



Hodnocení komfortu textilií

Roman Knížek



Komfort textilií

V organismu člověka dochází neustálému procesu termoregulace. Pro lidský organismus nastává stav termofyziologického komfortu při teplotě pokožky $33-35^{\circ}\text{C}$ a při nepřítomnosti vody na pokožce, dále pokud se relativní vlhkost vzduchu pohybuje v rozmezí $50\pm 10\%$, rychlost proudění vzduchu je 25 ± 10 cm/s. Optimální hodnoty komfortu oděvů výrazně ovlivňuje druh použitých materiálů.

Komfort lze zjednodušeně definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů.

Vnímání komfortu

Komfort je vnímán všemy lidskými smysly kromě chuti. Pořadí smyslů podle důležitosti:

- 1) zrak
- 2) hmat
- 3) sluch
- 4) čich



Rozdělení komfortu textilií

- psychologický
- sensorický
- termofyziologický
- patofyziologický



Psychologický komfort textilií

- Klimatická hlediska
- Ekonomická hlediska - politický systém, úroveň technologie, podmínky obživy
- Historická hlediska - sklon výrobků z přírodních materiálů
- Kulturní hlediska - zvyky, tradice, náboženství
- Sociální hlediska - věk, vzdělání, kvalifikace, sociální třída
- Skupinová a individuální hlediska - módní vlivy, styl, trendy, barvy

Patofyziologický komfort textilií

Působení patofyziologicko - toxických vlivů jako jsou chemické látky obsažené v materiálu, ze kterého je oděv vyroben a mikroorganismů vyskylujících se na lidské pokožce.

Dermatóza může být způsobena

- Drážděním - fyzikálně chemický jev - látky vyvolávající podráždění: soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky atd. Dále textilie, zejména tkaniny obsahující středně jemná či hrubší příze.
- Alergii - individuální imunologický jev

Stříbro v textilu

Stříbro má vlastnost oligodynamie, tj. schopnost zabíje živé organismy.

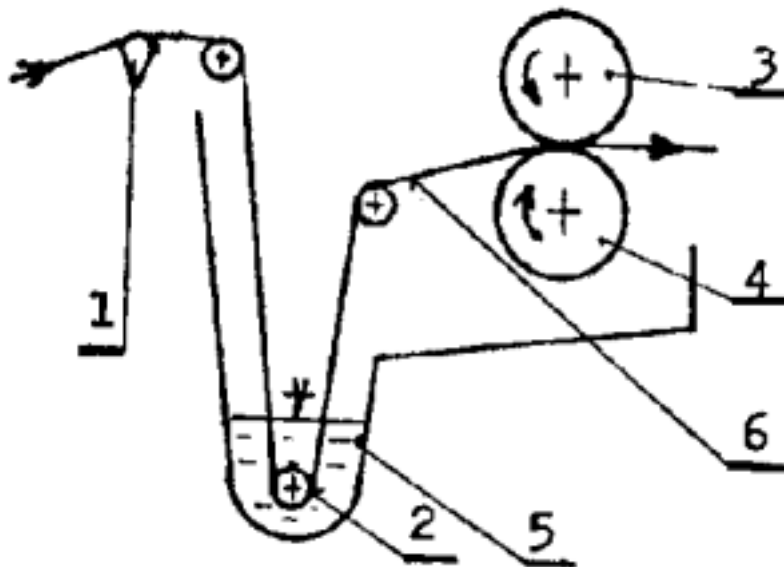
Dále má vynikající schopnosti:

- elektronických
- magnetických
- katalytické

Stříbro je nejvyšší tepelnou a elektrickou vodivost, je velmi stabilní na vzduchu a ve vodě, a je hojnější než zlato = použití z kovů nejlepší = stříbrné nanočástice mnohem více usnadňují přenos elektronů, než dokážou částic zlata.



Fulár



Sensorický komfort

Zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity vznikají při styku pokožky a textilie a pocity mohou být:

Pocity mohou být příjemné:

- měkkost
- splývavost

Pocity mohou být nepříjemné

- dráždivé
- pocit vhkosti
- škrábání



Sensorický komfort II

Sensorický komfort můžeme rozdělit na:

Komfort nošení

- povrchová struktura použitých textilií
- vybrané mechanické vlastnosti
- schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost

Omak (velmi subjektivní a špatně reprodukovatelná)

- hladkost
- tuhost
- objemnost (lze nahradit stlačitelností)
- tepelně-kontaktní vjem

Stephanovo pravidlo pro smyslové vnímání

Jedná se o vztah mezi zvyšující se intenzitou podmětu a vnímání nárustu pocitu vytvořeném podmětem.

$$P=d.I^n$$

I je intenzita stimulu ve fyzikálních jednotkách (energie, hmotnost, tlak atd.)

P je velikost pocitu vyvolaném stimulem

k je konstanta proporcionality



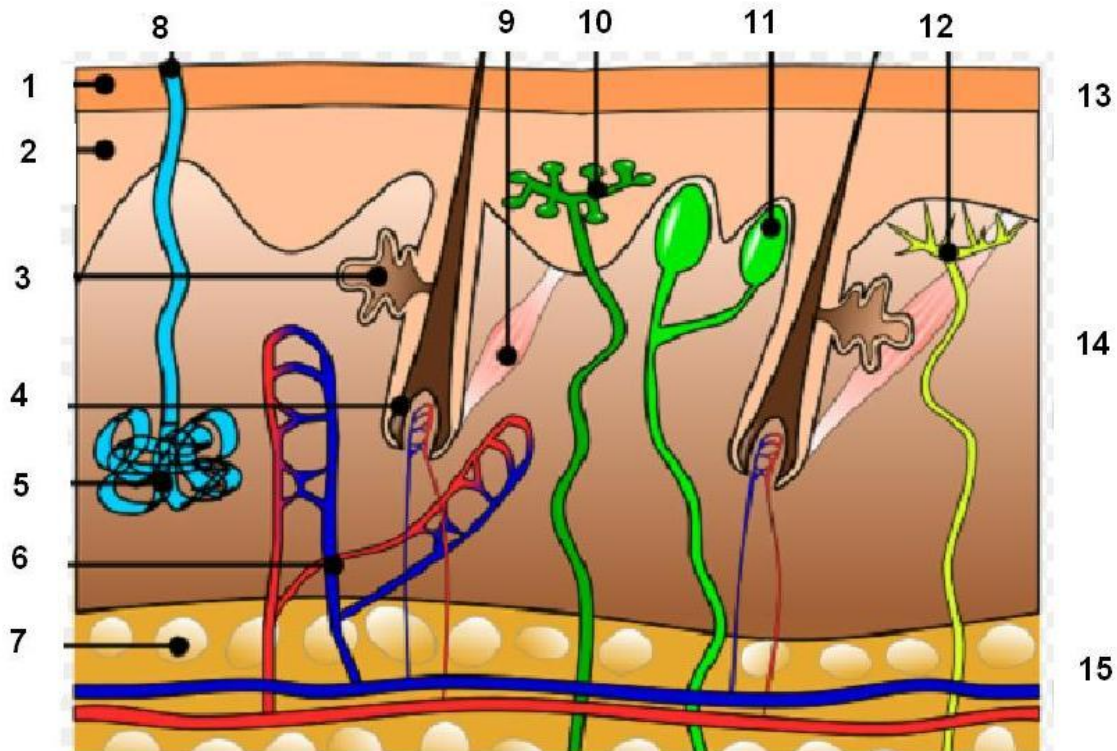
Stephanovo pravidlo pro smyslové vnímání II

Dle vztahu je vnímaný pocit nelineární funkcí vstupního signálu. Tato nelinearita je pro každý lidský smysl jiná.

Oko - pohled do slunce vs. noc a zaplená zápalka

Pokožka

Řez lidskou kůží: 1. rohovitá vrstva (*keratin*); 2. germinativní vrstva; 3. mazová žláza; 4. kořen vlasu, cibulka; 5. potní žláza; 6. cévy; 7. tuková buňka; 8. potní pór; 9. sval vzpřimovač vlasu. Čidla: 10. bolesti; 11. doteku; 12. tlaku. Vrstvy: 13. pokožka (*epidermis*); 14. škůra (*dermis*); 15. podkožní tkáň



Pokožka II

Lidská kůže (latinsky *cutis*) odděluje vnitřní prostředí organismu od vnějšího prostředí. Chrání před horkem, chladem, mechanickým poškozením, infekcí a dalšími nepříznivými vlivy.

Plocha kůže u dospělého člověka dosahuje 1,6 až 1,8 m², což z ní dělá největší orgán lidského těla. Hmotnost kůže představuje 7 % celkové tělesné hmotnosti.^[1] Tloušťka lidské kůže se mění od 0,4 do 4 mm.

Pokožka III

Funkce:

smyslové: v kůži je uložena řada receptorů (nervových zakončení), které reagují na teplo a chlad (termoreceptory), tlak nebo bolest (nociceptory).

termoregulace: kůže pomáhá udržovat stálou teplotu těla, a to pomocí kožních cév a potních žláz. V teplém prostředí se cévy rozšiřují, dochází ke zvětšení průtoku krve, a tím k urychlení výdeje tepla. Mnoho tělesného tepla se totiž spotřebuje k odpaření potu. Na druhé straně kůže zabraňuje nechtěnému odpařování tekutin z těla.

Přehled mechanických vlastností textilních výrobků

- Tření
- Drsnost povrchu
- Tloušťka
- Stlačitelnost
- Tepelná jímavost
- Roztažnost
- Ohybová tuhost
- Smyková tuhost



Hookův zákon elasticity

Hookův zákon elasticity se týká sil působících na těleso v tahu a tlaku, resp. v důsledku jejich působení. Pro hodnoty normálového napětí menší než σ (kde σ je mez úměrnosti) je normálové napětí přímo úměrné relativnímu prodloužení:

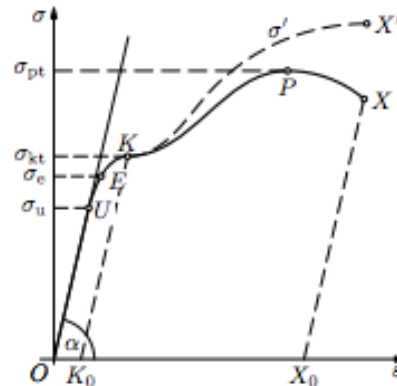
$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

σ [Pa] – normálové napětí

ε [-] – relativní prodloužení

E [Pa] – konstanta úměrnosti, nazvaná Youngův modul pružnosti (modul pružnosti v tahu)

Hookův zákon elasticity II



- U** = mez linearity σ_u (při vyšším napětí již přestává platit Hookův zákon, závislost napětí na prodloužení již není přímková)
- E** = mez pružnosti (elasticity) σ_e (při vyšším napětí již dochází k plastické, tj. nevratné deformaci)
- K** = mez kluzu σ_{kt} (materiál se prodlužuje, jakoby „teče“, i když se napětí nezvětšuje)
- P** = mez pevnosti σ_{pt} (maximální napětí, které materiál snese)
- X** = bod, kdy dochází k definitivnímu přetržení (ztrátě integrity) zkoumaného materiálu
- U** jiných materiálů, jakými jsou například materiály biologické, se tvar pracovního diagramu, co do průběhu a příslušných hodnot, dost výrazně liší a lineární Hookův zákon zde může platit jen v dosti omezeném rozsahu, pokud vůbec.

Síla

Bez použití síly bychom při tělesném cvičení a sportu byli zcela neschopní. Síly nás uvádějí do pohybu, dokážou nás zastavit, nebo změnit směr našeho pohybu. Síly jsou dokonce důležité v případech, kdy se nepohybujeme. Například manipulujeme se silami, které působí na naše tělo, při udržení vzpřímeného stoje. Také abychom udrželi rovnováhu při jízdě na kole nebo na lyžích musíme umět se silami manipulovat.

Pokud nebudeme hovořit o setrvačných silách, je síla působící na těleso mírou jeho interakce s okolními tělesy. Zjednodušeně můžeme říci, že síla vzniká tahem, tlakem nebo prostřednictvím tíhového pole Země. Tělesa v kontaktu na sebe navzájem působí silami. Síla tedy vždy vzniká ve dvojicích. Síla použitá jedním tělesem na druhé (akce) vyvolává sílu stejně velkou, ale opačného směru, kterou působí druhé těleso na těleso první (reakce).



Síla II

Síla zrychluje nebo deformuje těleso.

Sílu značíme F . Síla o velikosti jednoho newtonu je definována jako síla, která zrychluje těleso o hmotnosti 1 kg zrychlením o velikosti $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Charakteristiky síly, jsou kromě velikosti, také působíště a směr působení.

Síla je tedy vektor. Vektor je matematicky definován velikostí a směrem.



Síla IV

Síly mohou být rozděleny na vnitřní a vnější.

Vnitřní síly jsou síly, jimiž na sebe působí prvky objektu nebo systému, jehož pohybový stav je pozorován.

Změny pohybu těžiště celého těla způsobují vnější síly.

Vnější síly jsou takové síly, které působí na lidské tělo v důsledku jeho interakce s okolím.

Vnější síly můžeme rozdělit na kontaktní a nekontaktní. Většina sil, se kterými biomechanika pracuje, jsou síly kontaktní.

Síla V

Tíha je tlaková síla, kterou působí těleso (lidské tělo) na podložku, nebo tahová síla, kterou působí na závěs.

Pokud pustíme jakýkoliv předmět z ruky, začne padat k zemi a zrychlovat vlivem tíhové síly. Jestliže zanedbáme odpor vzduchu, začne se přitom pohybovat se zrychlením $9,81^{10} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a vůbec nezáleží na hmotnosti nebo objemu tělesa. Toto zrychlení se nazývá tíhové zrychlení g . Tíhová síla F_G (jednotka newton – N) působící na těleso je rovna hmotností tělesa m (kg) vynásobenou tíhovým zrychlením g ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$):

$$F_G = m \cdot g$$

Kontaktní síly ve sportu vznikají mezi sportovcem a dalšími tělesy, které ho obklopují.



Tření

Suché tření působí mezi povrchy pevných těles nebo částí lidského těla, které nejsou pokryty žádnou vazivovou vrstvou a jeho orientace je rovnoběžná s povrchy, které jsou v kontaktu. Tření vzniká jako výsledek interakce mezi molekulami povrchů v kontaktu. Pokud se jednotlivé povrchy vzájemně nepohybují, hovoříme o tření statickém. Statické tření je také nazýváno jako limitní, protože vyjadřuje největší možné tření, které může vzniknout mezi danými povrchy za daných podmínek. Když působí suché tření mezi dvěma povrchy, které se vůči sobě pohybují, hovoříme o dynamickém tření.



Tření II

Velikost třecí síly je přímo úměrná velikosti normálové kontaktní síly F_n .

To znamená, že v případě chodce je třecí síla mezi podrážkou a povrchem, po kterém chodec jde, tím větší, čím větší vertikální silou na zemi působí.

Třecí síla je také ovlivněna vlastnostmi povrchů, které jsou v kontaktu.



Tření III

Statické tření je větší než tření dynamické.

Matematically můžeme vyjádřit třecí sílu vztahem

$$F_t = \mu F_n$$

F_t = je statická nebo dynamická třecí síla (N)

μ = součinitel statického nebo dynamického tření, tj. číslo vyjadřující vliv jednotlivých materiálů na třecí sílu

F_n = normálová kontaktní síla (N).

Již zmiňovaný chodec svalovou aktivitou vyvolává v horizontální rovině silové působení chodidla na podložku směrem dozadu (akce), na které reaguje podložka silou opačně orientovanou (reakce), jež má přímý vliv na pohyb. Uděluje tak chodci zrychlení a je ve své podstatě, statickou třecí silou, která se za daných podmínek projeví jen do takové části své maximální velikosti, aby se její velikost vyrovnala akci.

Ohyb

Při ohybu dochází k zakřivení původně přímé střednice prutu. Může to být způsobeno např. příčným zatížením nebo nerovnoměrnou změnou teploty. Typickým příkladem je vodorovný nosník zatížený vlastní tíhou. Ohyb je zpravidla doprovázen smykem

Rovnoměrný ohyb

K rovnoměrnému ohybu dojde, jestliže prut konstantního průřezu zatížíme na koncích dvěma stejně velkými, ale opačně orientovanými momenty, které otáčejí kolem osy kolmé na střednici prutu.

$$R \cdot \Delta\varphi = L$$

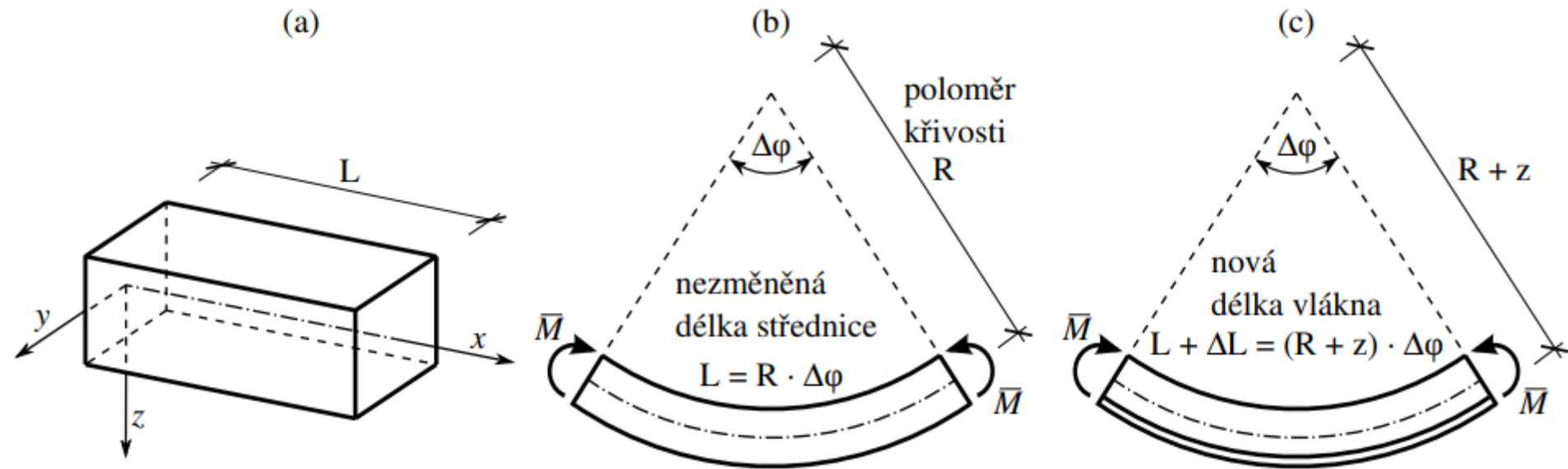
$\Delta\varphi$ = středový úhel

L = délka prutu

R = poloměr křivosti



Ohyb II



Tuhost plošných textilií v ohybu

- Nízká tuhost: splývavé sukně obepínající tělo, ponožky, svetry, všechny druhy spodního prádla
- vyšší tuhost: pánská saka, kalhoty

Ohybová tuhost u plošných textilií může být popsána:

$$B = E \cdot I$$

$$I = B \cdot h^3 / 12$$

B = tuhost ohybu

I = moment setrvačnosti

E = materiálový parametr (počáteční modul pružnosti)

h = tloušťka



Tuhost plošných textilií v ohybu II

Z rovnice plyne - při dvojnásobné tloušťce plošné textilie vzroste ohybová tuhost 8x

Pokud však použijeme dvě vrstvy, které nejsou spojené celková tuhost vzroste 2x

Metody objektivního hodnocení sensorického komfortu oděvů a textilií

Z institutu oděvní hygieny v Hohensteinu v Německu pomocí rozsáhlého experimentálního výzkumu sestavili empirické vztahy pro objektivní hodnocení celkového komfortu i jeho složek.

$$TK_T = \alpha_1 i_{mt} + \alpha_2 F_i + \alpha_3 K_d + \alpha_4 \beta_t + \alpha_5 k_f + \beta$$

i_{mt} = index prostupu vodních par

F_i = schopnost krátkodobého přijímání par

K_d = hodnota vyrovnání vlhkosti

β_t = hodnota vyrovnání teploty

k_f = pufrační veličina (Schopnost pufru tlumit změny pH vyjadřuje veličina - pufrační kapacita)

$\alpha,$ = koeficienty

Hodnocení omaku pomocí KES

Kawabata Evaluation Systém - vyvinutý prof. Kawabatou z Japonska. Jedná se o sadu č. přístrojů, které měří 15 charakteristik plošných textilií v rozsahu běžného namáhání oděvních textilií při nošení. Tento postup se nazývá FOM - Fabric Objective Measurement. Měření lze rozdělit do pěti skupin:

Tahové

Smykové

Ohybové

Objemové (pružnost, energie potřebná ke stlačení, tloušťka)ú

Povrchové

Konstrukční (plošná hmotnost)

Výsledky jsou vyveseny do Snake diagramů.

Termofyziologický komfort

Úkolem termoregulačního systému je zejména udržovat vnitřní teplotu lidského těla v daném teplotním intervalu. Optimální teplota těla je asi 37°C. Pouze při této teplotě probíhají harmonicky různé životní funkce. Pro celý organismus platí, že jeho vnitřní teplota zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem rovno teple odevzdanému do okolního prostředí.

Tělesná teplota obecně není zcela stejná, je různá na různých místech těla:

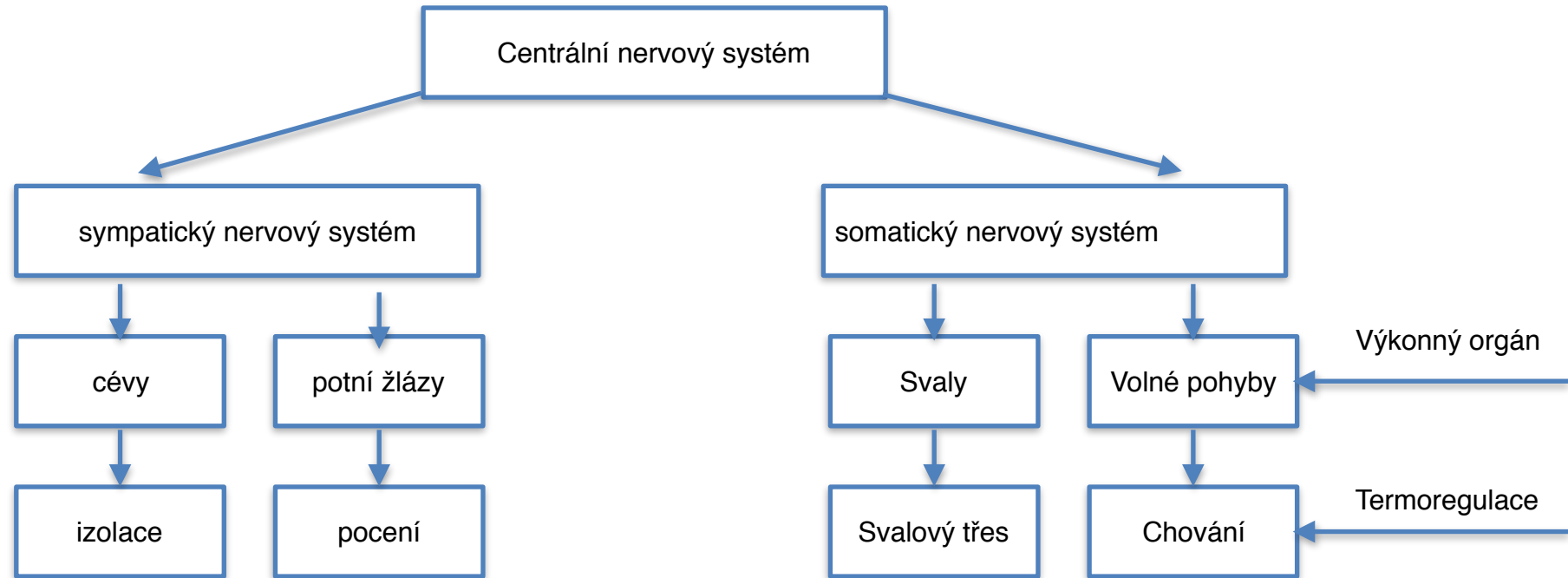
Teplota pokožky 32 - 34°C

Teplota hlavy, břicha a prsou 35 - 36°C

Teplota na špičce nosu, ušní lalůčky a špičky prstů 29 - 31°C



Termoregulační systém



Sympatické nervy vystupují z míchy krční, hrudní a bederní. Funkce nepodlehají naší vůli.

Termofyziologický komfort

Teplota pokožky 33 - 35 °C

Relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$

Rychlost proudění vzduchu 25 ± 10 cm/s

Obsah CO₂ 0,07%

Nepřítomnost vody na pokožce



Parametry ovzduší týkající se lidského těla

Relativní vlhkost vzduchu

Rychlost vzduchu

Obsah Teplota suchého vzduchu

Teplota vlhkého vzduchu

Teplota kulového teploměru - měřená v centru černé koule, tímto zahrnující i sluneční záření

Parametry ovzduší týkající se lidského těla II

Příklady skupin parametrů okolního ovzduší, které poskytují termofyziologický komfort pro různé fyzické aktivity:

Administrativní práce	$t_a = 21^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\%$	$v_A = 0,1 \text{ m/s}$
lehká manuální práce v sedě	$t_a = 19^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\%$	$v_A = 0,2 \text{ m/s}$
Težká manuální práce	$t_a = 18^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\%$	$v_A = 0,4 \text{ m/s}$
Velmi těžká manuální práce	$t_a = 17^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\%$	$v_A = 0,5 \text{ m/s}$

Termomechanika lidského těla

Bazální metabolismus - vytváří tepelný výkon přibližně 1,1 W/kg váhy těla, celkový tepelný výkon metabolismu muže dosahuje 50-100W, rychlost srdce 60-80 tepů/min.

Odpočinkový metabolismus - je o něco vyšší, až 1,25 W/kg váhy těla, odpovídající spotřebě kyslíku 0,0035l/min/kg váhy těla

Intenzivní fyzická zátěž = více než 10W/kg váhy těla, srdeční tep převyšuje 120 tepů/min., svaly spotřebují více 70% kyslíku. Mozek si vždy nechává 5%.



Regulace tělesné teploty

Zvláštní oddíl v mozku - hypotalamus. pro tělesné jádro je nastavena teplota 37°C, 33°C pro kůži za podmínek termofyziologického komfortu. Při napadení těla infekcí hypotalamus zvýší teplotu tělesného jádra s cílem omezit rozvoj nežádoucích bakterií.

Teplotní limity: nad 45°C - srážení bílkovin
0°C - oddělení buněk

Odchylka teploty $\pm 2^{\circ}\text{C}$ již nepříznivě ovlivňuje tělesné funkce, odchylka $\pm 6^{\circ}\text{C}$ je smrtelná.

Úroveň pocení

$$m_p = (t_n - 36,5)(0,1 + 0,455 \exp[0,27(t_s - 33)])$$

m_p = úroveň pocení (kg/hod. v kritické situaci až 20kg/den)

t_s = teplota kůže

t_n = teplota jádra těla

Pocity tepla

Příklady skupin parametrů okolního ovzduší, které poskytují termofyziologický komfort pro různé fyzické aktivity:

Administrativní práce	$t_a = 21^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\%$	$v_A = 0,1 \text{ m/s}$
lehká manuální práce v sedě	$t_a = 19^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\%$	$v_A = 0,2 \text{ m/s}$
Težká manuální práce	$t_a = 18^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\%$	$v_A = 0,4 \text{ m/s}$
Velmi těžká manuální práce	$t_a = 17^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\%$	$v_A = 0,5 \text{ m/s}$

Pocity tepla

Mírné teplo - projevuje se zvýšením teploty periferních oblastí (dlaň, čelo, chodidlo) doprovázené počínajícím pocením na těchto místech. Oděv, který při nošení způsobuje tyto pocity je vyhovující

Teplo - projevuje se jako prohlubující se pocity tepla po celém těle. pot vyráží kromě periferních oblastí i na zádech a hrudníku. jedná se o takovou intenzitu, kdy vyločovaný pot je za spolupůsobení oděvu odváděn z povrchu pokožky v plném rozsahu. Oděv je na hranici vyhovující/nevhovující

Horko - dostavuje se při celkovém přehřátí organismu provázením maximální intenzitou pocení a ztížení dýcháním. Stékající pot nestačí být z povrchu pokožky odpařován a odsáván. Oděv je nevhovující.



Pocity Chladu

Mírné chladno- projevuje se lokálním mrazením na některých místech těla, nezakrytých nebo nedostatečně oblečených, doprovázenými výskytem tzv. husí kůže. Má vyhovující komfortní vlastnosti.

Zima - projevuje se mrazením po celém těle. Současně se dostavuje chvění těla. Jedná-li se o pobyt v teplotách pod bodem mrazu, mrznou prosty nohou i rukou, tváře i ušní boltce. Oděv je na hranici vyhovující/ nevhovující

Tuhnutí - Tuhnutí se projevuje pocity celkového hlubokého prochlazení ochromujícího pohyb končetin. Nastává strhnutí nohou i rukou, může se dostavit i šok z chladu. Oděv je nevhovující.

Oděv

Oděv je integrální částí lidského života. Primární rolí oděvu je chránit tělo před nestálým okolím. Lidské tělo může být považováno za otevřený systém, který je vždy ve stavu fyzické, chemické a biologické interakce s okolím.

Fyzikální procesy v oděvu a okolního prostředí, jako transport tepla a vlhkosti oděvům a mechanické chování textilie během nošení.

Neurofyzilogické procesy - mechanismy systému sensorického příjmu těla a jejich interakce s oděvem a nošením

Termofyzilogické procesy těla - tepelná rovnováha a komfort těla, jeho termoregulační reakce a dynamické interakce s oděvem a okolím

Psychologické procesy - procesy tvořící subjektivní vnímání komfortních pocitů a upřednostňování jednotlivých sensorických signálů.

Zeměpisné podnebí

Typy klimatu stanovuje norma ČSN EN 60721-2-1. Norma rozděluje světové klima do 9 oblastí. pro zjednodušení lze oblasti s podobnou teplotou a absolutní vlhkostí vzduchu sloučit do základních 4 oblastí.

Studená oblast

Střední oblast

Horká oblast

Horká vlhká oblast

Studená oblast

Dva faktory:

síla větru - zesilování vlivu záporných teplot na lidský organismus

vysoká intenzita - UV záření v zasněžených oblastech - odraz slunečního záření

System více vrstvého oděvu - zkušenosti z polárních výprav ukázala, že nutné jsou alespoň pět vrstev.

1. spodní prádlo
2. druhá spodní vrstva (košile, rolák
3. zateplovací vrstva (svetry, vložky s náplní
4. svrchní vrstva
5. vrstva do extrémních podmínek - membrány atd.



Střední oblast

Teploty se pohybují v rozmezí od -29°C do 30°C . Absolutní vlhkost nabývá maximální hodnoty $17\text{g}/\text{m}^2$.

V minusových teplotách se využívá systém oblečení do studené oblasti, kromě částí určených do extrémního chladu jako je například obličejová maska.

V letních oblastí se počasí podobá oblastem horkým.

Horká oblast

Používají se přírodní materiály (bavlna), která zajišťuje pomalé odpařování a tím i ochlazení těla. Naopak nízké noční teploty okolo -10°C kladou na části oděvu úkol ochránit nositele proti chladu.

Důležitou ochranou je i pokrývka hlavy a sluneční brýle.

Horká vlhká oblast

Vysoká teplota vzduchu a velký množství srážek. Roční množství srážek může dosahovat až 2 000mm. Maximální vlhkost vzduchu se pohybuje kolem 30g/m². Teploty se pohybují v rozmezí od 12°C do 35°C.

Největší problém je vysoká vlhkost vzduchu. Rozdíl parciálních tlaků vodní páry je natolik nízký, že transport vlhkosti od pokožky do okolního prostředí je nemožný.

Protiplísňová ochrana - velké lijáky

Nebezpeční živočichové