

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**KONSTRUKCIJA IN RAZVOJ NOSILCA
ALTERNATORJA ZA ŠESTVALJNI LINIJSKI
MOTOR MAN D0836 LOH 65 – EURO 5**

Kandidat: Samo Hrovat

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: mag. Jože Ravničan, uni. dipl. ing. str.

Mentor v podjetju: Bojan Puklavec, uni. dipl. ing. str.

Lektorica: Tanja Jeras, prof. slovenščine

Maribor, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Samo Hrovat sem avtor diplomskega dela z naslovom Konstrukcija in razvoj nosilca alternatorja za šestvaljni linijski motor MAN D0836 LOH 65 – EURO 5, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Jožeta Ravničana.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oziroma citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oziroma misli kot mojih lastnih – kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 16/2007 – uradno prečiščeno besedilo, 68/2008, 110/2013 in 56/2015; v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, 09. 01. 2017

Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju mag. Jožetu Ravničanu, uni. dipl. ing. str., izjemnemu profesorju in strokovnjaku. Njegova predavanja so mi zbudila zanimanje in mi dala uporabno znanje za delo, ki ga opravljam. Zahvaljujem se mu tudi za pomoč pri načrtovanju diplomskega dela, za usmerjanje in nasvete.

Zahvaljujem se mentorju v podjetju Bojanu Puklavcu, uni. dipl. ing. str., za pomoč in usmerjanje skozi konstrukcijski proces izdelave nosilca alternatorja ter njegovo strokovno podporo – od njega sem se veliko naučil.

Direktor podjetja Tam – Europe, d. o. o., Zhao Yu, mi je omogočil, da sem diplomsko nalogo napisal izhajajoč iz dela, ki ga opravljam v podjetju, in se mu iskreno zahvaljujem.

Hvala sodelavcem v oddelku raziskave in razvoj, ki so mi s svojimi izkušnjami in velikim znanjem svetovali pri konstruiranju nosilca alternatorja.

Zahvaljujem se partnerici Marjeti za potrpežljivost in strpnost ob študiju ter pisanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se staršem in drugim družinskim članom, ki so mi ves čas študija stali ob strani.

POVZETEK

Ker opravljam delo konstrukterja v oddelku raziskave in razvoj, moje področje dela pa so motorji, sem se lotil pisanja diplomskega dela s tega področja. V podjetju, kjer delam, proizvajamo komercialna vozila – avtobuse. Po namenu gre za letališke, turistične in šolske avtobuse različnih velikosti in oblik. Motor kupimo od proizvajalca motorjev MAN in ga nato vgradimo v šasijo pri nas v podjetju, vse druge sklope prav tako sestavimo v podjetju. V diplomskem delu sem obravnaval enega izmed segmentov motorja, alternator z nosilcem alternatorja.

Za reševanje problemov z deli, ki so povezani z delovanjem motorja, je potrebno poznavanje delovanja motorjev z notranjim izgorevanjem, kar nam pomaga pri predstavi in daje širši pogled na reševanje problema.

Diplomsko delo zajema konstrukcijski pristop k razvoju novega nosilca alternatorja, ki je posredno tudi sestavni del motorja. Robni podatki predstavljajo vse točke, ki jih je treba zajeti pri konstrukciji, in so zelo pomembni za pravilen konstrukcijski pristop k reševanju problema.

Konstrukcija nosilca alternatorja je potekala v programu PTC Creo 2.0, v modulu Assembly, v katerem že imamo vstavljene modele celotne šasije in motorja. V modulu Assembly najbolj jasno vidimo meje, ki se jih moramo držati pri konstruiranju, da ne vplivamo na druge segmente šasije. Po takšnem postopku se delal tudi jaz, saj se tako izognemo napakam pri konstrukciji.

Ko sem skonstruiral vse segmente nosilca alternatorja, sem jih shranil v delovno okolje programa PTC Creo 2.0 pod določenimi imeni. Temu je sledila izdelava tehnične dokumentacije, torej risb za vsak segment nosilca alternatorja posebej. Tehnične risbe morajo biti opremljene z določenimi tolerancami, ki so predvidene za izdelavo določenih segmentov. Za segmente nosilca, pri katerih so predvidene posebne zahteve zaradi prileganja določenih delov, pa sem dodal še geometrijske tolerance. Po tehnični dokumentaciji se nato izdelava nosilec, ki je predviden za vpetje na blok motorja. Izdelavi tehnične dokumentacije za izdelavo nosilca alternatorja sledi še izdelava tehnične dokumentacije za vpetje nosilca alternatorja na motor in vpetje alternatorja na nosilec alternatorja, v kateri se določi vse potrebne dele, ki so pomembni za stabilno pritrditev.

Ključne besede: konstrukcija, razvoj, nosilec, alternator, motor, robni podatki, program za modeliranje

ABSTRACT

CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT OF ALTERNATOR HOLDER FOR SIX CYLINDER IN-LINE ENGINE MAN D0836 LOH 65 – EURO 5

I started writing my diploma in this field, since I have been working as a constructor in the department for research and development – my field of work are engines. In the company, where I am employed, commercial vehicles – buses are produced. Our products are airport, tourist and school buses of different sizes and forms. The engine is bought at the engine producer MAN and after that built in the chassis in our company. All other components are also put together in our company. In my diploma I deal with one of the engine segments, alternator with its holder.

To solve the problems with parts which are linked with the operation of an engine, it is necessary to know the functioning of the internal combustion engines what helps our conception and enables us a wider insight into solution of problems.

The diploma work includes constructional access to development of a new alternator holder which is indirectly also a component part of an engine. Border data present all points which need to be included in the construction process and are of exceptional significance for the correct constructional access to solution of an arising problem.

Construction of the alternator holder itself was taking its course in the programme PTC Creo 2.0 in the module »Assembly«, where we have already inserted models of the whole chassis and the engine. In the module »Assembly« the borders which must be kept to while constructing are most clearly seen to avoid affecting other segments of the chassis. This procedure was also used by myself to avoid constructional mistakes.

After I had constructed all segments of the alternator holder, I stored them in the sphere of action of the programme PTC 2.0 under appointed names. This was followed by working out technical documentation, that means drawings for each segment of the alternator holder separately. All technical drawings must be equipped with defined tolerances that are expected for making defined segments. For segments of the holder, where special requirements are expected due to matching special parts, I added geometric tolerances. After that, on the basis of technical documentation, the holder, which is expected to be fastened on the engine block, is made. Making technical documentation for working out the alternator holder is followed by making technical documentation for fastening the alternator holder on the engine and fixing

the alternator on the alternator holder, where all the necessary parts important for the stable fastening are defined.

Keywords: construction, development, holder, alternator, engine, boundry data, program for modeling

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	11
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	11
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	11
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	12
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	12
2	PREDSTAVITEV TAM – EUROPE, D. O. O.	13
2.1	PROIZVODNI PROGRAM PODJETJA TAM – EUROPE	13
2.1.1	<i>Letališki avtobusi</i>	13
2.1.2	<i>Turistični in šolski avtobusi</i>	14
3	OPIS MOTORJA.....	15
3.1	KARAKTERISTIKE MOTORJA	16
3.2	SHEMATSKI PRIKAZ MOTORJA S PODATKI.....	17
4	ROBNI PODATKI ZA DOLOČITEV NOVE KONSTRUKCIJE NOSILCA ALTERNATORJA	19
4.1	OPIS IN POSTOPEK IZBIRE ALTERNATORJA	19
4.1.1	<i>Delovanje</i>	20
4.1.2	<i>Zgradba</i>	20
4.1.3	<i>Postopek izbire alternatorja</i>	20
4.1.4	<i>Izbrani alternator</i>	21
4.2	IZBOR JERMENA IN DOLOČANJE DOLŽINE JERMENA	22
4.2.1	<i>Konstruktivske izvedbe jermenskih gonil</i>	22
4.2.2	<i>Prednosti jermenskih gonil</i>	22
4.2.3	<i>Izbor jermena</i>	22
4.2.4	<i>Preračun jermenskega gonila za dodatni alternator</i>	23
4.3	DOLOČANJE MATERIALA ZA NOSILEC ALTERNATORJA.....	30
4.3.1	<i>Mehanske lastnosti jekla S355J2+N (Standard EN 10025, 2004)</i>	31
5	KONSTRUKCIJA NOSILCA ALTERNATORJA	32
5.1	SEGMENTI NOSILCA ALTERNATORJA – IZDELAVA TEHNIČNE RISBE	34
5.1.1	<i>Podpora</i>	38
5.1.2	<i>Odmik</i>	38
5.1.3	<i>Puše (3 ×)</i>	39
5.1.4	<i>Kotnik</i>	40

5.1.5	<i>Rebro (2 ×)</i>	40
5.1.6	<i>Čelna plošča</i>	41
5.1.7	<i>Spodnja plošča</i>	42
5.1.8	<i>Stranska plošča</i>	42
5.2	ZVARJENEC	43
5.3	OPOMBE NA TEHNIČNI RISBI	44
5.3.1	<i>Žarjenje za odpravo notranjih napetosti</i>	44
5.3.2	<i>Upogibanje pravokotno na smer valjanja pločevine</i>	44
6	DOLOČANJE VPETJA NOSILCA ALTERNATORJA.....	47
7	IZDELAVA VGRADNE RISBE S KOSOVNICO	49
7.1	VIIJAČNI MATERIAL	53
7.1.1	<i>Vijaki</i>	54
7.1.2	<i>Matice</i>	54
7.1.3	<i>Podložke</i>	56
8	KONČNO STANJE NOSILCA ALTERNATORJA, NAMEŠČENEGA NA MOTORJU 57	
9	SKLEP	59
10	VIRI, LITERATURA.....	61

KAZALO SLIK

SLIKA 1: TAM - EUROPE, D.O.O.	13
SLIKA 2: LETALIŠKI AVTOBUS VIVAIR.....	14
SLIKA 3: TURISTIČNI IN ŠOLSKI AVTOBUSI	14
SLIKA 4: MOTOR MAN D0836 LOH.....	15
SLIKA 5: MOTOR POGLED OD ZGORAJ	17
SLIKA 6: 3D MOTOR	17
SLIKA 7: MOTOR STRANSKI POGLED	18
SLIKA 8: ALTERNATOR.....	19
SLIKA 9: PROFIL KLINASTE REBRASTE JERMENICE	23
SLIKA 10: IZBRANI JERMEN	24
SLIKA 11: GEOMETRIJSKE IZMERE	25
SLIKA 12: MEDOSNA RAZDALJA.....	26

SLIKA 13: KATALOG PROIZVAJALCA JERMENOV	29
SLIKA 14: POLOŽAJ STANDARDNIH CEVI	33
SLIKA 15: SEGMENTI.....	37
SLIKA 16: 3D MODEL – PODPORA	38
SLIKA 17: 3D MODEL – ODMIK	39
SLIKA 18: PUŠA.....	39
SLIKA 19: KOTNIK.....	40
SLIKA 20: PODPORNO REBRO	40
SLIKA 21: ČELNA PLOŠČA	41
SLIKA 22: PLOŠČA SPODAJ	42
SLIKA 23: STRANSKA PLOŠČA	43
SLIKA 24: OZNAKE ZVAROV	44
SLIKA 25: BREZ RAZPOK	45
SLIKA 26: RAZPOKE	45
SLIKA 27: OZNAKA ZA BARVANJE	45
SLIKA 28: 5-TOČKOVNO VPETJE	47
SLIKA 29: 2- TOČKOVNO BOČNO VPETJE.....	48
SLIKA 30: 3-TOČKOVNO ČELNO VPETJE	48
SLIKA 31: VGRADNA RISBA – TLORIS	51
SLIKA 32: 3D POGLED	52
SLIKA 33: SPREDAJ	52
SLIKA 34: ISO 4014/DIN 931	54
SLIKA 35: ISO 4017/DIN 933	54
SLIKA 36: ISO 10511/DIN 985	55
SLIKA 37: ISO 4035	55
SLIKA 38: ISO 4032/DIN 934	55
SLIKA 39: ISO 7089	56
SLIKA 40: DIN 127 A.....	56
SLIKA 41: DIN 9021.....	56
SLIKA 42: STANJE NA MOTORJU – POGLED S STRANI	57
SLIKA 43: STANJE NA MOTORJU – POGLED OD SPODAJ	58

KAZALO TABEL

TABELA 1: KARAKTERISTIKE MOTORJA	16
TABELA 2: LASTNOSTI IZBRANEGA ALTERNATORJA.....	21

TABELA 3: OZNAKA JEKLA, STANDARD, KEMIČNA SESTAVA.....	30
TABELA 4: KOSOVNICA SEGMENTOV	36
TABELA 5: KOSOVNICA – VGRADNJA	50

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Zaposlen sem v podjetju TAM – Europe, d. o. o., v oddelku raziskave in razvoj (R&D), zato bo moje diplomsko delo izhajalo s področja, na katerem trenutno delam. Lotil se bom konstrukcijskih sprememb nosilca alternatorja, ki je pritrjen na šestvaljni linijski motor proizvajalca MAN. Razlog za spremembo starega nosilca alternatorja je v ohranitvi standardnih cevi vmesnega hladilnika, ki so na motorju, tako da cevi ne bo treba predelovati, saj to povzroča izgubo časa; stranki pa v primeru loma ali poškodbe cevi ta rešitev poenostavi naročilo novih delov.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomske naloge je raziskati in ugotoviti nove konstrukcijske rešitve za nosilec alternatorja. To zajema določitev ustreznega alternatorja glede na potrebo vozila, določitev materiala za nosilec alternatorja, določitev dolžine jermena, ki poganja alternator, saj se s spremembo nosilca spremeni tudi dolžina jermena, določitev vpetja nosilca alternatorja in vijačnega materiala za pritrditev na motor.

Cilji diplomskega dela so:

- določiti alternator za določen tip motorja in vozila,
- prikazati konstrukcijske pristope razvoja in konstrukcije nosilca alternatorja,
- določiti vrsto materiala za nosilec alternatorja,
- prikazati modeliranje nosilca alternatorja,
- izdelati delavniško risbo za izdelavo nosilca alternatorja,
- prikazati računski model za določitev pravilne dolžine pogonskega jermena alternatorja.

1.3 *Predpostavke in omejitve*

Predpostavljam, da bom imel za diplomsko nalogo na voljo dovolj literature, praktičnega znanja in strokovnega znanja ter strokovno pomoč oseb iz podjetja in s fakultete.

Omejitve vidim pri vključevanju nekaterih segmentov motorja v diplomsko nalogo, saj jih mogoče ne bom smel uporabiti zaradi varovanja podatkov proizvajalca MAN.

1.4 *Uporabljene raziskovalne metode*

- Metoda deskripcije (preučevanje na ravni opisovanja dejstev, odnosov, procesov, brez vzorčnega razlaganja).
- Komparativna metoda (preučevanje na ravni primerjanja dejstev, odnosov, procesov, z namenom odkrivanja podobnosti in razlik).
- Metoda klasifikacije (postopek definiranja določenega pojma).
- Metoda zbiranja podatkov iz strojnih virov.
- Metoda kompilacije (metoda uporabe izpiskov, navedb, citatov drugih avtorjev).
- Primerjalna analiza – opisna primerjava novega in starega stanja nosilca alternatorja, razlaga, zaradi česa je nova rešitev boljša.
- Prikaz izbire jermena z računskim modelom.

2 PREDSTAVITEV TAM – EUROPE, D. O. O.

Zgodba podjetja TAM – Europe, d. o. o., se je začela pisati leta 2013, s prevzemom uveljavljene znamke TAM s strani kitajske korporacije *China Hi-Tech Group Corporation*. Podjetje TAM – Europe je na mestu, kjer je nekoč stala Tovarna avtomobilov Maribor (TAM), v poslovni coni Tezno. Podjetje se ukvarja s proizvodnjo letaliških, turističnih in mestnih avtobusov, s poudarkom na doseganju nizkih izpušnih emisij z novimi pogonskimi tehnologijami. TAM – Europe z okoli 250 zaposlenimi spada med srednja velika podjetja.



Slika 1: TAM - Europe, d.o.o.

Vir: (<https://goo.gl/lQwLbA>, 2016)

2.1 Proizvodni program podjetja TAM – Europe

2.1.1 Letališki avtobusi

Proizvodni program podjetja TAM – Europe obsega proizvodnjo letaliških avtobusov (model VIVAIR), pri katerih stranke lahko izbirajo med petimi različnimi izvedbami. Letališki avtobusi so izdelani tako, da na kratke razdalje udobno in varno pripeljejo veliko število

potnikov. Širina avtobusa dosega tudi do 3.180 mm, dolžina pa tudi do 14.720 mm. Glede na zahteve strank se lahko vgradijo različne komponente, ki so na voljo oziroma so potrebne v različnih situacijah.



Slika 2: Letališki avtobus VivAir

Vir: (<https://goo.gl/tIk12o>, 2016)

2.1.2 Turistični in šolski avtobusi

Pri šolskih in turističnih avtobusih proizvajamo tri različne izvedbe (TH, TL, TLL). Model se imenuje Vive. Vsi avtobusi imajo motorje proizvajalca MAN ali Cummins. Oba motorja sta generacije Euro 6, kar pomeni, da sta tehnološko dovršena in okolju prijazna. Glede na zahteve strank se lahko vgradijo različne komponente, avtobusi pa se lahko tudi konstrukcijsko primerno predelajo.



Slika 3: Turistični in šolski avtobusi

Vir: (<https://goo.gl/4KJocZ>, 2016)

3 OPIS MOTORJA

Letališki avtobusi, ki jih proizvajamo v podjetju, so opremljeni z dizelskim motorjem proizvajalca MAN. Motorje naročimo na podlagi specifikacij in nam jih dobavijo neposredno iz tovarne MAN iz Nemčije. To so standardni Manovi motorji, z različnimi komponentami, ki jih lahko po želji dodajamo ali spreminjamo, vendar pod pogojem, da upoštevamo zahteve proizvajalca motorja, to pomeni, da se moramo pred vsakim posegom v motor posvetovati s proizvajalcem. Če nam proizvajalec poseg dovoli, ga opravimo. Posledica nedovoljenih posegov je nepriznavanje garancije, zato se sprememb brez dovoljenja Manovih inženirjev ne lotevamo.



Slika 4: Motor MAN D0836 LOH

Vir: (<https://goo.gl/FYr4Ku>, 2016)

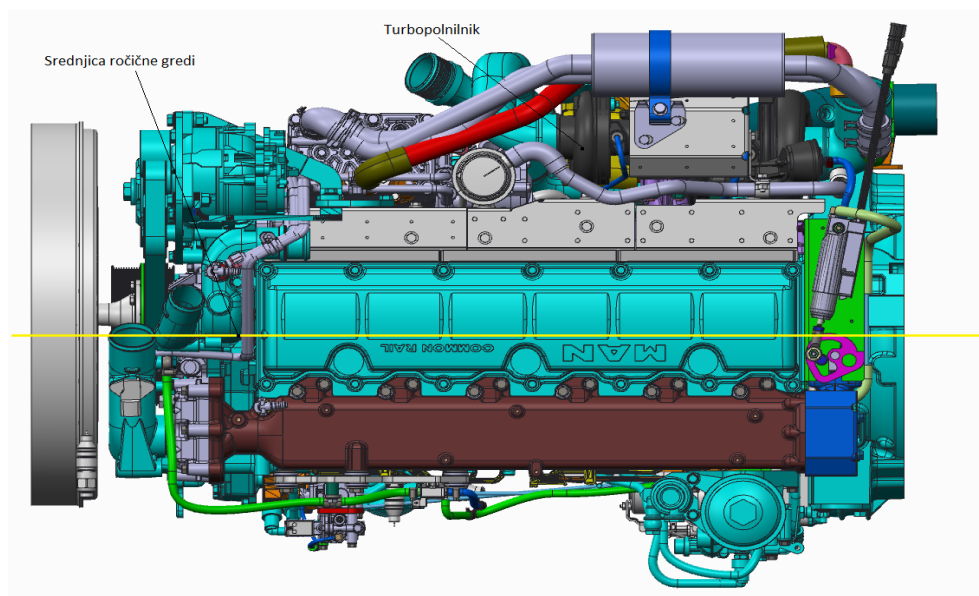
3.1 Karakteristike motorja

Tabela 1: Karakteristike motorja

Proizvajalec	MAN Truck & Bus
Število in razporeditev valjev	6 valjev, linijska razporeditev
Število ventilov	24 ventilov; štirje ventili na en valj
Način delovanja	Štiritaktni dizelski motor z neposrednim vbrizgom goriva
Turbopolnilnik	Dvostopenjski turbopolnilnik z vmesnim hladilnikom (intercooler)
Sistem za vbrizg goriva	Neposredni vbrizg dizelskega goriva – Common Rail
Hlajenje motorja	Termostatsko krmiljeno vodno in zračno hlajenje
Izhodna moč v kilowatih (kW)	184–213 kW
Izhodna moč v konjskih močeh (KM)	250–290 KM
Gibalna prostornina v litrih	6,9 l
Teža motorja	667 kg

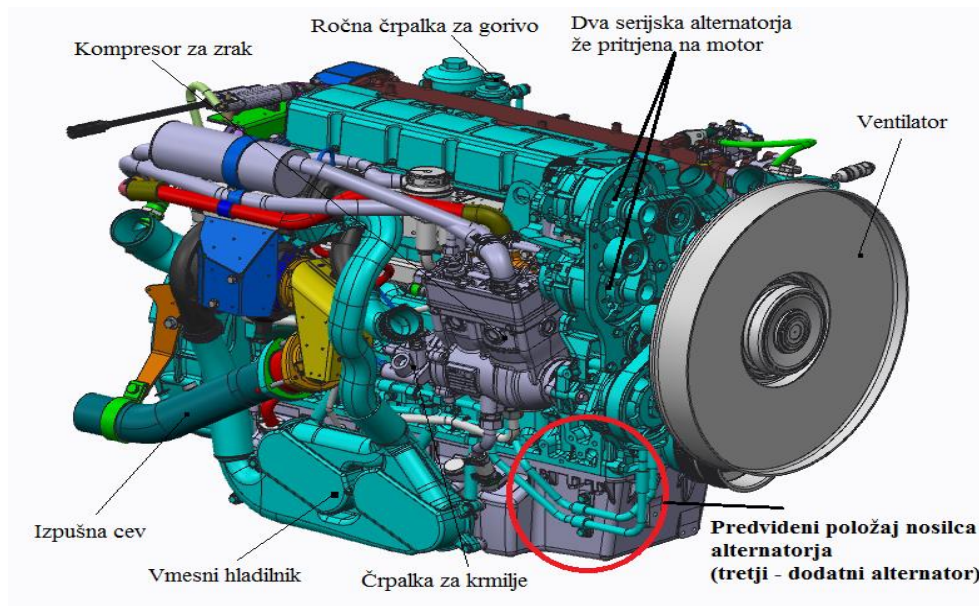
Vir: (Interni vir podjetja, 2015)

3.2 Shematski prikaz motorja s podatki



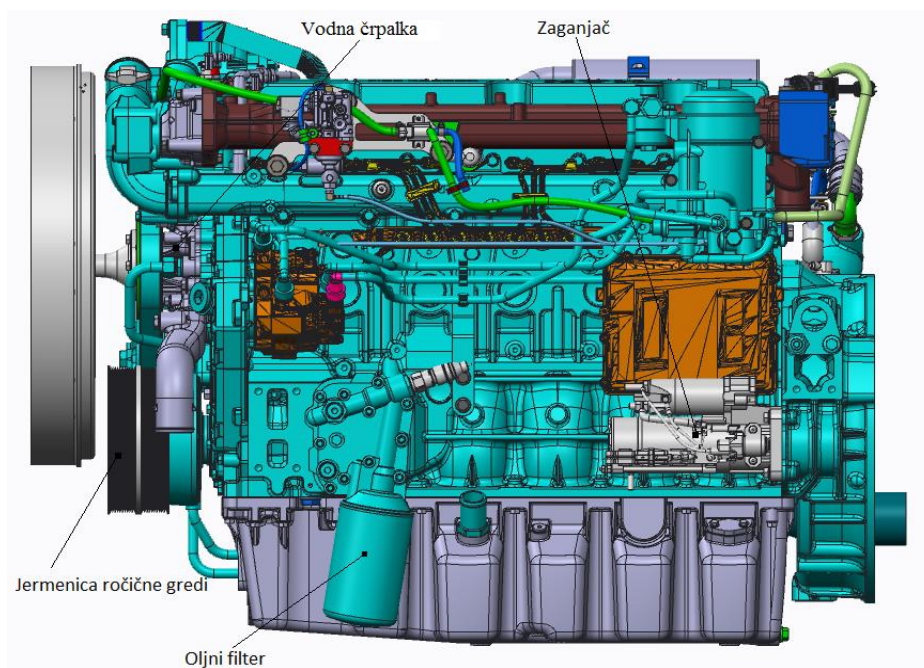
Slika 5: Motor pogled od zgoraj

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 6: 3D motor

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 7: Motor stranski pogled

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

4 ROBNİ PODATKI ZA DOLOČITEV NOVE KONSTRUKCIJE NOSILCA ALTERNATORJA

Določanje robnih podatkov si zamišljamo kot omejitve določene konstrukcije. Njihovo določanje je zelo pomembno za doseganje stabilnosti in zanesljivosti konstrukcije. Zato moramo pri različnih konstrukcijah vedeti, kaj vse upoštevati oziroma kaj vse zajeti, da bo konstrukcija dosegala to, kar želimo, oziroma tisto, kar je dovoljeno.

4.1 Opis in postopek izbire alternatorja

Alternator je generator električnega toka, ki med delovanjem motorja napaja električne porabnike in obenem polni akumulator. V sodobnih vozilih se skoraj izključno uporablja kompaktni generator z rotorjem, ki ima na obodu krempljaste magnetne pole. (Bastian, 2013)



Slika 8: Alternator

Vir: (<https://goo.gl/iq4xly>, 2016)

4.1.1 Delovanje

Alternator generira električni tok v dveh stopnjah. V prvi z indukcijo ustvari izmenični tok, v drugi pa ga usmeri oziroma spremeni v enosmernega. Če se v prevodni zanki (tuljavi oziroma navitju) spremeni magnetno polje, se v zanki inducira električna napetost. Če je tuljava nameščena tako, da se skozi njo pretakajo silnice vrtečega se magneta, se v njej inducira sinusna izmenična napetost. (Fischer, 2011)

V alternatorju so nameščene tri tuljave, v katerih se inducirajo tri sinusne napetosti. Tuljave so med seboj kotno zamaknjene za 120° , zato so inducirane izmenične napetosti med seboj fazno zamaknjene za 120° . (Fischer, 2011)

4.1.2 Zgradba

Alternator sestavljajo (Fischer, 2011):

- nosilec (ohišje) s tremi statorskimi navitji, v katerih se inducira trifazni izmenični tok,
- plošča z usmerniški diodami, ki nosi 6 glavnih in 3 vzbujaalne diode,
- 12-polni rotor s krempljastimi poli, na katerem je navito vzbujačno navitje za ustvarjanje magnetnega polja; tok v navitje priteka prek drsnih obročev in oglenih krtačk, ki drsijo po obročih,
- ventilator za hlajenje,
- regulator napetosti, ki zagotavlja konstantno in natančno določeno izhodno napetost,
- priključka B+/B- za odjem toka,
- jermenica za pogon rotorja, ki se vrti z 2- do 3-kratno hitrostjo vrtenja motorja.

4.1.3 Postopek izbire alternatorja

Alternator izberemo glede na dejansko potrebo motornega vozila po električni energiji. Nekatera vozila imajo samo en alternator za proizvodnjo potrebne električne energije, nekatera vozila pa imajo več alternatorjev. V našem primeru je dodaten nosilec alternatorja potreben

zaradi namestitve dodatnega alternatorja, ki ga vozilo potrebuje za nemoteno delovanje. Motor, ki je obravnavam, ima že dva serijsko vgrajena alternatorja, vendar vozilo zaradi potrebe po še več električne energije potrebuje dodatni alternator; gre za letališki avtobus, ki zaradi svoje velikosti potrebuje veliko električne energije.

Pri uvajanju dodatnega alternatorja moramo upoštevati več dejavnikov:

- moč motorja, prek katerega bo alternator gnan,
- možnost uvedbe novega alternatorja, tehnično in prostorsko,
- potrebe vozila, da izberemo ravno dovolj močan alternator,
- napetost in jakost izbranega alternatorja,
- velikost jermenice alternatorja – pomembno za vrtilno hitrost alternatorja, ki je običajno 3-krat večja od hitrosti gonilne jermenice.

4.1.4 Izbrani alternator

Na podlagi zahtev vozila smo izbrali trifazni alternator proizvajalca X z naslednjimi lastnostmi:

Tabela 2: Lastnosti izbranega alternatorja

Tip alternatorja	Trifazni izmenični alternator
Teža izbranega alternatorja	8 kg
Moč	2,8 kW
Jakost generiranega toka	110 A
Napajalna napetost	28 V
Vrsta vpetja	Tritočkovno vpetje s pritrdilnimi vijaki

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

4.2 Izbor jermena in določanje dolžine jermena

4.2.1 Konstrukcijske izvedbe jermenskih gonil

Konstrukcijske izvedbe jermenskih gonil so lahko zelo različne. Pri enostavnih odprtih jermenskih gonilih sta gonilna in gnana gred vzporedni in imata enako smer vrtenja. Pri križnih jermenskih gonilih sta gonilna in gnana gred vzporedni in se vrtita v nasprotnih smereh (podobno kot pri valjastih zobniških in tornih gonilih). Za prenos gibanja med mimobežnimi gredmi uporabljamo prostorska jermenska gonila. Za pogon več gredi z enim jermenom pa uporabljamo jermenska gonila z več jermenicami. Jermenska gonila so še posebej primerna za stopenjsko ali brezstopenjsko spreminjanje prestavnega razmerja. (Ren, 2007)

4.2.2 Prednosti jermenskih gonil

Prednosti jermenskih gonil so (Ren, 2007):

- preprosta in poceni konstrukcija (možna izvedba brez ohišja; nizke zahteve glede natančnosti izdelave in montaže gonila),
- preprosto vzdrževanje (mazanje gonila ni potrebno),
- elastična blažitev sunkov in dušenje nihanj, miren tek in majhen hrup gonila (manj ugodni so zobati jermeni),
- neobčutljivost na kratke preobremenitve zaradi zdrsa jermena (razen pri zobatih jermenih),
- preprosto premagovanje večjih medosnih razdalj,
- z enim jermenom je mogoče poganjati več gredi hkrati,
- primerna so gonila s spremenljivim prestavnim razmerjem.

4.2.3 Izbor jermena

Glede na konstrukcijo nosilca alternatorja in pritrditev nosilca alternatorja na blok motorja sem izbral standardni rebrasto-klinasti jermen. »Rebrasto-klinasti jermeni so standardizirani po DIN

7867 in združujejo dobre lastnosti ploščatih in klinastih jermenov. Tanka krovna plast jermena vsebuje kordne niti iz poliestra, ki prenašajo obremenitve enakomerno po vsej širini jermena. Kordne niti so zalite z gumo; ta je na spodnji strani oblikovana v rebra klinastih oblik, ki zaradi delovanja klina zagotavljajo visoke koeficiente trenja med jermenom in jermenico. Rebrasti klinasti jermeni so zelo gibki; primerni so za velike vrtilne frekvence in upogibne frekvence jermena ter majhne premere jermenic (velika prestavna razmerja). Tečejo tiho in so neobčutljivi na udarne obremenitve in atmosferske vplive. Uporabljajo se tudi za gonila z več jermenicami z isto ali nasprotno smerjo vrtenja (jermenice, ki se vrtijo v nasprotnih smereh, so po obodu gladke). Željeno prenosno moč gonila dosežemo z ustreznim številom reber (običajno do 60, v posebnih primerih tudi do 75 reber).« (Ren, 2007)

Jermen, ki smo ga izbrali za pogon tretjega alternatorja, ima 8 reber in je profila PK. To pomeni, da ima naslednje konstrukcijske značilnosti:

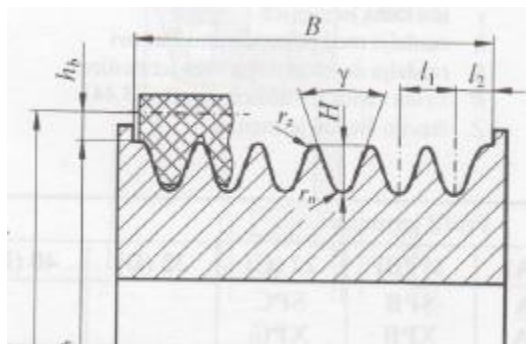
$$h \text{ (višina jermena)} = 6 \text{ mm}$$

$$s \text{ (razmik med rebri)} = 3,56 \text{ mm}$$

$$Z \text{ (število reber)} = 8$$

$$b \text{ (širina jermena)} = Z \cdot s = 28,5 \text{ mm}$$

4.2.4 Preračun jermenskega gonila za dodatni alternator



Slika 9: Profil klinaste rebraste jermenice

Vir: (Ren, 2007)

d [mm] – računski premer jermenice

d_b [mm] – osnovni premer jermenice

h_b [mm] – lega nevtralnega sloja jermenice

Z – število žlebov jermenice

B – notranja širina jermenice (enačba)

H – globina profila

r_n – zaokroženja korena profila

l_1 – razdalja med posameznimi žlebovi

l_2 – razdalja do stranskega roba jermenice

Profili žlebov jermenic za klinaste rebraste jermene so standardizirani po DIN 7867. Jermen, ki smo ga izbrali za pogon alternatorja, je klinasto-rebrasti, profila PK.

Osnovni premer gonilne in gnane jermenice, izbran po DIN 7867:

- 45 mm – gnana jermenica
- 224 mm – gonilna jermenica



Slika 10: Izbrani jermen

Vir: (<https://goo.gl/PqTKtj>, 2016)

Konstruktivske veličine jermenice za jermene s profilom PK

h_b [mm] – 1,6

H [mm] – 3,45

r_z [mm] – 0,25

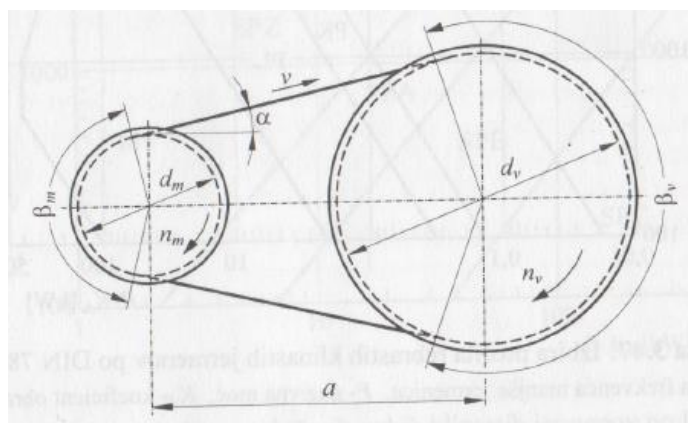
r_n [mm] – 0,50

l_1 [mm] – $3,56 \pm 0,05$

l_2 [mm] – 2,5

Z - 2 ... 50

Oznaka profila jermenice – **K**



Slika 11: Geometrijske izmere

Vir: (Ren, 2007)

Določitev računskega premera jermenic po enačbi:

$$d_1 = d_{b1} + (2 \cdot h_{b1}) \quad (1.1)$$

$$d_1 = 224 + (2 \cdot 1,6)$$

$$d_1 = 227,2 \text{ mm} \rightarrow \text{Računski premer večje, gonilne jermenice.}$$

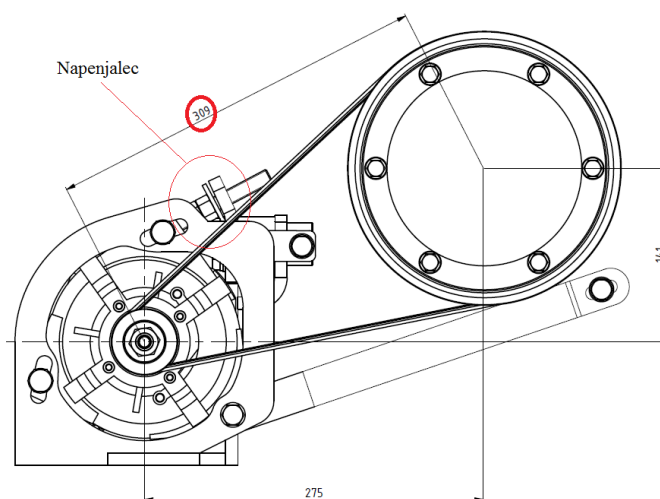
$$d_2 = d_{b2} + (2 \cdot h_{b2}) \quad (1.2)$$

$$d_2 = 45 + (2 \cdot 1,6)$$

$$d_2 = 48,2 \text{ mm} \rightarrow \text{Računski premer manjše, gnane jermenice.}$$

Medosna razdalja

Medosna razdalja, ki je pomembna za določanje dolžine jermena, je merjena neposredno od središča osi gonilne jermenice oziroma središča osi glavne gredi pa do središča osi alternatorja oziroma gnane jermenice. Medosne razdalje v našem primeru glede na izbrano konstrukcijo nosilca alternatorja ne moremo kaj dosti spreminjati, razen z ročnim napenjalcem, ki je pritrjen na nosilec alternatorja. Medosna razdalja po modelu, od osi gnane pa do osi gonilne jermenice, znaša 309 mm.



Slika 12: Medosna razdalja

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

Kot nagiba jermenske veje

$$\sin \alpha = \frac{dv-dm}{2 \cdot a_0} \quad (1.3)$$

$$\sin \alpha = \frac{227,2-48,2}{2 \cdot 275} = 0.3254545455$$

$$\sin^{-1}(0,3254545455) = 18,99 = \mathbf{19^\circ}$$

d_v – računski premer večje jermenice

d_m – računski premer manjše jermenice

a_0 – orientacijsko medosje

α – kot nagiba jermenske veje

Objemna kota jermenic

$$\beta_m = 180 - 2 \cdot \alpha \quad (1.4)$$

β_m = objemni kot manjše jermenice

$$\beta_m = 180 - 2 \cdot 19$$

$$\beta_m = \mathbf{142^\circ}$$

$$\beta_v = 180 + 2 \cdot \alpha \quad (1.5)$$

β_v = objemni kot večje jermenice

$$\beta_v = 180 + 2 \cdot 19$$

$$\beta_v = \mathbf{218^\circ}$$

Izračun orientacijske osnovne dolžine jermena [L_0]

$$L_0 = 2 \cdot a_0 \cdot \cos \alpha + \frac{\pi}{2} \cdot (d_v + d_m) + \frac{\alpha \cdot \pi}{180} \cdot (d_v - d_m) \quad (1.6)$$

$$L_0 = 2 \cdot 309 \cdot \cos(19) + \frac{\pi}{2} \cdot (227,2 + 48,2) + \frac{19 \cdot \pi}{180} \cdot (227,2 - 48,2)$$

$$L_0 = 1076,29 \text{ mm}$$

Pri naročanju rebrasto-klinastih jermenov moramo upoštevati orientacijsko osnovno dolžino jermena [L_{b0}]

$$L_{b0} \approx L_0 - 6,28 \cdot h_b \quad (1.7)$$

$$L_{b0} \approx 1076,29 - (6,28 \cdot 1,6)$$

$$L_{b0} \approx 1066,242 \text{ mm}$$

Izračunano orientacijsko osnovno dolžino jermena upoštevamo pri naročilu standardne dolžine jermena prek katalogov proizvajalca. Izračunana vrednost je 1066 mm. Izberemo standardno dolžino jermena, ki je najbližja izračunani dolžini, v našem primeru je to jermen z dolžino 1055 mm.

	<u>V-Ribbed Belt</u> Length : 1005 mm Ribs : 8	VOLVO FM 7 VOLVO FL 12 VOLVO FH12 For use: VOLVO
<u>8 PK 1005</u>		
	<u>V-Ribbed Belt</u> Length : 1020 mm Ribs : 8	VOLVO FL 12 VOLVO FH12 For use: VOLVO
<u>8 PK 1020</u>		
	<u>V-Ribbed Belt</u> Length : 1035 mm Ribs : 8	VOLVO FM 7 VOLVO FL 12 VOLVO FH12 For use: VOLVO
<u>8 PK 1035</u>		
	<u>V-Ribbed Belt</u> Length : 1055 mm Ribs : 8	VOLVO FL 12 VOLVO FH12 For use: VOLVO
<u>8 PK 1055</u>	Izbrani jermen	
	<u>V-Ribbed Belt</u> Length : 1075 mm Ribs : 8	VOLVO FL 12 VOLVO FH12 For use: VOLVO
<u>8 PK 1075</u>		

Slika 13: Katalog proizvajalca jermenov

Vir: (<https://goo.gl/1F6jXT>, 2016)

4.3 Določanje materiala za nosilec alternatorja

Izbor materiala za konstrukcijo, kot je nosilec alternatorja, je zelo pomemben, saj pri nepravilno izbranem materialu lahko pride do porušitve konstrukcije in poškodb drugih delov motorja, česar si nikakor ne želimo.

Za nosilno konstrukcijo sem izbral jeklo z oznako S355J2+N po evropskem standardu za konstrukcijska jekla – EN10025: 2004.

Jeklo S355J2+N je konstrukcijsko jeklo z minimalno napetostjo tečenja – $R_m = 355 \text{ N/mm}^2$, oznaka J2 pomeni, da je jeklo testirano s Charpyjevim udarnim preizkusom pri -20°C s silo 27J, oznaka N pa pomeni, da je takšno jeklo normalizirano. Za takšno vrsto jekla velja, da je nizkoogljeno in dobro varljivo jeklo. Ima visoko napetost tečenja in se lahko vari z drugimi vrstami jekla. Zaradi nizke vsebnosti ogljika ima dobre lastnosti za preoblikovanje v hladnem stanju.

Tabela 3: Oznaka jekla, standard, kemična sestava

IN	ASTM	EN	JIS	KEMIČNA SESTAVA				
17100		10025-2:2004	G3106	C	Si	Mn	S (žveplo)	P (fosfor)
St52-3N	A572-50	S355J2+N	SM490VB	(ogljik)	(silicij)	(mangan)	max.	max.
				max. 0,22 %	max. 0,55 %	max. 1,6 %	0,035 %	0,035 %

Vir: (<https://goo.gl/gbdKJw>, 2016)

4.3.1 Mehanske lastnosti jekla S355J2+N (Standard EN 10025, 2004)

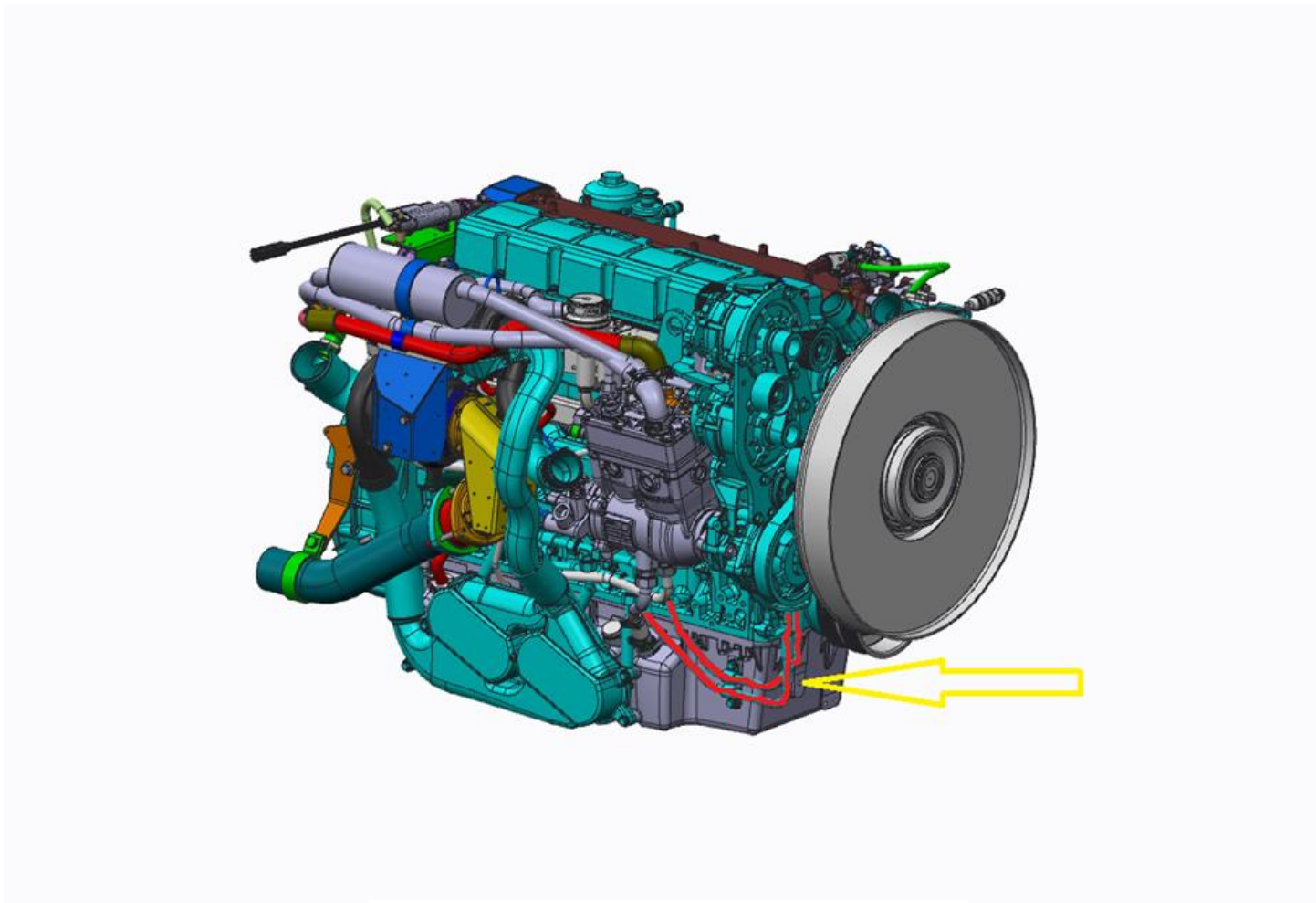
- Minimalna napetost tečenja (R_e) – 355 N/mm²
- Natezna trdnost (R_m) – 470–630 N/mm²
- Preizkus po Charpyju – pri -20°C/27J
- Raztezek – max. 22 %

5 KONSTRUKCIJA NOSILCA ALTERNATORJA

Zamisel za razvoj oziroma rekonstrukcijo nosilca alternatorja je nastala zaradi zamudnega predelovanja standardnih cevi vmesnega hladilnika. Prejšnji nosilec alternatorja je zapiral pot cevem, zato ni bilo druge možnosti, kot da jih predelamo tako, da jih drugače upognemo. Kmalu se je izkazalo, da takšna predelava ni gospodarna, saj zahteva dodatne stroške in čas, ki ga delavec porabi, da predela standarden sklop.

Nosilec alternatorja mora biti narejen tako, da prenaša obremenitve teže alternatorja in dinamične obremenitve, ki jih povzroča jermenski pogon alternatorja prek gonilne jermenice, ki je gnana prek glavne gredi motorja. Nosilec alternatorja je 5-točkovno konzolno vpet v blok motorja, kar zadošča za prenašanje statičnih in dinamičnih obremenitev, ki delujejo na nosilec alternatorja, medtem ko alternator obratuje.

Izvrnine v bloku motorja, v katere je nosilec alternatorja vijačen, so tovarniške izvrtine na motorju, ki jih je proizvajalec motorja vnaprej predvidel za takšne situacije. Izvrtin se ne sme predelovati ali kakorkoli posegati v njihove dimenzije brez predhodnega posveta z proizvajalcem, saj lahko spremembe privedejo do porušitve stabilnosti motorja.



Slika 14: Položaj standardnih cevi

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1 Segmenti nosilca alternatorja – izdelava tehnične risbe

Novi nosilec alternatorja mora biti torej sestavljen tako, da ni treba predelovati standardnih cevi, ki so na motorju. Nosilec bo sestavljen iz 11 kosov, ki bodo med seboj zvarjeni ali vijачeni, da dosežemo dimenzijsko in geometrijsko ustreznost, pa bo celoten sklop izdelan z upoštevanjem teh standardov:

- ISO 2768 – mK – (m – medium – srednji razred točnosti) tolerance prostih mer; (K – srednji razred točnosti) splošne geometrijske tolerance za 7 lastnosti. (Standard ISO 2768, 1989)
- ISO 13920-A – splošne tolerance za varjene konstrukcije. (Standard ISO 13920 , 1996)

Pri modeliranju nosilca alternatorja sem si pomagal z delovnim okoljem programa za 3D modeliranje PTC Creo Parametric 2.0. V delovnem okolju Part design sem zmodeliral 8 različnih segmentov nosilca alternatorja in jih potem v delovnem okolju Assembly sestavil v celoto kot nosilec alternatorja.

Ko sem dele nosilca končal v obliki modelov, sem za vsak model izdelal delavniško risbo. Ker sem vse segmente nosilca alternatorja želel prikazati v merilu 1 : 1, sem za format delavniške risbe izbral format A1, kar pomeni 594 mm × 841 mm.

Na prvi strani risbe sem prikazal celoten nosilec in grobe mere celotnega nosilca s kosovnico in določenimi pozicijami za bolj jasno predstavo. Na posebej prikazanem sklopu sem označil tip zvara in debelino zvara, kar je izredno pomembno pri izdelavi nosilca alternatorja, da ne prevarimo materiala in ne naredimo zarezne učinka v material.

Na sklopni risbi nosilca alternatorja sem dodal geometrijske tolerance, ki predstavljajo geometrijo, ki jo mora kos dosegati v končnem stanju, da bo ustrezal glede na druge dele in da bo na koncu uporaben glede na geometrijo delov, ki bodo pritrjeni nanj.

Geometrijske tolerance po standardu ISO 2768 lahko določamo za 7 različnih lastnosti, te lastnosti so: premost, ravnost, pravokotnost, somernost, krožni tek, krožnost in vzporednost. V primeru nosilca alternatorja sem dodal dva različna tipa geometrijskih toleranc, in sicer geometrijske tolerance za vzporednost in geometrijske tolerance za pravokotnost.

Na delavniški risbi sem navedel tudi material, ki naj se uporabi za izdelavo sklopa, in podatek, kateremu nadrejenemu sklopu pripada sestavljeni sklop. Vse našteje operacije sem izvedel v programu PTC Creo 2.0 v delovnem okolju Drawing.

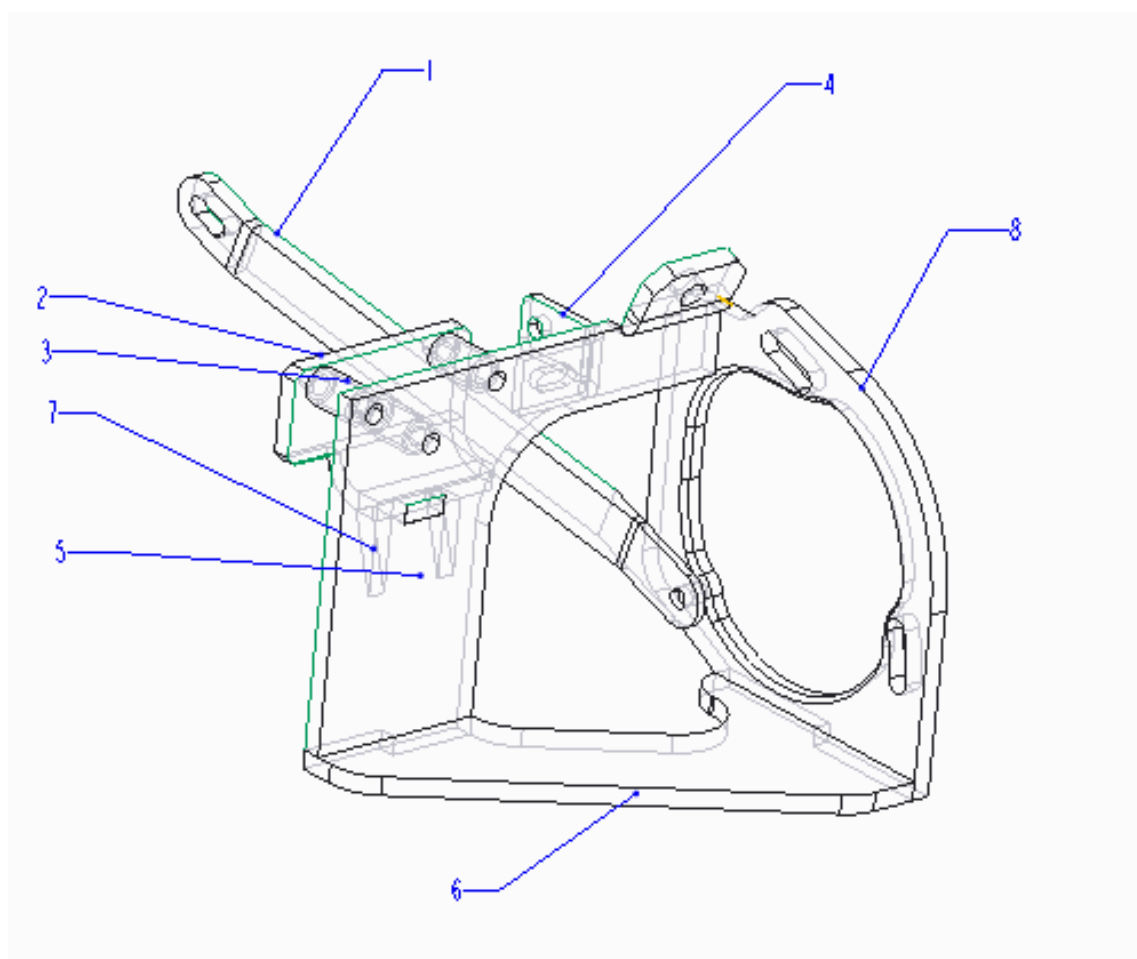
Končano risbo izvozimo v formatu pdf in jo shranimo v projektni arhiv podjetja. Tako risba postane interna tehnična dokumentacija, s katero lahko razpolagajo oddelki v podjetju, ki so odgovorni za proces izdelave izdelka.

KOSOVNICA SESTAVNIH DELOV NOSILCA ALTERNATORJA

Tabela 4: Kosovnica segmentov

Zaporedna številka	Naziv kosa	Število kosov
1	Podpora	1
2	Odmik	1
3	Puša	3
4	Kotnik	1
5	Čelna plošča	1
6	Spodnja plošča	1
7	Rebro	2
8	Stranska plošča	1

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

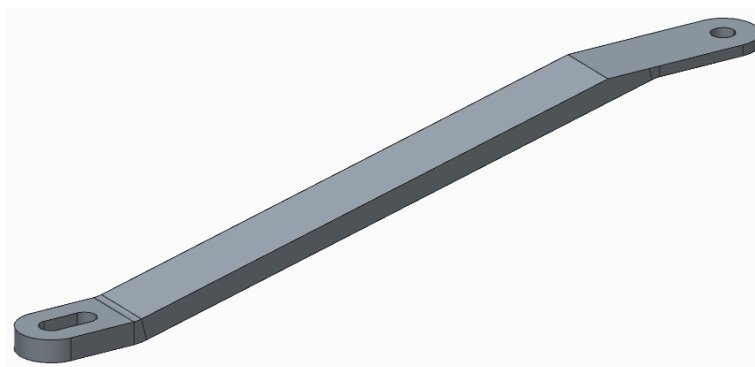


Slika 15: Segmenti

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.1 Podpora

Podpora nosilca alternatorja je iz jekla in je debela 10 mm. Podpora služi kot pomoč pri prenašanju dinamičnih obremenitev, ki delujejo na nosilec pri obratovanju alternatorja. Izdelana je iz enega kosa, s pomočjo deformacije v hladnem stanju (upogib pod kotom 13°) in obdelave z odvzemanjem materiala (rezkanje). Na upognjenih površinah moramo doseči vzporednost, zato moramo dodati geometrijske tolerance za vzporednost določenih površin, da se izognemo neprileganju zaradi nevzporednosti površin.

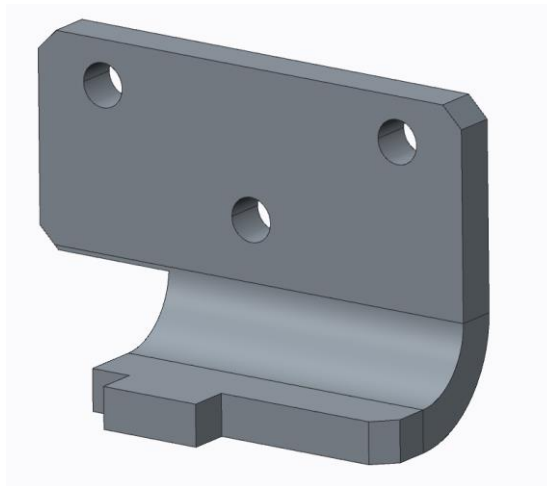


Slika 16: 3D model – podpora

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.2 Odmik

Odmik je v bistvu upognjena pločevina pod kotom 90° , debeline 10 mm. Služi odmiku celotnega nosilca alternatorja od bloka motorja in od standardnih cevi, ki so pritrjene na motor, ter tako omogoča, da se standardne cevi ne predelujejo. Ker je položaj odmika zelo pomemben, je na čelni plošči narejen izrez oziroma faza za lažje določanje položaja pred varjenjem odmika na čelno ploščo. Odmik ima 3 izvrtine za vijačenje v blok motorja. Položaj izvrtin v pločevini odmika mora biti zelo natančen, saj imamo lahko sicer težave z vzporednostjo jermenic, kar pa lahko privede do prehitre obrabe jermena. Zato imajo kote, ki določajo položaj izvrtin, bolj ozko tolerančno območje in so na tehnični risbi obkrožene kot kontrolne mere.



Slika 17: 3D model – odmik

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.3 Puše (3 ×)

Puše so vstavljene in točkovno privarjene med odmik in čelno ploščo in služijo kot podpora odmiku pri prenašanju obremenitev; njihov namen je, da se odmik ne deformira oziroma ne povesi. Puše so v bistvu cevi s premerom $\varnothing 20$ mm in debelino stene 2 mm (notranji premer $\varnothing 16$ mm), dolžine 30 mm.

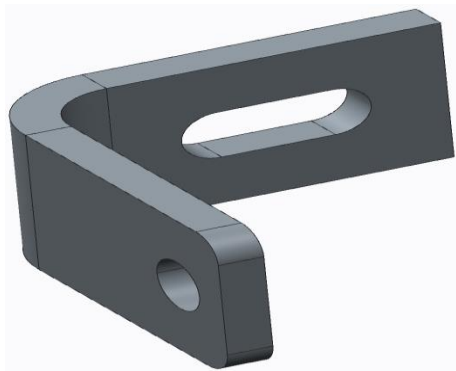


Slika 18: Puša

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.4 Kotnik

Pri tako imenovanem kotniku gre za pločevino debeline 6 mm, upognjeno pod kotom 90°. Namen kotnika je ohranjanje stabilnosti nosilca med delovanjem alternatorja. Izvrtina na kotniku Ø 10,5 mm služi vijačenju na blok motorja, kjer vijak prenaša strižne obremenitve. Podolgovata luknja pa je namenjena varjenju z očesnim zvarom na čelno ploščo nosilca alternatorja.

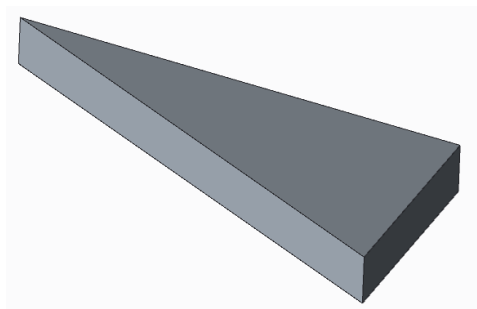


Slika 19: Kotnik

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.5 Rebro (2 ×)

Rebra služijo kot spodnja podpora odmiku in so varjena na odmik ter na čelno ploščo. Debelina pločevine, iz katere so podporna rebra, je 10 mm.

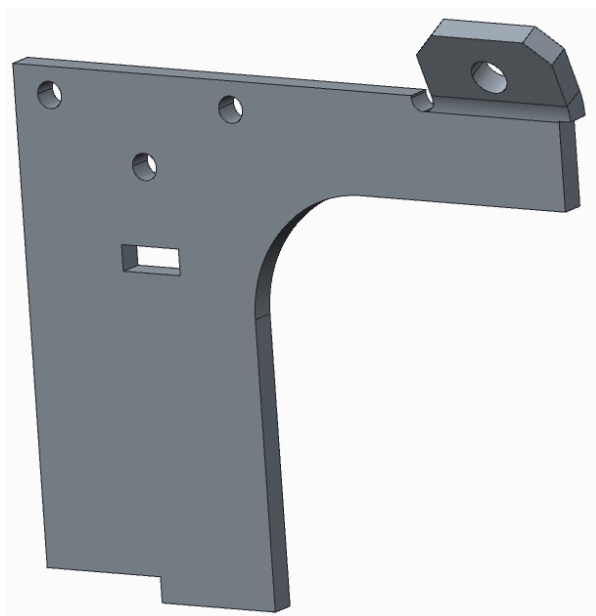


Slika 20: Podporno rebro

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.6 Čelna plošča

Čelna plošča je najpomembnejši del nosilca alternatorja, saj je nanj varjenih največ delov. Čelna plošča ima prav tako izvrtine, kot jih ima odmik. Izvrtine morajo biti narejene v enakem razmerju kot na odmiku, saj sicer prihaja do striga lukenj, kar pa ni dopustno, saj so to izvrtine za vijake. Prav tako kot odmik ima čelna plošča izrez oziroma fazo, kamor si lahko varilec pozicionira odmik ter s tem doseže večjo natančnost in prihrani čas izdelave oziroma priprave na varjenje. Čelna plošča ima poleg izvrtin za vijake na bloku motorja tudi izvrtino za pritrditev ročnega napenjalca jermena – Ø 15 mm. Površina čelne plošče je tudi naležna površina, na katero pritiskata matica in podložka napenjalca jermena, ko napenjamo jermen, zato mora biti ta površina upognjena točno za določen kot, da napenjanje lahko izvedemo.



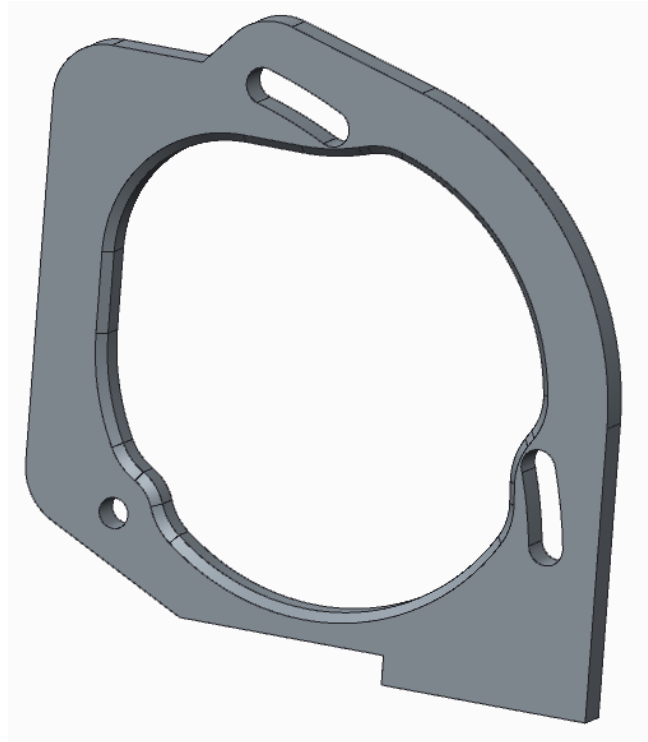
Slika 21: Čelna plošča

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.7 *Spodnja plošča*

Spodnja plošča je debeline 10 mm in je varjena s stransko in čelno ploščo. Tako spodnja kot njena sosednja, čelna plošča sta dimenzionirani tako, da imata narejeno sprostitev zaradi možnosti pritrditve alternatorja na nosilec.

Zaradi lažjega pozicioniranja pred varjenjem imata tako stranska kot čelna plošča pozicionirne robove, ki so v pomoč varilcu.



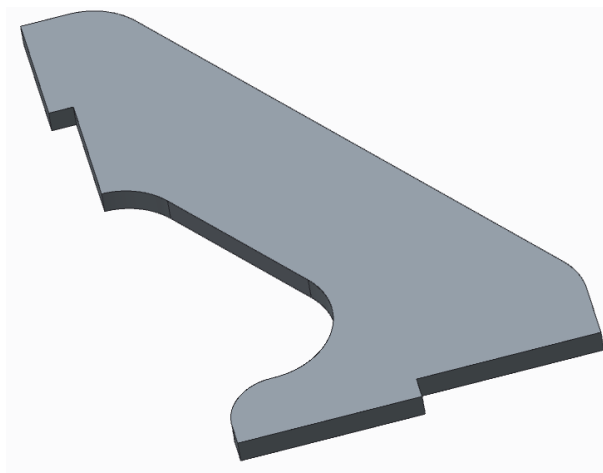
Slika 22: Plošča spodaj

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.1.8 *Stranska plošča*

Stranska plošča je debeline 10 mm. Ima 2 podolgovati luknji, ki služita premikanju pritrdilnih vijakov alternatorja pri ročnem napenjanju jermena, in eno izvrtino za pritrditev podpore nosilca alternatorja. Za lažje pozicioniranje pred varjenjem ima tudi ta plošča pozicionirni rob za doseganje večje natančnosti in lažjo pripravo pred varjenjem. Plošča ima izrezano notranjo

sprostitev, skozi katero poteka os oziroma jermenica alternatorja, rob notranje sprostitve je zaradi boljšega prileganja alternatorja posnet pod kotom 45°.



Slika 23: Stranska plošča

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

5.2 Zvarjenec

Zvarjeni del sestavljajo vsi segmenti, razen podpore, ki je edina vijáčena na zvarjeni del. Pri določanju debeline zvara sem po priporočilih v priročniku uporabil faktor 0,8.

Faktor debeline zvara:

Debelina pločevine/materiala × faktor debeline zvara = debelina zvara

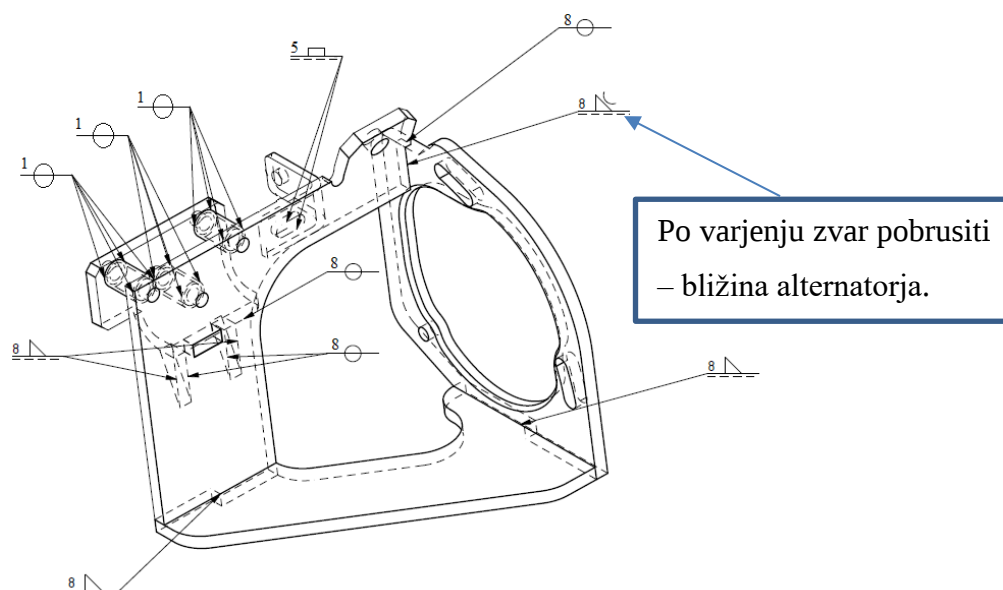
Določanje debeline zvara pri varjenju kotnika na čelno ploščo (Kraut, 2011):

$6\text{ mm} \times 0,8 = 4,8\text{mm} \rightarrow \text{zaokrožimo navzgor} \rightarrow 5\text{mm}$

Nosilec ima 4 različne tipe zvarov.

- *točkovni zvar* – okoli puš, notranja stran podpornih reber, bližina upogiba za napenjalec,
- *očesni zvar* – kotnik,
- *kotni zvar* – varjenje čelne, stranske in spodnje plošče, zunanje strani podpornih reber,

- *kotni zvar z vbočenim temenom* – po varjenju je treba zvar pobrusiti, da ni izbočen, zaradi pravilnega prileganja alternatorja.



Slika 24: Oznake zvarov

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

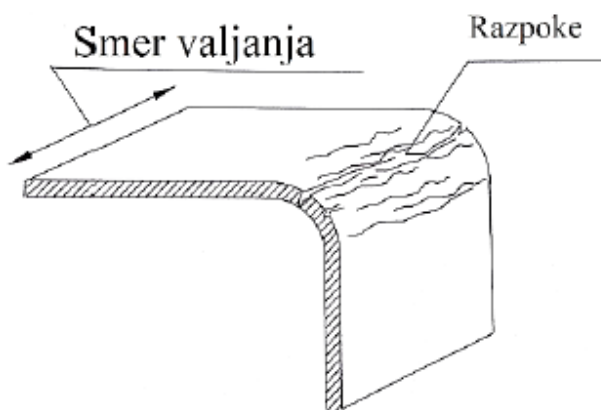
5.3 Opombe na tehnični risbi

5.3.1 Žarjenje za odpravo notranjih napetosti

Ker je nosilec v večini varjen, s tem vplivamo na notranjo strukturo jekla, pojavijo se notranje napetosti, ki lahko privedejo do porušitve nosilne konstrukcije (lom zvara, materiala ...). Zato moramo zvarjenec po varjenju žariti za odpravo notranjih napetosti. Zvarjenec se v peči počasi ogreva na temperaturo od 550°C do 700°C, v peči je določen čas, nato se počasi ohlaja.

5.3.2 Upogibanje pravokotno na smer valjanja pločevine

Pri nosilcu alternatorja se s pomočjo upogibanja izdelajo odmik, čelna plošča, podpora in kotnik. Pri delih, ki se izdelujejo s pomočjo upogiba v hladnem stanju, je treba navesti, da se upogibajo pravokotno na smer valjanja pločevine, saj sicer lahko pride do razpok, kot jih prikazuje slika 25.



Slika 26: Razpoke

Vir: (<https://dk.um.si/Dokument.php?id=60810>, 2013)



Slika 25: Brez razpok

Vir: (<https://dk.um.si/Dokument.php?id=60810>, 2013)

5.3.2.1.1 Barvanje

Barvati po standardu (<i>INTERNI STANDARD</i>) razen označenih površin	
TEMELJNO	POKRIVNO
Posebne zahteve: RAL-7015	

Slika 27: Oznaka za barvanje

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

Z oznako RAL – 7015
povemo, po katerem
barvnem
standardu naj se barva.
RAL – evropski standard
7015 – vrsta barve

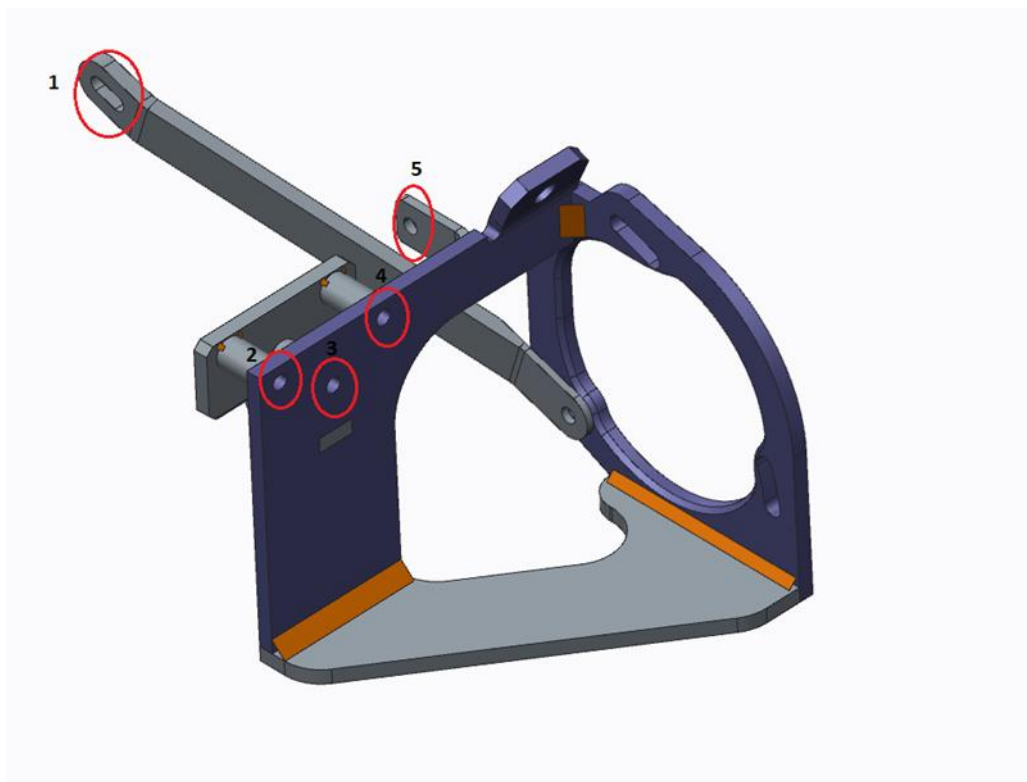
Oznako, kot jo prikazuje slika, dodamo na risbo, ko želimo, da se izdelani kos pobarva. Napis v zgornjem oziroma spodnjem delu oznake določa, katerega standarda se mora mojster pri barvanju držati.

V označenih delih na sredini oznake pa določimo, kako naj se kos pobarva, v tem primeru gre za temeljni in pokrivni nanos barve.

- **Temeljni oziroma antikoroziivni premaz oziroma barva** jeklo ščiti pred rjavenjem ter izboljša oprijem med podlago in zaključnim premaznim slojem.
- **Pokrivno** pomeni prebarvati z zaključnim slojem na prej naneseni temeljni premaz.

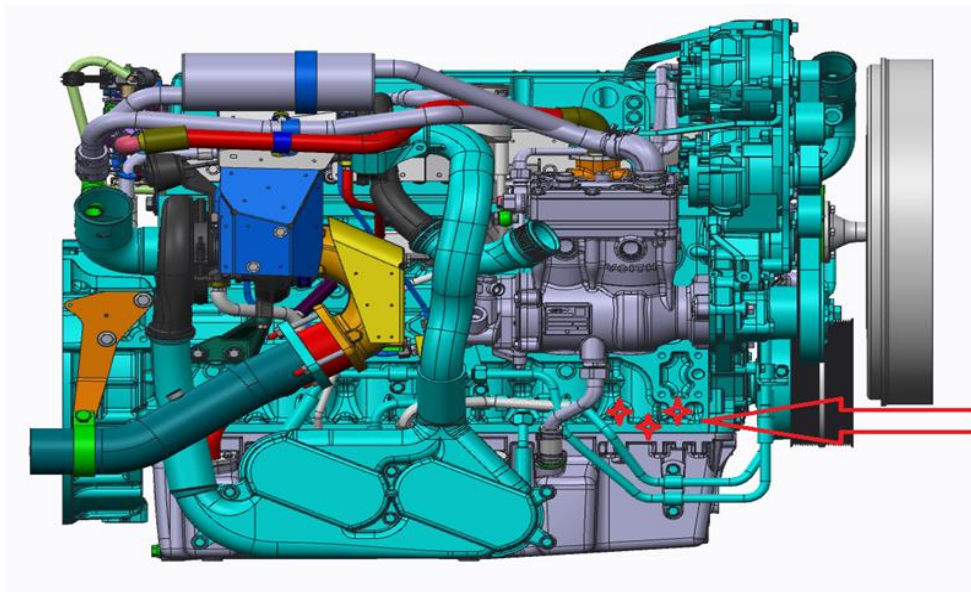
6 DOLOČANJE VPETJA NOSILCA ALTERNATORJA

Nosilec alternatorja mora prenašati statične in dinamične obremenitve. Zato je narejen tako, da je mogoče 5-točkovno vpetje v blok motorja. Vpetje bo izvedeno z vijaki različnih dimenzij, ki morajo imeti enak trdnostni razred, kot je predviden za takšen nosilec – to je trdnostni razred 10,9 in debelino stebra $\varnothing 10$ mm. Nosilec alternatorja bo čelno vpet v treh točkah (slika 10: točke 2, 3, 4) in bočno v 2 točkah (slika 10: točki 1, 5).



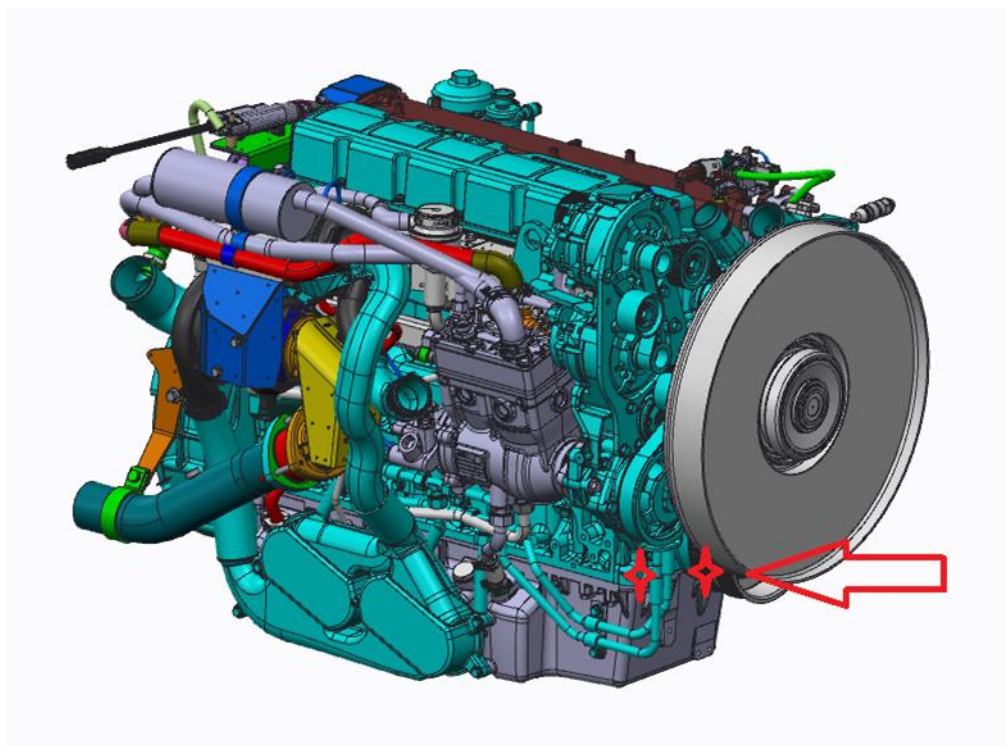
Slika 28: 5-točkovno vpetje

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 30: 3-točkovno čelno vpetje

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 29: 2- točkovno bočno vpetje

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

7 IZDELAVA VGRADNE RISBE S KOSOVNICO

Ko je nosilec izdelan, ko ga preveri kontrola in je konstrukcijsko potrjen, izdelamo vgradno risbo in začnemo prvo vgradnjo. Prva vgradnja pomeni, da nosilec vgradimo v vozilo oziroma na motor, z vsemi elementi, ki so predvideni zanj.

Vgradna risba vsebuje:

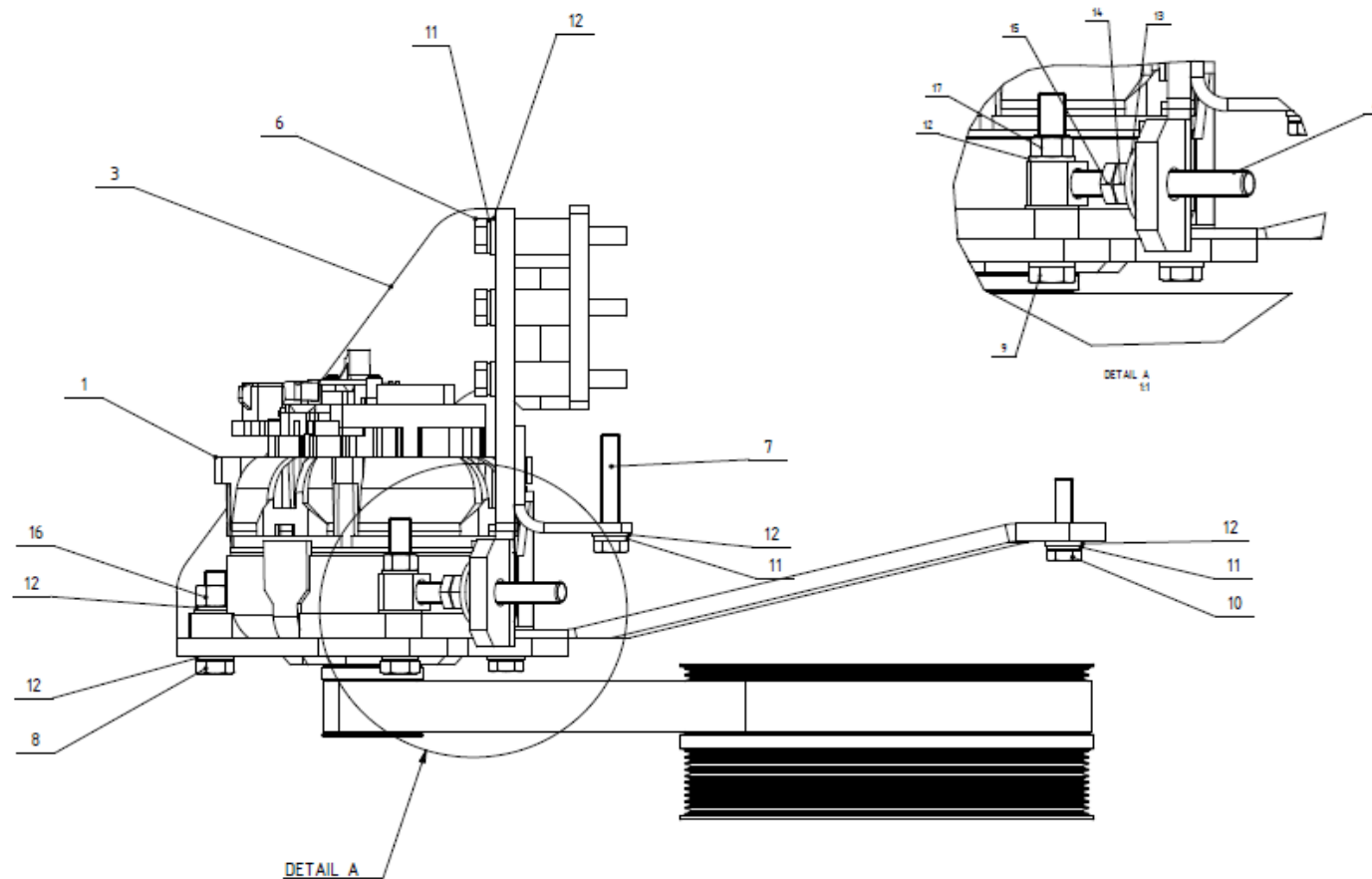
- ves potreben in ustrezen vijalni material za stabilno pritrditev,
- ves potreben dodatni material za vgradnjo,
- navedbo vseh pritrdilnih momentov za različne vijake,
- opombe, ki jih je treba upoštevati pri vgradnji,
- navedbo ustrezne sile za napenjanje jermena,
- kosovnico z označenimi pozicijami na risbi,
- prikaz iz različnih pogledov za boljšo predstavbo.

KOSOVNICA POTREBNIH DELOV ZA VGRADNJO

Tabela 5: Kosovnica – vgradnja

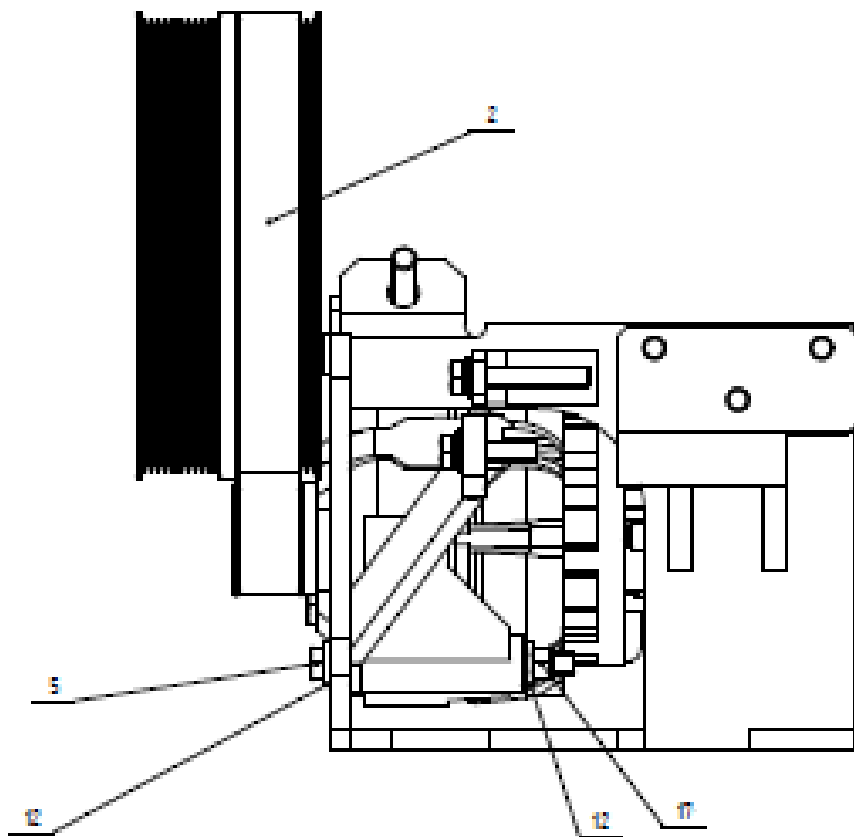
Pozicija	Naziv kosa	Število kosov
1	ALTERNATOR 28V/110A	1
2	JERMEN 8PK L=1055 mm	1
3	NOSILEC ALTERNATORJA	1
4	NAPENJALEC	1
5	VIJAK M10X120-10.9 A3L ISO 4014	1
6	VIJAK M10X75-10.9 A3L ISO 4014	3
7	VIJAK M10X60-10.9 A3L ISO 4017	1
8	VIJAK M12X50-10.9 A3L ISO 4014	1
9	VIJAK M12X80-10.9 A3L ISO 4014	1
10	VIJAK M10X40-10.9 A3L ISO 4017	1
11	PODLOŽKA A10 A4L DIN 127	5
12	PODLOŽKA A10 A4L DIN 125	11
13	PODLOŽKA 12 A4L DIN 9021	1
14	MATICA M12-10 A3L ISO 4032 ŠESTROBA	1
15	MATICA M12-10 A3L ISO 4035 NIZKA	1
16	MATICA M12-10 A3L DIN 985	1
17	MATICA M10-10 A3L DIN 985	2

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



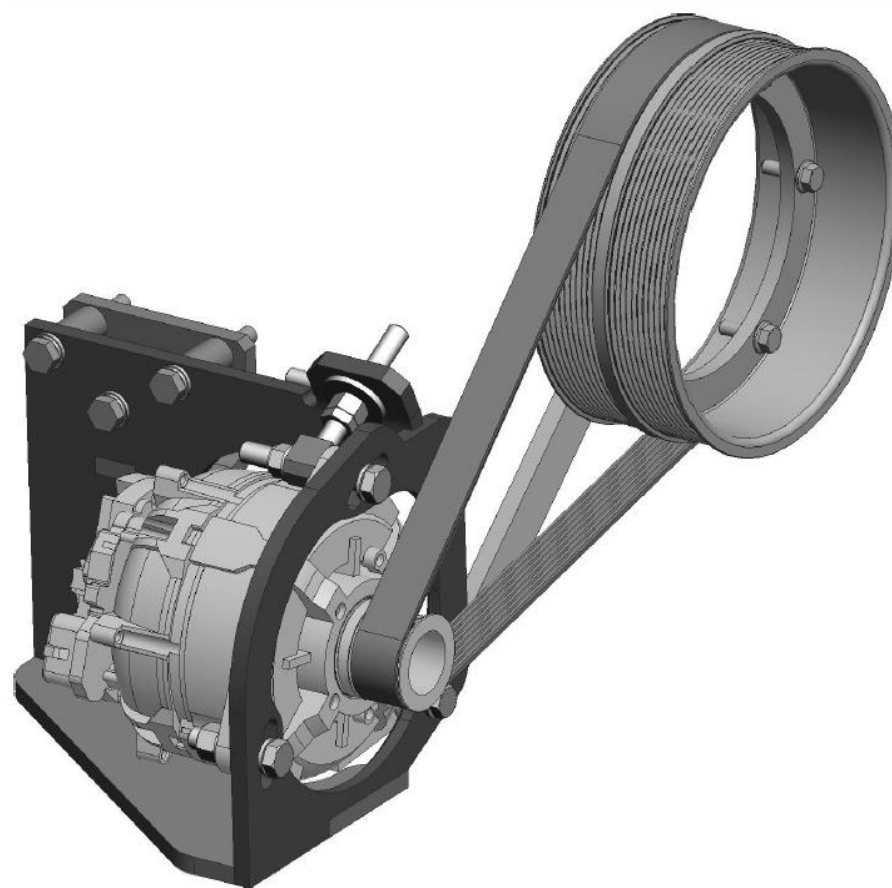
Slika 31: Vgradna risba – tloris

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 33: Spređaj

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 32: 3D pogled

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

7.1 *Vijačni material*

Vijačni material, ki sem ga izbral za pritrditev nosilca na blok motorja in alternatorja na nosilec alternatorja, vključuje vijake, matice in podložke različnih dimenzij in standardov, vsem pa je skupno to, da imajo enako kakovost oziroma trdnostni razred in vrsto površinske zaščite.

Za vgradnjo alternatorja in nosilca je potrebnih šest dimenzijsko različnih vijakov, ki pa jim je skupen trdnostni razred, ki znaša 10,9, in vrsta površinske zaščite, ki je označena z A3L.

Trdnostni razredi vijakov so standardizirani po ISO 898-1, za vijake s trdnostnim razredom 10,9 veljajo naslednje lastnosti (ISO 898-1, 2013):

- konstrukcijska jekla s $C \leq 0,55\%$ in dodatki, legirana jekla, poboljšana in kaljena,
- natezna trdnost $R_m - 1000-1040 \text{ N/mm}^2$,
- meja plastičnosti R_e oz. $R_{p0.2} - 900-940 \text{ N/mm}^2$,
- razteznost $A_5 - 9 \%$,
- trdnostni razred matice – 10.

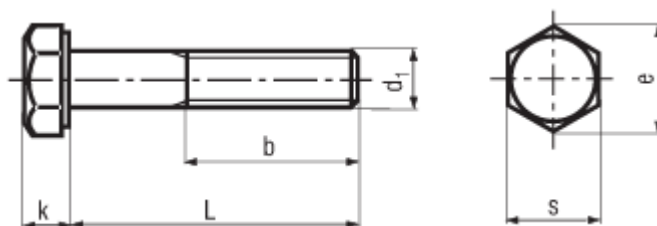
Vrsta zaščite – A3L pomeni, da so vijaki:

- A – cinkani,
- 3 – do globine $8\mu\text{m}$,
- L – stopnja sijaja.

7.1.1 Vijaki

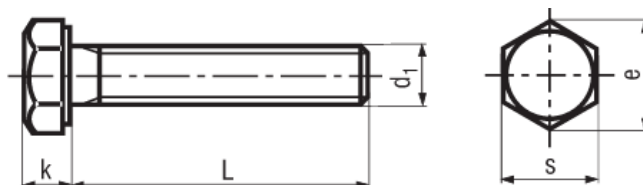
Vijaki, ki sem jih izbral, so povzeti po dveh različnih standardih:

- ISO 4014 – vijaki s šeststrobo glavo z metričnim navojem do polovice (Standard ISO 4014, 2011).
- ISO 4017 – vijaki s šeststrobo glavo z metričnim navojem do glave (Standard ISO 4017, 2011).



Slika 34: ISO 4014/DIN 931

Vir: (<https://goo.gl/rP2XrI>, 2016)



Slika 35: ISO 4017/DIN 933

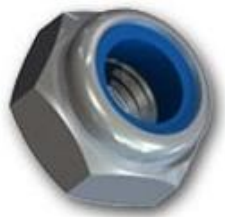
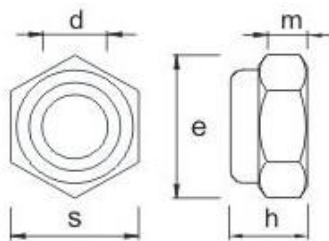
Vir: (<https://goo.gl/X55Q35>, 2016)

7.1.2 Matice

Izbral sem 4 različne matice, ki spadajo pod tri različne standarde. Vsem maticam je skupno, da imajo enak trdnostni razred. Trdnostni standard za vijake (EN 898-1) pravi, da mora vijak s trdnostnim razredom 10,9 imeti matico s trdnostnim razredom 10.

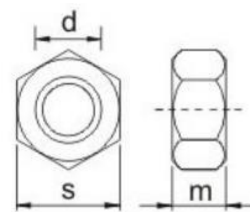
Matice, ki sem jih izbral, spadajo pod tri različne standarde, in sicer:

- ISO 4032 – *navadna šestroba matica* (Standard ISO 4032, 2012). Je na napenjalcu jermena in služi pozicioniranju položaja napenjalca jermena.
- ISO 4035 – *nizka šestroba matica*. (Standard ISO 4035, 2012) Je na napenjalcu kot varovalna matica proti odvitju.
- ISO 10511 – *šestroba samovarovalna matica z nekovinskim vložkom*. (Standard ISO 10511 , 2012) To so matice, ki so v osnovi jeklene, vendar imajo na robu izvrtine, kjer je navoj, plastičen vložek, ki služi kot varovalo proti odvitju. Predvidel sem, da so potrebne vsepovsod pri vijakih, kjer je alternator vpet v nosilec alternatorja.



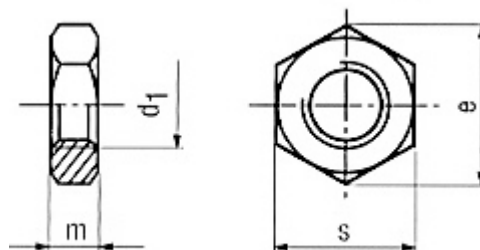
Slika 36: ISO 10511/DIN 985

Vir: (<https://goo.gl/o0AIEO>, 2016)



Slika 38: ISO 4032/DIN 934

Vir: (<https://goo.gl/I6iSQh>, 2016)



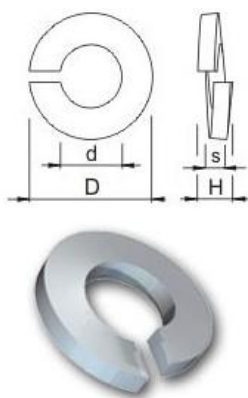
Slika 37: ISO 4035

Vir: (<https://goo.gl/mptUWV>, 2016)

7.1.3 Podložke

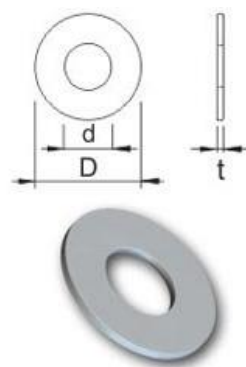
Izbrane podložke so treh različnih dimenzij in treh različnih standardov, z enako vrsto površinske zaščite:

- DIN 127 A – *vzmetne podložke*. Izbral in določil sem jih vsepovsod, kjer je nosilec z vijaki vpet v blok motorja, služijo kot varovalo proti odvitju vijaka (Standard DIN 127 A, 2000).
- ISO 7089 – *navadna podložka tipa A*. So v paru z vzmetnimi podložkami in na vijakih z samovarovalno matico (Standard ISO 7089, 2000).
- DIN 9021 – *podložka s povečano površino*. Je na napenjalnem vijaku napenjalca jermena, kjer matica pritiska na upognjeno površino čelne plošče (Standard DIN 9021, 2000).



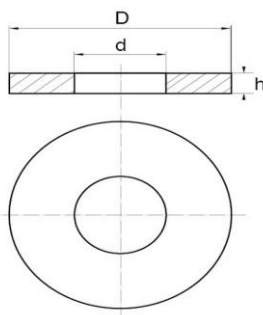
Slika 40: DIN 127 A

Vir: (<https://goo.gl/HtvGO8>, 2016)



Slika 39: ISO 7089

Vir: (<https://goo.gl/LKn8S5>, 2016)



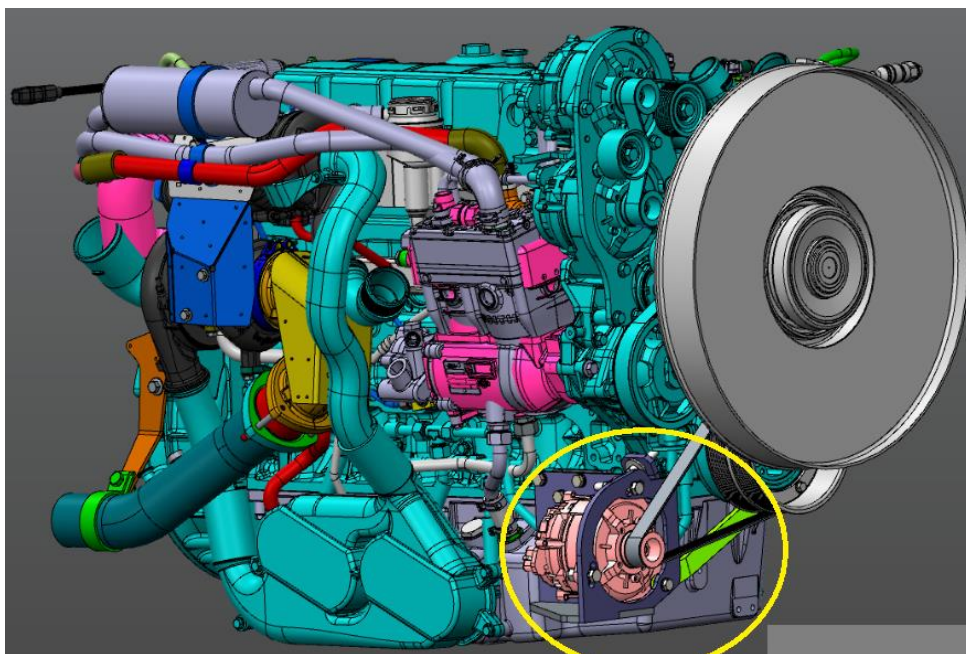
Slika 41: DIN 9021

Vir: (<https://goo.gl/6CxoVZ>, 2016)

8 KONČNO STANJE NOSILCA ALTERNATORJA, NAMEŠČENEGA NA MOTORJU

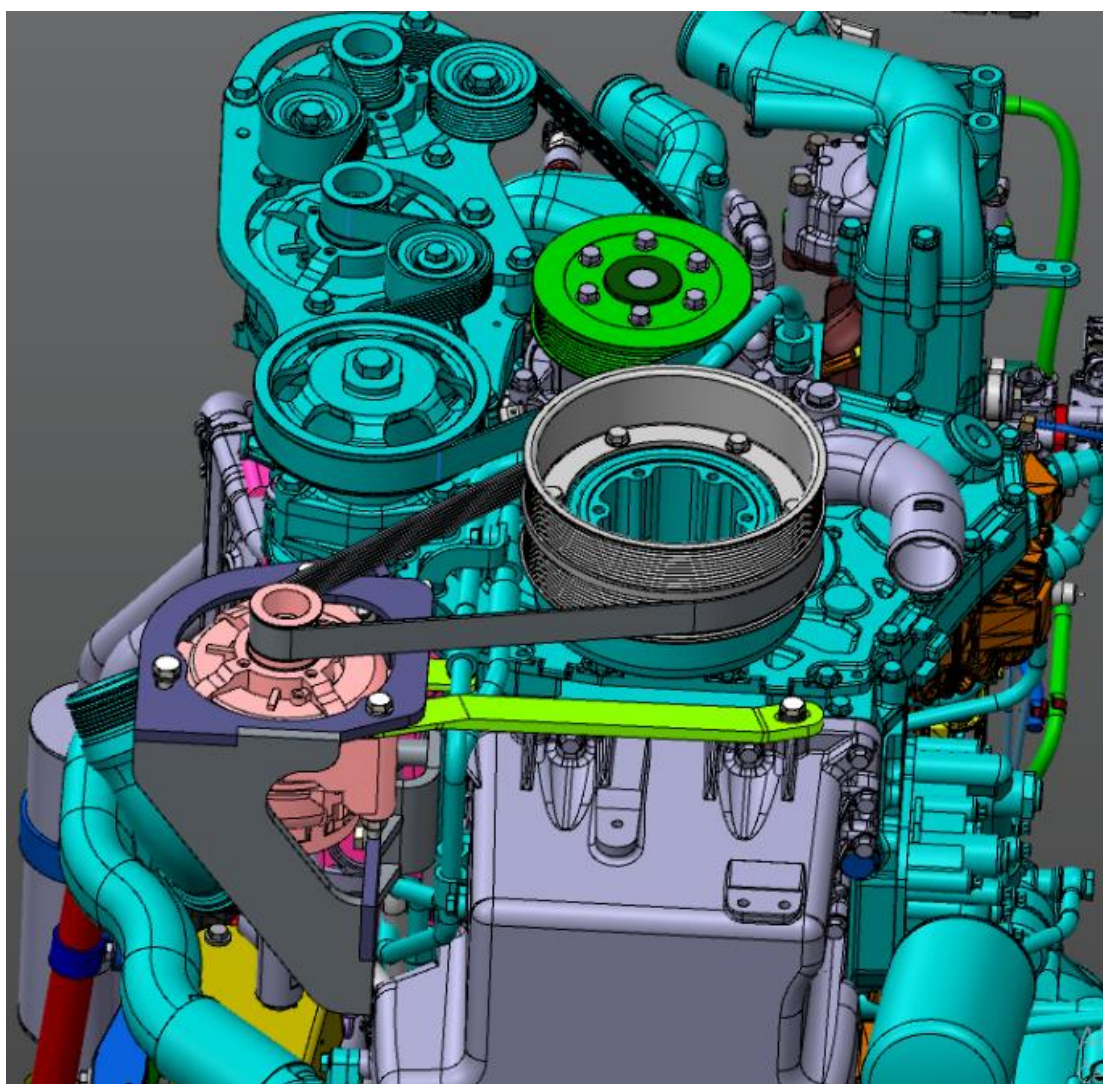
Končno stanje celotnega sklopa nosilca alternatorja z vsemi pritrdilnimi elementi in deli:

- omogoča prost potek standardnih cevi vmesnega hladilnika,
- konstrukcija nosilca omogoča naročilo standardne dolžine jermena,
- material nosilca alternatorja zdrži vso življenjsko dobo alternatorja,
- konstrukcija nosilca alternatorja z alternatorjem ne zavzema prostora drugih motorskih komponent,
- konstrukcija omogoča dostop za demontažo oziroma menjavo jermena.



Slika 42: Stanje na motorju – pogled s strani

Vir: (Lastna raziskava, 2016)



Slika 43: Stanje na motorju – pogled od spodaj

Vir: (Lastna raziskava, 2016)

9 SKLEP

Prvotni nosilec alternatorja ni ustrezal, saj smo morali standardne cevi vmesnega hladilnika na motorju predelovati, kar pa je povzročalo dodatno delo in nepotrebne delovne ure.

Načrt za spremembo nosilca alternatorja je moral biti sistematičen. To obsega razvoj novega izdelka, konstruiranje in izdelavo prototipa. Treba je vedeti, do katere meje smemo, kajti sklop, kot je nosilec z alternatorjem in drugimi deli, ne sme posegati v območje drugih komponent oziroma ne sme motiti delovanja drugih komponent.

Z drugačnim razvojnim razmišljanjem smo dosegli boljši koncept rešitve za problem, ki je nastal. Obstoječi nosilec konstrukcijsko sicer ni bil slab, imel pa je določene pomanjkljivosti, ki smo jih želeli odpraviti.

Velike težave je povzročalo predelovanje standardnih cevi na motorju. Z novo rešitvijo predelovanje ne bo več potrebno. Z rešitvijo privarčujemo pri delovnih urah – delavcu ni treba predelovati cevi, to pomeni 2 delovni uri manj, če gledamo s časovnega in stroškovnega vidika. Če izračunamo, koliko privarčujemo posredno, je prihranek še veliko večji.

Druga težava pri prvotni konstrukciji nosilca alternatorja je bila nestandardizirana dolžina jermena, zato smo bili prisiljeni naročati jermen nestandardizirane dolžine, ki je bil malo dražji. Pri novi konstrukciji nosilca alternatorja nestandardizirane dolžine jermena za pogon alternatorja ne bomo potrebovali, saj je konstrukcija prilagojena tako, da ji ustreza standardna dolžina jermena, ki je cenejši. To nam omogoča večjo prožnost pri morebitni menjavi dobaviteljev jermena, kar pa je spet povezano s stroški.

Nova rešitev predvideva tudi boljši material oziroma pločevino, iz katere je izdelan nosilec alternatorja. Material je bolj vzdržljiv, za nosilec je predvideno, da zdrži življenjsko dobo alternatorja, ki je po podatkih proizvajalca alternatorja 10 let.

Vijačni material za pritrditev nosilca alternatorja je po novem konceptu vpetja nosilca na blok in vpetja alternatorja na nosilec poenotene kakovosti. To je zelo pomembno, saj v primeru neenotne kakovosti vijačnih elementov lahko pride do loma in tudi do verižne reakcije loma vijačnih elementov. To pri obratovanju lahko povzroči veliko škodo na alternatorju in na motorju, za podjetje pa to pomeni dodatne nepotrebne stroške.

Nova tehnična dokumentacija za izdelavo nosilca alternatorja vsebuje tudi razne opombe, s katerim izdelovalca nosilca opozarjamo na možne napake, ki lahko nastanejo pri samemu postopku izdelave. Izpostaviti je treba dele nosilca alternatorja, ki so proizvedeni s pomočjo upogibanja. V preteklosti smo imeli težave z dobavitelji, ki so nam pločevino za izdelavo nosilca upogibali vzporedno na potek silnic v pločevini, kar se je kasneje odražalo v nestabilnosti nosilca pri delovanju alternatorja. Pločevino je treba namesto vzporedno vedno upogibati pravokotno na potek silnic v pločevini. S to in še nekaterimi drugimi opombami smo preprečili nastanek napak, saj bo izdelovalec segmenta, kjer se zahteva upogib glede na risbo, vedel, kako upogibati, da se izogne kasnejšim napakam oziroma razpokam na pločevini, ki je namenjena za izdelavo nosilca alternatorja.

Nova konstrukcijska rešitev ima veliko prednosti, predvsem pa je omogočila zmanjšanje stroškov in skrajšanje časa montaže sklopa na vozilo.

Če vse seštejemo, je prihranek velik, saj pri vsakem avtobusu ne bomo več izgubljali delovnih ur za predelavo standardnih cevi. Prednost je tudi izbor standardne dolžine jermena, saj smo lahko prožnejši pri naročanju pri različnih dobaviteljih. Poleg tega so standardni izbori na trgu cenejši in tudi dostopnejši.

Novi sklop z alternatorjem in nosilcem alternatorja prinaša več prednosti, zato je v našem podjetju od zasnove prišlo tudi do njegove izvedbe.

10 VIRI, LITERATURA

Bastian, P. (2013). *Elektrotehniški priročnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Fischer, R. (2011). *Motorno vozilo*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

<https://dk.um.si/Dokument.php?id=60810>. (2013). Pridobljeno iz Digitalna Knjižnica Univerze v Mariboru: Iz spletnega naslova <https://dk.um.si/Dokument.php?id=60810>

<https://goo.gl/1F6jXT>. (2016). Pridobljeno iz AOSHENG: Iz spletnega naslova <https://goo.gl/1F6jXT>

<https://goo.gl/4KJocZ>. (2016). Pridobljeno iz TAM - Europe: Iz spletnega naslova <https://goo.gl/4KJocZ>

<https://goo.gl/6CxoVZ>. (2016). Pridobljeno iz Bulte: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/6CxoVZ>

<https://goo.gl/FYr4Ku>. (2016). Pridobljeno iz MAN Engines: Iz spletnega naslova <https://goo.gl/FYr4Ku>

<https://goo.gl/gbdKJw>. (2016). Pridobljeno iz BEVERLY STEEL : Iz spletnega naslova <https://goo.gl/gbdKJw>

<https://goo.gl/HtvGO8>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/HtvGO8>

<https://goo.gl/I6iSQh>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/I6iSQh>

<https://goo.gl/iq4xly>. (2016). *Weiku*. Iz spletnega mesta <https://goo.gl/iq4xly>.

<https://goo.gl/LKn8S5>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/LKn8S5>

<https://goo.gl/lQwLbA>. (2016). Pridobljeno iz TAM - Europe d.o.o.: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/lQwLbA>

<https://goo.gl/mptUWV>. (2016). Pridobljeno iz Schraubenhandel VS: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/mptUWV>

<https://goo.gl/o0AIEO>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/o0AIEO>

<https://goo.gl/PqTKtj>. (2016). Pridobljeno iz Weiku : Iz spletnega mesta <https://goo.gl/PqTKtj>

<https://goo.gl/rP2XrI>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB : Iz spletnega mesta <https://goo.gl/rP2XrI>

<https://goo.gl/tIk12o>. (2016). Pridobljeno iz TAM - Europe d.o.o.: Iz spletnega mesta <https://goo.gl/tIk12o>

<https://goo.gl/X55Q35>. (2016). Pridobljeno iz MATICAMB: Iz spletnega naslova <https://goo.gl/X55Q35>

Interni vir podjetja. (2015).

ISO 898-1. (2013). *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread*. International Organization for Standardization.

Kraut, B. (2011). *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: Littera picta.

Lastna raziskava. (2016).

Ren, Z. G. (2007). *Strojni elementi: Uvod v gonila, torna, jermenska in verižna gonila*. Maribor: Založništvo Fakultete za strojništvo, Maribor.

Standard DIN 127 A. (2000). *Spring lock washer*. Deutsches Institut für Normung.

Standard DIN 9021 . (2000). *Scheiben. Außendurchmesser = 3x Schraubendurchmesser*. Deutsches Institut für Normung.

Standard EN 10025. (2004). *European standard for hot-rolled structural steel*. European Committee for Standardization.

Standard ISO 10511 . (2012). *Prevailing torque type hexagon thin nuts (with non-metallic insert)*. International Organisation for Standardization.

Standard ISO 13920 . (1996). *General tolerances for welded constructions*. International Organization for Standardization.

Standard ISO 2768. (1989). *Tolerances for linear and angular dimensions* . International Organization for Standardization.

Standard ISO 4014. (2011). *Hexagon head bolts with shank*. International Organization for Standardization.

Standard ISO 4017. (2011). *Hexagon head bolts with thread up to head*. International Organization for Standardization.

Standard ISO 4032. (2012). *Hexagon regular nuts*. International Organization for Standardization.

Standard ISO 4035. (2012). *Hexagon thin nuts chamfered*. International Organization for Standardization.

Standard ISO 7089. (2000). *Flat washer*. International Organisation for Standardization.