

$\int_{-\infty}^{+\infty}$  TEKSTIL  $\rightarrow$  otpad  $\xrightarrow{+3R}$  S21S  $\cong$  \$

**Edita Vujasinović & Marijana Pavunc Samaržija**

Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila  
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet  
Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10000 Zagreb

+∞

∫

# TEKSTIL

-∞

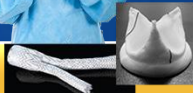


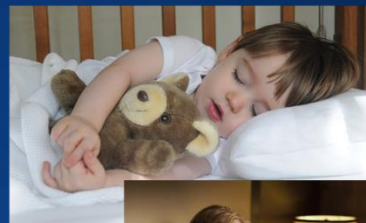
21. stoljeće







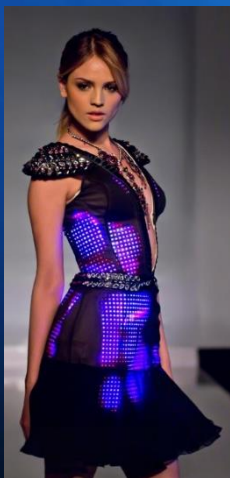








# TEKSTIL → otpad





**3R**  
**otpad** → **S21S**  $\cong$  **\$**



**Reduce**  
**Recover**  
**Reuse**

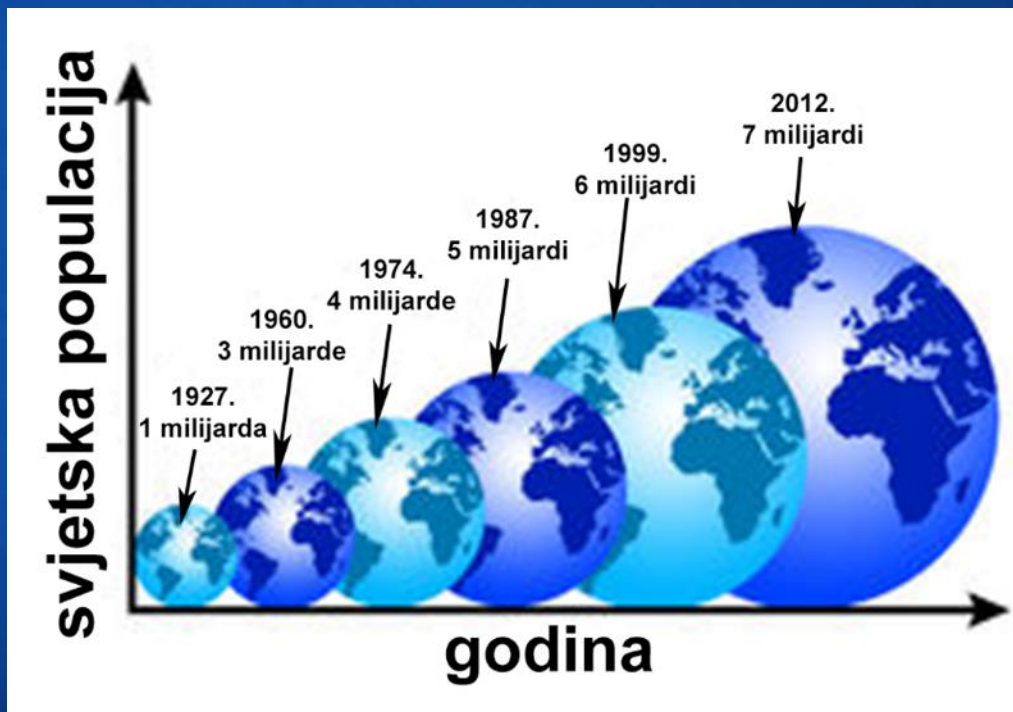
profit





# Tekstilni otpad – sirovina 21. stoljeća

Zašto?



7 368 751 837  
u 11.40 h 22. rujna 2015.

9,5 kg per capita  
(25-40 kg)

⇒ smanjenje obradivih površina i raspoloživih pašnjaka...

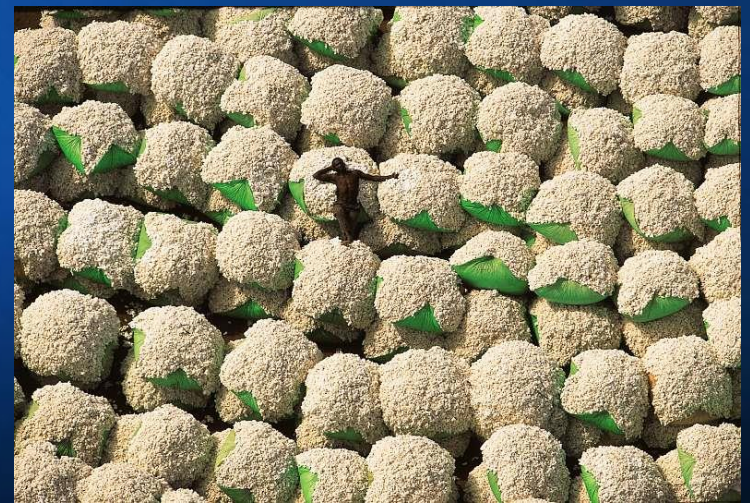
1 tona vune ⇒ 200-500 ovaca  
(cca 40-100 ha)



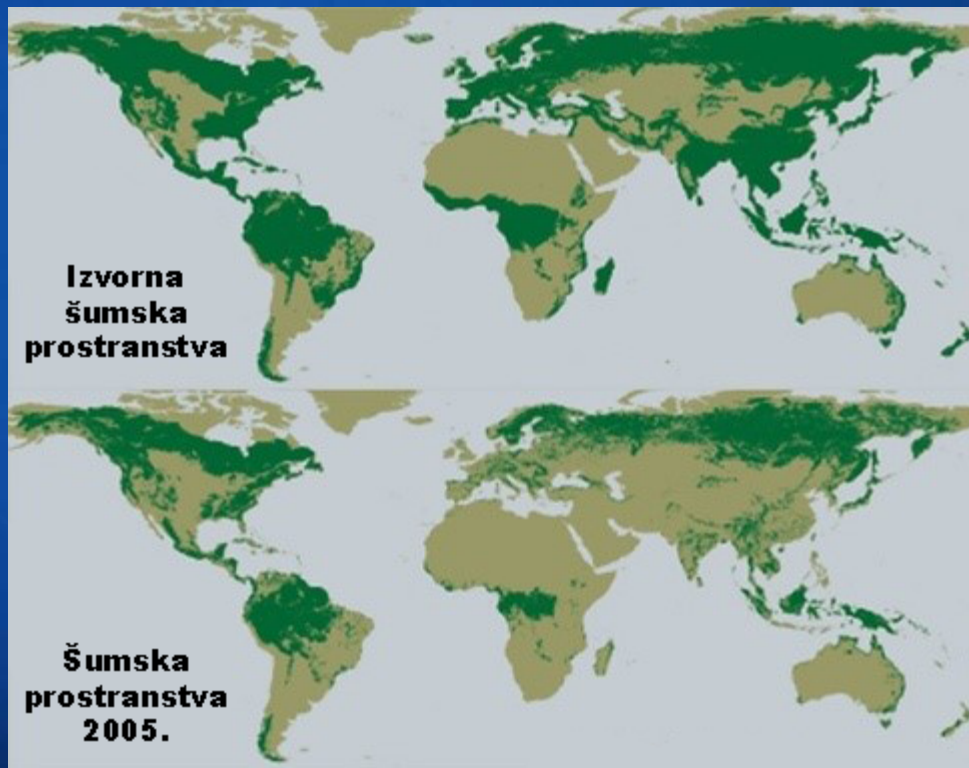
Los Angeles, California  
1878 and now



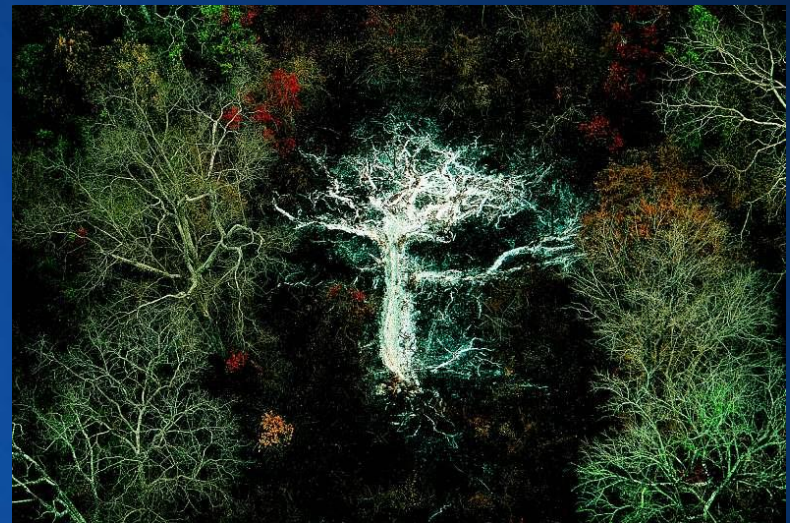
1 tona pamuka ⇒ 3 ha



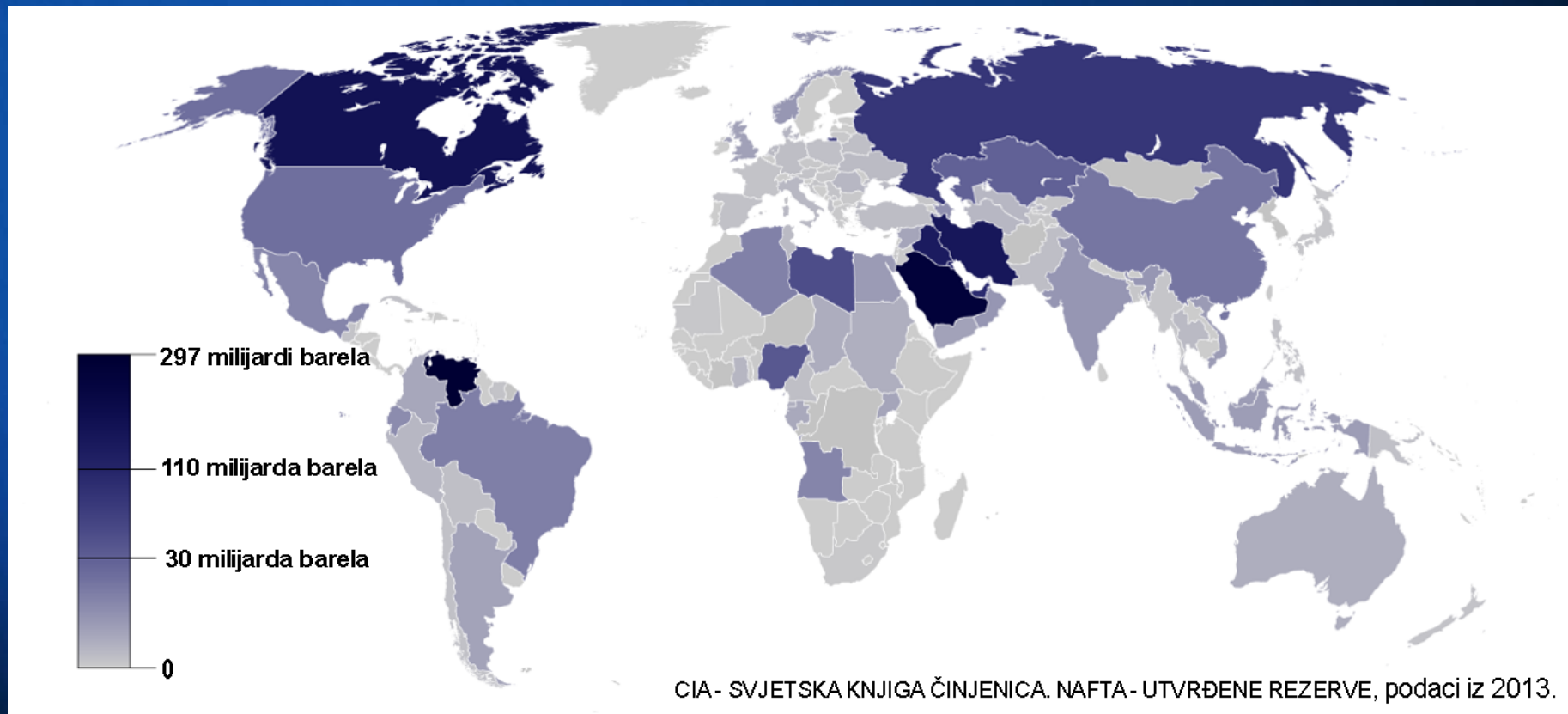




1 tona CV  $\Leftrightarrow$  7m<sup>3</sup> drveta



⇒ zemni plin (do 2065.); ugljen (2180.); nafta (do 2045.)



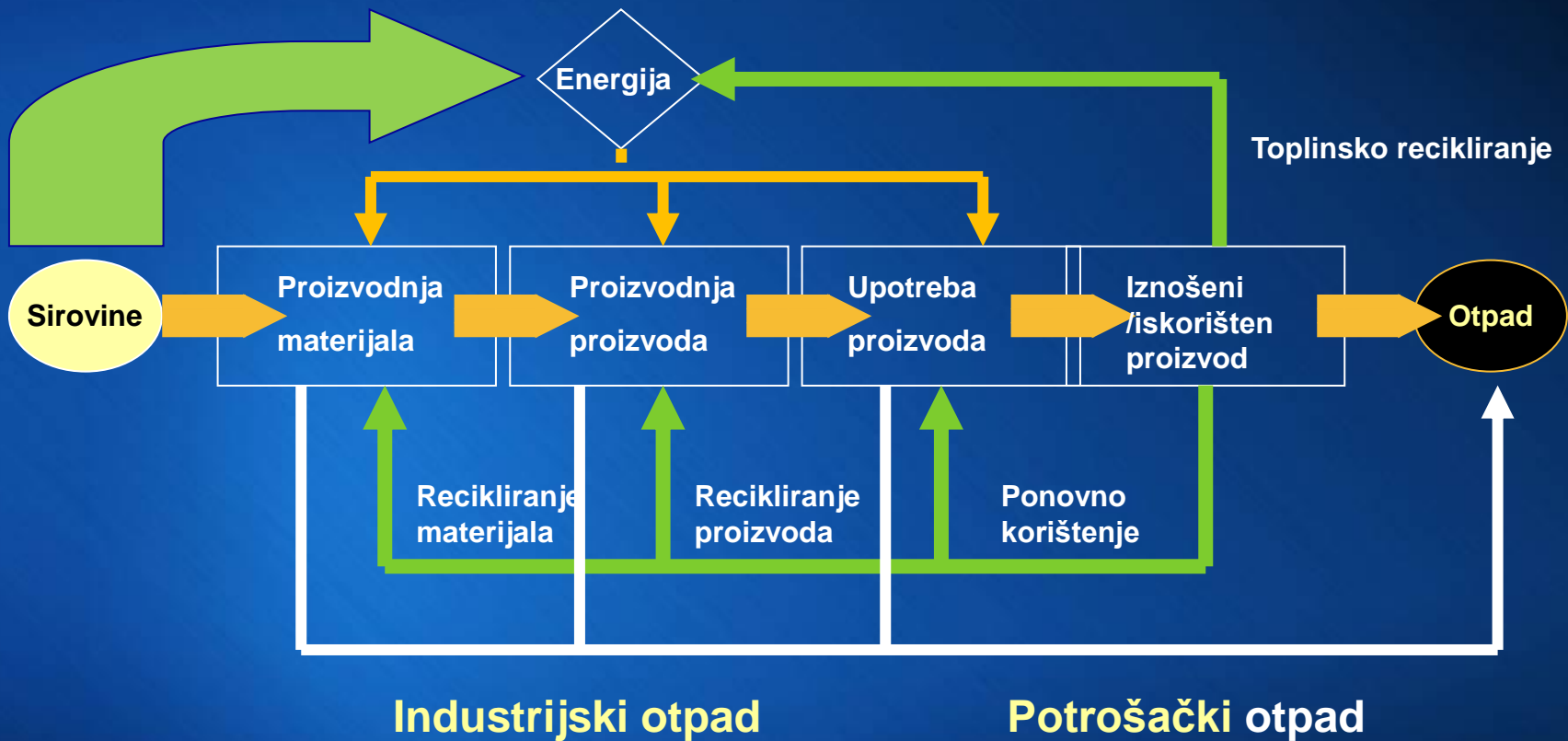
# Recikliranje tekstilija

cca 1 200 000 tona tekstilnog otpada godišnje

## Hijerarhija upravljanja tekstilnim otpadom



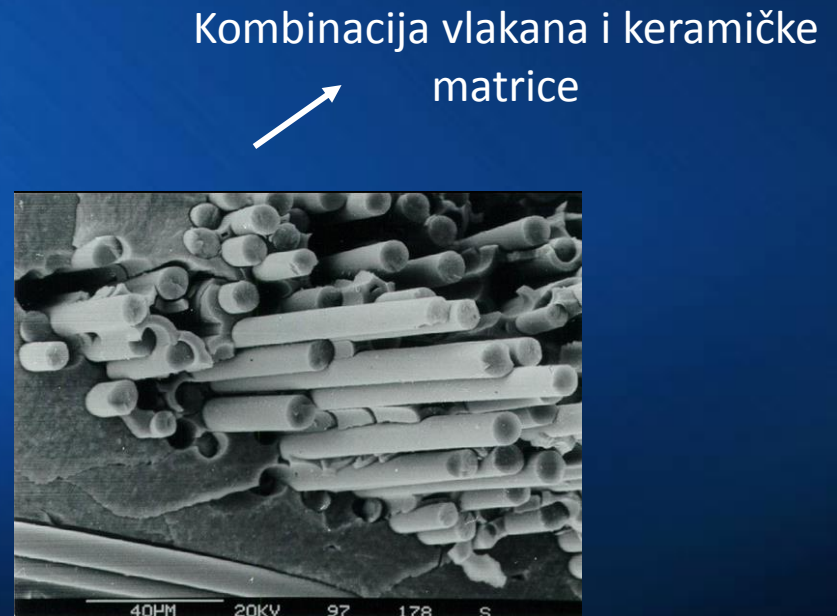
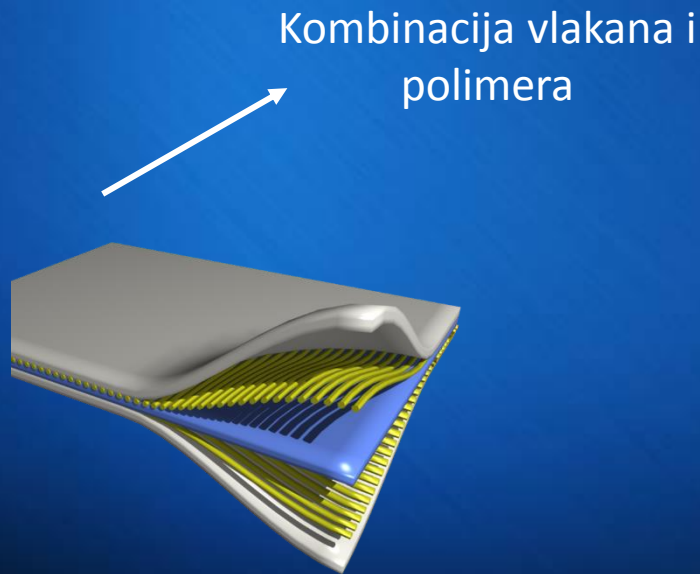






## Tekstilije 21. stoljeća

- ⇒ suvremeni strukturni materijali bazirani su na tekstuilu poput visokoučinkovitih (HP) i pametnih tekstilija
- ⇒ zbog svoje heterogenosti predstavljaju iznimno kompleksan materijal za recikliranje





# Mogućnosti i modeli recikliranja visokoučinkovitih tekstilija

## Visokoučinkovia vlakana

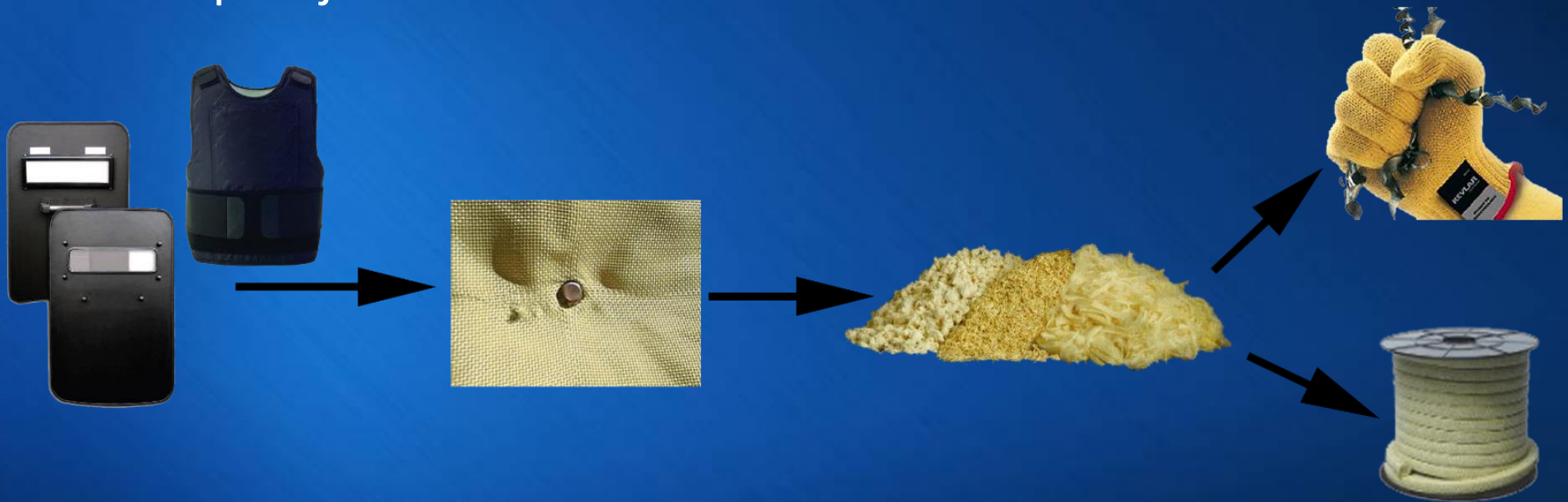


- Aramidno (AR) vlakno - jedno od prvih HP vlakana
- Nezaobilazna tekstilna sirovina u predmetima osobne zaštitne opreme – protubalistička zaštita
- AR vlakna relativno skupa i cijenjena sirovina – nameće se potreba njihovog recikliranja

# Recikliranje AR vlakana iz otpadne protubalističke zaštitne opreme

## ➤ Mehanički postupak recikliranja

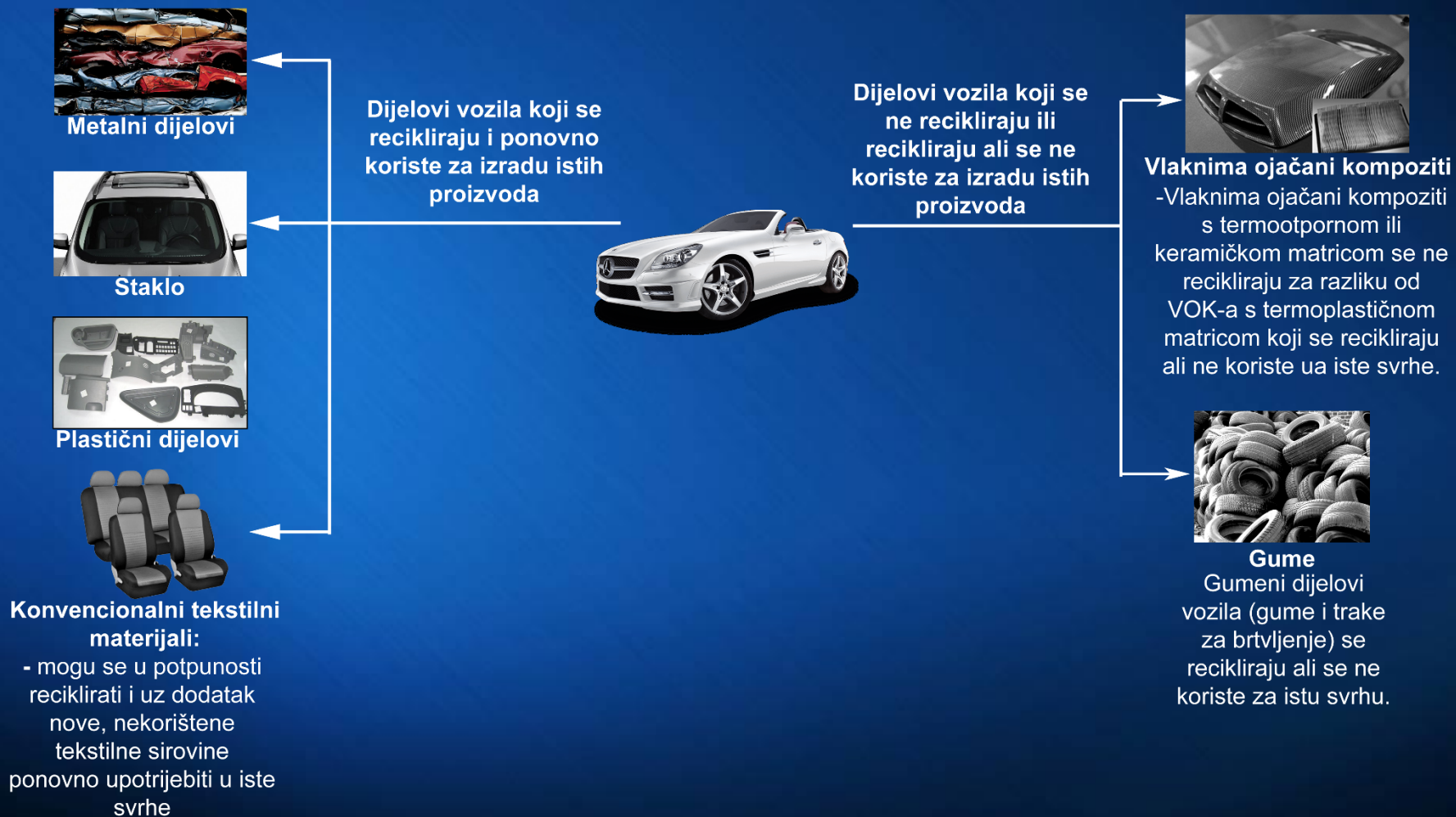
- vlakna nižih fizikalno-mehaničkih svojstava – nije moguća primjena za iste svrhe



- Reciklirana vlakna vraćaju se na tržište za izradu zaštitnih rukavica, užadi, automobilskih kočnica

# Recikliranje vlaknima ojačanih kompozita

## Automobilska industrija





# Zrakoplovna industrija

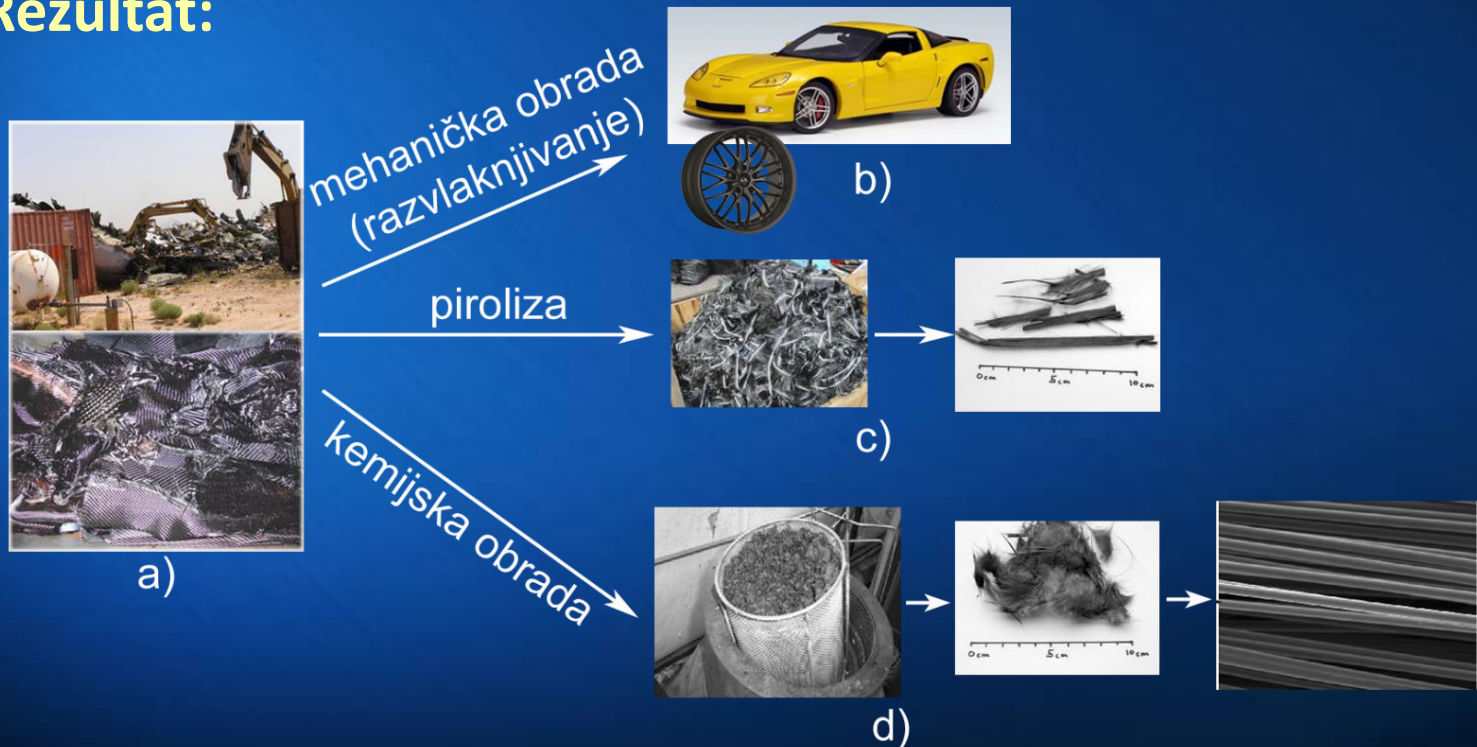
- sve veća potražnja za vlaknima ojačanim kompozitima kao konstrukcijskim materijalima



2006. god. zrakoplovna kompanija Boeing inicira osnivanje udruge AFRA (*eng. Aircraft Fleet Recycling Association*)

➤ **Misija:** razvijanje i pronalaženje ekološki i ekonomski prihvatljivih modela recikliranja zrakoplova

➤ **Rezultat:**



# Pametne tekstilije i problem njihovog recikliranja

*materijali koji mogu osjetiti neki vanjski podražaj i promjenom svojih svojstava, izgleda ili strukture odgovoriti na takav podražaj*

**PAMETNE TEKSTILIJE**

visokoučinkovite tekstilija

**PASIVNE**



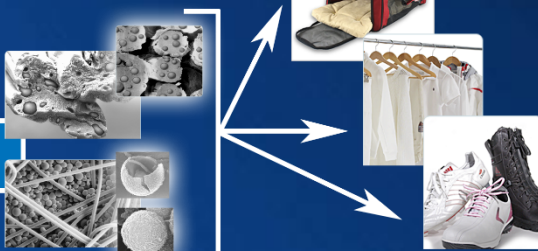
GoreTex membrane



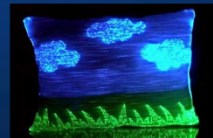
tekstilije s inkorporiranim pametnim materijalom

**AKTIVNE**

**PCM**



**VRLO PAMETNE**  
e-tekstil





# Potencijalni načini recikliranja e-tekstila



# TTF TSRC



- Dizajneri, inženjeri i proizvođači novih tekstilija vođeni su težnjom za stvaranjem novih tekstilija
- Odgovornost kako zbrinuti takve tekstilije (**LCA**)



- U projektiranje i dizajn novih tekstilija ugraditi principe **održivog dizajna** ili **eko dizajna** (dizajn za recikliranje i dizajn iz recikliranog)





# Gospodarenje tekstilnim otpadom = čist okoliš + gospodarska korist



*... "Zemlja ne pripada čovjeku, čovjek pripada Zemlji; to dobro znam. Sve je u međusobnoj vezi, kao što je porodica sjedinjena krvlju, sve je povezano. Nije čovjek tvorac **tkanice života**, već samo **vlakno** u njoj. Što uradi s tkanicom, čini i sa sobom." ...*