

# TEHNIČNE TEKSTILIJE

## Nekateri vidiki današnjega stanja – 1. del

Članek podaja današnje razmere na področju tehničnega tekstila, ki ga smiselno deli na tri dele, in sicer na kemični, mehanski in tehnološki del. V kemičnem delu obravnava razvoj polimerov, od klasičnih do sodobnih, s posebnim poudarkom na termoplastih; opiše talilna lepila, hibridne polimere in aditive. V drugem, mehanskem delu opiše vrste nanašanja in klasičnih načinov premazovanja ter tudi predstavi sodobne načine nanašanja, pri čemer daje največ poudarka sodobnim subim načinom nanašanja raztaljenih termoplastov, imenovanim »hotmelt«. V tretjem delu prispevka so predstavljeni nekateri sodobni tehnološki postopki, predvsem postopki modificiranja površin tekstilnih materialov, kot npr. modificiranje s plazmo. Na koncu so predstavljeni tudi nekateri postopki, s katerimi je mogoče doseči posebne lastnosti tehničnih tekstilij.

**Ključne besede:** polimeri, kopolimeri, hibridni polimeri, termoplasti, tekoča keramika, Ormoceri®, nanašanje, laminiranje, kaširanje, hotmelt, modificiranje površine, plinsko modificiranje, plazma, tehnologije: PiP, PVD, Power Dot, Double Dot, m-PP vlakna, bio koprane, mikrokaveljčki, ježki, bitin, sol-gel tehnologija, Ceramic-Bubbles, flock-meduloge, Wellness proizvodi, pametne tekstilije

### Technical Textiles – Some Aspects of Actual Situation – Part 1

*The paper presents the actual situation in the field of technical textile. It is divided into three parts: chemical, mechanical and technological. The chemical part deals with the development of polymers, from conventional to modern ones, with special emphasis put to thermoplasts. The description of melt glues, hybrid polymers and additives, is followed by the second part of the paper – the mechanical part, which starts with the description of the application methods and conventional coating methods and continues with the description of modern application methods, above all the methods of dry application of melted thermoplasts, the so-called hotmelt. The third part deals with some modern technology processes, particularly the processes of textile materials surface modifications, such as modification with plasma. The paper ends with the description of some processes, which enable achievement of special properties of technical textiles.*

**Key words:** polymers, copolymers, hybrid polymers, thermoplasts, liquid ceramics, Ormocers®, application, laminating, hotmelt, surface modification, gas modification, plasma, technologies: PiP, PVD, Power Dot, Double Dot, m-PP fibres, bio-membranes, microclips, bitin, touch and close fasteners, sol-gel technology, Ceramic-Bubbles, flock interlinings, Wellness products, intelligent textiles

UDK 677:62

### 1.0 UVOD

Uporaba tehničnih tekstilij se predvsem v zadnjem času brezmejno širi na vsa področja uporabe v našem življenju. Povpraševanje po teh novih tehničnih tekstilnih izdelkih s popolnoma novimi uporabnimi lastnostmi se močno povečuje in ustvarja na eni strani enega

najživahnejših razvijajočih se trgov, na drugi strani pa odpira nove, neizčrpne tržne niše za tekstilno industrijo. Uporaba tehničnih tekstilij se je s področja modnih, športnih in zaščitnih oblačil razširila na druga gospodarska področja, kot so denimo gradbeništvo, rudarstvo, kmetijstvo, industrija vozil, plovil in letal, vesoljska tehnika, strojogradnja, gozdarstvo, zemeljska

in vodna dela, medicina in higiena, varstvo okolja – ekologija itd. Vsi ti uporabniki izdelovalcem postavljajo vedno nove, strožje zahteve tako po kakovosti kot tudi po novih funkcionalnih lastnostih teh izdelkov, kar spodbuja razvoj novih nosilnih in drugih materialov: kopren, membran, folij itd., novih vrst lepilnih in drugih premazovalnih polimerov ter novih, ekološko čistejših, varnejših, preprostejših in energetsko varčnejših tehnoloških postopkov. Namen članka je torej seznaniti bralca z nekaterimi vidiki sedanjega stanja razvoja in z dosežki na področju tehnologije izdelave sodobnih tehničnih tekstilij.

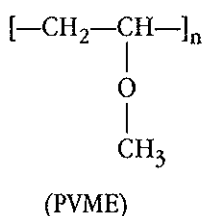
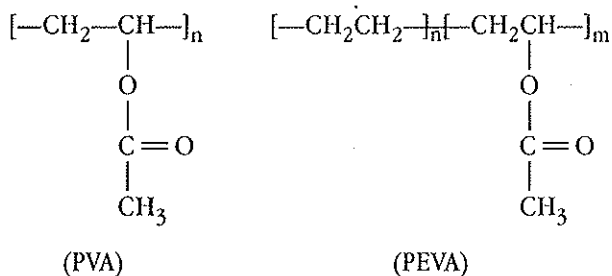
## 2.0 POLIMERI

### 2.1 Klasični polimeri [1], [2]

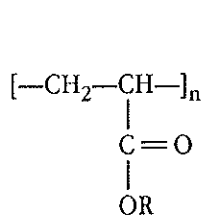
2.1.1 Vodotopni polimeri imajo na področju tehničnega tekstila le še zgodovinski pomen. To so naravni škrob – polimer  $\alpha$ -glukoze, amilopektina in amilaze ter njihovi derivati in polivinilalkohol (PVA) oziroma njegova komercialna oblika, kopolimer PVA in polivinilacetat. Ti polimeri so se uporabljali v glavnem kot polnilci in trdilci, katerih učinek je bil neobstoje pri pranju.

2.1.2 V vodi netopni polimer je v zgodovinskem pogledu kavčuk, danes pa so to polimeri, ki vsebujejo vinilacetat (VA) in etilenvinilacetat (EVA) ter vinilmetileter (VME). V polimerni obliki so to:

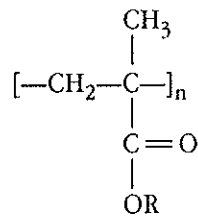
- polivinilacetat (PVA,  $T_g = 30\text{ }^\circ\text{C}$ , trd otip)
- polietilenvinilacetat (PEVA,  $T_g = -70\text{ }^\circ\text{C}$ , mehkejši otip)
- polivinilmetileter (PVME,  $T_g = -20\text{ }^\circ\text{C}$ , močan, poln otip)



Najpomembnejši so v tej skupini polimerov poliakrilat in polimetakrilat ter njuni sorodni polimeri: polimetil (meta)akrilat ( $R=\text{CH}_3$ ), polietil(meta)akrilat ( $R=\text{CH}_2\text{CH}_3$ ) in poli-n-butil(meta)akrilat ( $R=(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ )



(poliakrilat)



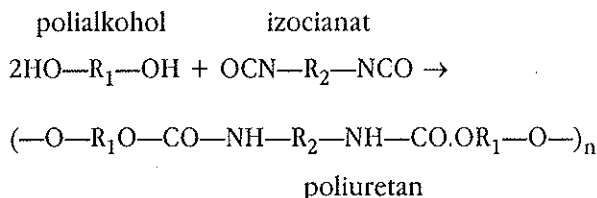
(polimetakrilat)

Tipični, tehnično uporabni polimeri teh produktov so kopolimeri akrilnih in vinilnih monomerov, imenovani akrilonitrili, katerih pralno obstojnost je mogoče povečati z dodatkom reaktivnih sredstev za zamreženje.

2.1.3 Med netopne, obstojne polimere spadajo še polimeri, ki jih je treba termično obdelati. To so formaldehid vsebujoči termopolimeri v obliki vodne disperzije predkondenzatov sečnine ali melamina s formaldehidom in njim sorodni termopolimeri. Bolj kot pri tehničnem tekstilu se uporabljajo pri plemenitjenju oblačilnih tekstilij in jih poznamo pod imenom predkondenzati umetnih smol.

2.1.4 Polivinilklorid (PVC) [2], ki ga na blago nanašajo v obliki paste v organskem topilu, zaradi ekoloških razlogov izgublja svoj pomen. Njegovi obliki – emulzijsko in suspenzijsko polimerizirani PVC, prihajata v poštev le za posebne namene, in sicer za lepljive medvloge, ki jih fiksirajo na silikonizirano blago za dežne plašče v oblačilni industriji, v industriji umetnega usnja, pri izdelovanju namiznih prtov itd. Zaradi omenjenih ekoloških razlogov pa jih zamenjujejo sodobne, ekološko sprejemljivejše recepture PVC past [6] ali pa jih kljub njihovi nizki ceni spodrivajo razni dražji, enakovredni alternativni polimeri [7].

2.1.5 Klasični poliuretani (PUR) [2] se kot taki na nekaterih področjih tehničnega tekstila še vedno uporabljajo. Nastanejo s poliadicijo organskih polialkoholov in di- ali trifunkcionalnih alifatskih ali aromatskih izocianatov po naslednji shemi:



Glede na kemično reakcijo razlikujemo polieteruretan in poliesteruretan oziroma alifatski in aromatski PUR. S stališča tehnologije nanašanja pa razlikujemo enokomponentne in dvo-komponentne PUR ter vodne disperzije enokomponentnih linearnih alifatskih poliesteruretanov. Te oblike pa čedalje bolj izpodriva sodobna oblika PUR, to so reaktivni, t.i. *high solid* poliuretani, ki v monomerni obliki med seboj reagirajo pod vplivom toplote in vlage.

## 2.2 Sodobne oblike klasičnih polimerov

2.2.1 Derivati celuloze [3] so posebni proizvodi, ki so izdelani po najnovejših postopkih in jih je mogoče v obliki raztopine uporabiti za premazovanje tekstilij. Navadne raztopine celuloze, ki jih uporabljamo pri izdelavi viskoze ali liocela, za premazovanje niso primerne. Zato je bilo treba najti način, kako in v kakšni obliki izdelati sisteme raztapljanja celuloze, katerih raztopine bi to omogočale. Obstaja cela vrsta kemikalij, ki kot topila povzročajo medfibrilarno nabrekanje celuloze ne le v amorfni predelih, ampak tudi v kompaktnih, težko dostopnih kristaliničnih predelih vlaken. To nabrekanje omogoča, da z določenimi reagenti, npr. z očetno oziroma propionsko kislino anhidridom, anhidridom maleinske kisline, mravljinčno kislino itd. celulozo derivatiziramo tudi v kristaliničnih področjih. Tako izdelane celulozne derivate: formiate (CF), acetate (CA), propionate (CP), maleate (CM) ali karbonate (CC) oziroma njihove raztopine je mogoče uporabiti za premazovanje tekstilij, saj so v določenih topilih topni tudi pri sobni temperaturi. S temi premazi dosežemo na različnih tekstilnih materialih (PES, PAN, PES mikro) različne učinke, kot so vodoodbojnost, prepustnost za vodne pare, sposobnost dihanja, hidrofilnost sintetične itd. Doseženi premazi so enakomerni, imajo dobro oprijemljivost in so odporni pri pranju. Večinoma pa ne dosegajo standardov za sympatex ali goretex membrane.

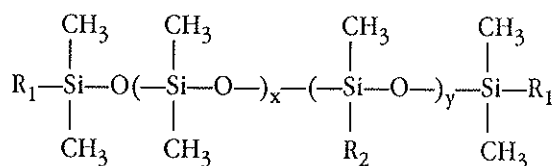
2.2.2 Liocel [4], [5] so kot ekološko izdelana umetna celulozna vlakna ena od možnosti za ojačevanje večplastnih materialov, ker jih je mogoče izdelati v takih oblikah (folije, koprene, granulati, trakovi), ki ustrezajo klasičnim ojačevalnim vlaknom: steklenim, ogljikovim ali aramidnim vlaknom. Pri njihovi izdelavi je mogoče z ustreznim krmiljenjem vplivati na njihove mehansko-fizikalne lastnosti, ki so značilne za ojačevalna vlakna in ki so prilagojene potrebam tehničnih tekstilij. Ta vlakna se odlikujejo po visoki trdnosti, nizkem E-modulu, manjši razteznosti itd. V mešanici z naravnimi vlakni povečajo žilavost veznih materialov, pri čemer ne poslabšajo drugih dinamičnih lastnosti.

2.2.3 Sodobne oblike PVC premazovalnih past [6] so rezultat zahtev po izločitvi ekološko neprimernih organskih topil, mehčalcev itd., ki sestavljajo PVC pasto, čeprav je ta polimer na določenih področjih tehničnih tekstilij še vedno zelo pomemben in nenadomestljiv. Predvsem je pomemben pri izdelavi plastificiranih materialov, kot npr. ponjav in cerad za tovornjake in vagoni, šotorskih kril, transportnih in tekočih trakov, sistemov za pokrivanje streh, silosov, markiz ter zaščitnih pokrival in oblačil. Ekološke probleme skušajo odpraviti predvsem z inventivnimi rešitvami aditivov v pasti, in sicer z novimi sistemi tekočih mešanic kovinskih stabilizatorjev s t.i. »zelenimi« mehčalci za PVC na osnovi naravnih polioliolov, s sredstvi za

hitro želiranje, kot npr. benzilftalati itd. S temi ukrepi se je uporaba mehkega PVC povečala, trg je ponovno zaživel zaradi večjega povpraševanja po cenovno ugodnih materialih te vrste. S PVC premazane materiale ponavadi dokončajo z zaščitnim lakiranjem.

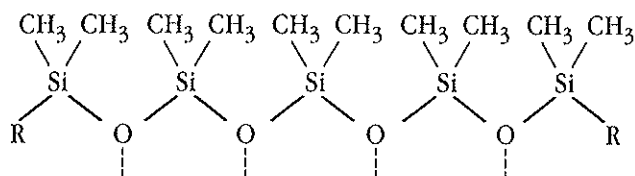
2.2.4 Polimeri, ki nadomeščajo PVC [7], so se na trgu uveljavili kljub inventivnim rešitvam, ki ponovno poskušajo rehabilitirati uporabo klasičnega PVC. Vzrok je še vedno nerešljiv problem vsebnosti klora, ki povzroča težave pri odstranjevanju odpadkov in pri recikliranju s PVC premazanih materialov. Te probleme je mogoče odpraviti, če osnovne tkanine premažemo s pastami, ki so istega surovinskega izvora kot osnovni material, npr. da tkanino iz poliestra premažemo s poliestrsko pasto, poliamidno tkanino s poliamidnim premazom itd. Kemična sorodnost obeh materialov ima določene prednosti pri recikliranju, pričakovana adhezivnost obeh partnerjev istega surovinskega izvora itd. Samo delo pa je pri tem zahtevno in dražje, saj je treba komercialno dostopne, v vodni obliki obdelujoče poliestrske in alkidne smole termično zamrežiti z melaminskimi smolami s pomočjo dodanega katalizatorja. Vse to pomeni skupek parametrov, ki vplivajo na lastnosti takih večplastnih materialov, kot so elastičnost, trdota, lepilnost, togost itd. Ta tehnologija je še v razvojni fazi.

2.2.5 Silikoni oziroma silikonski kavčuk [8] so kot sredstva za premazovanje tehničnih tekstilij močno uveljavljeni na področjih, na katerih je mogoče določene, zahtevane kombinacije lastnosti doseči prav s silikonskimi premazi. Silikonski kavčuk, ki je primeren za premazovanje, se sestoji v glavnem iz polidimetilsiloksana, ki vsebuje različne reaktivne skupine:



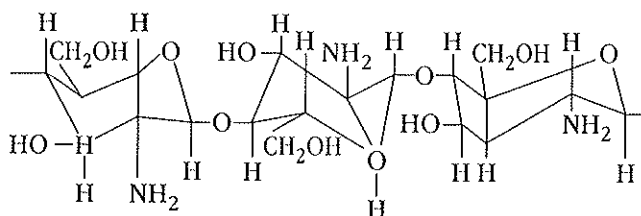
$\text{R}_1$  = vinilna, hidroksilna, metilna ali fenilna skupina  
 $\text{R}_2$  = vinilna ali metilna skupina

Na končne mehanske lastnosti vplivajo še dodani aditivi, kot npr. ojačevalci in polnilci. Molekule siloksana, nanesene na površino tekstilnega blaga, se orientirajo glede na polarost. Inertne, komaj še reaktivne metilne skupine se usmerijo na površino materiala, kar vodi do tipičnih lastnosti: majhna površinska energija, hidrofobnost, odbojnost nečistoč, obstojnost na temperaturi od  $-50$  °C do  $+200$  °C, težka vnetljivost, transparentnost, obstojnost na staranje, vremenske razmere, kemikalije itd. Shema orientiranja molekul siloksana na površini substrata je naslednja:



Iz silikoniziranih tekstilij so danes obvezno izdelane zračne zaščitne vreče (*air bag*), bolnišnična zaščitna oblačila, markize, ponjave za pokrivanje velikih objektov: športnih stadionov, prehodov za pešce, zračnih dvoran in drugih gradbenih konstrukcij, kjer se zahteva dovolj velika prepustnost za vidno svetlobo, torej transparentnost, ob čim večji zaščiti oziroma odbijanju škodljivih kratkovalovnih UV-C in UV-B žarčenja.

2.2.6 Hitin in hitosan [9], [10] sta bližnja sorodnika celuloze in sta zato ekološko popolnoma razgradljiva. Pridobivajo ju iz odpadkov pri predelavi rakovic – iz njihovih lupin – hitinjače, iz katerih je mogoče industrijsko pridelati in uporabiti le en odstotek hitina. Danes se uporabljajo pretežno v industriji papirja, v medicini in kozmetiki, kjer izkoriščajo njihovo lastnost vezanja oziroma zmanjševanja raznih neprijetnih vonjav. Hitosan ima kot biopolimer naslednjo strukturno formulo:



Njihove molekule se kemično vežejo na celulozno verigo v vlaknih po zapletenem mehanizmu in dajejo materialu trajne lastnosti. Zaradi svojega pozitivnega vpliva na kožo imajo velik pomen v medicini, zlasti pri izdelavi kože prijaznih in za alergike sprejemljivih oblačil. Z njihovimi premazi dosežemo bakteriostatične učinke, zato jih uporabljamo pri izdelavi dezinfekcijskih obvez in obližev za rane. Na rane vplivajo zdravilno, ker zavirajo rast glivic in vežejo nase neprijetne vonjave.

S hitini in hitosani je mogoče ekološko neoporečno obdelati volnena vlakna in jih zaščititi pred polstjenjem, kar zdrži najmanj 10 pranj, prav tako je z njimi mogoče povečati hidrofilitnost in obarvljivost ter volno zaščititi protibakterijsko in fungicidno [44/62].

Uporaba hitosanov pri proizvodnji liocela za povečanje njihove trdnosti, kot tudi poskusi izdelati hitosan-ska vlakna, pa je trenutno še v fazi preizkušanja.

## 2.3 Termoplasti [2], [11], [12], [13], [14], [16], [46]

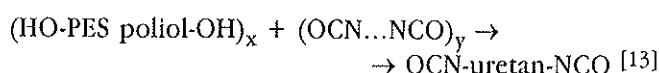
Termoplastična talilna lepila spadajo v skupino lepil, ki se na substrat vežejo fizikalno, kar pomeni na suh način, termično in pri njihovem vezanju ni potrebno

zamreženje. Med dva materiala, ki ju hočemo zlepiti, se termoplast nanese v obliki prahu, folije, koprene ali membrane oziroma v obliki taline, se tam pod vplivom toplote pri temperaturi, ki je okrog 10-20 °C višja od tališča termoplasta, stali, zlepi oba sloja in se po ohladi ponovno strdi. Tako nastane trdno spojeni, vezani laminat v obliki »sendviča«.

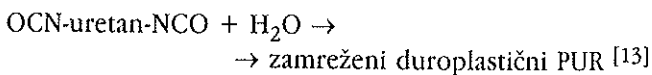
2.3.1 Klasični termoplasti [2] so kemično organski polimeri. Mednje spadajo poliolefini (PE-HD visoko-, PE-MD srednje- in PE-ND nizkotlačni polietilen), poliamidi (PAM 6, 6.6, 11 in 12), poliestri (PES), polipropilen (PP), etilenvinilacetat (EVA) in termoplastični poliuretani (PUR). Vsak termoplast ima svoje določeno območje temperature, pri kateri se zmežča in stali, svojo značilno viskoznost taline, moč spojnosti ter temperaturno obstojnost in obstojnost na pranje, oziroma na kemično čiščenje. Na substrat jih je mogoče nanašati na vse načine, glede na njihovo obliko: prah, granulati, koprena, folija ali membrana. Od vrste nanašanja in oblike termoplasta je odvisna relativna zaprtost lepila med slojema laminata, kar določa sposobnost dihanja oziroma prepustnost za zrak, vodne pare in druge lastnosti, ki vplivajo na komfort, kot je npr. voluminoznost, otip, moč spoja in odpornost na negovanje.

2.3.2 Kopolimerni termoplasti [12] so naslednja pomembna vrsta termičnih talilnih lepil. Sem spadajo predvsem kopoliamidi (CoPAM) s tališčem med 87 °C in 135 °C, kopoliestri (CoPES) s tališčem med 90 °C in 135 °C, poliolefini s tališčem med 90 °C in 170 °C ter mešanice le-teh. Medtem ko so za lepljenje blaga iz volne, bombaža, poliestra in poliamida primerni kopoliamidi in kopoliestri, so za lepljenje polipropilena, aramida in steklenih vlaken primernejši poliolefini. Za lepljenje večplastnih laminatov so najprimernejše koprene, mreže in prirezane folije, ki laminatom dajejo zadosti dobro moč spoja, obenem pa jim omogočajo, da dobro prepuščajo zrak in vodne pare, da torej dihajo. Odlikujejo se tudi po fleksibilnosti, značilni mehko in po odprti strukturi. Imajo vse prednosti kot vsi termoplasti glede enostavnega suhega lepljenja, gospodarnosti in prijaznosti do okolja. Na trgu so na voljo kopolimerni termoplasti, ki so posebej prirejani glede na individualne zahteve in potrebe kupcev.

2.3.3 Reaktivni poliuretani [13] spadajo v skupino termoplastičnih talilnih lepil, ki se odlikujejo po vseh za termoplaste značilnih prednostih glede odpornosti, pri pranju in kemičnem čiščenju pa jih daleč prekašajo. Sinteza reaktivnih poliuretanov poteka med različnimi poliester- in/ali polieter polioli oziroma njihovimi kombinacijami, ki ob prebitku diizocianatov reagirajo v termoplastične prepolimere – uretane po naslednji shemi:



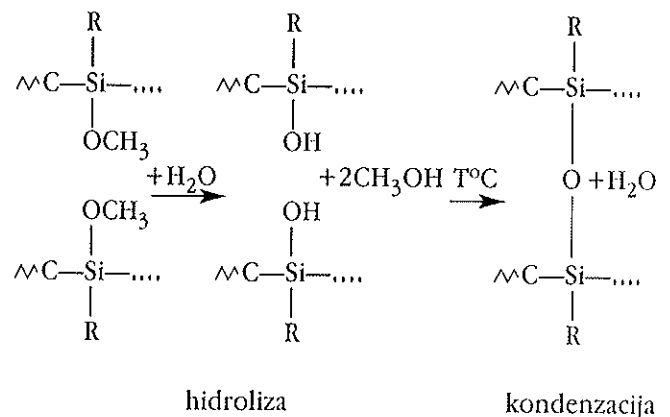
Pri nanašanju na substrat pod vplivom vlage (vodne pare iz okolja ali tekstilnega materiala) pa ti prepolymeri med seboj reagirajo v zamreženi duroplastični poliuretan po shemi:



Tě polimere je mogoče aplicirati na materiale pri temperaturah med 90 °C in 140 °C na vseh nanašalnih sistemih, ki so primerni za delo s termoplasti. Vse lastnosti teh nanosov: dobra moč spoja, visoka odpornost na vodo, vlago, pranje pri 40-60 °C, kemično čiščenje, kot tudi odpornost na kemikalije in visoke temperature, izvira iz ireverzibilnega zamreženja in prehoda v duroplastično stanje. Poliuretani se uporabljajo že dolgo, vendar so enokomponentna reaktivna poliuretanska talilna lepila – z oznako PURHM (*Polyurethane Reactive Hot Melt*) na področju tehničnih tekstilij sorazmerno nova. V nasprotju s klasičnimi PUR se ta lepila nanašajo pri nižjih temperaturah, med 90 °C in 120 °C, kar je dobrodošlo pri laminiranju temperaturno občutljivih materialov. Novejši tipi reaktivnih PUR so hidrolitično stabilni, kar omogoča tudi večkratno steriliziranje medicinskih materialov v avtoklavah. Zaradi svojih prednosti glede odpornosti (alifatski PUR so odporni tudi na UV žarke) in udobnega nošenja, so univerzalno uporabni na vseh področjih zaščitnih oblačil vojakov, policistov, gasilcev, poštarjev, reševalcev, medicinskih delavcev, čistilcev cest, železničarjev, športnikov in drugih tehničnih poklicev. Odlikujejo se po tipičnem tekstilnem otipu, po komfortu nošenja, neobčutljivosti na telesne izločke, odpornosti na dezinfekcijske postopke in sredstva itd.

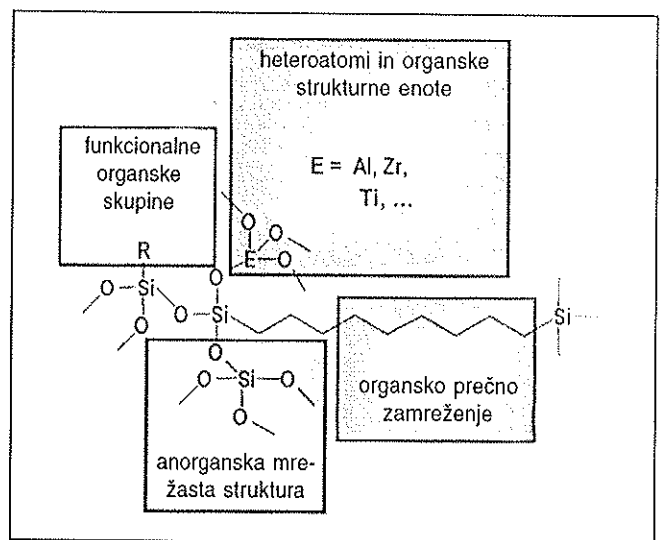
#### 2.3.4 Hibridni polimeri [14], [16], [46]

Hibridni polimeri so najnovejši premazovalni materiali. To so kombinacije anorganskih in organskih spojin v obliki hibridnih polimerov, imenovanih tudi alkoksilani. Na nosilni material jih nanašamo v obliki disperzije. Trgovsko jih imenujemo tudi »ormocer« produkti (**O**rganically **M**odified **CER**amics). Sinteza teh anorgansko-organskih hibridnih polimerov poteka po t.i. sol-gel postopku, izhajajoč iz organsko modificiranih silicijevih alkoksidov, ki na silicijevem atomu nosijo tri alkoksidne skupine, ki se lahko hidrolizirajo. Četrti partner na siliciju je ogljikovodikova veriga, ki vsebuje različne funkcionalne skupine. Pri kemični reakciji – hidrolizi, ki poteka z dodatkom vode, se izoblikujejo oksidne oligomerne verige oziroma prepolymerne enote silanolov v obliki koloidne raztopine v t.i. obliki »sola«. Pri tem se izločata voda in alkohol. Pri naslednji fazi – kondenzaciji se iz silanolov izoblikujeta dve ali tri dimenzijske mreže, ki sestojeta iz Si-O-Si enot. Če pri tem polimerizirajo še organske skupine med seboj, se sočasno izoblikujejo še organska zamreženja. [46]



^C = organska ogljikovodikova veriga

Z različnimi organskimi verigami, ki vsebujejo tudi različne funkcionalne skupine, z izborom različnih organskih modifikacij in z vgraditvijo majhnih (nano) delcev kovinskih oksidov oziroma heteroatomov aluminija, cirkonija, titana itd. v mrežne matrice dobimo sisteme premazov, s katerimi dobimo najrazličnejše, na druge načine plastenja nedosegljive lastnosti tehničnih tekstilij [14]. Strukturne elemente polimerov »ormocer« shematično prikazuje slika 1.



**Slika 1:** Strukturni elementi organsko modificirane keramike [16]

Poleg tekstilnih lastnosti, kot so npr. hidrofilnost, hidrofobnost, oleofobnost, izolacijske lastnosti – zaščita pred UV žarki, vročino in mrazom, dosežemo tudi odpornost na praskanje, trganje, obrabo in udarce, zaviralne efekte (ovire) za vodno paro, kisik, arome in neugodne vonjave (npr. pri embalaži), pa tudi eksotične lastnosti, kot so npr. magnetizem, fotokemični efekti, preprečevanje elektrostatičnega naboja oziroma omogočanje odtekanja elektrenine itd. Na usnjarskem področju ti premazi preprečujejo predvsem neprijetno škripanje pri sedenju in premikanju na sedežnih garniturah, oblaženjenih z naravnim ali umetnim usnjem. V oblačilni industriji ti premazi povečajo udobnost noše-

nja ter izboljšajo haptične (prijeten otip) in optične lastnosti (odprava neprijetnega leska).

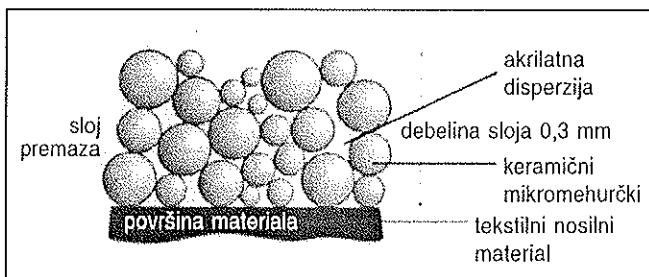
Nanašati jih je mogoče tudi na netekstilne materiale, na katerih povečajo odpornost na obrabo in praske stekel za očala in leče. Zaradi svoje odbojnosti za vodo, olja in nečistoče, jih je mogoče uporabiti npr. za zaščito spomenikov, fasad in drugih površin pred grafiti, kar dosežemo s smotrno vgraditvijo visokofluoriranih fluorsilanov v silikatno osnovno ogrodje.

Koloidne sol oblike hibridnih polimerov lahko na nosilni tekstil nanašamo na enak način kot raztopine ali paste: s fulardiranjem, potapljanjem, brizganjem, raklanjem itd. Tako nanesene mokre filme na blagu polimeriziramo termično ali fotometrično [16], npr. z UV tehnologijo za temperaturno občutljive materiale, kjer poteka kondenzacija pri sobni temperaturi. Pri kondenzaciji hibridni polimeri želirajo, preidejo torej v gel obliko in tvorijo tanke transparentne (prozorne) nanosloje (debeline 0,5 – 5  $\mu\text{m}$  (t.i. nanotehnologije in nanokompoziti).

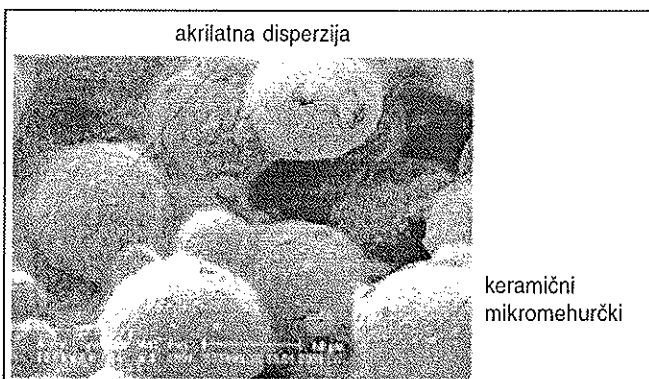
## 2.4 Tekoča keramika [15], [44]

To je posebna oblika premazovalne paste; v akrilni smoli so dispergirane keramične silicijeve mikrokroglice, ki so votle in v katerih vlada vakuum. Disperzijo teh keramičnih mikromehurčkov (*Ceramic Bubbles*) je mogoče na najrazličnejše načine nanesti na nosilni tekstilni material v obliki tankega sloja, debelega okrog 0,3 mm.

Slika 2 prikazuje tak sloj tekoče keramike shematično, slika 3 pa mikroskopsko sliko površine takega premaza.



Slika 2: Shematski prikaz premaza s tekočo keramiko [15]



Slika 3: Povečana mikroskopska slika premaza s tekočo keramiko [15]

S temi premazi dosežemo na površini substrata podobne efekte kot s hibridnimi polimeri. Zaradi votle plasti keramike pa so še posebno izražene lastnosti, kot npr. zaščita pred močnim sončnim žarčenjem, UV sevanjem ter zaščita pred skrajno nizkimi temperaturami.

Te materiale so pred kakimi desetimi leti razvili pri Nasi, da bi zaščitili vesoljska plovila pred ekstremnimi vplivi. Zdaj se ti sistemi uporabljajo kot izolacija v termokeramičnih ohišjih, v klimatskih prostorih in kot zaščitna oblačila. Ti premazi namreč dihaajo, so prepustni za vodno paro, elastični in prožni. V poštev pridejo kot zaščita pred sončnimi žarki pri izdelavi vertikalnih lamelnih zaves, rolet, rolojev itd. Odlikujejo se po dobrih reoloških lastnostih, ki jih je mogoče prilagoditi načinom nanašanja predvsem z raklom, dobro prenašajo dodatke aditiviov in pigmentov, lahko jih dodatno zamrežimo – termično ali s katalizatorji in s tem izboljšamo lastnosti premazov. So negorljiva oz. težko vnetljiva [15], [44/57]. Poleg tega uporabljajo tekočo keramiko tudi za premazovanje tkanin za povijanje ran in kroničnih razjed na koži. Tkanina iz viskoze ali bombaža, premazana s tekočo keramiko, se namreč ne lepi na rane, pri tem pa neovirano vpija izločine iz rane v povoj, ne da bi se rana pri tem zasušila. [44/54]

## 2.5 Drugi materiali [17]

Med te materiale spadajo produkti, ki jih dodajamo premazovalnim sistemom, s katerimi dosežemo izboljšanje njihovih lastnosti, predvsem jih naredimo reološko primerne za določen način nanašanja, oz. z njimi dosežemo različne optične in druge funkcionalne učinke.

### 2.5.1 Aditivi

Sem spadajo razni dodatki, kot npr. polimerna sredstva na osnovi kaolina ali krede, matirna sredstva na osnovi titanovega dioksida, dodatki, ki preprečujejo oz. zavirajo gorenje, pigmenti, ki premaze svetlobno obstojno obarvajo ali zatemnijo itd. Sem spadajo tudi kovine, nanesene v obliki folije ali v molekularni obliki nanesene po posebnih postopkih. Tu so še posebni protimikrobno delujoči peptidi, npr. polimetilmetakrilat oz. njegov kopolimer z metakrilno kislino, protibiotična in protimikotična sredstva na osnovi polielektrolit-fluortenzidnega kompleksa, ki so alternativa biozidom, protibakteriološko in fungicidno delujoči hitosani [44/62] itd.

### 2.5.2 Biserni lesk

Le-ta se uporablja pri izdelavi tekstilij za notranjo zaščito pred direktnimi sončnimi žarki in prozornostjo (vidljivost skozi okno). Pri bisernem lesku (Perlglanz)

gre za vodno disperzijo polimera na bazi akrilata, ki ji je dodan pigment biserne matice. To niso zmlate perle iz školjk, ampak mineral sljuda – kalijev aluminijev silikat z majhnimi primesmi železa in mangana, v obliki tankih, drobnih lističev, ki so prevlečeni s tankim slojem titanovega dioksida. Poleg lističev iz sljude uporabljajo v ta namen tudi tanke, različno obarvane lističe iz poliestra. S takšnimi premazi dosežemo povečano odbojnost svetlobe (refleksijo) zaradi vgrajenih »mikroreflektorjev«. Ker so ti tanki lističi v sloju premaza orientirani v vse mogoče smeri, tudi v vse te smeri odbijajo svetlobo, jo na ta način razpršijo in zato ne delujejo zaslepljujoče, kot je to npr. pri zrcalu. Prednost tega premaza, ki je na zunanji strani, je, da na notranji strani prostora ne povzroča nobenih izgub na barvah ali sprememb barvnih odtenkov; to pa je slaba stran materialov, ki so prevlečeni z aluminijevimi parami, pri katerih trpi briljanca barvnih tonov.

### 3.0 NAČINI NANAŠANJA

#### 3.1 Vrste nanašanja [2]

Glede na vrsto lepila, njegovo obliko in kemično sestavo polimera, glede na vrsto in obliko nosilnega tekstilnega materiala, predvsem pa glede na vrsto in namembnost izdelka, naletimo na različne izraze za nanašanje: premazovanje, plastenje, laminiranje, lepljenje, ojačevanje, kaširanje.

##### 3.1.1 Premazovanje ali plastenje

Pri premazovanju ali plastenju nanašamo na nosilno blago različne vrste lepil v obliki viskozne paste – raztopine ali disperzije v ustreznem tekočem mediju. Polimerna lepila lahko nanašamo na hrbtno stran ali na lice blaga, da ga ojačamo in mu damo posebne lastnosti, ali ga ustrezno pripravimo na poznejše postopke lepljenja ali laminiranja. Lepilo pri premazovanju ostane praviloma na površini in ne prodira v notranjost materiala.

##### 3.1.2 Laminiranje

Laminiranje je vmesna oblika nanašanja med premazovanjem oz. plastenjem in poznejšim kaširanjem. To je torej predhodna faza nanašanja lepila, ki ji sledi kaširanje. Tako izdelani produkt se imenuje laminat.

##### 3.1.3 Kaširanje

Kaširanje je spajanje najmanj dveh materialov s pomočjo vmesne plasti adhezivnih polimernih lepil. Tako dobimo večplastne – dvojne ali trojne laminatne oz. kompozite, imenovane tudi bonding izdelke.

#### 3.2 Klasični načini nanašanja [2], [17], [18]

##### 3.2.1 Enostransko, direktno nanašanje s pomočjo rakla

S tem nanašamo lepilo v obliki paste oz. viskozne raztopine na substrat le na eno stran. Glede na položaj rakla nasproti materialu in podlagi razlikujemo zračni rakel, valjni rakel in gumijasti rakel. Zračni rakel je nameščen prosto na nosilni material, ki mora biti dimenzijsko stabilen, da se ne razteguje po dolžini. Uporabljamo ga tam, kjer so zaželeni majhni nanosi. Valjni rakel je pod nosilnim materialom podprt z jeklenim ali gumijastim valjem. Primeren je za dosego močnejših nanosov, predvsem penastih past. Pri gumijastem raklu pa nosilni material potuje po neskončnem gumijastem tekaču. Z raklom pa na substratu, predvsem z neravno površino, dosežemo enakomerne, gladke nanose paste.

Količina nanosa oz. debelina plasti je odvisna od kota rakla nasproti substratu, od velikosti reže med raklom in substratom, od pritiska in trdote rakla – jeklenega ali gumijastega pri zračnem raklu, od kakovosti in trdote podpornega valja pri valjčnem raklu in od napetosti gumijastega tekača pri gumijastem raklu. Izbira med temi tremi vrstami rakla je odvisna od vrste nosilnega materiala in od vrste paste, ki jo nanašamo. Neko pavšalno pravilo ni mogoče.

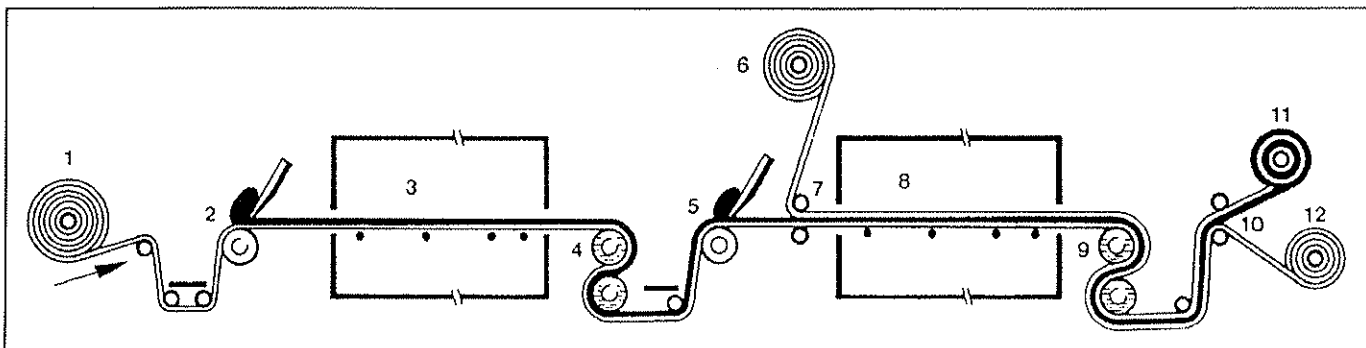
##### 3.2.2 Enostransko direktno nanašanje s pomočjo šablone [19]

Pri tem načinu nanašamo paste, viskozne raztopine ali upenjena lepila na nosilni material s pomočjo perforirane šablone po principu rotacijskega filmskega tiska. Šablona je galvansko gravirana v obliki pravilno ali nepravilno razporejenih točk, črtic, diagonal, mreže itd. Pasto, ki je v notranjosti šablone, potiska skozi perforacijo na blago poseben rakel, ki je lahko strgalni rakel v obliki jeklenega traku – noža ali v obliki okrogle jeklene palice, podprte z nasproti ležečim magnetnim sistemom, ki izvaja pritisk na palico, ki se kotali v notranjosti šablone in potiska pasto na substrat. Rakel se v šablono nahaja lahko na položaju 3, 6, 9 ali 12 – glede na položaj urnega kazalca. Izbira položaja je odvisna od vodenja blaga, horizontalnega (položaj 12) ali vertikalnega (položaj 9). Oblika in količina nanesenega lepila je odvisna od vzorca gravirane šablone ter od pritiska in kota tračnega rakla oz. od pritiska in debeline paličnega rakla.

##### 3.2.3 Enostransko indirektno nanašanje [20]

Princip tega nanašanja je v tem, da ustrezni premaz nanašamo najprej na posredni material, ki je največkrat silikoniziran papir (*releas* papir), na prvi premazovalni glavi. Premazano plast posušimo in nanjo





**Slika 4:** Princip indirektnega nanašanja z dvema nanašalnima glavama<sup>[20]</sup>

Legenda: 1 - odvijanje papirja; 2 - prva nanašalna glava - valjni raket; 3, 8 - sušenje; 4, 9 - hlajenje; 5 - drugi nanašalni valjni raket; 6 - odvijanje osnovnega materiala; 7 - kaširanje in kalandriranje; 10 - ločevanje premazanega materiala od papirja; 11 - posebej navijanje premazanega blaga; 12 - navijanje pomožnega nosilca - papirja

nanesemo na drugi premazovalni glavi sloj kaširnega lepila. Na to lepilo dovajamo tekstilno blago, dobljeni sendvič stisnemo in ga v drugem sušilnem kanalu s pomočjo vročega zraka ali IR žarkov posušimo. Sočasno aktiviramo lepilo, da se trajno zlepi s substratom, nakar odstranimo nosilni papir, ga posebej navijemo za naslednje premazovanje (slika 4).

Prednosti in uporabnost tega postopka, ki ga žal opuščajo, so največkrat premalo poznane ali pa prezrte. Najpomembnejše prednosti so: obzirnejši odnos do občutljivih nosilnih materialov, absolutna prednost je mehkejši končni otip, omogoča vzorčno reliefni zgornji sloj (npr. imitacijo usnja) s pomočjo vzorčne površine papirja, boljše lastnosti upogibanja in večja odpornost na lomljenje, omogoča pa tudi ekonomično izdelavo posebnih premazov v malih metražah; vrh vsega pa omogoča doseganje posebnih učinkov, ki jih z direktnim nanašanjem ni mogoče doseči oz. kjer direktni način premazovanja naleti na svoje tehnološke omejitve.

Pomanjkljivosti oz. omejitve indirektnega nanašanja pa so: otežena obdelava zelo gostih tkanin, izguba prvotne strukture površine tkanine, spoj premaza z nosilnim materialom je slabši, ni mogoče nanašati vodnih sistemov ter visoka cena te tehnologije.

### 3.2.4 Enostransko nanašanje praškastih termoplastov <sup>[25]</sup>

Ta način poteka v glavnem po dveh postopkih, in sicer s posipanjem praška in točkastim nanosom.

1. Trosilni nanos poteka s posipanjem polimernega termoplasta v obliki prahu ali mikrogranulata, določene mikronaže na blago brez stika s površino blaga. Prah se nahaja v zbiralnem koritu, prehaja skozi režo na prenosni, površinsko nasekani valj, od koder ga na blago enakomerno natrosi krtačni valj. Sledi talilna komora, v kateri se termoplast s pomočjo IR žarkov stali in se spoji z nosilnim blagom. V takem stanju lahko nanj kaširamo drug substrat. Način je primeren za porozne, nezaprte lepilne površine, ki omogočajo popolno respiracijo, kar zahteva oblačilna industrija.

2. Točkasti nanos s pomočjo vodno hlajenega gravirnega valja (*Powder Point*). V valj so vgravirane vdolbinice v pravilni ali neenakomerni razporeditvi (*Computer Punkt*), različne gostote 1-200 točk/cm<sup>2</sup>, izražene v »mesh« številu, to je število vdolbinic na diagonalno colo. Nad graviranim valjem je korito s praškastim termoplastom, od koder se usipa v vdolbinice graviranega valja. Raket postrga odvečni prah, preostali pa se prenese na substrat takole: nosilni material (poznejša lepljiva medvloga) se pri prehodu ogrevalnega nasprotnega valja predhodno segreje in v reži med valjema pride v stik s praškastim lepilom. Lepilo pri tem preide iz vdolbinic graviranega valja na nosilno blago. V IR komori se prah stali in se po ohladitvi spoji z nosilnim materialom. Tako izdelana medvloga je pripravljena za kaširanje z osnovno tkanino, kar se pozneje izvaja v proizvodnji konfekcije. Količina nanesenega termoplasta na substrat je odvisna od volumna vdolbinic in znaša od 3 do 20 g/m<sup>2</sup>.

Poleg točkastega nanosa obstaja nanašanje praškaste termoplasta tudi v obliki črtic, diagonal, mrež in drugih geometrijskih vzorcev, ki so vgravirani v jekleni nanašalni valj. Vse te vrste nanosov so odprte in omogočajo nemoteno respiracijo laminatov.

### 3.2.5 Nanašanje pen, kopren, membran, folij <sup>[21]</sup>

#### 3.2.5.1 Plamensko kaširanje

To je najpogostejši način nanašanja trdnih PUR pen na nosilni material in je lahko eno- ali obojestransko. Kot lepilni termoplast se uporabljajo trdni penasti poliuretani različnih debelin. Na kaširnem stroju PUR pena na odprtem plinskem plamenu zgori do globine okrog 0,5 mm, pri čemer nastanejo razgradni produkti, ki imajo lastnost lepljenja. Dokler je površina pene še vroča, jo s pomočjo kalandra prilepimo – kaširamo na nosilni tekstilni material. Pri ohlajevanju se z njim trdno spoji. Tako kaširanje je enojno, z njim dobimo dvojni laminat – bilaminat, uporaben predvsem v avtomobilski

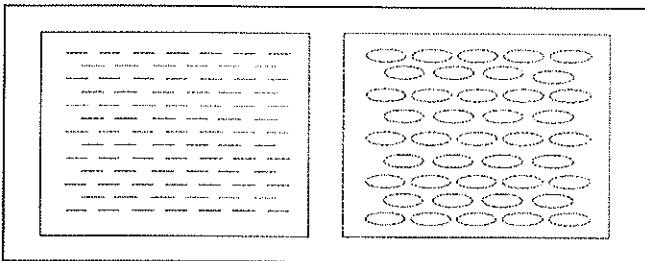


industriji za prevleke sedežev, neobčutljive na obremenitve, ki se ne lomijo in so obenem udobne za sedenje.

Z dvojnimi plamenskimi kaširanjem je mogoče izdelati trilaminat po t. i. postopku »sendvič«. Pri tem PUR peno s plamenom zmečkamo najprej na eni strani in jo prilepimo na spodnji nosilni material, nato zmečkamo z drugim plamenom še drugo stran pene in jo prilepimo na zgornji, dekoracijski material ter sendvič na kalandru stisnemo. Plamensko kaširanje so zaradi nastajanja zgorelih plinov iz ekoloških razlogov že skoraj popolnoma opustili in ga nadomestili z okolju prijaznejšim suhim kaširanjem.

### 3.2.5.2 Nanašanje drugih oblik termoplastov [11]

Druge oblike termoplastičnih talilnih lepil: odprte, zračne koprene, membrane in mreže ter zaprte folije, nanašamo na različnih strojih, ki so prilagodljivi njihovi obliki, kot npr. na vakuumskih kaširnih strojih ali termokalandrih. [11] Med seboj se razlikujejo po tem, ali izdelujemo bi- ali trilaminat, ter po vrsti perforirnega termičnega ali vakuumskega kaširnega bobna. Pri folijah poznamo dve vrsti, in sicer folije s popolnoma zaprtim filmom ter folije z delno odprtim filmom, kar omogoča boljše dihanje laminatov. Take folije so v pravih enakomernih razdaljah zarezane. Pri toplotni obdelavi se ti ravni razporki razširijo v elipsaste odprtine – praznine, ki omogočajo zračno prepustnost, slika 5.



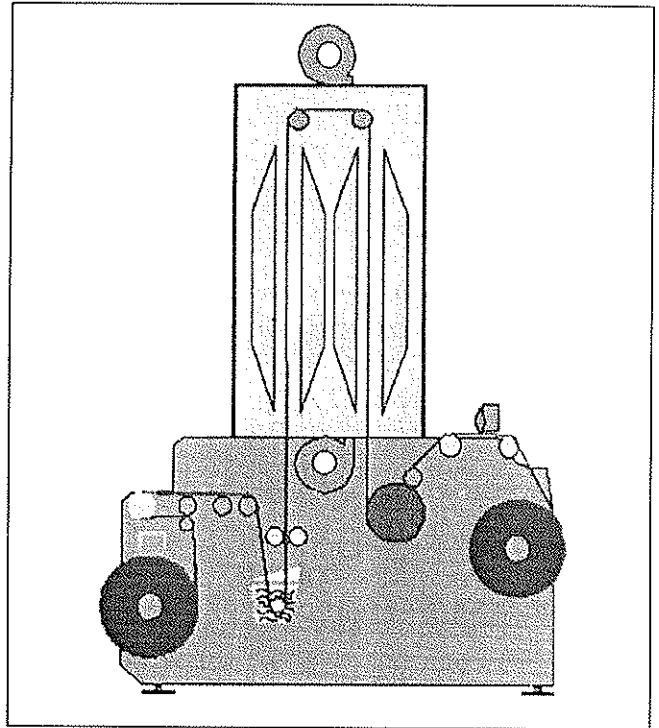
Slika 5: Zrezana folija pri toplotni obdelavi: levo pred segrevanjem, desno po njem [11]

## 3.3 Sodobni načini nanašanja

### 3.3.1 Vertikalno obojestransko nanašanje [22], [23]

Na ta način nanašamo lepilo v obliki viskozne raztopine ali paste na navpično vodeni nosilni material, enakomerno obojestransko, brez nezaželenih mehanskih obremenitev. Lahko je to preprosto impregniranje na fularju ali pa nanašanje s potapljanjem in poznejšim obojestranskim odstranjevanjem odvečne paste s pomočjo strgalnih raklov ali strgalnih valjev, nameščenih na obeh straneh materiala. Obojestransko nanašanje past, z natančno določeno viskoznostjo, je na vertikalnih strojih mogoče razen z omenjenim fulardiranjem ali potapljanjem tudi z obojestranskimi dvovaljnimi sistemi (zajemalni in nanašalni valj) ali s siste-

mom obojestranskih nanašalnih širinskih šob. Bistvo tega postopka je, da se premazano blago v vertikalni sušilni komori še pred obračalnimi valjem posuši v tolikšni meri, da se struktura premaza na obračalnem valju zaradi pritiska ne poruši. Blago se posuši v komori s pomočjo vročega zraka ali z IR-žarki. Vroč zrak piha od spodaj navzgor ob tkanini enakomerno po celi širini in dolžini ter se nasičen s parami topila ali vode na vrhu komore odsesa (slika 6).



Slika 6: Vodenje tkanine skozi vertikalno nanašalni stroj »Verticoater« podjetja Coatema Coating Machinery GmbH, Nemčija [22]

### 3.3.2 Nanašanje raztaljenega termoplasta ali t. i. hotmelt postopek [11], [24], [28]

To je fizikalni način »suhega« nanašanja lepila, ki ne potrebuje nobenega topila, niti vode in je zato ekološko najčistejša tehnologija lepljenja. S svojimi prednostmi, to je z ekološko neškodljivostjo, majhno porabo energije, nizkimi stroški dela, ekonomičnostjo, preprosto tehnologijo, brez vmesnega sušenja in brez odpadnih snovi, je ta tehnologija že v veliki meri zamenjala do sedaj znane postopke klasičnega plastenja. Tudi paleta termoplastičnih lepil, primernih za ta postopek, je zelo široka in zajema večino poliolefinov, polipropilena, polimerov in kopolimerov, termoplastičnih poliuretana in posebnih produktov, izdelanih po naročilu.

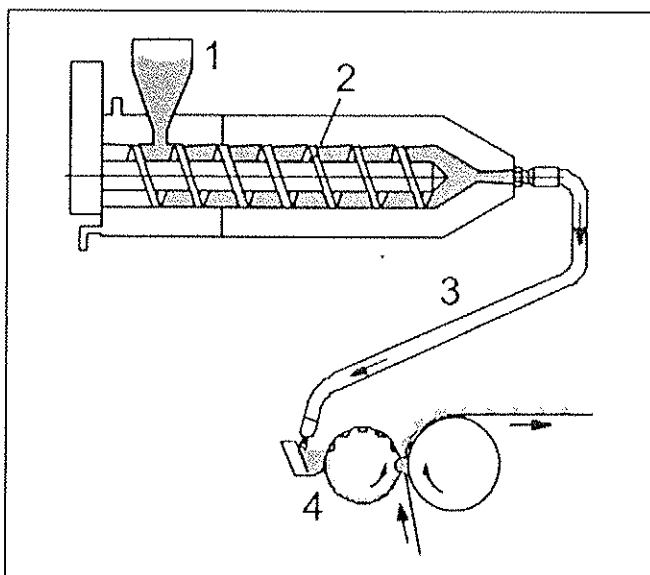
#### 3.3.2.1 Ekstruderji [24], [28]

To so srce vseh strojev, ki na blago nanašajo raztaljeni termoplast. Nanašajo samostojno ali prek posrednih nanašalnih agregatov – glede na konstrukcijo stroja in

patenta določene firme, ki izdeluje te stroje. Pri ekstruderju kot samostojnem laminirnem *hotmelt* stroju prihaja raztaljeni termoplast iz talilne komore skozi nastavljivo ozko ustje reže segrete širinske šobe, ki jo je mogoče natančno regulirati, direktno na blago v obliki tankega zaprtega filma. Nadaljevanje postopka je približno enako pri vseh vrstah *hotmelt* strojev: dovajanje druge plasti materiala, kaširanje, hlajenje lamina in navijanje.

Pri direktnem nanašanju raztaljenega termoplasta na nosilno blago je problem nezaželeno zoženje raztaljene folije na robovih med izhodom iz reže in polaganjem na blago. Pri tem pojavu, imenovanem »neck-in«, se zoženi robovi staljenega filma na obeh straneh zadebelijo. Pojav lahko zmanjšamo s premikanjem reže tako, da zmanjšamo razdaljo med njenim ustjem in kaširno špranjo ter tako film na blagu fiksiramo čim bližje izhodu iz ustja.

Pri ekstruderjih poznamo dva sistema [28]. Prvi, popolnoma zaprti sistem sestoji iz korita z granulatom termoplasta, taliilne posode s polžasto črpalko, kjer se granulati pri določeni temperaturi stali, polžasta črpalka pa talino porine do izhodne širinske šobe. Čas med taljenjem in polaganjem folije je zelo kratek, zato je zelo majhna nevarnost termičnih poškodb, oksidacije ali hidrolize termoplasta. Pri zamenjavi termoplasta prejšnjega izpodrinemo iz celotnega sistema z novim, raztaljenim produktom (slika 7).

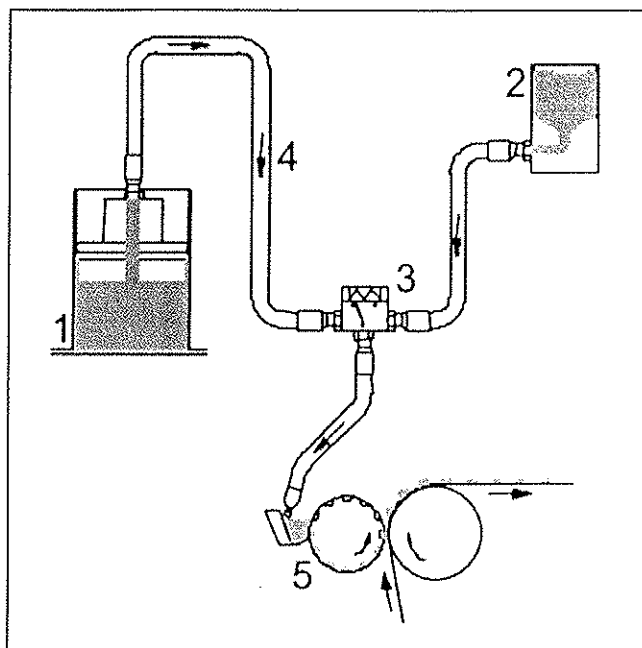


Slika 7: Princip delovanja polžastega ekstruderja [28]

Legenda: 1 - korito z granulatom (Hopper); 2 - polžasta črpalka z uravnavanjem segrevanja; 3 - segrevana prožna polnilna cev; 4 - nanašalna glava Cavimelt za staljeni termoplast

Poleg sistema s polžasto črpalko poznamo še sistem s talilnim loncem in zobniško črpalko. V nasprotju s prejšnjim sistemom je pri tem nevarnost oksidacije ali hidrolize termoplasta večja, večjo pozornost je treba nameniti viskoznosti taline zaradi potisne, najpogoste-

je zobniške črpalke, pa tudi menjava produkta je zamudna, saj je treba celotni sistem največkrat očistiti tudi ročno, da odstranimo vse ostanke prejšnjega termoplasta (slika 8).



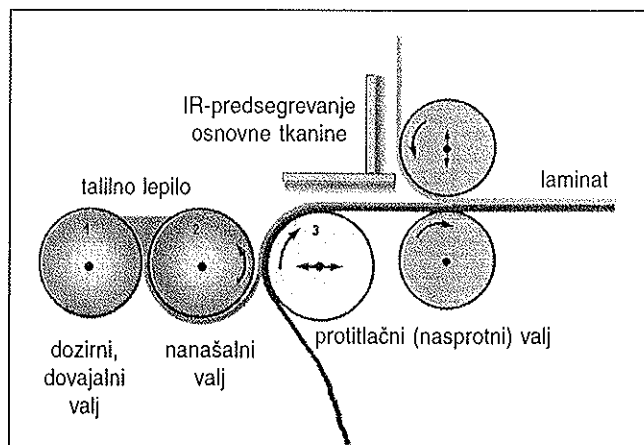
Slika 8: Princip delovanja s talilnim loncem [28]

Legenda: 1 - taliilni lonec - sistem za taljenje lepila; 2 - sistem za taljenje čistilne taline; 3 - stranski ventil (bypass); 4 - ogrevana prožna cev; 5 - nanašalna glava Cavimelt za staljeni termoplast [28]

### 3.3.2.2 Večvaljni sistemi [25], [26]

Le-ti omogočajo nanose talilnih termoplastov različnih oblik, tako zaprtih filmov kot tudi odprtih nanosov v različnih vzorcih. Poleg navadnega trivaljnega sistema so na voljo še naprave z graviranimi valji, naprave s širinsko šobasto režo in stroji z rotacijsko šablono.

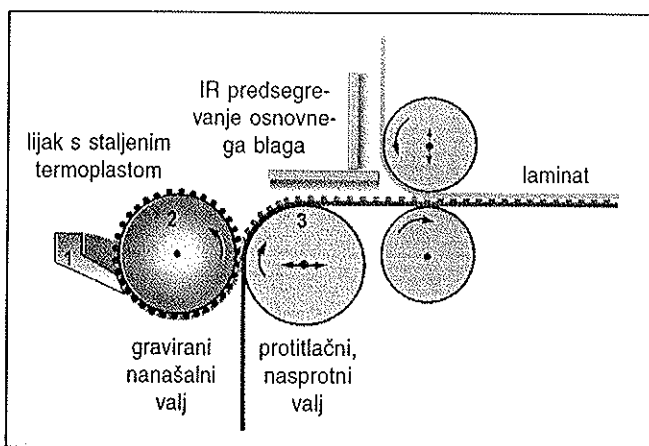
a) Trivaljni sistem, ki ga ponazarja slika 9, sestavljajo dozirni, nanašalni in nasprotni valj. Staljeni termoplast gre med obema prvima valjema skozi poljubno narav-



Slika 9: Shema trivaljnega nanašalnega *hotmelt* sistema [26]

nano, vendar natančno regulirano režo ter se na nosilni material odlaga s pomočjo tretjega, nasprotnega, protitlačnega valja. Na blago nanoseni termoplast je v obliki zaprte folije, katere debelina in penetracija v globino materiala sta odvisni od velikosti reže med obema prvima valjema in od pritiska tretjega valja. Sistemu sledita dovajanje zgornjega materiala in kaširanje. Količina nanosa znaša pri zaprtem filmu od najmanj 10 g/m<sup>2</sup> in navzgor.

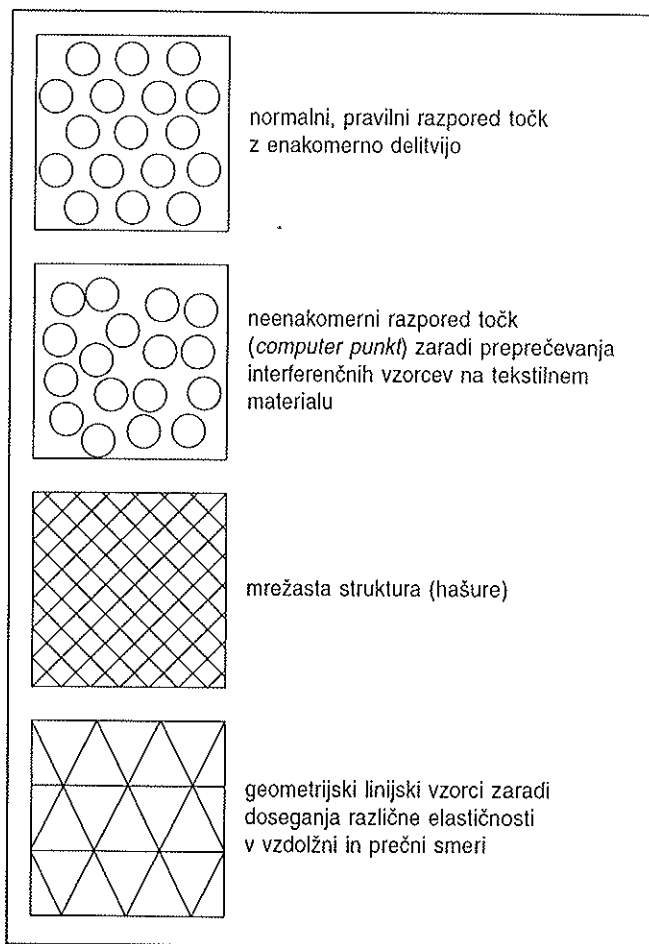
b) Sistem z graviranim valjem prikazuje slika 10. Omožja izdelavo odprtih, zračnih, poroznih nanosov. S pomočjo določene gravure dosežemo nanos termoplasta na blago v različnih vzorcih: pravilno ali nepravilno (*Computer Punkt*) razporejene točke, črtice, diagonale, geometrijske mreže v obliki rombov ali piramid (slika 11). Ekstruder potiska talino v poseben lijak, od koder se useda v vdolbine gravure. Preostanek se ostrga z raklom, talina pa se iz gravure s pomočjo protitlačnega valja prenese na blago. Količino nanosa reguliramo z gostoto in volumnom gravure, z lego strgalnega rakla, pritiskom med graviranim in protitlačnim valjem, pri čemer ima globina gravure največji vpliv. Pritisk med obema valjema je odvisen od voluminoznosti in občutljivosti nosilnega materiala. Nanašanju termoplasta sledi kaširanje gornje plasti materiala, ki ga lahko predgrejemo s pomočjo IR-grelnika, nakar ga s tlačnim valjem pritismo ob termoplastično lepilo, naneseno na spodnje blago.



Slika 10: Shema hotmelt sistema nanašanja z graviranim valjem [26]

c) Nanašanje taline z rotacijsko šablono (*meltprint*) [27]: z ustreznim deseniranjem (slika 11) galvansko gravirane rotacijske šablone lahko dosežemo nanose staljenega termoplasta na blago v različnih vzorcih. Črpalka potiska staljeni termoplast v segreto nanašalno širinsko šobo, ki se po celi širini nahaja v notranjosti šablone. Skozi elastične ustne šobaste reže gre talina skozi odprtine v šablono na blago, nakar sledi kaširanje z zgornjim materialom. Ta postopek pa ima posebne

zahteve, zato je manj priljubljen kot drugi postopki. Šablono je namreč treba od zgoraj nenehno segreti zaradi preprečevanja toplotnih izgub; taline termoplastov morajo imeti nizko do srednjo viskoznost (do 20.000 mPA.s). Zaradi galvanske šablone, ki je iz niklja, je omejena tudi temperatura taljenja (največ 180 °C), pogoj pa je tudi, da se talina pri ločevanju šablone od tkanine ne vleče v nitke. Celotni sistem mora biti hermetično zaprt, pri daljših zastojih pa ga je treba izprazniti s pomočjo sistema *by-pass*. Ta sistem je še najbolj primeren za nanašanje reaktivnih PUR, ki se zamrežijo v prisotnosti vlage.



Slika 11: Oblike vzorcev nanašanja taličnih lepil z graviranim valjem [27]

d) Nanašanje s širinsko šobasto režo [25], [26]: talina termoplasta se v tem primeru nanaša na nosilno tkano direktno skozi režo, kot je to opisano pri nanašanju z ekstruderji. Količino nanosa je mogoče regulirati z obrati črpalke (polžaste ali zobniške) in z odprtino ustnic šobaste reže [24].

Stroji za nanašanje raztaljenih termoplastov so na splošno dražji od strojev, ki nanašajo praškaste termoplaste, vendar je treba računati s tem, da so termoplasti v obliki granulata za hotmelt tehnologijo cenejši od praškastih. Vendar pa je hotmelt postopek predviden za izdelavo daljših metraž zaradi dolgotrajnejšega naravnavanja

tehnoloških in strojnih parametrov. Če je treba termoplast menjati večkrat na dan, je nanašanje praškov veliko bolj fleksibilno in cenejše. Za ta postopek so primerni ti sti termoplasti, ki imajo tališče med 70 in 180 °C oziroma da ima njihova talina viskoznost med 20 in 400 Pas.

### 3.3.3 Moderne vrste nanašalnih strojev [28], [29], [30], [31]

*Hotmelt* tehnologija je za določena področja idealen način izdelave laminatov. Največja prednost teh strojev je, da tako nosilni materiali, kot tudi občutljivi substrati, koprane, pletiva itd., sploh ne pridejo v neposreden stik z vročino. Na teh strojih je mogoče nanašati vse vrste termoplastov v različnih oblikah, na vse vrste in strukture nosilnih materialov. Stroji imajo lahko le en način nanašanja, lahko imajo npr. dva nanašalna agregata za izdelavo trilaminatov (*double-head-hotmelt* [28], [29]), kombinacijo večvaljčnega agregata in graviranega valja, hotmelt agregat, kombiniran s trosilnim nanosom; lahko so semikontinuirni stroji [30] ali kontinuirne univerzalne nanašalne linije, [31] ki jih lahko sestavljajo: fular, nanašalec vpenjenih past, rotacijska šablona, različne vrste raklov itd., z obračalnimi križi za nanos na hrbtno stran, kompenzatorji, sušilniki, hladilne cone, odvijalne in navijalne naprave. Take linije so seveda izdelane po individualnih naročilih kupcev glede na širino njihovega asortimaja. Omogočajo izdelavo večjega števila različnih proizvodov in njihovih variant na eni sami liniji. Na takih univerzalnih strojih je mogoče izdelovati proizvode od najnavadnejših premazanih artiklov, do najzahtevnejših laminatov oz. kompozitov.

Stroji so tudi eksplozijsko zaščiteni, tako da je na njih mogoče delati tudi s sistemi premazov v organskih topilih, kot so npr. PVC, večina PUR premazov itd. Naložbe v take stroje so sicer velike, vendar je amortizacijska doba toliko krajša, kolikor večji je asortima izdelkov, narejenih na teh strojih.

\* V naslednji številki bo objavljen drugi del članka o posebnih vrstah sodobnih tehnologij plastenja.

### VIRI:

- [1] SCHINDER, W. in HAUSER, P. Chemical finishing of textiles : hand builders. *International Textile Bulletin*, 2003, no. 2, p. 68–71.
- [2] ZAVRŠNIK, T. Pomen in uporabnost poliuretanov v tekstilni tehnologiji plastenja. *Tekstilec*, 1984, let. 27, št. 10, str. 323–334.
- [3] BREDERECK, K. Textilbeschichtungen auf Basis derivatisierter Cellulose. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 1–2, p. 68–72.
- [4] MIECK, K.-P., LÜTZKENDORF, R., REUSMANN, T., NECHWATAL, A., EILERS, M. in BIEHL, D. Lyocel-faserverstärkte

- Kunststoffverbunde – Entwicklungsstand und Einsatzchancen. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 86–89.
- [5] Entwicklung spezieller Lyocell – Armierungfasern für den Einsatz in Composites. *Technischen textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 89.
- [6] GLAWE, A., HAMSEN, K.-H. in BAUMGÄRTEL, K.-H. PVC-Pasten, Produktentwicklung und neue Technologien – Fachkonferenz in Würzburg. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 1–2, p. 73.
- [7] LUNDT, B., BLUMRICH, D. in HARDTKE, G. Wasser- verdünnbare Polymere für die Beschichtung technischer Textilien als Substitut für PVC. *Technische Textilien*, 1996. vol. 39, Dezember, p. 210.
- [8] MÜLLER, J. Siliconbeschichtete Bautextilien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 62–63.
- [9] HEPPE, A. Chitosananwendung für technische Textilien. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, März, p. 53.
- [10] KNITTEL, D. in SCHOLLMAYER, E. Chitosan und seine Derivate für die Textilveredlung. *Melliand Textilberichte*, 2002, vol. 57, no. 1–2, p. 53–61.
- [11] HARDTKE, G. in FUCHS, H. Polymergleiche Verbunde mittels Trockenkaschierung. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 217–219.
- [12] BÖTTCHER, P. in WELLER, J. Klebstoffvliese. *Technische Textilien*, 2004, vol. 47, Mai, p. 92–94.
- [13] ALBERS, K., DE JONG, H. in KATZENMAYER, S. Reaktive Polyurethan – Schmelzklebstoffe für hochleistungsfähige Textillamine und technische Verbundstoffe. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 64–66.
- [14] TEXTOR, T., BAHNERS, TH. in SCHOLLMAYER, E. Oberflächenmodifizierung von textilen Flächengebilden durch Beschichtung. *Melliand Textilberichte*, 1999, vol. 54, no. 10, p. 847–848.
- [15] HARDTKE, G., CHARES, M., FUCHS, H. in REINHARD, M. Flüssigkeramik – neues Beschichtungssystem für funktionelle technische Textilien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 72–74.
- [16] AMBERG-SCHWAB, S. Spezifische Funktionalisierung von Chemiefasern durch neue Beschichtungsmaterialien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, April, p. 137–140.
- [17] SCHULZE BÄING, J. Beschichtete Textilien für den innen liegenden Sicht- und Sonnenschutz. *Melliand Textilberichte*, 2003, vol. 58, no. 4, p. 288–293.
- [18] GLAWE, A. in REUSCHER, R. Neue Beschichtungstechnologien für Berufs- und Schutzbekleidung. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 7/8, p. 14–16.
- [19] ZIMMER, MPJ. Neue Auftragstechniken bis 5,4 m Arbeitsbreite. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 70–72.
- [20] Transferbeschichtung – Vorteile und Grenzen einer alten Technologie. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, August, p. 221–222.
- [21] VOGT, A. in ACHTER, V. Knitteranfälligkeit von kaschierten Automobiltextilien: Problembeschreibung und kritische Technologien. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Juni, p. 80–84.

- [22] GLAWE, A., GIESSMANN, A. in KÖPPE, R. Doppelseitige Beschichten und vertikales Trocknen für funktionelle Erzeugnisse. *Melliand Textilberichte*, 2003, vol. 58, no. 5, p. 432–433.
- [23] GLAWE, A., REUSCHER, R. in GIESSMANN, A. Neue Technologien zur Beschichtung technischer Erzeugnisse. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 102–103.
- [24] RICHTER, R. Extrusionsbeschichtung – eine alternative Technologie der Textilbeschichtung. *Technische Textilien*, 1996, vol. 39, Dezember, p. 206–209.
- [25] REUSCHER, R., GLAWE, A. in GIESSMANN, A. Moderne Hotmelt-Anwendungen für kaschierte und laminierte textile Erzeugnisse. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 220–222.
- [26] KEMPER, P. Hotmelt-Beschichtung für thermoplastische Copolyamid – und Copolyester- Schmelzklebstoffe. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, Oktober, p. 276–278.
- [27] WELTER, CHR. Maschinen zur Herstellung textiler Verbundwerkstoffe mittels Hotmeltklebern. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Februar, p. 27–30.
- [28] Caviflex Hotmelt Process firme Cavitec – Caratsch – Villars AG, Münchwilen – Švica, p. 1/11 – 11/11.
- [29] Neue Hotmelt – Technologie von Schaetti. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 85.
- [30] DE MEYERE, T., MEYVIS, T. in JAMBERS, W. Neue semindustrielle Beschichtungsstrasse. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 74–75.
- [31] OFFERMANN, P. JANSSEN, E. in GIESSMANN, A. Coatema : Universal – Beschichtungsanlage für die Textilindustrie. *Technische Textilien*, 1996, vol. 39, Dezember, p. 204–205.
- [32] PRASCHAK, D., TEXTOR, T. BAHNERS, T. in SCHOLLMEYER, E. Photochemisch aktivierte Oberflächen, ein Weg zu neuen oder verbesserten Verbundwerkstoffen. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, September, p. 136–138.
- [33] FISCHER, S. in HÄNSEL, R. Einsatz der Gasphasen fluorierung zur Oberflächenmodifizierung. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 81–83.
- [34] GODAU, E. Using plasma technology. *Textile Technology International*, 1996, p. 109–110.
- [35] VOHRER, V. HEGEMANN, D. in OEHR, CHR. Hydrofobierung polymerer Materialien mittels Plasma. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 9/10, p. 5–11.
- [36] FUCHS, H., BOCHMANN, R. POLL, H.-V. in SCHREITER, S. Plasmabehandlung cellulosischer Fasermaterialien. *Textilveredlung*, 1999, vol. 34, no. 3/4, p. 23–28.
- [37] Plasmabehandlung von Cellulose – Möglichkeiten und Effekte bei der Vorbehandlung. *Maschen-Industrie*, 1999, no. 11, p. 34–38.
- [38] Haftverbesserung durch Niederdruck-Plasma-Technologie. *Technische Textilien*, 1999, vol. 42, August, p. 204.
- [39] STEGMAIER, T., VON ARNIM, V., DINKELMANN, A. in SCHNEIDER, P. Behandlung von laufenden Textilbahnen im Atmosphärendruckplasma. *Melliand Textilberichte*, 2004, vol. 59, no. 6, p. 476–481.
- [40] OPWIS, K., BAHNERS, T., SCHOLLMEYER, E. GESCHEWSKI, A., THOMAS, H. in HÖCKER, H. Tiefenwirkung physikalischer Verfahren zur Modifizierung textiler Substrate. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 215–217.
- [41] BAHNERS, T., SCHLOSSER, U., OPWIS, K., TEXTOR, T. in SCHOLLMEYER, E. Effekt von Oberflächenmodifizierung auf die Alterungbeständigkeit von Hochleistungsfasern. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 78–80.
- [42] GRYNÆUS, PS. Kleben im Bereich von Bekleidungstextilien. *Technische Textilien*, 2004, vol. 47, Mai, p. 101–103.
- [43] KRINGS, W., HÄNSCH, M. in KRINGS, M. Point – in- Point – Technologie (PiP), Laminierung und Kaschierung dreilagiger Textilverbunde und atmungsaktiver Folien. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 66–69.
- [44] *Vorschungskuratorium Textil*, 2004, Bericht 51. (Poročila po zaporednih številkah 42, 51, 62, 119, 165, 166, 167 in 168).
- [45] LEUCHT, T. Vernetzung von Beschichtungen und Klebstoffe mittels UV- und sich-barem licht. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, April, p. 153–155.
- [46] KABIR, H., OFFERMANN, P. MATTHESS, J. MATTHESS, K., NOCKE, G. in SIMON, F. Neue Möglichkeit der Textilveredlung durch PVD-Schichten. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, Oktober, p. 282–284.
- [47] DIETZEL, Y., OFFERMANN, P. SCHOLZ, J. in NOCKE, G. Beschichtung : Zukunftspotential von PVD-Beschichtung. *Textilveredlung*, 2002, vol. 37, no. 9/10, p. 12–16.
- [48] VON ARNIM, V., GÜNDISCH, W., STEGMAIER, TH. in PLANCK, H. Alterungsverhalten beschichteter technischer Textilien mit Top-Coat-Schlusslakierung. *Technische Textilien*, 2002, vol. 45, Mai, p. 104–107.
- [49] SEEGER, M., ARNOLD, R., HERRMANN, U. in THIELE, E. Technische textilien mit haftender Oberfläche. *Technische Textilien*, 2003, vol. 46, März, p. 76–77.
- [50] Definition gewirkter Multiaxialgelege. *Technische textilien*, 2002, vol. 45, November, p. 211.
- [51] DINI, M. Herstellung und Einsatzgebiete Tetra-axialer Gewebe. *Technische Textilien*, 1998, vol. 41, Juni, p. 84–86.
- [52] WÜST, M. Wellness – resen trend v tekstilni industriji. V *BEZEMA simpozij*, September 2004.
- [53] Outlast® – The Technology. prospekt firme Outlast Europe GmbH, Nemčija, Oktober 2004.
- [54] CELCAR, D. in GERŠAK, J. Intelligentne tekstilije in oblačila. *Tekstilec*, 2004, let. 47, št. 7–8, str. 232–242.

Prispelo/Received: 11-2004; sprejeto/accepted: 02-2005