

Dr. Révai Tamás főorvos PhD.

ZMNE, Szt. János Kórház

A katonai ruházat szerepe a komfortfokozat növelésében

A jelenlegi és jövőben missziós tevékenységek során a szélsőséges időjárásnak, a hő-, illetve hideg stressznek, a kellemes hőkomfortnak, valamint a védőruházati előírásoknak megfelelő ruházat viselése kiemelt jelentőségű. A ruházat kialakításánál fontos szempont, hogy megfeleljen a hőmérsékleti és a szélsőséges időjárási körülményeknek, a hőmérséklet, a csapadék és a szél behatásainak, valamint a fizikai igénybevétel szintjének és tartamának. Ezen a tényezőket mind figyelembe kell venni annak érdekében, hogy a katonai tevékenység során termelődő hőmennyiség és verejtékezés mértéke szabályozható legyen. A 20. században a katonai ruházat jelentős változásokon ment keresztül, és ebben kiemelt jelentősége van a katonai műveletek során nyert tapasztalatoknak. A 2. Magyar Hadsereg doni katasztrófája során nyert tapasztalatok alapján is megállapítható, hogy a hő stressz és a fizikai és kémiai veszélyek kivédése szempontjából a szélsőséges, gyakran változó környezetben végzett katonai szolgálat során a megfelelő védőruházat viselése feltétlenül javasolt.

Kulcsszavak: katonai ruházat, 2. magyar hadsereg, hőkomfort, termikus műember

The role of the military clothing in the increase of the comfort level

The present and in future in the course of missionary activities for the extreme weather, the heat-, concerned for a cold stress, the pleasant heat comfort, and carrying the clothing being equal to the defender clothing regulations with emphasized significance. The forming of the clothing important viewpoint, that let the temperature one and the extreme one be equal to meteorological circumstances, the temperature, for the impacts of the moisture and the edge, and for the level of the physical strain and his duration. It is all necessary to take the factors into consideration in order that the measure of a quantity of heat being produced and sweating should be adjustable in the course of the military activity. The military clothing went through considerable changes in the 20. century, and the experiences gained in the course of the military operations have significance emphasized in this. Based on the experiences gained in the course of the Don catastrophe of the 2. Hungarian Army verifiable, that the hot stress and in terms of the physical one and the parry of chemistry dangers the extreme one, carrying the suitable defender clothing finished in unsettled environment in the course of military service inevitably often proposed.

Keywords: military clothing, thermal comfort, thermal manikin

A Magyar Honvédség katonái a hazánk NATO- tagságából, valamint nemzetközi kötelezettség vállalásából eredően a világ különböző pontjain missziós tevékenységeket látnak el. A katonák tevékenységi köre igen változatos, gyakran szélsőséges időjárási viszonyok között kell a feladatokat teljesíteniük.

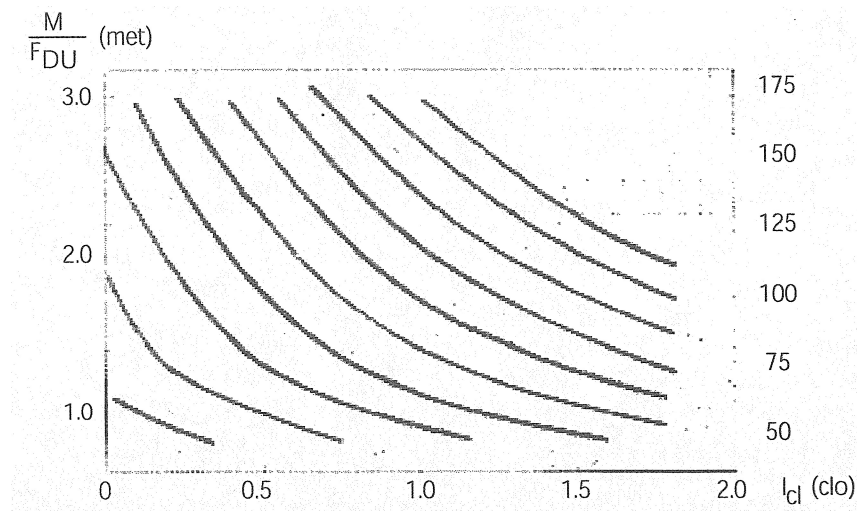
1942. november 22-én befejeződött Sztálingrádnál a 6. német hadsereg körülvétele, majd megkezdődött részekre szabdalása és fölmorzsolása. 1942 decemberében a Vörös Hadsereg visszanyomta a Sztálingrádtól délre álló olasz csapatokat, majd 1943. január 12-én, részben a Voronyezs elleni támadás előkészületeként, a 2. magyar hadsereg által védett 200 km hosszú Don-menti terepszakaszon is támadásba lendültek a jelentős páncélos erőkkel támogatott szovjet hadosztályok. A túlerejű offenzíva már az első napokban több helyen áttörte a hiányosan felszerelt magyar csapatok védővonalát. Az eredetileg több, mint kétszáz ezres magyar hadsereg, amely már az előző hónapok hídfőcsatáiban is jelentős veszteségeket szenvedett (25-30 ezer fő), hatékony légi erő és légvédelem, kellő számú páncélos-egység és páncéloselhárító fegyver hiányában – de egyéb hadieszközökben és ellátmányban is problémákkal küszködve – fokozatosan tért vesztett, darabokra szakadt, megsemmisült. A kemény hidegben megfelelő téli ruházat nélkül harcoló, majd visszavonuló/menekülő katonákat az ellenséges golyókon kívül a fagy is tizedelte.

„A Magyar Királyi Honvédség 2. magyar hadsereg csapatainak 1942 áprilisában frontra indulásakor még kifogástalan volt a katonák ruha-és fehérnemű ellátása. A nehéz posztóruhát azonban nyáron nem tudták felcserélni könnyű nyári vászonruhával. A posztóruha a nyár folyamán kb. 30%-ban elhasználódott, a fehérnemű pedig csaknem teljes egészében. A kivonulás utáni gyors harcbevétel, továbbá a nyári időszak elvonta a figyelmet a hadsereg ruházati helyzetéről, és így az utánpótlás terén nem történtek meg a szükséges intézkedések. Az 1943. januári visszavonulás során bekövetkezett igen nagyszámú fagyásos sérülés is arra enged következtetni, hogy a téli ruházat nem felelt meg az időjárás követelményeinek. Mozgó háborúra, 19-22°C-os hidegben a lábak és az alsótest védelmére megfelelő ruházattal a hadsereg nem rendelkezett.

Hőszigetelő képesség

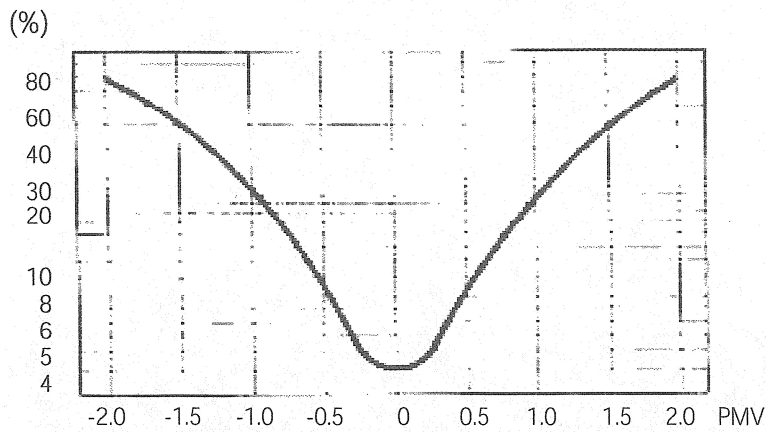
Az emberi testben végbemenő égési folyamat során az átalakuló energia hőként szabadul fel, illetve fizikai izommunkára kerül. A különböző tevékenységek számszerű egyenértékének meghatározására a nemzetközi gyakorlatban a „met” (metabolikus energia) hő teljesítmény egységet használják. Az emberi test a benne fejlődő hőt négy módon tudja leadni: konvekcióval, sugárzással, vezetéssel, valamint párolgással. A gyakorlatban a vezetési és a konvekciós hő leadás értékét együtt kezelik. A levegő hőmérséklet csökkenése a légáramlás sebességének növekedése következtében a konvekciós hő leadás mértéke nő. 30-40°C felett viszont a szervezet konvekcióval hőt vesz fel. A verejtékezés 28-29°C környezeti

hőmérséklet felett kezdődik és 34°C értéke felett a párolgás, illetve verejtékezés a szervezet egyetlen hő leadási lehetősége. A szervezet saját hőmérsékletét (maghőmérséklet: $36\text{--}38^{\circ}\text{C}$) viszonylag állandó értéken igyekszik tartani. Ettől eltérő érték a bőrhőmérséklet, amely az egyes testrészeken más érték. A ruházat hőszigetelő képességének kifejezésére a „clo” egységet használják. Az ún. nyári ruházat $0,5\text{--}0,6$ clo értékű, míg a téli „normál” öltözet esetén $1,0$ clo érték. Az 1. ábrán az operatív hőmérsékletek láthatók a végzett tevékenység és a ruházat hőszigetelő képessége függvényében.



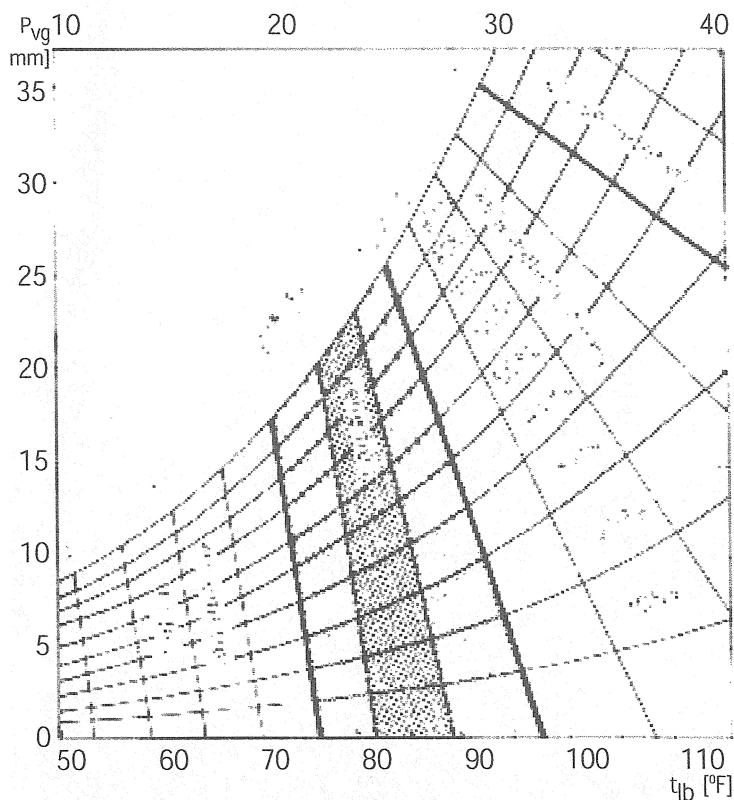
1. ábra. Optimális (PMW=0) operatív hőmérsékletek (t_o) a végzett tevékenység (M/F_{DU}) és a ruházat hőszigetelő képessége (I_{Cl} R_v) függvényében (ISO1984).

Fanger kidolgozott egy olyan számítási módszert, amely alapján a zárt tér adott pontjára, a különböző paraméterek ismeretében meg lehet határozni a várható hőérzeti értékeket (PMW). A kedvezőtlen hőérzet várható százalékos valószínűsége: PPD. Feltételezése, hogy annál nagyobb a diszkomfort mértéke, minél nagyobb alkalmazkodás szükséges a hőszabályozó mechanizmus részéről a hőegyensúly fenntartásához. A diszkomfort állapotban megváltozik az átlagos bőrhőmérséklet értéke (verejtékezés)- a terhelés mértéke a hőérzet meghatározója is egyben. A PMW=0 értékhez tartozó optimális operatív hőmérsékletre vonatkozó (a végzett tevékenység és a ruházat hőszigetelő képességének függvényében diagram a 2. ábrán látható.



2. ábra. A PPD és PMV értékek összefüggése (5%-os elégedetlenség) A hőkönyezetükkel elégedetlenek százalékos aránya (PPD) a PMV érték függvényében.(Fanger 1982 nyomán).

A 3. ábrán az effektív hőmérséklet (ET) komfortdiagramja látható ASHRAE 1954 alapján.



3. ábra. Az effektív hőmérséklet (ET) komfortdiagramja (ASHRAE 1954) (nyugalmi állapot ($M/F_{Du} = 1$ met).- könnyű öltözet ($I_{Cl} = 0,6$ clo) és $V = 0,15$ m/s légsebesség esetén)

Termikus műember

A belsőtéri mikroklíma kutatások egyik korszerű mérőeszköze az ún. termikus „műember”-„manikin”. A manikin nagy bonyolultságú mérőrendszer, mely a termikus mérőtestből, a vezérlő és mérésadatgyűjtőből és az adatfeldolgozást, megjelenítést végző számítógépből áll. A műember a sugárzásos és konvekciós, száraz hő leadás mérésére alkalmas. A műember-vizsgálatok jól alkalmazhatók olyan szélsőséges helyzetekben, amelyek kizárják megbetegítő hatásuk miatt az emberi szervezettel történő vizsgálatokat.

Hőkomfort, hőegyensúly

A szubjektív hőérzetet, azaz a kellemes hőkomfortot az Ashrae 55–81 szabvány rögzíti: „A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki.”

Orvosi vonatkozásban az 5 pontos skálát használjuk:

– túlságosan meleg	5
– nagyon meleg	4
– kellemes	3
– nagyon hideg	2
– túlságosan hideg	1

A hőkomfort kialakulását a következő paraméterek befolyásolják:

- a ruházat hőszigetelő képessége, párolgást befolyásoló hatása.
- levegő hőmérséklete,
- a levegő relatív nedvesség tartalma,
- a levegő sebessége,
- a test hőtermelése, hő leadása, hőszabályozása

A test hőegyensúlya

$$Q_w = M - W - E \pm S \pm C$$

ahol Q_w a test hőtárolása, M- metabolikus hő, W-mechanikai munka, E-párolgási hőleadás, S- sugárzási hőleadás, C- konvekciós hőleadás.

Ha az egyenlet jobb oldala pozitív, akkor a test hőmérséklete növekszik („melege van”), ha negatív, akkor a test hőmérséklete csökken („fázik”). A hőegyensúly a $Q_w = 0$ esetben lép fel, és ez a kellemes hőérzet.

A katonai ruházat szerepe

A katonák hőérzetét a megfelelő hőszigetelő ruházat nagymértékben befolyásolja. A XXI. században a ruházat jelentős változatokon ment keresztül, és ebben kiemelt jelentősége van a háborúk során nyert tapasztalatoknak. A XX. század elején a színes ruházatot már keki színűre cserélték, majd pedig a világháborúk során a foltmintás ún. terepszínű ruházat használata került előtérbe. A ruházat fejlődése során a zubbony helyét a kevlárból készült védőmellény kerámiával kiegészítve vette át, és a korábban a zubbonyon jól használható zsebek méretének és elhelyezésének megváltozása, és a fokozott izzadás egyaránt csökkentette a katonák komfortérzetét. A komfortfokozat növelése céljából a védőmellény alatt viselhető az izzadást csökkentő „pulóver-zubbony” bevezetése nagy segítséget jelenthet az iraki és afganisztáni katonai missziók során.

A többrétegű ruházat lehetővé teszi, hogy a katonák alkalmazkodhassanak a változó hőmérséklethez és időjárási viszonyokhoz. Fontos szempont, hogy az egymást fedő külső rétegek vastagabbak legyenek a belső rétegnél, mert különben a legkülső réteg „nyomni fogja” a belső rétegeket, és így a ruházat szigetelőképessége csökkenni fog. A hideg időjárás során a hőszigetelő ruházat alkalmazása nagyon fontos a hőkomfort megőrzésében. Ugyanakkor, a katonai szolgálat során nagyobb fizikai aktivitás során a vastagabb ruházat megakadályozhatja a hővesztést és „túlmelegedéshez” vezethet. A ruházat anyagától függően a levegő mozgása és a relatív páratartalom is csökkentheti a ruhaszövet hőszigetelő kapacitását. Az emberi nedvesség-, és hő leadás nagy része párologtatással történik, ami függ a hőmérséklettől, a levegőáramlási sebességétől, valamint a ruházat anyagától.

$X = Z \cdot X_1$ [g/h] (ahol Z a térben tartózkodó emberek száma, X_1 egy ember nedvesség leadása).

A hőkomfort érzése kiemelt jelentőségű a katonai szolgálat során. A kellemetlen hőérzet az emberi test egyes részén van hatással, és ennek oka a légmozgásból keletkezett huzat, valamint a feletti hőmérséklet és léghőmérséklet egyenlőtlen eloszlása lehet. A 3 °C- nál nagyobb hőmérséklet eltérés a fej- bokamagasság között már diszkomfort- érzetet kelt.

A katonák hőérzete nincs közvetlen kapcsolatban a léghőmérséklettel. A meghatározó tényezők közé a személyi faktorok (egészség, pszichológiai és szociológiai tényezők), levegő hőmérséklete, a levegő mozgása, a relatív páratartalom (izzadás), a hőszigetelő ruházat,

valamint a fizikai aktivitás szintje sorolható. A 2. magyar hadsereg doni katasztrófája során nyert tapasztalatok alapján is megállapítható, hogy a hő stressz és a fizikai és kémiai veszélyek kivédése szempontjából a szélsőséges, gyakran változékony környezetben végzett katonai szolgálat során megfelelő ruházat viselése feltétlenül javasolt. A megnőtt ergonómiai követelmények, és a fokozott érdeklődés a ruházat iránt számos nemzeti konferencia, tanulmány megszületéséhez vezetett, azonban a továbbiakban a kutatások kiterjesztése a katonák életében és missziós feladataik elvégzésében kiemelkedő szerepet kaphat.

A témához kapcsolódóan röviden tekintsük át a ruházatfiziológia és a katonák termális komfortérzetével kapcsolatos kérdéseket

A hideg, illetve forró környezetben végzett szolgálat általában nagyobb terhet jelent a katonáknak, mint a semleges környezetben végzett feladat. A fizikai megterhelés, mely a hideg és forró éghajlati körülmények között lép fel a katonák biztonságát és egészségi állapotát is nagymértékben befolyásolhatja. Ebben a közleményben a katonai ruházat fiziológiájának kapcsolatát tekintjük át a termális komfortérzettel.

A ruházat fiziológiai funkciója és a szerepe a katonák termális komfortérzetének kialakításában, biztosításában alapvető szerepe van. A fiziológia görög eredetű szó, jelentése élettan, az élő szervezetben lezajló folyamatok okát és törvényszerűségét, a sejtek, szövetek, szervek működését kutató tudományág.

A ruházatnak az emberi szervezetre gyakorolt hatását már az ókorban is megfigyelték. Az i.e. 5. században Hippokratész „*A levegőről, a vizekről és a helyekről*” c. munkájában a mai ruházat fiziológiájának nevezett problémakörrel, ezen belül az izzadás jelenségével foglalkozott. A 17. században Páduában élt Sanctorius a verejték kiválasztást és ennek a viselt ruházattal való összefüggéseit tanulmányozta, és felismerte, hogy a magas hőmérséklet gyengíti a szervezetet.

A ruházat fiziológiai hiányossága említhető azonban a 2. magyar hadsereg doni tevékenysége során. „A nyári hónapokra a legénységet egy rend „zsávoly” (len-pamutvászonruhával) is ellátták. Egy rend ruházathoz a felszerelési cikkeken kívül 2 db alsó-felső fehérnemű, 4 pár kapca, egy-egy kimenő és gyakorló ruházat, posztósapka, zubbony, nadrág, köpeny, egy pár lábbeli és egy rend zsávolyruházat tartozott. Téltre gyapjúkapca, meleg alsó felső fehérneműt és téli kesztyűt adtak ki. A nyakig gombolt zsávolyruházat nyáron meleg, a posztóruha pedig télen hideg volt.” Ez

ruházat tehát nem biztosította megfelelően a katonák termális komfortérzetét.

Ruházat fiziológiája

A ma ruházat fiziológiának nevezett tudományágat valójában a XX. század 30-as éveiben alapozták meg, mikor már nem csak az orvosok, hanem a textilipari szakemberek is bekapcsolódtak a problémakör elemzésébe.

A viselési kényelmet fokozza, ha a ruházat belsejében levő levegő cserélődhet. A szellőzőképes ruházatból így a meleg és nedves levegő közvetlenül kijuthat a környezetbe, nem is kell áthatolnia a ruha rétegein. A ruházat szellőzése a ruházat nyílásain át történik. A textília szerkezete, kötésmódja, a fonalszerkezet, és a szál anyaga szintén erősen befolyásolja a vízgőz áthatolási képességét. Ezen kívül nagyon fontos a ruházat megfelelő mérete is, mivel a túl szűk ruházat erősen korlátozza a hőleadást, a túl bő ruházat pedig könnyen kiszellőzik. Az a legjobb, ha a ruházatban a légrétegek mozognak, és így összekeverednek.

A nyugvó levegő igen jó hőszigetelő. A ruházatot alkotó rétegek hőszigetelő képessége az anyagtól és annak szerkezetétől függ. A ruházat hőszigetelése testmozgás nélkül a legnagyobb. A test nyugodt helyzete esetén a testet körülvevő levegő is nyugalomban van és így a legnagyobb a hőszigetelés. Testmozgás esetén mozogni kezd a textilrétegek közötti levegő és a ruházat körüli levegő is, vagyis „minden” felkeveredik, és így jelentősen csökkenthet a hőszigetelés, mert a felkevert és mozgásba lendült levegő több hőt szállít.

A ruházat fiziológia a katonák részére kiemelt jelentőségű, mivel a ruházat jelenti a legszűkebb környezetet, amelyben él. A cél a katonák jó közérzetének biztosítása. A jó közérzet és teljesítőképesség a környezet klímafeltételeitől és a ruházat által biztosított mikroklímától függ. A ruházat egészségnek legfontosabb élettani funkciója az, hogy segítsen az emberi test hőmérsékletét viszonylag állandó értéken tartani, és a cél az, hogy a napi hőmérsékletingadozás nem haladja meg a 0, 7-1, 5 °C-ot.

Termikus komfortérzet

A termikus komfort állapota olyan tudatállapotként határozható meg, amely a hőmérsékleti környezettel való elégedettséget tükrözi. Egy másik, a szervezet energiatárolásához köthető definíció szerint: a komfortos állapot elégedettséget jelent, amely akkor lehetséges, amikor az emberi szervezetbe érkező és távozó hőáramlások egyensúlyban vannak.

Levegőkörnyezetünk fizikai állapota több olyan paraméterrel is jellemezhető, amelyek befolyásolják az ember komfortérzetét. A léghőmérséklet és a sugárzás mennyiségének emelkedésével egyre melegebbnek érezzük környezetünket, míg a szélsébség növekedése az ellenkező irányban módosítja hőérzetünket, felerősítve a konvekció és a párolgás általi hőelvonást. A légnedvesség hatása a léghőmérséklettől függ: 10°C felett a páratartalom növekedésével fokozódik, alatta a növekvő páratartalommal csökken a hőérzet.

Az idők folyamán több olyan mérőszám látta meg a napvilágot, melyek a komfortérzetet hivatottak visszatükrözni és számszerűsíteni. Az egyszerűbb, ún. empirikus indexek kiszámításánál csupán egy-egy paramétert, vagy ezek kombinációit vették figyelembe. A meleg körülményekre alkalmazott indexek általában a léghőmérséklet és légnedvesség, míg a hideg körülmények esetén a léghőmérséklet és a szélsébség kombinációjából állnak. Hiányosságuk, hogy nem veszik figyelembe az összes – termofiziológiai szempontból releváns – meteorológiai paramétert, a ruházatot, az emberi aktivitás mértékét és személyes adatokat sem (magasság, súly, kor és nem). Erre a problémára kínálnak megoldást a szervezet energia-egyenlegén alapuló modellszámítások eredményeként adódó ún. racionális indexek. E modellek úttörője Fanger volt, aki beltéri használatra tervezett komfortmodelljéhez több száz alany közreműködésével klímakamrában elvégzett kísérletek eredményeit használta fel. Az így kapott index a PMV (Predicted Mean Vote), amely megmutatja, hogy átlagosan milyen érték várható egy 7-fokozatú (-3-tól +3-ig terjedő) hőérzet skálán nagyszámú ember megkérdezése esetén. A PMV a nulla érték körül indikál komfortos állapotot, ettől eltérve növekszik a terhelési szint.

Összefoglalva megállapítható, hogy a ruházat fiziológiai funkciója és szerepe a katonák termális komfortjának kialakításában alapvető fontosságú. A viselt ruha befolyásolja a katonák komfortérzetét, biztonságukat, munkavégzésüket, egészségüket. A ruházat fiziológiai kutatások célja tehát az, hogy az olyan ruházat tervezését tegyék lehetővé, mely a katona mindennapi tevékenységének legmegfelelőbb mikroklímát, termális komfortot tudja biztosítani, és ezzel az adott tevékenységek során optimális viselési körülményeket teremtsen.

Felhasznált irodalom

- Ashrae szabvány, 1954.
- Ashrae 55-81. szabvány, 1981.
- Bánhidi L- Kajtár L.: Komfortelmélet, Műegyetemi Kiadó,2000.
- Fanger PO.: Thermal Comfort. Robert E.Krieger Pulb.Co., Malabar, Florida, 1982.
- Horváth Csaba.: A Hazáért –mindhalálíg! Bp., Honvéd Kiadó, 1999.
- Horváth M.: A 2. magyar hadsereg megsemmisülése a Donnál. H. I. Bp., Zrínyi Kiadó, 1959. p. 248-250.
- ISO-7730, 1984.
- Komlós F.: Középpontban a kellemes hőérzet. (Internet) [http:// zoldtech. hu](http://zoldtech.hu)
- Révai Tamás: A katonai ruházat szerepe a hőkomfortérzet kialakításában. Felderítő Szemle 109-116, VIII. évf.3. szám, 2009.
- Fanger PO, 1972: Thermal Comfort. McGraw Hill Book Co., New York
- Höppe P, 1992: Ein neues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur in Freien. Wetter und Leben 44, 147-151
- Höppe P, 1993: Heat balance modelling. Experientia 49, 741-746
- Mayer H and Matzarakis A, 1997: Heat stress in Greece. Int J Biometeorology 41, 34-39
- Nikolopulou M and Lykoudis S, 2006: Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. Building and Environment 41, 1455-1470
- Nagy – Pisztrai – Tóth – Zimonyi: A magyar katonai ellátó (hadtáp) szolgálat története (az őshazától – 1949-ig). Bp., Zrínyi Katonai Kiadó és MN Hadtápfőnökség, 1984. 523.
- Révai Tamás: Védőruházat szerepe a hőkomfort kialakításában. Seregszemle. VIII. évfolyam, 1. szám 2010. 132-133.