

mass production, the companies we visited were very interesting for most of them. Most of the companies were proud to give us a tour of their company, some of them even asked us if we would be interested in having partnership with their company. We could also notice real interest from them to know more about the Belgian industries to compare with theirs. Those meetings were the opportunity both for us and for them to get to know better each other's standards of living. Here are the companies we visited:

*Brodotrogir* (near Split) is specialized in the construction of ships and floating objects. Its production program includes oil and chemical tankers, floating docks, passenger ships, supply ships, tugs, rescue boats, etc. We visited the shipbuilding and the repairing ship department. The different sites and the technical masteries are impressive.

The *University of Zagreb* was founded in 1669 and is the oldest and biggest *University* in South-Eastern Europe. We visited more specifically the *Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture*. A few students showed us different departments of the university. We can quote for example: robotics, welding, technical execution, the study of marine

corrosion and metrology department. Those visits illustrated very well the courses given at the *Gramme Institute*.

*DIOKI* is a company specialized in the production of petrochemical and plastic materials (polyethylene, polystyrene and other goods). The production site is situated in Zagreb.

*Elektrokontakt* is a manufacturer of electro-technical products that was created 80 years ago. The production site is situated in Zagreb. The products are diversified: electro-installation materials and components for household appliances.

*DOK-ING* has been established in Zagreb for 20 years. It produces robots and special-purpose equipment. It is also the international leader in the production of machines for landmine clearance.

We spent in Croatia a very stimulative and inspiring week.

Acknowledgments: a warm thanks to Prof. I. Čatić who found for us a lot of technical visits and many thanks to Mr O. Praz for having participated in our trip as a member of the teaching staff. We'll never forget the different companies which welcomed us in a very warm environment. And we would also like to thank the professors who helped us in organizing this trip.

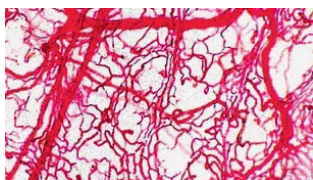
## Samooporavljajući materijali

*Privedio: Igor ČATIĆ*

Potrebu tehničara da rješenja traže u prirodnoj tehnici, časopis *Polimeri* promiče još od 1982. Evo jednoga novog primjera.

Razvoj samooporavljajućih materijala temelji se na razvoju novih rješenja inspiriranih biološkim sustavima.

Istraživači sa *Sveučilišta Illinois*, SAD, našli su način kako ubrizgati zacjeljujuću kapljevину oko materijala slično cirkulaciji životinjskog krvotoka (slika 1). Rezultati su objavljeni u *Journal of the Royal Society Interface*.



SLIKA 1 – Ideja o samooporavljajućem materijalu – životinjski krvotok

Materijali koji mogu sami oporaviti nastale pukotine ponajprije su namijenjeni primjeni u graditeljstvu.

Takvi materijali istraživani su gotovo desetljeće, s namjerom da se smanji rizik i troškovi štete zbog lomova različitih materijala.

Pri kreiranju takvih materijala primijenjeni su različiti pristupi, ovisno o materijalu koji je trebalo popraviti: metalima, plastici ili kompozitima ojačanim ugljikovim vlaknima.

Postupci su uključivali stvaranje materijala s mikrokapsulama koje sadržavaju oporavljajuće sredstvo i koje se otvaraju kada je materijal oštećen ispuštajući kapljevину koja očvršćuje i ispunjava pukotinu.

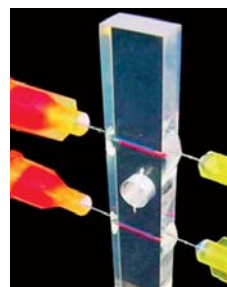
Iako djelotvoran, ovaj je postupak ograničen malom količinom sredstva koje sadržava mikrokapsula, jer ona mora biti dovoljno mala da ne oslabi materijal.

Novi razvoj postupka samooporavljavanja razvili su prof. Nancy Sottos i njezina istraživačka skupina na *Sveučilištu Illinois (University of Illinois Urbana-Champaign)*, a sastoji se od impregnacije plastike s finom

mrežom kanala, od kojih je svaki promjera manjeg od mikrometra, koji se pune kapljevitom smolom.

Takva *mikrovaskularna* mreža omogućuje protok sredstva za oporavljanje materijala poput krvotoka, opskrbljujući sva područja tom kapljevinom spremnom za otpuštanje kada se pojavi pukotina. No još postoje ograničenja jer se oporavak temelji na sporom procesu i difuziji oporavljajućeg sredstva u pukotinu.

Istraživači su zato naučili još jednu lekciju od prirode da poboljšaju proces. U *biološkim sustavima kapljevine se upumpavaju i teku*, rekla je N. Sottos, pa su smislili način kako aktivno pumpati kapljevину u mikrovaskularnu mrežu. Štrcaljke na vanjskoj strani materijala tlače oporavljajuću kapljevину, koja odmah nakon pojave pukotine pod tlakom ulazi u nju (slika 1).



SLIKA 2 □ Ulazak oporavljajuće kapljevine u materijal

U eksperimentu koji je provela N. Sottos sa suradnicima stvorena su dva paralelna kanala u plastičnome materijalu koja su napunjena kapljevitom smolom i umreživalom koje omogućuje očvršćenje smole. Čim nastane pukotina, pucaju kanali i obje se kapljevine (smola i umreživalo) pumpaju u oštećeno područje. Istraživači su eksperimentirali ciklusima pumpanja kapljevine tako da prvo uđe smola u pukotinu, a tek onda umreživalo, i to u ponavljanim ciklusima. To se pokazalo kao najučinkovitiji način popunjavanja većih pukotina koji osigurava najbolje širenje oporavljajućeg sredstva u pukotini.

[www.bbc.co.uk/news/science-environment-15096393](http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-15096393)