



Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A2: Rozvoj v oblasti distanční výuky, online výuky a blended learning

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Funkční prvky pro ochranu a komfort

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.



Cíle modulu

Budete umět

- definovat základní požadavky na oděvní textilie

Získáte

- přehled o komfortu textilií

Budete schopni

- vysvětlit principy transportu tepla a vlhkosti skrz textilií

Budete umět

- definovat funkce a požadavky kladené na různé typy ochranných oděvů

Získáte

- přehled o materiálech a strukturách

Budete schopni

- vysvětlit principy fungování



KDE/VYF – Vysocefunkční textilie

Funkční prvky textilií inspirované bionikou

Jana Drašarová
Katedra designu

Bionika/Biomimetika

- pojem složený ze dvou slov – biologie a technika
- hraniční obor systematicky zaměřený na uplatňování poznatků ze studia živých organismů a jejich struktur při vývoji nových technologií

Aplikace bioniky v textilu

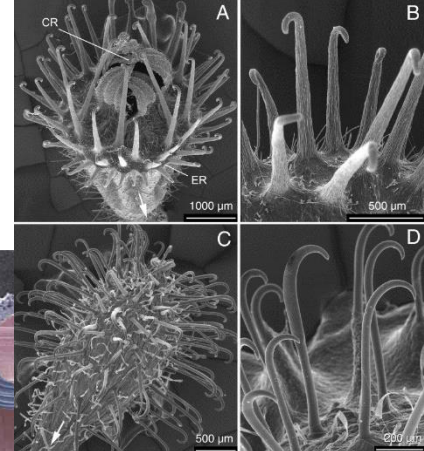
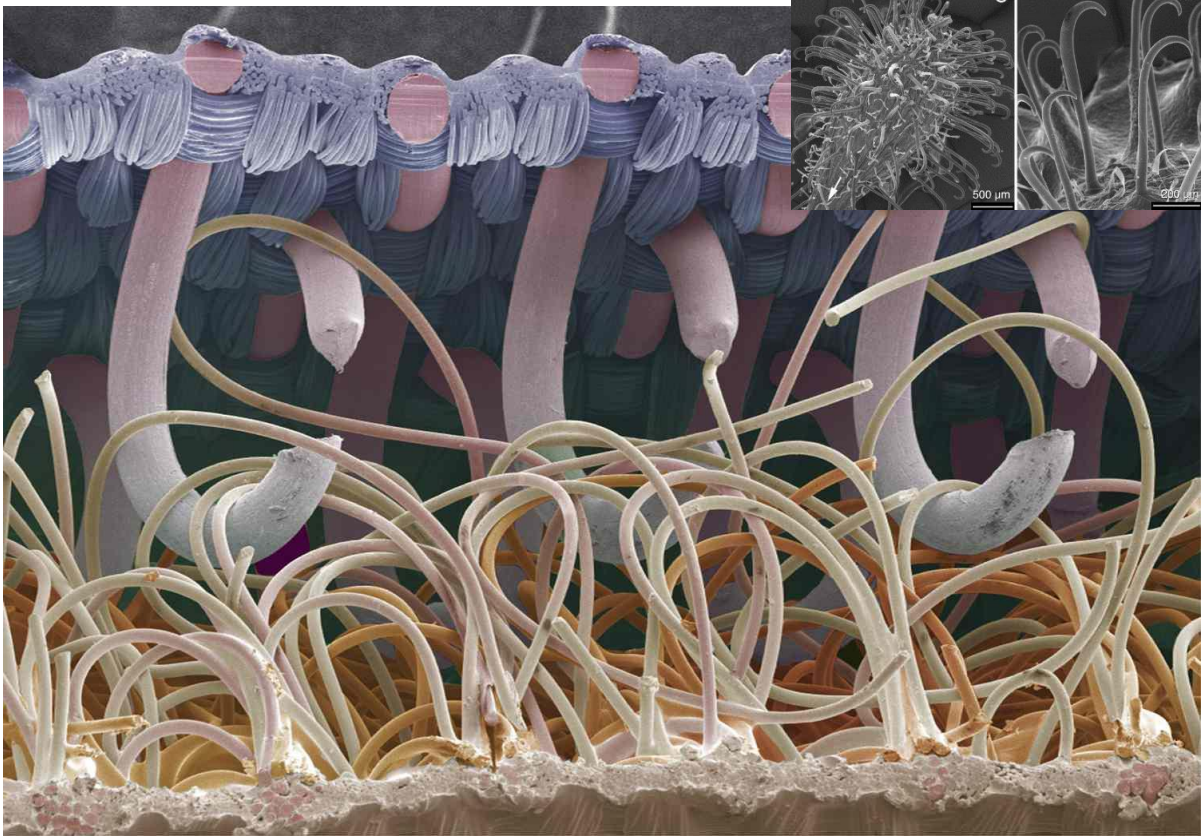
- Suchý zip
- Textilie se sníženým třením
- Samočisticí textilie

- *Textilie s adaptivní prodyšností?*
- *Nepromokavé textilie?*

Př: Suchý zip

1948

- *Georges de Mestral*
- všiml si, že semena lopuchu se lepí na jeho šaty i srst psa
- název „VELCRO“ (velours – samet, crochet – háček)
- tkaní, PAD vlákna
- tkanina z hustých shluků malých smyček
- druhá část s háčky - rozpúlením smyček
- snadno rozpojovatelný
- odpor vůči bočním silám



Př: Textilie se sníženým třením

- inspirace kůží žraloka
 - povrch jeho kůže z hrbolatých šupinek, které uspořádané ve směru proudění → výrazné snížení odporu vody
- firma Speedo – vývoj plaveckých obleků pro sportovce
- systém použit i při opláštění letounu Airbus, lodí a ponorek



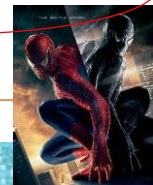
Oděvy pro sport a volný čas:
funkce

rekreační

- **optimalizace komfortu a zlepšení relaxace**
- **ochrana proti počasí**

vrcholová

- **zlepšení sportovního výkonu**



Př: Textilie se sníženým třením

Speciální plavky pro závodní plavání

- plavky pro trénink
- plavky pro závody

společné požadavky:

- rychle suché
- životnost – odolnost proti chemikáliím
- komfort pohybu (střih, švy...)
- rozměrová stabilita
- materiál, švy nedráždit pokožku

odlišnosti:

- závody – minimální hydrodynamický odpor \Rightarrow střih – neumožní vodu pod
- trénink – nárůst hydrodynamického odporu \Rightarrow volný střih, kapsy



krytí těla
1980 – minimální / 1990 –
maximální
speciální materiály



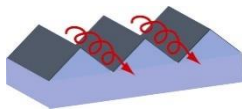
↓ hydraulické ztráty než lidská kůže

Př: Textilie se sníženým třením

Plavky Fastskin™

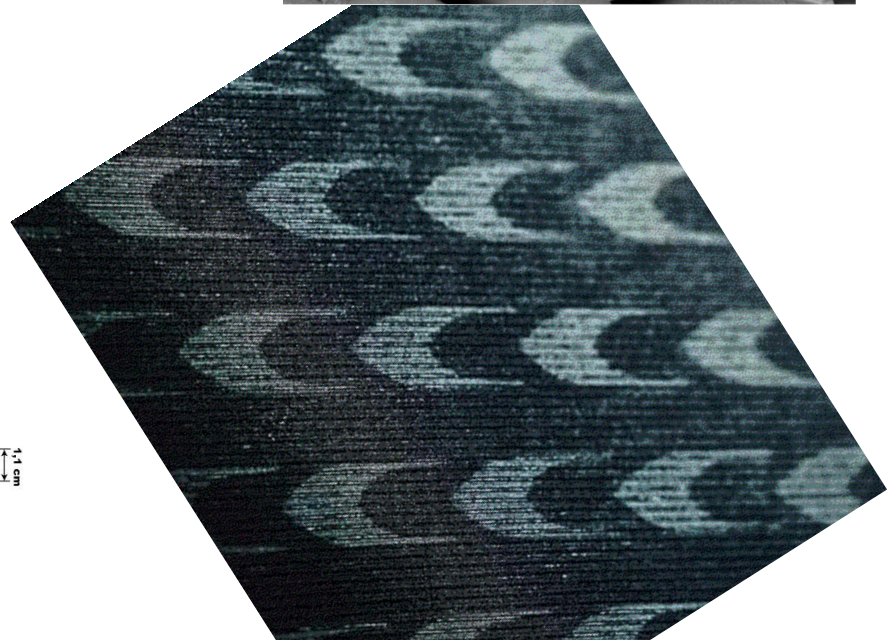
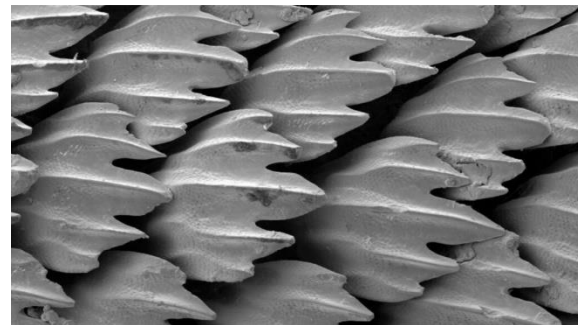
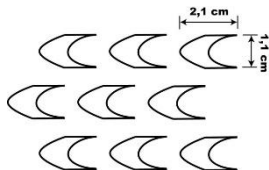
kůže žraloka V-tvar šupin
= snižují tření (odpor vody)

1) osnovní pletenina (74% PES/26% Lycra) (sukno s uzavřeným kladením), stříhání ve směru řádků než sloupků



2) „šipky“, po proudu vody, kalandrem vtisknuty do povrchu textilie

- drážky (cca 1mm od sebe) vytvořeny ve směru řádku (*proměnlivé napětí Lycry*);
- orientovány ve směru proudění vody, vytváří malé víry a usměrňují proudění vody podél povrchu textilie



Př: Textilie se sníženým třením

Plavky Fastskin™

3) gripper

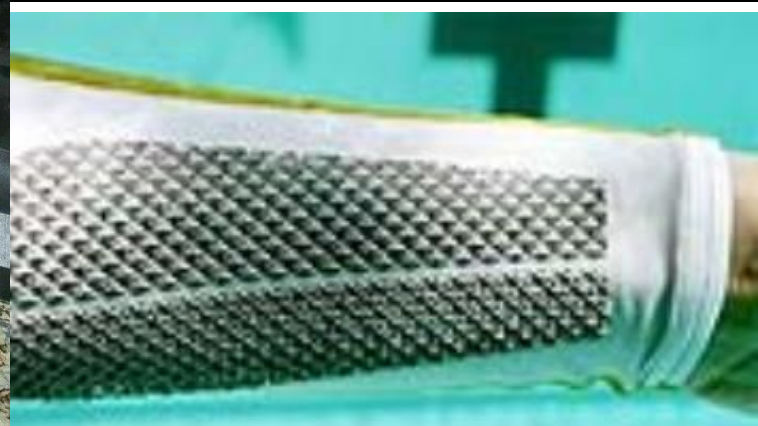
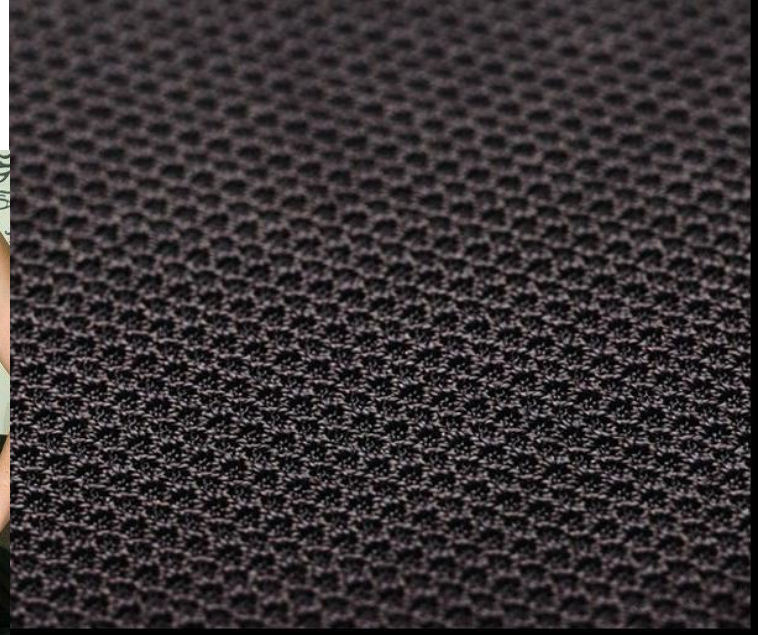
nízký odpor = ztráta citu ve vodě,
včlenění panelu na předloktí

4) střih

skenování digitálních obrazů - 3/4 (z
14 dílů – v různých směrech – dle
obtékání vodou)

5) pohyb těla

kombinace dílů a švů (šlachy 22
stehů na palec, palec švu z 52 palců
nitě)





KDE/VYF – Vysocefunkční textilie

Ochranné oděvy

/ ochranné prvky na zvýšení viditelnosti

Požadavky primární

chránit

- **lidský organismus** před okolními nepříznivými podmínkami (př. záření, vysoká/nízká teplota, vlhkost, mikroorganismy, oheň, hmyz, ...)
- **okolní prostředí** před částicemi produkovanými tělem člověka a mikroorganismy žijícími na jeho povrchu

Funkce

izolovat uživatele

- (oděvy do laboratoří, pro hasiče, pro pracovníky mrazíren,...)
- (oděvy do čistých prostředí,...)



Požadavky sekundární

sekundární

- zachování fyziologických vlastností, nenáročnost oblékání, pohodlí
 - nešpinivost, barevná stálost, nemačkovost, lehká údržba, ..., zlepšená viditelnost, ...
 - a další dle účelu
-
- kombinace různých druhů ochrany
 - jednotlivě, zároveň

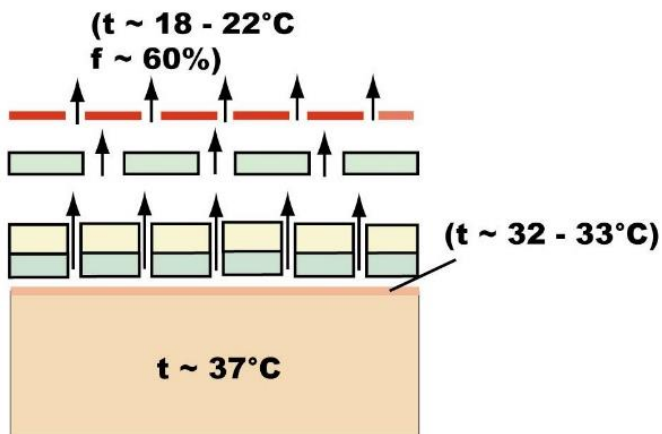
Vlákna a struktury

- nové „funkční“ typy
- výroba malosériově - zvýšená pracnost
- jednorázové/ opakované použití
- hlavní požadavky na oděvy do konkrétních prostředí - udávány normami ČSN EN, ISO

Ochranný oděv

dle druhu poskytované ochrany

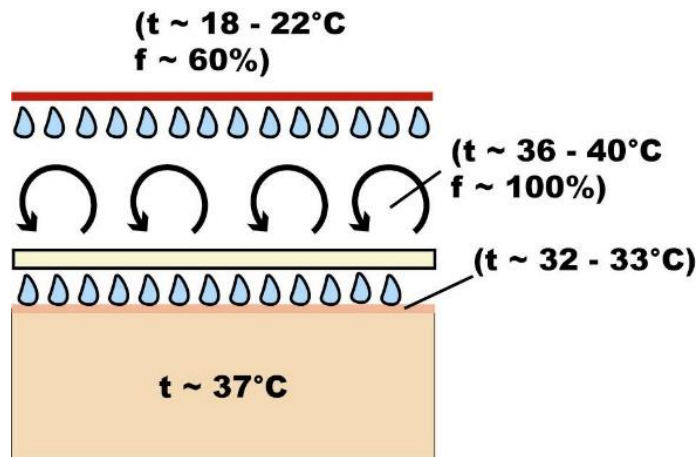
- **využití hloubkové filtrace** (nehermetizované, filtrační)
- **použití bariérové textilie**



hloubková filtrace

dle sféry použití

- **civilní** (pracovní oděvy, hobby, sportovní vybavení)
- **armádní** (částečná nebo úplná ochrana těla před nebezpečnými toxickými, radiačními nebo biologickými látkami), neprůstřelné,...



bariérová textilie

Ochranný oděv

proti látce, prostředí,...

využití hloubkové filtrace

mechanickým účinkům

pevnost v tahu, v dalším trhání, odolnost v oděru (... např. strojírenství)

celkovému zašpinění

materiál je upraven antistatickou a nešpinivou úpravou (*uniformy pro letušky, policisty, aj.*)

chlada, vodě a klimatickým podmínkám

vodotěsnost, nepromokavost a tepelně-izolační vlastnosti (*pro pracovníky v lese, horníky, oděvy do mokrých provozů, mrazíren, aj.*)

do čistých a superčistých prostředí

(*při výrobě elektroniky, optoelektroniky, ve farmacii, lékařství*)

do nebezpečných prostředí - hobby

(*potápěčské neoprény, surfařské oděvy, pro včelaře, aj.*)

do nebezpečných prostředí

(*ohnivzdorné, oděvy pro kosmonauty, neprůstřelné vesty, protiradiační (rentgenové a radioaktivní záření), protichemické a protibakteriologické*)

bariérové textilie

Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Pasivní prvky

Zvýšená viditelnost po nasvícení

Bezpečnostní barvy

Reflexní prvky/textilie

Luminiscenční textilie

Aktivní prvky

Aktivní vyzařování světla

(smart textilie, wearable electronic)



Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Bezpečnostní barvy (jasně žlutá, zelená a oranžová)

Barva objektu záleží na: jeho fyzikálních vlastnostech a vnímání pozorovatele

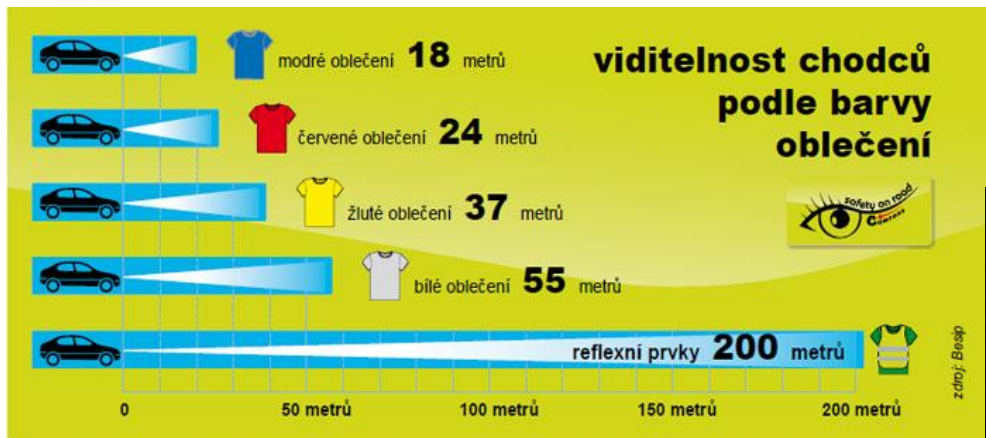
Z hlediska fyzikálního - **povrch má barvu světla, které odráží nebo vyzařuje**



Barva	Rozsah <u>vlnových délek</u>	Rozsah <u>frekvencí</u>
<u>červená</u>	~ 625–800 <u>nm</u>	~ 480–375 <u>THz</u>
<u>oranžová</u>	~ 590–625 nm	~ 510–480 THz
<u>žlutá</u>	~ 565–590 nm	~ 530–510 THz
<u>zelená</u>	~ 520–565 nm	~ 580–530 THz
<u>tyrkysová (azurová)</u>	~ 500–520 nm	~ 600–580 THz
<u>modrá</u>	~ 430–500 nm	~ 700–600 THz
<u>fialová</u>	~ 400–430 nm	~ 750–700 THz

Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Reflexní prvky/textilie (pasivní prvky)



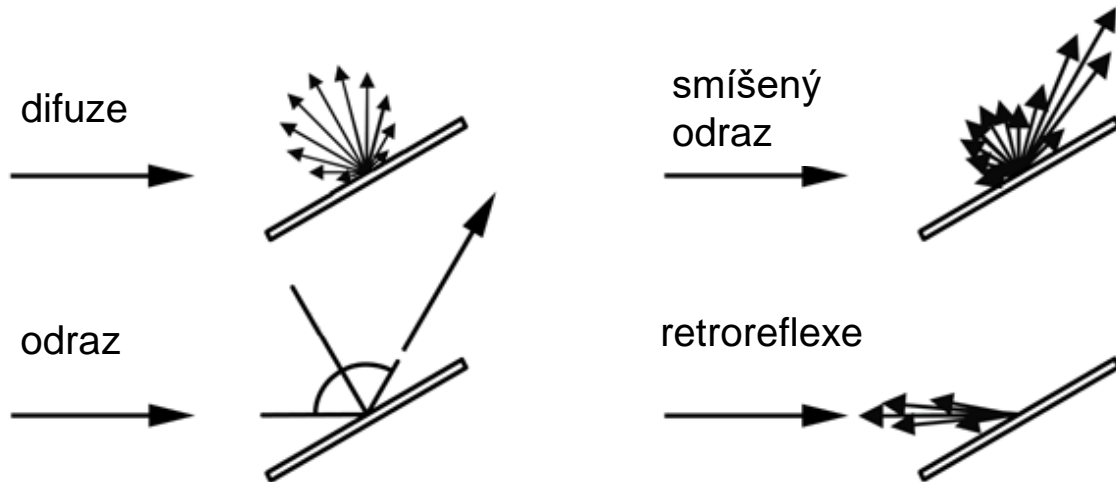
Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Reflexní prvky/textilie (pasivní prvky)

princip: retroreflexe

= speciální případ odrazu záření, kdy je dopadající IČ záření odraženo zpět ve směru zdroje záření v úzkém kuželu

množství odraženého světla závisí na kvalitě materiálu a způsobu výroby až do vzdálenosti 200 metrů

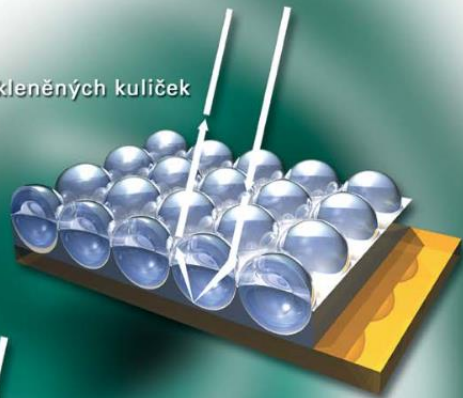


Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

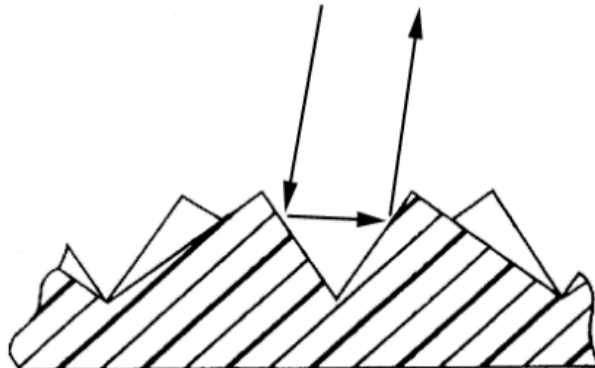
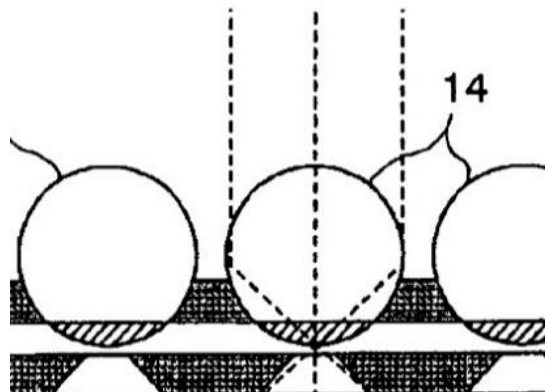
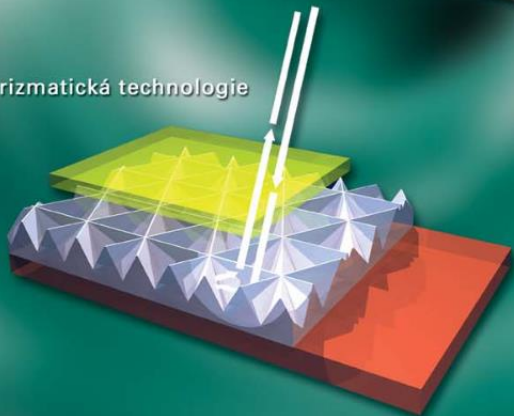
Reflexní prvky/textilie (pasivní prvky)

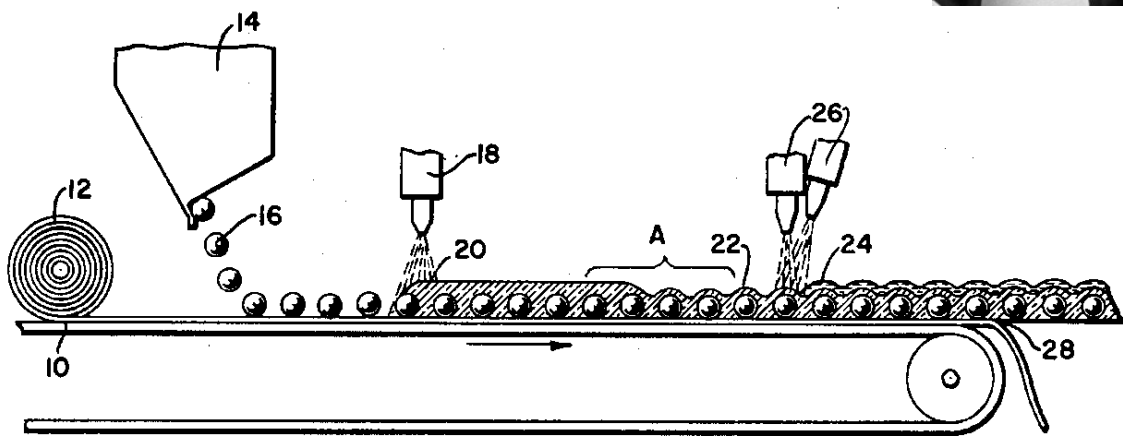
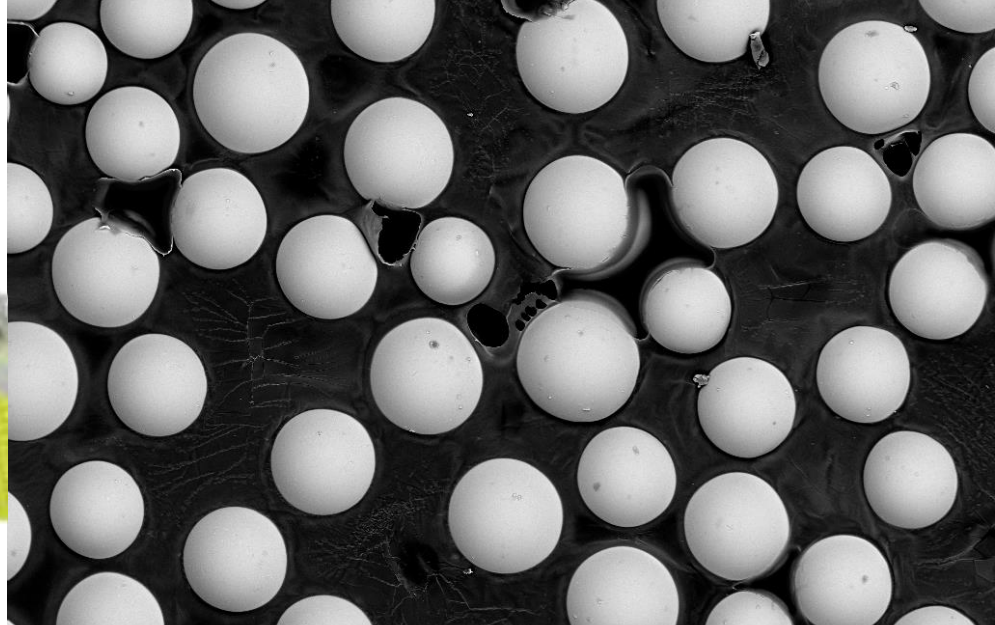
vrstva mikroskopických kuliček nebo hranolů

Technologie skleněných kuliček



Prizmatická technologie





DET: BE Det + SE Det

DATE: 10/09/14

Device: TS5130



200 um

Vega ©Tescan

TU Liberec

Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Luminiscenční textilie (pasivní prvky)

Luminiscenční třídy

- 1) **fotoluminiscence** – elmg. záření
 - fluorescence
 - fosforescence (čas)
- 2) elektroluminiscence – elektrické pole
- 3) chemoluminiscence – chemická reakce
- 4) termoluminiscence – teplo
- 5) radioluminiscence – jaderné záření
- 6) triboluminiscence – tlak
- 7) bioluminiscence



Zvýšení viditelnosti (high visibility „Hi-Vis“)

Luminiscenční textilie (pasivní prvky)

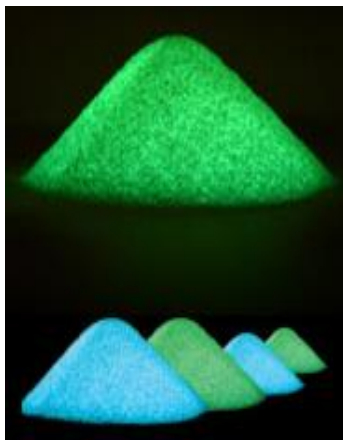
práškový pigment

(zátěry, aditiva)

ve dne absorbuje světlo

v noci má zářivě svítící efekt

různé odstíny a koncentrace



Použití:

bezpečnostní upozornění, oděvy pro bezpečnost,

sportovní oděvy, bytový textil, samolepící pásky, móda





KDE/VYF – Vysocefunkční textilie

Nešpinivé úpravy

Jana Drašarová
Katedra designu



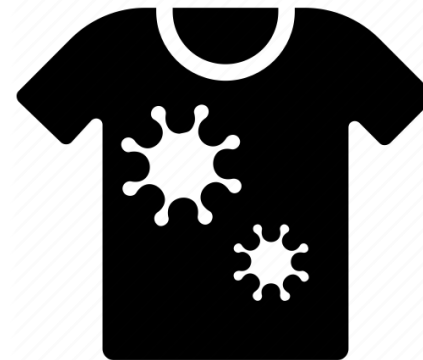
Špína

= nežádoucí látky na textilií

- *suchá, mokrá, mastná*
- *barevná, bezbarvá*

Záleží na:

- *Vlastnosti špíny (velikost a tvar částic, složení, barva)*
- *Vlastnosti vláken (průřez, jemnost, kadeření, porozita, afinita k vodě (h-fobní vlákna se v bezvodém prostředí špiní méně než h-filní, ve vodném prostředí je tomu naopak))*
- *Konstrukce textilie (příze, vazba, ...)*
- *Druh a velikosti sil, které poutají nečistoty na textilií (mechanické, elektrostatické, van der Waalsovy, chemické)*
- *Finální úprava (barvivo, aviváž, ...)*
- *Způsob použití*



Mechanismus špinění textilního materiálu

tělem uživatele

- přímým přenosem – (obuví, rukama,...); tuhá pigmentová i olejová špína prostřednictvím okolního ovzduší
- přenos vzduchem – při proudění vzduchu textilií; záchyt působením gravitační síly nebo vlivem elektrostatického přitahování
- přenos vodou – ve vodě rozpuštěné anebo dispergované nečistoty (např. redepozice při praní); záchyt filtrací, nebo zůstávají jako nerozpuštěný zbytek po jejím odpaření (tuhé částičky, olejové složky, barevné pigmenty);
- přenos olejem nebo tukem – olej a tuky, které jsou samy velmi často nečistotou, mohou obsahovat dispergované nečistoty nebo rozpuštěné barevné látky
- přenos organickými rozpouštědly – např. při špinění různými nátěry; redepozice špíny při chemickém čištění

Mechanismus špinění textilního materiálu

Špína uložena

na textilním materiálu

- 1 - mezi přízemi**
- 2 - mezi jednotlivými vlákny příze**
- 3 - v trhlinách povrchu vláken**
- 4 - na povrchu vláken**

mechanickými silami

elektrostatickými silami

van der Waalsovými silami

v materiálu

chemickými silami (kovalentní vazby)

nedá se vyprat

Nešpinivá úprava

syntetická vlákna - snadnější špinění, zádrž špíny

1) aktivní nešpinivá úprava - „soil-repellency“ – odpuzuje špínu

- znesnadňuje nanesení špíny vodným nebo mastným prostředím (obdoba vodo-odpudivé, oleo-odpudivé úpravy „DWR“)
- syntetická vlákna se snadno nabíjejí a elektrostaticky nabitě vlákno k sobě přitahuje opačně nabitě částice prachu - antistatické prostředky
- význam má jen v případě, že se špína brzy odstraní; pokud špína pronikne do vláken a zaschne, je nesnadno odstranitelná

2) pasivní nešpinivá úprava – „soil release“ usnadňuje vyprání (nabývá na významu)

- jde většinou o hydrofilizaci povrchu, úprava zamezuje kontaktu špíny s vlákny a zvyšuje smáčitost vláken
- špína ulpívá na aplikované úpravě nebo v povrchových vrstvách textilie, odkud se snadno odstraňuje

Ve svém principu navazuje SR úprava na klasické škrobení prádla, kdy škrob mimo jiné plní funkci ochranné bariéry mezi špínou a textilií. Oproti škrobu se moderní SR úprava vypírá postupně a vydrží mnohonásobné praní.

3) Úprava detergentů a pracích lázní „anti-soil redeposition“ zabraňuje redepozici špíny z pracích lázní na vlákna

Hodnocení nešpinivých úprav

žádný postup dosud nebyl přijat jako závazný, není normalizována "standardní špína,,

Jak rovnoměrně, definovaně nanést špínu?

textilie je zašpiněna majonézou, modelovou špínou, kečupem, hořčicí, Coca-colou, červeným vínem a uličním prachem

pere se běžným způsobem

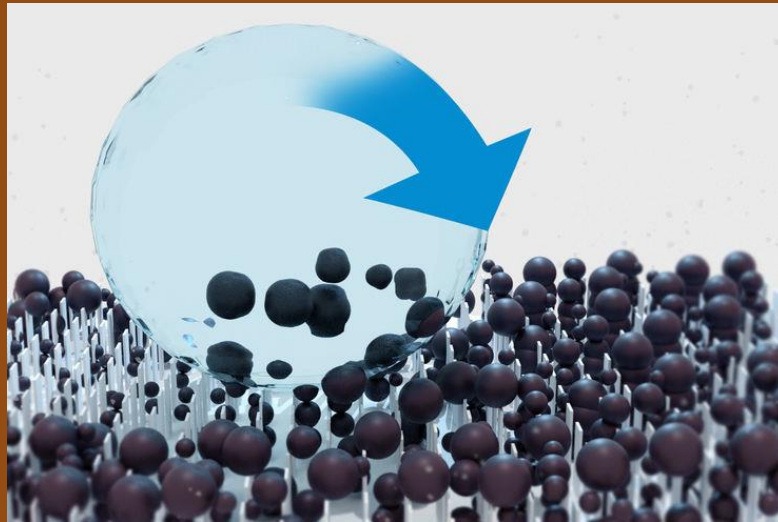
SR úprava je kvalitní, je-li vypráno vše včetně nejsilnějšího znečištění a modelové špíny



KDE/VYF – Vysocefunkční textilie

Samočistící povrchy

Jana Drašarová
Katedra designu



Samočistící povrchy – možnosti

povrch:

1. Mikroskopicky velmi hladký
2. Mikroskopicky velmi drsný, super-hydrofobní
3. Hydrofilní – foto-katalyticky aktivovaný



1) Mikroskopicky velmi hladký povrch

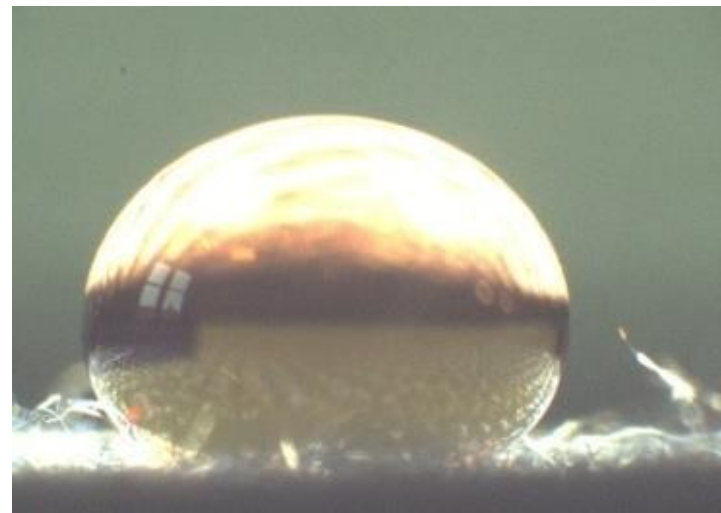
velmi hladký povrch

částice špíny nemohou přilnout

reálný textilní povrch

výhody textilií – omak, drsnost, porozita (dýchání, izolace...)

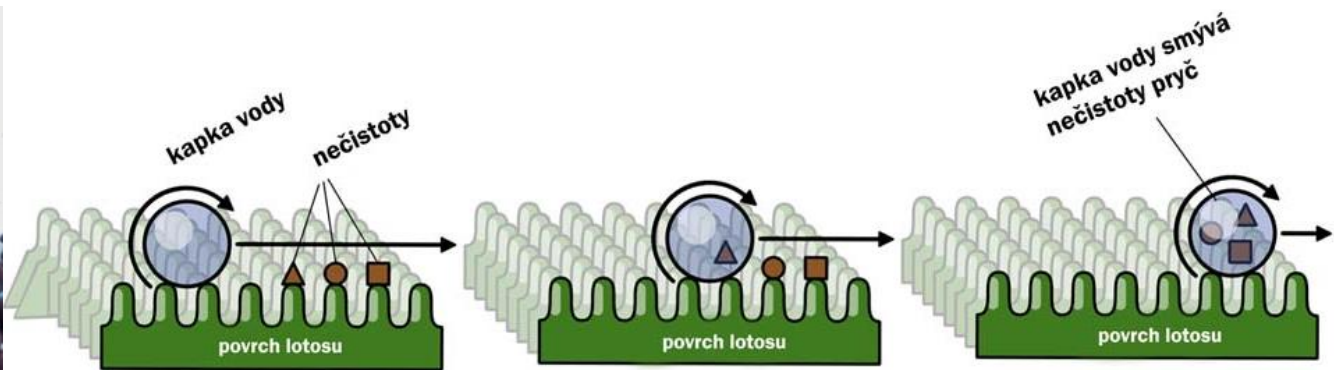
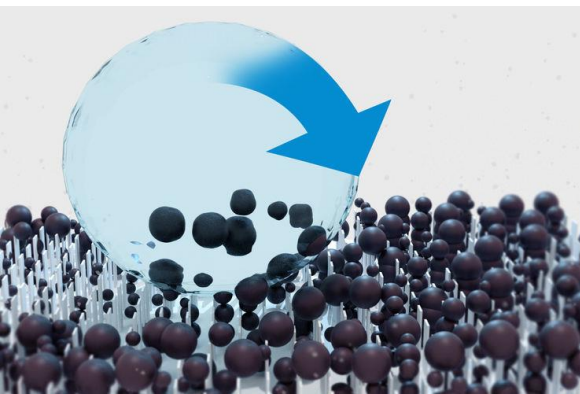
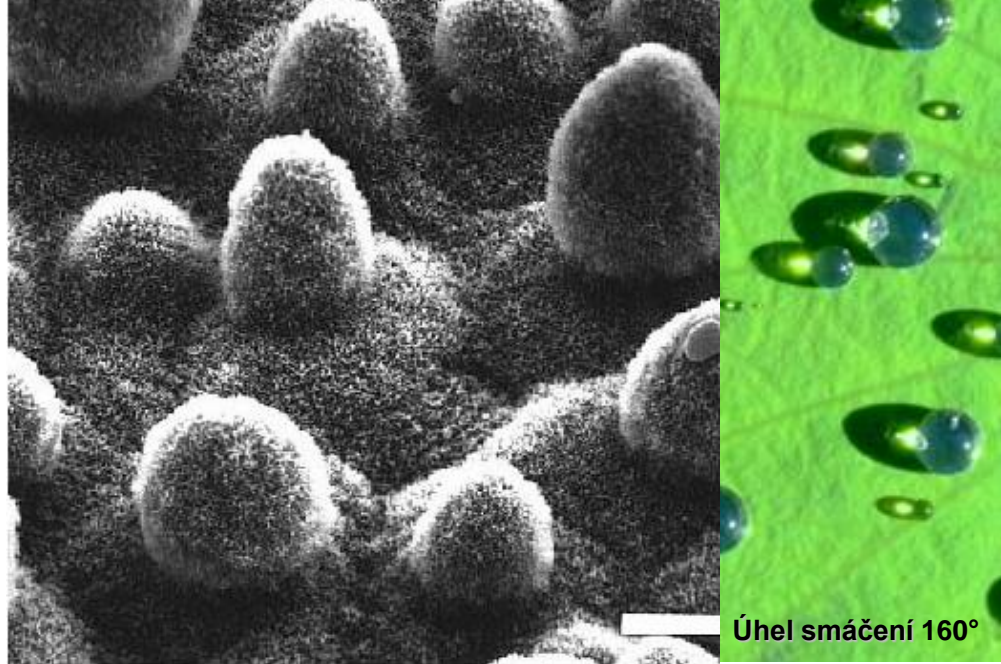
drsňý povrch – lépe smáčen – než hladký



2) Mikroskopicky velmi drsný, super-hydrofobní povrch „LOTOS efekt“

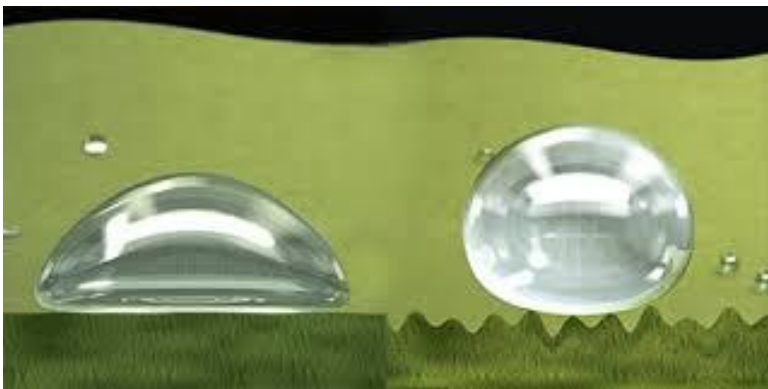
(bionika!!!)

- špinavý list asijského lotosu (*Nelumbo nucifera*) – umytý vodou
- cca 200 rostlin s podobným efektem
- list – mikroskopická drsnost (10nm - 5 μ m) + voskový povrch

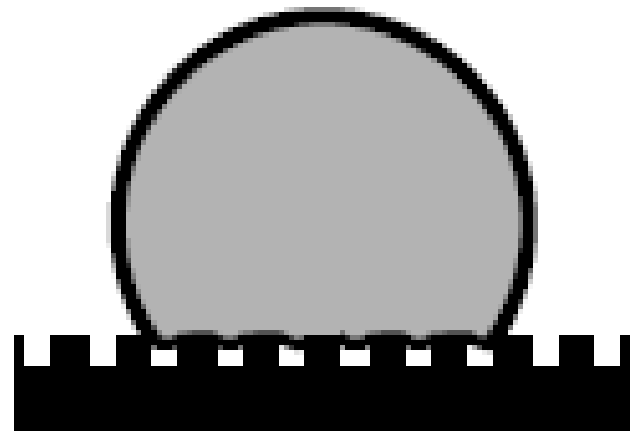


2) Mikroskopicky velmi drsný, super-hydrofobní povrch „LOTOS efekt“

???? drsný povrch – méně smáčen než hladký ????



povrchové napětí
+
nano-špičky struktury
= vzduch uzavřený mezi
nanopovrchovými
nerovnostmi snižuje úhel
smáčení k 0

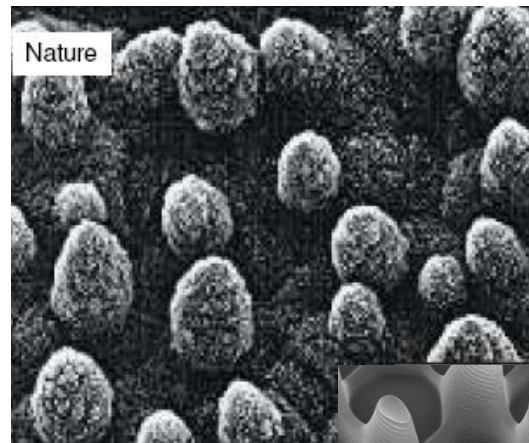
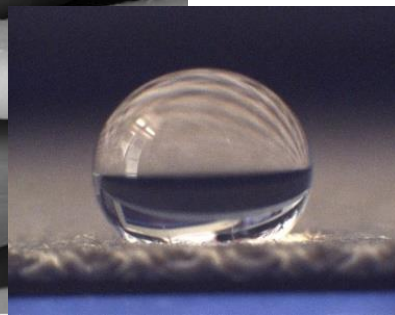
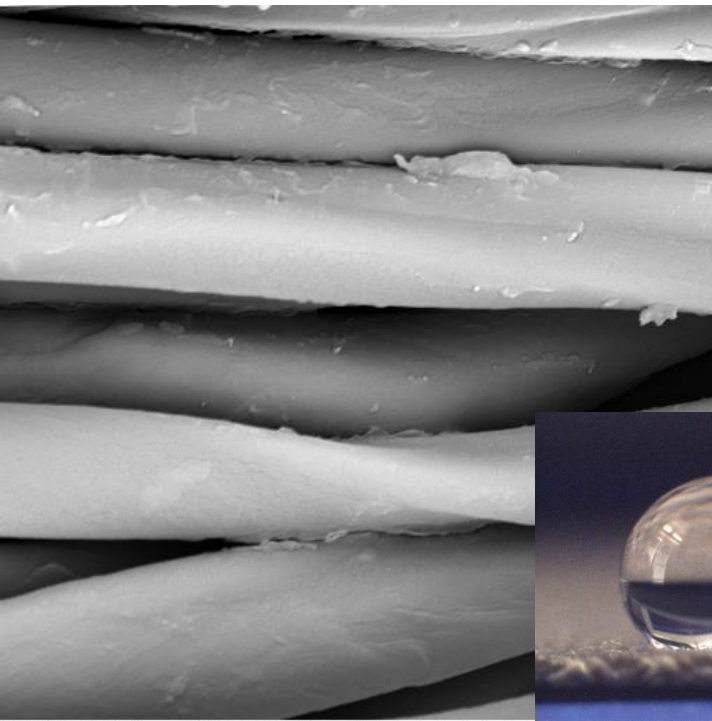


2) Mikroskopicky velmi drsný, super-hydrofobní povrch „LOTOS efekt“

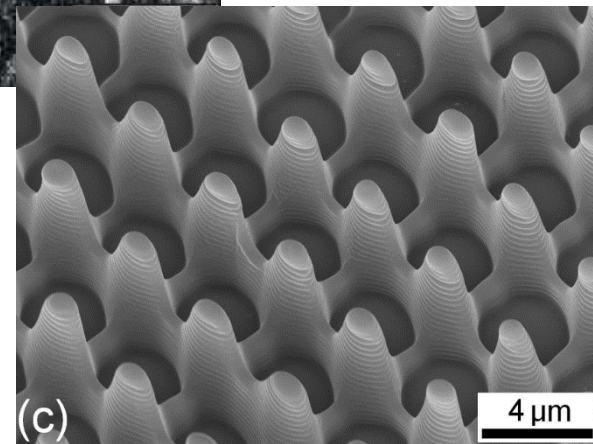
Výroba ⇒ nanotechnologie

Použití: olej, voda, kečup, káva, krev, červené víno, medo-fobní

povrstvení vláken nanočásticemi stříbra (1996)
trade name Lotus-Effect® (50 živ. cyklů) – nesmáčivá bavlna



příroda
x
eroze povrchu /
UV laser



3) Hydrofilní – foto-katalyticky aktivovaný povrch

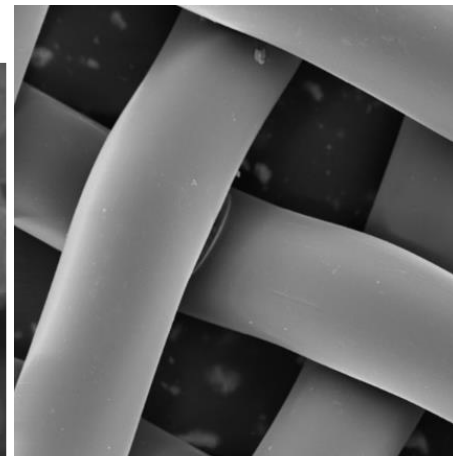
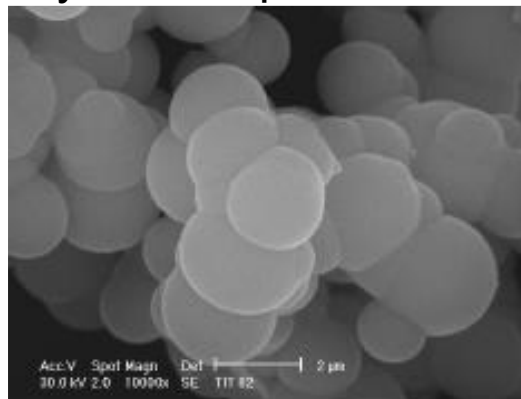
povrchy

fotokatalyticky aktivní oxidy a sulfidy: ZnO, CdS, TiO₂, Fe₂O₃, ZnS

Schopnost rozkladu (degradace) organických látek po osvětlení

TiO₂
nanočástice (atanas)
= ↑plocha m²/kg
= bezbarvá vrstva

SOL-GEL



“easy-to-clean” povrchy – okna, omítky

TiO₂ (0,8%)/PES

3) Hydrofilní – foto-katalyticky aktivovaný povrch

produkty UV ozáření TiO_2

1) Reaktivní radikály

UV $\lambda=200\sim 800$ nm 600~150 kJ/mol

= vznik páru elektron-díra

chemická reakce s adsorbovanými molekulami:

$\text{H}_2\text{O} + \text{díra}^+ \rightarrow \bullet\text{OH} + \text{H}^+$ (hydroxylový radikál)

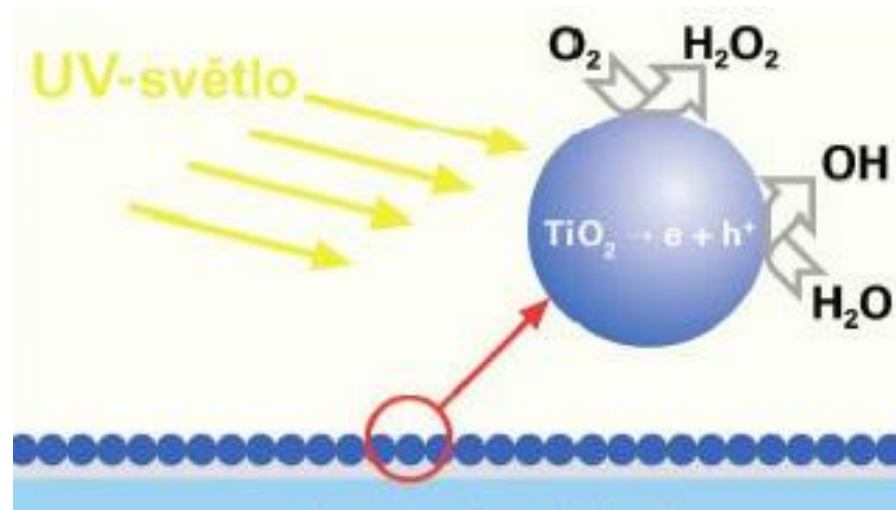
$\text{O}_2 + \text{elektron}^- \rightarrow \bullet\text{O}_2^-$ (peroxidový radikál)

radikály - antibakteriální, oxidační, destruktivní efekt na většinu organických látek (rozklad na vodu, CO_2)

2) poutání molekul vody (ze vzduchu) k povrchu

$\text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energie} \rightarrow \text{H}_2\text{TiO}_3$

povrch kyseliny = extrémně hydrofilní, voda spláchne nečistoty





Shrnutí – okruhy ke zkoušce

Inspirace biomimetikou v pro textilní struktury – bodlák, žraločí kůže

Ochranné oděvy – funkce, požadavky, principy, příklady.

Bezpečnostní prvky pro zvýšení viditelnosti– principy, textilní aplikace.

Mechanismy špinění textilního materiálu a principy nešpinivých úprav,
principy fungování „samočisticích“ povrchů



KDE/VYF – Vysocefunkční textilie

Ochranné oděvy / Oděvy pro kosmonauty

Jana Drašarová
Katedra designu

Oděvy pro kosmonauty



Ejection
Intra-vehicular activity (IVA)
Extra-vehicular activity (EVA)



Domácí oděv

- nehořlavé materiály
- úchyty
- kalhoty na cvičení
- senzory



Lehké záchranné skafandry

- start, přistání
- dynamické kritické manévry letu
- přetlak v nich udržuje tlak v nohou a v břišní krajině
- vlastní oblek se skládá z přilby, lehkého spodního oděvu, zpevněného chrániče těla, vysílače, rukavic a bot

The Big Bang Theory - Howard goes to Space



Vesmír?

Vakuum

- přežití cca 90 vteřin
- 10 vteřin – ztráta kyslíku v tkáních (tzv. užitečný čas vědomí) poruchy vidění
- 15 vteřin – ztráta vědomí
- 40-50 vteřin – oběhové selhání, paralýza
- 90 vteřin – smrt

- tvorba bublin v tělních tekutinách
- vzkypění tělních tekutin - ↓ tlaku = ↓ t varu
- snížení množství kyslíku ve tkáních
- zamrznutí tělních tekutin

Teplota

- -185 až +150 °C

Rychlost mikrometeoritů

- až 27 000 kilometrů za hodinu

Záření:

- vysoce energetizované **subatomární protony**



želvuška

Skafandr pro výstup

Ochrana před

- vakuem
- extrémními teplotami
- radiací a kosmickým zářením
- mechanickým poškozením (rychlost mikrometeoritů až 27 000 km/h)
- očí

Zajištění

- stabilního vnitřního tlaku
- vhodné vnitřní teploty
- možnosti dýchat a vylučovat (tekutiny, CO₂)
- pohyblivosti
- sběru a odvodu tekutých i pevných tělesných odpadů
- závěsný a uchycovací systém
- komunikační zařízení



Skafandr pro výstup

až 25 vrstev (USA * SSSR,...)

- 1) vnitřní oděv - komfort, chlazení, odvod potu a exkrementů
- 2) skelet - chlazení, tlak, mechanická ochrana, izolace
- 3) kabát - vnější overal – nehořlavý, odražeč mikrometeoritů



Skafandr pro výstup - vnitřní vrstva, toaleta



Skafandr pro výstup

- vnitřní oděv

- ba spodky
- chladící oblek = dlouhé spodní prádlo z jemného nylonu + Spandex proťkaný PTFE/PVC hadičkami
- chladící medium – voda 4 kg
- průměr 3 milimetry délka 100 metrů.
- Teflon, PTFE,
- Polyvinylchlorid PVC



Skafandr pro výstup

- vnější část

PUR coated tkanina

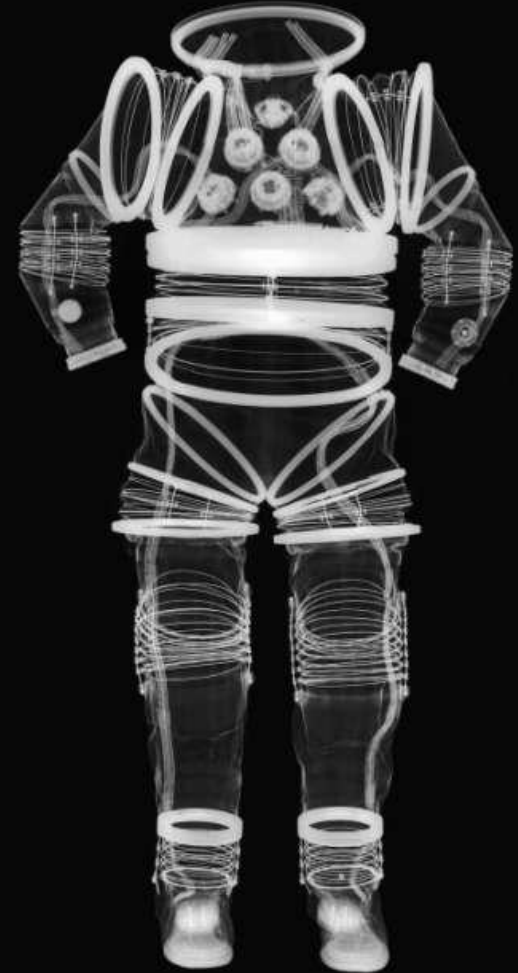
„plynový měchýř“ (jako pneumatika) a ochranné vrstvy
chlazení, tlak, mechanická ochrana, izolace, drbátka
hard skelet + soft části

- EMU: 0,28 atm, Orlan: 0,4 atm, (čistého kyslíku)
- nemusí obsahovat dusík (v atmosféře Země 78%)

Podmínka: co nejmenší omezení pohybu ve všech směrech, při zachování vnitřního objemu.

Problém: pohybu ve skafandru brání vnitřní tlak. Kosmonaut musí vyvinout sílu na překonání tlaku, aby udržel končetiny v dané poloze - klouby: „měch tahací harmoniky“, lanka, táhla

Problém: tlak ve skafandru je nižší, než tlak v modulu - Kesonová nemoc (dusík se rozpouští v tělních tekutinách a tkáních, při poklesu tlaku se uvolní ve formě bublin plynu (sodovka). Dříve než vystoupí ze stanice ISS, musí strávit několik hodin dýcháním čistého kyslíku, aby se jim „vymyl“ dusík z krve)



Vnější overal

tepelně izolující a protimeteorická část

- Nomex®/Teflon™/Kevlar® tkanina (vazba ripstop) - ochrana proti oděru, roztržení a mikrometeoritům při zachování požadovaných optických vlastností povrchu – odrazivosti („Ortho-Fabric“)

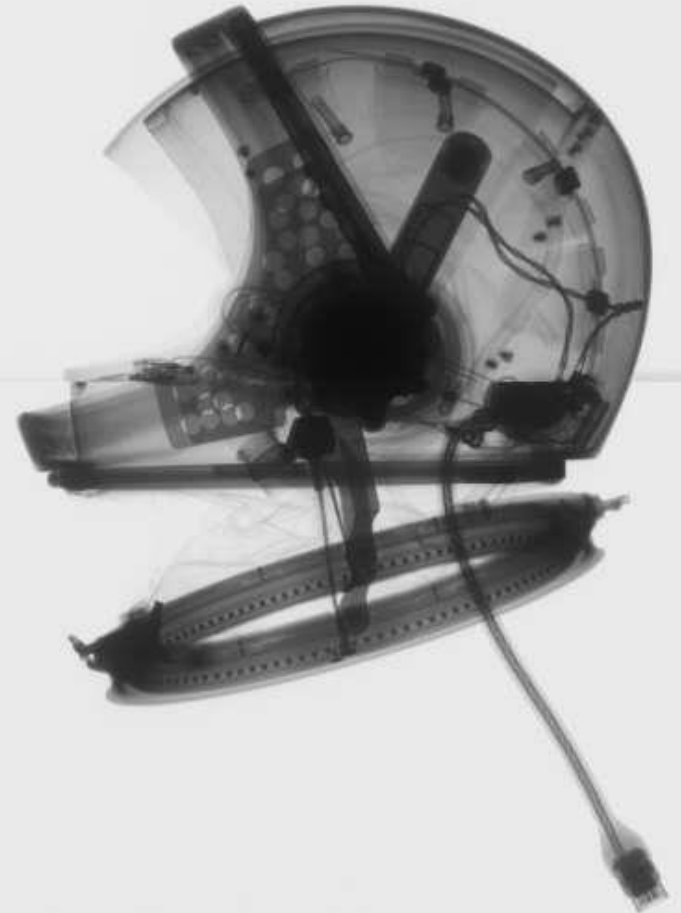
termoizolace:

- 2 vrstvy pohliníkové folie (**KAPTON®**)
- 4 vrstvy NT (ko-polyester, pevnost, trvanlivost, tepelný komfort) (**Dacron®**)
- 5 vrstev - pohliníková PES fólie (vysoká pevnost v tahu; tepelná izolace, odolává ultrafialovému záření i radioaktivnímu záření alfa, beta a gama) (**Mylar®**)
- 1-2 vrstvy neoprenem potažené nylonové tkaniny (vazba ripstop) - nejvnitřnější vrstva ochrany před mikrometeority



Helma, čepička

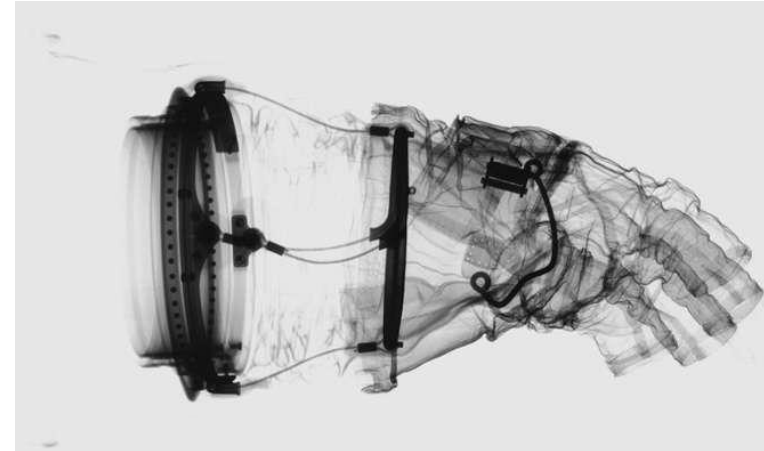
mikrofon, sluchátka, kamera,
osvětlení (bodové, klopené,
dálkové), 2 typy krytu (tmavý,
zlacený – odraz téměř všeho
světla)



Rukavice

cit - ohýbat prsty, ochránit, neodírat ruce, vyhřívát

5-7 vrstev (střídavě) Dacronu a
pohliníkováného Mylaru
Vnitřní rukavice
Nafoukne se - ztvrdne



Boty

14 vrstev izolačního materiálu



Doplňky

Primary Life Support System
přenosný systém podpory života (voda, kyslík, energie)
zrcátko
úchyty lana
zápisník





EMU (USA)

145 kg

min. 60 minut

8 hodin (+30 minut)

max. 25x

**váha
oblékání
doba výstupu
počet použití max.**



ORLAN (Rusko)

120 kg

10 minut

7 hodin (+30 minut)

12-15x

ILC Dover

International Latex Corporation

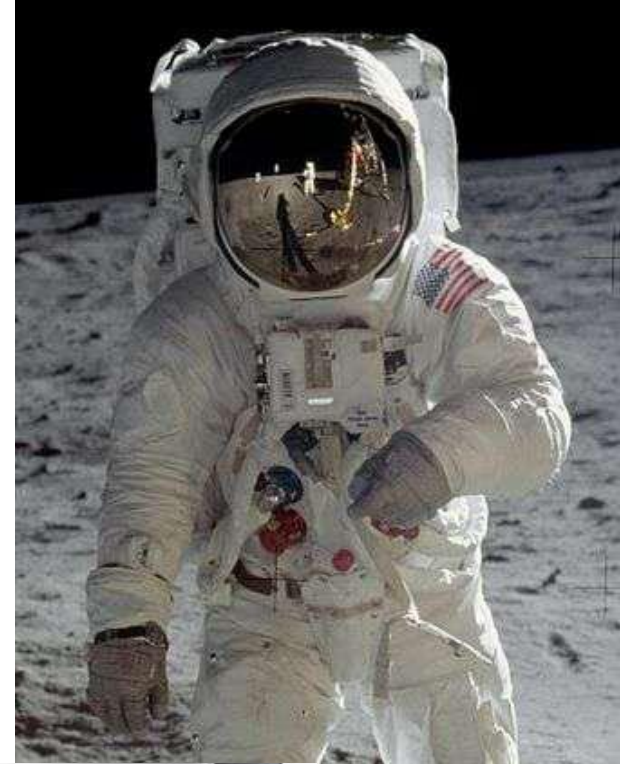
DOVER

Frederica, Delaware

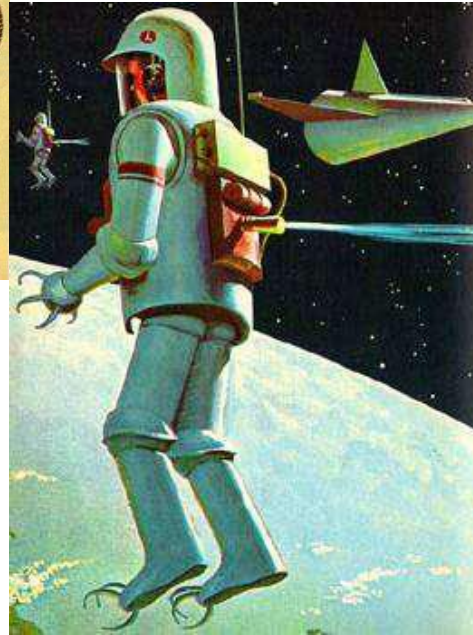
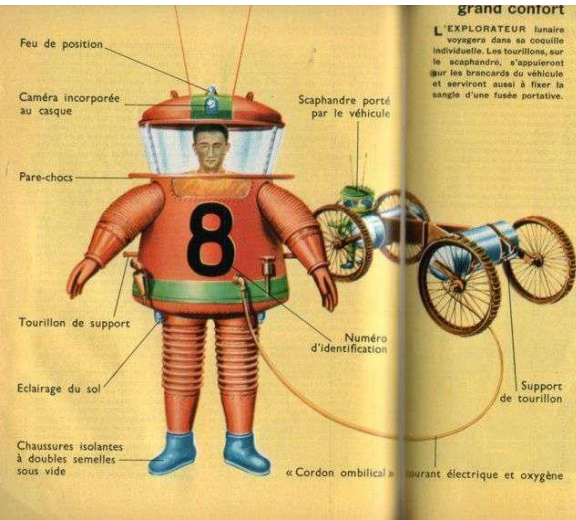
1961

cena 1 obleku cca 2 miliony dolarů

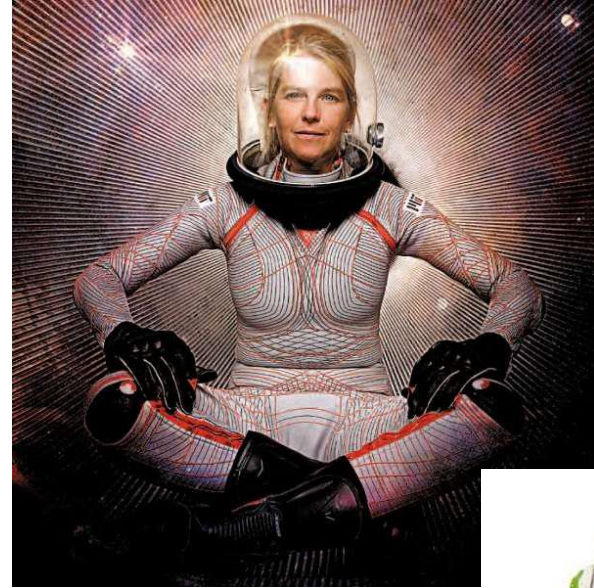
51 ks



Budoucnost v minulosti



Budoucnost





Shrnutí – okruhy ke zkoušce

Jak to dělají kosmonauti?