

## Tehniskais tekstils un tehnisko tekstiliju izmantošana

Paplašinās augstas veiktspējas tehnisko tekstiliju pielietojuma jomas. Šie produkti pēc to funkcionālām īpašībām tiek dalīti 12 kategorijās. Eiropā, Ziemeļamerikā un Āzijā lieto Techtexsil, Messe Frankfurt Exhibition GmbH 2008. gadā izstrādāto tehniskā tekstila klasifikāciju, kurā ietilpst:

Agro tekstils (Agrotech )  
Tekstils celtniecībai (Buildtech Textiles)  
Apģērbu tekstils (Clothing Textiles)  
Ģeotekstils (Geotech)  
Mājas tekstils (Hometech)  
Industriālais tekstils (Industrial Textiles)  
Tekstils medicīnai (MedTech)  
Tekstils transportam (Mobiltech)  
Tekstils iepakojumam (Packtech)  
Tekstils drošībai (Protective)  
Tekstilizstrādājumi sportam (Sporttech)  
Tekstils ekoloģijai (Oekotech vai Ecotech)  
Jauna kategorija ir gudrie un inteligēntie tekstilizstrādājumi.

Tehniskā tekstila izstrādājumiem ir izvirzītas īpašas kvalitātes un izgatavošanas ekonomiskuma prasības, kas rosina zinātniekus, tehnologus un iekārtu konstruktorus strādāt pie jaunu ražīgu tehnoloģiju izstrādes un ieviešanas. 20. gs. tehniskā tekstila ražošanas priekšgalā bija ASV un ES valstis, taču pēdējās desmitgadēs strauji attīstās tehniskās tekstila ražošanas

Tehniskais tekstils šodien ieņem svarīgu vietu tekstilnozares attīstībā. 20. – 21. gs. mijā tehniskais tekstils aizņēma 22% (ES valstīs 20%: Somijā – 78%; Zviedrijā – 50%; Austrijā – 42%; Vācijā – 40%; Čehijā – 38%; Holandē – 35%; Šveicē – 30%; Lielbritānijā – 30%; Beļģijā – 24%; Francijā – 17%; Spānijā – 16%; Itālijā – 12%) no visa tekstilizstrādājumu tirgus. Salīdzinot tabulā redzamos tehniskā tekstila ražošanas datus par 2000. – 2005. gadiem, redzams, ka pieaugums ir 3,9% gadā. Pēc prognozēm līdz 2010. gadam tehniskā tekstila ražošanas pieaugums saglabāsies ≈ 3,8%. Salīdzinājumā, apģērbu un mājas tekstila pieprasījuma pieaugums sastāda 1% gadā.

### Tehniskā tekstila patēriņš pasaulē pa reģioniem (1000 tonnu)

(avots - Michael Jänecke, Can Technology Save the Textile Industry?, Messe Frankfurt Exhibition GmbH, 9th Textile Industry Forum, 2007; – 61 lpp.)

	2000.	2005.	2010.
Ziemeļamerika	4184	4774	5591
Dienvīdamerika	847	1004	1230
Ziemeļeiropa	3614	4107	4760
Austrumeiropa	548	666	817
Āzija (bez Ķīnas)	4449	5220	6348
Ķīna	2155	2871	3808
Citi reģioni	917	1041	1219
KOPĀ	16691	19581	23631

Eiropas Savienības valstīs tehniskais tekstils ieņem aizvien nozīmīgāku vietu tekstiluzņēmumu sortimentā. Tas saistīts ar lielo Āzijas valstu ekspansiju apģērbu un mājas tekstila tirgū. Daļēji tas saistīts arī ar to, ka tehniskais tekstils nav pakļauts modes tendencēm, un mazāki ieguldījumi jāveic modes tendenču izpētei. Tāpēc uzņēmumi, kas plāno uzņēmuma attīstības iespējas un jaunu iekārtu iegādi, saskata lielu attīstības potenciālu tehnisko tekstiliju tirgū, un lielākoties izvēlas pāriet uz tehniskā tekstila ražošanu.

Analizējot tehnisko tekstiliju patēriņa struktūru redzams, ka visās nozarēs vērojams patēriņa kāpums. Dominē tekstils iepakojumam, transportam un industriālais tekstils. Salīdzinoši nelielu tirgus daļu veido ģeotekstilijas un ekotekstilijas, lai gan šīs jomas piedzīvo strauju attīstību, palielinot apjomus attiecīgi par 5,3 un 6,9 % pēdējos piecos gados (1.2.tab.) Kopējais tehnisko tekstiliju patēriņš 2010. gadā patēriņš sasniedzis 23774 tūkstošus tonnu (Rigby D. „Technical Textiles and Nonwovens: Wold Market Forecasts to 2010”)

### Tehnisko tekstiliju patēriņa sadalījums pa nozarēm 2000.- 2010. gadā

Nozare	Apjoms, tūkstošos tonnu			Pieaugums%	
	2000	2005	2010	2000/2005	2005/2010
Agro tekstilijas	1381	1615	1958	3,2	3,9
Tekstilijas celtniecībai	1648	2033	2591	4,3	5
Apģērbu tekstilijas	1238	1413	1656	2,7	3,2
Ģeo tekstilijas	255	319	413	4,6	5,3
Mājas tekstilijas	2186	2499	2853	2,7	2,7
Industriālās tekstilijas	2205	2624	3257	3,5	4,4
Tekstilijas medicīnai	1543	1928	2380	4,6	4,3
Tekstilijas transportam	2479	2828	3338	2,7	3,4
Tekstilijas iepakojumam	2552	2990	3606	3,2	3,8
Tekstilijas drošībai	238	279	340	3,3	4
Tekstilijas sportam	989	1153	1382	3,1	3,7
Eko tekstilijas	214	287	400	6	6,9

Jau 2005. gada Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2005/64/EK, kas reglamentē mehānisko transportlīdzekļu reģenerāciju noteica, ka būvējot M1 un N1 kategorijas transportlīdzekļus 85- 95 % no masas jābūt otrreizēji izmantojamiem un/vai reģenerējamiem, un daļa no tā būs šķiedrmateriāli. 2010. gada Starptautiskajā progresīvo tehnisko tekstiliju (Advanced Textiles IFAI) konferencē galvenā vērība vērsta uz jaunu tehnoloģiju un materiālu pielietojumu un progresīvo tekstilizstrādājumu pētniecību un attīstību, kas saistīta ar polimēru izstrādi un šķiedrām. Aktualitāte ir jauni produkti vides un personiskai drošībai, ķīmiskai un bioloģiskai aizsardzībai, no viegliem ar augstas veiktspējas šķiedrām, kā no dabisko šķiedru pastiprinātiem kompozītmateriāliem.[78]

### Tehnisko tekstiliju izmantošana pa nozarēm

#### 1. Agrotehnikas nozare

- 1.1 Augsni pārklājamie materiāli puķkopībai un lauksaimniecībai
- 1.2 Jauni pilnveidoti tekstilizstrādājumi paātrinātas produkcijas ieguvei
- 1.3 Tekstilizstrādājumu drenāžas sistēmas
- 1.4 Tekstilizstrādājumu apūdeņošanas sistēmas
- 1.5 Audumi un tīkli ēnas nodrošināšanai
- 1.6 Siltumnīcu aprīkojums
- 1.7 Tekstilizstrādājumi puķkopības produktiem
- 1.8 Tekstilizstrādājumi mežkopības produktiem
- 1.9 Noplūdes izturīgi aizsargpārklājumi ūdens un šķidrā mēslojuma tvertnēm
- 1.10.Elastīgi un stingri konteineri
- 1.11.Elastīgas ūdens tvertnes
- 1.12.Pacelšanas un pārvades sistēmas
- 1.13.Ūdensizturīgi aizsargpārklājumi
- 1.14.Pagaidu lauksaimniecības celtnes
- 1.15.Tekstilizstrādājumu ainavu produkti
- 1.16.Nožogojumi

## **2. Celtniecības nozare**

- 2.1 Tekstilizstrādājumi betona un citu būvējumu pastiprināšanai pret nokrišņiem
- 2.2 Materiāli gaismas konstrukcijām
- 2.3 Tekstilmateriāli betona būvējumiem
- 2.4 Tekstila sistēmas ēku fasāžu nostiprināšanai
- 2.5 Izolācijas sistēmas pret aukstumu, karstumu un trokšņiem (skaņas izturīgas)
- 2.6 Pagaidu būves
- 2.7 Pneimatiskas būves
- 2.8 Tekstilmateriāli jumtiem un jumtu ūdensizturībai
- 2.9 Apvalki gaismas slodzes izturīgām būvēm
- 2.10. Iekšējās un ārējās skaņas izturīgas tekstila sienas
- 2.11. Pret sauli aizsargājoši tekstilizstrādājumi
- 2.12. Tekstila apkures sistēmas
- 2.13. Tekstila gaisa sadales un kondicionētājsistēmas
- 2.14. Cauruļu remonta metodes, balstītas uz elastīgām tekstila caurulēm
- 2.15. Tekstilizstrādājumi augsnes nostiprināšanai
- 2.16. Pret uguni aizsargājošs un ugunsdzēsības aprīkojums
- 2.17. Tekstila un jauktie izstrādājumi ārējai armatūrai un montāžai
- 2.18. Būvju elementi, veidojumi, ar tekstilmateriāliem pastiprinātas caurules un konteineri
- 2.19. Teltis un telšu būves
- 2.20. Vizuālās aizsargsistēmas

## **3. Apģērbu nozare**

- 3.1 Apavi
- 3.2 Vēja un ūdens izturīgs apģērbs
- 3.3 Apģērbs
- 3.4 Vispārīgas apģērbu tehnoloģijas

## **4. Ģeotehnikas nozare**

- 4.1 Augsnes apakškārtas nostiprināšana
- 4.2 Ainavu arhitektūra
- 4.3 Krastmalas un ceļu būves
- 4.4 Upju un jūras krastu nostiprināšana
- 4.5 Hidraulikas tehnoloģijas
- 4.6 Augsnes necaurlaidība
- 4.7 Drenāžas sistēmas
- 4.8 Cauruļu rekonstrukcijas metodes, balstītas uz elastīgām tekstila caurulēm
- 4.9 Vispārīga ģeotehnika

## **5. Mājas tehnoloģiju nozare**

- 5.1 Tekstila un jauktie izstrādājumi iekšējai furnitūrai un piederumiem
- 5.2 Paklāji
- 5.3 Sauli aizturoši tekstilizstrādājumi
- 5.4 Materiāli lielām teltīm
- 5.5 Audumi tapsēšanai
- 5.6 Griestu un sienu pārklājumi
- 5.7 Tekstilizstrādājumi celtniecības detaļu un rotājumu pastiprināšanai
- 5.8 Uguns nožogojumi
- 5.9 Vispārīgas mājas tehnoloģijas

## **6. Industriālo tehnoloģiju nozare**

- 6.1 Audumu pastiprinošie izstrādājumi

- 6.2 Celtniecības detaļas, veidojumi, caurules un konteineri ar tekstilmateriālu pastiprinājumu
- 6.3 Aukstā un karstā vidē izmantojami tekstilizstrādājumi
- 6.4 Kodīgā vidē izmantojami tekstilizstrādājumi
- 6.5 Antistatiski tekstilizstrādājumi
- 6.6 Tekstilizstrādājumi elektronikas un datoru ražošanai
- 6.7 Ar tekstilmateriāliem pastiprināti motoru komponenti
- 6.8 Elastīgas caurules un ar tekstilmateriāliem pastiprinātas caurules
- 6.9 Pacelšanas un pārvades sistēmas
- 6.10. Stingri un elastīgi konteineri
- 6.11. Pneimatiskas sistēmas ar dobiem korpusiem
- 6.12. Filtri
- 6.13. Absorbējošas sistēmas
- 6.14. Ar tekstilmateriāliem pastiprināti ūdensizturīgi instrumenti un savienojumi
- 6.15. Noslēdzošās sistēmas
- 6.16. Skaņu necaurlaidīgi materiāli
- 6.17. Tekstilizstrādājumi krāsošanai un virsmu apstrādes sektoram
- 6.18. Ar tekstilmateriāliem pastiprināti līmēti materiāli
- 6.19. Iekšējais pārklājums, laminēti produkti, gumijoti produkti

## **7. Medicīnas tehnoloģiju nozare**

- 7.1 Higiēniski (auduma) grīdas segumi un apģērba materiāli
- 7.2 Ar tekstilmateriāliem pastiprinātas protēzes
- 7.3 Tekstila ķirurģiskie produkti
- 7.4 Operāciju zāles palagi
- 7.5 Slimnīcu gultu palagi un segas
- 7.6 Medicīniskie spilveni
- 7.7 Tekstilizstrādājumi slimnīcām un slimnīcu iekārtām
- 7.8 Ārstu un māsu apģērbs
- 7.9 Ātrās palīdzības dienestu aprīkojums
- 7.10. Tekstilizstrādājumi medicīnisikām struktūrām

## **8. Transporta tehnoloģiju nozare**

- 8.1 Aeronautika un gaisa telpa
- 8.2 Dzelzceļa lokomotīves un ritošais sastāvs
- 8.3 Ceļu transportlīdzekļi
- 8.4 Kuģubūve
- 8.5 Tekstilizstrādājumi iekšējā pārklājuma plastmasas virsmām
- 8.6 Ar tekstilmateriāliem pastiprināti gumijas produkti
- 8.7 Skaņu necaurlaidīgas un aukstumu/karstumu izolējošas sistēmas
- 8.8 Pasažieru drošības sistēmas, gaisa spilveni
- 8.9 Riepas
- 8.10. Iekšējās virsmas
- 8.11. Griestu un sienu pārklājums
- 8.12. Audumi tapsēšanai
- 8.13. Paklāji
- 8.14. Pārklājumu materiāli un vaskotās sistēmas
- 8.15. Filtri un gaisa cirkulācijas sistēmas
- 8.16. Apdares materiāli
- 8.17. Aizsargvirsmas gaisa, ūdens un zemes transportlīdzekļiem
- 8.18. Iekārtas drošības un militārajiem transportlīdzekļiem

## **9. Iepakojuma tehnoloģiju nozare**

- 9.1 Iepakojuma materiāli
- 9.2 Aizsargājoši pārklājuma materiāli īstermiņa un ilgtermiņa uzglabāšanai
- 9.3 Liela un maza apjoma somas un konteineri
- 9.4 Pārnēsājami konteineri pagaidu uzglabāšanai
- 9.5 Elastīgi un stingri konteineri

## **10. Aizsargsistēmu nozare**

- 10.1. Aizsargtērpi
- 10.2. Karstumizturīgs apģērbs
- 10.3. Apģērbs ekstrēmiem laika apstākļiem
- 10.4. Aizsargekipējums pret ķīmiskiem produktiem
- 10.5. Aizsargapģērbs darbam dzesēšanas objektos un pret aukstumu
- 10.6. Avārijas dienestu aprīkojums
- 10.7. Pret uguni aizsargājošs aprīkojums
- 10.8. Glābšanas aprīkojums
- 10.9. Īpašumu aizsargājošs aprīkojums
- 10.10. Personu aizsargājošs aprīkojums
- 10.11. Ar tekstilmateriāliem pastiprināts bruņutērps
- 10.12. Drošības un militāro spēku aprīkojums
- 10.13. Uguns barjeras

## **11. Sporta tehnoloģiju nozare**

- 11.1. Ar tekstilmateriāliem pastiprināts sporta aprīkojums
- 11.2. Aizsardzība pret vēju un sliktu laiku
- 11.3. Personu aizsargājošs aprīkojums
- 11.4. Sporta aprīkojums
- 11.5. Sporta apģērbs
- 11.6. Sporta apavi
- 11.7. Brīvā laika apģērbs
- 11.8. Virsdrēbes

## **12. Vides tehnoloģiju nozare**

- 12.1. Augsnes necauraidības instrumenti
- 12.2. Tekstila drenāžas materiāli
- 12.3. Tekstila pre-erozijas produkti
- 12.4. Tekstila aizsardzības produkti pret kaitīgām vielām
- 12.5. Pārvietojami konteineri ūdens un piesārņoto šķidrumu pagaidu glabāšanai
- 12.6. Tekstila skaņas izturīgas sistēmas
- 12.7. Gaisa un ūdens attīrīšanas sistēmas
- 12.8. Tekstilizstrādājumi atkritumu uzglabāšanai

## **13. Inteliģentais apģērbs un valkāšanai piemērota elektronika**

### **Tekstilšķiedras tekstiliju izgatavošanai tehniskiem lietojumiem**

Vēsturiski šķiedras tehniskiem lietojumiem izmantoja jau Senajā Ēģiptē, Ķīnā un Mongolijā. Mūsdienu kompozītmateriālu nozare darbojas jau 50 gadu un tajā visā pasaulē strādā ~250000 profesionāļi. Vajadzīgā kompozīta iegūšanai veido šķiedras (armatūras) un saistvielas (matricas) optimālās kombinācijas. Armēšanai izmanto neorganiskās un organiskās dabas un ķīmiskās šķiedras. Kompozītu armēšanai visbiežāk izmanto sintētiskās un E, S- stikla šķiedras (salīdzinoši ar oglekļa un aramīda šķiedru zemo izmaksu dēļ), bora un grafīta u.c. šķiedras dēļ salīdzinoši labām fizikāli mehāniskajām īpašībām. Tomēr domājot par vidi, stikla, oglekļa un aramīda šķiedru lietošana kompozītu

ražošanai uzskatāma par negatīvu, tāpēc pēdējos gados aktuāli kļuvuši dabisko šķiedru armēti kompozīti, biokompozīti ar šķiedrām, kas pēc zināma laika sadalās vai izmantojamas atkārtoti.

Matricām lieto: polimērus, metālus, keramiku, neorganisko betonu u.c.. Šķiedrām, kuras pielieto tehnisko tekstiliju izstrādei būtiskas ir fizikālās, ķīmiskās īpašības un iespēja veidot elastīgus vai stingus kompozītmateriālus. Cietiem tekstilkompozītiem nozīmīga ir augsta stiprība, mazs svars, zems blīvums un garš kalpošanas mūžs. Svarīga ir augsta temperatūras izturība, spēja vadīt vai absorbēt siltumu un skaņu, izturība pret koroziju un ķīmiskā izturība un atbilstība konkrētam produkta dizainam un lietojumam. Šķiedras ir izturīgas, ar mazu pagarinājumu un nodrošina nepieciešamo pretestību slodzēm. Savukārt matrica tās satur kopā un kalpo slodzes pārņemšanai no satrūkušajām uz blakus šķiedrām, kad pārslodžu ietekmē sākas šķiedru bojājumi. Šāda matricas darbība nodrošina to, ka šķiedru kompozītmateriāli ir izturīgāki nekā katra komponente atsevišķi.

Pasaulē ir ļoti daudz dažādu dabīgo šķiedru- dzīvnieku, augu un minerālšķiedras. Puse no pasaulē iegūtajiem šķiedrāmateriāliem ir augu šķiedras- kokvilna, kapoks, džuta, kenafs, sizals u.c. Augu šķiedras kā armētājšķiedras kompozītmateriālos sāktas izmantot salīdzinoši nesen. Neierobežotie dabas resursi, laba pārstrādājamība, biosadalīšanās spēja un diezgan zemās cenas, pietiekami augstas īpatnējās stiprības un elastības moduļa vērtības ir tās priekšrocības, kas nodrošina augu šķiedras saturošu kompozītu pielietojamas strauju attīstību. Dabīgās šķiedras, protams, nevar līdzināties piemēram, oglekļa šķiedrām stiprības ziņā, tomēr tās ir daudzsoļīga alternatīva stikla šķiedrām .

Dabīgo šķiedru kompozītmateriālus plaši izmanto automobiļu rūpniecībā apdarei un nenesošās konstrukcijās, bet pēdējā laikā arī daļēji slogotās konstrukcijās, piemēram, automobiļu iekšējo daļu ražošanā no dabīgo šķiedru un polipropilēna materiāliem un korpusa ārējās daļās no dabīgo šķiedru un poliestera sveķu materiāliem. Pateicoties dabīgo šķiedru izmantošanai, var tikt samazināts automobiļu daļu svars, vairāk nekā tad, ja tiek izmantota stikla šķiedra, kā arī enerģijas patēriņš ražošanai var tikt samazināts pat par 80%.

**Lins** pasaulē pazīstams jau sen. Izgatavojot kompozītmateriālus, linu šķiedras labāk saistās ar termocietējošo sveķu matricām, kas ir dārgākas, tādēļ tiek meklētas iespējas palielināt linu šķiedru saistību ar termokūstošajām plastmasām, kas ir lētākas.

**Kaņepju šķiedra** tāpat kā lins arī ir lietota ļoti sen. Zemās cenas un labu atsevišķu specifisku īpašību dēļ kaņepju šķiedras ir potenciāla alternatīva stikla šķiedrām. Formas un struktūras ziņā kaņepju šķiedras ir līdzīgas linu šķiedrām, lignīna saturs tajās nedaudz augstāks kā linu šķiedrām, tāpēc tās ir stiprākas. **Salīdzinājumā ar linu, izturīgāka pret temperatūras, UV starojuma un mikroorganismu iedarbību, spīdīgāka, saista vairāk mitrumu.**

**Stikla šķiedra** ir komercializēta pagājušā gadsimta 30-jos gados. Galvenā sastāvdaļa silīcija dioksīds SiO<sub>2</sub>. Stikla šķiedrai piemīt augsta cietība, korozijas izturība, viegla masa un elastība un šis materiāls nav dārgs. Stikla šķiedra iedalās atkarībā no tās īpašībām E stikla šķiedra- elektro industrijā, S- ar augstu stiprību, C- augstu korozijas izturību, D diaelektriska.

**Oglekļa šķiedra** ir komercializēta pagājušā gadsimta 60-jos gados. Oglekļa šķiedras ir ar augstu stiprību, ķīmisko izturību un mazu masu. Oglekļa šķiedras ir daudzstiprākas un stingākas nekā stikla šķiedra, taču tās ir arī daudzstiprākas. Ņemot vērā tehnoloģiju attīstību un pieprasījuma palielināšanos pēc oglekļa šķiedrām sagaidāms, ka turpmākos gados to cena varētu daudzstiprīgi pazemināties, tādējādi nodrošinot jaunas tirgus nišas. Oglekļa šķiedru cena salīdzinoši augsta no 20 līdz 60 € par vienu kilogramu.

**Polimēru šķiedrām** piemīt augsta stiprība un stingums. Viena no plašāk izplatītākām ir Kevlara šķiedras, kuru komercializācija sākās pagājušā gadsimta 80 gados. Mūsdienās tās pielieto dažādās konstrukcijās, ballistikās aizsardzības produktos, virvju un kabeļu ražošanā. Salīdzinot ar stikla šķiedrām, aramid šķiedru cena ir daudz augstāka no 20 līdz 35 € par vienu kilogramu.

**Aramid šķiedrai** piemīt ļoti augsta stiepes izturība. Kompozītmateriālam, kas izgatavots izmantojot šo materiālu, piemīt teicamas trieciena izturības īpašības. Šī iemesla dēļ tas ir ļoti iecienīts militārajā rūpniecībā, laivu un sporta aprīkojuma ražošanā. Sporta automašīnām no aramid šķiedras izgatavo motora, piekares u.c. aizsargus.

### Mākslīgo šķiedru fizikāli mehānisko īpašību salīdzinājums ar metālu

	Bazalta šķiedras	E – stikla šķiedras	S – stikla šķiedras	Oglekļa šķiedras	Aramīda šķiedras	Tērauds	Alumīnijs
Bļivums (g/cm <sup>3</sup> )	2,63 – 2,8	2,54 – 2,57	2,54	1,78	1,45	7,8	2,7
Stiepes izturība (Mpa)	4100 – 4840	3100 – 3800	4020 – 4650	3500 – 6000	2900 – 3400	1500 – 4400	290
Elastības modulis (Gpa)	93,1 – 110	72,5 – 76	83 – 97	230 – 600	70 – 140	180 -200	69
Pagarinājums pēc pārrāvuma (%)	3,1	4,7	5,3	1,5 – 2	2,8 – 3,6		
Filamenta diametrs (μm)	6 – 21	6 – 21	6 – 21	5 – 15	5 – 15	20 – 1500	150
Siltuma vadāmības koeficients (W/m <sup>2</sup> *K)	0.031 – 0.038	0.034 – 0.040	0.034 – 0.040	0.20	0.040		

### Dabīgo šķiedru fizikāli mehānisko īpašību salīdzinājums

	Lins	Kaņepe	Džuta	Ramiņa	Koira	Sizals	Kokvilna
Bļivums (g/cm <sup>3</sup> )	1.4	1.48	1.46	1.5	1.25	1.33	1.51
Stiepes izturība (10E <sup>6</sup> N/m <sup>2</sup> )	800-1500	550-900	400-800	500	220	600-700	400
Elastības modulis (GPa)	60-80	70	10-30	44	6	38	12
Pagarinājums pēc pārrāvuma (%)	1.2-1.6	1.6	1.8	2	15-25	2-3	3-10
Mitruma absorbcija (%)	7	8	12	12-17	10	11	8-25

### Tekstilmateriālu izgatavošana tehniskiem lietojumiem

FRP stiprība ir atkarīga no vairākiem parametriem – pavedienu stiprības, matricas stiprības, auduma piepildījuma un pavedienu orientācijas. Pēc formas armatūras audumi iedalās 2D un 3D tekstilmateriālos, bet pēc izgatavošanas veida:

- austajās;
- adītajās;
- pītājās;
- šūtājās;
- laminētajās;
- neaustajās.

Laminētu kompozītu veidošanai parasti izmanto pavedienus vai divu dimensiju audumus. Šos materiālus izklāj vairākos slāņos un specializētās iekārtās piepilda ar matricas sveķiem. Tā kā te ir ļoti daudz roku darba, tad šie FRP ir dārgi. Lai šos materiālus padarītu lētākus tiek izgatavoti 3D armatūras audumi, kuriem atkrīt klāšanas process, tādejādi samazinās roku darbs.

Austos 2D armatūras tekstilmateriālus auž audekla, panamas, saržas, satīna vai pārviju pinumā. Aušanas tehnika tiek izvēlēta balstoties uz pielietojumam un tālākajā ražošanas procesā nepieciešamajām

īpašībām. Saplākšņa armēšanai izmanto sietveida armatūras audumu. Tā izgatavošanai galvenokārt izmanto retināto audekla pinumu un pārviju pinumu.

## Dažādšķiedru audumi armēšanai

Tekstilmateriāli laminēto kompozītu materiālu izgatavošanai ir izmantoti kopš 1960. gada. Tomēr to augstās izmaksas, jo tiek pielietots liels roku darbs, un nespēja uzņemt slodzes materiāla biezuma virzienā lika meklēt jaunus risinājumus. 1970. gadā pirmoreiz tika pielietots 3D tekstilšķiedru armējums kompozītu materiālu pastiprināšanai. Kopš pirmajiem mēģinājumiem šī joma ir attīstījies ļoti strauji, un šodien nevar iedomāties gandrīz nevienu tautsaimniecības nozari, kurā netiktu izmantoti FRP. Audumu armatūrām ir augsti izturības rādītāji lieces īpašību pastiprināšanai un triecienizturības uzlabošanai. Svarīgs faktors FRP izmantošanai ir nelielais kompozītu materiālu svars un tekstilmateriālu samērā zemās izmaksas. Tāpēc šodien tekstiltehnoloģiju izstrādātāji ir spērušas lielu soli armatūras audumu izgatavošanas paātrināšanai, kas ir svarīgs faktors FRP cenas pazemināšanai. Tehniskos audumus izmanto atsevišķi kā detaļu vai citu produktu daļu, uzlabojot to mehāniskās, fizikālās, ķīmiskās, termiskās un optiskās īpašības un produktu funkcionalitātes uzlabošanai.

Armatūras audumu pielietojums ir ļoti plašs – armētās plēves, ceļu būvē, saplākšņa konstrukcijās, dzelzsbetona konstrukcijās, autobūvē, kuģubūvē, lidmašīnu un raķešu būvē, ķīmisko materiālu uzglabāšanas un transportēšanas konteineru izgatavošanai un daudzās citās tautsaimniecības jomās (1.att). Šādi kompozītmateriāli ir izturīgāki pret plaisāšanu, rukumu, samešanos un saplacināšanu, jo tiem ir izlīdzināta stresa iedarbība. Mūsdienu arhitektūras dizaina iezīme ir izliektas virsmas, kuru veidošanai pielieto saplākšni vai citus kompozītmateriālus, kas balstīti uz auduma bāzes.

Samazinot, piemēram, automašīnas svaru par 25%, degvielas patēriņš samazinās par 13%. Tāpēc jau šodien autobūvē metālu aizstāj ar kompozītu materiāliem uz tekstiliju bāzes.

## Kaņepju betons

Pašreiz vērojama pieaugoša interese par būvmateriāliem - javām, kuru sastāvā ietilpst dabīgās šķiedras (kaņepes, salmi, lini, u.c.) un saistvielas (kaļķis, māli, ģipsis, u.c.). Interesi izraisījis ir samērā jauns būvniecības materiāls – kaņepju un kaļķa savienojums, kur no kaņepes tiek izmantots auga centrālais porainais stiebrs. Uzmanība tiek piesaistīta šī materiāla siltuma un akustisko īpašību dēļ, kā arī tā spējai regulēt mitrumu ēkas iekšpusē – absorbējot un/vai atbrīvojot mitrumu atkarībā no gaisa apstākļiem. Eiropā šī maisījuma sagatavošanai visbiežāk tiek izmantota tradicionālā betona sagatavošanas metode. Taču jāņem vērā, ka kaņepju un kaļķa betona pagatavošanai ar tradicionālo (maisīšanas un liešanas) javas pagatavošanas paņēmieni ir vairāki būtiski trūkumi. Kaņepes augstās absorbcijas dēļ tradicionālajā pagatavošanā ir nepieciešams liels ūdens daudzums, kas noved pie pārmērīgi ilga sacietēšanas un žūšanas laika (līdz pat gadam). Turklāt kaņepju stublājiem ir mazs svars, tādēļ to nosēdināšana ir grūti panākama pat pielietojot mehāniskās vibrācijas, kur rezultāts ir ļoti porains materiāls ar sliktiem mehāniskajiem un siltuma parametriem.

Pieejams arī jauns un inovatīvs kaņepju – kaļķu betona pagatavošanas un uzklāšanas veids, kas būtībā ir kaļķu, kaņepju un ūdens maisījuma „izmešana” tieši uz sienas vai bloku veidnē.

Šī paņēmiena darbības princips ir tāds: kaļķu – kaņepju maisījums ar gaisa palīdzību tiek vadīts caur šļūteni un tieši pirms izejas maisījumam tiek pievienots pulverizēts ūdens. Šādā veidā panāk, ka kaņepes nepaspēj absorbēt lielu ūdens daudzumu, taču ūdens ir pietiekami, lai samitrinātu saistvielu.

„Izmešanas” paņēmiena priekšrocības ir: ierobežotais padotā ūdens daudzums ļauj noteikt materiāla sacietēšanas laiku, kas ir mazāk kā mēnesis; tā kā maisījums tiek padots ar noteiktu ātrumu, materiāls ir labāk sablīvēts, homogēnāks, ar lielāku blīvumu nekā lietais maisījums, tādēļ sagaidāmas arī labākas mehāniskās īpašības. Iepriekšminētā pētījuma gaitā iegūtie rezultāti parāda, ka maksimālo blīvumu var sasniegt, ja „izmešanas” attālums ir 1 metrs, kas, savukārt, ietekmē siltuma un mehāniskās īpašības. To (siltumvadītspēja, dinamiskais elastības modulis, lieces izturība, cietība, spiedes stiprība) vērtības

paaugstinās palielinoties blīvumam. Tādēļ, ņemot vērā šī materiāla pielietojamību un būves veidu, ražotājam jāatrod līdzsvars starp siltuma un mehāniskajām īpašībām.

Kaņepju – kaļķu betons izmantojams gan kā siltumizolācijas materiāls, gan nesošo konstrukciju būvniecībā. Piemēram, ja kaņepju - kaļķu betons tiek izmantots jau esošu koka veidņu pildīšanai, var tikt lietots materiāls ar zemāku siltumvadītspēju (un arī zemāku izturību). Taču, ja betons paredzēts būves nesošajām konstrukcijām, tad blīvākam un izturīgākam materiālam ir jādod priekšroka pat ja siltuma īpašības nedaudz pasliktinās.

