



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: INŽENIR STROJNIŠTVA  
Modul: Orodjarstvo

## **S-dia. IZTISI NA AVTOPLAŠČIH**

Mentor: mag. Slavko Božič  
Lektorica: Tanja Zečević

Kandidat: Danijel Matijašević

Kranj, april 2020

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju za vso podporo in usmeritve pri izvedbi naloge.

Še posebej pa se zahvaljujem družini in sodelavcem, ki so mi stali ob strani in me nenehno spodbujali pri pisanju.

Zahvaljujem se tudi lektorici Tanji Zečević, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno pregledala.

## IZJAVA

Študent Danijel Matijašević izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Slavka Božiča.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Iztisi na avtoplašču predstavljajo presežek materiala in hkrati kakovostno neustrezen avtoplašč. V diplomski nalogi smo se posvetili analizi iztisa na S-dia. Iztis na S-dia. je presežek materiala po celotnem obodu avtoplašča, na zaključku tekalnega dela in na začetku oz. vrhu bočnega dela avtoplašča, ki nastane med procesom vulkanizacije v obliki tankega »filma«. Avtoplašč s presežkom materiala po celotnem obodu ni primeren za prodajo, zato se mora obrezati. Da bi se izognili dodatnemu procesu oz. obrezovanju avtoplašča, se bomo posvetili analizi konstrukcije avtoplašča, kalupa in procesa vulkanizacije.

Cilj naloge je bil izboljšati, zmanjšati in ne nazadnje tudi odpraviti iztis na S-dia. avtoplašča v razvojni in sprostivni fazi. Definirali smo optimalne smernice in postopke za vse na novo razvite dimenzije avtoplaščev in tako preprečili iztise že v razvojni fazi. Na novo razvitih avtoplaščih smo zmanjšali odpadke in zmanjšali proces obrezovanja avtoplaščev ter posledično zmanjšali možnost pojavnosti reklamacij, povezanih z iztisi.

**KLJUČNE BESEDE:** S-dia. iztis, avtoplašč, proces vulkanizacije, kalup, konstrukcija avtoplašča.

## **ABSTRACT**

Tire flashes represents material excess and consequently inappropriate Tire quality. With this Thesis we have been followed and being focused on S-dia, flashes and analyses. S-dia. flash is excess material around the whole Tire circumference on the border between Tread and Sidewall part. It occurs during Curing process. You can detect it as »thin film« around Tire circumference. Tire with excess material is not appropriate for sales. With trimming process we prepare Tire which correspond to all quality requirements. With it the time and cost increasing. The goal was, to analyse the tire construction, mold and curing process to find solution how to remove trimming.

The main goal of the Thesis was to improve, reduce and last but not least, to remove S-dia Flashes. We have defined optimal guidelines and procedure for new developed Tire sizes to prevent Flashes in the development phase. Waste, trimming process and claims connected with S-dia were reduced with new tires size releases.

**KEYWORDS:** S-dia. Flash, Tire, Curing process, Mold, Tire Construction.

## KAZALO VSEBINE

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | UVOD .....                                      | 1  |
| 1.1   | Predstavitev problema.....                      | 1  |
| 1.2   | Namen in cilji naloge .....                     | 1  |
| 1.3   | Predstavitev okolja .....                       | 1  |
| 1.4   | Predpostavke in omejitve .....                  | 2  |
| 1.5   | Metode dela .....                               | 2  |
| 2     | TEORETIČNE OSNOVE .....                         | 3  |
| 2.1   | Avtoplašč .....                                 | 3  |
| 2.1.1 | Geometrija avtoplašča .....                     | 4  |
| 2.1.2 | Osnovni postopek izdelave plašča .....          | 7  |
| 2.2   | PROCES VULKANIZACIJE IN KALUP .....             | 8  |
| 2.2.1 | Proces vulkanizacije.....                       | 9  |
| 2.2.2 | Kalup in njegovo čiščenje ter vzdrževanje ..... | 10 |
| 2.3   | IZTISI NA AVTOPLAŠČU .....                      | 12 |
| 2.3.1 | Definicija iztisa na S-diametru .....           | 14 |
| 2.4   | POPRAVILO IZTISA NA S-DIAMETRU .....            | 16 |
| 2.4.1 | Popravilo potniškega kalupa .....               | 16 |
| 2.4.2 | Sprememba konstrukcije avtoplašča .....         | 17 |
| 2.4.3 | Proces obrezovanja avtoplaščev .....            | 18 |
| 3     | POVZETEK OBSTOJEČEGA STANJA.....                | 19 |
| 4     | PRAKTIČNI DEL .....                             | 22 |
| 4.1   | 1. POSKUS .....                                 | 22 |
| 4.2   | 2. POSKUS .....                                 | 25 |
| 4.3   | 3. POSKUS .....                                 | 27 |
| 4.4   | POVZETEK PRAKTIČNEGA DELA .....                 | 28 |
| 5     | ZAKLJUČEK .....                                 | 30 |
|       | LITERATURA IN VIRI .....                        | 32 |
|       | PRILOGA.....                                    | 34 |

## KAZALO SLIK

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Slika 1: | Oznake na avtoplašču .....                                      | 3  |
| Slika 2: | Sile, ki delujejo na avtoplašč.....                             | 4  |
| Slika 3: | Različni cilji letnih, celoletnih in zimskih avtoplaščev.....   | 5  |
| Slika 4: | Osnovne komponente v avtoplašču .....                           | 6  |
| Slika 5: | Shematski prikaz postopka izdelave avtoplaščev.....             | 7  |
| Slika 6: | Produkta na konfekciji: karkasa (a) in surovec (b).....         | 8  |
| Slika 7: | Osnovna shema kalupa s surovcem, nameščenim v stiskalnici ..... | 9  |
| Slika 8: | Surovec pred začetkom vulkanizacije (a) in avtoplašč (b).....   | 10 |

|  |    |
|--|----|
| Slika 9: Osnovne komponente kalupa .....   | 10 |
| Slika 10: Vrste iztisov na avtoplašču .....                                      | 12 |
| Slika 11: Avtoplašč z izrazitim S-dia. iztisom po celotnem obodu .....           | 14 |
| Slika 12: Analiza radialnih prečnih iztisov na segmentih kalupa... ..            | 15 |
| Slika 13: Analiza krožnih kanalov: surovec s »silver pen marking«... ..          | 15 |
| Slika 14: Primer popravila zamika na kalupu z dodajanjem ploščic.....            | 17 |
| Slika 15: Ujet in odvečni material po »Hot press« testu (a)... ..                | 17 |
| Slika 16: Vulkanizirani avtoplašč z S-dia. iztisom pred obrezovanjem (a)... ..   | 18 |
| Slika 17: Primeri različnih S-dia. iztisov: iztis z oceno Grade 0 (a)... ..      | 19 |
| Slika 18: Nepravilno zaprt kalup (a) in pravilno zaprt kalup (b) .....           | 20 |
| Slika 19: Primer eliminacije S-dia. iztisa s popravilom ploščice na kalupu... .. | 21 |
| Slika 20: Proces kontrole avtoplaščev z S-dia. iztisi .....                      | 21 |
| Slika 21: Označbe na surovcu pred izvedbo »Hot pressa«.....                      | 23 |
| Slika 22: Grafični prikaz »mold clearancea« za kalup, ki dokazuje,... ..         | 24 |
| Slika 23: Rezultat »Hot press« testa (S-dia. iztis in prezgodnji kontakt... ..   | 24 |
| Slika 24: Primerjava osnovne oblike bočnice (modra barva)... ..                  | 25 |
| Slika 25: Primerjava S-dia. iztisov na obstoječem avtoplašču (a),... ..          | 26 |
| Slika 26: Primerjava osnovne oblike bočnice (rdeča barva) s spremenjeno... ..    | 27 |
| Slika 27: Avtoplašč z vidnim S-dia. iztisom pred izvedbo poskusov (a)... ..      | 28 |
| Slika 28: Primerjava osnovne oblike bočnice (rdeča barva) s spremenjeno... ..    | 29 |
| Slika 29: Proces prepoznavanja in odstranjevanja S-dia. iztisov... ..            | 30 |

## KAZALO TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Potencialne napake, njihov vpliv na iztise in njihovo reševanje..... | 13 |
| Tabela 2: Pravilo za optimalen izbor manjšega avtoplašča.....                  | 16 |
| Tabela 3: Rezultati meritev in preračunani »clearance« kalupa ... ..           | 23 |
| Tabela 4: Dodatne aktivnosti v sklopu prvega poskusa, njihov namen, ... ..     | 25 |
| Tabela 5: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med obstoječo ... ..  | 26 |
| Tabela 6: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med ... ..            | 27 |
| Tabela 7: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med obstoječo ... ..  | 29 |

## POJMOVNIK

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Mold clearance     | - | Prazen prostor med avtoplaščem in kalupom.   |
| Clearance          | - | Dimenzijsko ujemanje surovca in kalupa.  |
| S-dia. iztis       | - | Presežek materiala po celotnem obodu avtoplašča, na zaključku tekalnega dela in na začetku oz. vrhu bočnega dela avtoplašča, ki nastane med procesom vulkanizacije v obliki tankega »filma«. |
| M-dia. iztis       | - | Obod avtoplašča na zaključku bočnega dela.   |
| Hot press          | - | Test za odkrivanje potencialnih mest, kjer pride do iztisa odvečnega materiala in posledično iztisa.   |
| Silver pen marking | - | Permanentno označevanje avtoplašča s sivim obstojnim pisalom.  |
| Grade              | - | Ocena, ki ovrednoti videz avtoplašča pred skladiščenjem in obrezovanjem.   |
| Izseček            | - | Prečno odrezan del avto plašča, namenjen za meritve pozicij vulkaniziranih polizdelkov.  |

## KRATICE IN AKRONIMI

|        |   |  |
|--------|---|--|
| S-dia. | - | S-diameter   |
| FVM    | - | Force Variation Machine (naprava za merjenje variacije sil)          |
| BBD    | - | Belt Building Drum (boben na konfekciji)                             |
| FSF    | - | Footprint Shape Factor (faktor, ki opredeljuje odtis tekalne plasti) |
| ETRTO  | - | European Tyre and Rim Technical Organisation                         |
| JATMA  | - | Japanese Automobile Tyre Manufacturers Association                   |
| TRA    | - | Tire and Rim Association   |
| ADR    | - | Australian Design Rules  |
| RR     | - | Rolling Resistance (kotalni upor)                                    |
| OD     | - | Outher Diameter (zunanji obseg)                                      |
| ACAD   | - | AvtoCAD (programska oprema, namenjena 2D/3D-načrtovanju)             |
| CTA    | - | Cut Tire Analysis (analiza prečnega preseka avtoplašča)              |
| COT    | - | Circumstance Outer Tire (zunanji obseg avtoplašča)                   |
| HS P03 | - | High Speed testing (Chamber testing – hitrostni test avtoplašča)     |
| CL     | - | Center Line (sredinska črta)   |

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V diplomskem delu se bomo posvetili raziskovanju avtoplašča, natančneje, napaki iztisa na S-diametru (v nadaljevanju S-dia.). Gre za presežek materiala po celotnem obodu avtoplašča, na zaključku tekalnega dela in na začetku oz. vrhu bočnega dela avtoplašča, ki nastane med procesom vulkanizacije v obliki tankega »filma«. Avtoplašč s presežkom materiala po celotnem obodu ni primeren za prodajo, zato se mora obrezati. Da bi se izognili dodatnemu procesu oz. obrezovanju avtoplašča, se bomo posvetili analizi konstrukcije avtoplašča, kalupa in procesa vulkanizacije.

## 1.2 NAMEN IN CILJI NALOGE

Namen naloge je izboljšati, zmanjšati in ne nazadnje tudi odpraviti iztis na S-dia. avtoplašča v razvojni in sprostitevni fazi. Cilji, ki jih želimo doseči, so naslednji:

- definirati optimalne smernice in postopke za vse na novo razvite dimenzije avtoplaščev in tako preprečiti iztise že v razvojni fazi;
- zmanjšati odpadek in odpraviti proces obrezovanja avtoplaščev;
- zmanjšati možnost pojava reklamacij, povezanih z iztisi.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Z napako iztisa na S-diametru smo se srečali v podjetju, ki je eden od vodilnih proizvajalcev pnevmatik v jugovzhodni Evropi. Podjetje proizvaja in trži pnevmatike za osebna, poltovorna in tovorna vozila, pnevmatike za industrijske in gradbene stroje, moto pnevmatike in avto zračnice. Prodajni segment sestavljajo pnevmatike petih blagovnih znamk. V podjetju zagotavljamo varnost in udobje voznikom na cestah po celotnem svetu. Približno 80 % pnevmatik prodamo v evropske in druge države prek prodajne mreže koncerna.

Podjetje je del korporacije, ki za razvoj najnaprednejših izdelkov in storitev, ki postavljajo tehnološke in zmogljivostne standarde v avtomobilski industriji, skrbi v dveh inovacijskih centrih. Korporacija je eden izmed največjih proizvajalcev pnevmatik na svetu in zaposluje približno 64.000 ljudi. Izdelke proizvaja v 48 obratih, v 22 državah po svetu.

Zaradi varstva podatkov in želje po anonimnosti podjetje v diplomskem delu ne bo imenovano. Posledično ne bomo predstavili natančnega postopka izdelave avtoplašča in parametrov, povezanih s tem delom postopka.



## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

S-dia. iztis je presežek materiala, ki nastane med procesom vulkanizacije. Stremimo k temu, da se število obrezanih plaščev zmanjša, posledično pa zmanjšamo aktivnosti v sklopu dodatnih procesov in možnost pojava reklamacij zaradi S-dia. iztisov. Da bomo lahko analizirali vzroke za nastanek in definirali smernice za eliminacijo iztisov, smo pripravili različne poskuse. Pri tem so nas usmerjale naslednje hipoteze:

**Hipoteza 1:** Za avtoplašč brez S-dia. iztisov moramo zagotoviti optimalni t. i. Mold clearance, ki opredeljuje prazen prostor med avtoplaščem in kalupom. Optimalna vrednost »Mold clearancea« se giblje med 1,6 in 3 %.

**Hipoteza 2:** »Mold clearance« lahko izboljšamo s korekcijo polizdelka na bočnem delu avtoplašča, t. i. bočnico, spremembo BBD-ja in optimalnim čiščenjem kalupa.

**Hipoteza 3:** V primeru korekcije konstrukcije avtoplašča moramo spremljati in zagotavljati nespremenjen ter optimalen FSF, ki je ključen za stik tekalne površine avtoplašča s podlago.

**Hipoteza 4:** V sklopu izdelave avtoplašča iztisi povzročajo zaradi presežka materiala napačne meritve geometrije avtoplašča na FVM in hkrati zahtevajo naknadni proces obrezovanja. Dodatni procesi zahtevajo dodaten čas, opremo in ljudi. Zaradi dinamike dela se lahko pojavijo napake v obliki preglobokega reza ali neustrezno oz. neenakomerno obrezanega avtoplašča.

**Hipoteza 5:** S-dia. iztis ne vpliva na zmogljivost ali zanesljivost avtoplašča. Na končnega kupca vpliva vizualni vtis, ki povzroča občutek nekakovosti.

## 1.5 METODE DELA

Lastne predhodne raziskave temeljijo na nekajletnih delovnih izkušnjah na področju gumarske tehnologije kot inženir v razvoju novih avtoplaščev in bodo v diplomskem delu navedene posredno. Namenjene so kar največjemu izkoristku gradiva.

Pri doseganju ciljev smo uporabili tudi naslednje metode:

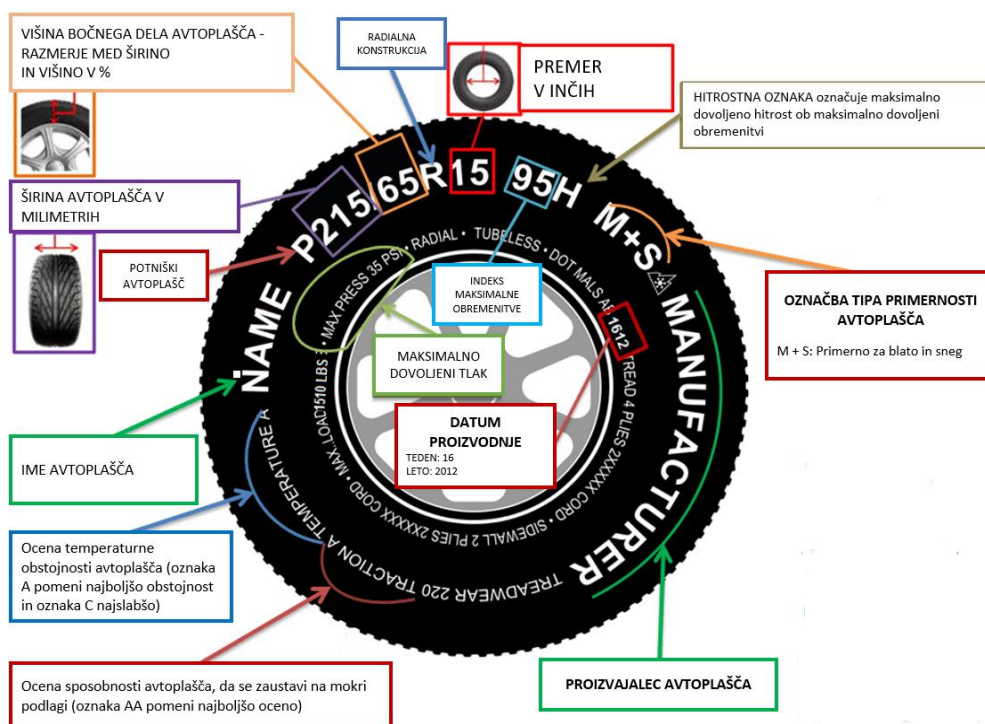
- **Deskriptivno metodo** za študij interne literature s področja gumarstva.
- **Metodo deskripcije** za pregled strokovne literature, opis in obrazložitev strokovnih izrazov in pojmov.
- **Metodo združevanja** pri navedbi in citiranju drugih avtorjev ter združevanju izsledkov različnih raziskav.
- **Metodo analize in interpretacije** med obravnavanjem teoretičnih osnov in rezultatov, pridobljenih med izvedbo poskusov z modificiranimi polizdelki.

- **Opisno metodo** za predstavitev rezultatov in zaključkov.

## 2 TEORETIČNE OSNOVE

### 2.1 AVTOPLAŠČ

Če združimo različne definicije avtoplaščev, lahko povzamemo, da je avtoplašč kompozitni material z rotacijsko simetrijo. Sestavljen je iz mnogih med sabo povezanih gumijastih enot, ki so dodatno ojačane s tekstilom ali jeklenimi ojačitvenimi materiali (Leister, 2015). Najpomembnejše funkcije avtoplašča so optimalna nosilnost in oprijem, trpežnost ter varnost. Poleg naštetega zagotavlja tudi prenos navora med vožnjo in zaviranjem, prenos sile v ovinkih, odzivnost na krmiljenje in ob tem uporabo minimalne moči ter ustvarjanje minimalnega hrupa ob minimalnih vibracijah. V sklopu svoje življenjske dobe mora ohranjati dimenzijsko stabilnost. V razvoju moramo zagotavljati optimalne kompromise med prej naštetimi lastnostmi. Osnovne lastnosti in karakteristike avtoplašča so povzete na bočnem delu, ki je prikazan na Sliki 1. Na osnovi označb, ki so predstavljene na Sliki 1, se lahko odločimo za nakup avtoplašča, ki ustreza našemu avtomobilu in načinu vožnje.



Slika 1: Oznake na avtoplašču  
(Vir: Know To Read Your Tire, 2020)

Za zagotavljanje nosilnosti, oprijema in varnosti mora avtoplašč prenašati sile v različnih smereh, ki so prikazane na Sliki 2 in povzete po Leister (2015):

- **Vertikalna sila** ima vpliv na udobje, saj prenaša moč motorja in zavorne sile na cesto.
- **Bočna** oz. lateralna sila vpliva na obvladovanje vozila in zagotavlja varno vodenje vozila po ovinkih.
- **Sila v smeri vožnje** vpliva na lastnosti vožnje.
- **Oprijemalna sila** zagotavlja maksimalni oprijem s cestno podlago v vseh vremenskih razmerah.



Slika 2: Sile, ki delujejo na avtoplašč  
(Lastni vir)

### 2.1.1 Geometrija avtoplašča

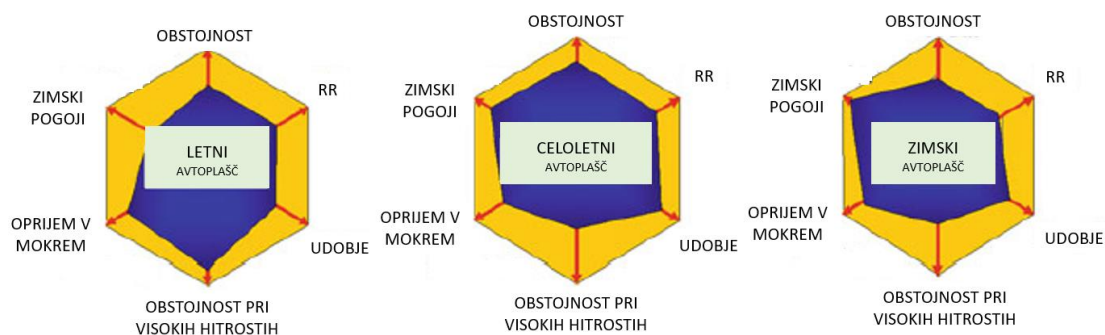
Kot navaja Leister (2015), je osnovna oblika avtoplašča opredeljena z zunanjim in notranjim premerom ter širino. Notranji premer je podan v palcih, širina v milimetrih, zunanji premer pa je opisan kot razmerje med širino in višino v milimetrih. Obstoječe dimenzije s tolerančnimi območji so zajete v standardih Evropske tehnične organizacije za pnevmatike in platišča (European Tyre and Rim Technical Organisation – ETRTO). Mednarodni ETRTO ekvivalenti so JATMA (Japonsko združenje proizvajalcev avtoplaščev), TRA (Ameriško združenje pnevmatik in platišč) in ADR (avstralska pravila za oblikovanje) (Leister, 2015).

Za dimenzioniranje avtoplašča je eno glavnih meril tudi nosilnost. Celotno vozilo je podprto z zrakom v avtoplašču. Avtoplašč je konstantno podvržen raztezanju zaradi pritiska v notranjosti in različnim odklonskim silam zaradi obremenitve vozila na količino tlaka v avtoplašču.

Pri oblikovanju avtoplašča se upoštevajo zahteve, ki niso definirane samostojno, ampak skupaj z zahtevami vozila. Opredeljene so v naslednjih kategorijah (Leister, 2015):

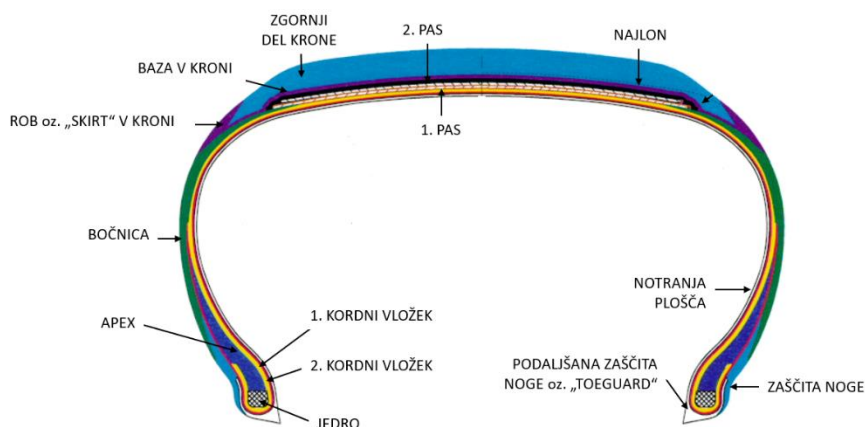
- **Varnost** zajema zaviralno pot v mokrem in suhem ter lastnosti pri velikih hitrostih.
- **Udobje** je definirano na osnovi mehanskih in zvočnih lastnosti avtoplašča.
- **Upravljanje vozila** opredelita togost v ovinku in togost bočnega dela. Ključno vlogo ima tudi dinamika vozila pri velikih hitrostih.
- **Ekonomičnost** je kombinacija optimalne obrabe in kotalnega upora (RR).

Geometrija in konstrukcija sta prilagojeni tudi letnemu času uporabe avtoplašča. Glede na letni čas se izvajajo kompromisi med zgoraj naštetimi zahtevami. Zavedati se moramo, da se zahteve za posamezne letne čase spreminjajo. V ta namen so na Sliki 3 postavljeni splošni cilji in razlike med njimi, ki naj bi jih dosegali letni, zimski in celoletni avtoplašči. Pri celoletnih plaščih je najpomembnejše udobje, medtem ko je pri zimskih plaščih pomemben oprijem s podlago. V primeru zimskih plaščev je manj kritična tudi obstojnost pri velikih hitrostih, saj so avtoplašči zakonsko opredeljeni za doseganje manjših hitrosti.



Slika 3: Različni cilji letnih, celoletnih in zimskih avtoplaščev  
(Vir: Leister, 2015)

Geometrija avtoplašča je odvisna od mnogo komponent, ki so v osnovi pripravljene iz gume, tkanine in jeklenih komponent. Kot je prikazano na Sliki 4, je prečni presek avtoplašča zgrajen iz približno 15 različnih komponent. Število teh se razlikuje glede na osnovno konstrukcijo avtoplašča.



Slika 4: Osnovne komponente v avtoplašču

(Vir: Tire dimensions, constructions and mechanical properties, 2016)

Kot je navedeno v Bodziak (2008), so osnovne komponente avtoplašča naslednje:

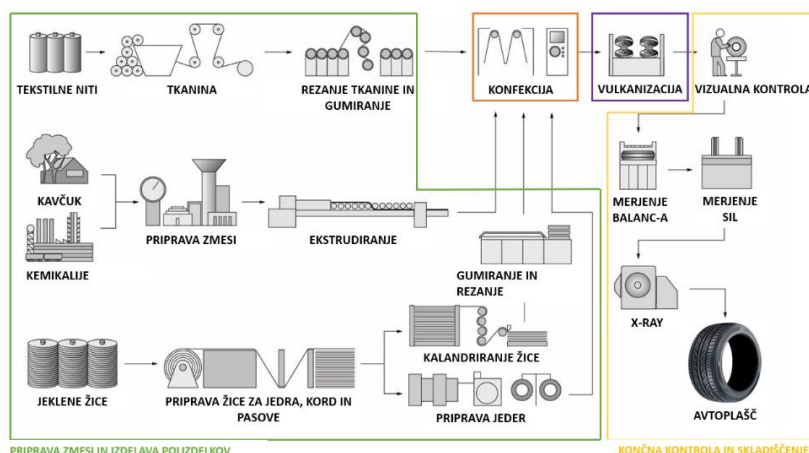
- **Notranja plošča:** Ima funkcijo zadrževanja zraka in hkrati preprečuje prehajanje vlage in vode iz okolja v avtoplašč. Plošča je sestavljena iz gumene zmesi.
- **Jedra:** So večslojne močne jeklene žice, izolirane z gumo. Jedra imajo funkcijo fiksiranja avtoplašča na platišče. Ustvarijo zrakotesno tesnilo in imajo pomembno nalogo pri prenosu centrifugalnih sil med vožnjo.
- **Apex:** Je komponenta iz gumene snovi, ki zagotavlja togost pri prehodu s togega jeklenega območja na tanjši in prožni bok avtoplašča. Položen je okrog zunanje površine vsakega jedra.
- **Kordni vložek:** Zagotavlja trdnost in hkrati obstojno prožnost avtoplašča. Prenaša vse sile med vožnjo, zaviranjem in krmiljenjem, od kolesa do krone. Položen je prek notranje plošče in zavihan okrog jedra, da se slednje fiksira. Sestavljen je iz plasti sukanih poliestrskih, rajonskih ali najlonskih niti, prevlečenih z gumo.
- **Bočnica z zaščito noge:** Sestavljena je iz posebne gumene snovi, ki omogoča zaščito bočnega dela pred vsemi upogibnimi napetostmi znotraj avtoplašča. Karkaso<sup>1</sup> ščiti pred vlago, obrabo in poškodbami. Na bočnico so med procesom vulkanizacije ustvarjeni vsi napisi, ki so bili predstavljeni na začetku tega poglavja.
- **1. in 2. pas:** Sestavljena sta iz številnih vodenih jeklenih žičnih kablov, ki so obloženi z gumo in na koncu rezani pod kotom. Pasova zagotavljata togost tekalne plasti. Tako se sile, ki se pojavijo med vožnjo, pospeševanjem in zaviranjem, porazdelijo. Ohranja se standardna obraba tekalne plasti in zagotavlja oprijem s podlago. Pasova zagotavljata tudi povečano trdnost in obstojnost na prebadanje tekalne plasti (krone).
- **Najlon:** Je plast, ovita okrog pasov. Najlon je sestavljen iz gumiranih trakcev najlona. Plast pri večjih hitrostih omogoča stabilnost avtoplašča na ramenskem področju.

<sup>1</sup> Karkasa je polizdelek, sestavljen iz notranje plošče, jedra, kordnega vložka in bočnice.

- **Krona:** Sestavljena je iz različnih gumenih snovi, ekstrudiranih skozi kovinsko ploščico, t. i. matrico, ki omogoča obliko profila, zahtevano za posamezen avtoplašč. Z različno izbiro snovi lahko izboljšujemo lastnosti kotalnega upora in oprijema v mokrem. Med procesom vulkanizacije se na kroni izoblikuje tekalna površina različnih oblik.

### 2.1.2 Osnovni postopek izdelave plašča

Postopek izdelave plašča je prikazan na Sliki 5 in ga lahko razdelimo na štiri faze.



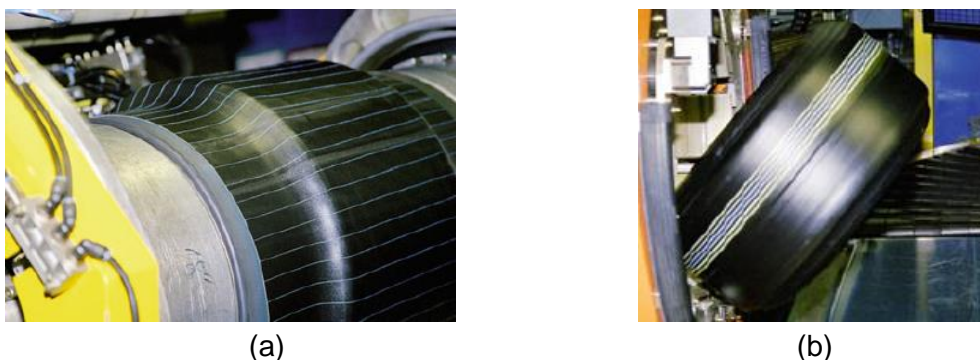
Slika 5: Shematski prikaz postopka izdelave avtoplaščev  
(Vir: ILO Enciklopedia of Occupational Health and Safety, 2011)

#### Priprava zmesi in izdelava polizdelkov:

Osnovne sestavine, ki se uporabljajo pri pripravi zmesi in mešanju, so naravni in sintetični kavčuk, silika, saje, sulfati, aditivi in olja. Zmesi se pripravijo s postopkom mešanja, škropljenja, valjanje in na koncu rezanja. Iz pripravljenih zmesi se z nadaljnjimi postopki, kot so brizganje, kalandriranje, gumiranje in rezanje, pripravijo polizdelki, ki so vhodna komponenta za konfekcijo.

#### Konfekcija avtoplaščev:

V natančno določenem vrstnem redu se predhodno pripravljene polizdelke povežejo najprej v karkaso, ki je prikazana na Sliki 6 (a) (notranja plošča, jedra z apexom, kordni vložek, bočnica z zaščito noge), in potem v t. i. surovec oz. »green tire« na Sliki 6 (b) (pasovi, najlon, krona), ki je pripravljen za vulkanizacijo.



Slika 6: Produkta na konfekciji: karkasa (a) in surovec (b)  
(Vir: Leister, 2015)

### **Vulkanizacija:**

Vulkanizacija je eden izmed najpomembnejših postopkov v gumarski industriji. Poteka v kalupu pod vplivom visokih temperatur in pritiskov. Po zaprtju surovca v kalup se začne segrevanje, ki povzroči kemične reakcije in mreženje verig polimerov s pomočjo žvepla. Med vulkanizacijo se sprošča ogromno plinov, ki lahko povzročijo separacijo med gobasto strukturo v notranjosti in mehurje, kar preprečujemo z uporabo pritiskov.

### **Končna kontrola in skladiščenje:**

V fazi končne kontrole se plašči vizualno pregledajo in ločijo na avtoplašče brez napak, z vizualno ali funkcionalno napako. Določene napake se lahko odpravijo z brušenjem, preostanek pa se ovrednoti kot odpadek. Nadaljnji pregled je voden senzorično in zajema meritve premerov in širine, kontrolo uravnoveženosti (balanca) in meritve sil v različnih smereh (uniformnost). Da preverimo, ali so vse komponente na pravem mestu, se naključno izvaja tudi rentgenski pregled (X-ray). Pregledani in kakovostno ustrezni avtoplašči se skladiščijo v končnem skladišču.

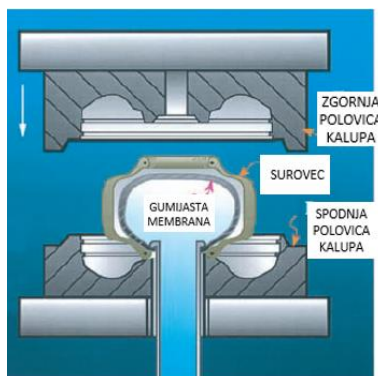
## **2.2 PROCES VULKANIZACIJE IN KALUP**

Proces vulkanizacije je po naključju leta 1839 odkril Charles Goodyear, ko je kavčuk zmešal z žveplom, mešanico po naključju izpostavil vročini in jo potem vrgel v sneg. Postopek vulkanizacije je v osnovi enak še danes. Vulkanizacija poteka tako, da se surovec, oblikovan na konfekciji, vstavi v kalup, ki ima ustrezen profil in oznake. Pod vplivom temperature in pritiska se zaradi kemičnih sprememb elastomerov surovec pretvori iz plastičnega v elastično stanje. Tako dobimo enakomerno vulkaniziran avtoplašč po celotnem prerezu. V osnovi poznamo toplo in hladno vulkanizacijo (Drinovec, 2015). V tem poglavju se bomo osredotočili na toplo, saj se uporablja za izdelavo avtoplaščev.

### 2.2.1 Proces vulkanizacije

Proces vulkanizacije poteka pri visoki temperaturi ob prisotnosti dveh osnovnih komponent, ki sta kavčuk in žveplo. Komponenti se pri visokih temperaturah spajata in tako nastane vulkanizat. Reakcija je eksotermni proces, torej se med reakcijo sprošča toplota, ki je odvisna od količine žvepla v zmesi. Poleg toplote se sprošča tudi ogromno plinov, ki se obvladujejo z uporabo visokega pritiska pare. Pri procesu imajo pomembno vlogo naslednji parametri: temperatura, pritisk pare, čas vulkanizacije in vulkanizirani izdelek.

Celotna vulkanizacija poteka v vnaprej pripravljenih kalupih, ki so nameščeni v vulkanizacijskih stiskalnicah. Osnovna shema je prikazana na Sliki 7. Povzeto po Bodziak (2008) stiskalnica zapre dve polovici kovinskega kalupa, ki definirata končno obliko avtoplašča. V središču surovca je nameščena gumijasta membrana, ki surovec potiska proti stenam kalupa, kjer se oblikuje tekalna plast, ki se ujema z utori in rebri kalupa. Oblikujejo se tudi oblika bočnega dela avtoplašča, profili in napisi.



Slika 7: Osnovna shema kalupa s surovcem, nameščenim v stiskalnici  
(Vir: Bodziak, 2008)

Osnovni proces vulkanizacije zajema naslednje stopnje (Drinovec, 2015):

- **Predvulkanizacija** je prva stopnja vulkanizacije. Na tej stopnji temperatura, ki ogreva zmes v surovcu (glej Sliko 8 (a)), narašča, dokler se ne izenači s temperaturo kalupa. Zaradi visoke temperature zmes postane mehkejša in dovtetnejša za oblikovanje. Surovci se na tej stopnji dokončno oblikujejo po modelu kalupa. Začne se vezava žvepla na kavčuk.
- **Podvulkanizacija** je faza, v kateri poteka vezava žvepla na kavčuk. Plastičnost izdelka pada, hkrati pa se povečuje elastičnost. Materiali postajajo trši in zmes prehaja v gumo. Stopnja traja, dokler se ne veže vse žveplo.
- **Optimalna vulkanizacija** je zaključna faza vulkanizacije. Fizikalne in kemične spremembe omogočijo nastanek gume z optimalnimi lastnostmi. Vulkanizacija je



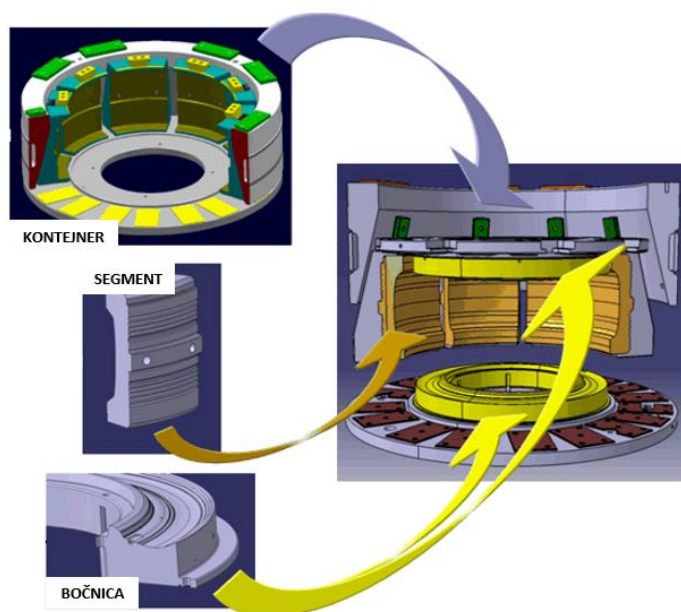
na tej stopnji končana. Produkt je avtoplašč, izdelek z veliko elastičnostjo, natezno trdnostjo in odpornostjo proti obrabi (glej Sliko 8 (b)).



Slika 8: Surovec pred začetkom vulkanizacije (a) in avtoplašč (b)  
(Vir: Drinovec, 2015)

### 2.2.2 Kalup in njegovo čiščenje ter vzdrževanje

Kalup poskrbi, da avtoplašč dobi dokončno obliko. V osnovi je iz jekla, nekateri segmenti pa iz aluminija. Ima dvojno steno, z oblikovanimi prekatmi, prek katerih se pretaka para. Kot je prikazano na Sliki 9, je sestavljen iz kontejnerja, zgornje in spodnje bočnice ter segmentov.



Slika 9: Osnovne komponente kalupa  
(Vir: Lastni vir)

Ob stalni uporabi kalupa moramo zagotavljati redno čiščenje in vzdrževanje. Vzdrževanje zajema pregled in morebitna popravila, čiščenje pa postopek peskanja.

## Čiščenje

Kalupe čistimo s postopkom peskanja. Peskanje je čiščenje površine s pomočjo abrazivnega sredstva (npr. peska). Pesek s pomočjo komprimiranega zraka, pod pritiskom, z velikim pospeškom nanašamo na površino. Je postopek za idealno pripravo površine pred nanosom pokrivnih materialov, odstranjevanjem starih premazov in korozije, čiščenjem in utrjevanjem termično obdelanih površin. Uporabljamo lahko različna abrazivna sredstva: kremenčev pesek (največkrat), bakrovo žlindro, jeklene kroglice, suhi led ... (Drinovec, 2015).

V podjetju uporabljamo peskanje z uporabo suhega ledu in klasično peskanje (Drinovec, 2015):

- **Klasično peskanje** je peskanje s finimi peskalnimi materiali (kalcit, kamniti prah, natrijev bikarbonat ...). Peskanje poteka s pomočjo šobe, ki ji lahko hitro in preprosto spremenimo način peskanja glede na zahteve (vrtinčasti curek peska, curek v obliki ploske pahljače ali okrogli curek).<sup>2</sup>
- **Suhi led** je metoda čiščenja, podobna peskanju, pri čemer suhi led zamenja tradicionalne materiale za peskanje. V primerjavi s klasičnim peskanjem pri čiščenju s suhim ledom ta ne ostaja na mestu čiščenja, saj sublimira. Edini odpadki, ki ostane na mestu čiščenja, je material, ki se je očistil s površine. Čiščenje s suhim ledom ima veliko prednosti: je popolnoma suh, netoksičen, neprevoden in neabraziven postopek, ne pojavljajo se sekundarni odpadni materiali (edini odpadki je očiščena nečistoča), ne zahteva ustavitve strojev in naprav.

## Vzdrževanje in popravila

Pred popravilom se kalup demontira in očisti ter premeri, da ugotovimo točko za popravilo. Kalupi se vzdržujejo skladno z načrtom rednega vzdrževanja in popravljajo ob pojavu napak. Najpogostejši napaki sta nezalit plašč in pojav prekomernega prečnega ali vzdolžnega iztisa, kar je tudi tematika diplomske naloge. Napaki odpravljamo z naslednjimi popravili: varjenje segmentov, rezkanje, plansko struženje in ročna obdelava (Markič, 2007).

---

<sup>2</sup> **Vrtinčasti curek** (najbolj nežna, fina metoda pri čiščenju občutljivih površin), **curek v obliki ploske pahljače** (čiščenje površine v kratkem času), **okrogli curek** (klasična univerzalna metoda peskanja).

## 2.3 IZTISI NA AVTOPLAŠČU

Iztisi na avtoplašču predstavljajo presežek materiala in hkrati kakovostno neustrezen avtoplašč. Čeprav se bomo v diplomski nalogi posvetili analizi iztisa na S-dia., želimo predstaviti še ostale iztise (glej Sliko 10):

- **Krožni iztis na S-diametru** (obod avtoplašča, na zaključku tekalnega dela in na začetku oz. vrhu bočnega dela avtoplašča).
- **Krožni iztis na M-diametru** (obod avtoplašča, na zaključku bočnega dela).
- **Prečni iztis** (tekalna površina avtoplašča).
- **Podaljšan prst** (obod avtoplašča, na območju noge oz. jedra).
- **Iztisi na poziciji izmenljivih ploščic** (točkovne pozicije na obodu avtoplašča).



Slika 10: Vrste iztisov na avtoplašču  
(Vir: Tire Flash, 2018)

Za proizvodnjo avtoplaščev brez iztisov moramo zagotavljati:

- Kompatibilnost med surovcem in kalupom (dimenzijsko ujemanje surovca in kalupa – »clearance«).
- Kompatibilnost med stiskalnico in kalupom (pravilno nameščen kalup v stiskalnico).
- Dobro pripravljen, očiščen in vzdrževan kalup (nepoškodovan kalup).
- Dobro vzdrževano in pripravljeno stiskalnico (neustrezna priprava opreme in nastavitev).

Če zgoraj naštetih točk niso izpolnjene, lahko pričakujemo iztise, ki so lahko posledica različnih neskladnosti oz. napak. V Tabeli 1 so predstavljeni potencialne napake, njihov vpliv na iztise in reševanje slednjih.

| <b>NAPAKA</b>                                  | <b>POTENCIALNE POSLEDICE</b>   | <b>PREVERJANJE oz. KONTROLA</b>   |
|--|--|---|
| <b>NEUJEMANJE SUROVCA IN KALUPA</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• S-dia. iztis</li> <li>• Iztis na segmentnih razpokah</li> <li>• Tveganje za poškodbo kalupa</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvedba »Hot press« testa</li> <li>• Izvedba testa z manjšim surovcem</li> </ul>   |
| <b>NEUSTREZNO NAMEŠČEN KALUP V STISKALNICO</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nastanek iztisov zaradi neskladja med stiskalnico in kalupom (M-dia. iztis in podaljšan prst)</li> </ul>                            | Kontrola: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centričnosti</li> <li>• Poravnave zgornjega in spodnjega dela kalupa</li> </ul>  |
| <b>NEUSTREZNO STANJE KALUPA</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iztekanje gume skozi razpoke med segmenti kalupa</li> </ul>   | Kontrola: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Širine spojev med segmenti</li> <li>• Pojav S-dia. iztisa</li> <li>• Stanja spojev med segmenti</li> <li>• Zamika na kalupu</li> </ul>   |
| <b>NEUSTREZNO STANJE STISKALNICE</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nastanek iztisov zaradi neskladja med stiskalnico, kalupom in surovcem</li> <li>• Iztisi na poziciji izmenljivih ploščic</li> </ul> | Kontrola: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralelnega zapiranja kalupa</li> <li>• Centrične postavitve spodnjega in zgornjega dela kalupa</li> <li>• Centričnosti nalaganja surovca v kalup</li> <li>• Pritiska zapiranja stiskalnice</li> <li>• Pozicije izmenljive ploščice</li> </ul> |

Tabela 1: Potencialne napake, njihov vpliv na iztise in njihovo reševanje  
(Vir: Tire Flash, 2018)

### 2.3.1 Definicija iztisa na S-diametru

Kot smo omenili v uvodu tega poglavja, je iztis na S-dia. odvečni material, ki se pojavi na obodu avtoplašča na zaključku tekalnega dela in na začetku oz. vrhu bočnega dela (Slika 10 in 11). Iztis se največkrat pojavi zaradi dimenzijskega neujemanja surovca in kalupa. Kadar se srečujemo s S-dia. iztisi, se v osnovi odločamo za dve testiranji, da preverimo, kako lahko iztis odpravimo:

- »Hot press« testiranje in
- test z uporabo manjšega surovca.

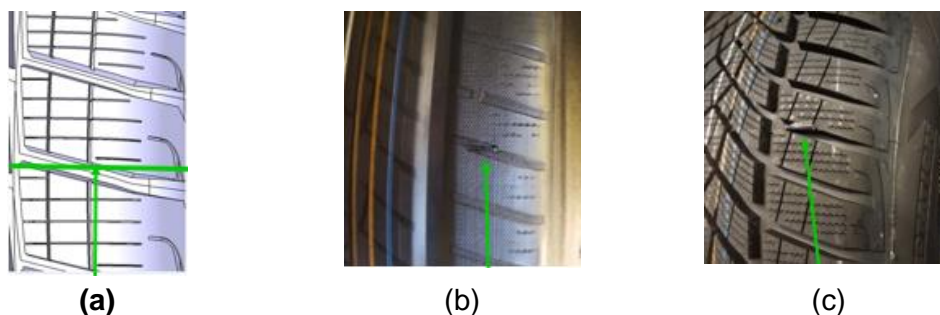


Slika 11: Avtoplašč z izrazitim S-dia. iztisom po celotnem obodu  
(Vir: Lastni vir)

#### »Hot press« testiranje

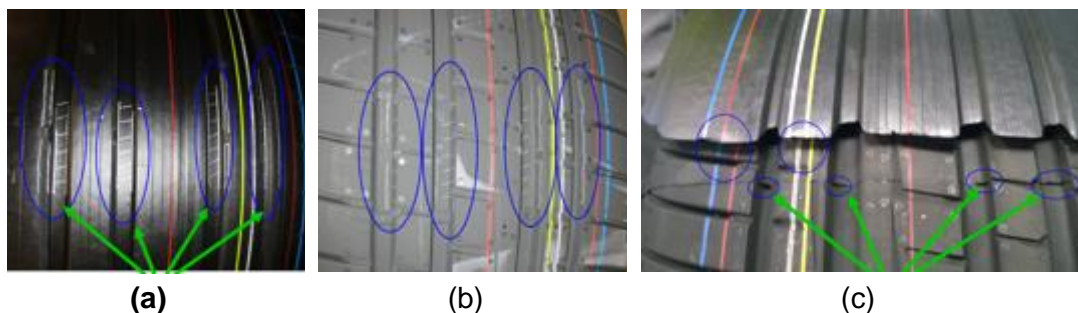
Namen »Hot press« testa je odkrivanje potencialnih mest, kjer pride do stiskanja odvečnega materiala in posledično iztisa. S testom lahko odkrivamo S-dia. ali prečne segmentne iztise. Princip testiranja je odstranitev vpliva vulkanizacije, zato nam prikaže začetno situacijo tik pred začetkom vulkanizacije. Test izvedemo tako, da po treh sekundah zapremo in odpremo kalup, v katerem je nameščen surovec. Po izvedenem testu izvedemo analizo prečnih in S-dia. iztisov ter izvedemo potencialne korekcije, kar bo podrobneje predstavljeno v poglavju o popravilu iztisa na S-dia. Za pravilno predstavo smo pripravili dva primera analize testa in korekcij:

- Na Sliki 12 je slikovna predstavitev analize radialnih segmentov prečnih iztisov. Zaključimo lahko, da je surovec prevelik. V tem primeru je smiselna korekcija, saj se iztis pojavi na mestu, kjer radialni kanal prečka segmentno razdelitev.



Slika 12: Analiza radialnih prečnih iztisos na segmentih kalupa: prvotna konstrukcija (a), »Hot press« rezultat (b) in vulkaniziran avtoplašč (c)  
(Vir: Tire Flash, 2018)

- Na Sliki 13 je slikovna analiza krožnih kanalov, kjer so bili v sklopu »Hot pressa« izvedeni dodatni testi za ujemanje kanalov na surovcu s kanali v kalupu. Osnova za analizo so označeni kanali na surovcu, kar imenujemo »silver pen marking«. Glede na rezultate, predstavljene na Sliki 13, mora biti izvedena korekcija kanalov, da se poravnajo s kanali v kalupu.



Slika 13: Analiza krožnih kanalov: surovec s »silver pen marking« označbo kanalov (a), pozicija kanalov na vulkaniziranem avtoplašču (b) in primerjava kanalov vulkaniziranega avtoplašča s kanali na kroni – pojav prečnih iztisos (c)  
(Vir: Tire Flash, 2018)

### Test z manjšim surovcem

Princip testiranja temelji na vulkanizaciji manjšega surovca do te mere, da se izognemo ujetemu materialu pri zapiranju kalupa. Pri izboru manjšega surovca je priporočljiva uporaba konstrukcijsko podobnega. Upoštevamo pravilo, predstavljeno v Tabeli 2.

| PRAVILO IZBORA MANJŠEGA AVTOPLAŠČA           |                  |                 |                 |
|--|------------------|-----------------|-----------------|
| <b>OBRAVNAVANI AVTOPLAŠČ</b>                 | ŠIRINA           | VIŠINA          | PREMER          |
| <b>MANJŠI AVTOPLAŠČ</b>                      | Od -20 do -10 mm | Od -10 do -5 mm | SE NE SPREMINJA |
| PRIMER PRAVILNEGA IZBORA MANJŠEGA AVTOPLAŠČA |                  |                 |                 |
| <b>OBRAVNAVANI AVTOPLAŠČ</b>                 | 215              | 65              | R16             |
| <b>MANJŠI AVTOPLAŠČ</b>                      | 205              | 55              | R16             |

*Tabela 2: Pravilo za optimalen izbor manjšega avtoplašča*  
(Vir: Tire Flash, 2018)

Test je uspešno opravljen, če so v vulkaniziranem avtoplašču vidne vse označbe in kanali iz kalupa. Če na kalupu ni vidnih prečnih ali S-dia. iztisov, je kalup ocenjen kot primeren, v nasprotnem primeru zahtevamo njegov pregled.

## 2.4 POPRAVILO IZTISA NA S-DIAMETRU

Iztisi na S-dia. vplivajo na končni videz avtoplašča in ne nazadnje tudi na učinkovitost proizvodnje. Poleg tega obstaja tveganje, da iztisnjeni material ostane v kalupu, kar lahko povzroči oprijem odvečnega materiala na naslednji vulkanizirani avtoplašč. Popravilo iztisa na S-dia. se opravi na osnovi opravljenih testov, s pomočjo katerih identificiramo vzrok in mesto nastanka iztisa (beri poglavje 2.3):

- **Popravilo kalupa:** Če po zaključenem »Hot press« testu ni vidnih iztisov in če se po testu z manjšim surovcem pojavijo iztisi.
- **Sprememba konstrukcije avtoplašča:** Če so po zaključenem »Hot press« testu vidni iztisi.
- **Proces obrezovanja:** Kadar so avtoplašči zaradi iztisa ocenjeni z oceno Grade 1 ali Grade 2.

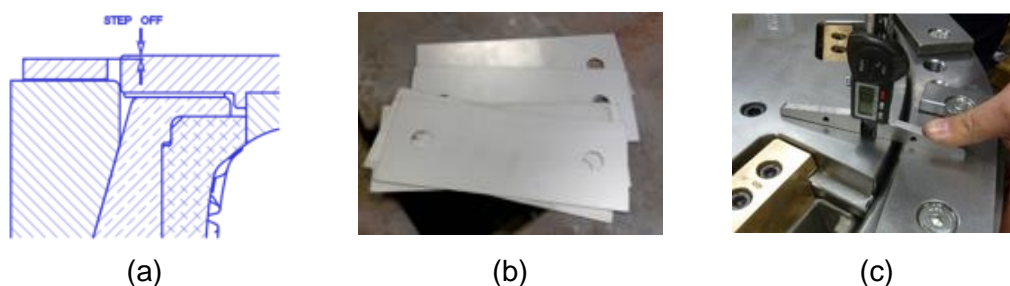
### 2.4.1 Popravilo potniškega kalupa

Za popravilo potniškega kalupa moramo slediti Procesu za čiščenje, kontrolo in popravilo kalupov. V osnovi se morajo upoštevati in izvajati (Mold Flash Elimination Strategy, 2016):

- Manipulacija in čiščenje kalupa skladno s predpisanim postopkom.
- Zaščita segmentov S-dia. robov med čiščenjem.
- Redna kontrola kalupa.
- Pravilna sestava segmentov ter ostalih enot kalupa.

Preden se lotimo popravila kalupa, moramo pregledati tudi nastavitve, vezane na stiskalnico, kamor je kalup nameščen. Pozorni moramo biti na centrično postavitvev, nastavitve preše in kalupa ter predpisane specifikacije.

Za optimalno popravilo kalupa se opiramo na procese razvoja, kriterije pregleda in ocenjevanja ter naključne presoje procesa. Napako največkrat odpravljamo z varjenjem segmentov, rezkanjem, planskim struženjem in ročno obdelavo. Pri kalupu se največkrat odločamo za popravila zamika na dimenziji x, s čimer izboljšamo poravnavo ploščic (glej Sliko 14) in tako omogočimo pravilno zapiranje kalupa.



Slika 14: Primer popravila zamika na kalupu z dodajanjem ploščic: shematski prikaz zamika (a), ploščica (b), popravilo kalupa (c)  
(Vir: Flash analysis, 2018)

#### 2.4.2 Sprememba konstrukcije avtoplašča

Sprememba konstrukcije se izvede glede na rezultate predhodnega testiranja. S-dia. iztis po »Hot press« testu in po vulkanizaciji je prikazan na Sliki 15.



Slika 15: Ujet in odvečni material po »Hot press« testu (a) in S-dia. iztisi po vulkanizaciji.  
(Vir: Tire Flash, 2018)

Ker imamo odvečni material, moramo zmanjšati surovec (Tire Flash, 2018):

- Sprememba širine bobna, da dobimo tesnejšo karkaso.
- Zmanjšanje zunanjega diametra surovca.

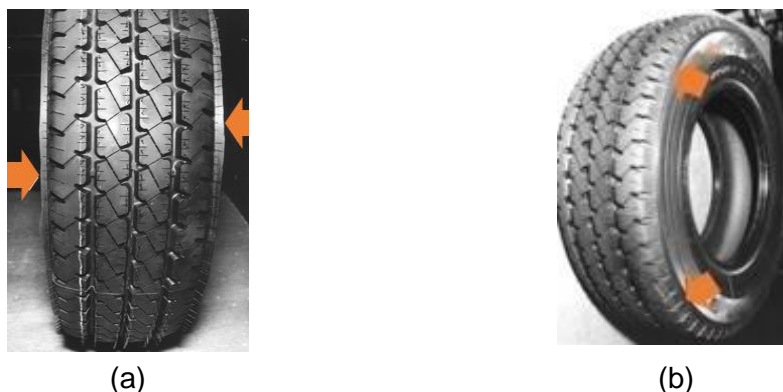


- Zmanjšanje debeline bočnice na S-dia. Območju.
- Zmanjšanje širine paketa pasov in širine krone.
- Sprememba končne pozicije krone (»Skirt«).
- Optimizacija razlikanosti krone.

Sprememba konstrukcije avtoplašča mora biti potrjena in testirana, da preverimo, ali smo s korekcijo mogoče poslabšali lastnosti avtoplašča. Test, ki nam pokaže takojšnje potencialne spremembe, je test odtisa tekalne plasti oz. FSF. V tesni povezavi s testom so zunanji obseg surovca (OD), oblika bočnice in oblika krone. Kot navajata Ronai in Schmulevich (1995), se test izvaja skladno z zahtevami pod standardno obremenitvijo in tlakom ter zajema tri ponovitve. Povprečna izračunana vrednost nam poda rezultat, ali je oblika odtisa ustrezna ali ne. V primeru negativnega rezultata moramo izvajati korekcije konstrukcije avtoplašča.

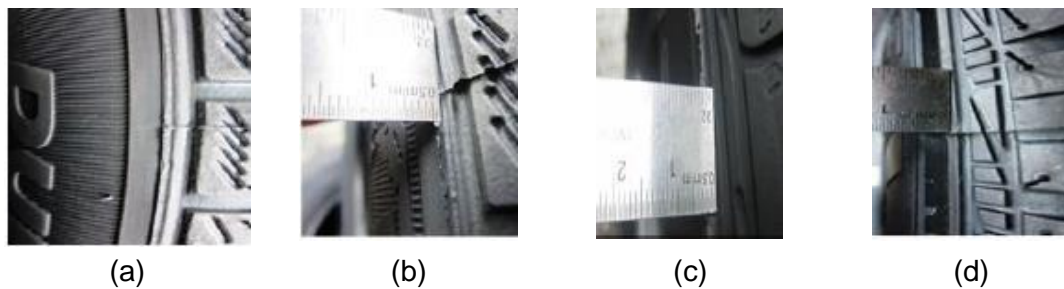
### 2.4.3 Proces obrezovanja avtoplaščev

Proces obrezovanja uporabljamo za avtoplašče, ki jim je v postopku vizualne kontrole dodeljena ocena Grade 1 ali Grade 2 (glej Sliko 16). Za obrezovanje se uporablja standardni postopek, s katerim omogočimo, da so avtoplašči primerni za skladiščenje skladno z zahtevami skladiščenja. Na Sliki 17 so predstavljeni različni primeri S-dia. iztisa od ocene Grade 0 do ocene Grade 3.



*Slika 16: Vulkanizirani avtoplašč z S-dia. iztisom pred obrezovanjem (a) in avtoplašč po končanem postopku obrezovanja (b)*

(Vir: Flimsy S-dia flash, 2012)



Slika 17: Primeri različnih S-dia. iztisov: iztis z oceno Grade 0 (a), z oceno Grade 1 (b), z oceno Grade 2 (c) in iztis z oceno Grade 3 (d)

Vir: (Mold Flash Elimination Strategy, 2016)

Ocene avtoplaščev in iztisov imajo svoj pomen (Mold Flash Elimination Strategy, 2016):

- **Grade 0:** Avtoplašč je brez iztisa in kakovostno ustrezen ter primeren za takojšnje skladiščenje (višina iztisa med 0,0 in 0,5 mm).
- **Grade 1:** Avtoplašč mora biti oprezan, preden je skladiščen (višina iztisa med 0,5 in 1,5 mm).
- **Grade 2:** Avtoplašč mora biti oprezan, preden je skladiščen. Dodatno se morajo sprejeti korektivni ukrepi, s katerimi bodo preprečili iztise (višina iztisa med 1,5 in 3,0 mm).
- **Grade 3:** Avtoplašč je neprimeren za skladiščenje brez implementiranih izboljšav, ki bodo izboljšale oceno na Grade 1 ali Grade 0 (višina iztisa večja od 3 mm).

### 3 POVZETEK OBSTOJEČEGA STANJA

Tematika S-dia. iztisov do danes ni bila podrobno raziskana. Čeprav se s pojavom iztisov srečujemo v vseh proizvodnjah korporacije, še ni bil vzpostavljen proces, s katerim bi uspešno preprečevali nastanek iztisov ter dosegali vizualno oceno Grade 0 ali Grade 1. Obstoječe stanje bomo povzeli na osnovi dveh delavnic, na katerih so bile izpostavljene osnovne težave in sprejeti nekateri ukrepi.

V sklopu delavnice, ki je bila poimenovana »Flash elimination«, smo bili osredotočeni predvsem na kalupe in njihov vpliv na nastanek S-dia. iztisov. Delavnica je bila organizirana leta 2008. Točke, ki so bile vodilo za delavnico, so bile (Eliminate the excessive flash in the S-diameter - WBR Tire, 2008):

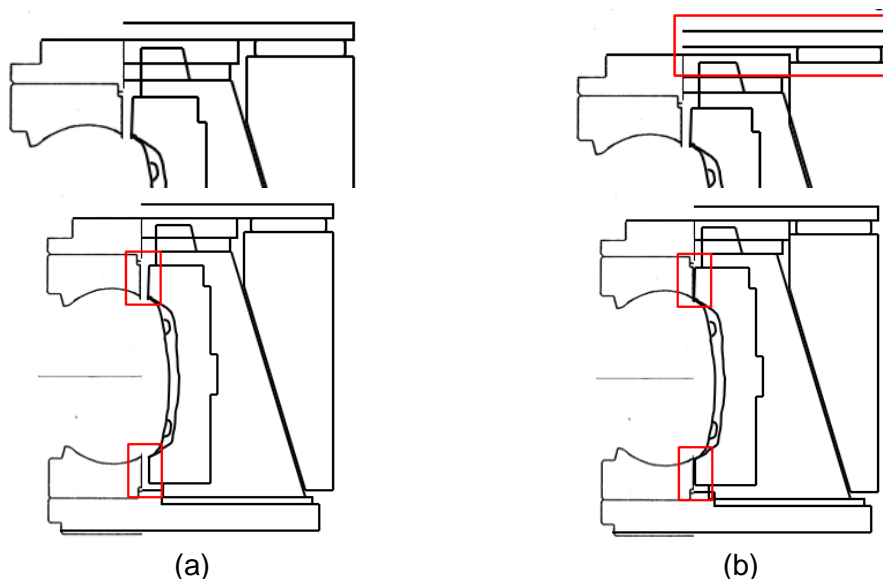
- Analiza števila plaščev, na katerih se pojavljajo S-dia. iztisi.
- Analiza števila kalupov, na katerih se pojavljajo S-dia. iztisi.
- Teža odstranjenega S-dia. iztisa v gramih.
- Čas kontrole in potem popravila kalupa v sekundah.

- Analiza povprečne višine iztisa.

Analize v sklopu delavnice so izkazale, da je bila povprečna višina iztisa na osnovi takratnega proizvodnega procesa 3,6 mm (višina iztisa je bila merjena na vsakem avtoplašču na 8 točkah). Sprejemljiva višina glede na zahteve je 1 mm. Povprečen čas obrezovanja je bil 11,6 s, pri tem pa se je odstranilo približno 9 g gume. Analizirali so potencialne vzroke, ki bi lahko povzročili nastanek iztisov:

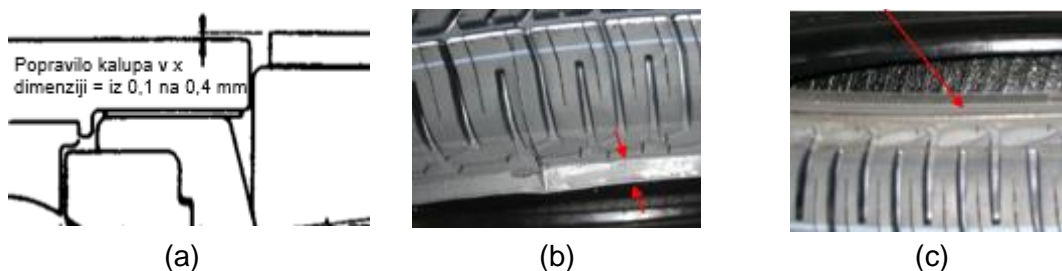
- **Surovec:** zmesi, obseg, »clearance«.
- **Kalup:** poškodbe, umazanija, plošče za nastavitve, nepravilna sestava (segmenti, bočnice in kontejner).
- **Sestava kalupa s stiskalnico:** neustrezni vijaki, umazani sestavni deli kalupa.
- **Odpiranje in zapiranje kalupa:** ploščice niso poravnane vzporedno ali pa se dotikajo kalupa (glej Sliko 18 (a)), neustrezen tlak, poškodovana stiskalnica, pomanjkanje mazila, neustrezno mazilo, neustrezen tlak v gumijasti membrani, zaustavljen oz. prekinjen proces zapiranja kalupa.

Zaključek analize je pokazal, da 96 % vzrokov za nastanek iztisov izhaja iz kalupa.



Slika 18: Nepravilno zaprt kalup (a) in pravilno zaprt kalup (b)  
(Vir: Eliminate the excessive flash in the S-diameter - WBR Tire, 2008)

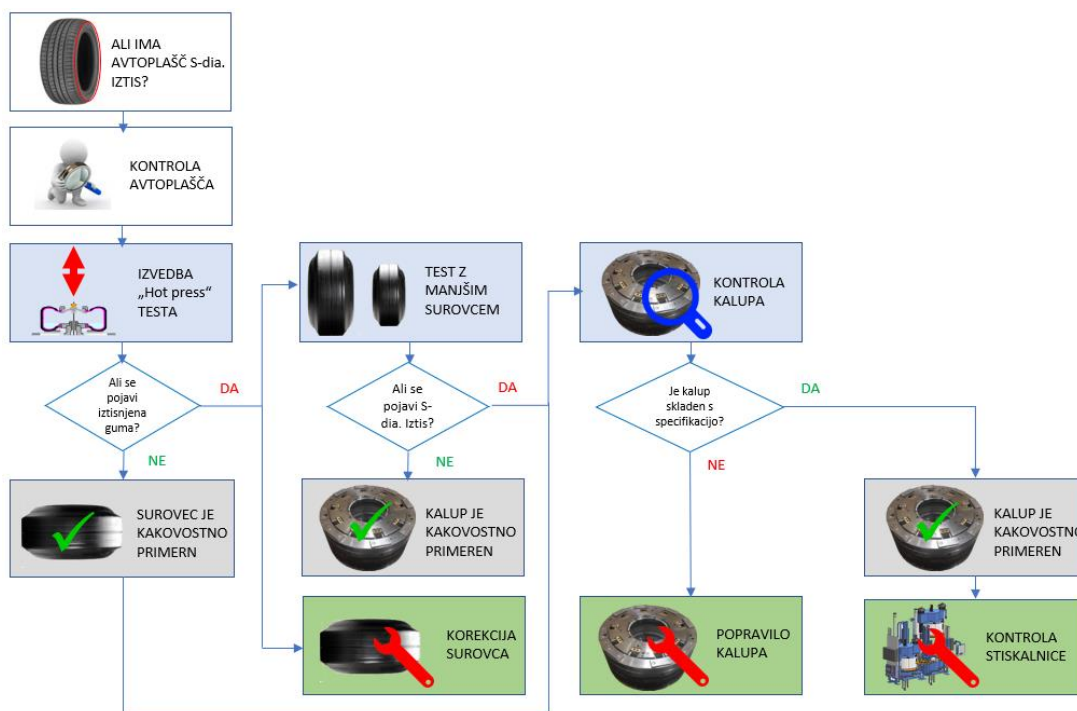
S prilagoditvami in popravili segmentov kalupa se je med letoma 2006 in 2007 odpravilo 10 % avtoplaščev z napako iztisa na S-dia. Stanje pred popravilom in po njem je prikazano na sliki 19.



Slika 19: Primer eliminacije S-dia. iztisa s popravilom ploščice na kalupu v dimenziji x z 0,1 na 0,4 mm (a). Avtoplašč pred popravilom kalupa (b) in avtoplašč po popravilu (c)

(Vir: Eliminate the excessive flash in the S-diameter - WBR Tire, 2008)

Druga delavnica »Mold Flash Elimination Strategy« je bila organizirana leta 2016. Na delavnici je bila kreirana zahtevna strategija, ki je bila osredotočena na celoten proces: sprostitve novega avtoplašča v proizvodnjo, primerna velikost avtoplašča, odstranjevanje iztisov, manipulacija, čiščenje in nastavitve kalupa, nastavitve stiskalnice, vzdrževanje stiskalnice in popravilo kalupov. Rezultat delavnice lahko predstavimo v obliki preprostega procesa na Sliki 20 (Mold Flash Elimination Strategy, 2016).



Slika 20: Proces kontrole avtoplaščev z S-dia. iztisi (Vir: Mold Flash Elimination Strategy, 2016)

Opisano obstoječe stanje nam je bila usmeritev pri izvedbi praktičnega dela naloge. V nadaljevanju bomo predstavili lastne rezultate in predloge za izboljšave.

## 4 PRAKTIČNI DEL

Praktični del naloge smo izvedli na avtoplašču dimenzije 225/55 R17. Da smo preverili različne rešitve in na koncu odpravili S-dia. iztis, smo izvedli več poskusov:

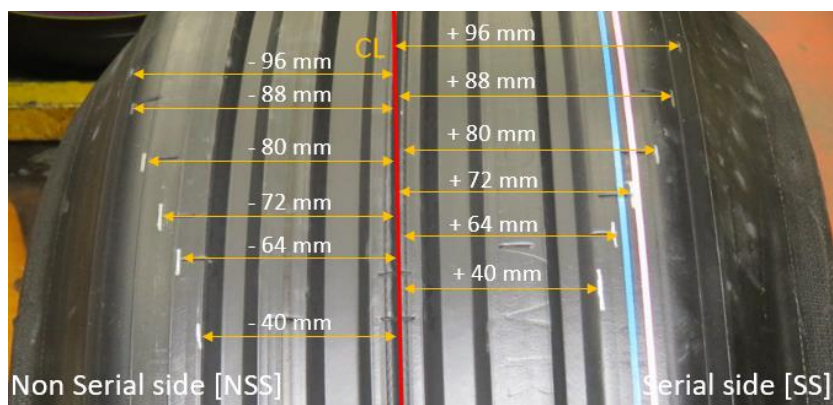
- **1. POSKUS:** Meritve zunanjega obsega (v nadaljevanju OD) kalupa v AvtoCAD-u (v nadaljevanju ACAD), OD meritve surovca na različnih pozicijah, ki so bile definirane na ACAD načrtu kalupa, »clearance« meritve, kontrola polizdelkov, »Hot press« test in priprava »silver pen« označbe kanalov po obsegu avtoplašča.
- **2. POSKUS:** Sprememba konture bočnice (zmanjšanje debeline bočnice na S-dia. območju), izvedba primerjalnih testov faktorja odtisa tekalne plasti (v nadaljevanju FSF).
- **3. POSKUS:** Ponovna sprememba konture bočnice (zmanjšanje debeline bočnice na S-dia. območju), zmanjšanje bobna na konfekciji (v nadaljevanju BBD) za 2 mm, uporaba na novo očiščenega kalupa, izvedba hitrostnega testa t. i. HS P03 in FSF-ja.

Spremembe konstrukcije ali kalupa so morale biti odobrene in sproščene na osnovi prestanih testiranj in opravljene analize prečnega preseka avtoplašča (v nadaljevanju CTA).

### 4.1 1. POSKUS

Namen prvega poskusa je bila analiza obstoječega stanja, da smo lahko načrtovali in kasneje izvedli ustrezne korekcije ter spremembe. Osnova so nam bile meritve zunanjega obsega kalupa in surovca, ki smo jih pripravili s pomočjo ACAD-a.

OD meritve kalupa v ACAD-u so predstavljene v Prilogi 1. Da smo lahko izračunali OD surovca, smo morali izvesti poskus, s pomočjo katerega smo pridobili podatke o »clearanceu« kalupa, ki nam je podal podatek, ali surovec ustreza velikosti kalupa. Na surovcu smo pred testiranjem »Hot pressa« označili pozicije, ki so bile skladne z ACAD meritvami, kar je prikazano na Sliki 21. Na označenih pozicijah smo izmerili tudi obseg surovca.



Slika 21: Označbe na surovcu pred izvedbo »Hot pressa«  
(Vir: Lastni vir)

Zbrani podatki za omenjeni test so predstavljeni v Tabeli 3.

| POZICIJA        | MOLD_OD [mm] | SS OB_SUR [mm] | NSS OB_SUR [mm] | SS PR_SUR [mm] | SS MOLD_CL [%] | NSS PR_SUR [mm] | NSS MOLD_CL [%] | SS + NSS AVR_CL [%] |
|-----------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| CL              | 677          | 2077           |                 | 661,1          | 2,3            | 661,1           | 2,3             | 2,3                 |
| +/- 40 od CL    | 673,5        | 2071           | 2074            | 659,2          | 2,1            | 660,2           | 2,0             | 2,0                 |
| +/- 64 od CL    | 672,46       | 2070           | 2075            | 658,9          | 2,0            | 660,5           | 1,8             | 1,9                 |
| +/- 72 od CL    | 670,44       | 2069           | 2075            | 658,6          | 1,8            | 660,5           | 1,5             | 1,6                 |
| +/- 80 od CL    | 667,52       | 2066           | 2071            | 657,6          | 1,5            | 659,2           | 1,2             | 1,4                 |
| +/- 88 od CL    | 662,14       | 2058           | 2059            | 655,1          | 1,1            | 655,4           | 1,0             | 1,0                 |
| +/- 96 od CL    | 651,6        | 2049           | 2046            | 652,2          | -0,1           | 651,3           | 0,0             | 0,0                 |
| +/- 104 od CL   | 635,3        | N/A            | N/A             | #VALUE!        | #VALUE!        | #VALUE!         | #VALUE!         | #VALUE!             |
| +/- 111,6 od CL | 615          | N/A            | N/A             | #VALUE!        | #VALUE!        | #VALUE!         | #VALUE!         | #VALUE!             |

\*Kjer so vrednosti prazne, pomeni, da graf v tej točki pade na ničlo.

Pomen kratic v tabeli je naslednji:

|        |                               |         |                              |
|--------|-------------------------------|---------|------------------------------|
| NSS    | Non serial side (desna stran) | CL      | Center line (sredinska črta) |
| SS     | Serial side (leva stran)      | MOLD_OD | OD kalupa                    |
| PR_SUR | Premer surovca                | MOLD_CL | »clearance« kalupa           |
| OB_SUR | Obseg surovca                 |         |                              |

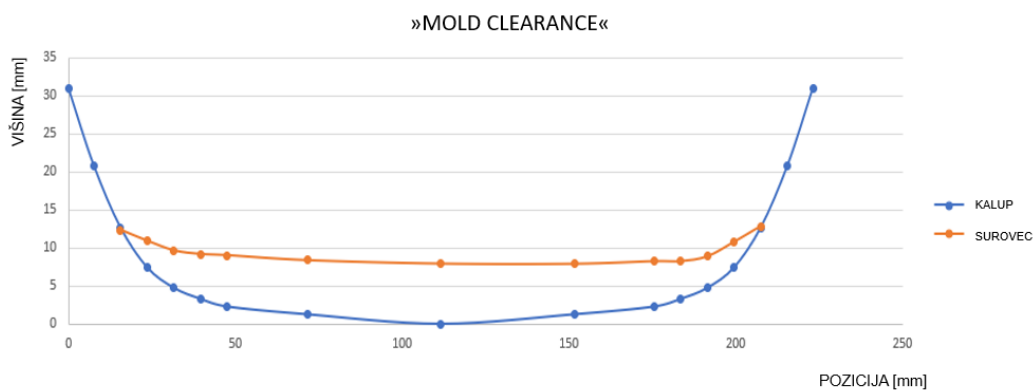
Tabela 3: Rezultati meritev in preračunani »clearance« kalupa na SS in NSS strani ter povprečna vrednost  
(Vir: Lastni vir)

Podatki, ki niso bili izmerjeni, so bili izračunani s pomočjo naslednjih dveh enačb:

$$\text{Premer surovca [PS]} = \frac{\text{Obseg surovca [OB]}}{\pi}$$

$$\text{"clearance" kalupa [CL]} = \frac{\text{OD kalupa} - \text{PS}}{\text{OD kalupa}} \times 100$$

Končni rezultat poskusa je pokazal, da je surovec dimenzijsko prevelik, kar povzroča S-dia. iztis na avtoplašču in prezgodnji kontakt surovca s kalupom. Omenjeno trditev smo dokazali tudi z grafičnim prikazom na Sliki 22, kar sovпада s surovcem po »Hot pressu«, kjer sta vidna S-dia. iztis in prezgodnji kontakt surovca s kalupom (glej Sliko 23).



Slika 22: Grafični prikaz »mold clearancea« za kalup, ki dokazuje, da je surovec prevelik  
(Vir: Lastni vir)



Slika 23: Rezultat »Hot press« testa (S-dia. iztis in prezgodnji kontakt surovca s kalupom)  
(Vir: Lastni vir)

Poleg predstavljenega testa smo izvedli dodatne aktivnosti, s katerimi smo preverili stanje surovca. Aktivnosti, njihov namen ter njihovo stanje smo predstavili v Tabeli 4.

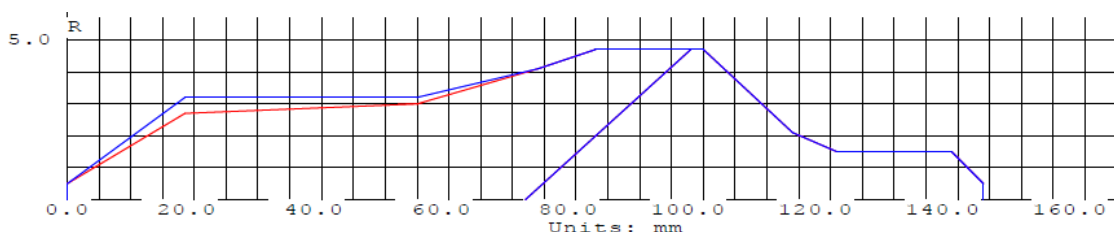
| Aktivnosti                   | Namen  | Status |
|------------------------------|--|--------|
| »Silver pen« označbe kanalov | Ujemanje kanalov na surovcu s kanali v kalupu.   | OK     |
| Meritve konture krone        | Kontrola kakovostno ustrezne krone, saj se S-dia. iztis pojavlja na stiku krone in bočnice   | OK     |
| Meritve konture bočnice      | Kontrola kakovostno ustrezne krone, saj se S-dia. iztis pojavlja na stiku krone in bočnice   | OK     |
| Teža surovca                 | Kontrola teže pripravljenih polizdelkov. Pretežki polizdelki lahko pomenijo tudi odvečni material.   | OK     |
| Razlikanost krone            | Krona je razlika na rami surovca, kjer se stika z bočnico (S-dia. območje). Če razlikanost ni skladna s specifikacijo, lahko slednje pomeni tudi vzrok za nastanek iztisa. | OK     |

Tabela 4: Dodatne aktivnosti v sklopu prvega poskusa, njihov namen ter končni status

(Vir: Lastni vir)

## 4.2 2. POSKUS

Drugi poskus smo izvedli s pomočjo podatkov, pridobljenih v prvem poskusu. Ker se je izkazalo, da je surovec prevelik na S-dia. območju (obseg na območju rame), smo v sklopu tega poskusa spremenili konturo bočnice za ~0,4 mm, tako da smo ji zmanjšali debelino (glej Sliko 24).





Slika 24: Primerjava osnovne oblike bočnice (modra barva) s spremenjeno obliko bočnice (rdeča barva) – tanjšanje za ~0,4 mm

(Vir: Lastni vir)

Sprememba konture bočnice predstavlja potencialno tveganje za spremembo FSF-ja. Pripravili smo primerjalno testiranje slednjega, da smo lahko preverili vpliv spremembe na obliko odtisa. Zmanjšana debelina bočnice ter posledično obsega na



rami je vplivala na obliko odtisa, ki je postala okroglasta. Dobljene rezultate smo primerjali z rezultati prvotne konstrukcije (glej Tabela 5).

| KONSTRUKCIJA   | POVPREČNI<br>FSF | OBLIKA ODTISA   |
|--|------------------|---|
| OBSTOJEČA  | 1,21             |  |
| SPREMENJENA<br>KONTURA BOČNICE<br>(nižanje za ~0,4 mm) | 1,24             |  |

*Tabela 5: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med obstoječo konstrukcijo in konstrukcijo s spremenjeno bočnico  
(Vir: Lastni vir)*

S-dia. iztis in pojav iztisnjene materiala smo rahlo izboljšali, vendar sta bila še vedno prisotna (glej Sliko 25).

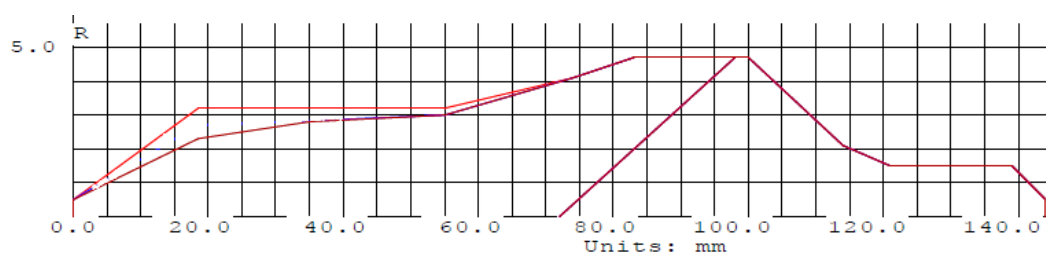


*Slika 25: Primerjava S-dia. iztisov na obstoječem avtoplašču (a), avtoplašču s spremenjeno bočnico (b) in status kontakta surovca s kalupom na avtoplašču s spremenjeno bočnico (c)  
(Vir: Lastni vir)*

V sklopu tega poskusa smo na pregled poslali tudi kalup, da smo lahko dokončno izločili tudi njegov vpliv, saj bi bil slednji lahko neustrezno sestavljen ali umazan.

### 4.3 3. POSKUS

Z zadnjim, tretjim poskusom smo želeli še vedno izboljšati S-dia. iztis, zato smo za iztise ponovno stanjšali bočnico (glej Sliko 26). Ker smo v sklopu tretjega poskusa poslabšali vrednost FSF, smo zmanjšali tudi BBD, in sicer za 2 mm (posledično se je zmanjšal obseg surovca za 6 mm).



Slika 26: Primerjava osnovne oblike bočnice (rdeča barva) s spremenjeno obliko v tretjem poskusu (temno rdeča barva) – tanjšanje za dodatnih ~0,3 mm  
(Vir: Lastni vir)

Rezultati »Hot press« testa so pokazali, da smo v celoti odstranili S-dia. Zaznan je bil manjši S-dia. iztis, ki pa v tem primeru ni bil posledica neustrezne konstrukcije, ampak neustrezno očiščenega kalupa. Po pregledu kalupa smo našli ostanke iztisov predhodno vulkaniziranih surovcev, ki so se ujeli med segmente kalupa. Meritve FSF-ja so pokazale ustrezen faktor, kar smo dosegli z optimizacijo BBD-ja (glej tabelo 6).

| KONSTRUKCIJA   | POVPREČNI FSF | OBLIKA ODTISA |
|--|---------------|---------------|
| OBSTOJEČA  | 1,21          |               |
| SPREMENJENA KONTURA BOČNICE (nižanje za 0,3 mm) + SPREMENJEN BBD (-2 mm) | 1,20          |               |

Tabela 6: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med obstoječo konstrukcijo in konstrukcijo s spremenjeno bočnico ter BBD-jem v tretjem poskusu  
(Vir: Lastni vir)

Da smo dokončno potrdili spremembe, smo izmerili CTA, ki je bil rezultatsko ustrezen, in opravili hitrostni test, ki je bil prav tako uspešen. Za dokončno implementacijo smo morali pridobiti le še regijsko potrditev.

#### 4.4 POVZETEK PRAKTIČNEGA DELA

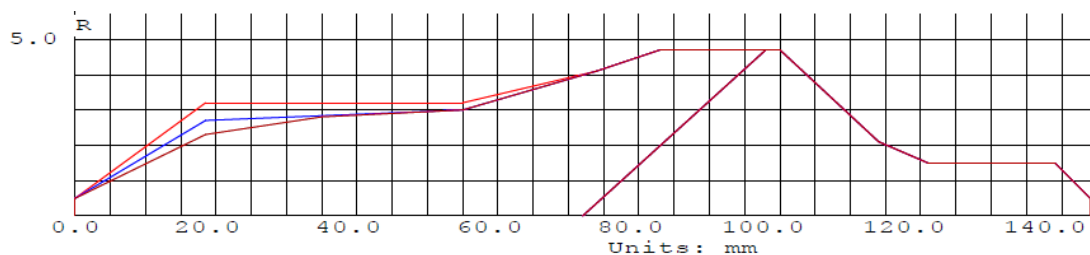
Na osnovi treh poskusov smo kot končni rezultat dobili avtoplašč brez S-dia. iztisa (glej Sliko 27). S pomočjo »Hot press« testa smo takoj ugotovili, da je vzrok za povečan S-dia. iztis prevelik plašč. Zato smo lahko preskočili izvedbo testa z manjšim plaščem. Vse aktivnosti so bile izvedene z namenom, da zmanjšamo avtoplašč in hkrati preverimo tudi morebitne druge dejavnike, ki bi lahko vplivali na pojav S-dia. iztisa po celotnem obodu.



Slika 27: Avtoplašč z vidnim S-dia. iztisom pred izvedbo poskusov (a) in po končanih poskusih (b)  
(Vir: Lastni vir)

Da smo dosegli končni rezultat, smo uporabili naslednje spremembe in aktivnosti:

1. **Analizo obstoječega stanja**, da smo lahko načrtovali in kasneje izvedli ustrezne korekcije ter spremembe: meritve zunanjskega obsega kalupa in surovca (AVTOCAD), pridobivanje podatkov o »clearanceu« kalupa, »Hot press« test in aktivnosti, s katerimi smo preverili stanje surovca (»silver pen« označbe kanalov, meritve konture krone, meritve konture bočnice, teža surovca ter njegovih komponent, razlikanost krone).
2. **Stanjšanje bočnice za ~0,7 mm**, da smo v celoti odpravili S-dia. po celotnem obsegu (glej sliko 28);



Slika 28: Primerjava osnovne oblike bočnice (rdeča barva) s spremenjeno obliko v drugem (modra barva) in tretjem poskusu (temno rdeča barva)

(Vir: Lastni vir)

3. Spremljanje FSF-ja s primerjavo z rezultati prvotne konstrukcije, saj je sprememba konture bočnice predstavljala potencialno tveganje za spremembo FSF-ja. Spremembe FSF-ja so predstavljene v Tabeli 7.

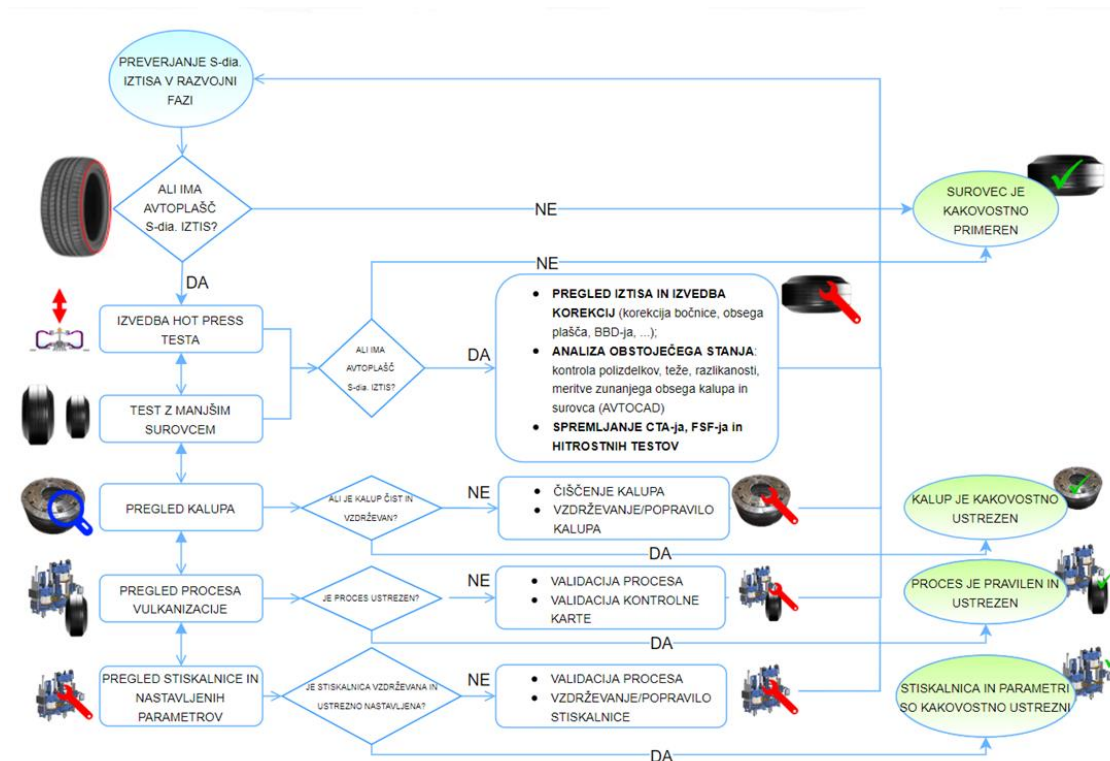
| POSKUS | KONSTRUKCIJA  | POVPREČNI FSF | OBLIKA ODTISA |
|--------|---|---------------|---------------|
| 1.     | OBSTOJEČA   | 1,21          |               |
| 2.     | SPREMENJENA KONTURA BOČNICE (nižanje za 0,4 mm)   | 1,24          |               |
| 4.     | SPREMENJENA KONTURA BOČNICE (nižanje za 0,3 mm) + SPREMENJEN BBD (-2 mm) + ZMANJŠAN OBSEG (-6 mm) | 1,20          |               |

Tabela 7: Primerjava oblike odtisa in njegovega faktorja med obstoječo konstrukcijo in konstrukcijami v posameznih poskusih

(Vir: Lastni vir)

- Zmanjšanje BBD-ja za 2 mm in posledično obsega za 6 mm za izboljšanje FSF-ja.
- Merjenje CTA-ja in izvedba hitrostnega testa HS P03 za potrditev sprememb in pridobitev regijske potrditve.
- Pregled kalupa, da smo lahko dokončno izločili njegov vpliv, saj bi slednji lahko bil neustrezno sestavljen ali umazan.

Glede na izvedene analize, poskuse in različne aktivnosti je bil pripravljen proces za prepoznavanje in odstranjevanja S-dia. iztisov v razvojni fazi avtoplašča, ki je predstavljen na sliki 29.



Slika 29: Proces prepoznavanja in odstranjevanja S-dia. iztisov v razvojni fazi avtoplašča  
(Vir: Lasten vir)

## 5 ZAKLJUČEK

Namen diplomske naloge je bil zmanjšati in ne nazadnje tudi odpraviti iztis na S-diametru avtoplašča v razvojni in sprostivni fazi. Želeli smo definirati optimalne smernice in postopke za vse na novo razvite dimenzije avtoplaščev in tako preprečiti iztise že v razvojni fazi. Posledično bi se zmanjšal tudi odpadke, odpravil proces obrezovanja avtoplaščev in možnost pojava reklamacij bi bila nična.

Da smo lahko analizirali vzroke za nastanek in definirali smernice za eliminacijo iztisov, smo pripravili različne poskuse, pri katerih so nas usmerjale v začetku naloge pripravljene hipoteze.

Poskusi so pokazali, da je S-dia. iztis zapleten pojav, za katerega lahko iščemo vzroke v neustrezni konstrukciji avtoplašča, v neustreznih kalupih, stiskalnicah ali procesih. Na podlagi izvedenih poskusov in analiz lahko podamo naslednje sklepe:

- Avtoplašč mora konstrukcijsko gledano zagotavljati optimalni »Mold Clearance« po celotni tekalni površini. Kot optimalno vrednost lahko upoštevamo procentne rezultatske vrednosti med 1,6 in 3. Na lokaciji, kjer je »Mold Clearance« pod optimalnimi vrednostmi, lahko pričakujemo iztise.
- Kadar se srečujemo z neustreznim »Mold Clearanceom«, ki je pod optimalno mejo, lahko slednjega izboljšamo s korekcijo polizdelka na bočnem delu avtoplašča, t. i. bočnico, spremembo BBD-ja, obsega in optimalnim čiščenjem kalupa.
- Morebitne korekcije morajo biti postopne, preverjene in na koncu tudi odobrene. S spremembami ne smemo vplivati na meritve prečnega preseka plašča in njegove karakteristike. Ves čas moramo zagotavljati optimalen FSF, ki ima ključni pomen za stik tekalne površine avtoplašča s podlago.
- Z eliminacijo iztisa pred sprostitvijo lahko zmanjšamo odpadek in odpravimo proces obrezovanja avtoplaščev (napake v obliki preglobokega reza ali neustrezno oz. neenakomerno obrezanega avtoplašča) ter možnost pojava reklamacij, povezanih z iztisi.
- O učinku preprečevanja S-dia. iztisa v razvojni fazi še ne moremo poročati, saj postopki, definirani v tej nalogi, še nimajo svojega efekta, ker je število plaščev, ki so bili na novo sproščeni, nizko v primerjavi s številom avtoplaščev, ki so v proizvodnji že dlje časa. Pri avtoplaščih, ki so v redni proizvodnji že dlje časa, še vedno beležimo povečan iztis zaradi različnih vzrokov, ki so bili opisani v diplomski nalogi: dimenzijsko neujemanje surovca in kalupa, nepravilno nameščen kalup v stiskalnico, slabo vzdrževan kalup (neočiščen, poškodovan), slabo vzdrževana in pripravljena stiskalnica (neustrezna priprava opreme in nastavitve).
- Lastne izkušnje in statistike reklamacij kažejo, da S-dia. iztis ne vpliva na zmogljivost ali zanesljivost avtoplašča. Na končnega kupca zgolj vpliva vizualni vtis, ki povzroča občutek nekakovosti.

Optimalno odstranjeni S-dia. iztisi dolgoročno pomenijo časovni in finančni prihranek za podjetje. Proces, določen v tej nalogi, ne bo učinkovit, če hkrati ne izboljšamo tudi procesa manipulacije in vzdrževanja kalupov ter priprave in nastavitve stiskalnic.

## LITERATURA IN VIRI

Bodziak, W. (2008). *Tire Tread and Tire Track Evidence (Recovery and Forensic Examination)*. London: Taylor and Francis Group.

*Cured Cross section drawing (CCSD) Notation*. (Februar 2020). Pridobljeno iz <http://rdsttasp.akr.goodyear.com:7779/CCSDNotation/>

Drinovec, M. (2008). Izboljšanje delovnega procesa pri proizvodnji pnevmatik. *Diplomsko delo*. Novo mesto: Šolski center Novo mesto, Višja strokovna šola za strojništvo.

Drinovec, M. (2015). Tehnološki postopek vulkanizacije in čiščenja kalupov. *Delovno poročilo*. Anonymous tire company.

Eliminate the excessive flash in the S-diameter - WBR Tire. (2008). Anonymous tire company.

Flash analysis. (2018). *Equipment engineer workshop*. Anonymous tire company.

Flimsy S-dia flash. (2012). Anonymous tire company.

*ILO Enciklopedia of Occupational Health and Safety*. (26. Februar 2011). Pridobljeno 02. Januar 2020 iz [https://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/rubber-industry/item/389-tyre-manufacturing#RUB\\_fig3](https://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/rubber-industry/item/389-tyre-manufacturing#RUB_fig3)

Know To Read Your Tire. (brez datuma). *Entirelysafe*. Pridobljeno 26. 2019 2019 iz <http://entirelysafe.com/know-read-tyre-pocket-guide/>

Leister, G. (2015). *Passenger Car Tires and Wheels*. Wiesbaden: SpringerVieweg.

Markič, M. (2007). Popravilo potniškega kalupa. Škofja loka: Anonymous tire company.

*Mesnac: PCR Molds*. (brez datuma). Pridobljeno 3. Januar 2020 iz [http://en.mesnac.com/productdetail\\_1139.aspx](http://en.mesnac.com/productdetail_1139.aspx)

Mold best practies. (2018). *Equipment engineer workshop*.

Mold Flash Elimination Strategy. (2016). Anonymous tire company.

Nakajima, Y. (2019). *Advanced Tire Mechanics*. Tokyo: Kogakuin University, School of Advanced Engineering, Department of Mechanical Science and Engineering.

New Tire Design Method. (2005). *Ply Line based Tire Development Method*. Anonymous tire company.

Pacejka, H. (2005). *Tire and Vehicle Dynamic*. The Netherlands: Delf University of technology, Consultant TNO Automotive Delft.

Ronai, D., & Schmulevich, I. (1995). Tire Footprint characteristics as a function of soil properties and tire operations. *Jurnal of Terramechanics*, 311-323.

Tire dimensions, constructions and mechanical properties. (2016). *Technical Tire seminar CAr and Trucks*. Anonymous tire company.

Tire Flash. (2018). *Equipment engineer workshop*. Anonymous tire company.

Vergnaud, J. M., & Rosca, I. D. (2009). *Rubber curing and properties*. London: Taylor and Francis Group.



# PRILOGA

## PRILOGA 1: OD meritve kalupa v ACAD-u.

