

Šolski center Ptuj
Strojna šola
Volkmerjeva cesta 19, 2250 Ptuj

KAROSERIJSKA DELA 1

**učno gradivo za 1. letnik
srednješolskega izobraževalnega programa
Avtokaroserist**

Pripravila: Ferdinand Humski, Nikodem Žuraj

Ptuj, januar 2019

KAZALO VSEBINE

Vsebina	Str.
1. ZGODOVINA GRADENJ KAROSERIJ IN VOZIL	4
<i>Gradiva prvih avtomobilov</i>	<i>4</i>
<i>Razvoj avtomobilov in njihovega oblikovanja</i>	<i>6</i>
2. KLASIFIKACIJA CESTNIH MOTORNIH VOZIL.....	7
<i>Gabariti (skrajne mere) cestnih motornih vozil</i>	<i>10</i>
3. PODVOZJE ALI VOZNI PODSTAVEK.....	11
<i>Šasija</i>	<i>11</i>
<i>Vrste šasij.....</i>	<i>12</i>
4. VARNOST IN AVTOMOBIL.....	14
<i>Aktivna varnost.....</i>	<i>14</i>
<i>Pasivna varnost</i>	<i>15</i>
5. UPORI MED VOŽNJO	19
<i>Kotalni upor.....</i>	<i>19</i>
<i>Zračni upor.....</i>	<i>20</i>
<i>Upor vožnje po strmini</i>	<i>21</i>
<i>Skupni upor.....</i>	<i>22</i>
6. LASTNOSTI GRADIV.....	24
FIZIKALNE lastnosti gradiv.....	24
TEHNOLOŠKE lastnosti gradiv.....	24
KEMIČNE lastnosti gradiv.....	24
LASTNOSTI GRADIV ZA KAROSERIJSKE PLOČEVINE.....	25
<i>Oblikovalnost</i>	<i>25</i>
<i>Trdnost</i>	<i>25</i>
<i>Meja plastičnosti</i>	<i>25</i>
<i>Sposobnost vračanja v prvotno obliko</i>	<i>26</i>
<i>Gradiva za lahko gradnjo</i>	<i>26</i>
<i>Korozija</i>	<i>26</i>
7. JEKLENE PLOČEVINE.....	27
<i>Proizvodnja jeklenih pločevin</i>	<i>27</i>
Vrste pločevin	27
<i>Toplo valjana pločevina</i>	<i>27</i>
<i>Hladno valjana pločevina</i>	<i>27</i>
<i>Pocinkana pločevina</i>	<i>28</i>
Jeklene pločevine z visoko trdnostjo.....	28
<i>Uporaba jeklenih pločevin z visoko trdnostjo</i>	<i>29</i>
<i>Pločevina iz njerjavnega jekla</i>	<i>29</i>
8. POPRAVILA JEKLENIH PLOČEVIN Z VISOKO TRDNOSTJO.....	31
<i>Ravnanje izboklin.....</i>	<i>31</i>
<i>Termično ravnanje.....</i>	<i>31</i>
<i>Povratna deformacija.....</i>	<i>31</i>
<i>Ločevanje.....</i>	<i>31</i>
<i>Povezovanje karoserijskih delov.....</i>	<i>31</i>
9. PROIZVODNE TEHNIKE V GRADNJI KAROSERIJ.....	33
OBLIKOVANJE PLOČEVIN	33
<i>Globoki vlek</i>	<i>33</i>
<i>HIDROMEHANIČNI globoki vlek - hidroforming.....</i>	<i>34</i>
<i>... Preoblikovanje z zunanjim tlakom</i>	<i>34</i>
<i>... Preoblikovanje z notranjim tlakom.....</i>	<i>35</i>
<i>Vlek z raztezanjem.....</i>	<i>36</i>
NOVEJŠE KAROSERIJSKE PLOČEVINE IN IZDELOVALNI POSTOPKI.....	37
<i>Tailored blanks – preoblikovanje krojenih prerezov.....</i>	<i>37</i>
<i>Tailored rolled blanks</i>	<i>38</i>

<i>Tailored tubes</i>	38
<i>Sandwich pločevine</i>	38
DELAVNIŠKI NAPOTKI ZA POCINKANE PLOČEVINE	38
<i>Priprava</i>	38
<i>Točkovno uporovno varjenje</i>	39
<i>Varjenje pod zaščitnim plinom</i>	39
<i>Lotanje pod zaščitnim plinom</i>	39
<i>Ločevanje</i>	39
10. TEHNIKE POVEZOVANJ PLOČEVIN V PROIZVODNJI	40
I. TEHNIKE POVEZOVANJA BREZ TOPLOTE	40
<i>Lepljenje</i>	40
<i>Vijačenje</i>	40
<i>Zgibanje</i>	41
<i>Grezilno kovičenje</i>	41
<i>Kovičenje s prebijanjem</i>	42
II. POVEZOVALNI POSTOPKI S TOPLOTO	43
<i>Uporovno točkovno varjenje</i>	43
<i>Varjenje pod zaščitnim plinom</i>	43
<i>Lasersko varjenje</i>	43
<i>Trdo lotanje</i>	44
<i>MIG lotanje</i>	44
<i>Kombinirani postopki povezovanja</i>	45
11. PROTIKOROZIJSKE ZAŠČITNE PREVLEKE NA NOVIH AVTOMOBILIH	46
Kovinske prevleke	46
<i>Nepravilna antikorozijska zaščita s kovinskimi prevlekami</i>	46
<i>Pravilna antikorozijska zaščita s kovinskimi prevlekami</i>	46
<i>Cinkanje s potapljanjem oz. cinkanje v ognju</i>	47
<i>Galvansko pocinkanje</i>	47
Nekovinske obloge	48
<i>Fosfatiranje</i>	48
<i>Eloksiranje</i>	48
<i>Prevleka s prašnatim lakom</i>	48
<i>Prevleke iz umetnih mas</i>	48
<i>Lakiranje vozila</i>	48
12. KONSTRUKCIJSKI UKREPI ZA ZAŠČITO PRED KOROZIJO	51
Aktivna antikorozijska zaščita	51
Pasivni korozijski ukrepi	51
KONSTRUKCIJSKI UKREPI	51
<i>Odzračevanje votlih prostorov</i>	51
<i>Odprtine za odvajanje vode</i>	51
<i>Prepletenost s prirobnicami</i>	51
<i>Zapečatenje pregibov in zvarov</i>	52
<i>Tehnika lepljenja</i>	52
<i>Uporaba korozijsko obstojnih gradiv</i>	52
13. STRATEGIJA ENAKE PLATFORME	53
SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE	54

1. ZGODOVINA GRADENJ KAROSERIJ IN VOZIL

Avtomobili okoli leta 1900 so imeli naslednje tipične značilnosti:

- ogrodje podvozja je bilo iz lesa, narejeno pri kolarju in je nosilo vse pomembne dele;
- nadgradnja je bila najpogosteje izdelana po željah kupcev pri izdelovalcu kočij;
- krmiljenje je bilo izvedeno z vrtljivim podstavkom;
- kolesa so bila velika in lesena, z jeklenimi platišči;
- motor je bil vgrajen na sredini ali zadaj;
- luči so bile karbidne ali petrolejske laterne¹;
- vzmeti so bile listnate;
- nihanje avtomobila pri večjih hitrostih so dušili torni blažilniki (amortizerji).



Slika 1: Oplov Patent Motorwagen System Lutzmann iz leta 1899: 3,5 PS , 20 km/h

Gradiva prvih avtomobilov

Za šasijo, kolesa in nadgradnjo se je pretežno uporabljal **les**. Preobleke in notranje obloge so bile narejene iz **usnja** in **blaga**. Za motor, jeklena platišča in povezovalne dele se je uporabljalo sorazmerno **malo kovin**. Za hladilnik, ohišje svetil ipd. je prišla v poštev **medenina** (zlitina bakra s cinkom).

Les se je sčasoma vedno manj uporabljal in zato so iz starih poklicev (kolar, izdelovalec kočij ipd.) nastajali novi poklici: avtoklepar, avtoličar, avtomehanik itd..

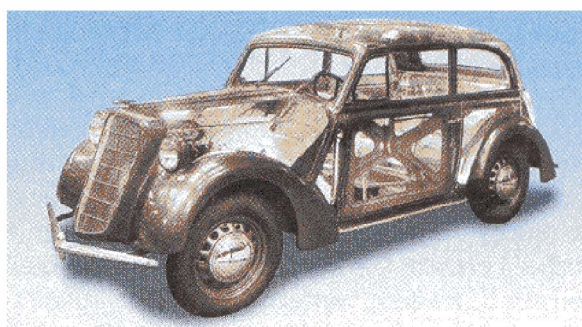
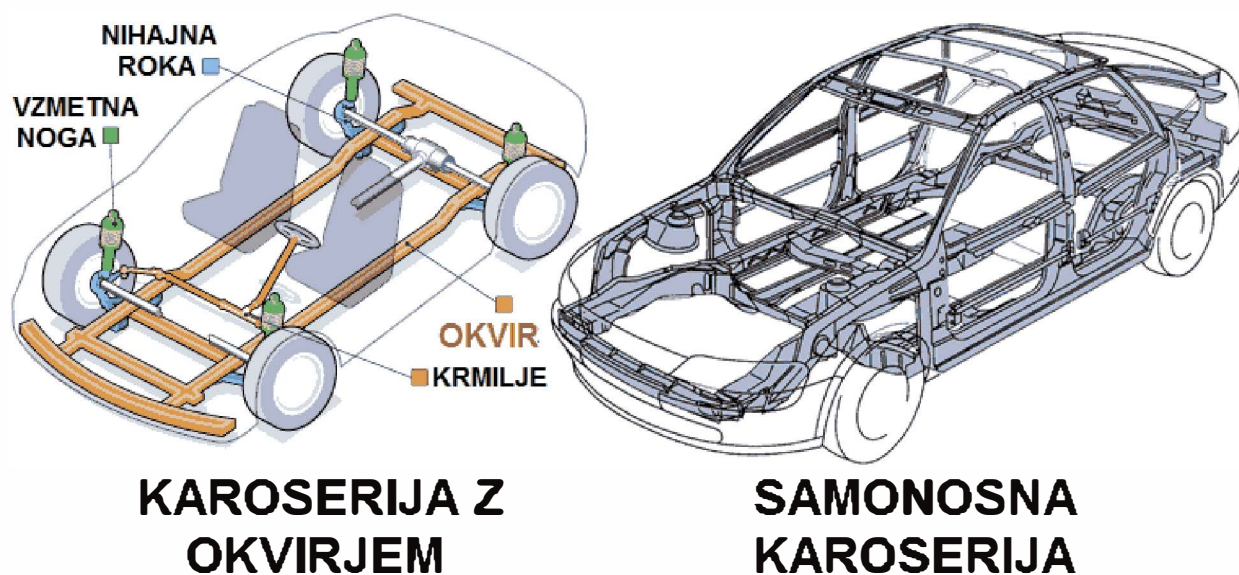


Slika 2: FORD »Tin Lizzy« iz jeklene karoserije

¹ preprosta svetilka s steklenim, pločevinastim ohišjem, ki se nosi v roki ali se obesi

Prvo karoserijo, narejeno v celoti **iz jeklene pločevine**, so izdelali na začetku 20. stoletja v tovarni **Ford** v ZDA.

V Evropi je **OPEL** izdelal **prvo samonosno karoserijo** iz jeklene pločevine leta 1935.



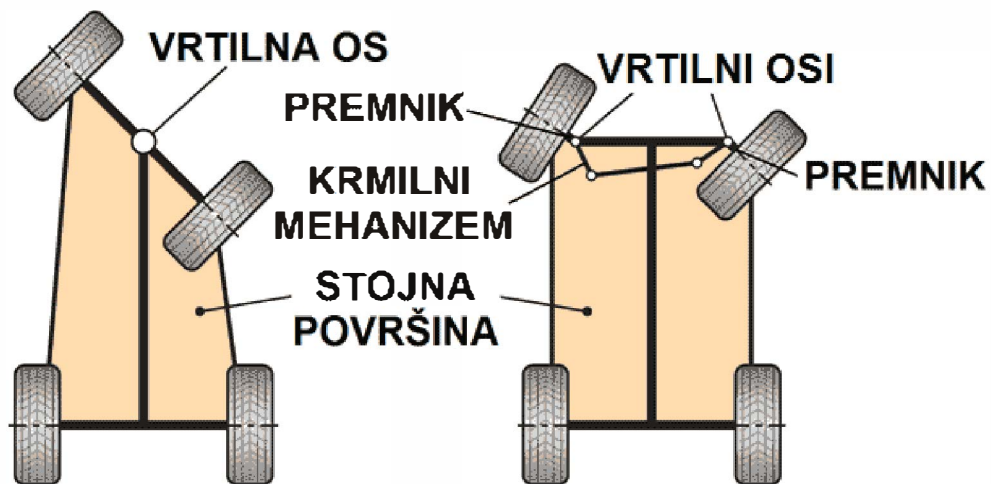
Slika 3: Samonosna karoserija OPEL Olympia 1935

Bela Barenyi² je leta 1951 patentiral **prvo varnostno potniško celico**.

² Béla Barényi (1. 3.1907 – 30. 5. 1997), madžarsko avstrijski inženir, pri firmi Mercedes patentiral prvo varnostno karoserijo

Razvoj avtomobilov in njihovega oblikovanja

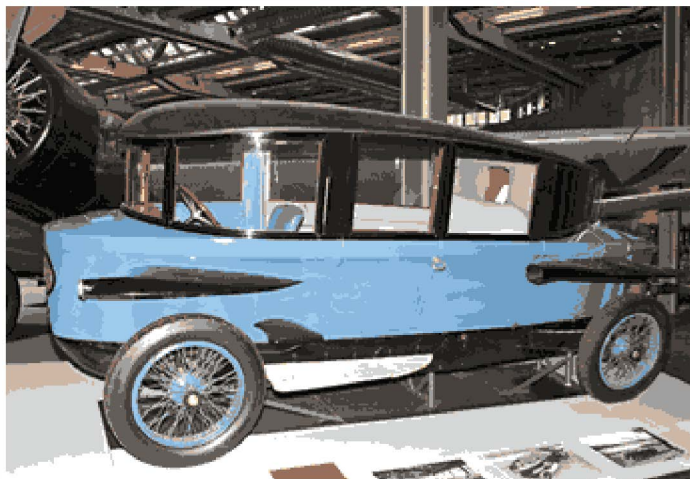
Leta 1890 je Sterling Elliot patentiral premnik:



Slika 4: Krmiljenje z vrtljivim podstavkom (levo) in s premniki (desno)

Z uvedbo krmiljenja s kolesnimi premniki je postalo mogoče postaviti motor naprej. Oblikovanje hladilnika je postavilo razpoznavanje znamke proizvajalca avtomobila v ospredje.

Z ugodnejšimi oblikami za premagovanje zračnega upora iz izkušenj v letalski industriji, je Rumpler-Tropfenwagen leta 1921 dosegel količnik zračnega upora $c_w = 0,28$. To vrednost dosegajo osebni avtomobili šele v novejšem času.



Slika 5: Rumpler-Tropfenwagen

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Naštej tipične karakteristike, ki so jih imeli avtomobili okoli leta 1900.
2. Naštej gradiva, iz katerih so bili tedaj pretežno izdelani avtomobili.
3. Pojasni vzrok, da so pričeli motorje vgrajevati v sprednji del avtomobila.

2. KLASIFIKACIJA CESTNIH MOTORNIH VOZIL

Od rojstva prvega avtomobila 1885/86 je nastalo zelo veliko različnih izvedb in oblik, zato je postala nujna klasifikacija³ cestnih motornih vozil.

Cestno motorno vozilo je opremljeno z motorjem za pogon po suhem in ni vezano na tračnice. Motorna vozila se lahko gibljejo po vsaj dveh ali več kolesih in jih glede tega delimo na motorna vozila z eno ali več sledmi.

Poleg motornega vozila poznamo še **priklopna** (priključna) **vozila**, oznaka **O**. To so vozila brez lastnega motorja za premikanje, ki jih priključimo motornim vozilom (različne prikolice).

Potniško cestno motorno vozilo je motorno vozilo ali priključno vozilo z eno ali več sledmi, ki je po konstrukciji in opremljenosti namenjeno za prevoz potnikov in prtljage.

Potniška cestna motorna vozila delimo na:

L - dvo- in trikolesna motorna vozila (enosledna, dvosledna)

- **dvokolo s pomožnim motorjem** (največja moč 4 kW, največja hitrost 25 km/h);
- **moped** (poseben okvir, motor do 50 cm³, največja hitrost 45 km/h);
- **skuter** (brez pedalov, ščitnik za kolena, do 200 cm³);
- **motocikel** (voznik se nanj naslanja s koleni);

M - štiri in večkolesna vozila (dvo- ali večsledna)

- **M₁ potniški osebni avtomobil:**
največ 8 potnikov + šofer,
tipi: limuzina, kombi limuzina, Pullman limuzina, kupe, kabriolet, športni avtomobil, večnamenski avtomobil);
- **M₂ avtobus:**
več kot 8 potnikov, po številu sedežev so avtobusi majhni, srednji in veliki, glede na uporabnost: mestni, medmestni, izletniški itd.,
- **M₃ masa preko 5 ton**

Kombinirano vozilo (kombi) je motorno vozilo z več sledmi, ki je po konstrukciji in opremljenosti sposobno za **prevoz ljudi ali tovora**.

Tovorno vozilo je motorno ali priključno vozilo z več sledmi, po konstrukciji in opremljenosti je namenjeno za prevoz tovora.

Po nosilnosti:

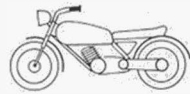
- **lahko N₁**, največja masa do 3,5 tone;
- **srednje N₂**, največja masa od 3,5 do 12 ton;
- **težko N₃**, največja masa nad 12 ton.

Vozilo za prevoz posebnih tovorov:

- ambulanta za prevoz potnikov;
- cisterna za prevoz tekočin;
- hladilnik;
- vozilo za prevoz živine;
- vozilo za prevoz smeti itd.

³ razvrstitev, razporeditev česa glede na enake ali podobne lastnosti

Cestna motorna vozila z eno sledjo



Motocikel



Skuter



Moped

Cestna motorna vozila z dvema ali več sledmi

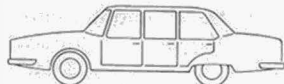
Potniška cestna motorna vozila



Limuzina



Kombi limuzina



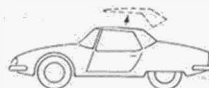
Pullman-limuzina



Kupe



Kabriolet



Športni avtomobil
(roadster)



Terensko vozilo

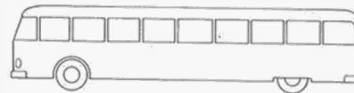


Posebno osebno vozilo
(pick up)

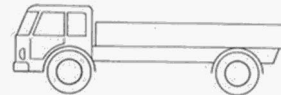


Kombi

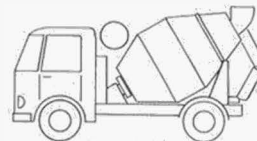
Gospodarska vozila



Avtobus



Tovornjak



Cestno motorno vozilo za
prevoz posebnih tovorov



Delovno cestno motorno vozilo
(avtdvigalo)



Delovno cestno motorno vozilo
(gasilski avto)



Delovno cestno motorno vozilo
(vozilo za čiščenje cest)



Reševalno vozilo

Slika 1: Klasifikacija cestnih motornih vozil

Delovno vozilo je vozilo, na katerega je vgrajen delovni stroj:

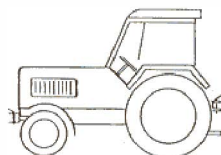
- gasilsko vozilo;
- vozilo za pometanje in čiščenje cest;
- vozilo za odstranjevanje snega;
- vozilo z dvigalom;
- ambulantno vozilo;
- vozilo za črpanje fekalij;
- rovokopač, itd..



Slika 2: Gasilski avto (delovno vozilo)

Vlečno vozilo je prvenstveno namenjeno za vleko prikolic in orodij:

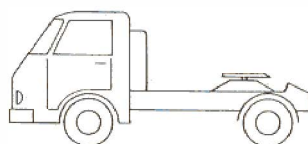
- poljedelski traktor T;
- traktor pol goseničar;
- traktor goseničar C;
- cestno vlečno vozilo S;
- vlačilec s sedlom za naslon prikolice.



Poljedelski traktor



Vlečno vozilo za vleko težkih tovorov



Vlačilec s sedlom

Slika 3: Cestna motorna vozila za vleko

Gospodarsko vozilo je vozilo, namenjeno za:

- prevoz blaga,
- prevoz potnikov proti plačilu
- vleko vozila

Gabariti (skrajne mere) cestnih motornih vozil

Širina in višina vozila

Cestno motorno ali priključno vozilo skupaj s tovorom ne sme biti širše od 2,5 m in višje od 4 m.

Dolžina vozila (skupaj s tovorom) ne sme presegati:

- pri osebnem avtomobilu 6 m;
- pri osebnem avtomobilu s priključnim vozilom 15 m;
- pri tovornem avtomobilu in avtobusu 12 m;
- pri vlačilcu s priklopnikom 16,5m;
- pri tovornem vozilu s prikolico in avtobusu zgibne konstrukcije 18 m.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, zakaj je potrebno klasificirati cestna motorna vozila.
2. Pojasni, kaj je cestno motorno vozilo in kaj priključno vozilo.
3. Kako klasificiramo cestna motorna vozila?
4. Kako klasificiramo potniška cestna motorna vozila?

3. PODVOZJE ALI VOZNI PODSTAVEK

K **voznemu podstavku** (podvozju) cestnega motornega vozila pripadajo:

- nosilni del (šasija ali sestav dna samonosne karoserije);
- vzmetenje in obese koles;
- krmiljenje vozila;
- zavore;
- kolesa.

K podvozju ne spada motor, prenos moči, karoserija in avtoelektrika.

Nosilni del nosi vse dele avtomobila.

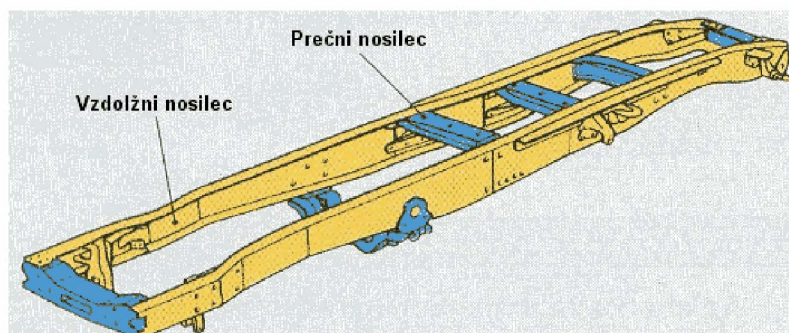
Cestna motorna vozila lahko imajo nosilni del ločen od karoserije, v tem primeru ga imenujemo **šasija**. Šasijo imajo:

- gospodarska vozila
- terenska vozila
- starejši osebni avtomobili

Nosilni del je lahko **samonosne karoserija** oz. njen sestav dna. Samonosno karoserijo ima večina osebnih avtomobilov.

Šasija

To je trdno ogrodje, na katerega so pritrjeni vsi sklopi vozila. Izdelana je iz profilov iz žilavega jekla, da prenese vse sile, ki delujejo nanjo med vožnjo in ohrani svojo obliko.



Slika 1: Šasija v obliki okvirja

Obremenitev šasije

Med vožnjo delujejo na šasijo:

- sile lastne teže in teže bremena;
- sile zaviranja in pospeševanja;
- centrifugalne sile;
- sile zaradi neravnosti cestišča.

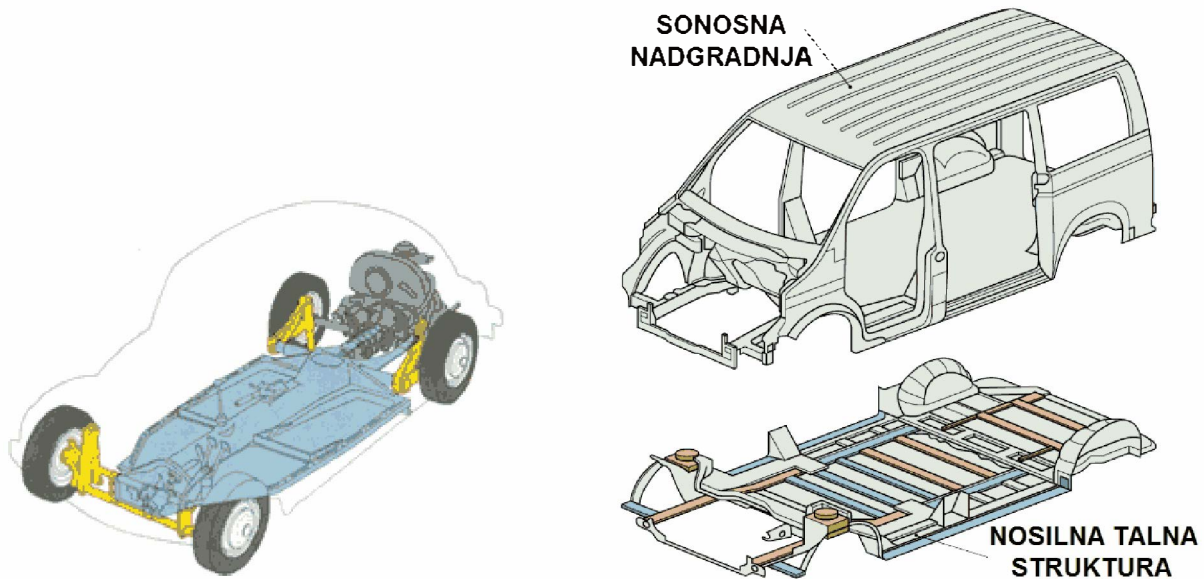
Te sile obremenjujejo šasijo na vzvoj in upogib.

Šasija je izdelana iz odprtih jeklenih profilov (U in L profili), zaprtih jeklenih profilov (pravokotne in okrogle cevi) in jeklene pločevine. Sestavni deli šasije so lahko med seboj kovičeni, varjeni ali priviti z vijaki.

Vrste šasij

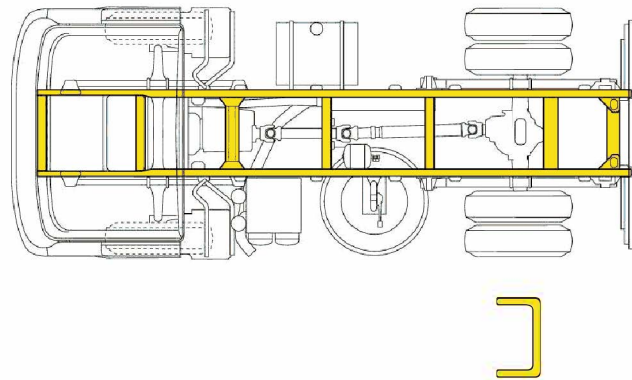
Ločimo naslednje vrste šasij:

- šasija v obliki nosilne ploščadi (redko še osebna vozila);



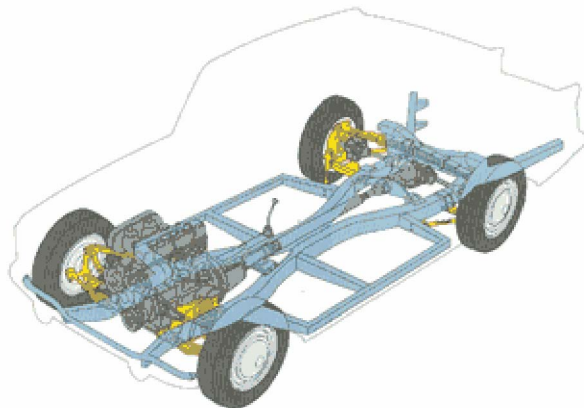
Slika 2: Šasija v obliki nosilne ploščadi

- šasija v obliki okvirja ali lestve (tovorna vozila);



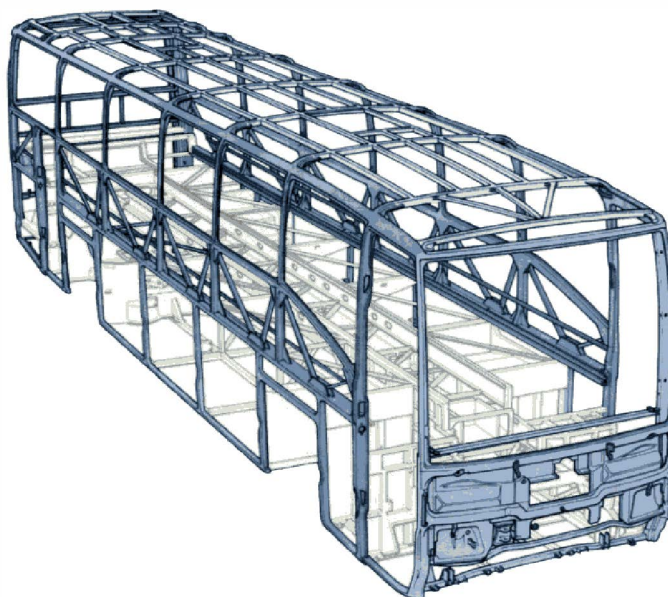
Slika 3: Šasija v obliki okvirja ali lestve

- šasija v obliki črke X (starejša osebna vozila).



Slika 4: Šasija v obliki črke X

- šasija v obliki rešetke ali predalčja (avtobusi, športni avtomobili);



Slika 5: Šasija turističnega avtobusa v obliki predalčja

Uporaba

Šasija kot posebni nosilni del se uporablja pri vozilih, **ki nosijo velik tovor** (gospodarska vozila - tovornjaki, avtobusi) in pri vozilih, ki morajo prenašati **večje obremenitve** (terenska vozila).

Osebna in kombinirana vozila imajo namesto šasije samonosno karoserijo.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, kaj je vozni podstavek vozila in ga opiši.
2. Pojasni, kaj je šasija, opiši, kako je izdelana in kako je obremenjena.
3. Naštej in opiši nekaj vrst šasij.

4. VARNOST IN AVTOMOBIL

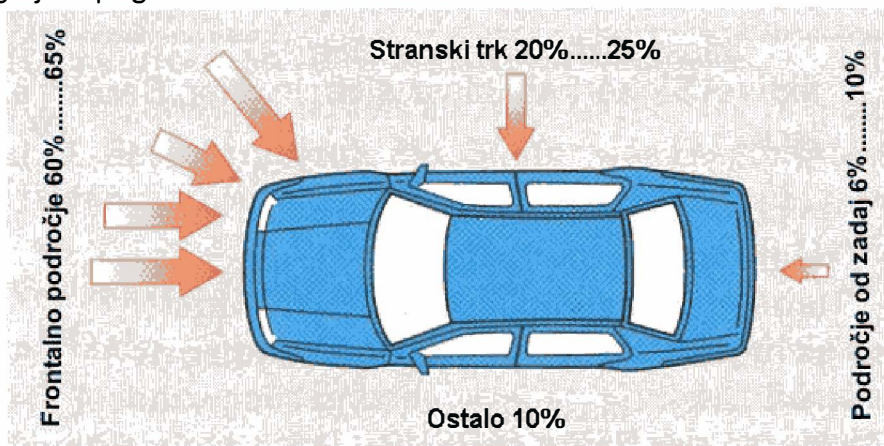
Poglavitni vzroki za nesreče na cestah so:

- nespoštovanje prometnih predpisov
- vedno gostejši promet
- slabe ceste

Po drugi strani pa se izdelujejo vse hitrejši avtomobili z vse manjšo težo. Pri takšnih avtomobilih bi človek pričakoval vse hujše posledice prometnih nesreč.

Vendar – z ustreznimi konstrukcijskimi izboljšavami avtomobilov lahko kljub večji hitrosti in manjši teži dosežemo večjo varnost potnikov.

Najprej si pogledjmo pogostost trkov v odstotkih:



Slika 1: Pogostost trkov v odstotkih

Pri avtomobilu ločimo:

- **Zunanje varnostno območje**, ki ga predstavlja **varnostna karoserija**. Varnostna karoserija v primeru nesreče akumulira velik del energije pri trčenju, medtem ko mora ostati kabina s potniki čim bolj nepoškodovana. Tudi pri trčenju v pešca mora varnostna karoserija povzročiti pešču čim manj poškodb.
- **Notranje varnostno območje** predstavljajo **zadrževalni sistemi** npr. mehko oblaženi deli ali zračne blazine.

Aktivna varnost

Pod aktivno varnostjo razumemo konstrukcijske **ukrepe** na vozilu, **ki pomagajo preprečevati nesreče**.

K aktivni varnosti prištevamo:

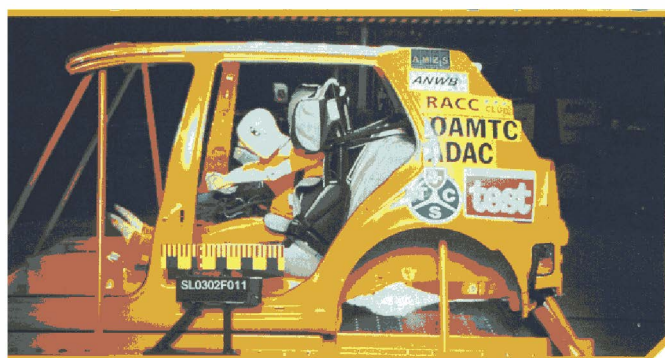
- nevtralnno obnašanje vozila v ovinku
- stabilna vožnja naravnost
- zaviranje z največjim možnim pojemkom
- lahko in zanesljivo usmerjanje
- klima naprava
- dobre gume (avtomobilske pnevmatike)
- dobra vidljivost iz vozila itd.



Slika 2: Test čelnega trčenja EURO NCAP pri hitrosti okoli 50 km/h

Pasivna varnost

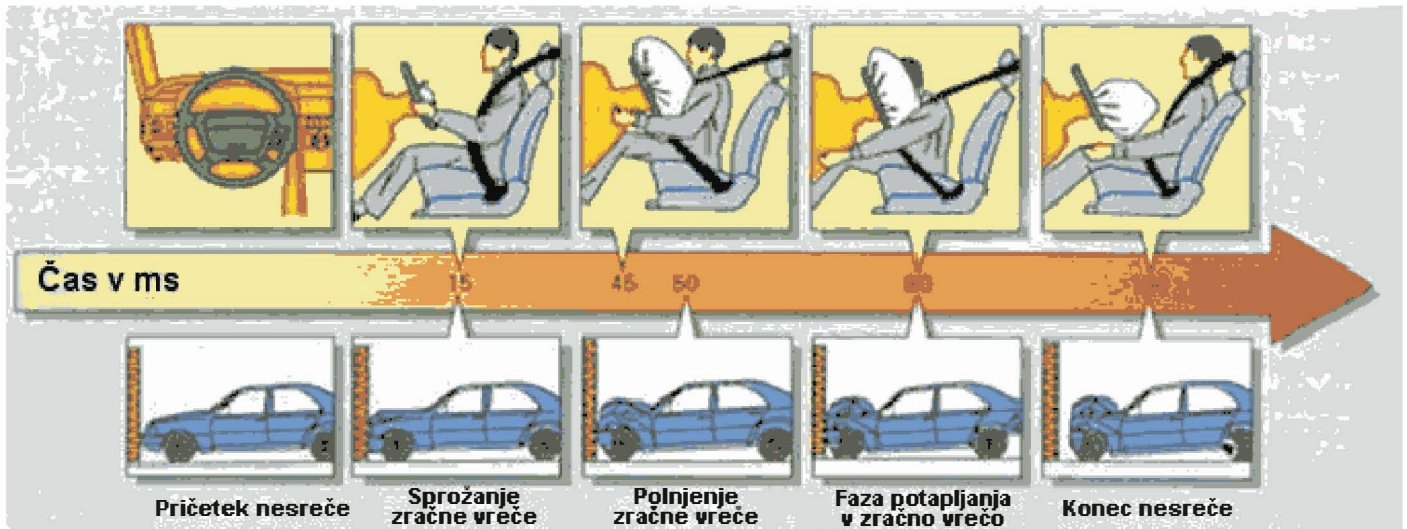
Ko nesreče ne moremo več preprečiti, morajo varovalne naprave **čim bolj ublažiti posledice**. Zmanjšati morajo možnost poškodb ali celo preprečiti smrt potnikov.



Slika 3: Preizkušanje otroškega sedeža

Pasivno varnost v avtomobilu predstavljajo sledeče konstrukcijske rešitve in naprave:

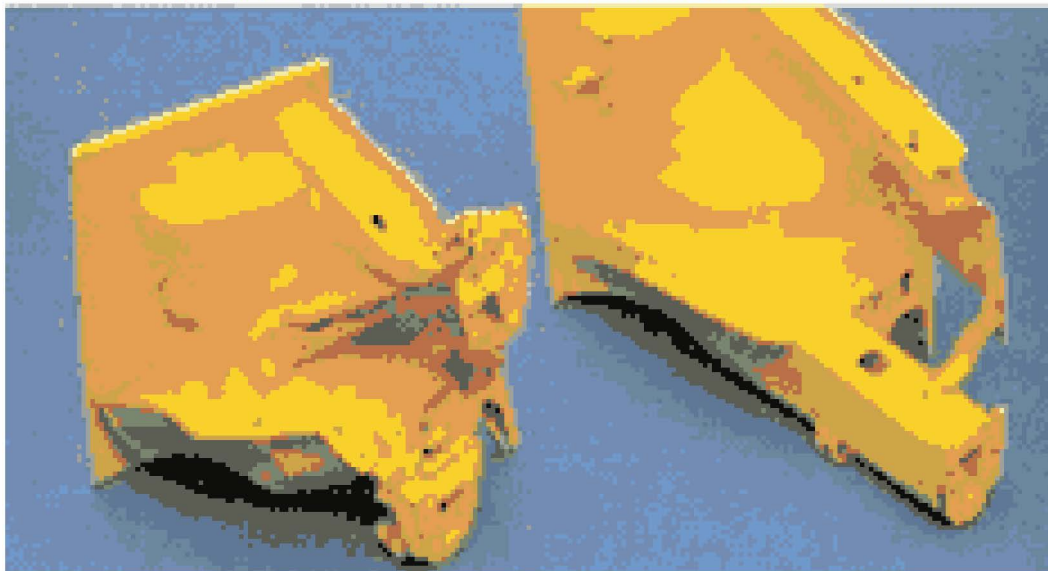
- varnostni pas, vzglavnik in zračne blazine;



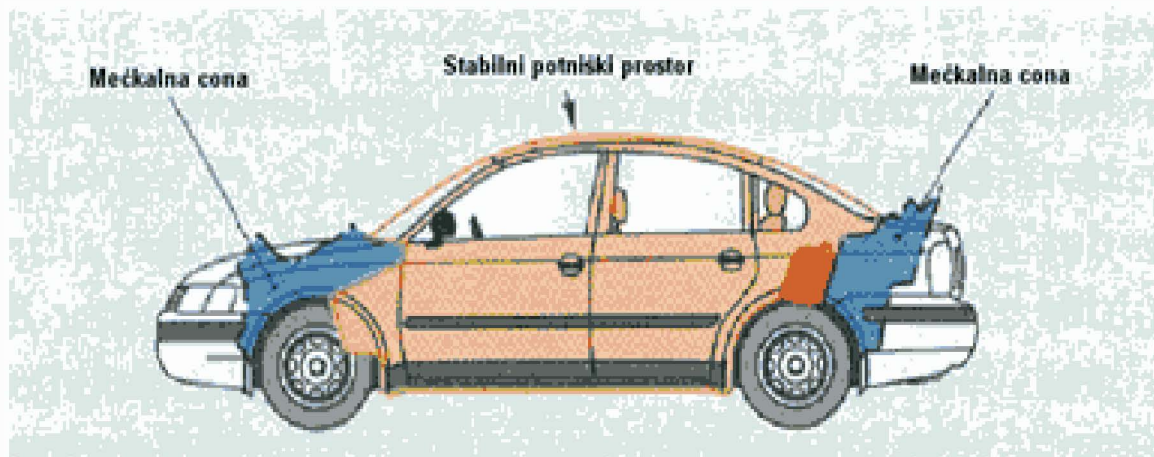
Slika 4: Trenutki sprožanja varnostne blazine

- varnostna karoserija;

MEČKALNI PROCES SPREDNJEGA VZDOLŽNEGA NOSILCA

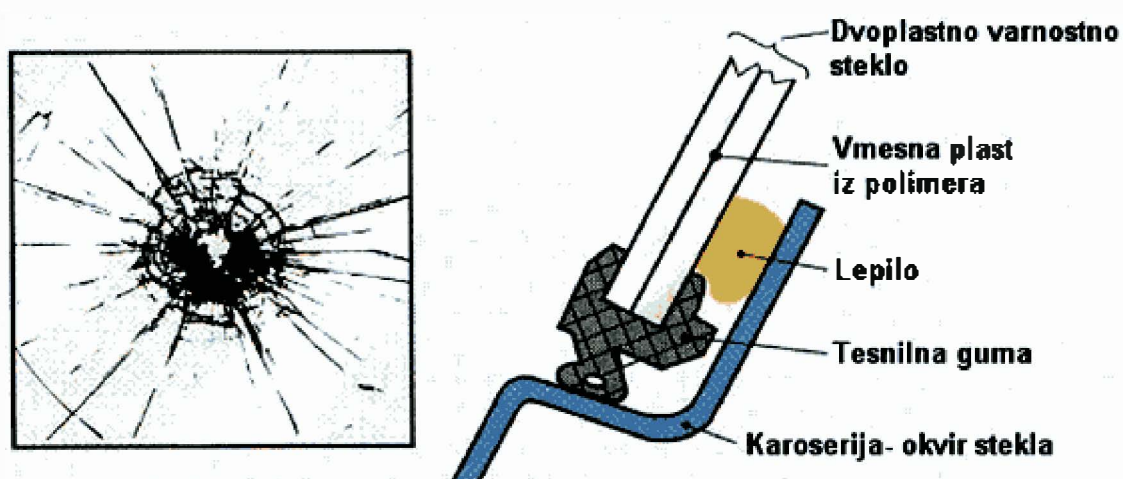


Slika 5: Preizkus vzdolžnega nosilca



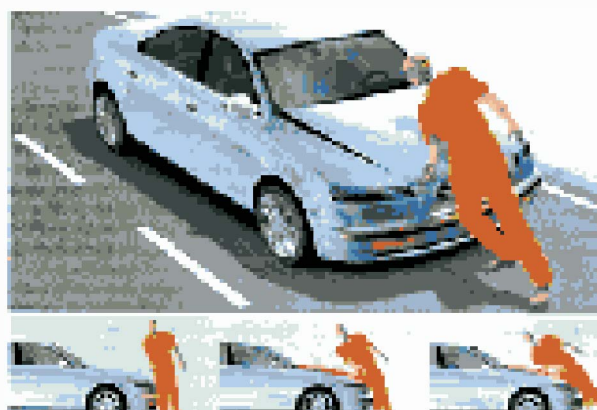
Slika 6: Varnostna karoserija

- natezna naprava za pasove;
- oblazinjeni deli avtomobila;
- varnostni volanski drog;
- eno- in dvoplastno varnostno steklo;



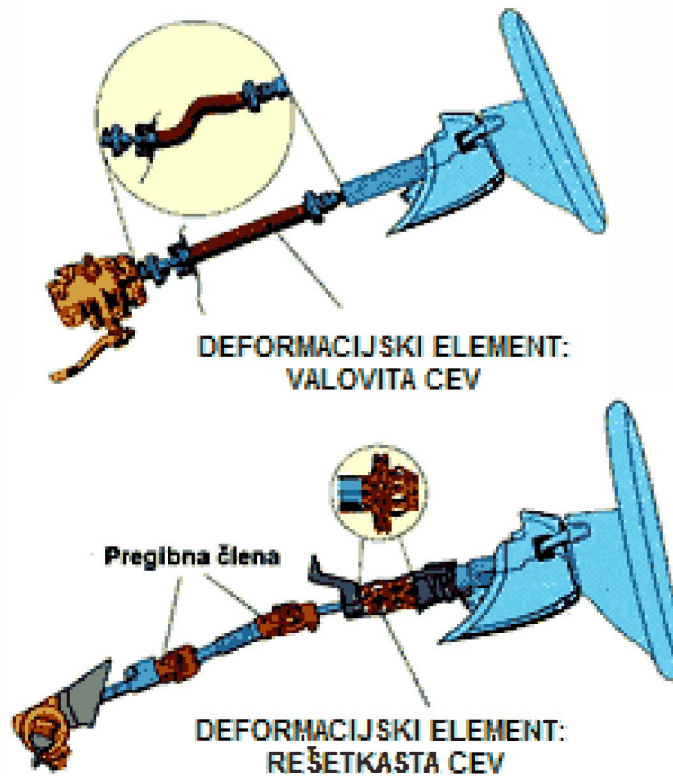
Slika 7: Varnostno vetrobransko steklo

- plastični blatniki in odbijači (pešci) itd.



Slika 8: Avtomobil s pasivno varnostjo za pešce

VARNOSTNI VOLANSKI DROG



Slika 9: Varnostni volanski drog

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Naštej najpogostejše vzroke prometnih nesreč! Katera trčenja so najpogostejša?
2. Pojasni, kaj je zunanje in kaj notranje varnostno območje!
3. Pojasni, kaj je aktivna varnost in kateri vgrajeni deli in sistemi jo predstavljajo.
4. Pojasni, kaj je pasivna varnost in kateri vgrajeni deli in sistemi jo predstavljajo.

5. UPORI MED VOŽNJO

Med vožnjo mora motor premagovati upore, ki vplivajo na porabo goriva. Ti upori so:

- kotalni upor;
- zračni upor;
- upor vožnje po strmini.

Kotalni upor

Odvisen je od deformacije gum, od kotaljenja gum in kakovosti ceste. Na velikost upora ima največji vpliv tlak v gumah, globina profila in tudi hitrost vožnje. Vsi ti vplivi so zaradi enostavnosti računanja združeni v koeficientu kotalnega upora f .

Kotalni upor izračunamo po enačbi: $F_R = f \cdot F_N$

F_R [N] kotalni upor
 f [/] koeficient kotalnega upora
 F_N [N] skupna teža avtomobila

Vrsta cestišča	Diagonalne gume	Radialne gume
Beton, asfalt	0,018	0,012
Majhni tlakovci	0,02	0,015
Veliki tlakovci	0,022	0,018
Gramoz-valjan	0,025	0,02
Katranast makadam	0,03	0,025
Zemeljska po-trdna	0,05	0,05
Njivska tla	0,1...0,4	0,1...0,4
Mivka	0,2...0,5	0,2...0,5

Tabela 1: Vrednosti koeficient kotalnega upora f za različne podlage

Primer 1: Osebni avtomobil s skupno težo 13500 N vozi z enakomerno hitrostjo 110 km/h po cestišču z majhnimi tlakovci. Koeficient kotalnega upora znaša 0,015. Kako velik je kotalni upor?

$$F_R = f \cdot F_N = 0,015 \cdot 13500 \text{ N} = 202,5 \text{ N}$$

Primer 2: Tovornjak ima skupno težo 300.000 N. Na gradbišču se premika po mivki. Koeficient kotalnega upora je 0,35. Koliko znaša kotalni upor vožnje?

$$F_R = f \cdot F_N = 0,35 \cdot 300000 \text{ N} = 105000 \text{ N}$$

Primer 3: Kolikšna je skupna teža tovornjaka, katerega kotalni upor znaša 4500 N? Koeficient kotalnega upora je 0,22 (veliki tlakovci).

$$F_R = f \cdot F_N \rightarrow F_N = F_R/f = 4500 \text{ N} / 0,22 = 20.454,55 \text{ N}$$

Zračni upor

Odvisen je od oblike avtomobila, njegovega prečnega preseka in kvadrata hitrosti vožnje. Izračunamo ga po enačbi:

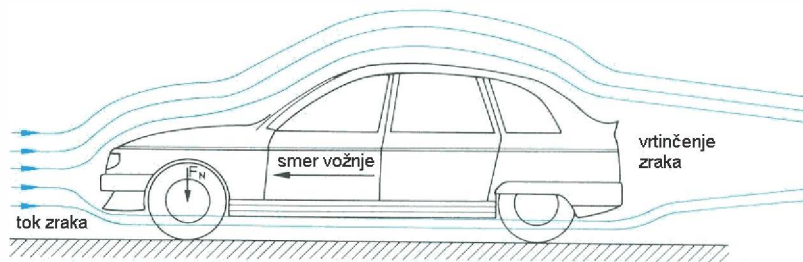
$$F_L = c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right) \cdot A$$

F_L [N].....zračni upor

c_w [/].....koeficient zračnega upora

v_F [m/s]hitrost avtomobila

A [m²]prečni presek avtomobila



Slika 1: Zračni upor med vožnjo

Primer 1: Osebni avtomobil, ki ima koeficient zračnega upora $c_w = 0,34$ in površino prečnega preseka $1,69 \text{ m}^2$, vozi s hitrostjo 120 km/h po avtocesti. Izračunaj zračni upor!

$$c_w = 0,34$$

$$v_F = 120 \text{ km/h} = 33,3 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$A = 1,69 \text{ m}^2$$

$$F_L = ?$$

$$F_L = c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right) \cdot A = 0,34 \cdot \left(1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{(33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} \right) \cdot 1,69 \text{ m}^2$$

$$F_L = \underline{414,2 \text{ N}}$$

Primer 2: Osebni avtomobil, ki ima koeficient zračnega upora $c_w=0,4$ in površino prečnega preseka 2 m^2 , vozi s hitrostjo 50 km/h po mestu. Izračunaj zračni upor!

$$c_w = 0,4$$

$$v_F = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$A = 2 \text{ m}^2$$

$$F_L = ?$$

$$F_L = c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right) \cdot A = 0,4 \cdot \left(1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{(13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} \right) \cdot 2 \text{ m}^2$$

$$F_L = \underline{100,3 \text{ N}}$$

Primer 3: Kako velika je prečna površina tovornjaka, ki ima zračni upor 180 N in koeficient zračnega upora 0,4 pri hitrosti 50 km/h?

$$c_w = 0,4$$

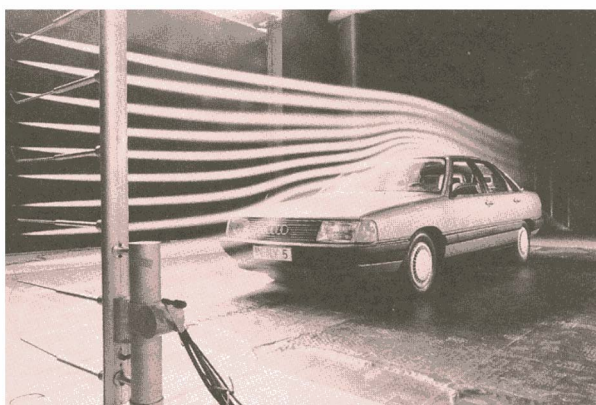
$$v_F = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$F_L = 180 \text{ N}$$

$$F_L = c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right) \cdot A \Rightarrow A = \frac{F_L}{c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right)} = \frac{180 \text{ N}}{0,4 \cdot \left(1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{(13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} \right)}$$

$$\underline{A = 3,6 \text{ m}^2}$$



Slika 2: Določanje zračnega upora v vetrovniku

Upor vožnje po strmini

To je dodaten upor, ki nastane pri vožnji avtomobila v strmino. Upor vožnje po strmini je odvisen od skupne teže avtomobila in naklona strmine. Izračunamo ga po enačbi:

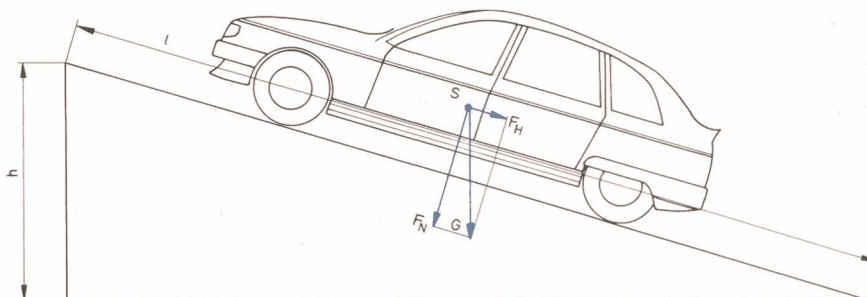
$$F_{st} = \frac{G \cdot h}{L}$$

F_{st} [N] ... upor vožnje po strmini

G [N] ... skupna teža avtomobila

L [m] ... dolžina cestišča

h [m] ... višinska razlika cestišča



Vozilo na strmini. V težišču avtomobila S deluje sila F_H , ki ga skuša zakotaliti nazaj po strmini. Normalna sila F_N deluje pravokotno na silo F_H . Iz obeh sil rezultira sila teže avtomobila F_G .

Slika 3: Upor vožnje po strmini

Primer 1: Avtomobil s skupno težo 12000 N, vozi v strmino. Dolžina ceste znaša 2 km, višinska razlika pa 150 m. Izračunaj upor vožnje po strmini!

$$F_{st} = \frac{G \cdot h}{L} = \frac{12000N \cdot 150m}{2000m} = 900N$$

Primer 2: Kako velik je upor vožnje pri istem avtomobilu, vendar pri 5% klanecu?

$$F_{st} = \frac{G \cdot h}{L} = \frac{12000N \cdot 5}{100} = 600N$$

Primer 3: Koliko % ima klanec, ki ga premaguje tovornjak s skupno težo 18000 N in znaša upor vožnje po strmini 900 N?

$$h = \frac{100 \cdot F_{st}}{G} = \frac{100 \cdot 900N}{18000N} = 5\%$$

Skupni upor

Skupni upor vožnje je vsota kotalnega upora, zračnega upora in upora vožnje po klanecu.

$$F_S = F_R + F_L + F_{st} \text{ [N]}$$

Primer: Kakšen skupni upora vožnje ima osebni avtomobil, ki vozi s hitrostjo 90 km/h v 8% klanec? $G = 9500 \text{ N}$, $F_N = 9470 \text{ N}$, $f = 0,015$, $A = 2,1 \text{ m}^2$, $c_w = 0,38$.

$$c_w = 0,38$$

$$v_F = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$f = 0,015$$

$$F_N = 9470 \text{ N}$$

$$G = 9500 \text{ N}$$

$$h/L = 8 \%$$

$$A = 2,1 \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$F_R = f \cdot F_N = 0,015 \cdot 9470 \text{ N} = 142 \text{ N}$$

$$F_L = c_w \cdot \left(\rho \cdot \frac{v_F^2}{2} \right) \cdot A = 0,38 \cdot \left(1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{(25 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} \right) \cdot 2,1 \text{ m}^2$$

$$F_L = 324 \text{ N}$$

$$F_{st} = \frac{G \cdot h}{L} = \frac{9500N \cdot 8}{100} = 760N$$

$$F_{Sk} = F_R + F_L + F_{st} = 142 + 324 + 760 = \underline{1226 \text{ N}}$$

Izračunamo lahko tudi silo F_{Ost} , ki jo lahko uporabimo za pospeševanje avtomobila. Izračunamo jo po enačbi:

$$F_{Ost} = F_{Zač} - F_{Sk} \quad [N]$$

$$F_{Ost} = F_{Zač} - F_R - F_L - F_{st} \quad [N]$$

$F_{Zač}$ v tej enačbi je začetna sila, ki jo razvije motor in jo daje na razpolago na pogonska kolesa. Večja kot je sila, ki ostane, boljši so pospeški avtomobila.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, katere upore mora med vožnjo premagovati motor avtomobila.
2. Pojasni, kaj je kotalni upor, od česa je odvisen in kako ga izračunamo.
3. Pojasni, kaj je zračni upor, od česa je odvisen in kako ga izračunamo. Koliko znaša količnik upora c_w za današnje avtomobile?
4. Pojasni, kaj je upor na strmini, od česa je odvisen in kako ga izračunamo.
5. Pojasni, kako izračunamo celotni upor vožnje, zakaj je pomembna sila, ki ostane, ko premagamo vse upore in kako jo izračunamo.

6. LASTNOSTI GRADIV

Gradivo je material, snov, surovina za izdelke ali polizdelke, surovina za gradnjo, graditev. Zaradi boljšega pregleda nad številnimi gradivi jih razdelimo na:

- a) Kovine
- b) Nekovine
- c) Vezana gradiva oz. kompoziti

Izbira najustreznejšega gradiva je odvisna od njegovih lastnosti, ki jih delimo na:

FIZIKALNE lastnosti gradiv

- a) **Splošne** fizikalne lastnosti: barva, gostota, viskoznost, pH vrednost, poroznost, kristalna struktura, navzemanje vode.
- b) **Toplotne** lastnosti: temperatura tališča, vrelišče, plamenišče, temperaturna razteznost (tudi njene posledice, npr. deformacije po varjenju), toplotna prevodnost, specifična toplota, toplotna (termalna) obstojnost, temperatura uporabe (od ... do ...).
- c) **Mehanske** lastnosti: trdota, trdnost (tudi obrabna, vezivna in robna trdnost), elastičnost (prožnost) - modul elastičnosti, plastičnost, žilavost, krhkost, odpornost na zarezne učinke (glej valjanje), odpornost proti obrabi.
- d) **Električne** lastnosti: električna prevodnost (upornost), magnetičnost itd.

TEHNOLOŠKE lastnosti gradiv

Opisujejo sposobnost gradiva, da se obdelata, predelata in so tesno povezane s proizvodnjo, s popravili.

Primeri tehnoloških lastnosti gradiv:

- a) **Oblikovalnost:** livnost, možnost zlivanja z različnimi elementi,
- b) **Preoblikovalnost:** kovnost, deformabilnost, duktilnost, gnetljivost
- c) **Možnost oplaščenja:** oprijemljivost, vpojnost, luknjičavost, sposobnost zglajevanja, barvanja (lakiranja)
- d) **Spreminjanje lastnosti materiala:** kaljivost, popustna obstojnost
- e) **Sestavljanje, spajanje:** možnost lepljenja, lotanja, varjenja (varivost), kitanja, spajanja s preoblikovanjem, zatiskovanje ...
- f) **Ločevanje:** odrezovalnost (brusnost - možnost brušenja), rezljivost, rezilnost, itd..

KEMIČNE lastnosti gradiv

- a) Reaktivnost, korozijska obstojnost (površinska, elektrokemična, kemična, enakomerna, luknjičasta, kontaktna, medkristalna) in zlitine in pomembne spojine (tudi njihova uporaba).
- b) Fiziološke lastnosti, od tega predvsem strupenost in vpliv na življenjske procese.
- c) Navzemanje vode.
- d) Gorljivost, kurilnost.
- e) Topnost (npr. v vodi, tudi topnost v trdnem).

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Na katere tri vrste snovi razdelimo gradiva?
2. Naštej in opiši nekaj fizikalnih lastnosti gradiv!
3. Kaj so tehnološke lastnosti snovi? Naštej vsaj 5 tehnoloških lastnosti snovi.
4. Naštej najpomembnejše kemijske lastnosti gradiv!

LASTNOSTI GRADIV ZA KAROSERIJSKE PLOČEVINE

Oblikovalnost

Ker se karoserijske pločevine preoblikujejo z globokim vlekrom in pri tem deloma zelo močno spremenijo obliko, se morajo zelo dobro preoblikovati.

Trdnost

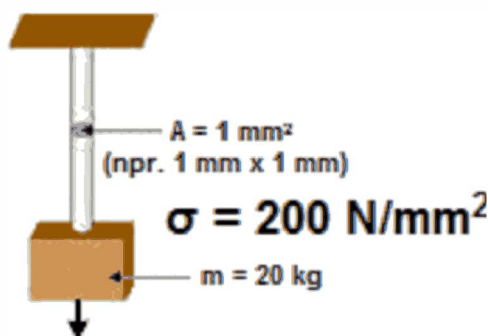
Trdnost je največja obremenitev, ki jo material vzdrži, preden se poruši. Oznaka za trdnost je σ_M ali R_m , merska enota pa je $[N/mm^2]$.

Natezna trdnost $200 N/mm^2$ pomeni, da žica s presežkom $1 mm^2$ vzdrži, če nanjo obesimo maso $20 kg$. Masa $20 kg$ namreč povzroči silo približno $200 N$ po enačbi:

$$F_g = m \cdot g$$

g ... zemeljski pospešek, znaša $9,8 m/s^2$ – zaokrožimo na $10 m/s^2$

Risba prikazuje preprost izračun natezne napetosti v materialu po enačbi $\sigma = \frac{F}{A}$



Slika 1: Pojasnilo mehanske napetosti v materialu

Trdnost običajnih karoserijskih pločevin je sorazmerno majhna in znaša od 250 do $300 N/mm^2$. Močnejše obremenjeni karoserijski deli se izdelujejo iz jeklenih pločevin z višjo ali visoko trdnostjo.

Meja plastičnosti

Lastnosti jeklenih pločevin v gradnji karoserij opisujemo z **mejo plastičnosti**. Če je meja plastičnosti prekoračena, **pride do trajne deformacije gradiva** in lahko nastanejo močne spremembe v strukturi gradiva. Vračanje hladne jeklene pločevine v prvotno obliko lahko pripelje do spremembe molekularne strukture jekla in s tem do spremenjenih lastnosti.

Za karoserijske pločevine je meja plastičnosti odločilna vrednost za preoblikovanje. To je vrednost, do katere lahko obremenjujemo gradivo, ne da bi trajno spremenilo obliko.

Z oznakama jeklo z višjo trdnostjo ali jeklo z visoko trdnostjo označujemo nekatera jekla, pri katerih na različne načine dosegamo povišanje meje plastičnosti.

Sposobnost vračanja v prvotno obliko

Če se karoserijske pločevine zaradi nesreče deformirajo in v okviru strokovnega popravila ponovno vrnejo v začetno obliko, se lastnosti in s tem tudi obnašanje karoserije v primeru ponovne nesreče ne smejo spremeniti.

Pri močnih raztezanjih gradiva, v primeru močne deformacije, npr. zaradi močnega prepogibanja, je potrebno poškodovane dele zamenjati.

Gradiva za lahko gradnjo

Karoserija predstavlja približno 25% teže avtomobila. Ker bi se teža avtomobilov zaradi vgrajevanja varnostnih in komfortnih naprav povečala, mora k prihranku na teži doprinesti tudi samonosna karoserija. Pri tem imamo sledeče možnosti:

- prihranek materiala, ne da bi zmanjšali varnost avtomobila;
- uporaba lažjih gradiv;
- karoserija v hibridnem ali mešanem načinu gradnje.

Pri večini samonosnih karoserij je groba karoserija iz pocinkane jeklene pločevine osnova za nadgradnjo. Z zmanjšanjem števila ojačitev, z manjšim vložkom materiala in s pločevinami z veliko trdnostjo se poskuša doseči maksimalna togost ob hkratni minimalni teži.

Karoseriji priključeni deli kot so vrata, motorni pokrov, pokrov prtljažnika, blatniki, pa tudi naslonjala sedežev so lahko izdelani iz lahkih kovin, še zlasti iz aluminija. Proti koroziji zaščiteni deli so ponekod lahko izdelani tudi iz magnezija.

Takšen mešan način gradnje (hibridni način gradnje) je nujno privedel do novih izdelovalnih metod in tehnik povezovanja.

Korozija

Še posebej je treba paziti na korozijsko zaščito pri uporabi različnih gradiv. Direktno povezavo aluminija ali magnezija z jeklom je treba brezpogojno preprečiti, ker lahko tako imenovana kontaktna korozija razkroji manj žlahtno kovino, npr. aluminij. Ta mešanica gradiv ima tudi neposreden vpliv na metode popravila.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Naštej pomembne lastnosti karoserijskih pločevin.
2. Pojasni, kako lahko zmanjšamo težo karoserije.
3. Naštej gradiva, iz katerih je izdelana samonosna karoserija.
4. Pojasni, na kaj je potrebno še posebej paziti v zvezi s korozijo.

7. JEKLENE PLOČEVINE

Karoserije so najpogosteje izdelane iz jeklene pločevine. Pločevina je kovinski material v ploščah ali trakovih, običajno izdelan z valjanjem.

Hladno valjane jeklene pločevine so žilave in trdne. Primerne so **za karoserijske dele**, ki se močno preoblikujejo **s postopkom globokega vleka**.

Pločevine za uporabo v gradnji karoserij morajo imeti naslednje **lastnosti**:

- dobro varivost;
- dobro preoblikovalnost;
- dobro kvaliteto površine, ki je pogoj za kvalitetno lakiranje.

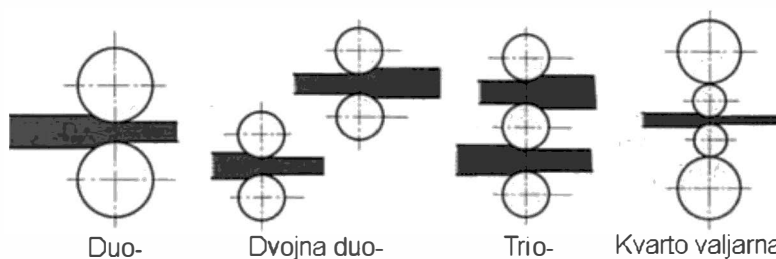
Pločevine se dobavljajo kot ploščate pločevine ali navite v kolobarjih in so pripravljene za takojšnjo preoblikovanje. Kot ploščati jekleni proizvodi pridejo v poštev široke jeklene pločevine ali trakovi.

Glede na debelino delimo kleparsko pločevino na:

- **tanke pločevine** od 0,5 mm do 3 mm; pokrivna pločevina (ki ni nosilna) ima debelino do 0,6 mm; nosilna pločevina ima debelino do 3 mm
- **zelo tanke pločevine** do 0,5 mm; v krovskem kleparstvu se največ uporablja pločevina debeline 0,4 mm

Proizvodnja jeklenih pločevin

Jeklo obdelujemo v obliki velikih stebrov ali bram s pravokotnim prerezom. Izhodiščno gradivo je mehkejše, nelegirano jeklo z vsebnostjo 0,05% do 0,1% ogljika. Nadalje se brame segrejejo na okoli 1200°C in na valjarni izvaljajo na potrebno debelino.



Slika 1: Vrste valjarn jekla

Vrste pločevin

Za karoserije motornih vozil pride v poštev toplo in hladno valjana pločevina.

Toplo valjana pločevina

Valja se na temperaturi 800 °C do 1150 °C in neposredno po valjanju navije v kolobarje.

Hladno valjana pločevina

Izdelana je iz toplo valjanih pločevinastih trakov, ki jih **ponovno valjamo**. Pri tem nastalo hladno utrjevanje gradiva se odstrani s tako imenovanim **rekristalizacijskim žarjenjem** pri 700 °C.

V tabeli 1 navedene pločevine se prevladujoče uporabljajo v gradnji karoserij.

Tabela 1: Hladno valjan trak iz mehkih jekel (vgl. DIN 1EN 10130, e)				
Vrsta jekla		Natezna trdnost Rm v N/mm ²	Meja plastičnosti v N/mm ²	Porušitveni raztezek A v %
	doslej			
DC 01	St 12	270...410	280	28
DC 03	RR St 13	270...370	240	34
DC 04	St 14	270...350	210	38
DC 05		270...330	180	40
DC 06		270...350	180	38

Razlikujemo:

- **Jeklene pločevine z višjo trdnostjo**. To so pločevine, ki imajo mejo plastičnosti z različnimi postopki povišano na 350 N/mm². Pri karoserijskih delih z višjo trdnostjo, ki se morajo **močno preoblikovati**, so **problemi** pri postopku **globokega vleka**. Pride lahko do nastajanja **razpok**.
- **Jeklene pločevine z visoko trdnostjo**. To so pločevine z mejo plastičnosti preko 500 N/mm². Izbira uporabljene pločevine je zelo odvisna od tega, kako bo oblikovan karoserijski del.

Pocinkana pločevina

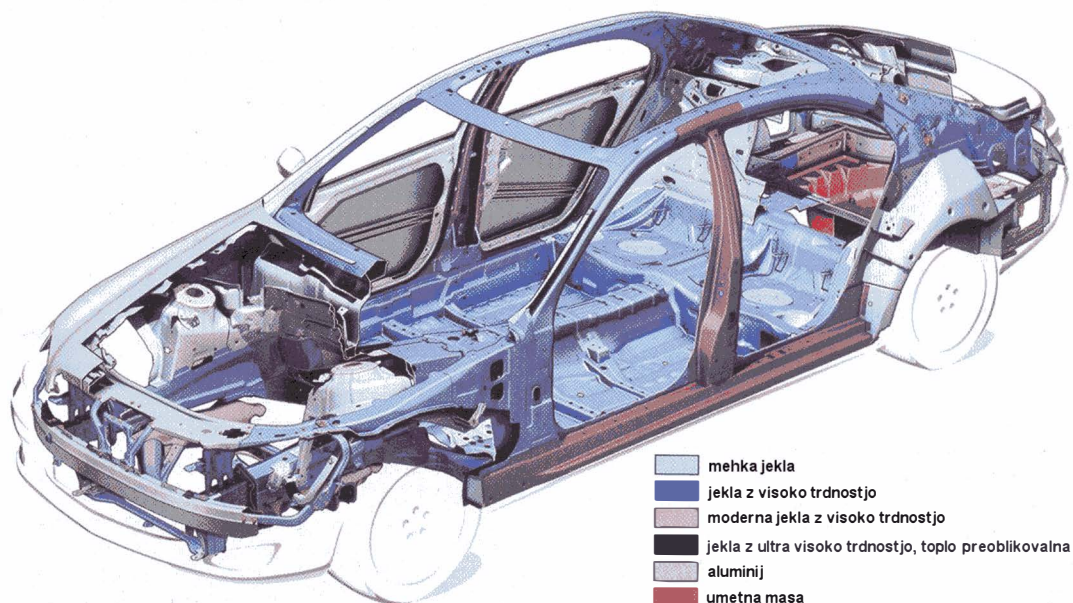
Podrobnosti preberi v poglavju Kovinske prevleke.

Jeklene pločevine z visoko trdnostjo

- **Mikrolegirana jekla**. Ta jekla imajo majhne primesi niobija⁴ in titana. Pri refosforizaciji jekel se jim zaradi namenskega vračanja fosforja poviša trdnost. Te vrste pločevin se uporabljajo predvsem **za nosilne dele**.
- **Dvofazna jekla**. Z mikrolegirnimi elementi, kot so npr. Al, Mo, Mn, P, Si, Ti in V in sledečo toplotno obdelavo dobijo ta jekla strukturo, ki se že pri majhnih stopnjah preoblikovanja hladno utrdi. Jeklo je zelo občutljivo na toploto in **pri segrevanju izgubi velik del trdnosti**. Ta jekla smemo zato samo pogojno toplo ravnati. Dvofazna jekla so še posebej primerna **za** vzdolžne in prečne **nosilce**, pa tudi za vlečene dele z veliko površino in z veliko trdnostjo proti vboklinam, npr. za **vrata, strehe, pokrov prtljažnika** itd..
- **S fosforjem legirana jekla**. Imajo **odlične preoblikovalne lastnosti** pri globokem vleku. V gradnji karoserij že pogosto zamenjujejo do sedaj običajno hladno valjane pločevine iz mehkih jekel.
- **Bake hardening⁵ jekla (BH jekla)** imajo pri globokem vleku enake lastnosti kot običajna pločevina. S kasnejšo toplotno obdelavo pa se meja plastičnosti in **trdnost**

⁴ redka, težko taljiva kovina bele barve, element Nb, za legiranje jekel

jekla občutno izboljšata, do 10 x se poveča tudi **togost proti nastajanju vboklin**. Toplotna obdelava se izvrši v peči med zapekanjem laka na grobo karoserijo. Te pločevine se prednostno uporabljajo za preoblikovane karoserijske dele z veliko površino, npr. **zunani karoserijski deli** (pokrovi in stranski deli).

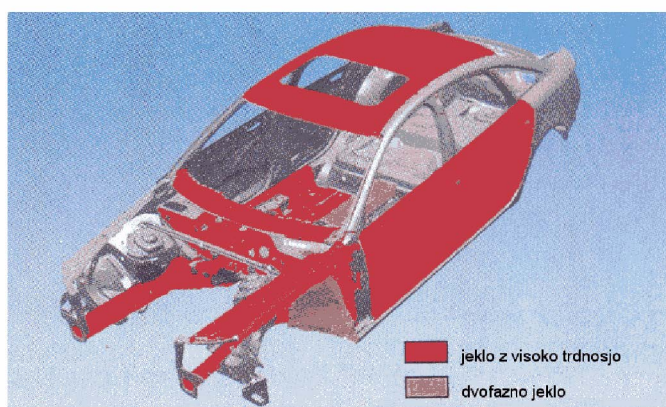


Slika 2: Hibridna gradnja neke moderne karoserije

Uporaba jeklenih pločevin z visoko trdnostjo

Glede na zahteve se v gradnji karoserij uporabljajo pločevine iz jekel z visoko trdnostjo skupaj z običajnimi pločevinami. Še posebno pri karoserijskih delih, ki so močno obremenjeni v primeru prometne nesreče, npr. vzdolžni in prečni **nosilci**, pa tudi **vrata**, se izdelujejo iz pločevin z visoko trdnostjo.

Pri nekaterih vrstah jekel z visoko trdnostjo obstaja nevarnost, da s segrevanjem izgubijo svojo trdnost. Zato jih **ne smemo segrevati**. Pri obdelavi teh pločevin je potrebno brezpogojno upoštevati navodila proizvajalcev avtomobila.



Slika 3: Primeri uporabe jekel z visoko trdnostjo

Pločevina iz njerjavnega jekla

⁵ v peči utrjena

Do sedaj se je uporabljalo samo **za izpušno napravo**, vendar se poskušajo v zadnjem času prednosti nerjavečega jekla izkoristiti tudi pri karoseriji in delih **podvozja**.

Te prednosti so velika **trdnost**, dobra **oblikovalnost** in **korozijska obstojnost**. Avtomobili, ki jih izvažajo v države z zelo strogimi okoljevarstvenimi predpisi, so vse pogosteje opremljeni z **rezervoarjem iz nerjaveče pločevine**, ker ta ne dopušča gorivu pronicati skozi stene rezervoarja.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, iz česa so večinoma narejene karoserijske pločevine in kakšne lastnosti morajo imeti.
2. Pojasni, v kakšnem stanju se dobavljajo jeklene pločevine in kako jih delimo glede na njihovo debelino.
3. Pojasni najvažnejšo lastnost pločevin za karoserijske dele.
4. Opiši, kako proizvajajo jeklene pločevine.
5. Pojasni skupini, v kateri razdelimo jeklene pločevine za izgradnjo karoserij. Kakšno mejo plastičnosti imajo?
6. Naštej in opiši jekla z visoko trdnostjo za karoserijske pločevine.
7. Opiši uporabo pločevin z visoko trdnostjo v gradnji karoserij.
8. Naštej razloge za vse večjo uporabo nerjavnih jekel.

8. POPRAVILA JEKLENIH PLOČEVIN Z VISOKO TRDNOSTJO

Pri popravilu jeklenih pločevin z visoko trdnostjo se držimo delavniških navodil.

Ravnanje izboklin

Zaradi večje odpornosti proti nastajanju izboklin se karoserijski deli iz jeklene pločevine z visoko trdnostjo **deformirajo manj** kot običajne jeklene pločevine. Pri močno deformiranih delih je potrebna večja sila za ravnanje. Pri tem lahko pride **hitreje do zloma** gradiva. Pločevina ima tudi **večjo povratno vzmetnost** in morajo biti zato udarci kladiva pri ravnanju bolj **natančni**.

Termično ravnanje

Pri nekaterih jeklih obstaja nevarnost, da se jim **s segrevanjem spremeni trdnost**. Zato jih **ne smemo segrevati**. Upoštevati moramo predpise proizvajalca.

Povratna deformacija

Pri povratni deformaciji je potrebno karoserijski del zaradi večje povratne vzmetnosti bolj čezmerno raztegniti. Ker so za to potrebne večje sile, so prehodna območja iz jeklenih pločevin z običajno trdnostjo k pločevinam z visoko trdnostjo močnejše obremenjena. Pri tem nastane nevarnost, da bi običajna pločevina popustila prej, preden bi se pločevina z visoko trdnostjo vrnila v zeleno obliko. Deloma se pločevine z visoko trdnostjo ne dajo povratno deformirati, zato nekateri avtomobilski proizvajalci **ne dovoljujejo več popravila** na ravnalni mizi. Pri popravilu se uporabljajo segmentne pločevine odgovarjajočih velikosti.

Sestavni deli **nosilne strukture** karoserije se **nikakor ne smejo segrevati s plamenom**. Lahko jih ravnamo samo hladne. Če se karoserijskega dela ne da neoporečno hladno povratno deformirati ali ima del že razpoke, ga je treba po povratni deformaciji brezpogojno **zamenjati**.

Ločevanje

Orodja z odvzemom gradiva, kot so npr. žage in rezkalni svedri za točkovne zware, so pri ločevanju pločevin iz jekla z visoko trdnostjo podvrženi veliki obrabi, zato se vedno pogosteje uporablja postopek **rezanja s plazmo**⁶.

Povezovanje karoserijskih delov

Za povezovanje takšnih pločevin se bodo v bodočnosti vedno bolj pogosto predpisovale hladne tehnike povezovanja, kot so npr. **kovičenje** (grezilno kovičenje), pogosto v kombinaciji z **lepljenjem**. Pri točkovnem varjenju se izkažejo v primerjavi z običajnimi karoserijskimi pločevinami največkrat spremembe pri varilnih parametrih. Nekatere avtomobilске tovarne so varjenje pod zaščitno atmosfero zamenjale z **lotanjem** pod zaščitno atmosfero, saj je dovod toplote pri lotanju dosti manjši in ne prihaja do sprememb lastnosti gradiva pločevin.

⁶ področje ioniziranega plina, v katerem sta koncentraciji elektronov in ionov približno enaki, tako da je prostorska enota elektrine skoraj nič

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, kako ravnamo izbokline pri jeklenih pločevinah z visoko trdnostjo. Kako je s termičnim ravnanjem?
2. Pojasni, kakšni problemi nastanejo pri pločevinah z veliko trdnostjo pri povratni deformaciji.
3. Opiši, kakšni problemi nastajajo pri ločevanju karoserijskih delov z veliko trdnostjo in pojasni metode spajanja, ki se bodo v bodoče vse bolj uporabljale.

9. PROIZVODNE TEHNIKE V GRADNJI KAROSERIJ

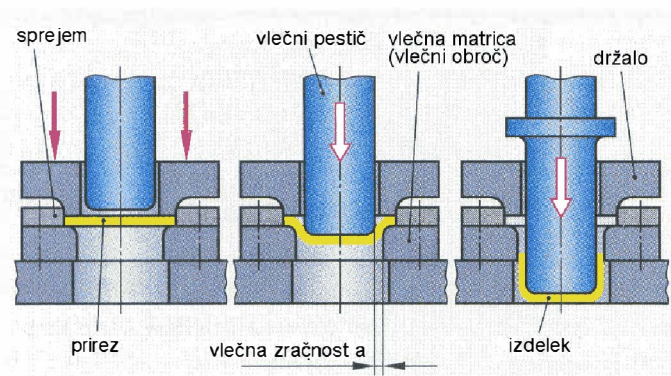
OBLIKOVANJE PLOČEVIN

Glede na velikost karoserijskih delov, stopnjo preoblikovanja in števila izdelanih kosov pridejo v poštev različni postopki za oblikovanje pločevin.

Globoki vlek

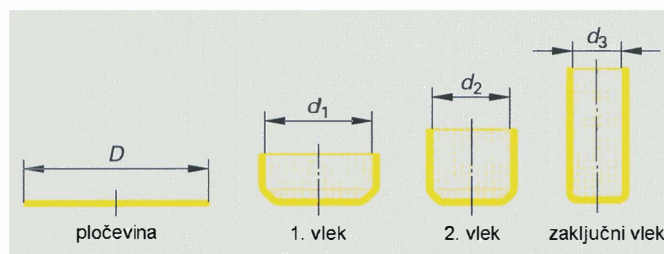
Posamezni karoserijski deli iz jeklene pločevine se oblikujejo pretežno z globokim vlekem. Pri tem se prikrojena pločevina s pomočjo pestiča potiska v kalup ali matrico. Postopek globokega vleka **lahko poteka** v odvisnosti od stopnje preoblikovanja **v več stopnjah**. Pri globokem vleku se gradivo pločevine hladno utrdi, zato se poveča trdnost in s tem tudi togost karoserijskega dela.

Za zmanjšanje trenja med pločevino in vlečnim orodjem se na pločevino nanese primerno mazalno sredstvo. To mazivo pa se mora pred lakiranjem v procesu izpiranja brez ostankov odstraniti. Orodja za globoki vlek so zelo draga in **rentabilna samo pri velikih serijah**.



Slika 1: Globoki vlek

Preoblikovanje pri globokem vleku nastane samo na tistem delu pločevine, kjer pestič pritiska pločevino navzdol v kalup. Trenje na orodju ter zagozdenje pločevine med zgornje in spodnje orodje ovirata proces globokega vleka – zato so pri preoblikovanju postavljene omejitve.



Slika 2: Vlečne stopnje

Normalen globoki vlek ne more izpolnjevati zahtev po vse bolj zapletenih oblikah izdelkov, zato so se pojavile nove tehnologije, ki jih opisujemo v nadaljevanju.

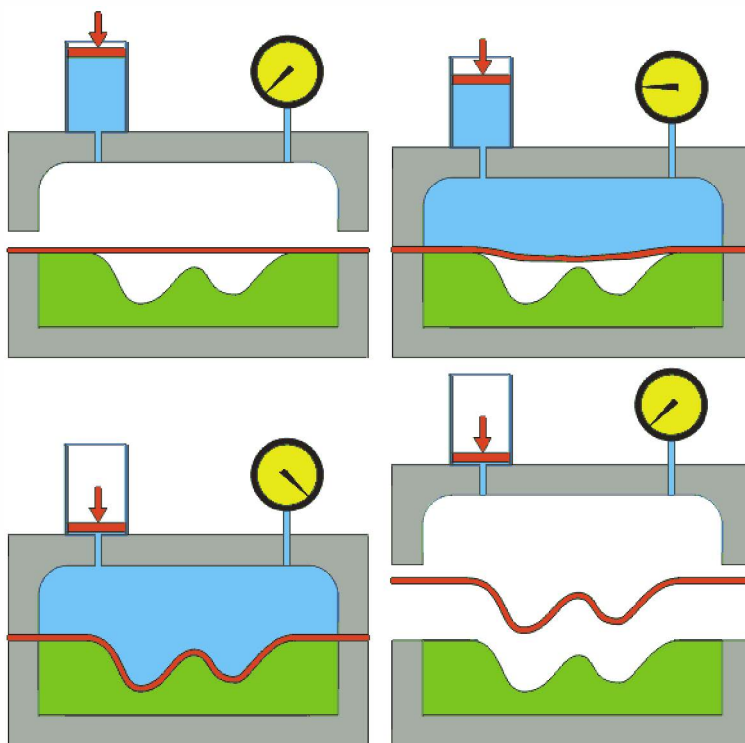
HIDROMEHANIČNI globoki vlek - hidroforming

Postopek preoblikovanja, ki je primeren za izdelavo pločevinastih delov z zapletenimi in močno izbočenimi oblikami. Ločimo dva postopka:

- preoblikovanje z zunanjim tlakom
- preoblikovanje z notranjim tlakom

... Preoblikovanje z zunanjim tlakom

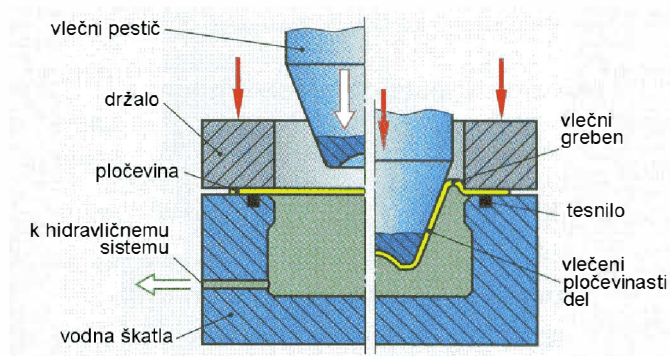
Osnovni princip delovanja:



Slika 3: Preoblikovanje z zunanjim tlakom

Pločevina se položi na matrico in se tesno zapre s pokrovom. Nato se dolije tekočina (emulzija), hidravlična črpalka pa dvigne tlak. Pločevina se zaradi tlaka tekočine (~170 MPa) preoblikuje po obliki matrice.

Pločevina se lahko oblikuje tudi po obliki pestiča, visoki tlak pa se lahko ustvari tudi s pritiskanjem pestiča. Na stiku med pestičem in držalom pločevine se pojavi še vlečni greben:

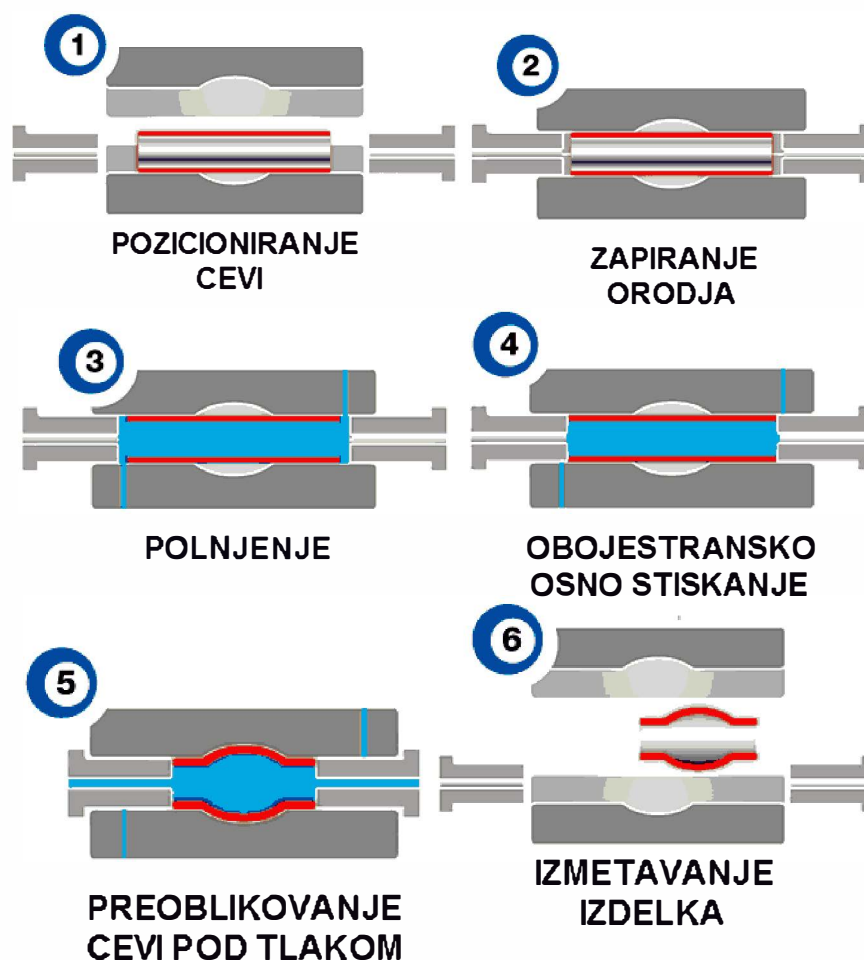


Slika 4: Hidromehanični globoki vlek

... Preoblikovanje z notranjim tlakom

Tehnologija, ki napoveduje obetavno prihodnost. Nemška kratica je IHU in pomeni Innenhochdruckumformung.

Ta postopek je primerljiv s preoblikovanjem votlih delov iz umetne mase s pihanjem. Pri oblikovanju z notranjim tlakom se pločevinasti profil vloži v dvodelni kalup, ki se z valjem zapre in nato napolni s tekočino. Sledi obojestransko **osno stiskanje obdelovanca**, tekočini pa **dvignemo tlak** na okoli 1700 bar. Zaradi nastalih sil se pločevinasti obdelovanec spravi do tečenja, se preoblikuje in prilagodi notranji obliki orodja. Pri tem nastanejo zelo natančni in lahki vgradni deli z ekstremno visoko trdnostjo. S tem postopkom je možno izdelati izdelke z zahtevnimi oblikami in z minimalno težo:



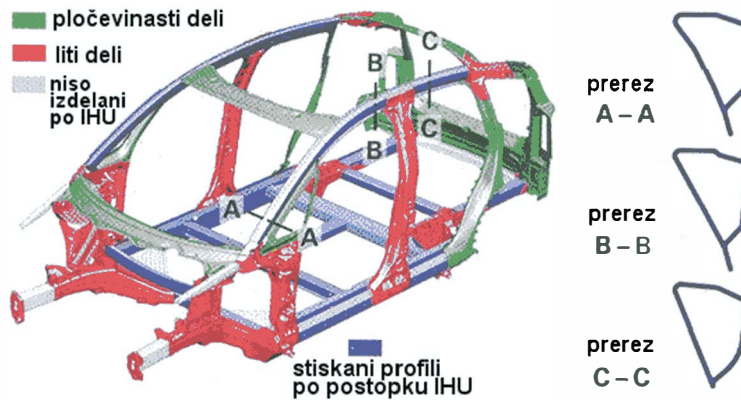
Slika 5: Preoblikovanje z notranjim tlakom

Kljub velikim začetnim stroškom je danes avtomobilska industrija glavni uporabnik IHU postopka. Na ta način se izdelujejo odbijači z veliko zmožnostjo absorpcije energije, okenski okvirji, strešni nosilci, B-stebrički, komponente voznega podstavka (prečna vodila obes), različni (tudi močnejše obremenjeni) deli aluminijaste karoserije itd.. IHU tehnologija je v mnogih primerih stroškovno ugodnejša od izdelkov iz karbonskih vlaken.

Prednosti postopka:

- obdelovanec je lahko izdelan iz različno debelih pločevin (Tailored Tubes),
- manjša teža izdelkov ob visoki torzijski in upogibni trdnosti pločevinastih profilov

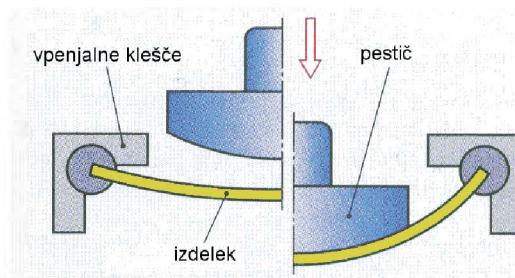
- izdelek je običajno narejen brez preklonnih spojev in prirobnic ter optimalno prilagojen na predvideno obremenitev
- tudi nekateri zahtevnejši izdelki se lahko izdelajo v enem koraku, število sestavnih delov je manjše in prihranjeni so dodatni varilni postopki
- visoka natančnost izdelkov ob nižjih izdelovalnih stroških.



Slika 6: Strešni profili, oblikovani z visokim notranjim tlakom

Vlek z raztezanjem

Ta postopek se uporablja predvsem pri izdelavi večjih karoserijskih delov in pri manjših serijah. Pločevino vpnemo v posebne čeljusti, ki najprej napnejo pločevino do plastičnega območja. Nato hidravlično krmiljen pestič pritisnemo v pločevino, obenem pa se vpenjalne čeljusti prilagodijo - usmerijo se tako, da se pločevina čim bolj prilagodi površini pestiča. Na ta način se plastično preoblikovana pločevina pravilno "uleže" na površino pestiča in prevzame njegovo obliko:



Slika 7: Vlek z raztezanjem

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

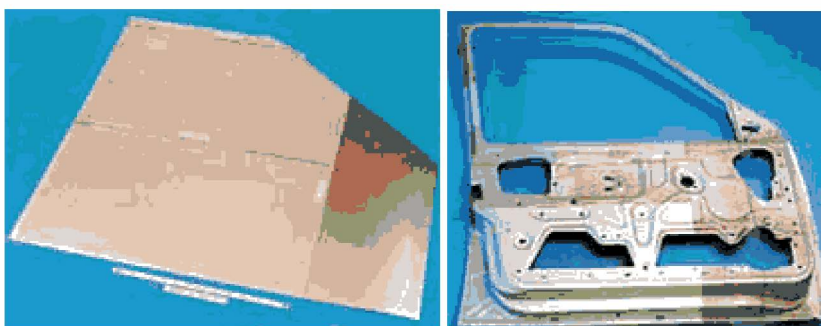
1. Opiši oblikovanje karoserijskih delov z globokim vlekem.
2. Opiši princip hidromehanskega globokega vleka.
3. Opiši, kako poteka preoblikovanje z notranjim pritiskom.
4. Opiši vlek z raztezanjem.

NOVEJŠE KAROSERIJSKE PLOČEVINE IN IZDELOVALNI POSTOPKI

Tailored⁷ blanks – preoblikovanje krojenih prerezov

Različne kose pločevin, prilagojene na specifično uporabo, povežemo med seboj **z laserskim postopkom varjenja**. Z ozirom na uporabo se lahko med seboj zvarijo posamezne pločevine **različnih kvalit**et jekla, različnih **debelin** in **z različnimi kovinskimi prevlekami**.

Pri običajnih karoserijah se ojačitve na bolj obremenjenih delih privarijo naknadno, medtem ko se pri "tailored blanks" postopku ojačitve upoštevajo že pri krojenju pločevin. Ojačana področja karoserije se zato lahko zmanjšajo na dejanske potrebne minimalne površine in težo.

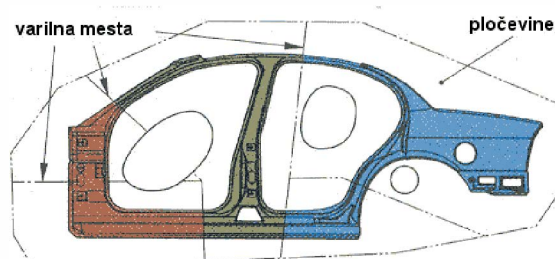


Slika 1: Vrata izdelana po postopku Tailored Blanks

S pravilnim naraščanjem debeline pločevin lahko dosežemo **brezstopenjsko povečevanje deformacijskega upora** od odbijačev do čelne stene. Takšno načrtovanje je še posebej pomembno npr. pri vzdolžnih nosilcih.

Razen trdnosti sestavnih delov karoserije se s postopkom »tailored blanks« izboljša tudi **oblikovalnost** v proizvodnji, **korozijska zaščita** in **sprejemanje energije** v primeru trčenja.

Ker lahko potek varilnega šiva poljubno izberemo, se lahko funkcijski deli natančno prilagodijo dejanskim obremenitvenim razmeram in razmerju moči.

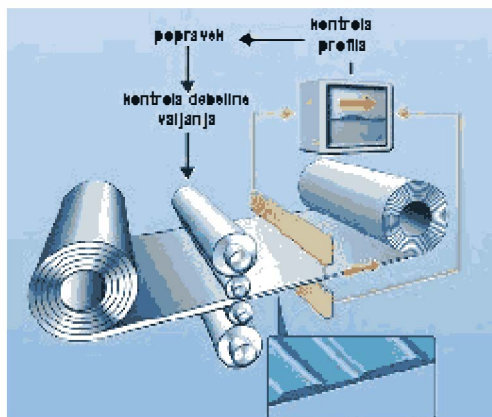


Slika 2: Stranska stena karoserije iz Tailored Blanks

⁷ narejen po meri

Tailored rolled blanks

Postopek je primerljiv s postopkom »tailored blanks«. Posamezni deli pločevine pa se med seboj ne varijo, temveč se že pri izdelavi pločevine valjajo na različne debeline.



Slika 3: Valjanje pločevine s spremenljivo debelino (Tailored rolled blanks)

Tailored tubes

To so cevasto oblikovani polproizvodi, ki so pripravljene za preoblikovanje z notranjim tlakom (IHU).

Tailored tubes so lahko sestavljeni iz različno kvalitetnih jekel in iz pločevin različnih debelin. Po sestavljanju in varjenju posameznih delov se cev nato z visokim notranjim tlakom preoblikuje v želeno obliko, npr. kot karoserijski del v področju pragov ali okvirja.

Sandwich⁸ pločevine

Sestavljene so iz dveh plasti tankih jeklenih pločevin (0,15 do 0,3 mm) z visoko trdnostjo, med kateri je prilepljena folija debeline 0,5 do 1,5 mm. Pločevina dobi zato **veliko žilavost pri minimalni teži**. Karoserijski deli se lahko pri enakih zahtevah glede geometrije sestavnih delov in nalog izdelajo za 50% lažje, kot deli iz običajnih karoserijskih pločevin.

Sočasno učinkujejo te pločevine kot **dušilci hrupa** in so primerne za vsa področja uporabe, kjer nastaja hrup, ki ga je potrebno dušiti. Sestavni deli iz sendvič pločevine se lahko **samo lepijo**, nikakor varijo. Poškodovani deli iz sendvič pločevine se morajo zamenjati, ker se **ne dajo popravljati**.

DELAVNIŠKI NAPOTKI ZA POCINKANE PLOČEVINE

Pri popravilu pocinkanih pločevin je potrebno paziti na sledeče napotke:

Priprava

⁸ vriniti med dve enaki plasti

Zaščito dna (tesnilno gradivo) odstranjujemo le z aparatom na vroči zrak (max. **420° C**) ali vrtečo žičnato krtačo, da ne poškodujemo plasti cinka. Lak in temeljno gradivo odstranjujemo z odstranjevalcem laka ali rotirajočo krtačo iz umetne mase.

Točkovno uporovno varjenje

Pri tem postopku se korozijska zaščita **ne poškoduje**. Na mestu točkovnega zvara zgori cink samo v sredini varilne točke. Okoli točkovnega zvara nastane **zaščitni obroč** cinka. Ta optimalno **ščiti** točkovni zvar. Zato ima uporovno točkovno varjenje prednost pred drugimi varilnimi postopki. Ker imajo plasti cinka lahko različne debeline, je potrebno pred varjenjem izvesti poskusno varjenje.

Varjenje pod zaščitnim plinom

Postopek lahko uporabimo samo tedaj, **ko ni možno točkovno** uporovno **variti**. Pred varjenjem je potrebno brezpogojno med **povezovalne prirobnice** nanesti antikorozijsko sredstvo (barva za točkovne zware). Ker so cinkovi hlapi strupeni, je potrebno pri popravilu uporabljati **odsosavanje** varilnega plina.

Lotanje pod zaščitnim plinom

Pri mnogih proizvajalcih avtomobilov je predpisano kot postopek povezovanja. Pri lotanju se zaščitna plast največkrat bistveno ne poškoduje.

Ločevanje

Pri ločevanju karoserijskih delov se **ne smejo** uporabljati **postopki ločevanja s toploto**, npr. avtogeno rezanje. Uporabljati smemo mehanične ločevalne postopke, kot so npr. rezkalnik za točkovne zware ali karoserijske žage.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Opiši postopek izdelave karoserijskih delov po postopki »tailored blanks« in »tailored rolled blanks«.
2. Opiši »sandwich« pločevine v gradnji karoserij in naštej njihove prednosti.
3. Pojasni, kako so lahko obdelane površine pločevin za karoserije.
4. Naštej nekaj delavniških napotkov, ki jih je potrebno upoštevati pri popravilo karoserijskih delov iz pocinkanih pločevin.

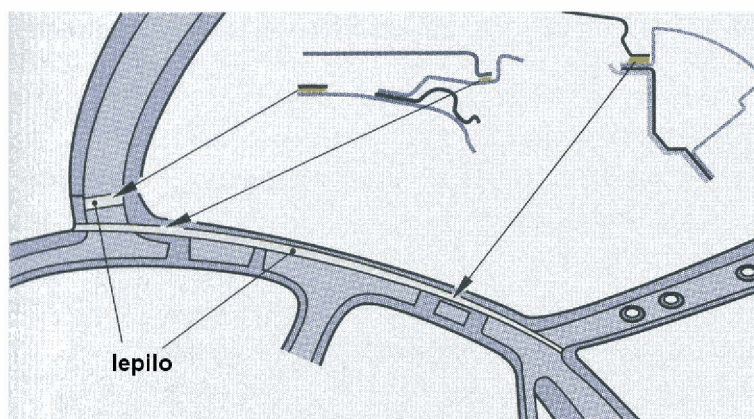
10. TEHNIKE POVEZOVANJ PLOČEVIN V PROIZVODNJI

Veliko število uporabljenih gradiv vpliva na postopke povezovanja v serijski proizvodnji. Šele z izbiro pravih tehnik povezovanja se lahko resnično izkoristijo prednosti, ki jih dajejo kombinacije posameznih gradiv. Pri tem imajo poseben pomen postopki povezovanja, ki shajajo brez dovajanja toplote.

I. TEHNIKE POVEZOVANJA BREZ TOPLOTE

Lepljenje

Razen vetrobranskih in zadnjih stekel se danes vedno bolj lepijo tudi karoserijski deli iz aluminija, jekla ali kombinacije obeh gradiv. Še posebej je potrebno paziti **pri povezovanju** karoserijskih delov iz **različnih kovin**, da **električna prevodnost** lepila **ni prevelika**, da ne bi prišlo do elektrostatične korozije, npr. pri povezavi aluminija in jekla.

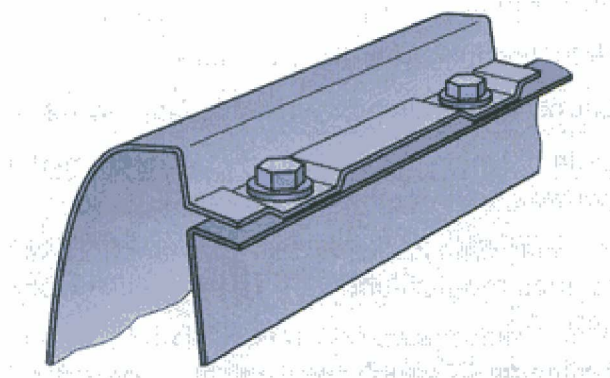


Slika 1: Lepljenje

Vijačenje

Vijačne zveze omogočajo cenovno ugodna popravila v trčenju poškodovane karoserije, npr. menjava blatnika. Če bodo jeklene pločevine med seboj privite, je treba pri konstrukciji paziti na to, da se **pločevini dotikata samo na mestu povezave**, ker bi se sicer med pločevinama nabirala voda, ki bi povzročala korozijo.

Dodatno se lahko med pločevini vstavi **tanka pločevina iz cinka**, ki ima vlogo **žrtvene anode**.



Slika 2: Povezava z vijačenjem

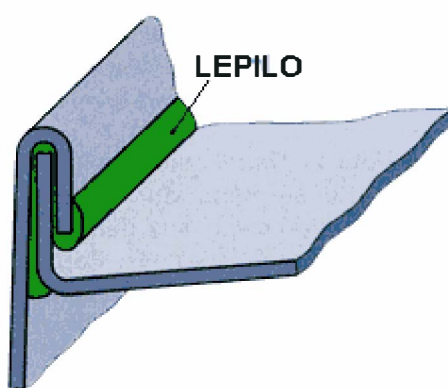
Zgibanje

Pri tem načinu povezovanja se vnaprej pripravljena robova dveh pločevinastih delov položita eden preko drugega in tako tvorita zaključek.

Še posebej v kombinaciji z lepljenjem se doseže pri povezavah z zgibanjem naslednje prednosti:

- trdna in tesna povezava;
- prevleka površine se ne poškoduje;
- nobenega dovoda toplote v pločevino;
- ojačani robovi pločevine.

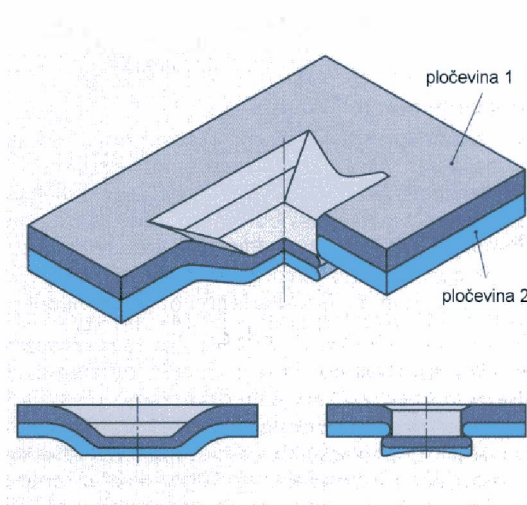
Ta postopek se uporablja npr. pri obdajanju s pločevino pri vratih in pokrovih motorja ali prtljažnega prostora.



Slika 3: Povezovanje z zgibanjem

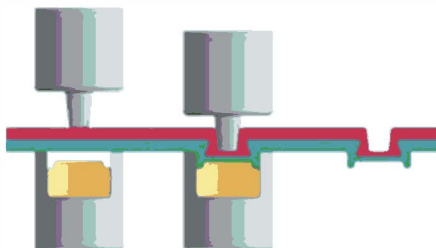
Grezilno kovičenje

Dve ali več pločevin se medsebojno spojijo tako, da se pod vplivom velikih sil pogreznejo ena v drugo, se plastično preoblikujejo in se medsebojno nakrčijo. Nastali spoj trdno držita skupaj **spremenjena oblika** obdelovancev in **sila trenja**.



Slika 4: Grezilno kovičenje

Pri tem načinu spajanja ne potrebujemo kovic, temveč le orodje, ki ga sestavlja **trn** (pestič) in **matrica**:



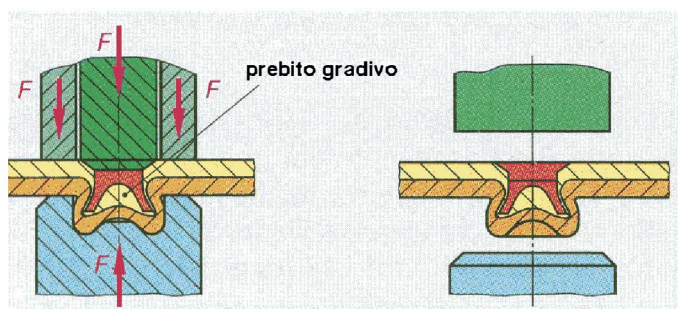
Slika 5: Trn in matrica pri grezilnem kovičenju

Prednosti tega postopka so:

- hiter in gospodaren postopek
- postopek ne zahteva nobenega posebnega pripravljalnega dela, pa tudi nobenega naknadnega dela po opravljenem spajanju
- na spoju ni potrebna zaščita proti koroziji
- ker spajamo brez dovajanja toplote, se mehanske lastnosti pločevine ne poslabšajo
- za takšno spajanje ne potrebujemo nobenih veznih elementov, npr. kovic ali vijakov
- postopek je primeren za povezovanje vseh vrst pločevin; pločevine so lahko brez prevlek, lahko so prevlečene s kovino ali z umetno maso, lahko so tudi sendvič pločevine
- postopek je primeren tudi za povezovanje pločevin iz različnih gradiv
- grezilno lahko kovičimo pločevine z enako ali z različno debelino
- spoj je možno tudi kontrolirati brez porušitve materiala (npr. merjenje debeline dna spoja), možno je tudi zagotavljati kvaliteto spoja, npr. z računalniško podprto kontrolo tlačnega povezovalnega postopka

Kovičenje s prebijanjem

Pri tem načinu si kovička sama prebije luknjo. Pri popravilu se kovičke s posebnim orodjem iztisnejo in nadomestijo z novimi. Postopek se največ uporablja pri povezovanju aluminijastih pločevin. Da se prepreči elektrokemična korozija, imajo za popravilo namenjene kovičke praviloma prevleko.



Slika 6: Kovičenje s prebijanjem

II. POVEZOVALNI POSTOPKI S TOPLOTO

Uporovno točkovno varjenje

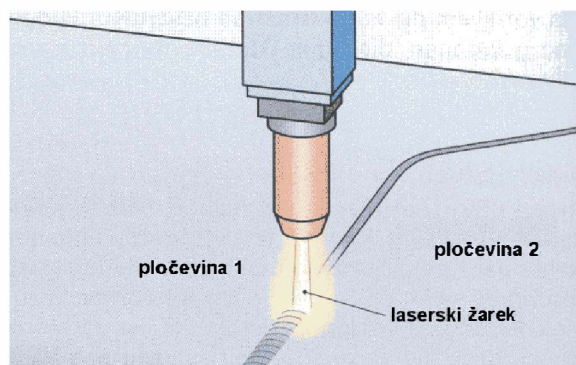
Ta postopek je najbolj uporabljana tehnika povezovanja pri izdelavi karoserij. S tem postopkom brez problemov povezujemo tudi karoserijske pločevine z visoko trdnostjo. Vendar pa te pločevine povzročajo **probleme pri popravilu**, ker se z ročno vodenimi uporovno varilnimi kleščami največkrat ne more dovesti zahtevana sila za stiskanje elektrod.

Varjenje pod zaščitnim plinom

Ker se s tem postopkom danes običajne glazure na jeklenih pločevinah uničijo, se vari pod zaščitnim plinom **samo na redkih mestih karoserije**. Pri aluminijastih karoserijah se uporablja **MIG** varjenje za spajanje profilov, izdelanih z iztiskanjem na stiskalnicah in za spajanje tlačno litih delov.

Lasersko varjenje

Pri tem postopku se gradivo raztali z laserskim žarkom. Vari se lahko z ali brez dodatnega gradiva. Avtomatiziran varilni postopek je še posebej primeren za kvalitetne zvarne spoje.



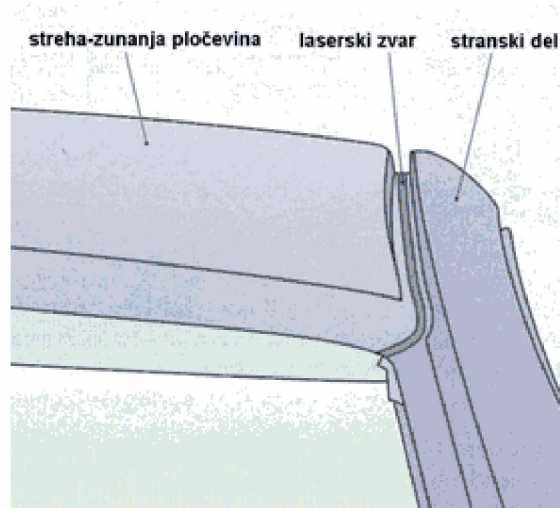
Slika 1: Lasersko varjenje

Postopek se odlikuje z naslednjimi lastnostmi:

- zelo majhen dovod toplote in s tem majhno izkrivljanje pločevin;
- velika trdnost zvarnega spoja;
- čisti zvar in s tem manj dodelave;
- linijska povezava namesto točkovne, kot pri točkovnem varjenju;
- možnost majhne širine roba pri prekritih spojih in s tem zmanjšana možnost korozije;
- zadostuje enostranska dostopnost zaradi globokega varilnega efekta.

Zaradi majhnih toleranc mer pri izdelavi karoserije po sistemu »tailored blanks«, je mogoče pločevine skupaj izsekati in takoj nato sočelno s postopkom laserskega varjenja zvariti.

Pri popravilu v področju laserskega zvara ni mogoče izdelati enakovrednega spoja. Pri popravilu takšnih karoserijskih delov se mora z ozirom na presečnico in področje zvara upoštevati navodila proizvajalca avtomobila.



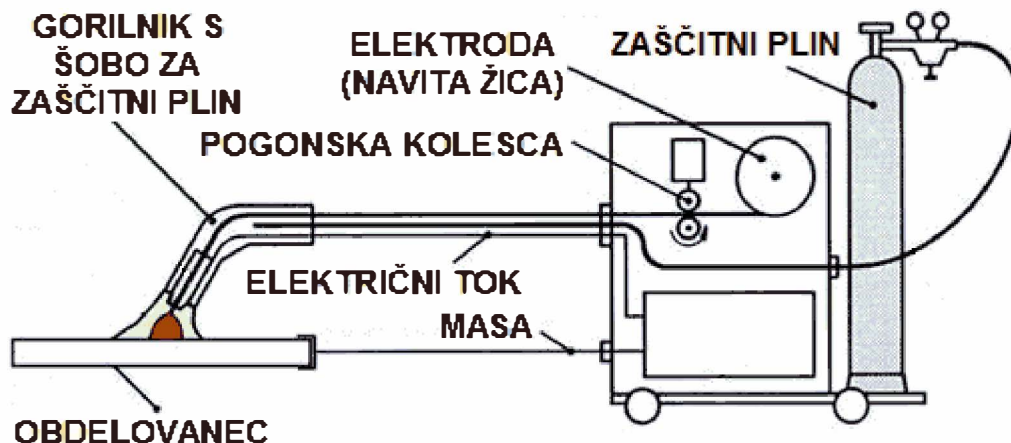
Slika 2: Laserski zvar na strešnem nosilcu

Trdo lotanje

Če na mestu spajanja ni potrebna samo visoka trdnost temveč tudi brezhiben optičen videz, se ponuja trdo lotanje. Tako se izvrši, npr. povezava B-stebrička na strešni nosilec s trdim lotanjem.

MIG lotanje

Pri MIG lotanju se kovinski gradivi povežeta z raztaljenim dodajnim gradivom (lotom) pod atmosfero zaščitnega plina. Tališna temperatura lota leži občutno pod temperaturo tališča kovinskega gradiva, zato se kovinsko gradivo samo omoči, ne pa raztali.



Slika 3: MIG lotanje

Prednosti MIG lotanja:

- Spajamo lahko različne materiale, npr. Al in jeklo.
- Zaradi nižjih temperatur je tudi izkrivljanje pločevine majhno. Spajamo lahko tudi zelo tanke pločevine.
- Boljša protikorozijska zaščita kot pri varjenju, saj je lot že sam po sebi kvalitetna protikorozijska zaščita.

MIG lotanje ima zelo majhen vpliv tudi na obstoječo protikorozijsko zaščito, medtem ko MIG varjenje povzroči izgorevanje (npr. cinka na pocinkani pločevini).
d) Nastali šiv je brez por, lotane spoje je potrebno le še malenkostno dodelati.

MIG lotanje se **naiveč** uporablja **za popravila** v avtomobilski industriji, predvsem za popravila karoserij iz jekel z visoko trdnostjo (npr. visoko legirana borova jekla). Pri visoki temperaturi ta jekla namreč izgubijo svoje trdnostne lastnosti in se zato varjenje ne priporoča.

Kombinirani postopki povezovanja

Različne povezovalne postopke lahko med seboj tudi kombiniramo:

- pri gradivih, katerih lastnosti se z dovodom toplote spremenijo;
- pri pločevinah s kovinsko ali organsko prevleko, katerih površinska zaščita bi se lahko zaradi toplote poškodovala;
- za povečanje trdnosti povezave.

Kovičenje s prebijanjem, grezilno kovičenje ali zgibanje lahko kombiniramo z lepljenjem in tako razen tesnega šiva dosežemo tudi večjo trdnost povezave.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, kaj vse vpliva na postopke povezovanja v serijski proizvodnji.
2. Naštej tehnike povezovanja brez toplote v serijski proizvodnji karoserij.
3. Naštej povezovalne postopke karoserijskih pločevin z dovajanjem toplote in podaj nekaj njihovih značilnosti.

11. PROTIKOROZIJSKE ZAŠČITNE PREVLEKE NA NOVIH AVTOMOBILIH

Korozija nastaja v prisotnosti tekočin (voda, kisline, lugji, raztopine soli ipd.) ali plinov (npr. kisik). Zaščitne prevleke preprečujejo dostop tekočin in plinov do površine, ki jo želimo zaščititi.

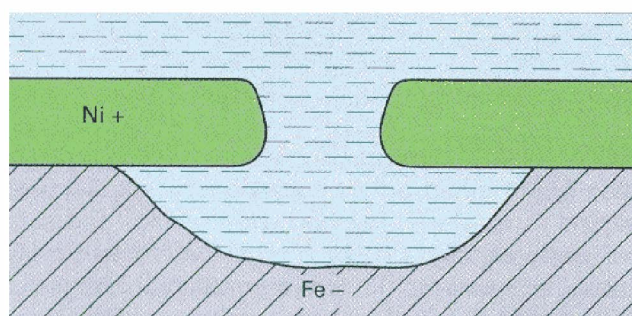
Razlikujemo kovinske in nekovinske prevleke.

Kovinske prevleke

Polproizvodi, kot so npr. pločevine, standardizirani deli ali vgradni deli, so že pred vgradnjo opremljeni s kovinskimi prevlekami. Razlikujemo pravilno in nepravilno antikorozijsko zaščito.

Nepravilna antikorozijska zaščita s kovinskimi prevlekami

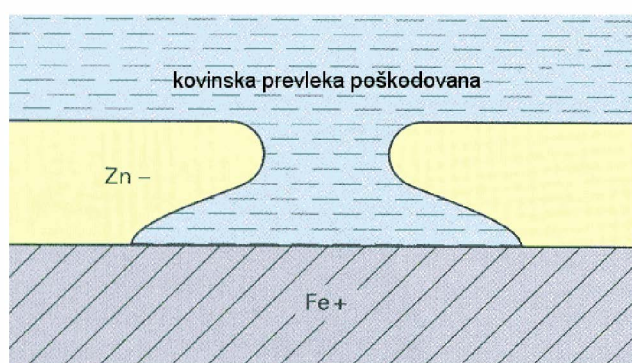
Če je zaščitna prevleka iz bolj plemenitega gradiva kot jeklena pločevina, npr. iz niklja Ni, tedaj pri poškodbi zaščitne plasti spodaj ležeča jeklena pločevina **razpada** zaradi elektrokemične korozije, pod zaščitnim slojem nastajajo mehurji rje:



Slika 1: Nepravilna korozijska zaščita

Pravilna antikorozijska zaščita s kovinskimi prevlekami

Plemenita kovina, npr. jeklena pločevina, se **prevleče z manj plemenito kovino**, npr. s cinkom Zn. Če se zaščitni sloj cinka poškoduje, se tvori skupaj z vodo elektrokemični element, pri čemer manj plemenita kovina razpada in osnovno gradivo, npr. jeklena pločevina, ostane nepoškodovano. Majhne poškodbe zaščitne plasti, npr. praske, se samodejno zaprejo:



Slika 2: Pravilna protikorozijska zaščita

S pocinkanjem pločevine se že pri grobi gradnji karoserij doseže velika stopnja korozijske zaščite. Pri gradnji karoserij se uporablja pločevina, ki je:

- cinkana s potapljanjem (v ognju pocinkana) ali
- galvansko pocinkana.

Pri **popravlilu** karoserije se sloj cinka poškoduje. Zato je treba brezpogojno paziti na antikorozijske ukrepe, ki jih predpiše proizvajalec avtomobila.

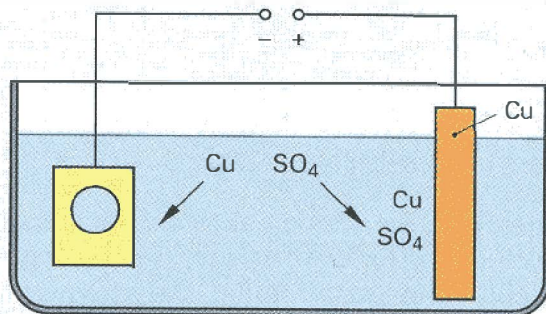
Cinkanje s potapljanjem oz. cinkanje v ognju

Beseda cinkanje v ognju izhaja iz nemške besede Feuerverzinken.

Pri tem postopku se jeklena pločevina vodi skozi cinkovo kopel (talina cinka) s 450°C. Cink se veže z jekleno pločevino in tvori debelo, zelo dobro oprijemajočo in kvalitetno zaščitno prevleko. Debela prevleka cinka je primerna predvsem za močno korozijsko ogrožena področja karoserije, npr. **sestav dna karoserije** ali pločevino **sprednje stene karoserije**. Zaradi **hrapave površine** se ta način pocinkanja ne uporablja za vidne dele karoserije.

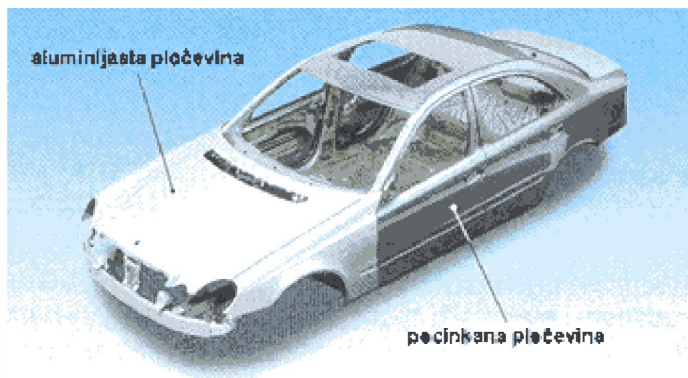
Galvansko pocinkanje

Jeklena pločevina gre skozi električno prevodno tekočino (elektrolit). Od pozitivno naelektrene cinkove elektrode potujejo delčki cinka k negativno naelektreni jekleni pločevini in se tam odlagajo. Tvori se tanka in gladka prevleka:



Slika 3: Galvansko cinkanje karoserijskih delov

Zaradi veliko boljše (gladke) površine je galvansko pocinkana pločevina **primerna za vidna področja karoserije**, npr. za zunanje karoserijske pločevine. Galvansko pocinkane pločevine se tudi bolje preoblikujejo od pločevin, ki so pocinkane s potapljanjem. Pri **izsekavanju** pločevin se plast cinka povleče tudi preko odrezanih robov, ki so zato tudi dobro zaščiteni proti koroziji. Vendar, treba je vedeti, da zaščitna plast ne nudi tako dobre antikorozijske zaščite kot pločevina, pocinkana s potapljanjem. Zaradi slabšega oprijema na pločevino lahko plast cinka npr. pri udarcu kamenja ali že pri preoblikovanju pločevin **odstopi**.



Slika 4: Galvansko pocinkani karoserijski deli

Nekovinske obloge

Fosfatiranje

Jeklena pločevina oz. groba karoserija se naprši z vodo fosfatno raztopino ali se vodi skozi potopno kad. **Raztopina reagira** z jekleno pločevino in **tvori** oprijemljivo **prevleko**. Ta 2 μm debela plast preprečuje korozijo in predstavlja odličen temelj za poznejše lakiranje.

Eloksiranje

S tem razumemo **električno oksidacijo aluminija**. Ta umetno povzročena oksidacijska plast je lahko debela do 5 μm . Je odporna na praske, korozijsko obstojna, se da obarvat in ni električno prevodna.

Prevleka s prašnatim lakom

Z elektrostatično oblogo se lak v obliki praška nanese na karoserijo. Pri temperaturi 80°C do 140°C se prašek raztali in zamreži. Pri temperaturi nad 140°C se plast nato kemično utrdi.

Prevleke iz umetnih mas

Folije iz umetne mase se nanesejo na zaščiteno gradivo ali strojni del.

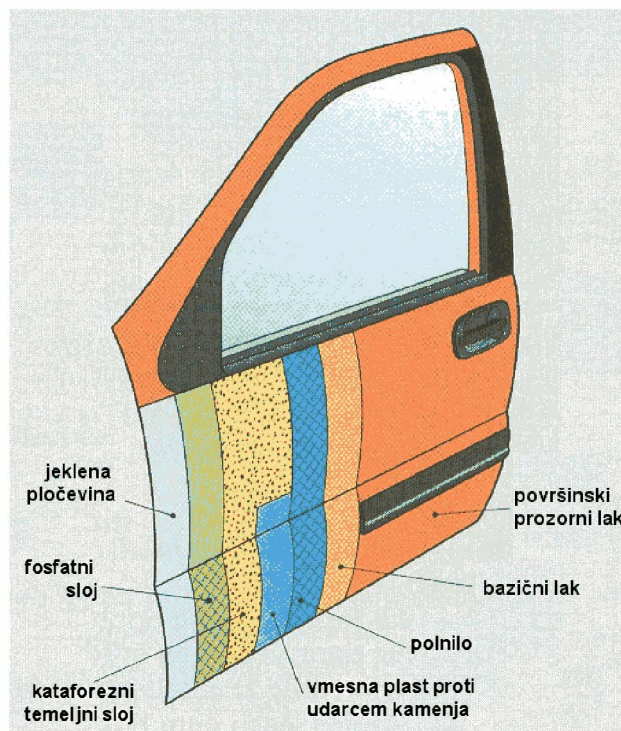
Lakiranje vozila

Z lakiranjem **zaščitimo** pločevino **pred korozijo**. Ta zaščitna plast mora vzdržati mnoge obremenitve, npr. sol za posipavanje, v morskem zraku vsebovano sol in kemične škodljive snovi, pa tudi močne sončne žarke. Z lakiranjem niso zaščitene samo vidne zunanje površine karoserije, temveč tudi še posebej od korozije ogroženi votli prostori.

Sočasno mora lakiranje zadostiti visokim optičnim zahtevam. Biti mora **atraktivno** in sočasno **enostavno za vzdrževanje**.

Plasti laka nanašamo na očiščeno površino jeklene pločevine s pleskanjem, s potapljanjem ali z brizganjem. Z več medsebojno dopolnjevanimi sloji iz temeljnega

sloja, polnila in površinskega laka se doseže dobra antikorozijska zaščita, gladka in sijoča površina ter **lep videz**.



Slika 5: Zgradba lakiranja

Sestava laka

Lak je sestavljen iz štirih glavnih komponent:

- veziva;
- pigmentov;
- topil;
- pomožnih snovi in dodatkov.

Veziva

Imenujemo jih tudi smole in so nosilna snov za pigmente, polnila in dodatke. Kemična sestava veziv določa lastnosti laka. Laki se označujejo ustrezno njihovim bazičnim vezivom, npr. laki iz **akrilnih** smol, laki iz **poliestrskih** smol in laki iz **epoksidnih** smol.

Pigmenti

To so zelo fini, organski ali neorganski delčki, ki dajo laku barvo, korozijsko obstojnost in lahko tudi efekt.

Topila

Držijo vezivo do nanosa na površino v tekočem stanju. Po nanosu se mokri film laka z izhlapevanjem topila spremeni v suhi film. Razlikujemo lake **na bazi** hlapljivih **organskih topil** in lake **na vodni bazi**.

Dodatki

Vplivajo na lastnosti laka, npr. na trpežnost, površinsko strukturo, razlivanje, elastičnost in utrjevanje.

Z uporabo (npr. z nanašanjem s čopičem, potapljanjem ali brizganjem) in končnim sušenjem nastane po natančno določenih obdelovalnih pogojih film laka. Trdno se mora oprijemati podlage, sijati, biti odporen na vremenske razmere in odporen proti praskam.

Površinski laki v serijski proizvodnji

Proizvajalci lakov uporabljajo naslednje vrste lakov:

- lak z **alkidno** melaminsko smolo za sušenje v peči (umetna smola);
- termosetting **akrilni** lak za **sušenje v peči**;
- akrilni lak, bogat **s trdnimi delčki**;
- **termoplastični akrilni** lak;
- **vodni** laki.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni nalogo zaščitnih prevlek.
2. Pojasni, kaj je pravilna in nepravilna protikorozijska zaščita s kovinskimi prevlekami.
3. Opiši pocinkanje s potapljanjem (v ognju) in galvansko pocinkanje jeklene pločevine ter ju primerjaj.
4. Naštej in opiši nekovinske obloge.
5. Opiši sestavo laka in nalogo posameznih sestavin.

12. KONSTRUKCIJSKI UKREPI ZA ZAŠČITO PRED KOROZIJO

V nadaljevanju opisujemo različne načine antikorozijskih ukrepov.

Aktivna antikorozijska zaščita

Korozijo lahko preprečimo z uporabo legiranih jekel, aluminija, umetnih mas ali s konstrukcijskimi ukrepi.

Pasivni korozijski ukrepi

Z nanosom zaščitnih slojev se lahko prepreči nastanek korozije. Možnosti:

- nanos olja ali masti na površino
- prekrivanje s plastjo voska
- lakiranje
- pocinkanje
- kromiranje

KONSTRUKCIJSKI UKREPI

Od korozije ogroženi deli naj bodo konstruirani tako, da se nastanek korozije oteži ali popolnoma prepreči. Več ukrepov kot bomo uporabili, boljša bo antikorozijska zaščita.

Odzračevanje votlih prostorov

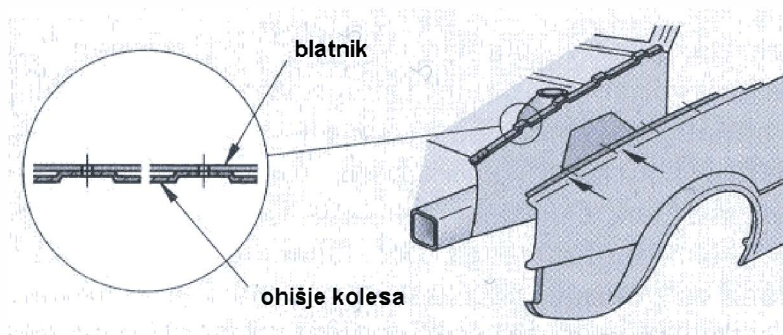
Samonosne karoserije dobijo togo strukturo z votlimi vzdolžnimi in prečnimi nosilci. Ti morajo imeti **odprtine**, ki omogočajo dobro prezračevanje votlin in preprečujejo, da bi se v njih tvoril kondenzat. Tako preprečimo rjavenje votlih nosilcev od znotraj.

Odprtine za odvajanje vode

Skozi vodila avtomobilskih stekel lahko voda prodira v notranjost vrat. **Odprtine na spodnji strani vrat** pa omogočijo, da lahko voda odteka.

Prepletenost s prirobnicami

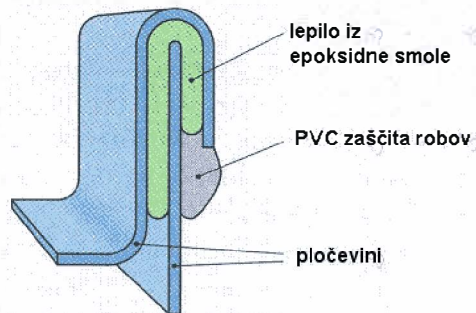
Pri privitih delih, npr. blatnikih, se tvori ozka špranja, skozi katero počasi pronica voda, to pa povzroča tako imenovano špranjasto korozijo. Tovrstno korozijo lahko preprečimo, če bomo ozke špranje povečali in s tem omogočili vodi, da sproti odteka. Zato na takih mestih dodamo ustrezno oblikovane prirobnice, ki razen odtekanja vode omogočajo tudi prezračevanje. Dodatne vmesne **plasti iz cinka** učinkujejo kot **žrtvovane anode**, ki pomagajo v ostalih ozkih področjih preprečevati korozijo.



Slika 1: Prepletenost s prirobnicami

Zapečatenje pregibov in zvarov

Antikorozijska zaščita ne pride med pločevine, ki so povezane s pregibi in točkovnimi zvari. Če se te povezave samo lakirajo, se tvorijo zaradi neznatnih premikov pločevin drobne **razpoke v laku**. Zaradi teh razpok prodira vlaga v pregib in povzroči korozijo. Z zapečatenjem pregibov in zvarov **s karoserijsko tesnilno maso** se prepreči vdiranje vlage. Pregibi se dodatno še lepijo.



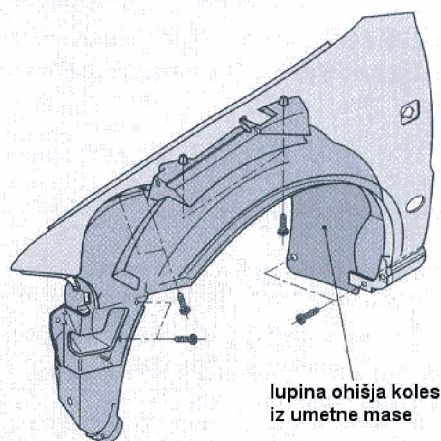
Slika 2: Zapečatenje pregibnih in zvarnih spojev

Tehnika lepljenja

Vgradni deli, kot npr. okrasne letve, se lepijo in stiki med pločevinami se tesnijo s tesnilno maso. Vanje zato ne more vdirati niti umazanija niti vlaga, ki bi se sicer zbirala v vmesnem prostoru in povzročala korozijo.

Uporaba korozijsko obstojnih gradiv

Ohišja koles (notranji blatniki), ki so močno korozijsko ogrožena, se oblagajo z lupino iz umetne mase. Zato se v njih ne moreta nabirati umazanija in sol za posipavanje, ki nase vežeta vlago in jih s korozijo razjedati. Za preprečevanje korozije se lahko celotni karoserijski deli izdelujejo **iz umetne mase** ali **aluminija**.



Slika 3: Lupina ohišja koles iz umetne mase

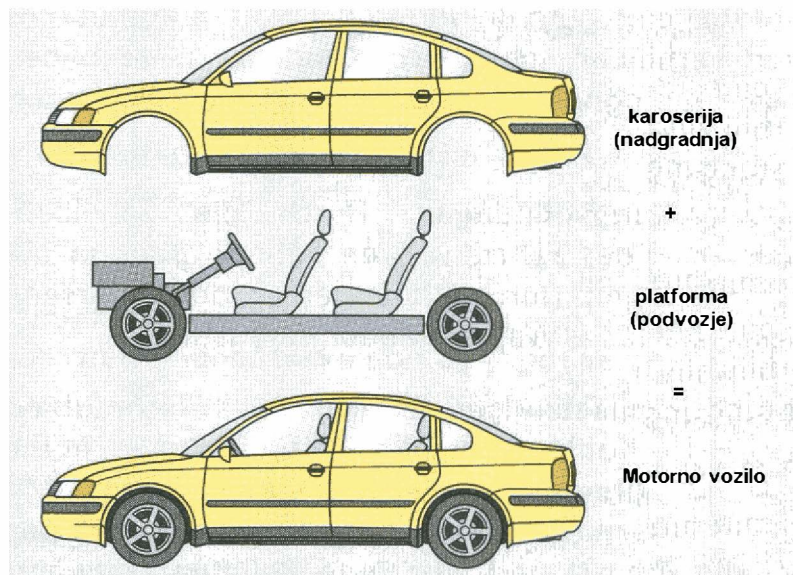
Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Pojasni, zakaj je pomembna antikorozijska zaščita, kakšne postopke antikorozijske zaščite poznamo.
2. Naštej konstrukcijske ukrepe za izboljšanje antikorozijske zaščite.

13. STRATEGIJA ENAKE PLATFORME

Pri tem načinu gradnje je podvozje⁹ avtomobila z notranjimi ohišji koles sestavljeno iz **enakih sestavnih delov** in iz **sistemskih sestavnih delov**.

Drugačno obliko karoserije dobimo tako, da se spremeni samo zunanja lupina karoserije:



Slika 1: Strategija platforme

Avtomobilski koncerni uporabijo za več različnih modelov in razredov avtomobilov čim večje število enakih sestavnih delov. S tem **zmanjšajo** razvojne in investicijske **stroške** obenem pa znižajo tudi nakupno ceno vgradnih delov. Tako si prihranijo stroške in ohranijo konkurenčnost na tržišču.

Tudi v avtomobilskih delavnicah se pri popravilu izkažejo prednosti. Ker se koncepti na različnih modelih ponavljajo, se nahajajo agregati na enakih vgradnih mestih. Potrebni je **manj nadomestnih delov** in **manj specialnega orodja**.

Enaki sestavni deli se nespremenjeni vgrajujejo v avtomobile z različno platformo. Primeri enakih sestavnih delov: premična streha ali določeni zvarjeni podsklopi grobe karoserije.

Sistemski sestavni deli so pri različnih platformah različni. Lahko so samo delno enaki drugim sistemskim sestavnim delom. Razlike nastajajo zaradi medsebojnega prilagajanja sestavnih delov.

Podvozje - platforma

Platforma je osnova, ki razen podvozja vsebuje še druge sestavne dele. Sestavljena je iz pogonskih agregatov (motor, menjalnik, vležajenje), sprednje osi, krmiljenja avtomobila, električnih stikalnih naprav, pedalov, zavor, zadnje osi, naprav za dovod goriva, izpušne naprave, frontalnega dela karoserije (vzdolžna nosilca, ohišji koles,

⁹ vozni podstavek avtomobila; platforma je širši pojem in pomeni podlaga, osnova

prečni nosilec za pritrnitev odbijača), zadnjega dela karoserije (dno zadaj, vzdolžna nosilca, ohišji zadnjih koles, prečni nosilec za pritrnitev zadnjega odbijača), pritrtilnih mest za sedeže, električne in elektronske.

Zgornja lupina karoserije

Z njo razumemo različne različice karoserij, ki so po obliki med seboj popolnoma neodvisne. Izdelane so lahko s stopenjskim zadkom (limuzina), strmim zadkom (karavan), tekočim zadkom, kot kupe, pick up (dostavno vozilo) itd.. Tako lahko izdelovalci avtomobilov zapolnijo tudi tržne niše avtomobilov, ki bi bile zaradi majhnega števila za izdelavo nezanimive. Na ta način se poveča raznolikost avtomobilskih modelov, obenem pa se lahko poveča tudi tržni delež proizvajalca vozil.

Vprašanja za preverjanje in ocenjevanje znanja

1. Opiši način gradnje vozil po strategiji platforme in naštej prednosti, ki jih ima takšna gradnja.

SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE

- Rolf Gscheidle: **Fachkunde Karosserie und Lackiertechnik, 2006 by Verlag Europa Lehrmittel;**
- Wilfried Staudt: **Kraftfahrzeugtechnik, Friedr. Vieweg & Sohn 1988, Braunschweig/Wiesbaden;**
- Rolf Gscheidle: **Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 2001 by Verlag Europa Lehrmittel;**
- Rolf Gscheidle: **Motorno vozilo, Tehniška založba Ljubljana, 2004;**
- V. A. W. Hillier: **Delovanje motornega vozila, Tehniška založba Ljubljana, 1992;**
- Jože Puhar, Jože Stropnik: **Krautov strojniški priročnik, Littera picta, 2003;**
- **Knjiga o avtu, Mladinska knjiga, Ljubljana 1978;**
- **Tovarniška literatura Helios, Glaso, REVOZ Novo mesto itd.**

Avtorja Ferdinand Humski, Nikodem Žuraj

KAROSERIJSKA DELA 1

Imena nosilcev avtorskih pravic: Ferdinand Humski, Nikodem Žuraj

Elektronska izdaja, januar 2019

Samozaložba Ferdinand Humski, Volkmerjeva cesta 22, 2250 Ptuj

Publikacija je brezplačna in prosto dostopna vsem uporabnikom

Spletna lokacija publikacije: <http://strojna.scptuj.si>

<p>Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani COBISS.SI-ID=298257920 ISBN 978-961-290-011-3 (pdf)</p>
--