

# Tehnične tekstilije

# 1.1 OPREDELITEV TEHNIČNIH TEKSTILIJ

- ▶ Tehnične tekstilije so izdelki iz vlaken ali iz različnih nevlaknatih materialov s takšnimi lastnostmi, da lahko nadomeščajo dražje, težje, manj trdne materiale. So vlaknati materiali, prirejeni za funkcionalno (namensko) uporabo. Uveljavljajo se v vseh panogah in na vseh področjih človekovega delovanja v vseh življenjskih obdobjih.
- ▶ Za tehnične tekstilije se je dolgo uporabljal termin »industrijske tekstilije«. Danes ima ta izraz ožji pomen: označuje tisti del tehničnih tekstilij, ki se uporabljajo v industrijskem procesu oz. se vanj vključujejo (učvrstitev električnih in komunikacijskih kablov, tekstilno učvrščeni samolepilni trakovi ipd.). Termin »tehnične tekstilije« je med vsemi preostalimi termini najbolj sprejemljiv. Ostali termini so: funkcionalni tekstil, inženirski tekstil, visokozmogljive tehnične tekstilije (high-tech textiles).

# Vlakna za tehnične tekstilije

- ▶ Za tehnične tekstilije lahko uporabljamo večino tekstilnih vlaknotvornih polimerov ali klasičnih vlaknotvornih polimerov, kot so:
- ▶ poliester (PES), poliamid (PA), poliolefini (PO), viskoza (VIS) in akril (PAN), polivinilalkohol (PVA), polivinilklorid (PVC) ter številna tehnična ali visokozmogljiva vlakna, kot so aramidna (AR), ogljikova (CF), politetrafluroetilenska (PTFE), polifenilensulfidna (PPS) in polibenzimidazol (PBI). Povečuje se tudi uporaba steklenih vlaken.

# Kompoziti

- ▶ Kompoziti so materiali, ki nastanejo z uporabo dveh ali več snovi; v končni izvedbi dobimo kombinacijo lastnosti, ki se razlikujejo od lastnosti posameznih komponent. Po tej opredelitvi so kompoziti beton, iverne plošče itd.
- ▶ Nadaljnja delitev kompozitov nas privede do termina »plastični materiali, učvrščeni z vlakni«.
- ▶ Glede na tip uporabljenega vlakna razlikujemo plastične materiale, učvrščene z ogljikovimi vlakni, s steklenimi vlakni (Fiberglas), z aramidnimi vlakni in podobnim.

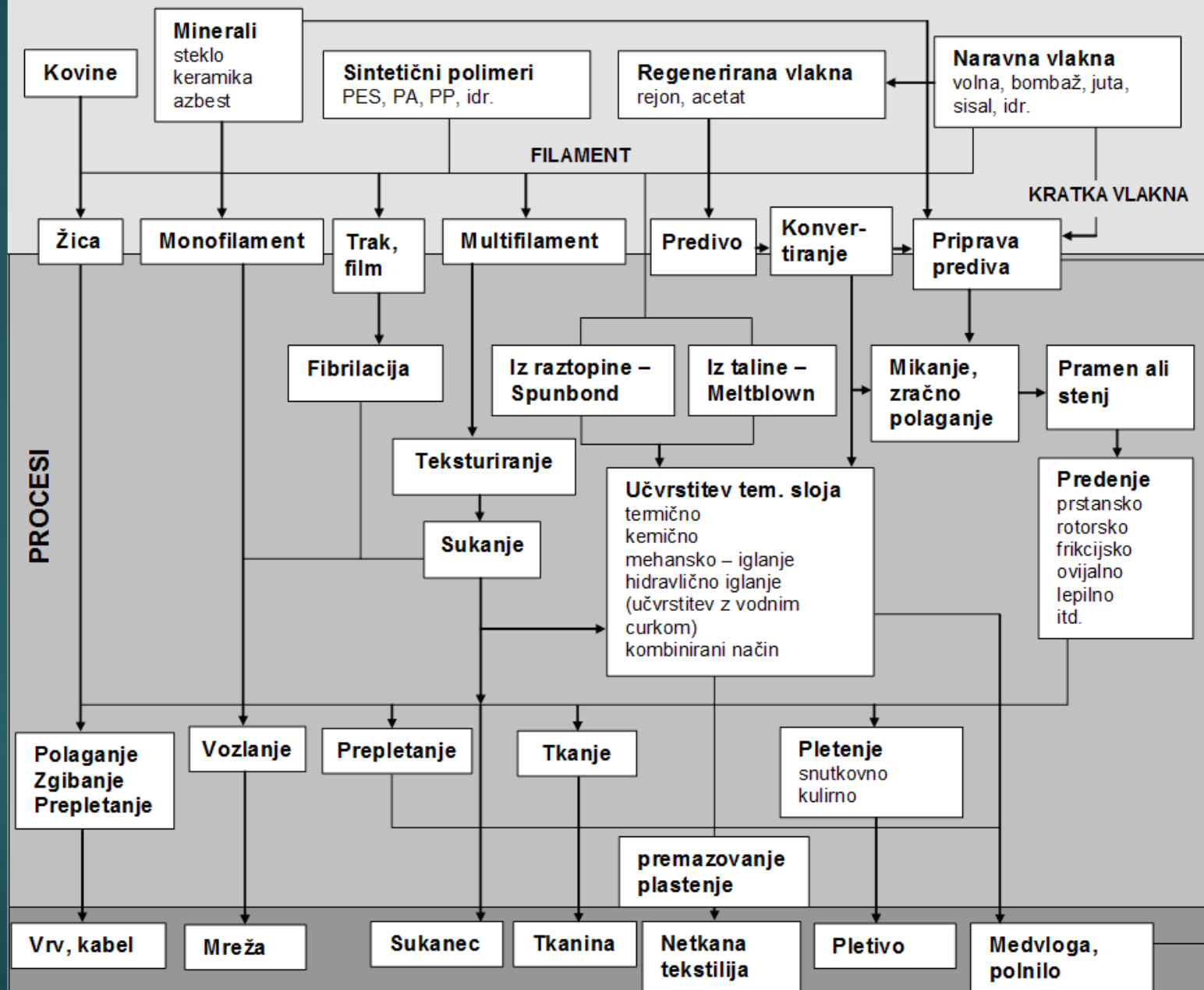
Preglednica 1-1: Lastnosti visokozmogljivih vlaken [1].

<b>Lastnosti</b>	<b>Primeri</b>
visoka trdnost in togost	p-aramidna, steklena in ogljikova vlakna, polietilenska in anorganska vlakna ter aromatska kopolimerna vlakna
toplotna obstojnost	m-aramidna, politetrafluoroetilenska in anorganska vlakna
toplotna obstojnost in dobre mehanske lastnosti	ogljikova in keramična vlakna
kemijska obstojnost	politetrafluoroetilenska vlakna
druge posebne lastnosti	steklena vlakna (optična vlakna)

# Laminati

- ▶ Laminati so proizvodi, ki jih dobimo s povezovanjem dveh ali več slojev različnih materialov. To so tekstilni ploski izdelki iz dveh ali več med seboj zlepljenih slojev.
- ▶ Tehnični laminati so izdelki v obliki plošč, palic ali cevi, ki so sestavljeni iz osnovnega materiala za učvrstitev, ki je lahko papir, tkanina, pletenina ali netkana tekstilija, in iz vezivnega sredstva, kar predstavljajo različne smole (fenolne, epoksidne, formaldehidne idr.).
- ▶ Uporaba tekstilij za tehnične namene je v svetu zelo razširjena, in sicer tako količinsko kot po raznovrstnosti izdelkov. V proizvodnji in porabi tehničnih vlaken in tehničnih tekstilnih izdelkov prevladujejo industrijsko razvite države. Te so tudi glavne izvoznice posebnih vlaken in tehničnih tekstilij na nenasičen trg industrijsko manj razvitih dežel. Poraba tehničnih tekstilij v svetu se močno zvišuje (sliki 1-1 in 1-2 ).

# MATERIALI



**MATERIALI ODPORNI NA  
VISOKE TEMPERATURE**

kovine, folije

steklo, keramika

papir, papirna kaša

**TEHNIČNE  
TEKSTILJE**

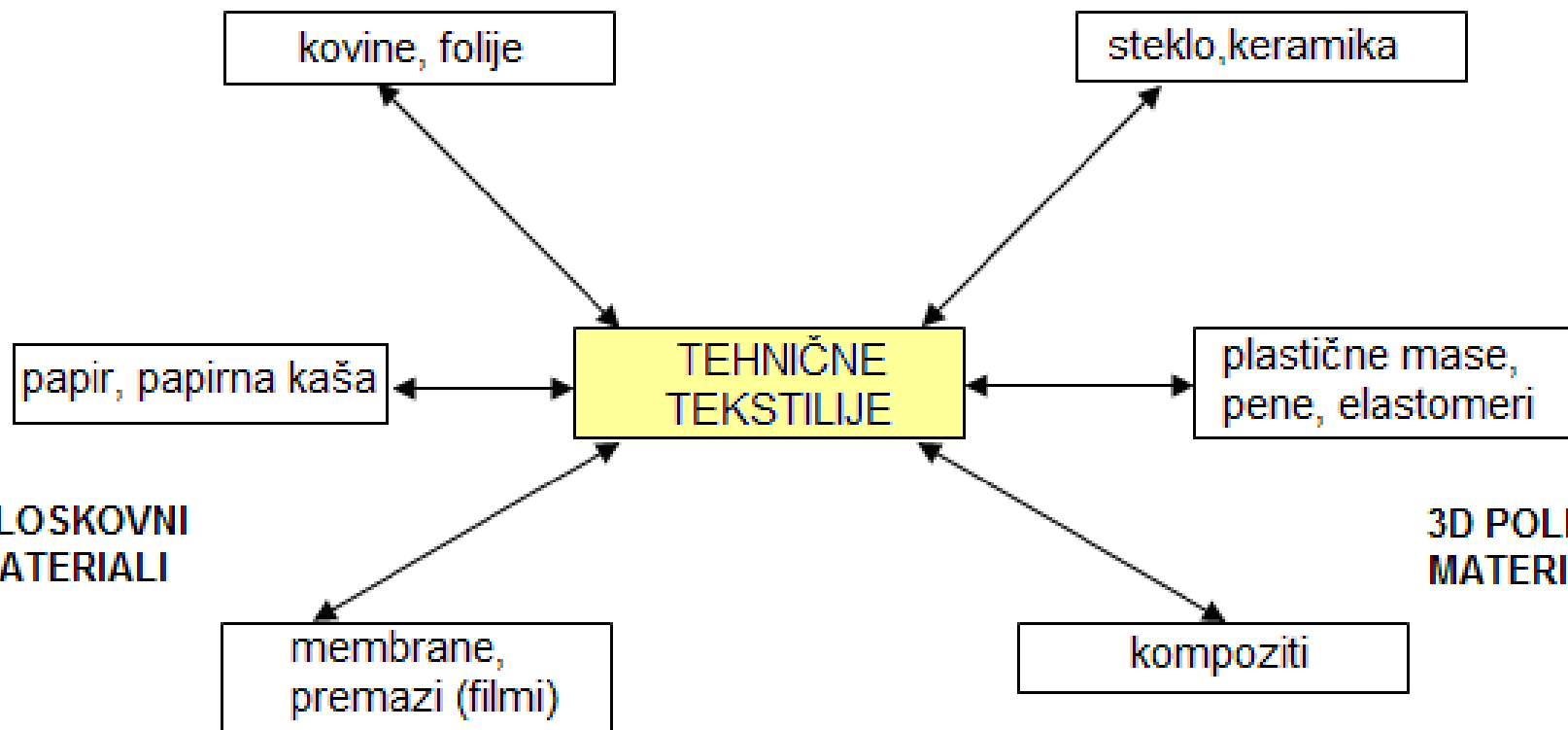
plastične mase,  
pene, elastomeri

**PLOSKOVNI  
MATERIALI**

membrane,  
premazi (filmi)

**3D POLIMERNI  
MATERIALI**

kompoziti





## STRUKTURA SVETOVNEGA TRGA TEHNIČNIH TEKSTILIJ (2011)

2011	mio ton	mrd USD	Delež EU	Rast
Tehnične tekstilije	25,0	133	20 %	+3,0 %
Netkane tekstilije	7,6	26	25 %	+6,9 %
Sestavljeni materiali	8,0	94	33 %	+6,0 %
Skupaj	40,6	253		

Vir: INDA, skupina Freedonia, IFAI, JEC

# 2 DELITEV TEHNIČNIH TEKSTILIJ

- ▶ Tehnične tekstilije lahko delimo glede na:
  - ▶ • surovine (naravna vlakna, kemična celulozna vlakna, sintetična vlakna, anorganska in visokozmogljiva organska vlakna);
  - ▶ • namen (tekstilije v kmetijstvu, gradbeništvu in na ostalih področjih uporabe);
  - ▶ • obliko (kratka vlakna, mono- in multifilamenti, folijski trakovi, tkanine, pletivo, netkani materiali, kombinirani materiali itd.);
  - ▶ • stroje in postopke izdelave (predenje, tkanje, pletenje, stroji za izdelavo netkanih materialov, stroji za oplemenitenje in dodelavo tehničnih tekstilij itd.).

# 2.1 SUROVINE ZA TEHNIČNE TEKSTILIJE

- ▶ Uporaba vlaken za tehnične namene sega že v obdobje starih Egipčanov in Kitajcev, začetek novejšje zgodovine uporabe vlaken za tehnične potrebe pa predstavlja leto 1953, ko se je prvič pojavil uraden zapis o uporabi vlaken v konstrukcijske namene [4-7].
- ▶ 2.1.1 Naravna vlakna
- ▶ Bombaž ima posebne fizikalne in estetske lastnosti, je naravnega izvora in biorazgradljiv, zato dosega najširši obseg uporabe in predstavlja eno najbolj zastopanih vlaken v svetovni proizvodnji tekstila.
- ▶ Na področju tehničnih tekstilij bombaž uporabljamo za izdelavo kordov pri utrjevanju kolesarskih in avtomobilskih pnevmatik, za čevljarske tkanine in netkane izdelke, za filtre ter za različno industrijsko uporabo: laminate, gumirane izdelke in podobno.
- ▶ Kemijsko obdelan bombaž (sprememba hidrofobno/hidrofilnega značaja, obdelava za doseganje visoke vpojnosti ter vse ostalo) uporabljamo za tehnične tekstilije zlasti na področju medicinskih in higienskih tekstilij. Vodoodbojnost in antimikrobne lastnosti bombaža se pri medicinskih in higienskih tekstilijah uporabljata zaradi profilaktičnih ukrepov in kot deodorant (antimikrobna obdelava zavira metabolizem mikrobov, in tako zmanjša tvorbo neprijetnih vonjav).



- ▶ Volna je zaradi svojih lastnosti in zaradi ekonomskih razlogov manj primerna za tehnične tekstilije. Lahko se uporablja kot izolacijsko sredstvo; zaradi dobrih ognjevarnih lastnosti se uporablja za izdelavo zaščitnih oblačil; tudi za izdelavo različnih polsti v papirni in usnjarski industriji, za filtre, ki so obstojni v kislem, teniške žoge ipd.
- ▶ Iz svile izdelujemo trakove za pisalne stroje, tkanine za senčnike in podobno.
- ▶ Lan in konopljo uporabljamo za različne vrvi, čevljarske sukance, tkanine za embalažo, nosilne trakove ipd. Lan je v zadnjih letih z razvojem novih tehnologij postal eden najperspektivnejših materialov za notranje avtomobilske obloge. Je zahteven za pridelavo in predelavo, saj so zaradi različnih geografskih in vremenskih razmer razlike v kakovosti velike.
- ▶ To avtomobilski industriji predstavlja velik problem, kajti ta industrija zahteva materiale in tehnologije, ki so procesno ponovljivi in varni.
- ▶ Konoplja vsebuje snov s psihoaktivnim učinkom, ki se imenuje tetrahidrokanabinol (THC), zato za uporabo v tehnične namene gojijo predvsem podvrsto **sativa**, ki ima **majhno vsebnost THC-ja**.





- ▶ Iz jute izdelujemo več različnih kakovostnih vrst prej za izdelavo tkanin, ki jih lahko uporabljamo za embalažo, kot podloge za linolej in talne obloge, za tapete ipd. Vlakna iz jute se uporabljajo v avtomobilski industriji že približno dvajset let. Uporabljajo se predvsem vlaknovine, izdelane iz jute, ki je osnova za izdelavo oblog za vozila.
- ▶ V primerjavi z drugimi stebelnimi vlakni, na primer lanom in konopljo, je trdnost jute precej manjša. Prav tako je majhna tudi elastičnost. Jutina vlakna hitro zagorijo in zgorijo; za juto pa je značilna dobra odpornost proti mikroorganizmom.
- ▶ Ramijo uporabljamo za izdelovanje transportnih trakov, balonov, filtrov, jader, gasilskih cevi ipd. Juta in ramija se zaradi čedalje večje potrebe po ohranjanju narave uporabljata v geotekstilijah.



RAMIE IN FIVE STAGES



- ▶ Iz sisala izdelujemo vrvi, okrasni ovojni papir in podobno. V zadnjem času je sisal v mešanicah z lanom postal pomembna sestavina za izdelavo različnih vrst oblog.
- ▶ Kokosova vlakna uporabljamo kot polnila v pohištveni in avtomobilski industriji, za predpražnike ipd. Sisal in kokos sta bila po žimi prva materiala za izdelavo sedežev. Po drugi svetovni vojni ju je povsem izrinila poliuretanska pena, ki jo za izdelavo sedežev še danes največ uporabljajo [4]. Kokos postaja izredno pomemben material za sedeže bio tipa v kombinaciji z novimi naravnimi tipi lateksov.
- ▶ Kapok je votlo vlakno (80% prostornine predstavlja zrak), prevlečeno z naravno antibakterijsko substanco. Kapok je najlažje rastlinsko vlakno, zato ga uporabljamo kot polnilo v izdelkih, ki morajo biti lažji od vode: rešilni pasovi, puhovke, spalne vreče, prešite odeje.
- ▶ Manila (abaka) vlakna uporabljamo za ladijske vrvi, ribiške mreže, jermene.



# Kemična vlakna

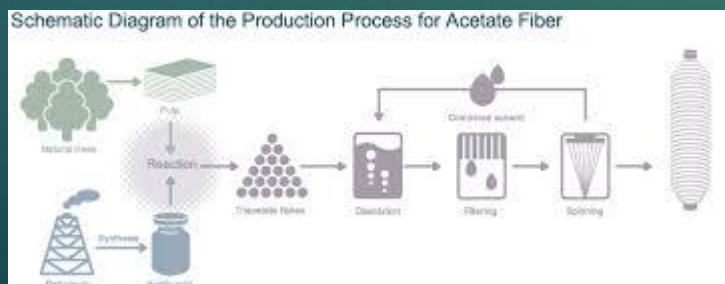
- ▶ Za tehnična področja uporabljamo predvsem izpopolnjena viskozna vlakna oziroma filamentne preje ter modalna vlakna v EHM izvedbi (Extra High Modulus, z izredno visokimi moduli) za izdelavo kordov, tkanin in pletenin za gumiranje in kaširanje s smolami ali umetnim usnjem.
- ▶ Zaradi dobre absorpcije vode in zaradi prenosa tehnologije priprave papirja v tekstil so se viskozna vlakna začela uporabljati za pripravo netkanih materialov za enkratno uporabo (za higienske potrebe, čistilne krpe ipd.). Za pripravo voluminoznih materialov, ki hkrati adsorbirajo vlago in imajo podobne lastnosti udobja kot bombaž, se uporabljajo votla viskozna vlakna.





# Kemična vlakna

- ▶ Ognjevarna viskozna vlakna (FR) so razvili okoli 1960 (organofosforjeve reagente so vključili v predilno maso (Lenzing, Avstrija)).
- ▶ Uporabljamo jih na oblačilnem področju tehničnega tekstila, za izdelavo negorljivih zaščitnih ter športnih oblačil. Liocel ima lastnosti viskoze, proizvodnja pa je ekološko prijaznejša. Tencel vlakna z visoko vpojnostjo – Hydracell – so razvili za izdelavo medicinskih in higienskih tekstilij.
- ▶ Acetatna vlakna so pomembna za izdelke, ki zahtevajo veliko površino vlaken in termoplastičnost, ki je pomembna za oblikovanje in sprejemanje vlaken v izdelke (cigaretni filtri ipd.).





# Poliamidna vlakna (PA)

- ▶ Sintetična vlakna so izpodrinila naravna vlakna skoraj na vseh področjih tehničnega tekstila. Uporabljamo jih v obliki filamentov ali kratkih vlaken, veliko se uporabljajo v obliki vlaknovin, pa tudi v obliki tkanin, pletiv in kopren.
- ▶ PA vlakna z lastnostmi, kot so visoka trdnost, dobra odpornost na obrabo in na vlago ter dobra elastičnost, so razvili 1939. Oblikujemo jih iz taline različnih oblik presekov vlaken in jih raztezamo, da dosežemo želene mehanske lastnosti. PA vlakna zelo dobro absorbirajo energijo, zato se uporabljajo za pripravo sintetičnih vrvi, tkanin za padala in jadra.



# Poliamidna vlakna (PA)

- ▶ Področja uporabe PA vlaken so naslednja: oblačilno-športne, zaščitne, negorljive tekstilije, embalaža, torbe, vrvi, medicinski in industrijski filtri ipd. PA 6.6 se v veliki meri uporablja za vlakna za preproge (Antron vlakna, DuPont). Antron PA vlaknom izboljšamo z različnimi oblikami presekov, z dodatki polnil ter z modifikacijo površin vlaken estetski videz in nekatere lastnosti, kot na primer antistatičnost in odpornost na drgnjenje.
- ▶ Najpomembnejše vrste PA vlaken so klasična visokotrдна ter vlakna z nizkim raztezkom (PA 6 in PA 6,6 vlakna). PA vlakna z nizkim raztezkom se uporabljajo tedaj, kadar zahtevamo visoko dimenzijsko stabilnost materiala in veliko zmogljivost absorbiranja energije, kot na primer za vrvi, mreže, različne trake, tkanine za padala in jadra ter varnostne blazine. S poliamidnimi vlakni učvrščeni avtomobilski plašči so namenjeni vožnji po slabih cestah oziroma terenskim vozilom (PA vlakna dobro adsorbirajo tresljaje), medtem ko so avtomobilski plašči za hitro vožnjo učvrščeni z viskozniimi vlakni, ki bolje adsorbirajo pri hitri vožnji nastalo toploto.





# Poliestrna vlakna (PES)

- ▶ Zaradi razmeroma nizke cene in dobrih uporabnih lastnosti, zlasti pri visokotrdnih in visokomodulnih poliestrnih vlaknih, so poliestrna vlakna po uporabi v tehničnem tekstilu na prvem mestu. Na tržišču jih je s komercialnim imenom Dacron leta 1951 predstavilo podjetje DuPont. PES oziroma polietilentereftalatna vlakna pripravimo s pomočjo kondenzacijske polimerizacije etilenglikola in tereftalne kisline ter oblikujemo iz taline z dodatnim raztezanjem.
- ▶ Najpomembnejše značilnosti PES filamentnega ali rezanega vlakna so: trpežnost, vzdržljivost, dobra dimenzijska stabilnost, enostavne negovalne lastnosti, se hitro suši, nizka adsorpcija vlage, odpornost na večino kemikalij, zaradi visoke temperature steklastega prehoda je vlakno odporno na povišano temperaturo in je kompatibilno z bombažem.
- ▶ Uporabljajo se za geotekstilije, za filtre za abrazivne pline (azbestni, cementni prah), varnostne pasove, transportne mreže, ponjave, črpalne in prezračevalne cevi, za embalažo, za opremo vozil, plovil, letal ipd.
- ▶ Na tržišču je mnogo tipov PES vlaken: FR Trevira CS, ognjevarno PES vlakno; Trevira z visoko trdnostjo in posebej modificirana PES vlakna z antimikrobno aktivnostjo (Bactekiller).
- ▶ Razvoj v svetu, predvsem v razvitem, poteka v smeri investiranja na področje visokomodulnih dimenzijsko stabilnih vrst poliestrnih vlaken ter v možnosti recikliranja poliestrnih plastenk in ostalih odpadkov v tekstilne izdelke.

# Poliestrna vlakna (PES)

- ▶ Zaradi razmeroma nizke cene in dobrih uporabnih lastnosti, zlasti pri visokotrdnih in visokomodulnih poliestrnih vlaknih, so poliestrna vlakna po uporabi v tehničnem tekstilu na prvem mestu. Na tržišču jih je s komercialnim imenom Dacron leta 1951 predstavilo podjetje DuPont. PES oziroma polietilentereftalatna vlakna pripravimo s pomočjo kondenzacijske polimerizacije etilenglikola in tereftalne kisline ter oblikujemo iz taline z dodatnim raztezanjem.
- ▶ Najpomembnejše značilnosti PES filamentnega ali rezanega vlakna so: trpežnost, vzdržljivost, dobra dimenzijska stabilnost, enostavne negovalne lastnosti, se hitro suši, nizka adsorpcija vlage, odpornost na večino kemikalij, zaradi visoke temperature steklastega prehoda je vlakno odporno na povišano temperaturo in je kompatibilno z bombažem.
- ▶ Uporabljajo se za geotekstilije, za filtre za abrazivne pline (azbestni, cementni prah), varnostne pasove, transportne mreže, ponjave, črpalne in prezračevalne cevi, za embalažo, za opremo vozil, plovil, letal ipd.
- ▶ Na tržišču je mnogo tipov PES vlaken: FR Trevira CS, ognjevarno PES vlakno; Trevira z visoko trdnostjo in posebej modificirana PES vlakna z antimikrobno aktivnostjo (Bactekiller).
- ▶ Razvoj v svetu, predvsem v razvitem, poteka v smeri investiranja na področje visokomodulnih dimenzijsko stabilnih vrst poliestrnih vlaken ter v možnosti recikliranja poliestrnih plastenk in ostalih odpadkov v tekstilne izdelke.

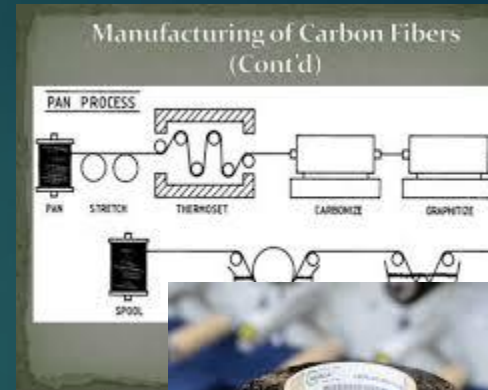
# Poliakrilnitrilna vlakna (PAN)

- ▶ Poliakrilnitrilna vlakna in njihove modificirane oblike uporabljamo na področju tehničnega tekstila zaradi njihove obstojnosti pri visokih temperaturah in UV žarkih. Premorejo podobne lastnosti kot volna, zato jih lahko mešamo v vseh razmerjih.
- ▶ Pripravimo jih s pomočjo polimerizacije akrilonitrila v poliakrilonitril in z izpredanjem v vlakna po suhem ali mokrem postopku. Orlon vlakna imajo zvonasto obliko prečnega preseka vlakna, proizvaja jih Dupont po suhem postopku, pri katerem topilo odparijo. Acrilan vlakna proizvajalca Monsanto in Courtelle vlakna proizvajalca Acordis izpredajo po mokrem postopku; ta vlakna imajo pretežno krožni presek.
- ▶ Uporabljamo jih za filtre za čiščenje zraka in odpadnih plinov iz termoelektrarn, za zaščitna oblačila in ponjave, transportne trakove ipd. Njihov pomen se zmanjšuje zaradi razvoja aramidov, visokozmogljivih PES in PO. Nove možnosti razvoja ponujajo določene lastnosti poliakrilnih vlaken, kot na primer lastna (notranja) poroznost, kar omogoča vključitev bioloških ali kemičnih reagentov v strukturo vlakna.





- ▶ Najpomembnejše vrste poliakrilnih vlaken so klasična PAN vlakna s specialnimi lastnostmi: oksidacijsko stabilizirana PAN vlakna (Preox), specialno modificirana PAN vlakna (Dorcolor) in modakrilna vlakna (Velicren FR).
- ▶ Poliakrilnitrilna vlakna so pomembna tudi pri proizvodnji ogljikovih vlaken, saj služijo kot prekurzna (predhodna) vlakna pri postopku toplotne obdelave do ogljikovih vlaken.
- ▶ Kemijsko modificirana PAN vlakna, kjer uporabimo kopolimerna vlakna, sestavljena iz akrilonitrila in vinil klorida – modakrilna vlakna – vsebujejo v svoji molekularni strukturi klorove atome, ki zavirajo gorenje – po odstranitvi izvora ognja vlakna prenehajo goreti (FR modakrilna vlakna: Velicren FR, proizvajalec Montefibre).



### MODACRYLIC

- Mod acrylic fibers are either dry spun or wet spun
- Soft
- Resilient
- Easy to dye to bright shades
- Abrasion resistant
- Flame resistant
- Quick drying
- Resistant to acids and alkalis
- Shape retentive

**END USE**

- **Apparel:** Deep pile coats, trims and linings, simulated fur, wigs and hair pieces, children's sleepwear, career sportswear
- **Fabric:** Fleece, knit pile fabric backings, nonwovens
- **Home Furnishings:** Awnings, blankets, carpets, flame-resistant draperies and curtains, scatter rugs
- **Other Uses:** Filters, industrial fabrics, paint rollers




# PO vlakna

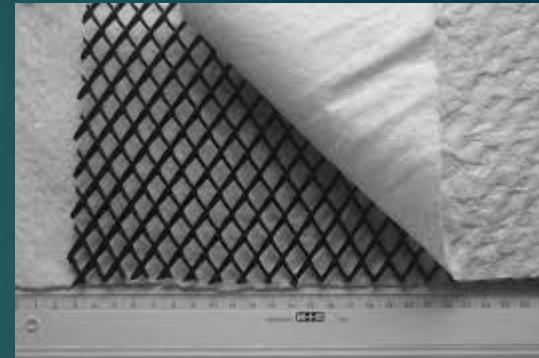
Proizvodnja in uporaba PO vlaken, predvsem polipropilenskih (PP) in polietilenskih vlaken (PE), sta se v zadnjih letih najbolj povečali; PO vlakna so danes med najbolj razširjenimi tehničnimi vlakni v Evropi. Proizvodnja v svetu narašča 5-6% letno, za tehnične namene uporabljamo okoli 55% proizvedenega PP v Evropi, preostalo uporabimo za izdelavo preprog, oblačil in pohišvenega tekstila. Pomembni razlogi za hitro rast proizvodnje oz porabe PO vlaken so naslednji: nizka cena, enostavna proizvodnja – predvsem zaradi sorazmerno nizke temperature ekstrudiranja lahko pripravimo netkane tekstilije z direktnim ekstrudiranjem; odpornost na abrazijo, nizka adsorpcija vlage in nizka gostota.

PO vlakna, ki imajo srednje dobre mehanske lastnosti, pripravimo s pomočjo adicijske polimerizacije etilena ali propilena po talilnem ekstruzijskem postopku. S posebnimi postopki izdelave in predelave PE in PP dobimo vlakna z izredno visoko trdnostjo in nizko razteznostjo (npr. Betelon CF Multistrong, Vegon). To dosežemo z visokim raztezanjem po predenju ali s hidrostatičnim predenjem gela.

Tako so makromolekule PO pretežno ravne, nerazvejane, zato so vlakna toga. PE premorejo srednje dobre mehanske lastnosti. Poznamo PE z nizko gostoto in z visoko gostoto, oboja premorejo srednje dobre mehanske lastnosti, njihova temperatura taljenja je 110 oziroma 140°C. PP dosejajo boljše mehanske in toplotne lastnosti; pri 140°C ohranijo še velik delež mehanskih lastnosti, preden se pri 170°C stalijo.



- ▶ PO vlakna uporabljamo za armiranje krhkih matric, za vrvi (so lažja od vode, zato vrvi plavajo na vodi), za hrbtno stran preprog, geotekstilije (iglane netkane tekstilije so poceni ter odporne na kisline in baze) in umetne športne podlage. PO v obliki filamentov oziroma netkanih tekstilij uporabljamo za filtre, avtomobilske preproge in oblazinjenje.
- ▶ Slabost PO vlaken je nizka toplotna obstojnost in popolna hidrofobnost, zato jih uporabljamo kot vezivna vlakna pri pripravi viskoznih netkanih tekstilij za higienske namene.





# Polivinilalkoholna vlakna (PVA)

- ▶ Ta vlakna se lahko zelo razlikujejo glede na topnost in tudi preostale lastnosti (Newlon, Unitik). Vlakna, ki so topna v vodi, uporabljamo za vgrajevanje v izdelke in kasnejše odtapljanje oziroma v medicini, medtem ko lahko visokotrдна in v vodi netopna vlakna uporabljamo za ribiški pribor ipd.



# Elastanska vlakna

- ▶ Elastanska vlakna so pripravljena na osnovi elastomernih polimerov z najmanj 85% segmentov poliuretana, raztegnejo se lahko 6- ali večkrat. Industrijska proizvodnja se je začela leta 1959 (Lycra, DuPont). Lahko se uporabljajo v povezavi z večino naravnih ali sintetičnih vlaken za pripravo tkanin ali pletenin.



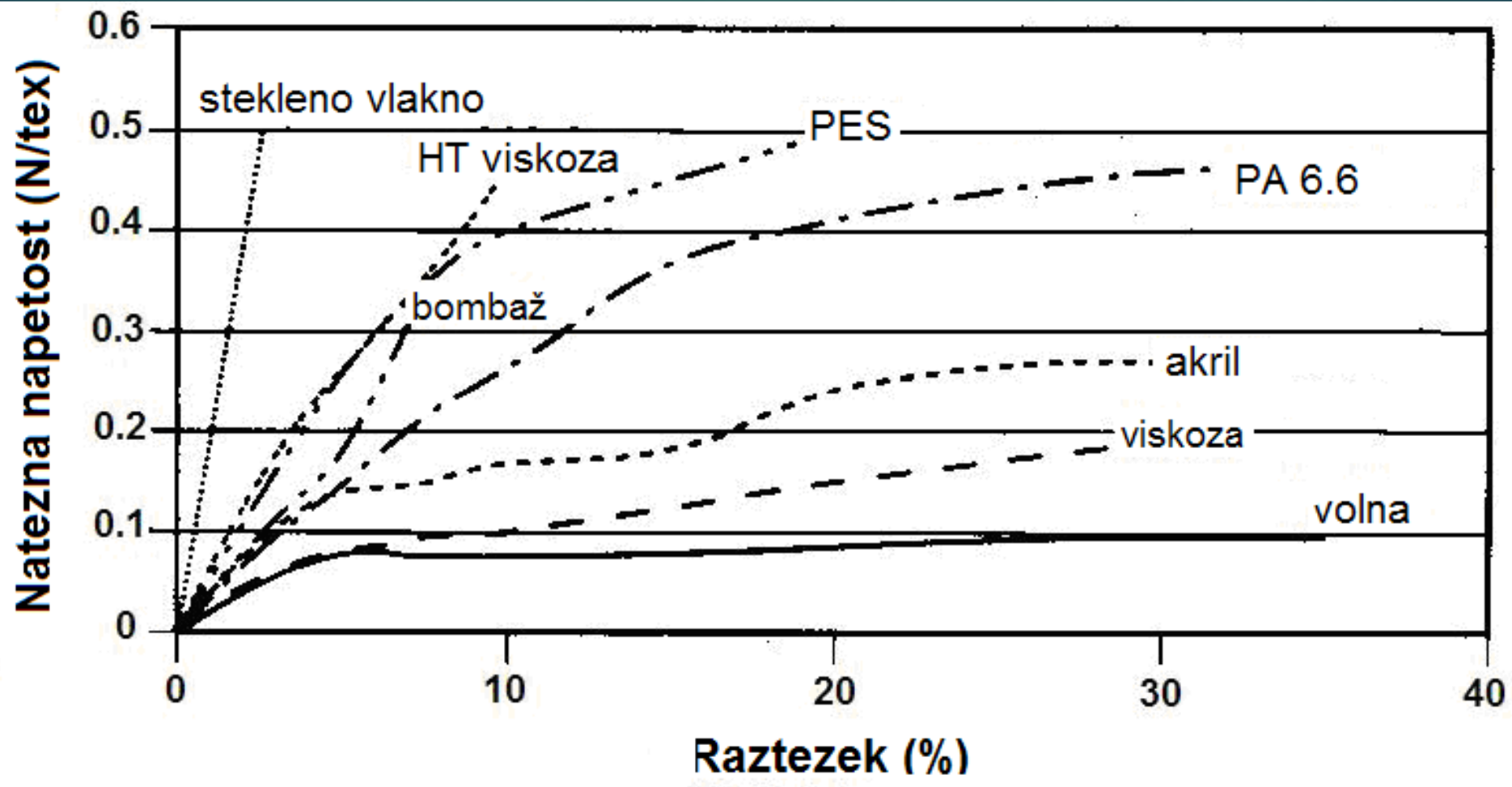



Diagram natezne trdnosti/raztezka za nekatera konvencionalna vlakna

## 2.1.4 Ostala sintetična vlakna

- ▶ Spodaj navedena vlakna pogosto uvrščamo med posebna organska vlakna oz. visokozmogljiva vlakna. V to skupino prištevamo vlakna iz organskih polimerov, katerih začetki segajo v 60. leta 20. stoletja, pri čemer se je zadnjih 20 let njihov razvoj izjemno pospešil, zato premorejo posebne mehanske, toplotne, kemične ali električne lastnosti. Imajo različne kemijske sestave, zato se razlikujejo tudi po lastnostih.
- ▶ Vsa vlakna imajo visoko temperaturo steklastega prehoda, visoko temperaturo termičnega razkroja in se težko vnamejo. Trajna temperatura okoli 180°C le malo vpliva na njihove lastnosti. Šele pri temperaturi nad 250°C začnejo intenzivneje izgubljati trdnost, v območju 450–500°C pa se pričnejo razkrajati.
- ▶ Nekatera vlakna dosegajo poleg toplotne obstojnosti in slabe gorljivosti tudi visoke trdnosti in module elastičnosti. Kemično so to aromatski poliamidi ali aromatski poliamidi z vgrajenimi heterocikli, poliheterocikli ter lestvičasti polimeri iz aromатов in heterociklov. Vlakna pridobivamo iz monomerov s polikondenzacijo, predemo iz raztopin in raztezamo.

- ▶ Njihove lastnosti so posledica kemične strukture. Ker so ti polimeri sestavljeni pretežno iz aromatskih obročev (Nomex – poli-meta-fenilen-isoftalamidi – oz. Kevlar – poli-para-fenilen-tereftalamidi), ki so v nekaterih primerih prekinjeni s heterocikličnimi obroči (ATF 2000, Kermel – poliimidamidna vlakna, PBI – polibenzimidazolna vlakna), so molekule resonančno stabilizirane, tališče je pomaknjeno navzgor (običajno nad temperaturo termičnega razkroja), izboljšani sta tudi trdnost in togost polimera.
- ▶ Povezovanje aromatskih polimerov s pomočjo heterociklov v zamreženo strukturo še poveča togost, zaradi visoke resonančne stabilnosti aromatskih obročev pa je visoka tudi temperaturna obstojnost. Nizka vsebnost vodika v polimerih pripomore k visoki toplotni obstojnosti in negorljivosti.
- ▶ Vlakna so bila razvita za potrebe letalstva in aeronavtike. Uporabnost posameznih vlaken določajo njihove lastnosti in cena. Uporabljajo se za izdelavo filtrov, oblog za kalandre in stiskalne valje, kot izolirni material, za transportne trakove, visokotrdne tehnične tkanine, za zaščitne obleke proti ognju, vročini in agresivnim kemikalijam, v vojaške namene, kot utrjevalni (armirni) material v različnih kompozitih (gumi, plastičnih masah, cementu, kovinah).



- 
- ▶ 95% organskih vlaken, ki se uporabljajo za tehnične tekstilije, še vedno predstavljajo “konvencionalna“ vlakna; ostalih 5% vlaken za tehnične tekstilije pa lahko razdelimo na:
    - ▶ • visokotrдна in visokomodulna organska vlakna;
    - ▶ • organska vlakna, odporna na kemikalije in visoke temperature;
    - ▶ • visokozmogljiva anorganska vlakna;
    - ▶ • ultrafina in nova vlakna.

- ▶ Visokotrdna in visokomodulna organska vlakna lahko pripravimo na dva načina. Po prvem lahko modificiramo postopek priprave vlaken, tako da dobimo vlakna z visoko orientacijo molekul in visoko kristaliniteto. Za ta namen lahko uporabimo ravne in gibljive molekule PE, ki jih oblikujemo v vlakno s pomočjo gelskega predenja. Pripravimo nizke koncentracije polimernih molekul z velikimi molekulskimi masami, oblikujemo po gelskem postopku (vlakno raztezamo, ko je še v obliki gela), in tako dobimo vlakna z visoko trdnostjo ter visokimi moduli.
- ▶ UHMWPE (PE vlakna ultravisoke molekulske mase), Dyneema in Spectra so najbolj trdna vlakna (hkrati so kemijsko inertna, odporna na obrabo, imajo nizko gostoto); tali se pri 150°C in toplotno razgradijo pri 350°C.
- ▶ Drugi način za izboljšavo mehanskih lastnosti pri sobnih in pri povišanih temperaturah je uporaba vlaken, zgrajenih iz togih polimernih verig. Za ta namen lahko uporabimo para-aramidne kopolimere ali para-fenilen-tereftalamidne (p-aramid) polimere. Molekulska masa teh polimerov znaša okoli 20 000; vlakna so sestavljena iz togih aromatskih polimernih molekul, ki so med sabo tridimenzionalno povezane z vodikovimi in elektrostatičnimi vezmi (Kevlar, Kevlar 29, Kevlar 49, Kevlar HT, Kevlar HM proizvajalca DuPont in Twaron proizvajalca Acordis).


- ▶ Med organska vlakna, ki so odporna na kemikalije in visoke temperature, uvrščamo meta-fenilen izoftalamidna vlakna (m-aramid), kjer zaradi različnih položajev amidnih skupin nastane »cik-cak« struktura, kar onemogoča popolno kristalizacijo. Nomex vlakna proizvajalca DuPont in Conex vlakna proizvajalca Teijin so odporna na visoko temperaturo, dosegajo visoko temperaturo razpadanja, preden se stalijo, ter visok LOI (29). Uporabljamo jih predvsem za pripravo zaščitnih oblačil za gasilce in delavce ter za ostala zaščitna sredstva
- ▶ Aromatska vlakna, ki jih pripravimo s pomočjo oblikovanja iz taline in vsebujejo para-fenilenski obroč, imajo visoko tališče, vendar niso primerna za izdelavo oblačil za zaščito, saj so neugodna za kožo (oblačila so neudobna). Uporabljamo jih predvsem za filtracijo. Taka vlakna so polieter eter ketonska (PEEK), polieter ketonska (PEK) in poli-p-fenilen sulfidna (PPS) vlakna.
- ▶ Poliheterociklična vlakna, kot je polibenzoimidazol (PBI) proizvajalca Hoechst-Celanese, ter oksidirana poliakrilnitrilna vlakna, ki so 3D zamrežena vlakna, obstojna na razpad pri povišani temperaturi in pirolizi pri 300°C (Panox vlakna proizvajalca SGL), dosegajo zelo visok LOI, namreč 41 in 55. Preglednica 2-2 prikazuje LOI vrednosti nekaterih organskih vlaken, ki so odporna na visoke temperature.



Preglednica 2-2: LOI vrednosti in trdnosti nekaterih vlaken za tehnične tekstilije.


<b>Komercialno ime vlakna</b>	<b>Proizvajalec</b>	<b>LOI* (%)</b>	<b>Trdnosti (GPa)</b>
Nomex	DuPont	29	0,67
Conex	Conex	29	0,61
Kernel	Rhone-Poulenc	31	0,53
Inidex	Courtaulds	43	0,12
PBI	Hoechst-Celanese	41	0,39
PANOX	SGL	55	0,25
PEEK	Zyex	42	
PPS	Phillips	34	0,54

\* LOI: limiting oxygen index = minimalni delež kisika v zraku, ki še zagotavlja gorenje.

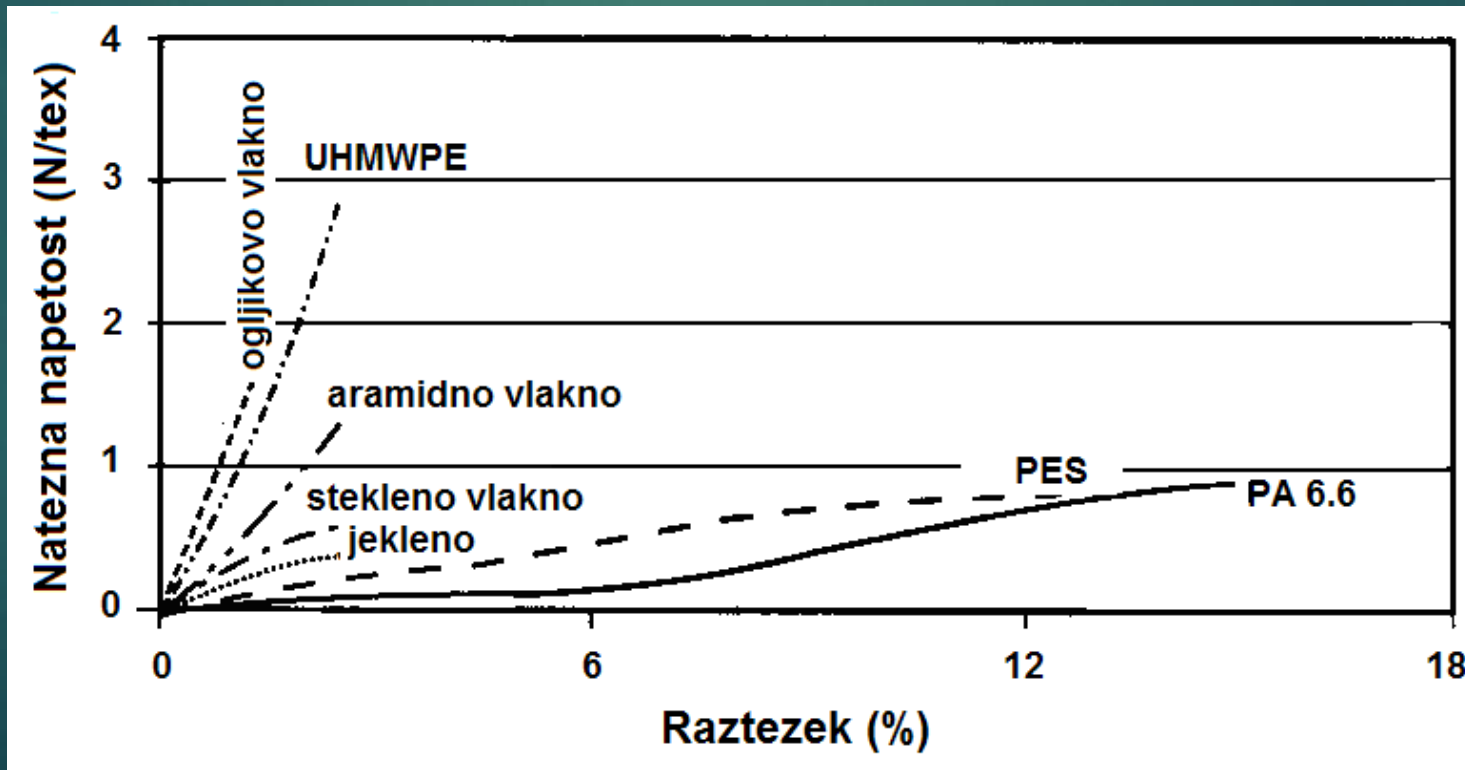
- 
- ▶ Teflonska vlakna – politetrafluoretilenska vlakna (PTFE) imajo visoko kemično in toplotno obstojnost in nizki torni koeficient; kljub težki predelavi se vedno znova preizkušajo nove metode izdelave vlaken in filamentnih prej za specialno uporabo: za agresivne in vroče medije, v elektroindustriji, saj so dober izolator, v medicini za učvrstitvev PES vlaken. So najobstojnejši polimer. Njihov konkurent so aramidna vlakna.

## 2.1.5 Anorganska vlakna

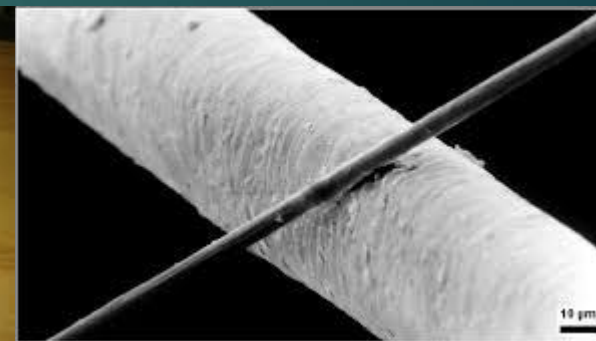
- ▶ Za vsa organska vlakna je značilno, da proces njihove razgradnje poteka že pri temperaturah pod 500°C. Zato morajo biti vlakna, namenjena uporabi pri visokih temperaturah, sestavljena iz anorganskih snovi. Po strukturi delimo anorganska vlakna na amorfna, polikristalina in enokristalina (enojni kristali). Polikristalino vlakno tvori veliko število skupaj zraslih kristalov anorganskih spojin. Enokristalino vlakno tvori enojni kristal. Viskerji so kristali (eno- ali poli-), ki rastejo v dolžino.
- ▶ Po izvoru so lahko naravna (npr. azbest, ki je zaradi ekoloških in zdravstvenih razlogov prepovedan) in kemična (industrijsko pridobljena).
- ▶ Na trgu se pojavljajo anorganska vlakna v obliki vlaken (steklena volna), filamentne preje, pramenov, monofilamentnih niti, mrež, tkanin ter pletenin.

- 
- ▶ Najpomembnejše vrste anorganskih vlaken:
    - ▶ • kovinska vlakna,
    - ▶ • kovinska amorfna vlakna (Belfour – Unikita),
    - ▶ • steklena vlakna iz različnih vrst silikatov,
    - ▶ • keramična vlakna (kremenova, žlindrina vlakna, vlakna iz kovinskih oksidov –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ),
    - ▶ • grafitna in ogljikova vlakna,
    - ▶ • vlakna iz kalijevega titana,
    - ▶ • silicijeva vlakna (Astroquarz).

- ▶ Kemična anorganska vlakna pridobivamo iz različnih anorganskih spojin, le ogljikova vlakna pridobivamo iz poliakrilnitrila, viskoze ali raznih smol.
- ▶ Anorganska vlakna so bistveno trdnejša kot njihovi osnovni nevlaknati materiali. Odporna so proti raztezanju – imajo visok modul, raztezki so nizki in skoraj popolnoma elastično povratni, trdnosti niso visoke, pogosto so vlakna krhka (slika 2-2). Dosegajo dobre kemične in toplotne obstojnosti.



- ▶ Ogljikova vlakna (CF)
- ▶ Ogljikova vlakna najpogosteje uporabljamo za učvrstitvev kompozitnih materialov, s čimer dosežemo visoko trdnost in visoke module materiala, kar je zelo pomembno pri izdelavi npr. motorjev vesoljskih plovil, rezervoarjev za gorivo, sestavnih delov ohišja za športne avtomobile in tekmovalnih koles. Na področju proizvodnje ogljikovih vlaken prevladuje Japonska, ki skupaj s svojimi partnerji letno proizvede 1500–2000 ton vlaken (Tenax, Grafitex). Večino ogljikovih vlaken proizvedejo z oksidacijo poliakrilonitrilnih vlaken.





- ▶ Azbestna vlakna (AS)
- ▶ So naravna anorganska vlakna, oblikovana kot tanka vlakna. Azbest je naraven kovinski silikatni mineral. Zaradi atomskih vezi vzdolž silikatnih verig, veliko močnejših od ionskih vezi, ki povezujejo verige v večje komplekse, lahko te naravne silikate lomimo vzporedno s smerjo verige, s čimer ustvarimo vlaknato strukturo.
- ▶ Azbestna vlakna je mogoče presti in tkati v ognjevarno tkanino za varnostna oblačila, zavese, za zavorne obloge in podobno, ali jih oblikovati v bloke. Širok spekter uporabe jim omogoča njihova toplotna obstojnost, saj imajo tališče pri 1 200–1 400°C, ter kemijska in električna odpornost. Vlakna imajo svilen sijaj.
- ▶ V sedemdesetih letih so ugotovili, da kratka azbestna vlakna povzročajo bolezni dihal in pljučni rak, zato jih nadomeščamo z manj nevarnimi prožnimi vlakni, denimo aramidi.



# Ultrafina in nova vlakna

- ▶ Ultrafina vlakna (mikrovlakna) so vlakna ali filamenti s finostjo največ 1,0 dtex. Običajno so vlakna izdelana iz PES (le redko iz PA). Razvili so jih zaradi naslednjih lastnosti:
  - ▶ • so lahka, vodonepropustna (30 000 filamentov/cm);
  - ▶ • visoka površinska adsorpcija – čistilne krpe, tekstil v elektronski industriji;
  - ▶ • materiali, ki preprečujejo bakterijam prehod skozi material – bariera za bakterije;
  - ▶ • imitacija usnja.
- ▶ Nekateri novejši načini uporabe mikrovlaknen:
  - ▶ • Solar-Aloha vlakno (proizvajalca: Descente in Unitika, Japonska) – adsorbira svetlobo valovne dolžine manj od  $2\mu\text{m}$ , ki se zaradi prisotnosti cirkon karbida prevede v toploto;
  - ▶ • termokromna vlakna (Toray), vlakna prevlečena z mikrokapsulami, ki vsebujejo barvila, občutljiva na toploto;
- ▶ Cripny 65 je dišeče vlakno (proizvajalec: Mitsubishi Rayon), snovi, ki oddajajo prijetne vonjave, so izolirane v porah votlih PES vlaken. Podoben učinek lahko dosežemo, če kapsuliramo eterična olja ali parfume.



Preglednica 2-4: Vrednosti za natezno trdnost, module in raztezek nekaterih najbolj razširjenih tehničnih vlaken [4].

Konvencionalna vlakna	Visokotrdna in visokomodulna organska vlakna	Kemijsko in toplotno obstojna vlakna	Visokozmogljiva anorganska vlakna	Ultrafina in nova vlakna
<p><u>Naravna:</u> bombaž, volna, svila, juta itd.</p> <p><u>Regenerirana:</u> viskoza, acetatna vlakna itd.</p> <p><u>Sintetična:</u> PA, PES, PO, PAN, PU itd.</p>	<p><u>Para-aramidi:</u> - Kevlar (DuPont), - Twaron (Acordis).</p> <p><u>Visokozmogljiva polietilenska vlakna:</u> - Dyneema (DSM) in - Spectra (Aliled Signal).</p>	<p><u>Meta-aramidi:</u> - Nomex (DuPont), - Conex (Teijin).</p> <p><u>Oksidirana PAN vlakna:</u> Panox (SGL).</p> <p><u>Ostala:</u> - aromatični polimeri, - polieter eter keton/ PEEK (Victrex in Zytex), - Kernel (Rhodia), - poli-p-fenilensulfid/PPS, - politetrafluoroetilen/ teflon.</p>	<p>- ogljikova, - keramična, - borova, - aluminijeva (Saffil), - visokomodulna silikon karbidna in silikon nitridna itd.</p>	<p>- mikrovlakna, - vlakna, ki absorbirajo sončno energijo, - termokromna vlakna, - vonj sproščujoča vlakna, - antimikrobna vlakna, antistatična negorljiva vlakna itd.</p>
<p><u>Trdnost:</u> 0,1–0,5 N/tex <u>Moduli:</u> 2–18 N/tex <u>Raztezek:</u> 2–7%</p>	<p><u>Trdnost:</u> 1,5–3 N/tex <u>Moduli:</u> 22–150 N/tex <u>Raztezek:</u> 1–8% <u>LOI*</u> : 20–40</p>	<p><u>Trdnost:</u> 1–2 N/tex <u>Moduli:</u> 15–25 N/tex <u>Raztezek:</u> 1–4% <u>LOI*</u> : 23–55</p>	<p><u>Trdnost:</u> 0,5–2 N/tex <u>Moduli:</u> 70–220 N/tex <u>Raztezek:</u> 0–1,5%</p>	<p><u>Trdnost:</u> 0,1–0,4 N/tex <u>Moduli:</u> 2–15 N/tex <u>Raztezek:</u> 2–17%</p>

\*LOI: limiting oxygen index = minimalni delež kisika v zraku, ki še zagotavlja gorenje.

## 2.2 PODROČJA IZDELKOV TEHNIČNEGA TEKSTILA GLEDE NA NAMEN UPORABE

Techtextil, vodilni mednarodni sejem tehničnih tekstilij (Frankfurt, Nemčija), je razdelil tehnične tekstilije glede na namen njihove uporabe na 12 glavnih področij:



**Tekstilije za transportna sredstva (Mobiltech):** cestna, ladijska, železniška, zračna in vesoljska prometna sredstva.



**Industrijske tekstilije (Indutech):** filtracija, industrijsko čiščenje, strojno inženirstvo, kemijska industrija in druga industrijska področja.



**Medicinske in higienske tekstilije (Medtech):** higiena (proizvodi za nego in higieno) in medicina.



**Tekstilije za dom in gospodinstvo (Hometech):** tehnične komponente za pohištvo, sedežne garniture, gospodinjske tekstilije ter talne in stenske obloge.



**Tekstilije v oblačilni industriji (Clothtech):** tehnične komponente za obutev, oblačila in galanterijo.



**Tekstilije v kmetijstvu (Agrotech):** kmetijstvo (poljedelstvo in živinoreja), hortikultura in vrtičkarstvo, gozdarstvo, ribištvo.



**Tekstilije v gradbeništvu (Buildtech):** gradnja in konstrukcije (gradbeništvo – visoke gradnje in arhitektura); membrane, lahke konstrukcije, inženirsko in industrijsko gradbeništvo, začasne konstrukcije ter notranja oprema.



**Tekstilije za pakiranje (Packtech):** materiali za pakiranje, sistemi za zaščitno pokrivanje, vreče, big-bagi, kontejnerski sistemi.



**Tekstilije za šport in prosti čas (Sportech):** oblačila in obutev za šport in prosti čas, športni rekviziti in športna oprema.



**Tekstilije za zemeljska dela (Geotech):** učvrščevanje in stabiliziranje zemljin, separacija, drenaža, filtracija (gradbeništvo – nizke gradnje).



**Zaščitne tekstilije (Protech):** osebna (zaščitna oblačila) in tehnična zaščita (zaščita naprav, procesov ipd.).



**Tekstilije za varstvo okolja (Oekotech):** zaščita okolja – razmeroma nejasno opredeljeno področje, kjer se prepleta več področij, med drugim tudi industrijskih tekstilij (filtracijski mediji) ter geotekstilij (zaščita pred erozijo).

Poraba tehničnih tekstilij v svetu glede na posamezna področja uporabe je prikazana v preglednici 2-5. Tekstilije za varstvo okolja so pomembno področje tehničnih tekstilij in jih v tej preglednici obravnavamo posebej; ker pa smo jih vključili že v druga področja, npr. med industrijske tekstilije (filtri) ter tekstilije za zemeljska dela (zaščita pred erozijo, geomembrane za zaščito ekološko nevarnih odlagališč), jih v končnem seštevku ne upoštevamo [4].

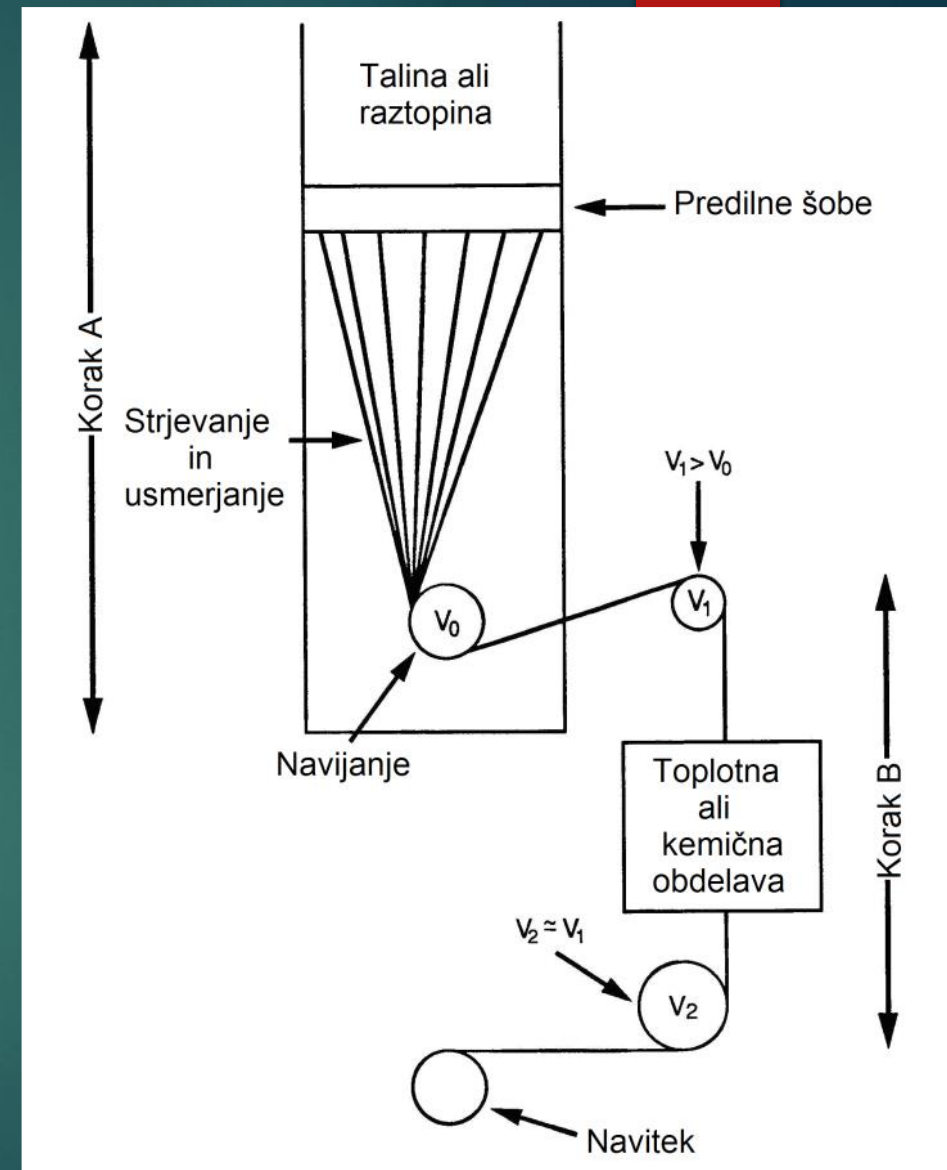
# POSTOPKI ZA IZDELAVO TEHNIČNIH TEKSTILIJ

- ▶ Za izdelavo tehničnih tekstilnih materialov uporabljamo različne konvencionalne stroje, surovinam prirejene konvencionalne stroje in specialne stroje za izdelavo tehničnega tekstilnega materiala.
- ▶ Za pripravo visokozmogljivih vlaken se najbolj uporabljajo naslednje tehnologije :
  - izdelava vlaken po postopku kemijskega predenja,
  - pirolitska pretvorba izhodnih vlaken,
  - kemijska pretvorba izhodnih vlaken in
  - tvorba vlaken iz monokristalov.

# Izdelava vlaken s postopkom kemijskega predenja

- ▶ Pretvorbe polimera v vlakna si, ne glede na končne mehanske in kemijske lastnosti vlaken, delijo naslednje skupne elemente:
  - pretvorba polimerne mase iz trdnega agregatnega stanja v nizkoviskozno talino ali raztopino,
  - prehod filtrirane mase skozi predilne šobe – tvorba vlaken,
  - strjevanje vlaken ter raztezanje ob kontrolirani temperaturi, pritisku in prenosu mase.

- ▶ Spremembe, ki nastanejo pri oblikovanju viskoznozmogljivih vlaken glede na konvencionalno oblikovanje oz. izpredanje, so naslednje:
  - postopek oblikovanja lahko fizično ločimo od postopka koagulacije, s čimer ločeno kontroliramo temperaturo (postopek A in B). To je potrebno pri izpredanju številnih polimerov: aramidov, polibi benzoksazolov idr.;
  - vlakna izpredamo iz raztopin z nizko koncentracijo, s čimer zmanjšamo interakcije med verigami v vlaknu – oblikovanje iz gela. Ta postopek se uporablja pri pripravi viskoznozmogljivih polietilenskih vlaken;
  - glede na izbrane pogoje lahko filamente pripravimo tako z visoko kot z nizko stopnjo orientacije molekul. Dodatno orientacijo lahko dobimo s kasnejšim raztezanjem vlaken, kar dosežemo z odvajalno hitrostjo, ki je višja od relaksacijskega časa molekul. Vlakna lahko tudi segrevamo, s čimer zvišamo morfološko stabilnost med procesom kristalizacije in/ali med relaksacijskim procesom.







# Dodelava tehničnih tekstilij

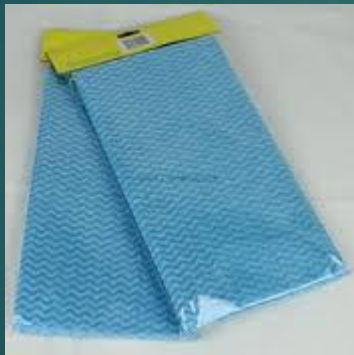
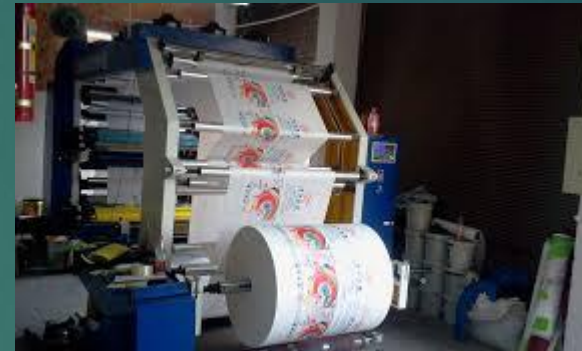



## ▶ 11 Dodelava tehničnih tekstilij

Med postopke, ki se uporabljajo pri dodelavi tehničnih tekstilij, so:

- ▶ barvanje,
- ▶ tiskanje,
- ▶ mehčanje,
- ▶ škrobljenje,
- ▶ nanašanje negorljive, protibakterijske, antistatične, hidrofilne, hidrofobne, vodoodporne apreture ipd.<sup>(7,8,9,47)</sup>

[http://www.slideshare.net/inbound101/  
incubation-centre-for-technical-textile](http://www.slideshare.net/inbound101/incubation-centre-for-technical-textile)





Vsi naštetí postopki dodelave tehničnih tekstilij niso enaki kot pri dodelavi klasičnih tekstilij, temveč se morajo prilagoditi specifični zgradbi tehničnih tekstilij, ki imajo poleg vlaken v svoji strukturi tudi različna utrjevalna veziva.

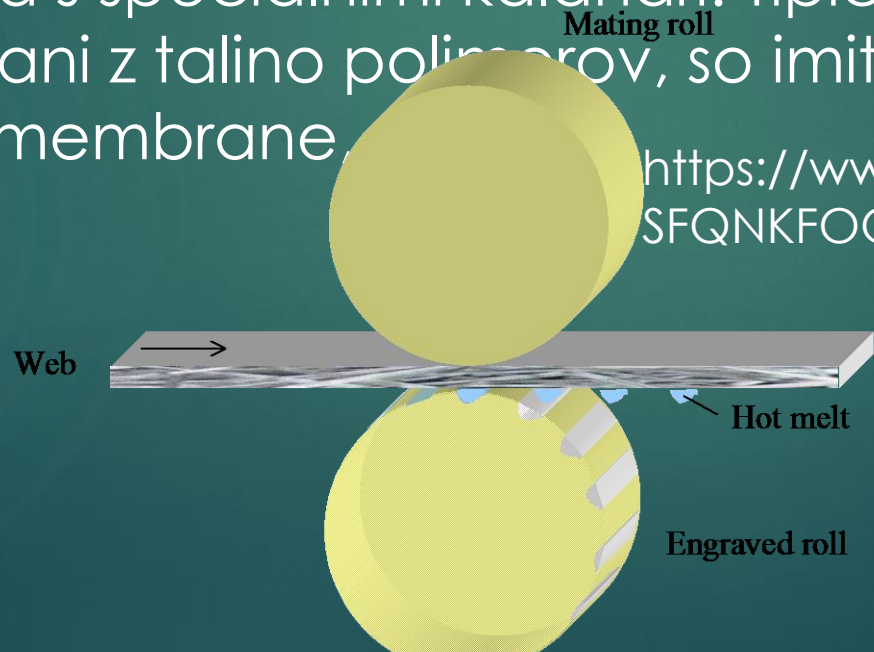
Med najpogostejše postopke dodelave tehničnih tekstilij sodijo:

- ▶ premazovanje - kaširanje z različnimi apreturami,
- ▶ elektrostatično kosmičenje,
- ▶ površinsko stapljanje in
- ▶ mehansko kodranje.

## 11.1 Premazovanje - kaširanje

- ▶ Z različnimi postopki premazovanja utrjenih tekstilij, le - te postanejo neprepustne za tekočine, lahko se na površino doda adheziv, ki omogoči vodoodbojnost, negorljivost itp.
- ▶ Rakli najrazličnejših oblik in v različnih razporeditvah se uporabljajo za premazovanje tekstilij z disperzijami, penami, pastami in plastisoli.
- ▶ Pregradna sredstva, na pritisk občutljivi adhezivi in površinske apreture na umetnem usnju se nanašajo s pomočjo rakla.

- ▶ Točkovno premazovanje z lepilom se lahko izvaja z rotacijskimi tiskarskimi šablonami, ki se uporabljajo za tekstilno tiskanje. Tako se na površino kopenskih tekstilij nanašajo paste iz temoplastičnega prahu, vode in gostila.
- ▶ Direktno tiskanje polimerne taline (hot - melt) za premazovanje tehničnih tekstilij je bilo razvito pred kratkim. Neposredno premazovanje tekstilnih substratov s polimernimi talinami se izvaja s specialnimi kalandri. Tipični izdelki, ki so kaširani z talino polimerov, so imitacije usnja, geomembrane

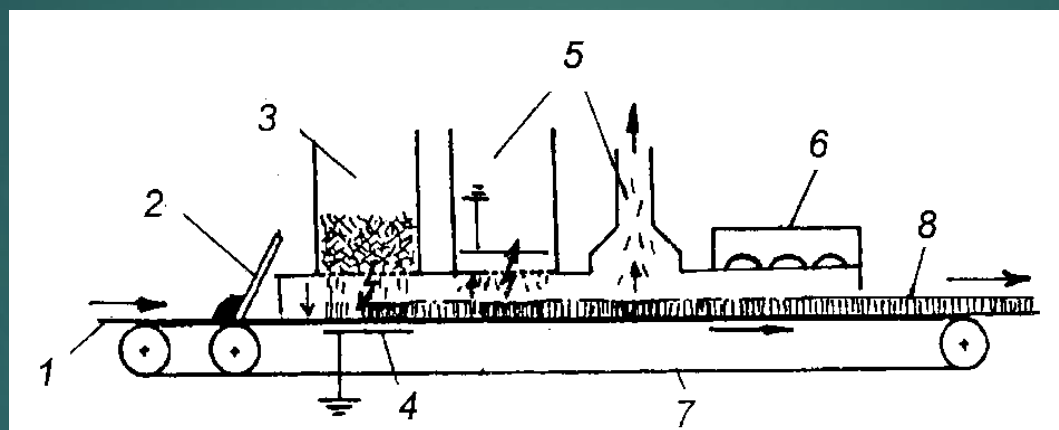


<https://www.youtube.com/watch?v=0jSFQNKFOQc>




## 11.3 Elektrostatično kosmičenje

Kratka viskozna, poliamidna ali poliestrna vlakna dolžine 1 do 2 mm se transportirajo k substratu v elektrostatičnem polju naprave za kosmičenje.



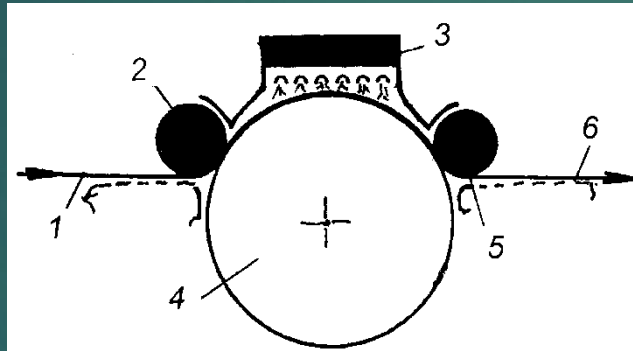
Slika 11.2. Shema naprave za kosmičenje

• *tekstilija z gladko površino* 2- *nanos veziva* 3- *luknjasta posoda s kratkimi vlakni* 4- *elektrostatično polje* 5- *elektrostatično, vakuumsko odsesevalo odvečnih vlaken* 6- *infrardeči grelnik* 7- *transportni trak* 8- *tekstilija z lasasto površino*

- 
- ▶ Primerno dolžinsko in širinsko napeti substrat se prek brezkončnega transportnega traka transportira v področje rakla, kjer se premaže z zgoščenim lepilom.
  - ▶ Kratka vlakna so elektrostatično nabita in se dovajajo skozi luknjano posodo. Vlakna se gibljejo v smeri protielektrode in se zapičijo na plast nanesenega lepila.
  - ▶ Zaradi oblike elektrostatičnega polja so vlakna orientirana navzgor. Odvečna vlakna se odstranijo s pomočjo odsesevala in/ali z elektrostatičnimi silami.
  - ▶ Vezivo v obliki polimerne disperzije se nato strdi v grelni komori in se kosmičena tekstilija navije na blagovni valj.
  - ▶ Na ta način izdelane plastene tekstilije se v glavnem uporabljajo za obutveno, oblačilno in avtomobilsko industrijo.

## 11.4 Površinsko stapljanje

Tekstilije, ki se uporabljajo kot filtrski materiali, se za izboljšanje filtracijskih lastnosti še naknadno obdelujejo s pomočjo infrardeče energije, s katero se zatali - stopi en del površine iglanih tekstilij (slika 11.3.).

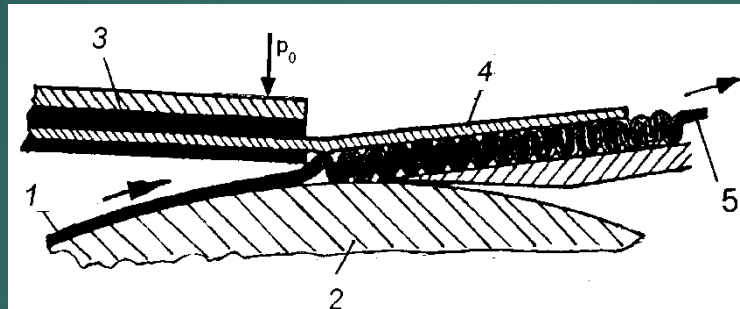


Slika 11.3. Stapljanje površine z infrardečim sevanjem  
1-utrijena tekstilija 2,5- napenjalna valjaj 3- IR- sušilnik 4- transporter  
tekstilije 6- tekstilija z bolj zaprto površino

Stapljanje in zatalitev štrlečih vlaken in enega dela površine iglanih kopenskih tekstilij izdatno izboljša filtracijske lastnosti iglanih tekstilij. Bolj zaprta površina tako dodelane kopenske tekstilije pelje k večji žilavosti le - te in manjši zamašitvi filtra, ker večina filtriranega prahu ostane na površini filtra in se lažje odstrani z mehanskim stresanjem filtra.

## 11.5 Mehansko kodranje

Kodranje omogoča mehansko površinsko obdelavo utrjenih koprenskih tekstilij, kar omogoča izboljšanje estetskih lastnosti in/ali voluminoznosti netkanih tekstilij. Princip mehanskega kodranja netkane tekstilije kaže slika 11.4.



Slika 11.4. Princip mehanskega kodranja  
1- ogrevani valj 2,3- neobdelana, obdelana

Tekstilija se pomika naprej po površini ogrevanega valja v odprtino, ki se nahaja med ogrevanim valjem in sklopom trdih in prožnih zavor, kjer se izvaja mikrokodranje tekstilije, ki po obdelavi omogoča večjo voluminoznost, zgoščenost in prijeten mehek otip tekstilije.

# Plastene tekstilije



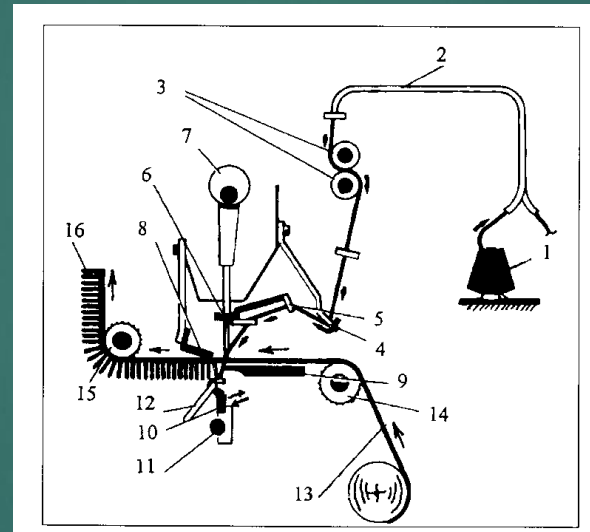
## 10. Plastene tekstilije

- ▶ Plastene tekstilije so sestavljene iz najmanj dveh ploskovnih tvorb, od katerih ima vsaj ena tekstilne značilnosti.
- ▶ Glede na število in vrsto združenih plasti ter vrsto povezave le - teh v plasteno tekstilijo ločimo:
- ▶ taftane preproge,
- ▶ laminatne in kompozitne tekstilije.<sup>(7,8,33)</sup>

## 10.1 Taftane preproge

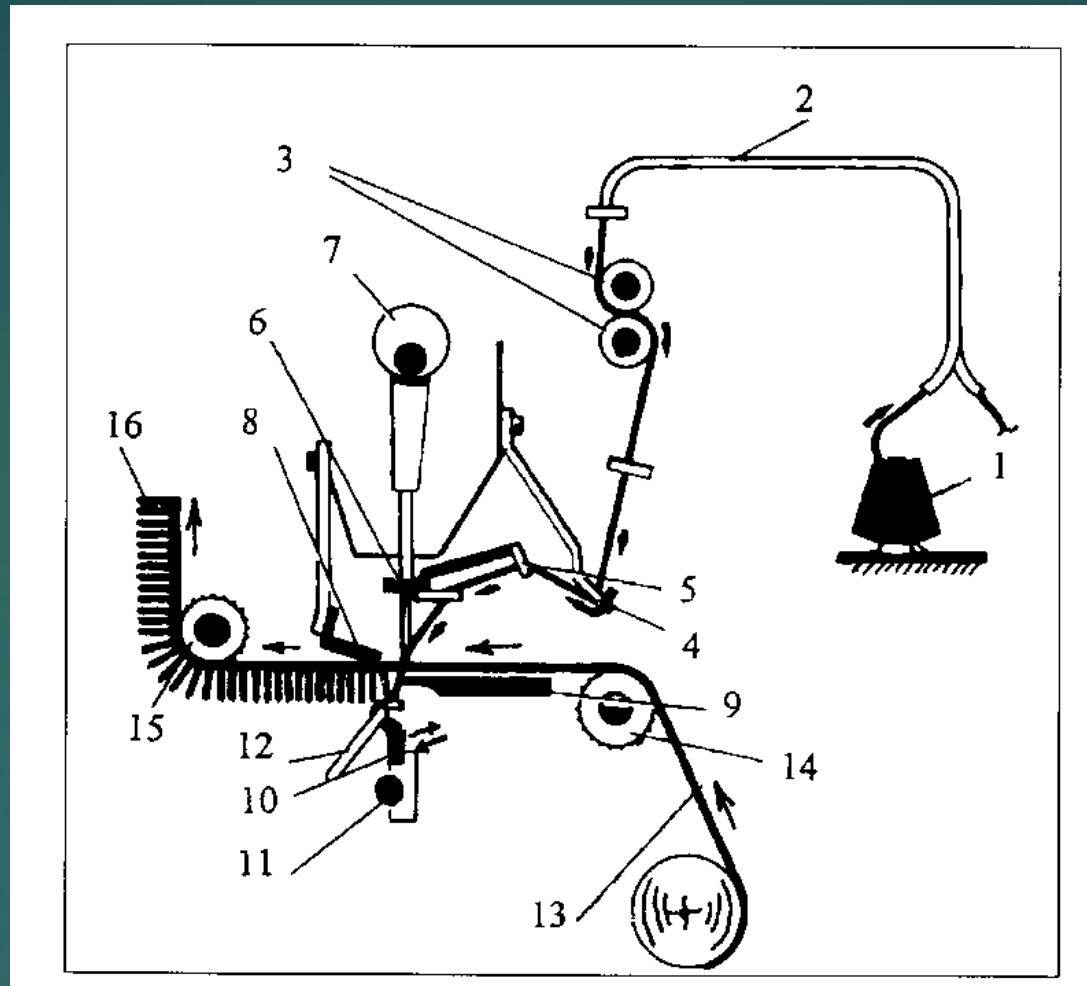
Taftane preproge so plastene tekstilije, ki nastajajo s prebadanjem temeljne tekstilije z očesnimi iglami z nitmi, ki se ne prepletejo s temeljno tekstilijo, toda tvorijo na licu taftane preproge zankasto ali lasasto površino.<sup>(7)</sup>

Stroj za taftanje s kontinuiranim delovanjem sestoji iz delovnih naprav, kot jih kaže slika 10.1.



Slika 10.1. Stroj za taftanje preprog (taftalnik)

1- navitek preje za tvorbo lica preproge 2- cev za vodenje preje 3- rebrasta dovajalna valjčka 4,5- vodilo preje 6- igelna deska z očesnimi iglami 7- ekscentrično gonilo 8- tipalo hrbtne strani taftane preproge 9- luknjana temeljna deska 10- grabilo niti 11- vrtišče grabila niti 12- nož 13- temeljna tekstilija 14,15- dovajalni, odvajalni valji 16- surova taftana preproga



1- navitek preje za tvorbo lica preproge 2- cev za vodenje preje 3- rebrasta dovajalna valjčka 4,5- vodilo preje 6- igelna deska z očesnimi iglami 7- ekscentrično gonilo 8- tipalo hrbtne strani taftane preproge 9- luknjana temeljna deska 10- grabilo niti 11- vrtišče grabila niti 12- nož 13- temeljna tekstilija 14,15- dovajalni, odvajalni valj 16- surova taftana preproga

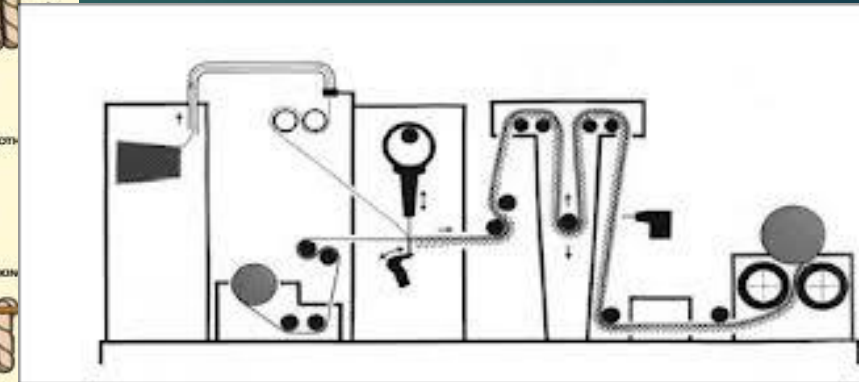
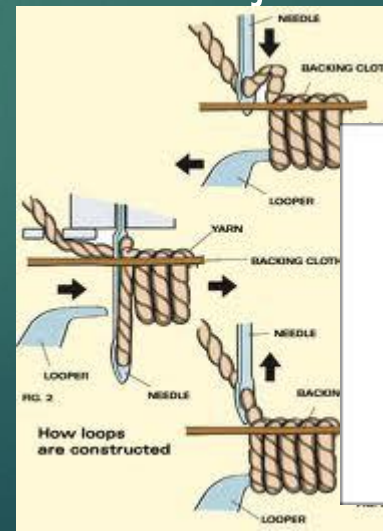
Kot temeljna tekstilija, ki mora imeti veliko prebodno in pretržno trdnost, se najbolj pogosto uporabljajo:

- ▶ jutaste ali PP tkanine iz predivne preje ali iz PP trakov v vezavi platno ali keper, ki so zelo redke, s ploščinsko maso od 100 do 250 g.m<sup>-2</sup> in
- ▶ iglane ali ekstrudirane koprenske tekstilije ploščinske mase od 100 do 250 g.m<sup>-2</sup>.
- ▶ Niti, ki tvorijo lice taftane preproge, so predivne preje, izdelane po mikanem ali polčesanem tehnološkem postopku in teksturirane multifilamentne preje finoče od 2000 do 50 tex iz PAC, PA in PP prediva.
- ▶ Preje, ki se uporabljajo za lice taftane preproge morajo, imeti visoko enakomernost in ne smejo biti navezane z vozi, temveč brezvozelno navezane ali na mestih navezovanja povezane z lepljenjem.

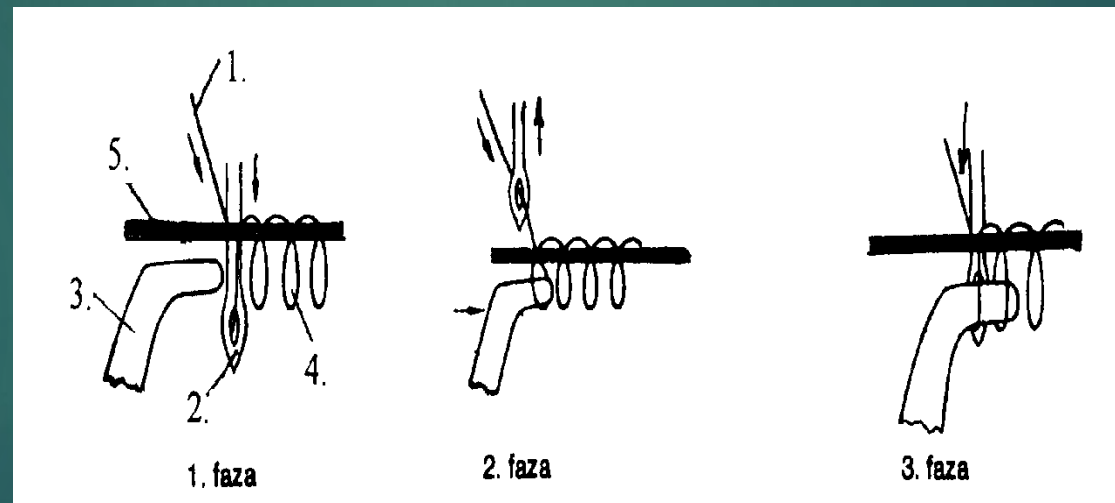




- ▶ Temeljna tekstilija se z blagovnega valja odvija in se s pomočjo rebrastega valja enakomerno razgrne ob podpiranju z luknjasto temeljno desko, dovaja v področje prebadanja taftalnika.
- ▶ Preja za tvorbo lica taftane preproge je navita na križne navitke mase do 5 kg, ki so nataktnjeni na stojalo, ki je locirano za taftalnikom. Odvisno od širine preproge na stojalu je možen natik do 1500 križnih navitkov preje za tvorbo lica taftane preproge.
- ▶ Vsaka izmed niti s križnega navitka se s pomočjo sesala napelje skozi cevko za vodenje posamičnih niti. Rebrasta dovajalna valja za vsako prebadanje očesne igle skozi temeljno tekstilijo dovedejo določeno dolžino preje do očesne igle. Od dovajalnih valjev se posamične niti vodijo skozi vodila preje in se posamično uvedejo v očesne igle s strani, ki je nasprotna legi grabila preje.



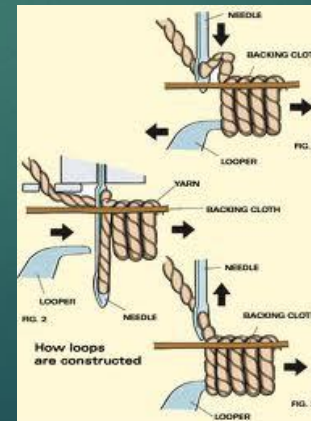
- Očesne igle so združene in fiksirane na igelni deski, ki jo poganja ekscentrično gonilo. Rotacijsko gibanje ekscentričnega gonila omogoča navpično - prečno prebadanje temeljne tekstilije z očesnimi iglami.
- Množica očesnih igel istočasno prebada temeljno tekstilijo v področju, kjer je temeljna tekstilija podpirana in vodena s pomočjo luknjane temeljne deske.
- Vertikalno gibanje igelne deske z očesnimi iglami omogoča prečno prebadanje temeljne tekstilije in tvorbo lica taftane preproge, ki ima zankasto ali lasasto strukturo.
- Potek prebadanja temeljne tekstilije po fazah za tvorbo zankaste strukture na licu taftane preproge kaže slika 10.2.



Slika 10.2. Faze tvorbe zankaste strukture na licu taftane preproge<sup>(7)</sup>

• preja za tvorbo lica taftane preproge 2- očesna igla 3- grabilo preje 4- zankasta struktura 5- temeljna tekstilija

- ▶ **V prvi fazi** očesne igle s prejo prebodejo temeljno tekstilijo. Ko pridejo očesne igle do konca poti prebadanja, se s strani, ki je nasprotna od strani uvajanja preje v očesno iglo, začne premikati grabilo preje, ki ima nalogo, da zadrži prejo v obliki zanke na licni strani taftane preproge.
- ▶ **V drugi fazi**, ko se očesne igle vračajo v začetni položaj, se grabilo preje toliko premakne ob očesni igli, da zadrži prejo v obliki zanke na licu taftane preproge.
- ▶ **V tretji fazi**, ko so očesne igle dosegle najvišjo lego nad temeljno tekstilijo ekscentrično gonilo spremeni smer gibanja očesnih igel in se nadaljuje proces prebadanja temeljne tekstilije z očesnimi iglami.
- ▶ Od frekvence translatornega gibanja igelnice z očesnimi iglami in od hitrosti premikanja temeljne tekstilije v coni prebadanjaje, je odvisna gostota zank na enoto površine taftane preproge.

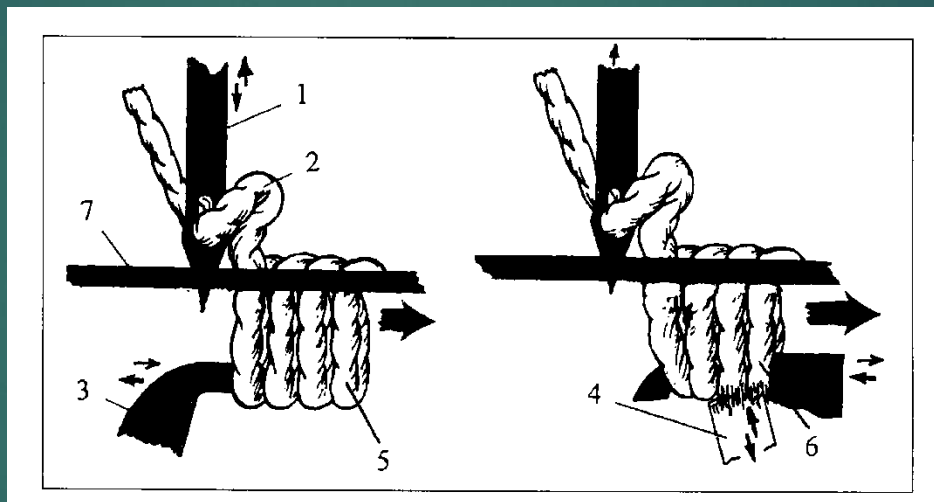








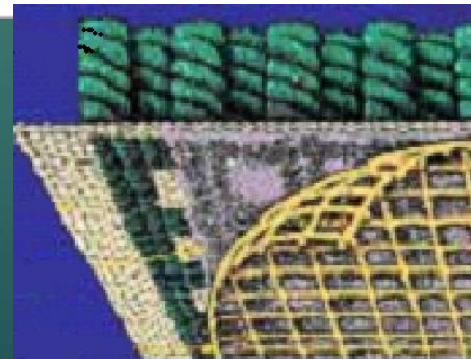
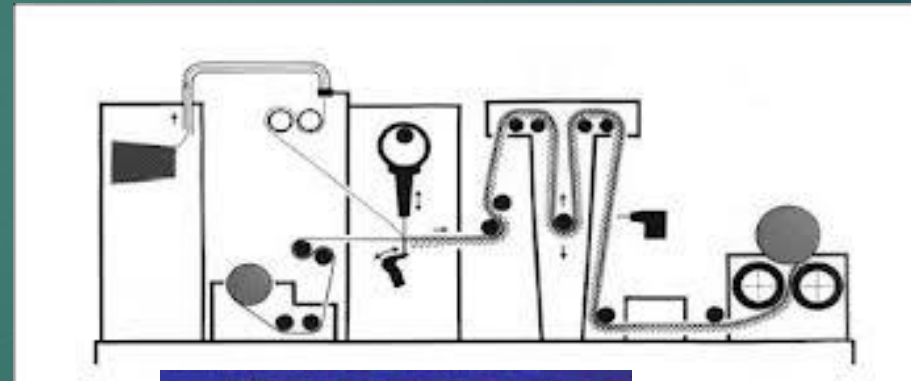
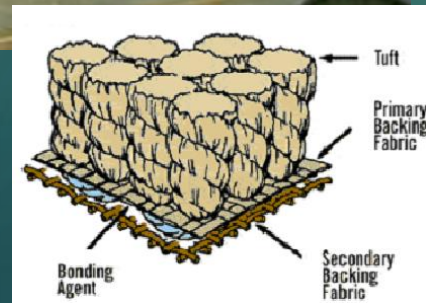
- Višina zank na licu taftane preproge se uravnava z globino prebadanja očesnih igel (odvisno od ekscentričnosti ekscentra) in z uravnavo lege grabila preje.
- Glede zgradbe naprave za prebadanje temeljne tekstilije na taftalniku je možna izdelava zankaste ali lasaste površine taftane preproge (slika 10.3.).



Slika 10.3. Tvorba taftane preproge z zankasto in lasasto površino

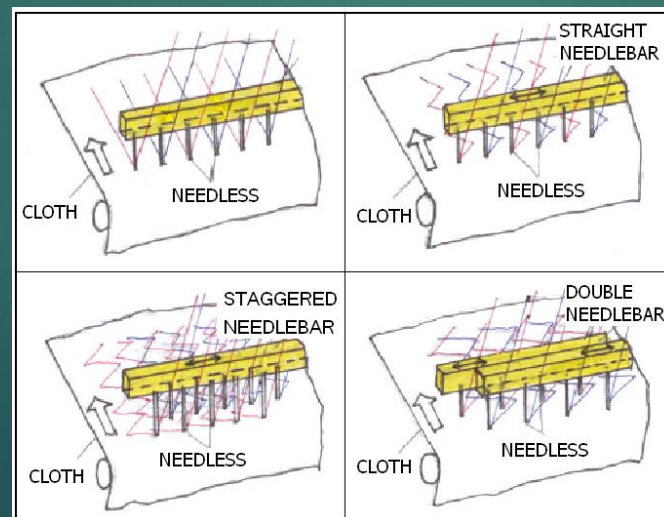
- očesna igla 2- preja za tvorbo lica taftane preproge 3- grabilo preje 4- nož 5,6- zankasta, lasasta površina taftane preproge 7- temeljna tekstilija

- ▶ Če želimo na taftalniku izdelati lasasto površino, potem nože ob vsakem grabilu uravnamo tako, da noži ob grabilu preje režejo zanke in jih prevedejo v lasasto (velur) strukturo.
- ▶ Surovo taftano preprogo s pomočjo rebrastih valjev odvajamo in jo navijemo na cilindrični blagovni valj.



Poleg gladke in enobarvne površine taftanih preprog je možna izdelava različnih vrst vzorčenih taftanih preprog, kot so:

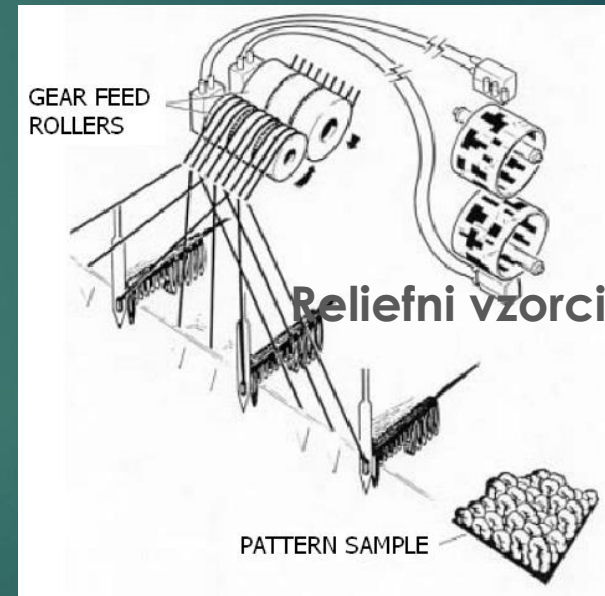
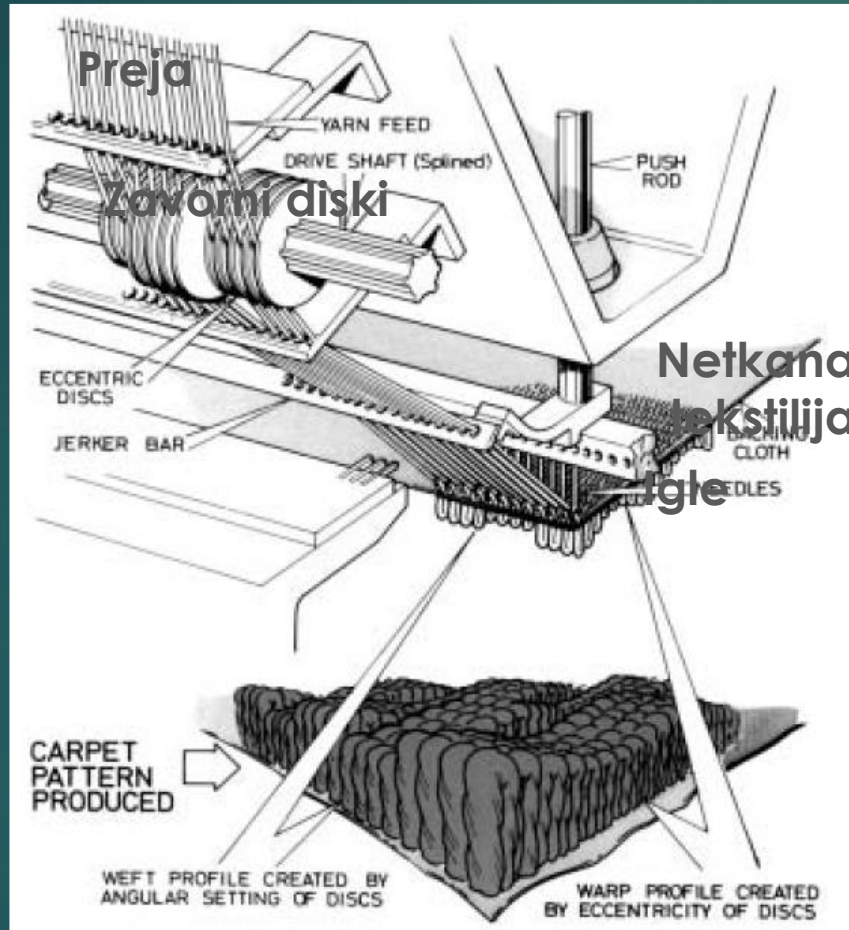
- ▶ cik - cak vzorčenje z možnostjo prečnega premikanja igelnice tja in nazaj, po širini temeljnje tekstilije,



Cik - cak vzorčenje


## Reliefni vzorec

- izdelava reliefnih vzorcev z različno višino zank z dovajanjem različne dolžine preje na prebod s pomočjo vzorčno profilirane geometrije valjčkov za dovajanje preje do očesnih igel,



Preproga z reliefnim vzorcem

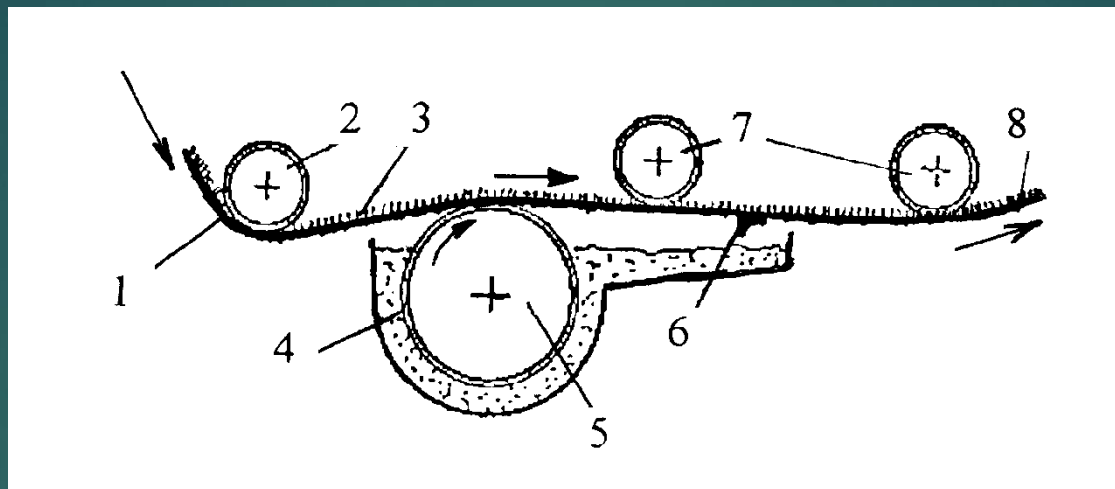


- 
- ▶ tiskanje taftanih preprog in
  - ▶ tiskanje preje za tvorbo lica taftanih preprog.<sup>(7)</sup>
  - ▶ Pri surovi taftani preprogi preja, ki tvori zanke na licu taftane preproge, ni fiksirana na hrbtni strani temeljne tekstilije, ki je nosilna plast taftane preproge.
  - ▶ Surove taftane preproge se uporabljajo samo kot tapiserije, ki visijo na stenah in niso izpostavljene nobenim premikom in deformacijam.

# Taftane preproge - vzorci



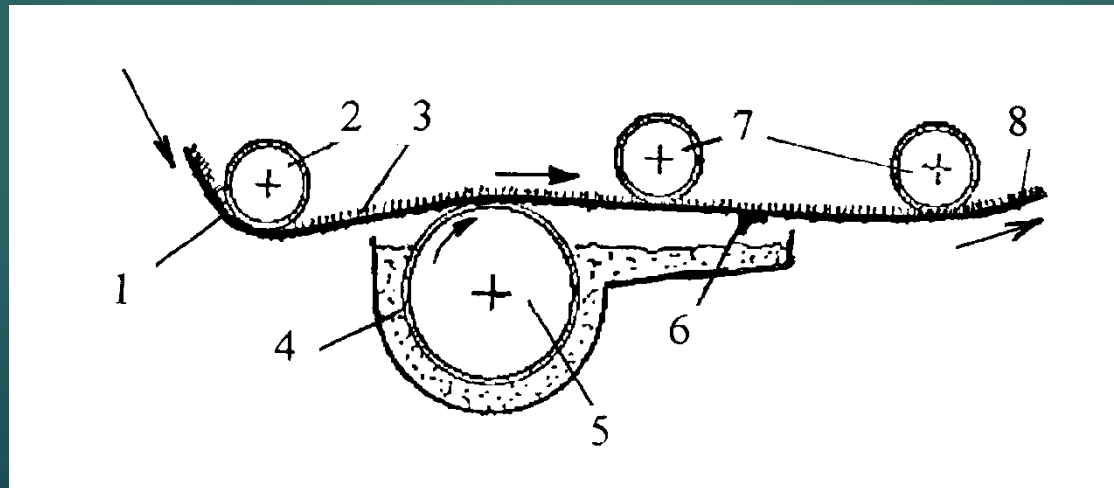
Če želimo taftani preprogi dati primerne mehansko - fizikalne lastnosti, sledi še obvezna dodelava surove taftane preproge s primernim vezivom (slika 10.4.).



Slika 10.4. Nanos veziva na hrbtno stran taftane preproge  
1,3- hrbet, lice taftane preproge 2,7- vodilni valj 4- korito z vezivom  
5- nanašalni valj 6- rakel 8- taftana preproga z nanosom  
veziva na hrbtno stran preproge



- ▶ Z odvijalno napravo na procesni liniji za nanos in fiksiranje veziva dozirno odvijamo surovo taftano preprogo in jo prek vodilnih valjev pravilno usmerjamo proti valju za nanos veziva.
- ▶ Z rotacijo valja za nanos veziva le - ta iz korita z vezivom navzame plast veziva, ki ga v področju dotika valja s hrbtno stranjo preproge prenese na preprogo.
- ▶ S pomočjo vodilnih valjev in pozicioniranja lege rakla, se uravnava debelino plasti veziva, ki naj ostane na hrbtni strani taftane preproge.
- ▶ Taftano preprogo po nanosu veziva razpnemo z iglastim brezkončnim transporterjem in jo uvajamo in vodimo v sušilnik.



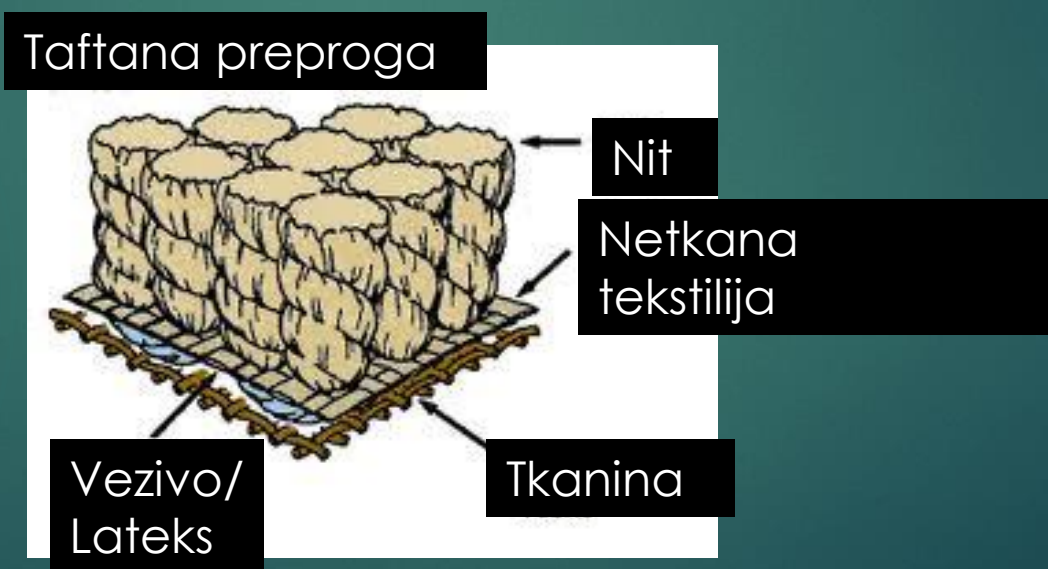


- ▶ Sušilnik ima več sušilnih in eno hladilno komoro, ki s pomočjo vročega zraka temperature  $140^{\circ}\text{C}$ , omogoča segrevanje taftane preproge do temperature  $100^{\circ}\text{C}$ .
- ▶ V sušilniku postopoma izhlapi topilo veziva (voda) in se vezivo preoblikuje v plast filma, ki na hrbtni strani taftane preproge poveže prejo s temeljno tekstilijo in onemogoča paranje preje, ki tvori lice taftane preproge.
- ▶ Po sušenju sledi še hlajenje taftane preproge in dokončno fiksiranje vezi med temeljno tkanino in prejo na hrbtni strani preproge.



Toplozračni sušilnik

- ▶ Posušeno in ohlajeno preprogo, če ima zankasto površino, prek odvajalnih valjev in navijalne naprave navijemo na blagovni valj. Če je taftana preproga z lasasto površino, jo iz sušilnika vodimo še do ščetke, ki dvigne lasasto strukturo in jo s pomočjo rotirajočega spiralnega noža odreže na enakomerno višino lasu.
- ▶ Kot najpogostejša lepila za povezavo preje s temeljno tekstilijo pri izdelavi taftanih preprog se uporabljajo veziva na osnovi naravnega in sintetičnega kavčuka (lateks).



- ▶ Nanos veziva je v obliki goste paste z dodatkom različnih polnil ali pa v obliki penastega nanosa lateksa.
- ▶ Če na hrbtni strani ne zadošča samo nanos plasti veziva, lahko zlepimo še eno plast jutaste ali PP tkanine, koprensko tekstilijo ali celo še eno plast lateksa v obliki pene.
- ▶ Prednosti, ki jih ponuja tehnologija izdelave taftanih preprog v primerjavi s klasičnimi preprogami, so kratek in enostaven tehnološki proces izdelave in visoka proizvodnja, kar posledično omogoča neprimerno nižjo proizvodno ceno taftanih preprog v primerjavi s klasičnimi preprogami.
- ▶ Taftane preproge v veliki meri nadomeščajo uporabo klasičnih preprog pri opremljanju stanovanj, šol, vrtcev, bolnišnic, hotelov in podobnih javnih objektov.<sup>(7)</sup>

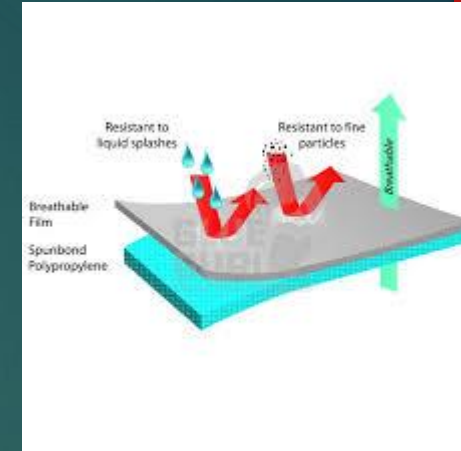
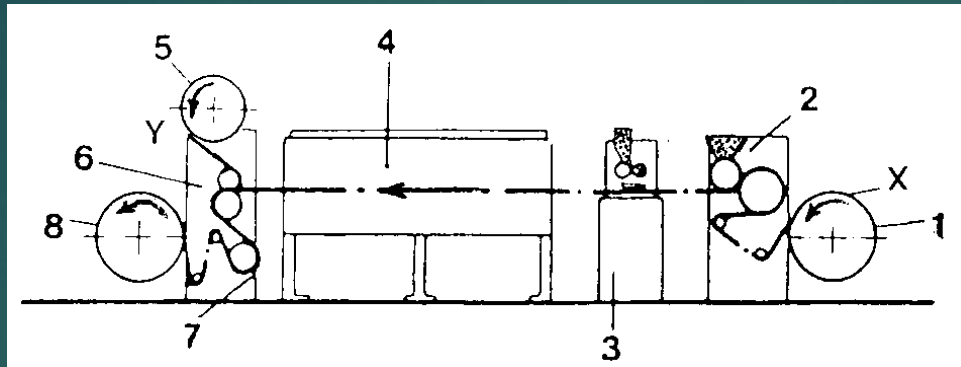


## 10.2 Tehnologije izdelave plastenih tekstilij - laminatov

- ▶ Laminati so sestavljeni iz **najmanj dveh plasti**, od katerih ima vsaj ena tekstilno naravo.<sup>(8,33)</sup> Glede na **število in vrsto združenih plasti** ter glede na **vrsto veziva**, ki poveže le - te v plasteno tekstilijo, lahko kot končni izdelek dobimo različne laminatne tvorbe.
- ▶ Za medsebojno povezavo plasti v plasteni tekstiliji se najpogosteje uporabljajo **prašna, lepilna, flamirana ali specialna vezivno - lepilna sredstva**.<sup>(8)</sup>
- ▶ Glede principa aktiviranja veziva ločimo: **suho, mokro in plamensko aktiviranje veziva**.
  - Kot veziva za povezavo različnih plasti v tekstilni laminat se najpogosteje uporabljajo disperzijska veziva, kot so: stiren - butadienski kopolimeri, akrilatni kopolimeri, polivinil acetati in njegovi kopolimeri, poliuretanske disperzije ipd.



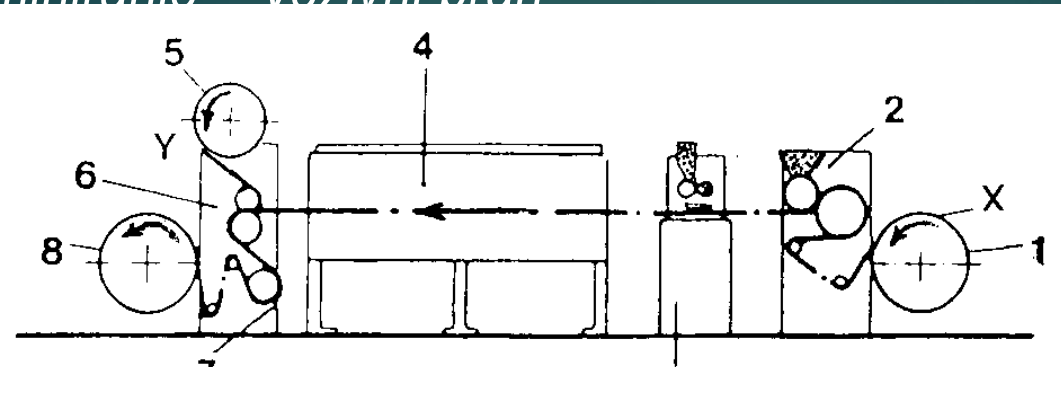
Zgradbo procesne linije za izdelavo laminata z nanosom in aktiviranjem suhega veziva - praha kaže slika 10.5.



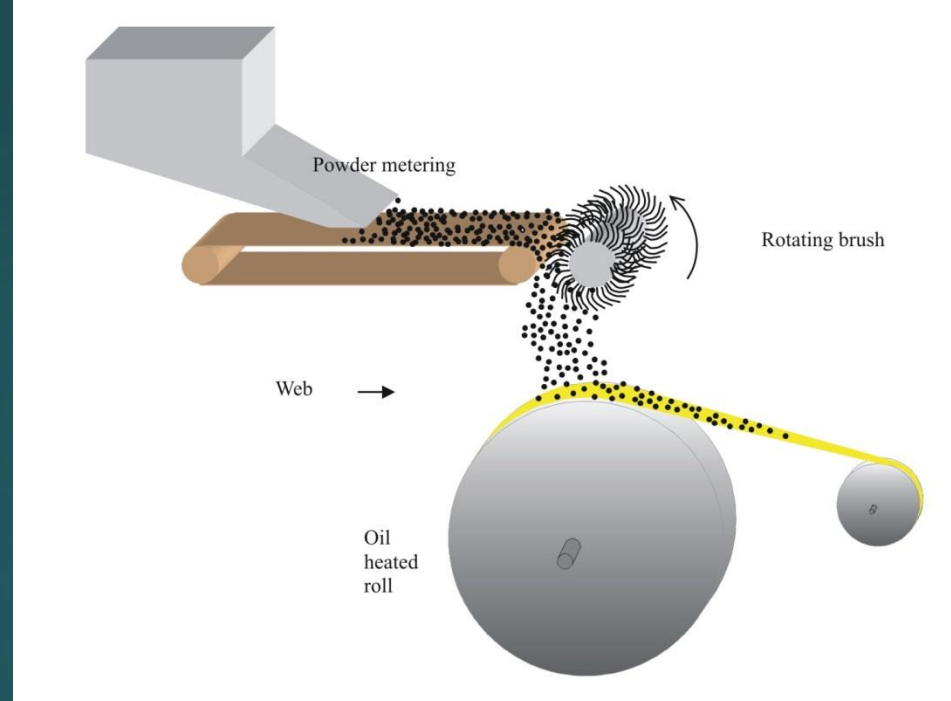
Slika 10.5. Laminirnik za izdelavo plastene tekstilije s praškastim vezivom  
1- tekstilija X 2- sitasti nanos praha 3- posipanje vezivnega praha 4- želirna komora -sušilnik  
5- tekstilija Y 6- stiskalno gladilni kalander 7- hladilni valj 8- navijalo plastene tekstilije

- Na tekstilijo X se po celotni širini nanese s pomočjo sitaste šablone ali s posipanjem vezivni prah, ki je po kemični sestavi kopoliamid, polietilen ali kopolier. Tekstilijo X najprej vodimo v sušilnik, kjer pride do želiranja praška in jo po tem združimo z tekstilijo Y.
- S pomočjo gladkega stiskalnega kalandra združene plasti močno stisnemo, da pride do stalne in stabilne povezave med plastmi v plasteni tekstiliji. Plasteno tekstilijo nato še ohladimo s hladilnim valjem in jo prek navijala navijemo na valj cilindrične oblike.

# Laminiranje – Vezivni prah



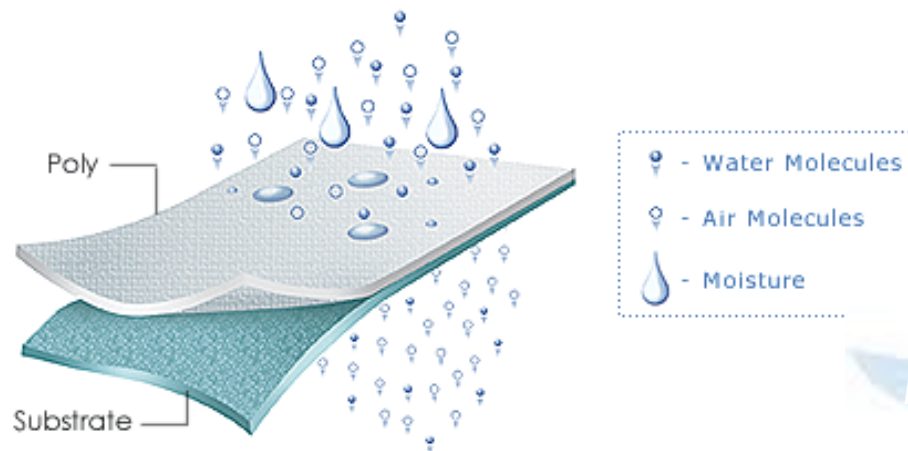
Adhesive powder



Kot vezivni prah se najpogosteje uporabljajo: kopoliamidi, kopoliestri, polietileni, etilen vinil acetati ipd.

# Mikroporozni laminati/kompoziti

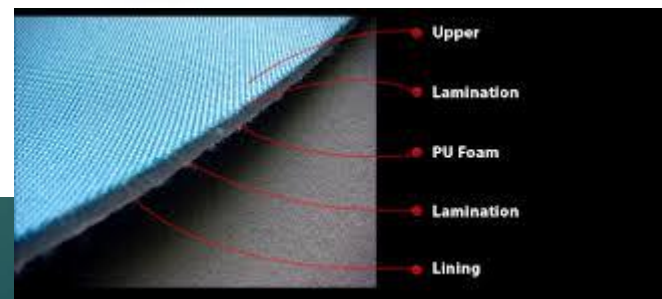
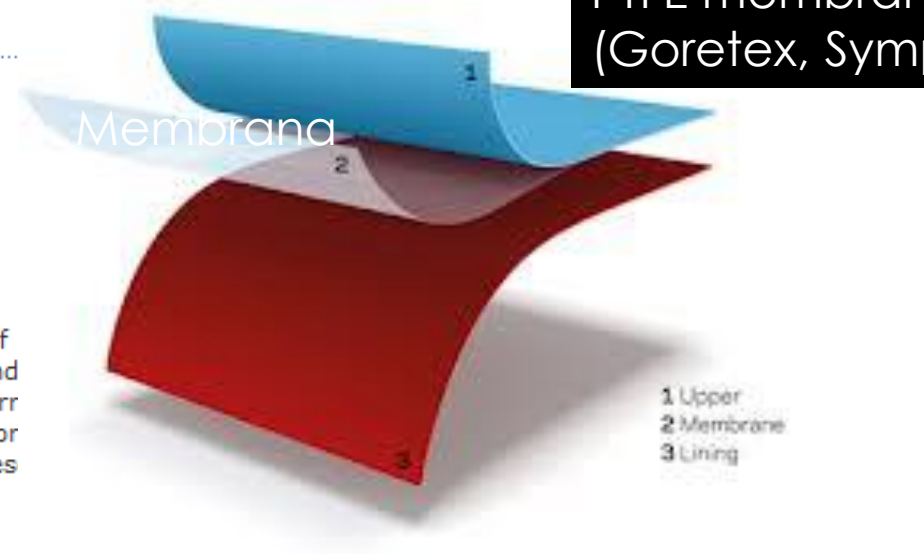
## MicroPro™ Microporous Composites



MicroPro™ microporous films and composites contain thousands of microscopic pores that restrict water passage yet allow air flow and vapor transmission. The products can be classified as a "water barr" because the droplets of water are too large to pass through the por however, air and moisture vapor follow tortuous paths through thees deeming the products "breathable".

- MVTR: 300 - 4,500 grams/m<sup>2</sup>/24 hr (ASTM E96E)  
: 300 - >10,000 grams/m<sup>2</sup>/24 hr
- Film Weight: 20 - 75 g/m<sup>2</sup>
- Substrate Weight: 10 - 100 g/m<sup>2</sup>
- Substrate Types: Polyethylene, polypropylene, polyester, and blends

Dvoplastni laminat z PTFE membrano (Goretex, Sympatex)



- ▶ V zadnjem času je zelo razširjena izdelava laminatnih tekstilij s pomočjo vroče taline polimera, ki se imenuje »hot - melt« laminacija<sup>(33)</sup>.

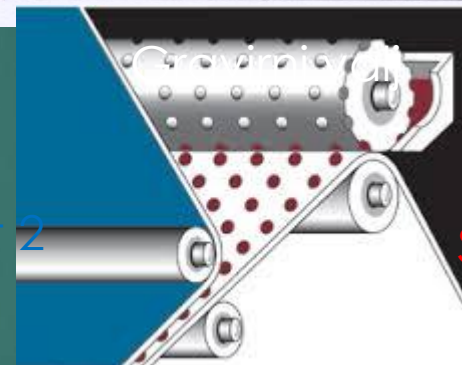
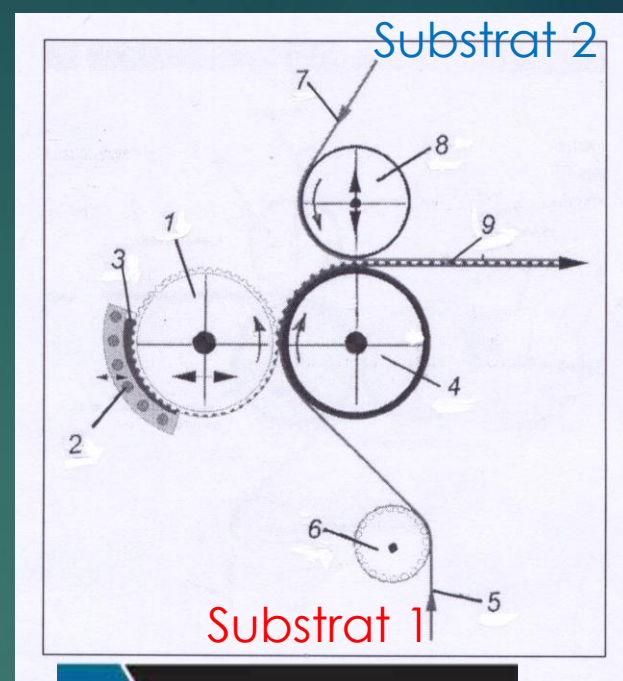
»Hot - melt« laminacija se lahko izvaja s pomočjo:

- ▶ gravirnega valja,
  - ▶ šobe v obliki reže in <https://www.youtube.com/watch?v=TsnjsC6hHUQ>
  - ▶ gladkih valjev.
- 
- ▶ Delovno enoto za »hot - melt« laminacijo s pomočjo gravirnega valja kaže slika 10.6.

Taline polimerov, ki se uporabljajo za povezavo različnih plasti v tekstilni laminat, so najpogosteje: kopoliamidi, kopoliestri, poliuretani, polietileni ipd.



- Polimerno vezivo v obliki vroče taline dozirno dovajamo iz ekstrudorja s pomočjo rakel nanašala v utore gravirnega valja.
- **Substrat 1** prek transportnega valja vodimo v področje med gravirnim in vodilnim gumjastim valjem.
- V tem področju se s pomočjo gravirnega valja vtisne vroča talina veziva po površini substrata 1.
- Substrat 1 z vtisnjeno vročo talino polimera združimo - spojimo s **substratom 2** in ju s pritiskom laminirnega valja na stiskalni gumjasti valj združimo v laminat - dvoplastno tekstilijo.

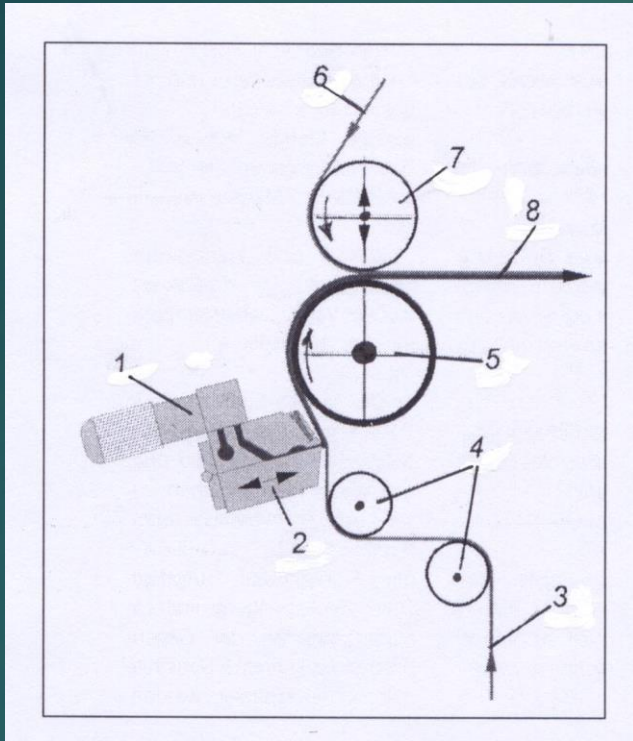


Slika 10.6. »Hot - melt« laminacija z gravirnim valjem

1- gravirni valj 2- rakel nanašalo 3- vroča talina veziva 4- stiskalni gumjasti valj  
5,7- substrata 1,2 6- transportni valj 8- laminirni valj 9- laminat

Postopek omogoča laminacijo plastenih tekstilij s proizvodno hitrostjo od 2 do 60 m.min<sup>-1</sup>. Kot polimeri za vročo talino veziva se najpogosteje uporabljajo; kopoliamidi, kopoliestri, poliuretani ipd.

Širokošobni zaprti sistem laminacije s pomočjo vroče taline polimera kot veziva kaže slika 10.7.



Slika 10.7. Sistem laminacije s šobo v obliki reže z vročo talino veziva

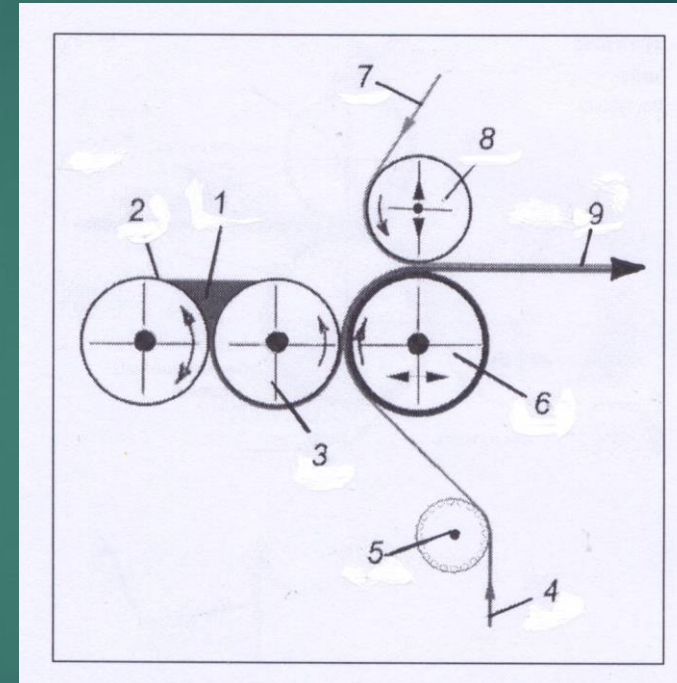
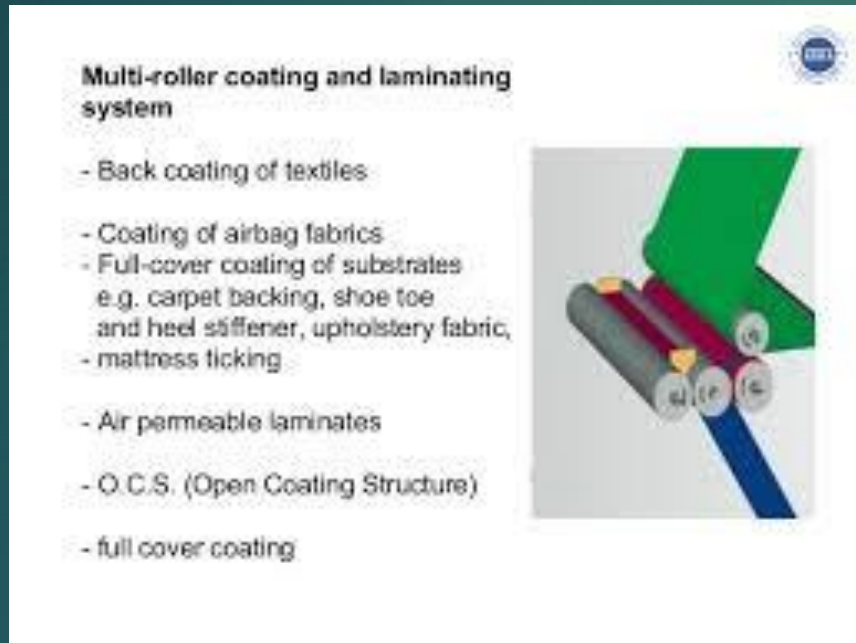
1- dozirna črpalka 2- šoba v obliki reže 3,6- substrata 1,2 4- transportna valja 5- vodilni gumjasti valj 7- laminirni valj 8- laminat

- ▶ Polimerno talino prek dozirne črpalke potiskamo skozi šobo v obliki reže pod velikim pritiskom po celotni širini substrata 1. Z uravnavo širine reže šobe se uravnava debelina filma iz vroče taline, ki je kot adhezivno vezivno sredstvo. Film iz vroče taline veziva se po površini vodilnega gumjastega valja spoji s substratom 1.
- ▶ V področju med laminirnim in vodilnim gumjastim valjem se dovaja še substrat 2, ki se pod vplivom pritiska laminirnega na vodilni valj in temperature filma iz vroče taline izvede kontinuirano spajanje dveh substratov - tekstilij v laminat.
- ▶ Proizvodna hitrost širokošobne laminacije se giblje od 2 do 60 m.min<sup>-1</sup>. Količinski nanos vroče taline veziva se giblje v mejah od 2 do 40 g.m<sup>-2</sup>.
- ▶ Ploščinska masa izdelanih laminatov se giblje v mejah od 20 do 1500 g.m<sup>-2</sup>.
- ▶ Kot polimeri za tvorbo vroče taline veziva se uporabljajo **kopoliamidi, kopoliestri, poliuretani ipd.**





Večvaljni odprti sistem laminacije z vročo talino polimera kot veziva kaže slika 10.8.

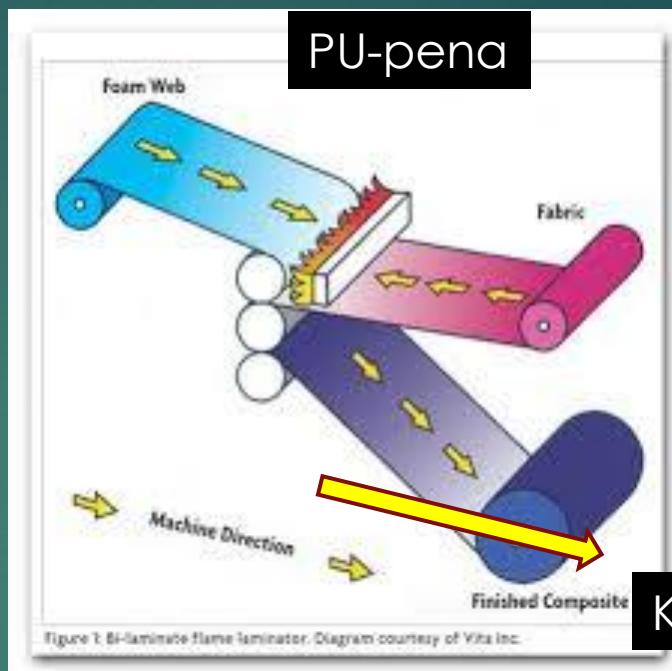
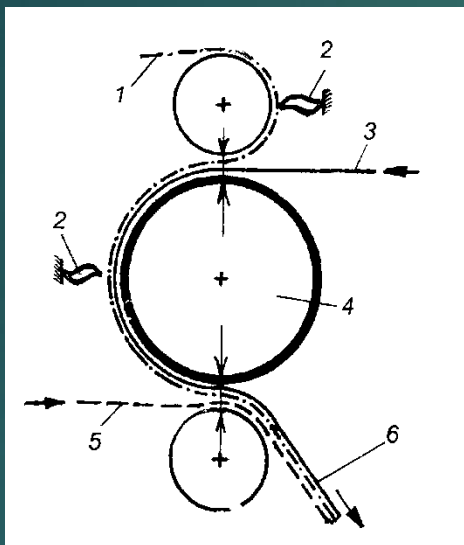


Slika 10.8. Večvaljni odprti sistem laminacije  
1- vroča talina veziva 2- dozirni valj 3- nanašalni valj 4,7-  
substrata 1,2 5- transportni valj 6- vodilni gumjasti valj 8- laminirni  
valj 9- laminat



- ▶ S pomočjo ekstrudorja se dozirno dovaja vroča talina polimera kot vezivo v področje dveh gladkih valjev, od katerih je eden dozirni in drugi nanašalni valj.
- ▶ Z uravnavo primerne razdalje med valjema in z občasno spremembo smeri vrtenja dozirnega valja se uravnava enakomerni nanos vroče taline veziva po površini dozirnega valja.
- ▶ Substrat 1 se s pomočjo vodilnega valja dovaja v področje vodilnega in dozirnega valja, ki s pritiskom na substrat 1 in vodilni gumjasti valj premaže substrat 1 z vročo talino veziva.
- ▶ Substrat 2 se prek laminirnega valja spoji s še neohlajeno talino veziva s substratom 1. Po ohladitvi taline veziva se dobi dvoplastna tekstilija - laminat.
- ▶ Proizvodne hitrosti večvaljčne odprte laminacije so v mejah od 2 do 150 m.min<sup>-1</sup> pri ploščinski masi plastenih tekstilij od 5 do 1500 g.m<sup>-2</sup>.
- ▶ Kot polimeri za vročo talino veziva se uporabljajo; kopoliamidi, kopoliestri, poliuretani, polietileni ipd.

Zgradbo delovne enote za plamensko laminacijo kaže slika 10.9.



Tkanina,  
pletivo,  
vlaknovina

Kompozitni material

Slika 10.9. Delovna enota za plamensko laminacijo

1-poliuretanska folija 2- plamenski gorilnik 3,5- tekstilija 4-združevalni valj 6- plastena tekstilija

Poliuretansko folijo s pomočjo plamena primerno plastificiramo, da kaže lepilno - adhezivne lastnosti. Na gladkem bobnu izvedemo prvo spajanje poliuretanske pene in tekstilije 3. Na gladkem bobnu s plamenom ponovno plastificiramo vrhno plast folije in jo ponovno še enkrat zlepimo s tekstilijo 5. Po ohladitvi združenih plasti nastane plastena tekstilija, ki jo prek navijala navijemo na cilindrični navitek.