

Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje

SEMINARSKA NALOGA PRI KEMIJI

# **GUMA**

## **1. KAZALO**

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>1. KAZALO.....</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>2. UVOD.....</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>3. KAVČUK.....</b>                 | <b>3</b>  |
| PRIDOBIVANJE:.....                    | 3         |
| MOLEKULSKA ZGRADBA:.....              | 4         |
| ZGODOVINA KAVČUKA:.....               | 4         |
| <b>4. VULKANIZACIJA.....</b>          | <b>4</b>  |
| KAJ JE VULKANIZACIJA?.....            | 4         |
| ZAKAJ POTREBUJEMO VULKANIZACIJO?..... | 5         |
| <b>PROCES VULKANIZACIJE.....</b>      | <b>5</b>  |
| VRSTE VULKANIZACIJ:.....              | 6         |
| ZGODOVINA VULKANIZACIJE:.....         | 6         |
| <b>5. GUMA.....</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>LASTNOSTI.....</b>                 | <b>7</b>  |
| UPORABA.....                          | 8         |
| <b>6. RECIKLAŽA GUME.....</b>         | <b>10</b> |
| <b>7. ZAKLJUČEK.....</b>              | <b>11</b> |
| <b>8. VIRI / LITERATURA.....</b>      | <b>12</b> |

## 2. UVOD

Seminarska naloga je sestavljena z namenom pridobitve ocene pri kemijskem delu dodatne skupine fizika-kemija. Razlog, zakaj sem se odločil za to temo, je zelo razširjena uporaba gume v današnjem času. Za naše življenje je guma nedvomno zelo pomembna snov. Poleg tega sem želel izvedeti več o postopku nastanka, o surovini iz katere je guma proizvedena in nasploh kje in zakaj jo uporabljamo.

V seminarski nalogi bom najprej predstavil osnovno sestavino gume – kavčuk, opisal pridobivanje, zgradbo in sestavo. Velik del naloge je rezerviran za proces, s katerim proizvedemo gumo – to je vulkanizacija, omenjen pa bo tudi obraten proces, ki je znan kot devulkanizacija. Nekaj bom povedal tudi o lastnostih gume ter seveda o njeni uporabi.

### 3. KAVČUK

Osnovna sestavina za izdelavo gume je kavčuk - elastična, naravna ali umetno pridobljena snov. To je organska snov (elastomer), ki jo pridobivajo iz nekaterih tropskih rastlin, največ pa jo pridobijo iz tropskega drevesa kavčukovca.

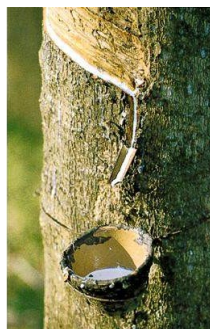
Današnja celotna poraba kavčuka v svetu je 15 milijonov ton, od tega se predela 38% naravnega kavčuka ter približno 62% različnih vrst sintetičnih ali umetnih kavčukov. Kar polovico surovine industrija porabi za proizvodnjo avtoplaščev, ostalo pa za druge gumene izdelke, ki imajo zelo široko rabo – dejansko srečamo gumene izdelke na večini področij.

#### **Pridobivanje:**

Zareže se v drevesno skorjo, iz katere se izcedi mlečno bel sok, imenovan lateks. Produktivnost drevesa pa lahko na kratko opišemo: Če naredimo eno zarezo na drevesu, katerega deblo lahko objame odrasel človek, v 4 urah iz te zareze izteče približno 40 – 50 cm<sup>3</sup> soka. Iz lateksa izkosmičijo delčke kavčuka, ga sperejo in razvaljajo, da dobijo folije surovega kavčuka. Kavčukovec gojijo v tropskih predelih, najpogosteje na velikih plantažah. Pridobivanje lateksa pa poteka med deževnimi dobami – od junija do konca decembra.



Pridobivanje surovega kavčuka



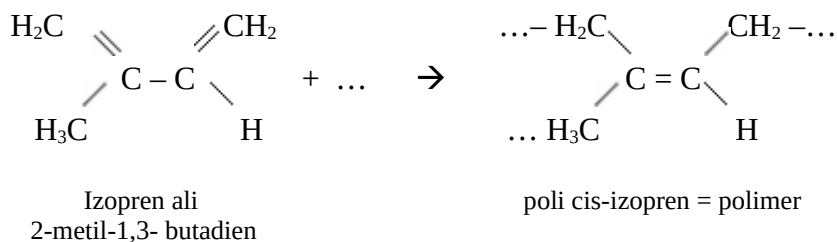
Latex

### Molekulska zgradba:

Kavčuk je sestavljen iz v klobčič zvitih makromolekularnih verig, ki so obilno zamrežene. Takšna zgradba verig je značilna za elastične snovi, saj se pri raztezanju klobčiči razvijajo, ko pa sila popusti, se zopet zvijejo nazaj v prvotno stanje.

Sestava naravnega kavčuka:

- Kemijsko ime: cis-1,4-poliizopren
- Formula:  $(C_5H_8)_n$ ,  $[ - CH_2 - C(CH_3)=CH - CH_2 - ]_n$  + nekatere naravne primesi  
 $n = 4000 - 10000$



### Zgodovina kavčuka:

Prvi so kavčuk poznali Indijanci v 4. stoletju. Drevesa so poimenovali jokajoča drevesa (caa – drevo, o-chu – jokati). Kavčuk so sprva pridobivali le iz divje rastočih dreves, razvoj avtomobilske industrije pa je pomenil rast velikih plantaž – največ v jugovzhodni Aziji.

## 4. VULKANIZACIJA

### Kaj je vulkanizacija?

Vulkanizacija je kemijski proces, pri katerem se posamezne polimerne molekule povežejo med seboj z atomskimi vezmi. Rezultat takšnega procesa je guma, pri kateri prožne gumijaste

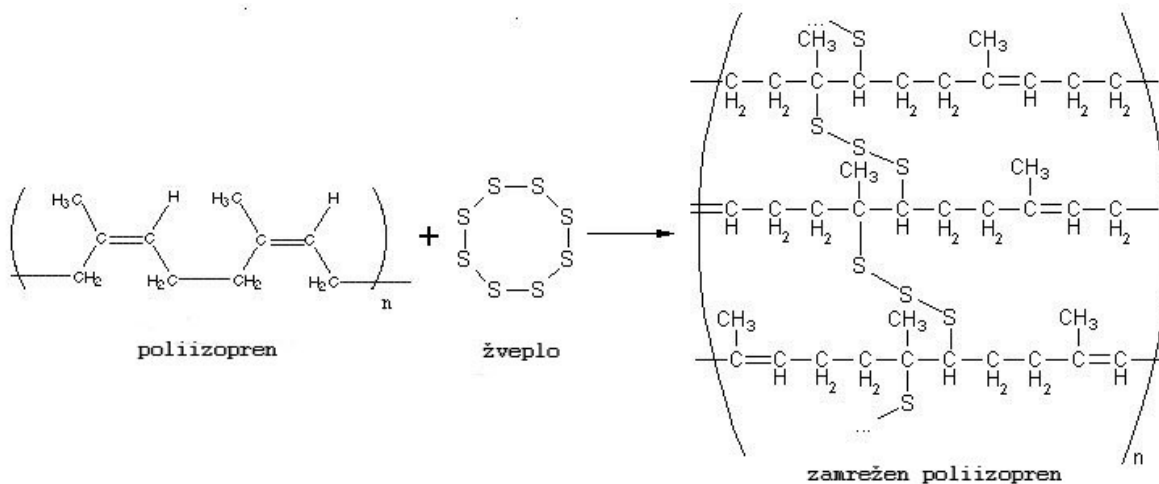
molekule postanejo zamrežene na manjši ali večji razdalji. Tako postane material trši, obstojnejši in odpornejši na kemijske reakcije. Površina snovi je bolj gladka, prepreči pa se lepljenje na kovinske ali plastične katalizatorje. Ta polimer ima močne kovalentne vezi, sile med verigami so močne, snov pa je posledično netopljiva. Ta proces je dobil ime po rimskem bogu ognja – Vulkanu.

### **Zakaj potrebujemo vulkanizacijo?**

Zgradba naravnega kavčuka se prične pri višjih temperaturah ali pod vplivom zunanjih sil spreminjati – kavčuk postopno razpada v mokro drobljivo snov. Ta proces je odvisen od razpada mlečnih beljakovin in razpada molekul kavčuka zaradi oksidacije na zraku – kisikove molekule se namreč vežejo na kovalentne vezi. Nezapadno vulkaniziran kavčuk tudi lahko razpade, vendar počasneje. Poleg tega lahko razpadanje pospeši tudi daljša izpostavljenost sončni svetlobi, pri kateri so najbolj nevarni ultravijolični žarki.

## **Proces vulkanizacije**

Sama vulkanizacija je pretežno obravnavana kot ireverzibilna reakcija, pri kateri se kavčuku dodaja žveplo. V kavčuku, ki je zmes dolgih makromolekul, so te molekule razporejene naključno in med seboj niso povezane. V teh molekulskih verigah je veliko mest, na katera se lahko vežejo atomi žvepla. Žveplove molekule  $S_8$  med vulkanizacijo razpadejo na manjše reaktivne delce z različnim številom žveplovih atomov. Pri kavčuku se odprejo dvojne vezi med ogljikovimi atomi. Žveplovni atomi se vežejo na te proste vezi in tvorijo verige, vse dokler ni dosežena druga molekula kavčuka. Takšna tridimenzionalna molekulska zgradba se imenuje zamreženje – angleško cross-link. Dolžina žveplovih vezi je ponavadi tja do deset atomov, to pa ima na lastnost gume zelo velik vpliv. Guma se ponaša z zelo dobro toplotno odpornostjo, če so vezi kratke (do 2 atomov), daljše vezi (do 6 ali 7 atomov) pa dajejo gumi dobre dinamične lastnosti, vendar je na ta račun toplotna odpornost slabša. Dinamične lastnosti pa so zelo pomembne za fleksibilnost izdelka – če izdelek ni dovolj fleksibilen, se pod obremenitvijo kaj hitro pojavijo razpoke, ki lahko vodijo do razpada.



Shematski prikaz vulkanizacije z žveplom

### Vrste vulkanizacij:

Pri tem procesu se lahko namesto žvepla uporablja selen, organski peroksidi, spojine z dušikom itd. Proces lahko poteka tudi pod močnejšim sevanjem, kot npr. UV, katodno ali jedrsko.

- Vročna vulkanizacija:

Poteka pri temperaturi 100–150°C in zvišanem tlaku. Traja lahko od nekaj minut pa tudi do več ur. Reakcijo je mogoče pospešiti z akceleratorji ali prilagoditi z različnimi dodatki, ki znižajo temperaturo in potrebno količino žvepla. Z proizvodnjo mehke gume je potrebno manj žvepla kot za proizvodnjo trše gume. Postopek se lahko zaradi lažje obdelave z ustreznimi dodatki tudi namerno podaljša.

- Hladna vulkanizacija:

Predmeti so potopljeni v raztopino kavčuka, sledi kopel v  $\text{S}_2\text{C}_{12}$ . Uporablja se za izdelovanje tankih predmetov v plasteh.

- Kontinuirana vulkanizacija:

V profilirane palice ali cevi stiskajo oblikovano maso, ta pa pod vplivom grelnega telesa vulkanizira ob izstopu iz brizgalnega stroja.

### Zgodovina vulkanizacije:

Proces sega več kot 3500 let nazaj. Lateks so pridobivale že stare srednjeameriške civilizacije, dodajali so razne rastlinske sokove, da so dobili gumi podobno snov. Izdelovali so votle figure, ki naj bi predstavljale božanstva, to gumo so uporabljali tudi za proizvodnjo praktičnih predmetov in orodja. Kavčuk pa je v Evropi prvič omenjen leta 1770. Material ni imel

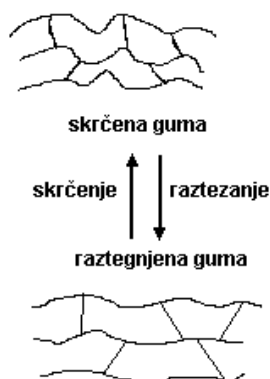
obstoynosti, bil je lepljiv in imel neprijeten vonj. Prvi, ki je za vulkanizacijo kavčuka uporabil žveplo je bil Charles Goodyear, ki je odkritje 5. julija 1843 tudi patentiral.

Njegovo odkritje je povzročilo revolucijo v uporabnosti gume in posledično spremembo celotne svetovne industrije. Pred odkritjem vulkanizacije je bil edini način za tesnjenje razpok s pomočjo usnja, ki so ga pomočili v olje. Takšna tesnila so imeli na primer parni stroji. Toda takšen način ni bil sprejemljiv pri večjih obremenitvah. Takrat so se morali konstruktorji odločiti za večje trenje, ki ga je povzročalo usnje, ali pa večje uhajanje pare. Idealno rešitev problema je ponudila guma. Material so lahko oblikovali v kalupih, dokler niso dobili natančnih oblik in dimenzij. Guma tudi dobro prenaša velike pritiske in se hitro povrne v prvotno stanje, torej je to nedvomno najbolj primeren material za tesnila. Vendar pa znanost še vedno ni počivala. Leta 1905 je George Oenslager odkril tiokarbnilid, derivat anilina, ki je lahko pospešil reakcijo med kavčukom in žveplom. Tako je postala vulkanizacija krajša, znižala pa se je aktivacijska energija procesa. Po tem odkritju je Oenslager našel še veliko potencialnih pospeševalcev. V kasnejšem stoletju so kemiki odkrili še t.i. ultra-pospeševalce, ki so v uporabi še danes.

## 5. GUMA

### Lastnosti

Guma je elastičen material, ki nastane po vulkanizaciji iz osnovne surovine – kavčuka. Njena najpomembnejša lastnost, po kateri se bistveno loči od drugih materialov, je njena elastičnost. Z raztezanjem je namreč gumijast trak mogoče podaljšati tudi do 10-krat, ko pa na material prenehamo delovati s silo, se ta povrne v izhodiščni položaj.

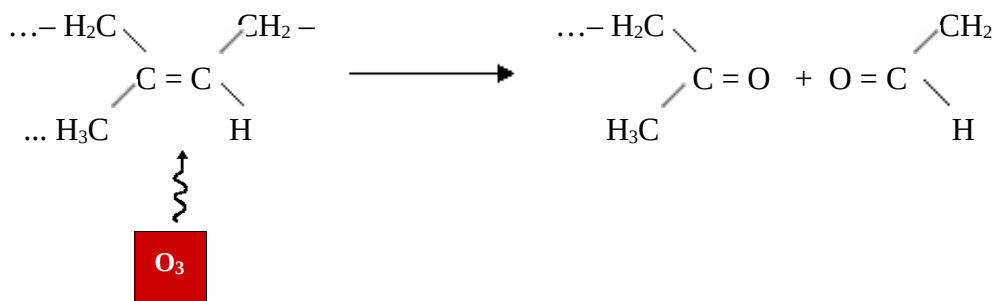


Poleg elastičnosti ima guma tudi naslednje lastnosti:

- majhna obraba
- za vodo in zrak je neprepustna
- dobro se obnese v raznih raztopinah, odporna je na kisline
- ima velik temperaturni razpon – obstojna je pri 200 stopinjah Celzija, prožna pa tudi še pri -100 stopinjah Celzija
- guma se odlično spaja z drugimi materiali, kot na primer s kovinami, kjer se združita elastičnost gume in togost oz. trdota kovin

Kljub temu so lastnosti gumenih izdelkov v veliki meri odvisne predvsem od receptur, postopkov mešanja zmesi in od samega proizvodnega procesa.

Poleg dobrih lastnosti pa ima guma tudi nekaj slabih. Ena izmed teh je staranje (reakcija s kisikom), ki je sicer počasno, precej hitreje pa guma razpoka pri reakciji z ozonom.



Ozon

razgradi dvojne vezi v poli cis-izoprenu, zato guma na površini razpoka.

## Uporaba



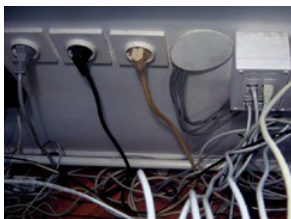
Polovica svetovne porabe kavčuka je namenjena proizvodnji avtomobilskih pnevmatik. Tu gre za zelo veliko tržišče in seveda tudi povpraševanje. Že samo v Sloveniji je registriranih preko milijon avtomobilov. Vzemimo, da ima vsak izmed njih 5 koles (če seveda štejemo še rezervnega), del vsakega kolesa je tudi pnevmatika, ki je v veliki meri zgrajena iz gume. Poleg avtomobilov so v prometu prisotna ostala vozila, potem so tu še



delovni stroji, vozički, in večina drugih premikajočih sredstev. Kjerkoli se uporabljajo kolesa so ta pretežno gumeni. Gumarska industrija je ena najbolj razširjenih na svetu, zaposluje pa precejšnje število ljudi. Pet velikih podjetij, ki obvladujejo svetovno proizvodnjo in trg, ima v lasti večino manjša. To so ameriški Goodyear, britanski Dunlop, francoski Michelin, italijanski Pirelli in japonski Bridgestone.



Drugo veliko skupino gumenih izdelkov predstavljajo razni blažilci, podložke, natiki, tesnila, vložki, manšete, membrane, obroči.... Takšni gumijasti deli so vgrajeni v izdelke po vsem svetu. Uporaba raznih tesnil in blažilcev je tako vsesplošna, da si praktično ne moremo predstavljati sodobnega orodja, naprave ali stroja brez enega samega gumijastega dela.



Če pomislimo, kako dobimo električno energijo..... po žicah, seveda. Vendar pa so tako žice kot tudi kabli obdani z gumo, ki služi kot izolacija.



Gumo zaradi mehko-be in neškodljivosti vsebuje tudi veliko igrač. Precej pa jo uporabljajo tudi pri obutvi (podplati, celotni gumijasti izdelki - npr. škornji).

Malo je izdelkov, ki ne vsebujejo gumijastih dodatkov, delov, tesnil, blažilcev. Uporaba gume je tako razširjena zaradi pozitivnih lastnosti materiala. V raztezanju praktično nima konkurence, uporablja se za izolacijo, zlahka se oblikuje, material kot tak pa dejansko skoraj ne potrebuje vzdrževanja.

## 6. RECIKLAŽA GUME

Če je pomemben nastanek gume, je prav tako zelo pomembna reciklaža materiala oz. njegova ponovna uporaba. Reciklaži gume z drugim imenom pravimo tudi devulkanizacija.

Industrija je dolgo raziskovala devulkanizacijo. Cilj je bil iznajti proces, katerega rezultat bi bila snov z lastnostmi surovega kavčuka. Devulkanizacija poteka tako, da na gumo delujemo s toplimi oz. mehčali, ali pa snov segrevamo. V laboratoriju so znanstveniki opravili nekaj uspešnih procesov, vendar pa noben izmed njih ni bil pretirano uporaben na komercialni ravni. Procesi so se razlikovali tudi v stopnji vulkanizacije. Ob uporabi površinskega procesa devulkanizacije bo imel izdelek še recimo nekaj značilnosti nerekicilirane gume. Procesi reciklaže ponavadi niso prinesli pričakovanih rezultatov, izdelki so bili lahko nekvalitetni, procesi pa so bili tudi neupravičeno dragi.

Reciklaža se prične z zbiranjem in razrezovanjem odsluženih avtomobilskih pnevmatik. Tako pridemo do zrnatega gumijastega materiala, kateremu odstranijo jeklena in ojačitvena vlakna. Nato ta material zmeljejo in dobijo gumijast prah, ki je pripravljen za predelavo. Nadaljnji proizvodni postopki se razlikujejo od podjetja do podjetja, na splošno pa niso znani širši javnosti. Postopek je v veliki meri odvisen od tega, kaj želimo dobiti kot končni izdelek.

V tem delu procesa pride do razpada žveplovih verig, ki s tem omogočijo novo formacijo zamreženja. Za recikliranje gume sta se razvila dva glavna procesa: oljni ter vodno-oljni proces. Vsakemu izmed teh procesov je dodano še regeneracijsko sredstvo, ki regenerira gumijast prah. Ta je izpostavljen visokim temperaturam in pritiskom po več ur. Kavčuk, pridobljen na tak način, ima spremenjene lastnosti in ni primeren za uporabo v mnogo primerih, med drugim tudi za avtomobilске pnevmatike.

Raziskovalci raziskovalnega inštituta Guangzhou za obnovljive vire na Kitajskem so sredi devetdesetih patentirali metodo za pridobivanje in devulkanizacijo reciklirane gume. Tehnologija, poznana tudi kot AMR-proces, naj bi proizvedla nek nov polimer s podobnimi lastnostmi kot jih imata naravni in umetni kavčuk. stroški pri tem procesu naj bi bili sprejemljivi. Ta proces je zasnovan tako, da izkorišča lastnosti molekul vulkaniziranega gumijastega prahu v povezavi s pospeševalcem in aktivatorjem. Razpad žveplovih molekul olajša kemijska reakcija, ki nastane med mešanjem. To omogoči lastnosti, ki so podobne tako naravnemu kot umetnemu kavčuku. Recikliranemu gumijastemu prahu nato dodajo mešanico kemijskih primesi. Mešanje traja kakšnih 5 minut. Potem se prah ohlaja, primerno ohlajenega pa pakirajo. Pri AMR postopku naj ne bi bilo strupenih stranskih produktov, obremenjujočih

za okolje – tako vsaj zatrjujejo imetniki AMR licence. Tako dobljen kavčuk se zopet lahko meša in obdeluje do zelene stopnje.

Primer predelovalnega podjetja je družba Rebound Rubber Corp. S sedežem v ameriški zvezni državi Ohio. Ta družba je tudi trenutni lastnik severnoameriške licence za AMR proces. V mestu Daytona so postavili tovarno za predelavo gume, zraven pa spada tudi laboratorij za raziskave in nadzor kakovosti. Podjetje odkupuje odslužene avtomobilске pnevmatike in jih predeluje v polizdelke ter izdelke za kmetijsko in industrijsko uporabo. Končni produkti iz gumijastih zrn so gumijast asfalt, nadomestek za pesek na otroških igriščih... Eden izmed njihovih patentov je tudi gumijast material za pokrivanje streh.

## **7. ZAKLJUČEK**

Vsaka naloga ima poleg negativne plati – v tem primeru gre za iskanje množice podatkov, izbiro pravega materiala z relevantnimi informacijami in na koncu še sama izdelava seminarske naloge – tudi pozitivno. Lahko zatrdim, da sem precej o gumi kot materialu vedel že pred izdelavo seminarske naloge, predvsem o lastnostih materiala in njegovi uporabnosti. Med tem projektom pa sem svoje znanje poglobil na kemijskem področju, torej o nastanku gume, molekulske zgradbi kavčuka in samem procesu vulkanizacije.

Pri naštevanju različnih možnosti uporabe sem želel še enkrat več poudariti, kako razširjena je uporaba gume. Dejansko res težko najdemo stroj oz. aparat, ki ne bi imel gumenih delov. Kot zaključek lahko rečem, da je guma je nedvomno eden izmed najpomembnejših materialov v sodobnem času.

## 8. VIRI / LITERATURA

Kavčuk. URL=[«http://sl.wikipedia.org/wiki/Kav%C4%8Duk»](http://sl.wikipedia.org/wiki/Kav%C4%8Duk). 28. 4. 2007

O gumi. URL=[«http://klander.over.net/o\\_gumi.htm»](http://klander.over.net/o_gumi.htm). 29. 4. 2007

Proizvodnja (slika). URL=[«http://klander.over.net/proizvodnja.htm»](http://klander.over.net/proizvodnja.htm). 2. 5. 2007

VULKO Gumarska Tehnologija d. o. o.

URL=[«http://www.vulkogt.si/Podjetje/podjetje.htm#»](http://www.vulkogt.si/Podjetje/podjetje.htm#). 1. 5. 2007

The International Rubber Research and Development Board.

URL=[«http://www.irrdb.com/default.asp»](http://www.irrdb.com/default.asp). 28. 4. 2007

Vulkanizacija. URL=[«http://sl.wikipedia.org/wiki/Vulkanizacija»](http://sl.wikipedia.org/wiki/Vulkanizacija). 29. 4. 2007

Guma. URL=[«http://sl.wikipedia.org/wiki/Guma»](http://sl.wikipedia.org/wiki/Guma). 28. 4. 2007

Slike:

URL=[«http://images.google.si/images?svnum=10&um=1&hl=sl&q=RUBBER»](http://images.google.si/images?svnum=10&um=1&hl=sl&q=RUBBER). 3. 5. 2007

URL=[«http://www.rchobbies.org/images/GlueTire300.jpg»](http://www.rchobbies.org/images/GlueTire300.jpg). 3. 5. 2007

URL=[«www.trajekt.org/magazine/?rid=1&tid=1&id=1»](http://www.trajekt.org/magazine/?rid=1&tid=1&id=1). 3. 5. 2007