



Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo in mehatroniko

IZDELAVA NAPRAVE ZA IZRAVNAVO SEDEŽA V GLAVI DIZEL MOTORJA ZA VBRIZGALNI SISTEM ČRPALKA-ŠOBA

Avtorji:

Žan PODBREGAR, 4. a
Andrej ŠTEFANIČ, 4. a
Ambrož MIKELJ, 4. a

Mentor:

Roman ZUPANC, inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2010

KAZALO

KAZALO SLIK	3
POVZETEK.....	5
1 UVOD	6
1.1 Splošno o problemu	8
1.2 Namen naloge.....	9
1.3 Hipoteze	10
1.4 Kako se spopademo s problemom?	11
2 OSREDNJI DEL.....	13
2.1 Uporabljene metode raziskovanja	13
2.2 Raziskava.....	13
2.2.1 Diesel servis Jelen, Gomilsko, 3303 GOMILSKO	14
2.2.2 Avto Graf, s.p., Levec	16
2.2.3 ASO, d. o. o. , Trnoveljska cesta 4 a, 3000 Celje.....	17
2.2.4 Avtomehanika Arčon.....	18
2.2.5 Pustoslemšek Franc »Avtomehanika«, S. P., Šmatevž 7, 3303 Gomilsko.....	19
3 REZULTATI NAŠE RAZISKAVE	23
3.1 Naše ideje naprave.....	24
3.1.1 Polirna naprava	24
3.1.2 Naprava za izravnavo sedeža v glavi dizel motorja vbrizgalnega sistema črpalka- šoba.....	27
3.2 Meritve.....	30
3.3 Nakup materiala	31
3.4 Konstruiranje.....	32
3.5 Modeliranje	33
3.5.1 FAZA 1.....	33
3.5.2 FAZA 2.....	36
3.6 Izdelava naprave.....	43
5 ZAHVALA	48
6 VIRI IN LITERATURA	49

KAZALO SLIK

Slika 1: VW-glava dizel motorja, s komercialno oznako TDI,	8
Slika 2: Poškodovani del v vbrizgalnem sistemu	9
Slika 3: Obrabljen relief ležišča (H9).....	10
Slika 4: Vbrizgalni element črpalka-šoba	11
Slika 5: Vbrizgalni element »common rail« in črpalka-šoba	12
Slika 6: Opisana naprava.....	15
Slika 7: Dizelski motor passata med zamenjavo vbrizgalnih šob	16
Slika 8: Vbrizgalni element »common rail«.....	17
Slika 9: Vbrizgalna šoba s tlačilko »Pumpe-Düse«	18
Slika 10: Odmična gred z vbrizgalnimi elementi.....	19
Slika 11: Izrabljena geometrija ležišča šobe	21
Slika 12: Vidno izrabljena vbrizgalna šoba »Pumpe-Düse«	22
Slika 13: Polirna naprava za izravnavo konusnega ležišča	24
Slika 14: Polirna glava s filcem.....	25
Slika 15: Tesnilni čepi.....	26
Slika 16: Zasnovana naprava.....	27
Slika 17: Zasnovana naprava v drugi fazi (1.del).....	28
Slika 18: Zasnovana naprava v drugi fazi (2.del).....	29
Slika 19: Meritve z merilno uro	30
Slika 20: Kupljen material.....	31
Slika 21: Zasnovana naprava v prvi fazi	33
Slika 22: Rezalna glava	33
Slika 23: Vodilo	34
Slika 24: Tesnila.....	34
Slika 25: Pokrov vodila.....	35
Slika 26: Vodilna os	35
Slika 27: Zasnovana naprava v drugi fazi	36

Slika 28: Rezalna glava.....	36
Slika 29: Tesnila.....	37
Slika 30: Vodilna os.....	37
Slika 31: Vodilo.....	38
Slika 32: Fiksirna matica.....	38
Slika 33: Osni ležaj.....	39
Slika 34: Nosilec vzmeti.....	39
Slika 35: Pokrov regulatorja.....	40
Slika 36: Pokrov vodila.....	40
Slika 37: Sornik.....	41
Slika 38: Vijak imbus M3.....	41
Slika 39: Vodilo regulatorja.....	42
Slika 40: Vzmet.....	42
Slika 41: Grobo struženje vodila.....	43
Slika 42: Struženje lukenj na toleranco v vodilu.....	44
Slika 43: Struženje navoja na pokrovu vodila.....	45
Slika 44: Zarezovanje do sesalnih izvrtin.....	45
Slika 45: Vrtanje sesalnih lukenj.....	46
Slika 46: Vrtanje izvrtin za navoj M3.....	46

POVZETEK

V raziskovalni nalogi bomo podrobneje predstavili vbrizgalni sistem črpalka-šoba ter njegove slabosti, rešitve in napravo, s katero bomo te težave odpravili. V začetku smo si problem s tesnjenjem na sedežu črpalke-šobe ogledali na dizelskem motorju z delovno prostornino 1900 cm³, znamke VW (Volkswagen). Ko smo podrobneje spoznali delovanje vbrizgalnega sistema, smo si zadali novo nalogo, in sicer da raziščemo, ali se težave s tesnjenjem pojavljajo pogosto, pri koliko prevoženih kilometrih, ali obstaja naprava za izravnavo reliefa na sedežu vbrizgalnega sistema, kako zahtevna je ta zamenjava, ali ta opravila izvajajo samo pooblaščenih serviserji Boschevih visokotlačnih črpalk ali pa tudi servisi avtohiš in avtomehaniki. Ko bomo opravili raziskavo in podrobno spoznali področje, bomo izvedli meritve sedeža vbrizgalnega sistema ter glave motorja in poiskali možnosti za vpetje naprave. V nadaljevanju bomo skicirali sestavne dele in narisali celotno napravo za izravnavo sedeža. Ko bomo pridobili vse potrebne mere in ideje, bomo napravo modelirali, zasnovali tehnološki postopek izdelave in jo na koncu izdelali ter preizkusili v praksi z namenom, da odpravimo težave s tesnjenjem.

1 UVOD

Volkswagen (v nadaljevanju VW) je z Boschom kot dobaviteljem predstavil novo tehnološko rešitev, imenovano »Pumpe-Düse« ali prevedeno črpalka-šoba. To tehnologijo že nekaj časa poznajo pri izdelavi težkih dizelskih motorjev (ladijskih in za gospodarske avtomobile). Njihova uporaba je značilna za turbinske motorje s komercialno oznako TDI. Pri sistemu črpalka-šoba je naprava za ustvarjanje visokega tlaka v vsakem od valjev, v katerega je potrebno vbrizgavati gorivo.

Značilnost sistema črpalka-šoba (Pumpe-Düse) je v tem, da je vsaka šoba na valju tudi tlačilka. To pomeni, da je klasično Boschevo črpalko in vbrizgalno šobo nadomestil en sam element črpalka-šoba. Nad vsakim valjem sta torej miniaturna črpalka in vbrizgalna šoba, ki ju krmili odmična gred. Tak motor je sicer glasnejši od motorja z vbrizgalnim sistemom "common-rail" tehnologijo ali skupni vod, vendar se lahko pohvali z večjo močjo; nekoliko višja je tudi poraba. Najvišji možni tlak pri vbrizgavanju je izredno pomemben za čim učinkovitejše zgorevanje v valjih. Višji kot je tlak, več goriva je mogoče v krajšem času skozi izredno majhne odprtine v šobah dozirati v zgorevalni prostor. Časa je izredno malo, le nekaj tisočink sekunde. Odprtine v šobah morajo biti čim manjše, zato da lahko tudi pod nižjimi in srednjimi obremenitvami (vrtljaji) skrbijo za najučinkovitejšo razpršitev - s tem se namreč izboljša tudi sestava izpušnih plinov. Bistvo raziskovalne naloge je vbrizgalni sistem črpalka-šoba, zato bomo njegovo delovanje in sestavne dele podrobneje predstavili.

Pri novi rešitvi so v primerjavi z že uveljavljenim sistemom direktnega vbrizga spremenjeni le sestavni deli. Opuščena je dovodna cev iz črpalke, ker je zdaj visokotlačna črpalka v vsakem valju in ker ni dolgih vodov, je na zelo omejenem prostoru tudi lažje poskrbeti za visok tlak.

Najpomembnejši del nove tehnološke rešitve je v tem, da lahko ustvarijo tlak do 2050 barov. Takšen tlak sistem črpalka-šoba zagotavlja že zdaj. Za pridobivanje tlaka v posameznih elementih vbrizgalnega sistema skrbi poseben mehanizem, ki ga proži dodatni odmikač na odmični gredi. Nova rešitev je zelo enostavna, saj se od konvencionalnega vbrizgalnega sistema le malenkostno razlikuje. Sestavni deli so zelo majhni, so pa tudi izredno odporni, tako da jim visok tlak glede vzdržljivosti ne povzroča težav. Visokotlačna črpalka je sestavni del skupnega elementa črpalka-šoba in je nameščena neposredno nad šobo. V njej je bat, ki ga poganja odmikač na odmični gredi s pomočjo nihalnih vzvodov. Ko se bat premika navzdol, se v gorivu, ki je v črpalki, ustvarja visok tlak.

Odmikač je oblikovan tako, da je premikanje bata izredno hitro, kar povzroča, da prihaja hitro do najvišjega tlaka. Vzmet bat vedno znova vrne v izhodiščni položaj in tako črpa v črpalko gorivo brez zračnih mehurčkov. Tlak pod batom uravnava poseben magnetni ventil.

Šele ko se ta ventil s pomočjo elektrike zapre, nastaja visok tlak. Nenadno odpiranje ventila poskrbi za prav tako nenaden konec vbrizga, kar je zelo pomembno za popolno in čisto zgorevanje goriva v motornem prostoru. Dodatni temeljni del nove tehnologije je tudi način, kako naprava vbrizgava gorivo. Bosch in VW sta pripravila zelo precizen predvbrizg goriva v valj - s tem dosežemo primernejši in »mehkejši« potek zgorevanja, kar omogoča, da v zgorevalnem prostoru zlagoma narašča tlak. Da bi to dosegli, mora biti količina goriva, ki se vbrizga kot predvbrizg, izredno majhna, hkrati pa se mora ločiti od glavnega vbrizga, ki mu sledi. Ta dva vbrizga se nikakor ne smeta prekrivati. To zagotavljamo z mehansko hidravličnim načinom, ki je preciznejši kot pri drugih tehnoloških rešitvah. Z vsakim spustom bata v črpalki se v zgorevalni prostor vbrizga le največ 2 kubična milimetra goriva, kar zmanjšuje zgorevalni hrup in zagotavlja najmanjši delež dušikovih oksidov v izpuhu.

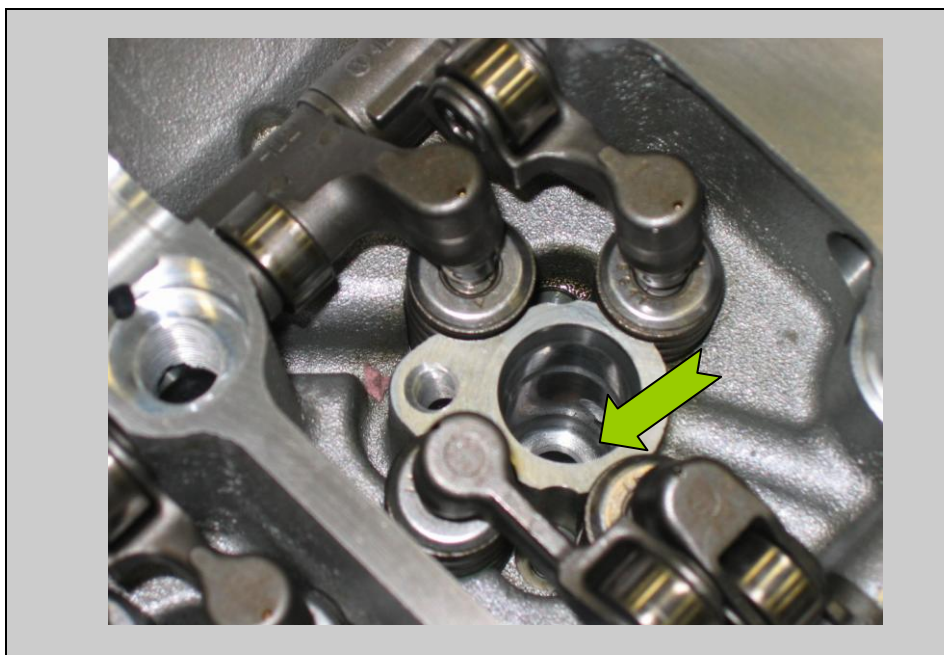
1.1 Splošno o problemu

V raziskovalni nalogi se bomo osredotočili na VW-dizel motor, s komercialno oznako TDI, z delovno prostornino motorja 1900 cm³.



Slika 1: VW-glava dizel motorja, s komercialno oznako TDI, z delovno prostornino 1900 cm³

Tovrstne visokotlačne motorje z vbrizgalnim sistemom črpalka-šoba so začeli proizvajati za serijsko proizvodnjo passatov in se tako približali bencinskemu motorju z enako prostornino. Novi dizelski motor z vbrizgalnim sistemom črpalka-šoba deluje popolno. Material bloka in glave motorja je aluminijeva litina-legura, material vbrizgalne šobe pa jeklo, ki je veliko trše. Tako imata oba materiala različne koeficiente temperaturnih raztezkov. Med delovanjem motorja se mehanska sila ustvari na glavni gredi motorja, ta se prenaša preko odmične gredi in odmikačev na visokotlačno črpalko, ki je sestavni del skupnega elementa črpalka-šoba in je nameščena neposredno nad šobo. V tej visokotlačni črpalki je bat, ki ga poganja odmikač na odmični gredi s pomočjo nihajnih vzvodov. Ko se bat premika navzdol, se v gorivu, ki je v črpalki, ustvarja visok tlak. Konstrukcija mora biti zaradi tega izjemno močna, saj je ta vbrizgalni element sočasno na spodnjem delu šoba, na zgornjem delu pa je visokotlačna črpalka. Velike sile se tako prenašajo iz omenjenih sestavnih delov vbrizgalnega elementa na sedež, kjer je šoba privijana. Ker je pod stalnim ritmom, se sedež šobe in material vbrizgalnega elementa utrudita.



Slika 2: Poškodovani del v vbrizgalnem sistemu

Nato se med delovanjem pojavi zračnost na sedežu vbrizgalnega sistema v glavi motorja in ta prostor zapolnijo saje, ki nastanejo v zgorevalni komori valja pri izpušnem delovnem taktu.

Če zamenjamo samo šobo, ostane relief na sedežu enak in tako se nova šoba in sedež ne prilagodita po reliefni površini drug drugemu, zato nastane zračnost. Le-ta pa povzroči, da del zmesi plinov pri kompresijskem taktu potisne v visokotlačno črpalko na vbrizgalnem elementu. Ko je potrebno ponovno izvesti vbrizg v valj, se v povprečju namesto 2 mm³ goriva vbrizga manj, saj je del te celote nezaželen zmes plinov. Tako pridemo do našega problema, da prične motor v prostem teku nepravilno delovati in se zaganjati, ker mu manjka zadostna količina goriva.

1.2 Namen naloge

Naš osnovni namen je, da popolnoma raziščemo to področje, tako pri pooblaščenih serviserjih visokotlačnih sistemov, kot tudi pri serviserjih VW-avtomobilov in nato na podlagi raziskave ter pridobljenega znanja izdelamo napravo – grezilo, na katerega se bo nataknil nastavek, s katerim bomo saje ali smeti pogreznili in s tem popravili geometrijo ležišča. To napravo bomo namestili na vrhu glave motorja v obstoječe navojne izvrtine, kamor je privijačena šoba. Sledi ročna izravnava površine.

Z izdelavo naprave bomo lahko odpravljali težave s tesnjenjem in izravnavo sedeža ter bistveno pospešili in pocenili popravilo glave motorja.

1.3 Hipoteze

H1 – kako pogoste so težave s tesnjenjem na sedežu vbrizgalnega sistema črpalka- šoba v glavi dizel motorja

H2 – ali so nepravilni materiali glave motorja in vbrizgalnega elementa vzrok za zgoraj opisane težave

H3 – ali se saje pojavljajo na sedežu vbrizgalnega sistema

H4 – koliko je okvar vbrizgalnega sistema v obdobju garancije osebnega avtomobila

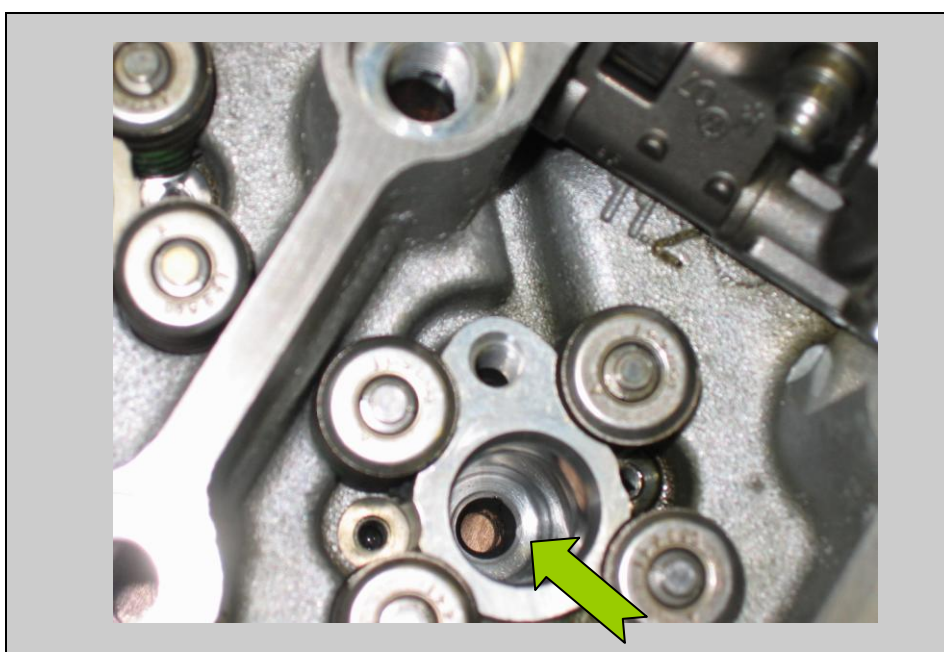
H5 – ali na tržišču obstaja naprava za izravnavo sedeža v glavi motorja vbrizgalnega sistema črpalka-šoba VW, s prostornino 1900 m³

H6 – ali pooblaščenim serviserjem pri nastanku napake na vbrizgalnem sistemu zamenjajo celotno glavo motorja

H7 – ali izravnavo sedeža opravijo samo pooblaščenim serviserjem Boschevih visokotlačnih črpalk

H8 – ali se podobne težave s tesnjenjem pojavljajo tudi pri ostalih vbrizgalnih sistemih

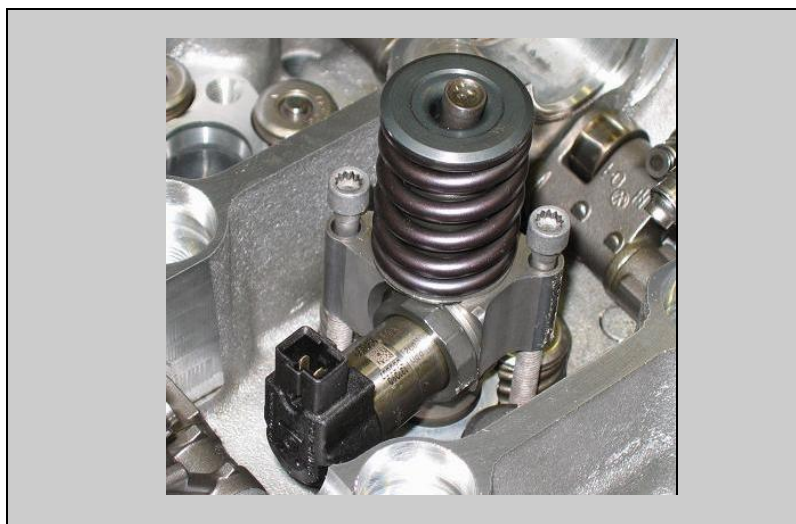
H9 – ali je možno popraviti relief ležišča



Slika 3: Obrabljen relief ležišča (H9)

1.4 Kako se spopademo s problemom?

V mesecu oktobru smo se odpravili do pooblaščenega serviserja visokotlačnih vbrizgalnih sistemov DIESEL SERVIS JELEN na Gomilskem, kjer smo pridobili vrsto uporabnih informacij. Naš problem rešujejo v servisu na naslednji način: za popravilo oziroma izravnavo sedeža uporabljajo posebno napravo, ki ima tri nastavke ali stebelna rezkala. Vsak ima drugačno geometrijo rezanja, zob in obliko - koničen iztek. Ti nastavki se namestijo na ročico - držalo okroglega preseka s šestkotnim vrhom – vratom, kamor se nasadi natični ključ. Tako z ročnim pogonom in s pritiskno silo izravnavajo sedež v glavi. To glavo pa je potrebno predhodno odviti - demontirati, saj v nasprotnem primeru odrezki, ki nastanejo med obdelavo, pridejo v zgorevalni prostor valja. Ta postopek izravnave sedeža je značilen za vbrizgalni sistem »common rail«, ampak po besedah direktorja podjetja to napravo uporabljajo za izravnavo sedeža pri vbrizgalnem sistemu črpalka-šoba.



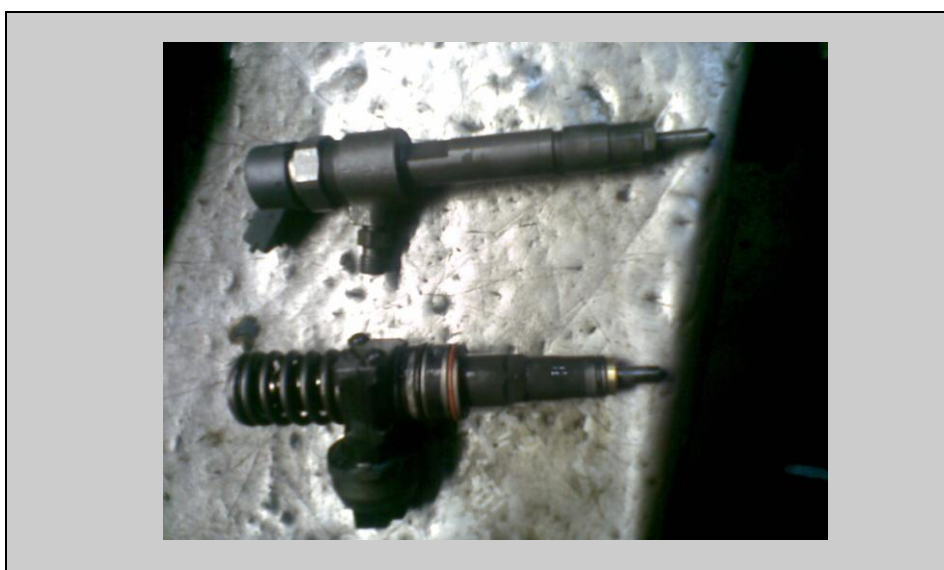
Slika 4: Vbrizgalni element črpalka-šoba

Konkurenčni serviser Boschevih visokotlačnih vbrizgalnih sistemov v Sloveniji iz Vipavske doline, je Avtomehanika Arčon. Direktor podjetja nam je po ustnem in pisnem pogovoru zatrdil, da je naprava, ki jo uporablja Diesel servis Jelen, neprimerna za opravilo pri vbrizgalnem sistemu črpalka-šoba.

Po njegovih besedah pa je primerna za izravnavo sedeža v glavi motorja pri vbrizgalnem sistemu »common rail«. Pri Arčonu uporabijo za izravnavo reliefne površine sedeža polirno pasto, ki jo namažejo na cunjo in jo krožno vodijo po sedežu s pomočjo vodilne palice iz orodnega jekla, ki ima na koncu primerno zbrušen in prilagojen kot izteka, prilagojen sedežu glave.

1.4.1 Razlika med vbrizgalnim sistemom skupnega voda in sistemom črpalka-šoba

»Common rail« ali vbrizgalni sistem s skupnim vodom je oznaka za tehnologijo dovajanja goriva do vbrizgalnih šob posamičnih valjev oziroma izgorevalnih prostorov po skupnem vodu. Največja prednost skupnega voda je prilagodljiva razdelitev vbrizga na predvbrizg, glavni vbrizg in naknadni vbrizg, kar močno zmanjša značilen dizelski hrup, poveča učinkovitost in gospodarnost. Prednost sistema skupnega voda je v tem, da je visok tlak na voljo že pri nizkem številu vrtljajev motorja in pri delni obremenitvi.



Slika 5: Vbrizgalni element »common rail« in črpalka-šoba

Sistem črpalka-šoba ustvarja višji tlak, višje moči, večjo porabo goriva, hrupnejše delovanje motorja in posledično višje izpuste dušikovih oksidov. Sistem skupnega voda ima manjšo porabo goriva za dober liter na 100 km in manjše izpuste dušikovih oksidov. Zamudna pa je demontaža šob, saj jim moramo predhodno odklopiti električne vodnike in dovodne cevi goriva ter na vsako šobo posebej namestiti napravo za snemanje. Pri obeh sistemih pa imamo enake težave s tesnjenjem na sedežu v glavi motorja. Za sistem skupnega voda so že razvili napravo za izravnavo ležišča, za sistem črpalka-šoba pa še ne.

2 OSREDNJI DEL

2.1 Uporabljene metode raziskovanja

Na samem začetku je potrebno opredeliti problem in s tem določiti naslov raziskovalne naloge. Naslednja faza je pregled literature, tako knjižne kot tudi literature na spletu. Ker literature v našem primeru ni bilo dovolj, smo za pomoč zaprosili pooblaščenega serviserja visokotlačnih črpalk, kjer smo dobili potrebno gradivo za izvedbo raziskovalne naloge. Prav tako smo pregledali spletne strani ter avtorevije. Nato smo postavili hipoteze ali domnevne trditve, ki naj bi jih bilo v osnovi vsaj sedem. Naslednja faza je izbor metod. Osredotočili smo se na metodo spraševanja oziroma intervjuja. Izbrali smo neskonstruiran intervju, kjer vprašanja niso pripravljena vnaprej, ampak se pogovor odvija spontano, tako da smo pridobili čim več potrebnih informacij. Naslednja točka je pridobivanje podatkov, ki so potekali podobno, kot smo že omenili zgoraj. Ko smo zbrali vse potrebne podatke, smo se lotili analize rezultatov ter v zaključku začetne domneve in hipoteze potrdili ali pa zavrgli.

2.2 Raziskava

Raziskava je potekala sistematično po določenem zaporedju. Za osnovni temelj smo si morali nabrati minimalno splošno znanje o vrstah vbrizgalnih sistemov, njihovem delovanju ipd. Raziskavo smo izvedli pri različnih avtomehanskih ter avtohišah. Vsi so nam povedali, da se pri takšni vrsti motorja pojavlja enaka napaka, to je nabiranja saj in smeti. Najprej smo si ogledali tovrsten motor v šolski mehanični delavnici. Z velikim zanimanjem in pričakovanjem smo obiskali pooblaščenega serviserja vbrizgalnih sistemov Diesel servis Jelen. Tam so nam pokazal izrabljene vbrizgalne elemente ter tudi napravo, za katero smo predvidevali, da sploh ne obstaja. S tem smo ovrgli našo hipotezo o napravi.

Nato smo se odpravili do samostojnega podjetnika AVTO GRAF iz Levca, ki se ukvarja s popravilom avtomobilov. Obiskali smo ga ravno v trenutku, ko je popravljaj in opravljal servis motorja z vbrizgalnim sistemom črpalka-šoba. Z njegovim dovoljenjem smo lahko fotografirali sestavne dele motorja; istočasno je potekal pogovor o vbrizgalnih sistemih in njihovih napakah.

Kot zanimivost nam je pokazal dotrajane oz. obrabljene vbrizgalne šobe in odmično gred, ki je imela popolnoma izrabljene odmikače.

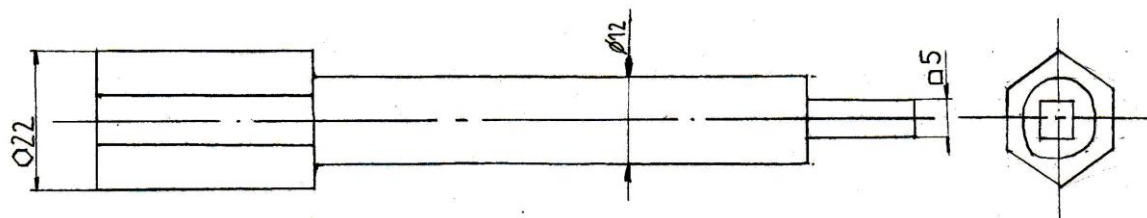
Na njegovo pobudo smo se odpravili v trgovino ASO, ki je založena z orodji za popravilo avtomobilov in tovornih vozil, kjer smo povprašali, ali lahko takšno napravo pri njih kupimo. Po zagotovitvi vodje prodaje takšne naprave pri njih ni mogoče kupiti. Tako so potrdili tudi našo naslednjo hipotezo, in sicer da takšna naprava na trgu ne obstaja in se je ne da kupiti. Nato smo raziskovali dalje in spoznali serviserja Boschevih visokotlačnih vbrizgalnih sistemov Avtomehaniko Arčon, kjer so nam s svojimi nasveti in podatki pomagali pri nadaljevanju naše raziskave.

2.2.1 Diesel servis Jelen, Gomilsko, 3303 GOMILSKO

Z velikim zanimanjem smo odšli k pooblaščenemu serviserju visokotlačnih vbrizgalnih sistemov in tako pridobili vrsto novih informacij. Najprej nam je direktor podjetja predstavil vrste in delovanje vbrizgalnih sistemov. Nato nam je v njihovem prodajnem salonu pokazal vbrizgalne šobe različnih vbrizgalnih sistemov, ki so jih zamenjali pri popravilih avtomobilov. Ob tej predstavitvi nam je omenil tudi vrsto težav, na katere so naleteli pri popravilu vsakega od obstoječih vbrizgalnih sistemov. Tako je za vbrizgalni sistem črpalka-šoba potrdil določene hipoteze, ki smo si jih zastavili, in sicer da se pojavljajo saje na sedežu vbrizgalnega sistema v glavi dizel motorja. Demontaža takšnega sistema je dokaj enostavna, saj vbrizgalne šobe v glavi motorja ne zagrabi med samim delovanjem motorja. Pri popravilu jo lahko odstranimo z rokami in ji, če je še uporabna, enostavno zamenjamo tesnila, ki so na spodnjem delu vbrizgalnega elementa na mestu šobe. V glavi motorja na sedežu v. s. ostanejo vidne črne saje in nepravilna reliefna površina. Ta relief izravnamo z napravo, za katero smo predvidevali, da na trgu ne obstaja, s čimer smo ovrgli našo hipotezo. Naprava je sestavljena iz več delov: treh malih stebelnih rezkalnih glav - vsak rezkar ima različno geometrijo orodja (oblika in izvedba rezalnih zob, naklonski-rezalni kot zob) ter držala, ki ima na spodnjem delu mesto za pritrditev oziroma nataknitev malih stebelnih rezkal v šestkotni obliki prereza; nadaljuje se z držalom okroglega prereza v dolžini 100 mm, na katerega je nameščena vzmet, ki skrbi za konstantno pritisno silo med obdelavo.

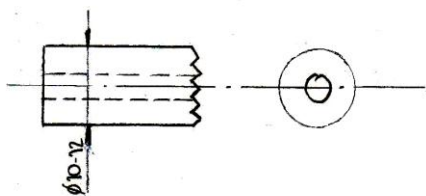
V zadnjem delu držala se premer poveča in preide iz okroglega na šestkoten prerez, na katerega se nasadi natični ključ, s katerim izvajamo ročno obdelavo. Po tej predstavitvi naprave smo potrdili določene hipoteze, kot so: podobne težave s tesnjenjem se pojavljajo tudi pri ostalih vbrizgalnih sistemih, pojavljanje saj na sedežu vbrizgalnega sistema, pogoste težave s tesnjenjem na sedežu vbrizgalnega sistema črpalka-šoba v glavi dizel motorja.

Vzrok za te težave so nepravilni materiali glave motorja in vbrizgalnega elementa. Ob vprašanju, če se takšna naprava lahko kupi za uporabo v lastni delavnici, pa smo ostali brez odgovora.

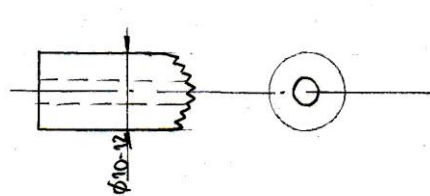


2 nastavka:

-ravni



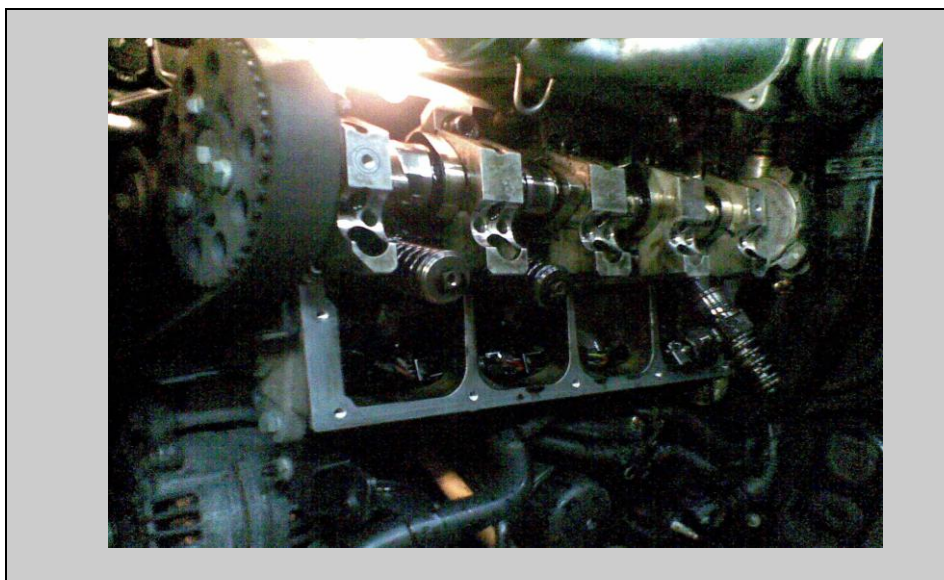
-konični



Slika 6: Opisana naprava

2.2.2 Avto Graf, s.p., Levec

V mesecu novembru smo se odpravili k mehaniku Avto Graf v Levec. Ravno takrat je imel na popravilu osebni avtomobil VW-Passat, ki mu je bilo potrebno zamenjati vbrizgalni sistem črpalka-šoba. Prevoženih je imel 300 000 km, preko izpušnega sistema pa je izhajalo preveč črnih saj, kar ni v skladu z evropskim standardom.

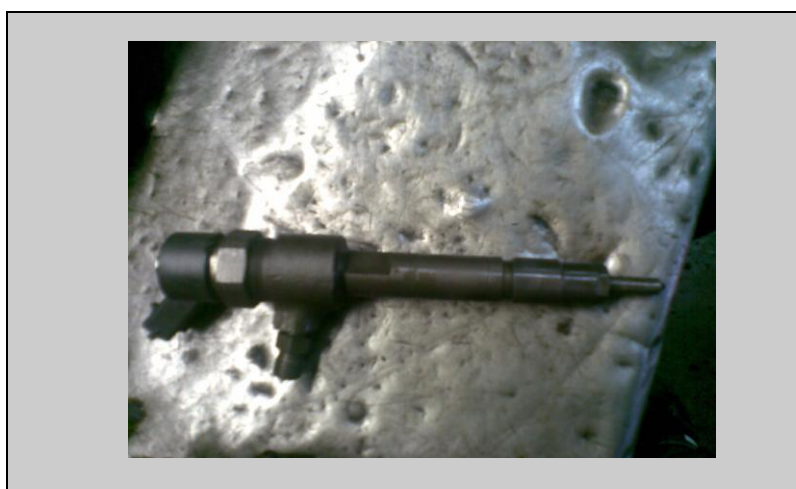


Slika 7: Dizelski motor passata med zamenjavo vbrizgalnih šob

Mehanik nam je začel pripovedovati o tem sistemu in pokazal nam je obrabljeno odmično gred, ki je imela popolnoma obrabljene odmikače ventilov in odmikače za vbrizgalni sistem. Pokazal je tudi obrabljene šobe, ki so bile na koničnem prehodu pokrite s sajami. Tako smo prišli do potrditve naše hipoteze (H3), da se saje nabirajo na sedežu in so glavni vzrok, da se motor med delovanjem v prostem teku zaganja, saj prihaja v vmesnem prostoru na sedežu vbrizgalnega sistema v glavi motorja do uhajanja komprimirane zmesi plina med sedež, na katerem se nabirajo saje. Mehanik je zatrdil, da se takšna naprava lahko kupi na trgu, in sicer pri ASO, d. o. o., Trnoveljska cesta 4 a, 3000 Celje. Tako smo prišli do spoznanja in zavrnitve naše predpostavke (H5), da se tovrstne naprave na trgu ne da kupiti. Po pogovoru smo se mehaniku Avto Grafa zahvalili za pridobljene informacije in pomoč pri raziskovalnem delu.

2.2.3 ASO, d. o. o. , Trnoveljska cesta 4 a, 3000 Celje

Po napotkih direktorja Avto Graf, s. p., smo se odpravili v prodajni salon ASO, d. o. o., in tam povprašali vodjo prodaje, če pri njih lahko kupimo napravo za izravnavo sedeža v glavi dizel motorja za vbrizgalni sistem črpalka-šoba za dizelski motor VW-golf, z delovno prostornino 1900 cm³. Po neuspešnem iskanju podatkov na računalniku je sledilo brskanje po prospektih, na katerih so bile podobne naprave za izravnavo sedežev. Te naprave so bile za izravnavo sedeža pri avtomobilskih znamkah FIAT in OPEL, za VW pa takšne naprave ni našel. Nato smo si ogledali še slike s prospektov za snemalne naprave, ki nam pomagajo pri demonstraciji vbrizgalnega sistema »common-rail«.

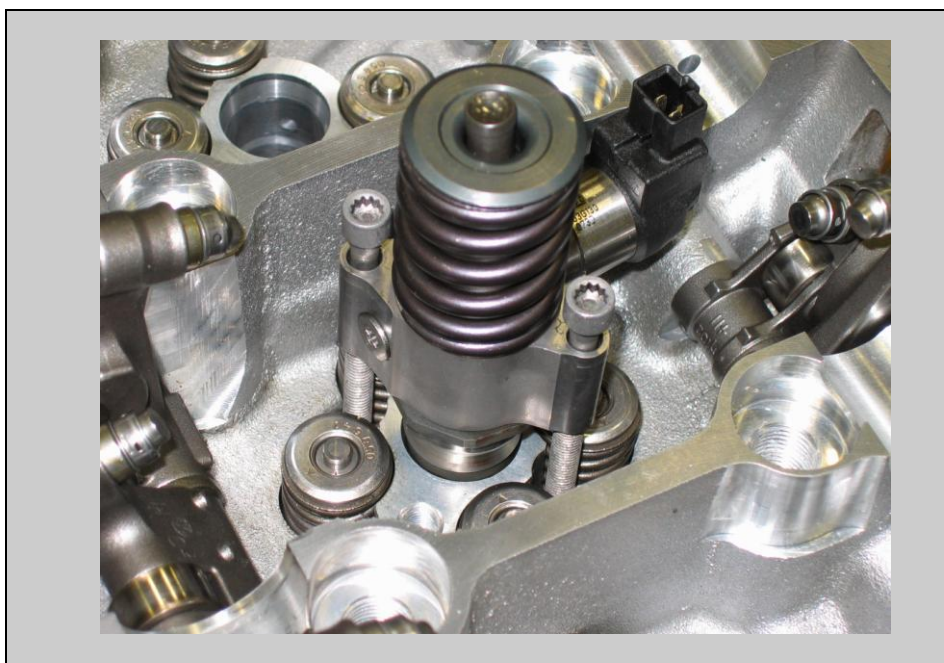


Slika 8: Vbrizgalni element »common rail«

Dogovorili smo se, da se v prihodnje še slišimo in da bo stopil v stik z g. Maksom Pišotom, saj je glavni pobudnik za izdelavo naše naprave. G. Pišot je učitelj mehanikov na Srednji šoli za storitvene dejavnosti in logistiko. Vodjo prodaje pri ASO smo poklicali vsak teden v časovnem intervalu enega meseca in vedno smo ostali brez konkretnih podatkov, saj ni mogel ugotoviti, ali ta naprava obstaja na njihovih prodajnih policah ali sploh ne oziroma če takšna naprava sploh obstaja na trgu za množično uporabo.

2.2.4 Avtomehanika Arčon

Po vseh opravljenih razgovorih smo bili še vedno brez potrebnih informacij. Na pobudo profesorja smo začeli intenzivneje brskati po spletu in našli smo pooblaščenega serviserja Boschevih visokotlačnih sistemov, ki je imel na svoji spletni strani nekaj osnovnih podatkov in na kratko predstavljene vbrizgalne sisteme. Po elektronski pošti smo mu poslali sporočilo, v katerem smo ga seznanili, s kakšnim problemom se ukvarjamo. Prosili smo ga, da nam sporoči, če morda pozna napravo, ki bi jo mi želeli izdelati. Že naslednji dan smo v telefonskem pogovoru direktorju podjetja podrobneje opisali našo težavo. Dogovorili smo se, da bo poklical v Italijo in povprašal o napravi. Potrdil nam je, da tovrstna naprava na trgu obstaja in da se je razvijala premosorazmerno z vbrizgalnim sistemom črpalka-šoba. V samem začetku so bili sedeži na glavi motorja ravni in takšno je bilo tudi rezkalo.



Slika 9: Vbrizgalna šoba s tlačilko »Pumpe-Düse«

2.2.5 Pustoslemšek Franc »Avtomehanika«, S. P., Šmatevž 7, 3303 Gomilsko

Z izoblikovano vizijo našega raziskovalnega dela smo odšli h g. Pustoslemšku in ga povprašali o vbrizgalnih sistemih črpalka-šoba. V literaturi smo se seznanili s temelji razvoja vbrizgalnih sistemov. Prve vbrizgalne elemente črpalka-šoba so vgradili v passatove modele s turbinskimi motorji 1.9, 2.0 in 2.5. Vbrizgalni element je v spodnjem delu enakovreden navadni šobi, ki ima popolnoma pravokoten prileg na glavo motorja brez raznih iztekov in konusov. V zgornjem delu se nahaja črpalka z Boschevo elektroniko, ki je mehansko vodena preko odmične gredi.



Slika 10: Odmična gred z vbrizgalnimi elementi

Vbrizgalni element je privijačen s cilindričnim imbus vijakom preko distančno utornega nosilca, ki se zagozdi v stranski utor elementa. V letih 2000-2005 so bile pogoste napake tega sistema naslednje: slabo tesnjenje na sedežu v glavi motorja, pojavljanje saj na ravnem ležišču, napake v elektronskem delu - »slab stik« in izraba materiala na stebelnem zgornjem delu šobe - to se pojavi zaradi slabe toge pritrditve. Pri šobah so napake s tesnjenjem na sedežu v glavi motorja odpravili z zamenjavo bakrenih podložk, ki so nameščene direktno na šobo, kjer se dotikata materiala šobe in ležišča glave. Prej našete napake so razvojni inženirji pri VW delno odpravili z uveljavitvijo izboljšane verzije vbrizgalne šobe. Šoba je v spodnjem delu dobila koničen prileg na ležišče v glavi motorja. Posredno je dobila manjše prehode med premeri stebela šobe, v zgornjem delu pa togo pritrditev z nepremičnim ohišjem v glavo motorja z dvema imbus cilindričnima vijakoma.

Zgornji del črpalke je ostal nespremenjen, celotni vbrizgalni element je krmiljen s Siemensovo elektroniko.

Ko so razvili novo šobo, so odpravili težave z obrabo materiala na stebelnem delu šobe, pojavili pa so se veliki problemi s tesnjenjem na sedežu v glavi motorja. Konično ležišče se postopoma zapolni s sajami pri

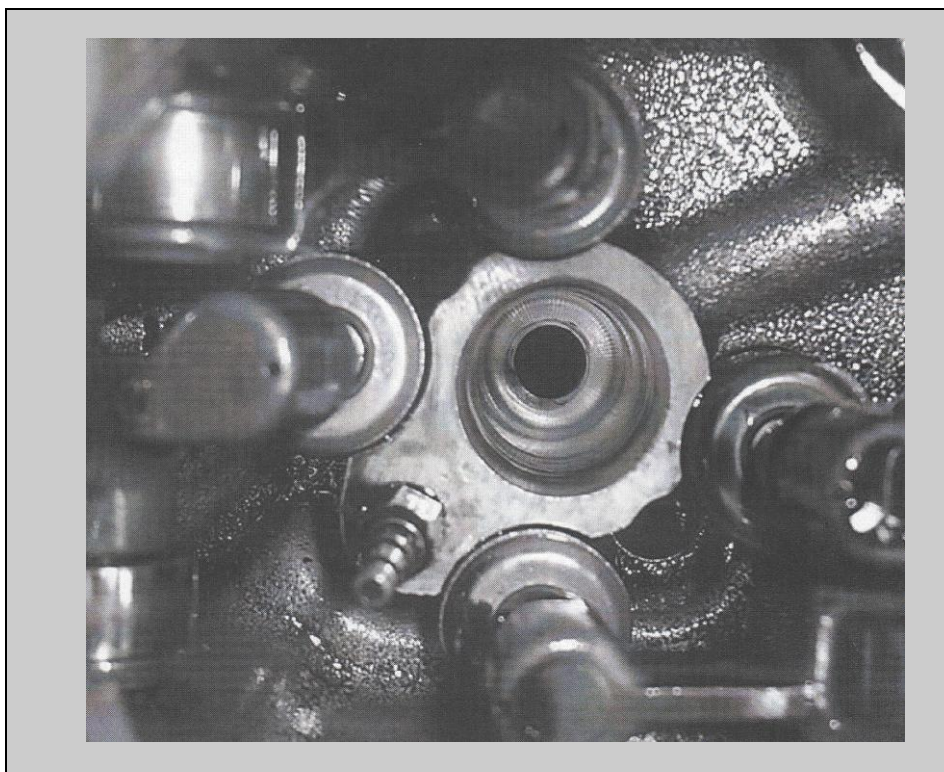
150 000 km in tako prihaja stisnjen zrak do kanala v glavi motorja, posledično pa v črpalko šobe in končno v zgorevalni prostor valja. S tem nastanejo naše raziskovalne težave - nepravilno delovanje motorja v prostem teku in pri polnem pospeševanju. Odpravili pa so napake v elektronskem delu.

Vbrizgalni sistem črpalka-šoba se uporablja v turbodizelskih agregatih, možna je tudi vgradnja v navadne atmosferske dizelske motorje brez turbine. Motorji s tovrstnimi vbrizgalnimi sistemi se pojavljajo v avtomobilski industriji: VW, AUDI, SEAT, ŠKODA, CITROEN, s komercialno oznako 1.5 dci, 1.9 TDI, 2.0 TDI, 2.5 TDI ...

Naprave za izravnavo končnega ležišča ni in s tem je ponovno zavržena hipoteza, saj smo jo z g. Pustoslemškom iskali v nemški reviji KANN, ki je zastopnica orodij za vsa nemška vozila, še posebej za VW. Glavna napaka tesnjenja je material glave motorja, potrjena hipoteza (H2), ki je aluminijeva legura, in se ne prilega materialu šobe, ki je kaljeno jeklo. Predlog g. Pustoslemška je, da v konično ležišče glave motorja vstavimo bakreno pušo, ki bo poskrbela za popolni prileg konični reliefni površini šobe. Pokazal nam je tudi obrabljene odmične gredi in ob tem razložil njeno uporabo. Pri motorjih z osmimi ventili imamo samo eno odmično gred, ki poskrbi za mehansko vodenje ventilov in črpalk na vbrizgalnih elementih črpalka-šoba. Če imamo šestnajstventilski motor, potrebujemo dve odmični gredi; ena je nekoliko bolj obremenjena, saj skrbi za krmiljenje ventilov in črpalk, druga pa samo za ventile. Razlika pri vgradnji v motor je odvisna od zelene moči in desetletnega razvoja črpalka-šobe.

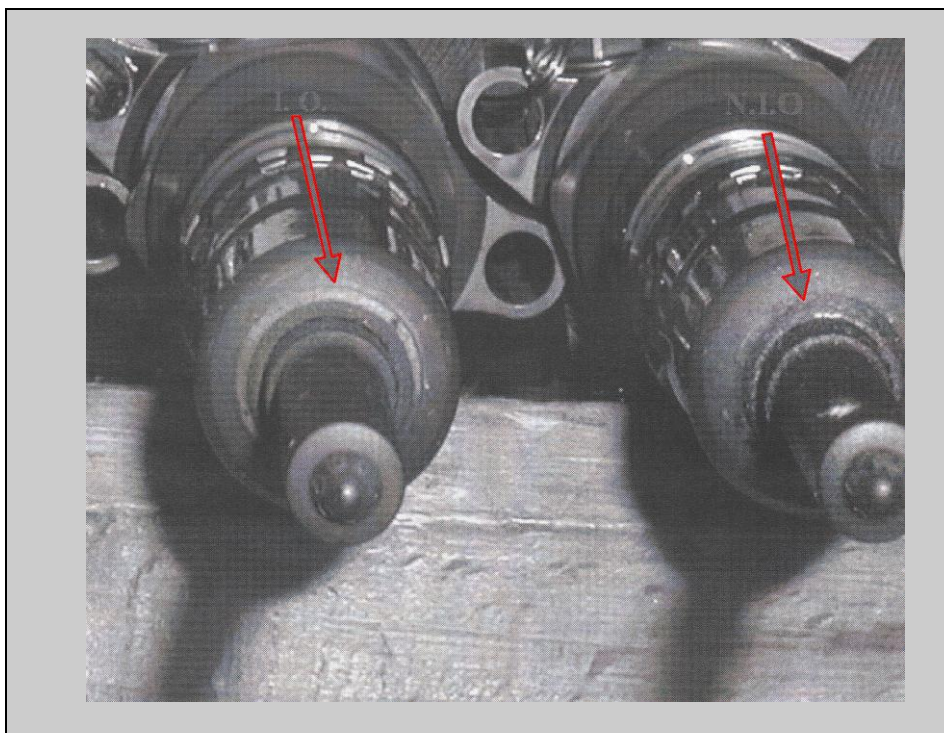
2.2.5 Avtocenter A2S CELJE

Sledil je ogled servisne delavnice ter razgovor z vodjo servisa pri Avtocentru A2S v Celju. G. Buneto smo najprej povprašali, ali se znaki nepravilnega delovanja motorja v prostem teku pojavljajo pri avtomobilih s temi motorji. Povedal nam je, da to drži, in dodal, da se to zgodi pri približno 140.000 prevoženih kilometrih.



Slika 11: Izrabljena geometrija ležišča šobe

Potrdil je tudi hipotezo (H3) o pojavljanju saj na konusnem ležišču šobe v glavi motorja ter da naprave za izravnavo ležišča ni na trgu in tudi ne v njihovem servisu. Dejal je - in s tem potrdil naslednjo hipotezo (H7) - da pooblašчени serviserji VW- osebnih avtomobilov zamenjajo glavo motorja, ki ima napako na konusnem ležišču šobe.



Slika 12: Vidno izrabljena vbrizgalna šoba »Pumpe-Düse«

V bazi podatkov na svojem računalniku je poiskal tehnično produktno informacijo o našem problemu in nam jo izročil kot pomoč pri našem nadaljnjem delu.

V prilogi podajamo tehnično produktno informacijo o problemu tesnjenja in tresenja motorja.

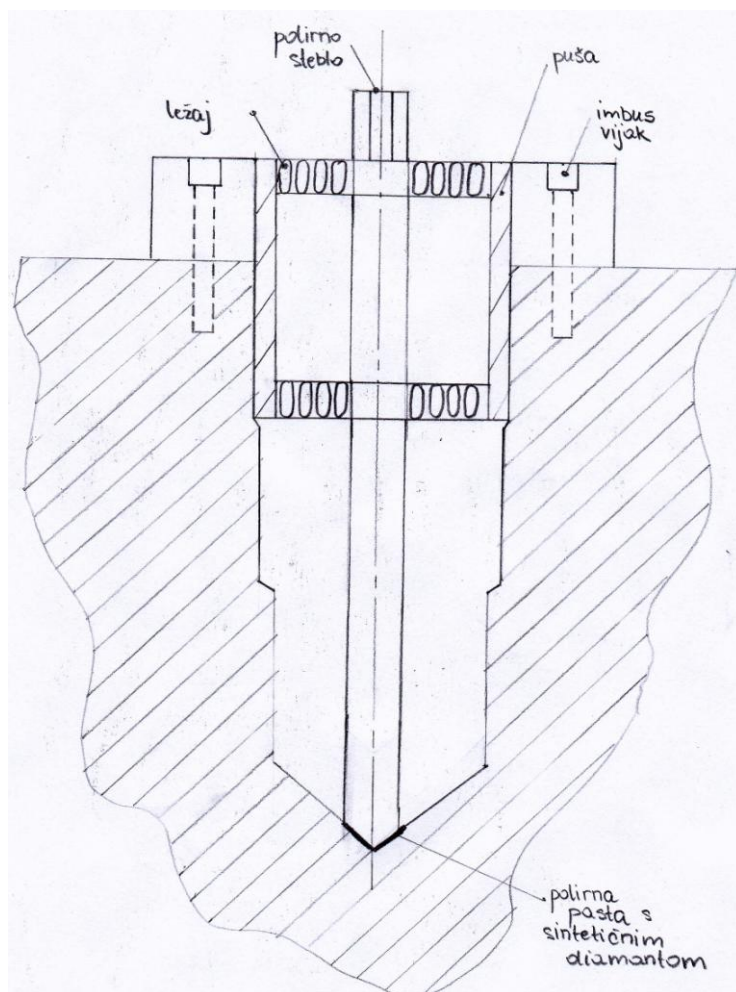
3 REZULTATI NAŠE RAZISKAVE

Ko področje popolnoma spoznamo, si ustvarimo vizijo, kako težavo rešiti in kakšna bo naprava za izravnavo sedeža v glavi dizel motorja za vbrizgalni sistem črpalka-šoba. Če tovrstna naprava na trgu obstaja, jo je potrebno izboljšati in narediti takšno, ki bo zahtevala minimalni standard znanja za uporabo, znižala stroške dela in posledično tudi končno vsoto ter omogočila, da se bodo po prenovi - servisu, glavni in najdražji sestavni deli motorja ohranili oziroma obnovili; zamenjal se bo samo vbrizgalni sistem nad vsakim valjem s predhodnim postopkom posnemanja oziroma izravnavo reliefa. Trdimo, da takšne naprave na maloprodajnem trgu ni, da se naša predvidevanja in trditve pojavljajo v vsakdanji uporabi in da napravo lahko izdelamo.

3.1 Naše ideje naprave

3.1.1 Polirna naprava

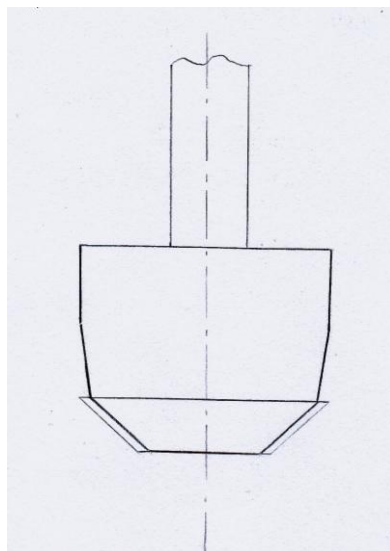
Na pobudo g. Arčona smo inovirali polirno napravo, ki jo bomo vpeli z imbus vijaki v obstoječe navojne izvrtine, kamor je vpeta tudi vbrizgalna šoba. Tako bo zgornja konstrukcija fiksno privijačena in vstavljena v luknjo šobe, kar bo omogočilo dodatno oporo in natančno vodenje. Skozi celotno globino luknje bo potekalo polirno steblo iz orodnega jekla, ki bo v zgornjem delu oležajeno z dvema ležajema. Na koncu polirnega stebela se bo zbrusil konusni iztek, ki se bo prilagodil konusnemu ležišču šobe. Med konusnim iztekom stebela in ležiščem bomo namazali polirno pasto s sintetičnim diamantom, nato bomo z ročnim pogonom preko natičnega ključa izvedli krožno gibanje in s tem izravnavo ležišča.



Slika 13: Polirna naprava za izravnavo konusnega ležišča

Ob tej ideji pa smo si zamislili še natično polirno glavo s filcem. Polirna glava bo nataknjena na polirno steblo, ki bo moralo biti v spodnjem delu štirikotnega prereza, da se bo nataknila polirna glava.

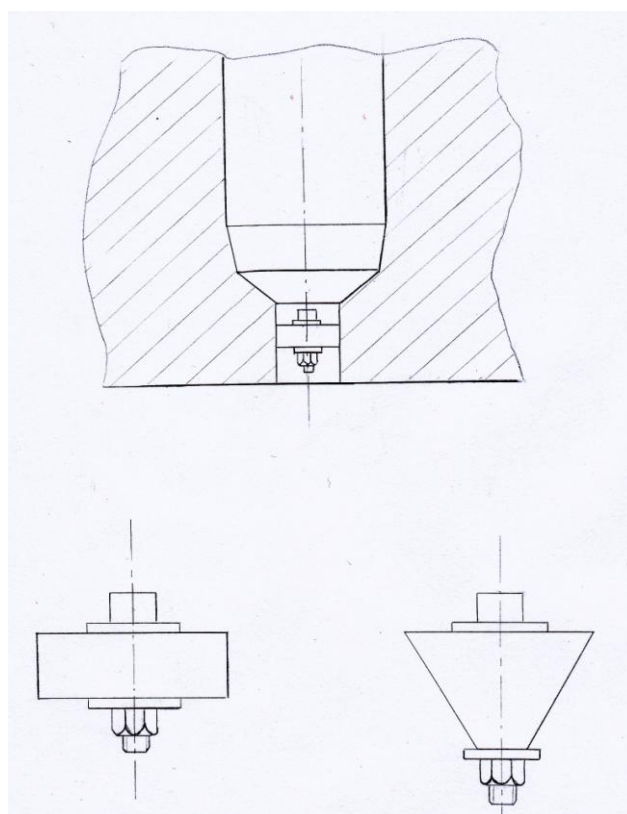
Okoli polirne glave, ki bo konusne oblike, bomo ovili ali prilepili filc, ki bo omogočil zelo dobro prilagoditev konusnemu ležišču in absorbiranje polirnih odrezkov in prahu.



Slika 14: Polirna glava s filcem

Tesnilni čepki

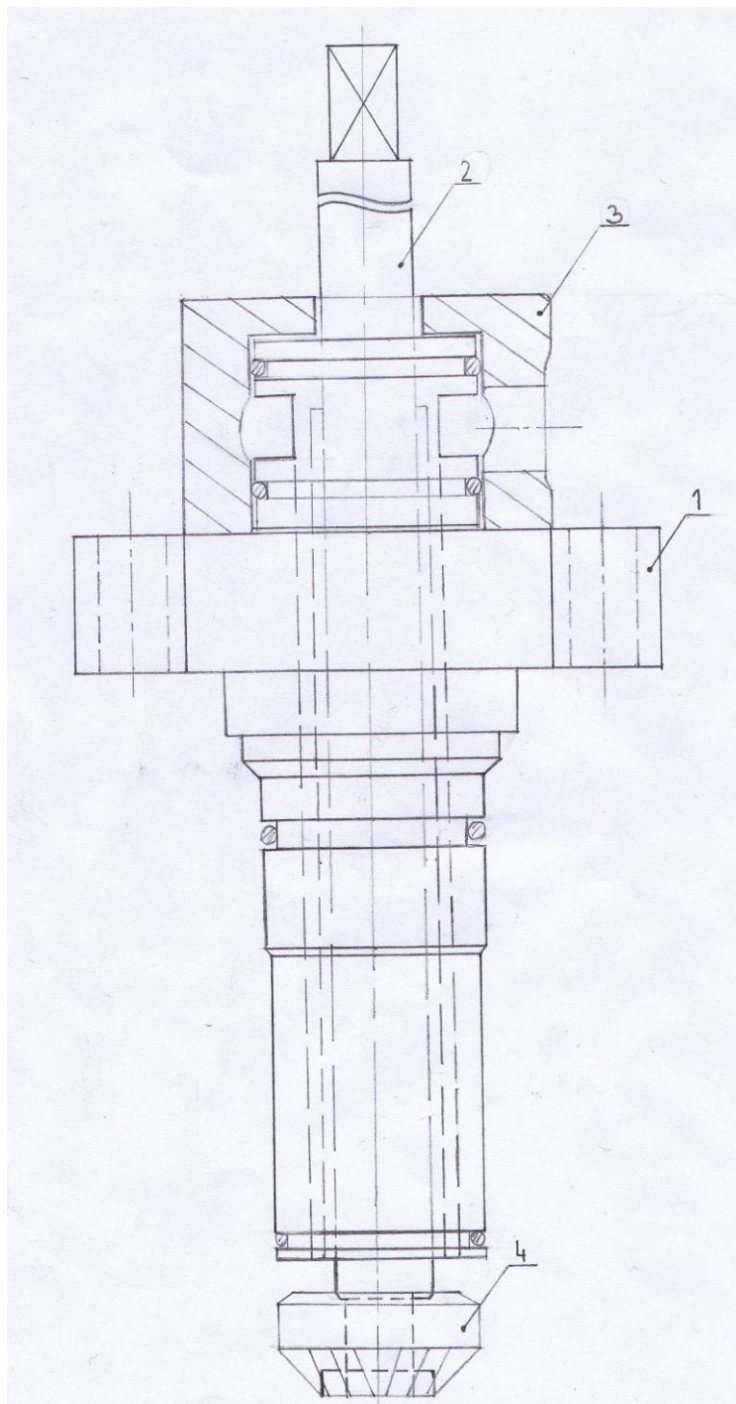
Že v samem začetku smo si zastavili cilj, da skrajšamo čas popravila. Ko smo prišli do ideje, da bi konusno ležišče polirali, smo v kratkem času dognali problem tesnjenja na izhodni luknji glave motorja oziroma v prostoru, kjer se nahaja konica vbrizgalne šobe. To luknjo bi zatesnili z gumijastim tesnilnim čepom. Čep bi izrezali iz gume in ga na sredini prevrtali. V to bi vstavili imbus vijak s podložkami in matico. Ko bi vijak privijali, bi se čep razširil in omogočil tesnjenje, tako da ne bi polirni prah ali odrezki padali direktno na zgornjo površino valja.



Slika 15: Tesnilni čepi

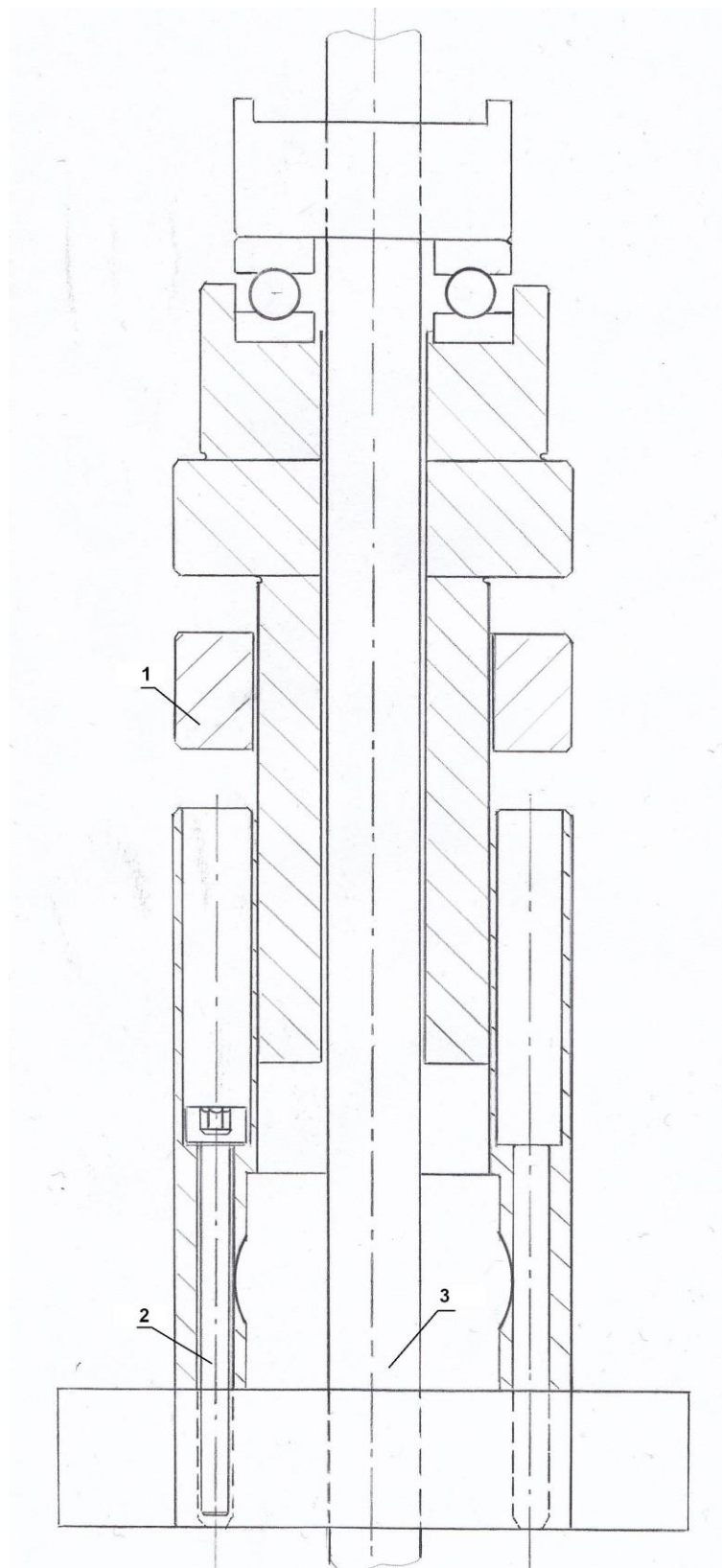
3.1.2 Naprava za izravnavo sedeža v glavi dizel motorja vbrizgalnega sistema črpalka-šoba

Na podlagi prejšnjih idej smo s pomočjo profesorja in našega pridobljenega znanja zasnovali napravo.



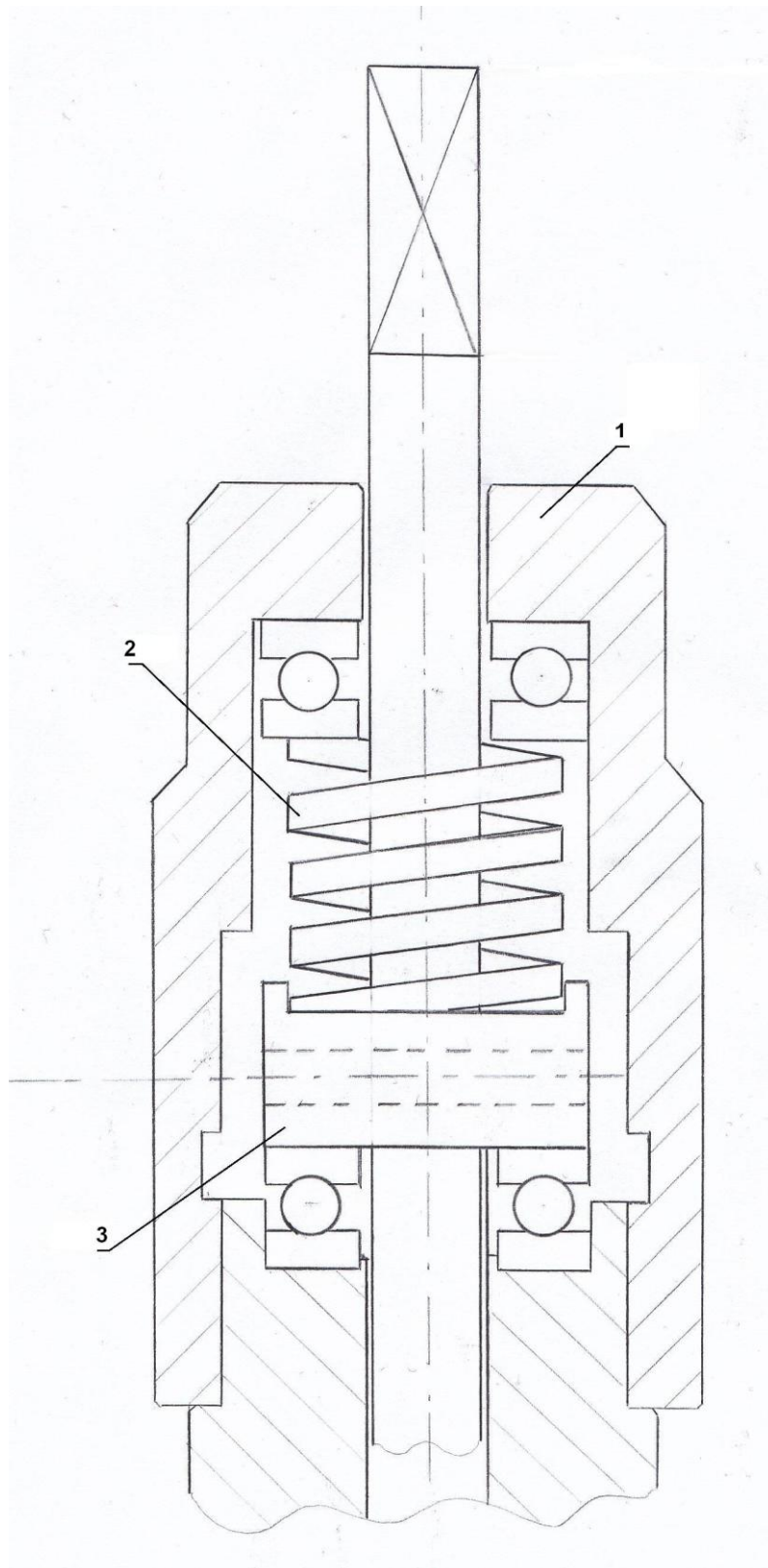
- 1 – Vodilo
- 2 – Vodilna os
- 3 – Pokrov vodila
- 4 – Rezalna glava

Slika 16: Zasnovana naprava



- 1 – Vodilo regulatorja
- 2 – Pokrov vodila
- 3 – Vodilna os

Slika 17: Zasnovana naprava v drugi fazi (1.del)



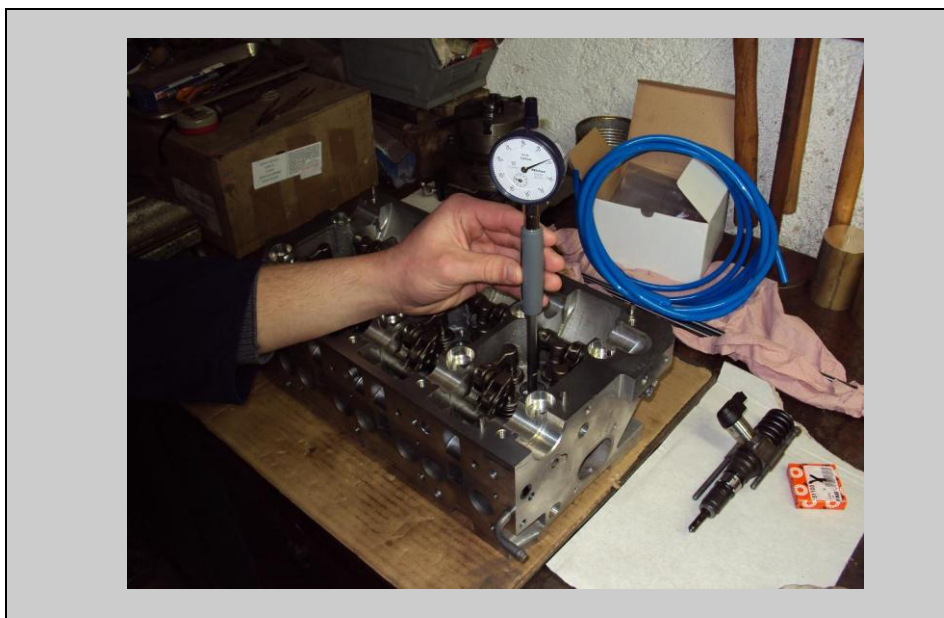
- 1 – Pokrov regulatorja
- 2 – Nosilec vzmeti
- 3 - Vijačna vzmet

Slika 18: Zasnovana naprava v drugi fazi (2.del)

3.2 Meritve

Vse potrebne mere glave motorja smo pridobili s pomočjo lastnih meritev in meritev pri neodvisni instituciji. Lastne meritve smo izvedli s pomočjo pomičnega merila, merilne ure, mikrometra in trikoordinatnega merilnega stroja. Izvedli smo jih glede na naše zmožnosti in območje uporabe teh merilnih naprav. Vse ostale, težje meritve so bile izmerjene pri neodvisni instituciji.

Meritve, ki smo jih pridobili od neodvisne instituciji niso bile popolnoma natančne. Tako smo se morali poslužiti merjenja izvrtin s pomočjo merilne ure s katero smo ugotovili odstopke, ponekod tudi do 0,11mm. Na podlagi teh točnih meritev je sledilo konstruiranje in izdelava naprave.



Slika 19: Meritve z merilno uro

3.3 Nakup materiala

Za izdelavo naprave smo potrebovali material. Tako smo v podjetju INTERCOM CELJE d.o.o. kupili naslednje standardne elemente. Za vodilno os naprave smo izbrali standarden premer palice fi 8mm, ki je induktivno površinsko kaljena in dosega trdoto 62 HRC (trdote po Rockwellu), jedro palice pa je žilavo in ni kaljeno. Zaradi razvojne stopnje naprave smo kupili tudi palico premera fi 10mm. Za tesnjenje vodila in pokrova vodila med obdelavo potrebujemo tesnila. Tako smo izbrali standardne premere tesnilni obročev. Vodilna os je v pokrovu regulatorja podprta preko tlačnih ležajev. Tako smo kupili tlačne ležaje proizvajalca FAG z oznako FAG 51100. Za odsesavanje odrezkov pa smo kupili standardne elemente pnevmatskih priključkov in cevi. Naprava bo imela v prvi stopnji razvoja ročno vodenje preko obroča.

Material za celotno konstrukcijo in rezalno glavo, pa smo naročili in kupili v Merkur Celje.



Slika 20: Kupljen material

3.4 Konstruiranje

Snovanje oziroma konstruiranje kosov je bil dolg in zahteven projekt, saj smo morali predhodno opraviti vrsto raziskav in meritev ter na podlagi zbranih podatkov s pomočjo profesorja zasnovati napravo za izravnavo sedeža v glavi dizel motorja za vbrizgalni sistem črpalka-šoba. Konstruiranje je zasnovano na podlagi dveh razvojnih faz. V prvi fazi konstrukcije smo zasnovali glavne dele naprave, v drugi fazi pa nadgradnjo same naprave. Tako smo vse pridobljene mere uporabili za popolno prilagoditev naprave v luknji na glavi motorja. S tem smo delno dosegli dobro tesnjenje, bistveno prednost v popolnem prileganju ter togost naprave, posledično pa popolno izravnavo ležišča. S tem se izognemo neželenim premikom v kakršni koli smeri med delovanjem. Med meritvami smo odkrili dovodni kanal goriva, ki poteka skozi celotno glavo in omogoča dovod goriva do vsakega vbrizgalnega elementa. Med izravnavo sedeža smo morali vmesni prostor zatesniti s tesnili in preprečiti dovod odrezkov. Rezalna glava, ki je privijačena na vodilno os z imbus vijakom, ustvarja med obdelavo odrezke, ki jih je potrebno odstraniti. To težavo smo rešili tako, da smo skozi glavno vodilo izvrtali šest izvrtin, preko katerih bomo s pomočjo podtlaka, ki ga ustvarjamo v podtlačnem priključku ali vakuumski sesalni glavi, odvajali odrezke. Predviden podtlak za sesanje odrezkov naj bi znašal 40-60 % vakuuma. Naprava je privijačena na obstoječe navojne izvrtine vbrizgalnega elementa črpalka-šoba z imbus vijaki. Na vrhu vodila je privijačen pokrov vodila z imbus vijaki, v katerem se ustvari podtlak s pomočjo podtlačnega priključka. V pokrov vodila je privijačen vodilni regulator, ki ima nalogo, da podpira vodilno os in nastavlja globino obdelave. Vodilo regulatorja ima fiksirno matico, ki opravlja nalogo varnostnega elementa.

Na vodilo regulatorja je privijačen pokrov regulatorja za pomoč tlačnim ležajem, ki omogočajo podporo vodilni osi. Med tlačnima ležajema pa je vijačna vzmet, ki daje pritiskno silo preko vodilne osi na rezalno glavo. Pogon naprave je lahko avtomatiziran ali ročni.

3.5 Modeliranje

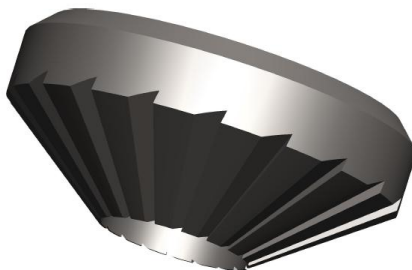
3.5.1 FAZA 1



Slika 21: Zasnovana naprava v prvi fazi

Rezalna glava

Modeliranje rezalne glave v programu Pro/ENGINEER je potekalo v naslednjem zaporedju. Najprej smo s funkcijo "Revolve" (osnovno skico zavrtimo okoli vnaprej določene osi) naredili obliko, podobno stožcu, postavljenem na valj. Nato smo posneli rob in vrezali navoj. Zatem smo s pomočjo orodja "Swept blend" (na eni in drugi strani daljice izrišemo različni geometriji, program pa obe potem poveže in izriše vmesne geometrije) izrisali geometrijo zoba in ga vzorčili okrog osi po rezalni glavi.



Slika 22: Rezalna glava

Vodilo

Vodilo je bilo težje modelirati, saj je bila oblika veliko bolj zapletena. Zopet smo uporabili orodje, ki omogoča odzemanje materiala. Odrezali smo osnovno obliko naležno pritrilnega dela in ga zatem še zrcalili preko ploskve. Ponovno smo uporabili orodje za odzemanje materiala ter naredili luknje za pritrditev in luknje za izsesavanje. Na koncu smo vse robove posneli pod kotom 45°.



Slika 23: Vodilo

Tesnila

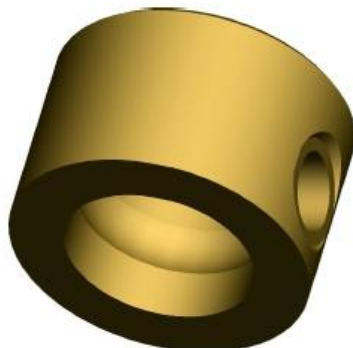
Tesnila smo naredili z orodjem "Revolve". Določili smo si glavno os in na eni strani narisali krog, debeline tesnila, in zaključili operacijo.



Slika 24: Tesnila

Pokrov vodila

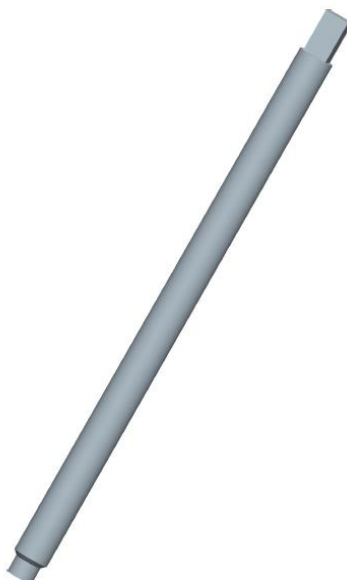
Uporabili smo orodje "Revolve" in izdelali valj z izvotlino spodaj in luknjo zgoraj. Nato pa smo s strani s funkcijo "Hole" naredili luknjo z navojem. Robove smo posneli pod kotom 45°.



Slika 25: Pokrov vodila

Vodilna os

Vodilna os je nastala z orodjem "Extrude", kjer smo najprej izdelali dolg valj. Nato smo na eno stran naredili še valj manjšega prereza in dolžine, na drugo stran pa kvadratni profil manjše dolžine. Na valj manjšega prereza smo vrezali navoj in rob posneli pod kotom 45°.



Slika 26: Vodilna os

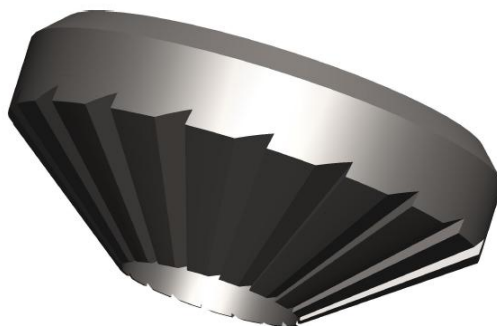
3.5.2 FAZA 2



Slika 27: Zasnovana naprava v drugi fazi

Rezalna glava

Modeliranje rezalne glave v programu Pro/ENGINEER je potekalo v naslednjem zaporedju. Najprej smo s funkcijo "Revolve" (osnovno skico zavrtimo okoli vnaprej določene osi) naredili obliko, podobno stožcu, postavljenem na valj. Nato smo posneli rob in vrezali navoj. Zatem smo s pomočjo orodja "Swept blend" (na eni in drugi strani daljice izrišemo različni geometriji, program pa obe potem poveže in izriše vmesne geometrije) izrisali geometrijo zoba in ga vzorčili okrog osi po rezalni glavi.



Slika 28: Rezalna glava

Tesnila

Tesnila smo naredili z orodjem "Revolve". Določili smo glavno os in na eni strani narisali krog, debeline tesnila, in zaključili operacijo.



Slika 29: Tesnila

Vodilna os

Vodilna os je nastala z orodjem "Extrude", kjer smo najprej izdelali dolg valja. Nato smo na eno stran naredili še valj manjšega prereza in dolžine, na drugo stran pa kvadratni profil manjše dolžine. Na valj manjšega prereza smo vrezali navoj in rob posneli pod kotom 45°. Nato smo izvrtali še luknjo prečno na valj za držalo vzmeti.



Slika 30: Vodilna os

Vodilo

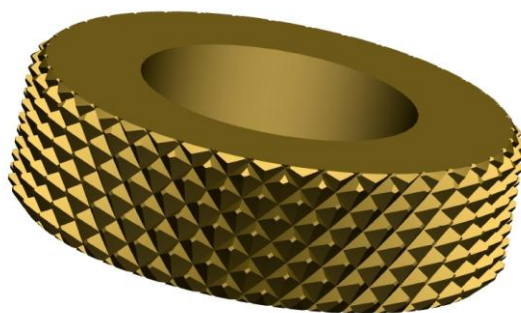
Vodilo je bilo težje modelirati, saj je bila oblika veliko bolj zapletena. Zopet smo uporabili orodje "Revolve", s katerim smo izrisali osnovno geometrijo ter jo zavrteli okoli osi. Nato smo z orodjem, ki omogoča odzemanje materiala, odrezali osnovno obliko naležno pritrilnega dela in ga zatem še zrcalili preko ploskve. Ponovno smo uporabili orodje za odzemanje materiala ter naredili luknje za pritrditev in luknje za izsesavanje. Na koncu smo vse robove posneli pod kotom 45°. S pomočjo orodja za izdelavo standardnih lukenj smo izdelali luknjo za pritrditev pokrova vodila. To luknjo smo kopirali okoli osi.



Slika 31: Vodilo

Fiksirna matica

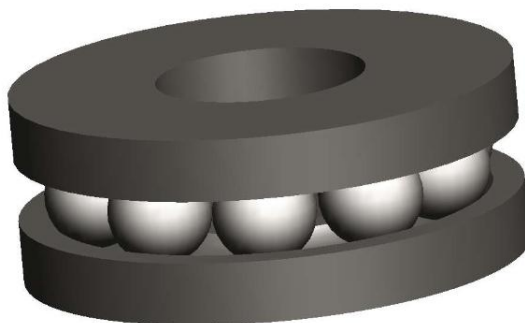
Z orodjem "Revolve" smo najprej naredili valj, enak osnovni obliki matice. Nato smo s funkcijo "Hole" vrezali standardni navoj in zatem posneli robove. Sledilo je le še križno rebričenje, pri čemer smo si pomagali z orodjem "Style", da smo narisali daljico na obodu matice. Na koncu smo z orodjem "Swept blend" izrisali geometrijo rebričnega kanala. Nato smo to funkcijo ponovili še v drugo smer.



Slika 32: Fiksirna matica

Osni ležaj

Ta ležaj je malce težje izdelati, saj je sestavljen iz zgornjega in spodnjega dela, ki sta enaka, ter iz kotalnih elementov. Najprej smo naredili zgornji in spodnji del ležaja s funkcijo "Revolve". Zatem smo tudi kotalni element oziroma kroglico naredili z istim orodjem. Nato smo s funkcijo sestavljanja ali s tujko "Assembly" postavili na spodnji del ležaja kotalni element, ki smo ga potem ponavljali okoli glavne osi. Zatem smo na vrh namestili še drugo polovico ležaja.



Slika 33: Osni ležaj

Nosilec vzmeti

To je preprost valj, s pogreznitvijo zgoraj in luknjo skozenj, ki smo ga izdelali s pomočjo funkcije "Revolve". Prečno nanj smo s funkcijo "Extrude" izvrtali luknjo za sornik. Nato smo vse robove posneli.



Slika 34: Nosilec vzmeti

Pokrov regulatorja

S funkcijo "Revolve" smo izdelali osnovno obliko. Nato smo posneli robove in izdelali luknjo s standardnim navojem.



Slika 35: Pokrov regulatorja

Pokrov vodila

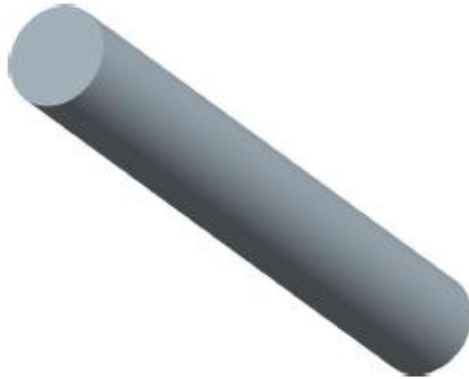
S funkcijo "Revolve" smo zopet izdelali osnovno obliko s pogreznitvijo na eni strani. Nato smo naredili luknjo za vijak, ki smo jo vzorčili po izdelku. Zatem smo izvrtali še luknjo skozi obdelovanec in vrezali navoj. Nazadnje smo le še posneli robove.



Slika 36: Pokrov vodila

Sornik

Sornik smo izdelali z orodjem "Extrude". Narisali smo premer sornika, zaključili operacijo in določili njegovo dolžino.



Slika 37: Sornik

Vijak imbus M3

Najprej smo uporabili "Revolve" in narisali osnovno obliko vijaka. Zatem smo z "Extrudom" odvzeli material, kamor smo vstavili imbus ključ. Posneli smo robove in izrisali navoj.



Slika 38: Vijak imbus M3

Vodilo regulatorja

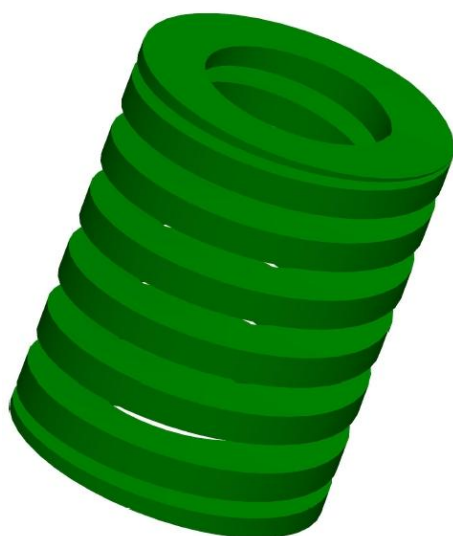
Z "Revolvom" smo zopet izrisali osnovni model in nato naredili nanj navoja ter posneli robove.



Slika 39: Vodilo regulatorja

Vzmet

Z orodjem "Helical Sweep" smo najprej narisali daljico, ki določa dolžino vzmeti. Zatem smo določili korak vzmeti in narisali še njen osnovni profil. Ker pa je vzmet na vsaki strani nezaključena, smo jo z orodjem "Revolve" na vsaki strani odvzeli.



Slika 40: Vzmet

3.6 Izdelava naprave

Prvo fazo konstrukcije smo delno uspeli izdelati. Ko smo dobili ves potreben material, smo se lotili razreza na univerzalni stružnici za vsak sestavni del naprave. Potem smo na podlagi izmerjenih vrednosti z glave motorja, začeli z izdelavo kalibra (vzorec). Kaliber smo izdelali iz aluminija in ugotovili malo zračnost glede priloga v glavi motorja. Nato smo spremenili mere in se lotili izdelave novega kalibra. Novi kaliber pa se je popolnoma prilegel izvrtini v glavi motorja. Tako smo na podlagi novega kalibra izdelali vodilo naprave iz medenine. Tehnološki postopek izdelave pa je sledeč. Surovec smo vpeli v vpenjalno glavo univerzalne stružnice, sledi čelna poravnava z desnim grobim nožem, nato središčenje s središčnim svedrom in vrtanje luknje $\varnothing 7\text{mm}$ z vijačnim svedrom. Nato je sledilo vzdolžno struženje z grobim desnim nožem na $\varnothing 58\text{mm}$, tako smo zagotovili tehnološki prijem obdelovanca za nadaljnjo obdelavo. Sledi prevpetje obdelovanca, končna čelna poravnava na dolžino 85mm , sledi vzdolžno grobo in nato fino struženje na mere $\varnothing 28\text{mm}$, $\varnothing 23,9\text{mm}$, $\varnothing 21,55\text{mm}$, $\varnothing 20,45\text{mm}$, ko smo postopno obdelali prehode je sledilo posnetje robov. Potem pa smo z odrezilnim nožem izdelali utore za tesnila in posneli robove.

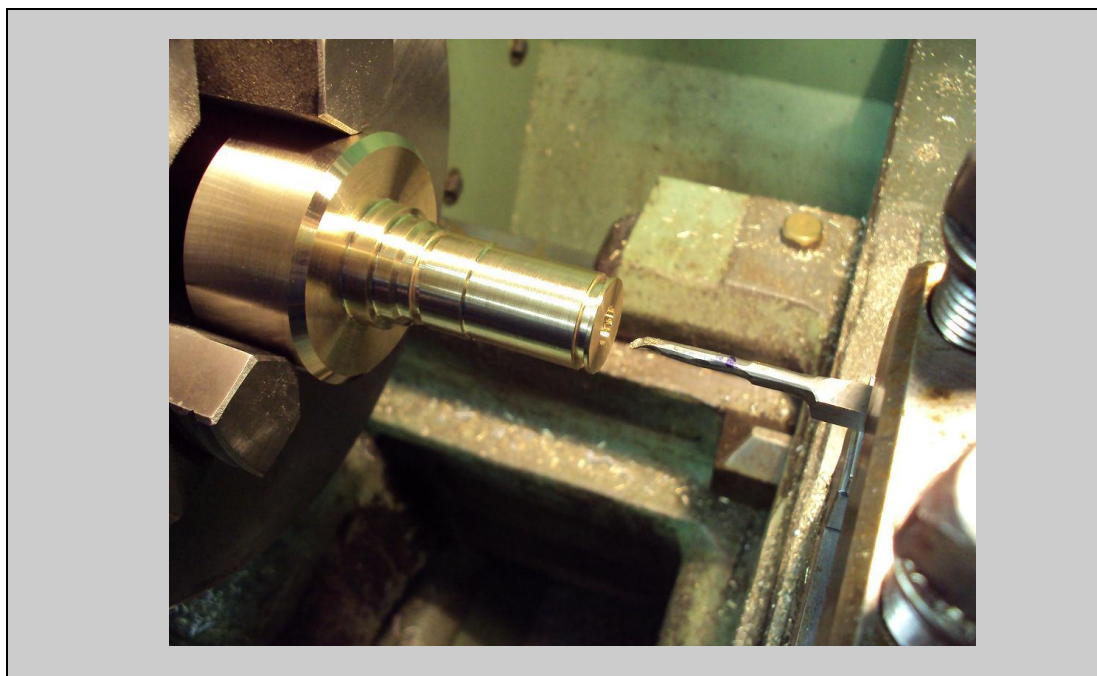


Slika 41: Grobo struženje vodila

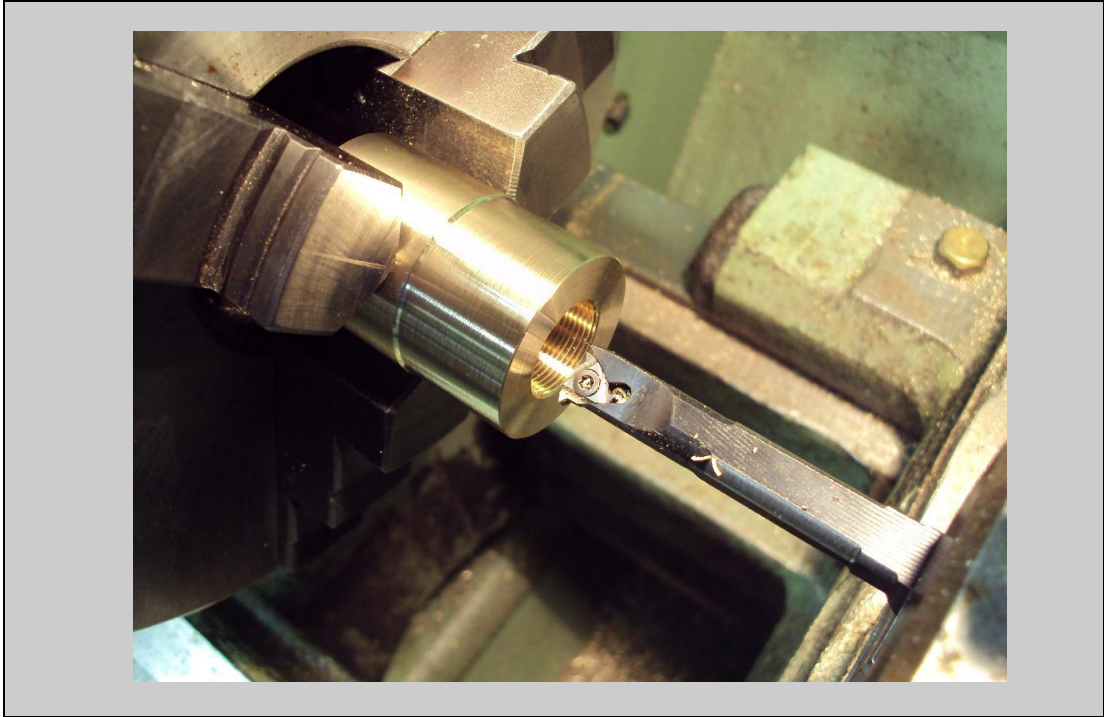
Nato je sledilo vrtanje izvrtine z vijačnim svedrom premera 7,5mm. Da smo dosegli točno centričnost izvrtine smo se lotili notranjega struženja izvrtine na fi 7,8mm, nato pa vrtanje izvrtine skozi celotno dolžino na fi 7,9mm. Nato pa je sledil odločilen postopek izdelave to je povrtavanje izvrtine s povrtalom fi 8 H7.

Obdelava na stružnici se je zaključila, sledilo je izpetje obdelovanca in nato priprava delilnika s pomočjo katerega smo vpeli obdelovanec in izvrtali šest lukenj skozi celotno višino vodila. To smo naredili na sledeč postopek. Vpeli smo obdelovanec v delilnik, centrirali obdelovanec s pomočjo merilne ure, sledilo je deljenje na šest lukenj in s tem središčenje s središčnim svedrom. Tako smo prišli do največjega strojniškega izziva in to je vrtanje globokih lukenj premera 3 mm. Tu smo morali paziti na stalno odstranjevanje odrezkov, saj se vijačnica na orodjarskem svedru ne vije po celotni višini svedra in ima posledično nalogo, da odnaša odrezke. To težavo smo odpravili s stalnim odpihovanjem odrezkov s pomočjo komprimiranega zraka. Ko smo izvrtali luknje pa je sledila končna poravnava oziroma fini rez na fi 54mm. Ko smo vse to opravili pa je sledilo freziranje oblike zgornjega dela vodila naprave na CNC rezkalnem stroju.

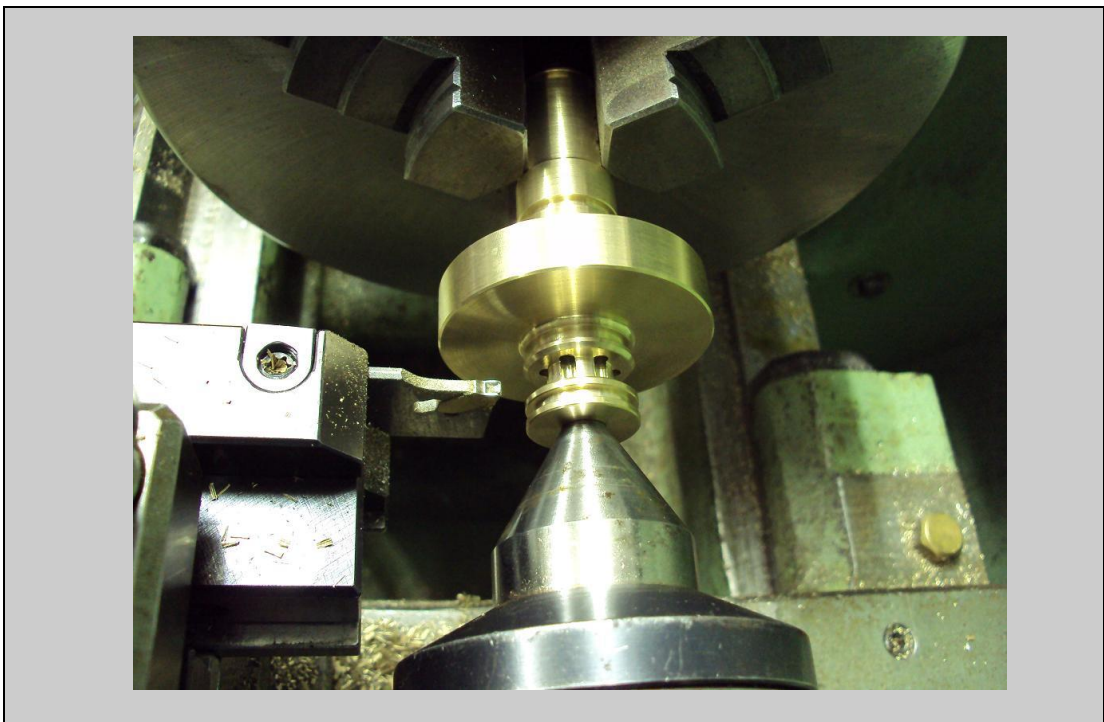
Zaradi omejenosti s časom vam ne moremo opisati nadaljnje faze izdelave naprave, tako da razvoj in izdelava naprave teče v polnem teku.



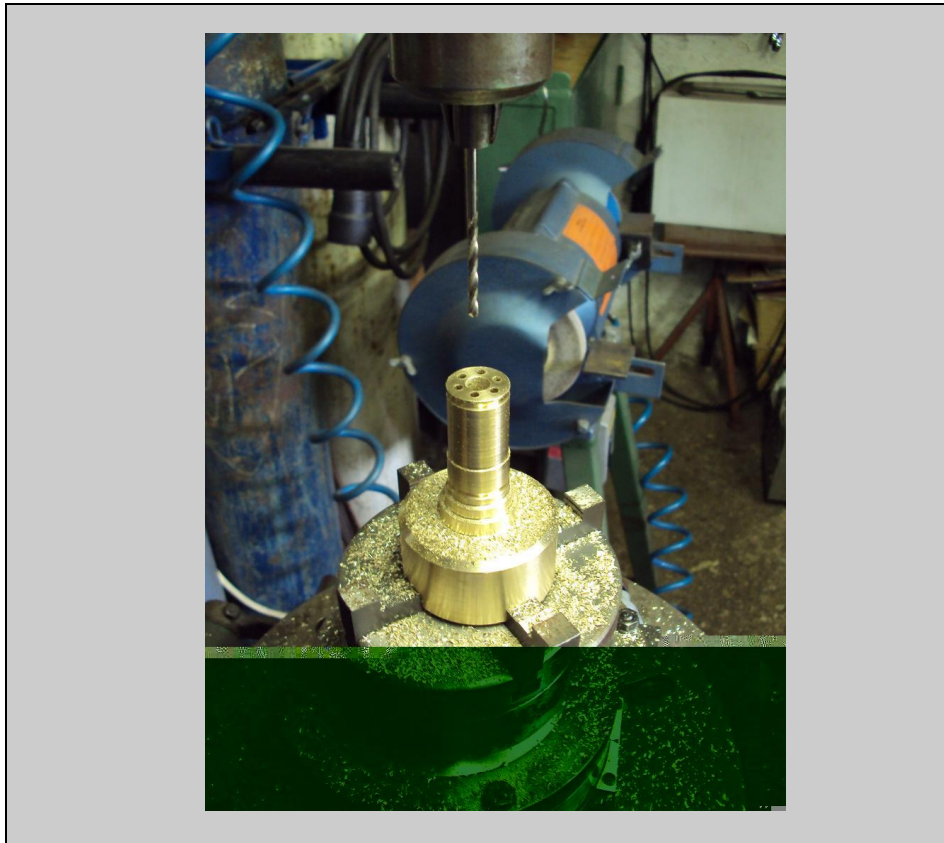
Slika 42: Struženje lukenj na toleranco v vodilu



Slika 43: Struženje navoja na pokrovu vodila



Slika 44: Zarezovanje do sesalnih izvrtin



Slika 45: Vrtanje sesalnih lukenj



Slika 46: Vrtanje izvrtin za navoj M3

4 ZAKLJUČEK

Sklenemo lahko, da smo svoja pričakovanja izpolnili in potrdili naše hipoteze. Z raziskavo smo spoznali nova področja avtomobilizma in motorjev. Na začetku so nam velik problem predstavljale manjkajoče izkušnje z omenjenih področij, a kmalu smo pridobili zadosti informacij in znanj, da smo oblikovali raziskovalno nalogo. Pridobili smo veliko znanja na področju oblikovanja besedil in računalniškega modeliranja. Nalogo smo sprva vzeli zelo lahko, a smo kmalu spoznali, da je pri tovrstnem delu potrebno veliko volje, truda in marljivosti. Na koncu je bil naš trud poplačan z izdelavo naprave, ki zdaj služi svojemu namenu.

5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju za podporo in motivacijo ter usmerjanje pri naši raziskovalni nalogi. Zahvaljujemo se tudi Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil izdelavo naloge, profesorju praktičnega pouka, ki nam je omogočil začetek raziskave na praktičnem področju v avtomobilski industriji, profesorici slovenskega jezika za lektoriranje naloge ter vsem pomočnikom, svetovalcem in lastnikom avto hiš ter avtomobilskih servisov.

6 VIRI IN LITERATURA

- [1] ČRETNIK, S. (2005). Pro/Engineer Wildfire. Ljubljana: Založba Pasadena.
- [2] HOMBORG, G., NEUMANN, G. in H. ROTTBACHER. (1988). Tabellenbuch, Metall- und Maschinentechnik.
- [3] JAKOPIČ, F. in S. PLAZAR. (2001). Tehnologija odrezavanja kovin. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- [4] JANEŽIČ, I. (2001). Strojni elementi 1. Ljubljana.
- [5] KRAUT, B. (2007). Strojniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- [6] PREBIL, I. (1995). Tehniška dokumentacija. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- [7] Bosch servis [Online]. [Citirano 15. januarja 2010; 12.40]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.google.si/search?hl=sl&source=hp&q=vbrizgalni+sistem+%C4%8Drpalka+%C5%A1oba&meta=&aq=f&oq=>.
- [8] Moto Revija [Online]. [Citirano 15. januarja 2010; 12.50]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.motorevija.si/13.asp?L1_ID=39&L2_ID=579.
- [9] Revija Avto [Online]. [Citirano 15. januarja 2010; 13.00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.revija-avto.si/clanki/1998-09-stiskaj-in-puhaj>.