti diagnostikos duomenis ir instrukcijas žingsnis po žingsnio, o tai ypač naudinga sparčiai gausėjant naujų modelių su unikaliomis priežiūros procedūromis.

Apibendrinant, šiuolaikinės techninės priežiūros stotys vis dažniau integruoja DI pagrįstą prognozuojamąją priežiūrą, skaitmeninio dvynio principus, IoT/telematikos duomenų srautus ir AR pagalbą diagnostikai. Nors projektuojamos pakelės stoties paslaugų profilis pirmiausia orientuotas į profilaktinę priežiūrą, šios technologijos formuoja kryptį, į kurią turėtų plėtotis tokio tipo paslaugų teikėjai – nuo planinių patikrų prie duomenimis pagrįsto, individualizuoto priežiūros planavimo.

2. Tyrimo objektas, metodai ir projektavimo metodika

Tyrimo objektas yra lengvųjų automobilių techninės priežiūros stoties projektas, planuojamas žemės sklype prie kelio Šiauliai–Joniškis, apie 8 km nuo Šiaulių miesto centro. Tyrimas atliktas keturiais etapais: 1) duomenų rinkimas ir analizė (rinkos, konkurencijos, transporto srautų ir teisinio reglamentavimo); 2) technologinio proceso ir paslaugų portfelio projektavimas; 3) postų, įrangos, personalo ir patalpų parinkimas remiantis skaičiavimais; 4) ekonominio pagrįstumo vertinimas.

Pirmajame etape duomenys rinkti iš Valstybės duomenų agentūros (gyventojų ir transporto priemonių statistika) [2], VĮ „Regitra“ (registracijos duomenys) [1], Lietuvos automobilių kelių direkcijos / Via Lietuva (eismo intensyvumo duomenys) [6] ir įmonių registro *Rekvizitai.lt* (konkuruojančios įmonės) [23]. Antrajame etape technologinis procesas projektuotas remiantis aptarnavimo proceso modeliu [3] ir gamintojų techninės priežiūros reglamentų analize [8].

Trečiajame ir ketvirtajame etapuose taikyti normatyviniai skaičiavimai postams, personalui ir patalpoms, investicijų vertinimo metodas; skaičiavimai atlikti keturiems pajėgumo panaudojimo scenarijams (85, 90, 95 ir 100 proc.).

Tyrimo apribojimai. Statistiniai duomenys agreguoti administraciniu lygmeniu (savivaldybės, apskritys), todėl konkrečios kelio atkarpos paklausa vertinta proporciniai ir ekspertiniu metodu. Ekonominiai skaičiavimai atlikti pagal 2025–2026 m. rinkos kainas ir gali kisti dėl infliacijos, energijos kainų ir darbo užmokesčio pokyčių.

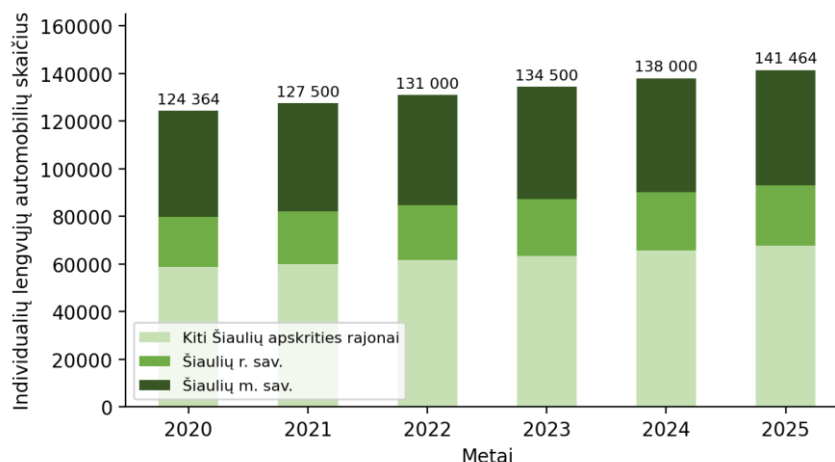
3. Tyrimo rezultatai: techninės priežiūros stoties projektiniai sprendiniai

3.1. Paslaugų paklausos ir stoties vietos pagrindimas

Stoties vietos pagrindimas atliktas analizuojant tris veiksmų grupes: demografinę ir transporto priemonių parko dinamiką regione, eismo intensyvumą tiriamoje kelio atkarpoje ir konkurencinę aplinką.

Demografiniai duomenys rodo, kad Šiaulių apskrities gyventojų skaičius 2026 m. pradžioje siekė 263 677, t. y. apie 0,97 proc. daugiau nei prieš penkerius metus [2]. Visuose apskrities rajonuose gyventojų skaičius mažėjo, o Šiaulių miesto savivaldybėje padidėjo apie 9,1 proc. [2]. Toks pasiskirstymas rodo demografinę koncentraciją miesto teritorijoje, tačiau bendras regiono stabilumas sudaro palankų foną su privačiu transportu susijusių paslaugų paklausai.

Transporto priemonių parko dinamika: 2020–2025 m. individualių lengvųjų automobilių skaičius Šiaulių apskrityje padidėjo 13,75 proc. (17,1 tūkst.) [2]. Spartus augimas Šiaulių rajone (1 pav.) rodo intensyvų susisiekimą su miestu ir pagrindžia paklausos potencialą tiriamoje atkarpoje.



1 pav. Individualių lengvųjų automobilių skaičiaus kaita Šiaulių apskrityje 2020–2025 m. (apytikslis vertinimas pagal agreguotus rodiklius)

Sudaryta autorių pagal [2]

Eismo intensyvumo analizė atlikta naudojant *Via Lietuva* duomenis: magistraliniame kelyje Ryga–Šiauliai–Tauragė–Kaliningradas (apimančiame tiriamą atkarpą) 2025 m. vidutinis paros eismo intensyvumas siekė 5017 automobilių per parą [6]. Dalį šio srauto sudaro tranzitiniai automobiliai, tačiau didelę dalį – vietiniai vairuotojai, reguliariai šiuo keliu vykstantys į darbą Šiaulių mieste. Jiems patogi stoties vieta ir galimybė priežiūrą atlikti pakeliui yra reikšmingas patrauklumo veiksnys.

Konkurencinės aplinkos analizė [23] parodė, kad apie 50 proc. regiono įmonių teikia bendras techninės priežiūros ir remonto paslaugas, tačiau jos sukoncentruotos Šiaulių miesto teritorijoje – tiriamoje kelio atkarpoje už miesto ribų analogiško profilio pasiūla ribota.

Atsižvelgiant į stabilų gyventojų skaičių, sparčiai augantį Šiaulių rajono automobilių parką, reikšmingą eismo intensyvumą ir ribotą konkurenciją už Šiaulių miesto ribų, nustatyta, kad kelio

Šiauliai–Joniškis atkarpoje egzistuoja nepatenkintas techninės priežiūros paslaugų poreikis. Parinktas žemės sklypas Domantų kaime, Šiaulių rajone, apie 8 km nuo Šiaulių miesto centro. Sklypo parinkimą pagrindžia keturi kriterijai: 1) patogus privažiavimas tiesiai nuo magistralinio kelio; 2) gera matomumo zona, svarbi spontaniškam klientų srautui; 3) pakankamas sklypo plotas (apie 3,46 ha), leidžiantis pastatyti 467,25 m² pastatą, įrengti stovėjimo aikštelę, saulės elektrinę ir rezervą plėtrai; 4) sklypo paskirtis, leidžianti vykdyti komercinę veiklą be papildomų teritorijų planavimo dokumentų pakeitimo.

3.2. Projektuojamos stoties paslaugų profilis ir technologinis procesas

Projektuojamos stoties paslaugų profilis formuotas atsižvelgiant į kelio Šiauliai–Joniškis specifiką ir vairuotojų poreikius. Kadangi stotis yra už miesto teritorijos ribų, ji negali būti orientuota į ilgalaikius, sudėtingus remonto darbus, tačiau tai sudaro palankias sąlygas profilaktinės techninės priežiūros centro koncepcijai, orientuotai į greitą, iš anksto numatomą trukmės paslaugą.

Didžiąją dalį potencialių klientų sudaro kasdien kursuojantys vairuotojai – dirbantieji, studentai ir aplinkinių gyvenviečių gyventojai. Šis srautas dažniausiai eksploatuoja vidutinio amžiaus ar senesnius automobilius, kuriems eksploataciniai skysčiai ir filtrai keičiami dažniau [3]. Konkurencinės analizės duomenys (3.1 poskyris) rodo, kad dauguma regiono autoservisų orientuoti į remontą, todėl vairuotojai, norintys greitai pakeisti alyvą, filtrus ar stabdžių skystį, neturi patogios prie kelio esančios alternatyvos.

Į stoties paslaugų portfelį įtraukti šie darbai: 1) eksploatacinių skysčių ir filtrų keitimas (variklio alyva, alyvos, oro, salono, kuro filtrai, stabdžių skystis); 2) padangų montavimo ir balansavimo darbai, įskaitant sezoninį keitimą ir avarinį balansavimą po smūgio į ratlankį – tai ypač aktualu kelyje su intensyviu sunkiojo transporto eismu [12]; 3) ratų suvedimas, atkuriantis pakabos geometriją po kelio dangos defektų sukeltų nuokrypių [13]; 4) oro kondicionavimo ir aušinimo sistemų sandarumo diagnostika; 5) elektrinių sistemų kompiuterinė diagnostika, leidžianti nuskaityti valdymo blokų gedimų kodus ir įvertinti, ar automobilis gali saugiai tęsti kelionę [8]; 6) papildomos greitosios paslaugos (akumuliatoriaus patikra, lempučių keitimas, skysčių papildymas).

Techninės priežiūros darbų periodiškumas nustatytas remiantis gamintojų techninės priežiūros planais (1 lentelė).

1 lentelė Automobilio techninės priežiūros darbų periodiškumas (rida, km)

Darbas	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000	60 000	70 000	80 000	90 000
Variklio alyva, alyvos / oro / salono filtrai	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Stabdžių skystis	–	x	–	x	–	x	–	x	–
Kuro filtras	–	–	x	–	–	x	–	–	x

Sudaryta autorių pagal [3, 8]

Darbai kas 10 tūkst. km sudaro pagrindinę stoties darbo dalį; stabdžių skysčio keitimui priimtas $f = 1,0/\text{metus}$ – keitimo intervalas 20 000 km atitinka vidutinę klientų ridą, o higroskopinės savybės pagrindžia konservatyvų dažnį [11].

Remiantis šia paklausos struktūra ir 3.1 poskyrio analize, projektuojamos stoties potencialus metinis klientų srautas įvertintas 3000 automobilių. Kiekvienai paslaugai apskaičiuotas vidutinis dažnis vienam automobiliui per metus (f) ir metinė apimtis (2 lentelė).

2 lentelė Metinis klientų srautas pagal paslaugas

Paslauga	f, vnt./metus	Metinė apimtis, vnt.
Variklio alyvos, alyvos, salono, oro filtrų keitimas	1,5	4500
Stabdžių skysčio keitimas	1,0	3000
Kuro filtro keitimas	0,5	1500
Oro kondicionavimo sandarumo diagnostika	0,2	600
Kompiuterinė diagnostika	0,12	360
Padangų montavimas ir balansavimas	0,7	2100
Ratų suvedimas	0,2	600
Aušinimo sistemos sandarumo patikra	0,35	1050
Akumulatoriaus būklės įvertinimas	0,25	750

Technologinio proceso požiūriu darbas suskirstytas į tris fazes: priėmimą, darbus darbo postuose ir grąžinimą klientui. Vadybininkas greitai įvertina paslaugą, registruoja užsakymą ir nukreipia automobilį į laisvą postą; nes stotis orientuota į profilaktinius darbus, priėmimo trukmė nesiekia kelių minučių. Darbo postuose taikoma posto specializacija – kiekvienas pritaikytas konkrečiai paslaugų grupei, tai sumažina pasiruošimo laiką ir leidžia vidutinę aptarnavimo trukmę poste sumažinti iki 20–40 min. Lygiagrečiai veikia paprastų paslaugų zona (lempučių keitimas, akumulatoriaus patikra), nesikertanti su postų apkrova. Kiekvienai paslaugai parengtos technologinės kortelės, detalizuojančios operacijų eiliškumą, įrankius ir laiko normas, naudojamos kaip darbo standartas ir kokybės kontrolės pagrindas.

3.3. Darbo apimtys, technologinių postų ir personalo poreikio skaičiavimas

Remiantis 3.2 poskyryje nustatytais metiniais klientų srautais, apskaičiuota metinė darbo apimtis, reikalingas darbo postų skaičius ir personalo poreikis. Metinė darbo apimtis apskaičiuota įvertinus kiekvienos paslaugos metinę apimtį (2 lentelė) ir vidutinę paslaugos atlikimo trukmę, atitinkančią autoservisų praktikoje taikomas normatyvines reikšmes [3] (3 lentelė).

3 lentelė Metinė darbų apimtis pagal paslaugas

Paslauga	Trukmė, val. (t)	Metinė apimtis, žm. h
Variklio alyvos ir alyvos filtro keitimas	0,5 + 0,15	2925
Oro ir salono filtrų keitimas	0,25 + 0,25	2250
Kuro filtro keitimas	0,5	750
Stabdžių skysčio keitimas	0,75	2250
Oro kondicionavimo sandarumo testas	0,5	300
Padangų montavimas (4 vnt., po 0,25 val. / padangai)	0,25	2100
Ratų balansavimas (4 vnt., po 0,20 val. / padangai)	0,2	1680
Ratų suvedimas	0,5	300
Akumulatoriaus patikra	0,1	75
Aušinimo sistemos sandarumo patikra	0,3	315
Kompiuterinė diagnostika	0,3	108

Iš viso		11553
---------	--	-------

Atsižvelgiant į stoties vietą ir klientų srauto pobūdį, numatoma, kad stotis dirbs viena pamaina, 6 dienas per savaitę (Pn–Pt 9–18 val., Š 9–13 val.); metinis darbo laiko fondas – 1997 val. [25].

Technologiškai būtinas darbuotojų skaičius RT apskaičiuojamas kaip metinės darbų apimtys santykis su metiniu darbo laiko fondu (4):

$$RT = \Sigma T_i / F_m \quad (4)$$

$$RT = 11553 / 1997 = 5,79$$

Etatinis darbuotojų skaičius RE apskaičiuojamas atsižvelgiant į vidutinį neatvykimų laiką (24 darbo dienos po 8 val.) (5):

$$RE = \Sigma T_i / (F_m - 24 \times 8) \quad (5)$$

$$RE = 11553 / 1805 = 6,40$$

Apvalinant į didesniąją pusę, numatomas 7 etatinių techninių darbuotojų skaičius, leidžiantis įvykdyti darbų apimtį, įvertinant neatvykimus.

Darbo postų skaičiui Z apskaičiuoti taikoma formulė (6), naudojama autoservisų technologiniam projektavimui [3, 24]:

$$Z = (\Sigma(T_i \times K_n) / (F_p \times P_v) \quad (6)$$

Koeficientai pagal [3, 24]: $K_n = 1,15$; $P_v = 1,5$; $\eta = 0,9$:

$$F_p = F_m \times K_{pd} = 1997 \times 0,9 = 1797,3 \text{ val.} \quad (7)$$

Metinė darbų apimtis postuose: $\Sigma T_i = 11553 - 183 = 11370$ žm. h. Reikalingas postų skaičius:

$$Z = (11370 \times 1,15) / (1797,3 \times 1,5) = 13075,5 / 2695,95 = 4,85$$

Apskaičiuotas postų poreikis (4,85) apvalinamas iki 5 darbo postų, užtikrinančių pakankamą pajėgumą didžiausios apkrovos metu. Darbų priskyrimas postams pateikiamas 4 lentelėje.

4 lentelė Techninės priežiūros darbų priskyrimas postams

Posto Nr.	Atliekami darbai
1	Padangų montavimas ir balansavimas
2, 3	Filtrų ir alyvos, stabdžių skysčio keitimas
4	Oro kondicionavimo ir aušinimo sistemų sandarumo patikra
5	Ratų suvedimas

Priėmimo, trumpalaikio sustojimo ir laukimo zonos numatytos atskirai nuo postų (žr. 3.4 poskyrį).

Atsižvelgiant į apskaičiuotą techninių darbuotojų skaičių (7), numatyta meistro (vyr. mechaniko) pareigybė – jo funkcijas atlieka vienas iš patyrusių mechanikų, derindamas jas su techninės priežiūros darbais; meistras atsakingas už darbo organizavimą, darbų paskirstymą ir kokybės kontrolę.

Papildomos pareigybės: direktorius (veiklos organizavimas, tiekėjai) ir vadybininkas (klientų priėmimas, užsakymai). Buhalterinė apskaita ir sudėtingesnė įrangos priežiūra perkamos iš išorės.

3.4. Patalpų planavimas, įrangos parinkimas ir inžinerinės sistemos

3.4.1. Technologinės įrangos poreikis

Technologinės įrangos poreikis nustatytas pagal postų skaičių (5 postai) ir paslaugų apimtį (žr. 3.2–3.3 poskyrius); alyvos keitimo postams parinkti dviejų kolonų keltuvai ir naudotos alyvos surinkimo įrenginiai, stabdžių sistemai – slėginis keitimo aparatas ir skysčio virimo temperatūros testeris [10, 11].

Ratų suvedimo postui (Nr. 5) parinktas keturių kolonų keltuvai ir 3D ratų suvedimo stendas, užtikrinantis tikslų geometrijos nustatymą [13]. Padangų montavimo postui (Nr. 1) numatyta balansavimo ir montavimo įranga. Sandarumo patikros postui (Nr. 4) numatyta oro kondicionavimo sistemos sandarumo tikrinimo stotelė ir rankinis aušinimo sistemos slėgio tikrinimo rinkinys. Akumuliatoriaus ir elektros sistemos vertinimui numatytas testeris su spausdintuvu.

Bendro naudojimo įranga apima oro kompresorių, universalią diagnostikos įrangą (suderinamą su įvairių gamintojų protokolais) [8] ir du mobilius išmetamųjų dujų nutraukimo įrenginius, leidžiančius vienu metu aptarnauti kelis automobilius pagal darbo saugos reikalavimus [20].

Profilaktiniam aptarnavimui numatytas žibintų patikros stendas [8], pneumatiniai veržliasukai ir dinamometriniai raktai (20–200 Nm). Darbų eigai stebėti numatyti penki planšetiniai kompiuteriai, priskirti darbo postams.

3.4.2. Patalpų planavimas

Gamybinės patalpos projektuojamos su penkiais darbo postais. Periodinės priežiūros postai (Nr. 2, 3) su dviejų kolonų keltuvis reikalauja didesnės vertikalios erdvės; padangų postas (Nr. 1) planuojamas šoninėje dalyje; ratų suvedimo postas (Nr. 5) su keturių kolonų keltuvis ir geometrijos stendu projektuojamas plačiausias; sandarumo patikros postas (Nr. 4) – be papildomos infrastruktūros.

Postų išdėstymas parinktas pagal normatyvinius atstumus: vienam postui su dviejų kolonų keltuvis reikalingas 3,5 m plotis ir 6,0 m ilgis, minimalūs atstumai tarp postų – 1,2 m, nuo sienų – 1,0 m. Pasirinktas linijinis išdėstymas (5 lentelė).

5 lentelė Postų matmenys

Posto Nr.	Atliekami darbai	Plotis, m
1	Padangų montavimas ir balansavimas	3,5
2, 3	Alyvos ir filtrų keitimas, stabdžių skystis	3,5 (kiekvienas)
4	Oro kondicionavimo ir aušinimo sistemų patikra	3,5
5	Ratų suvedimas	4,5
Iš viso		18,5

$$F_{\text{gam}} = B_{\text{gam}} \times L_{\text{gam}} = 28,0 \times 12,5 = 350,0 \text{ m}^2 \text{ (10)}$$

Gamybinėse patalpose papildomai numatyta kompresorinė, pavojingų atliekų rūšiavimo patalpa, priėmimo ir laukimo zonos prie įvažiavimo.

Administracinėms ir buities patalpoms, atsižvelgiant į septynių darbuotojų skaičių, skiriama 94,0 m² (6 lentelė), prie jų – 18,0 m² dalių sandėlis ir 5,25 m² elektros skydinė.

6 lentelė Administracinių ir buitinių patalpų skaidymas

Patalpa	Plotas, m ²
Klientų priėmimas	28
Direktoriaus kabinetas	12
Persirengimo kambarys	18
Poilsio patalpa	15
Darbuotojų ir klientų WC, prausimosi patalpa	21
Iš viso	94
Elektros skydinė	5,25
Detalių sandėlis	18

Priėmimo zonoje numatyta vadybininko darbo vieta ir laukimo erdvė, planuojama taip, kad darbuotojas turėtų vizualinį ryšį su gamybos zona; čia atliekama ir galutinė kokybės kontrolė. Direktoriaus kabinetas skirtas planavimui ir susitikimams. Bendras pastato plotas (11):

$$F_{\text{bendr}} = F_{\text{gam}} + F_{\text{adm}} + F_{\text{el}} + F_{\text{sand}} = 350 + 94 + 5,25 + 18 = 467,25 \text{ m}^2 \text{ (11)}$$

Apskaičiuotas 467,25 m² plotas atitinka penkių postų struktūrą, administracinius poreikius ir sudaro rezervą plėtrai.

3.4.3. Apšvietimas ir ventiliacija

Gamybinių patalpų apšvietimo galia $W_{\text{apšv, gam}} = 3,5 \text{ kW}$, administracinių – 0,752 kW (LED šviestuvai, $R = 10 \text{ W/m}^2$). Mechaninė ventiliacija (4 apykaitos/h): oro našumas $V_o = 7000 \text{ m}^3/\text{h}$; parenkamas ašinės srovės ortakinis ventiliatorius AXIA AI 60 6T. Darbo zonose numatyti lokalūs išmetamųjų dujų nutraukimo įrenginiai [20].

3.4.4. Šildymas ir atsinaujinanti energetika

Šilumos poreikis $Q_{\text{bendr}} \approx 28,26 \text{ kW}$ (su nuostoliais 30–33 kW); parinktas oras–vanduo tipo siurblys „Daikin Altherma 3 H HT“ (po 16 kW, 2 vnt.), šiluma gamybinėje patalpoje perduodama per kaloriferius, administracinėje – per grindinio šildymą. Metinis elektros energijos poreikis $E_{\text{met}} = 56\,874 \text{ kWh}$; 60 kWp saulės elektrinė (Risen 405 W, 148 moduliai) padengia ~80 proc. poreikio; likę 11 375 kWh perkami iš tinklo (2 275 Eur/metus).

3.4.5. Vandentiekis ir nuotekų tvarkymas

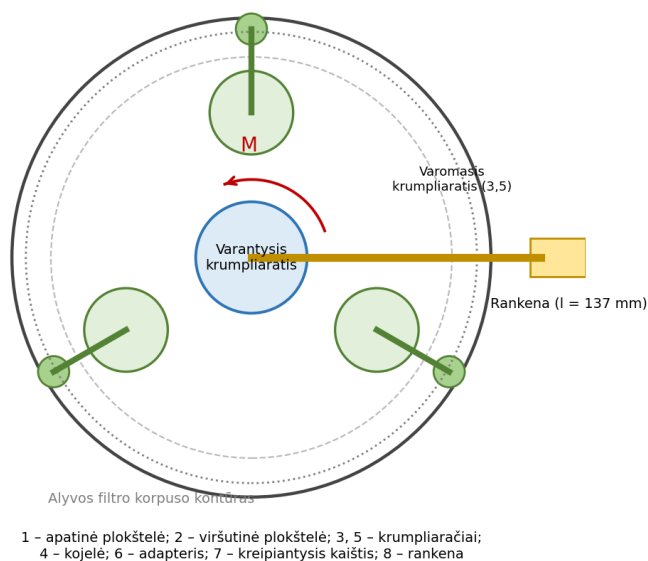
Vandentiekis – autonominis gręžinys; nuotekos valomos dviem pakopomis: smėlio separatorius ir naftos produktų skirtuvas „Oleopator-Bypass-C-FST“ (D 400, 6–30 l/s); išvalytos nuotekos tvarkomos pagal Nuotekų tvarkymo reglamentą [22].

3.5. Alyvos filtro atsukimo įtaiso konstravimas ir inžineriniai skaičiavimai

Projektuojant pagalbinį techninį įtaisą pasirinktas alyvos filtro atsukimo įtaisas, nes jis tiesiogiai susijęs su projektuojamoje stotyje dažniausiai atliekama paslauga – variklio alyvos ir alyvos filtro keitimu (4500 operacijų per metus, žr. 3 lentelę). Patikimas ir universalus įtaisas leidžia pagreitinti darbo procesą, sumažinti darbuotojo fizinę krūvį ir užtikrinti saugų filtro nuėmimą net esant ribotam priėjimui variklio skyriuje.

3.5.1. Konstrukcija ir veikimo principas

Projektuojamas įtaisas sudarytas iš aštuonių detalių (2 pav.). Trys atraminės kojelės užtikrina tolygų apkrovos pasiskirstymą ir stabilų filtro suėmimą. Veikimo principas pagrįstas mechaniniu filtro suspaudimu naudojant krumpliarčių mechanizmą: įtaisas uždedamas ant filtro taip, kad kojelės remtųsi į jo paviršių; sukant rankeną, sukamas varantysis krumpliaratis, kuris per varomuosius krumpliarčius perduoda judesį kojelėms. Kojelės, judėdamos radialiai, prispaudžia filtro korpusą; didėjant sukimo momentui, didėja prispaudimo jėga, užtikrinanti sukibimą, leidžiantį filtrą atsukti.



2 pav. Alyvos filtro atsukimo įtaiso schema: 1 – apatinė plokštelė; 2 – viršutinė plokštelė; 3, 5 – krumpliarčiai; 4 – kojelė; 6 – adapteris; 7 – kreipiantysis kaištis; 8 – rankena

Korpusą sudaro apatinė ir viršutinė plokštelės, laikančios mechanizmo elementus vienoje ašyje. Varomasis krumpliaratis mechanškai sujungtas su kojele cilindrinio kreipiančiuoju kaiščiu, apsaugančiu nuo praslydimo. Adapteris skirtas jėgos perdavimui nuo terkšlės, rankena – patogesniai valdymui.

3.5.2. Medžiagų parinkimas

Medžiagų parinkimą lemia mechaninio stiprumo, atsparumo dilimui ir patikimumo reikalavimai (7 lentelė).

7 lentelė Projektuojamo įtaiso detalių medžiagų žiniaraštis

Poz.	Detalė	Medžiaga	Kietumas/apdirbimas
1, 2, 7	Plokštelės, kaištis	Plienas C45 EN 10083-1	36–42 HRC
3, 5	Krumpliaračiai	Plienas C45 / 40Cr (grūdintas)	40–45 HRC
4	Kojelė	Plienas S355 / C45	Be terminio apdirbimo
6	Adapteris	Chromo-vanadžio plienas	Grūdintas
8	Rankena	Plieninis vamzdis S235	Be terminio apdirbimo

Konstrukciniai plienai C45 ir C55 parinkti pagrindinėms apkrovas perduodančioms detalėms dėl gero stiprumo ir atsparumo dilimui; krumpliaračiams naudojamas grūdintas 40Cr plienas ilgina tarnavimo laiką, adapteriui – chromo-vanadžio plienas dėl atsparumo sukimo apkrovoms.

3.5.3. Krumplinės pavaros kinematiniai skaičiavimai

Įtaise naudojama tiesiakruplių cilindrinų krumpliaračių pora: modulis $m = 1$, dantų skaičius $z_1 = z_2 = 21$, slėgio kampas $\alpha = 20^\circ$. Perdavimo santykis (20):

$$i = z_1 / z_2 = 21 / 21 = 1 \quad (20)$$

Gautas $i = 1$ rodo, kad pavara nekeičia sukimosi greičio, perduoda judesį santykiu 1:1, užtikrina sinchroninį kojelių judėjimą ir sumažina strigimo galimybę.

3.5.4. Sukimo momento ir kojelės stiprumo skaičiavimas

Maksimalus sukimo momentas (21), kai rankenos ilgis $l = 137 \text{ mm} = 0,137 \text{ m}$, darbuotojo jėga $F = 200 \text{ N}$:

$$M = F \times l = 200 \times 0,137 = 27,4 \text{ Nm} \quad (21)$$

Apkrovai tolygiai pasiskirstant trimis kojelėms (22):

$$M_k = M / 3 = 27,4 / 3 = 9,13 \text{ Nm} = 9130 \text{ Nmm} \quad (22)$$

Kojelė vertinama kaip lenkiama detalė (C45 plienas, $\varnothing 10 \text{ mm}$ strypas, $\sigma_{leist} \approx 355 \text{ MPa}$). Lenkimo įtempimai (23), kur W – atsparumo momentas (24):

$$\sigma = M_k / W \quad (23); \quad W = (\pi \times d^3) / 32 = (3,14 \times 10^3) / 32 = 98,1 \text{ mm}^3 \quad (24)$$

$$\sigma = 9130 / 98,1 \approx 93,04 \text{ MPa}$$

Kadangi σ (93,04 MPa) neviršija takumo ribos (355 MPa), kojelė eksploatacijos metu nesideformuos. Saugos koeficientas (25):

$$n = \sigma_{leist} / \sigma = 355 / 93,04 \approx 3,82 \quad (25)$$

Gautas $n \approx 3,82$ rodo pakankamą stiprumo atsargą.

3.5.5. Trinties jėgos skaičiavimas

Veikimui svarbus pakankamas sukibimas tarp kojelių ir alyvos filtro korpuso, kuris eksploatacijos metu gali būti suteptas alyva. Kojelių kontaktinis paviršius projektuojamas rievėtas, papildomai gali būti naudojamas alyvai atsparus guminis paviršius. Trinties jėga (26), kur $\mu = 0,6$ (plieno ir gumos kontaktui būdingos ribos 0,5–0,8):

$$F_{tr} = \mu \times N \quad (26)$$

Tangentinė jėga, perduodama filtro korpusui, kai vidutinis filtro spindulys $r = 35 \text{ mm}$ (27):

$$F = M / r = 27,4 / 0,035 \approx 783 \text{ N} \quad (27)$$

Trims kojelėms apkrova pasiskirsto tolygiai: $N_1 \approx 261 \text{ N}$. Skaičiavimuose nurodoma prispaudimo jėga $N = 450 \text{ N}$ vienai kojelei – realistiška rankiniuose mechaniniuose įtaisuose su krumpliaračių mechanizmu, kuris didina prispaudimą sukant rankeną:

$$F_{tr,1} = 0,6 \times 450 = 270 \text{ N}; \quad F_{tr,\Sigma} = 3 \times 270 = 810 \text{ N}$$

Gauta bendra trinties jėga (810 N) viršija reikalingą tangentinę jėgą (783 N), todėl kojelių praslydimo tikimybė maža.

Atlikti skaičiavimai parodė, kad projektuojamo įtaiso konstrukcija pakankamai tvirta ir tinkama eksploatacijai: kojelių lenkimo įtempimai (93,04 MPa, saugos koeficientas 3,82) neviršija leistinų C45 plieno ribų, o trinties jėga (810 N) viršija reikalingą tangentinę jėgą (783 N) ir užtikrina pakankamą sukibimą su filtro korpusu. Įtaisas integruotas į postų Nr. 2 ir Nr. 3 darbo inventoriaus sąrašą.

3.6. Darbo saugos, priešgaisrinės saugos ir aplinkosaugos sprendiniai

Darbo saugos sprendiniai: pneumatinė ir mechaninė ventiliacija su lokaliais išmetamųjų dujų nutraukimo įrenginiais, periodiškai tikrinami keltuvai, asmeninės apsaugos priemonės, cheminių medžiagų laikymas paženklintose talpose [5, 16]. Priešgaisrinei saugai [19] numatytos atskiros evakuacijos kryptys, priešgaisriniai atstumai, gesinimo priemonės ir izoliuota elektros skydinė. Aplinkosaugos reikalavimai [17, 18, 22]: atliekos rūšiuojamos ir perduodamos licencijuotiems tvarkytojams; nuotekos valomos prieš išleidžiant į aplinką; saulės elektrinė sumažina tinklo elektros poreikį ~80 proc.

3.7. Ekonominis projekto pagrindimas

3.7.1. Darbo užmokesčio ir tiesioginių sąnaudų skaičiavimas

Personalo sąnaudoms apskaičiuoti naudota formulė (28), įvertinanti mėnesinį atlyginimą $I_{m\acute{e}n}$, etatų skaičių ir priemokas (5 proc.):

$$DU_{met} = I_{m\acute{e}n} \times 12 \times (1 + 0,05) \times N_{etat\acute{u}} \quad (28)$$

Darbdavio socialinio draudimo įmokos (29), kur 0,0177 – 2026 m. Lietuvoje taikoma norma:

$$S_{dr} = DU_{met} \times 0,0177 \quad (29)$$

8 lentelėje pateiktas darbo užmokesčio skaičiavimas, atspindintis 3.3 poskyryje nustatytą struktūrą (7 techniniai darbuotojai, iš jų – meistras; direktorius; vadybininkas).

8 lentelė Darbo užmokesčio sąnaudos

Pareigos	Etatai	Mėn. alga, Eur	Metinis DU, Eur	Soc. draudimas, Eur
Direktorius	1	2200,00	27720,00	490,64
Vadybininkas	1	1700,00	21420,00	379,13
Meistras	1	2000,00	25200,00	446,04
Mechanikai	6	1600,00	120960,00	2140,99
Iš viso	9	–	195300,00	3456,80

Meistro ir mechanikų DU su soc. draudimu (146160,00 + 2587,03 Eur) priskiriami tiesioginėms sąnaudoms, direktoriaus ir vadybininko (49140,00 + 869,77 Eur) – netiesioginėms.

Ekspluatacinių medžiagų ir atsarginių dalių poreikis apskaičiuotas pagal 3.2 poskyrio metines apimtis ir vidutines sąnaudų normas (9 lentelė).

9 lentelė Ekspluatacinių medžiagų ir atsarginių dalių poreikis (sutrumpinta)

Medžiaga / detalė	Metinis poreikis	Kaina, Eur	Sąnaudos, Eur
Variklinė alyva	22500 l	5,50 €/l	123750,00
Alyvos, oro, salono, kuro filtrai	15000 vnt.	vid. 9,4 €	135000,00
Stabdžių skystis DOT4	3000 l	6,00 €/l	18000,00
Aušinimo skystis	1050 l	4,00 €/l	4200,00
Kondicionavimo šaltnešis ir alyva	–	–	13800,00
Padangų montavimo medžiagos, ventiliai, svareliai, tarpinės	–	–	7460,00
UV diagnostinis skystis	6 l	40,00 €/l	240,00
Iš viso			310121,00

Ekspluatacinės medžiagos ir atsarginės dalys parduodamos su 20 proc. antkainiu (372145,20 Eur pajamų, žr. 3.7.4 poskyrį), o jų įsigijimo sąnaudos (310121,00 Eur) priskiriamos tiesioginėms gamybinėms sąnaudoms.

3.7.2. Ilgalaikis turtas, nusidėvėjimas ir veiklos sąnaudos

Ilgalaikiu turtu laikomas turtas, kurio vertė didesnė nei 500 Eur, likvidacinė vertė – 1 Eur. Nusidėvėjimas apskaičiuotas tiesiogiai proporcingu metodu (30):

$$A_n = (P_t - P_{lik}) / T_n \quad (30)$$

čia P_t – įsigijimo vertė, P_{lik} – likutinė vertė, T_n – nusidėvėjimo laikotarpis, metais. 10 lentelėje pateikiamos svarbiausios pozicijos; tik kompiuterinė įranga priskiriama administraciniam inventoriui (netiesioginės sąnaudos), visa kita – tiesioginėms.

10 lentelė Ilgalaikio turto sąrašas ir nusidėvėjimo laikotarpiai (svarbiausios pozicijos)

Įrenginys	Sk.	Bendra kaina, Eur	Laikotarpis, m.	Nusidėvėjimas/m., Eur
Pastatas	1	364000,00	15	7279,98
Aplinka ir aikštelė	1	52000,00	30	1733,30
Saulės elektrinė	1	41847,00	20	2092,30
3D ratų suvedimo stendas	1	7250,00	5	1449,80
Diagnostikos įranga, kompresorius	–	5172,40	4–5	1138,98
Keltuvai (2+1 dviejų kol., 1 keturių kol.)	4	10646,00	10	1064,20
Indukcinis kaitintuvas, dujų nutraukimas, kt.	–	10351,00	5	2069,40
Žibintų stendas, AC stotelė, BF testeris	3	3827,00	5	765,40
Kiti įrenginiai ir inventoriai	–	–	–	18494,04
Iš viso				36087,40

11 lentelėje apibendrintos visos metinės sąnaudos.

11 lentelė Bendros metinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų straipsnis	Sąnaudos, Eur
1.	Tiesioginės gamybinės sąnaudos	517813,13
1.1.	Darbo užmokestis ir soc. draudimas	148747,03
1.2.	Ekspluatacinės medžiagos ir atsarginės dalys	310121,00
1.3.	Atliekų tvarkymas	12881,40
1.4.	Darbo rūbai	2030,00
1.5.	Nusidėvėjimas	35650,40
1.6.	Trumpalaikis turtas	5876,20
1.7.	Įrangos priežiūra ir remontas	2507,10
2.	Netiesioginės sąnaudos	73719,03
2.1.	Darbo užmokestis ir soc. draudimas	50009,77
2.2.	Nusidėvėjimas, trumpalaikis turtas	2357,00
2.3.	Elektros energija, SE eksploatacija, nuotekos	3218,76
2.4.	Įrangos priežiūra ir remontas	183,50
2.5.	Marketingas, kanceliarinės, valymo, IT	7900,00
2.6.	Turto, žemės mokesčiai, draudimas	4650,00
	Iš viso	591532,16

3.7.3. Investicijų poreikis ir finansavimo struktūra

Pastato statybos, įrengimo ir inžinerinių sistemų preliminarinė kaina – 364 tūkst. Eur. 12 lentelėje pateiktas bendras investicijų poreikis ir finansavimo šaltiniai.

12 lentelė Investicijų poreikis ir finansavimo šaltiniai

Investicijų poreikis	Eur	Finansavimo šaltiniai	Eur
Pastatas	364000,00	Nuosavas kapitalas	100000,00
Gerbūvis ir stovėjimo aikštelė	54000,00	Valstybės dotacija	22533,00
Sklypas	33000,00	Ilgalaikė paskola	544658,95

Technologiniai, kėlimo, gamybiniai ir administraciniai įrenginiai	53812,00 (apima 2-14 eil.)		
Saulės elektrinė	64380,00		
Apyvartinės lėšos	100000,00		
Iš viso	667191,95		667191,95

Investicijų poreikis (667,19 tūkst. Eur) apima pastatą, aplinką, sklypą, įrangą, 60 kWp saulės elektrinę ir 100 tūkst. Eur apyvartinių lėšų (~2 mėn. veiklos sąnaudų rezervas). Finansavimo struktūra numato tris šaltinius: 100 tūkst. Eur nuosavo kapitalo, 22,53 tūkst. Eur valstybės dotaciją saulės elektrinei (juridiniai asmenys Lietuvoje gali pretenduoti į iki 35 proc. investicijų kompensaciją saulės elektrinių iki 500 kW įrengimui per Lietuvos energetikos agentūros administruojamas programas) ir 544,66 tūkst. Eur ilgalaikę banko paskolą.

Numatytas 15 metų paskolos grąžinimo laikotarpis ir 5,2 proc. metinė palūkanų norma; anuiteto metinės įmokos – 52,37 tūkst. Eur (pirmaisiais metais palūkanos – 27,74 tūkst. Eur).

3.7.4. Pajamos, savikaina ir investicijų atsipirkimo laikas

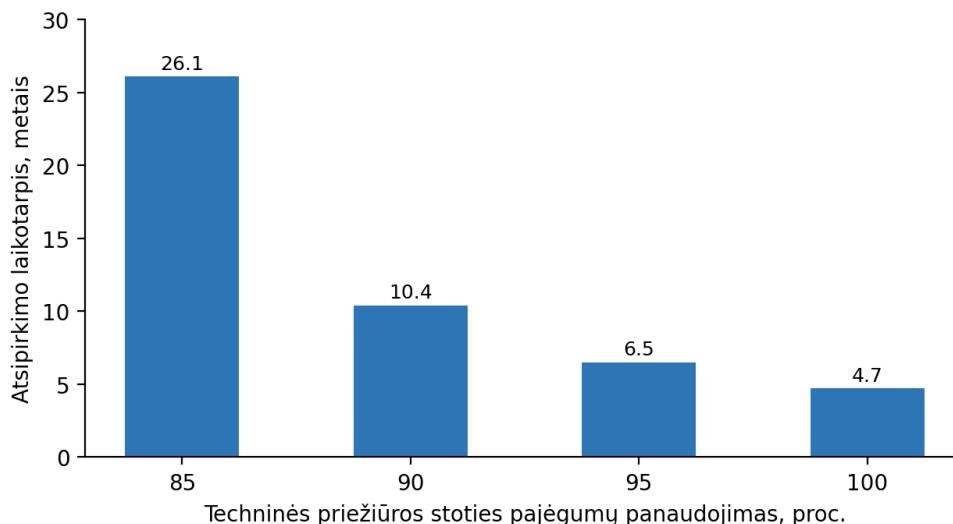
Paslaugos darbo valandos savikaina su 25 proc. pelno marža $K_p \approx 33,45$ Eur/val. (skaičiuota pagal formules [3]).

Metinės pajamos už paslaugas $P_{aj,pasl} \approx 386\,448$ Eur (34), už medžiagas (su 20 proc. antkainiu) $P_{aj,med} = 372\,145$ Eur (35); bendros pajamos $P_{aj} = 758\,593$ Eur (36). Pirmųjų metų grynasis pinigų srautas $CF_1 \approx 139\,320$ Eur (37).

Atsipirkimo laikotarpis T (38):

$$T = I / CF \quad (38)$$

Skaičiavimai atlikti keturiems pajėgumo panaudojimo scenarijams (85, 90, 95, 100 proc.), siekiant įvertinti jautrumą paklausos svyravimams (3 pav.).



3 pav. Investicijų atsipirkimo laikas pagal techninės priežiūros stoties pajėgumų panaudojimą

Atsipirkimo laikotarpis priklauso nuo pajėgumų panaudojimo: esant 85 proc. – 26,1 m., 90 proc. – 10,4 m., 95 proc. – 6,5 m., 100 proc. – 4,7 m. Stipriai netiesinė (beveik hiperbolinė) priklausomybė paaiškinama tuo, kad didžioji dalis sąnaudų (DU, nusidėvėjimas, paskolos įmokos) yra pastovios, todėl net nedidelis pajamų sumažėjimas disproporcingai sumažina grynąjį pinigų srautą.

Toks jautrumas rodo, kad efektyvus veiklos organizavimas ir aktyvi rinkodaros strategija turi esminę įtaką ekonominiam efektyvumui. Esant projektiniam (95–100 proc.) pajėgumų panaudojimui, projektas yra ekonomiškai pagrįstas ir finansiškai tvarus.

Išvados

1. Atlikta techninės priežiūros technologinių metodų ir teisės aktų analizė parodė, kad regioninio kelio stočiai tinkamiausias yra planinės ir pagal faktinę būklę vykdomos priežiūros derinys. Nuo 2024-05-01 galiojantis Aprašas ir su stoties veikla susiję darbo saugos, aplinkosaugos, atliekų ir nuotekų tvarkymo reikalavimai integruoti į projektinius sprendinius nuo pirminės stadijos.

2. Rinkos analizė parodė, kad kelyje Šiauliai–Joniškis egzistuoja nepatenkintas techninės priežiūros paslaugų poreikis: Šiaulių rajono automobilių parkas 2020–2025 m. išaugo 20,2 proc., eismo intensyvumas tiriamoje atkarpoje 2025 m. siekė 5017 automobilių per parą, o konkurencinė pasiūla už Šiaulių miesto ribų ribota. Tai pagrindžia 3,46 ha sklypo Domantų kaime parinkimą ir prognozuojamą 3000 automobilių metinį poreikį.

3. Suprojektuotas technologinis procesas ir paslaugų portfelis (eksploatacinių skysčių ir filtrų keitimas, padangų montavimas ir balansavimas, ratų suvedimas, oro kondicionavimo ir aušinimo sistemų diagnostika, kompiuterinė diagnostika) parodė, kad penki postai ir septyni techniniai darbuotojai (vienas – meistras), papildomai direktorius ir vadybininkas, užtikrina 11553 žm. h metinės darbų apimtį įvykdymą.

4. Parengtas 467,25 m² pastato patalpų planas, technologinės įrangos parinkimas ir inžinerinių sistemų sprendiniai (mišrus apšvietimas, 7000 m³/h ventiliacija, šilumos siurbliais paremtas šildymas, 60 kWp saulės elektrinė, autonominis vandentiekis ir dviejų pakopų nuotekų valymas), atitinkantys technologinio proceso, ergonomikos ir energinio efektyvumo reikalavimus.

5. Suprojektuotas ir inžineriniais skaičiavimais pagrįstas alyvos filtro atsukimo įtaisas: kojelių lenkimo įtempimai (93,04 MPa) neviršija C45 plieno takumo ribos, saugos koeficientas – 3,82, trinties jėga (810 N) viršija reikalingą tangentinę jėgą (783 N), užtikrinant patikimą sukibimą su filtro korpusu; įtaisas tinkamas postų Nr. 2 ir Nr. 3 darbui.

6. Darbo saugos, priešgaisrinės saugos ir aplinkosaugos sprendiniai (mechaninė ir lokali ventiliacija, atliekų rūšiavimas, nuotekų pirminis ir biologinis valymas, atsinaujinanti energetika) integruoti kompleksiskai ir sudaro prielaidas saugiai ir aplinkai draugiškai veiklai.

7. Ekonominis vertinimas parodė, kad bendras investicijų poreikis – 667,19 tūkst. Eur, o esant 95–100 proc. pajėgumų panaudojimui atsipirkimo laikotarpis sudaro 6,5–4,7 metų, esant 85 proc. – pailgėja iki 26,1 metų. Stipriai netiesinė priklausomybė rodo, kad ekonominis efektyvumas jautrus klientų srauto stabilumui, todėl veiklos organizavimas ir rinkodara yra kritiniai veiksniai siekiant projekto pajėgumų panaudojimo.

Literatūra

1. VĮ „REGITRA“. Transporto priemonių parko statistika [interaktyvus]. Vilnius: VĮ „Regitra“, 2026 [žiūrėta 2026-06-01]. Prieiga per internetą: <https://www.regitra.lt>
2. LIETUVOS STATISTIKOS DEPARTAMENTAS (Valstybės duomenų agentūra). Oficialiosios statistikos portalas: gyventojų skaičius ir transporto priemonių parkas savivaldybėse [interaktyvus]. Vilnius: Valstybės duomenų agentūra, 2026 [žiūrėta 2026-06-02]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt>
3. GARBINČIUS, G. Automobilių techninė priežiūra ir remontas: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012. 109 p.
4. LST EN 13306:2018. Priežiūra. Priežiūros terminija (ISO 13306:2017). Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2018.
5. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. 2023 m. balandžio 13 d. įsakymas Nr. 3-183/D1-110 „Dėl Transporto priemonių techninės priežiūros, remonto, techninės pagalbos ir perdirbimo paslaugų teikimo tvarkos ir aplinkos apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“ [interaktyvus]. Teisės aktų registras (TAR), 2023 (galioja nuo 2024-05-01) [žiūrėta 2026-05-20]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt>
6. VALSTYBĖS ĮMONĖ „LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA“ (VIA LIETUVA). Eismo intensyvumo skaičiavimo duomenys valstybinės reikšmės keliuose [interaktyvus]. Vilnius: Via Lietuva, 2025 [žiūrėta 2026-04-28]. Prieiga per internetą: <https://lakd.lrv.lt>
7. VALSTYBINĖ VARTOTOJŲ TEISIŲ APSAUGOS TARNYBA. Informacija vartotojams apie automobilio remonto ir techninės priežiūros paslaugas [interaktyvus]. Vilnius: VVTAT, 2025 [žiūrėta 2026-05-24]. Prieiga per internetą: <https://vvtat.lrv.lt>
8. HALDERMAN, J. D. Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service. 6th ed. Hoboken: Pearson Education, 2023. ISBN 978-0-13-543416-1.

9. TIAN, Z., et al. Fault Diagnosis Method for High-Pressure Common Rail Injector Based on IFOA-VMD and Hierarchical Dispersion Entropy. *Entropy*, 2019, vol. 21, no. 10, art. 923. ISSN 1099-4300. Available from: <https://doi.org/10.3390/e21100923>
10. KAO, M.-J., TIEN, D.-C., TING, C.-C., TSUNG, T.-T. Hydrophilic Characterization of Automotive Brake Fluid. *Journal of Testing and Evaluation*, 2006, vol. 34, no. 5, p. 400-404. ISSN 0090-3973. Available from: <https://doi.org/10.1520/JTE14254>
11. ŠARKAN, B., et al. Measurement of Brake Fluid Boiling Point. *Acta Tecnológica*, 2025, vol. 11, no. 2, p. 63-68. ISSN 2453-675X. Available from: <https://doi.org/10.2478/ata-2025-0016>
12. KOWALSKI, S. Analysis of Automotive Suspension System Failures and Reliability Evaluation: A Study Based on V-SIM Simulation. *Applied Sciences*, 2025, vol. 15, no. 2, art. 805. ISSN 2076-3417. Available from: <https://doi.org/10.3390/app15020805>
13. BARÁTH, B. The Effect of Poor Road Surfaces on Vehicle Suspension Geometry and the Misalignment of Setup Parameters. *International Journal of Automotive Science and Technology*, 2025, vol. 9, special issue, p. 28-34. ISSN 2587-1110. Available from: <https://doi.org/10.30939/ijastech..1766086>
14. LIETUVOS RESPUBLIKOS CIVILINIS KODEKSAS. Valstybės žinios, 2000, Nr. 74-2262 (su pakeitimais).
15. LIETUVOS RESPUBLIKOS VARTOTOJŲ TEISIŲ APSAUGOS ĮSTATYMAS. Valstybės žinios, 1994, Nr. 94-1833 (su pakeitimais).
16. LIETUVOS RESPUBLIKOS DARBUOTOJŲ SAUGOS IR SVEIKATOS ĮSTATYMAS. Valstybės žinios, 2003, Nr. 70-3170 (su pakeitimais).
17. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS APSAUGOS ĮSTATYMAS. Valstybės žinios, 1992, Nr. 5-75 (su pakeitimais).
18. LIETUVOS RESPUBLIKOS ATLIEKŲ TVARKYMO ĮSTATYMAS. Valstybės žinios, 1998, Nr. 61-1726 (su pakeitimais).
19. LIETUVOS RESPUBLIKOS PRIEŠGAISRINĖS SAUGOS ĮSTATYMAS. Valstybės žinios, 2002, Nr. 123-5518 (su pakeitimais).
20. SENTHONG, P., WITTAYASILP, S., LADONDU, K., NOOCHANA, K. Working Conditions and the Effect of Ventilation in Automobile Repair Shops. *Toxicology and Industrial Health*, 2025. ISSN 0748-2337. Available from: <https://doi.org/10.1177/07482337251324989>
21. LOTHROP, N., et al. Characterizing Full-Shift Worker Exposures to VOCs in Small-Sized Auto Repair Shops in the Tucson, Arizona, USA Metropolitan Area. *Scientific Reports*, 2025, vol. 15, art. 20382. ISSN 2045-2322. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08546-6>
22. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. 2006 m. gegužės 17 d. įsakymas Nr. D1-236 „Dėl Nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ [interaktyvus]. Žin., 2006, Nr. 59-2103 (su pakeitimais) [žiūrėta 2026-06-10]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt>
23. UAB „CREDITINFO LIETUVA“. Rekvizitai.lt – įmonių registro duomenų bazė [interaktyvus]. Vilnius, 2026 [žiūrėta 2026-06-10]. Prieiga per internetą: <https://rekvizitai.vz.lt>
24. MICKŪNAITIS, V., TILINDIS, V., VALIŪNAS, V. Automobilių transporto įmonių ir techninės priežiūros stočių technologinis projektavimas: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2009.
25. LIETUVOS RESPUBLIKOS DARBO KODEKSAS. TAR, 2016, Nr. 23709 (su pakeitimais).
27. MAHALE, Y., KOLHAR, S., MORE, A. S. A Comprehensive Review on Artificial Intelligence Driven Predictive Maintenance in Vehicles: Technologies, Challenges and Future Research Directions. *Discover Applied Sciences*, 2025, vol. 7, no. 4, art. 281. ISSN 3004-9261. Available from: <https://doi.org/10.1007/s42452-025-06681-3>
28. UÇAR, A., KARAKOSE, M., KIRIMÇA, N. Artificial Intelligence for Predictive Maintenance Applications: Key Components, Trustworthiness, and Future Trends. *Applied Sciences*, 2024, vol. 14, no. 2, art. 898. ISSN 2076-3417. Available from: <https://doi.org/10.3390/app14020898>
29. WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, S., GIEL, R., WINIARSKA, K. Digital Twin Approach for Operation and Maintenance of Transportation System—Systematic Review. *Sensors*, 2024, vol. 24, no. 18, art. 6069. ISSN 1424-8220. Available from: <https://doi.org/10.3390/s24186069>
30. HOFFMANN, C., PRILLA, M., WUNDRAM, K., EMMERMANN, B. Augmented Reality Guidance for Car Repairs: Immediate and Long-Term Effects. In: *Mensch und Computer 2021 – Tagungsband*. New York: ACM, 2021, p. 117-126. ISBN 978-1-4503-8645-6. Available from: <https://doi.org/10.1145/3473856.3473892>

DESIGN OF A PASSENGER CAR TECHNICAL MAINTENANCE STATION ON THE ŠIAULIAI–JONIŠKIS ROAD: TECHNOLOGICAL, STRUCTURAL AND ECONOMIC SOLUTIONS

Summary

The article presents the design of a passenger car maintenance station on the Šiauliai–Joniškis road. Market analysis (traffic of 5017 vehicles/day, fleet growth, limited competition) confirmed demand and justified a 3.46 ha plot. A service profile (fluid/filter replacement, tyre fitting, wheel alignment, A/C diagnostics) yielded 11553 man-hours/year, five posts and seven technicians. A 467.25 m² building, equipment, ventilation, heat-pump heating and a 60 kWp PV plant were

designed. An oil-filter removal tool was verified (93.04 MPa bending stress, safety factor 3.82, 810 N friction force exceeding the required 783 N tangential force). Total investment is EUR 667.19 thousand; payback ranges from 4.7 years at full capacity to 26.1 years at 85% utilisation.

Keywords: stechnical maintenance station; passenger cars; technological design; economic feasibility; service posts.