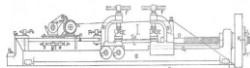




RS170 Emléknep



„QUO VADIS SZÁLTECHNOLÓGIA?”

Szabó Rudolf
RSPT- Alapítvány

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar

2023. okt. 27.

1

Paradigma váltás

- Könnyű (Lightweight) anyagok és szerkezetek
- 3D nyomtatás
- Villamosítás
- Szálas szerkezetek
- Grafén
- Nanocső

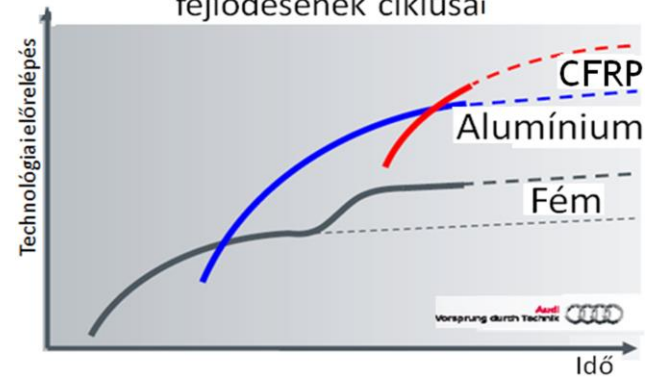


2



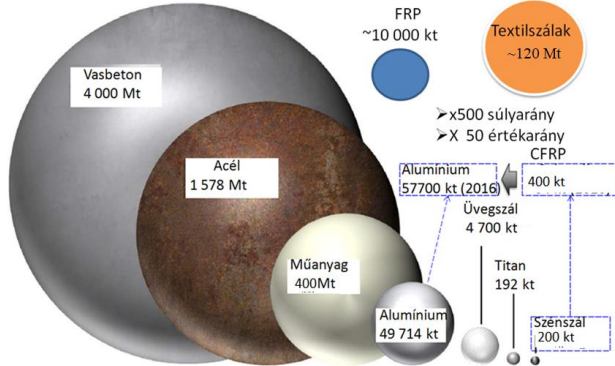
3

Anyag-használat technológiai fejlődésének ciklusai



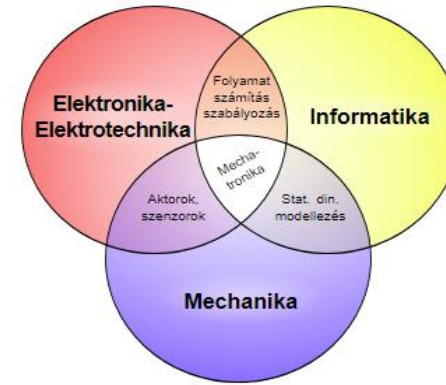
4

Szerkezeti anyagok megoszlási aránya szénszál ill. CFRP és az alumínium összehasonlítása 2020 –ban

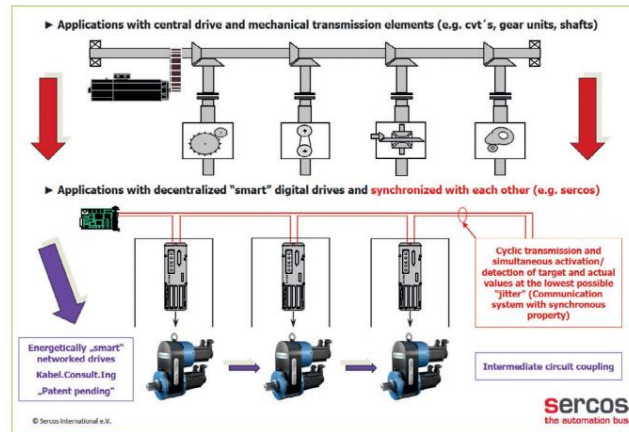


5

Mechatronika



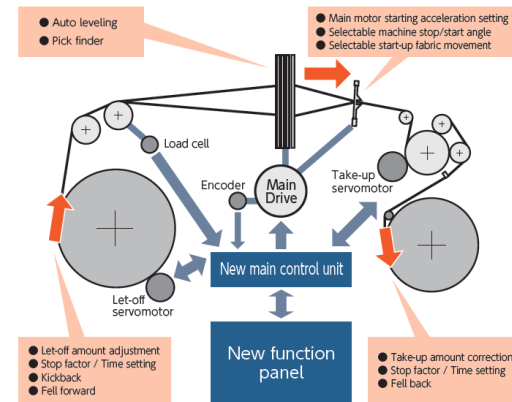
6



Distributed digital drive technology in modular construction

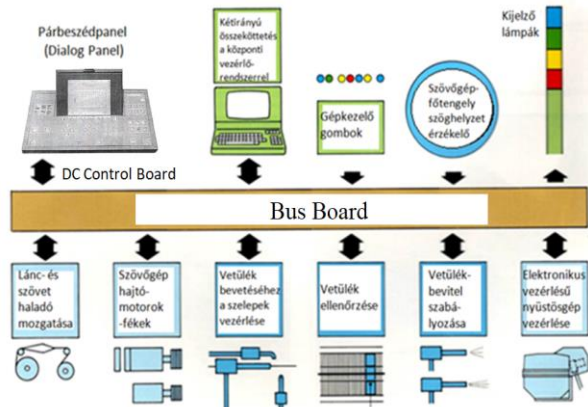
7

Evolved Stop Mark Prevention System



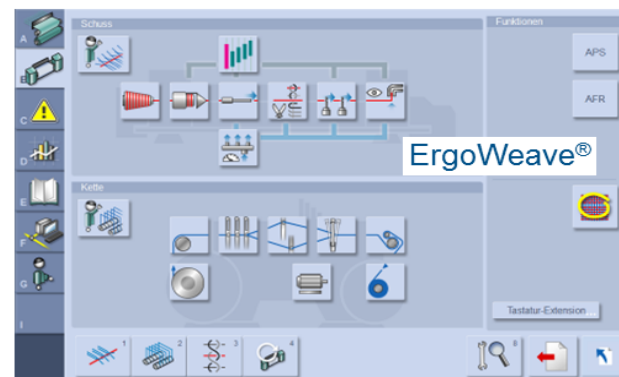
8

Elektronikus vezérlésű szerkezetek Központi Processzor Rendszer sémája



9

Controlled Process Reliability



10

Sűrített levegő használata, kompresszor



1 bar nyomás csökkentés jelenti:
6%-kal kevesebb az energia
4%-kal kisebb a szivárgás.

Szivárgási veszteség általában
25% körüli.

10%-kal csökkentve a szivárgást,
az energia-felhasználás
10%-kal csökken.

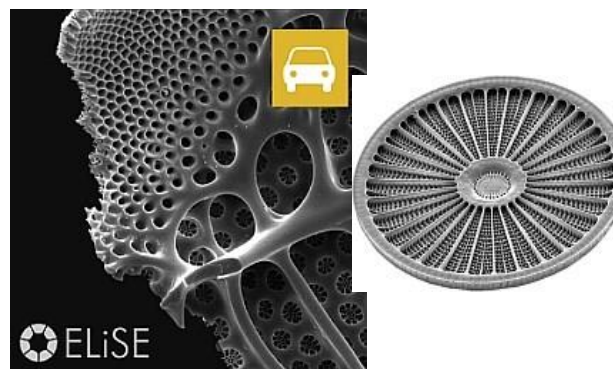
10%-os energia-csökkentéssel
a magas energiaárak miatt
5000 EUR / Szövőgép/Év
értéket is elérhet.

Légsugaras szövőgépén:
1 m vetülék bevetéséhez
hozzávetőleg 1 g levegő szükség.



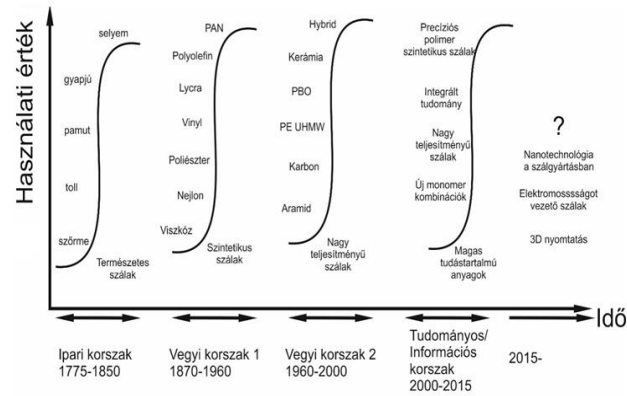
11

Bionic design: The future of lightweight structures



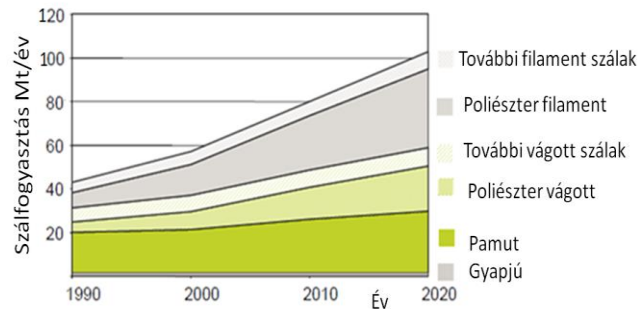
12

Textilszálak fejlődési szakaszai



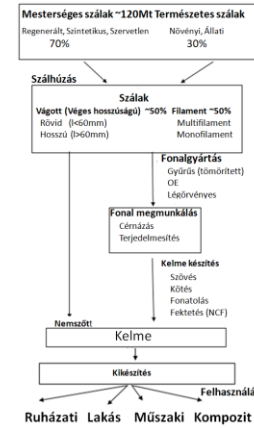
13

Különböző szálak mennyiségének növekedése Mt/év



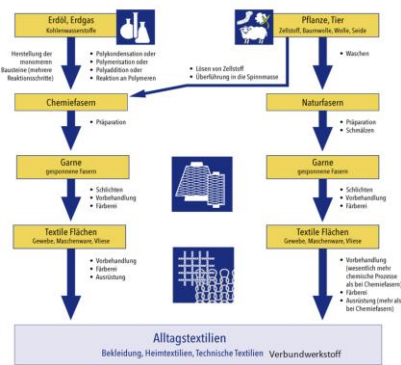
15

Kelme készítés főbb műveletei

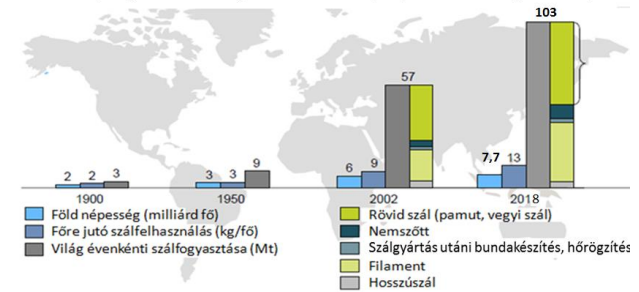


14

Kiinduló anyagoktól a végtermékek

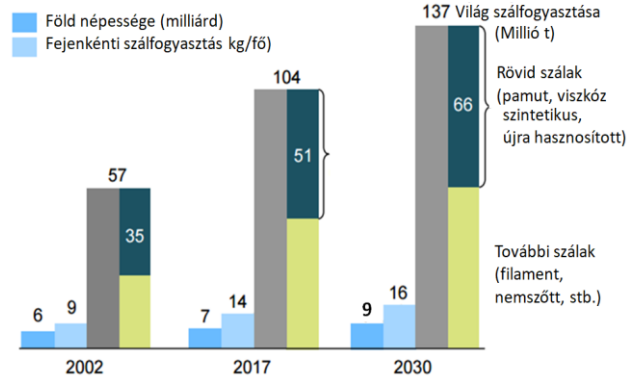


Föld népessége, fejenkénti szálfelhasználás, világon gyártott szálmennyiség növekedése, a különböző lapképzési technológiák aránya



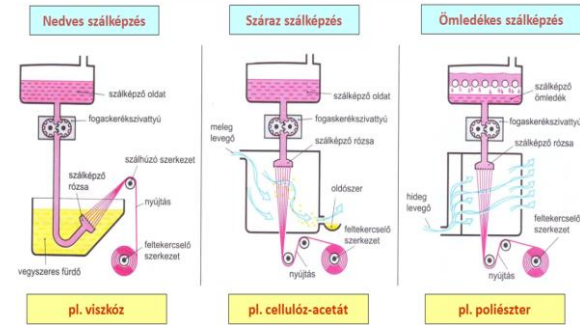
16

Föld népessége és szálfelhasználás növekedése



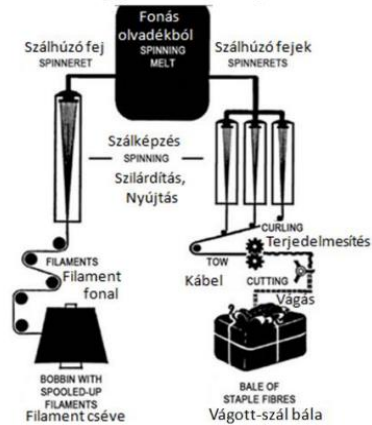
17

A mesterséges szálak általános előállítási elvei



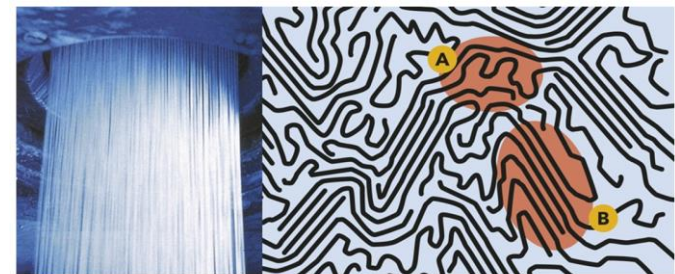
18

Szálgyártás sémája



19

Filament yarn manufacture

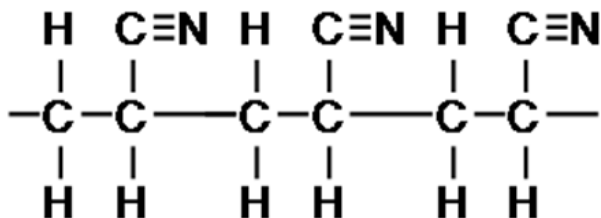


Spinnerets

Amorphous (A) and crystalline (B) areas in the filaments


20

Poliakrilonitril (PAN) láncmolekula



21

Carbon fibers – a unique material

	Carbon	Steel	Glass	Polymer
				
Density	1.8 g/cm ³	7.8 g/cm ³	2.5 g/cm ³	1.0 g/cm ³
Tensile strength (Fiber)	7.1 GPa	4.0 GPa	4.0 GPa	3.20 GPa
Tensile strength (Bulk)	0.1 GPa	1.4 GPa	0.5 GPa	0.03 GPa

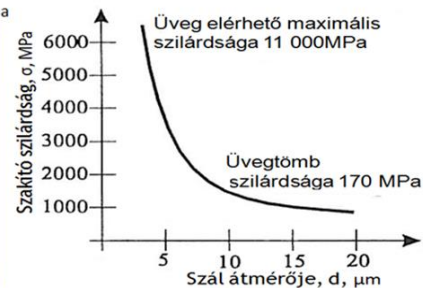
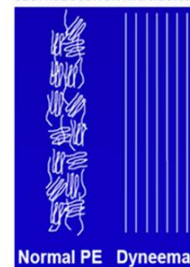
23



22

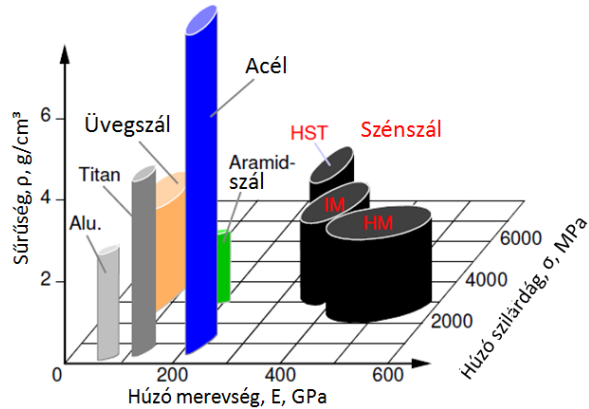
Szálak szilárdságának befolyásolása

Szálak láncmolekula szerkezetének módosítása



24

Erősítő szálak és fémek mechanikai tulajdonságai



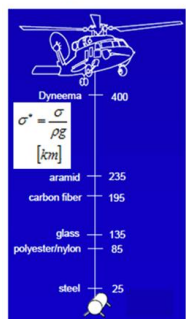
25

Specifikus szilárdság értelmezése

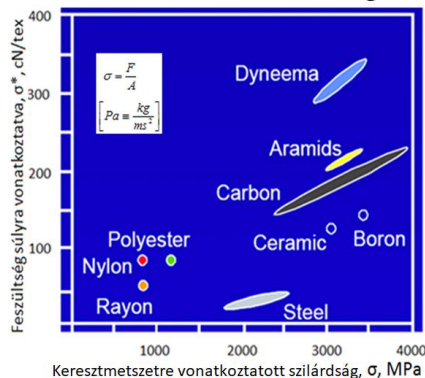
- A szilárdságot a mechanika a szakítóerőt az egységnyi keresztmetszetre vonatkoztatja.
- Az eltérő, különböző sűrűségű anyagokra a szilárdsági értékeket táblázatokban adják meg. A mechanikai szilárdság értelmezése:
- $\sigma = F/A$, ahol:
- σ – Feszültség, N/m² → Pa (Pascal); MPa (MegaPascal = 10⁶Pa)
- F – Szakítóerő, N
- A – Keresztmetszet, m²
- A természetes textil szálak (pamut, rostok, fonalak) keresztmetszete szabálytalan, emiatt a **specifikus szilárdságot** a keresztmetszet ismereték hiányában a termék súlyára vonatkoztatva fejezik ki (szemléletes kifejezése; a Föld gravitációs terében azonos keresztmetszetű anyag milyen magasra emelhető, amíg a saját súlya miatt elszakad):
- $\sigma^* = \sigma / \rho g$, ahol:
- σ^* – specifikus szilárdság, km → cN/tex*,
- tex* – 1000 m hosszúságú anyag súly, cN,
- ρ – anyag sűrűsége, g/cm³
- σ – Mechanikai szilárdság, Pa,
- g – gravitációs állandó, 10 m/s².
- A lineáris termékek **szilárdságát** a keresztmetszet ismereték hiányában a termék tömegére, súlyára (sűrűségére, fajsúlyára) vonatkoztatva az un. **specifikus szilárdsággal** fejezik ki (szemléletes kifejezése; a Föld gravitációs terében azonos keresztmetszetű anyag milyen magasra emelhető, amíg a saját súlyából adódó terhelés hatására elszakad). A specifikus szilárdság mértékegysége: cN/tex* → km.

26

Szakítóhossz értelmezése, a különböző anyagok súlya és keresztmetszetr vonatkoztatott szilárdsága



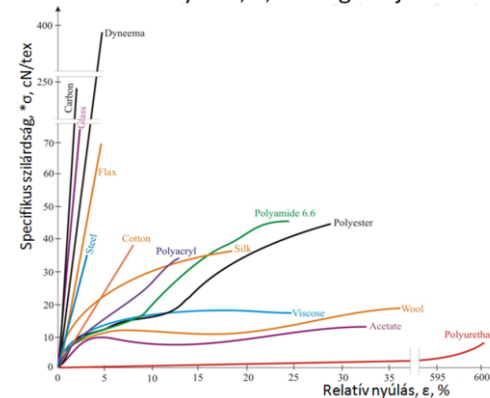
Szakító hossz km → cN/tex
Súlyra vonatkoztatott specifikus szilárdság



Keresztmetszetre vonatkoztatott szilárdság, σ , MPa

27

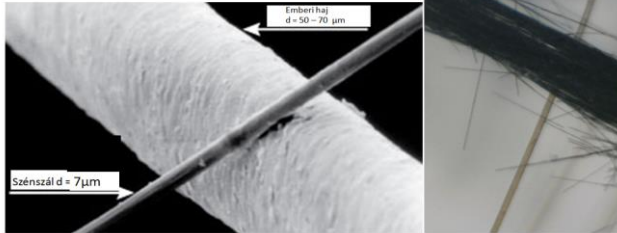
Szálak specifikus szilárdság σ^* , cN/tex → km-relatív nyúlás, ϵ , % diagramja



28

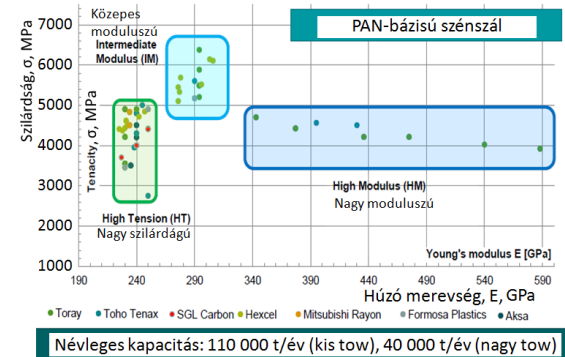
Szénaszál főbb jellemzői

- Szénaszál vékony mikroszál (d= 5 - 7 μ m, ~0,4 - 0,7dtex)
- Szénatom tartalma (>0,95%)
- Szénszálat nagyrészt kompozit erősítésre használják: CFRP- Carbon Fiber Reinforced Polymers → szénaszál erősítésű polimerek, C&C, C-SiC
- Szénszálakat felületkezelés után sodratlan kábelként (tow) keresztcsévélik, 1000 (1K) filamentenként jelölik: Kis kábel: 1K, 3K, 6K, 12K, 24K Nagy kábel: 48K, 50K, 60K ...

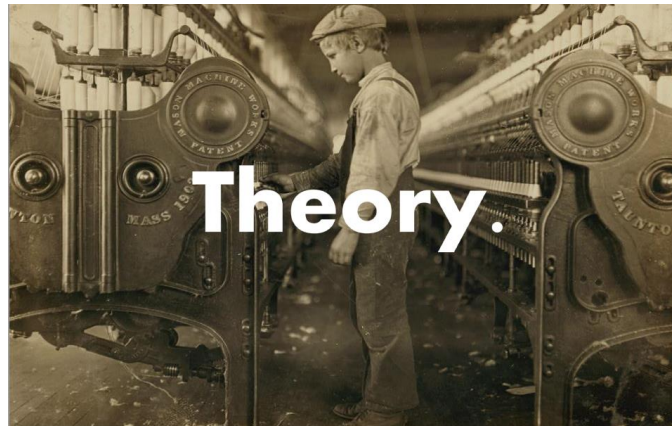


33

Szénaszál gyártók által forgalmazott szálak szilárdági jellemzői



34

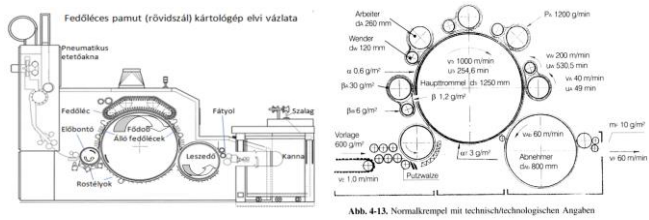


35



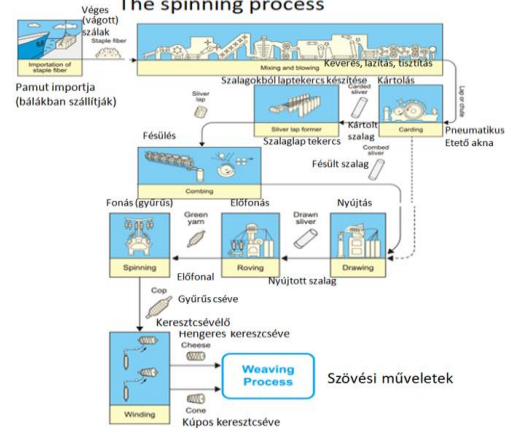
36

Kártológép (rövidszál, fedőléces; hosszúszál, hengeres) elrendezése



37

Fonás technológiai lépéscsoi The spinning process



38

seydel

Hosszúszál feldolgozási sémája



39

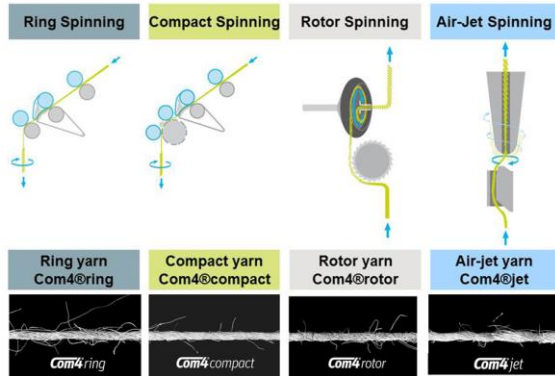
Stretch breaker 873



Agents meeting Sept 23 – 24,
2014 - Page 40

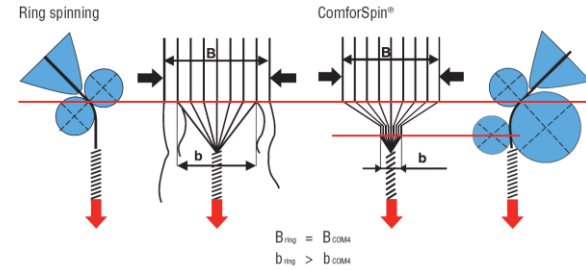
40

Spinning technologies



41

Operating principle



42

Technology and Innovation Leadership



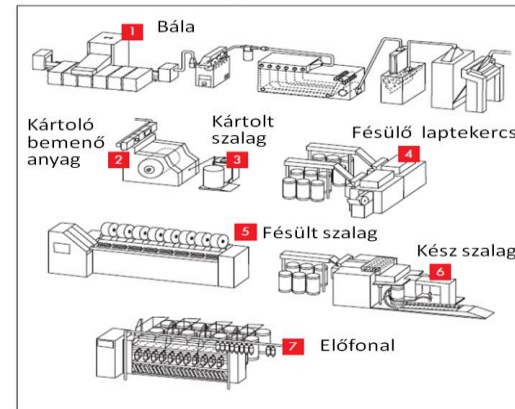
Spun Yarn Systems – progress made in all four spinning technologies



“The only global system supplier with all four spinning technologies”

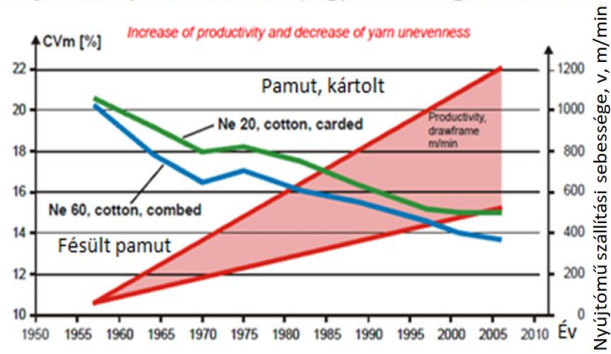
43

Mintavételezési helyek a szálfeldolgozási során



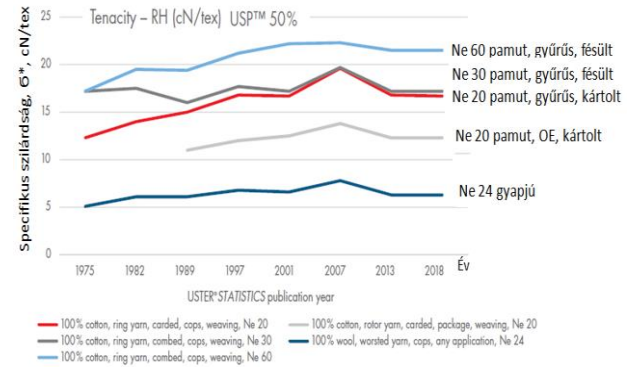
44

Teljesítmények növekedése, egyenletesség csökkenése



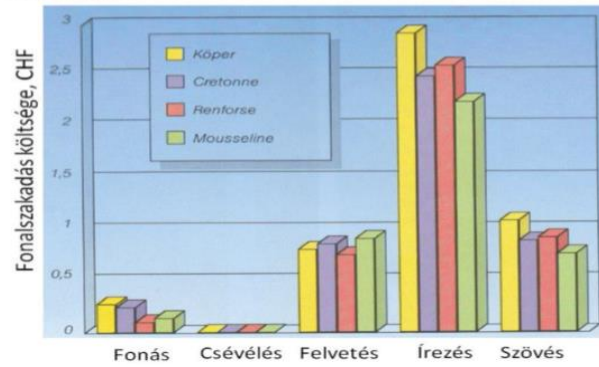
45

Specifikus szilárdság, σ^* , cN/tex



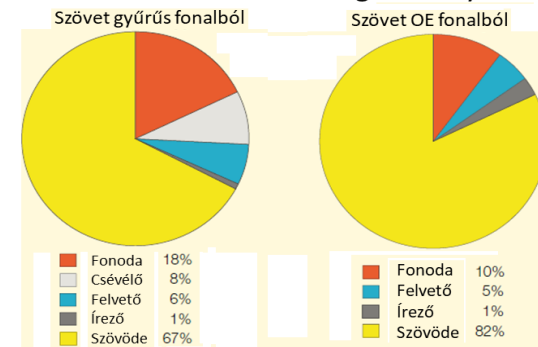
46

Különböző technológiákban különböző fonalak, cikkek gyártásakor a fonalszakadási költségek



47

A különböző technológiai lépéseknél a fonalszakadási költségek aránya



48

A fajlagos szakadásszámok minősítő határai

Viszonyítási alap	gyűrűsfonal 29,5 tex			OE fonal 20 tex		
	jó	közepes	rossz	jó	közepes	rossz
Fonoda 1000 orsóóra	17	37	96	15	30	80
Keresztcsévélő 10 ² m	30	40	50	-	-	-
Felvető 10 ⁶ m	0,8	1,5	3,0	0,7	1,0	2,0
Írező 10 ⁷ m	3,8	5,7	8,6	1,2	2,3	4,0
Szövőde 10 ⁷ vetés	6,0	8,7	11,5	7,5	11	14,6

A fonalszakadások viszonylagos költségei

Technológiai lépés	29,5 tex-es OE fonal	20 tex-es gyűrűsfonal
Fonodai szakadás	1,0	1,0
Keresztcsévélői szakadás	-	0,074
Felvetői szakadás	3,4	7,5
Írezői szakadás	10,0	25,0
Szövődei szakadás	3,6	9,0

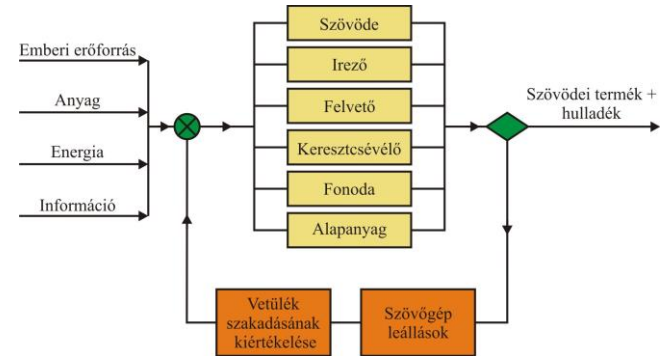
49

„Spulniznak a szövőnök – a szállító gyári fonaltartó orsókról a szövőgépek cérnaorsóira tekerceslik át a fonalat a Soroksári Textilgyárban”



51

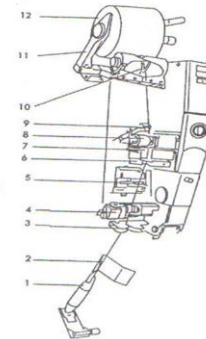
Fonalfeldolgozási folyamatokon fellépő fonalszakadások elemzése



50

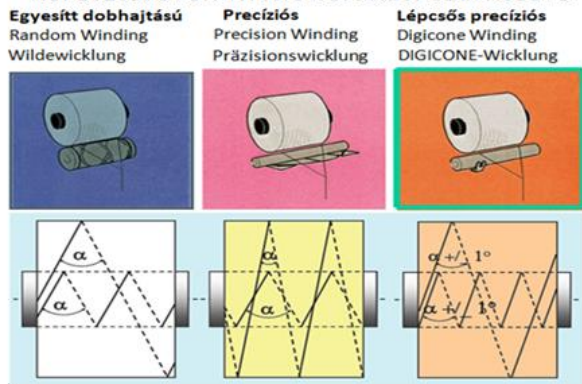
Keresztcsévélő egység felépítése, elrendezése

12. keresztcséve,
11. csévetartó keret,
10. fonalvezető dob,
9. fonalfogó,
8. paraffinozó,
7. vágó-fogó berendezés,
6. elektronikus fonaltisztító,
5. fonalvég egyesítő (splicer),
4. fonalfék,
3. előtisztító,
2. ballontörő,
1. fonócséve (előtét),



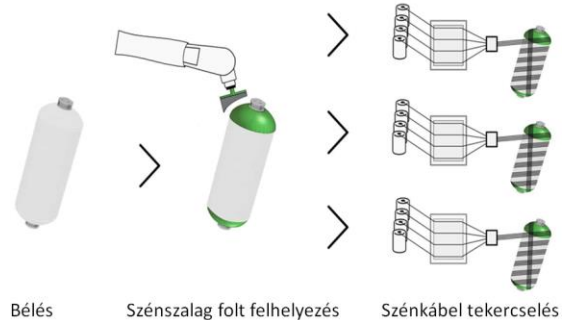
52

Keresztcsévék menetlerakási szerkezete



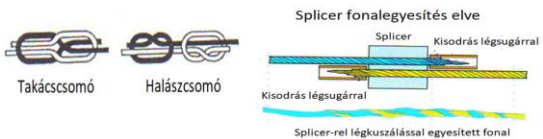
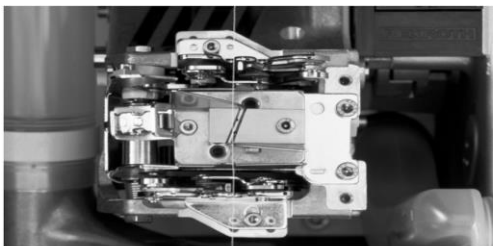
53

Kompozit erősítésű nagy nyomású (Típus IV) gáztartály készítése



54

Fonalgég egyesítési megoldások, splicer



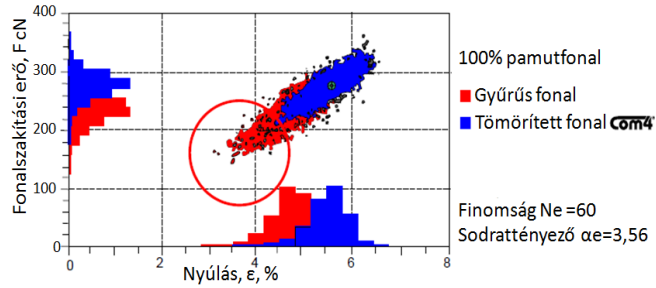
55

Fonógép és a csévélőgép összekapcsolása (Caddy)



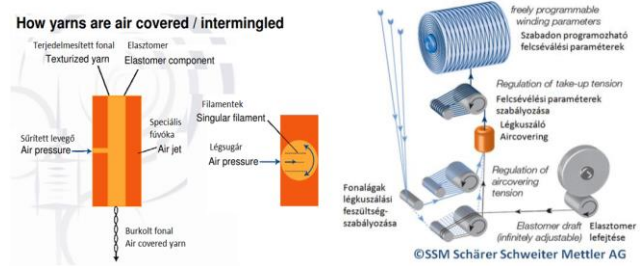
56

Fonalszakadás erő-nyúlás pontok eloszlása



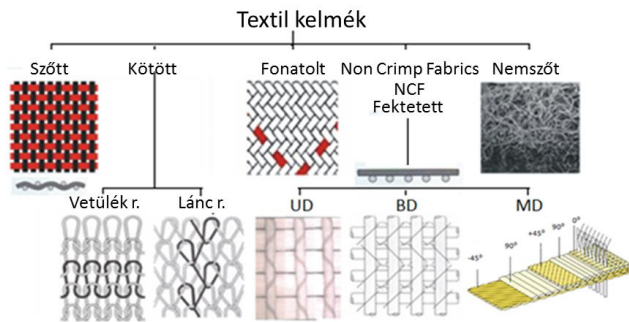
57

Burkolás (air covered) fonalstruktúra kialakítása



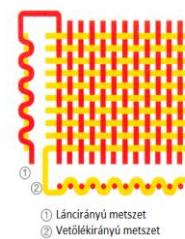
58

Lapképzési technológiák sémája

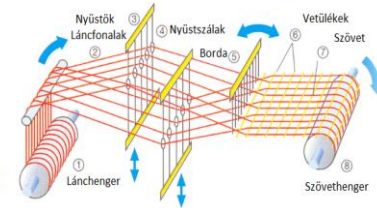


59

Vászón szövet ábrázolása, szerkezete

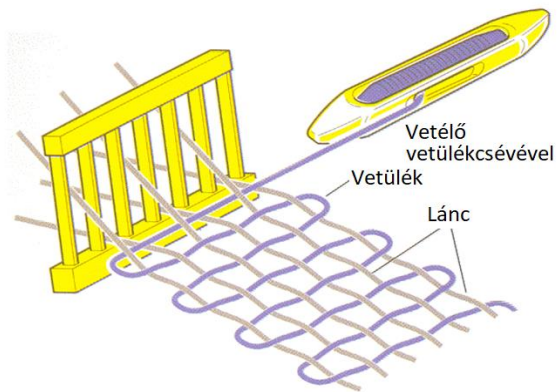


Szövési folyamat sémája

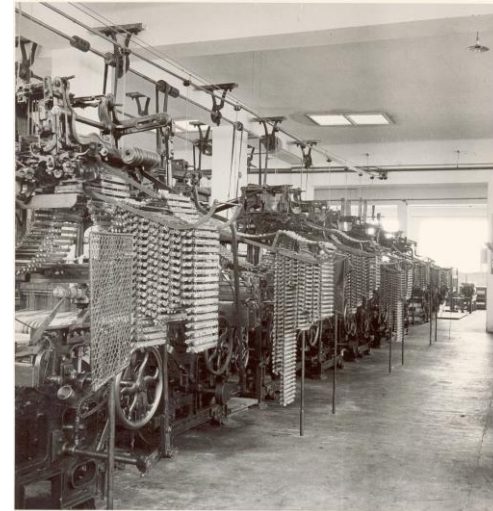


60

Vetélős vetülékbevetés elve

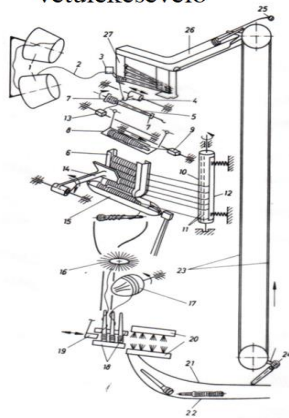


61



62

Szövőgépre szerelt Unifil vetülékcsévélő



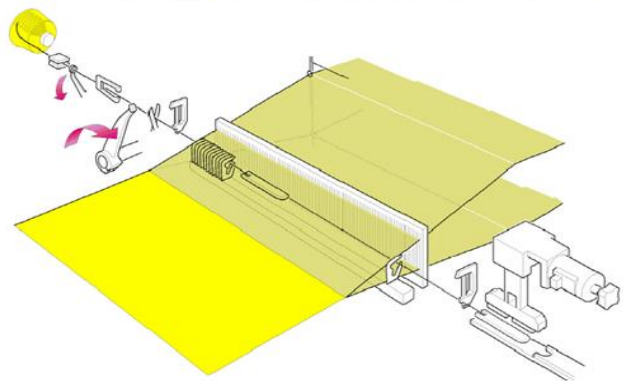
63

Band and width technical weaving machine



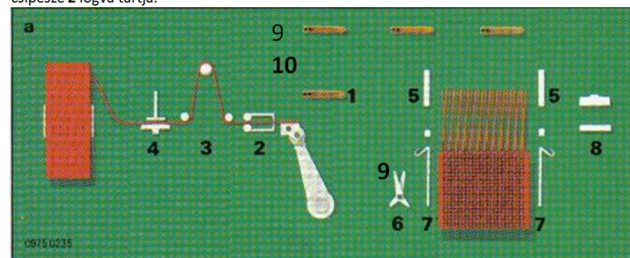
64

Sulzer fogóvetélős vetülékbevitel elve



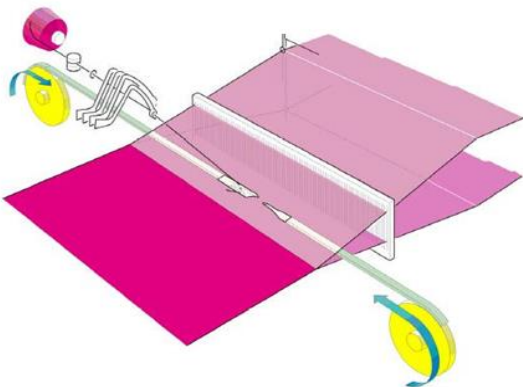
65

a. A vetőszerkezet felhúzott reteszelt, a vetőkar 9 külső helyzetű. A fogóvetélőt 1 beemelik a vetéspálya vonalába a vetőfej 10 hatásába. A vetülékfék 4 zárt, a vetülékvéget a vetülékadagoló csipesze 2 fogva tartja.



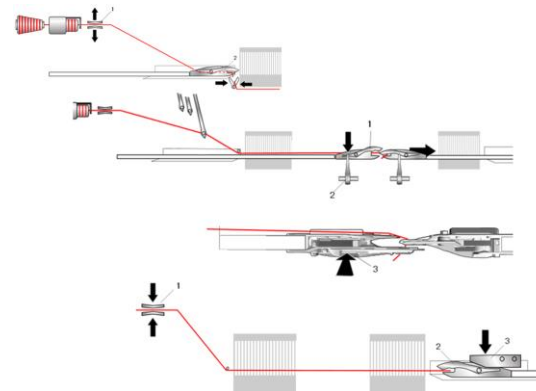
66

Vetülékvivős vetülékbevitel elve

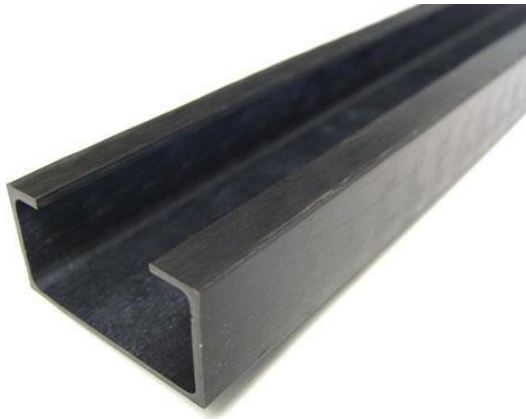


67

Dornier vetülékvivős vetülékbevitel középen vezérelt vetülékátadással

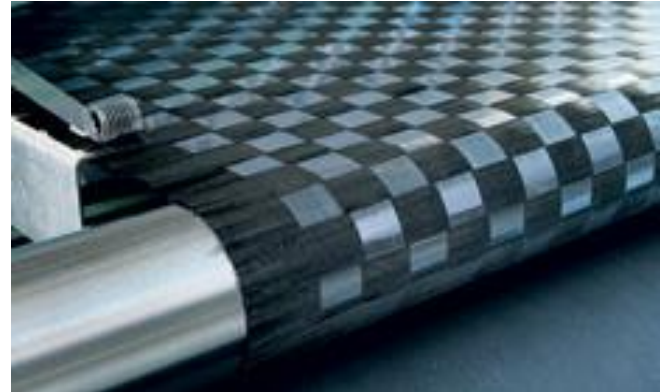


68



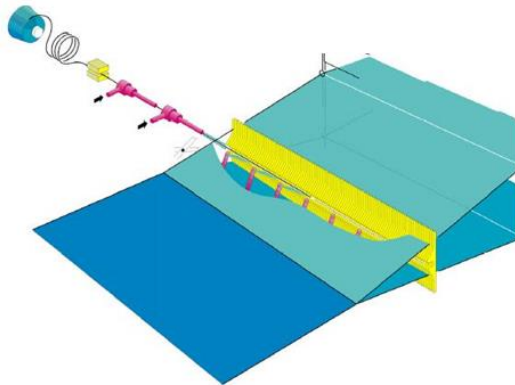
69

Terített kábel szövés
Spread-tow weaving



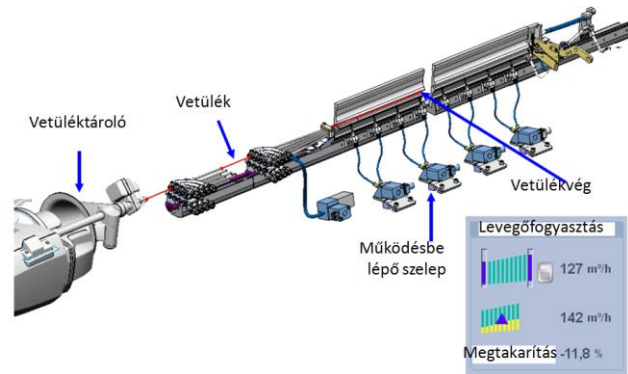
70

Légsugaras vetülékbevitel elve



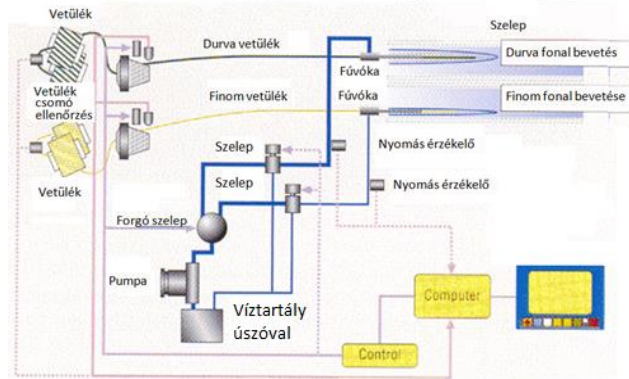
71

Alagútbordás légsugaras vetülékbevitel elve



72

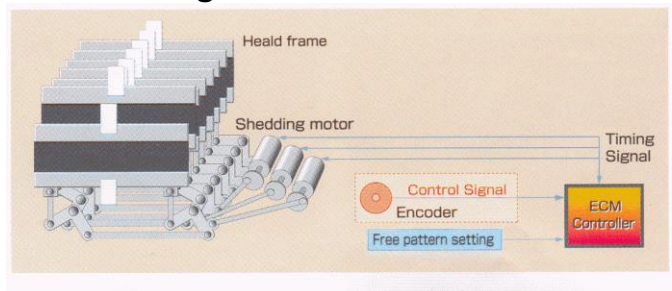
Vetülék bevetés ellenőrzése vízsugaras szövőgépen



73

Elektronikus vezérlésű, egyedi elektromotor hajtású nyüstmozgatás

E-Shedding (Electronic controlled, electro motor drive)

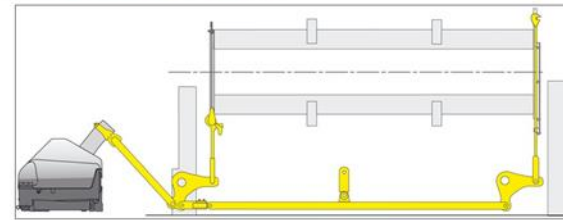


75



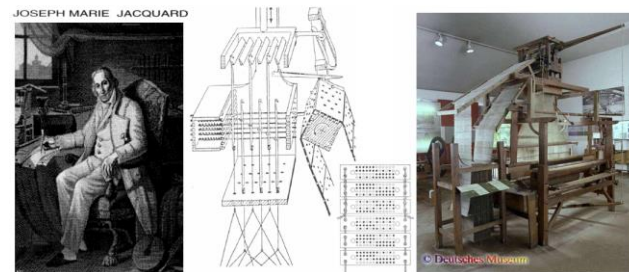
Nyüstös szövés

- Stäubli nyüstösgép
- elektronikus vezérlésű
 - rotációs működésű
 - pozitív nyüstmozgatású
 - kétütemű
 - irányváltás tiltó zónával



74

Jacquard által feltalált programvezérelt gép



1805

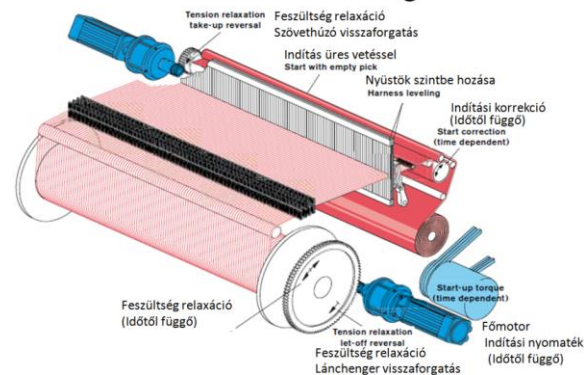
76

Stäubli UNIVAL Jacquard machine applications
(Electric controlled electromotor individually move the harnesses)



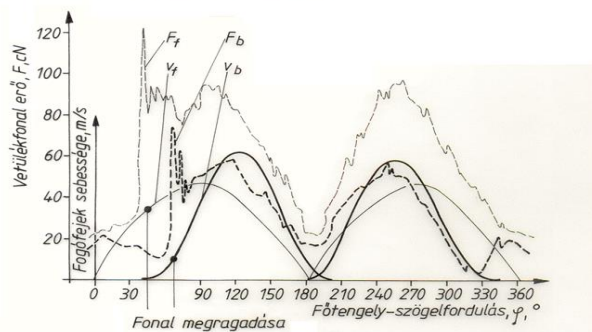
77

Lánchenger és szövethúzó elektronikus vezérelt mozgatója



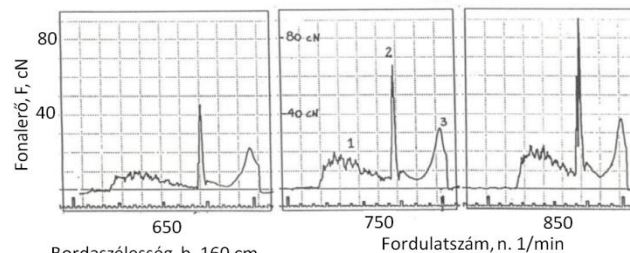
78

Fogófejek folyamatos alternáló és szádon kívüli nyugalmi helyzetű mozgás esetén a sebességek (v) és a vetülékbeviteli erők (F) alakulása



79

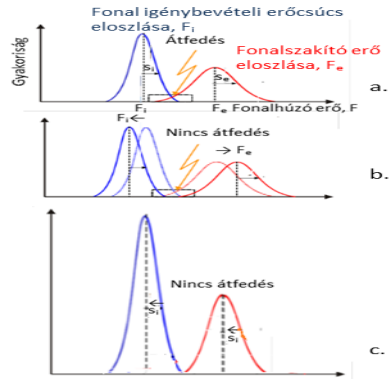
Légsugaras szövőgépen a vetülékbeviteli fonalerő változása a fordulatszám függvényében



Bordaszélesség, b , 160 cm
1.) Vetülékbeviteli szakasz 2.) Vetülék megállításakor fonalerő csúcs
3.) Vetülék kiegyenesítése

80

Fonalszakadás értelmezése a fonalszakító erő és a fonal igénybevételi erőcsúcs eloszlása alapján

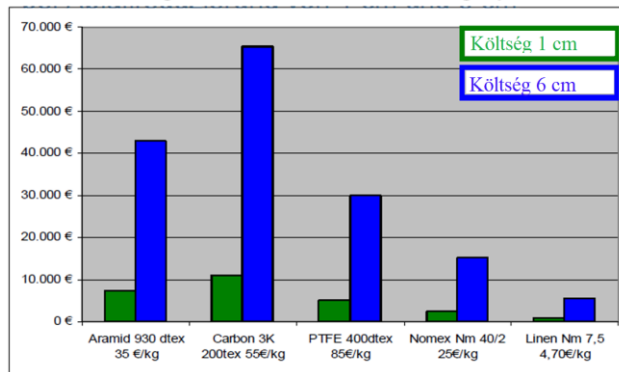


81



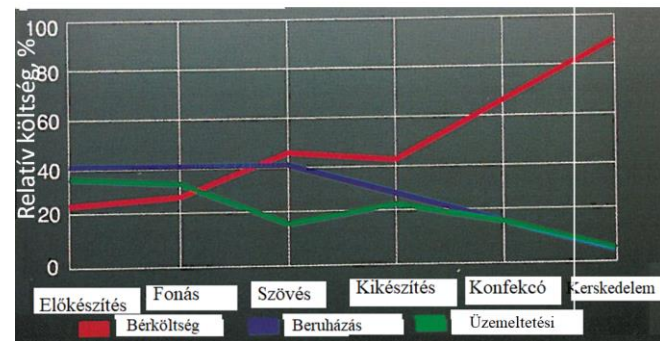
82

Vetület-hossz rövidítésével a hulladék költség csökkenése EUR/gép/év



83

A különböző műveletek költség-aránya

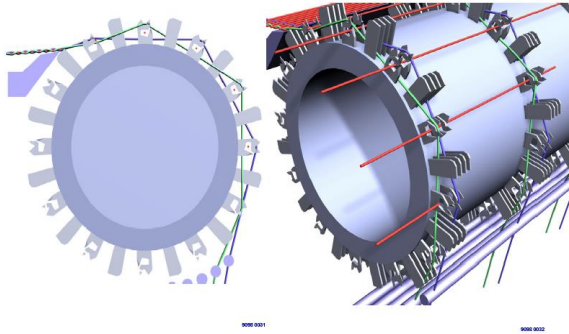


84

Többfázisú szövőgép

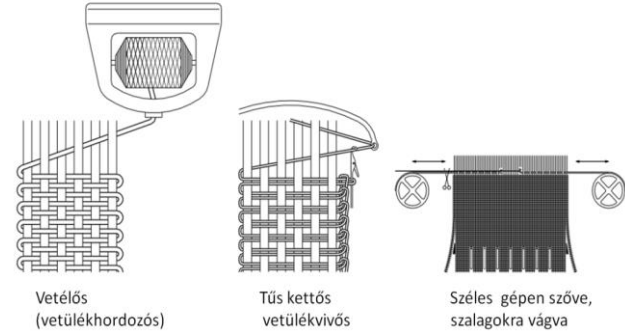
Multi-phase Weaving Machines

SULZER **TEXTIL**



85

Szalagszövési elvek



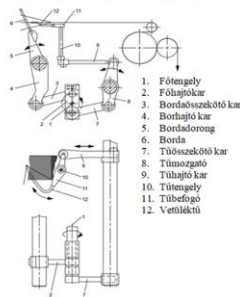
86

Szalagszövőgép

VARITEX szalagszövőgép képe



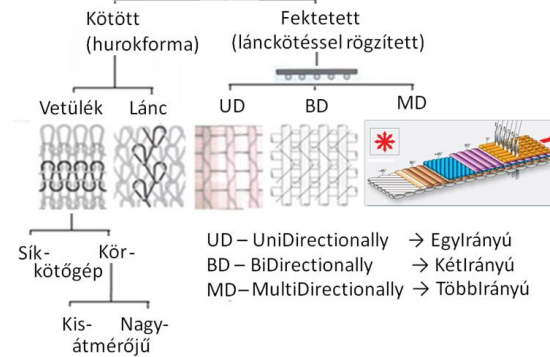
Bordaláda és vetülékű hajtás



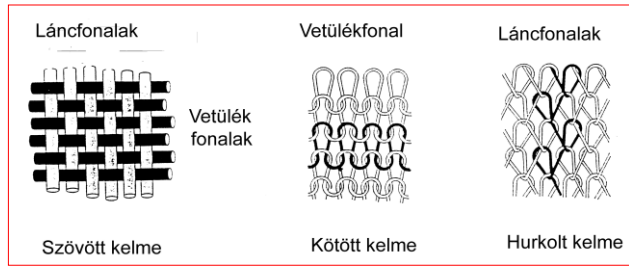
87

Kötőgépek csoportosítása

Kötött kelmék szerkezete

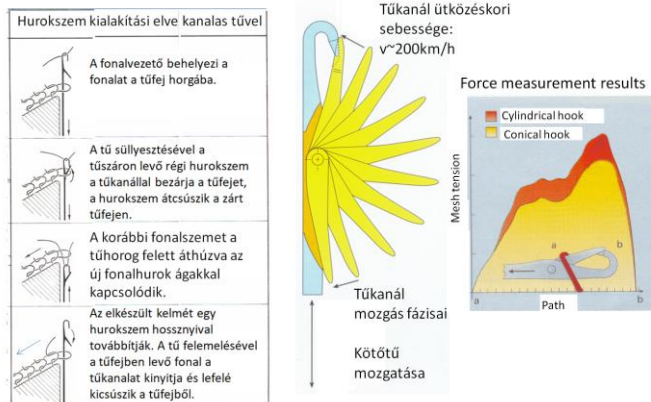


88



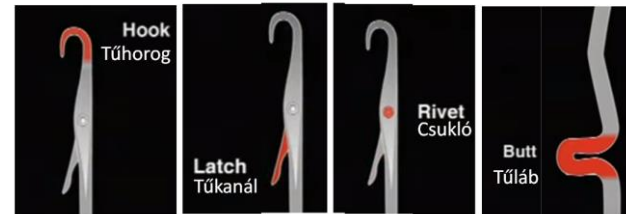
89

Szemképzés fázisai, tűkanál sebessége



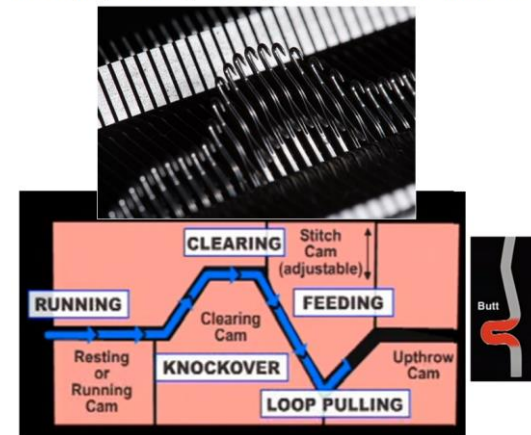
91

Kanalas tű főbb elemei Latch needle main parts



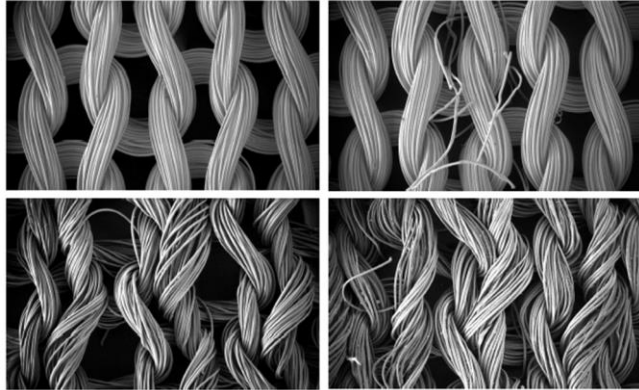
90

Lakat pálya horony által egyedi mozgatású kanalas tűtűk



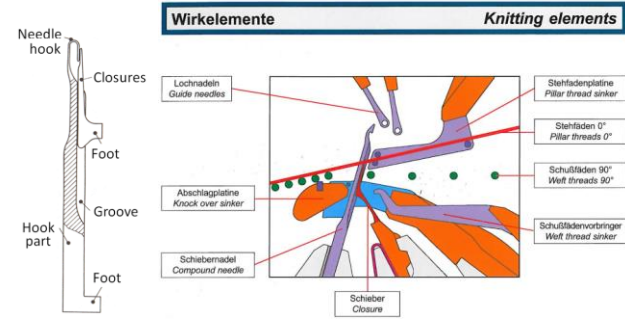
92

Magnification 140 times



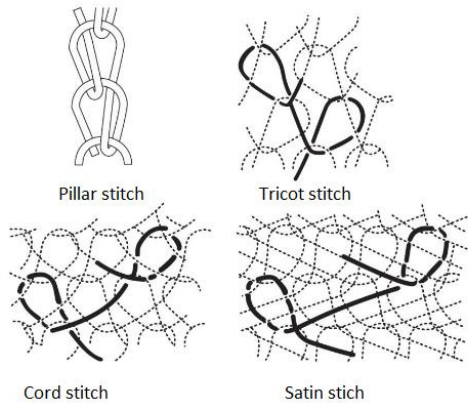
93

Tolókás tű és a lánckötő egység



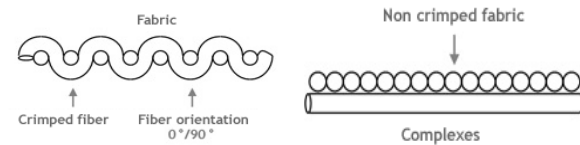
94

Commonly used bonding patterns in non crimp fabric



95

Non Crimped Fabrics (NCF)



96

D.O.S Directionally Oriented Structures

UD - UniDirectionally



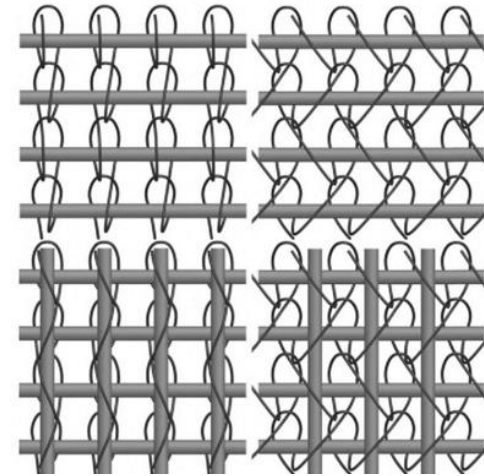
BD - BiDirectionally



TA - TriAxial



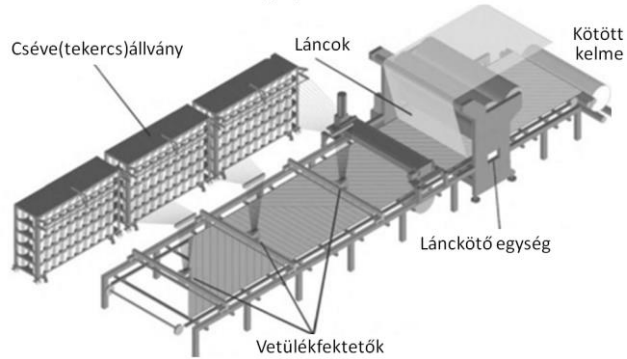
MD - MultiDirectionally



97

98

MultiDirezcionális (MD) fektetett kelmét gyártó lánckötőgép elrendezése



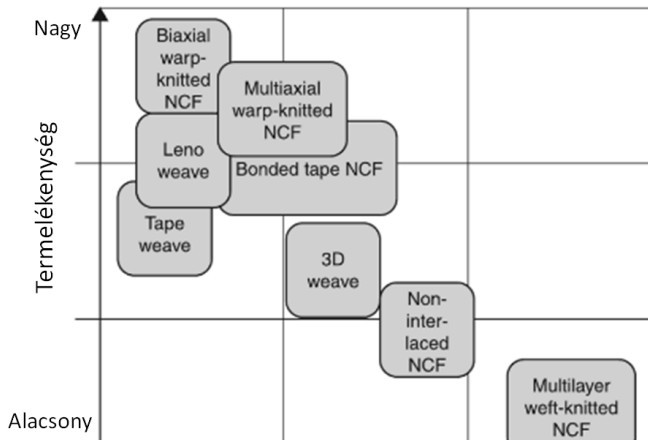
99



100

A különböző NCF struktúrák jellemzői

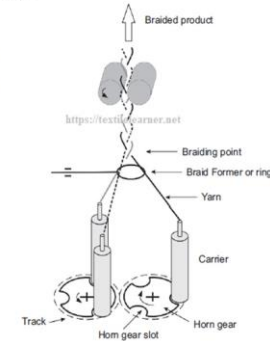
NCF – None Crimped Fabric → Nem Görbült Szerkezetű Kelme



101

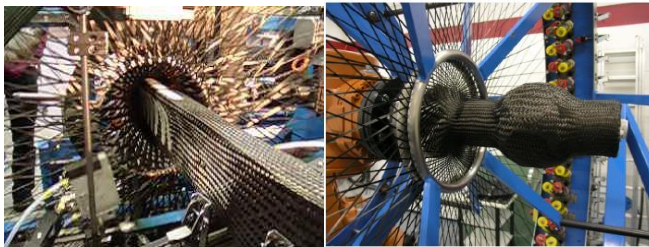
Fonatolás

Braiding (Need min. 3 ply)



102

Braiding, Flechtverfahren, Fonatolás



103

3 Herstellung von Faserpreforms aus textilen Halbzeugen

2D Faserpreforms / Beispiele zu Herstellungsverfahren

Verstärkungsfaser

Nähfaden (Oberfaden)

z. B. (Sewing)

Nähnadel

Grundmaterial

Verengung des Grundmaterials

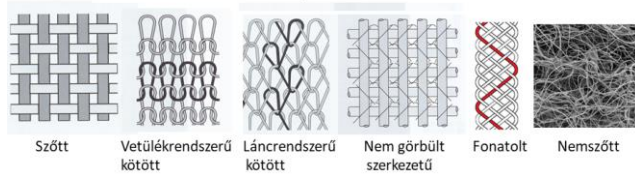
TFP-Verfahren (tailored fibre placement)

Hihte

TFP-Faserkörper

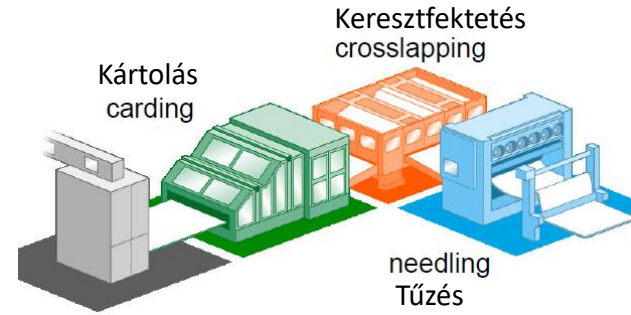
104

Különböző textil laptermékek szerkezete



105

Nemszött tűzött technológia sémája



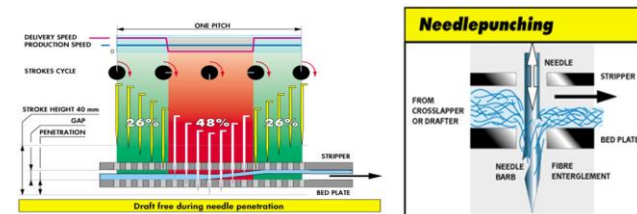
106

Bundarétegek tűzőgépbe vezetése



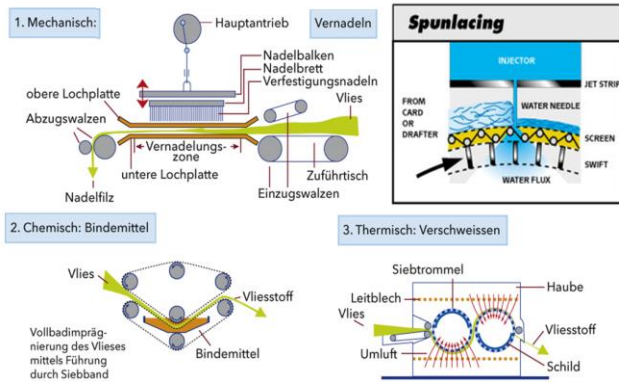
107

Bundarögzítés tűzéssel



108

Bundarögztési megoldások



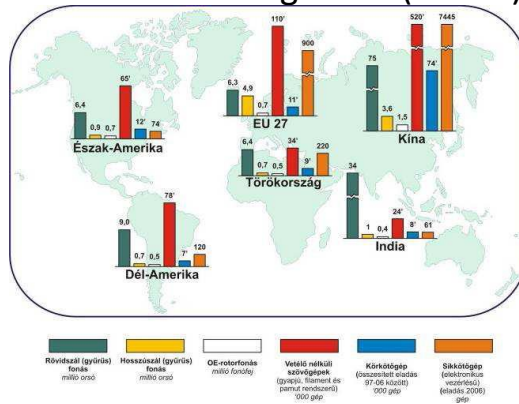
109

Szálhúzás, filament bunda készítés



110

Textiltechnológiai gépek földrészenkénti megoszlás (~2010)



111

Műszaki textíliák csoportbesorolás (TechTextil)



112

Textile = High Tech



Protection



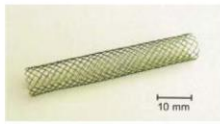
Architecture
(Burj Al Arab, Dubai)



Space



Sport
(Formula 1, Cycling, Golf...)



Medicine
(Implants, Tissue ...)

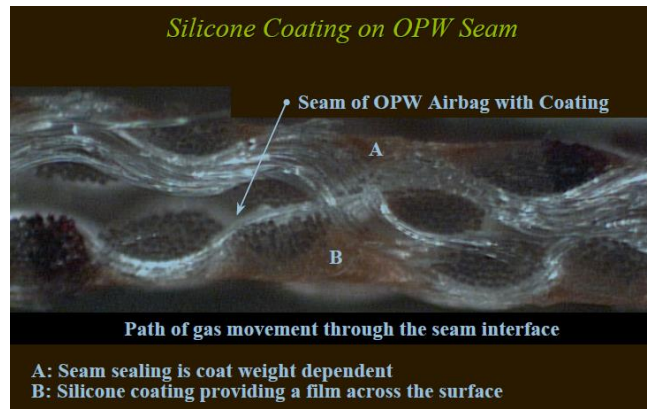


Transportation
(Air & water, automotive)



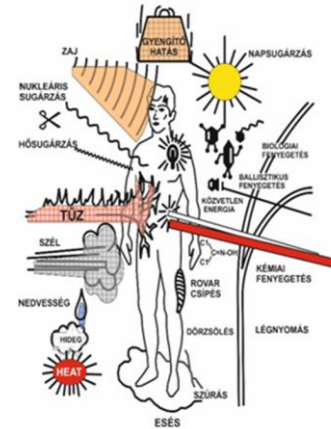
113

114



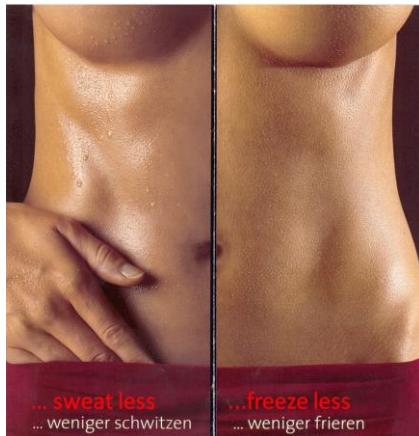
115

Emberi testet érő külső hatások



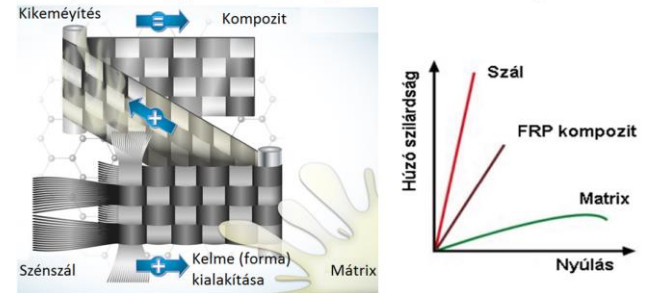
116

Fázisváltó anyagok szálba vagy kelmébe építésével a nagymérvű külső hőmérsékletingadozás testre hatása bizonyos idő intervallumra mérsékelhető



117

Kompozitok gyártási sémája és mechanikai jellemzői



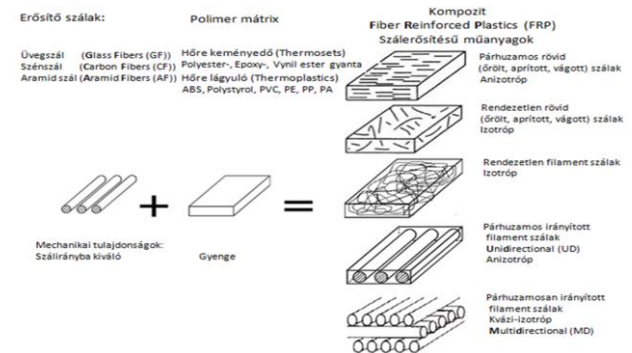
118

Polimerek fajtái és sajátosságai

Polimer csoportok	Példák	Leírás	Szerkezet modelje
Hőre keményedő Thermosets Duroplaste Keményülő anyag, amely hirtelen nem alakítható. Magas hőmérsékleten elpusztulnak.	Epoxi, Poliszter, Poliuretán, Viniliszter	Molekuláinak háromdimenziós elrendeződésük, minden irányba egymással kapcsolódnak.	
Hőre lágyuló Thermoplastics Thermoplaste Polimert felhevítve alakítható. Elcsúszás után a gyűrődés újra kapcsolódik. Szálak lágyulni kezdenek, de nem szakadnak el egymástól. Újra keményedni képesnek, vagy „hideg megcsúszás” előidézők.	ABS, Polisztról, PVC, Polietilén, PP, PA, PEX	Nagyon hosszú rendezetlen molekuláknak.	
Elastikus Elastomere Gumihoz hasonló anyagok. Feszítés hatására az anyag deformálódik, és megcsúszás után az anyag az egyensúlyi helyzetébe visszahúzódik. Az elastikus anyagok az elmozdításig mindig rugalmasak, majd nem hirtelen szakadnak el, hanem fokozatosan deformálódnak.	Szilikon gumi, Gumi	Hosszú, spirál alakú molekuláknak, amelyek feszültség hatására meggyűrődnek.	

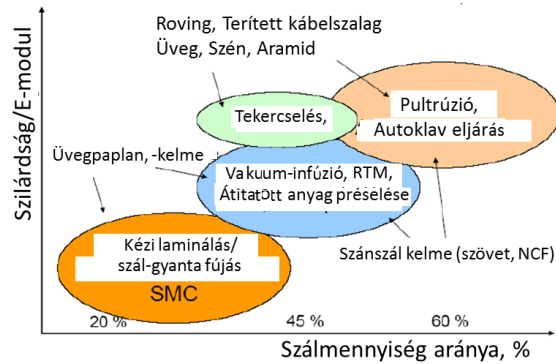
119

Kompozitok alkotó részei, a szálak elrendeződése

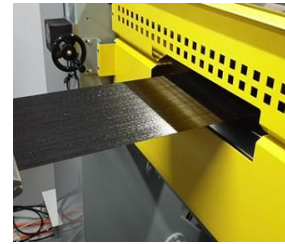


120

Különböző kompozit gyártási technológiákkal előállított kompozitok szilárdsága/E-modulja és a szálmennyiség aránya



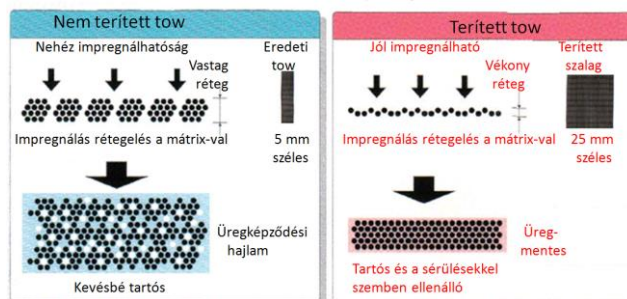
Terítés



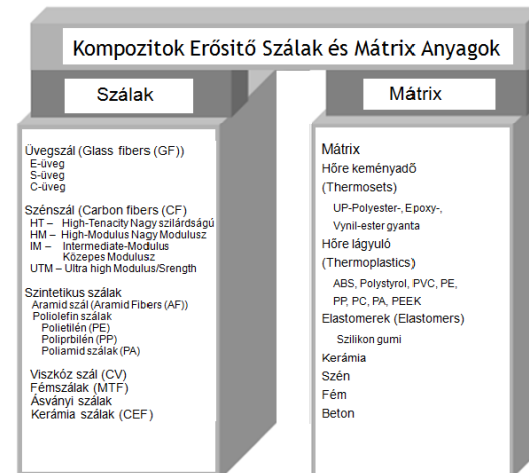
121

122

Terített szénaszál tow előnyös jellemzői

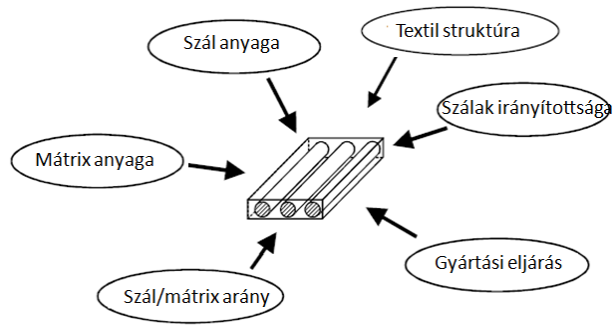


123



124

Szálerősítésű műanyag létrehozása



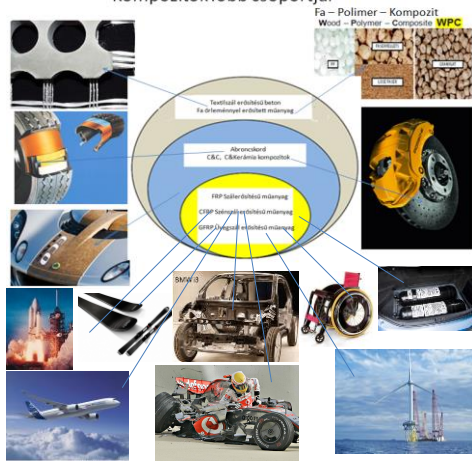
125

Szénaszál/ kompozit árának csökkenésével a felhasználási terület kiszélesedése



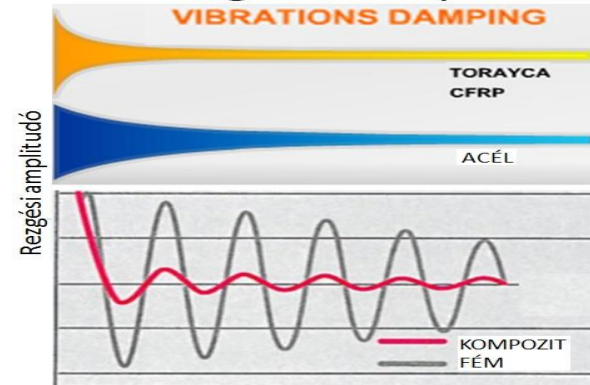
126

Kompozitok főbb csoportjai



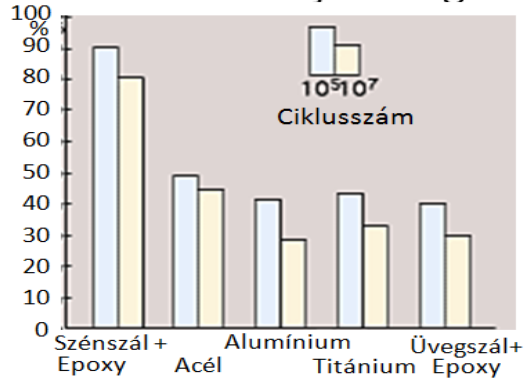
127

Rezgéscsillapítás



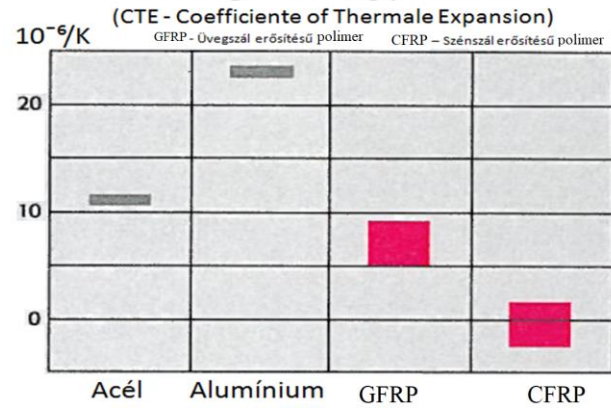
128

Különböző anyagok kifáradási tulajdonságai



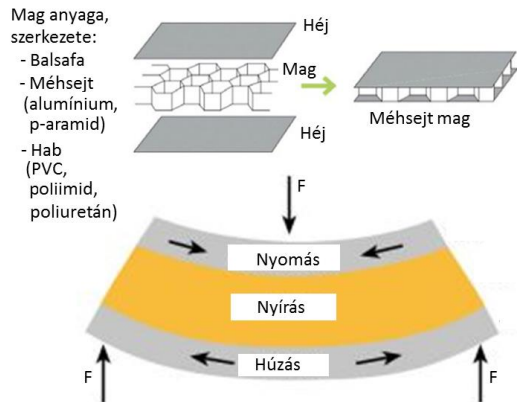
129

Hőtágulási együttható



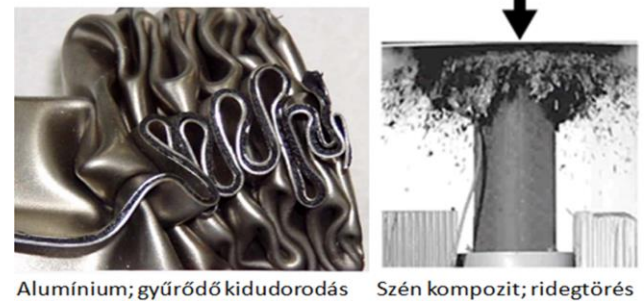
130

Hajlításra kialakított kompozit szerkezet

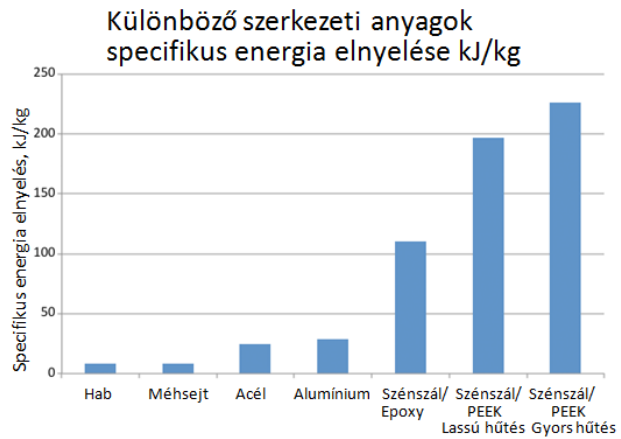


131

Ütközési energia elnyelése

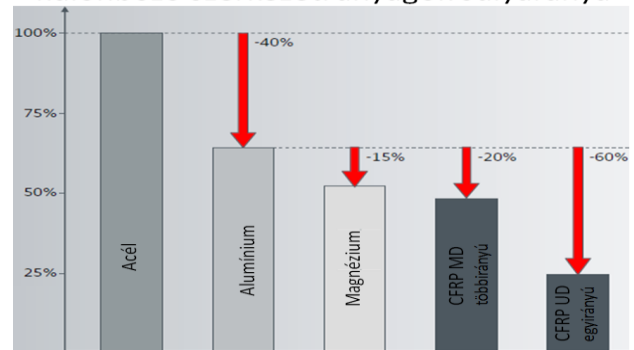


132



133

Azonos funkció eléréséhez szükséges különböző szerkezeti anyagok súlyaránya



134



135



136

TECHNOLOGY: THE CONNECTION
BETWEEN SPEED AND SAFETY



Low speed - High risk

High speed - Low risk

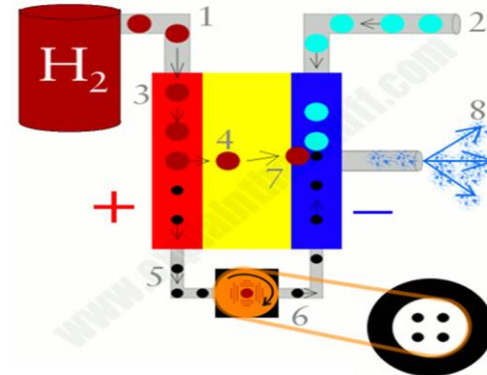
"It is all about probabilities. You can never make it safe.
F1 is not safe but you can do a lot of work to
reduce the probability of somebody getting hurt."

Max Mosley
Former FIA President



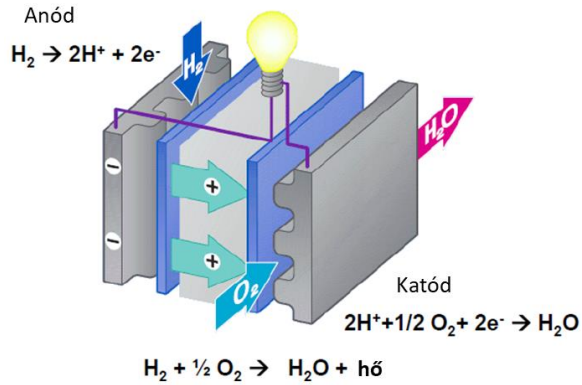
137

Hidrogén üzemanyag cellás
elektromos hajtás sémája



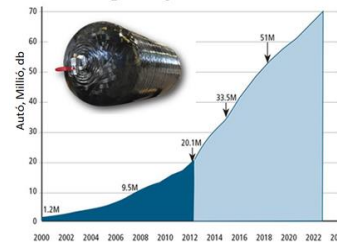
138

Üzemanyag cella működési elve



139

Szénsszal erősítésű kompozit-tartály
földgáz hajtású autókhoz

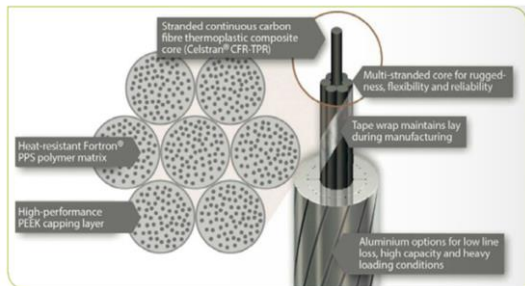


60 l-es tartály 2, 5 kg 700 bar
H₂ hidrogéngáz tárolására



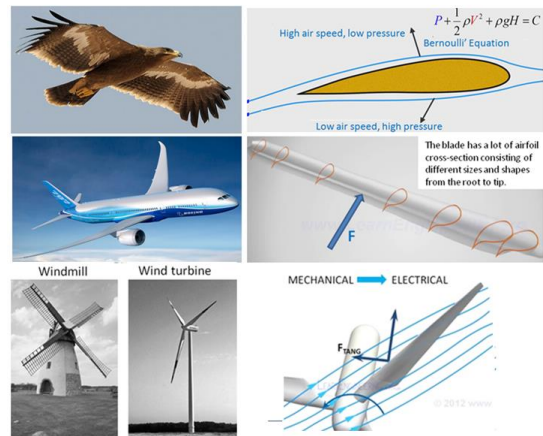
140

Távvezetékek szénsszál erősítésű pultrudált kompozit maggal



141

Bionic Airfoil principle (Eagle, Aircraft, Wind turbine)



142

Szénsszál technológiák → Kicsikből gigantikus

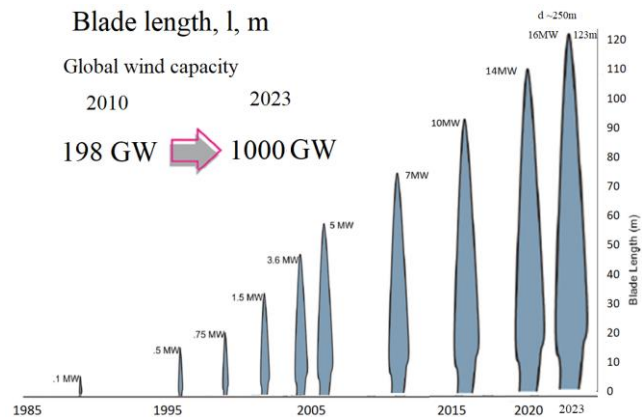


143

Blade length, l, m

Global wind capacity

2010 2023
198 GW → 1000 GW

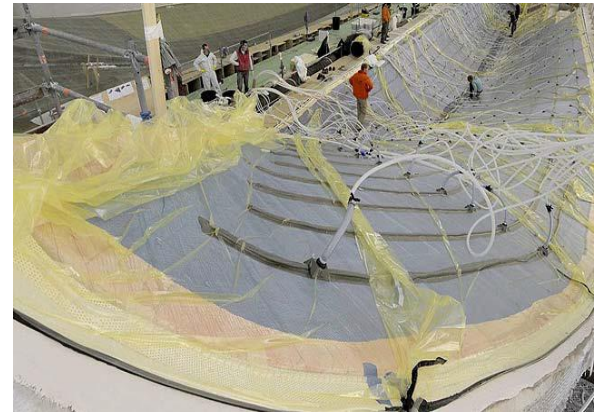


144

The 107-meter-long blade has been designed for GE's Haliade-X 12-MW offshore wind turbine



145



146

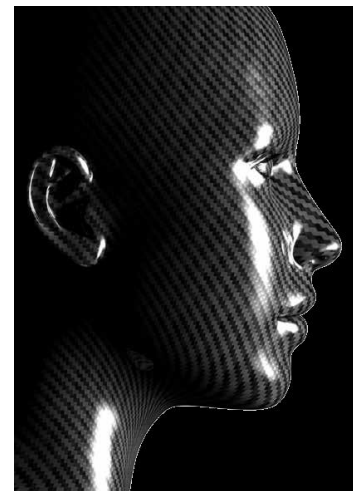
Nagy hajlítási merevségű UD szerkezetű merevítő tartópár

Hajlítási merevség (EI)
 EI=MR
 E – rugalmassági modulusz
 I – másodrendű inerciális nyomaték
 M – Hajlítási nyomaték
 R – Görbületi sugár

$I_x = 2A \left(\frac{h}{2} \right)^2$
 $1 \text{ mm}^2 \sim 15 \text{ 000 szénaszál}$
 $0,1 \text{ m}^2 \sim 1,5 \text{ milliárd szénaszál}$

Lapátszélesség
 Merevítő pár
 Rögzítő törész
 Felület kialakítás
 Aerodinamikus kialakítás
 Röntgen felvétel

147



Köszönöm

a

figyelmet!

148