



**HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA**  
**Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.**

# Mogućnosti primjene recikliranih automobilskih guma u građevinarstvu

**Anđelko Crnoja**

Anđelko Crnoja, struč.spec.ing.aedif., Crnoja d.o.o., Dugo Selo

# Sadržaj

- okoliš i zdravlje
- auto gume kao otpad i djelovanje na okoliš
- auto gume kao resurs
- proizvodi i primjena proizvoda na bazi reciklirane gume u građevinarstvu



# Okoliš i zdravlje



Okoliš, kao životna sredina, danas je ugrožen više nego ikad prije.

Razne vrste opasnog otpada opasno zagađuju okoliš

Za lijep i ugodan život, potreban nam je čist okoliš.  
Zdravlje je neprocjenjivo



# Auto gume kao otpad i djelovanje na okoliš



Otpad se deponira na divljim odlagalištima

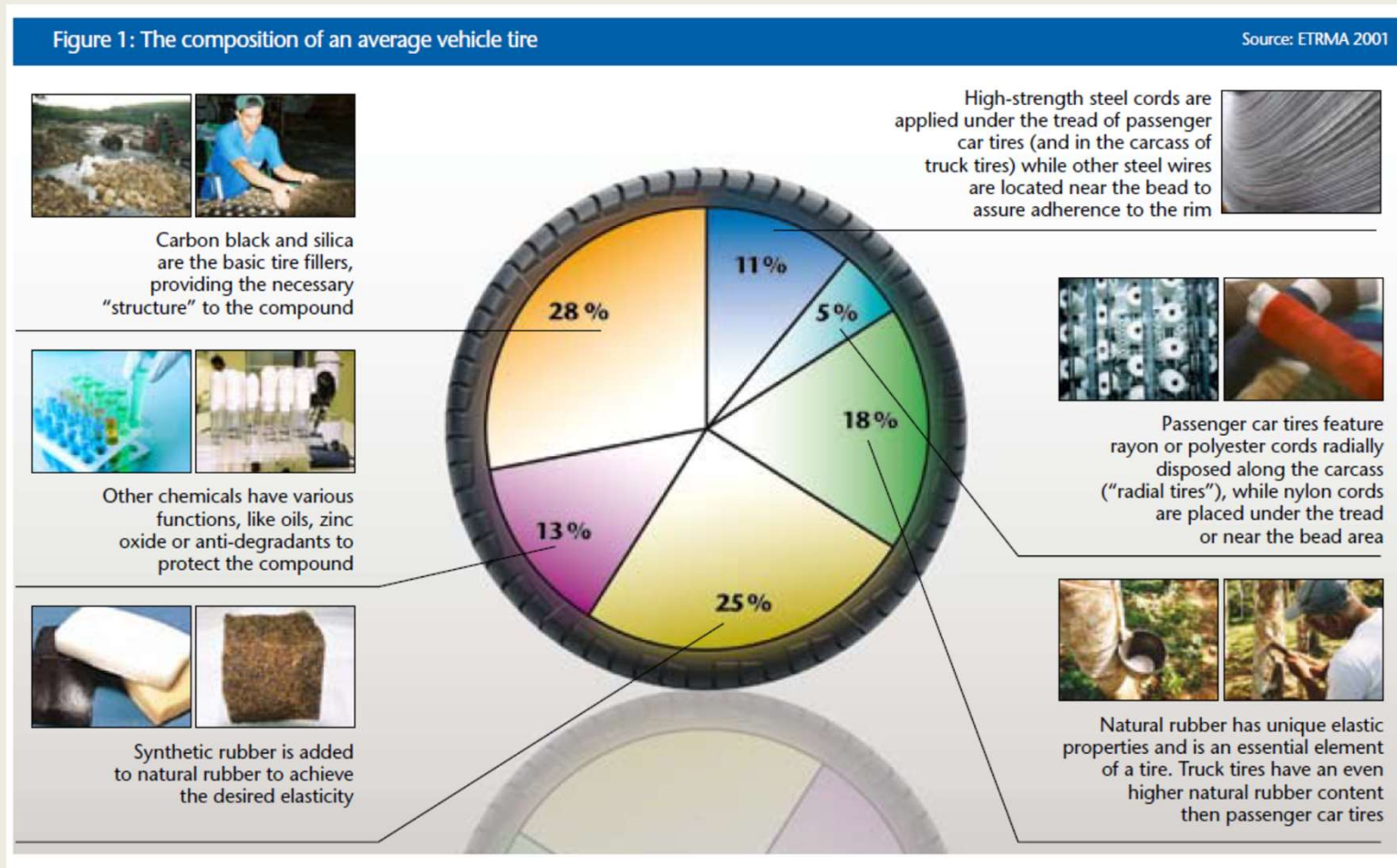
- u rijekama i morima
- na tlu
- u špiljama, ...



Otapanje štetnih tvari odvija se kroz dugi period i konstantno zagđenje tla i okoliša



# Auto gume kao otpad i djelovanje na okoliš

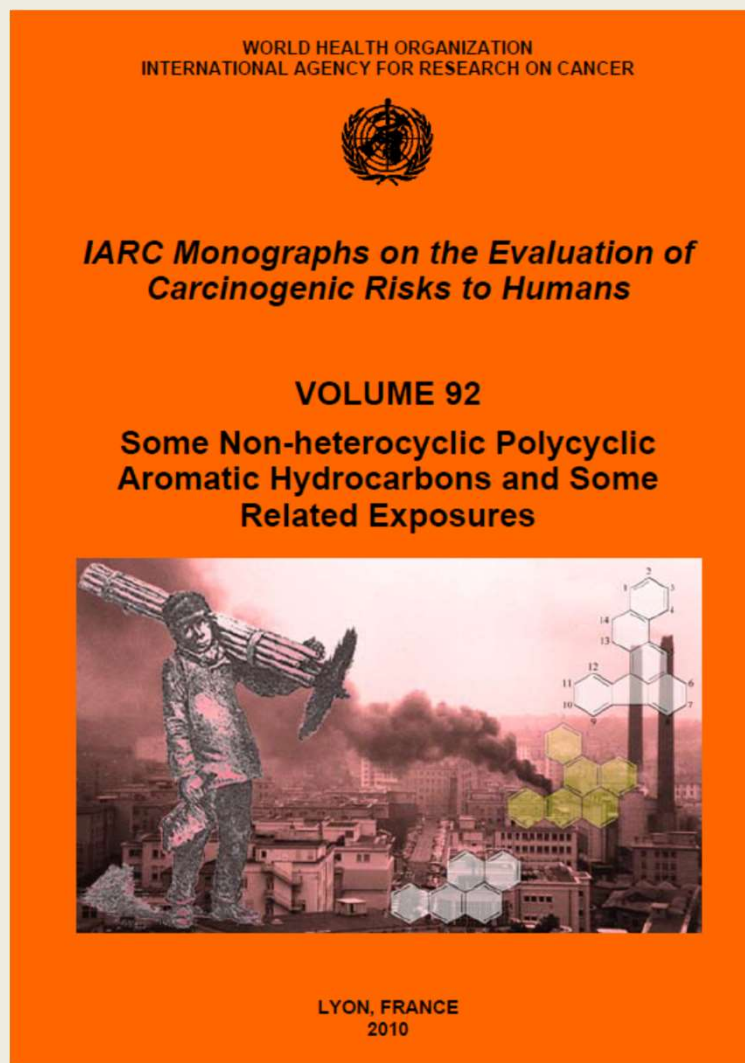


Bureau de Liaison des Industries du Caoutchouc, Belgium, 2001. god. je utvrdio da se guma sastoji od 63 elementa

Neki od njih su: čađa, aromatska ulja - sadrže PAH, sumpor, cinkov oksid, određene vrste metala,...



# Auto gume kao otpad i djelovanje na okoliš



680 IARC MONOGRAPHS VOLUME 92

**Table 4.4. Photomutagenicity of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) on the priority list of the Environmental Protection Agency and their reported carcinogenicity and mutagenicity**

| PAH                             | Photomutagenicity <sup>a</sup> | Carcinogenicity <sup>b</sup> | Mutagenicity <sup>c</sup> |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Acenaphthene                    | +                              | 0                            | - <sup>d</sup>            |
| Acenaphthylene                  | +                              | I                            | - <sup>d</sup>            |
| Anthracene                      | ++                             | 0                            | -                         |
| Benzo[ <i>a</i> ]anthracene     | ++                             | ++                           | +                         |
| Benzo[ <i>a</i> ]pyrene         | ++                             | ++                           | + <sup>d</sup>            |
| Benzo[ <i>b</i> ]fluoranthene   | -                              | ++                           | + <sup>d</sup>            |
| Benzo[ <i>ghi</i> ]perylene     | ++                             | I                            | - <sup>d</sup>            |
| Benzo[ <i>k</i> ]fluoranthene   | +                              | ++                           | + <sup>d</sup>            |
| Chrysene                        | +                              | +                            | +                         |
| Dibenz[ <i>a,h</i> ]anthracene  | -                              | ++                           | +                         |
| Fluoranthene                    | -                              | 0                            | + <sup>d</sup>            |
| Fluorene                        | +                              | I                            | -                         |
| Indeno[1,2,3- <i>cd</i> ]pyrene | ++                             | ++ <sup>e</sup>              | + <sup>d</sup>            |
| Naphthalene                     | -                              | I                            | -                         |
| Phenanthrene                    | -                              | I                            | -                         |
| Pyrene                          | ++                             | 0                            | -                         |

Adapted from Yan *et al.* (2004)

<sup>a</sup> PAH is defined as photomutagenic (+ or ++) when the number of revertant colonies due to concomitant exposure to light and the PAH is greater than twice that found in the light-only control. A PAH is defined as strongly photomutagenic (++) if the number of revertant colonies per nanomole of the PAH is more than 2000.

<sup>b</sup> Data summarized from IARC (1983), National Toxicology Program (1993), White (2002) and the Environmental Protection Agency web-site pages for acenaphthylene, naphthalene and fluorene. Carcinogenicity symbols are: (0) no evidence of carcinogenicity; (I) inadequate evidence for evaluation; (+) limited evidence of carcinogenicity in experimental animals; (++) sufficient evidence of carcinogenicity in experimental animals.

<sup>c</sup> Based on McCann *et al.* (1975) using *S. typhimurium* TA98 or TA100 with metabolic activation

<sup>d</sup> Based on Nagai *et al.* (2002) using *S. typhimurium* TA98 with metabolic activation

<sup>e</sup> From the Environmental Protection Agency web site for animal carcinogenicity studies (<http://www.epa.gov/NCEA/iris/subst/0457.htm>)

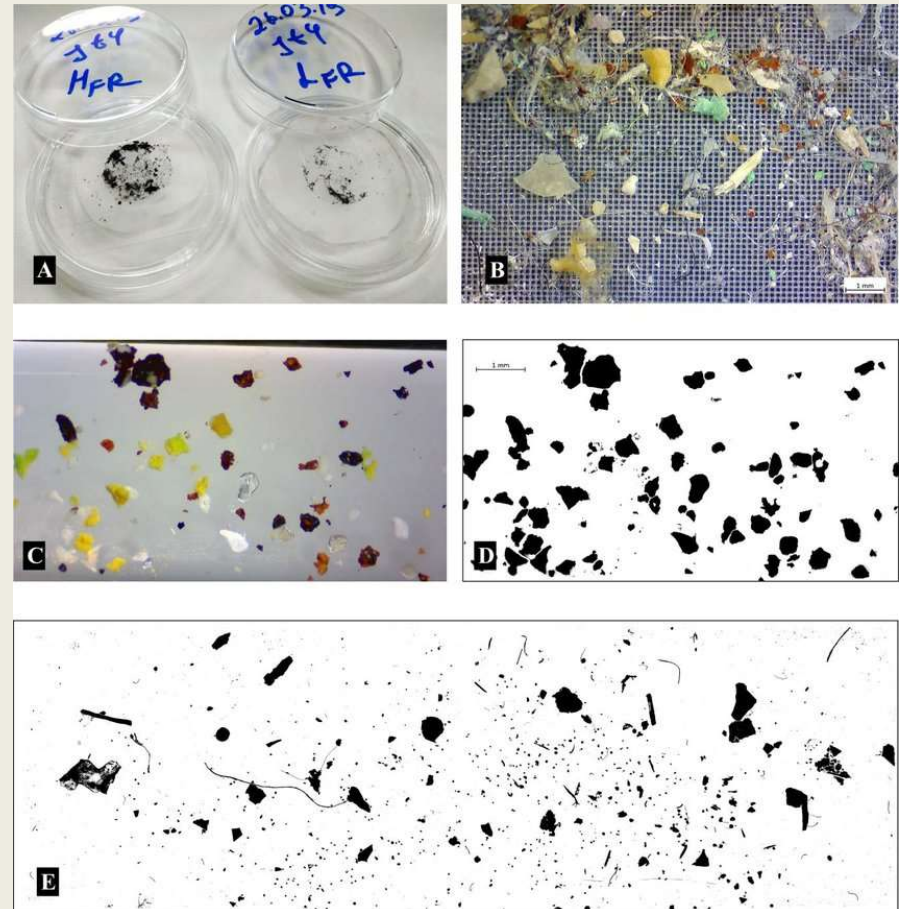
generally more toxic when they are exposed to UV light than if they are kept in the dark. For certain PAHs, the increase in toxicity can be six- to sevenfold (Swartz *et al.*, 1997). *In vivo*, the formation of covalent PAH-DNA adducts through irradiation with light may compete with enzymatic activation. Indeed, irradiation of benzo[*a*]pyrene or DMBA inside the cells tends to lower the amount of covalent DNA adducts formed by enzymatic activation (Prodi *et al.*, 1984), an effect that was mainly attributed to photodegradation of the PAHs.

Photo-oxidation of the unsubstituted PAHs — two-ring naphthalene (Vialaton *et al.*, 1999); three-ring anthracene (Mallakin *et al.*, 2000) and phenanthrene (Wen *et al.*, 2002);

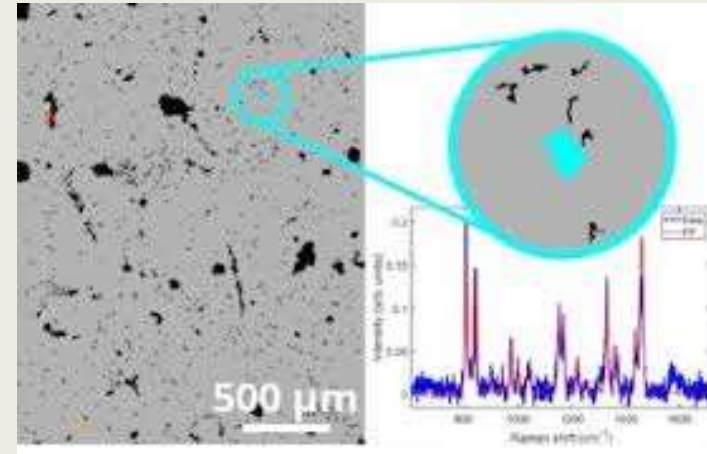
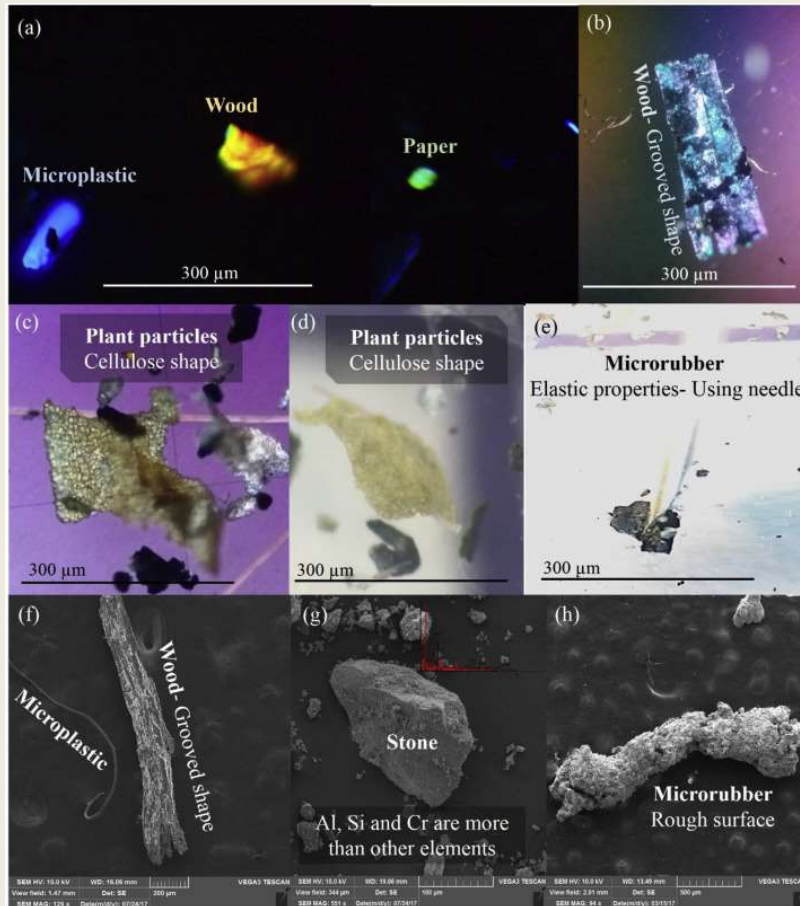


# Auto gume kao otpad i djelovanje na okoliš

- Neke činjenice:
- Trenjem gume o podlogu nastaju čestice mikroplastike
- oborinske vode unose mikročestice u tlo, rijeke, mora i oceane
- USA godišnje proizvede 1,8 mil tona mikroplastike
- Mikroplastika uništi probavni trakt škampi ( ne ugiba odmah - učinci su dugoročni )
- Guma lakog kamion za 6,33 g trošenja je lakša za cca 2,5 kg
- Pieter Jan Kole sa “The Open University of The Netherlands”, objavio je u “The International Journal of Environmental Research and Public Health” - 10% mikroplastike u oceanima je od gume



# Auto gume kao resurs

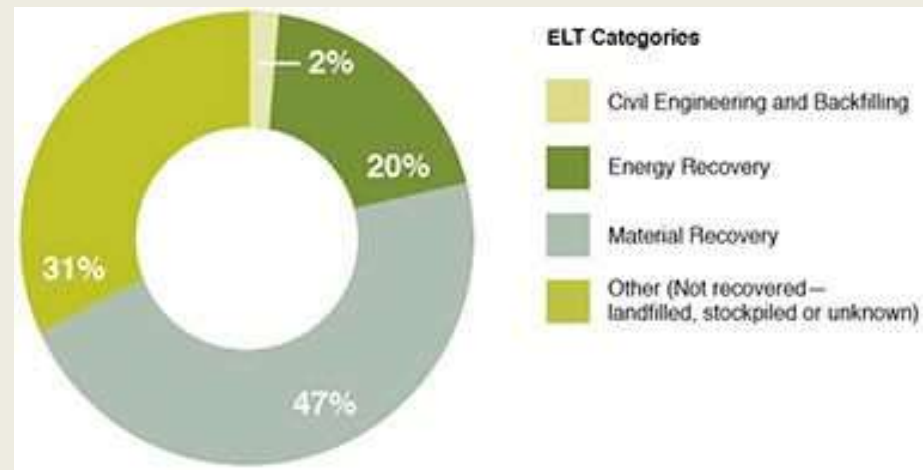


- Gumene granule ne smiju biti u kategoriji mikročestica - proces proizvodnje

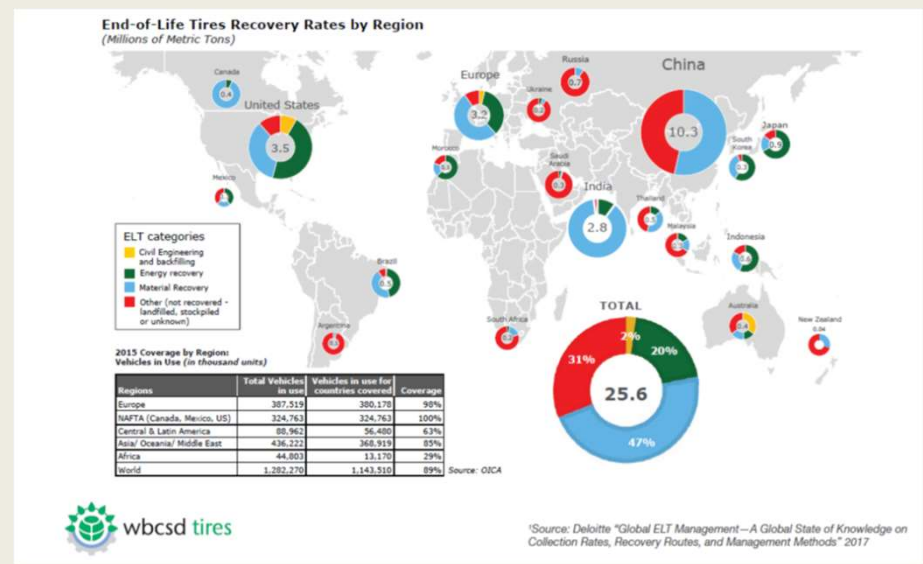


# Auto gume kao resurs

- U svijetu se svake godine proizvede preko milijardu guma, u Evropi preko 350 milijuna i u stalnom je usponu.
- Jednom reciklirana guma se može reciklirati još nekoliko puta
- mogućnost izrade proizvoda sa i bez veziva
- mogućnosti izrade kompozita sa drugim materijalima ( drvo, beton,...)
- recikliranje svih glavnih sastavnica ( guma, čelična vlakna, tkanina )
- recikliranje guma ključan je sektor kako bi Europa postala prvi klimatski neutralan kontinent. Recikliranjem guma u gumene granule štedi se 58,4% CO<sub>2</sub> u usporedbi s istodobnim spaljivanjem guma i može doseći 95% smanjenja emisije ugljika [ETRA].
- USTMA ( U.S. Tire Manufacturers Association ) 1990.god - 11% ⇒ 2017. god. - 81% ( uključivo spaljivanje)



End-of-Life Tires (ELT) Global Recovery Rates



# Auto gume kao resurs



granule i niti



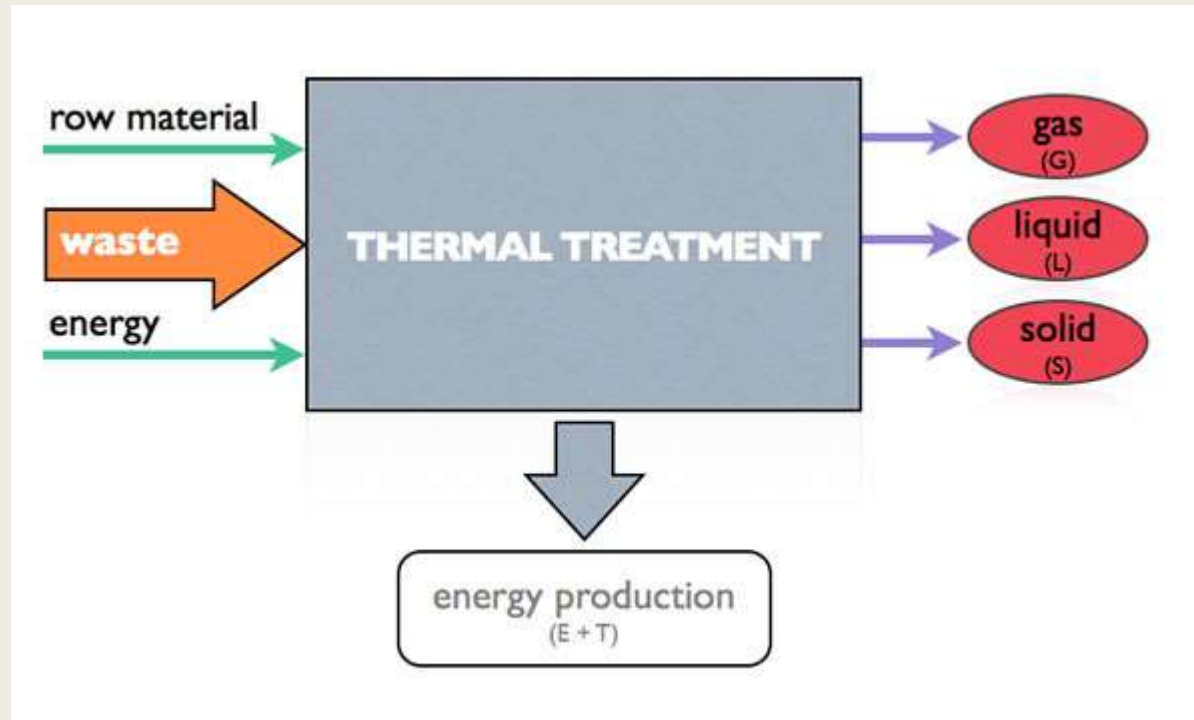
čelične niti



platno

# Proizvodi na bazi reciklirane gume

SPALJIVANJE ( TyGRe )



- plin bogat vodikom, metanom i ugljikom, koji se može koristiti u energetske svrhe,
- silicij-karbid za proizvodnju tehničke keramike .
- ulja - izvor kemikalija
- ugljen - aktivni ugljen, gorivo, izvor ugljika



# Proizvodi na bazi reciklirane gume





# Proizvodi na bazi reciklirane gume



## PRIMJENA U CESTOGRADNJI

reciklirana auto guma kao dodatak asfaltu - habajući sloj postiže bolja eksploatacijska svojstva, smanjenje buke od trenja kotača, dodatak nasipu ili kao zamjenski materijal...



PRIMJENA U CESTOGRADNJI  
izvedba bukobrana na osnovi iz betona



# Proizvodi na bazi reciklirane gume



RECIKLIRANJE-PRIMJENA U CESTOGRADNJI  
različite vrste usporivača i prijelaza za prometnice i pruge

PRIMJENA U CESTOGRADNJI  
zaštitni elementi u prometu



# Proizvodi na bazi reciklirane gume



RECIKLIRANJE-PRIMJENA U OKOLIŠU  
obloge iz vezanog materijala te gotovih elemenata.





# Proizvodi na bazi reciklirane gume





# Proizvodi na bazi reciklirane gume



## RECIKLIRANJE-SPORTSKI TERENI

obloge iz vezanog materijala te gotovih elemenata.



## Proizvodi na bazi reciklirane gume



Arch. Erica Ribetti-penjačka teretana - Cortina d'Ampezzo  
- ploče na fasadi su ETRA SMART iz 100% reciklirane SBR gume, bez poliuretanskih i kemijskih dodataka i doprinose postizanju akustičke izolacije od 19 db. ( ETRA )



# Primjena u građevinarstvu

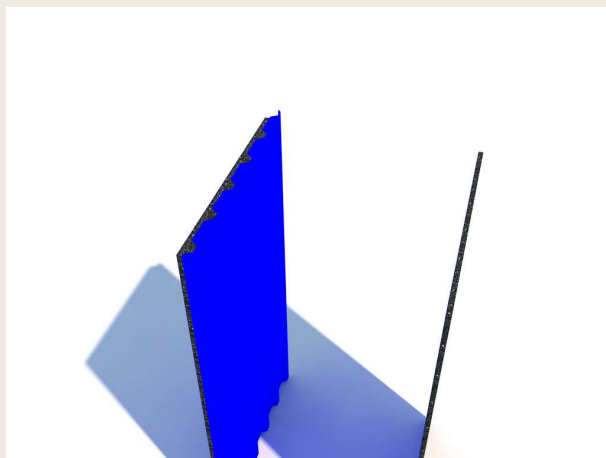


# Proizvodi na bazi reciklirane gume





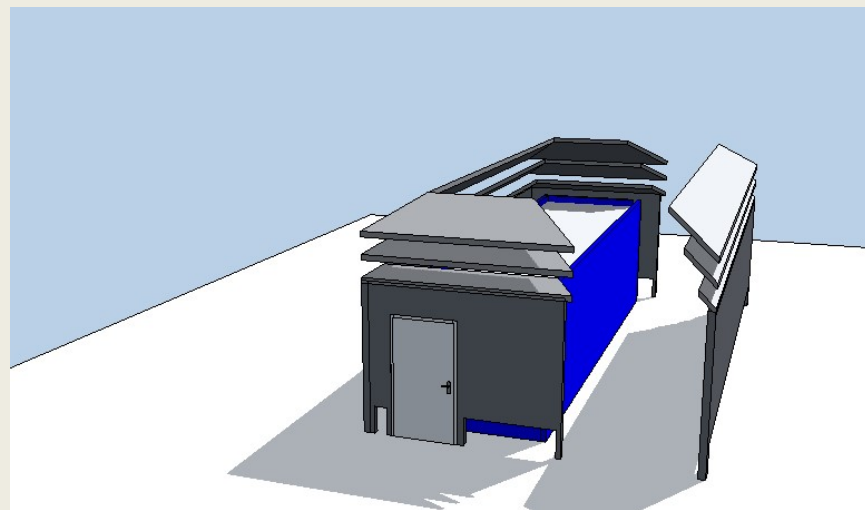
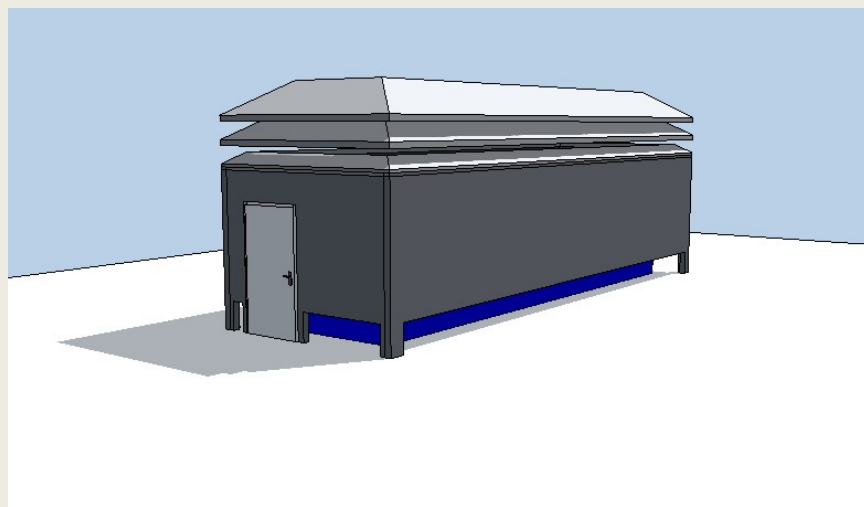
# Proizvodi na bazi reciklirane gume



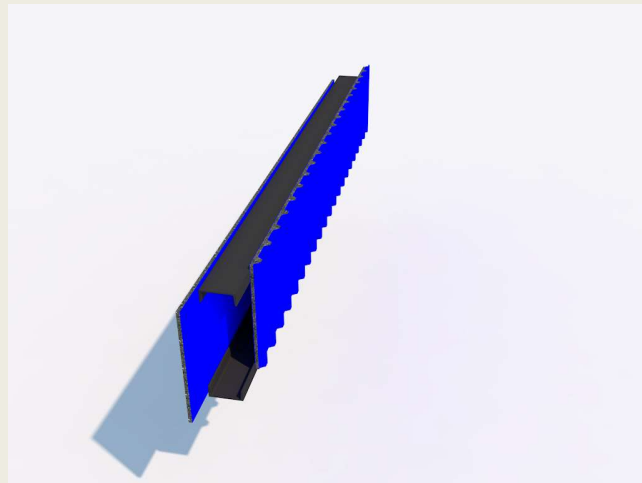
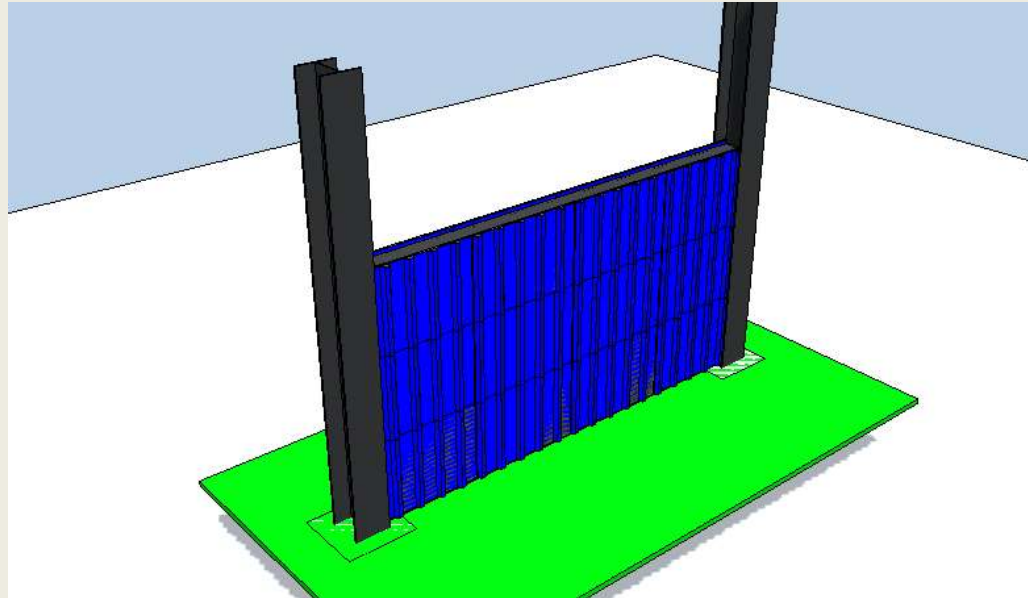
## PRIMJENA PANELA

Proizvodi na bazi od trapeznog lima :

- zaštita od buke na mikrolokaciji
- zaštita od buke i vibracija u strojarnicama i oko uređaja
- zaštita od buke na fasadi objekta
- samonosivi element
- veliki izbor mogućnosti u arhitektonskom i inženjerskom oblikovanju
- visoki stupanj zvučne izolacije( 2 cm - 36 dB )

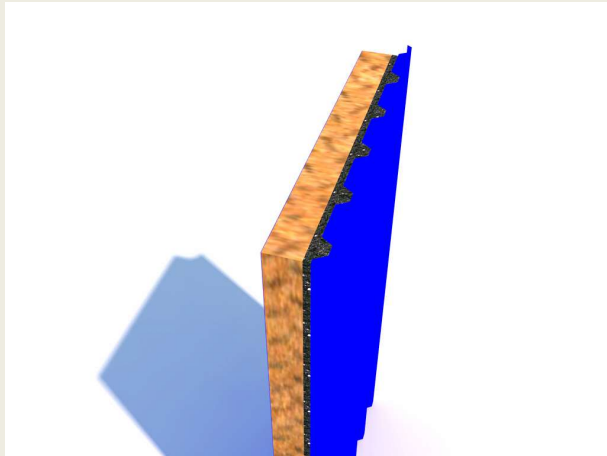


## Proizvodi na bazi reciklirane gume

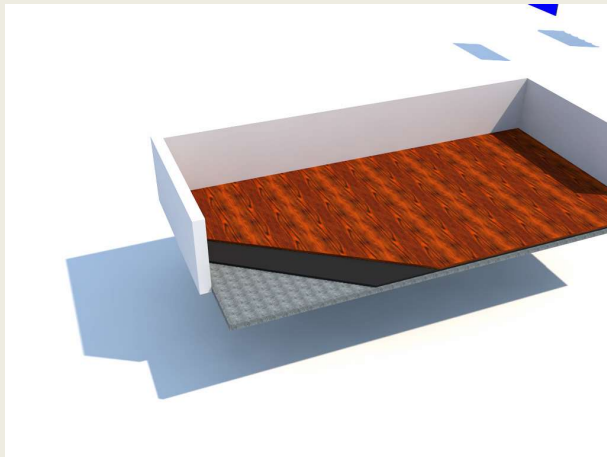


Proizvodi na bazi od trapeznog lima :  
- zaštita od buke - bukobran sa panelima na metalnoj konstrukciji

# Proizvodi na bazi reciklirane gume



vrlo jednostavno kaširanje na druge materijale i stvaranje kompozita sa kojima pojačavamo druga svojstva, koja nema osnovni materijal



vrlo učinkovito sprečavanje udarnog zvuka

## Proizvodi na bazi reciklirane gume



provođena su ispitivanja na betonskim elementima sa dodatkom čeličnih i tekstilnih vlakana iz guma i dokazano je da mogu povećati otpornost na savijanje.

ova istraživanja pokazuju povećanje potresne otpornosti betonskih konstrukcija



ploče pokazuju iznimnu žilavost pri opterećenju



# Zaključak

Uporabom reciklirane gume:

- štitimo okoliš
- uklanjamo otpad
- dobijemo vrijednu sirovinu
- dostupna i jeftina ( besplatna ) sirovina
- novi i alternativni proizvodi
- široka primjena u građevinarstvu
- nove spoznaje u građevinarstvu
- poboljšane konstrukcije i materijale
- veći komfor u građevinama
- manji utrošak energije
- .....



HVALA NA POZORNOSTI !!!

