

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Matej ČERNJAK

**PREDELAVA MOTORJA TOMOS Z GILARDONI
ITALKIT 74CC**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
AVTOSERVISNI MENEDŽMENT

Matej ČERNJAK

**PREDELAVA MOTORJA TOMOS Z GILARDONI ITALKIT
74CC**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**ENGINE MODIFICATION OF A TOMOS WITH A GILARDONI ITALKIT
74CC**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Draganu Gogiću, mag. inž. metalurgije in materialov, za strokovno vodenje, potrpežljivost in dragocene nasvete, ki so mi bili v veliko pomoč pri pripravi in izvedbi diplomskega dela. Njegovo znanje, izkušnje ter pripravljenost za pomoč so močno prispevali k mojemu razumevanju obravnavane tematike in uspešno dokončani nalogi.

Iskrena zahvala gre tudi Luki Kramolcu, ki mi je omogočil uporabo delavnice. Njegovi nasveti, razumevanje ter podpora pri praktičnem delu so bili nepogrešljivi pri doseganju rezultatov, ki sem jih predstavil v tem delu.

Obema se zahvaljujem za čas, trud in podporo, ki sta mi jih namenila na poti do zaključka študija.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Matej Černjak, rojen datum rojstva v kraj rojstva, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa avtoservisni menedžment Izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *Predelava motorja tomos z gilardoni italkit 74cc* avtorsko delo.

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

Diplomsko delo je lektorirala Jasna Černjak, mag. prof. slov., ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Matej Černjak.

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 Dragana Gogića, mag. inž. metal. in materialov.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: _____

Član/mentor: _____

Član: _____

Član/somentor: _____

Datum diplomskega izpita: _____

POVZETEK

V diplomskem delu je predstavljena celovita predelava motorja Tomos z namenom povečanja zmogljivosti in optimizacije delovanja z uporabo visokozmogljivega cilindra Gilardoni Italkit 74cc. Naloga se osredotoča na tehnične rešitve in postopke, ki omogočajo uspešno zamenjavo originalnega cilindra ter prilagoditev ostalih ključnih komponent motorja. V uvodnem delu so predstavljene teoretične osnove delovanja dvotaktnih motorjev in specifike motorjev Tomos, z analizo vpliva cilindra na moč, navor in učinkovitost. Nato sledi opis cilindra Gilardoni Italkit 74cc ter tehničnih prednosti, ki jih prinaša v primerjavi z originalno Tomosovo konfiguracijo. Praktični del diplomskega dela vključuje načrt predelave, demontažo originalnih delov, mehanske in tehnične prilagoditve za namestitev novega cilindra, optimizacijo uplinjača, izpuha in prenosov ter končno sestavo motorja. Posebna pozornost je namenjena testiranju in analizi rezultatov predelave, kjer so primerjane zmogljivosti motorja pred in po predelavi.

V zaključku so predstavljene dosežene izboljšave, ugotovitve glede zanesljivosti in možnosti nadaljnjih nadgradenj, skupaj z varnostnimi in pravnimi vidiki uporabe predelanega motorja. Diplomsko delo tako ponuja celovit vpogled v proces tehnične nadgradnje motorja Tomos s ciljem doseganja višje učinkovitosti in boljše vozne izkušnje.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621.313.13:005.934.4(043.2)
KG	Tomos, predelava motorja, Gilardoni Italkit 74cc, dvotaktni motor
AV	ČERNJAK, Matej
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	PREDELAVA MOTORJA TOMOS Z GILARDONI ITALKIT 74CC
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XI, 36 str., 1 tab., 30 sl., 7 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo obravnava tehnično predelavo motorja Tomos, pri kateri je serijski cilindar nadomeščen z visokozmogljivim cilindrom Gilardoni Italkit 74cc. Namen naloge je prikazati celoten proces mehanske nadgradnje, ki vodi do povečanja moči, navora ter izboljšanja celotne zmogljivosti motorja. V teoretičnem delu so opisane značilnosti dvotaktnih motorjev, specifične motorjev Tomos in vpliv posameznih komponent na delovanje motorja. Podrobno so predstavljene tehnične lastnosti cilindra Italkit Gilardoni ter razlogi za njegovo izbiro pri tej predelavi. V zaključku so predstavljene dosežene izboljšave, ugotovitve glede zanesljivosti ter možnosti za nadaljnje nadgradnje. Poleg tega so obravnavani tudi varnostni in pravni vidiki uporabe predelanega motorja. Diplomsko delo tako ponuja celovit vpogled v proces tehnične nadgradnje motorja Tomos, katerega cilj je doseganje višje zmogljivosti in izboljšane vozne izkušnje.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 621.313.13:005.934.4(043.2)
- CX Tomos, tuning, Gilardoni Italkit 74cc, two stroke engine
- AU ČERNJAK, Matej
- AA GOGIĆ, Dragan (mentor)
- PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI ENGINE MODIFICATION OF A TOMOS WITH A GILARDONI ITALKIT 74CC
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO XI, 36 p., 1 tab., 30 fig.,7 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *Diploma thesis presents a comprehensive engine modification of a Tomos motorcycle aimed at increasing performance and optimizing engine efficiency through the installation of a high-performance Gilardoni Italkit 74cc cylinder. The study focuses on the technical solutions and procedures required to successfully replace the original cylinder and adjust other key engine components. The introductory section outlines the theoretical background of two-stroke engine operation and the specific characteristics of Tomos engines, with an emphasis on the cylinder's influence on power, torque, and overall efficiency. The technical specifications and advantages of the Gilardoni Italkit 74cc cylinder are then analyzed in detail. In conclusion, the achieved improvements, findings regarding reliability, and possibilities for further enhancements are presented, along with safety and legal considerations for operating the modified engine. This thesis provides a complete insight into the technical upgrade process of a Tomos engine, aiming to deliver higher performance and an improved riding experience.*

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 MOTORJEV TOMOS.....	2
2.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI DVOTAKTNEGA MOTORJA.....	10
2.2.1 Princip dvotaktnega cikla.....	11
2.2.2 Karakteristike dvotaktnega motorja.....	13
2.2.3 Deli dvotaktnega motorja.....	14
2.2.4 Prednosti in slabosti dvotaktnih motorjev.....	15
2.2.5 Uplinjač, izpuh in prenosi – povezane komponente.....	15
3 PREDELAVA MOTORJA TOMOS.....	17
3.1 POSTOPEK DEMONTAŽE.....	17
3.2 POSTOPEK OBDELOVANJA.....	18
3.2.1 Ojačitev sklopke.....	20
3.2.2 Nastavitev ojnice (oplet) ter centriranje.....	21
3.2.3 Vstavljanje ojnice v ohišje.....	22
3.2.4 Kontrola zračnosti.....	23
3.2.5 Vgradnja oljnih tesnil(semeringov).....	23
3.2.6 Vgradnja menjalnika ter sklopke.....	24
3.2.7 Montaža cilindra in bata.....	25
3.2.8 Uplinjač.....	25
3.2.9 Vžig z notranjim rotorjem.....	27
3.2.10 Izpuh.....	28
3.2.11 Sestavljen motor.....	30
3.2.12 Ojačitev okvirja.....	31
3.2.13 Pomen izraza Gilardoni.....	32
3.2.14 Preizkus delovanja motorja.....	32

3.2.15 Analiza stroškov	33
4 ZAKLJUČEK.....	34
5 VIRI.....	36

KAZALO SLIK

Slika 1: Prva začasna montažna tovarna v drugi polovici petdesetih let.....	2
Slika 2: Prvi Tomos motorji.....	3
Slika 3: Prevoz za delavce Tomosa	3
Slika 4: Ena izmed prvih reklam Puchovih motorjev ter Tomosovih.....	4
Slika 5: Več kot 100 mopedov na tovornjaku na poti do Jugoslovanske in Evropejske trge	4
Slika 6: Sestavljanje Colibri mopedov c1960. Desno zadaj pa Herkul tricikli	6
Slika 7: Različica modela Puch MS 50 poimenovan Colibri	6
Slika 8: Colibri T12	7
Slika 9: Reklamne brošure podjetja Tomos iz začetka šestdesetih let, kjer jasno prikazujejo ciljni trg.....	7
Slika 10: Stane Tavčar na potovanju skozi Severno Afriko z osebno prirejenim Colibri T14V	8
Slika 11: Primerjava cene od Automatica in Zastava 750 za povprečno plačo leta 1969	9
Slika 12: Apn 4	10
Slika 13: Delovanje 2 taktnega motorja	11
Slika 14: Zaporedje dogodkov dvotaktnega cikla	12
Slika 15: Poenostavljeno delovanje povezanih komponent	15
Slika 16: Cilinder kit	17
Slika 17: Razstavljanje blokov	18
Slika 18: Originalen premer	18
Slika 19: Po obdelavi.....	20
Slika 20: Ojačano ohišje sklopke.....	20
Slika 21: Ojačano ohišje sklopke.....	21
Slika 22: Centriranje ojnice	22
Slika 23: Vstavljena oljna tesnila	23
Slika 24: Blok motorja z vgrajenimi deli.....	24
Slika 25: Izdelana prirobnica.....	26
Slika 26: Uplinjač	27
Slika 27: Sklop za vžig z notranjim rotorjem	28
Slika 28: Zmontiran sklop za vžig z notranjim rotorjem.....	28
Slika 29: Izpuh.....	30
Slika 30: Končana obdelava predelave ter ojačitve.....	32

KAZALO TABEL

Tabela 1: Analiza stroškov.....	33
---------------------------------	----

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V okviru diplomske naloge bo obravnavana tehnična predelava motorja Tomos, pri kateri bo serijski cilindar zamenjan z visokozmogljivim cilindrom Gilardoni Italkit 74cc. Serijski motorji Tomos so zasnovani za osnovno in zanesljivo uporabo, vendar zaradi omejene prostornine in standardnih komponent ne dosegajo višjih zmogljivosti, ki bi jih nekateri uporabniki želeli doseči. Glavni problem, ki se pojavlja pri takšni nadgradnji, je zagotavljanje pravilnega in varnega delovanja motorja po povečanju prostornine. Potrebne so mehanske prilagoditve, optimizacija uplinjača, izpušnega sistema in prenosov, saj lahko neustrezno izvedena predelava privede do pregrevanja, nestabilnega delovanja ali celo poškodb motorja. Za realizacijo te predelave je bil določen proračun 900 EUR.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela je predelava motorja Tomos z vgradnjo cilindra Gilardoni Italkit 74cc ter analiza vpliva te nadgradnje na zmogljivost in zanesljivost motorja. Cilj naloge je prikazati celoten postopek predelave od priprave in mehanskih prilagoditev do končne sestave ter preveriti dosežene izboljšave v primerjavi s serijsko izvedbo. Delo prav tako obravnava tehnične vidike, ki so ključni za pravilno in trajno delovanje predelanega motorja Tomos.

2 PREGLED STANJA

2.1 ZGODOVINA MOTORJEV TOMOS

Pred drugo svetovno vojno je bila večina industrijske dejavnosti na Primorskem osredotočena na Trst, Monfalcone in Gorico, kjer je veliko prebivalcev našlo zaposlitev. Po vojni so dolgotrajna in zahtevna mejna vprašanja med Italijo in Jugoslavijo prebivalce Krasa ločila od glavnih industrijskih središč. Zaradi nove meje so številni delavci ostali brez služb, kmetje pa brez glavnega trga za prodajo svojih pridelkov.

Da bi zmanjšali brezposelnost, so v kraški regiji začeli postopoma odpirati nove tovarne v tekstilni, lesni in elektronski industriji, poleg tega pa so bili dobri pogoji tudi za kovinsko predelavo. Takratni predsednik Okrajnega ljudskega odbora Sežana Danilo Petrinja se spominja, da je idejo o proizvodnji motornih koles predlagal Silvo Hrast, direktor kranjskega podjetja Iskra, ki je kasneje del proizvodnje preselilo v Sežano. Načrt za gradnjo tovarne je pripravil Franc Pečar, direktor Litostroja iz Ljubljane, 16. julija 1954 pa je Okrajni ljudski odbor Sežana sprejel odločitev o ustanovitvi nove tovarne motornih koles v Sežani. Prvo montažno tovarno v drugi polovici petdesetih let nam prikazuje Slika 1 (Brovinsky, 2001).

Slika 1: Prva začasna montažna tovarna v drugi polovici petdesetih let



Vir: (TMS, 1954)

Julija 1954 se je prvič pojavilo ime TOMOS, ki izhaja iz polnega naziva Tovarna motornih koles Sežana. Po podpisu Londonskega memoranduma oktobra 1954, ki je določil mejo med Italijo in Jugoslavijo, se je slovenska vlada odločila, da bo tovarno motornih koles namesto v Sežani postavila v Kopru. Koper je takrat hitro pridobival pomen kot industrijsko središče primorske regije in je nujno potreboval nove proizvodne obrate za zaposlitev lokalnega prebivalstva, zlasti tistih, ki so zaradi nove meje izgubili delo v Trstu. Po dogovoru med vodstvi Sežane in Koprja so se odločili, da bo glavna tovarna v Kopru, manjši del proizvodnje pa bo ostal v Sežani, kar je bilo uradno potrjeno novembra istega leta. Franc Pečar je že takrat

načrtoval tudi proizvodnjo mopedov v koprski tovarni. Do prenosa proizvodnje avtomobilskih delov v ta del regije pa je prišlo šele po združitvi podjetja Mizarstvo Senožeče in Tomosa leta 1969 (Brovinsky, 2001).

Na sliki 2 je prikazan letak Tomos. Začetni proizvodni program je vključeval mopede. Na Sliki 2 je prikazan prvi letak Tomosovih motorjev:

- Tomos Puch VS50 (Colibri),
- skuterje r1125, SR in SR-a 150 (galeb),
- Puch 250 SG, 250 SGS in SV 175.

Slika 2: Prvi Tomos motorji



Vir: (TMS, 1954)

V prvih letih šestdesetih je Tomos zaposloval okoli dva tisoč ljudi iz Kopra in njegovega zaledja. Da bi olajšali prihod na delo, so leta 1957 uvedli lastno avtobusno linijo, že naslednje leto pa so delavcem ponudili posojila pod ugodnimi pogoji za nakup mopedov Colibri. Na Sliki 3 so prikazani prevozi, ki so jih imeli delavci Tomosa (Brovinsky, 2001).

Slika 3: Prevoz za delavce Tomosa



Vir: (TMS, 1954)

V času načrtovanja tovarne so se pojavljala nasprotujoča si stališča o tem, ali je proizvodnja motornih koles sploh smiselna. Skeptiki so opozarjali, da prebivalci nimajo dovolj sredstev za množičen nakup takšnih vozil. Kljub temu je hiter porast števila motornih vozil v lasti ljudi v naslednjih letih pokazal, da je bila odločitev o gradnji tovarne upravičena. Na Sliki 4 je prikazana ena izmed prvih reklam (Brovinsky, 2001).

Slika 4: Ena izmed prvih reklam Puchovih motorjev ter Tomosovih



Vir: (TMS, 1954)

Preden je bila tovarna uradno ustanovljena, so Tomosovi predstavniki že iskali možnosti za sodelovanje z uglednimi proizvajalci motornih koles iz Italije, Nemčije in Avstrije. Končno so se odločili za Steyr-Daimler-Puch, s katerim je pogodbo podpisal prvi direktor Franc Pečar. Partnerja so izbrali predvsem zato, ker sodelovanje ni zahtevalo visokih denarnih plačil, temveč le nakup dogovorjenih količin motorjev in delov. Dodatna prednost je bila vzdržljivost in varčnost motorjev Puch, zasnovanih za težke razmere na cestah, ter dejstvo, da je podjetje izvažalo tudi na zahtevne trge, kot so ZDA. Po nekaterih virih je Puch pristal na ugodne pogoje, ker niso verjeli, da bo Tomos kdaj postal močan in samostojen proizvajalec. Na Sliki 5 so prikazani mopedi na poti do jugoslovanskih in evropskih trgov (Brovinsky, 2001).

Slika 5: Več kot 100 mopedov na tovornjaku na poti do jugoslovanskih in evropskih trgov



Vir: (TMS, 1954)

Proti koncu leta 1954 so v Kopru uredili prve začasne prostore za novo tovarno Tomos, pri čemer so pisarne namestili v stavbo podjetja Vinakoper. Strokovnjaki so prihajali z različnih koncev Slovenije, največ iz Litostroja in mariborskega TAM-a. Za zaposlene so poskrbeli z novimi stanovanji ob obali, od Hrvatitov do Portoroža. Podjetje je v drugi polovici petdesetih let veliko vlagalo v gradnjo stanovanj, menze in nakup avtobusa za prevoz delavcev. Število zaposlenih je hitro naraščalo s petih konec leta 1954 na 928 leta 1958, nato pa na 1618 do konca 1959. Kljub rasti je bila fluktuacija visoka, saj je do leta 1974, ko je podjetje imelo 3078 zaposlenih, iz njega odšlo že več kot 6500 delavcev. Začasne proizvodne prostore so sprva uredili v nekdanji stavbi trgovske družbe Slavica, kjer se je proizvodnja začela leta 1955 z motociklom Puch SG 250 kot prvim izdelkom. Leta 1955 je Tomos izdelal 137 motociklov Puch SG 250, 124 skuterjev RL 125 in 100 mopedov. Že leto kasneje, z uvedbo modela SV 175, so mopedi postali glavni izdelek podjetja, saj jih je bilo proizvedenih 1721, kar je preseglo tako 615 motociklov kot 532 skuterjev. Ta preobrat je odražal razmere na evropskem trgu, kjer so težka motorna kolesa izgubljala priljubljenost, medtem ko je povpraševanje po manjših in cenejših vozilih hitro raslo. Tomos je temu trendu sledil s povečanjem načrtovane letne proizvodnje mopedov na dvojno količino ter opustitvijo ideje o lastnem R&D oddelku. Obenem so želeli razviti dostavne trikolesnike s tovorno zmogljivostjo 350–500 kg, a ker Puch takšnih vozil ni izdeloval in so se v partnerstvu pojavile težave, so začeli iskati novega licenčnega partnerja (Brovinsky, 2001).

Komponente podjetja Puch je Tomos pridobival preko podjetja Autocommerce, uradnega zastopnika Pucha v Jugoslaviji. Težava pri tem je bila, da so se devize za plačilo uvoza lahko črpale le iz deviznih rezerv Narodne banke Jugoslavije, ki pa niso zadoščale za hitro rastoče potrebe podjetja. Tomos je zato iskal rešitve, med drugim v kompenzacijskih poslih, znanih kot »uvoz za izvoz«, ki jih je banka tudi spodbujala. Tako je podjetje leta 1956 za zagotovitev potrebnih komponent med drugim izvažalo topolov les, vino, smolo, katran in glinico.

Poleg tega Tomos ni bil zadovoljen z odnosom licenčnega partnerja, saj je Puch po navedbah podjetja zahteval vnaprejšnja plačila, pošiljke pa so bile občasno nepopolne. Odnosi so se leta 1956 tako poslabšali, da je Tomos razmišljal o prekinitvi pogodbe in iskal novega partnerja. Obrnili so se na češkega proizvajalca motociklov Jawa, a so to možnost opustili ter obnovili sodelovanje s Puchom. Ker je proizvodnja v Kopru že potekala, je bila nujna izgradnja novih in namensko zasnovanih tovarniških objektov. Sprva so načrtovali, da bo gradnja končana leta 1957, vendar so bila sredstva zamaknjena. Zvezni izvršni svet, ki je sprva financiranje odobril, je svojo podporo projektu zmanjšal, a po dodatnih pogovorih soglašal s podaljšanjem roka do leta 1959. Tovarna je bila uradno odprta 14. junija 1959, otvoritev pa je opravil predsednik Jugoslavije Josip Broz Tito. Med poskusnim obratovanjem istega leta so morali osvojiti nove proizvodne tehnologije in uporabljati stroje, namenjene izdelavi težjih motociklov, kar je prineslo dodatne izzive. V prvi polovici leta 1960 je Tomos postal polnopravno podjetje, izvolili so delavski svet, 1. julija pa je bil vpisan v sodni register, s čimer se je začela redna proizvodnja. Na Sliki 6 so prikazani sestavljeni mopedi Colibri c1960 (Brovinsky, 2001).

Slika 6: Sestavljanje Colibri mopedov c1960. Desno zadaj pa Herkul tricikli



Vir: (TMS, 1954)

Tomos je večino svoje proizvodnje usmerjal v motorna kolesa in mopede, ki so do leta 1997 predstavljali nekaj več kot polovico vseh izdelkov podjetja. Moped je vrsta lahkega motornega kolesa, namenjena cenovno dostopnemu in varnemu prevozu, pri katerem so zahteve za pridobitev dovoljenja minimalne. Prvotni mopedi so imeli pedala, podobna kolesarskim, kar pojasnjuje izvor imena (motor + pedal), zato bi jih lahko opisali kot kolesa s pomožnim motorjem. Sčasoma se je izraz začel uporabljati za vsa motorna kolesa z motorjem prostornine do 50 cm³, ne glede na način zagona. Razvoj Tomosovih mopedov v lastni režiji se je začel z več različicami modela Puch MS 50, združenimi pod skupnim imenom Colibri, ki so bili namenjeni tudi tujim trgom. Leta 1957 je bil moped Colibri 03 v Sloveniji cenovno primerljiv z okoli desetimi povprečnimi mesečnimi plačami. Na Sliki 7 je prikazana različica modela Puch MS 50, poimenovana Colibri v Tomosovi izvedbi, ki so jih ponujali tudi na tujih trgih (Brovinsky, 2001).

Slika 7: Različica modela Puch MS 50, poimenovana Colibri



Vir: (TMS, 1954)

V Tomosovem katalogu iz druge polovice 50. let sta bila kot mopeda predstavljena dva modela Colibri VS 50 s pedali in VS 50K z nožnim zaganjačem. Podoben primer je bil model Colibri T 14V iz leta 1969, ki je bil po takrat veljavnem zakonu o varnosti cestnega prometa opredeljen kot motorno kolo, v katalogu pa kot moped. Da bi se izognili nejasnostim, bomo za vsa dvokolesa iz obdobja pred letom 1968, z največ 50 cm³ prostornine motorja, ne glede na način

zagona, uporabljali izraz moped. Za vozila po letu 1968 pa bomo poimenovanja prilagodili klasifikaciji iz zakona iz leta 1968, ki loči med motornimi kolesi, kolesi s pomožnim motorjem in motornimi kolesi s pedali. Na Sliki 8 je prikazan Colibri T12 v vsakodnevni uporabi (Brovinsky, 2001).

Slika 8: Colibri T12



Vir: (TMS, 1954)

V poznih petdesetih letih je Tomos začel samostojno razvijati mopede, pri čemer je izdelal več različic modela Puch MS 50, združenih pod imenom Colibri. Prvi med njimi je bil model VS 50, ki je bil v naslednjih letih izdelan v trinajstih različicah, razlikujočih se po dodatni opreми. Nekateri modeli so bili prilagojeni zahtevam tujih trgov. Leta 1959 je podjetje proizvedlo več kot 17.000 teh mopedom in podpisalo prvo večjo pogodbo za izvoz na Švedsko, kjer so prodali 1.750 primerkov. Na Sliki 9 je prikazana reklamna brošura, na kateri je jasno prikazan ciljni trg (Brovinsky, 2001).

Slika 9: Reklamne brošure podjetja Tomos iz začetka šestdesetih let, ki jasno prikazujejo ciljni trg



Vir: (TMS, 1954)

V tem času je Tomos izdelal svoj prvi dirkalni moped, zasnovan na modelu Puch MS 50, ki je dosegal dobre rezultate na domačih in mednarodnih tekmovanjih. Najbolj prepoznaven med

Slika 11: Primerjava cene od Automatica in Zastava 750 za povprečno plačo leta 1969



Vir: (TMS, 1954)

Model Tomos Automatic je mladim, starim 14 let in več, dal svobodo gibanja brez odvisnosti od avtobusov ali vlakov. Ob koncih tedna so se lahko odpravili na izlete, kar je pogosto vzbudilo zavist med njihovimi prijatelji. Razvoj modela A3 je bil pri Tomosu zamaknjen zaradi težav s pogodbo Laura, a je leta 1970 nastala dokumentacija za povsem nov moped, ki ga je razvil Klement Vuga. A3 je uvedel inovativen dvo-stopenjski avtomatski menjalnik z dvema centrifugalnima sklopkama, kar je omogočalo gladek prehod iz prve v drugo prestavo. Zasnova je vključevala tudi sodoben pločevinast okvir, ki pa je zahteval novo proizvodno tehnologijo, zato so sprva izdali prehodni model Automatic 1. Leta 1973 so ob uvedbi nove linije začeli serijsko proizvajati pravi A3. Ta model se je obdržal presenetljivo dolgo – še v 2000-ih je bil del ponudbe. Tudi ko je konec osemdesetih nastal novi Colibri, ni povsem nadomestil A3. Posodobljene različice, kot je Targa LX, so bile namenjene predvsem tujim trgom in so dokazovale, da je bila osnova A3 izredno trpežna in prilagodljiva (Brovinsky, 2001).

V začetku 70. let je Tomos zaradi novih predpisov in velikega povpraševanja razvil modela A-ON in A-OS, ki sta omogočala registracijo kot mopeda brez kategorije A. Tako so rešili zaloge Colibrija T14 in pridobili številne nove kupce, predvsem z obrobni območij. Serija APN, ki je sledila, je postala pravi prodajni hit med mladimi od 14 do 20 let, ki so mopede radi predelovali. Tomos pa je za to generacijo pripravil tudi posebne modne različice, kot je APN 4 Hippie, s kromom, visokim krmilom in udobnimi dodatki (Brovinsky, 2001). Na Sliki 12 je prikazan APN4.

Slika 12: Apn 4

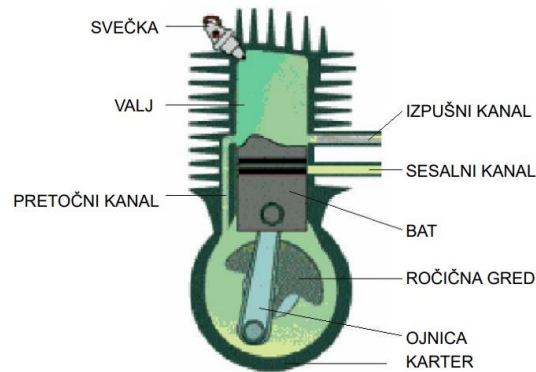


2.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI DVOTAKTNEGA MOTORJA

Motorji z notranjim zgorevanjem so najbolj uporabljeni stroji za pridobivanje pogonske moči, saj združujejo poceni gorivo, preprostost, zanesljivost, ugodno razmerje med močjo in težo ter dobro učinkovitost. Obstajata dve osnovni izvedbi: štiritaktna, kjer motor potrebuje več kot en obrat ročične gredi, da odstrani izpušne pline in dovede svežo mešanico, ter dvotaktna, kjer je ta proces opravljen že v približno tretjini obrata. Dvotaktni motorji imajo prednost v večjem številu delovnih taktov, a slabost v manj učinkovitem čiščenju valja (Heywood, in drugi, 1999).

Ti motorji pretvarjajo kemično energijo goriva v mehansko moč. V valju pride najprej do stiskanja gorivne mešanice, nato do njenega zgorevanja, kar sprosti toploto in tlak. Raztezajoči plini potiskajo bat, ki s tem prenaša delo na druge dele motorja. Z neprekinjenim ponavljanjem tega procesa motor zagotavlja stalno mehansko moč. Večina motorjev z notranjim zgorevanjem uporablja batno-valjno zasnovu. Pri tem se premočrtno gibanje bata prek ojnice in ročične gredi pretvori v rotacijo, ki omogoča prenos mehanske moči. Gibanje bata navzgor ali navzdol predstavlja en takt. Poznamo dva osnovna delovna cikla: dvotaktni in štiritaktni, ki temeljita na istem zaporedju – stiskanje gorivne mešanice, zgorevanje in nato raztezanje plinov, ki ustvarijo moč. Glavna razlika med dvotaktnim in štiritaktnim motorjem je način menjave plinov. Dvotaktni motor pri vsakem obratu ročične gredi opravi delovni takt, hkrati pa se v spodnji mrtvi točki odvijata izpuh in vnos nove zmesi. Štiritaktni motor pa ima ločena takta – bat se najprej ob gibanju navzgor znebi izpušnih plinov, nato pa ob gibanju navzdol v valj vsesa svežo gorivno mešanico. Na Sliki 13 je prikazano delovanje 2-taktnega motorja (Heywood, in drugi, 1999).

Slika 13: Delovanje 2 taktnega motorja



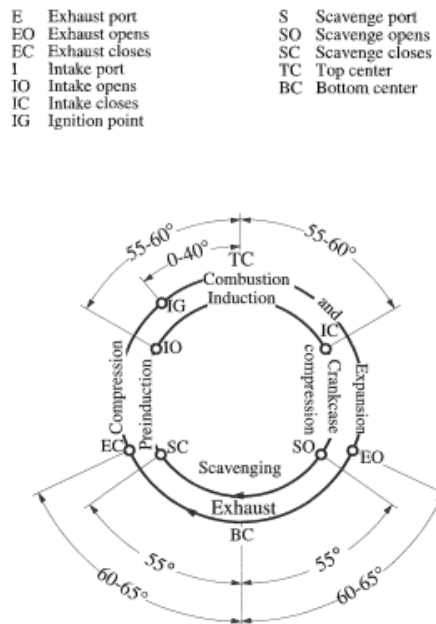
Vir: (Skupnost SIO, 2025)

Motorje z notranjim zgorevanjem delimo na dve glavni skupini: tiste, pri katerih zgorevanje sproži iskra (Ottovi motorji), in tiste, pri katerih pride do samovžiga zaradi visokega tlaka in temperature (dizelski motorji). Pri prvih je gorivna zmes pripravljena vnaprej in vžgana s pomočjo svečke, pri drugih pa se gorivo vbrizga v stisnjen vroč zrak, kjer samodejno zgore. Obe vrsti motorjev lahko delujeta tudi po dvotaktnem ciklu. Dvotaktni motorji so starejši od štiritačnih, saj so vsi prvi motorji pred letom 1876 delovali po tem principu. Danes je dvotaktni motor razvit v zmogljiv, a hkrati zelo preprost, majhen in lahek pogonski stroj. Uporablja se v ekstremih npr. pri enduro motorjih. V teoriji bi imel dvotaktni motor dvakrat večjo moč kot enako velik štiritačni, saj pri isti hitrosti ročične gredi opravi dvakrat več delovnih taktov. A ker se pri dvotaktnem motorju sveža gorivna zmes meša z izpušnimi plini, pride do izgub, zaradi katerih ta prednost v resničnem delovanju ni popolnoma dosegljiva (Heywood, in drugi, 1999).

2.2.1 Princip dvotaktnega cikla

Dvotaktni motorji nimajo posebej določenih sesalnega in izpušnega takta, zato je za vnos nove zmesi potrebna črpalka. V preprosti in zelo razširjeni zasnovi dvotaktnih motorjev to nalogo opravlja kar bata: ko se pomika, spodnja stran bata skupaj z ohišjem ročične gredi deluje kot tlačilka. Ob gibanju bata proti zgornji mrtvi točki se odpre sesalni kanal v ohišju in vstopi svež zrak ali gorivna mešanica. Na Sliki 14 je prikazana shema dvotaktnega motorja, ki prikazuje dva nivoja procesov: v zunanem krogu so prikazane faze, ki se odvijajo v valju (stiskanje, zgorevanje, izpuh, polnjenje), v notranjem krogu pa procesi v ohišju ročične gredi, kjer gibanje bata ustvarja tlačni učinek za polnjenje valja (Heywood, in drugi, 1999).

Slika 14: Zaporedje dogodkov dvotaktnega cikla



Vir: (Heywood, in drugi, 1999)

Ko sveža zmes vstopi v ohišje ročične gredi skozi sesalni kanal, medtem ko zgornji del bata v valju še naprej stiska gorivno zmes, pride do vžiga pri motorju s svečnim vžigom z električno iskro, pri dizelskem motorju pa s procesom samovžiga. Ob zgorevanju nastali plini v valju narastejo v tlaku in temperaturi ter potisnejo bat proti spodnji mrtvi točki. Hkrati se zaradi zmanjšane prostornine v ohišju ročične gredi ob odprtem sesalnem kanalu lahko del sveže zmesi povrne nazaj v ozračje. Približno 60° po zgornji mrtvi točki se sesalni kanal zapre, sveža zmes v ohišju pa se začne stiskati. Proces izmenjave plinov v valju se začne z odpiranjem izpušnega kanala. Ko bat potuje navzdol, odpre še izpiralne kanale, kar povzroči nastanek tlačnega gradienta, ki hkrati omogoča dotok sveže zmesi in odtok izgorelih plinov. V času izpiralnega obdobja stisnjena sveža zmes iz ohišja ročične gredi skozi prenosne kanale pride v valj in izrine zgorele pline skozi izpušni kanal. Oblika kanalov in deflektor na batu poskrbita, da sveža zmes najprej doseže zgornji del valja, s čimer se bolj učinkovito izrinejo produkti zgorevanja. Tako se prepreči, da bi prišlo do večjih izgub zaradi neposrednega uhajanja sveže zmesi v izpuh. Gre za pojav, znan kot kratko sklenjeni tok (short-circuiting). Ko se bat v drugi polovici obdobja pomika navzgor, se prostornina v ohišju ročične gredi poveča. V tem času lahko pride do povratnega toka iz valja v ohišje skozi izpiralne kanale, kar je odvisno od polnilnega tlaka in hitrosti motorja. Proces izmenjave plinov je zaključen v trenutku, ko bat zapre izpušni kanal (EC). Namesto da svežo zmes stiska ohišje ročične gredi, se lahko za izpiranje uporabi zunanja črpalka. To je lahko Rootsovo puhalo ali centrifugalni kompresor, ki ga poganja ročična gred. Pri velikih dvotaktnih motorjih se pogosto kombinirata puhalo in turbo polnilnik. Prvi skrbi za dovod zraka pri zagonu in nizkih hitrostih, medtem ko pri visokih vrtljajih turbo polnilnik zagotovi večji pretok zraka in s tem večjo moč motorja. Idealna izmenjava plinov bi pomenila popolno odstranitev produktov zgorevanja in njihovo nadomestitev s svežo zmesjo pri ustreznem tlaku in temperaturi, brez izgub v izpuhu. V resnici

pa je proces manj učinkovit: del zmesi izrine izpušne pline, del se z njimi pomeša, preostanek pa lahko neposredno uide skozi izpušni kanal. Uspeh izpiranja je zato odvisen od zasnove valja in kanalov, pa tudi od načina dovoda zmesi (puhalo, ohišje ročične gredi, tlačilna posoda), hitrosti vrtenja, obremenitve motorja ter zunanjih pogojev (Heywood, in drugi, 1999).

2.2.2 Karakteristike dvotaktnega motorja

En delovni takt v vsakem obratu ročične gredi: Dvotaktni motor ustvari delovni takt pri vsakem obratu ročične gredi, kar teoretično pomeni večjo moč glede na prostornino kot pri štiritačnem. V praksi pa je povečanje moči le 20–60 %, saj valj ni vedno popolnoma napolnjen s svežo zmesjo. Ker se tlačni sunki zaradi zgorevanja pojavljajo pogosteje, je navor motorja enakomernejši, torzijske vibracije pa manj moteče, kar omogoča uporabo manjšega in lažjega vztrajnika. Glavna pomanjkljivost so višje temperature in večje toplotne obremenitve v zgorevalni komori, predvsem na glavi valja in batovi kroni, zaradi česar so materiali bolj obremenjeni (Heywood, in drugi, 1999).

Izpiranje s svežo zmesjo: Pri dvotaktnem motorju je značilno, da se izgoreli plini iz valja odstranijo s svežo zmesjo. To pa pomeni tudi izgube, saj se v povprečju okoli 20 % sveže zmesi izgubi skozi izpušni kanal. Pri motorjih z uplinjačem to povzroča povečane emisije ogljikovodikov in slabši izkoristek goriva v primerjavi s štiritačnimi motorji. Ker izmenjava plinov poteka okoli spodnje mrtve točke, lahko bat s svojo dolgo krilno obrobo neposredno odpira in zapira sesalne ter izpušne kanale. Takšna rešitev odpravi potrebo po ventilih in mehanizmih za njihov pogon, zato je motor preprostejši, cenejši in proizvodnja enostavnejša. Slabost pa je, da se sesalni kanal zapre prej kot izpušni, kar onemogoča preprosto uporabo pred tlaka oziroma super polnjenja. Zato se v praksi pogosto uporabljajo tudi zunanje črpalke in ventilni sistemi za izpiranje, ki pa žrtvujejo preprostost osnovne zasnove dvotaktnega motorja. Izmenjava plinov v dvotaktnem motorju je zapleten proces, saj sveža zmes hkrati izpodriva in meša izgorele pline, del pa neposredno uide v izpuh. Pri nizkih vrtljajih lahko pride do povratnega toka sveže zmesi skozi sesalni kolektor, pri visokih pa do povratnega toka skozi izpiralne kanale. Oba pojava zmanjšujeta učinkovitost polnjenja valja in posledično navor motorja. Na učinkovitost izpiranja vpliva tudi tlak v izpušnem sistemu, kar otežuje uporabo turbo polnilnikov, katalizatorjev, dušilcev hrupa in motornih zavor. Dodatno zaplete proces tudi dušenje sesalnega toka pri delni obremenitvi, ki ga poznamo iz štiritačnih motorjev, včasih pa se uporablja celo dušenje izpušnih plinov za boljši nadzor nad izpiranjem (Heywood, in drugi, 1999).

Neposreden vbrizg goriva: Pri dvotaktnih motorjih je zaradi izgub goriva pri izpiranju neposreden vbrizg goriva zelo učinkovita rešitev. Pri takem sistemu se valj najprej spere samo s svežim zrakom, šele nato se po zaprtju izpušnih kanalov vbrizga gorivo. Tako se prepreči izguba goriva v izpuhu ter zmanjšata poraba in emisije, ki so problem pri motorjih s pred pripravljeno zmesjo. Dvotaktni dizelski motorji so od nekdaj delovali z direktnim vbrizgom in so v velikih izvedbah (npr. v ladijski industriji) povsem enakovredni štiritačnim. Tudi dvotaktni motorji s svečnim vžigom in neposrednim vbrizgom imajo velik potencial, saj odpravljajo izgubo goriva, značilno za klasične dvotaktne motorje. Pri manjših in srednjih obremenitvah delujejo v načinu plastnatega polnjenja, kjer se gorivo le delno pomeša z zrakom,

kar omogoča učinkovito zgorevanje tudi pri zelo revnih zmesih (Heywood, in drugi, 1999).

Emisije: Značilnosti emisij dvotaktnih motorjev se precej razlikujejo od štiritaltnih. Klasični uplinjači dvotaktni motorji s svečnim vžigom imajo zelo visoke emisije neizgorelih ogljikovodikov, ker del sveže zmesi uide skozi izpuh. Neposredni vbrizg goriva ta problem bistveno zmanjša, a hkrati omejuje uporabo tristranskega katalizatorja, saj motor pri delni obremenitvi deluje z revno zmesjo. Možna je uporaba oksidacijskega katalizatorja za zmanjševanje HC in CO, vendar raznolike temperature izpušnih plinov otežujejo njegovo trajno uporabo. Po drugi strani pa slabša učinkovitost izpiranja pri dvotaktnih motorjih pomeni nižje emisije NO_x, saj zadržani izpušni plini ohladijo zgorevalni proces in zmanjšajo nastajanje dušikovih oksidov. Kljub temu pa visoka stopnja redčenja pri nizkih obremenitvah povzroča slabše zgorevanje in neenakomeren tek motorja (Heywood, in drugi, 1999).

Mazanje: Pri dvotaktnih motorjih je mazanje poseben izziv. Ker se pri izvedbah z izpiranjem preko ohišja ročične gredi olje ne sme zbirati v oljni kadi, se uporablja drugačen sistem. Pri manjših motorjih olje mešajo z gorivom, pri motorjih z neposrednim vbrizgom ga razpršijo v zračni tok, pri velikih dvotaktnih dizlih pa olje dovajajo skozi odprtine v steni valja. Zato se pri večjih motorjih pogosto uporabljajo sistemi izpiranja z zunanjim pihanjem, ki omogočajo uporabo klasičnega sistema mazanja kot pri štiritaltnih motorjih (Heywood, in drugi, 1999).

2.2.3 Deli dvotaktnega motorja

Dvotaktni motor je sestavljen iz dveh glavnih delov. V zgornjem delu so nameščeni valj z glavo, bat s pripadajočimi obročki ter vžigalna svečka. Spodnji del obsega ročično gred, ojnico in ohišje ročične gredi. Med obema deloma potekajo transferni kanali, ki omogočajo pretok plinov. Valj ima dve ključni odprtini: sesalni kanal za dovod sveže zmesi ter izpušni kanal, skozi katerega se odvajajo izgoreli plini. Vse dele motorja lahko obravnavamo podrobno, vendar jih za lažjo predstavbo razdelimo v tri skupine: statični deli, gibljivi deli in pomožni sistemi.

Statični deli so:

- Valj: valj je osrednji del motorja, valjaste oblike, v katerem se premika bat. Zaprt je z glavo valja zgoraj in ohišjem ročične gredi spodaj. V njem se nahajajo kanali, ki omogočajo dovod in odvod plinov.
- Glava valja: prekriva valj in oblikuje zgorevalno komoro. V njej poteka gibanje bata in lahko je izdelana skupaj z valjem kot enoten ulitek.
- Ohišje ročične gredi: je prostor, kjer sta nameščeni ročična gred in ojnica, hkrati pa je ključno za proces izmenjave plinov.

Gibljivi deli so:

- Bat (piston): valjast del, ki se premika znotraj valja, izvaja izmenjavo plinov in ustvarja gibanje, ki se prenaša na ojnico in ročično gred.
- Ojnica (connecting rod): podolgovat del, ki povezuje bat z ročično gredjo ter prenaša batove sunke na ročično gred, s čimer pretvarja premočrtno gibanje v rotacijsko.
- Ročična gred (crankshaft): gred z odmiki, podobna ročici, ki preoblikuje premočrtno

gibanje bata v rotacijsko gibanje, to pa nato poganja prenosni mehanizem in s tem pogonsko kolo.

Pomožni sistemi:

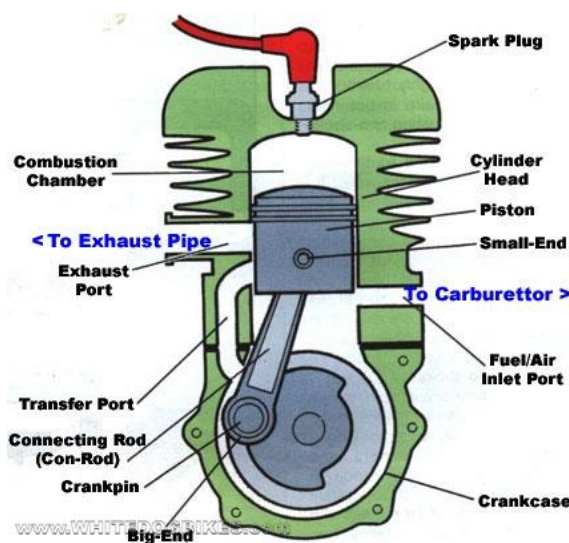
- Uplinjač (carburetor): mehanski del, ki skrbi za pripravo zmesi zraka in goriva v pravilnem razmerju, da se bencin lahko vžge. Ta zmes je znana kot sveži plini ali preprosto plin.
- Vžigni sistem (ignition system): električni mehanizem, ki ustvarja električni tok in uravnava njegovo napetost, da se ustvari iskra, ki vžge zmes v zgorevalni komori.
- Izpušni sistem (exhaust): del, ki odvaja pline, nastale pri zgorevanju, v okolico. Hkrati pomaga znižati temperaturo izpušnih plinov in zadržati del onesnaževalnih delcev (BoxRepsol, 2025).

2.2.4 Prednosti in slabosti dvotaktnih motorjev

Dvotaktni motor razvije več moči na enako prostornino kot štiritačni (30–50 % več), a ima v primerjavi z njim tudi pomanjkljivosti: večja poraba goriva, višje emisije in močnejše segrevanje, kar zahteva bolj učinkovit sistem hlajenja. V primerjavi z dvotaktnimi imajo štiritačni motorji več sestavnih delov – ventile, odmične gredi in prenosne mehanizme (verige, jermene, zobnike). Zaradi tega so dražji, težji in konstrukcijsko zahtevnejši, vendar nudijo večjo mehansko zanesljivost in zato potrebujejo manj vzdrževanja. Štiritačni motorji so v delovanju tišji in z manj vibracijami kot dvotaktni. Mazanje poteka preko olja v ohišju ročične gredi, zato uporabljajo samo bencin, brez mešanja z oljem. Posledično so emisije izpušnih plinov manj škodljive za okolje (BoxRepsol, 2025).

2.2.5 Uplinjač, izpuh in prenosni – povezane komponente

Slika 15: Poenostavljeno delovanje povezanih komponent



Vir: (wd-admin, 2015)

Na Sliki 15 je prikazano, kako osnovni deli dvotaktnega motorja sodelujejo pri pretvorbi energije. Uplinjač pripravi gorivno mešanico, ki skozi sesalni kanal vstopi v ohišje ročične gredi. Od tam se sveža zmes skozi izpiralne kanale prenese v valj, kjer pride do zgorevanja. Nastali tlak potisne bat navzdol, bat pa prek ojnice obremenjuje ročično gred. Ročična gred s tem pretvori premočrtno gibanje v rotacijsko. To rotacijsko gibanje se nato prenese naprej preko prenosnega sistema (veriga, jermen ali zobniški prenos), ki ga motor uporablja za pogon kolesa ali druge delovne enote. Prenos tako predstavlja zadnjo vez med motorjem in pogonskim sklopom vozila ali naprave, pri čemer določa prestavno razmerje, hitrost in navor.

3 PREDELAVA MOTORJA TOMOS

Razlog, da sem se odločil za predelavo motorja, je bil predvsem v želji po večji vzdržljivosti ter boljših zmogljivostih. Serijski Tomosov cilinder s prostornino 49cc je sicer zanesljiv, a ima svoje omejitve, predvsem pri hlajenju in trajni obremenitvi pri višjih obratih. Gilardoni Italkit 74cc komplet je zasnovan iz kakovostnejših materialov, ki omogočajo boljše hlajenje in daljšo življenjsko dobo cilindra, obenem pa s povečavo prostornine iz 49cc na 74cc motor pridobi občutno več moči in navora. Na Sliki 16 je cilinder kit, ko sem ga dobil po pošti.

Slika 16: Cilinder kit



3.1 POSTOPEK DEMONTAŽE

Da bi motor lahko predelal in pripravil na vgradnjo novega Gilardoni Italkit 74cc cilindra, sem moral najprej popolnoma demontirati serijski agregat. Postopek razdiranja sem opravil sistematično, da sem imel kasneje lažjo sestavo in da nisem poškodoval posameznih delov. Ker moped nima nobenih zunanjih plastik ali plastičnih delov sem lahko z razdiranjem začel takoj. Najprej sem snel uplinjač, izpuh, verigo in električne povezave. Tako sem dobil samostojen agregat. Nato sem lahko nadaljeval z razdiranjem zgornjega dela motorja, pri čemer sem odvijal cilinder in glavo ter odstranil bat. Bat sem ločil od ojnice tako, da sem najprej snel obročke, nato pa izvlekel batni sornik. Cilinder, bat in glavo sem odložil na stran, saj jih za to predelavo nisem več potreboval. Ko sem s tem končal, sem odvijal tri glavne vijake, ki držijo motor, in nato snel motor ter se prestavil na delovno mizo. Nadaljeval sem z odvijanjem vseh potrebnih vijakov za razdiranje blokov motorja. Ko sem vse vijake odvijal, sem razdril bloke motorja na dve polovici. S tem sem dobil dostop do notranjih delov, kjer sem odstranil sklopko, primarni zobnik in vžig. Pri sklopki sem moral biti previden, da nisem poškodoval lamel in vzmeti. Ko sem imel notranjost motorja razstavljen, sem iz obeh polovic karterja odstranil ležaje in oljna tesnila (semeringe). Po končanem razdiranju sem bloke temeljito očistil, da v

njih ni opilkov, prahu ali ostankov starih tesnil. Tako pripravljene bloke so predstavljale osnovo za nadaljnjo prireditev. Na Sliki 17 se vidijo razstavljeni bloki.

Slika 17: Razstavljanje blokov



3.2 POSTOPEK OBDELOVANJA

Naslednja prireditev se je začela tako, da sem dobil novi cilindar, ki sem ga temeljito izmeril, da sem lahko potem na bloku tudi označil, koliko moramo postružiti, da povečamo celotno širino luknje. Na Sliki 18 lahko vidimo, kakšen premer je bil na originalnem delu.

Slika 18: Originalni premer



Na Sliki 18 je prikazan originalni premer, ki ga moramo postružiti, da lahko cilindar sploh ustreza na blok od Tomosa apn6. S postopkom ročnega struženja sem se poskušal čim bolj približati parametrom mehanske obdelave, ki bi zagotovili ustrezno kakovost obdelane površine.

Za določanje rezalne hitrosti sem uporabil formulo:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \text{ m/min}$$

kjer pomeni

v_c – glavno rezalno hitrost odrezavanja (m/min)

d – premer obdelovanca (mm)

n – vrtljaji glavnega vretena (min^{-1})

Glede na razpoložljive podatke in izbrano rezalno hitrost za obdelavo sem pri priporočljivi rezalni hitrosti 80–180 m/min mogel določiti potrebno število vrtljajev glavnega vretena na stružnici. To sem izvedel iz izračuna zgoraj navedene formule. Začetni premer obdelovanca je znašal $\varnothing 46$ mm, kar pomeni, da sem v spodnji formuli omenjeno vrednost spremenil zaradi izenačitve v 0,046 m.

Podatki:

- Premer obdelovanca: 0,046 m
- Izbrana rezalna hitrost: 150 m/min
- Izračun števila vrtljajev glavnega vretena na stružnici:

$$\pi d n = v_c 1000$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi d} \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{150 \times 1000}{\pi 0,046} \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{150}{\pi 0,046} \text{ min}^{-1}$$

$$n = 1038 \text{ min}^{-1}$$

Na stružnici izberem razpoložljivo število vrtljajev glavnega vretena 1100 min^{-1} .

Ker so bili prelivni kanali na vsaki strani karterja nepravilne oblike, sem oba kanala zalil z dvokomponentnim epoksijem. Gre za dvokomponenten epoksidni sistem, ojačan s kovinskimi polnili (aluminij, jeklo, kovinske zlitine), ki po strditvi tvori mehansko in kemično stabilno strukturo. To se uporabi, kjer varjenje ni možno: za zatesnitev puščanja, pri zlomljenih robovih, manjkajočih kanalih. Nato sem te kanale prilagodil kanalom cilindra. Originalni kanal je prevelik po eni osi in premajhen po drugi. Na Sliki 19 se vidijo bloki, združeni za zgled po obdelavi.

Slika 19: Po obdelavi



3.2.1 Ojačitev sklopke

Ojačitev ohišja sklopa je potrebno narediti, ker je originalno ohišje prešibko. To sem naredil tako, da sem uporabil dve sklopki. Po postopku varjenja sem eno sklopko pritrdil na drugo. Na Slikah 20 ter 21 se vidi ojačana sklopka.

Slika 20: Ojačano ohišje sklopke



Slika 21: Ojačano ohišje sklopke



3.2.2 Nastavitev ojnice (oplet) ter centriranje

Do obrabe običajno pride zaradi pomanjkljivega mazanja, visoke obremenitve ali normalne degradacije materiala skozi daljši čas delovanja. Oplet se ugotavlja tako, da se ročična gred odstrani iz motorja in se nato izmeri zračnost ojnice v prečni in vzdolžni smeri. Dovoljena je minimalna prečna zračnost, medtem ko aksialna (vzdolžna) zračnost ne sme biti zaznavna. Če je prisotno opazno gibanje ojnice v smeri gor-dol, pomeni, da je iglični ležaj izrabljen in ga je potrebno zamenjati.

Postopek centriranja poteka tako, da se ročično gred vpenja na centrirni napravi ali v posebnih V-blokih, kjer se nato meri odstopanje osi vrtenja s pomočjo merilne ure (indikatorja odklona). Meri se radialno odstopanje posameznih čelnih površin gredi med počasnim vrtenjem. Dovoljena odstopanja so zelo majhna in običajno znašajo največ nekaj stotink milimetra. Če se pri meritvi pokaže večje odstopanje, se ročično gred mehansko prilagodi. Korekcija se izvaja s kontroliranimi udarci s kovinskim ali bronastim kladivom v ustrezne točke na krakih gredi, pri čemer se z majhnimi premiki doseže postopno približevanje idealni geometriji. Postopek se ponavlja, dokler merilna ura ne pokaže enakomernega in ponovljivega odčitka skozi celoten obrat. Natančno centriranje je za pravilno delovanje motorja ključno. Slabo centrirana ročična gred povzroča povečane vibracije, pospešeno obrabo ležajev, zmanjšano mehansko učinkovitost ter lahko vodi v mehanske poškodbe motorja. Na Sliki 22 je prikazano centriranje ojnice.

Slika 22: Centriranje ojnice



Po uspešno izvedenem nastavljanju opleta sem izvedel končno kontrolo gibanja ojnice. Ojnica mora imeti gladko in enakomerno gibanje brez občutnega trenja ali zračnosti. Preveri se, ali je ojnica pravilno poravnana glede na os vrtenja ročične gredi ter ali ležajna mesta delujejo brez zastojev. V primeru zaznanih nepravilnosti se postopek ponovi oziroma se izvede natančna korekcija položaja. Ko je bila ojnica pravilno poravnana, sem vsa ležajna mesta temeljito namazal z motornim oljem, da se prepreči suho trenje pri prvem zagonu motorja. Nato sem ročično gred ponovno preveril na centrirnem stojalu, saj lahko med postopkom sestavljanja pride do manjših sprememb v legi krakov. Sledi končna kontrola centriranja ročične gredi z merilno uro, kjer sem ugotavljal morebitno nihanje oziroma odstopanje od osi in če so vsi parametri znotraj dovoljenih toleranc. Centrirana ročična gred z ojnico je pripravljena za vgradnjo v ohišje motorja, kjer zagotavlja pravilno delovanje in optimalno uravnoteženost celotnega ročičnega mehanizma.

3.2.3 Vstavljanje ojnice v ohišje

Po končani nastavitvi in centriranju ročične gredi z ojnico je sledil postopek vstavljanja v ohišje motorja. Ta faza zahteva natančnost in čistočo, saj lahko že najmanjši delci nečistoče povzročijo poškodbe ležajev ali nepravilno delovanje motorja. Pred vstavitvijo sem ročično gred in vse ležajne dele temeljito očistil ter namazal z motornim oljem. Nato sem v ležišča motornega ohišja namestil ustrezne ležaje in tesnila. Pomembno je, da so ležaji pravilno vstavljeni v ohišje in da nimajo zračnosti ali napak. Ko so ležaji pripravljene, sem ročično gred z ojnico previdno vstavil v ohišje motorja. Pri tem sem pazil, da se gred ne poškoduje in da ojnica ostane pravilno poravnana. Gred se običajno vstavi s pomočjo rahlega segrevanja ohišja, kar omogoča lažje nameščanje ležajev brez uporabe prevelike sile.

3.2.4 Kontrola zračnosti

Ko sem ročično gred z ojnico pravilno vstavil v ohišje motorja, sem najprej izvedel kontrolo prostega gibanja gredi. Ročična gred se mora vrteti gladko, brez zatikov, trenja ali zračnosti. Če se zazna upor ali nenavadno gibanje, se motor ponovno razpre in preveri pravilnost vstavitve ležajev ali tesnil. Nato sledi kontrola aksialne zračnosti (vzdolžne zračnosti), kjer se z merilno uro ali lističnim merilom preveri dovoljen pomik ročične gredi v vzdolžni smeri. Zračnost mora biti znotraj predpisanih toleranc, saj prevelika povzroča vibracije, premajhna pa trenje in obrabo.

3.2.5 Vgradnja oljnih tesnil (semeringov)

Najprej sem temeljito očistil vsa ležišča semeringov v ohišju, pri čemer sem preveril, da so površine brez poškodb, razpok ali drugih nepravilnosti. Nato sem pripravil nove semeringe ustreznih dimenzij ter primerne za predelavo. Pred vgradnjo sem vsak semering rahlo namazal z motornim oljem, da sem preprečil poškodbe tesnilnih robov ob prvem zagonu motorja. Nato sem zagrel ležišče semeringov. Semeringe sem previdno vstavil v vsa ležišča v ohišju, pri čemer sem uporabil lesen trn in rahle udarce s klavivcem, da sem zagotovil enakomerno in ravno vgradnjo do predpisane globine. Posebno pozornost sem namenil temu, da noben semering ni bil poševno ali neenakomerno nameščen, saj bi to lahko povzročilo puščanje ali povečano trenje pri vrtenju ročične gredi. Na Sliki 23 lahko vidimo vstavljena oljna tesnila.

Slika 23: Vstavljena oljna tesnila



3.2.6 Vgradnja menjalnika ter sklopke

Po končani montaži ročične gredi z ojnico in vgradnji semeringov sem nadaljeval z vstavitvijo menjalnika v ohišje motorja. Najprej sem preveril vse dele menjalnika, vključno z zobniki, ležaji in gredi, da so bili čisti, brez poškodb in primerno podmazani. Menjalnik sem previdno vstavil v ležišča v ohišju, pri čemer sem pazil, da so vsi zobniki pravilno poravnani in da se gredi prosto vrtijo. Posebno pozornost sem namenil ujemanju položaja prestavnih palic in sinhronizaciji prestavnih koles, da bi preprečil kasnejše težave pri prestavljanju.

Po uspešni vgradnji menjalnika sem nadaljeval z montažo sklopke. Najprej sem košaro previdno namestil na sklopko, pri čemer sem pazil na pravilno lego. Pred vgradnjo sem nanjo nanesel tanek sloj motornega olja na stikih z ležaji, kar omogoča gladko vrtenje in zmanjšuje obrabo. Lamelle sem vstavljal postopoma, pri čemer sem pazil, da so pravilno nameščene v utore košare. Vsaka lamela je bila pravilno orientirana glede na vzmetni sklop in stik z notranjo ter zunanjo površino košare. Med vgradnjo sem lamelni sklop rahlo podmazal z motorjem oljem, kar omogoča gladko delovanje in zmanjšuje trenje ob prvem zagonu motorja. Po vstavitvi vseh lamel sem preveril, da se lamelni sklop prosto vrtil znotraj košare, brez zatikanja ali poševnega sedenja. S tem sem zagotovil, da sklopka deluje enakomerno in da se moč motorja pravilno prenaša na menjalnik. Po vgradnji lamel sem izvedel končno montažo sklopke. Nato pa sem košaro z lamelami previdno namestil na nosilno gred sklopke, pri čemer sem pazil na natančnost. Sledila je pritrditev košare z vijaki, ki sem jih enakomerno zategnil po navzkrižnem vzorcu, da sem zagotovil enakomeren pritisk na lamelni sklop in preprečil deformacije. Med tem postopkom sem preveril, da lamelni sklop ni bil preveč zategnjen. Na Sliki 24 je prikazan blok motorja z vgrajenimi deli.

Slika 24: Blok motorja z vgrajenimi deli



Ko so bili vsi notranji deli motorja nameščeni v ohišje, vključno z ročično gredjo, menjalnikom, semeringi in sklopko, sem nadaljeval z naslednjo fazo sestave, to je montažo cilindra in bata.

3.2.7 Montaža cilindra in bata

Najprej sem pripravil bat, batne obročke in batni sornik. Batne obročke sem previdno namestil v utore na batu in pazil, da so odprtine obročkov pravilno poravnane z zatiči. Nato sem batni sornik rahlo namazal z motornim oljem in bat namestil na ojnico. Sornik sem vstavil skozi bat in pušo ojnice, nato pa zavaroval z varovalnima obročkoma. Po montaži sem preveril, da se bat na ojnici premika gladko, brez zračnosti ali zatikanja. Pred vgradnjo cilindra sem notranjost cilindra rahlo namazal z oljem, da sem omogočil mehko vstavitvev bata in preprečil poškodbe batnih obročkov. Nato sem cilinder Gilardoni previdno nasadil na bat, pri čemer sem pazil, da so batni obročki ostali pravilno nameščeni. Cilinder sem potisnil do stika z ohišjem motorja. Po montaži sem preveril prosti tek ročične gredi in gladko gibanje bata znotraj novega cilindra. S tem sem zagotovil, da sta oba elementa pravilno nameščena in pripravljena na nadaljnjo montažo glave motorja. Glavo cilindra sem nato previdno namestil na cilinder in preveril, da se prilega popolnoma ravno. Vijake sem vstavil ročno, nato pa jih z momentnim ključem enakomerno zategnil.

3.2.8 Uplinjač

Ker ima nameščeni Gilardoni cilinder 74cc vgrajen lamelni sesalni sistem, sem moral prirobnico za uplinjač izdelati sam, saj originalna ni ustrezala novi postavitvi motorja. Prirobnico sem izdelal iz ravnega kosa aluminija, ki sem ga najprej razrezal na tri dele in nato zvaril v obliko, ki omogoča pravilen kot in položaj uplinjača glede na okvir motorja. Prirobnico sem zvaril neposredno na pokrov lamelnega vsisa po metodi varjenja TIG, saj ta rešitev zagotavlja trdno pritrditev in popolno tesnjenje med uplinjačem ter sesalnim kanalom cilindra. Med izdelavo sem pazil, da so notranji prehodi med prirobnico in pokrovom ostali gladki in brez robov, kar zmanjšuje zračni upor in omogoča optimalen pretok mešanice. Zaradi prostorskih omejitev sem prirobnico oblikoval tako, da se uplinjač izogne okvirju motorja in je postavljen na desno stran, rahlo navzven. Takšna postavitvev olajša dostop za nastavitvev uplinjača in hkrati izboljša dovod zraka. S to predelavo sem dosegel optimalno lego uplinjača v povezavi z lamelnim sesalnim sistemom ter zagotovil zanesljivo delovanje motorja in enakomeren pretok mešanice. Na Sliki 25 je prikazana samostojno izdelana prirobnica.

Slika 25: Izdelana prirobnica



Na vrhu prirobnice sem dodal aluminijast nastavek, na katerega se natakne gumijasti spoj uplinjača. Ta aluminijasti del omogoča natančno in varno pritrnitev gumijaste cevi, ki služi kot fleksibilen spoj med uplinjačem in prirobnico. S tem sem dosegel popolno prileganje ter odpravil možnost netesnosti ali vibracij, ki bi lahko vplivale na delovanje uplinjača. Prirobnico sem pritrnil neposredno na cilinder, saj hkrati deluje kot pokrov lamelnega vsisa. Pritrditev sem izvedel z vijaki in uporabil tesnilo, da sem zagotovil tesnjenje med prirobnico in cilindrom. Zunanji premer na mestu, kjer je uplinjač pritrjen v sesalno koleno, meri 35 mm. Uplinjači PWK imajo mesto za priklop podtlaka, nimajo pa mesta za priklop olja. Lastnosti uplinjača PWK 21 mm so: glavna sesalna šoba 110, pilot šoba 40, power šoba 32, premer uplinjača na mestu za pritrnitev filtra 49 mm. Na Sliki 26 je prikazan uporabljen uplinjač.

Slika 26: Uplinjač



Vir: (Moto, 2025)

3.2.9 Vžig z notranjim rotorjem

Pri predelavi motorja sem se odločil za vgradnjo sodobnega notranjega rotorskega vžignega sistema namesto originalnega zunanega rotorja. Ta odločitev je bila posledica več tehničnih prednosti, ki jih prinaša notranji rotor: manjša vztrajnostna masa, hitrejši odziv motorja, kompaktnejša konstrukcija ter uporaba digitalne CDI (Capacitor Discharge Ignition) krmilne enote, ki omogoča natančnejše upravljanje trenutka vžiga. Sistem sestavljajo naslednje komponente: notranji rotor (flywheel), stator z vžigno tuljavo, CDI enota za krmiljenje vžiga ter visokonapetostna tuljava za oskrbo svečke z vžigno iskro. Notranji rotor je magnetni element, ki se vrti skupaj z rolično gredjo in s svojim magnetnim poljem inducira napetost v statorski tuljavi. CDI enota na podlagi tega signala določi optimalen trenutek vžiga in sproži visokonapetostno tuljavo, ki ustvari iskro na svečki. Pred montažo notranjega rotorja sem temeljito očistil stožec rolične gredi ter notranjost rotorja, da sem zagotovil popolno prileganje brez nečistoč ali ostankov olja. Rotor sem namestil na stožec rolične gredi in ga pritrdil z osrednjo matico, ki sem jo zategnil s predpisanim navorom. Pri tem sem uporabil ustrezno orodje za blokiranje rolične gredi, da sem preprečil njeno vrtenje med zategovanje matice. Po namestitvi sem preveril, da se rotor prosto vrti brez trenja ali zatikanja ob ohišje motorja. Za pravilno delovanje motorja je pomembna natančna nastavitve časovne točke vžiga. Na zunanjem robu statorja ter na rotorju so označene referenčne črte, ki služijo za določitev položaja bata v valju. Časovno točko vžiga sem nastavil tako, da sem rolično gred počasi vrtel in opazoval moment, ko se referenčni črtici na rotorju in statorju poravnata. Ta položaj predstavlja zgornjo mrtvo točko (ZMT) bata. Sistem sem nastavil tako, da se referenčni črtici poravnata pred zgornjo mrtvo točko, kar omogoča, da CDI enota sama doda ustrezni predvžig (advance), ki je programiran v njeni programski opremi. Predvžig je potreben, ker zgorevalna mešanica potrebuje določen čas za zgorevanje, zato mora iskra preskočiti preden bat doseže

zgornjo mrtvo točko. Točen kot predvžiga je odvisen od vrtljajev motorja in je v CDI enoti digitalno krmiljen. Pri višjih vrtljajih se predvžig avtomatsko poveča, pri nižjih pa zmanjša, kar zagotavlja optimalno zgorevanje v vseh obratovalnih režimih. Na Slikah 27 in 28 vidimo vžig z notranjim rotorjem.

Slika 27: Sklop za vžig z notranjim rotorjem



Vir: (Moto, 2025)

Slika 28: Zmontiran sklop za vžig z notranjim rotorjem



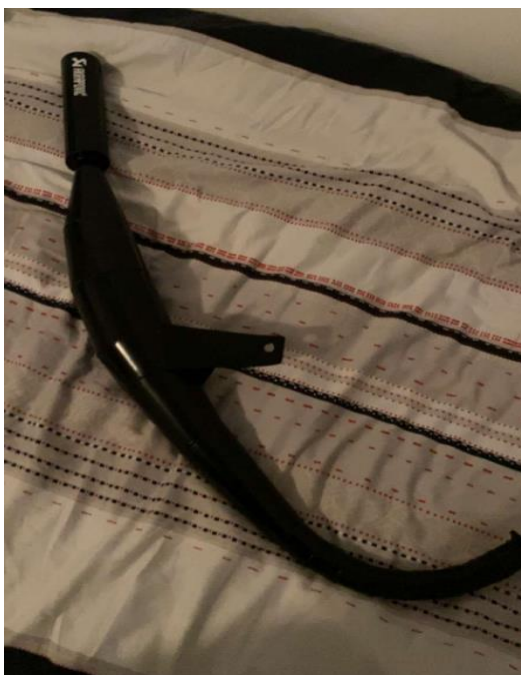
3.2.10 Izpuh

Pri dvotaktnem motorju izpušni sistem deluje na principu tlačnih valov, ki potujejo skozi izpušno cev in s svojim odbijanjem vplivajo na proces izpiranja valja. Ko bat odpre izpušni kanal, izgoreli plini pod visokim tlakom naglo zapustijo valj in ustvarijo negativni tlačni val, ki potuje proti koncu izpuha. Ta val se na razširitvi odbije kot negativni pulz, ki se vrne proti valju in pomaga pri odsesavanju preostalih izgorelih plinov ter pri vsesavanju sveže zmesi skozi prenosne kanale. Nato sveža zmes začne vstopati v valj skozi izpiralne kanale, del te zmesi pa lahko neposredno uhaja skozi še odprt izpušni kanal. To je pojav znan kot kratko sklenjeni tok (short-circuiting). Pravilno oblikovan izpušni sistem ustvari pozitiven tlačni val, ki se ob

pravem času vrne v valj in deluje kot "tlačna zapora", ki preprečuje izgubo sveže zmesi skozi izpuh. Ta pozitiven val hkrati poveča polnilni tlak v valju, kar omogoča boljše polnjenje in posledično večjo moč motorja. Časovna nastavitev izpušnega kanala je eden najpomembnejših parametrov, ki določa obratovalne karakteristike motorja. Pri predelavi sem uporabil izpuh, ki sem ga časovno uskladi s parametri cilindra Gilardoni Italkit 74cc. Izpušni kanal sem nastavil tako, da se odpre pri 173 stopinjah zasuka ročične gredi od zgornje mrtve točke (ZMT). To vrednost sem izbral, ker predstavlja relativno pozno odpiranje izpuha, kar zagotavlja daljši ekspanzijski takt in s tem boljši izkoristek energije zgorevanja ter večji navor pri nižjih in srednjih vrtljajih. Predtok (transfer port timing) sem nastavil na približno 115 stopinj, kar pomeni, da se prenosni kanali za dovod sveže zmesi odprejo pozneje kot izpušni kanal. Razliko med odpiranjem izpušnega kanala in prenosnih kanalov sem izračunal kot »blowdown«, ki znaša približno 30 stopinj ($173^\circ - 115^\circ = 58^\circ$, kar ustreza 29° na vsako stran od spodnje mrtve točke). »Blowdown« sem uporabil zato, da se po odprtju izpušnega kanala tlak v valju najprej zniža, preden se odprejo prenosni kanali. S tem sem preprečil, da bi sveža zmes takoj po vstopu v valj neposredno uhajala skozi izpuh, in omogočil učinkovitejše izpiranje ter manjše izgube goriva. Izpušni kanal na cilindru je bil prvotno obdelan za odpiranje pri 175° . Da sem dosegel želeno odpiranje pri 173° , sem kanal mehanski obdelal z rotacijskim brusilnim orodjem. Postopek sem izvajal postopoma in previdno, pri čemer sem redno preverjal višino kanala ter časovno točko odpiranja z merjenjem položaja bata. Pri obdelavi sem pazil, da sem ohranjal enakomerno širino in obliko kanala po celotni dolžini ter da nisem poškodoval robov ali ustvarjal ostrih prehodov, ki bi lahko povzročali koncentracijo napetosti v materialu. Po končani obdelavi sem robove kanala rahlo zaoblil, da sem zmanjšal verjetnost nastanka razpok zaradi temperaturnih obremenitev in vibracij. Kanal sem nato temeljito očistil, da sem odstranil vse ostanke brušenja in morebitne kovinske delce.

Montažo izpušnega sistema sem izvedel na standardni način, značilen za Tomos motorje. Izpuh sem pritrdil na izpušni kanal cilindra z dvema vijakoma, ki sta standardno pritrdilno sredstvo pri tej vrsti motorjev. Pred montažo sem med izpuh in cilindar namestil visoko temperaturno tesnilo, ki preprečuje uhajanje izgorelih plinov in zagotavlja popolno tesnjenje tudi pri visokih temperaturah in obremenitvah. Pri zategovanju vijakov sem pazil na enakomerno in postopno zatezanje, da sem dosegel enakomeren pritisk na tesnilo po celotnem obodu priključka. Vijaka sem zategnil navzkrižno, da sem preprečil deformacijo prirobnice ali neenakomerno stiskanje tesnila, ki bi lahko povzročilo puščanje plinov. Na Sliki 29 je prikazan uporabljen izpuh.

Slika 29: Izpuh



3.2.11 Sestavljen motor

Pred prvim zagonom motorja sem opravil temeljito končno kontrolo vseh sestavnih delov in povezav. Sistematično sem pregledal vsako področje motorja, da sem zagotovil, da so vsi deli pravilno nameščeni, pritrjeni in da ni bilo spregledanih korakov med sestavo. Najprej sem preveril zategnjenost vseh vijakov in matic na motorju. Pregledal sem vijake na glavi cilindra, cilindru, ohišju motorja, sklopki ter izpušnem sistemu. Vse vijake sem preveril z momentnim ključem in po potrebi dokončno zategnil na predpisane navore, da sem zagotovil zanesljivo pritrditev brez tveganja za popuščanje med obratovanjem. Nato sem preveril vsa tesnila in stike, kjer bi lahko prišlo do uhajanja tesnilo glave cilindra, tesnilo cilindra na ohišju, semeringe na rolični gredi ter tesnilo izpušnega sistema. Vizualno sem pregledal, da so vsa tesnila pravilno nameščena in da ni poškodb ali nepravilnosti, ki bi lahko povzročile puščanje. Električne povezave sem še enkrat pregledal in potrdil, da so vsi konektorji trdno priključeni stator na CDI enoto, CDI enoto na vžigno tuljavo ter tuljavo na svečko. Preveril sem tudi, da kabli niso v stiku z vročimi ali gibljivimi deli motorja, ki bi jih lahko poškodovali med obratovanjem. Ko sem potrdil, da so vsi mehanski deli pravilno sestavljeni in delujejo gladko, sem nadaljeval s polnjenjem motorja z ustreznimi tekočinami. Najprej sem napolnil menjalnik z motornim oljem. V ohišje menjalnika sem skozi nalivno odprtino vлил ustrezno količino motornega olja za dvotaktne motorje. Uporabil sem kakovostno prenosno olje, ki zagotavlja ustrezno mazanje zobnikov, ležajev in sklopke. Količino olja sem določil glede na specifikacije motorja Tomos ter preveril, da je nivo olja v predpisanem območju z merilno paličico. Ker gre za dvotaktni motor z mešanim mazanjem, sem pripravil gorivno mešanico bencina in dvotaktnega olja v ustreznem razmerju. Za začetno vožnjo in obdobje uvajanja motorja sem uporabil bogatejšo mešanico olja v razmerju 1:25 (40 ml olja na 1 liter bencina). Ta mešanica zagotavlja obilno mazanje novih delov, ki še niso bili v stiku in morajo biti skozi začetno obdobje delovanja ustrezno zaščiteni pred obrabo. To je tudi razmerje, ki se bo uporabljalo naprej. Ko sem motor

popolnoma sestavil, preveril in napolnil z oljem ter gorivom, sem ga namestil nazaj v okvir mopeda Tomos. Motor sem dvignil in pozicioniral v okvirne nosilce, pri čemer sem pazil, da sem pravilno poravnal pritrdilne točke. Uporabil sem tri glavne vijake za pritrnitev motorja, enega na sprednji in dva na zadnji pritrtilni točki. Vijake sem privijačil postopoma in navzkrižno, da sem zagotovil enakomerno pritrnitev brez napetosti v ohišju motorja ali okvirju. Po pritrditvi sem preveril, da motor ne vibrira ali se ne premika v nosilcih ter da je trdno in varno nameščen. Po namestitvi motorja sem priključil verigo na pogonski zobnik. Verigo sem napel na ustrezno napetost – da je dovolj napeta, da ni preveč ohlapna, vendar dovolj prosta, da omogoča gladko delovanje brez prevelikega trenja. Preveril sem poravnanoost verige med prednjim in zadnjim zobnikom, da sem preprečil prekomerno obrabo. Uplinjač sem priključil na zračni filter preko gumijastega priključka ter preveril, da so vsi stiki tesni. Izpušni sistem je bil že pritrjen na motor, zato sem le še enkrat preveril, da je trdno nameščen in da ne pride do stika z okvirjem ali drugimi deli mopeda, ki bi lahko povzročili vibracije ali obrabo.

Po mehanski namestitvi motorja sem izvedel končne električne priključitve. Priključil sem vse električne kable, maso motorja na okvir, napajalne kable za luči in ostale električne porabnike ter krmilne kable. Preveril sem, da so vsi konektorji pravilno priključeni in da ni kratkih stikov. Vžigalno svečko sem privijačil v glavo cilindra z ustreznim navorom ter priključil visokonapetostni kabel od vžigne tuljave. Preveril sem, da je svečka prave toplotne vrednosti za uporabo s predelanim motorjem.

3.2.12 Ojačitev okvirja

Po predelavi motorja in povečanju njegove zmogljivosti iz 49cc na 74cc sem se soočil z dodatnim izzivom - potrebo po ojačitvi okvirja mopeda Tomos. Povečana moč in navor motorja namreč pomenita tudi večje obremenitve na okvir vozila, predvsem v območju med rezervoarjem ter med sedežem. Originalni okvir Tomos APN je bil zasnovan za serijski motor z omejeno močjo, zato sem se odločil, da izvedem dodatne ojačitve na kritičnih mestih, ki bodo zagotovile strukturno integriteto in varnost vozila pri višjih obremenitvah. Po samem varjenju po metodi TIG sem ojačani del motorja pobarval še s črno barvo za izgled. Na Sliki 30 je prikazan motor po predelavi ter ojačitvi.

Slika 30: Končana obdelava predelave ter ojačitve



3.2.13 Pomen izraza Gilardoni

Izraz Gilardoni predstavlja ime italijanskega proizvajalca cilindrov in motornih komponent, ki je zelo znan v svetu dvotaktnih motorjev. Podjetje Gilardoni izdeluje kakovostne aluminijaste cilindre z nikasil prevleko, bate in druge dele za različne motorje. Gilardoni je postal sinonim za kakovost zato, ker uporablja napredne postopke litja in kromanja, zlasti tehnologijo nikasil oblog, ki bistveno zmanjša trenje in izboljša hlajenje. Cilindri s to obdelavo omogočajo višje vrtljaje, boljšo kompresijo in daljšo življenjsko dobo v primerjavi s standardnimi, zato se pogosto uporabljajo pri predelavah motorjev Tomos, Piaggio, Minarelli in drugih malih dvotaktnih agregatov.

3.2.14 Preizkus delovanja motorja

Po dokončani sestavi motorja sem izvedel preizkus njegovega delovanja, pri čemer sem se osredotočil na pravilno delovanje vseh sklopov, ki sem jih vgradil ali obnovil. Pred prvim zagonom sem motor večkrat ročno zavrtel, da sem preveril prosti tek ročične gredi, pravilno odpiranje in zapiranje lamel ter ustrezno kompresijo v novem Gilardoni cilindru. S tem sem se prepričal, da ni zatikov, nepravilnosti ali nenavadnih mehanskih odporov. Ob izvedbi predelave sem pričakoval opazno izboljšanje celotnega delovanja motorja, predvsem zaradi vgradnje novega cilindra Gilardoni 74 ccm. Zaradi večje prostornine in učinkovitejše izrabe mešanice sem predvideval višjo moč, boljši navor ter hitrejše odzive pri pospeševanju. Poleg tega sem pričakoval bolj enakomeren tek pri višjih vrtljajih, manj vibracij in zanesljivejše delovanje lamelnega sesalnega sistema, saj takšen način polnjenja cilindra omogoča boljši pretok mešanice in stabilnejšo dinamiko v vseh režimih delovanja. Z dodatnimi prilagoditvami, kot je lastno izdelana prirobnica za uplinjač in natančna montaža vseh mehanskih komponent, sem računal na to, da bo motor dosegel višjo zmogljivost, hkrati pa ostal zanesljiv in primeren za

redno uporabo. Uplinjač se je po montaži izkazal za zelo dobro ujemajočega s predelanim motorjem, zato posebne nastavitve niso bile potrebne. Edini poseg je bil povečanje glavne šobe za pet velikosti, torej original šoba je bila velikosti 105 in sem jo zamenjal z velikostjo 110, kar je zagotovilo ustrezno količino goriva pri višjih vrtljajih. Zaradi pravilne osnovne geometrije sesalnega sistema, nove prirobnice ter dobre pretočnosti Gilardoni cilindra je motor takoj deloval enakomerno in brez pomanjkanja goriva ali prenasičenja. Med vožnjo se je pokazalo, da je bila predelava uspešna. Z izbrano kombinacijo zobnikov, spredaj 13 in zadaj 37, sem dosegel hitrost približno 100 km/h. Poleg višje končne hitrosti se je najbolj izrazito povečala moč motorja, ki zdaj bistveno bolje pospešuje in ohranja hitrost tudi v klanec. Motor deluje bolj prožno, zvezno in brez izgube moči pri višjih obratih, kar potrjuje, da so bile spremembe v sesalnem in izpušnem delu ter povečana prostornina cilindra pravilno izbrane in tehnično smiselne.

3.2.15 Analiza stroškov

Pri izvedbi predelave motorja sem upošteval tako materialne stroške kot stroške dela, nastale med samim projektom. Nastali stroški so predstavljeni v Tabeli 1.

Tabela 1: Analiza stroškov

Postavka	Opis	Strošek (EUR)
Cilinder kit	Italkit/Gilardoni 74cc	309,85
Notranji rotor	MVT Digital Direct	330
Dodatni material	Potrošni material, tesnila, vijaki	92,30
Delo (26 ur po 25 EUR)	Razdiranje, priprava, varjenje, sestava	650
Skupaj		1382,15
Bilanca stanja: Glede na razpoložljiva sredstva (prihranek + / izguba -)		-482,15 EUR

V opisu problema sem napisal, da imam za izvedbo projekta na razpolago 900 EUR. Če štejemo poleg materiala tudi vloženo delo, znašajo skupni stroški 1382,15 EUR, kar izkazuje negativno bilanco 482,15 EUR.

4 ZAKLJUČEK

Namen diplomskega dela je bil predstaviti celovit proces tehnične predelave motorja Tomos z vgradnjo visokozmogljivega cilindra Gilardoni Italkit 74cc, ki bi omogočil povečanje zmogljivosti, navora in splošne učinkovitosti motorja. V uvodu sem opredelil problem omejene zmogljivosti serijskega motorja Tomos ter zastavil cilje, med katerimi so bili analiza teoretičnih osnov dvotaktnih motorjev, opis postopkov predelave, praktična izvedba nadgradnje ter preverjanje rezultatov z vidika zmogljivosti, zanesljivosti in stroškov. Delo je bilo strukturirano tako, da je v prvem delu zajeto pregled stanja, vključno z zgodovino motorjev Tomos in osnovnimi značilnostmi dvotaktnih motorjev, kar je služilo kot teoretična podlaga za razumevanje predelave. Osrednji del diplomskega dela je bil namenjen praktični izvedbi projekta, v katerem sem podrobno opisal postopke razdiranja, obdelave, montaže komponent ter prilagoditev uplinjača, izpuha in vžiga. Zadnji del pa je obsegal preizkus delovanja motorja, analizo stroškov ter evalvacijo doseženih rezultatov. Doseženi rezultati so v veliki meri izpolnili zastavljene cilje diplomskega dela. Glavni cilj – predelava motorja z vgradnjo cilindra Gilardoni Italkit 74cc – je bil uspešno realiziran, saj je motor po nadgradnji dosegel občutno višjo zmogljivost v primerjavi s serijsko izvedbo. Predelava je omogočila povečanje prostornine iz 49cc na 74cc, kar je prineslo večjo moč, boljši navor in končno hitrost približno 100 km/h z izbranim prestavnim razmerjem (spredaj 13 zob, zadaj 37 zob). To predstavlja izboljšanje za približno 50–70 % v primerjavi z originalnim motorjem, kjer so bile omejitve predvsem v hlajenju, kompresiji in pretoku mešanice. Praktični preizkus je potrdil enakomerno delovanje motorja v vseh režimih, brez pregrevanja ali nestabilnosti, kar kaže na uspešno optimizacijo komponent, kot so lamelni sesalni sistem, samostojno izdelana prirobnica za uplinjač in časovno usklajen izpušni sistem. Poleg tega je analiza vpliva cilindra na učinkovitost pokazala, da nikasil obloga in napredna konstrukcija Gilardoni prispevata k daljši življenjski dobi in boljšemu hlajenju, kar je bilo eno od pričakovanj v uvodu.

S stroškovnega vidika je bil cilj omejiti izdatke na približno 900 €, vendar so dejanski stroški znašali 1382,15 €, vključno z materialom in vloženim delom, kar je preseglo proračun za 482,15 €. Kljub temu je ta presežek upravičen z doseženimi izboljšavami, saj je predelava prinesla ne le višjo zmogljivost, ampak tudi večjo zanesljivost motorja. Varnostni in pravni vidiki, omenjeni v ciljih, so bili upoštevani z ojačitvijo okvirja mopeda in priporočili za uporabo v skladu z veljavnimi predpisi, kar preprečuje tveganja za uporabnika in okolico. Na splošno so rezultati potrdili hipotezo, da takšna tehnična nadgradnja bistveno izboljša vozno izkušnjo, hkrati pa ohranja osnovno preprostost in zanesljivost motorja Tomos. Pri izvedbi projekta sem se soočil z nekaterimi izzivi, ki so vplivali na potek dela, vendar so hkrati prispevali k globljemu razumevanju tematike. Ena od glavnih težav je bila mehanska obdelava blokov motorja, kjer sem moral ročno prilagajati kanale in premer luknje za novi cilinder, saj originalna konfiguracija ni ustrezala. Uporaba ročnega struženja namesto profesionalne CNC obdelave je zahtevala več časa in natančnosti, vendar je to omogočilo praktično učenje o rezalnih hitrostih in tolerancah, kar je bilo dragoceno za moj strokovni razvoj. Poleg tega je varjenje prirobnice za uplinjač in ojačitev sklopke zahtevalo previdnost, da se izognem deformacijam materiala, kar me je naučilo pomembnosti uporabe ustreznih tehnik, kot je TIG varjenje. Skozi projekt sem se naučil celovitega pristopa k predelavi dvotaktnih motorjev, od teoretičnega razumevanja

ciklov in komponent do praktične izvedbe, vključno z meritvami, obdelavo in testiranjem. Zadovoljen sem z doseženimi rezultati, saj je motor ne le močnejši, ampak tudi bolj prožen in zanesljiv, kar presega začetna pričakovanja. Prav tako bi bilo koristno testirati motor na dinamometru za natančnejše meritve moči in navora, kar bi omogočilo objektivno primerjavo z drugimi nadgradnjami. Na splošno je diplomsko delo potrdilo, da so takšne predelave smiselne za entuziaste, vendar zahtevajo strokovno znanje in upoštevanje varnostnih standardov, da se izognemo morebitnim tveganjem.

5 VIRI

BoxRepsol. 2025. BoxRepsol. *BoxRepsol*. [Elektronski] 27. 6. 2025. [Navedeno: 24. 8. 2025.] <https://www.boxrepsol.com/en/tecnologia-en/motor-de-dos-tiempos-todo-lo-que-necesitas-saber>.

Brovinsky, Boris. 2001. *Motorji iz Kopra*. Ljubljana : Tehniški muzej Slovenije, 2001.

Heywood, John B. in Sher, Eran. 1999. *The Two-Stroke Cycle Engine*. New York : Taylor & Francis Group, 1999.

Moto, Frčo. Frčo moto. *Frčo moto*. [Elektronski] [Navedeno: 13. 11. 2025.] <https://frcomoto.si/motoforce/uplinjac-motoforce-racing-tip-pwk-21-incl-power-jet-glavna-soba-95>.

Slovenski inštitut za standardizacijo. [Elektronski] [Navedeno: 16. 4. 2017.] <http://www.sist.si/>.
TMS. 1954. Fotografška zbirka. 1954.

Tomos. Tomos motorji. <https://tomosmotorji.weebly.com/zgodovina.html>. [Elektronski] [Navedeno: 17. 8. 2025.]

wd-admin. 2015. Whitedoglubes. *Whitedoglubes*. [Elektronski] 29. 3. 2015. [Navedeno: 25. 8. 2025.] <https://www.whitedoglubes.com/wdlblg/how-it-works-2t>.