

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Jaka LEDINEK

**PRIPRAVA POVRŠINE IN NANOS KERAMIČNE  
ZAŠČITE NA OSEBNEM VOZILU**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Jaka LEDINEK

**PRIPRAVA POVRŠINE IN NANOS KERAMIČNE ZAŠČITE NA  
OSEBNEM VOZILU**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**SURFACE PREPARATION AND APPLICATION OF CERAMIC  
COATING ON A PERSONAL VEHICLE**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., za strokovno vodenje in podporo pri pripravi diplomskega dela.

Iskrena zahvala tudi moji družini za vso podporo in potrpežljivost skozi celoten študij in pri pisanju diplomskega dela. Vaša spodbuda in razumevanje sta mi pomenila neprecenljivo oporo pri doseganju tega pomembnega cilja.

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Jaka Ledinek, rojen 19. 4. 2002, v Slovenj Gradcu, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa avtoservisni menedžment, izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Priprava površine in nanos keramične zaščite na osebem vozilu* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala mag. Majda Marija Lesjak, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Jaka Ledinek.

Kraj in datum: \_\_\_\_\_

Lastnoročni podpis študenta/~~ke~~: \_\_\_\_\_

## **MENTORSTVO**

Diplomsko delo je zaključek višješolskega strokovnega študija, smer avtoservisni menedžment, opravljeno je bilo na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, je za mentorja diplomskega dela izbrala Dragana Gogića, mag. inž. metalurgije in materialov.

### **Komisija za oceno in zagovor:**

Predsednik: \_\_\_\_\_

Član/mentor: \_\_\_\_\_

Član: \_\_\_\_\_

Član/somentor: \_\_\_\_\_

Datum diplomskega izpita: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V diplomskem delu je obravnavana problematika priprave površine vozila in postopek nanosa keramične zaščite. Namen diplomskega dela je predstaviti natančen potek dela, ki vključuje dekontaminacijo laka in zaščito zunanjih površin avtomobila z uporabo sodobnih tehnik in materialov. V prvem delu so opisana teoretična izhodišča, ki so pomembna pri izvedbi del.

V drugem delu diplomske naloge sledi prikaz praktičnega dela, kjer najprej predstavim stanje vozila pred posegom in postopke dekontaminacije, kot so temeljito pranje in dekontaminacija laka. Nadaljujem z mehanskim poliranjem laka v več fazah (odstranjevanje mikroprask in povrnitev sijaja) in podrobnim opisom postopka nanosa keramične zaščite.

V zaključku je predstavljeno končno stanje laka vozila in izračun stroškov.

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	629.331(043.2)
KG	keramična zaščita, površina, nanos, osebno vozilo
AV	LEDINEK, Jaka
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	PRIPRAVA POVRŠINE IN NANOS KERAMIČNE ZAŠČITE NA OSEBNEM VOZILU
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XIII, 67 str., 5 tab., 57 sl., 10 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo zajema problematiko priprave površine in nanosa keramične zaščite na osebno vozilo. V prvem delu diplomske naloge so obravnavana teoretična izhodišča, ki jih moramo upoštevati pri delovnem procesu. V drugem, praktičnem delu pa je prikazan sam delovni proces, na koncu pa še finančni izračun.</i>

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 629.331(043.2)
- CX ceramic coating, surface, application, personal vehicle
- AU LEDINEK, Jaka
- AA GOGIĆ, Dragan (mentor)
- PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI SURFACE PREPARATION AND APPLICATION OF CERAMIC COATING ON A PASSENGER VEHICLE
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO XIII, 67 p., 5 tab., 57 fig., 10 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *The thesis addresses the issue of surface preparation and the application of ceramic coating on a passenger vehicle. The first part of the thesis covers the theoretical foundations necessary for the work process. The second, practical part presents the actual work procedure, followed by a financial cost analysis at the end.*

## KAZALO VSEBINE

ZAHVALA.....	II
IZJAVA O AVTORSTVU.....	III
MENTORSTVO.....	IV
POVZETEK.....	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	VII
KAZALO VSEBINE.....	VIII
KAZALO SLIK.....	XI
KAZALO TABEL.....	XIII
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA .....	1
2 PREGLED STANJA .....	2
2.1 TEORETIČNE OSNOVE IN IZHODIŠČA .....	5
2.2 POSTOPKI PRANJA IN ČIŠČENJA VOZILA .....	7
2.2.1 Ročno pranje.....	7
2.3 POSTOPKI ODSTRANITVE TRDOVRATNIH MADEŽEV .....	7
2.3.1 Čiščenje s čistilnim gnetilom (clay) .....	9
2.3.2 Čiščenje in nega plastičnih delov in tesnil .....	10
2.3.3 Čiščenje platišč .....	10
2.3.4 Čiščenje kroma .....	12
2.4 NEGA LAKA .....	12
2.4.1 Vpliv prask na laku .....	12
2.4.2 Pralne praske (»swirl marks«) .....	13
2.4.3 Zaščita laka po pranju vozila .....	13
2.4.4 Negovalna sredstva za lak.....	14
2.5 POLIRANJE.....	14
2.5.1 Polirni stroj .....	15
2.5.2 Vpliv na učinek poliranja .....	16
2.5.3 Polirna sredstva za profesionalno rabo .....	16
2.5.4 Polirna sredstva .....	16
2.5.5 Polirni nastavki.....	17
2.5.6 Brusne paste.....	18
2.5.7 Ovčja volna .....	18
2.5.8 Polirne blazine .....	19
2.6 POSTOPEK POLIRANJA .....	20
2.7 ZAŠČITA LAKA.....	21

2.7.1	Prozorna zaščitna folija (ppf).....	21
2.7.2	Voski in sealanti .....	21
2.7.3	Keramična zaščita .....	22
2.8	KERAMIČNI MATERIALI .....	23
2.9	KERAMIČNA ZAŠČITA NA LAKU VOZIL .....	24
2.9.1	Prednost keramične zaščite .....	25
2.9.2	Nanopremazi.....	26
2.9.3	Samoceljenje nanopremazov .....	27
2.9.4	Celjenje z mikrokapsulami (zbiralniki).....	27
2.9.5	Mikrožilni sistemi za celjenje .....	28
2.9.6	Notranje celjenje.....	28
2.10	VPLIV NA OKOLJE .....	29
2.10.1	Tveganje za uporabnika .....	29
3	POSTOPEK PRIPRAVE IN NANOSA KERAMIČNE ZAŠČITE .....	30
3.1	PREGLED IN OCENA LAKA VOZILA .....	30
3.1.1	Vrednotenje trenja na površini.....	34
3.1.2	Hidrofobnost vozila .....	36
3.1.3	Pranje vozila .....	37
3.1.4	Predpranje .....	38
3.1.5	Ročno pranje.....	39
3.1.6	Sušenje laka .....	41
3.1.7	Pregled površine laka .....	42
3.1.8	Odstranjevanje drevesne smole.....	43
3.1.9	Odstranjevanje zračne rje .....	44
3.1.10	Pregled površine laka .....	47
3.1.11	Odstranjevanje delcev s čistilnim gnetilom.....	48
3.1.12	Tristopenjsko poliranje.....	51
3.1.12.1	Prva polirna stopnja.....	51
3.1.12.2	Druga polirna stopnja.....	52
3.1.12.3	Tretja polirna stopnja.....	53
3.1	NANOS TEMELJNE KERAMIČNE ZAŠČITE .....	55
3.1.12	Nanos vrhnjega sloja keramične zaščite.....	59
3.1.13	Nanos keramične zaščite na stekla .....	59
3.1.14	Pregled in ocena površine .....	60
3.1.14.1	Vizualni pregled .....	60
3.1.14.2	Trenje površine.....	62
3.2.14.3	Odras nanosa keramične zaščite na stanju izpostavljenosti vozila v okolju .....	64
3.2	STROŠKI PRIPRAVE POVRŠINE IN NANOSA KERAMIČNE ZAŠČITE .....	64

<b>4 ZAKLJUČEK.....</b>	<b>66</b>
<b>5 VIRI.....</b>	<b>67</b>
<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Zbledeli lak zaradi izpostavitve UV-žarkom.....	2
Slika 2: Vodni madeži.....	3
Slika 3: Drevesna smola, ki se je trajno vpila v lak.....	3
Slika 4: Praske na površini laka.....	4
Slika 5: Oksidirani kovinski delci.....	5
Slika 6: Sestav triplastnega naliča.....	6
Slika 7: Sestav dvoplastnega naliča.....	6
Slika 8: Primer zračne rje na laku.....	8
Slika 9: Drevesna smola na laku vozila.....	9
Slika 10: Tehnika odstranjevanja tujkov na laku s pomočjo čistilnega gnetila.....	10
Slika 11: Čiščenje platišča.....	11
Slika 12: Reagiranje čistila za platišča s kovino.....	11
Slika 13: Pralne praske.....	13
Slika 14: Postopek poliranja.....	15
Slika 15: Polirna sredstva različnih struktur.....	17
Slika 16: Polirni nastavki.....	18
Slika 17: Polirni nastavek iz ovčje volne.....	19
Slika 18: Polirna blazina.....	19
Slika 19: Postopek nanosa prozorne zaščitne folije.....	21
Slika 20: Karnauba vosek.....	22
Slika 21: Delček keramičnega premaza.....	25
Slika 22: Postopek samoceljenja s tehnologijo mikrokapsul.....	28
Slika 23: Osebni avto Audi A3.....	30
Slika 24: Onesnaženost vozila z nesnago.....	31
Slika 25: Drevesna smola na površini vozila.....	32
Slika 26: Ptičji iztrebek na površini vozila.....	33
Slika 27: Ostanke mušic in drugih insektov na sprednjem odbijaču vozila.....	33
Slika 28: Postopek ugotavljanja hrapavosti.....	35
Slika 29: Vizualni pregled hidrofobnosti vetrobranskega stekla.....	36
Slika 30: Vizualni pregled hidrofobnosti boka vozila.....	37
Slika 31: Kemična reakcija čistilnega sredstva za platišča.....	38
Slika 32: Postopek predpranja.....	39
Slika 33: Vedri za ročno pranje vozila.....	40
Slika 34: Ročno pranje vozila.....	41
Slika 35: Sušenje vozila.....	42
Slika 36: Površina po pranju vozila.....	43
Slika 37: Nanos čistilnega sredstva za odstranjevanje drevesne smole.....	44
Slika 38: Zračna rja na laku vozila.....	45
Slika 39: Čistilno sredstvo za zračno rjo.....	46
Slika 40: Reakcija čistilnega sredstva z zračno rjo.....	47
Slika 41: Vizualni pregled laka.....	48
Slika 42: Mazalno sredstvo za čistilno gnetilo.....	49
Slika 43: Čistilno gnetilo.....	49
Slika 44: Postopek odstranjevanja delcev s čistilnim gnetilom.....	50

Slika 45: Popraskana površina laka .....	51
Slika 46: Nanos polirnega sredstva .....	52
Slika 47: Druga stopnja polirnega postopka.....	53
Slika 48: Tretja stopnja polirnega postopka .....	54
Slika 49: Pregled sijaja laka.....	55
Slika 50: Čistilo K2 Klinet .....	56
Slika 51: Nanos keramične zaščite na aplikator .....	57
Slika 52: Kemična reakcija keramične zaščite .....	58
Slika 53: Keramična zaščita CarPro Gliss .....	59
Slika 54: Nanos keramične zaščite na steklo.....	60
Slika 55: Vizualni pregled hidrofobnosti laka po nanosu keramične zaščite .....	61
Slika 56: Sijaj vozila po nanosu keramične zaščite .....	62
Slika 57: Postopek ugotavljanja hrapavosti po nanosu keramične zaščite .....	63

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Vpliv na učinek poliranja.....	16
Tabela 2: Primerjava produktov za zaščito laka .....	23
Tabela 3: Rezultati meritve hrapavosti .....	35
Tabela 4: Rezultati meritve hrapavosti po nanosu keramične zaščite .....	63
Tabela 5: Stroški priprave površine in nanosa keramične zaščite .....	64

# **1 UVOD**

## **1.1 OPREDELITEV PROBLEMA**

Kakovostna priprava površine laka in pravilna uporaba keramičnega sredstva sta ključna koraka pri zagotavljanju dolgotrajnega estetskega videza vozila in njegove odpornosti na vsakodnevne zunanje vplive. Glavni problem se pojavi pri pomanjkanju ustreznega poznavanja tehnik priprave površine in pravilne aplikacije keramične zaščite, kar vodi do slabših rezultatov, kot so neenakomeren nanos, slab oprijem keramične zaščite ter krajša življenjska doba.

## **1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA**

Namen diplomskega dela je podrobno prikazati postopek priprave površine in nanos keramične zaščite na osebno vozilo, s poudarkom na doseganju visoke kakovosti končnega videza in odpornosti vozila. Stroški izvedbe keramične zaščite ne smejo presegati razpoložljivih sredstev – 700 €.

Cilj diplomske naloge je razviti optimalen postopek priprave površine in nanosa keramične zaščite na vozilo, kar prispeva h kvalitetnejši zaščiti in boljšemu videzu vozila.

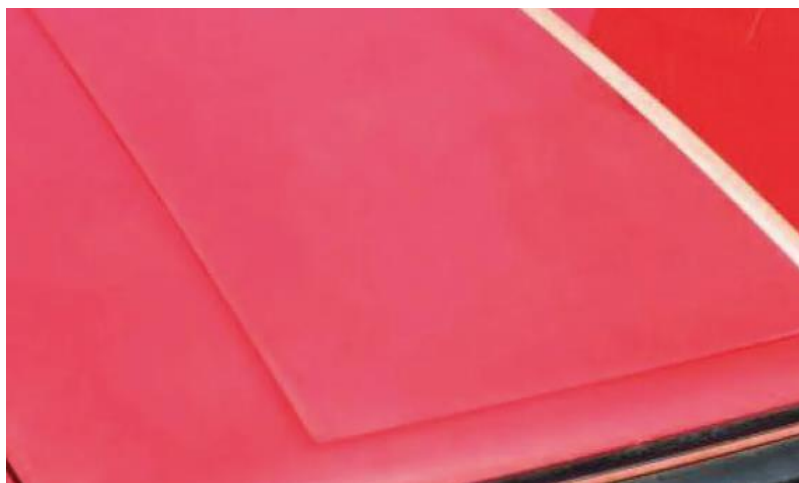
## 2 PREGLED STANJA

Da bi dosegli ustrezno ohranitev površinskega laka avtomobila, je zelo pomembno razumevanje vplivnih dejavnikov, ki le-tega poškodujejo. Prav tako moramo poznati in obvladati ustrezna sredstva, ki služijo namenom zaščite laka.

V diplomski nalogi sem predstavil postopek priprave površine in nanos keramične zaščite na osebno vozilo, s čimer želim povečati vzdržnost in odpornost obstoječega laka ter doseči učinek trajnosti. Izvedba zaščite pomeni določen strošek, vendar je glede na nenehno prisotnost nepredvidenih pojavov zunanjih dejavnikov, ki lahko poškodujejo lak, izvedba postopka smiselna. Stanje osebnega avtomobila, na katerem so vidne določene oblike površinskih poškodb laka pred izvedbo postopka priprave in nanosa keramične faze, prikazuje slika 1.

Primer: Na vozilu so vidne dolgotrajne posledice izpostavljenosti sončnim UV-žarkom, ki povzročijo postopno bledenje barve in izgubo sijaja. Površina laka je matirana, kar nakazuje na oksidacijo ter pomanjkanje zaščite laka.

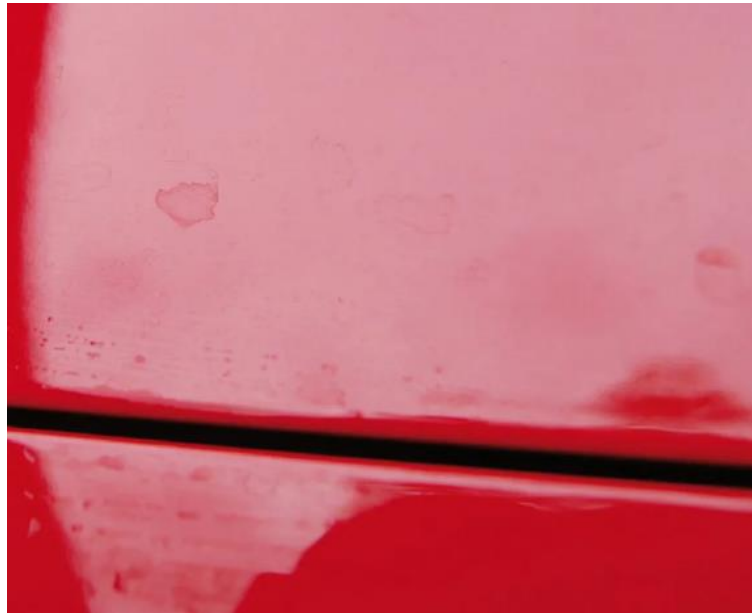
Slika 1: Zbledeli lak zaradi izpostavitve UV-žarkom



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

Primer: Z nanosom kakovostne keramične zaščite lahko na učinkovit način preprečimo pojav vodnih madežev (slika 2), saj le-ta ustvari hidrofobno plast, ki preprečuje zadrževanje vodnih kapljic na površini laka.

Slika 2: Vodni madeži



(Dom Colbeck, 2017)

Keramična zaščita zmanjša oprijem agresivnih organskih snovi, kot je drevesna smola (slika 3). Zaradi gladkejšega in bolj hidrofobnega sloja smola ne more prodreti v lak in povzročiti kemičnih poškodb.

Slika 3: Drevesna smola, ki se je trajno vpila v lak



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

Čeprav s keramično zaščito ne moremo popolnoma preprečiti nastanka globljih prask, saj gre za grobe mehanske poškodbe, lahko z njo občutno zmanjšamo nastanek prask (slika 4).

Slika 4: Praske na površini laka



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

Na laku vozila se pogosto nabirajo drobni kovinski delci, kot so zavorni prah in podobno, ki se zaradi vročine ali vlage zažgejo v lak vozila in nato oksidirajo. To vodi do nastanka trdovratnih rjavih pik, ki jih s težavo odstranimo. Keramična zaščita deluje kot kemično odporna pregrada, ki preprečuje neposreden stik teh delcev z lakirano površino in s tem tudi njihovo vžiganje ter oksidacijo (slika 5). Poleg tega olajša redno čiščenje in odstranjevanje tovrstnih kontaminacij.

Slika 5: Oksidirani kovinski delci



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

## 2.1 TEORETIČNE OSNOVE IN IZHODIŠČA

### 2.1.1 Avtomobilski lak

Avtomobilski lak, znan tudi kot nalič, je čvrsta in tanka prevleka, ki nastane po ličenju (nanašanju naliča na leseno, kovinsko ali drugačno podlago). Lak sestavlja več plasti, ki se delijo na več slojev, ki so lahko sestavljeni iz več nanosov.

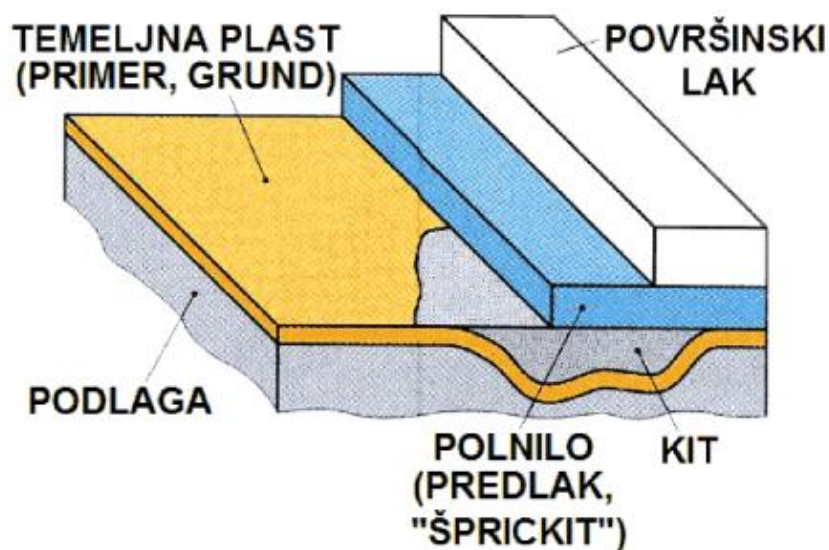
Poznamo:

#### TRIPLASTNI NALIČ

Kot lahko vidimo na sliki 6, ga sestavljajo:

- temeljna plast,
- polnilo,
- površinski lak.

Slika 6: Sestav triplastnega naliča



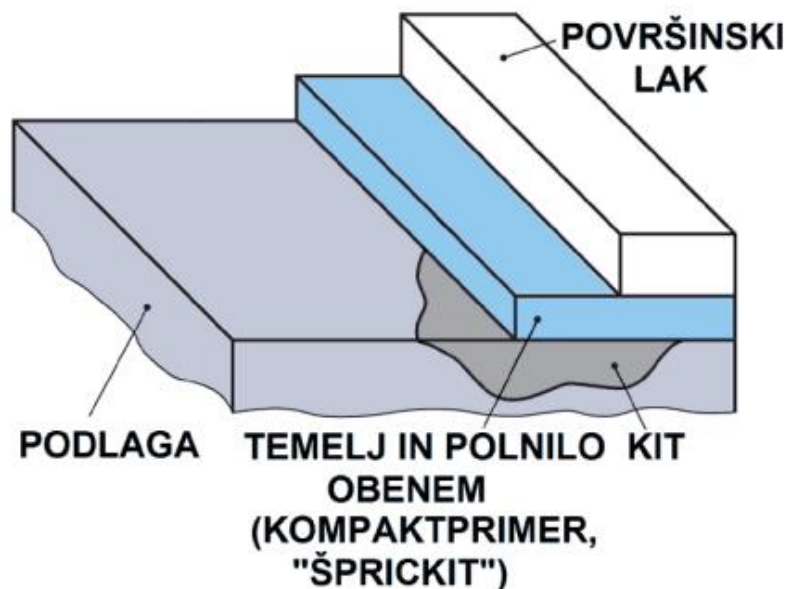
Vir: (Humski, in drugi, 2019)

DVOPLASTNI NALIČ nam prikazuje slika 7. Sestavljajo ga:

- temelj in polnilo,
- površinski lak

(Humski, in drugi, 2019).

Slika 7: Sestav dvoplastnega naliča



Vir: (Humski, in drugi, 2019)

## 2.2 POSTOPKI PRANJA IN ČIŠČENJA VOZILA

Pranje vozila je osnova za vse nadaljnje postopke nege. Nadaljnji postopki obdelave laka brez predhodne popolne čistoče površine niso smiselni, saj lahko morebitni tujki poškodujejo lak (Fischer Richard, 2012).

### 2.2.1 Ročno pranje

Če je ročno pranje izvedeno s pomočjo gobice ali krtače, je zelo nežno za lak, ob uporabi velikih količin vode in pogostem pranju gobice.

Uporablja se avtošampon, ki vsebuje dodatke, kot so voski in silikonska olja, ki lak za nekaj časa ščitijo pred vremenskimi vplivi in zagotavljajo dodaten sijaj. Neprimerna čistilna sredstva, kot so npr. gospodinjska čistila, lahko odstranijo zaščito.

Pred pranjem vozila moramo odstraniti prstane, ure in kovinske zaponke na pasovih, da se izognemo morebitnim nastankom prask. Vozila ne peremo na direktnem soncu, saj lahko nastanejo razpoke in madeži na laku.

Umazanijo je treba najprej namočiti z vodo in jo nato s precej vode in malo pritiska sprati od zgoraj navzdol. Z obilno količino vode speremo vozilo, da se zrna peska in prah ne zadržijo na površini in ne povzročijo prask.

Najprej površino laka premažemo s pralno gobo in avtošamponom. Avtošampon reagira z umazanijo in preprečuje nadaljnje vezanje nesnage z lakom.

Najbolj umazane dele vozila, kot so pragovi in kolesa, vedno operemo zadnje. Priporočljiva je uporaba druge pralne gobe. Pralno gobo pogosto operemo v vedru s čisto vodo, da se nesnaga ujame v vodi. Tako preprečimo praske, ki jih povzroča pesek, ki se ujame na pralno gobo. Nato z obilo vode speremo vozilo od zgoraj navzdol, preden se pena posuši na laku (Fischer Richard, 2012).

Ob sušenju vozila na zraku pogosto ostanejo madeži od vodnega kamna. Ti so težko odstranljivi in uničijo končni videz vozila. Metoda, ki se najpogosteje uporablja, je sušenje s krpo. Celotno vozilo prebrišemo s krpo, da je popolnoma suho. Za nadaljnje postopke korekcije laka je priporočljivo, da s stisnjenim zrakom spihamo zareze, v katerih se skriva voda, in da vozilo ni neposredno izpostavljeno sončni svetlobi (Pursuit, 2023).

## 2.3 POSTOPKI ODSTRANITVE TRDOVRATNIH MADEŽEV

Po pranju je treba trdovratno umazanijo, kot so rje zaradi onesnaževal, madeži smole ali insekti, odstraniti s posebnimi čistili.

### Zračna rja

To so majhni delci rje, ki oksidirajo v stiku z vlago in se pritrdijo na lak vozila. Pritrdijo se tudi

na plastične površine, krom in steklo. Ker so trdno pritrjeni na površino, jih je težje odstraniti. Pri odstranitvi uporabimo samo za to namenjena sredstva, ki ohranijo lak in odstranijo zračno rjo, ki nam jo prikazuje slika 8 (Fischer Richard, 2012).

Slika 8: Primer zračne rje na laku



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

**Madeži smole:** Drevesna smola je lepljiva snov, ki je znana po svojem trdovratnem obstoju na laku, kot je prikazano na sliki 9. Smola laka ne poškoduje, do poškodbe pa lahko pride ob nepravilnem odstranjevanju smole. Za odstranitev uporabljamo močnejša čistila in čistilna gnetila (Dom Colbeck, 2017).

Slika 9: Drevesna smola na laku vozila



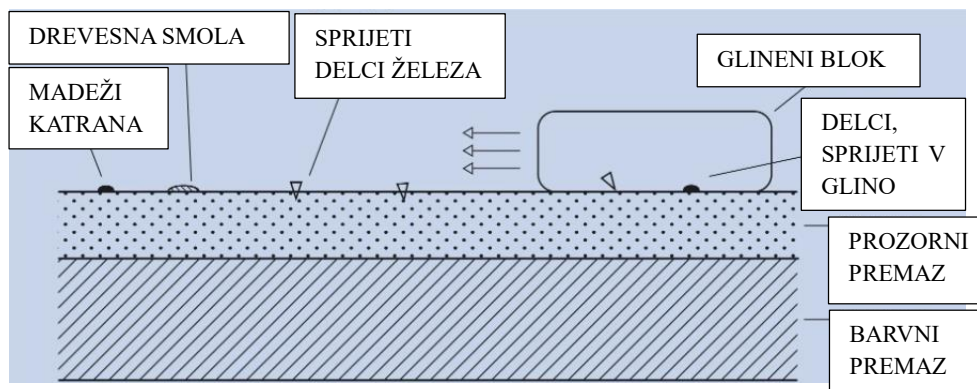
Vir: (Dom Colbeck, 2017)

**Insekti:** Sprednji dela vozila so pogosto izpostavljeni insektom, še posebej pri večjih hitrostih. Ko se insekt na laku posuši, je lahko zelo trdovraten za odstranitev. Najboljši nasvet je, da se insekti z laka odstranijo čim prej, preden se popolnoma posušijo na površino. Uporabimo namensko čistilo ali čistilno gnetilo (Dom Colbeck, 2017).

### 2.3.1 Čiščenje s čistilnim gnetilom (clay)

Za odstranjevanje trdovratnih usedlin na laku, kot so ostanki insektov, zračna rja, drevesna smola in druge trdovratne umazanije, uporabljamo čistilno gnetilo. Čistilno gnetilo vpije nečistoče in jih zajame vase (slika 10). S tem pusti za sabo čisto površino in se konstantno prilagaja površini. Čistilnega gnetila nikoli ne uporabljamo na suhi površini, ampak kot mazivo in zmanjševalec trenja uporabimo čistilec za stekla ali temu namenjena mazila (Fischer Richard, 2012).

Slika 10: Tehnika odstranjevanja tujkov na laku s pomočjo čistilnega gnetila



(Dom Colbeck, 2017)

### 2.3.2 Čiščenje in nega plastičnih delov in tesnil

Nepobarvani plastični deli na zunanosti vozila postanejo z leti sivi in neprivlačni zaradi vremenskih vplivov in okolja. Čistila za plastiko oživijo zbledelo barvo in ščitijo plastične dele pred lomljenjem. Čistila imajo dobro UV-zaščito, kar pomaga pri bledenju plastičnega dela in ustvari antistatičen učinek, ki prepreči, da se plastični del elektrostatično napolni in privlači prah in umazanijo. Gumijasta tesnila na vratih in oknih se med pranjem očistijo s suho krpo in premažejo s sredstvom za nego gumijastih delov. Tako se ohrani elastičnost gume in preprečuje puščanje (Fischer Richard, 2012).

### 2.3.3 Čiščenje platišč

Različni vremenski vplivi in nesnaga s cestišča močno vplivajo na aluminijasta platišča, zato so zaščiteni z večslojnim lakom. Če pride po poškodbe laka, se na platiščih v kratkem času pojavi korozija, kar povzroči neprivlačen videz. Vroč zavorni prah se lahko zažre v površino platišča in ustvari majhne luknjice. Kovine, ki so prisotne v zavorni oblogi, na površini platišča oksidirajo in povzročijo kontaktno korozijo. V primeru, da korozija pronica skozi lak, je škoda popravljiva le z novim lakiranjem. Platišča je priporočljivo čistiti vsake dva do štiri tedne z namenskimi čistili (slika 11).

Slika 11: Čiščenje platišča



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

**Čistila, ki vsebujejo kisline:**

Čistila, ki vsebujejo kisline, uporabljamo pri trdovratnejših umazanijah, saj dosegajo zelo dober čistilni učinek. So agresivna in niso primerna za redno uporabo. Posebej moramo biti pozorni, da lak ni poškodovan, saj kislina reagira s kovino, kot je prikazano na sliki 12, zato nekateri proizvajalci vozil prepovedujejo uporabo čistil za platišča s kislino.

Slika 12: Reagiranje čistila za platišča s kovino



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

### **Čistila, ki ne vsebujejo kisline:**

Čistila, ki ne vsebujejo kisline, so manj agresivna, imajo slabšo čistilno moč in so primernejša za pogosto uporabo (Fischer Richard, 2012).

#### **2.3.4 Čiščenje kroma**

Kromirani deli vozila dajejo vozilu poseben videz, vendar so občutljivi na različne vrste poškodb, kot so vodni madeži, rja in praske, še posebej če niso redno vzdrževani. Pri čiščenju je pomembno, da uporabimo mehko mikrovlakensko krpo z avtošamponom. Po pranju je potrebno dobro posušiti površino, da ne nastanejo vodni madeži. Če je površina motna, uporabimo kvalitetno polirno pasto. Če je površina dobro ohranjena, uporabimo fino polirno pasto, če pa je zdelana, pa grobo. Po pranju in poliranju je priporočljivo površino še zaščititi. Uporabimo lahko vosek ali keramično zaščito za dolg sijaj in atraktiven videz (Taylor, 2022).

## **2.4 NEGA LAKA**

Cilj nege in obnove laka je doseči čim bolj dolgotrajen globok sijaj lakirane površine. Za popolne rezultate pri negi in obnovi laka je treba razumeti povezavo med hrapavostjo površine, sijajem in uporabo ustreznega polirnega sredstva.

### **Sijaj**

Sijaj je optična lastnost površine, ki usmerjeno odbija svetlobo. Pri kovinskih površinah, ki so polirane in zato visoko sijajne, je odbojni kot svetlobe enak vpadnemu (kot sijaja).

### **Barvni pigmenti**

Pri lakiranju pigmenti, ki se nahajajo pod površino, absorbirajo del svetlobe in s tem ustvarijo barvo. Drugi del svetlobe se odbija in tako ustvari sijaj.

Ko vremenski vplivi izpostavijo pigmente in polnila v laku, postane površina motna (»mat«), saj se svetloba odbija v različnih smereh in tako difuzno reflektira. Enak učinek povzročajo majhne praske na površini, saj se svetloba odbija v več smereh. Bolj kot je površina gladka, več svetlobe se odbija v isto smer (Fischer Richard, 2012).

#### **2.4.1 Vpliv prask na laku**

Praske naredijo temno površino svetlejšo. Svetloba se v primeru praske manj lomi v zraku in tako pride do močnega razprševanja svetlobe, kar povzroči, da praska izgleda bela. Praske s prostim očesom ne opazimo, če je karoserija mokra ali voskana, saj je lom svetlobe zelo majhen in površina izgleda sijoča. Ta videz ni trajen, saj se voda posuši in vosek čez čas obrabi. Cilj vsake sanacije laka mora biti čimbolj zgladiti površino in odstraniti praske. Nato je treba površino ustrezno zaščititi, da preprečimo nadaljnje razgradnje laka, ki pripeljejo do zmanjšanja sijaja. Moramo pa upoštevati, da se z voskanjem prvotni sijaj laka nekoliko zmanjša (Fischer Richard, 2012).

## 2.4.2 Pralne praske (»swirl marks«)

Najpogostejši tip prask na vozilu so pralne praske (slika 13). To so na majhne paske, ki so globoke nekaj mikronov in nastanejo ob vsakem kontaktu pralne gobe pri pranju vozila. Nastanejo s pomočjo manjših kamenčkov in drugih trdih snovi, ki so trdnejše od laka in povzročajo praske, ko jih ob pranju vlečemo po površini. Nastajanje prask se lahko zmanjša ob dobri odstranitvi nesnage pred kontaktnim pranjem s pralno gobo in ob rednem namakanju pralne gobe. Pomembno je vedeti, da četudi pri pranju uporabljamo ravne gibe, se te praske ne dajo preprečiti, saj bodo ravne praske videti vrtnčaste, ko se radialni vir svetlobe (sonce) odbije od površine (Dom Colbeck, 2017).

Slika 13: Pralne praske



Vir: (Colbeck, 2017)

## 2.4.3 Zaščita laka po pranju vozila

Po pranju vozila je treba lak zaščititi. V primeru, da je lak poškodovan, je potrebna obdelava laka s čistili ali poliranje površine. Da izberemo ustrezna sredstva, je potrebna ocena laka z enostavnimi metodami.

**Vizualni pregled:** Pod sončno svetlobo so praske vidne kot bele črte zaradi lomljenja svetlobe na robovih prask. Poškodovan lak izgubi svoj sijaj, lahko celo matira.

**Test z vodo:** Test z vodo naredimo tako, da vodo vlijemo na površino in opazujemo, kako se obnaša. Če voda tvori okrogle kapljice, je lak dobro zaščiten, pri poškodovanem laku pa se kapljice razlezejo.

**Test z nohtom:** Po površini podrgnemo z nohtom in lahko glede na upor presodimo, ali je površina gladka ali je potrebna nege.

Upoštevati moramo tudi to, da lahko vosek prekriva slabše ohranjeno površino, zato ga je potrebno pred oceno laka odstraniti (Fischer Richard, 2012).

#### **2.4.4 Negovalna sredstva za lak**

Za obdelavo površin so na voljo številna sredstva. Delimo jih na potrošniška in profesionalna. Potrošniška so enostavna za uporabo in jih lahko uporablja vsak posameznik. Profesionalna sredstva so veliko učinkovitejša, vendar lahko prinesejo tveganje pri nepravilni uporabi na površini. Ločimo med polirnimi in konverzacijskimi negovalnimi sredstvi za lak.

Čistila za lak imajo močan abrazivni učinek, saj agresivna polirna sredstva prodrejo v pore laka in odstranijo umazanijo. Po tem postopku je nujna zaščita z voskom.

Pri poliranju matiranih površin se uporabljajo polirna sredstva, ki vsebujejo različne deleže abrazivnih in konzervacijskih sredstev. Izbira polirnega sredstva je pomembna, saj se mora ustrezno uskladiti z zahtevami za zaščito in obnovo površine.

Poliranje s konzervativnimi sredstvi omogoča, da se lakirano površino zaščiti hkrati s poliranjem. Rezultati konzervativnega poliranja niso tako kakovostni kot rezultati večstopenjskega poliranja s posebno zaščito.

Nanopoliranje uporablja zelo majhne polirne delce, ki omogočajo vrhnji plasti, da se odstrani in razkrije nepoškodovan lak.

Konzervacijska sredstva ščitijo lak, krom in aluminijaste dele. Kakovostna konzervativna sredstva vsebujejo silikone in naravne voske za zaščito površine za več mesecev.

Uporabljeni izdelki morajo čim manj odstranjevati obstoječo plast laka. Polirno sredstvo lahko odstrani tudi do 5 mikronov laka, odvisno od abrazivnosti. Pri starejših vozilih je priporočeno, da se izmeri debelina laka (Fischer Richard, 2012).

## **2.5 POLIRANJE**

Poliranje je eden izmed pomembnejših postopkov pri obnavljanju napak na laku, prikazan na sliki 14. Površine lahko poliramo ročno in strojno. Da preprečimo poškodbe laka pri poliranju, so potrebna osnovna znanja o uporabljenih sredstvih in strojih.

Med postopkom poliranja se površina brusi in gladi, kar odstrani zgornji ("mrtev") lak. Manjše praske se odstranijo tako, da se z brušenjem med poliranjem odstrani lak do globine praske. Ta postopek seveda omejuje debelina samega laka, saj lahko s prekomernim odstranjevanjem materiala lak prebrusimo do polnila. Priporočeno je pred poliranjem izmeriti debelino plasti (Fischer Richard, 2012).

Slika 14: Postopek poliranja



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

### 2.5.1 Polirni stroj

Postopek poliranja se običajno izvaja s pomočjo polirnega stroja. Polirni stroj mora imeti zadosti veliko moč za učinkovito odstranjevanje laka. Polirni stroji brez ekscentra morajo biti vsaj 1000-vatni, medtem ko pri ekscentričnih strojih zadostuje tudi 200 vatov. Pomembno je, da s polirnim strojem dosežemo zadostno vrtilno moč in hitrost vrtenja. Uporabljamo polirne diske med 80 in 180 mm.

Glede na gibanje polirnega diska ločimo:

- rotacijske polirne stroje,
- ekscentrične polirne stroje,
- ekscentrične polirne stroje z menjalnikom.

Kotni polirni stroji brez ekscentra imajo visoko zmogljivost poliranja. Njihova hitrost je med 800 in 2000 vrt/min. Hitrost vrtenja je nižja od rotacijskih polirnih strojev.

Polirni učinek ekscentričnega polirnega stroja je manjši kot pri kotnem polirnem stroju brez ekscentra. S tem preprečimo nastanek hologramov. Ekscentrični polirni stroji se praviloma uporabljajo za zadnji polirni korak.

Za ekscentrični polirni stroj z zobniškim prenosom je značilno, da je ekscentričnemu gibanju dodano vrtenje, ki doseže velik polirni učinek in prepreči holograme (Fischer Richard, 2012).

## 2.5.2 Vpliv na učinek poliranja

Vplivi na učinek poliranja so zbrani v tabeli 1.

Tabela 1: Vpliv na učinek poliranja

<b>VISOKA ZMOGLJIVOST ODSTRANJEVANJA</b>	<b>NIZKA ZMOGLJIVOST ODSTRANJEVANJA</b>
Visoka hitrost vrtenja polirnega stroja.	Nizka hitrost vrtenja polirnega stroja.
Manjši premer polirne plošče.	Večji premer polirne plošče.
Uporaba rotacijskega ali ekscentričnega polirnega stroja z menjalnikom.	Uporaba ekscentričnega stroja.
Polirno ploščo malenkost nagnemo.	Polirno ploščo držimo ravno.
Uporabimo polirne plošče iz jagnječe volne ali trde polirne gobice.	Uporabimo zelo mehke in fine polirne gobice.
Uporabimo brusilno sredstvo z visoko zmogljivostjo odstranjevanja.	Uporabimo fino polirno sredstvo.
Visok pritisk na površino.	Nizek pritisk polirnega stroja.

Vir: (Fischer Richard, 2012)

## 2.5.3 Polirna sredstva za profesionalno rabo

Glede na stanje površine, ki jo je treba spolirati, moramo izbrati pravo napravo, sredstvo in pravilen nastavek za poliranje. Odvisno od same površine, se bo postopek izvajal z različnimi polirnimi pastami v več stopnjah. Velja, da bolj groba, kot je polirna pasta, bolj groba so zrnca v njej, kot na primer granulacija brusilnega papirja. Bolj kot je polirna pasta fina, bolj je gladka njena površina. Grobost polirnega sredstva lahko ugotovimo tako, da polirno pasto podrgnemo med prsti.

Polirna sredstva se razlikujejo po zmogljivosti odstranjevanja materiala in po stopnji sijaja, ki ga je mogoče doseči. Ker iz oznak pogosto ne moremo jasno razbrati, kakšna je zmogljivost odstranjevanja, je lahko natančnejša informacija podatek o tem, katere vrste prask (označene s P) lahko sredstvo odstrani. To pomeni, da npr. oznaka P1000 pomeni zelo močno polirno moč (Fischer Richard, 2012).

## 2.5.4 Polirna sredstva

Glede na stanje površine, ki jo je treba obdelati, je treba izbrati pravo polirno napravo, ustrezno polirno sredstvo in polirni nastavek.

Potrebno je uporabljati različne polirne paste (slika 15), kar je primerljivo z različnimi zrnatostmi brusilnih papirjev. Polirno sredstvo z grobo strukturo bo odstranilo več laka, polirno sredstvo s fino strukturo pa manj laka.

Glede na stanje laka je potrebno izbrati pravo polirno sredstvo. Vedno najprej poskusimo s fino polirno pasto, da preverimo, če lahko odstrani praske. Pravilno polirno sredstvo je tisto, ki komaj še odstrani obstoječe praske z laka. Zelo groba polirna sredstva puščajo praske, ki jih je treba odstraniti s finejšim polirnim sredstvom. To povzroči še večje odstranjevanje laka (Fischer Richard, 2012).

Slika 15: Polirna sredstva različnih struktur



Vir: (SprayWare, 2024)

## 2.5.5 Polirni nastavki

Pri profesionalnem obnavljanju laka se polirni nastavki nanašajo na polirne blazinice (slika 16), ki so praviloma iz ovčje volne ali redkeje iz filca. Polirna blazinica se pritrdi na polirni krožnik. Delimo jih glede na polirno zmogljivost različnih materialov. Filc ima največji polirni učinek in ob uporabi ustvari veliko toplote. Ob nepravilni uporabi lahko pride tudi do nastajanja hologramov, zato takšne polirne nastavke danes redko uporabljamo (Fischer Richard, 2012).

Slika 16: Polirni nastavki



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

### 2.5.6 Brusne paste

Brusne paste so izjemno bogate z abrazivnimi sredstvi. Primerne so za hujše poškodbe laka, kot so močne praske, odrgnine, matiran lak, lakirne kapljice, madeže, ki so nastali od drevesne smole, ptičjega iztrebka in zasušenih žuželk na laku (Fischer Richard, 2012).

.

### 2.5.7 Ovčja volna

Ovčja volna je primerna za grobo brušenje in ima močan brusilni učinek, saj daljša vlakna lahko absorbirajo več polirnega sredstva, kar prikazuje slika 17. Poleg tega ustvarja malo toplote, zato jo lahko uporabljamo tudi za poliranje lakiranih plastičnih delov. Zaradi uporabe pri grobem brušenju lahko nastanejo tudi hologrami. Po končanem postopku je treba ovčjo volno napeti nazaj na polirni krožnik, da se ne deformira (Fischer Richard, 2012).

Slika 17: Polirni nastavek iz ovčje volne



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

### 2.5.8 Polirne blazine

Polirne blazine se razlikujejo po brusilni zmogljivosti, od trdih do mehkih. O brusnem učinku blazinic odločata trdota in finost strukture pene. Običajno so v različnih barvah, da jih je mogoče vizualno razlikovati (slika 18) (Fischer Richard, 2012).

Slika 18: Polirna blazina



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

## 2.6 POSTOPEK POLIRANJA

Čiščenje pred poliranjem: Vse površine temeljito operemo. Vodo, ki se nabere na kromiranih delih in tesnilih iz gume, odpihnemo z uporabo stisnjenega zraka, da je vozilo popolnoma suho in ne pride do nastanka črt in madežev.

Maskiranje: Vsa gumijasta tesnila in letvice je potrebno prekriti z maskirnim trakom, saj je kasnejše čiščenje gumijastih tesnil precej zamudno.

Nanašanje polirnega sredstva: Za poliranje izberemo območje v velikosti približno 50 cm x 50 cm, ki ga je možno obdelati brez spreminjanja položaja telesa. Polirno sredstvo se enakomerno v tankem sloju razporedi po celotni površini rahlo navlažene polirne gobice. Slabo drsenje na mestih, kjer ni polirnega sredstva, lahko povzroči mikroprasko na laku. Polirno sredstvo moramo dobro razporediti na obdelovalno površino, tako da s polirno gobico na nekaterih mestih rahlo pritismo na lak in točkovno razporedimo polirno sredstvo. Tako bo celotna obdelovalna površina prekrita s polirnim sredstvom in bomo enakomerno odstranjevali material. Poliranje: Najprej nastavimo pravilno hitrost na polirnem stroju. Polirno blazino postavimo ravno na obdelovalno površino in začnemo s poliranjem. Polirni stroj počasi pomikamo po površini, dokler je vidna le še tanka plast polirnega sredstva. Vedno poliramo v krožnem gibu, ki se ob vsakem krogu malenkost prekriva. Poliranje na enem mestu lahko uniči končen rezultat. Postopek poteka praviloma v dveh ali treh stopnjah. Po vsakem poliranju se odstranijo ostanki polirnega sredstva z mikrovlakensko krpo. Za vsako stopnjo poliranja uporabimo drugo mikrovlakensko krpo, saj tako preprečimo opraskanje polirne površine.

Poznamo 3 stopnje poliranja.

1. stopnja – visoko odstranjevanje: Pri poliranju uporabimo grobo polirno sredstvo, polirna blazinica mora biti trda in groba. Uporabimo rotacijski polirni stroj s hitrostjo približno 800 vrt/min, s katerim pritismo na površino z največ 10 kg pritiska. Poliramo s hitrostjo približno 30 s/m<sup>2</sup>.
2. stopnja – ustvarjanje sijaja: Uporabimo fino polirno sredstvo z mehko in fino polirno gobico. Uporabimo rotacijski polirni stroj z vrtilno hitrostjo 1200 vrt/min. Pritisk poliranja je nizek, približno 1 do 2 kg. Polirna hitrost je 60 s/m<sup>2</sup>.
3. stopnja – odstranjevanje morebitnih hologramov in mikroprask: Pri postopku uporabimo zelo fino polirno sredstvo z mehko in fino polirno blazinico. Za to stopnjo ja najbolje uporabiti ekscentrični polirni stroj s hitrostjo 1200 vrt/min. Pritisk poliranja mora biti nizek, približno 1 do 2 kg s polirno hitrostjo 60 s/m<sup>2</sup> (Fischer Richard, 2012).

## 2.7 ZAŠČITA LAKA

### 2.7.1 Prozorna zaščitna folija (ppf)

Prozorna zaščitna folija je prozoren in fleksibilen vinilni sloj, ki se nanese na podoben način kot nalepka, vendar je njena aplikacija zelo zahtevna. Postopek aplikacije prozorne zaščitne folije je viden na sliki 19. Zaščitno folijo lahko računalniško izrežemo, da se popolnoma prilega obliki vozila. Ko je nameščena, ponuja odlično odpornost na zunanje vplive, kot so odrgnine, kamenčki in druge mehanske poškodbe. To je idealna rešitev za voznike, ki veliko časa vozijo po makadamskih cestah in avtocestah. Zaradi svoje debeline lahko absorbira manjše udarce in zmanjšuje škodo na površini. Prozorna zaščitna folija ima sicer veliko prednosti pred drugimi načini zaščite, vendar je dražja, občutljiva je na umazanijo in madeže in zahteva redno pranje. Življenjska doba te zaščite je približno 7–10 let. Po tem obdobju se folija odstrani, saj se lahko sprime z lakom in je njeno odstranjevanje težavno ter lahko poškoduje lak (Stellar Finish, 2024).

Slika 19: Postopek nanosa prozorne zaščitne folije



Vir: (Stellar Finish, 2024)

### 2.7.2 Voski in sealanti

V svetu avtokozmetike se beseda vosek uveljavlja kot naravni izdelek, narejen iz naravnih sestavin, kot sta čebelji in karnauba vosek, ki je prikazan na sliki 20. Po drugi strani se beseda *sealant* nanaša na sintetične zaščitne izdelke, običajno na osnovi polimerne ali kristalne tehnologije, ki se nanesejo v tekoči obliki. Seveda obstajajo tudi naravni voski v tekoči obliki, ki vsebujejo sestavine, ki jih najdemo v *sealantih*, prav tako lahko tudi *sealanti* vsebujejo naravni karnauba vosek. Na trgu je na voljo veliko izdelkov, ki združujejo pomemben delež naravnih in sintetičnih sestavin. Tem izdelkom pravimo hibridi, saj združujejo lastnosti voskov in *sealantov*.

Slika 20: Karnauba vosek



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

Voski dajejo površini topel videz in so relativno enostavni za aplikacijo, vendar so slabše obstojni in vzdržljivi. Površino ščitijo tako, da delujejo kot žrtveni sloj, ki nase veže onesnaženje. Po drugi strani imajo sealanti čist, hladnejši videz ter ponujajo dobro obstojnost, vendar so zahtevnejši za nanos. Namesto da vpijajo nesnago, jo odbijajo. Hibridi združujejo dobre značilnosti obeh produktov.

### 2.7.3 Keramična zaščita

Keramični premaz ali keramična zaščita je tekoč polimer, ki je nanesen na zunanost vozila. Gre za dolgoročno nanoskopično zaščito, ki ščiti lak vozila pred zunanjimi vplivi. Načeloma je nanesena ročno in se vtire v zgornjo plast laka ter pomeni dodatno hidrofobično zaščito. Večina keramičnih zaščit se lahko nanaša v več slojih, kar lahko pomaga pri enakomerni porazdelitvi slojev in doda dodatno debelino. Smiselno jo je nanesti v največ treh ali štirih slojih, saj več slojev nima več učinka. Silikonski dioksid ( $\text{SiO}_2$ ) je pogosta komponenta v keramičnih premazih in je pridobljen iz naravnih elementov, kot sta kremen in pesek. Kot dodatni trdilni agent pa se lahko doda titanov dioksid ( $\text{TiO}_2$ ), ki ga uporabljajo nekateri proizvajalci. Kristal silicijevega oksida doseže trdoto po Mohsovi lestvici tudi do 9 H, kar je največja trdota po lestvici.  $\text{SiO}_2$  običajno doseže gladkejšo površino in bogatejši izgled barve (Vane, 2021).

V tabeli 2 so omenjeni produkti za zaščito laka primerjani med sabo.

Tabela 2: Primerjava produktov za zaščito laka

<b>PRODUKT</b>	Karnauba vosek	Hibridni vosek	Sintetični <i>sealant</i>	Nano-keramična zaščita
<b>Prvotna hidrofobnost</b>	Odlična	Odlična	Zmerna do odlična	Zmerna do odlična
<b>Dolgotrajna hidrofobnost</b>	Slaba zaradi hitre obrabe	Zmerna	Zmerna do odlična	Zmerna do odlična
<b>Odpornost na UV-žarke</b>	Slaba do zmerna	Zmerna do dobra	Zmerna do dobra	Odlična
<b>Trajnost in odpornost proti praskam</b>	Slaba	Zmerna do dobra	Zmerna do dobra	Odlična
<b>Odpornost proti vročini</b>	Slaba	Dobra	Dobra do odlična	Odlična
<b>Zmožnost zapolnjevanja nepravilnosti</b>	Odlična	Odlična	Zmerna do odlična	Slaba do zmerna
<b>Finiš</b>	Odličen	Odličen	Odličen	Odličen (ob predhodni obdelavi laka)
<b>Težavnost nanosa</b>	Nizka	Srednja	Srednja	Visoka
<b>Cena</b>	Nizka	Nizka do srednja	Nizka do srednja	Srednja do visoka

Vir: (Dom Colbeck, 2017)

## 2.8 KERAMIČNI MATERIALI

Keramični materiali so prihodnji idealni materiali s široko paleto uporabnosti, kot so rezila, motorji z notranjim izgorevanjem, vesoljska plovila, keramična zaščita na vozilih in podobno. Napredni keramični materiali se razlikujejo od klasičnih materialov po svoji izdelavi, sestavi in mikrostrukturi. Zaradi dobrih lastnosti so se široko uporabljali v zadnjem desetletju za modifikacijo površin. Prekrivanje površin s keramično zaščito se je velikokrat izkazalo pri izboljševanju mehanskih lastnosti materiala. Keramične zaščite se uporabljajo kot antikorozijsko sredstvo in za zmanjšanje obrabe materiala. Znane so tudi po dobri termalni odpornosti in električni izolaciji. V avtoindustriji so bili premazi uporabljeni večinoma kot protikorozijska sredstva in sredstva proti obrabi. V sedanjih časih vidimo rast tako imenovanih pametnih premazov, ki lahko pripomorejo k trdnosti materiala, električnim lastnostim in temperaturni odpornosti. Keramični premazi so uporabljeni v različnih delih avtoindustrije, kot

so: batni obročki, menjalne vilice, sinhroni, bloki motorja ipd. Tudi pri termalni odpornosti uporabljamo različne premaze. Za zmanjšanje teže bata se namesto železa uporabi aluminij, vendar to zahteva določeno odpornost na obrabo, ki jo zagotavlja termalno odporen premaz z dodatkom kroma. V sestavu pogona ventilov pride do velikih izgub v trenju, tudi če je med deloma oljni film. Za zmanjšanje trenja uporabimo termalno odporen premaz z dodatkom niklja. Premazi iz niklja so uporabljeni tudi v izgubi trenja pri zavorah. Druge vrste premazov, ki se uporabljajo za zaščito pred korozijo, so cinkovi premazi, ki so med najpogostejšimi antikorozijskimi premazi v avtomobilski industriji. Ti premazi omogočajo gladko kombinacijo osnovnih in površinskih lastnosti materialov, ki se uporabljajo v industriji. Cinkovi premazi so dodatno zaščiteni s kromatnim premazom, kar jih ščiti pred korozijo. Deli, kjer so premazi z odpornostjo na korozijo, vključujejo zavore, cevi za dovod tekočin in pritrtilne elemente, kar preprečuje, da bi ti deli bistveno skrajšali svojo življenjsko dobo.

Še ena vrsta premaza, ki se uporablja v avtomobilski industriji, je elektronski funkcionalni premaz, ki zagotavlja večjo varnost sodobnih avtomobilov in jih dela "pametnejše" v skladu z zahtevami. V elektronskih premazih se uporabljajo različne vrste zlitin, kot so zlato, srebro, paladij itd., odvisno od vrste uporabe in ekonomskih vidikov premazov. Med aplikacijami so lahko senzorji proti vibracijam in gorivni injektorji.

Druga vrsta premaza je konformni premaz, ki se uporablja za zaščito elektronike, izpostavljene okolju v avtomobilskih aplikacijah. Atmosferska vlaga je eden najpomembnejših vidikov, ki jih je treba upoštevati pri teh aplikacijah, zato je uporaba hidrološke stabilnosti v premazih izjemno pomembna.

Dekorativni premazi predstavljajo še eno pomembno vrsto premaza, saj so estetski vidiki vozila zelo pomembni za potrošnika. Dekorativni premazi se lahko razlikujejo v širokem spektru, na primer nikljevo ali bakreno nikljanje koles ter uporaba različnih vrst barv na vozilih. Vendar pa se ti dekorativni premazi lahko uporabijo tudi za zaščito pred korozijo. Poleg tega obstaja še mnogo drugih vrst premazov, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji (Ram Gupta, 2023).

## 2.9 KERAMIČNA ZAŠČITA NA LAKU VOZIL

Funkcija keramičnih premazov na laku vozila je dvojna, in sicer dekoracijska in zaščitna. Funkcija dekoracije ni samo zagotavljanje barvne in gladke površine, ampak tudi izboljšanje oblike karoserije vozila s svetlobnimi učinki, ki so odvisni od kota, pod katerim gledamo. Ti optični učinki so večinoma rezultat majhnih kovinskih delcev, ki so enakomerno razporejeni v plasti premaza (slika 21). Zaščitna naloga premaza na avtomobilskem laku vključuje predvsem zaščito pred elektrokemičnim razkrojem oziroma korozijo. To omogoči z zagotavljanjem zaščitne pregradne plasti ter najboljše možne omejitve napak na premazih, ki nastanejo z mehanskimi poškodbami. Poleg tega mora ščititi tudi pred kemičnim razkrojem zaradi izpostavljenosti UV-svetlobi, fizični eroziji zaradi topil, kot je gorivo ter pred katastrofalnimi poškodbami pri mehanskih udarcih (Huaihe Song, 2022).

Slika 21: Delček keramičnega premaza



Vir: (Dom Colbeck, 2017)

### 2.9.1 Prednost keramične zaščite

#### ZAŠČITA PRED UV-ŽARKI

Lak vozila začne ob izpostavljenosti UV-žarkom oksidirati, kar pomeni, da je izgled laka vozila potemnel in zbledel. Keramična zaščita ščiti lak vozila pred UV-žarki in zmanjša njeno oksidacijo. Keramični premazi zagotavljajo debelo, trpežno keramično plast, ki nudi odlično odpornost proti obrabi, UV-zaščito in dolgotrajno ohranitev laka vozila. Keramična zaščita niso vosek ali drugi premazi, ki se v krajšem obdobju sperejo in izrabijo, ampak se vtore v lak vozila in predstavlja dodaten sloj, ki je brezbarven in neviden s prostim očesom. Doseže lahko debelino do 2 mikrona in je lahko sestavljena iz več plasti. Sloj keramične zaščite je lahko več kot 100-krat debelejši kot sloj voska in drugih premazov, ki imajo debelino okoli 0.02 mikrona. Nanos keramične zaščite okrepi lak vozila, kar poveča površinsko napetost in izboljša trajnost obstoječe površine. To pripomore k temu, da keramična zaščita absorbira poškodbe, ki bi drugače poškodovale lak vozila. Vosek mora biti na vozilo ponovno nanesen v nekaj tednih ali mesecih, keramična zaščita ob enoplastnem nanosu pa v nekaj letih ob pravem vzdrževanju (Vane, 2021).

#### UČINKOVITOST ČIŠČENJA

Keramična zaščita je hidrofobična, kar pomeni, da odbija vodo. Umazanija s cestišča, ki jo prinese voda, se tako težje sprime s površino laka. To pomeni lažje čiščenje in boljšo odpornost na umazanijo (Vane, 2021).

## **DODATEN SIJAJ**

Kvalitetna keramična zaščita poveča tudi sijaj vozila, tako da izboljša odsevne karakteristike barve in laka. Ko se keramična zaščita posuši, lahko prepreči manjše praske, ki naredijo lak vozila moten in zbledel (Vane, 2021).

## **ODPORNOST PROTI KEMIČNIM SNOVEM**

Keramična zaščita ščiti lak vozila pred bledenjem, ki ga povzročajo naravne kisline. Ustvari odporno plast, ki preprečuje, da bi se kisline prijele na površino laka in povzročile poškodbe (Vane, 2021).

## **VZDRŽEVANJE**

Vozilo se po nanosu keramične zaščite in sušenju lahko vozi brez posebnosti. Čeprav ima keramična zaščita samočistilne lastnosti, jo moramo pogosto čistiti in negovati, da ohrani svoj sijaj in svoje lastnosti.

Priporočena je uporaba pH-nevtralnih avtošamponov, ki so varni za uporabo na keramični zaščiti. Šamponi z dodanim voskom in drugimi dodatki niso priporočeni. Izogibati se moramo direktni sončni svetlobi, tako preprečimo, da se produkti za pranje vozila ne posušijo na keramično zaščito. Pomembno je tudi, da pobrišemo vsak del vozila z mikrovlakensko krpo (Vane, 2021).

### **2.9.2 Nanopremazi**

Spremembo snovi na atomski ravni imenujemo nanotehnologija. Nanotehnologija se ukvarja z materiali, napravami in drugimi strukturami, ki imajo vsaj eno dimenzijo med 1 in 100 nm. Nanotehnologija je prisotna že 30 let in se uporablja v širokem spektru izdelkov. Danes znanstveniki eksperimentirajo z različnimi metodami in s tem izboljšujejo materiale na nanoskali, da bi izkoristili njihove izboljšane lastnosti. Nanotehnologija se najbolje uporablja v avtoindustriji. Uporablja se na steklu, tako da je to odpornejše na temperaturo. Avtomobilom so dodani tudi vodoodbojni in prahoodbojni premazi. Vendar obstaja še veliko možnosti uporabe nanopremazov v avtoindustriji. Keramični trdi premazi izboljšajo lastnosti delov glede obrabe in trenja ter omogočajo zaznavanje tudi najmanjših koncentracij plinov v kabini vozila. Eden izmed glavnih idej je samoceljenje. To je postopek, pri katerem materiali pod vplivom temperature obnovijo svojo prvotno obliko.

Prednosti nanopremazov:

- zmanjšanje stroškov v različnih aplikacijah,
- boljša funkcionalnost kot klasični premazi,
- pri izdelavi uporabimo manj elektrike,
- odlične prekrivne lastnosti,
- so tanki in lahki,

- so okolju prijazni,
- kompatibilnost z veliko materiali,
- dolga življenjska doba in odpornost,
- odpornost proti koroziji v stresnih razmerah,
- zmanjšan čas, potreben za pripravo, nanos in število slojev

(Huaihe Song, 2022)

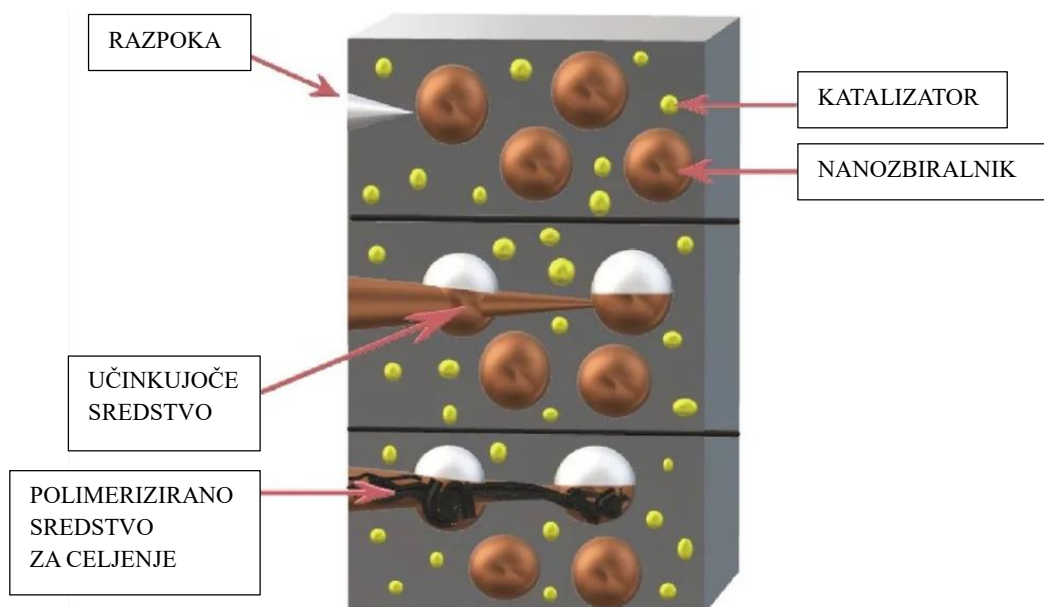
### **2.9.3 Samoceljenje nanopremazov**

Samoceljenje premazov je bilo predstavljeno v sredini leta 1980. Premaz s samoceljenjem je pameten premaz, ki spremeni svoje vedenje ob zunanjih stimulacijah, kot so svetloba, toplota, mehanska sprememba, pH, temperatura itd. Poznamo dva tipa premazov s samoceljenjem. To sta premaza z zunanjim in notranjim samocelilnim agentom. Ker so nanopremazi iz zapletenih molekulskih struktur, premazi z notranjim samocelilnim agentom ne potrebujejo zunanjega agenta, ampak zunanjo stimulacijo, kot je na primer vlaga, svetloba, temperatura itd. Čeprav se premazi lahko samozacelijo nekajkrat, je povratna reakcija omejena. Premazi z zunanjim agentom imajo v samem premazu samocelilni agent, ki je zapakiran v mikrokapsule, votle vlaknine ali mikrovaskularne mreže. To so napredne tehnike, ki se uporabljajo za shranjevanje obnovitvenih sredstev, ki jih pri določenih zunanjih vplivih (na primer pri mehanskih poškodbah) sprostijo v premaz. Premazi z zunanjim agentom so sprva kot samocelilni agent uporabljali kromove anorganske spojine, kot je kromat. Ker so te spojine strupene in lahko povzročijo znatne emisije ob reakciji s premazom, se ne uporabljajo več (Huaihe Song, 2022).

### **2.9.4 Celjenje z mikrokapsulami (zbiralniki)**

Celjenje z mikrokapsulami je eden izmed najbolj priljubljenih načinov samoceljenja v polimerih in polimernih kompozitih. Med proizvodnjo se v strukturo premaza vgradijo mikrokapsule s samocelilnim agentom in katalizator oziroma pospeševalnik kemične reakcije. Ko nastane razpoka, mikrokapsula počí in izpusti samocelilni agent, kot je prikazano na sliki 22. Ta nato vstopi v razpoko in se sreča s katalizatorjem, kar pomeni, da se samocelilni agent strdí in zapolni razpoko. Ta sistem omejuje velikost mikrokapsul, saj lahko njihova velikost ogrozi celovitost materiala. Poleg tega je količina samocelilnega agenta v mikrokapsulah omejena, kar pomeni, da lahko premaz samozaceli samo manjše poškodbe (Huaihe Song, 2022).

Slika 22: Postopek samoceljenja s tehnologijo mikrokapsul



Vir: (Huaihe Song, 2022)

### 2.9.5 Mikrožilni sistemi za celjenje

Da bi odpravili pomanjkljivosti pristopa z mikrokapsulami, so znanstveniki v naravi dobili navdih za celjenje z mikrožilnim sistemom. Celjenje v naravi se doseže s pomočjo žilne mreže, ki zagotavlja potrebne biološke sestavine. Premazi z mikrožilnim sistemom omogočajo pretok samocelilnega sredstva do mesta poškodbe. Ko nastane razpoka, začne zaradi spremembe površinske napetosti samocelilno sredstvo teči po mikrožilnem sistemu. Ko samocelilno sredstvo pride do razpoke, reagira s katalizatorjem in zapolni razpoko ter se strdi. Ta sistem rešuje težavo ponovljenih poškodb, saj omogoča večkratno uporabo zdravilnega sredstva (Huaihe Song, 2022).

### 2.9.6 Notranje celjenje

Notranje celjenje omogoča, da premaz popravi poškodbe brez zunanjšega zdravilnega sredstva. Ti materiali vsebujejo kompleksne kemične vezi, ki same reagirajo. To omogoča skoraj neomejeno življenjsko dobo materiala, saj ga ne omejuje količina samocelilnega sredstva. Vendar je proizvodnja takih premazov zahtevna, saj so ti materiali pogosto mehki in se lahko deformirajo. Kljub temu so raziskave napredovale, razvili so se materiali, ki se lahko zdravijo že pri temperaturah okoli 70 stopinj Celzija. V nekaterih materialih se uporablja sredstvo, ki reagira ob prisotnosti kisika v ozračju. To je na primer silicijev karbid, ki ob nastanku razpoke v premazu reagira s kisikom in tvori silikat, ki zapolni razpoko in se strdi. Kljub hitremu napredku na tem področju so premazi še vedno v fazi raziskav in niso primerni za uporabo v avtoindustriji (Huaihe Song, 2022).

## 2.10 VPLIV NA OKOLJE

Nanopremazi se uporabljajo predvsem za zaščito opreme, motorjev in drugih ključnih delov. Pomagajo pri boljši vzdržljivosti delov, kar podaljša življenjsko dobo in cikle vzdrževanja strojev in vozil. Sistemi nanopremazov imajo potencial za nadaljnjo zmanjšanje emisij. Nanonamazi ustvarjajo tanjše plasti premaza; na primer laki, ki vsebujejo nanodelce, potrebujejo le desetino količine tradicionalnega laka, kar pripomore k varčevanju količine nanosa.

Druge možne okoljske koristi vključujejo zmanjšanje topil in škodljivih kemikalij v premazih in lakih. Samočistilne površine zmanjšajo potrebo po čiščenju, s tem pa se porabi manj čistilnih sredstev. Pri UV-sušljivih premazih se uporablja anorgansko-organski vezivni material, ki se posuši v nekaj sekundah pod UV-svetlobo, kar zmanjša porabo energije med procesom sušenja. UV-sušljivi premazi imajo običajno malo ali nič strupenih topil.

Ker je sproščanje izoliranih nanomaterialov relativno omejeno, so okoljska tveganja premazov, ki vsebujejo nanomateriale, ocenjena kot zanemarljiva, če so nanoseni po predpisih proizvajalca. Lahko pa se pri staranju premaza sprostijo nanodelci, ki delujejo strupeno na vodne organizme, še posebej ob izpostavljenosti sončni energiji.

Druge snovi, ki so lahko prisotne v samoobnovljivih premazih, so cinkov oksid, železov oksid in ogljikova črnina, ki imajo znane toksične učinke na okolje. Novi premazi, ki vsebujejo nanomateriale, morajo biti zasnovani tako, da je njihovo sproščanje v okolje skozi celoten življenjski cikel čim manjše (Huaihe Song, 2022).

### 2.10.1 Tveganje za uporabnika

Zasnova izdelkov, prekritih z nanomateriali, ne predstavlja zdravstvenega tveganja za uporabnika. Tveganje za zdravje pa predstavlja nanos in nadaljnja obdelava nanomateriala, pa tudi obdelava materiala, ki je prevlečen s premazom, ki ima nanodelce. Na voljo je le nekaj raziskav o dolgotrajni toksičnosti vdihavanja nanomaterialov, kot so TiO<sub>2</sub> in ogljikova črnina. V študijah na podganah so bili zaznani vnetni odzivi in tumorji. Še vedno poteka razprava o tem, ali je rakotvornost teh nanomaterialov posledica genotoksičnih učinkov ali pa morda preobremenitve in vnetja. Prav tako ni znano, ali so pri nizkih koncentracijah, pomembnih za okolje, negativni učinki verjetni. Poleg vdihavanja lahko pride med uporabo premazov, ki vsebujejo nanomateriale, tudi do absorpcije nanomaterialov skozi kožo (Huaihe Song, 2022).

### 3 POSTOPEK PRIPRAVE IN NANOSA KERAMIČNE ZAŠČITE

Za praktični del svojega diplomskega dela sem si izbral pripravo površine in nanos keramične zaščite na osebnem vozilu. Namen tega diplomskega dela je prikazati celoten postopek priprave laka in nadaljnji postopek nanosa keramične zaščite, ki vozilu zagotavlja dolgotrajno zaščito, izboljšan estetski videz in lažje vzdrževanje laka vozila.

Odločil sem se, da bom omenjen postopek opravil na svojem avtomobilu. To je Audi A3 generacije 8V (slika 23). Izbira lastnega avtomobila mi je omogočila direkten vpogled v zgodovino vozila, prav tako pa tudi v zgodovino površine laka. Tako sem lahko predvideval stanje laka in prilagodil faze procesa. Z vozilom sem prevozil že 60 tisoč kilometrov. Po pogovoru s prejšnjim lastnikom, ki je prevozil dobrih 100 tisoč kilometrov, lahko sklepam, da na vozilu v zadnjih 160 tisoč kilometrih ni bila opravljena nobena korekcija laka ali nanosena keramična zaščita. Na podlagi tega sem prišel do zaključka, da bom na laku vozila lahko izvajal nekoliko bolj agresivne metode korekcije laka, da bi dosegel popoln končni izdelek.

Slika 23: Osebni avto Audi A3



Postopek je vključeval več ključnih faz, vključno s temeljnim pranjem vozila, dekontaminacijo površine, poliranjem za odpravo prask in končno z nanosom večplastne keramične zaščite. Posebna pozornost je bila namenjena tudi pripravi delovnega okolja, izbiri kakovostnih materialov in upoštevanju varstva pri delu.

#### 3.1 PREGLED IN OCENA LAKA VOZILA

Pred nadaljnjimi postopki korekcije laka je bilo potrebno pregledati in oceniti stanje laka. Najprej sem opravil vizualen pregled površine laka.

Kot vidimo na sliki 24, je bilo vozilo močno onesnaženo z različnimi vrstami nesnage, ki

izvirajo s cestišča. Med to nesnago sodijo cestni prah, pesek, blato, sol in druge nečistoče, ki se trdno primejo na površino laka vozila.

Slika 24: Onesnaženost vozila z nesnago



Na sliki 25 je prikazan primer drevesne smole, ki se je vtrla v površino vozila. Ker je vozilo dnevno parkirano pod drevesi, je izpostavljeno nenehnemu padanju smole, ki se prime na lakirane površine. Drevesna smola predstavlja enega največjih podvigov pri korekciji laka, saj se zelo trdno sprime z lakom in jo je težje odstraniti. Poleg tega lahko dolgotrajno poškoduje lak, saj sčasoma povzroči razbarvanje, madeže ali celo trajne poškodbe laka. V taki primerih je potrebno smolo odstraniti čim prej.

Slika 25: Drevesna smola na površini vozila



Kot je razvidno iz slike 26, je na površini laka ptičji iztrebek. Zaradi visoke kislosti in kemične sestave iztrebka lahko že njegova kratkotrajna prisotnost na površini laka povzroči razbarvanje laka in pusti trajne sledi. Ker je vozilo parkirano na prostem, kjer ni zaščiteno pred tovrstnimi vplivi okolja, je velikokrat izpostavljeno podobnim nečistočam. Zato je pravočasno in pravilno odstranjevanje ključnega pomena.

Slika 26: Ptičji iztrebek na površini vozila



Slika 27: Ostanki mušic in drugih insektov na sprednjem odbijaču vozila



Na sprednjem delu vozila, predvsem na odbijaču, pokrovu motorja in vetrobranskem steklu, so bili vidni ostanki mušic in drugih insektov, kot vidimo na sliki 27. Ti so posledica redne vožnje po avtocestah in regionalnih cestah. Ti ostanki se ob stiku z vročo površino vozila zapečejo, kar konkretno oteži njihovo odstranjevanje. Pred začetkom nadaljnjih postopkov je bilo potrebno takšno trdovratno nesnago odstraniti, saj bi prisotnost ostankov insektov zmanjšala kakovost končnega izdelka.

### **3.1.1 Vrednotenje trenja na površini**

V nadaljevanju sem raziskal, kakšno je trenje površine na vozilu. Povečanje trenja na površini je pogosto posledica kontaminacije površine. To povzroča cestna umazanija, kovinski delci, smola, zračna rja, ostanki iztrebkov ipd. Ti delci povzročajo hrapavost površine, zaradi katere je gibanje oteženo. Prav tako hrapava površina povzroča lažji oprijem nesnage na površino in težje drsenje vode po površini. Posledično to pomeni težje vzdrževanje čistoče vozila. Pri procesu dekontaminacije laka vozila je hrapavost površine velik pokazatelj, v kakšnem stanju je površina in kako agresivne metode moramo uporabiti za popoln učinek.

Za določitev vrednosti hrapavosti površine nisem imel na razpolago merilnega instrumenta, s katerim bi lahko ugotovil odstopanja vrednosti hrapavosti (Rz in Ra), temveč sem uporabil metodo, ki mi je na enostaven način podala podatke o stanju površine, ki so bili izhodišče za izvedbo keramične zaščite. Ti podatki so mi predstavljali primerjalno orientacijo, ki sem jo nato primerjal z dobljenimi rezultati po izvedbi zaščite. Stopnjo hrapavosti sem določil na podlagi vleka krpe s pomočjo tehtnice, ki je ob vleku pokazala določeno številčno vrednost. Trenje površine sem izmeril s pomočjo suhe krpe za pranje vozila in kaveljske tehtnice. Več kot tehtnica pokaže, težje krpa drsi po površini, bolj je površina hrapava. Za izvajanje meritev sem izbral streho avtomobila, ker je najbolj ploščat del vozila. Krpo sem vlekel z zadnjega dela vozila proti vetrobranskemu steklu. Da bi dobil najboljše rezultate, sem izmeril sredino strehe in vlekel krpo samo po sredini. Meritev sem izvedel desetkrat in izračunal povprečno vrednost. Za primerjavo trenja površine lahko te podatke primerjamo z meritvami na dokončanem vozilu. Slika 28 nam predstavlja izvedeni poseg ugotavljanja hrapavosti na površini na podlagi težnostne obremenitve, medtem ko so v tabeli 3 zbrani podatki o izvedenih meritvah.

Slika 28: Postopek ugotavljanja hrapavosti



Tabela 3: Rezultati meritve hrapavosti

Meritev [št.]	Težnostna obremenitev vleka kot posledica hrapavosti pred izvedenim posegom [g]
Meritev 1	45 g
Meritev 2	40 g
Meritev 3	45 g
Meritev 4	45 g
Meritev 5	40 g
Meritev 6	50 g
Meritev 7	40 g
Meritev 8	45 g
Meritev 9	45 g
Meritev 10	50 g

Po desetih meritvah lahko izračunamo, da je povprečna vrednost za drsenje krpe po površini laka pred nanosom keramične zaščite 44.5 g. To vrednost sem primerjal z meritvami na končanem vozilu.

### 3.1.2 Hidrofobnost vozila

Eden od indikatorjev kontaminirane površine laka je tudi hidrofobnost. Če s površine laka voda težje odteka in se ne tvori v kapljice, lahko sklepamo, da je površina hrapava in poškodovana. Na hidrofobnost vplivajo tako kontaminacije kot tudi pralne in druge praske na vozilu, saj se voda prijema na te nepravilnosti v laku. Najprej sem vozilo dobro zmočil z vodo in hidrofobnost vozila preveril z vizualnim pregledom.

Slika 29: Vizualni pregled hidrofobnosti vetrobranskega stekla



Kot se vidi na sliki 29, se na vetrobranskem steklu voda po večini ne tvori v kapljice in težje odteka. To je na vetrobranskem steklu pogost pojav, saj je steklo velikokrat onesnaženo z nesnago in v stiku z brisalci, ki v steklu pustijo mikropraske, ki jih ne vidimo s prostim očesom, ampak se voda prime nanje.

Slika 30: Vizualni pregled hidrofobnosti boka vozila



Na sliki 30 vidimo bok vozila. Ker na površini ni nanescena nobena zaščita, voda ne odteka s površine.

### 3.1.3 Pranje vozila

Pranje vozila se vedno začne pri najbolj onesnaženih delih. To so v veliki večini platišča. Pomembno je tudi vedeti, da pri čiščenju platišč uporabljamo agresivna sredstva, ki lahko s pršenjem pristanejo tudi na laku vozila. S tem ko najprej operemo platišča, lahko sklepamo, da bomo z nadaljnjimi postopki sprali ta agresivna sredstva s površine laka in ne bodo povzročila škode. Najprej se je potrebno prepričati, da so platišča hladna, saj lahko čistilo ob stiku z vročimi platišči nelagodno reagira in se zapeče na lak platišča. Ker je vozilo stalo v ohlajenem prostoru vsaj 24 ur, sem bil prepričan, da so platišča hladna in lahko nanje nanese čistilno sredstvo.

Za čistilno sredstvo sem si izbral produkt Liqui Moly Felgen Reiniger Spezial. S tem produktom imam že več let izkušenj in je odlično sredstvo za čiščenje platišč. Najprej sem razpršil čistilno sredstvo na suha platišča. Pomembno je, da platišča prej ne spiramo z vodo, saj lahko voda, ki ostane na platiščih, razredči čistilno sredstvo, ki izgubi svoj čistilni učinek. Na platišča je potrebno nanesti toliko čistilnega sredstva, da je popolnoma prekrito. Nato sem počakal nekaj minut, da je čistilo začelo reagirati. Vijolična obarvanost platišča je pokazatelj, da čistilno

sredstvo reagira s kovinskimi delci, ki so posledica rabe zavornih oblog in druge nesnage (prikazano na sliki 31).

Slika 31: Kemična reakcija čistilnega sredstva za platišča



Nato sem vzel krtačo za čiščenje platišč in platišča temeljito zdrgnil. Pri tem postopku sem uporabil zaščitne rokavice, saj lahko agresivno čistilno sredstvo draži kožo. Pomembno je, da je krtača čista in čim mehkejša, da ne naredimo prask na platiščih. Nato sem platišča temeljito spral z vodo, preden se posušijo.

### 3.1.4 Predpranje

Postopek dekontaminacije laka sem nadaljeval s predpranjem. Naloga predpranja je, da razrahlja vso nesnago na laku vozila in nam omogoči lažje čiščenje. Za ta postopek sem uporabil visokotlačni čistilec in penilno pištolo ter predpralno čistilo. Izbral sem si produkt Carpro Lift Snow Foam, ki se je skozi leta uporabe izkazal za odlično predpralno čistilo. Prav tako kot čistilo za platišča sem tudi čistilo za predpranje nanesel na suho površino. Pomembno je tudi, da vozilo ni izpostavljeno direktni sončni svetlobi, da se predpralno sredstvo ne posuši na površini, saj lahko to pusti trdovratne madeže na laku vozila. Predpralno sredstvo je potrebno pred uporabo zredčiti z vodo, v skladu z navodili proizvajalca. Nato sem predpralno sredstvo zлил v penilno pištolo in ga priključil na visokotlačni čistilec. Začel sem na zgornji strani vozila in nadaljeval proti spodnji strani.

Slika 32: Postopek predpranja



Pomembno je, da sem popolnoma prekril vozilo s predpralnim čistilom, kot je vidno na sliki 32. Predpralno čistilo sem pustil na površini vozila od 3 do 5 minut. Predpralno sredstvo počasi steče z laka vozila, v tem času je potrebno podrobno spremljati sušenje na površini. Če preveč predpralnega sredstva odteče ali ga pustimo na površini predolgo, se predpralno sredstvo posuši in nastanejo madeži, zato ga je potrebno pravi čas sprati z visokotlačnim čistilcem. Predpranje je odstranilo veliko nesnage, kar mi je pomagalo pri nadaljnjih procesih.

### 3.1.5 Ročno pranje

Ročno pranje je eden izmed bolj tveganih postopkov pri pranju vozila. Z ročnim pranjem lahko pri nepravilnem izvajanju poškodujemo lak vozila in pustimo za sabo veliko risov in prask, ki se včasih s korekcijo laka ne morejo odstraniti. Zato je pomembno, da smo pri tem postopku še bolj previdni. Prvi korak je temeljito odstranjevanje umazanije, saj se umazanija vtre v pralno gobo in lahko pusti praske na laku vozila. Zato sem najprej z visokotlačnim čistilcem temeljito spral vozilo, da bi se čim manj nesnage prijelo na pralno gobo. Pomembno je, da pištolo visokotlačnega čistilca ne držimo preblizu laka, saj ga lahko močan curek vode poškoduje. Potem ko sem dobro spral vozilo z visokotlačnim čistilcem, sem se lahko lotil ročnega pranja. Uporabil sem šampon Liqui Moly Auto Wasch Shampoo in pralno gobo, ki se natakne na roko kot rokavica. Ta pralna goba omogoča, da se lahko z roko prilagodimo obliki vozila in pritismo na določene dele. Prav tako je pomembno, da uporabimo šampon brez dodanih voskov, hidrofobnih pospeševalcev in podobnih dodatkov, saj se lahko trdno sprimejo na površino in jih je v nekaterih primerih skoraj nemogoče odstraniti v kratkem roku. Na navodilih

za uporabo je potrebno prebrati, koliko šampona moramo dodati v vedro, da dobimo optimalen čistilni efekt. Ko sem zmešal pravilno razmerje vode in šampona v vedro, sem v drugo vedro nalil čisto vodo (slika 33). To vedro je bilo namenjeno čiščenju pralne gobe.

Slika 33: Vedri za ročno pranje vozila



Začel sem torej z dobro namočeno pralno gobo v vedru s šamponom in vlekel gobo po površini, kot prikazuje slika 34. Površina mora biti mokra od pranja z visokotlačnim čistilcem, prav tako moramo uporabiti veliko čistilnega sredstva, da zmanjšamo trenje na površino in s tem možnost poškodbe laka.

Slika 34: Ročno pranje vozila



Pomembno je, da se pralna goba pogosto opere in ožame v vedru s čisto vodo. Tako lahko zagotovimo, da je pralna goba vedno čista, ko pride v stik s šamponom in kasneje z lakom vozila. Ker se šampon hitro suši, sem opral polovico avtomobila, oprano polovico splaknil in nadaljeval na drugi polovici. Vozila prvotno nisem pral 10 cm od praga, saj je to eden izmed bolj umazanih delov vozila in sem ga pustil za konec. Postopek sem zaradi trdovratne umazanije ponovil dvakrat in šele potem opral del vozila pri pragih. Nato sem pod tekočo vodo dobro opral pralno gobo in jo posušil.

### 3.1.6 Sušenje laka

Ker voda, s katero peremo, vsebuje vodni kamen, je potrebno vso vodo, ki ostane na vozilu, odstraniti. Če vode ne odstranimo, se na površini vidijo madeži vodnega kamna, še posebej na steklu vozila. Vozilo sem pobrisal s posebno krpo, ki vpija vodo (slika 35).

Slika 35: Sušenje vozila



Ko se je krpa nasičila vode in je ni absorbirala več, sem jo preprosto ožel v vedro in nadaljeval postopek. Ko je bilo vozilo povsem suho, sem videl, da se voda nabira tudi v razmikih med karoserijskimi deli. Tam seveda vode ne moremo pobrisati, zato sem jo izpihal s stisnjenim zrakom.

### **3.1.7 Pregled površine laka**

Kot je vidno na sliki 36, je na površini še vedno veliko zračne rje in druge nesnage. Ta površina še ni primerna za nadaljnje postopke, saj lahko vpliva na končni izdelek.

Slika 36: Površina po pranju vozila



### 3.1.8 Odstranjevanje drevesne smole

Nato sem se lotil odstranjevanja drevesne smole s čistilom Liqui Moly Teer – Entferner. To je posebno čistilo, namenjeno samo odstranjevanju drevesne smole. Ker je bilo na vozilu okoli 30 madežev drevesne smole, sem se postopka lotil sistematično. Najprej sem si izbral streho. S prostim očesom se hitro zgodi, da kakšen madež spregledamo, zato sem si pomagal z roko, s katero sem tipal po madežih drevesne smole. Nato sem na madeže drevesne smole napršil čistilno sredstvo, kot prikazuje slika 37.

Slika 37: Nanos čistilnega sredstva za odstranjevanje drevesne smole



Čistilno sredstvo raztopi zgornjo plast drevesne smole, tako da jo lahko čez približno eno minuto obrišemo z mikrovlakensko krpo. Pomembno je da mikrovlakensko krpo po uporabi zavržemo, saj drevesne smole z nje ne moremo odstraniti. Pri večjih madežih drevesne smole je potrebno postopek ponoviti večkrat, saj čistilo raztopi le zgornji del drevesne smole in ne prodre dovolj v globino. Po odstranitvi vseh madežev drevesne smole sem dobro pregledal površino laka. Na mestih, kjer je bila drevesna smola prisotna več časa, se je površina laka obarvala v drug odtenek. To sem rešil v nadaljnjih postopkih.

### 3.1.9 Odstranjevanje zračne rje

Zaradi bele barve vozila je zračna rja, ki je oranžne barve, prišla do posebnega izraza (slika 38). Večina zračne rje se je nahajala na pokrovu motorja in sprednjem odbijaču, saj sta direktno izpostavljena nesnagi s cestišča, izpostavljena pa so seveda tudi sprednja vrata, kjer se nabira zavorni prah sprednjih zavor.

Slika 38: Zračna rja na laku vozila



Na vozilu je bilo jasno videti, da redno pranje zračne rje ne odstranjuje, zato sem uporabil namensko čistilo za zračno rjo CarPro Iron X, prikazano na sliki 39.

Slika 39: Čistilno sredstvo za zračno rjo



Čistilo sem preprosto napršil na površino laka. Po približno treh minutah se je površina laka obarvala v vijolično barvo. To pomeni, da je čistilo reagiralo s kovinskimi delci zračne rje, ki so se začeli ločevati od površine, kot prikazuje slika 40.

Slika 40: Reakcija čistilnega sredstva z zračno rjo



Nato sem čistilo preprosto splaknil z visokotlačnim čistilcem. Po pregledu površine sem ugotovil, da je čistilno sredstvo odstranilo veliko večino zračne rje, ampak ne vse. Zato sem se odločil, da postopek ponovim še enkrat in s tem dosežem popoln rezultat. Po opravljenem postopku sem vozilo ponovno pobrisal s krpo za sušenje vozila in izpihal vodo iz razmikov med karoserijskimi deli.

### **3.1.10 Pregled površine laka**

Za nadaljnje postopke je bil potreben pregled površine laka.

Slika 41: Vizualni pregled laka



Kot se vidi na sliki 41, je lak čist, brez zračne rje, drevesne smole in druge nesnage. Na njem pa je še vedno nekaj delcev, ki niso reagirali s čistilnimi sredstvi in so trdno vtrti v lak vozila. Ti se najbolj čutijo z roko in so vidni s prostim očesom. Vidi se tudi zamegljen odsev laka vozila, kar je pokazatelj poškodovane in popraskane površine.

### **3.1.11 Odstranjevanje delcev s čistilnim gnetilom**

Postopek sem nadaljeval tako, da sem vozilo postavil v delavnico, da bi ga obvaroval pred sončno svetlobo in drugimi zunanjimi dejavniki. Nato sem začel s postopkom odstranjevanja delcev s čistilnim gnetilom. S tem postopkom lahko pri nepravilni uporabi močno poškodujemo površino laka.

Slika 42: Mazalno sredstvo za čistilno gnetilo



Za mazalno sredstvo sem uporabil Exturner Clay Lube (slika 42). To je posebno sredstvo, ki omogoča čistilnemu gnetilu drsenje po površini brez večjega trenja in s tem je manj možnosti za poškodbe laka.

Slika 43: Čistilno gnetilo



Kot čistilno gnetilo sem uporabil Q2M Clay Coarse, prikazano na sliki 43. To čistilno gnetilo

sem uporabljal že večkrat in se je v praksi izkazalo kot odlično gnetilo, ki ima visok čistilni učinek. Postopek sem začel sistematično, karoserijski del za karoserijskim delom. Najprej sem začel na pokrovu motorja. Mazalno sredstvo sem dobro razpršil na površino pokrova motorja, nato pa gnetilno sredstvo nežno pritisnil na obliko pokrova motorja. Tako sem gnetilno sredstvo preoblikoval v pravilno obliko, da se je prilagodilo površini. Nato sem začel s premočrtnimi gibi po površini, kot prikazuje slika 44.

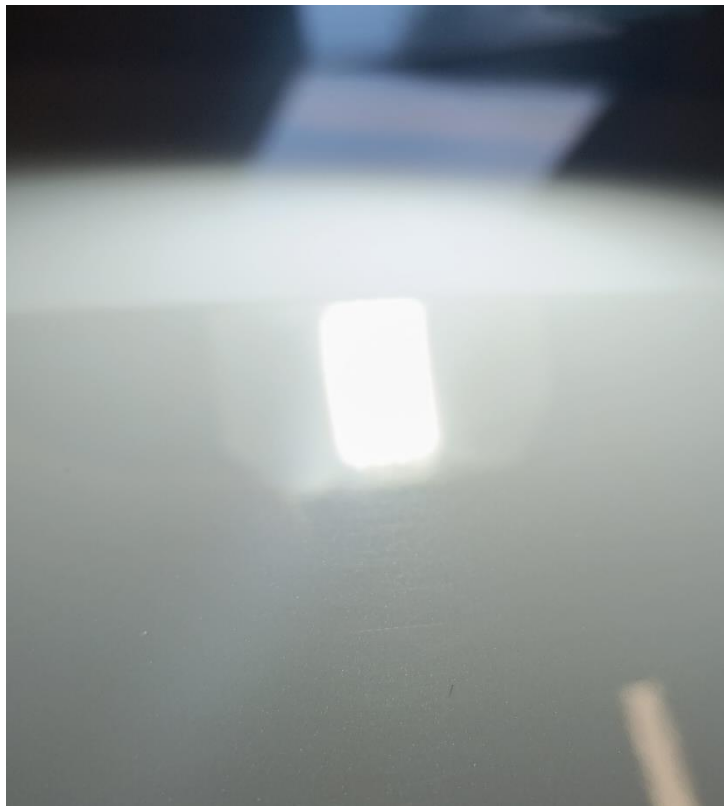
Slika 44: Postopek odstranjevanja delcev s čistilnim gnetilom



Ob drsenju po površini sem čutil, kako se čistilno gnetilo nekoliko zatika na površini in ima ob določenih trenutkih večji upor. To je indikator, da čistilno gnetilo odstranjuje različne delce in nesnago, ki je še vedno na površini. Dober indikator, da se nečistoče res odstranjujejo, je ta, da čistilno gnetilo podrgnemo po že očiščenem delu laka in čistilno gnetilo enakomerno drsi po površini brez zatikanj in ob enakomernem upor. Po očiščenem območju približno 20 cm x 20 cm sem čistilno gnetilo preprosto pregnetel, da se je vsa nesnaga absorbirala v njegovo notranjost in sem dobil novo čisto površino za nadaljnjo uporabo. Nato sem čistilno gnetilo nežno pritisnil na površino vozila, da se je preoblikovalo v zeleno obliko, in nadaljeval z delom. Sproti sem brisal ostanek mazalnega sredstva in nanašal novega na območje, ki sem ga čistil. Postopek sem izvedel po celotnem vozilu. Po končanem postopku sem lak vozila podrobno pregledal in pretipal z roko. Ker na laku ni bilo več čutiti delcev nesnage, sem nadaljeval z naslednjim postopkom.

### 3.1.12 Tristopenjsko poliranje

Slika 45: Popraskana površina laka



Kot vidimo na sliki 45, ima površina veliko prask. Na belem vozilu te praske ne pridejo tako do izraza kot na vozilih v črni barvi. Kljub temu je potrebno vozilo spolirati, da keramično zaščito nanesimo na ravno površino brez prask in mu povečamo sijaj. Uporabil sem polirno sredstvo 3M. Za tristopenjsko poliranje sem potreboval polirne paste treh granulacij. To so groba polirna pasta 3M Fast Cut Plus, fina polirna pasta 3M Extra Fina Plus in ultrafina polirna pasta 3M Ultrafina SE. Izbral sem strojno poliranje s kotnim polirnim strojem. Čeprav je zahtevnejši za uporabo, odstrani več materiala, kar izboljša polirni postopek in končni produkt.

#### 3.1.12.1 Prva polirna stopnja

Začel sem z aplikacijo polirnega sredstva na polirni nastavek. Izbral sem polirni nastavek z mikrovlakensko površino, saj ta učinkovito odstranjuje večje nepravilnosti in sledi brušenja, hkrati pa omogoča dober oprijem polirne paste ter zmanjšuje segrevanje površine.

Slika 46: Nanos polirnega sredstva



Pri prvi aplikaciji polirnega sredstva na polirni nastavek je pomembno, da prvi nanos s prsti vtremo v površino polirnega nastavka in nato ponovno naneseemo polirno sredstvo (slika 46). Vedeti je treba, da se ob porabi prevelike količine polirnega sredstva učinkovitost poliranja zmanjša, prav tako polirni učinek. Kot je prikazano na sliki 46, sem na polirni nastavek nanesel polirno sredstvo in polirni stroj naslonil na površino laka. Nato sem polirni stroj nastavil na najmanjšo stopnjo in na zeleno delovno površino razmazal polirno sredstvo. Ko se je polirno sredstvo enakomerno premazalo čez celo delovno površino, sem polirni stroj nastavil na zeleno hitrost (800 vrt/min). Med postopkom poliranja sem sproti spremljal temperaturo površine z roko, kar mi je povedalo, kako hitro odnašam material. Na prvi polirni stopnji je površina laka lahko malo topla. Trajanje poliranja je bilo prilagojeno stanju laka in zahtevnosti površine in se je gibalo med 6 in 12 minutami na panel. Po končanem poliranju prvega panela sem ostanek polirnega sredstva obrisal z mikrovlakensko krpo. Ko sem spoliral dva panela, je učinkovitost poliranja padla. To se zgodi zaradi nasičenosti polirnega sredstva in odstranjenega materiala v polirnem nastavku, zato sem uporabljen polirni nastavek zamenjal s čistim. Za celotno vozilo sem uporabil pet polirnih nastavkov.

### 3.1.12.2 Druga polirna stopnja

Na prvi polirni stopnji sem odstranil večino prask. Z drugo polirno stopnjo sem imel namen odstraniti manj materiala in s tem pridobiti na sijaju. Uporabil sem mehkejšo polirno pasto M3 Extra Fina in mehkejši penasti polirni nastavek. Polirno sredstvo sem nanesel na površino na enak način kot na prvi stopnji. Nato sem poliral s hitrostjo 1200 vrt/min, s polirno hitrostjo 60 s/m<sup>2</sup>, kar je prikazano na sliki 47. Kot na prvi polirni stopnji sem po končanem postopku polirno sredstvo obrisal z mikrovlakensko krpo. Sproti sem spremljal temperaturo površine, ki na drugi polirni stopnji ne sme biti s+remenjena, saj se odstranjuje manjši del laka.

Slika 47: Druga stopnja polirnega postopka



### 3.1.12.3 Tretja polirna stopnja

Na tretji polirni stopnji sem z namenom, da odstranim morebitne holograme in mikropraskе, ki so ostale na površini, uporabil ultrafino polirno sredstvo 3M Ultrafina FE. Za polirni nastavek sem izbral posebej mehek penasti polirni nastavek, ki mi je omogočil povečanje sijaja in popoln finiš površine. Postopek je viden na sliki 48. Na polirnem stroju sem si tako kot na drugi polirni stopnji izbral hitrost 1200 vrt/min in polirno hitrost 60 s/m<sup>2</sup>.

Slika 48: Tretja stopnja polirnega postopka



Po končani tretji stopnji poliranja sem celotno vozilo še enkrat pobrisal z mikrovlakensko krpo. Ker je polirno sredstvo prišlo med špranje karoserijskih delov, med katerimi polirnega sredstva s krpo nisem mogel pobrisati, sem se odločil, da vozilo še enkrat operem. Tako sem se prepričal, da bo za nadaljnje postopke površina čista in brez ostankov polirnega sredstva. Po končanem postopku ročnega pranja sem vozilo pobrisal s krpo, ki vpija vodo, in iz špranj med karoserijskimi deli izpihal vodo s stisnjenim zrakom. Tako je bil postopek poliranja in odstranjevanja polirnega sredstva s površine laka končan.

Slika 49: Pregled sijaja laka



Ko je bilo vozilo suho, sem ocenil površino laka. Kot vidimo na sliki 49, je vozilo pridobilo veliko sijaja, prav tako se na površini ni videlo več prask, pralnih prask in hologramov. Po oceni površine sem se ugotovil, da je primerna za nanos keramične zaščite, in pričel z nadaljnjimi postopki.

### **3.1 NANOS TEMELJNE KERAMIČNE ZAŠČITE**

Po vseh prejšnjih postopkih je bil čas za nanos keramične zaščite. Pripravil sem si čiste in suhe mikrovlakenske krpe, ki sem jih pri tem postopku potreboval. Najprej sem začel z dekontaminacijo laka. Za to sem uporabil posebno čistilo – K2 Klinet (slika 50), ki je namenjeno pripravi površine laka na keramično zaščito. Po aplikaciji na površino sem s suho mikrovlakensko krpo čistilo pobrisal s površine in s tem zagotovil popolnoma čisto površino, primerno za nadaljnje postopke.

Slika 50: Čistilo K2 Klinet



Začel sem z nanosom temeljne keramične zaščite, ki je primerna le za lakirane površine in ne za steklo. Kot temeljno keramično zaščito sem izbral CarPro DQuartz Go. Najprej sem stekleničko s keramično zaščito dobro premešal. Nato sem na aplikator položil priloženo krpico za nanos. Ob prvem nanosu na aplikator sem uporabil 10 kapljic keramične zaščite, kot prikazuje slika 51.

Slika 51: Nanos keramične zaščite na aplikator



Nato sem z aplikatorjem enakomerno vlekkel po površini v križnem vzorcu. Delovna površina, na katero sem nanašal keramično zaščito, je bila velika približno 60 x 60 cm. Pri drugem nanosu na isti aplikator je bilo za enakomerno prekrivnost dovolj le 5 kapljic premaza. Krpico za nanos sem zamenjal vsaka dva panela, da ni prišlo do prenasičenosti krpice. Pri nanosu keramične zaščite lahko pride do prenasičenja keramične zaščite na določenih delih laka, zato jo je potrebno zgladiti. To sem storil tako, da sem po nanosu počakal približno 5 minut. Po petih minutah se na vrhu keramične zaščite pojavi mavrično obarvana plast, kot vidimo na sliki 52.

Slika 52: Kemična reakcija keramične zaščite



To je indikator, da se je spodnja plast keramične zaščite že spoprijela z lakom vozila. Nato sem ostanek keramične zaščite pobrisal z mikrovlakensko krpo, tako da se mavrična plast ni videla več. Če ostanka keramične zaščite ne bi pobrisal s površine, bi površina postala zamegljena in brez sijaja. Površino je potrebno podrobno pregledati pod različnimi koti. Ob morebitnem nastanku meglene površine lahko v 10 minutah od prvega nanosa naneseemo drugi nanos, ki ponovno raztopi keramično zaščito in jo lahko pobrišemo z mikrovlakensko krpo. Če meglena površina ostane na površini več kot 10 minut, se je lahko znebimo samo s tristopenjskim poliranjem. Po prvem sloju sem počakal 4 ure, preden sem nanesel še drugi sloj, da sem povečal debelino keramične zaščite in s tem življenjsko dobo. Dobro je vedeti tudi to, da mikrovlakenska krpa po postopku nanosa keramične zaščite postane neuporabna, saj lahko delci keramične zaščite v njej poškodujejo lak vozila. Po nanosu zaščite vozilo vsaj 24 ur ne sme biti izpostavljeno zunanjim vplivom, kot so vlaga, prah in UV-sevanje. Polno trdnost in sijaj keramična zaščita doseže po sedmih dneh.

### 3.1.12 Nanos vrhnjega sloja keramične zaščite

Za vrhnji sloj sem uporabil keramično zaščito CarPro Gliss (slika 53). To je keramična zaščita, ki se uporablja kot vrhnji sloj ali temeljni namaz. Omogoča višje hidrofobične lastnosti in s hitrim sušenjem omogoča temeljni keramični zaščiti sušenje brez zunanjih vplivov.

Slika 53: Keramična zaščita CarPro Gliss



Po nanosu osnovnega sloja keramike sem počakal 4 ure, nato pa sem nadaljeval z nanosom zgornjega sloja zaščite, kot je priporočeno za optimalno vezavo med sloji. Kot pri temeljnem sloju sem na aplikator nanesel 10 kapljic keramične zaščite in začel z aplikacijo. Ker se vrhnji sloj keramične zaščite hitreje suši, sem zaščito nanašal na površini 50 x 50 cm, da bi se izognil zgodnjemu sušenju. Ob nanosu se po eni minuti na vrhu površine pojavi bel zamegljen sloj, ki ga je potrebno nemudoma pobrisati z mikrovlakensko krpo. Postopek sem ponovil po celotnem vozilu. Zgornji sloj keramične zaščite je popolnoma posušen v 24 urah.

### 3.1.13 Nanos keramične zaščite na stekla

Nanos keramične zaščite na steklo je zelo zahteven postopek, saj lahko ob manjši nepravilnosti steklo postane zamegljeno, kar nas lahko ovira pri vožnji, zato je pazljivost in spremljanje postopka ključnega pomena. Produkt, ki sem ga uporabil, je CarPro GForce, ki je posebej

zasnovana keramična zaščita za steklene površine. Najprej sem začel s čiščenjem stekla. Da lahko dobro spremljamo postopek, moramo očistiti stekla z zunanje in notranje strani. Nato sem s priloženim čistilom in čisto mikrovlakensko krpo razmastil steklo, da je bilo čisto in primerno za nanos keramične zaščite.

Slika 54: Nanos keramične zaščite na steklo



Nato sem na aplikator nanesel keramično zaščito in jo v nanesel na steklo, kar je prikazano na sliki 54. Zaradi hitre reakcije sem nanesel keramično zaščito le na  $\frac{1}{4}$  vetrobranskega stekla in jo nato nemudoma obrisal. Pod različnimi koti sem opazoval površino, da ni postala meglena. V pomoč je tudi, če z notranje strani vozila pogledamo steklo in iščemo megleno površino. Ko sem se prepričal, da je površina dobro pregledna, sem nadaljeval s postopkom, ki sem ga ponovil na vseh steklih na vozilu. Po 30 minutah sem nanesel še drugo plast keramične zaščite.

### 3.1.14 Pregled in ocena površine

Po 24 urah sem vozilo postavil iz delavnice, v kateri se je keramična zaščita sušila. Pred pregledom učinkovitosti keramične zaščite sem počakal sedem dni, da je temeljni sloj keramične zaščite dosegel svoje dokončno stanje.

#### 3.1.14.1 Vizualni pregled

Po sedmih dneh sem vozilo najprej opral in potem preveril hidrofobne lastnosti laka na vozilu. Osredotočil sem se predvsem na to, kako se voda obnaša na površini, saj je to eden izmed ključnih pokazateljev učinkovitosti keramične zaščite. Kot je razvidno s slike 55, se voda na površini zbira v izrazite, zaobljene kapljice, ki se zaradi nizkega trenja zlahka odteka z laka.

To kaže na dobro hidrofobnost in pravilno vezavo zaščitnega sloja na površino, kar posledično pomeni tudi boljšo zaščito pred umazanijo, vodnim kamnom in drugimi zunanjsimi vplivi.

Slika 55: Vizualni pregled hidrofobnosti laka po nanosu keramične zaščite



Nato sem preveril še vizualni izgled in sijaj vozila. Kot je razvidno na sliki 56, ima vozilo izrazito visok sijaj, kar je jasen pokazatelj pravilno in temeljito izvedenih postopkov površinske priprave, zlasti dekontaminacije in večstopenjskega poliranja. Prav postopek poliranja je imel največji vpliv na globino barve in zrcalni odsev površine, saj je učinkovito odstranil mikropraske, oksidacijo ter ostale nepravilnosti, ki bi sicer motile enakomeren sijaj.

Slika 56: Sijaj vozila po nanosu keramične zaščite



#### 3.1.14.2 Trenje površine

Podobno kot pred nanosom keramične zaščite sem tudi po nanosu izmeril trenje površine. Izvedbo posega nam prikazuje slika 57, medtem ko so v tabeli 4 zbrani podatki meritev po nanosu keramične zaščite.

Slika 57: Postopek ugotavljanja hrapavosti po nanosu keramične zaščite



Tabela 4: Rezultati meritve hrapavosti po nanosu keramične zaščite

Meritev [št.]	Težnostna obremenitev vleka kot posledica hrapavosti po izvedenem posegu [g]
Meritev 1	25 g
Meritev 2	25 g
Meritev 3	30 g
Meritev 4	25 g
Meritev 5	30 g
Meritev 6	25 g
Meritev 7	30 g
Meritev 8	35 g
Meritev 9	25 g
Meritev 10	25 g

Po končanih 10 meritvah si lahko izračunam srednjo izmerjeno vrednost, ki je 27,5 g. Pred nanosom keramične zaščite je bila ta vrednost 44,5 g, kar pomeni, da ima površina 38,2 % manj trenja. To pomeni, da se je po nanosu keramične zaščite trenje med površino in krpo občutno zmanjšalo, kar je pokazatelj gladkosti površine in manjše opredeljivosti. Takšne lastnosti so

izjemno zaželene, saj pripomorejo k lažjemu čiščenju ter boljšim hidrofobičnim lastnostim. Prav tako manjše trenje pomeni manjše kopičenje nečistoč in s tem daljši čist videz vozila.

### 3.2.14.3 Odraž nanosa keramične zaščite na stanju izpostavljenosti vozila v okolju

Glede na predstavljeno problematiko v diplomskem delu in izvedeno implementacijo keramične zaščite na vozilu lahko povzamemo, da keramična zaščita predstavlja izredno učinkovit poseg in dodano vrednost, saj sta se občutljivost vozila na oprijemljivost in hkrati dosežena odbojnost tujih delcev zmanjšali in s tem pripomogli k temu, da so se vzdržnost laka ter trajnost in estetski videz vozila izredno povečali. Keramični premaz vsekakor ne predstavlja trajnega učinka zaščite, veliko pa pripomore h klasični zaščiti površine vozila pred zunanjimi dejavniki, s katerimi se neposredno vsakodnevno srečujemo.

## 3.2 STROŠKI PRIPRAVE POVRŠINE IN NANOSA KERAMIČNE ZAŠČITE

Pred začetkom dela sem si zastavil cilj, da kompleten postopek nanosa keramične zaščite opravim z manj kot 600 €. Stroški priprave površine in nanosa keramične zaščite so povzeti v tabeli 5.

Tabela 5: Stroški priprave površine in nanosa keramične zaščite

Aktivnost /material	Čas [h]	Urna postavka [€]	Skupaj stroški (delo + uporabljeni material) [€]	
Pranje vozila	1	25	25+ 5	
Odstranjevanje drevesne smole	1	25	25 + 5	
Odstranjevanje zračne rje	0.5	25	12,5 + 5	
Odstranjevanje delcev s čistilnim gnetilom	2	25	50 + 22	
Poliranje	6	25	150 + 85	
Nanos keramične zaščite na lak vozila	3	25	75+ 150	
Nanos keramične zaščite na stekla	1	25	25 + 37	
Stroški dela			362.5 €	<b>Σ 671,5 €</b>
Stroški materiala			309 €	

Razpoložljiva sredstva za obnovo		700 €
Orientacijski stroški izvedbe del pri zunanjem izvajalcu		800 €
Bilanca stanja glede na razpoložljiva sredstva		
<b>PRIHRANEK (+)</b>	<b>IZGUBA (-)</b>	<b>+ 28,5 €</b> (glede na razpoložljiva sredstva)
		<b>+128,5</b> (glede na primerljivost z zunanjim izvajalcem)

Po zaključenem delu sem svoje stroške primerjal s cenami storitve pri zunanjem izvajalcu in ugotovil, da sem z lastnim delom prihranil okoli 16 %.

## 4 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem obravnaval pripravo površine in nanos keramične zaščite, kar predstavlja zelo pomemben proces pri zaščiti laka površine pred zunanjimi vplivi ter pripomore k izboljšanju videza.

V teoretičnem delu sem raziskal sestavo in značilnosti keramičnih zaščit ter fizikalne učinke, ki jih keramična zaščita nudi vozilu. Prav tako sem opisal postopke pranja, dekontaminacije in korekcije laka, ki so ključni za uspešen nanos keramične zaščite.

Praktični del sem izvedel na vozilu Audi A3, kjer sem postopoma izvedel vse faze priprave površine in nanosa keramične zaščite. Pri tem sem sledil vsem postopkom in pravilom, opisanim v teoretičnem delu, in tako so vsi postopki tekli gladko ter učinkovito. Po opravljenem teoretičnem delu sem stanje laka primerjal s stanjem pred pripravo površine in nanosom keramične zaščite. Ugotovil sem, da ima površina veliko večji sijaj in boljše hidrofobične lastnosti. Hkrati sem s testom trenja površine ugotovil, da ima površina 38,2 % manj trenja kot pred nanosom keramične zaščite, kar je dober pokazatelj učinkovitosti samega nanosa.

Pri izvajanju praktičnega dela diplomske naloge sem ugotovil, kako pomembna je dosledna in natančna priprava površine, saj že manjša napaka lahko vpliva na končni rezultat. Nekaterih postopkov sem se loteval prvič, zato sem moral biti še posebej pozoren na proces in si vzeti dovolj časa. Kljub temu sem s končnim izdelkom zelo zadovoljen, ker sem proces izvedel kakovostno, postopke razumel v celoti in pridobil pomembne praktične izkušnje, ki mi bodo pri nadaljnjem delu še posebej koristile.

V zadnjem delu diplomske naloge so povzeti stroški projekta, ki znašajo 671,5 EUR. Izkazalo se je, da sem z lastnim vloženim delom glede na razpoložljiva sredstva prihranil 28,5 EUR. V primerjavi s ceno storitve pri zunanjem izvajalcu pa sem privarčeval 128,5 EUR.

Znanje, pridobljeno v okviru študija, mi je pri razumevanju postopkov zelo pomagalo, nekatere informacije o relativno novem procesu keramične zaščite pa sem moral samostojno poiskati v drugih virih. Vesel sem, da sem lahko teoretično znanje prenesel v prakso, saj bom s tem v prihodnosti lahko optimistično in kakovostno opravljal podobne projekte.

## 5 VIRI

**Dom Colbeck, Jon Steele. 2017.** *Automotive Detailing in Detail*. Marlborough: Crowood Press, 2017. 9781785002434.

**Fischer Richard, Gscheidle Rolf, Haider Uwe, Hohmann Berhold, Keil Wolfgang, Mann Jochen, Schlögl Bernd, Steide Bernard, Wimmer Alois, Wormer Günter. 2012.** *Fackunde Karosserie- und Lackiertechnik*. Erfstadt: Europa-Lehrmittel, 2012. 978-3-8085-2153-3.

**Huaihe Song, Ghulam Yasin, Nakshatra Bahadur Singh, Ram K. Gupta, Tuan Anh Nguyen. 2022.** *Nanotechnology in the Automotive Industry*. s.l.: Elsevier Science, 2022. 9780323905244.

**Humski, Ferdinand in Žuraj, Nikodem. 2019.** *Ličarska dela*. Ptuj: s. n., 2019.

**Pursuit, Inbound. 2023.** Jehnnychem. *Jehnnychem*. [Elektronski] Jehnnychem, 12. 7 2023. [Navedeno: 2. 10 2024.] <https://www.jennychem.com/blogs/news/how-to-dry-car-after-wash>.

**Ram Gupta, Amir Motallebzadeh, Saeid Kakooei, Tuan Anh Nguyen, Ajit Behera. 2023.** *Advanced Ceramic Coatings: Fundamentals, Manufacturing, and Classification*. s.l. : Elsevier Science, 2023. 0323996590.

**SprayWare. 2024.** SprayWare. *SprayWare*. [Elektronski] SprayWare, 2024. [Navedeno: 21. 4 2025.] <https://sprayware.co.uk/shop/consumables/polishing/polishes/3m-perfect-it-iii-triple-polish-compound-ultimate-set/>.

**Stellar Finish,. 2024.** Stellar Finish. *Stellar Finish*. [Elektronski] 2024. [Navedeno: 31. 10 2024.] <https://stellarfinish.ca/wp-content/uploads/2024/01/Ceramic-Coating-Buyers-Guide-2024.pdf>.

**Taylor, Daniel. 2022.** Taylor's Mobile Valeting. *Taylor's Mobile Valeting*. [Elektronski] Taylor's Mobile Valeting, 11. 2 2022. [Navedeno: 13. 10 2024.] <https://www.taylormobilevaleting.co.uk/blog/how-to-clean-chrome-on-a-car>.

**Vane, James Kelone Robert. 2021.** *Ceramic Coating Formulations: Ceramic Coating Process*. 2021. B09M9YRD1X.

