

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Matej STUPAN

OBNOVA MOTORJA 1.9 TDI

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Matej STUPAN

OBNOVA MOTORJA 1.9 TDI

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

RENEWAL OF THE 1.9 TDI ENGINE

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

ZAHVALA

Zahvalil bi se rad mentorju dela, g. Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in meter., za vse nasvete, napotke, pomoč in podporo pri pripravi samega diplomskega dela.

Prav tako bi se rad zahvalil tudi prijatelju, ki mi je posodil delavnico in orodje za izvajanje del, ter družini za finančno podporo pri izvajanju diplomskega dela in celotnem študiju.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Matej Stupan, rojen 9. 12. 2003 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa avtoservisni menedžment izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Obnova motorja 1.9 TDI* avtorsko delo.

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

Diplomsko delo je lektorirala ga. Tina Vahter, profesorica slovenščine in zgodovine, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Matej Stupan.

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 imenovala g. Dragana Gogića, mag. inž. metal. in mater.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: _____

Član/mentor: _____

Član: _____

Član/somentor: _____

Datum diplomskega izpita: _____

POVZETEK

V diplomski nalogi je predstavljena kompletna obnova Volkswagnovega motorja 1.9 TDI. Namen samega diplomskega dela je predstavitev postopkov, ki so potrebni pri obnovi motorja, tehnik dela in znanj, potrebnih za delo (izvedbo).

Predmet obnove je zgoraj omenjeni motor 1.9 TDI, ki ga je zasnoval in uporabljal nemški velikan v avtoindustriji Volkswagen, zato so v drugem delu naloge predstavljeni zgodovina, zasnova in lastnosti motorja, podrobneje pa je opredeljen tudi PD sistem vbrizgavanja dizelskega goriva v valj.

V tretjem delu diplomske naloge predstavljamo postopke za popravilo oz. obnovo delov motorja, tehnike, ki so bile uporabljene med samo sestavo in čiščenjem delov, ter vsa orodja, potrebna pri delu. Nadalje je naveden še stroškovnik same obnove motorja, ki je terjala okoli 60 ur lastnega dela.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	623.437.4(043.2)
KG	Volkswagen, 1.9 TDI, PD sistem, obnova
AV	STUPAN, Matej
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	OBNOVA MOTORJA 1.9 TDI
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XI, 46 str., 4 tab., 43 sl., 7 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo zajema predstavitev motorja 1.9 TDI, njegovih delovnih sklopov in postopkov, tehnik ter orodji, potrebnih za obnovo tega motorja. Po določenem zaporedju je izvedena obnova motorja po korakih, ki si sledijo v določenem zaporedju. V zaključnem delu diplomskega dela je predstavljena analiza stroškov, ki opisuje, koliko je samo delo stalo in koliko ur je trajalo. Diplomsko delo predstavlja načrtovan pristop obnove motorja, ki je ob uporabi razpoložljivih orodij, opreme in znanja zagotovil realizacijo načrtovanih aktivnosti, kar je na koncu naloge tudi doseženo.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 623.437.4(043.2)
- CX Volkswagen, 1.9 TDI, PD system, renewal
- AU STUPAN, Matej
- AA GOGIĆ, Dragan (mentor)
- PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI RENEWAL OF THE 1.9 TDI ENGINE
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO XI, 46 p., 4 tab., 43 fig., 7 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *The diploma work covers the presentation of the 1.9 TDI engine, its working assemblies and procedures, techniques and tools necessary for the restoration of this engine. After a certain sequence, the engine rebuild is carried out in steps that follow each other in a certain sequence. In the final part of the thesis, a cost analysis is presented, which describes how much the work itself cost and how many hours it took. The diploma thesis presents a planned approach to the restoration of the engine, which using the available tools, equipment and knowledge, ensured the realization of the planned activities, which were also achieved at the end of the assignment.*

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.....	X
KAZALO TABEL.....	XI
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA.....	1
2 PREGLED STANJA.....	2
2.1 ZGODOVINA VOZILA.....	2
2.2 ZGODOVINA IN LASTNOSTI MOTORJA.....	3
2.3 NAPRAVA TLAČILKE S ŠOBO.....	4
3 OBNOVA MOTORJA 1.9TDI.....	6
3.1 PREGLED IN BELEŽENJE OBSTOJEČIH MOTORNIH DELOV.....	6
3.2 ČIŠČENJE IN OBNOVA BLOKA MOTORJA.....	8
3.3 ČIŠČENJE IN OBNOVA BATOV.....	9
3.4 ČIŠČENJE IN OBNOVA GLAVE MOTORJA.....	10
3.4.1 Čiščenje sesalnih kanalov.....	12
3.4.2 Brušenje sedeža ventilov.....	13
3.4.3 Sestava glave motorja.....	15
3.5 MONTAŽA ROČIČNEGA MEHANIZMA.....	16
3.5.1 Montaža ročične gredi in glavnih ležajev.....	16
3.5.2 Montaža batov.....	20
3.5.3 Montaža oljne črpalke in korita.....	22
3.6 MONTAŽA GLAVE MOTORJA.....	24
3.6.1 Montaža odmične gredi in dizelskih šob.....	26
3.7 MONTAŽA POMOŽNIH ZUNANJIH DELOV MOTORJA.....	30
3.7.1 Zobati jermen.....	30
3.7.2 Montaža ohišja oljnega filtra.....	33
3.7.3 Montaža cevi za hladilno tekočino.....	34
3.7.4 Montaža pokrova ventilov.....	35
3.7.5 Montaža sesalnega kolektorja.....	36
3.7.6 Montaža turbopolnilnika.....	39

3.7.7 Montaža sklopke in menjalnika	41
3.8 ZATEZNI MOMENTI	44
3.9 ANALIZA STROŠKOV	45
4 ZAKLJUČEK.....	46
5 VIRI.....	47

KAZALO SLIK

Slika 1: Tlačilka s šobo.....	4
Slika 2: Delovanje tlačilke s šobo.....	5
Slika 3: Komponente iz vozila.....	6
Slika 4: Sortirane sestavne komponente.....	7
Slika 5: Blok pripravljen na montažo delov.....	8
Slika 6: Očiščen bat z novimi batnimi obročki.....	9
Slika 7: Glava motorja z demontiranimi ventili.....	10
Slika 8: Očiščena glava motorja.....	11
Slika 9: Čiščenje sesalnih kanalov.....	12
Slika 10: Preizkus ventilov.....	13
Slika 11: Zbrušeni sedeži ventilov.....	14
Slika 12: Sestavljena glava motorja.....	15
Slika 13: Nameščeni novi glavni ležaji.....	16
Slika 14: Nameščena ročična gred.....	17
Slika 15: Pokrovi ležajev z novimi ležaji.....	18
Slika 16: Nameščeni pokrovi ležajev.....	19
Slika 17: Zatezni moment pokrovov ležajev.....	19
Slika 18: Vrstni red ojničnih ležajev.....	20
Slika 19: Bati vstavljeni v valje.....	21
Slika 20: Montirana oljna črpalka.....	22
Slika 21: Nameščeno oljno korito.....	23
Slika 22: Ohišje sprednjega radialnega tesnila.....	23
Slika 23: Nameščena tesnilka glave motorja.....	24
Slika 24: Glava motorja in zatezni moment.....	25
Slika 25: Ležajne blazinice odmične gredi in dročniki.....	26
Slika 26: Ležajne blazinice na pokrovih.....	27
Slika 27: Montirana odmična gred.....	28
Slika 28: Montirana odmikala in nastavitvev zračnosti.....	29
Slika 29: Zobati jermen.....	31
Slika 30: Shema montaže zobatega jermena.....	32
Slika 31: Ohišje oljnega filtra.....	33
Slika 32: Poškodovana cev.....	34
Slika 33: Cevi hladilne tekočine.....	34
Slika 34: Pokrov ventilov.....	35
Slika 35: Napeljava cevi in črpalke.....	35
Slika 36: Umazan sesalni kolektor.....	36
Slika 37: Očiščen sesalni kolektor.....	37
Slika 38: Sesalni kolektor z ventilom in loputo.....	38
Slika 39: Turbopolnilnik.....	39
Slika 40: Priprava turbopolnilnika na prvi zagon.....	40
Slika 41: Radialno ojlno tesnilo s tipalom impulzov.....	41
Slika 42: Montiran vztrajnik.....	42
Slika 43: Motor pripravljen na vgradnjo v vozilo.....	43

KAZALO TABEL

Tabela 1: Lastnosti vozila	2
Tabela 2: Tehnične lastnosti motorja	3
Tabela 3: Zatezni momenti	44
Tabela 4: Analiza stroškov.....	45

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Motor 1.9 TDI nemškega proizvajalca Volkswagen je eden izmed najbolj poznanih motorjev v avtomobilski industriji, saj so ga vgrajevali v veliko modelov, kot so Passat, Golf, Touran, Sharan, Jetta, Bora ... V mojem primeru je bil motor vgrajen v model vozila Golf V Variant, med zadnjimi leti proizvodnje PD motorjev. Njegova zanimivost je ta, da ima že tovarniško vgrajen DPF filter. Koda tega motorja je BLS, ki je znana po svoji nezanesljivosti. V mojem primeru je prejšnji lastnik vozila sam demontiral in razstavil motor zaradi prekomerne porabe motornega olja. Zaradi osebnih razlogov je vozilo je pustil razstavljeno, sam pa sem nato slednjega kupil v prej omenjeni obliki in se lotil dela.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela je pobližje predstaviti postopek obnove že omenjenega pogonskega agregata in pri tem spoznati njegove delovne lastnosti, značilnosti in do kakšnih težav oz. problemov lahko pride med generalno obnovo pogonskih agregatov.

Namen projekta, ki je opisan v sami diplomski nalogi, je uporabiti vsa v času šolanja pridobljena znanja: praktična pri sami obnovi in znanja s področja menedžmenta pri organizaciji delovnega prostora, kalkulaciji stroškov in prodaji vozila ob končani obnovi pogonskega agregata.

Cilj diplomske naloge je uspešno odpraviti zgoraj omenjeni problem prekomerne porabe motornega olja, tako da bo motor deloval brezhibno in imel izgorevanje po tovarniških predpisih. To nalogo imam cilj opraviti znotraj razpoložljivih sredstev, ki znašajo 5.000,00 EUR.

2 PREGLED STANJA

2.1 ZGODOVINA VOZILA

Volkswagen golf je majhen kompakten družinski avtomobil, ki ga proizvaja nemški avtomobilski proizvajalec Volkswagen od leta 1974. Uspešno se prodaja po celem svetu in ima že osem generacij oz. izvedb z različnimi imeni, kot so Rabbit v ZDA in Carbie v Mehiki.

Prvi Golf Mk1 je bil zamenjava za ikoničnega hrošča, ki je imel zračno hlajen motor in pogon na zadnja kolesa. Golf je Volkswagnov najbolj prodajan model z več kot 35 milijonov prodanih vozil skozi vseh osem generacij in s tem tudi eden izmed treh najbolj prodanih modelov po celem svetu (Automoli, 2024).

Moj primer modela avta je peta generacija golfa, iz katerega izhaja pogonski agregat, ki je predmet obnove. V Evropi so ga predstavili jeseni leta 2003. Skozi leta produkcije so na samem modelu zgradili veliko izvedb, kot sta GTI in pa legendarni R32, ki ga je gnal Volkswagnov 3.2 litrski 6 valjni VR6 motor. Moj golf ima karavansko izvedbo karoserije, ki so jo proizvajali med letoma 2007 in 2009 ter vanjo vgrajevali bencinske in dizelske motorje. Bencinski motorji so imeli razpon prostornine od 1,4 do 1,6 litrov, dizelski motorji pa od 1,9 do 2 litra. Na obe izvedbi motorjev je bilo ob nakupu možno izbrati avtomatski DSG menjalnik s šestimi prestavami ali pa ročni menjalnik s 5 ali 6 prestavami (Auto-data.net, 2010-2025). Več informacij prikazuje tabela 1.

Tabela 1: Lastnosti vozila

Specifikacije	Vrednosti
Karoserija	Karavan
Št. sedežev	5
Št. vrat	5
Kombinirana poraba goriva	6 l
CO ₂ emisije	158g/km
Vrsta goriva	Dizel
Emisijski razred	Euro 4
Maksimalna hitrost	185 km/h

Vir: (Stupan, 2025), povzeto po: (Auto-data.net, 2010-2025), (Automoli, 2024)

2.2 ZGODOVINA IN LASTNOSTI MOTORJA

Prvi TDI motor, ki so ga proizvedli leta 1989, je bil linijski pet-valjnik, proizveden za Audijev model Audi 100 TDI. Oznaka TDI (turbocharged direct injection) pomeni kombinacijo med vbrizgom direktno v sam valj, pri čemer dizelska šoba gorivo vbrizgne direktno v delovne valje motorja, kar povzroči boljše izgorevanje in s tem povečanje navora motorja ter zmanjšanje emisij, in prisilnim polnjenjem, kjer turbopolnilnik, ki ga ženejo izpušni plini, stisne in poveča volumen vsesanega zraka, kar zviša moč in navor motorja ter zmanjša porabo in emisije slednjega. TDI motorji uporabljajo tudi hladilnik zraka (intercooler), ki ohladi in poveča gostoto vsesanega zraka (Auto-data.net, 2010-2025). Podrobne lastnosti motorja so prikazane v tabeli 2.

Tabela 2: Tehnične lastnosti motorja

Specifikacije	Vrednosti
Moč motorja	105 KM ali 77 kW
Navor motorja	250 Nm
Koda motorja	BLS ali EA188
Prostornina	1896 cm ³
Št. valjev in izvedba	Linijski 4-valjni motor
Premer valja	79,5 mm
Hod bata	95,5 mm
Kompresijsko razmerje	19 : 1
Izvedba krmiljenja	SOHC, zobati jermen

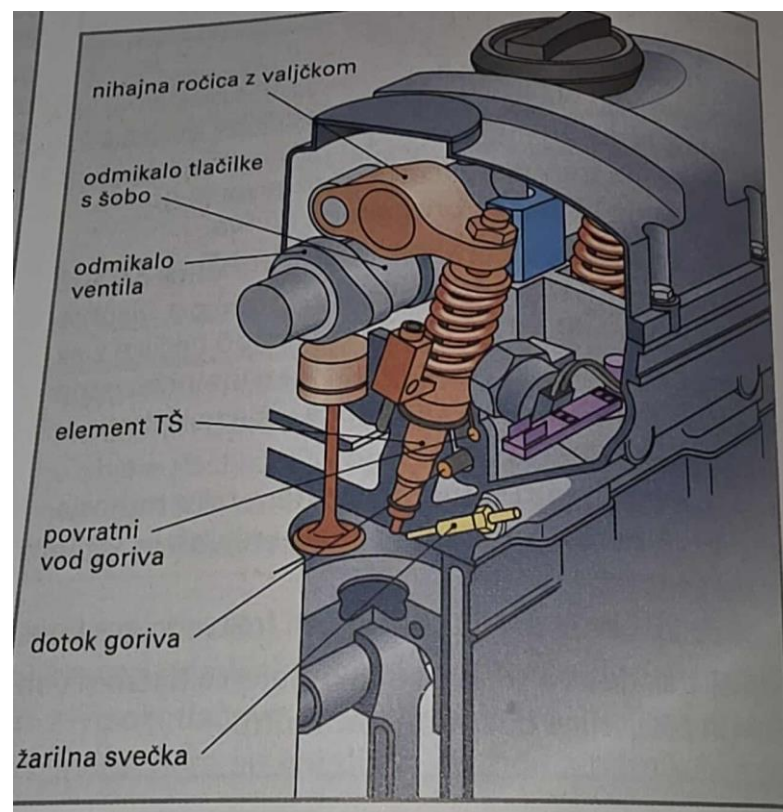
Vir: (Stupan, 2025), povzeto po: (Auto-data.net, 2010-2025), (Automoli, 2024)

2.3 NAPRAVA TLAČILKE S ŠOBO

Naprava tlačilke s šobo je ena izmed izvedb vbrizga dizelskega goriva v valj. Uporabljati so jo začeli leta 1930 v ZDA. Leta 1994 jih je za EU začelo proizvajati podjetje Bosch. Volkswagen jih je uporabljal v svoji liniji PD TDI motorjev. Njene prednosti so, da je šoba in visokotlačna črpalka v eni enoti na vsak valj motorja, s to enoto pa lahko dosežemo vbrizgovalne tlake do 2200 barov.

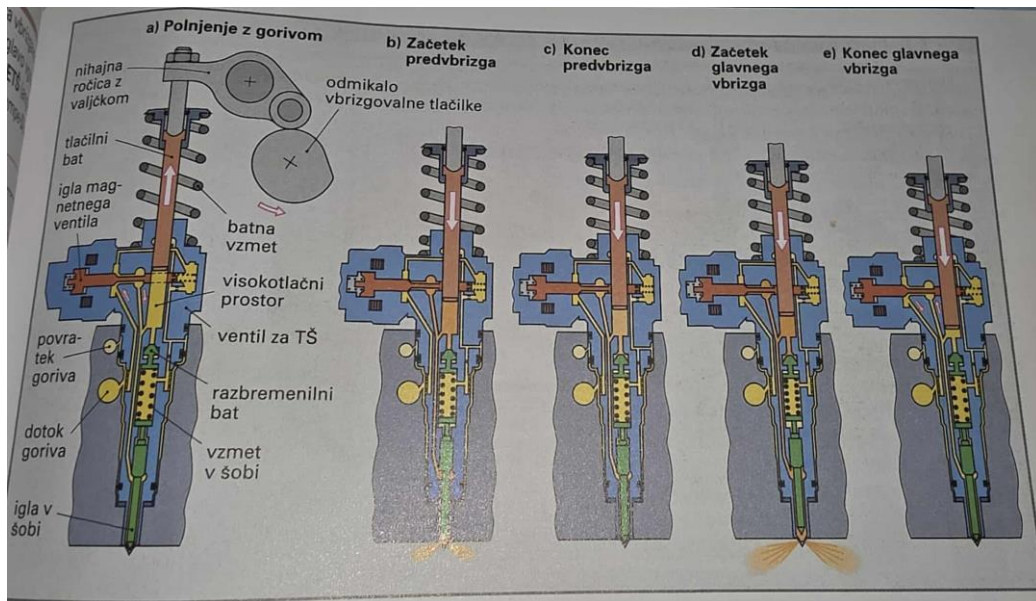
Tlačilko s šobo žene odmična gred, ki ima za vsako enoto svoje odmikalo. Gib odmične gredi se preko nihajne ročice prenese na samo enoto ter povzroči krmiljen vbrizg goriva. Začetek giba je hiter, konec giba pa počasen in mehak. Sam sistem tlačilke s šobo ima tudi napajalno črpalko, ki iz rezervoarja dovaja gorivo do vseh tlačilk v motorju (Fischer, in drugi, 2014). Delovanje in obliko enote prikazujeta sliki 1 in 2.

Slika 1: Tlačilka s šobo



Vir: (Fischer, in drugi, 2014)

Slika 2: Delovanje tlačilke s šobo



Vir: (Fischer, in drugi, 2014)

3 OBNOVA MOTORJA 1.9TDI

Med brskanjem po potencialnih projektih za opravljanje diplomske naloge sem naletel na omenjenega Golfa, pri katerem sta me takoj me je pritegnila cena in izziv sestave vozila, ki ga je nekdo predhodno razstavil. Glavni razlog obnove je bila prekomerna poraba motornega olja, do katere je prišlo zaradi obrabljenih valjev in batnih obročkov, obrabljenih oz. zastarelih ventilskih teflonov in slabega tesnjenja tesnilke na pomožni (tandem) črpalki.

3.1 PREGLED IN BELEŽENJE OBSTOJEČIH MOTORNH DELOV

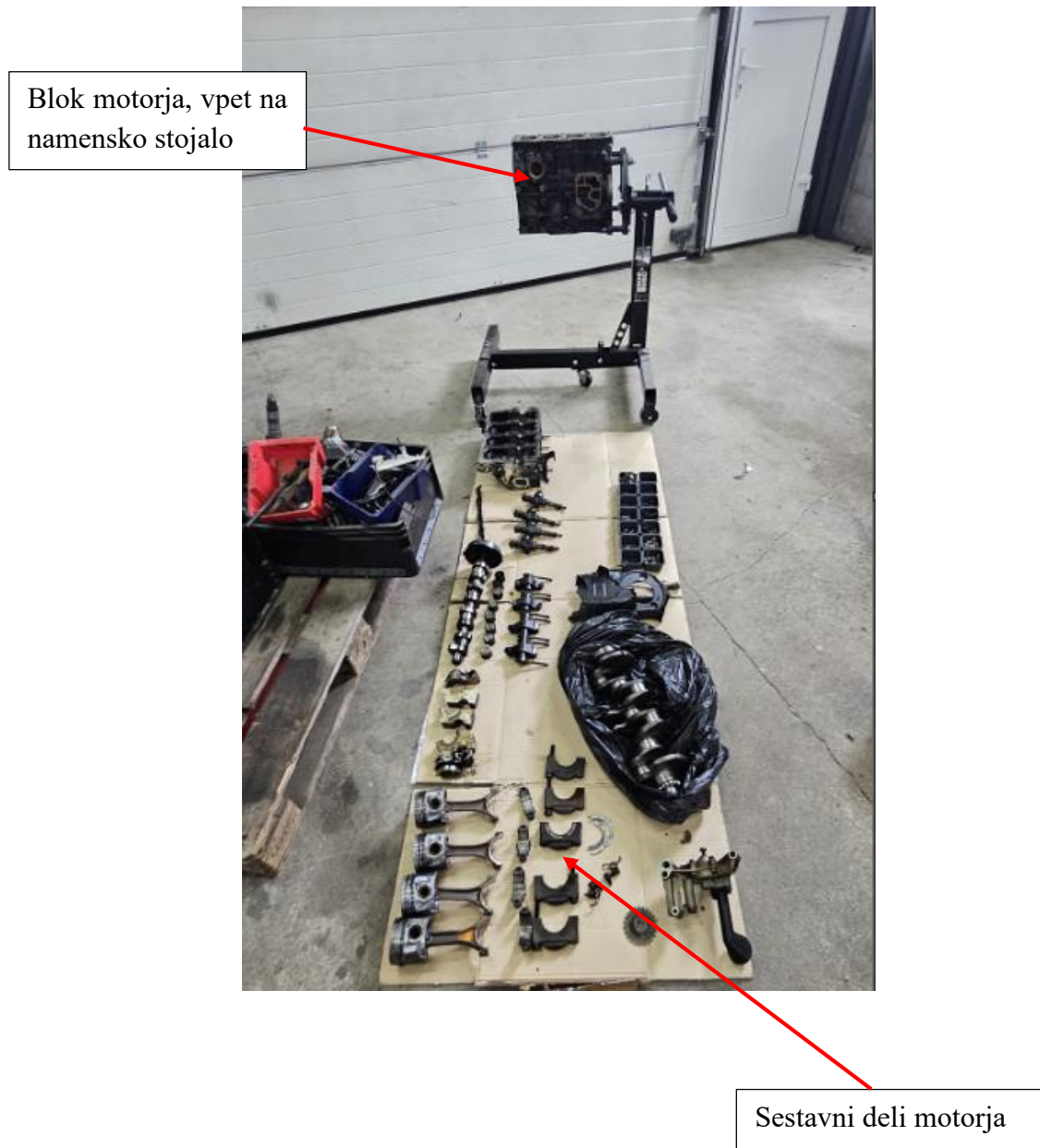
Pred začetkom dela sem moral iz vozila, ki mi ga je dostavila avtovleka, raztovoriti vse dele in komponente, ki sem jih našel razmetane po vseh predelih vozila. To prikazuje slika 3.

Slika 3: Komponente iz vozila



Ko sem sestavne dele in komponente pripeljal v delavnico, sem jih začel posamezno sortirati. Naredil sem fotografijo, na kateri so bili vidni vsi obstoječi deli oziroma s pomočjo katere sem lahko razbral manjkajoče komponente. Vse, kar je bilo pred mano, sem pregledal, z namenom da bi zaznal morebitne vidne poškodbe. Blok motorja sem previdno in pazljivo namestil na specialno držalo za bloke motorjev, ki omogoča vrtenje slednjega v vse smeri. Sortirane motorne komponente in vpet blok motorja prikazuje slika 4.

Slika 4: Sortirane sestavne komponente



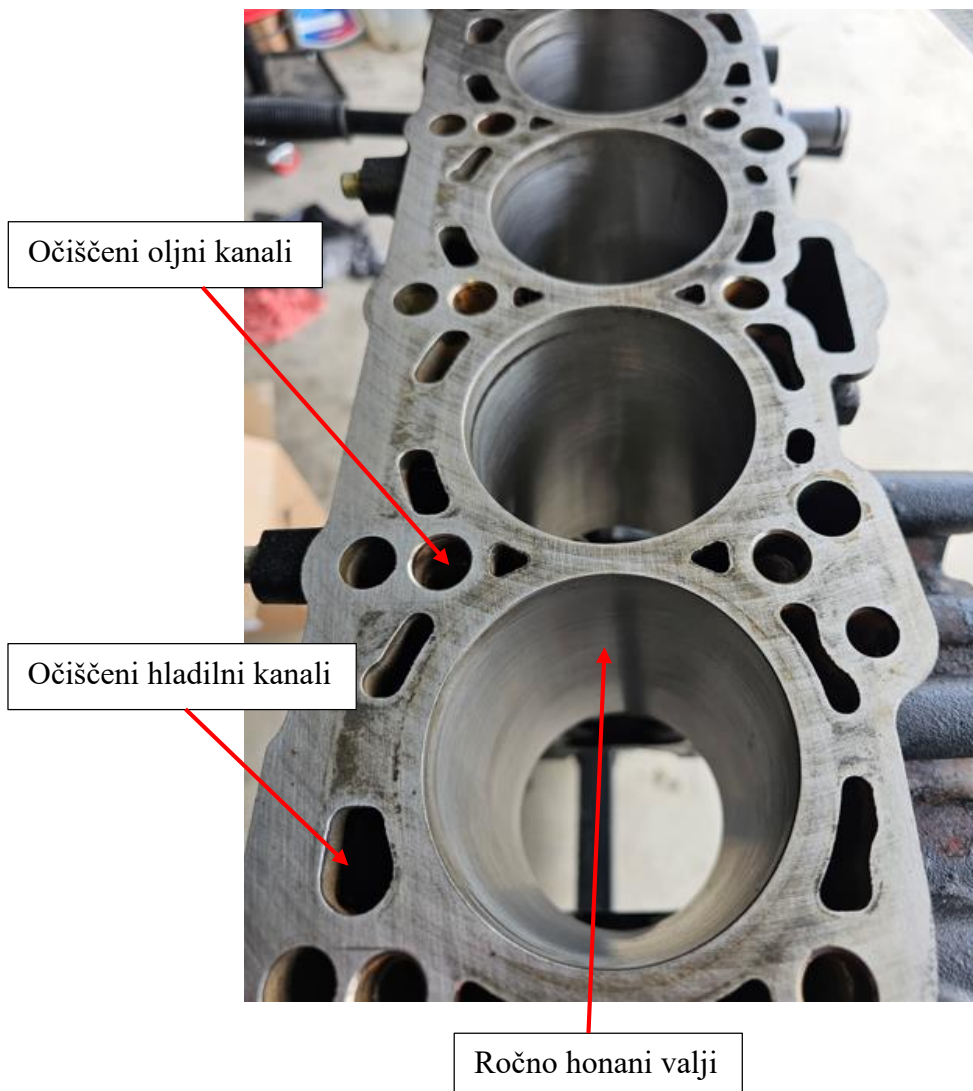
Po končanem sortiranju sem prišel do ugotovitve, da mi ne manjka nobena od glavnih komponent ročičnega mehanizma motorja.

3.2 ČIŠČENJE IN OBNOVA BLOKA MOTORJA

Blok motorja sem po montaži na nosilec temeljito očistil in razmastil s pomočjo bencina in razmaščevalca. Po čiščenju sem ga zaradi možne prisotnosti morebitnih poškodb ali napak temeljito pregledal. S pomočjo čistila zavor in stisnjenega zraka sem očistil tudi vse izvrtine z navoji, da bi omogočil lažjo montažo novih delov. Z isto metodo sem očistil še izvrtine vijakov glave motorja in vijakov ležajev glavne gredi. Očistil sem kanale, po katerih tečeta motorno olje in hladilna tekočina.

Po končanem čiščenju bloka motorja sem pričel z ročnim honanjem valjev motorja. S tem sem omogočil, da ima motorno olje ob delovanju motorja prostor, kjer se lahko zadržuje in maže ter hladi bat ob potovanju iz spodnje do zgornje mrtve točke in obratno. Očiščen in shonan blok prikazuje slika 5.

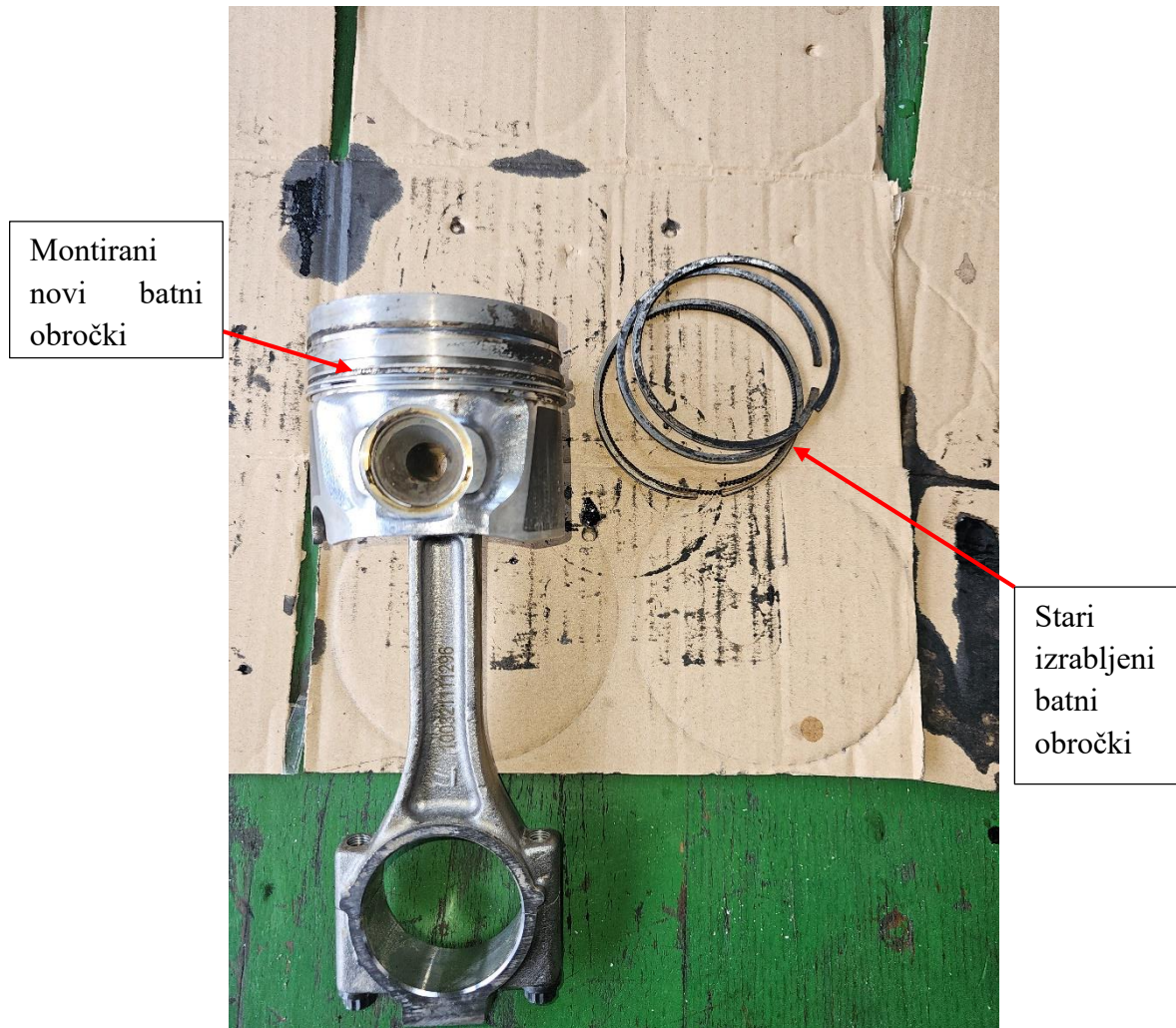
Slika 5: Blok, pripravljen na montažo delov



3.3 ČIŠČENJE IN OBNOVA BATOV

Bate sem pred začetkom dela temeljito vizualno pregledal in ročno testiral, če imajo zračnost med sornikom in ojnico. Nato sem demontiral ojnične ležaje in stare batne obročke. Demontirane stare obročke in montirane nove prikazuje slika 6.

Slika 6: Očiščen bat z novimi batnimi obročki



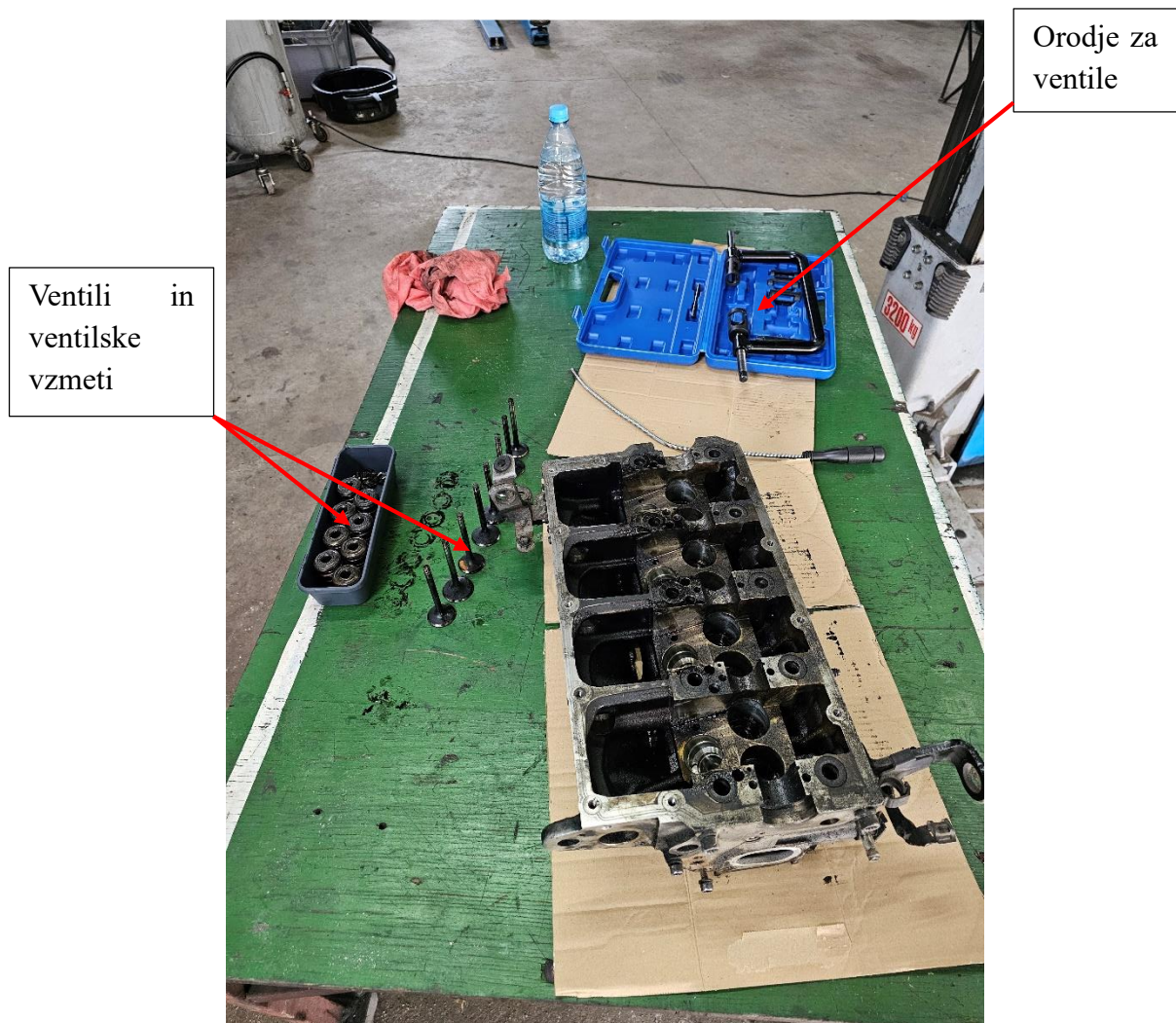
Pred montažo novih batnih obročkov sem sam bat očistil s pomočjo mehkih krtač in razmaščevalca. Pri čiščenju kanalov, kjer plavajo batni obročki, pa sem si pomagal z zlomljenim kosčkom starega batnega obročka in plastičnimi strgali. Samo čiščenje batov je bilo zelo zamudno, saj so bili slednji zelo nasičeni z garežom.

3.4 ČIŠČENJE IN OBNOVA GLAVE MOTORJA

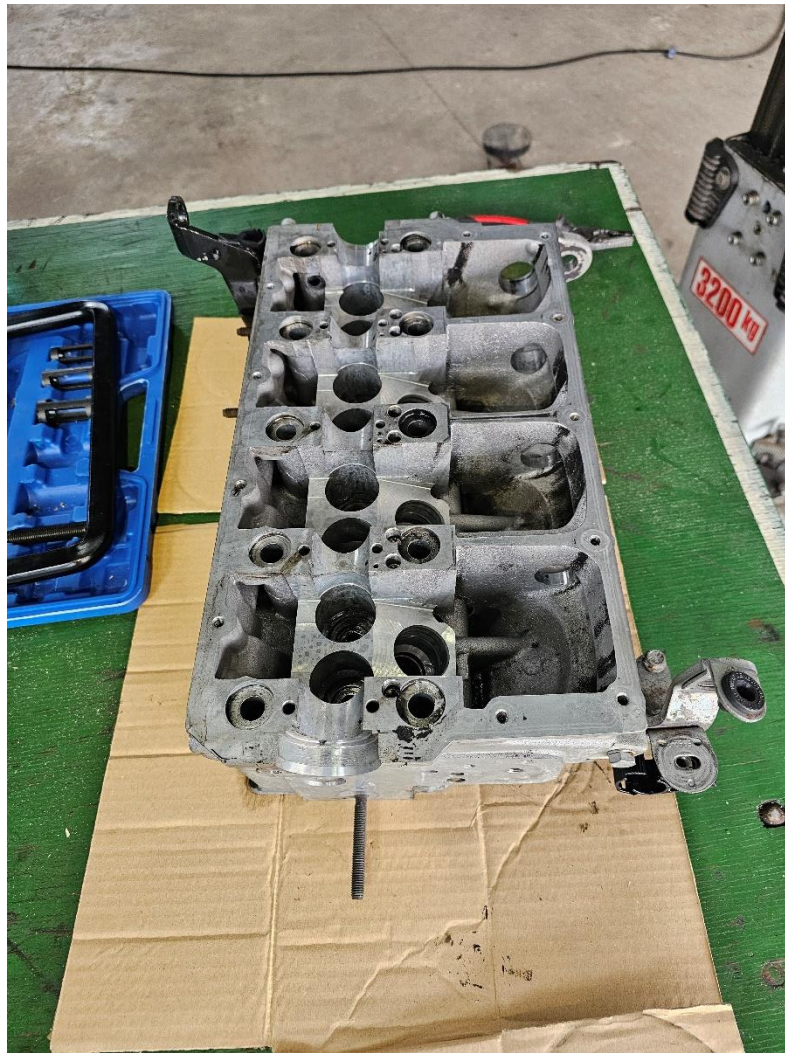
Glavo motorja sem začel obnavljati tako, da sem s pomočjo namenskega orodja za demontažo ventilov najprej demontiral sesalne in izpušne ventile. Med demontažo ventilov sem bil zelo pazljiv, saj lahko med stiskanjem ventilskih vzmeti pride do poškodbe, pri čemer se lahko izgubijo varovala, ki iz dveh strani locirajo samo steblo ventila v ventilsko vzmet. Med demontažo ventilov sem lahko iz vodil demontiral tudi teflonska tesnila stebel ventilov, ki so bila zelo trda in niso več opravljala svoje naloge tesnjenja motornega olja. Ventili v sesalnih in izpušnih kanalih glave motorja so bili mokri oz. mastni. Vidno je bilo, da motorno olje skozi teflonska tesnila pronicava v izgorevalni prostor.

Po demontaži ventilov sem samo glavo motorja temeljito očistil s pomočjo razmaščevalca in visokotlačnega čistilca na toplo vodo. To prikazujeta sliki 7 in 8.

Slika 7: Glava motorja z demontiranimi ventili



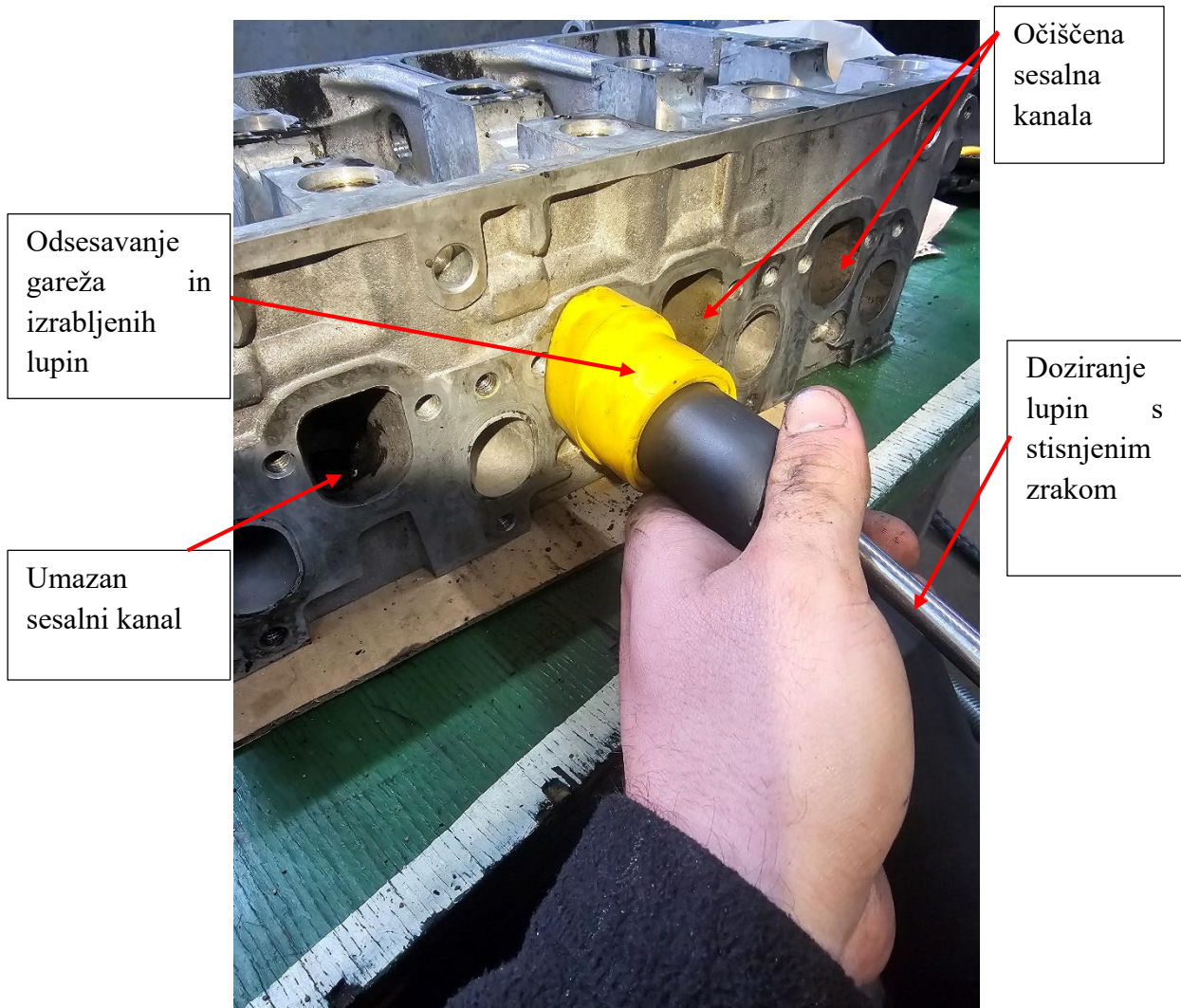
Slika 8: Očiščena glava motorja



Po čiščenju sem glavo motorja vizualno pregledal z namenom zaznave morebitnih poškodb ali napak. S pomočjo ravnega kotomera in merilnih lističev sem preveril tudi, ali je slednja med delovanjem doživela termično preoblikovanje. Po pregledu sem pričel s čiščenjem sesalnih kanalov s pomočjo orodja za peskanje le-teh. Orodje očisti sesalne kanale s stisnjenim zrakom in lupinami orehov, ima pa tudi namenski sesalec, ki sproti odsesava garež in izrabljene lupine. Čiščenje sesalnih kanalov prikazuje slika 9.

3.4.1 Čiščenje sesalnih kanalov

Slika 9: Čiščenje sesalnih kanalov



Med čiščenjem kanalov je bila opazna razlika med očiščenimi in umazanimi kanali. S pomočjo čiščenja sesalnih kanalov omogočimo večjo pretočnost zraka med delovanjem motorja in s tem posledično vplivamo na porabo goriva in moč motorja.

3.4.2 Brušenje sedeža ventilov

Po opravljenem čiščenju kanalov sem glavo prepihal s stisnjenim zrakom, da bi se znebil vseh preostalih orehovitih lupin, ki jih je morebiti zgrešilo odsesavanje.

Nato sem se lotil brušenja sedežev. Iz izpušnih in sesalnih ventilov sem s pomočjo mehkih žičnatih krtač in smirkovega papirja odstranil ves garež, ki je nastal med delovanjem motorja. Slednji je bil najbolj izrazit na izpušnih ventilih, vzrok za to pa je bilo mešanje motornega olja v izgorevalni prostor.

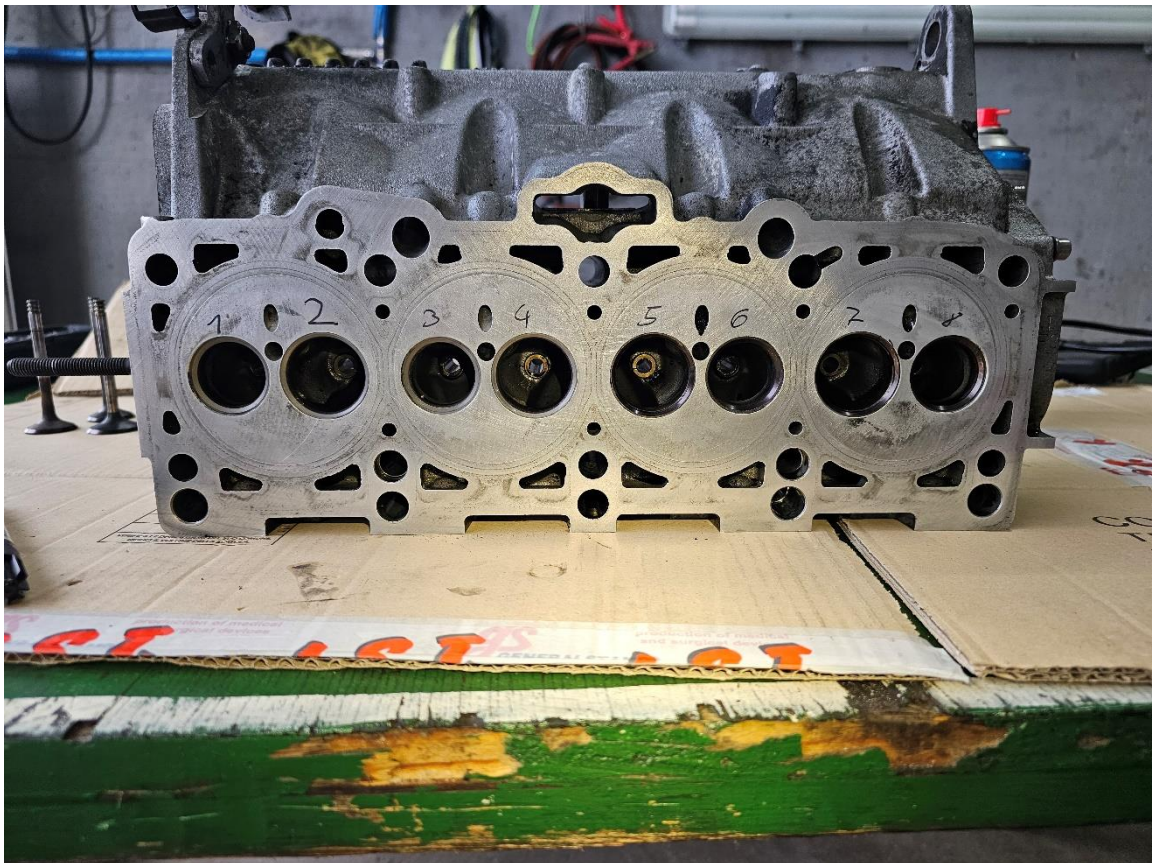
Po čiščenju ventilov sem le-te namestil v vrtni stroj in jih vizualno spremljal. Opazoval sem morebitna optenjanja, kar bi nakazalo, da ventil ni raven in bi ga posledično bilo potrebno menjati. Ta preizkus prikazuje slika 10.

Slika 10: Preizkus ventilov



Po uspešno opravljenem preizkusu sem sedeže ventilov zbrusil in si številčno označil, katera luknja pripada posameznemu ventilu. To prikazuje slika 11.

Slika 11: Zbrušeni sedeži ventilov



Ko sem zaključil samo brušenje, sem celotno glavo še enkrat temeljito očistil, da bi odstranil vso brusno pasto, ki je ostala po brušenju. Glavo sem nato pripravil na sestavo in namestitev na blok motorja.

3.4.3 Sestava glave motorja

Glavo motorja sem začel sestavljati tako, da sem na zgornji strani vodila ventilov namestil nova teflonska tesnila. Nato sem s pomočjo orodja za ventile namestil še ventilske vzmeti in varovala. Varovala, ki locirajo ventile v ventilske vzmeti, sem nameščal z majhnim magnetom in izvijačem, ki sem ga pomočil v mast, da se majhna varovala ne bi izgubila.

Ko sem vse ventile namestil v glavo, sem tesnilno površino med glavo in blokom očistil s pomočjo finega smirkovega papirja. Samo glavo sem odložil na čisto mesto. Bila je pripravljena za končno montažo na blok motorja. Sestavljeno glavo prikazuje slika 12.

Slika 12: Sestavljena glava motorja

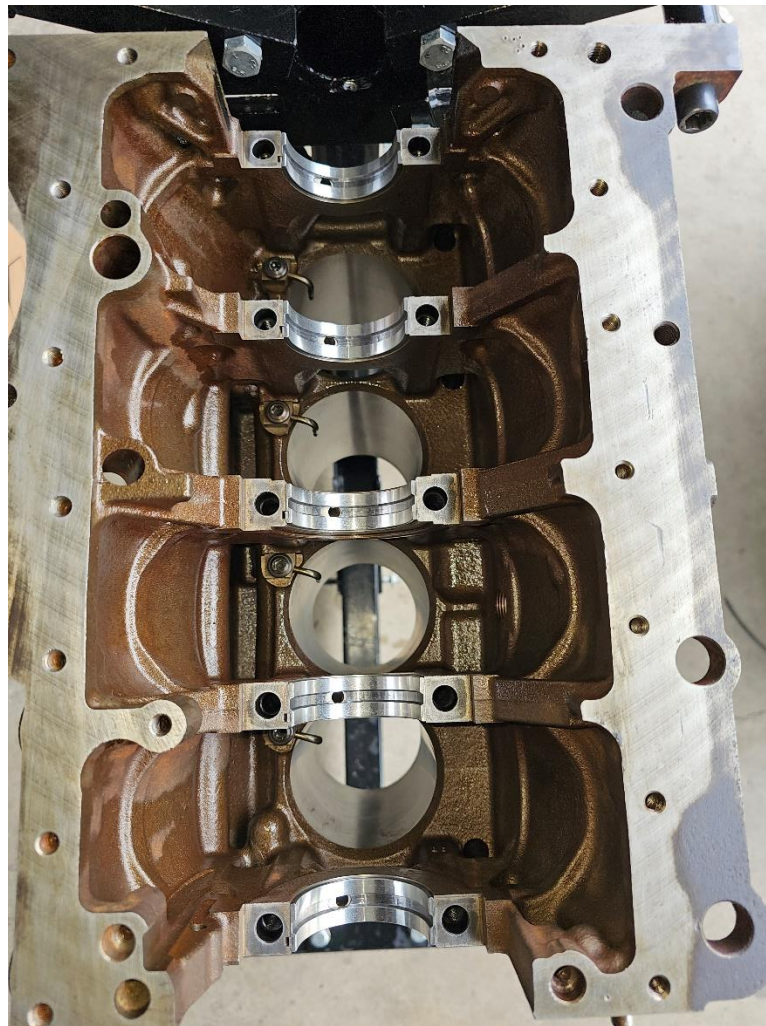


3.5 MONTAŽA ROČIČNEGA MEHANIZMA

3.5.1 Montaža ročične gredi in glavnih ležajev

Ročično gred sem pred montažo temeljito vizualno pregledal, vse drsne površine sem preletel z nohtom in ugotavljal oz. preverjal, če imajo praske. Po uspešnem pregledu sem s pomočjo čistila zavor in stisnjenega zraka očistil vse drsne površine in oljne kanale na sami ročični gredi. Po ročični gredi sem se lotil spodnjega dela bloka motorja. Iz sedežev glavnih ležajev sem s pomočjo finega smirkovega papirja, čistila zavor in čistih delavniških krp odstranil vso umazanijo in namestil nove glavne ležaje, kar prikazuje slika 13.

Slika 13: Nameščeni novi glavni ležaji



Ko sem namestil nove ležaje, sem le-te namazal z mazivom za sestavljanje motorjev in nanje nežno in pazljivo namestil ročično gred, kar prikazuje slika 14.

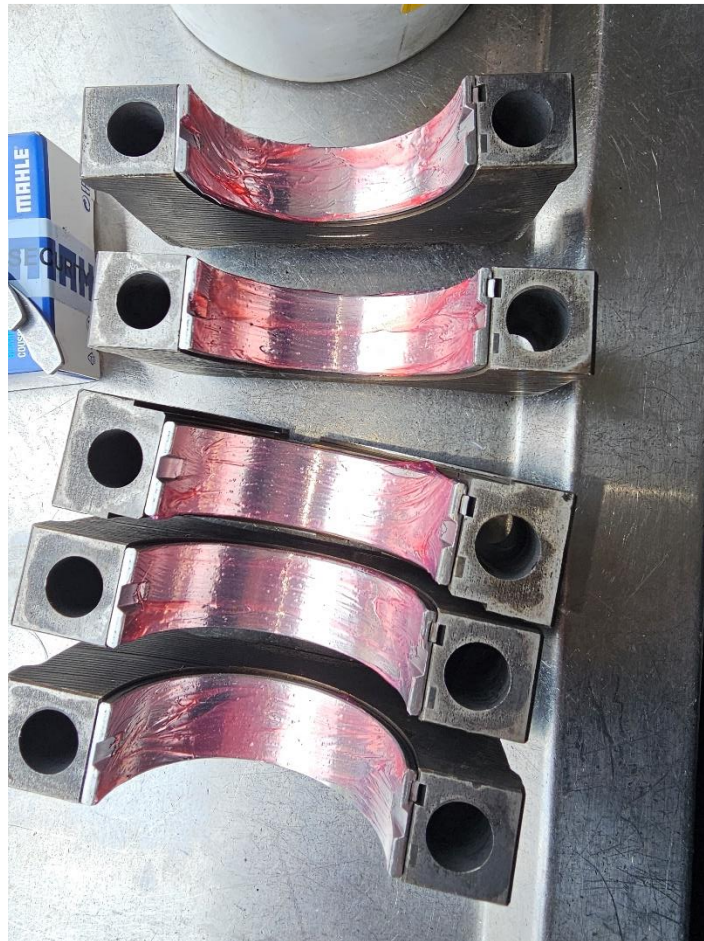
Slika 14: Nameščena ročična gred



Po namestitvi ročične gredi sem slednjo z roko rahlo zavrtel, da bi videl, če se vrti lepo ali se kje zatika.

Po končani namestitvi sem se lotil pokrovov ležajev ročične gredi. Enako kot pred tem na bloku sem tudi sedaj najprej očistil umazanijo, ki je ostala od starih ležajev, nato pa namestil nove ležaje in slednje namazal z mazivom za sestavljanje motorjev. Pri nameščanju sem moral biti pozoren na pozicijo ležajev, saj so v paketu spodnji in zgornji – spodnji za pokrove in zgornji za blok. To prikazuje slika 15.

Slika 15: Pokrovi ležajev z novimi ležaji



Pokrove ležajev ročične gredi sem nato položil na svoja mesta, ki so jih v tovarni označili s števili od 1 do 5. Pri tem sem menjal tudi vse vijake.

Nameščene pokrove ležajev ročične gredi prikazuje slika 16.

Slika 16: Nameščeni pokrovi ležajev



Vse podatke o zateznem momentu na celotnem motorju sem črpal s spletne strani HaynesPro, kot prikazuje slika 17.

Slika 17: Zatezni moment pokrovov ležajev

Pokrovček glavnega ojničnega ležaja (Obnovite somik(e), nekoliko naoljite navoje)		
Stopnja 1	30	(Nm)
Stopnja 2	90	(°)
Pokrov glavnega ležaja (Zamenjajte somike)		
Stopnja 1	65	(Nm)
Stopnja 2	90	(°)
Čep odprtine za izpust motornega olja	30	(Nm)
Pojdi na stran Mazivá		
Žarilne svečke	15	(Nm)
Zaganjalnik (M12)	80	(Nm)
Zaganjalnik (M10)	40	(Nm)
Alternator	25	(Nm)
Pokrovi ležajev odmične gredi (Zamenjajte somike)		
Stopnja 1	8	(Nm)

Vir: (HaynesPro, 2025)

3.5.2 Montaža batov

Pri montaži batov sem s pomočjo delavniških krp, čistila zavor in stisnjenega zraka najprej očistil valje motorja. Nato sem valje namazal z novim motornim oljem.

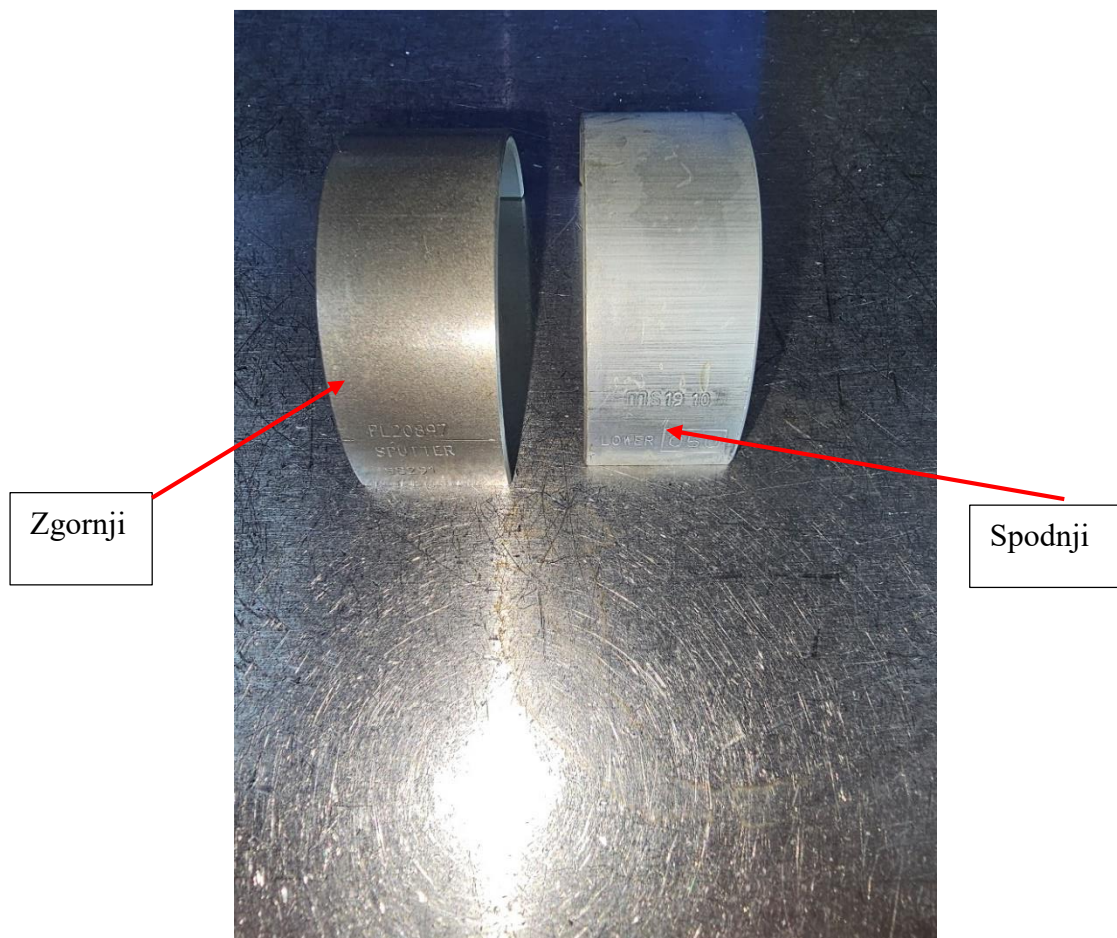
Bate sem z namenskim orodjem za montažo prijel tako, da so se batni obročki stisnili, in nato samo orodje poravnal na blok motorja. Ko sem bil pripravljen, sem z nežnimi udarci ročaja kladiva vsak bat posamično potisnil v valje motorja.

Pri nameščanju batov sem moral biti pozoren na pozicijo batnih obročkov in na zgornje dele batov, ker se sama pozicija sesalnih in izpušnih ventilov za 2 valja zamenja. To je razvidno na sliki glave motorja (slika 12).

Bate sem nameščal enega po enega in sproti ročno vrtel ročično gred motorja ter bil pozoren na nenavadne zvoke ter lahkost obračanja gredi.

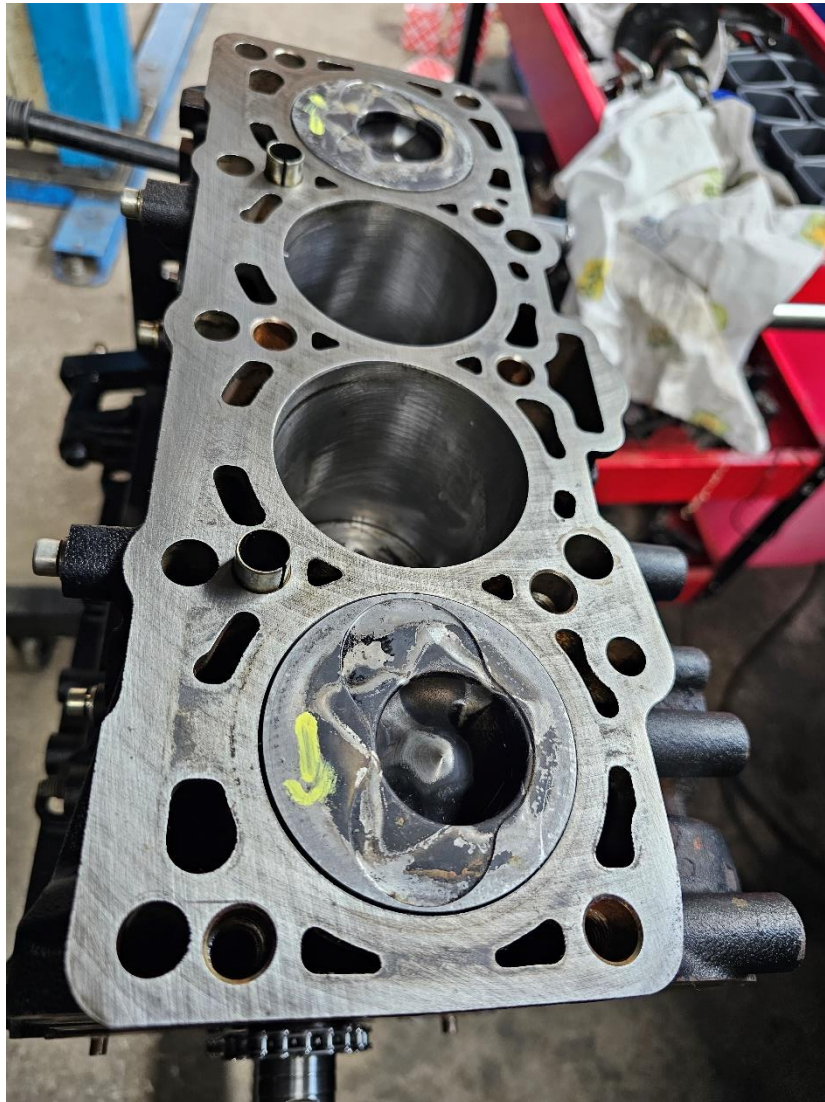
Pri nameščanju pokrovov ojničnih ležajev sem se poslužil enakih korakov kot pri ročičnih ležajih. Najprej sem temeljito očistil sedišča, namestil nove ležaje in le-te namazal z montažnim mazivom. Pri namestitvi novih ležajev sem moral biti pozoren na vrstni red, ker sta v paketu pakirana dva ležaja, zgornji in spodnji. To prikazuje slika 18.

Slika 18: Vrstni red ojničnih ležajev



Ko sem namestil vse 4 bate, sem ponovno testiral vrtenje celotnega ročičnega mehanizma in bil pozoren na lahkost vrtenja in nenavadne zvoke. Bate, vstavljene v valje, prikazuje slika 19.

Slika 19: Bati, vstavljeni v valje

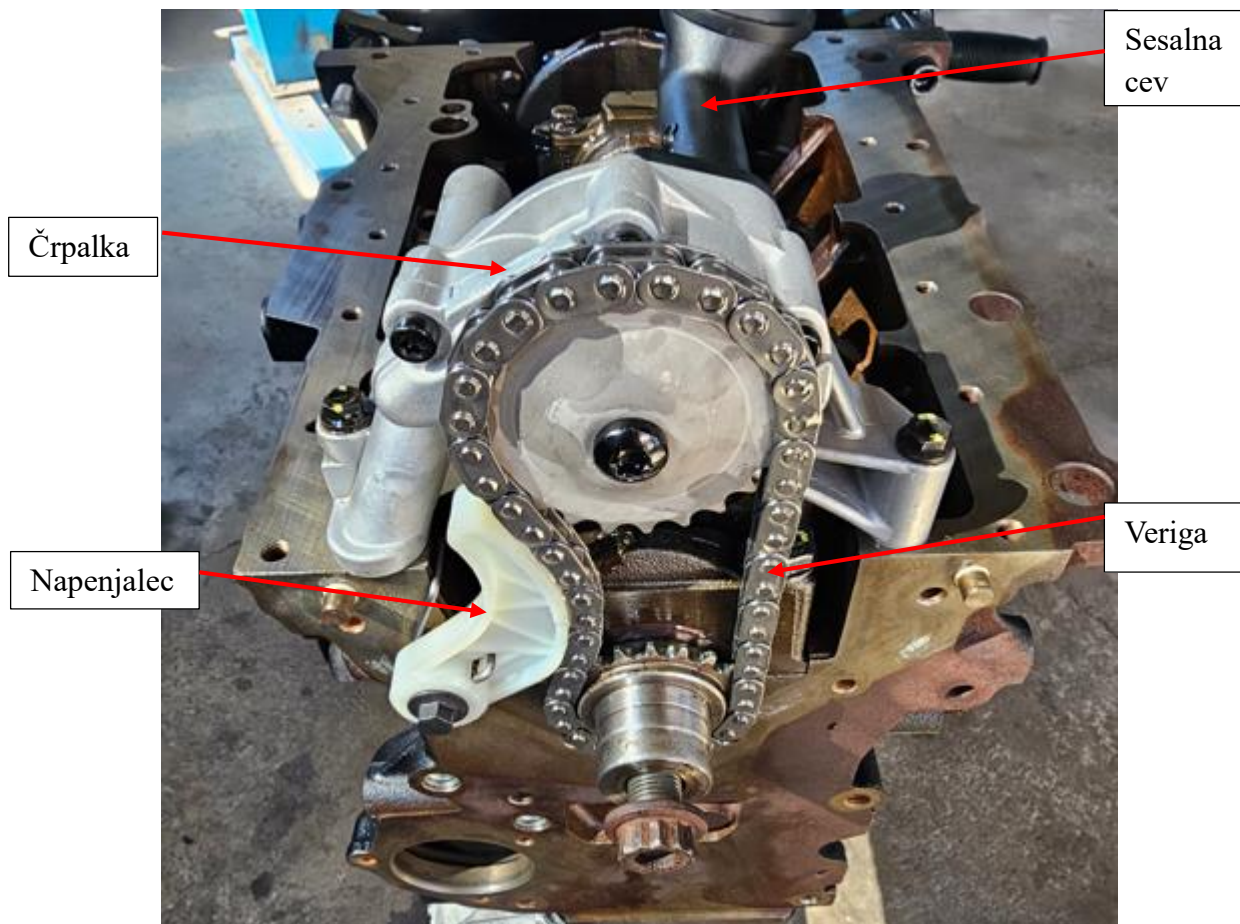


3.5.3 Montaža oljne črpalke in korita

Ko so bili vsi bati vstavljeni v valje in so uspešno opravili test ročnega vrtenja, sem celoten blok na stojalu zasukal navzdol, tako da sem lahko pričel montirati oljno črpalko in korito.

Pri montaži oljne črpalke sem slednjo preventivno menjal z novo črpalko, zamenjal pa sem tudi gonilni zobnik oljne črpalke in krmilno verigo z napenjalcem. To prikazuje slika 20.

Slika 20: Montirana oljna črpalka

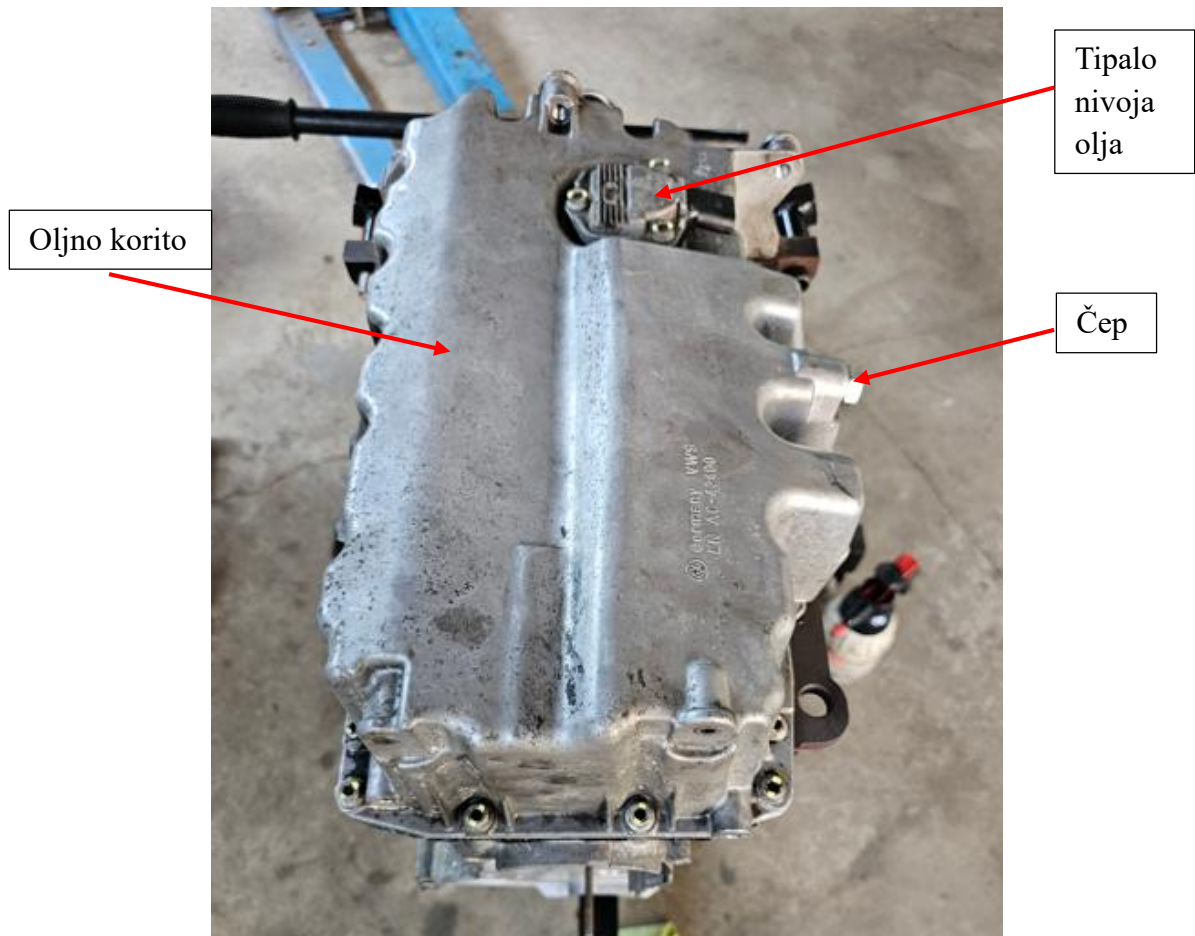


Ko sem uspešno zmontiral oljno črpalko s krmilno verigo, sem na le-to privijačil še plastično sesalno cev motornega olja, ki sem jo predhodno temeljito očistil s pomočjo čistila zavor in stisnjenega zraka, menjal pa sem tudi tesnilo na sami sesalni cevi.

Za oljno črpalko sem montiral plastično ploščo proti pljuskanju olja in pa oljno korito (slika 21). Pred montažo sem moral obe komponenti temeljito očistiti s čistilom za zavore in stisnjenim zrakom. Pri oljnemu koritu sem moral očistiti tudi ostanke stare tesnilne mase in ob končni montaži nanesti novo. Nato sem na spodnji del oljnega korita namestil tipalo nivoja olja in čep za izpust olja.

Ko sem končal z oljnim koritom, sem se na enak način lotil sprednjega ohišja radialne tesnilke gredi (slika 22). Tudi to sem najprej očistil, z nje odstranil staro tesnilno maso, nanesel novo, vse skupaj namestil preko gredi in privijačil na sam blok motorja.

Slika 21: Nameščeno oljno korito



Slika 22: Ohišje sprednjega radialnega tesnila



3.6 MONTAŽA GLAVE MOTORJA

Po končani sestavi ročičnega mehanizma in spodnjega dela motorja sem se lotil sestave in montaže glave motorja na sam blok motorja.

Pričel sem s čiščenjem tesnilne površine na glavi in bloku motorja. Slednjo sem temeljito očistil z delavniškimi krpami in čistilom za zavore, prav tako sem s stisnjenim zrakom očistil izvrtine za glavne vijake glave motorja. Ko sem s čiščenjem zaključil, sem na tesnilno površino bloka motorja namestil tesnilko glave motorja, kar prikazuje slika 23.

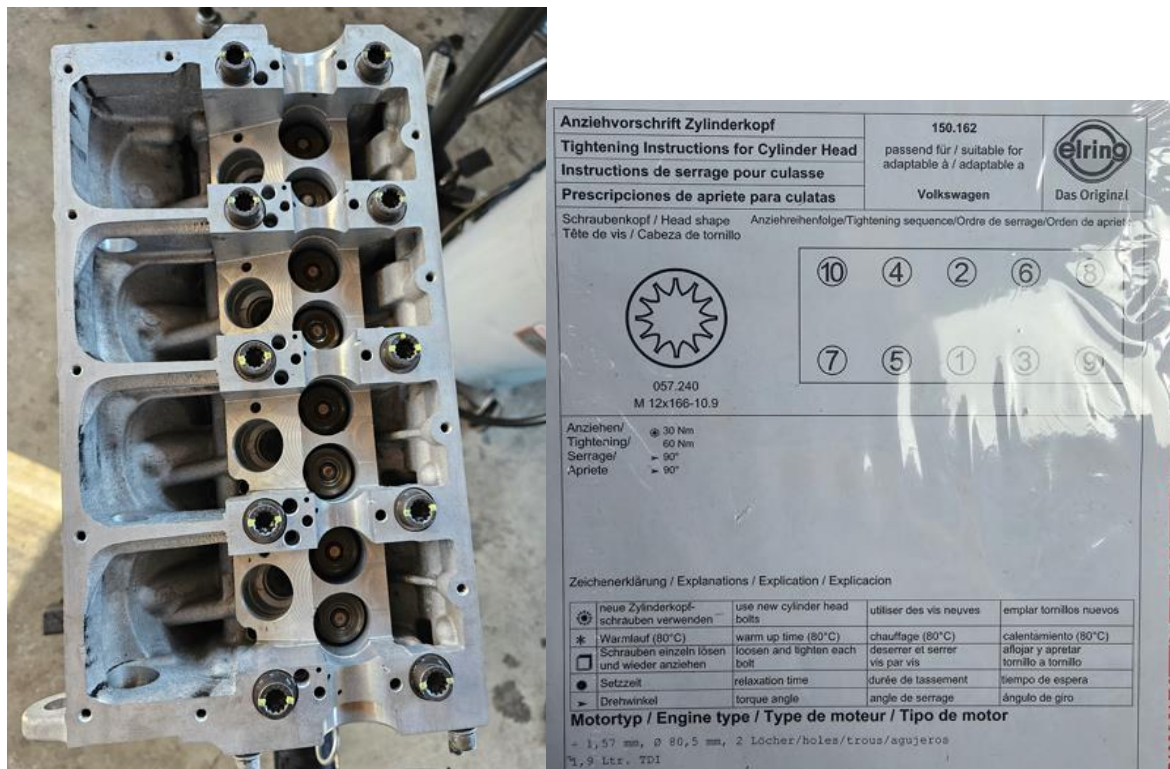
Slika 23: Nameščena tesnilka glave motorja



Pri naročanju nove tesnilke glave motorja sem upošteval debelino stare tesnilke, saj blok in glava nista bila poškodovana in nista potrebovala strojne obdelave, tesnilka sama pa tudi ni kazala znakov poškodbe.

Na novo tesnilko sem nato nežno položil obnovljeno glavo motorja in pri tem pazil, da sem lociral puše na bloku v samo glavo motorja. Ob uspešni namestitvi glave motorja sem nove vijake minimalno namastil po navoju in spodnjem delu glave. Nameščene vijake sem na koncu privijačil na njihov predpisan zatezni moment. Končni izgled montirane glave motorja in predpisane zatezne momente prikazuje slika 24.

Slika 24: Glava motorja in zatezni moment

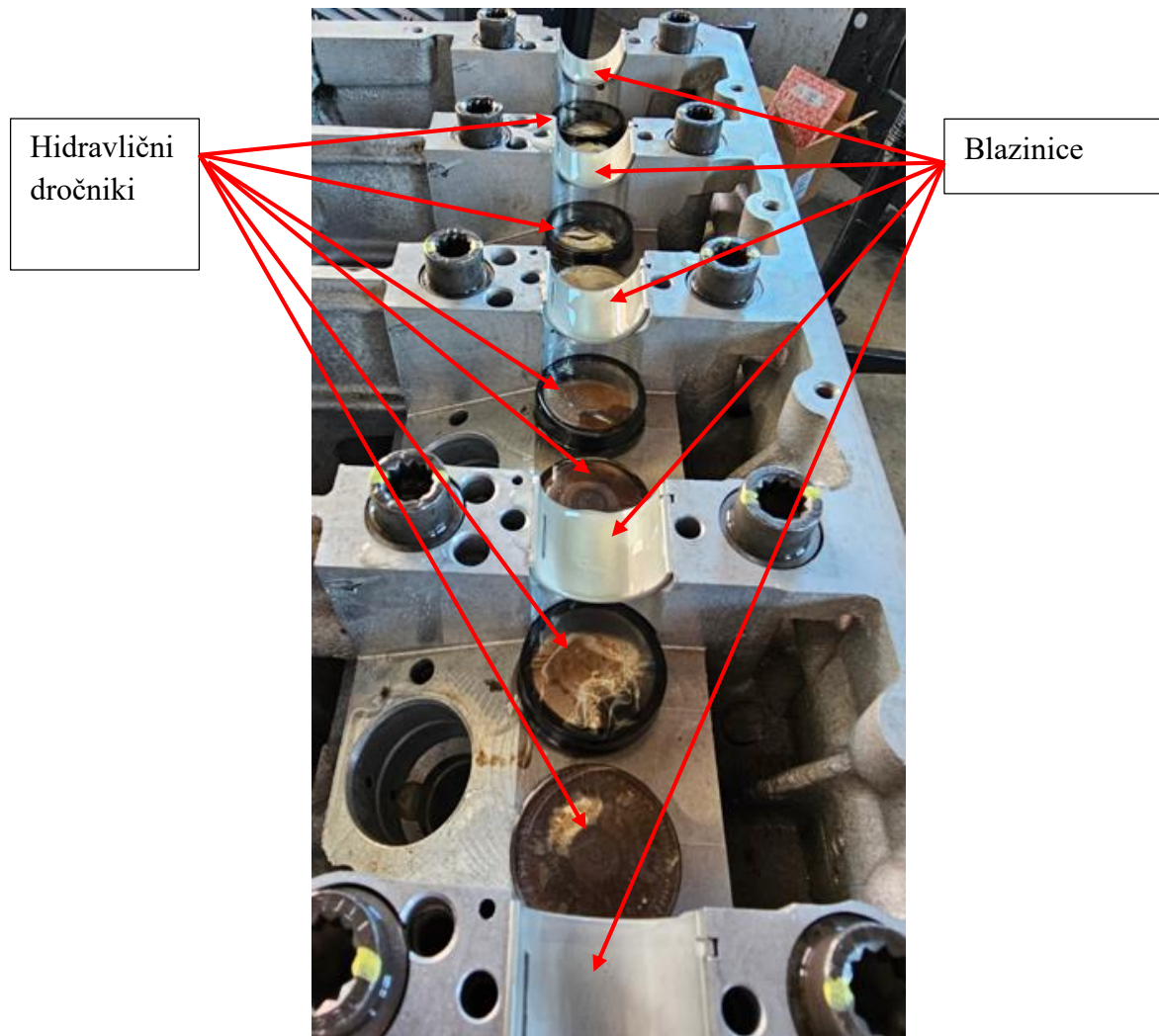


Podatke o zateznem momentu sem pridobil v paketu z novo tesnilko glave motorja in se s pomočjo programa HaynesPro prepričal, če so le-ti pravilni. Nato sem glavo motorja privijačil po zgoraj prikazanem vrstnem redu in korakih.

3.6.1 Montaža odmične gredi in dizelskih šob

Ko je bila namestitev glave zaključena, sem se lotil montaže odmične gredi. Najprej sem očistil naležne površine ležajnih blazinic odmične gredi in namestil nove ležajne blazinice. Nato sem namestil še hidravlične dročnike v njihove namenske uture nad ventili, kar prikazuje slika 25.

Slika 25: Ležajne blazinice odmične gredi in dročniki



Lotil sem se menjave ležajnih blazinic na pokrovih odmične gredi. Najprej sem očistil naležne površine in pazljivo namestil vsako blazinico v svoj namenski utor. Pred končno montažo pokrovov sem moral očistiti izvrtine za nove vijake pokrovov odmične gredi. Nove ležajne blazinice na pokrovih prikazuje slika 26.

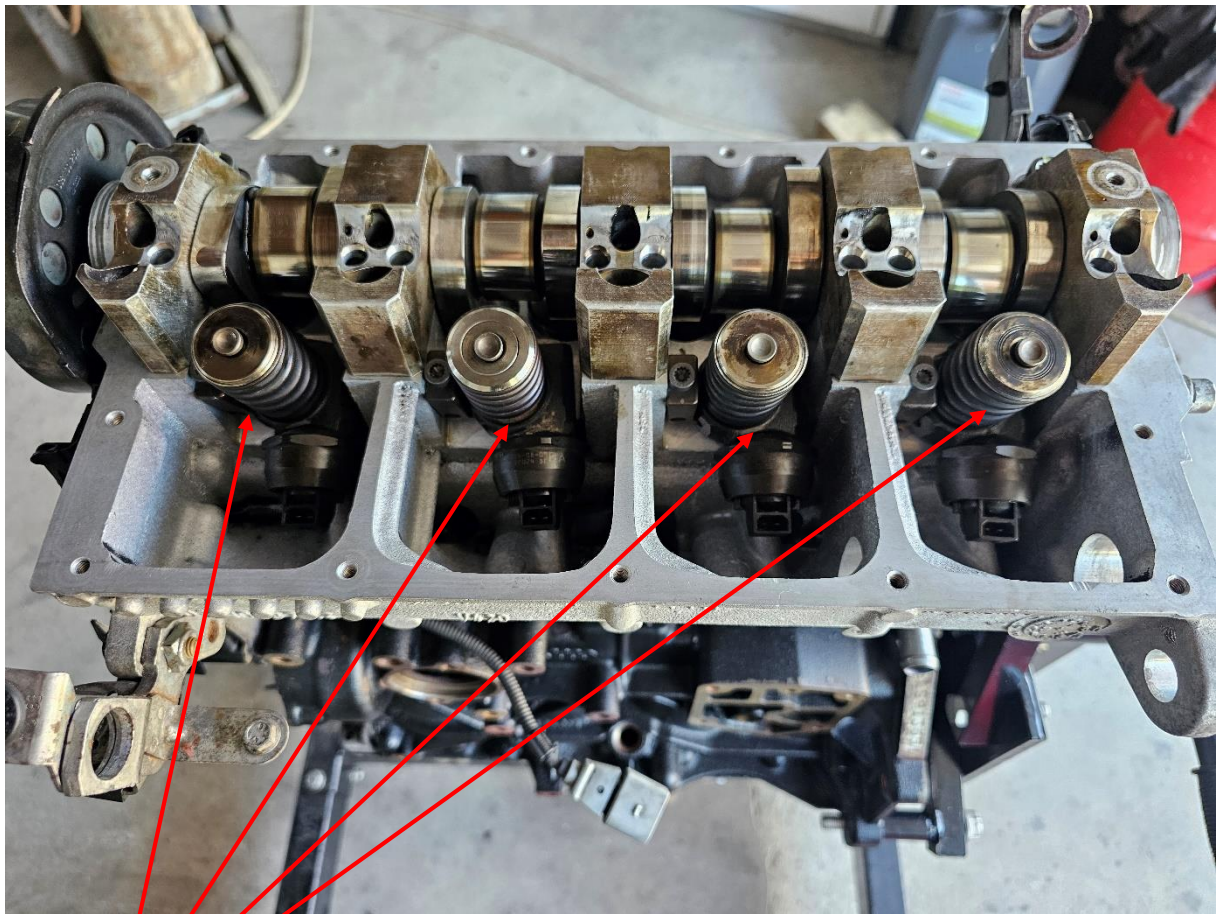
Slika 26: Ležajne blazinice na pokrovih



Pred samo montažo odmične gredi sem vse drsne površine komponent temeljito namazal z mazivom za sestavo motorjev.

Odmično gred sem položil na blazinice v glavi motorja in nanjo privijačil pokrove. Končno sestavo odmične gredi prikazuje slika 27.

Slika 27: Montirana odmična gred

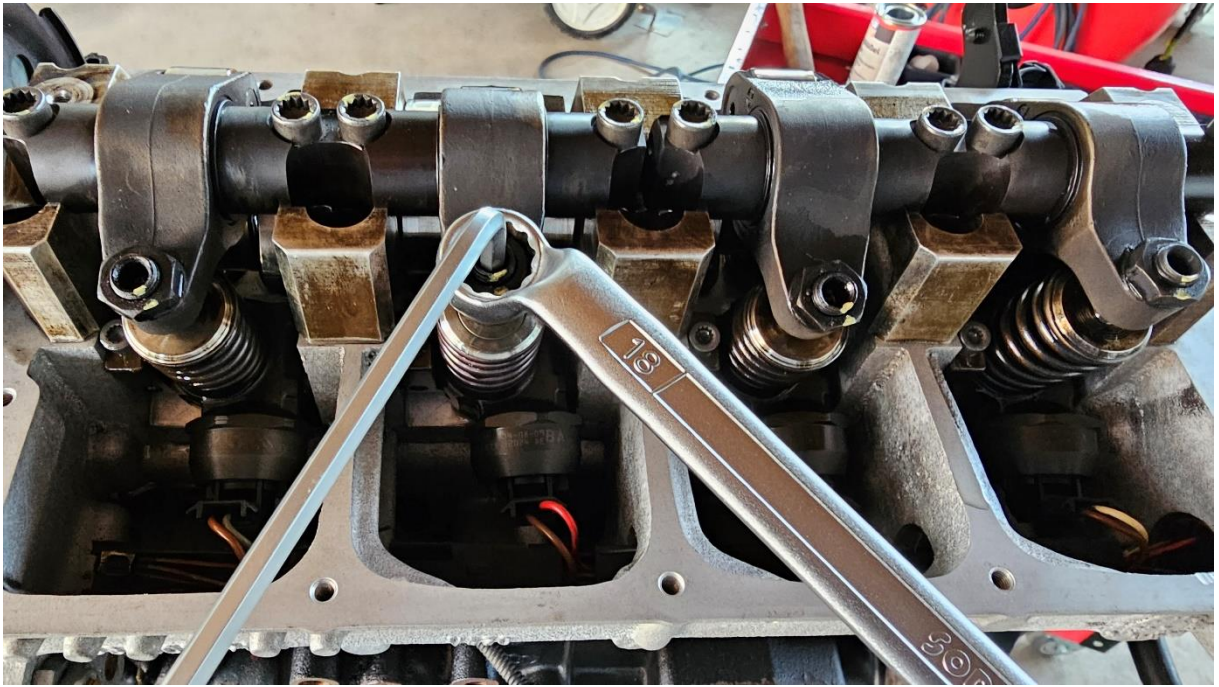


Montirane šobe za vbrizg
dizelskega goriva

Po montaži odmične gredi sem v samo glavo namestil tudi šobe dizelskega goriva (slika 27), ki sem jih pred tem temeljito očistil in na njih zamenjal tudi vsa tesnila. Očistil in izravnal sem še električne priključke na elektromagnetnih ventilih na vseh šobah.

Ko sem šobe namestil, sem moral namestiti še sama odmikala za mehanske dele šob. Pri namestitvi odmikal sem uporabil nove vijake. Ob vsaki montaži in demontaži odmikal je potrebno med šobo in odmikalom nastaviti zračnost. Montirana odmikala in nastavljanje zračnosti prikazuje slika 28.

Slika 28: Montirana odmikala in nastavitvev zračnosti



Pri nastavljanju zračnosti sem uporabil tovarniške napotke za nastavitvev. Najprej sem zavrtel motor do mesta, kjer je eno od odmikal pritislilo eno od diz čisto navzdol. Nato sem s ključem št. 18 odvil varovalno matico in z imbus ključem št. 6 privil vijak do konca ter ga odvil za 180°.

3.7 MONTAŽA POMOŽNIH ZUNANJIH DELOV MOTORJA

Ko sem končal z montažo vseh osnovnih sestavnih delov motorja, sem se lotil zunanjih pomožnih delov, kot so napeljava hladilne tekočine, oljna napeljava, klimatska naprava, alternator, jermeni ...

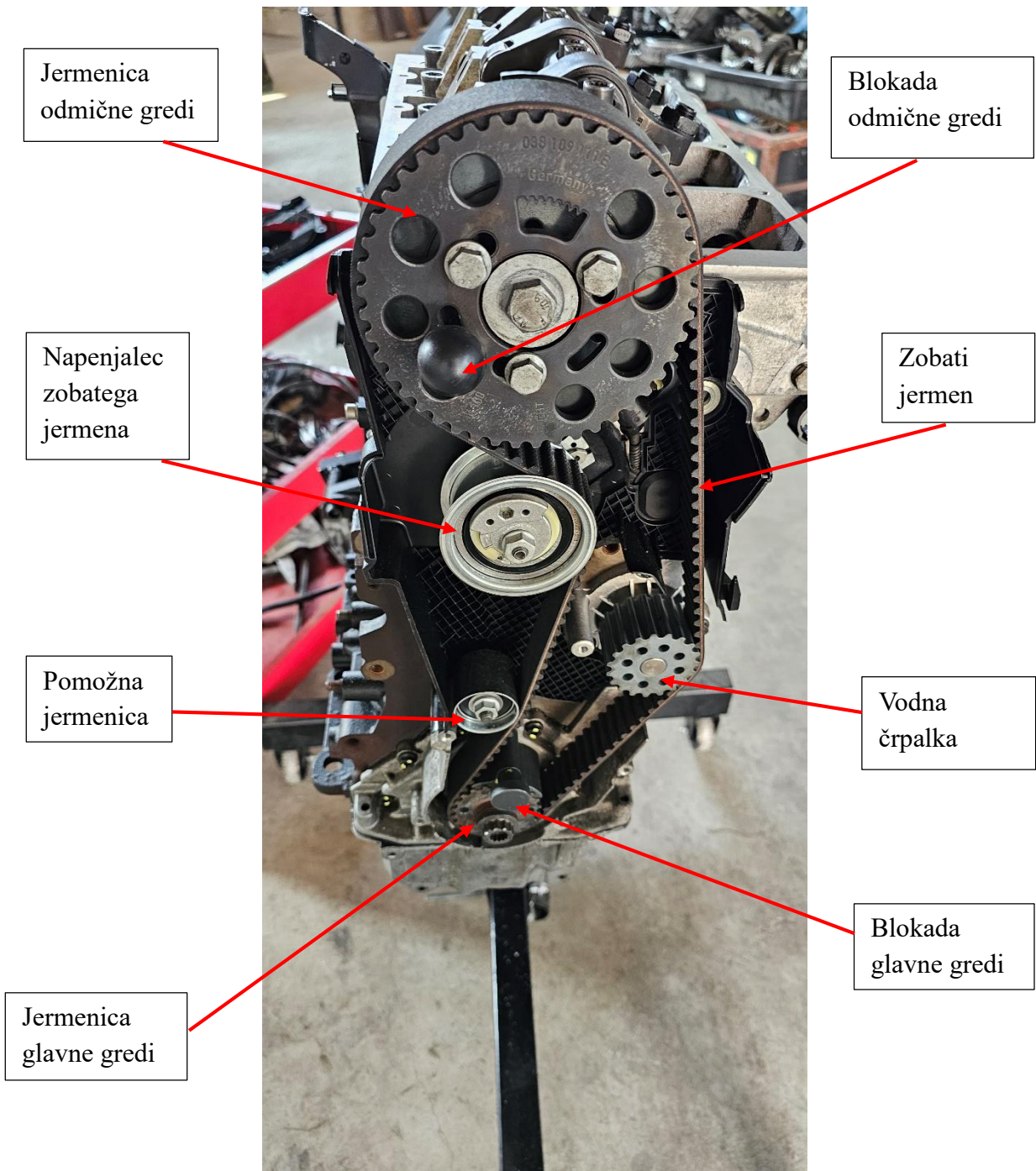
3.7.1 Zobati jermen

Montaže zobatega jermena sem se najprej lotil s preučevanjem sheme namestitve jermena. Na sami shemi sem si ogledal, kje so točke namestitve blokad in kako morajo biti posamezne jermenice obrnjene ali naravnane.

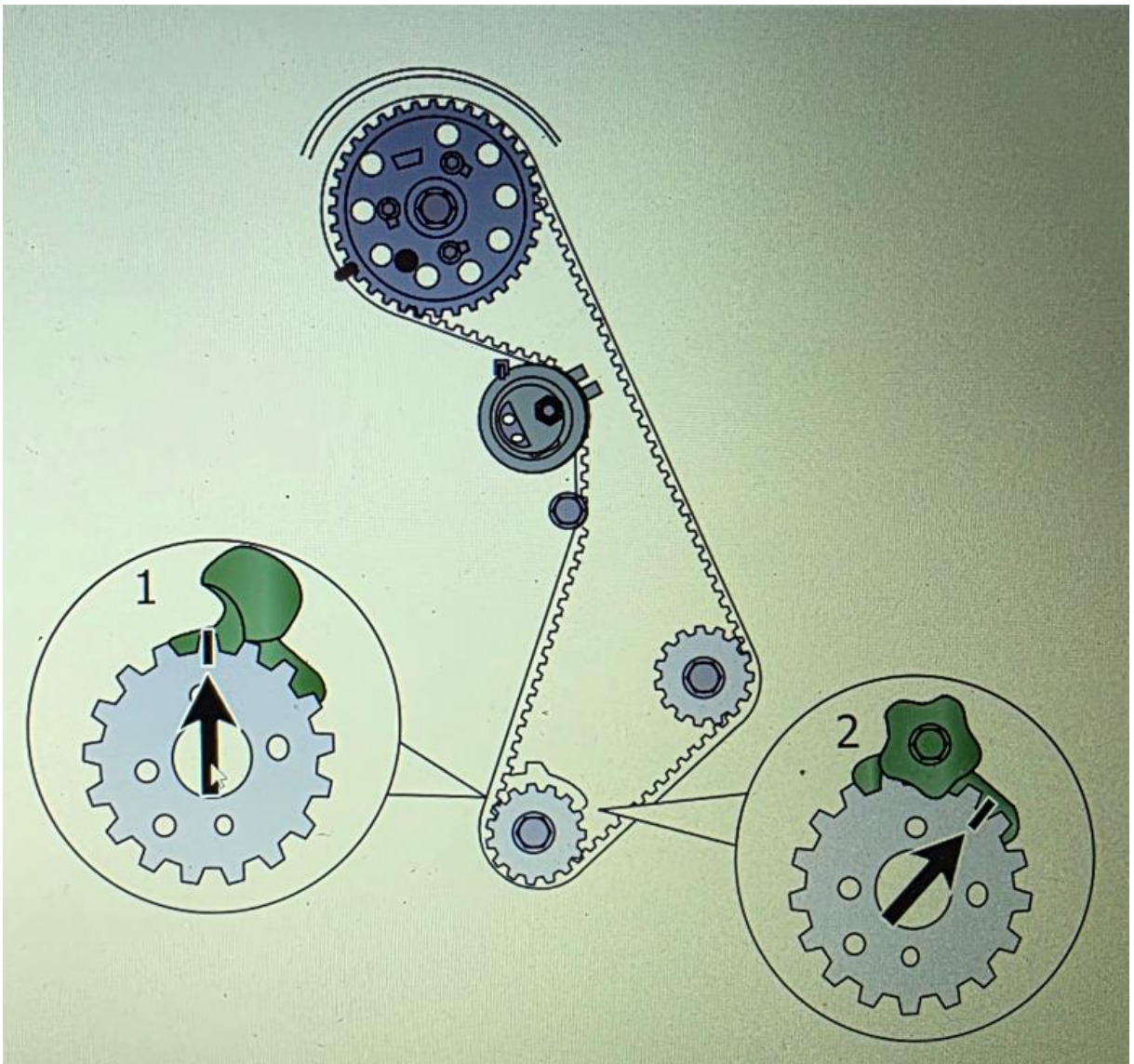
Jermenici glavne in odmične gredi sem vsako posebej vrtel, dokler se niso točke za namestitev blokad poravnale. Nato sem namestil blokade odmične in glavne gredi ter se lotil montaže zobatega jermena.

Pred montažo novega jermena sem namestil še novo vodno črpalko, napenjalec jermena in pomožno jermenico. Montiran zobati jermen z blokadami prikazuje slika 29, shemo, po kateri sem izvedel montažo zobatega jermena, pa slika 30.

Slika 29: Zobati jermen



Slika 30: Shema montaže zobatega jermena



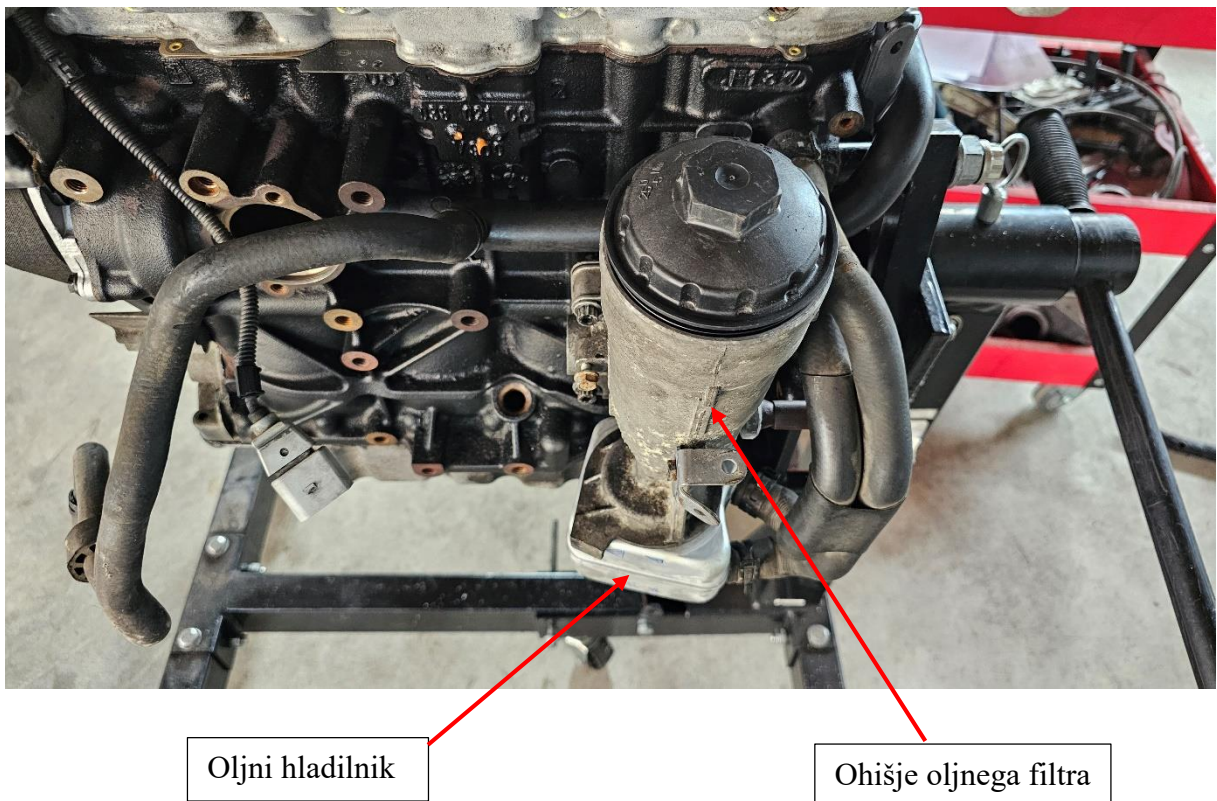
Vir: (HaynesPro, 2025)

3.7.2 Montaža ohišja oljnega filtra

Pred montažo ohišja sem celotno ohišje demontiral, ga s pomočjo krtač razmaščevalca in čistila zavor temeljito očistil ter sestavljal in zmontiral. Med končno sestavo ohišja sem moral biti pazljiv, da je samo ohišje res čisto, brez ostankov prašnih delcev ali čistila. Pri menjavi tesnil sem preventivno menjal hladilnik olja, ki je nameščen v kompletu z ohišjem oljnega filtra. Po končani montaži sem v ohišje namestil še nov vložek oljnega filtra.

Montirano ohišje oljnega filtra z novim hladilnikom olja prikazuje slika 31.

Slika 31: Ohišje oljnega filtra



3.7.3 Montaža cevi za hladilno tekočino

Pred montiranjem cevi za hladilno tekočino sem preko shem na internetu preveril, če imam vse cevi. Ob samem pregledu sem ugotovil, da je ena izmed cevi na tesnilnem delu počena (slika 32), kar je pomenilo, da sem slednjo moral nadomestiti z novo.

Pri montaži cevi sem uporabil nova tesnila, ki sem jih za lažjo montažo in v izogib poškodbam tesnil rahlo namastil. Nameščene cevi za hladilno tekočino prikazuje slika 33.

Slika 32: Poškodovana cev



Slika 33: Cevi hladilne tekočine



3.7.4 Montaža pokrova ventilov

Pred montažo pokrova sem le-tega temeljito očistil in razmastil, menjal sem tudi tesnilo pokrova in tesnilo čepa za dolivanje olja. Montiran pokrov ventilov prikazuje slika 34.

Slika 34: Pokrov ventilov



Po montaži pokrova ventilov sem lahko namestil še ostalo napeljavo hladilne tekočine in goriva okoli samega pokrova. Namestil sem tudi tandemsko črpalko, ki je obenem črpalka goriva in vakumska črpalka. To prikazuje slika 35.

Slika 35: Napeljava cevi in črpalke



3.7.5 Montaža sesalnega kolektorja

Ko sem se lotil montaže sesalnega kolektorja, sem le-tega moral najprej temeljito očistiti, kajti v njem je bilo nakopičenega ogromno gareža (slika 36). Za čiščenje sem uporabil razmaščevalec in čistilo zavor.

Slika 36: Umazan sesalni kolektor

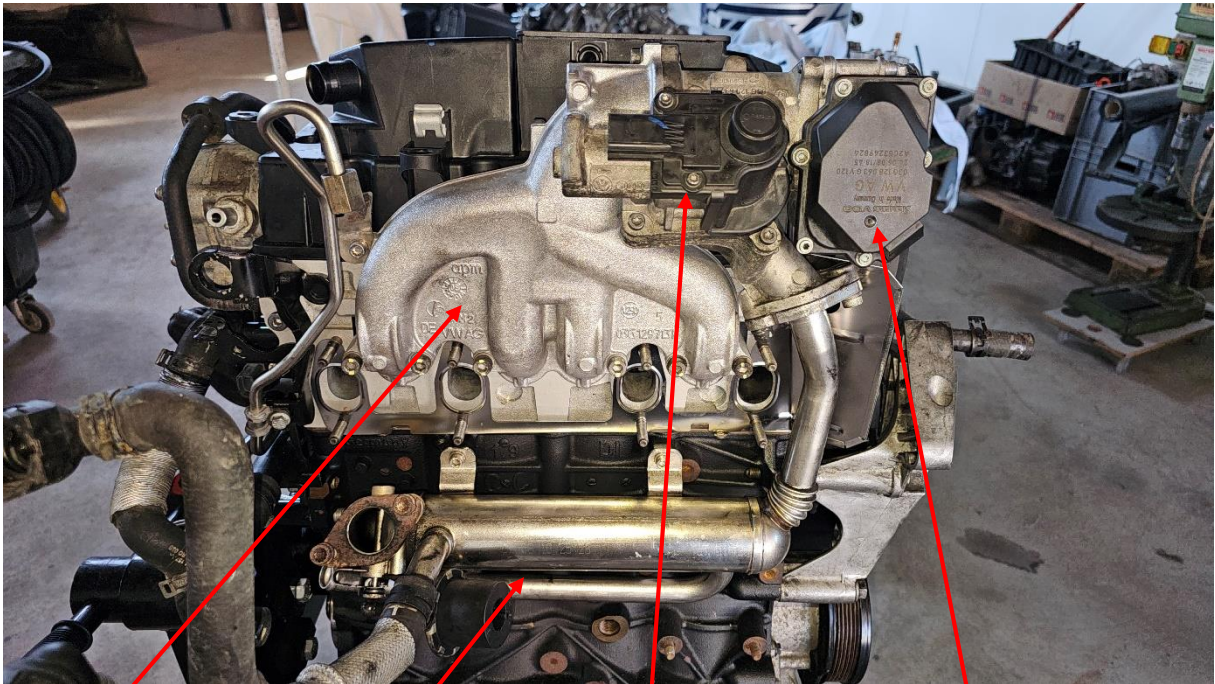


Po čiščenju kolektorja sem slednjega z novo tesnilko namestil na glavo motorja. Nato sem na kolektor namontiral še EGR ventil, EGR hladilnik in pa loputo za mehek izklop motorja. Čist sesalni kolektor prikazuje slika 37, montiran kolektor z ventilom in loputo pa slika 38.

Slika 37: Očiščen sesalni kolektor



Slika 38: Sesalni kolektor z ventilom in loputo



Sesalni kolektor

EGR hladilnik

EGR ventil

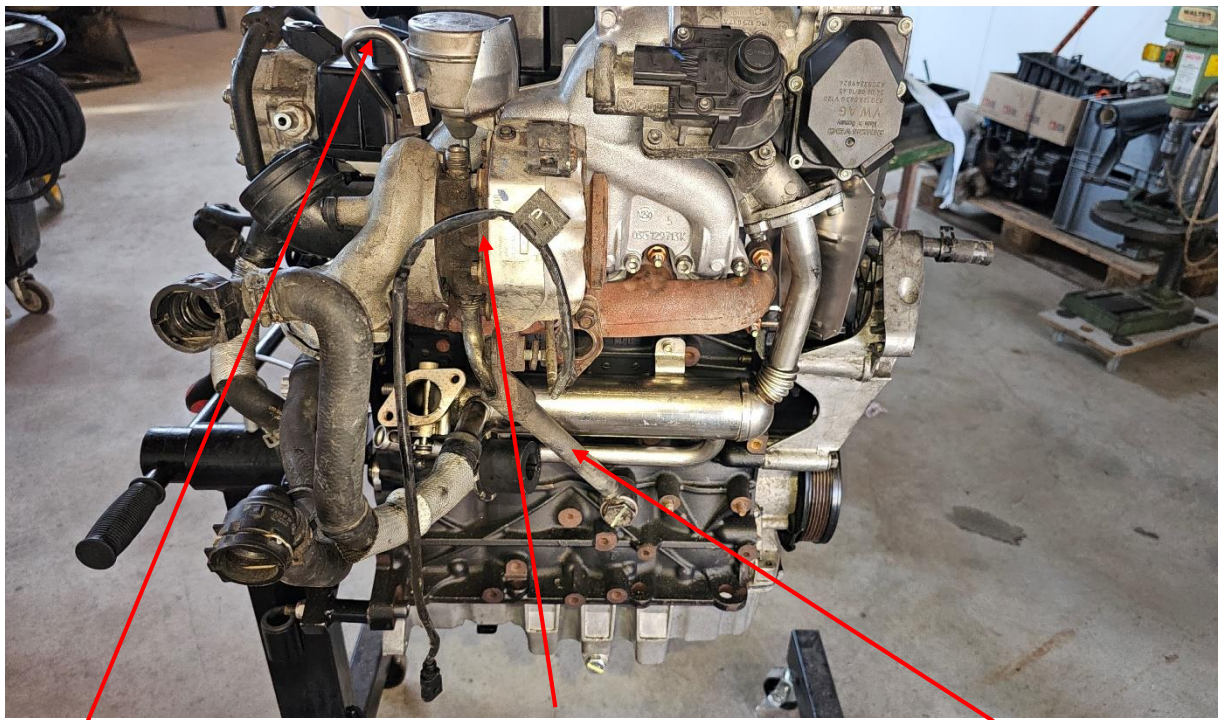
Loputa za mehak izklop motorja

3.7.6 Montaža turbopolnilnika

Pred montažo turbopolnilnika sem ročno preveril zračnost vrteče sredice samega polnilnika in očistil dovodno in odvodno cev motornega olja za hlajenje turbine.

Zamenjal sem tudi vsa tesnila, ki pripadajo odvodnim in dovodnim cevem oziroma se nahajajo med polnilnikom in glavo motorja. Nameščen turbopolnilnik z odvodno in dovodno cevjo prikazuje slika 39.

Slika 39: Turbopolnilnik



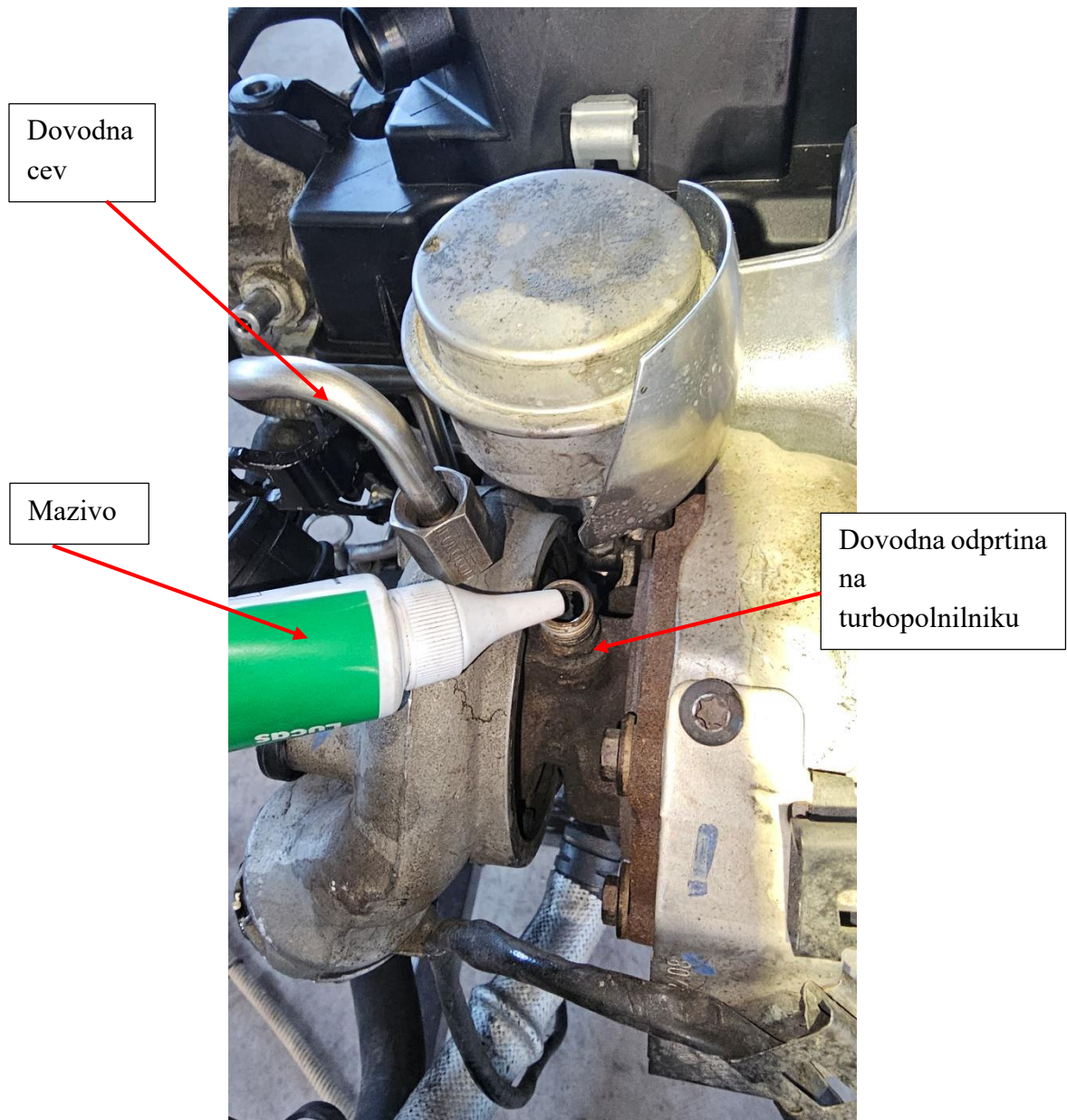
Dovodna
cev

Turbopolnilnik

Odvodna
cev

Po namestitvi turbopolnilnika sem moral slednjega skozi dovod motornega olja pripraviti na prvi zagon, tako da sem vanj vlil posebno mazilo, narejeno za mazanje turbopolnilnikov (slika 40).

Slika 40: Priprava turbopolnilnika na prvi zagon

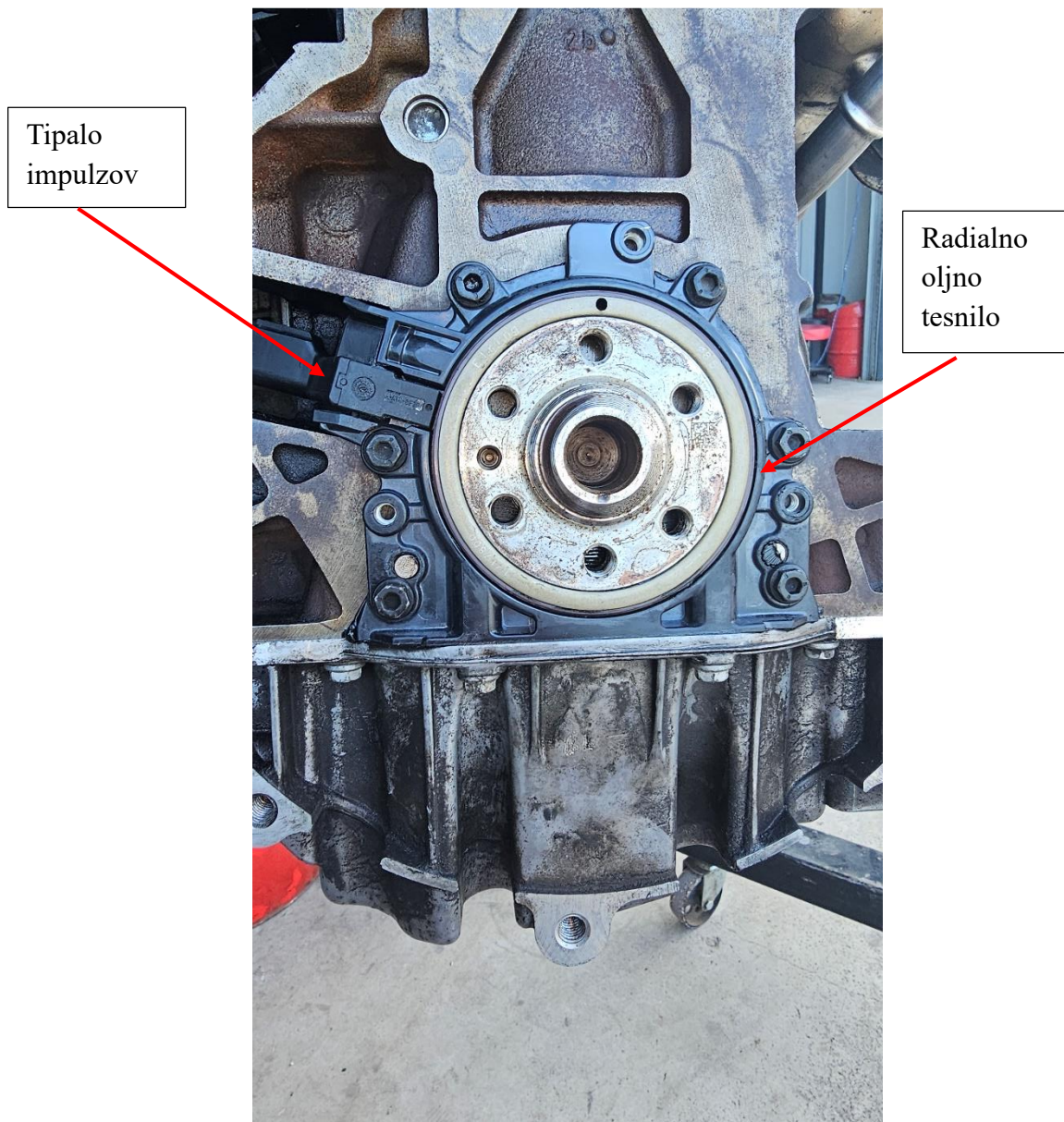


3.7.7 Montaža sklopke in menjalnika

Pred montažo sklopke sem moral motor sneti s stojala za motorje s posebnim namenskim dvigalom. Ko sem ga snel, sem na zadnjo stran motorja namestil še tesnilo glavne gredi s tipalom impulzov (slika 41).

Po namestitvi tesnila sem na glavno gred namestil vztrajnik motorja, pri katerem sem vijake ponovno zalepil z lepilom za navoje na istem mestu, kot so bili zalepljeni tovarniško (slika 42). Na vztrajnik sem nato namestil še lamelo sklopke s košem. Za to sem uporabil posebno orodje za poravnavo lamel, kar je omogočilo lažjo namestitvev menjalnika.

Slika 41: Radialno oljno tesnilo s tipalom impulzov

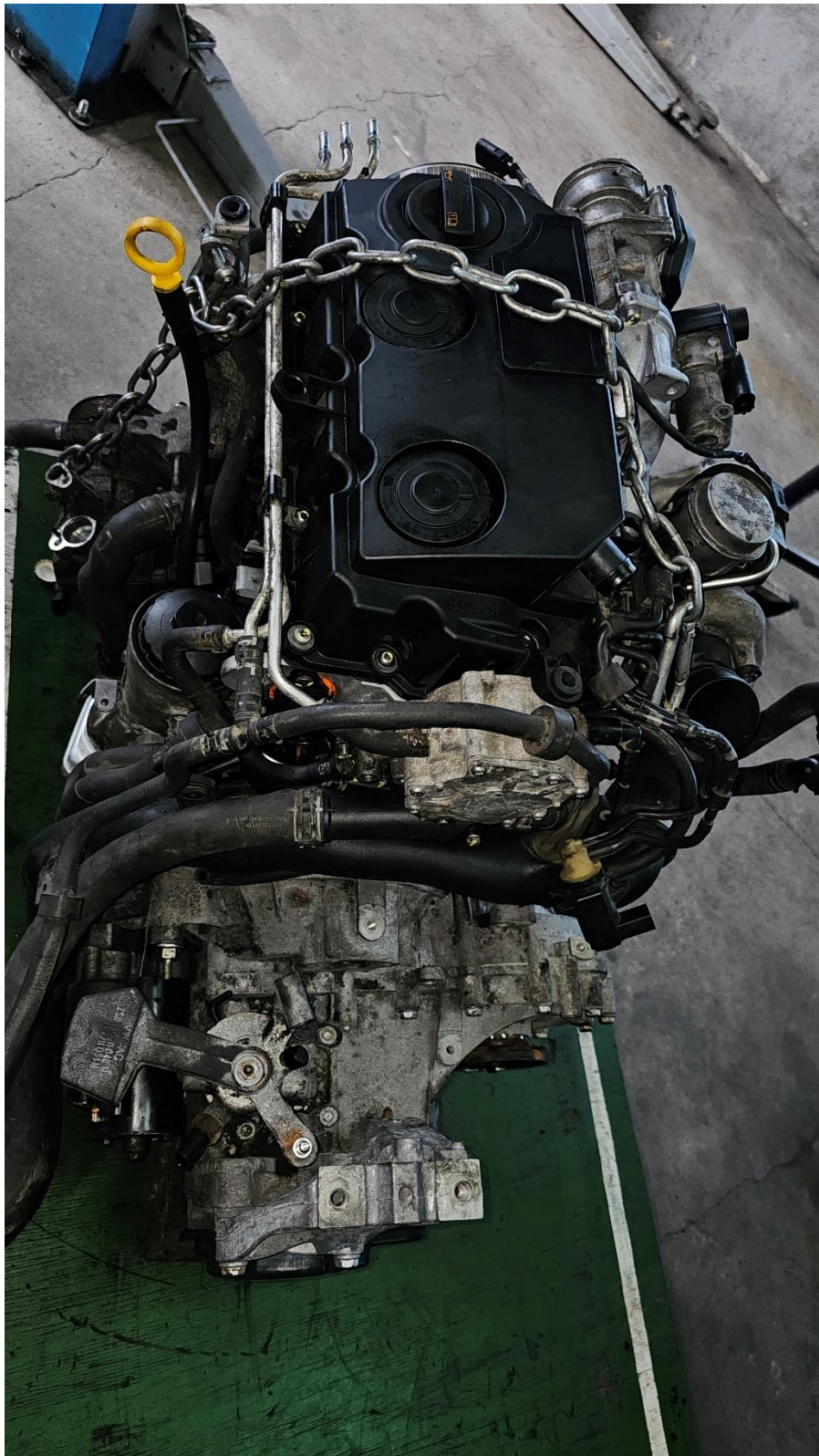


Slika 42: Montiran vztrajnik



Na koncu celotne obnove sem motor združil z menjalnikom in ju s pomočjo mize pripravil na vgradnjo v vozilo, kar prikazuje slika 43.

Slika 43: Motor, pripravljen na vgradnjo v vozilo



3.8 ZATEZNI MOMENTI

V spodnji tabeli 3 sem pripisal vse zatezne momente, ki so bili tovarniško predpisani in sem jih uporabljal med samo obnovo motorja.

Tabela 3: Zatezni momenti

Komponenta	Zatezni moment v Nm in stopinjah
Vijaki glave	35 Nm + 60 Nm + 90° + 90°
Pokrov ventilov	10 Nm
Pokrovček ojničnega ležaja	30 Nm + 90°
Pokrov glavnega ležaja	65 Nm + 90°
Čep za izpust olja	30 Nm
Žarilne svečke	15 Nm
Pokrovi ležajev odmične gredi	8 Nm + 90°
Os nihajnega vzvoda	20 Nm + 90°
Jermenica odmične gredi	100 Nm
Jermenica ročične gredi	120 Nm + 90°
Šoba dizelskega goriva	12 Nm + 270°
Napenjalec zobatega jermena	20 Nm + 45°
Vodna črpalka	15 Nm
Sesalni kolektor	22 Nm
Izpušni kolektor	25 Nm
Vztrajnik	60 Nm + 90°
Zaganjalnik	80 Nm
Alternator	25 Nm

Vir: (HaynesPro, 2025)

3.9 ANALIZA STROŠKOV

V spodnji tabeli 4 so prikazani stroški, nastali ob obnovi samega motorja.

Tabela 4: Analiza stroškov

Zaporedno število	Aktivnost oz. storitev	Strošek v EUR
1.	Nakup vozila	1.000,00
2.	Nakup nadomestnih delov	1.500,00
3.	Potrošni material	300,00
4.	Lastne ure – okoli 60 ur po 30 EUR/uro	1.800,00
	Skupaj:	4.600,00
	Razpoložljiva sredstva	5.000,00
	Bilanca stanja: prihranek (+) / izguba (-):	+ 400 EUR

Vir: (GMT , 2025) (Autoteile24, 2025) (AvtoRoma, 2025)

Vsi materialni stroški za obnovo motorja in vračanje vozila na cesto so znašali okoli 4.600,00 EUR. Skupno delo, ki sem ga vložil v obnovo motorja, je trajalo približno 60 ur. V teh urah sem pridobil veliko izkušenj iz obnove in večjih popravil na motorjih.

4 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu sem predstavil, kako sem obnovil pogonski agregat 1.9 TDI zelo znanega nemškega proizvajalca vozil Volkswagen. Vozilo, v katerega je bil vgrajen, je Golf V variant. Razlog za obnovo motorja je bila prekomerna poraba motornega olja. Glavni razlogi za porabo olja so bili batni obročki, valji in tefloni ventilov.

Na začetku, v prvem delu diplomske naloge, sem opisal zgodovino samega golfa in motorja. Navedel sem tudi tehnične informacije o samem vozilu in motorju. Na kratko je predstavljen Volkswagnov PD sistem, ki je bil v uporabi v vseh Volkswagnovih modelih med leti 2000 in 2010.

V osrednjem delu sem prikazal, kako je potekala obnova motorja. Začel sem s sortiranjem vseh delov, ki jih je prejšnji lastnik zložil v vozilo. Sledilo je temeljito čiščenje in obnova posameznih delov in komponent. Nato sem očiščene komponente in dele postopoma sestavljal in montiral na goli blok motorja. Na koncu sem motor in menjalnik združil ter ju pripravil na ponovno vgradnjo v vozilo.

V zadnjem delu diplomske naloge so predstavljeni uporabljeni zatezni momenti, brez katerih bi bilo sam motor težko sestaviti. Opisani pa so tudi nastali stroški in porabljen čas za takšno delo. Analiza stroškov je pokazala, da sem glede na razpoložljiva sredstva 5.000 EUR uspel za realizacijo projekta porabiti 4.600 EUR, kar izkazuje pozitivno bilanco.

Delo na projektu obnove motorja mi je odprlo dodatne vpoglede v področje, ki mi je v preteklosti predstavljalo velik izziv in željo po uveljavljanju. Strokovno podlago in izkušnje za slednje sem pridobil skozi študij, kar me izredno veseli.

5 VIRI

Auto-data.net. 2010-2025. Auto-data.net. *Auto-data.net*. [Elektronski] Auto-data.net, 2010-2025. [Navedeno: 3. Avgust 2025.] <https://www.auto-data.net/en/volkswagen-golf-v-variant-1.9-tdi-105hp-dpf-4motion-51635>.

Automoli. 2024. Automoli. *Tehnični podatki Volkswagen Golf V Variant*. [Elektronski] AutoISO, 2024. [Navedeno: 30. Avgust 2025.] <https://www.automoli.com/sl/vehicles/volkswagen/golf/golf-v-variant-1874/>.

Autoteile24. 2025. Autoteile24 B2B. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 30. Avgust 2025.] <https://autoteile-24.at/de>.

AvtoRoma. 2025. AvtoRoma B2B. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 30. Avgust 2025.] <https://avtoroma.si/sl>.

Fischer, Richard, in drugi. 2014. *Motorno vozilo*. Ljubljana : Tehniška založba Slovenije, 2014.

GMT . 2025. GMT B2B. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 30. Avgust 2025.] <https://gmt.si/gmt-b2b/>.

HaynesPro. 2025. HaynesPro. *WorkshopData*. [Elektronski] HaynesPro infoprodigital automotive, 2025. [Navedeno: 20. Avgust 2025.] <https://www.workshopdata.com/touch/site/layout/wsdLogin>.

