

Az energiaválság textiles szemmel

összeállította:
Kutasi Csaba

2022. szeptember



Bevezetés

- ez „Az energiaválság textiles szemmel” c. összeállítás **nem** a **textilipari energiaigényekkel** foglalkozik, amely a **kikészítőiparban** a legjelentősebb (a **perzseléstől** kezdve a **szárító-, hőkezelő- és hőrögztítő** műveletek, a különböző **fürdőfelmelegítések**en át, a **technológiai célú gőztermelés** mind **jelentős földgázfelhasználással** jár), ugyanakkor a **fonal- és cérnagyártás**, a **kelmeképzés eljárásai** által igényelt **villamosáram** igény is jelentős, a **ruhaipar** is részben energiagényes
- továbbá a **kőolaj** és a **földgáz** a **szintetikus szálanyagok** alapanyaga

- a következőkben azok a **textilanyagok** és **ruházati szerkezetek** kerülnek előtérbe, amelyek az energiaválság miatti **háztartási fűtési- és egyéb gáz ill. áram** igények csökkentésével **komfortunk helyreállításában** fontosak



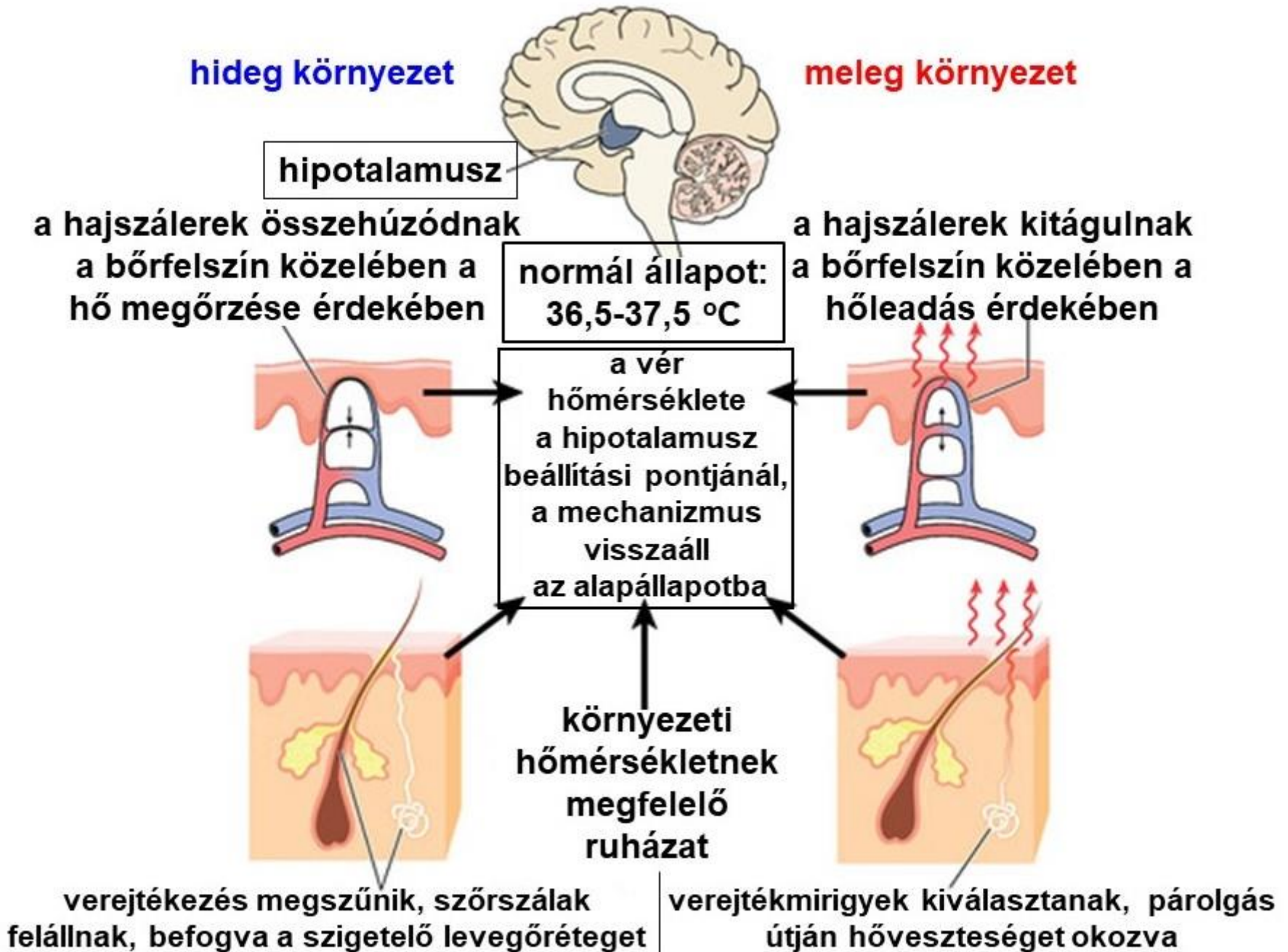
A melegtartó textilanyagokról általában

- a **hideg ellen védő** alsó- és felsőruházati terméknel közismerten alapvető követelmény a **kiváló hőszigetelő képesség** és az **optimális melegtartó tulajdonság**
- ebben **fontos szerepe van a textilszerkezetekben előforduló nyugalmi állapotú levegőnek**, miután ez a közeg közismerten rossz hővezető
- esetenként a **szálasanyagok felépítése** (pl. a légkamrás belső szerkezetű nyúlszőr, üreges mesterséges szálak) segíti elő a hőszigetelést, azonban döntően a szálak alakja (íveltisége), a **fonalszerkezet relatív lazasága** és a **kelmeszerkezet felépítése** a fő befolyásoló tényező
- az alacsony **külső hőmérsékleten** kívül az **intenzív légmozgás** hatásától és a **csapadéktól** is óvni kell az emberi testet
- az **összetett, többrétegű textilszerkezetekkel** (melegítőtöltet, mikrokapszulás klímaaktív anyag stb.) alkalmazásával **számos használati többlettulajdonság** előnye kamatoztatható a késztermékben
- az **optimális hőszigetelést** ill. **melegtartást** és **komfortos mikroklímát** megvalósító **innovatív ruházati cikkek** és **ágynemű termékek** manapság egyre jobban a hétköznapi ember ruhatárának fontos elemeivé válnak

Az emberi test hőszabályozása

- az emberi test különböző **fizikai módszerek** segítségével **hőleadásra** rendezkedett be, **hőfelvételre csak belső kémiai folyamatok** révén képes; a **fölösleges hőmennyiség kb. 90 %-a a bőrön át távozik**, mindössze **10 %-os hőleadás** valósul meg a **légzéssel**
- a testünket kívülről körülvevő **bőrfelszín mintegy 2 m²-es** felületet képez, ennek **90 %-a nem a környezettel**, hanem a **szóban forgó textilfelületekkel érintkezik**; ez a számadat talán eléggé meggyőző ahhoz, hogy kiemelt jelentőségű a **hideg ellen védő különböző textiltermékek** rendkívül **körültekintő megválasztása**
- az egyébként **rossz hővezető tulajdonságú bőrünk** különleges **parányi részegységekkel** felszerelten, **extra praktikussággal látja el az emberi test hőháztartásából** rá háruló feladatokat
- az ún. **receptoridegek végződése**i közül a **hidegre reagálók nagyobb számban** és a **testfelület közelében** vannak jelen; a bőrben tehát **sokkal több hidegérzékelő receptor** van, mint amelyek a melegre reagálnak
- a **termoreceptorok** sajátosan kialakult idegvégzódések, mennyiségük **testtájékok szerint változó** (pl. az ajakrésznél húszszor több receptor van, mint pl. a mell, ill. láb részekben)
- a **hidegérzékelők a gerincvelő közvetítésével** továbbítják jelzéseiket az agyban levő **hipotalamuszba**, ahonnan a bőrben levő **véráram-szabályozók** kapnak fontos **utasításokat** (az izmos falú képződmények összehúzódva korlátozzák a vér végtagokba történő áramlását, csökkentve a hőveszteséget)

A hipotalamusz szerepe emberi test hőszabályozásában

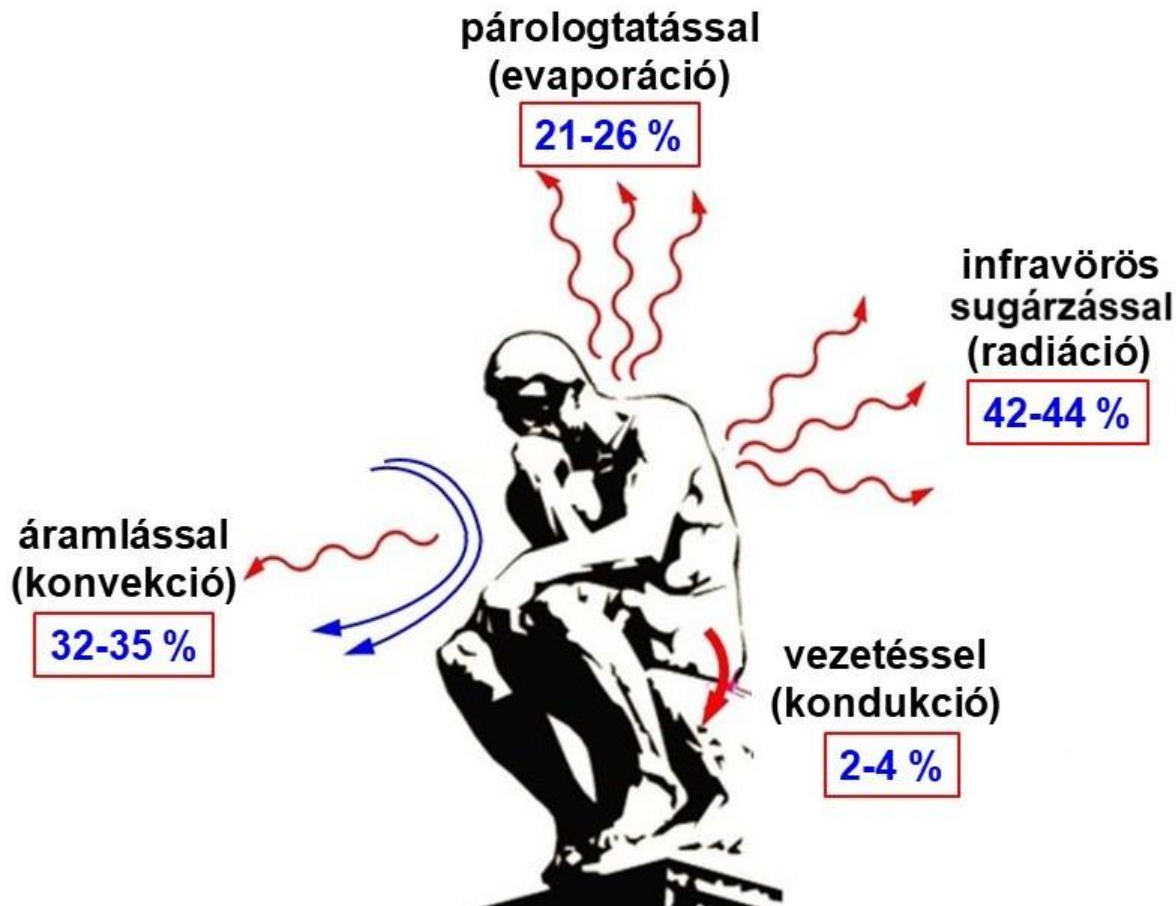


A hipotalamusz működése

- a **hipotalamusz** elülső része **szabályozza** azokat a működéseket, amelyek **hőleadást** eredményeznek
- ennek a területnek az **aktivitása** a **bőr ereinek tágulatát** és **izzadást** okoz, amelyek a **hőmérséklet csökkenéséhez** vezetnek
- a hipotalamusz hátsó részének aktivitása a **hőmegőrzést** eredményez a **bőr ereinek szűkülete** és az **izzadás gátlása** útján, valamint a **hőtermelés fokozását**, amikor **reszketés** következtében a vázizmok hőt termelnek
- a hipotalamusz a köztiagnak a **talamusz** (egy nagy, tojásdad-alakú szürkeállomány tömeg, amely a köztiagy nagyobb részét alkotja) **alatti részén** található, vékony agyállományból álló lemez
- közreműködik a **testhőmérséklet szabályozásában**, a **testfolyadékok** viszonylagosan **állandó összetételének** biztosításában
- az említett **véráramszabályozók** az **artériák és vénák közötti egyedi összeköttetések**, amelyek a **hajszálérrendszert kiiktatva** működnek
- ezek az utasításnak megfelelően **ideiglenesen képesek a vér áramlását más útra** terelni (ezzel magyarázható pl. ajkunk és kezujjkörmeink kékre színeződése erőteljes fázáskor)
- a **véráram csökkentésével** a **szőrszálak** - a szőrmerevítő izom beavatkozásával - közel **merőleges helyzetűvé** válnak (ez az állatoknál a testközeli levegő visszatartásához vezet, fokozva melegevéteget), az **apró dudorok** kialakulása okozza a „**libabőrt**”

Az emberi test hőleadása

- a hőleadásra berendezkedett szervezet megfelelő érzékelés esetén **sugárzással** (radiáció), **hőáramlással** (konvekció), **párologtatással** (evaporáció), **hővezetéssel** (kondukciónak) képes beavatkozni
- az emberi test **hőenergiájának leadása infravörös sugárzás** formájában kb. **60 W/m²-es** mértékű
- a **nagyobb hőfelesleg** eltávolítását a **verejtékezés** és a **bőr véreinek kitágulása** segíti elő



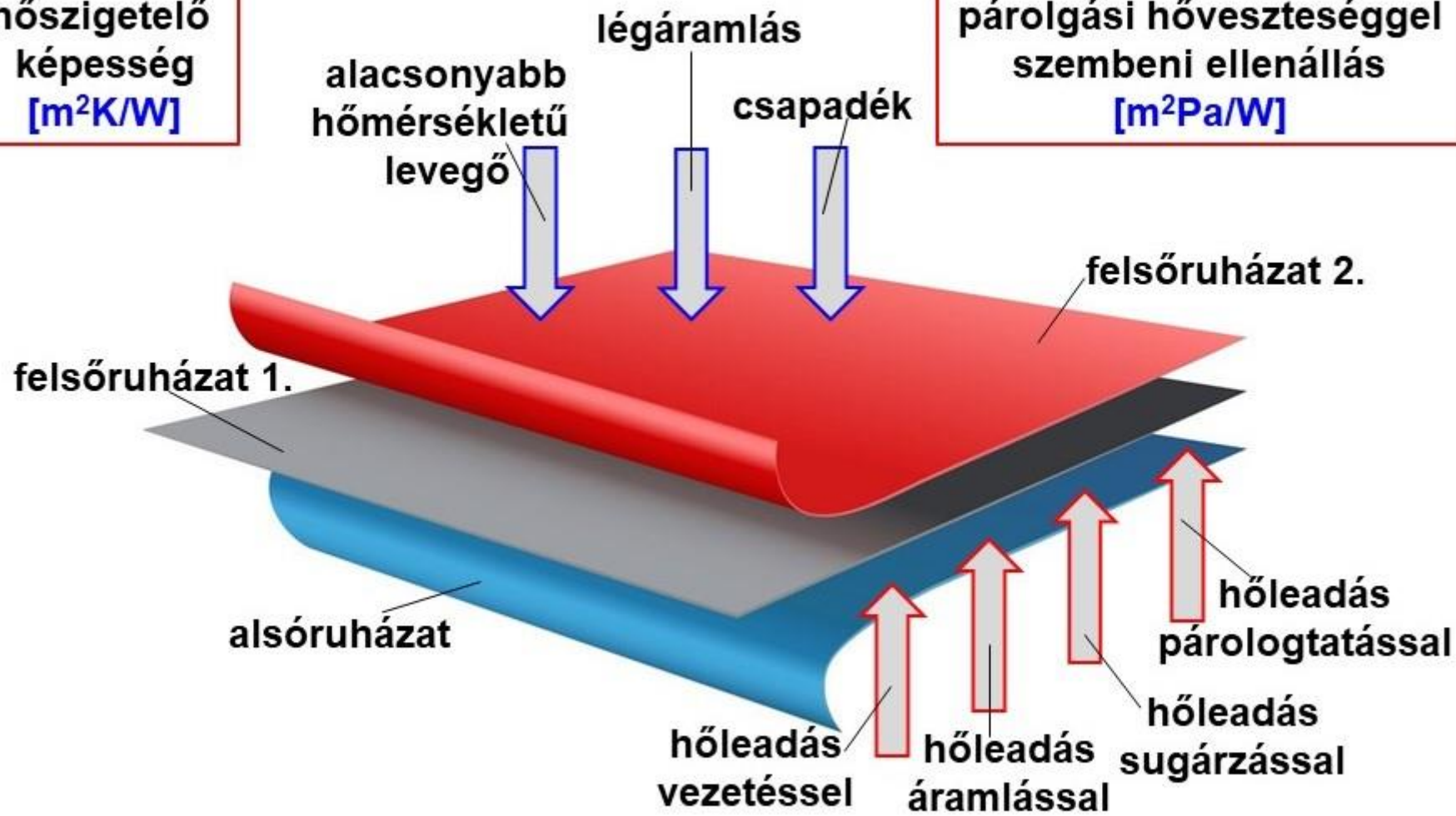
Hőszigetelés, melegtartás

- a **hőszigetelő képesség** a textilanyagok azon tulajdonsága, amely a vele fedett felületről - állandó hőmérsékletkülönbség esetén - **távozó hőmennyiséget** (vagy változó hőmérséklet-különbségnél a hőmérsékletváltozás sebességét) **csökkenti**
- a **melegtartási tulajdonság** - a hőszigetelő hatású kelme két oldalának változó hőmérsékletkülönbsége esetén - a **felületi lehűlés sebességét csökkentő** mértékkel fejezhető ki
- a **hőszigetelés** ill. **melegtartás** szempontjából optimális **szerkezeti lazaságnak határt** szabnak a textilanyagok **szilárdsági kritériumai** (pl. $0,05 \text{ g/cm}^3$ lenne ideális hőszigetelés szempontjából, ugyanakkor a legalább $0,1 \text{ g/cm}^3$ körüli anyagok felelnek meg a rendletetési igénybevételeknek)
- fontos a **szálak rugalmassága**, lényeges, hogy az ilyen termékek **gyártáskori szerkezetüket** (vastagság, laza felépítés, tömör felületi száltakaró) a **használat közben megtartsák** (viselésnél, mosásnál, tisztításnál és kapcsolódó műveleteinél), így a tervezett és elért **hőszigetelő képességük tartósan megmaradjon**
- a **nagy porozitású** textiltermékek **melegtartó képessége** önmagában ideálisnak tűnik, azonban számolni kell a **kelmében előfordulón kívüli környezeti levegővel** is; ennek az **áramlás** útján történő **cserélődése** **hőszigetelést rontó** hatásnak számít
- az **optimális hőszigetelést** biztosító öltözékek kialakítása **körültekintő tervezést** és **széleskörű vizsgálatot** ill. **termék kivitelezést** igényel a textil- és ruházati szakemberek részéről

Az összetett textilszerkezet és az emberi test hőháztartása

R_{ct}
hőszigetelő
képesség
[m^2K/W]

R_{et}
párolgási hőveszteséggel
szembeni ellenállás
[m^2Pa/W]



Hőszigetelés, párolgási hőveszteség

- az **Rct érték** az anyag **hőállóságát** (hőszigetelő képességét) határozza meg ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$), ez mérhető **egyetlen anyagon** (Rct), de akár **kész ruhaneműn** (Rc) is, figyelembe véve a **ruházaton belüli szellőzést**
- a **testhő** és a **nedvesség** miatt szinte mindig **magasabb a hő** és a **páratartalom** a ruházati rendszerben, ez **nyomáskülönbséget** hoz létre, amely a **hőt** és a **páratartalmat kifelé** kényszeríti
- minél **nagyobb a különbség** a **hő** és a **páratartalom között** a ruházati rendszeren **belül** és a **külső része között**, annál **nagyobb a nyomáskülönbség** a **hő** és a **páratartalom kiszorítására**
- a **Ret** a **párolgási hőveszteséggel szembeni ellenállás** (vízgőzzel szembeni ellenállás) mértéke - mint **vízgőzállóság** ($\text{m}^2\text{Pa}/\text{W}$)

- a hőszigetelést **50 %-ban a ruházatot körbevevő levegőréteg**, **30 %-ban az öltözékre tapadó levegő**, és csak **20 %-ban a szálanyag** aránylag gyenge hővezetési tulajdonságai valósítják meg a ruházatot felépítő rétegek közötti, **nyugalmi állapotban levegő** fokozza a **hőszigetelő képességet**
- legfontosabb az **optimális alsóruházati réteg**, amely a **testhez simulva** a szervezet meleg levegőjét foglalja magába
- a **hőkényelmet** egyúttal olyan textilanyagok biztosítják, amelyek **elemiszálai** és **szerkezetük** az **emberi bőrfelülettől megfelelő távolságra tartják a ruházatot**, továbbá hullámosságuk **számos légzárvány kialakulását** segíti elő

Optimális textilszerkezetek

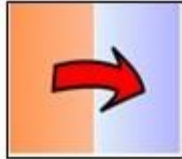
- a **termofiziológiai** ill. **bőrszenzorális tulajdonságnak** kedveznek a **távköztartást** megvalósító textilszerkezetek
- így az **emberi test** és az **öltözék közötti támasztó-felület** (pl. a szálak íveltsége, kelme strukturális sajátosságok alapján) biztosítja a **szellőzést** garantáló légmozgást
- a **testfelület** és a **ruházat külső felszíne között** kialakuló ún. **mikroklíma** állapotjelzőinek alakulása hat **közérzetünkre** és **egészségünk megóvására**, a bőr és az öltözék közötti rész **hő-** és **páraegyensúlyának** fenntartására, rendkívül fontos a **kielégítő szellőzés**; erre hatnak a **textiljellemzők** (**szálfajta, fonaltulajdonságok, kelmeszerkezet, kikészítés** stb.), a **szabás** jellegéből adódó befolyásoló tényezők, pl. a túlzottan **szűk ruházat rontja a komfortérzetet** a **hő** és **izzadság felgyülemlés** miatt
- a légmozgásokra bekövetkező **ventillációs hatások** (a különböző mozgásokra a textília pórusai közé behatoló áramlások) **csökkentik a hőszigetelést**
- a különböző **textilszerkezet-rétegek** feladata az **optimális nedvszívó, vízgőz transzportáló, légáteresztő**, vagy éppen a **megfelelő szigetelőképeség** megvalósítása ill. fenntartása, egyszóval az **emberi hőháztartás elvárt szintű működtetése** (a munkavégzéshez, külső időjárási jellemzőkhöz igazodó hőleadással vagy éppen a távozó hő megakadályozásával)
- a ruházattal **mesterségesen megvalósuló hőszabályozás** során a **bőrt szárazon kell tartani** (az izzadmány átmeneti felitásával, majd a nedvesség párologtatásos eltávolításával), ill. az **emberi szervezet optimális hőmérsékletét stabil hőntartással** kell elérni

Optimális ruházatok

- **kedvező komfortérzetet** olyan ruházat biztosít, amellyel **30-35 °C-os bőrközeli hőmérséklet**, ill. maximum **85 % a relatív légnedvességű mikroklíma** alakul ki, tehát egyrészt a **külső hőmérsékletre**, a környezet **légnedvességi viszonyaira**, a **légmozgásra** kell figyelemmel lenni
- másrészt fokozottan figyelembe kell venni az ember **fizikai tevékenységével** kapcsolatos **energiavesztést** (a bőr sugárzásos, ill. vezetés útján történő, valamint verejtékezéssel megvalósuló hőleadását)
- a hőszabályozásnál a **leadott hő nagysága** a **külső- és belső hőmérséklettel**, a **párolgási hőveszteség** a testfelszín-körüli és a **környezetben jellemző vízgőz-nyomással arányosan** alakul
- az **időjárási jellemzők** (légmozgás, csapadék okozta nedvesedés stb.) hatásának **kivédésére** kiemelten ügyelni kell; éppen ezért az **optimális ruházat** hidegben **kellő hőszigetelő képességet** valósít meg (beleértve a szélállóságot és a belülről szükséges nedvszívó ill. vízgőz- és légáteresztő képességet)
- a nem mozgó levegő kiváló hőszigetelő képessége ismert, ezen alapszik a **többrétegű öltözködés** előnye (a közbezárt légrétegek kedvező hatásával)
- a **hőleadás megakadályozására** a **zártabb szerkezetű textilfelületek** tűnnek előnyösnek, ugyanakkor a **testből távozó vízgőz felszínre áramlását** a **szálasanyag kapillárisain** kívül a **tervezett kelmeszerkezeti folytonossági hiányok** teszik lehetővé

A ruházat hatása az emberi hőháztartásra

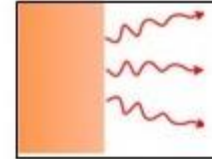
vezetés



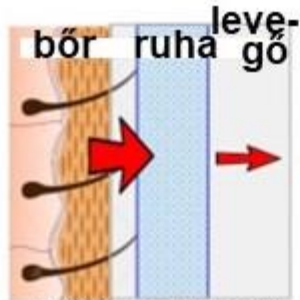
áramlás



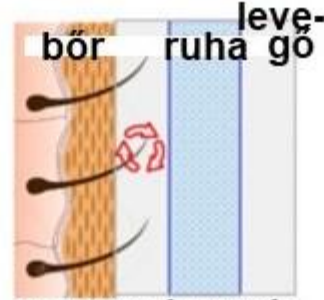
sugárzás



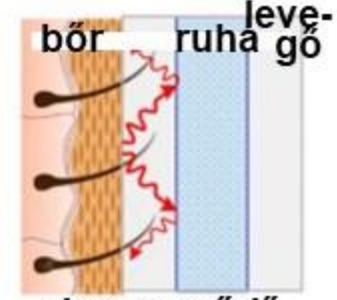
hideg környezet



hőtranszport blokkolása

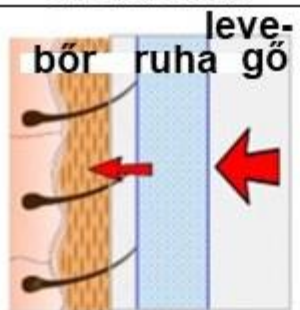


gyenge áramlás

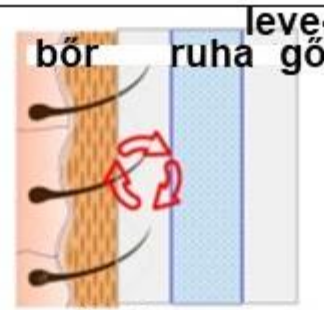


visszaverődő testhő

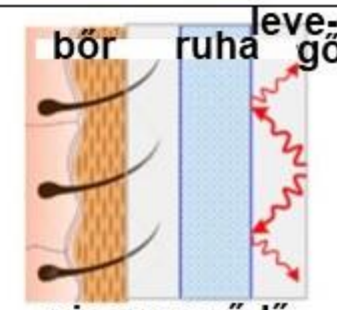
meleg környezet



hőtranszport blokkolása



erős áramlás

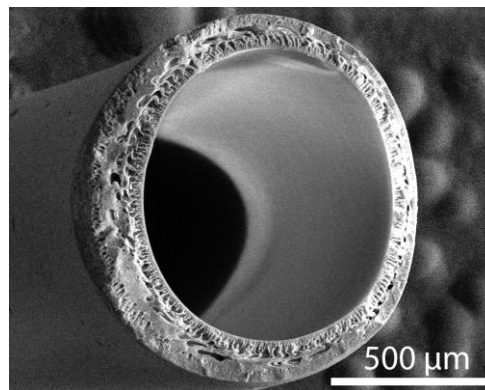


visszaverődő napsugárzás

Optimális szálanyagok

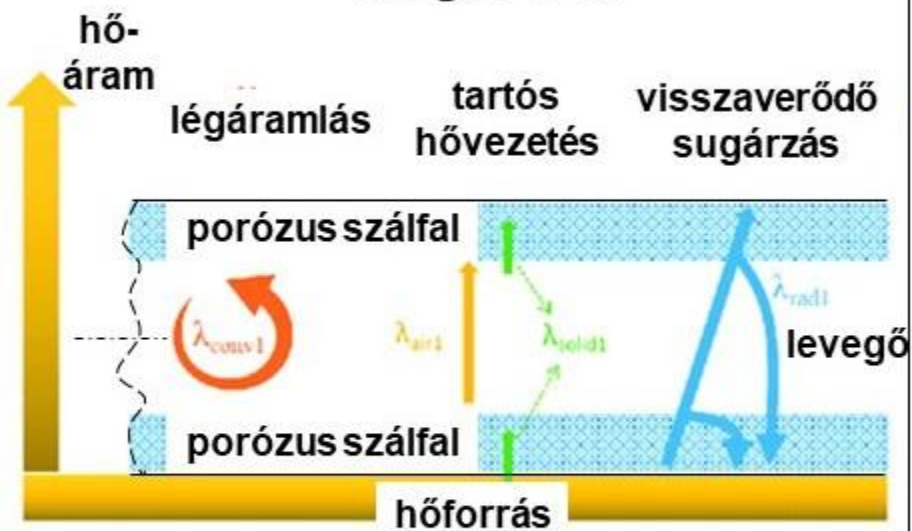
- a tradicionális **természetes hőszigetelő szálanyagok** (gyapjú, nyúlszőr, egyéb állati szőrök) mellett egyre fontosabb néhány olyan **speciális mesterséges textilnyersanyag**, amely önmagában nagyban hozzájárul a **hideg elleni védelemhez**
- főként a **szintetikus poliakril-nitril** emelendő ki, amelynek **gyapjúsított változata jó hővisszatartó-képességű** termékek előállítására alkalmas; ennek fokozását teszi lehetővé a **terjedelmesítés** (tartós göndörítés); ezzel a **végtelen mesterséges szálakat fontfonalhoz hasonló tartós térgörbe alakzatúvá** alakítják a számos deformációs megoldás közül a legkisebb műveletigényű és nagytermelékenységű folyamatos eljárást a **hamissodrásos technológia** biztosítja
- az **üreges szálak** kifejlesztésének egyik indítéka a **jegesmedvék szőrének** tanulmányozása volt; az állat testét borító szálak üreges felépítésűek (ezen kívül áttetszők); a szőrszálak **üregeiben megszorult levegő** annyira kiváló hőszigetelést biztosít, hogy nincs kifelé **történő hőkiáramlás**
- az **üreges mesterséges szálak** előállításához **speciális kialakítású szálképző nyílást** használnak, hogy a szál **belsejében üreg** keletkezzék; az **üreg mérete** és esetleg azok **száma** a **szálképzésnél változtatható**
- az üreges szálaknak **kisebb a fajlagos tömege**, nagyobb a **hőszigetelő képessége** és **hullámosodási hajlama**, továbbá **kevésbé göbösödnek**

Üreges szálak

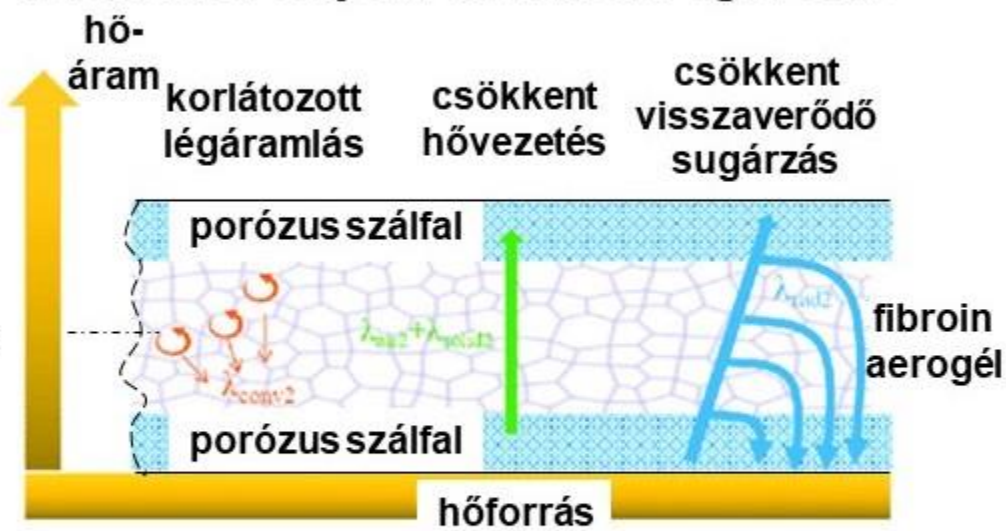


- egyes üreges szálak palástja aerogélt vesz körül, amelyek szilárd váza által közbezárt nanopórusokat levegő tölti ki
- a levegő nem tud cirkulálni az aerogél pórusrendszerében, így a hőátadás döntően nem érvényesül

cellulóz-acetát/poli-akrilsav üreges szál



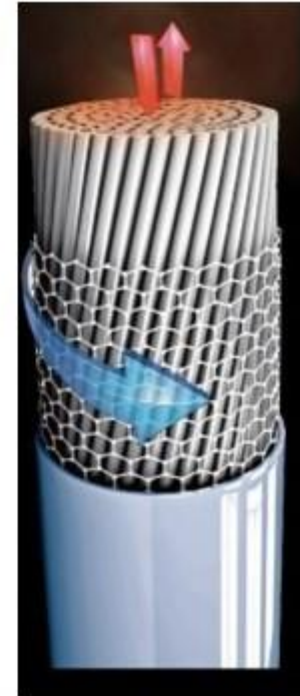
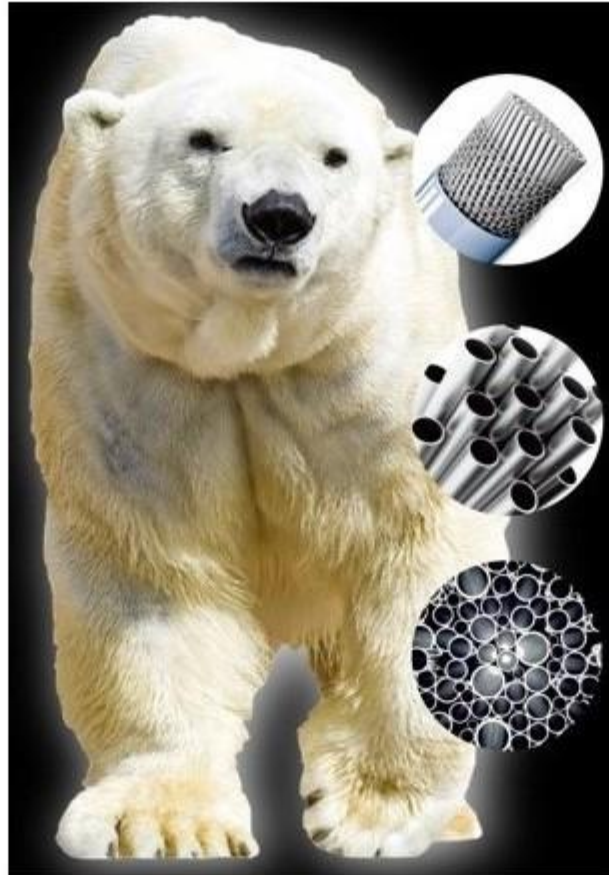
cellulóz-acetát/poli-akrilsav burkolású selyem-fibroin aerogél szál



Speciális üregesszál fejlesztése a bionika segítségével

a jegesmedve bunda:

- az üreges áttetsző szőrszál a napsugárzásból származó infravörös sugarakat a fekete bőrrétegbe továbbítja
- a levegővel telt szálakból álló prém kiválóan szigetel

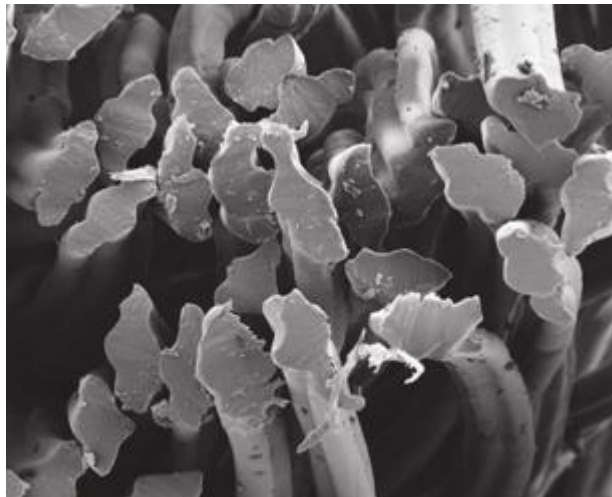


jegesmedve bunda mesterséges hasznosítása

a **bionika** (kutatási irányzat) az élővilág biológiai mechanizmusait úgy modellezi, hogy azokat a műszaki feladatok megoldására tudják hasznosítani

Egyéb alkalmas szálanyagok

- a **poliészter** egyik egyedi megjelenésű **profilszál** változata **négycsatornás külsővel** rendelkezik, főként az **izzadságelvezetéssel** fokozza a komfort érzetet, biztosítva a **testfelülettel érintkező textil szárazságát**
- gyakori az **üreges-** és a **hosszanti csatornákkal** ellátott **szalagszerű profilszálak** kombinációja az egyébként az izzadmány kivezetésére alkalmas csatornák a **száraz állapotban** a **tárolt levegő** következtében fokozzák az **üreges szálak** biztosította **hőszigetelő-képességet**
- az **emberi szervezet hőntartása** szempontjából külön kiemelendő pl. egy újdonságnak számító **különleges poliészter szál**, amelyet **nanoméretű cirkónium-oxid részecskékkel** vonnak be
- ilyen textilanyaggal körülburkolt **testfelület infravörös kisugárzása számottevően csökken**, így akár **1 °C-szal magasabb testhőmérséklet** érhető el

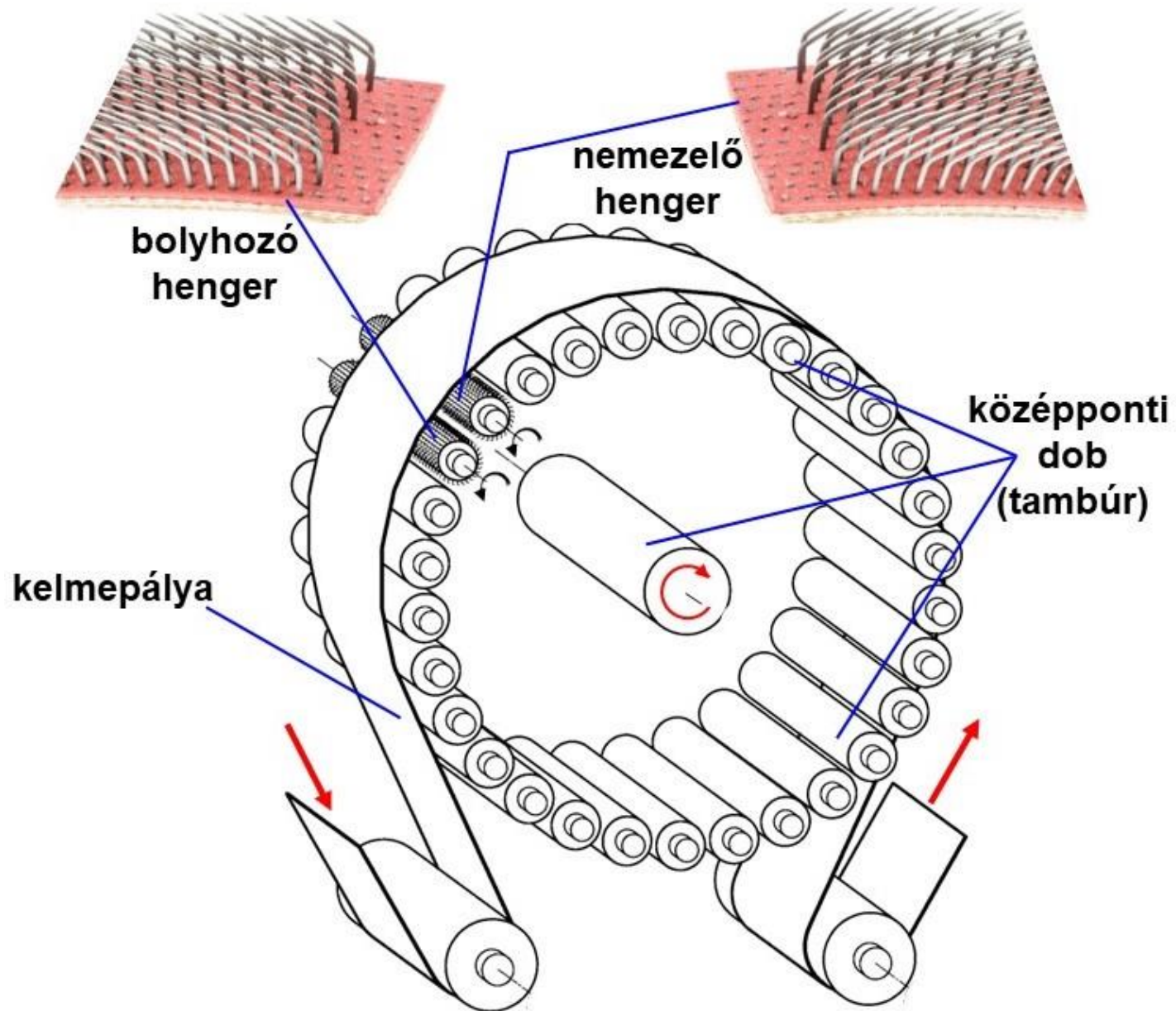


poliészter profilszál
elektronmikroszkópos képe

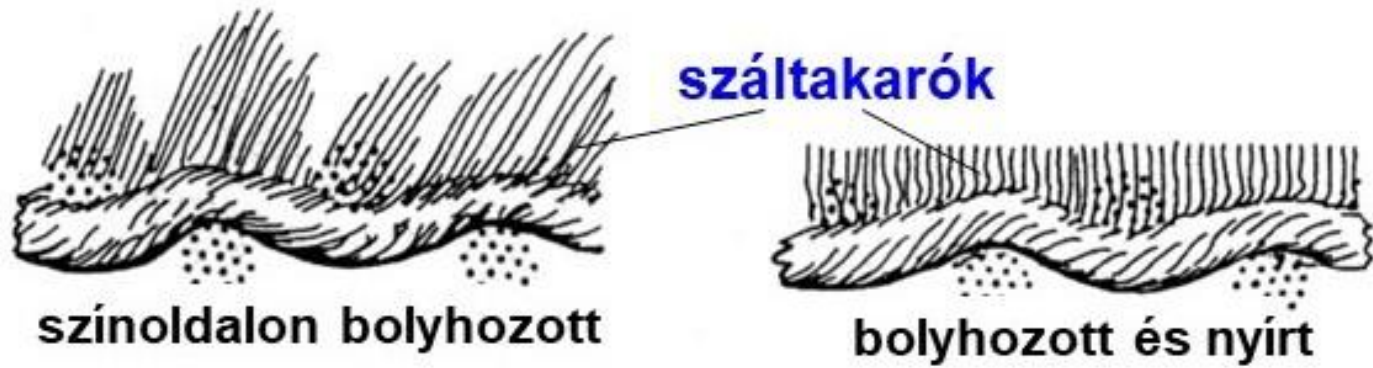
Száltakaró kialakítás különböző kelméken

- a különböző felületképzési móddal kialakított **lapszerű textiltermékeken** (kelméken) többféle módon lehet **száltakarót** kialakítani
 - a megfelelő adottságokkal rendelkező méteráru **felszínére kiemelt szálasanyagvégződés** sokaságával létrejövő **száltakaró** döntően a **bolyhozás**, kisebb mértékben a **csiszolás** eredménye
 - a **pamutkelmek** esetében **kizárólag** a **bolyhozással** lehet **megfelelő száltakarót** képezni
 - a **gyapjúszöveteknél** a **ványolással** lehet **filcszerű szerkezetet** ill. **fedőréteget** létrehozni, amit a **bolyhozási művelet** rendez; a kialakított **száltakarók magassága** a **nyírási művelettel** tehető egyenletessé (az igények szerinti alkalmazással)
- a bolyhozással a szerkezetileg arra alkalmas **szövött** vagy **kötött kelme** felületén **egyenletes sűrűségű- és magasságú** száltakarót alakítanak ki
- **alapvetően szövött** méterárukat ill. esetenként **speciális szerkezetű kötött** kelméket bolyhoznak
 - az **optimális magasságú és sűrűségű száltakaró** kialakításához kellően megválasztott **szálasanyag** jellemzők, **fonalszerkezeti** tulajdonságok, **kelme-felépítési adottságok** kellene, továbbá fontos a bolyhozásra kerülő méteráru **megfelelő előkészítése** (optimális nedvességtartalom, súrlódáscsökkentő anyagok felvitele)

A pamutipari kártyús bolyhozógép felépítése



Színoldalon bolyhozott szövet metszete



A düftin termékről nagyított felvételek



bolyhozott színoldal



fonákoldal

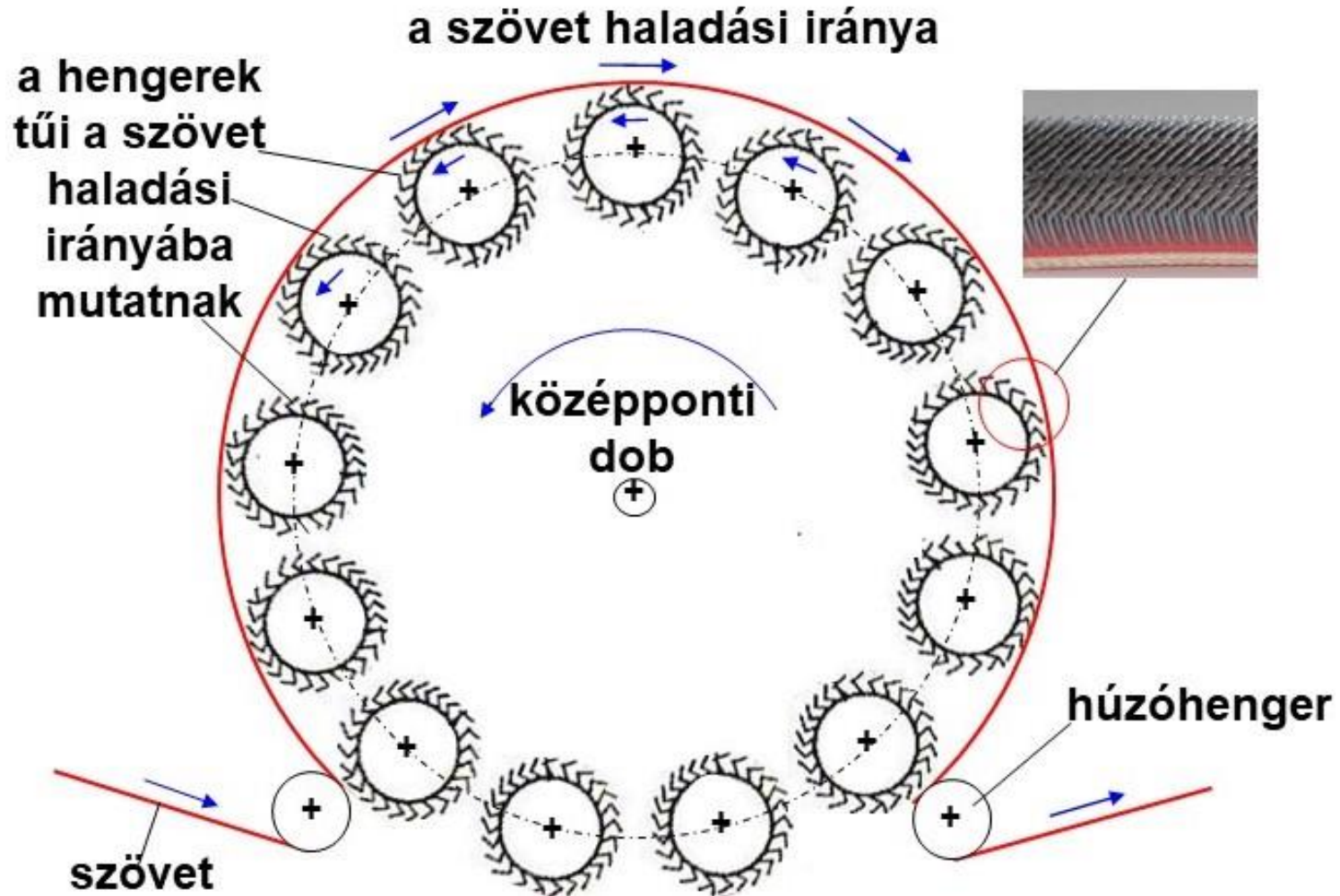
- a jellegzetes **bolyhozott pamutcikkeket** az **oldalakon** kialakított **száltakaró** szerint csoportosítják, a **flanel mindkét** oldalán, a **düftin** csak a **színoldalán**, a **barhend** csak a **baloldalán** bolyhozott

Egyéb kelmék bolyhozása; felületalakítás csiszolással

- a **kötött textilfelületek széles** állapotú és **csökelme** alakú bolyhozására olyan kárttús gépek alkalmasak, amelyeken a **sima vezetést** speciális (részben külön meghajtott) **szélesítő-bevezető** elemek közbeiktatásával biztosítják és **dobra továbbítást hengerpárral** oldják meg
- a **műszörmék** bolyhozására teljesen egyedi berendezést használnak; a kelme képlékenységét **melegítéssel** fokozzák, a **baloldalon fűtött lappal** érintkezve történik a hőközlés, a **színoldalt infrasugárzókkal** hevítik
- ismertek olyan szövetbolyhozó berendezések, amelyeknél **nem azonos számú bolyhozó-** ill. **nemezelő-henger** fordul elő, hanem az intenzívebb bolyhozás érdekében a **bolyhozóhengerek** száma **2-3-szor nagyobb** a nemezelőkénel
- a **csiszolásnál** a **finomszemcsés** bevonatú hengerek **egy-egy elemi szálakat elvág**nak, a metszett végződéseket pedig **fibrillákká szétszedve** rojtosítják; a **bársonyosan szétterülő** ecsetszerű szálvégzések sokaságából számottevően **vékonyabb**, de lényegesen **sűrűbb száltakaró** alakul ki, mint a bolyhozásnál
- a csiszolásra alkalmas megmunkáló felület **nagykeménységű ásványi anyagok** (horzsakő, üveg, korund stb.) **finom porrá őrölt éles szemcséiből** épül fel; ez lehet az **önálló csiszológép** négy forgó munkahengerének bevonata, vagy **csiszolóvásznon-csíkokkal** a **kárttús bolyhozógép** tűs-felületeinek burkolata
- a **csiszolóvászonnal** bevont **munkahengerek** **fődobbal ellentétes forgásirány**a megmarad (mint a bolyhozásnál)

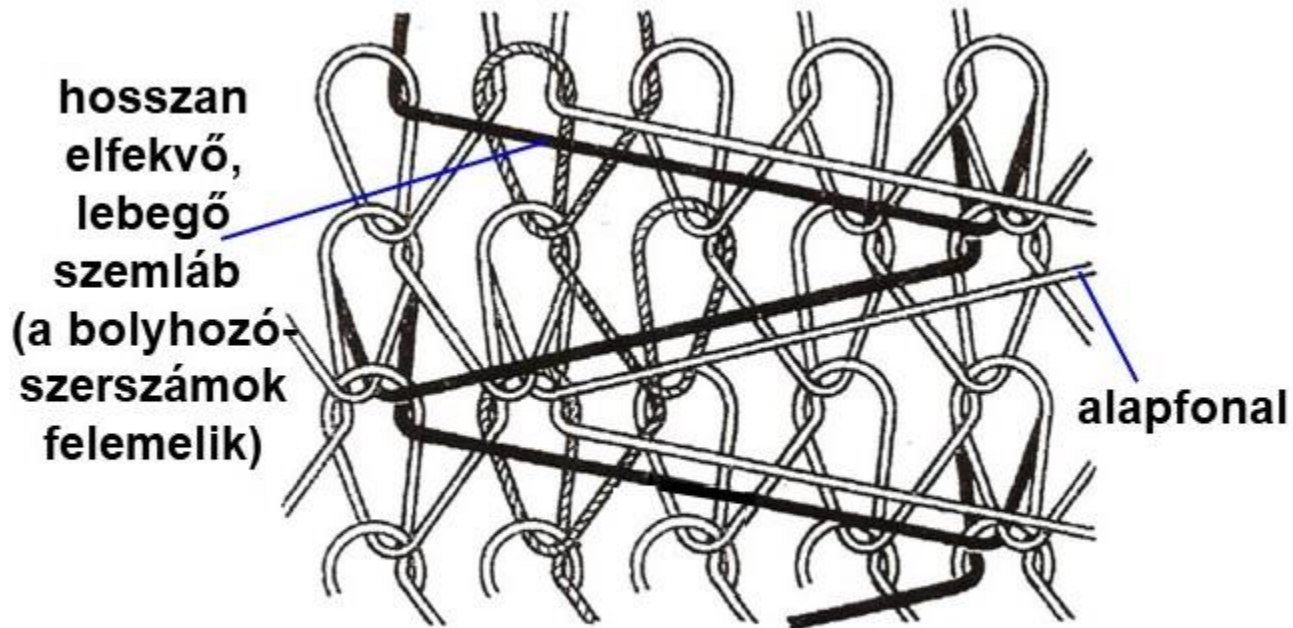
A nemezelőgép felépítése

- a **bolyhozott kelmék** nemezelőgépes kezelésével a **felszínre emelt szálvégzódések visszahajlítását** végzik, így a **száltakaró tömörebbé válik**
- az ún. **nylon-velúr** mechanikai kikészítését is ilyen gépen végzik



A nylon-velúr kelme szerkezete

- az ún. nylon-velúrként ismert termék egy **jellegzetes kötött kelme**, **poliamid- vagy poliészter-filamentfonalból** készül ún. **plüsskötéssel**
- a **bolyhozógépen** végzett kezelés során a **fonákoldali felületen** viszonylag **hosszan elfekvő szemlábakat felemelik**
- a megmunkálás **intenzitását** precízen úgy kell beállítani, hogy a **fonalak ne szakadjanak el**
- az eredmény **lágú fogású, jó hőszigetelő** képességű, **kedvező esésű** kelme

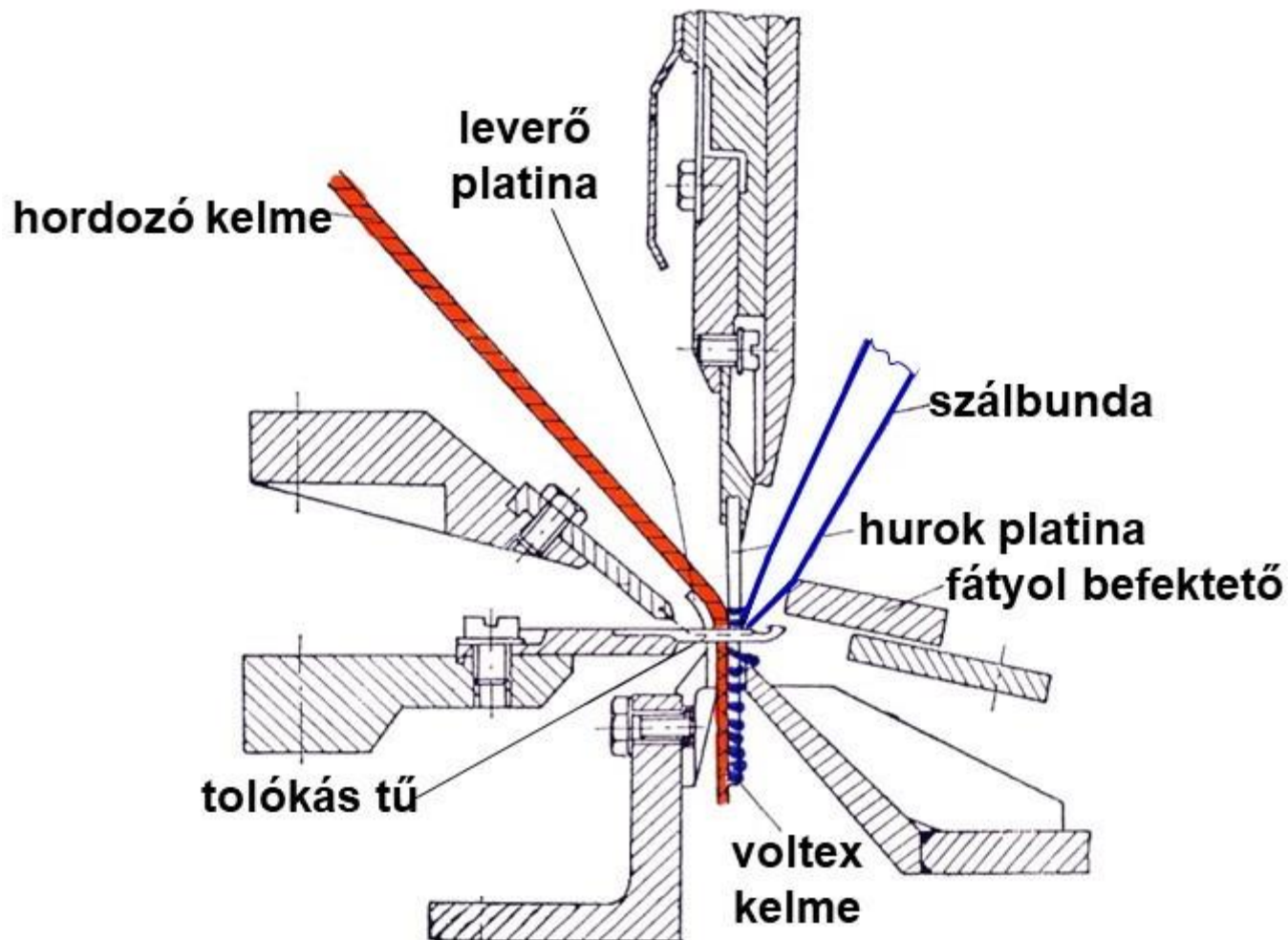


Többrétegű felépítés a ruházatoknál

- a hideg ellen védő - elsősorban felsőruházati - cikkeknek a **többrétegű felépítés** jellemzi, tekintve, hogy a rétegelt felépítés kedvez a hőszigetelő képességnek
- **hagymaelvként** említik a **több funkciós rétegből** felépülő szerkezeteket, amelyek kölcsönös hatásának **eredője** garantálja a **ruházat-fiziológiailag optimális** (hőszigetelő, de pl. a nedvesség-transzportot nem akadályozó stb.) készterméket
- a **nemszőtt-kelmék** közül tehát főként a különböző **fátyolkelmék** terjedtek el, pl. az **elemi szálakból** képzett **bundát ragasztással, tűnemezeléssel** (saját elemi szálak kelmén történő áthúzásával) **rögzítik**, vagy **varrva hurkolással** kapcsolják össze textilfelületté
- ismert az ún. **vortex** (voluminózus: terjedelmes) kelmeszerkezet is, amelynél a szálbundát a **saját anyagából képzett hurkokkal** kapcsolják a **hordozó** (szövött, vagy kötött) kelméhez (a felvágott hurokrészek műprémszerű terméket eredményeznek)
- a **gyapjú, viszkóz, poliakrilonitril** és egyéb **hulladékszálakból** további nemszőtt kelmék is készülhetnek **melegítő közbélés** céljára (esetenként steppelt kivitelben)

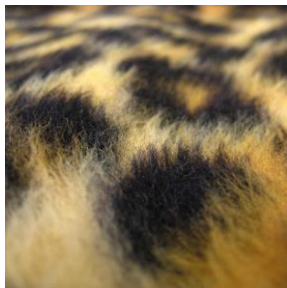


A voltex kelme előállítása vázlatosan



Műszőrmék

- a speciális **szövött** ill. **kötött műszőrmék** közvetlen használhatók **melegítő bélelő-anyagként** is, amelyek a **gyapjúsított poliakril-nitril** szál megjelenésével lettek népszerűek
- **felépítésükre** jellemző, hogy egy **megfelelő szerkezetű alapkelméből** és azt **borító szálbundából** épülnek fel
- a **kötéssel** előállított műszőrmék **körkötő-** vagy **láncrendszerű** kötőgépen készülnek
- a **körkötött** különleges szerkezet úgy alakul ki, hogy az **alapfonal** mellett egy lazább szerkezetű **szalagszerű szálköteget** szintén bevezetnek; a **tűk által kihúzott szálak** is bekötődnek a kelmébe, utóbbiakból alakul ki az egyik oldalon jellemző **szőrmefelület**
- a **láncrendszerű** kötéssel, ill. **kettősszövés**sel gyártott műszőrméknél egymástól adott távolságra **két önálló kelmefelület** képződik, amelyeket merőlegesen a **bundát alkotó lazább sodratú fonalak** kötnek össze
- a képződött **kétrétegű kelme** - középrészen végrehajtott - **szétvágásával** jönnek létre az **egyrétegű műszőrmék**
- előállíthatók még **fonaltűzött technikával** is műszőrmék

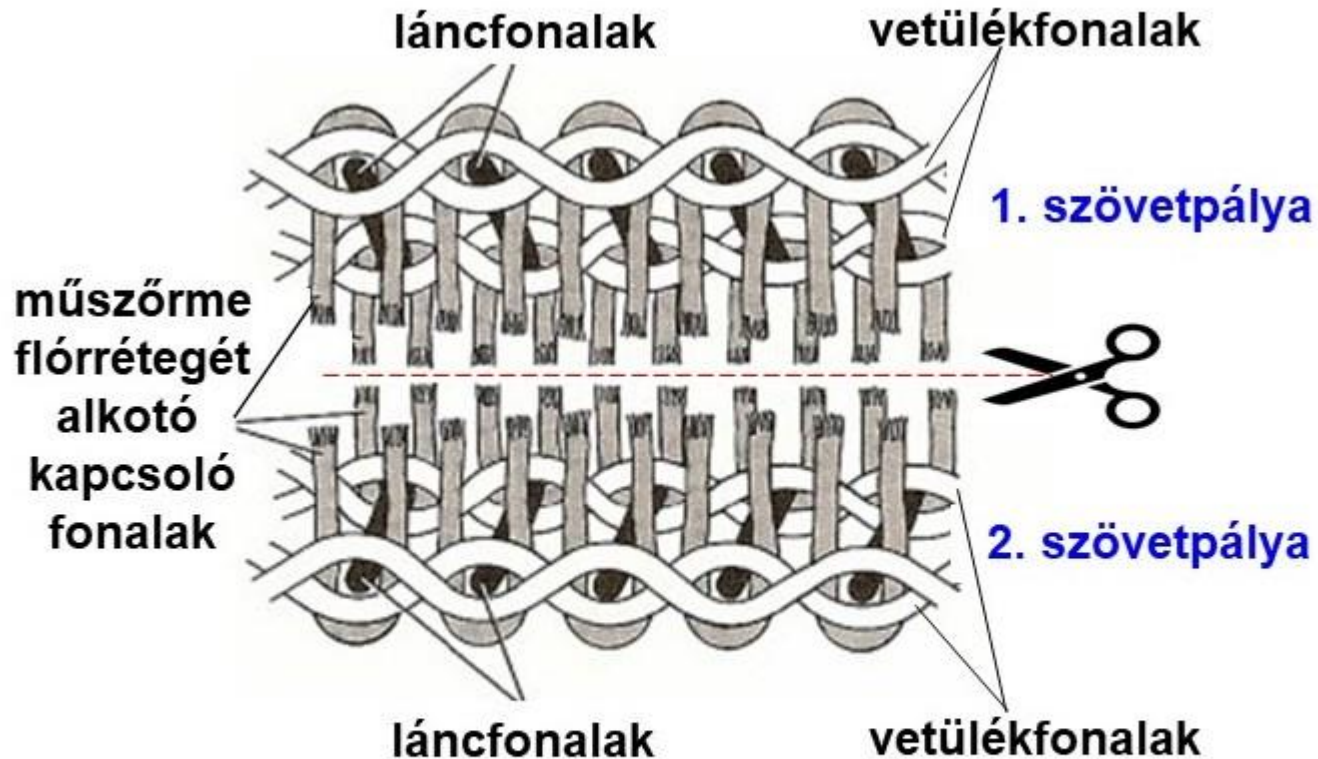


Kötött műszörme előállítására példa



körkötött műszörménél az alapfonal mellett egy laza szerkezetű, párhuzamosított szálakból álló szalagszerű szálköteget is bevezetnek (tűk bizonyos, szabályozott mennyiségű szálát húznak ki ebből, amit az alapfonallal együtt bekötnek a kelmébe)

Szövött műszőrme előállítására példa



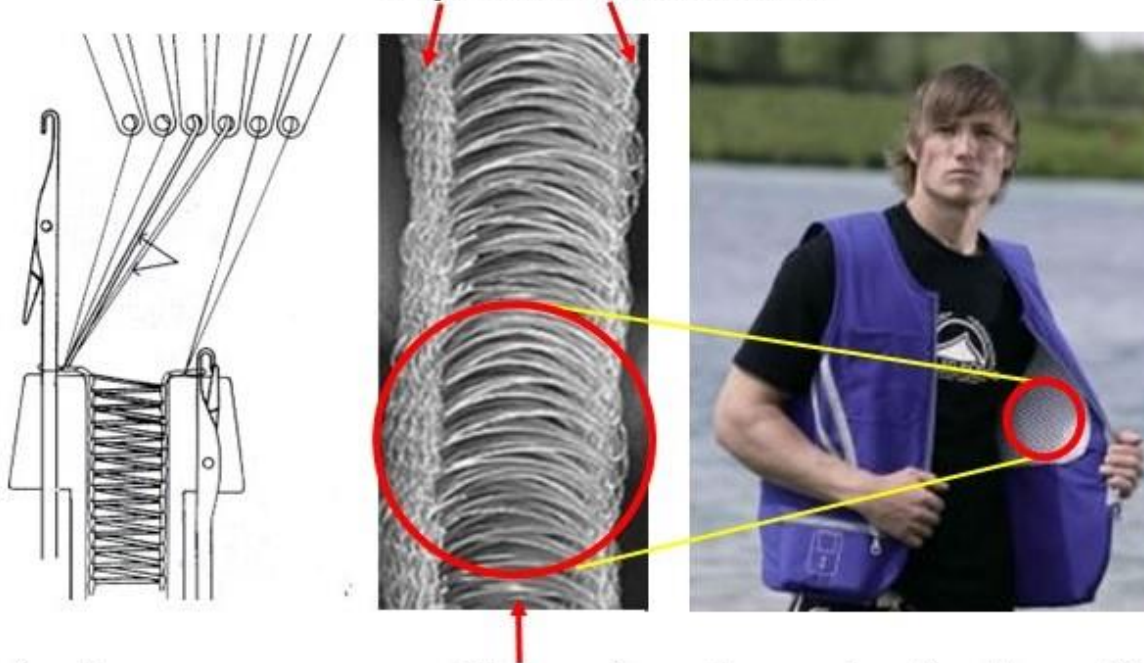
- a **kettősszövés**sel gyártott **műszőrme**knél egymástól adott távolságra **két önálló kelme**felület képződik, amelyeket merőlegesen a bundát alkotó **lazább sodratú fonalak** kötnek össze
- az elkészült összetett szerkezet **két kelmesík közepe közötti elvágásával** alakulnak ki a két műszőrme felület
- a képződött **kétrétegű kelme** - középrészen végrehajtott - **szétvágásával** jönnek létre az egyrétegű **műszőrme**k

Egyéb melegtartó textíliák; üreges kelmék

- a **mindkét oldalán bolyhozott kötött** kelmék (amilyen például a polárfleece néven ismert termék) körkötőgépen készülnek
- **speciális kötésmóddal** érik el, hogy a **bolyhréteg** kialakításában meghatározó **fonal** (amelyből a bolyhozószerszámok elemiszál-végződéseket emelnek ki) a kelme **mindkét oldalán a felszínre kerüljön** (így mindkét oldal bolyhozható)
- ezeknél a kelméknél a **bolyhfelület egyenletes magassága** érdekében **nyírást** is alkalmaznak
- a különböző **mikroszálás** [az 1 deci-texnél finomabb (azaz 10.000 m hosszúságú szál 1 g-nál könnyebb) szálakból felépülő] **hagyományos** szerkezetű, ill. **plüsskelmékből bolyhozással**, vagy **csiszolással** (esetleg a kettő kombinációjával) kellemes fogású és **hasított-bőr utánzatú** textilfelületek állíthatók elő
- az **üreges kelmék** - mint ún. 3D-s anyagok - szerkezetére az **egymástól** viszonylag **távol elhelyezkedő**, két **függetlenül képzett** kelmefelületet jellemző, **közöttük** – a kelmerétegekre merőlegesen álló – aránylag **merev monofilament** szakaszok végzik a **rétegek összekapcsolását**; ebben a szerkezetben a **monofilamentek** – amelyek **rugóként** viselkednek - **egymástól** megfelelő **távolságra** tartják a **két kelmeréteget**, így közöttük **üreg** marad
- főleg a **két tűágyas raschel-gépeken** állítják elő az üreges kötött kelméket; a **két tűágy távolsága** tág határok között **állítható**, a kelme **vastagsága néhány mm-től 6 cm-ig** változtatható
- az **üreges kelméket szövőgépeken** is lehet gyártani

Példa az üreges kelmék ruházati alkalmazására

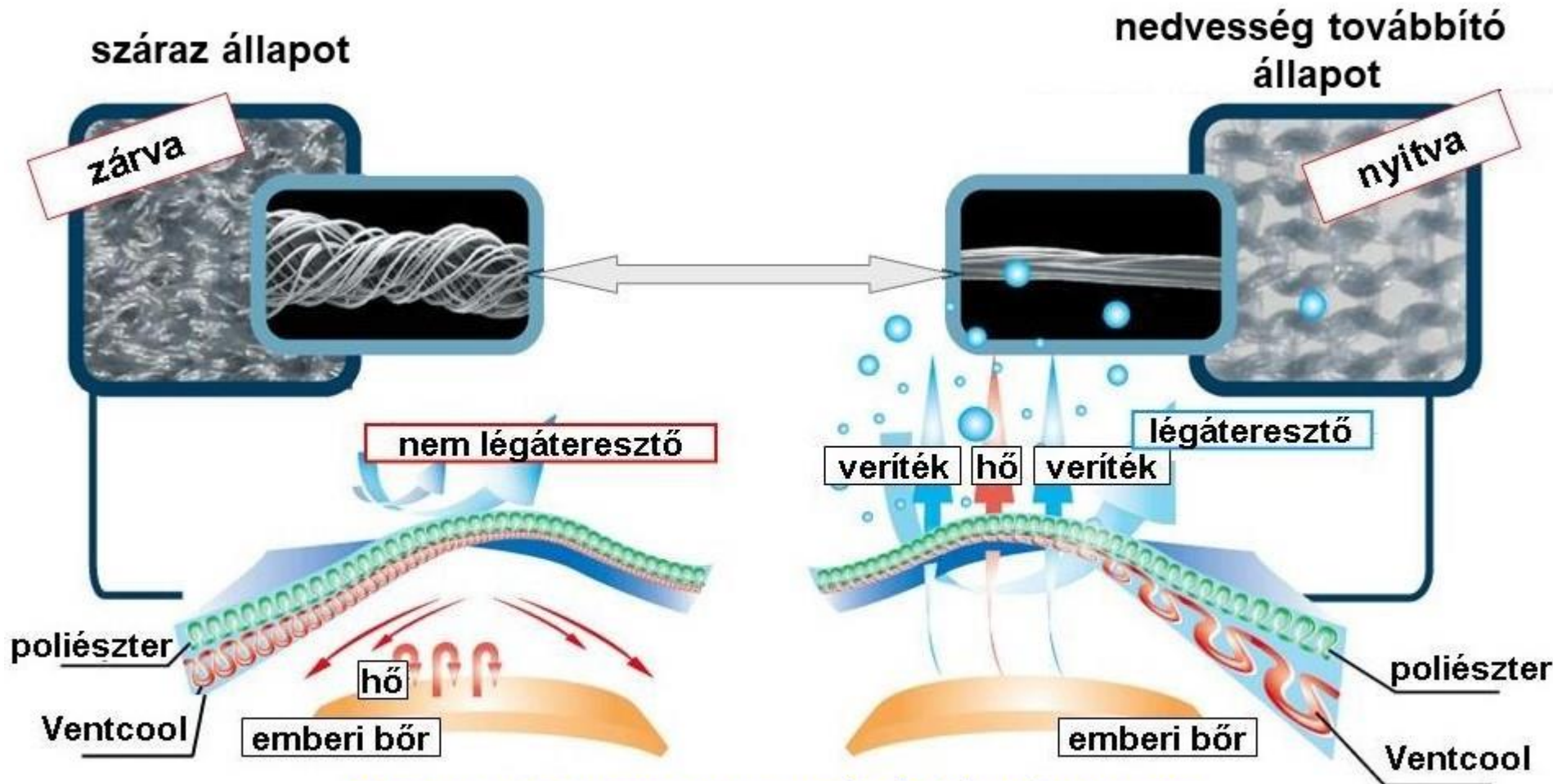
egymástól viszonylag távol elhelyezkedő, két függetlenül képzett kelmefelület



aránylag merev monofilament szakaszok végzik a rétegek összekapcsolását

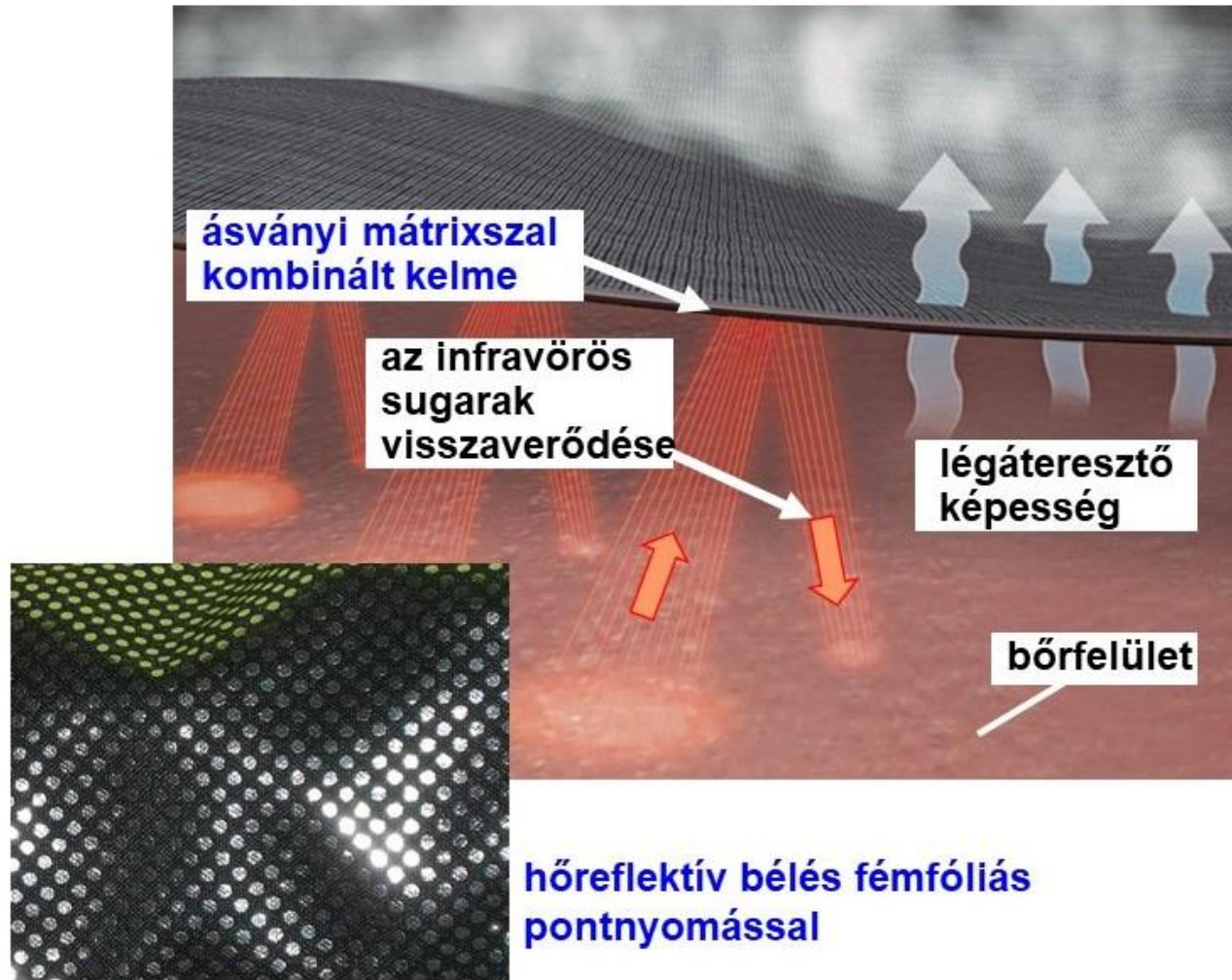
Klímaaktív fonal- és kelmeszerkezetre példa

- speciális **bikomponens szálakból** (pl. Ventcool) készült termékek az emberi **bőr száraz állapotában** a **terjedelmes fonalak zárják a kelmeszerkezetet**, jelentősen **csökkentve a légáteresztést és a hővesztéget**; a **túlhevülést megelőzve** a fonalakat felépítő **szálak hullámossága megszűnik**, a **vékonyabbá válnak**, így a **textilfelület porózus lesz**, nemcsak a **légáteresztés nő**, hanem **biztosított lesz a nedvességtranszport**



Energia visszanyerő textilszerkezetekre példák

- az ún. energia visszanyerő textilszerkezet egy **különleges összetételű ásványi mátrixból** felépülő, ill. **termoreflektív pontnyomással** előállított kelme
- ez **visszatükrözi** a szervezetből távozó **infravörös sugárzást**, így viselőjének nemcsak **testét tartja melegen**, hanem javítja a **vérkeringését**, fokozza vérében az **oxigén szintet**



Aerogélel kombinált ruházat is elterjedése várható

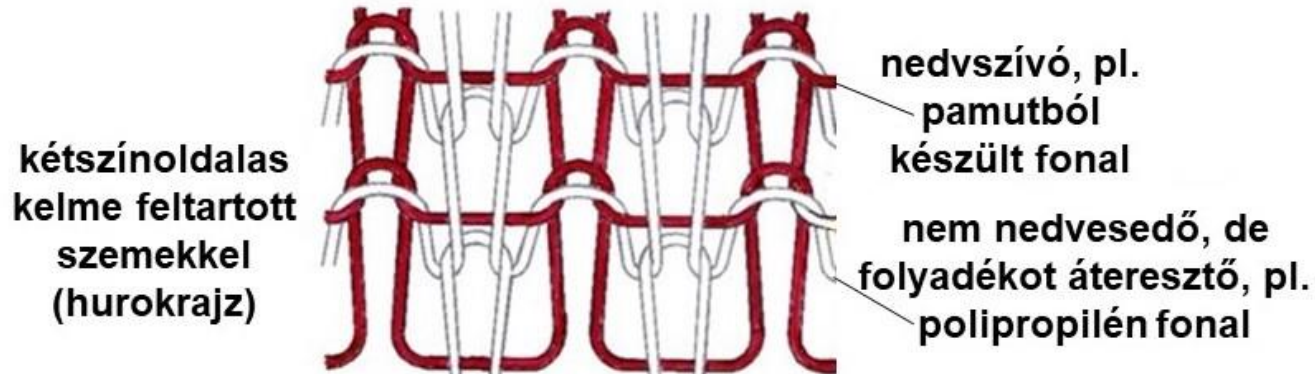
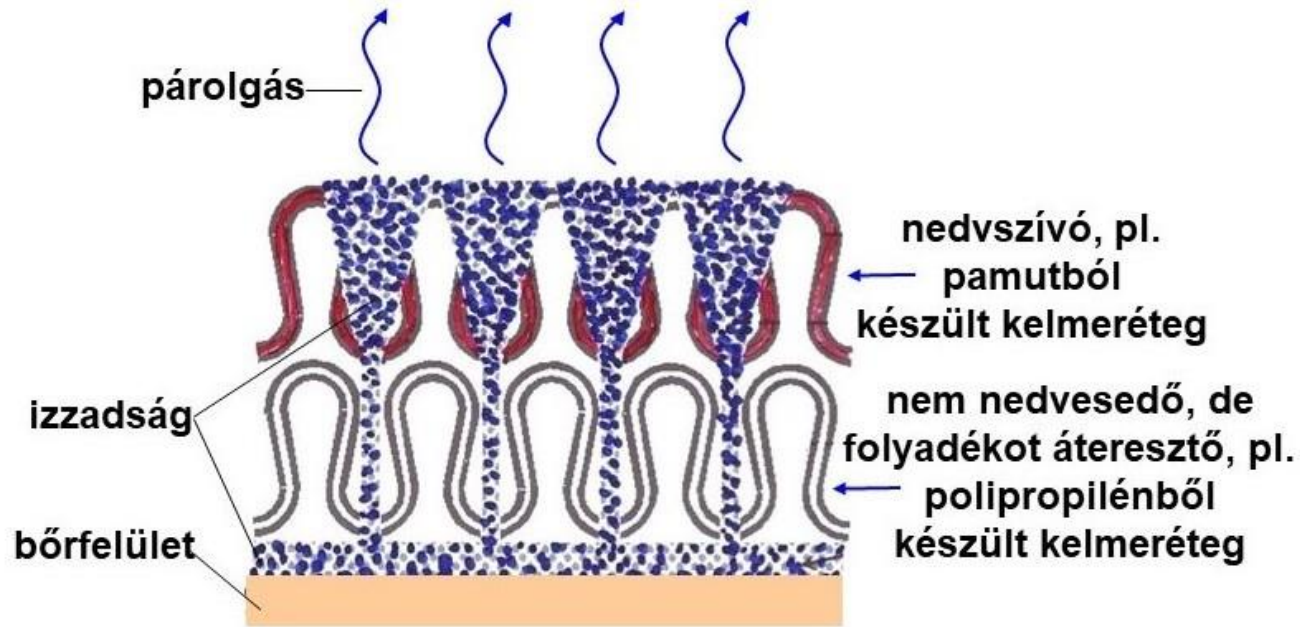
- az aerogélek szilárd vázát kerámia, polimer vagy hibridanyagok adják, a közbezárt nanopórusokat levegő tölti ki
- ezt úgy érik el, hogy a megfelelő gélállapotú anyagból a kötött víztartalmat teljesen kivonják
- az aerogélek rendkívül nagy porozitásuk miatt a világ legkönnyebb szilárd anyagai, a pórusok átmérője 1-100 nm közötti [a hétköznapi pórusos anyagok üregei mm vagy μm méretűek]
- a megszilárdult füst elnevezéssel illetett aerogél nagyon kis sűrűségű ($1,9 \text{ mg/cm}^3$) és átlátszó
- a levegő nem tud cirkulálni az aerogél pórusrendszerében, így a hőátadás egyik formája (pl. hővezetés, hőáramlás) sem érvényesül
- a kiváló szigetelőképessegre jellemző, hogy pl. egy 18 mm vastagságú szilika aerogél réteg a Mars $-130 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hidegétől is megvéd, az aerogélel kombinált űrhajós ruházat mellett egyéb extrém körülményű öltözékek területén is elterjedőben van
- a szilárd anyag tehát rendkívül porózus (több mint 99 %-a levegő), így melegtartó képessége szinte tökéletes
- a rugalmassá tett, akár vékonyrétegű aerogél a dzsekinél, téli-nadrágoknál alkalmazva kevésbé vastag és kiválóan melegtartó ruházati cikkeket eredményez



Korszerű aláöltözetek, melegítőöltetek

- a korszerű **aláöltözetek** kétrétegű - általában **integrált kötött** - szerkezetből épülnek fel, a **testfelülettel érintkező** belső textilréteg olyan szálanyagú – általában tartósan hullámosított, azaz **terjedelmesített** - fonalakkal áll, amelyek **anyaga** kimondottan **víztaszító**, tehát a szálak finomszerkezetében **nincsenek nedvességmeggkötésre** alkalmas parányi üregek (pl. polipropilén stb.)
- ugyanakkor a nagymértékben göndörített szálakkal álló **nagyrugalmasságú**, HE (high elastic) **fonalakban** viszont **számos kapilláris** kap helyet, segítve a **folyadékelvezetést**
- a **külvilág felé eső kelmerészt** kiváló **nedvességfelvevő** szálanyagból alakítják ki (pl. pamut, gyapjú stb.), így a **testközeli anyagrétegből** az integrált **kelme mintegy átszívja az izzadmányanyagot**
- a **töltetek** is fontos kellékanyagok a hőszigetelő ruházatoknál; a **toll** ill. **pehely** töltet rendkívül finom, **kiváló hőszigetelő képesség** kapcsán kellemesen **melegítő** hatású (az ún. légpárnás tulajdonság jellemzi az így töltött termékeket)
- az igényes termékeknél a külön **kialakított tároló egységekbe** (kazettákba) helyezik el a **töltetet** (egyébként a töltőanyag elcsúszásának megakadályozására különböző méretű és mintázatú **áttűzéseket** alkalmaznak); fontos a **borító- és béléskelemék „tollbiztossága”**, azaz a **töltet ne tudjon kibújni** ezeken a felületeken
- a megfelelően **rendezett szintetikus szálhalmazok** (pl. golyókká tömörítve) is kiváló **melegítőréteget** biztosítanak, különösen az **üreges szálváltozatok** jelentenek kedvező megoldást, pl. **ágynemű termékeknél**

Kétrétegű integrált kötöttkelme aláöltözet céljára



Termikus szabályozásra alkalmas anyagok

a **hirtelen hőmérsékletváltozásnak** kitett ruházatnál is alkalmazható **különleges részecskék** - a **folyadékkristályos** anyagok - **halmazállapot változásakor** a megszokottól eltérő jelenségek tapasztalhatók

- az **olvadáskor** a szilárd fázisból először egy a **folyadéknál sűrűbb, zavaros folyékony állapotú közeg** alakul ki (a folyadékkristály), további melegítésre ezt **követné** az **izotróp folyadék**, majd a **gázhalmazállapotú** anyag

- ezek az ún. klíma aktív anyagok a „Phase Change Material” angol kifejezés kezdőbetűiből képezve **PCM-anyagként** terjedtek el a szakirodalomban, miután **fázisváltó, fáziscserélő, halmazállapot váltó** tulajdonságuk kerül az alkalmazás előterébe

- a PCM-ek **jelentős mennyiségű hőenergiát** képesek **elnyelni**, átmenetileg tárolni, majd a **környezeti változásokhoz igazodva** ezt a **látens hőt leadni**

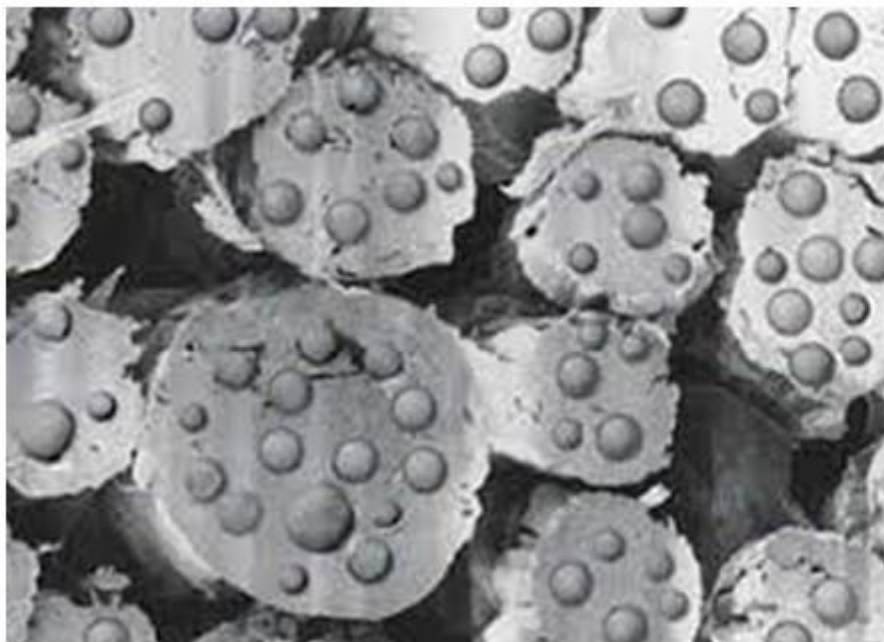
- adott **hőmérsékleti tartományban halmazállapotukat** igény szerint **változtatják:**

- a **szilárd fázisból közel folyékony halmazállapotba** a kerül a **környezetből felvett hő** segítségével, ez **hőelnyelődéssel** jár
→ **hűtés**,

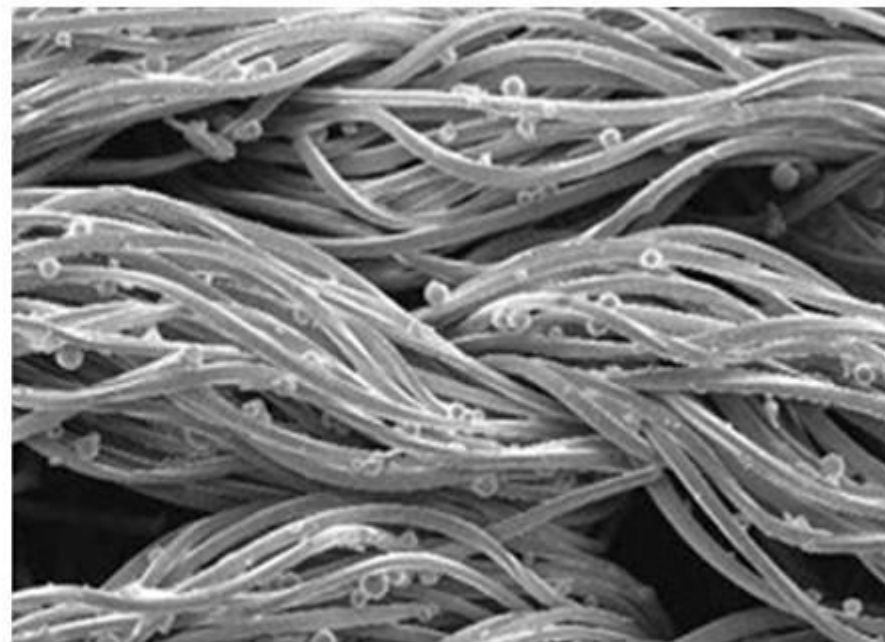
- a **folyékony halmazállapotból** a **külső hűlés** hatására **szilárdra** vált, azaz **hő szabadul fel**, ez **hőleadást** jelent → **melegítés**

A PCM részecskék elhelyezkedésére példák

- a hatást kifejtő **mikrokapszulák** előfordulhatnak a **szálak belsejében**, kerülhetnek a **szálak közé**, felvihetik a **kelmefelületre**
- ilyen anyag felhasználásával **felsőruházati cikkek, kesztyűk, zoknik** készülnek

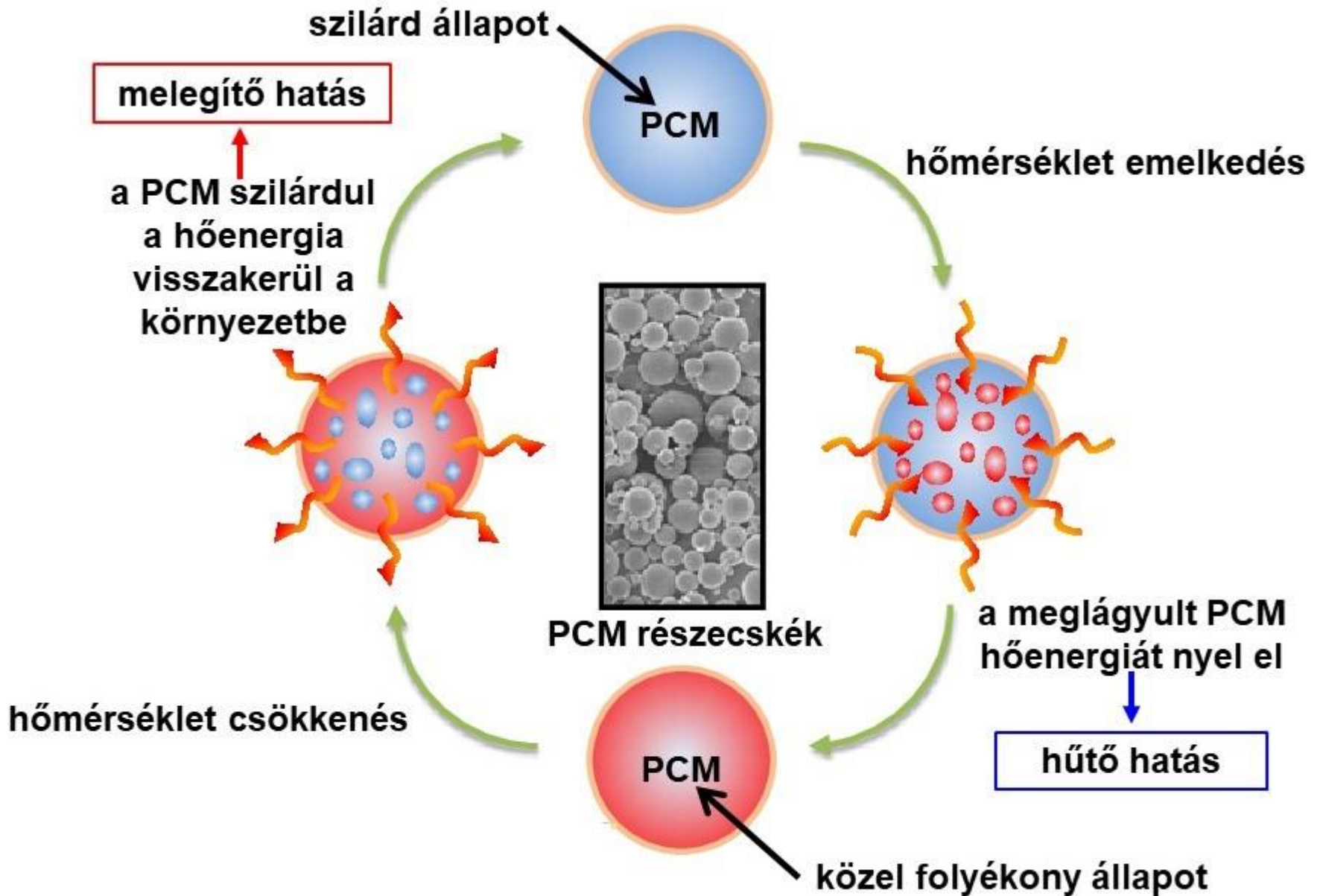


szálakba beépítve



fonalban, a szálak közé juttatva

A PCM elvi működése



Fűtőtasakok alkalmazása a hideg ellen védő ruházatban

- a légmentesen záródó tasakban olyan **betétet** helyeznek el, amely **kötőanyagba ágyazott cinkpor és aktív szén** részecskéket tartalmaz
- a tasak **felnyitásakor** a levegőben levő **oxigén beindítja** a tartós **hőfejlődéssel járó** elektrokémiai folyamatot
- a **különböző méretű tasakbetétekkel** a **ruházat adott része, kesztyű ill. sapka egyaránt melegíthető több órán át**
- a **hőtermelő reakció** a betét **ismételt tasakba zárásával** megszakítható, majd újra működésbe hozható



betét:
kötőanyagba ágyazott
cinkpor és aktív szén
részecskéekkel

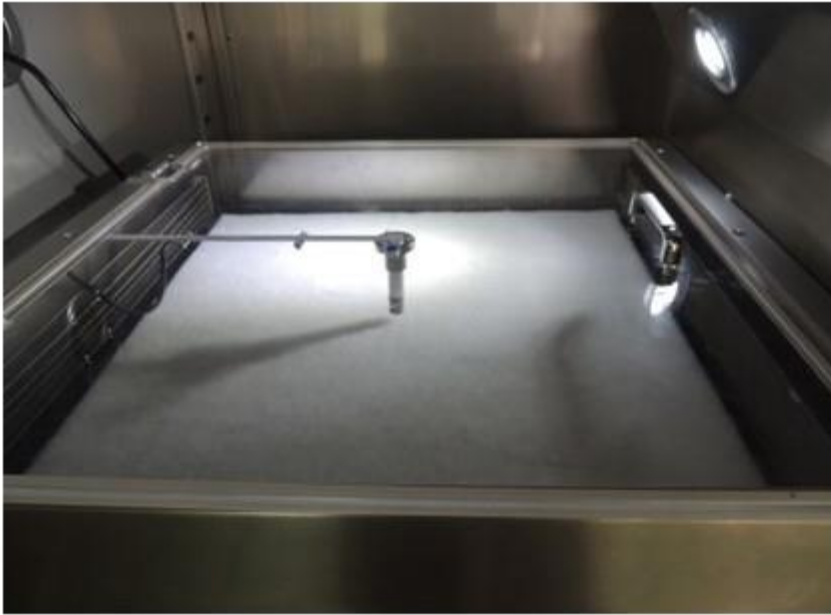


a tasak felnyitásakor
hőfejlődéssel járó
elektrokémiai folyamat
indul

Ruházatfiziológiai anyagvizsgálatok

- a ruházatok **hőszigetelő képességét** különböző **mérőszámokkal** is lehet jellemezni
- a **toggal** (a mértékegység neve feltehetően a római tóga szóból származik) úgy fejezik ki ennek a tulajdonságnak a mértékét, hogy az **öltözék egységnyi felületén** (1 m²) **egységnyi hőmérsékletkülönbség** (1 K) hatására időegység (1 másodperc) alatt **mekkora hőmennyiség** (joule) megy át (a tog 0,1 m²K/W-nak felel meg), pl. az optimális **hűtőházi ruházatnál** követelmény, hogy a **hőellenállás 0,310 m² K/W-t** érje el
- ezt a más kifejezéssel **togtesztnek** nevezett eljárást a **manchesteri Shirley Intézet** dolgozta ki az 1940-es években, a másik, az ún. **clo** egység megfelel 1,55 tognak
- a textillaboratóriumi anyagvizsgálatoknál az **Rct érték** az anyag **hőállóságát** (hőszigetelő képességét) határozza meg (m²K/W), ez mérhető egyetlen anyagon (Rct), de akár kész ruhaneműn (Rc) is, figyelembe véve a ruházaton belüli szellőzést
- a **testhő** és a **nedvesség** miatt szinte mindig **magasabb** a **hő** és a **páratartalom** a ruházati rendszerben, ez **nyomáskülönbséget** hoz létre, amely a **hőt** és a **páratartalmat kifelé** kényszeríti
- minél **nagyobb** a **különbség** a hő és a páratartalom között a **ruházati rendszeren** belül és a **külső része** között, **annál nagyobb** a **nyomáskülönbség** a hő és a páratartalom kiszorítására
- a **Ret** a párolgási **hővesztéssel szembeni ellenállás** (vízgőzzel szembeni ellenállás) mértéke - mint vízgőzállóság (m²Pa/W)

Példák ruházatfiziológiai anyagvizsgálatokra



hő- és nedvességátadási vizsgálat
bőrmodell módszerrel



vízgőzzel szembeni ellenállás
meghatározása

- az ún. bőrmodelles módszerrel a **hőszigetelő képességen felül** a textilanyagok **lég- és vízgőzáteresztő** tulajdonságát, az **izzadmány-transzportálás** mértékét és a **száradási időt** is meg lehet határozni
- a **verejtékezést** olyan, a **bőr hőmérsékletének megfelelően** elektromosan **felfűtött és szabályozottan vízzel** (az izzadmány imitálására) telíthető **lyuggatott fémllemez**el modellezik, amelyet a **vizsgálandó textilanyaggal burkolnak**
- ezt követően **klímakamrában előírt hőmérsékletet, páratartalmat és légmozgást** biztosítva végzik a **ruházatfiziológiai paraméterek** kontrollját

Ruházat hőszigetelő- és komfort képességének vizsgálata szenzoros próbabábún



mozgó bábú



klímakamrás teszt

Akkumulátorral működtetett ruházati fűtés



eleje

háta

telefon
töltő



melegítő zsebek
a kéznek

- a ruházat optimális hőszigetelő- és melegtartó képessége ellenére, extrém körülmények között külső hőtermelő megoldás is szükséges lehet

Köszönöm szíves figyelmüket!

