

# **Utrjevanje kopenskih tekstilij -termično**

Dunja Šajn Gorjanc

### 9.3. Termično utrjevanje kopenskih tekstilij

Postopek termičnega utrjevanja kopenskih tekstilij sestoji iz:

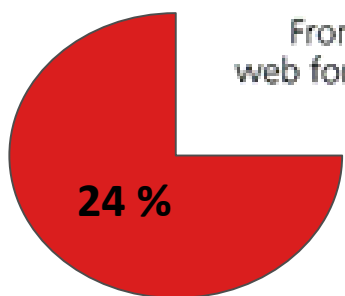
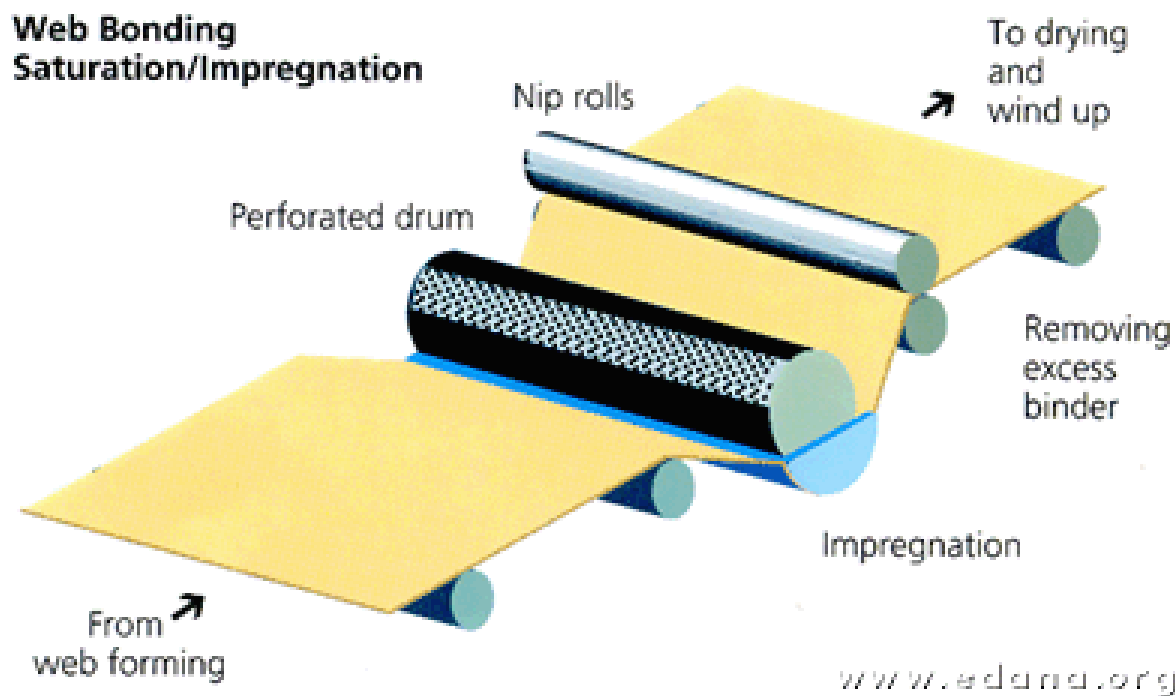
- - izdelave vlakenske plasti,
- - nanosa veziva na kopensko tekstilijo (z nanosom praha, paste ali polimerne taline, s plastenjem kopenske tekstilije in vezivne mreže ali folije ali pa z oblikovanjem kopenske tekstilije iz mešanice temeljnih in vezivnih vlaken),
- - taljenja veziva z zviševanjem temperature,
- - oblikovanja veziva in
- - strjevanja veziva z ohlajanjem.<sup>(7,8,9,11,12,13,14,47,49)</sup>

<http://www.youtube.com/watch?v=F3S5WWsU2Wo>

# Proizvodni procesi

## *Trije postopki utrjevanja koprene*

### 1) Kemično utrjevanje (raztopine, disperzije, pene, paste, vezivna vlakna)

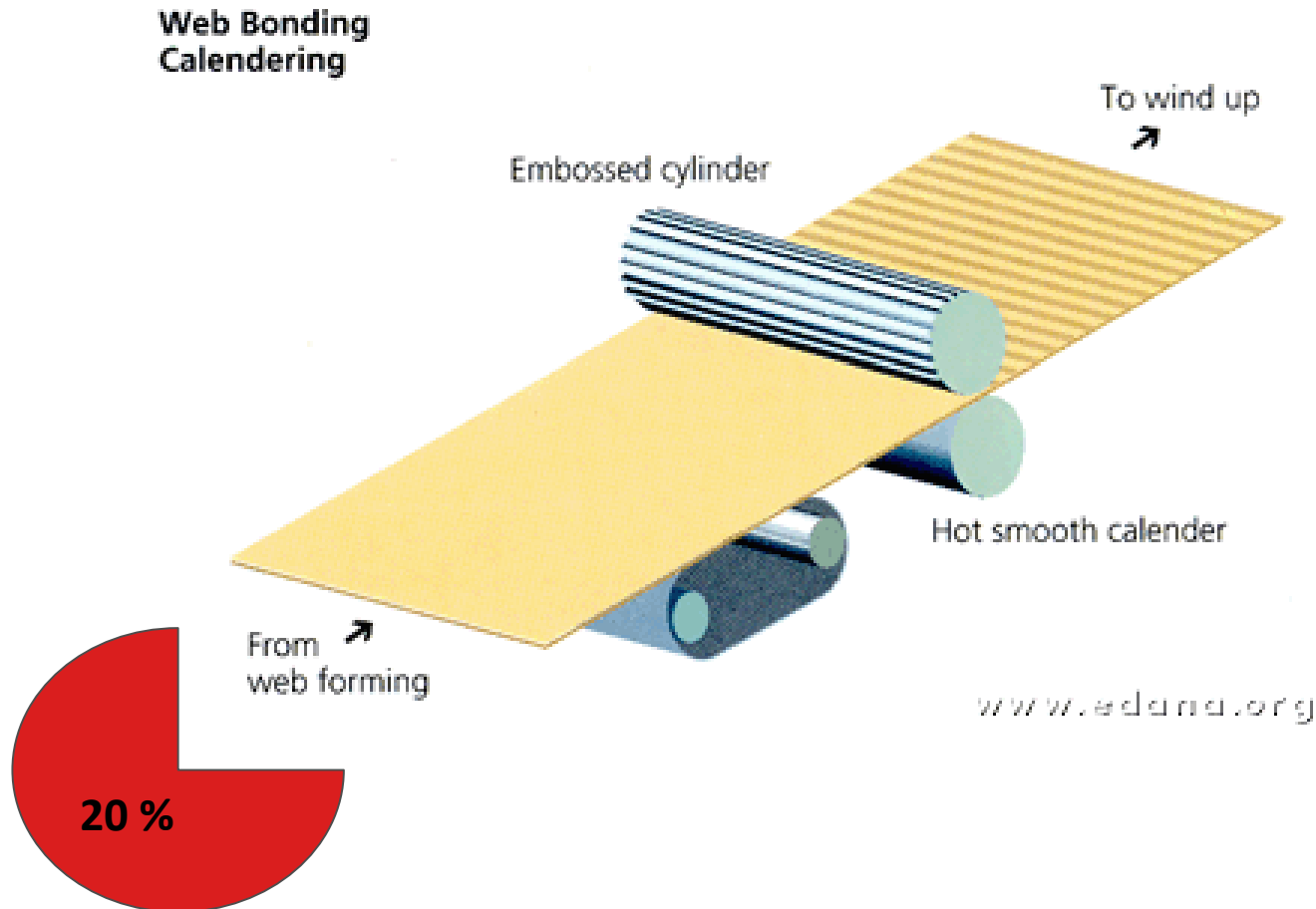


# Proizvodni procesi

## *Trije postopki utrjevanja koprene*

- 2) **Termično utrjevanje**  
(kalandriranje, zračni tok, UZ, IR)

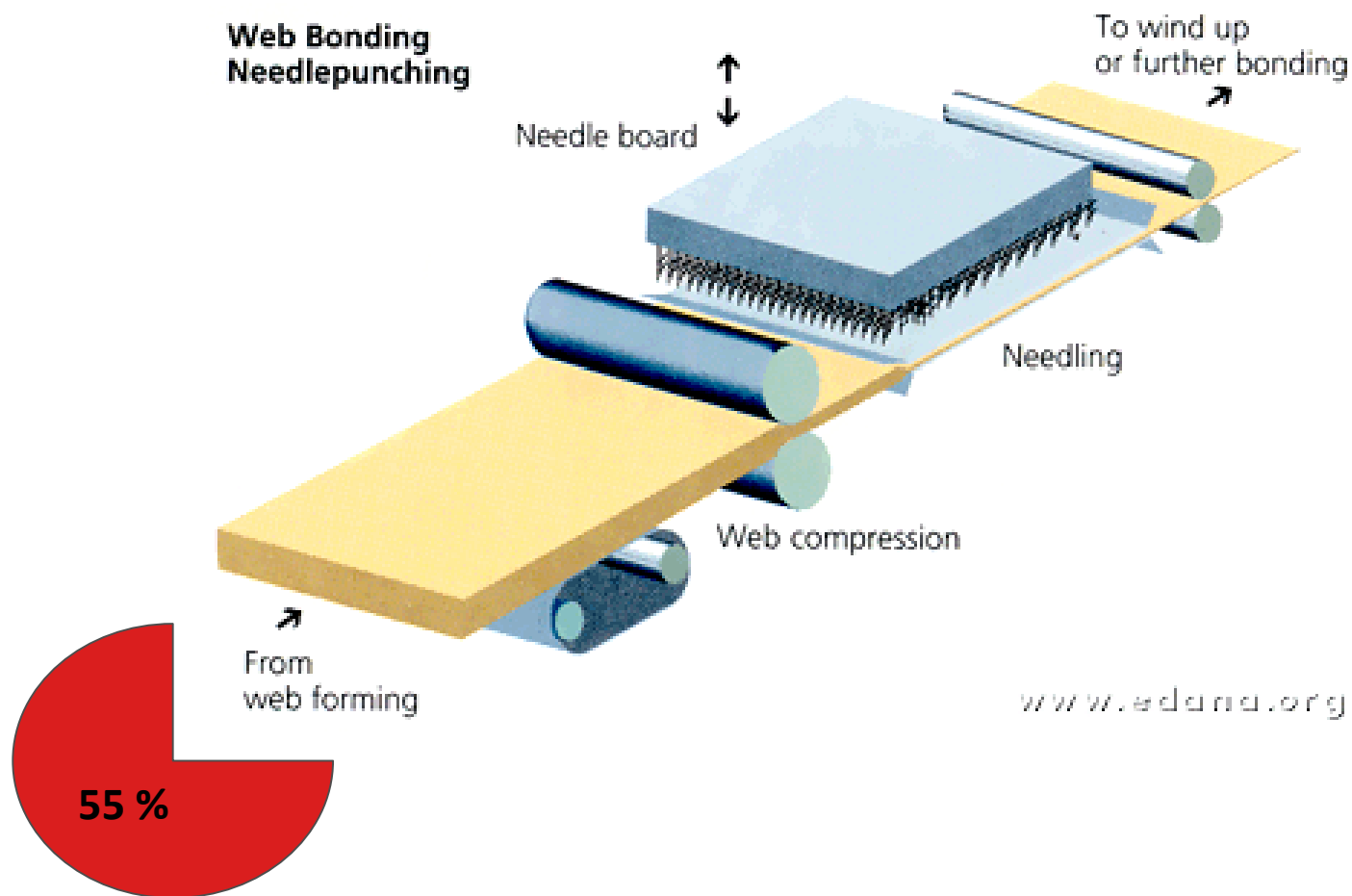
[http://www.youtube.com/watch?v=5S\\_YXp0gmSQ](http://www.youtube.com/watch?v=5S_YXp0gmSQ)



# Proizvodni procesi

## *Trije postopki utrjevanja koprene*

### 3) Mehansko utrjevanje (iglane, utrjene z vodnim curkom, prešite)



Porazdelitev veziva po površini in prerezu koprenske tekstilije in sprijemljivost med temeljnimi vlakni in vezivom imata največji vpliv na enakomernost utrjevanja.

Porazdelitev veziva je odvisna od:

- izvirne oblike veziva,
- viskoznosti taline in
- tehnoloških parametrov postopka utrjevanja (temperatura, pritisk in časa).<sup>(7,8)</sup>

- Na splošno so vezne površine med temeljnimi vlakni in vezivom manjše pri termično utrjenih kopenskih tekstilij.<sup>(8)</sup> Sprijemljivost med temeljnimi vlakni, ki sestavljajo kopensko tekstilijo in vezivom, je zelo pomembna za kakovostno termično utrjevanje.
- Adhezijska energija je merilo sprijemljivosti med temeljnimi vlakni v kopenski tekstiliji in vezivom.<sup>(8)</sup> To je energija, ki je potrebna za ločevanje dveh površin glede na površinsko enoto. Teorija sprijemljivosti dveh polimerov je precej zapletena.<sup>(8)</sup>
- Na splošno kažeta dva različna polimera nizko vrednost adhezijske energije.<sup>(8)</sup> Podobnost dveh polimerov v kemični sestavi, pa tudi v nadmolekulski strukturi, daje večjo možnost dobre sprijemljivosti.
- Tako se kopoliestrna vezivna vlakna običajno uporabljajo za utrjevanje kopenskih tekstilij iz poliestrskih vlaken.<sup>(8)</sup> Kopoliamidna vezivna vlakna kažejo, zahvaljujoč svojim polarnim skupinam, dobro sprijemljivost z različnimi vrstami temeljnih vlaken.

### 9.3.1 Veziva za termično utrjevanje

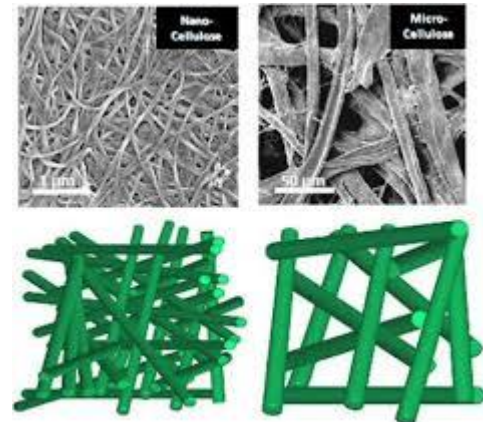
Glede agregatnega stanja za termično utrjevanje se uporabljajo trdna in tekoča veziva.

- Za termično utrjevanje kopenskih tekstilij se najpogosteje uporabljajo trdna veziva, kot so:
  - **vezivna vlakna,**
  - termoplastični prah in
  - termoplastične folije ali mreže. (7,8,9,12,47,51,52)
- Vezivna vlakna se najpogosteje uporabljajo kot vezivo pri termičnem utrjevanju kopenskih tekstilij.



## Vezivna vlakna odlikujejo naslednje lastnosti:

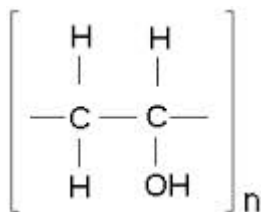
- relativno nizka temperatura zmečiča in tališča glede na temperaturo taljenja temeljnih vlaken,
- odpornost proti razgrajevanju in oksidaciji pri temperaturi taljenja,
- nizka krčljivost na toploti,
- nizka viskoznost taline,
- dobra sprejemljivost s temeljnimi vlakni in
- ustrezna vrsta in majhna količina vlakenske apreture (apretirna sredstva zmanjšujejo adhezijsko energijo in pri izhlapevanju sproščajo dim).<sup>(8)</sup>



- Po Albrechtu lahko razdelimo vezivna vlakna v:
- homogene kemične substance s primerno nizkim zmeščiščem in tališčem,
- mešanice kemičnih substanc, ki tvorijo homogena vlakna in
- mešanice kemičnih substanc, ki tvorijo nehomogena vlakna.<sup>(7,8,9,47)</sup>
  
- **V prvo skupino vezivnih vlaken spadajo PVAL** - polivinil alkoholna vlakna, ki se v vroči vodi zmeščajo ali topijo in so vezivo pri izdelavi naplavljenih tekstilij. V to skupino vezivnih vlaken spadajo tudi olefinska vlakna (**PP in PE vlakna**), ki imajo relativno nizko zmeščišče in tališče.
  
- **V drugo skupino vezivnih vlaken spadajo kopoliamidna vlakna iz mešanice PA 6 in PA 66. Kopoliamidna vlakna, ki vsebuje 40 % PA 66 in 60 % PA 6**, imajo to lastnost, da se pri obdelavi vlaken z vročo vodo, PA 66 zmešča pri temperaturi 70 °C in se prične taliti pri temperaturi 80 °C.
  
- **V tretjo skupino vezivnih vlaken spadajo bikomponentna vlakna z najpogostejšo geometrijo jedro - plašč.**

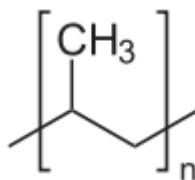
## Polivinilalkoholna vlakna

- Topna v vodi,
- $T_{\text{tal}} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$



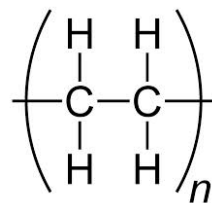
## Polipropilenska vlakna

- Topna v parafinskem olju
- $T_{\text{tal}} = 163\text{-}176\text{ }^{\circ}\text{C}$



## Polietilenska vlakna

- Topna v parafinskem olju
- $T_{\text{tal}} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}$

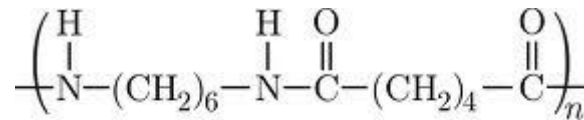


## Poliamidna vlakna, PA6

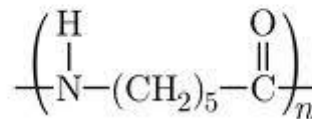
- Topna v kislinah ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $HCOOH$ ,  $CH_3COOH$ -vroča,  $DMF$ -vroč)
- $T_{tal} = 215 - 219 \text{ }^\circ\text{C}$

## Poliamidna vlakna, PA66

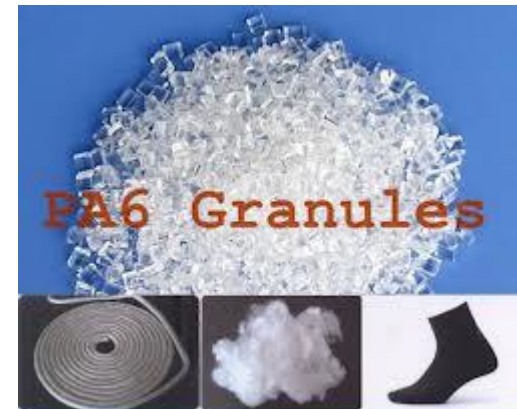
- Topna v kislinah ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $HCOOH$ ,  $CH_3COOH$ -vroča)
- $T_{tal} = 264 \text{ }^\circ\text{C}$



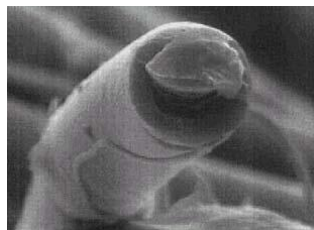
PA 66



PA6



## Bikomponentna vlakna

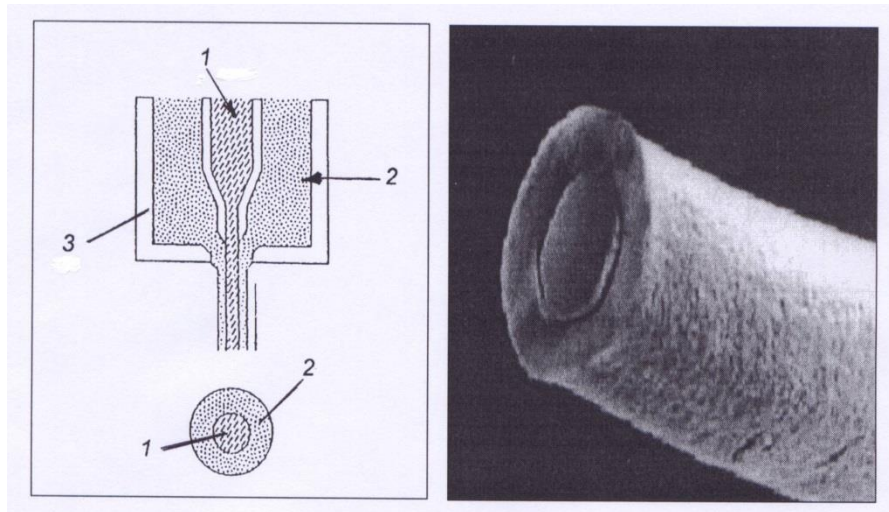


PES/PA

FAMILY	BICOMPONENT FIBERS			
	VARIANTS			
CORE & SHEATH	50/50	20/80	ECCENTRIC	TRILOB
SIDE BY SIDE	50/50	20/80	MIXED VISCOSITY	ABA WSP TRILOB OR OT
TIPPED	TRILOBAL	CROSS		
MICRO-DENIER	SEGMENTED PIE	ISLANDS-IN-A-SEA		
MIXED FIBERS	COLORS	DENIERS, COMPONENTS, CROSS-SECTIONS		



Princip formiranja bikomponentnega vlakna Trevira 254 firme Hoechst kaže slika 9.68.



Slika 9.68. Princip izpredanja PES bikomponentnega vlakna firme Trevira  
*1,2- jedro, plašč bikomponentnega vlakna 3- dvodelna predilna šoba*

- Jedro bikomponentnega vlakna Trevira 254 je iz PETP s temperaturo taljenja  $T_g = 254 \text{ }^\circ\text{C}$  in plašč iz kopoliestra s temperaturo taljenja  $T_g = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ .<sup>(51)</sup>
- Trevira 254 bikomponentno štapelno vlakno se proizvaja v naslednjih finočah in dolžinah: 2,2 dtex, 50 mm, 3,0 dtex, 50 mm in 4,4 dtex, 50 do 120 mm.
- V plašču je navadno polimer z relativno nizkim zmečkščem in tališčem, ki omogoča pri termičnem utrjevanju koprenske tekstilije iz mešanice temeljnih in vezivnih vlaken primerno utrjevanje le - te.

- Utrditev kopenskih tekstilij lahko dosežemo tudi z uporabo primernega topila, ki zmehta ali topi vezivna vlakna, kot npr. kopenska iz 90 % PES vlaken v mešanici z 10 % PA 66 vezivnimi vlakni, ki jih s pomočjo cink - kloridne raztopine zmečamo in naredimo kot lepilna vlakna.
- Pogoste kombinacije vezivnih vlaken in topil pri termičnem utrjevanju kopenskih tekstilij so :
  - acetatna vlakna v acetonu,
  - PVAL vlakna v topli vodi (40 do 80 °C),
  - celulozna vlakna v NaOH,
  - bombaž v alkalni raztopini itn.<sup>(7,8,9)</sup>
- Predhodno utrjevanje kopenske tekstilije, ki ima v mešanici dodanih 5 do 20 % visoko krčljivih vlaken, z naknadno temperaturno obdelavo, zaradi 40 do 60 % krčenja nefiksiranih vlaken, povzroči še dodatno prepletanje temeljnih vlaken in krčenje kopenske tekstilije v vzdolžni smeri, kar posledično omogoča povečanje pretržne napetosti in voluminoznosti kopenske tekstilije.

- **Termoplastične folije** kot vezivo imajo to pomanjkljivost, da zmanjšajo poroznost izdelka in ga naredijo togega. Zato se namesto folij pogosteje uporabljajo termoplastične mreže, ki so porozne.
- **Termoplastični prah**, ki je kopoliamid ali kopolietilen, ima kot vezivo relativno nizko zmečičišče, ki se nahaja v področju 55 do 90 °C.
- **Postopek termičnega utrjevanja kopenskih tekstilij v primerjavi s kemičnim postopkom utrjevanja ima naslednje prednosti:**
  - dobre higienske lastnosti tekstilij,
  - okolju prijazen postopek,
  - enostavne naprave,
  - visoka produktivnost in
  - majhna poraba energije.<sup>(8)</sup>

## 9.3.2 Postopki nanašanja veziva za termično utrjevanje

Med najpogostejša veziva, ki se uporabljajo pri termičnem utrjevanju kopenskih tekstilij, sodijo:

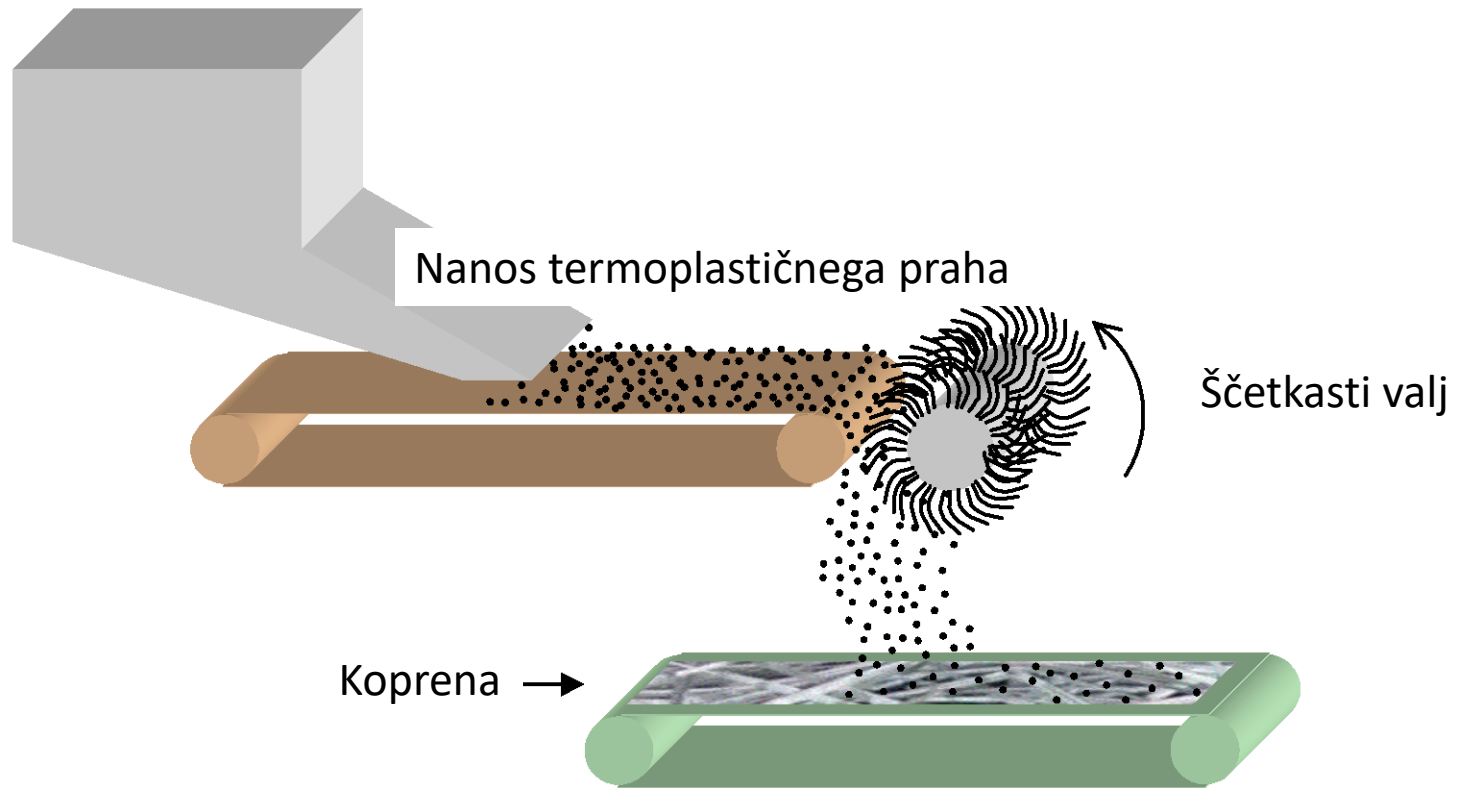
- termoplastični prah,
- paste,
- polimerne taline in
- vezivna vlakna.<sup>(7,8,9,12,13,47)</sup>



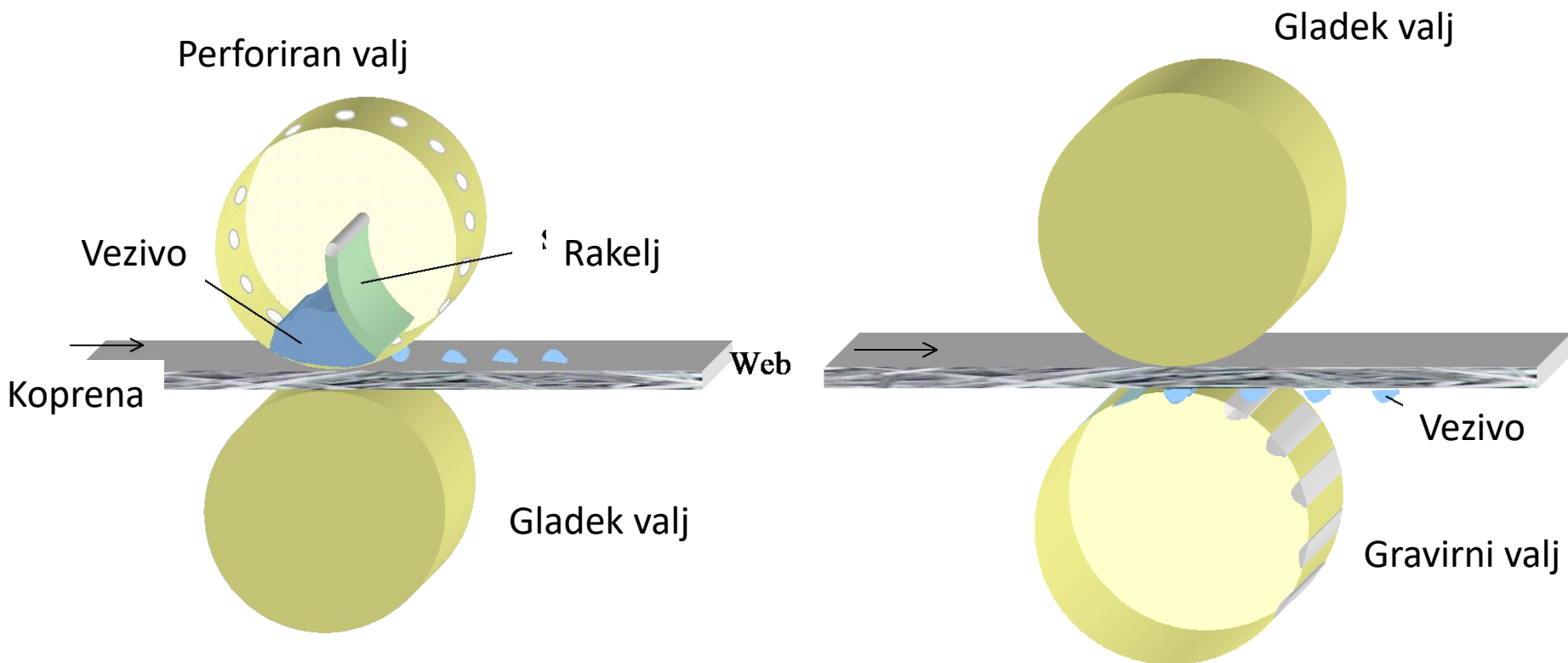
- **Veziva v obliki termoplastičnega praha** granulacije od 0 do 160  $\mu\text{m}$  se nanašajo s posipanjem praha s ščetkastim valjem ali pa s pomočjo elektrostaticnega valja (glej podpoglavje 9.2.3.1).
- **Veziva v obliki termoplastične paste** ali polimerne taline se najpogosteje nanašajo na kopenske tekstilije z gravirnim valjem ali z rotacijsko tiskarsko šablono (glej podpoglavje 9.2.3.1).
- **Veziva v obliki vezivnih vlaken se primešajo temeljnim vlaknom v količini od 5 - 20 % med rahljanjem in/ali mikanjem.** Rahljanje, mešanje in mikanje je potrebno izvesti čim bolj kakovostno, da bi dosegli primerno homogenost mešanice vlaken v celotni predelovalni partiji. Ne zadostna kakovost mešanja med temeljnimi in vezivnimi vlakni povzroča manjšo izrabo vezivnih vlaken, nižjo pretržno napetost kopenske tekstilije, neenakomeren in bolj grob otip kopenske tekstilije.<sup>(8)</sup>

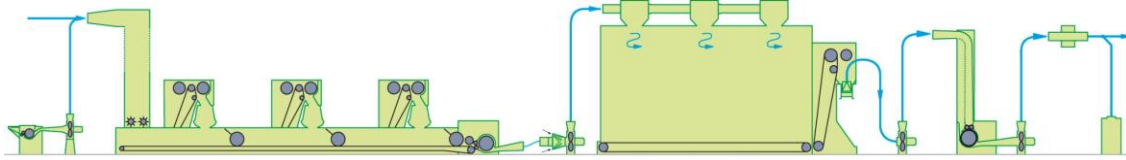
**Veziva v obliki termoplastičnega praha** granulacije od 0 do 160  $\mu\text{m}$  se nanašajo s posipanjem praha s ščetkastim valjem ali pa s pomočjo elektrostaticnega valja

Termoplastični prah



**Veziva v obliki termoplastične paste** ali polimerne taline se najpogosteje nanašajo na kopenske tekstilije z gravirnim valjem ali z rotacijsko tiskarsko šablono





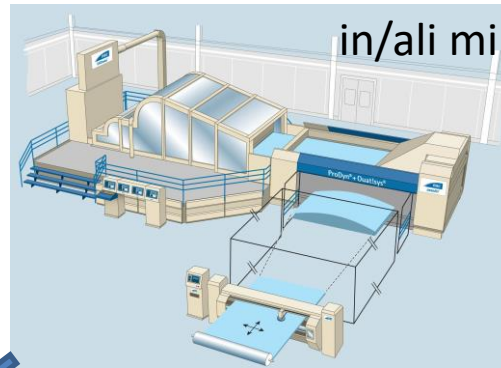
ODPIRANJE + MEŠANJE



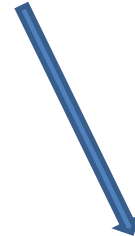
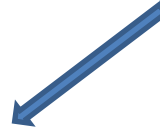
MIKANJE



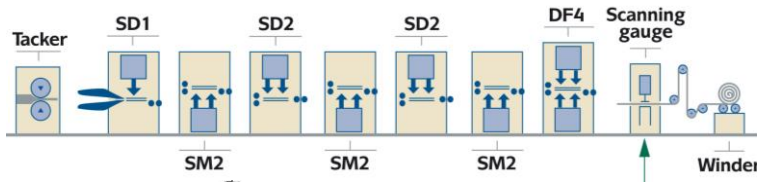
RAZTEZANJE IN POLAGANJE



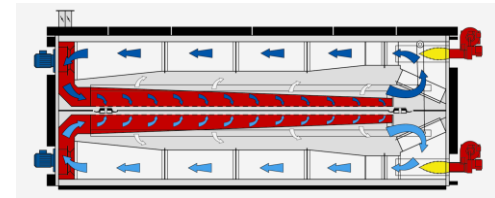
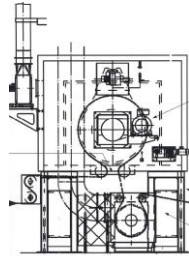
Veziva v obliki vezivnih vlaken se primešajo temeljnim vlaknom v količini od 5 - 20 % med rahljanjem in/ali mikanjem.



IGLANJE

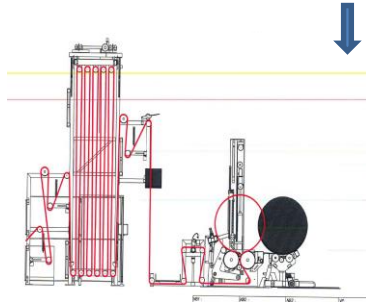


TERMOFIKSIRANJE



TERMOPREPIHOVANJE

NAVIJANJE





Mešalna linija

### 9.3.3 Postopki termičnega utrjevanja veziva

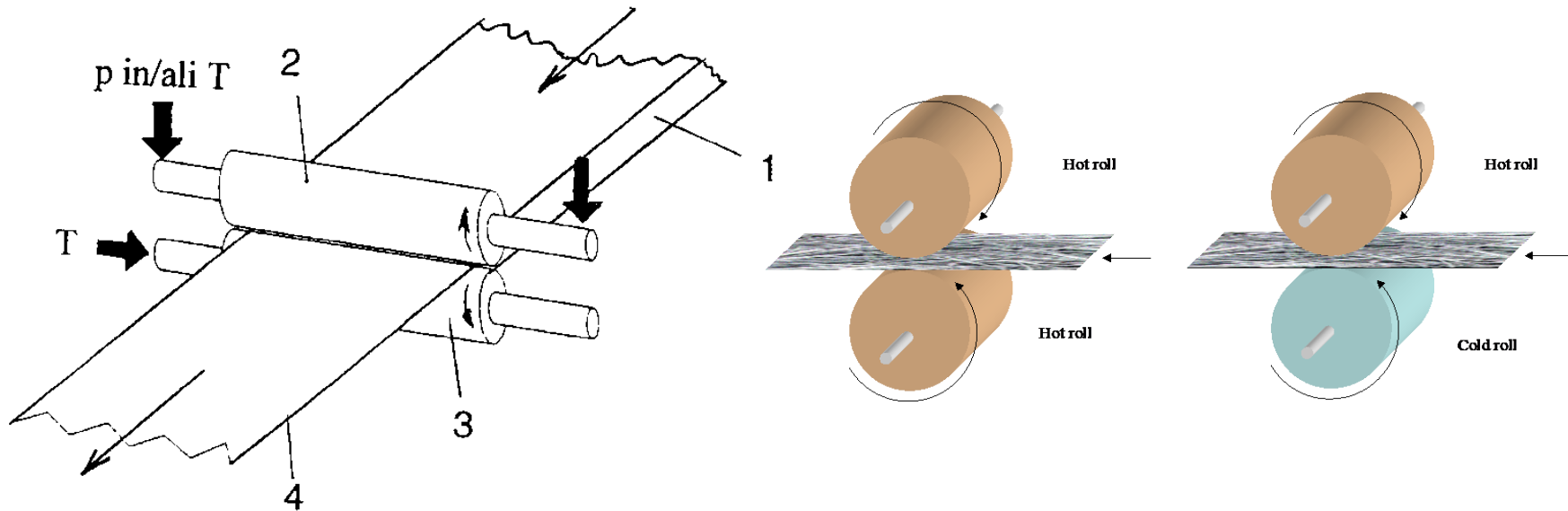
- Aktiviranje veziva za termično utrjevanje kopenskih tekstilij se lahko izvede:
  - s kalandriranjem,
  - z zračno - pretočnim postopkom,
  - z ultrazvočnim utrjevanjem in
  - z infrardečim sevanjem.<sup>(8,9,12,47)</sup>

Kateri postopek aktiviranja veziva za termično utrjevanje kopenskih tekstilij se uporablja, je odvisno od uporabljenega veziva, postopka nanašanja veziva in od lastnosti ter namembnosti, ki jih želimo doseči pri utrjeni kopenski tekstiliji.

### 9.3.3.1 Utrjevanje s kalandriranjem

Pri utrjevanju s kalandriranjem se kopenska tekstilija vodi skozi stično črto med dvema valjema.

Segret je en valj, lahko pa sta segreta tudi oba valja. Kopenska tekstilija se dovaja med dvema valjema, ki kopensko tekstilijo v kratkem časovnem intervalu segrejeta in pod velikim tlakom stisneta (slika 9.69.).



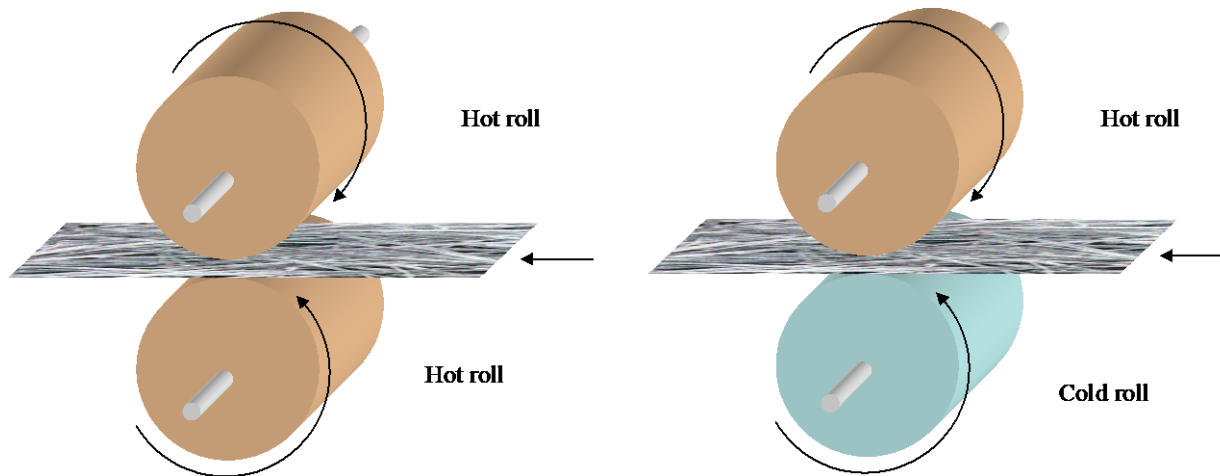
Slika 9.69. Termično utrjevanje s kalandriranjem

1- kopenska tekstilija z vezivom 2- stiskalni kalander 3- ogrevani kalander 4- termično utrjena kopenska tekstilija z vezivom

- **Koprenska tekstilija za termično utrjevanje je sestavljena iz temeljnih vlaken in iz 5 do 10 % vezivnih vlaken, ki so:**
  - termoplastična homogena vezivna vlakna ali
  - taljiva vezivna vlakna, ki so lahko bikomponentna ali kopolimerna.<sup>(8,9)</sup>
- Koprenska tekstilija, ki vsebuje homogena vezivna vlakna, se segreje do temperature viskoelastičnega stanja vezivnih vlaken. Vezivna vlakna v koprenski tekstiliji se termoplastificirajo in deformirajo z visokotlačnimi valji in med seboj povežejo temeljna vlakna v koprenski tekstiliji.<sup>(8)</sup>
- Koprenska tekstilija, ki vsebuje taljiva vezivna vlakna, pa se segreje nad temperaturo taljenja vezivnih vlaken. Talina vezivnih vlaken se oblikuje v vezna - spojna mesta s pritiskom valjev.<sup>(8)</sup> Če je segret le eden od valjev, se izdelava enostransko utrjena koprenska tekstilija.



- Dvovaljni kalandri se ponavadi uporabljajo za termično utrjevanje kopenskih tekstilij. Kalandra sta jeklena valja z debelimi stenami in **premerom 150 do 500 mm**.
- Kalandra se segrevata **s segretim oljem ali pa z visokotlačno paro**, ki kroži v notranjosti kalandrov. Izdelujejo se kalandri z delovno širino do 6 m, temperature segrevanja **do 250 °C**, pri hitrosti pretoka kopenske tekstilije do **500 m.min<sup>-1</sup>** in kompresiji med kalandroma do **300 kN.m<sup>-1</sup>**.



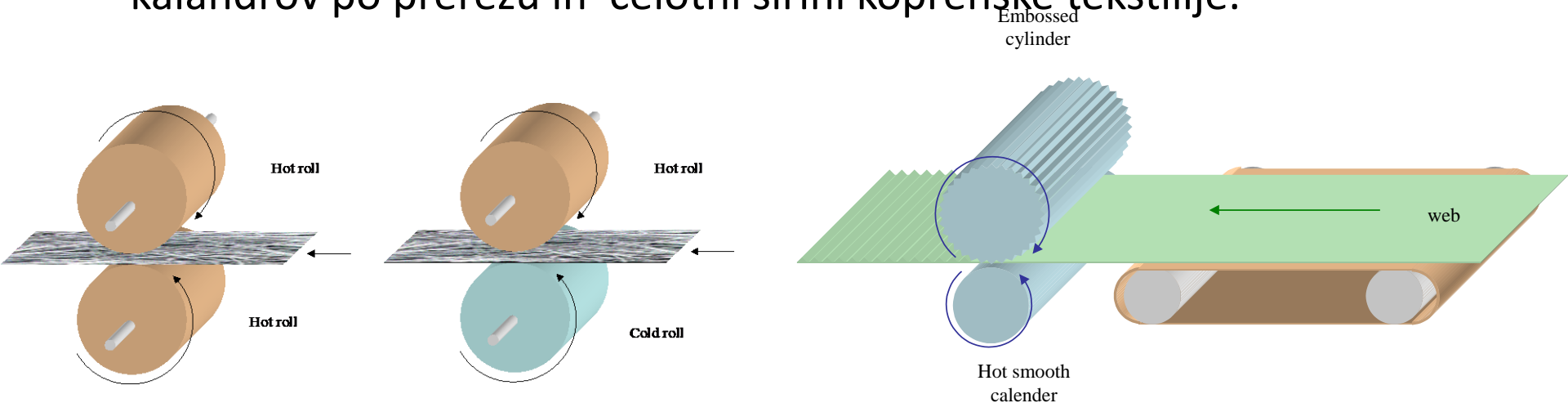
- Kratek čas segrevanja (0,1 do 1,0 ms) je zaviralni dejavnik pri postopku utrjevanja s kalandriranjem.
- Da bi dosegli potrebno temperaturo utrjevanja v kopenski tekstiliji, je potrebna velika kompresija med kalandroma, kar pa ne dopušča izdelave voluminoznih kopenskih tekstilij.
- Pri utrjevanju kopenskih tekstilij s kalandriranjem je ploščinska masa kopenske tekstilije omejena na **10 - 100 g.m<sup>-2</sup>**.
- Za termično utrjevanje težjih kopenskih tekstilij je potrebno **predhodno** segrevanje kopenske tekstilije z **infrardečimi grelniki** ali z grelniki na vroč zrak.
- Na ta način se lahko termično utrjujejo kopenske tekstilije s ploščinsko maso **do 3000 g.m<sup>-2</sup>**.



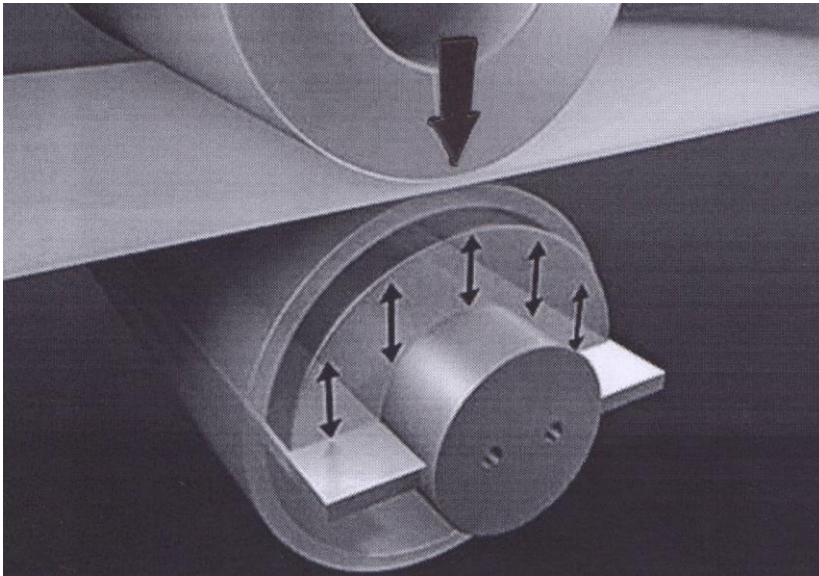
IR grelec



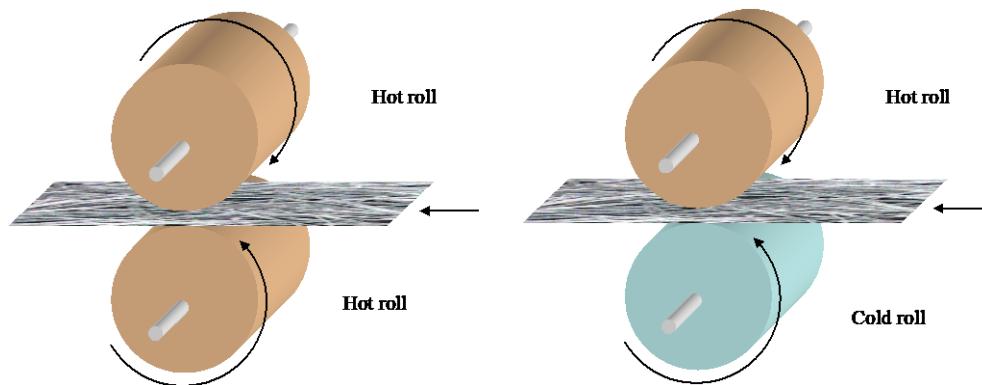
- Valji kalandrov so:
  - gladki,
  - vtisnjeni ali
  - vzorčni.<sup>(8,53)</sup>
- Princip utrjevanja z gladkimi kalandri kaže slika 9.70. Kopensko tekstilijo vodimo med zgornjim in spodnjim gladkim kalandrom. Zgornji kalandar je vzmetno ali bolj pogosto pnevmatsko obtežen z obeh strani osi kalandra.
  - Za čim bolj enakomerno porazdelitev obtežitve po celotni širini spodnjega kalandra in po prerezu kopenske tekstilije, ima spodnji kalandar v notranjosti po celotni širini kalandra množico različno oblikovanih vzmetnih profilov, ki omogočajo enakomerni pritisk kalandrov po prerezu in celotni širini kopenske tekstilije.







Slika 9.70. Termično utrjevanje z gladkimi kalandri<sup>(53)</sup>

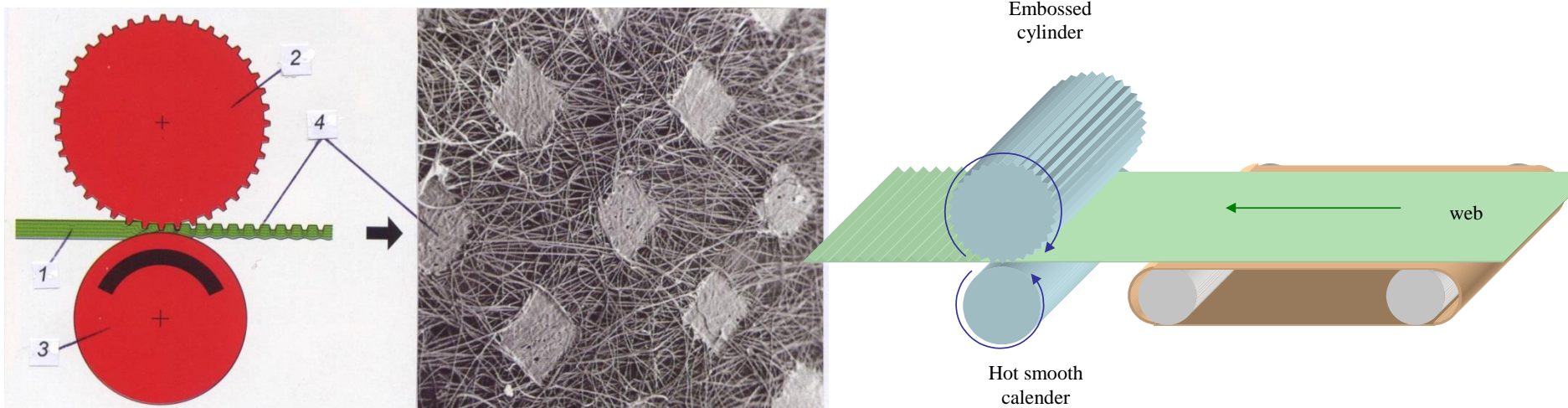


Najpomembnejši procesni parametri termičnega utrjevanja s kalandriranjem so:

- vrsta in delež veziva,
- temperatura utrjevanja,
- pritisk utrjevanja,
- hitrost pretoka koprenske tekstilije in
- ploščinska masa koprenske tekstilije.<sup>(8)</sup>

Koprenske tekstilije, ki so utrjene z gladkimi kalandri, imajo majhno voluminoznost, slab pad in visok strižni modul.

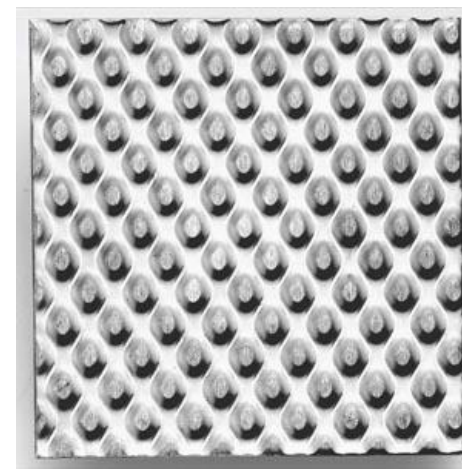
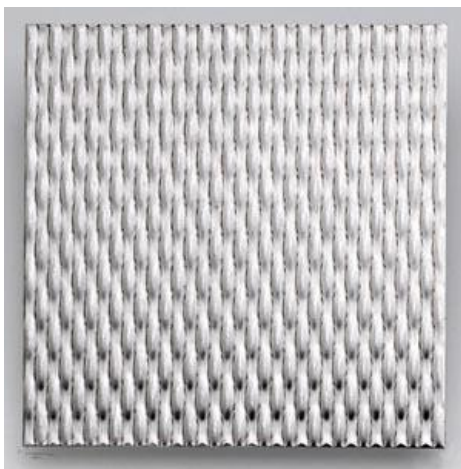
Za doseganje mehkejšega otipa in bolj tekstilne narave termično utrjenih koprenskih tekstilij, se namesto gladkih kalandrov uporablja kombinacija spodnjega gladkega in zgornjega vzorčnega kalandra (slika 9.71.).



Slika 9.71. Termično utrjevanje z vzorčnim kalandrom<sup>(53)</sup>

1- neutrijena tekstilija 2- vzorčni kalandar 3- gladki grelni kalandar  
4- mesto termične povezave temeljnih vlaken v koprenski tekstiliji

- Prekinjeni vzorec pri točkovno termičnem utrjevanju kopenskih tekstilij s pomočjo vzorčnega kalandra zagotavlja večjo voluminznost, mehkejši otip, večjo pretržno napetost, večjo prepustnost zraka in boljši pad kopenskih tekstilij. Te lastnosti se doseže zahvaljujoč številnim nespojenim površinam in prostim, gibljivim segmentom med temeljnimi vlakni, iz katerih je zgrajena kopenska tekstilija.
- **Temeljna vlakna v kopenski tekstiliji se med seboj povezujejo površinsko ali točkovno, odvisno od tega, kakšna je površina vzorčnega kalandra.** Vzorčni kalander z gladkim grelnim kalandrom omogoča velikosti vezivnih površin med **1 x 1 do 3 x 3 mm**. Celotna utrjena površina obsega **10 do 20 %** celotne površine kopenske tekstilije.
- **Lahke mikalniške in ekstrudirane kopenske tekstilije, kot so izdelki za enkratno uporabo, brisače in tekstilije za zgornje plasti higienskih vložkov in različni filtri, so tipični izdelki, ki se utrjujejo s kalandriranjem.**

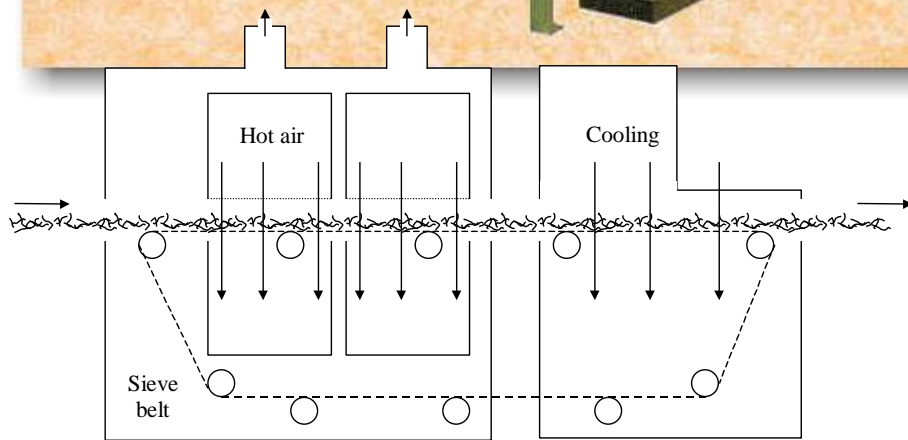
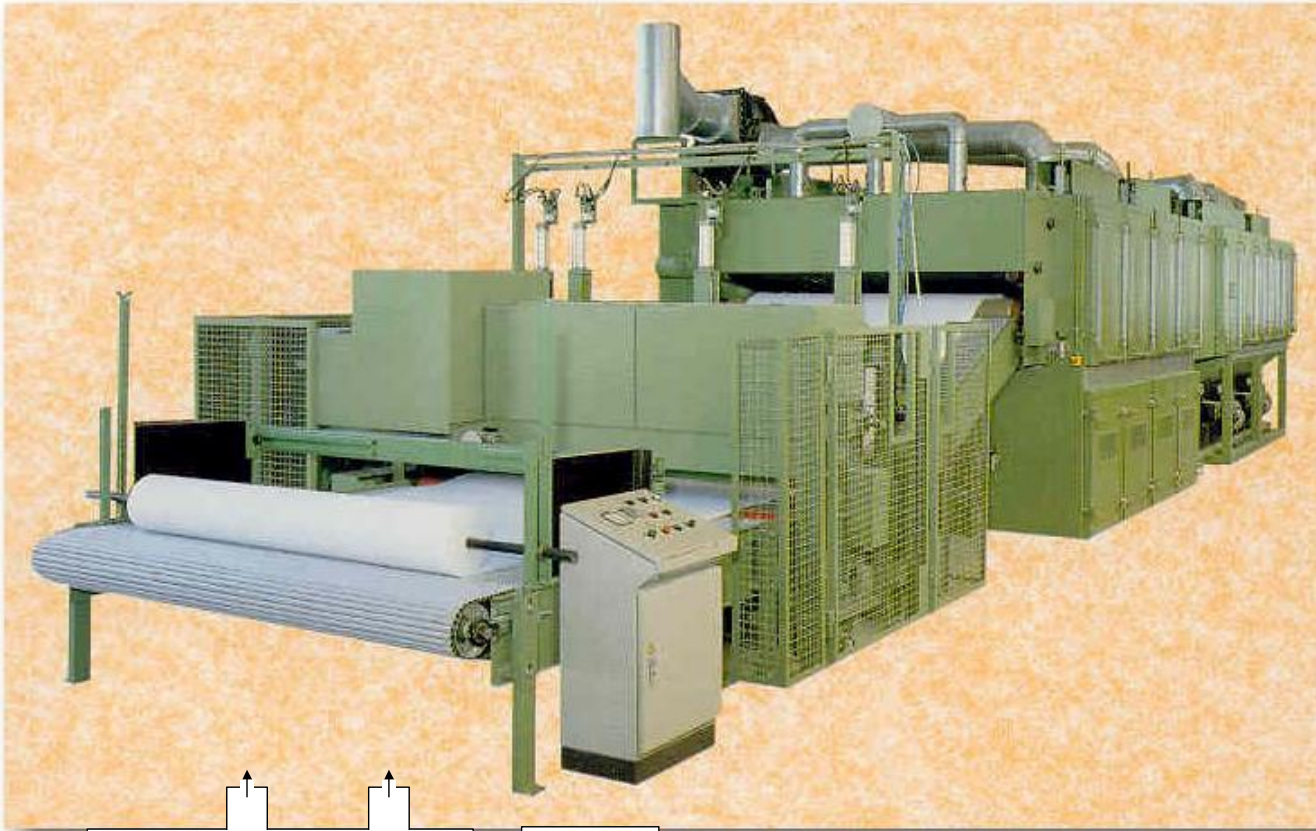


### ***9.3.3.2 Utrjevanje z zračno pretočno metodo***

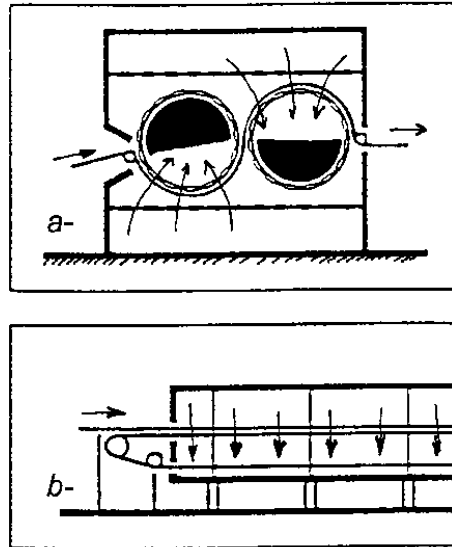
- Vlakenske plasti, ki prepruščajo zrak, se učinkovito segrejejo z zračnim pretokom. Ta metoda je koristna tako pri tehnikah utrjevanja kot pri tehnikah laminiranja.<sup>(8,9,11)</sup> Pri utrjevanju se segreva vlakenska plast, izdelana iz mešanice temeljnih in vezivnih vlaken.
- Kot vezivna vlakna se ponavadi uporabljajo monokomponentna taljiva vlakna oziroma bikomponentna oplaščena vlakna s taljivim plaščem.
- Prah taljivih kopolimerov je še ena oblika veziva. Pri laminiranju pa se med dve plasti tekstilij vstavlja termoplastična folija, mreža ali prah.
- Pri postopku segrevanja z zračnim pretokom vstopa koprena skozi komoro za toplotno utrjevanje. Vroč zrak nadzorovane temperature in hitrosti kroži v komori, s pomočjo ventilatorja pa se širi skozi kopreno. Na ta način se toplota, ki jo nosi zrak, učinkovito prenaša na površino slehernega vlakna.



## Zračno pretočno utrjevanje



Za zračno pretočno utrjevanje se najpogosteje uporablja eno- ali večbobenski sušilnik in zračno - pretočni sušilnik z horizontalnim sitastim transportnim trakom (slika 9.73.)

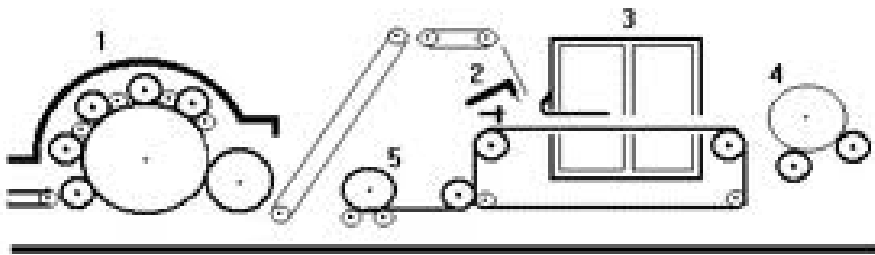


Slika 9.73. Sušilnika za zračno pretočno utrjevanje firme Fleissner  
*a,b- bobnasti, pretočni sušilnik*

Po primernem **segrevanju kopenske tekstilije s pihanjem vročega zraka skozi tekstilijo** sledi še obdelava vroče kopenske tekstilije s pomočjo dveh vročih ali ohlajenih stiskalnih valjev, ki pomagata oblikovati vezivo v vezivna - spojna mesta in kalibrirati debelino oz. voluminoznost kopenske tekstilije.

Ko je postopek utrjevanja končan, se kopenska ohladi in spojna mesta otrdiijo.

- S postopkom zračno pretočnega utrjevanja je možno termično utrjevanje kopenskih tekstilij z navpično položenimi vlakni iz mešanice recikliranih vlaken in vezivnih bikomponentnih PES vlaken.
- Tovrstno utrjevanje se uporablja pri izdelavi visokovoluminoznih tridimenzionalnih kopenskih tekstilij **po STRUTO tehnologiji** (glej poglavje 7.1.2), ki nadomeščajo PUR pene za različne namene. (15,32,38)



***Mikanje – vibracijski navpični plastilnik kopenske - toplozračni sušilnik - STRUTO tekstilija***

Kakovost utrjevanja koprenskih tekstilij z zračno pretočnim segrevanjem je odvisna od:

- viskoznosti taline, ki je funkcija temperature, molekulske mase in vrste veziva,
- površinske napetosti taline veziva,
- razporeditve vlaken (orientacije, volumenske mase, prostosti vlaken),
- vzajemnega gibanja vlaken zaradi hitrosti vročega zraka (ponavadi  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),
- zračne prepustnosti koprene in
- sprejemljivosti vlaken z vezivom.<sup>(8)</sup>

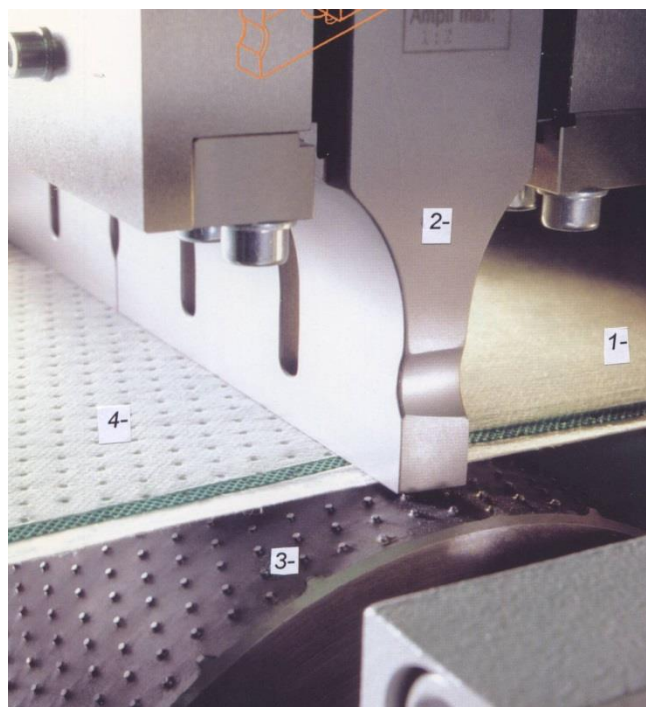
- **9.3.3.3 Ultrazvočno utrjevanje**

- Pojav ultrazvoka ni nov. To so posebna mehanska nihanja, ki se v naravi pojavljajo že tisoče let. Človek sicer teh ultrazvočnih nihanj ne more zaznati, zato pa jih denimo delfini uporabljajo za sporazumevanje, zasledovanje in orientiranje.<sup>(42)</sup>
- Ultrazvok se uporablja na najrazličnejših področjih. Poleg industrije netkanih tekstilij, omenimo še tekstilno, filmsko in papirniško industrijo, kjer se s pomočjo ultrazvoka izvajajo postopki laminiranja, spajanja, vtiskavanja, krojenja, perforiranja in rezanja.<sup>(8,9,12,42)</sup>

<http://www.youtube.com/watch?v=48Hs87CK>

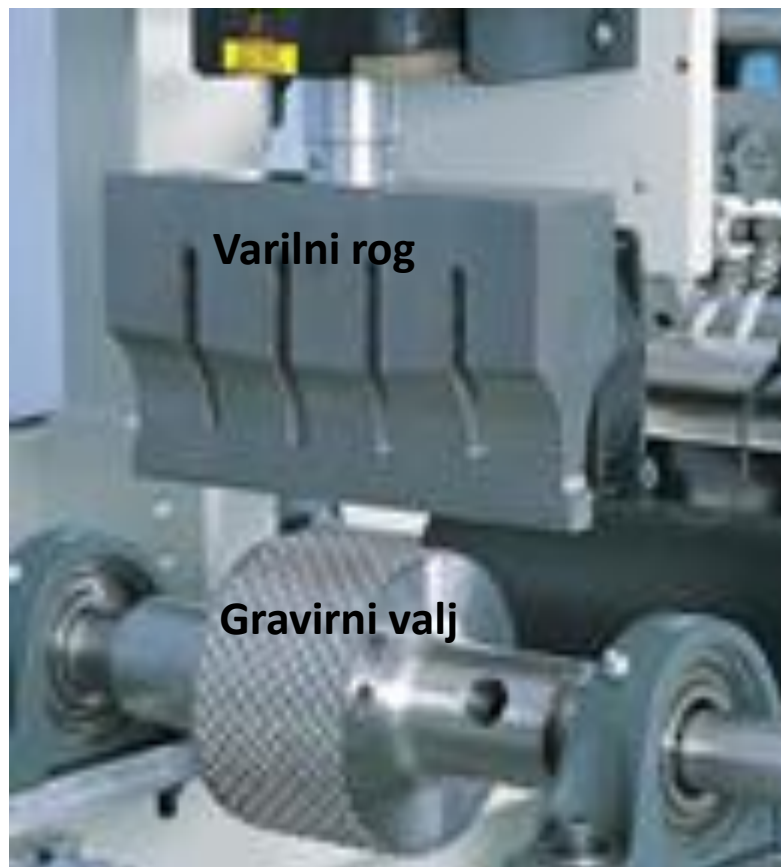
8HM

- Princip ultrazvočnega utrjevanja sloni na površinskem trenju makromolekul.<sup>(42)</sup>
- Na točkah križanja se vlakna stalijo in nato spojijo v spojnih točkah. Potrebna energija se dovaja v obliki **mehanskih vibracij prek vibracijskega elementa - sonotrode oziroma varilnega roga** (slika 9.74.).



Slika 9.74. Naprava za ultrazvočno utrjevanje ali spajanje več plasti firme Küsters  
*1- neutrjena koprenska tekstilija 2- varilni rog 3- varilno nakovalo 4- utrjena koprenska tekstilija*

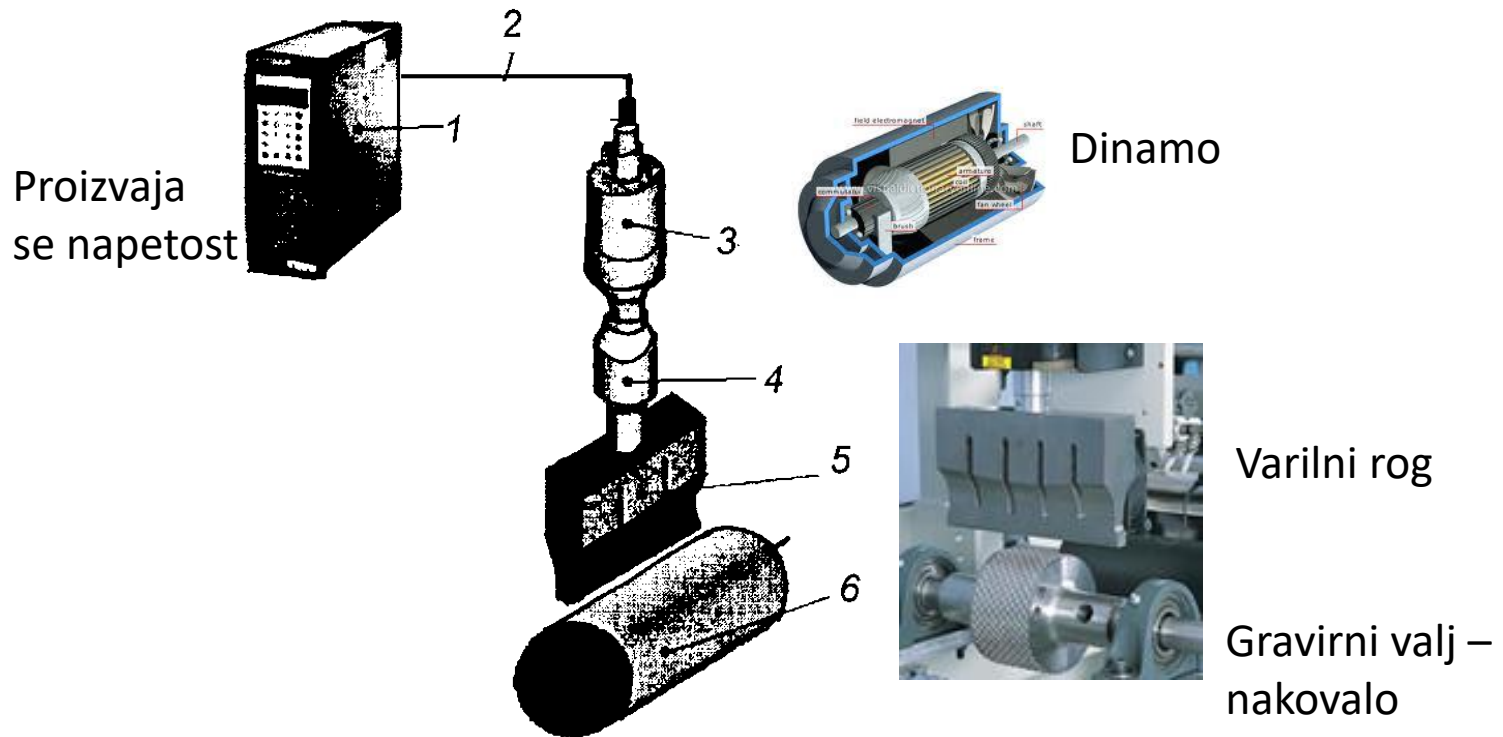
- Varilni rog vibrira s frekvenco **20 kHz, to je 20.000 vibracij na sekundo**. Ta frekvenca je zunaj območja slišnosti in je v območju ultrazvoka.
- Vibracije varilnega roga se prenašajo na varjence - koprensko tekstilijo in povzročajo molekularno in površinsko trenje med vlakni v koprenski tekstiliji.
- Gravirni valj je varilno nakovalo. Zunaj graviranih točk ni ne taljenja ne varjenja koprenske tekstilije.



- Postopek ultrazvočnega varjenja je podoben postopku kovanja, ko kovač s kladivom udarja na kos hladnega železa na nakovalu, dokler le - to ne zažari.<sup>(42)</sup>
- V generatorju se proizvaja visokofrekvenčna napetost 20.000 Hz iz izmenične napetosti.
- Frekvenca izmenične napetosti je lahko 50 ali 60 Hz, odvisno od države. Konstantna izhodna moč znaša maksimalno 1800 W. Možne so tudi kratkotrajne konice od 2000 do 4000 W, odvisno od vrste generatorja.
- Posebni visokofrekvenčni kabel povezuje generator s pretvornikom.

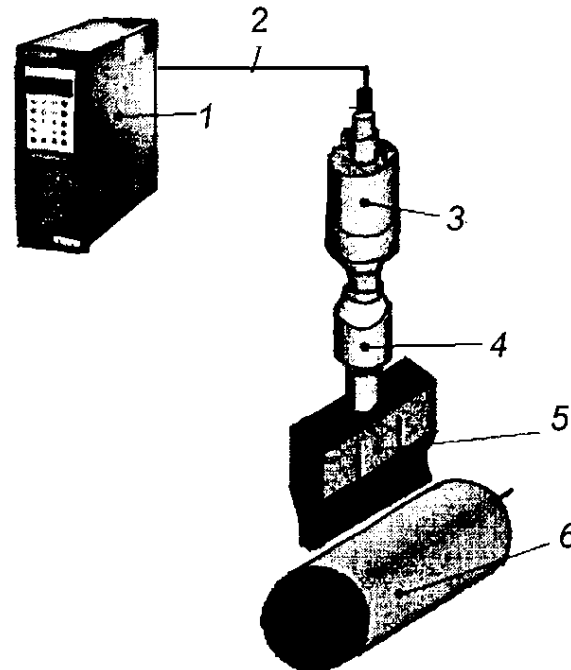


- Pretvornik pretvarja električna nihanja v mehanska s pomočjo piezokeramičnega elementa. Toplota, ki se razvija pri pretvarjanju energije, se odstranjuje z zračnim hlajenjem.
- Frekvenca nihanja se med pretvorbo ne spreminja. Izhodna amplituda iz pretvornika znaša okoli  $\pm 9 \mu\text{m}$ . Ta amplituda je prenizka za postopek utrjevanja in jo je potrebno povečati.



Slika 9.75. Delovna enota naprave za ultrazvočno utrjevanje firme Küsters  
 1- generator 2- visokofrekvenčni kabel 3- pretvornik 4- dinamo 5- varilni rog  
 6- nakovalo (gravirani valj)

- Naloga dinamika je povečati amplitudo, ki jo proizvaja pretvornik. Odvisno od stopnje povečanja znaša izhodna amplituda iz dinamika okoli  $\pm 20 \mu\text{m}$ .
- Varilni rog lahko izvaja različne funkcije. Ena od funkcij je še povečati amplitudo na maksimalno  $\pm 30$  do  $40 \mu\text{m}$ .
- Varilni rog je zasnovan tako, da proizvaja le vzdolžna nihanja. To so enoosna nihanja v smeri osi varilnega roga, kjer varilna površina vibrira vzporedno na valj.



- Gravirni valj mora imeti nizko naravno frekvenco, če hoče izvajati funkcijo varilnega nakovala.
- Zato je gravirni valj zelo težak, saj lahko le velik premer valja zmanjša resonančne vibracije.
- Odprtina med varilnim rogom in gravirnim valjem je izjemno majhna, od 10 do 50  $\mu\text{m}$ , zato je izjemno pomembna natančnost delovanja gravirnega valja.
- Le s kombinacijo radialnih ležajev, ki imajo praktično ničelno toleranco, se lahko doseže potrebna natančnost.



- Kovinski ultrazvočni rog je povezan z generatorjem mehanskih vibracij 20.000 Hz. Vibracije se prenašajo z roga v koprensko tekstilijo v področju med rogom in dvignjenimi točkami vzorčnega valja.
- **Mehanska energija se v notranjosti vlaken spreminja v toploto, ki zvišuje temperaturo vlaken.**
- Temperatura pa se zviša le na mestih nad dvignjenimi točkami gravirnega valja. Termoplastična vlakna v koprenski tekstiliji se stalijo in izoblikujejo se vezna - spojna mesta po površini in prerezu koprenske tekstilije.



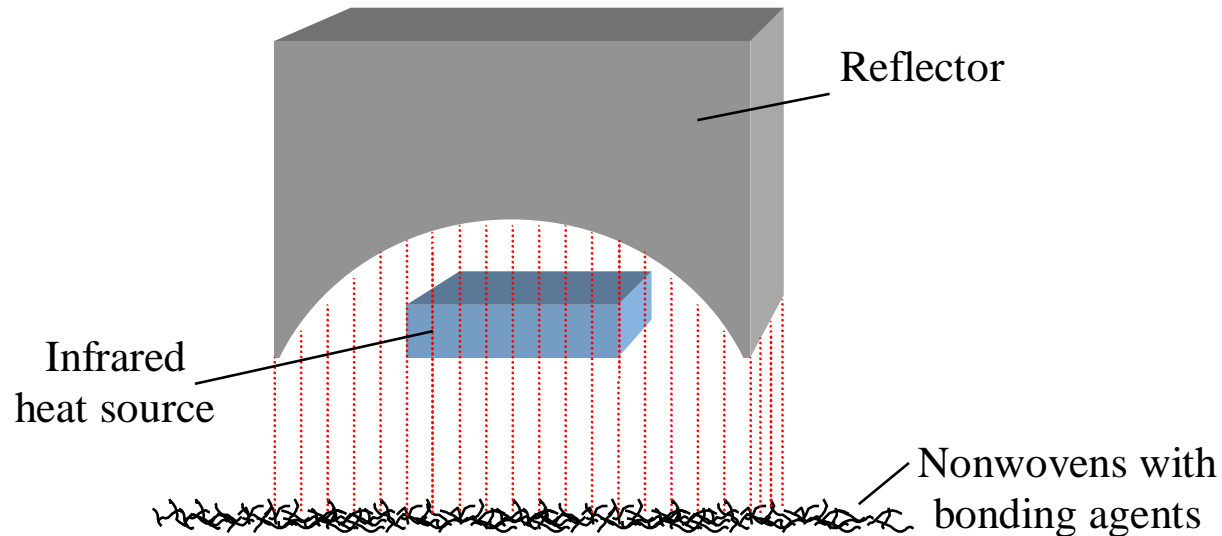
Najpomembnejši procesni parametri, s pomočjo katerih uravnavamo kakovost ultrazvočnega utrjevanja, so:

- amplituda in frekvenca ultrazvočne vibracije,
- razdalja med rogom in gravirnim valjem,
- površinska masa koprenske tekstilije in
- pretočna hitrost koprenske tekstilije.<sup>(8,42)</sup>

- Ultrazvočno utrjevanje se uporablja tako za utrditev vlakenskih plasti kot za povezovanje različnih tekstilnih materialov v plasteno tekstilijo. S tem postopkom se lahko obdelujejo plasti iz termoplastičnih vlaken ali plasti, ki vsebujejo netermoplastična in termoplastična vlakna.
- **Ultrazvočno utrjevanje ima naslednje prednosti:**
  - tekstilija se segreje le na mestih spajanja,
  - vzorčno spojene tekstilije zadržijo volumen,
  - dober otip in
  - zračno prepustnost.
- **Pomanjkljivosti, ki omejujejo uporabo ultrazvočnega utrjevanja pa so:**
  - omejena življenjska doba ultrazvočnih rogov,
  - neenakomerna porazdelitev energije po kopreni,
  - omejena proizvodna hitrost 5 - 20 m.min<sup>-1</sup>.

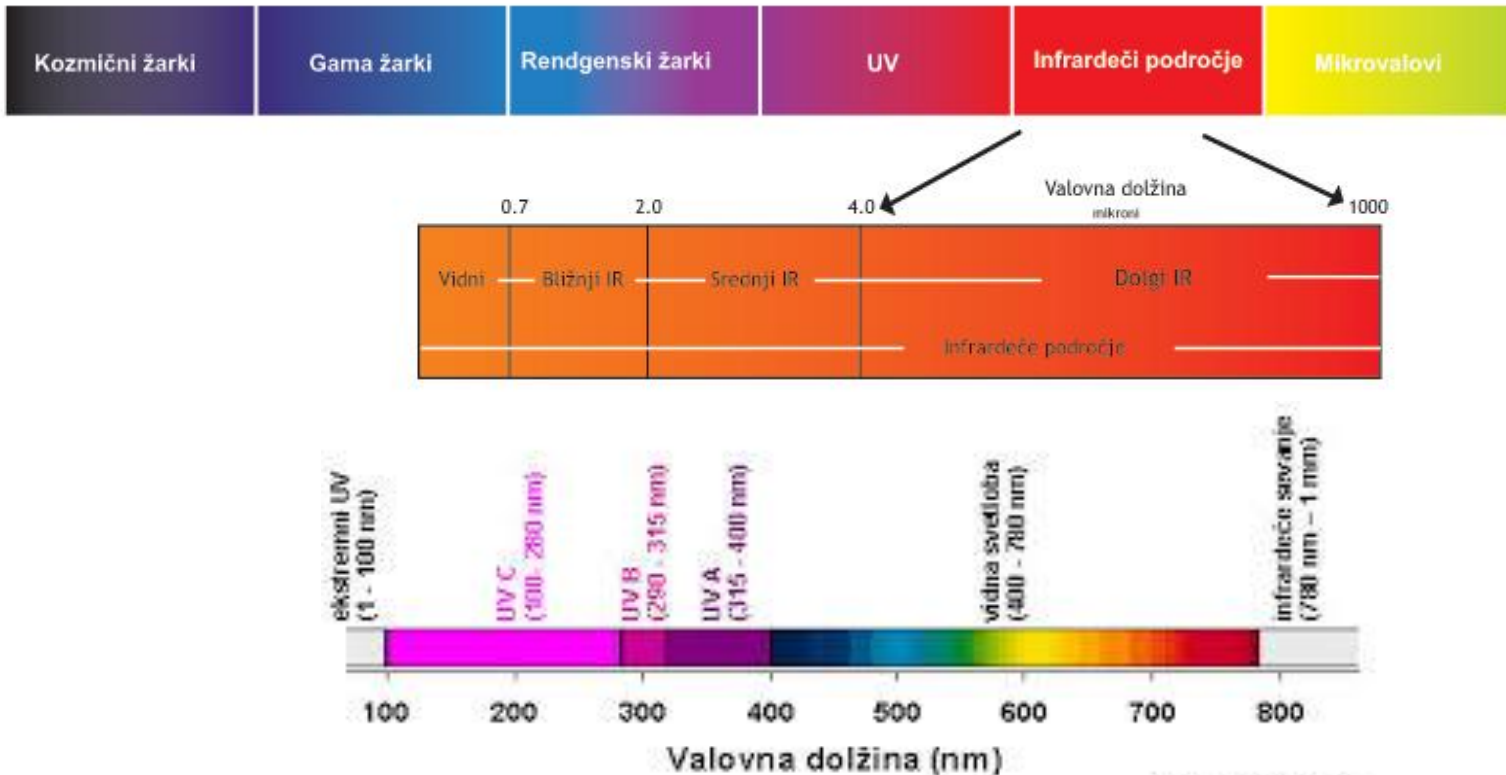
### 9.3.3.4 Utrjevanje z infrardečim sevanjem

- **Infrardeče sevanje** je del elektromagnetnega spektra z valovno dolžino  $10^{-6} - 10^{-4} \text{ m}$ .
- Oddajajo ga vroča telesa pri temperaturi 550 - 950 °C. Pri vzajemnem delovanju z maso se del infrardečih žarkov odbije, del se jih absorbira, preostanek pa gre skozi tekstilijo.
- Absorbirana energija se delno oddaja, delno pa pretvarja v toploto, ki povečuje temperaturo tekstilije.
- Infrardeče segrevanje se uporablja za različne namene, kot so: predsušenje, sušenje, predsegrevanje, sintranje, spajanje do utrjevanja. <sup>(8,9,12,47)</sup>



# Kaj je IR sevanje

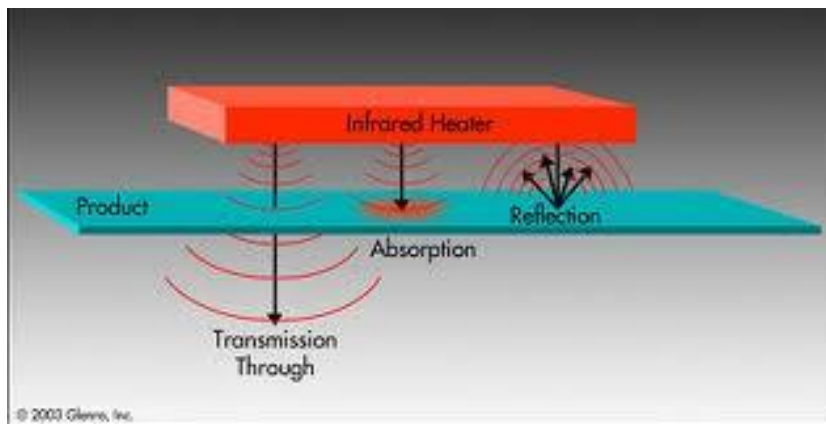
- **Ínfrardéče sévanje** označuje [elektromagnetno valovanje](#) z [valovnimi dolžinami](#), daljšimi od valovnih [dolžin vidne svetlobe](#), a krajšimi od [mikrovalovnega](#) valovanja.
- [Latinska predpona](#) *infra-* pomeni »pod-« označuje, da je [frekvenca](#) infrardečega valovanja pod frekvenco [rdeče](#) svetlobe, ta pa ima v [spektru](#) vidne svetlobe najnižjo frekvenco.
- Območje valovnih dolžin infrardečega valovanja sega prek treh velikostnih redov – od [700 nm](#) do [1 mm](#).





Glavni procesni parametri, s katerimi uravnavamo kakovost utrjevanja kopenskih tekstilij z infrardečim sevanjem, so:

- temperatura in velikost grelcev,
  - razdalja med grelci in tekstilijo in
  - hitrost segrete tekstilije med utrjevanjem.<sup>(8)</sup>
- 
- Pri netkanih tekstilijah se infrardeče segrevanje večinoma uporablja za **površinsko utrjevanje s termoplastičnim prahom in vlakni, sintranje prahastih adhezivov na površini tekstilij in za spajanje (zapiranje) površine filtrskih materialov.**<sup>(8)</sup>



*IR grelci*

