

Lucija Kobal, univ. dipl. inž.

Iva Batič, univ. dipl. inž.

Tekstina, Tekstilna industrija, Ajdovščina, d. d.,

Tovarniška cesta 15, SI-5270 Ajdovščina;

e-pošta: lucija.kobal@tekstina.si; iva.batic@tekstina.si

## Tekstim – zaščita pred elektromagnetnim sevanjem

*Elektromagnetna sevanja (EMS) so prisotna povsod v našem okolju in so nevidna za človeško oko. Poleg naravnih izvorov sevanj so v elektromagnetnem spektru prisotna tudi sevanja, katerih izvor je povzročil človek. Elektromagnetni spekter sestavljajo ionizirajoča sevanja, kamor spadajo gama žarki in X-žarki, ter neionizirajoča sevanja, ki nimajo dovolj energije, da bi razbila molekularne vezi. Industrializacija predstavlja glavnino umetnih izvorov elektromagnetnih sevanj (EMS) – elektrika, mikrovalovi in radiofrekvenčna sevanja – se nabajajo v relativno dolgih valovnih dolžinah in nizkih frekvencah elektromagnetnega spektra. Ti izvori nimajo dovolj energije, da bi razbijali kemične vezi. Učinki elektromagnetnih sevanj na človeško telo niso odvisni samo od stopnje sevanja ampak tudi od frekvence in energije. Če so sevanja dovolj močna, lahko inducirajo tok znotraj človeškega telesa in povzročijo vrsto efektov, kot so segrevanje in elektro šok, odvisno od amplitude in vrste frekvence. TEKSTINA d.d iz Ajdovščine je razvila novo blagovno znamko Tekstim, ki učinkovito ščiti pred EMS. Tekstim tkanine in preje bombažnega tipa imajo vgrajena nerjaveča kovinska vlakna, ki uspešno ščitijo pred škodljivimi EMS. Preje in tkanine Tekstim so namenjene izdelovanju lahkih zaščitnih oblačil, dnevnih oblek, spodnjega perila, dekorativnih tkanin in drugih zaščitnih izdelkov. Tekstim je bil testiran na Inštitutu za varovanje zdravja Republike Slovenije. Rezultati testov dokazujejo, da Tekstim zadrži nad 80 % vpadnega signala EMS v frekvenčnem območju 10–1000 MHz.*

**Ključne besede:** elektromagnetna sevanja (EMS), zaščita, tkanine z zaščitnimi lastnostmi, Tekstim, kovinska vlakna, zaščitna oblačila, učinkovitost zaščite pred elektromagnetnim sevanjem

### TEKSTIM – Protection against Electromagnetic Fields

*Electromagnetic fields (EMF) are present everywhere in our environment but are invisible to the human eye. Besides natural sources, the electromagnetic spectrum also includes fields generated by human-made sources. In the electromagnetic spectrum, gamma rays given off by radioactive materials, cosmic rays and X-rays carry this property and are called »ionizing radiation«. Fields the quanta of which are insufficient to break molecular bonds are called »non-ionizing radiation«. Man-made sources of electromagnetic fields that form a major part of industrialized life – electricity, microwaves and radiofrequency fields – are found at the relatively long wavelength and low frequency end of the electromagnetic spectrum and their quanta are unable to break chemical bonds. The effects of electromagnetic fields on a human body depend not only on their field level but on their frequency and energy as well. These fields induce currents within a human body, which, if sufficient, can produce a range of effects such as heating and electrical shock, depending on their amplitude and frequency range. The textile company TEKSTINA d. d. from Ajdovščina has developed efficient protection against EMF called TEKSTIM. Tekstim stands for cotton – based fabrics and yarns to which rustproof metallic fibers have been added, thus offering an active shielding against harmful radiation of EMF. The yarn and fabric are designed for manufacturing of light protective working and casual clothes, underwear, furnishing fabric and other protective pieces of clothing. Tekstim has been tested by The Institute of Public Health of the Republic of Slovenia. The results have shown that Tekstim efficiently neutralizes over 80 % of the EMF incidence field in the frequency range 10 – 1000 MHz.*

**Keywords:** electromagnetic fields (EMF), protection, protective textiles, Tekstim, metallic fibres, protective clothing, efficiency of protection against EMF

## 1.0 UVOD

V javnosti se širi zaskrbljenost, da lahko izpostavljenost elektromagnetnim sevanjem (EMS) povzroči različne vplive na zdravje, saj smo dandanes vsi, tako prebivalci razvitih kot nerazvitih držav, izpostavljeni EMS iz umetnih virov. EMS so postala eden najbolj aktualnih okoljskih vplivov; nivoji izpostavljenosti pri številnih frekvencah znatno naraščajo, saj se tehnološka revolucija nezadržno nadaljuje, pri čemer pa se srečujemo z novimi viri, ki uporabljajo različne dele elektromagnetnega spektra.

Dejstvo, da EMS naša čutila v splošnem neposredno ne zaznavajo, temveč jih je treba meriti, še povečuje vsesplošno negotovost.

V svetu potekajo številne znanstvene raziskave o škodljivih učinkih sevanja, nesporno pa je, da močna elektromagnetna polja na organizem ne le vplivajo, temveč mu lahko celo škodujejo in pogosto ogrozijo njegovo življenje.

## 2.0 ELEKTROMAGNETNA SEVANJA (EMS)

### 2.1 Sevanje

Sevanje je oblika energije, ki se kot valovanje ali delci širi skozi prostor in snov. Naravna sevanja izvirajo iz Zemlje, iz zemeljskega ozračja in izven zemeljskega prostora – vesolja, v katerem je Sonce najpomembnejši vir sevanj. V zadnjem stoletju so se naravnim sevanjem pridružila še sevanja umetnega izvora.

## 2.2 Elektromagnetno valovanje

Je valovanje, pri katerem nihata električno in magnetno polje. Hitrost nihanja določa frekvenco oz. spekter elektromagnetnega valovanja.

Elektromagnetna valovanja se med seboj razlikujejo po valovni dolžini in s tem energiji, ki jo nosijo delci svetlobe–fotoni (slika 1).

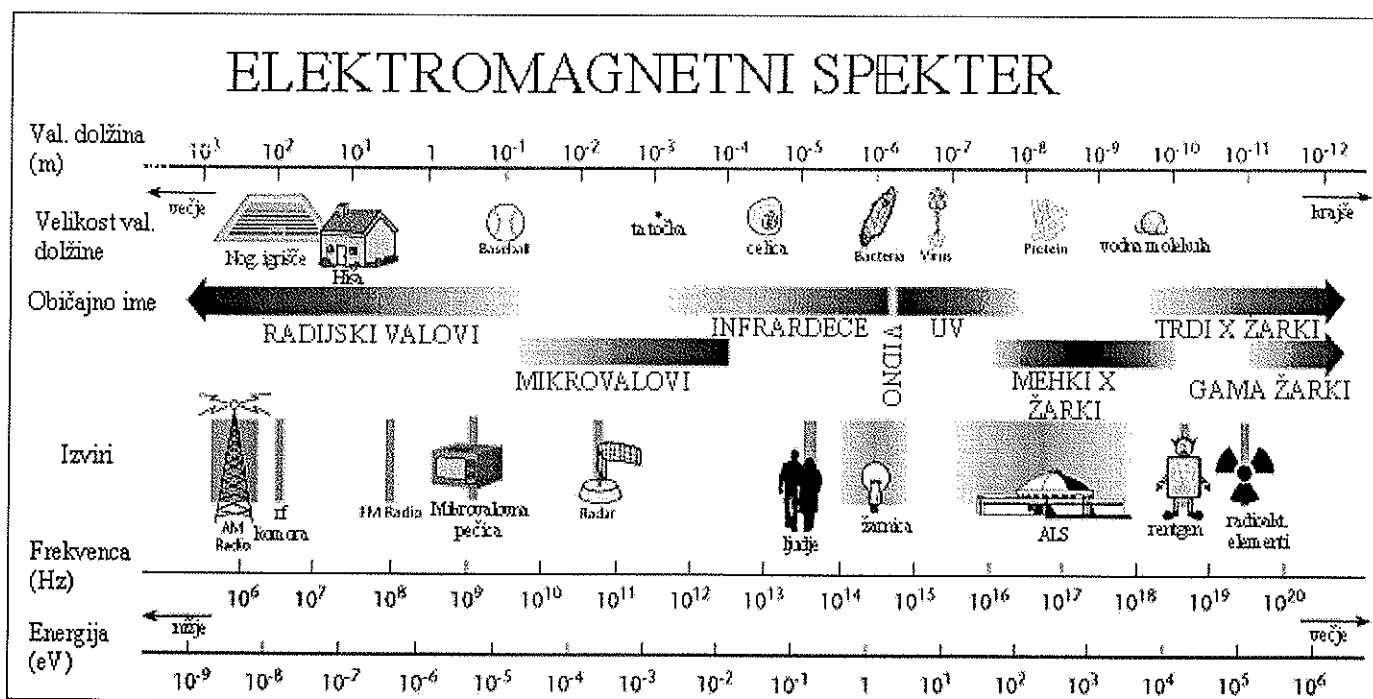
**Radijski valovi** – elektromagnetni valovi, ki nam prinašajo radijska in televizijska sporočila. Radijske valove oddajajo na nizkofrekvenčnem delu radijskega spektra, televizijske pa na visokofrekvenčnem delu radijskega spektra.

**Mikrovalovi** – elektromagnetni valovi kratkih valovnih dolžin nastanejo na podoben način kot radijski valovi, le da imajo višje frekvence. Uporabljamo jih za telefonske, televizijske zveze, radarje in mikrovalovne pečice.

**Infrardeča svetloba** – (valovna dolžina 780 nm – 1000  $\mu$ m) elektromagnetno valovanje, ki ga oddajajo vroča telesa. Ko topla in vroča telesa oddajajo toploto s sevanjem, pravimo, da oddajajo infrardeče žarke. Daljinski upravljalnik za video ali televizijske aparate pošilja šibke infrardeče signale, s katerimi krmili naprave. Termografija uporablja infrardeče žarke za prikaz vročih in hladnih delov telesa v različnih barvah. V medicini uporabljajo to metodo za odkrivanje raka.

**Vidna svetloba** – (valovna dolžina 400–760 nm) – je tisti del EM valovanja, ki ga zazna človeško oko.

**Ultravijolična svetloba** – (valovna dolžina 100–400 nm) EM valovanje, s frekvencami, ki so večje kot pri vidni svetlobi. UV žarki prihajajo s Sonca, nastajajo pa tudi v fluorescenčnih ceveh. S pomočjo teh žarkov



Slika 1: Vrste elektromagnetnih valovanj

nastajajo v telesu vitamini, a velike količine teh žarkov lahko poškodujejo kožo in oči.

**Rentgenski žarki (X žarki)** – EM valovanje z zelo veliko frekvenco. Rentgenske žarke oddaja rentgenska cev. Rentgenske žarke uporabljajo v medicini za slikanje zob in kosti v telesu. Sevanje prodre skozi telo in na zaslonu ali filmu naredi sliko. Z rentgenskimi žarki zdravimo rakaste tvorbe, veliki odmerki teh žarkov pa so zdravju škodljivi.

**Sevanje gama ( $\gamma$ -sevanje)** – (z valovno dolžino  $10^{-5}$  do  $10^{-10}$   $\mu\text{m}$ ) nastane med drugim pri jedrskih konverzijah in je zelo prodorno. Oslabitev sevanja pri prehodu skozi snov je sorazmerna z maso obsevane snovi in je neodvisna od njene sestave. Sevanje gama uporabljamo pri zdravljenju raka in pri preskusih materialov.

### 2.3 Ionizirajoča in neionizirajoča sevanja

Glede na učinke sevanja na živo snov delimo sevanja na ionizirajoča in neionizirajoča sevanja.

**Neionizirajoča sevanja** so vsa tista sevanja, ki nimajo dovolj energije, da bi ionizirala atome v snovi, se pravi razbijala atome na elektrone in ione. Neionizirajoča sevanja zajemajo ultravijolično, vidno in infrardečo svetlobo ter radijske in mikrovalove.

**Ionizirajoča sevanja** imajo dovolj veliko energijo (energija fotonov  $>$  od 12,4 eV in krajše valovno dolžino od 100 nm), da lahko ionizirajo snov – izbijajo elektrone iz atomov in s tem spremenijo kemično sestavo snovi. Zato so ionizirajoča sevanja veliko bolj nevarna od neionizirajočih. To so sevanja radioaktivnih elementov, rentgenska in kozmična sevanja.

### 2.4 Glavni viri izpostavljenosti EMS

- Naprave za proizvodnjo, distribucijo in uporabo električne energije
- Javna prevozna sredstva
- Telekomunikacije ter s tem povezane naprave (bazne postaje, mobilni telefoni)
- Medicinska in industrijska oprema
- Radarji
- Radijski in televizijski oddajniki

### 2.5 Biološki učinki elektromagnetnih sevanj na človeka

Biološke vplive izpostavitve škodljivim sevanjem lahko glede na posledice razdelimo na termične in netermične:

- **Netermični učinki** (nizkofrekvenčno področje 0 – 100 kHz), kjer prevladujejo učinki draženja čutnih, živčnih in mišičnih celic. Ti učinki so reverzibilne narave, po prenehanju izpostavljenosti EM polju omenjeni učinki prenehajo oz. izginejo.

- **Termični učinki** (visokofrekvenčno področje 100–300 GHz) se kažejo v povišanju temperature obsevanega tkiva, potrjeni pa so še vplivi na bioritem, nihanje celičnih membran, spremembe v EKG in EEG, pospešena rast celic, povečanje sprožilnih signalov za biokemične procese.

## 3.0 ZAŠČITA PRED EMS

Zaradi vedno večje nevarnosti izpostavljenosti tem nevidnim, vedno bolj razširjenim elektromagnetnim sevanjem, si povsod prizadevajo, da bi z ustreznimi ukrepi zmanjšali možne škodljive vplive na človeka.

Vrsta zaščite:

- **Pravna zaščita:** ureja se s predpisi in standardi jakosti sevanj v bivalnem okolju, na delovnih mestih in povsod tam, kjer imamo možen stik s sevanji. Te določbe morajo poleg omejevanja nivojev sevanj predpisati dolžino časa zadrževanja oseb v bližini nevarnih področij in uravnati reden obvezen nadzor z meritvami vseh naprav, ki lahko povzročajo škodljiva sevanja.
- **Medicinska zaščita:** redno nadziranje oseb, ki so izpostavljene EMS pri poklicnem delu. To se opravlja s periodičnimi pregledi vsaj enkrat letno in se statistično obdela rezultate pregledov na kritično izpostavljenih ljudeh.
- **Tehnična zaščita:** je najzanesljivejši in najučinkovitejši dejavnik v sistemu varnosti pred EMS. Potrebno je zagotoviti čim manjše sevanje električnih naprav z obveznimi meritvami vseh naprav, ki so v uporabi v vsakodnevnem življenju. Tako ne smejo v prodajo naprave (gospodinjski stroji, TV sistemi, računalniki in drugi osebni predmeti) brez oznake »prijazno okolju«.

Zelo učinkovita je uporaba zaščitnih sredstev na delovnem mestu, kamor spadajo: zaščitna očala, zaščitne obleke, halje, pregrinjala, rokavice iz metalizirane tkanine, kar občutno zmanjša vplive sevanj (glej *Tekstim*).

Pod tehnično zaščito spada tudi redno nadzorovanje sevalnih naprav na službenem mestu, v okolju in doma.

## 4.0 TEKSTIM – NOVA BLAGOVNA ZNAMKE SPECIALNIH TEKSTILIJ

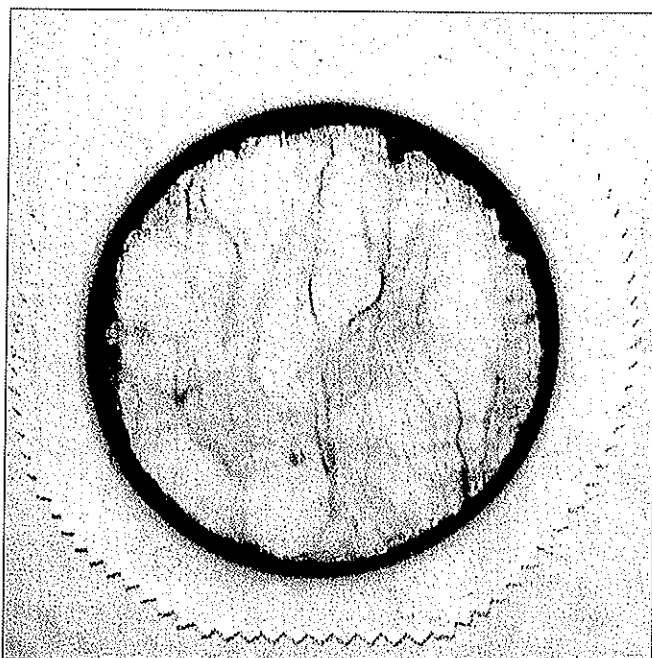
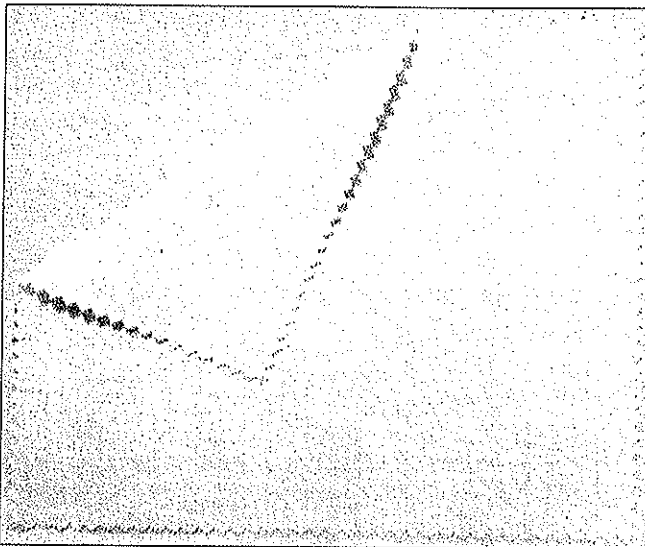
*Tekstim* je nova blagovna znamka tkanin in prej bombažnega tipa z vgrajenimi nerjavečimi kovinskimi vlakni, ki uspešno ščitijo pred škodljivimi elektromagnetnimi sevanji (EMS). Tekstim razvija, proizvaja in trži Tekstina d. d. iz Ajdovščine.

Preje in tkanine *Tekstim* so namenjene izdelovanju lahkih zaščitnih delovnih oblačil in dnevnih oblek, spodnjega perila, dekorativnih tkanin ter drugih zaščitnih izdelkov.

Da bi se prepričali o kakovosti zaščite tkanine z vgrajenimi kovinskimi vlakni, je bila na Inštitutu za varovanje zdravja RS izdelana raziskovalna študija o učinkovitosti zaslanjanja pred visokofrekvenčnimi elektromagnetnimi sevanji v frekvenčnem območju od 10 do 1000 MHz.

Zaščito oz. zaslanjanje pred EMS predstavlja kovinska mreža iz kovinskih vlaken, ki so vgrajena v prejo v vzdolžni in prečni smeri oz. po osnovi in votku (sl. 2).

Prehodnost EM valovanja skozi tako mrežo določajo velikost mreže, premer mrežne žice in valovna dolžina sevanja. Zaščitne lastnosti takih materialov so odvisne od parametrov sevanja in načina tkanja oz. pletenja. Na končno učinkovitost zaščite pri uporabi tovrstnih materialov vpliva še oblika zaščite (način šivanja oblačil, večplastnost tkanine ...).

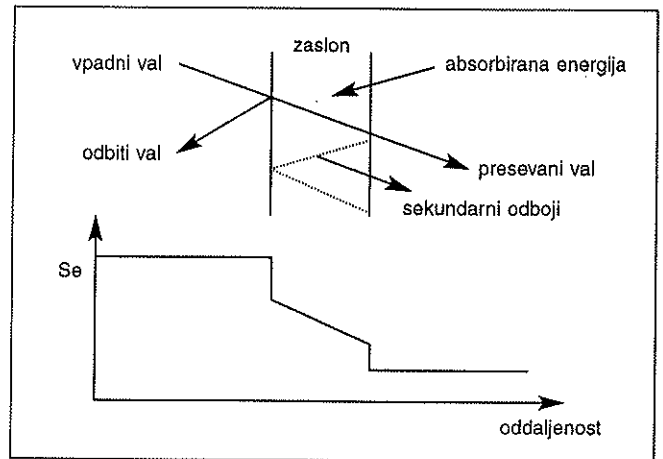


**Slika 2:** Vzorec nesežgane in sežgane tkanine Tekstim, kjer je dobro vidna tanka kovinska mrežica

Učinkovitost slabljenja temelji na dveh glavnih fenomenih elektromagnetike: **odboju** od površine prevodnega telesa in **absorpciji** v prevodnem volumnu.

En del signala se odbije, medtem ko se ostanek signala precej zmanjšan prenese prek tkanine.

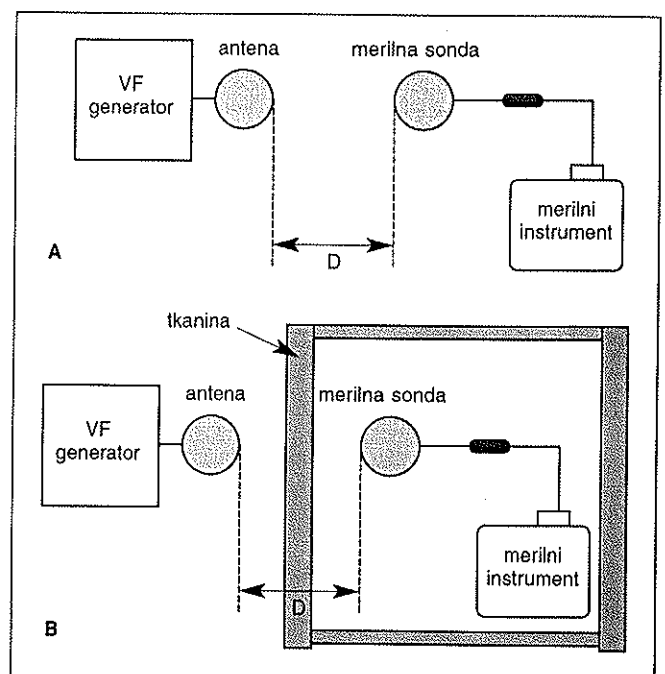
Kombiniran učinek odboja in absorpcije pa določa **UČINKOVITOST SLABLJENJA (Se)**



**Slika 3:** Primer slabljenja elektromagnetnega valovanja (Se-učinkovitost slabljenja)

#### 4.1 Metodologija merjenja učinkov nove tkanine pred EMS sevanjem in razprava o rezultatih

Meritve so potekale v **elektromagnetno gluhi komori** z nameščenimi posebnimi absorberji, ki omogočajo natančne meritve sevalnih obremenitev v daljnem polju oddaljene antene praktično brez prisotnih odbojev.



**Slika 4:** Primerjalna metoda brez (A) in z namestitvijo tkanine (B) (D-razdalja med merilno sondo in anteno)

Za potrebe meritev so izdelali posebno neprevodno ohišje, preko katerega so namestili tkanino. Meritve so bile opravljene s **primerjalno metodo**, kjer so izmenično merili jakost električnega polja na istih pozicijah, enkrat brez, drugič z namestitvijo tkanine med izvorom sevanja in merilno sondo.

Rezultati študije o učinkovitosti slabljenja tkanine s kovinskimi vlakni kažejo na **slabljenje v povprečju 12 dB** v širokem frekvenčnem območju 10–1000 MHz. To pomeni, da tkanina odbija okrog 80 % vpadnega signala EMS, preostalih 20 % signala pa tkanina prepušča. Visokofrekvenčno območje 10–1000 MHz pa je praktično območje vseh visokofrekvenčnih virov EMS, kamor spadajo: radio, TV, vsi oddajniki, radiodifuzija, mobilni telefoni, bazne postaje, radarji, repetitorji in drugi oddajniški sistemi.

Podobne raziskave (Catrysse 1992, Gajšek 1993) o učinkovitosti slabljenja metaliziranih tkanin so potrdile uporabnost le-teh tudi za ljudi z vgrajenimi elektronskimi implantanti (srčnimi spodbujevalniki).

## 5.0 MOŽNOSTI DODATNE OBDELAVE TKANIN IZ KOVINSKIH VLAKEN

Tkanina *Tekstim* je bila testirana glede antistatičnosti na mednarodnem inštitutu v Švici TESTEX, po standardu EN 1149-1 (*Protective Clothing-Electrostatic Properties*).

V testiranju je antimikrobna obdelava s produktom SANITISED na različnih tipih tkanin, kjer smo vključili tudi blagovno znamko *Tekstim*. Antimikrobna obdelava vsebuje preizkušeno kombinacijo različnih aktivnih substanc z vgrajenim učinkom preprečevanja razvoja bakterij in gljivic (več o antimikrobni obdelavi v naslednjih številkah *Tekstilca*).

### Viri

1. *Mednarodni seminar – Elektromagnetna sevanja-nove tehnologije in zdravje* [31. 5. 2002, Ljubljana, Slovenija] : [zbornik abstraktov]. Ljubljana : Inštitut za varovanje zdravja RS, 2002.
2. FORTUNA, T. *Življenje s sevanjem*. Ljubljana : Zavod RS za varstvo pri delu, 1992.
3. <http://www.who.int/emf/>