

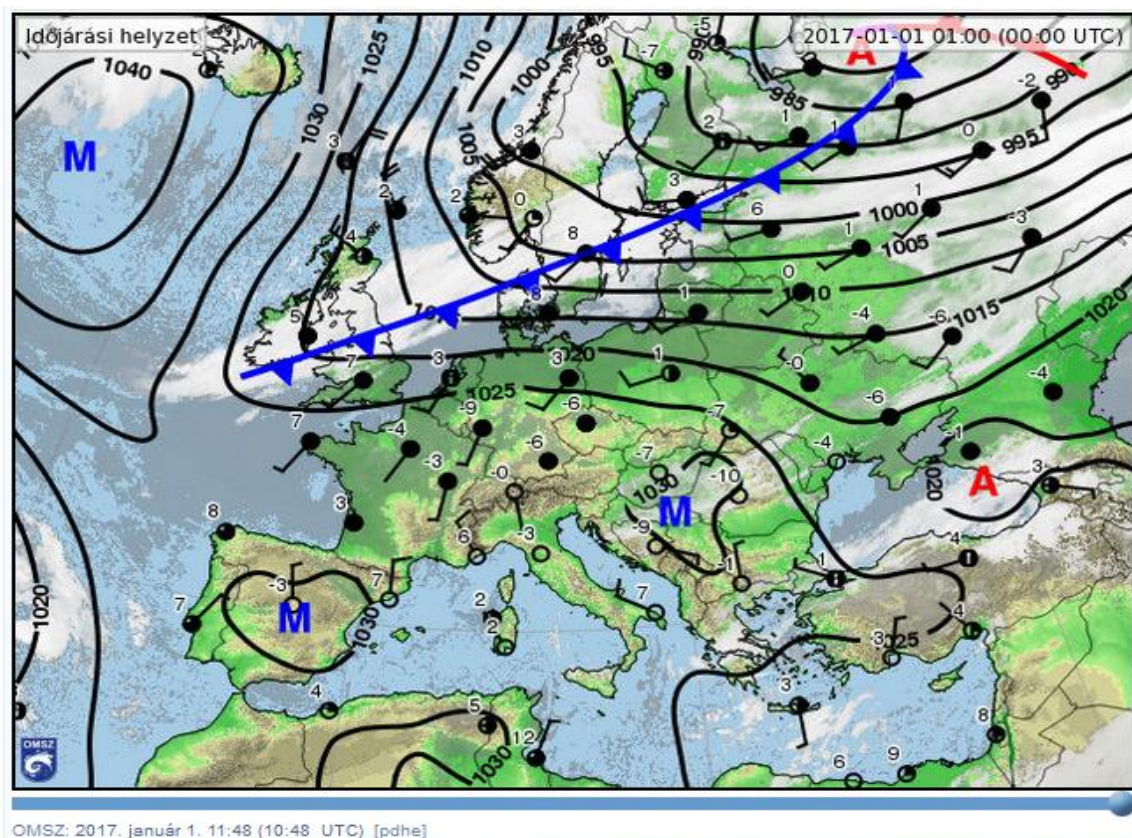
# A TÚRÁZÁS HUMÁNMETEOROLÓGIAI SZEMPONTBÓL: 2 RÉSZ: GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

Ács Ferenc

ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék  
e-mail: [acs@caesar.elte.hu](mailto:acs@caesar.elte.hu), ORCID: 0000-0002-1611-6839

## Bevezetés

Az emberek számára az időjárás a hő-terhelés szempontjából fontos. Ez a mindenkori reggeli -- hogyan is öltözködjek ma? -- kérdésben testesül meg. Az időjárást, mint kültéri hő-terhelést, döntően az aktuális makro-cirkulációs típus határozza meg, melynek két alapvető fajtája a ciklonális és az anticiklonális típus. A ciklonális makro-cirkulációs típusokban kisebb az időjárás hő-terhelésének intenzitása, de nagyobb az időjárás hő-terhelésének változékonysága, mint az anticiklonális makro-cirkulációs típusokban. Az extrém hő-terhelések (nagy hőtöbblet vagy nagy hő-hiány) az anticiklonális makro-cirkulációs helyzetekben vannak. Ekkor a hő-terhelésnek nemcsak az intenzitása, hanem az időtartama is nagyobb az átlaghoz képest. A továbbiakban mi csak az anticiklonális makro-cirkulációs időjárás helyzetekre (1. ábra) fókuszálunk.



1. ábra: Egy Kárpát-medence feletti anticiklonális makro-cirkulációs helyzet Európára vonatkozó időjárás képe 2017 január 1.-én 0 UTC-kor.

Az időjárás hő-terhelésének érzékelése változik embertől emberig, még akkor is, ha megegyező a mozgásállapotuk (pl. ugyanakkora sebességgel gyalognak). E szubjektív jelleg, azaz, az időjárás hő-terhelésének egyén-specifikus érzékelése egy olyan témakör,

amely „közhelynek” számít a mindennapi élet beszélgetéseiben. E tanulmány célja e témakör tudományos megközelítése (pl. Jang et al., 2009) abban az esetben, ha az ember gyalogol, túrázik, azaz mozgási sebessége  $4 \text{ km}\cdot\text{óra}^{-1}$ . A témát számszerűen fogjuk elemezni a tanulmány 1. részében bemutatott modell (Ács, 2016) alapján.

## Adatok

A modell bemenő adatai mind a humán jellemzők, mind a légköri hő-terhelést meghatározó változók.

### *Humán jellemzők*

A humán jellemzők az ember testének tömege, magassága, az ember életkora és neme, valamint az emberi test mellmagasságban mért kerületével megegyező henger átmérője ( $d$ ) és a maximális, fenntartható mozgási sebesség ( $\alpha_M$ ). A mérésekben résztvevő emberek névsora és adataik az 1. táblázatban láthatók. Az adatokat Újvidéken gyűjtöttük 2018 július 12.-én reggel nyolc és kilenc óra között a nyári időszak szerint. A maximális, fenntartható mozgási sebességet 50 m-en becsültük a megtett út időtartamának mérésével. Látható, hogy a  $d$  szórása aránylag kicsi, viszont az  $\alpha_M$  szórása jóval nagyobb. Megemlítendő, hogy a mérésekben résztvevő emberek átlagos életkora 55,6 év.

1. táblázat: A modellben használt humán jellemzők 10 vajdasági (délvidéki) emberre vonatkozóan.  $d$  = az emberi test mellmagasságban mért kerületével megegyező henger átmérője,  $\alpha_M$  = a fenntartható maximális mozgási sebesség.

Név	Tömeg [kg]	Magasság [cm]	Kor [év]	$d$ [m]	$\alpha_M$ [ $\text{ms}^{-1}$ ]
1. Szabó-Török Emma	58,0	152,0	60	0,28	2,82
2. Szűcs Rita	55,0	166,0	34	0,23	2,54
3. Muhi Béla	95,0	186,0	68	0,34	3,81
4. Brindza Ervin	93,0	192,5	54	0,32	5,47
5. Malagurszki Éva	65,0	172,5	52	0,25	4,39
6. Pásztor Lajos	95,0	179,0	53	0,34	5,01
7. Futó Attila	88,0	178,0	53	0,33	4,70
8. Kerekes György	85,0	176,0	59	0,33	4,77
9. Deák Ildikó	78,0	169,0	47	0,28	4,56
10. Popović Teodor	82,0	171,0	76	0,32	3,01

### *Légköri kényszer*

Mint ahogy már említettük, a hő-terhelést meghatározó légköri változók anticiklonális időjárási helyzetekre vonatkoznak: egy nyári és két téli napra (2. táblázat). A változókat tudományos irodalom, közvetlen megfigyelés és az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján közzétett adatok alapján becsültük. A  $Q_0$ -át és az  $\alpha$ -át Mihailović és Ács (1985) munkájából vettük a hónap és az órák köz ismerete alapján, az óra-közbeni, túrázási időszakra vonatkozó relatív napfénytartamot ( $n/N$ ) és felhőzetet ( $N$ ) megfigyelés alapján, míg a léghőmérsékletet ( $T_a$ ), a relatív nedvességet ( $r$ ) és a 10 m-es szélességet ( $u$ ) az OMSz honlapján közzétett adatok alapján becsültük. A mellmagasságban (1,5 m) levő szélességet az  $u$  alapján becsültük a neutrális rétegződésre vonatkozó logaritmikus szélprofil feltételezésével. Vegyük észre, hogy a két téli nap adott órák közre vonatkozó időjárása merőben különböző! A január 1.-jei nap fő jellegzetessége a köd, a vele járó

vízgőztelítettség és a szélcsend, míg a január 7.-kei nap teljesen napsütötte, a levegő száraz, a szél erősebb. E különbségek gyönyörűen látszanak a 2. ábrán.

2. táblázat: A modellben használt légköri kényszerek, melyek 2016 augusztus 9.-én 15-16 óra, 2017 január 1.-én 10-11 óra és 2017 január 7.-én 13-14 óra közötti időszakra vonatkoznak

Nap	$Q_0$ [ $\text{MJm}^{-2}\text{óra}^{-1}$ ]	$\alpha$	$n/N$	N	$T_a$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$r$ [%]	$u$ [ $\text{ms}^{-1}$ ]
2016.08.09	1,905	0,31	0,6	0,2	28	40	2,20
2017.01.01	1,503	0,42	0	1	-5,0	100	0,80
2017.01.07	1,344	0,39	1	0	-9,0	40	3,60



2. ábra: Az időjárás képe Martonvásáron 2017 január 1.-én 10-11 óra közötti (balról), valamint 2017 január 7.-én 13-14 óra közötti időszakban

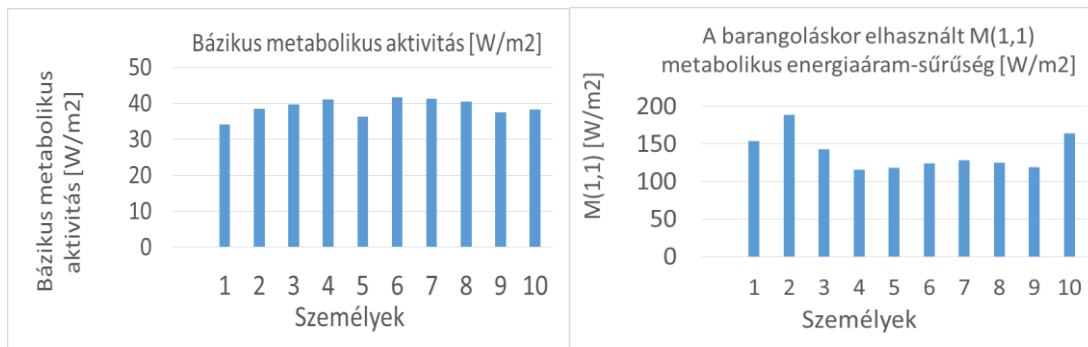
### *Gondolatkísérlet*

A humán jellemzők és a légköri kényszer adatait különböző napokon gyűjtöttük, azaz, a kiválasztott egy nyári és két téli napon az emberek nem voltak közvetlenül kitéve az adott napok hő-terhelésének. Így, a numerikus kísérletek gondolatkísérletek, a valóságban meg nem történt eseményeket szimulálnak. E gondolatkísérletek hasznossága azonban nem vonható kétségbe, a kapott eredmények akár fel is használhatók pl. kültéri sportesemények alkalmával.

## **Eredmények**

### *Humán jellemzők*

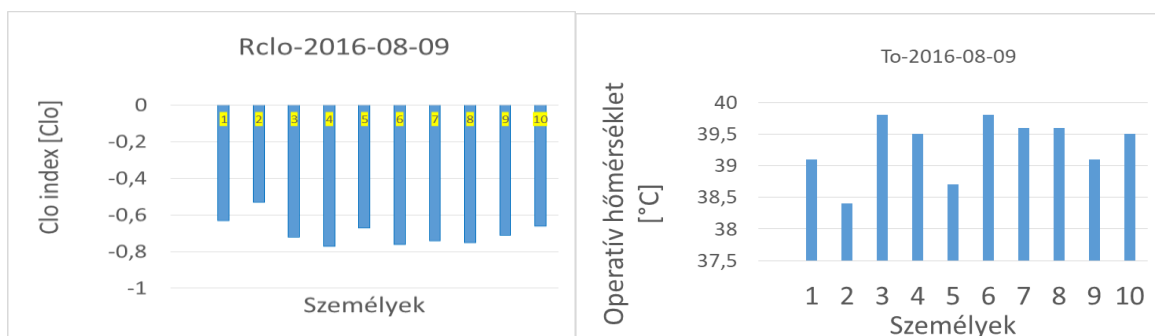
Nézzük előbb a humán jellemzőkből származtatott  $M_b$  [az 1. rész (13)-as és (14)-es képletei] és  $M(1,1)$  [az 1. rész (15)-ös képlete; az  $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  sebesség megegyezik a  $4 \text{ km}\cdot\text{óra}^{-1}$  sebességgel] egyén-specifikus adatokat (3. ábra)! Az ábrákon és az 1. táblázatban a személyek számozása megegyezik. Az  $M_b$ -értékek  $35\text{-}45 \text{ Wm}^{-2}$  között szóródnak, az  $M(1,1)$ -értékek szóródása viszont jóval nagyobb:  $115\text{-}190 \text{ Wm}^{-2}$  közöttiek. Megemlítendő, hogy a nemzetközi együttműködésben kidolgozott UTCI (Universal Thermal Climate Index)-index számításakor (Blazeyczyk et al., 2010) vett  $M(1,1)$ -es érték  $135 \text{ Wm}^{-2}$ . Megemlítendő az is, hogy az UTCI-index referencia-emberének Dubois-féle (Dubois and Dubois, 1915) testfelszíne  $1,86 \text{ m}^2$ , míg a vizsgált tíz ember esetében ez az érték  $1,52$  és  $2,21 \text{ m}^2$  között változott. A  $d$ -értékek szórása kicsi (1. táblázat).



3. ábra: Tíz ember (1-10) bázikus metabolikus aktivitása és a barangolásakor elhasznált metabolikus energiaáram-sűrűsége

2016 augusztus 9

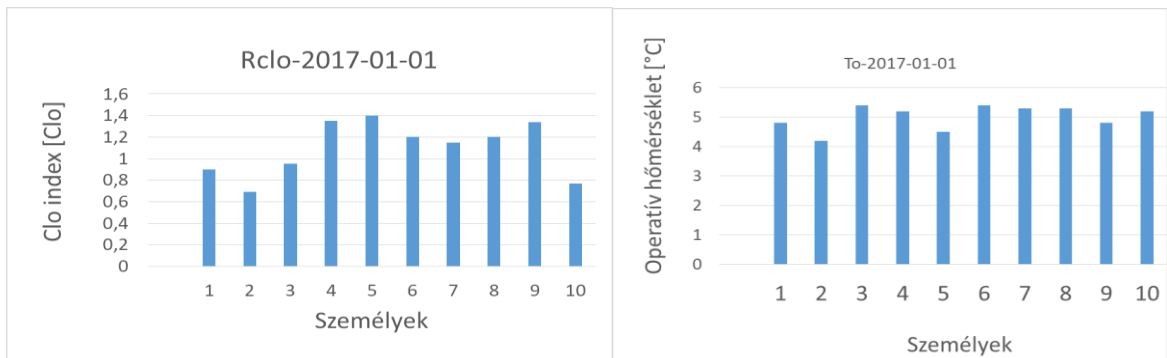
A Clo index és az operatív hőmérséklet individuális változékonyságát egy nyári hőségnapon (a napi maximális hőmérséklet nagyobb, mint 30 °C) a 4. ábra szemlélteti. A Clo index értékek negatívak, ami arra utal, hogy a hő-egyensúly eléréséhez hűtés szükséges. Az értékek megközelítően -0,5 és -0,8 Clo között szóródnak, ami majdnem 40%-os maximális relatív eltérés. Jegyezzük meg, hogy egy téli pulóver +0,2-0,3 Clo értékű melegítő hatást fejt ki. Az operatív hőmérsékletben szintén látható az individuális változékonyság a  $d$  individuális változékonysága miatt, ami aerodinamikai hatásokra vezethető vissza. A legnagyobb abszolút eltérések 1 °C körüliek. Észrevehető az is, hogy az operatív hőmérséklet megközelíti a 40 °C.



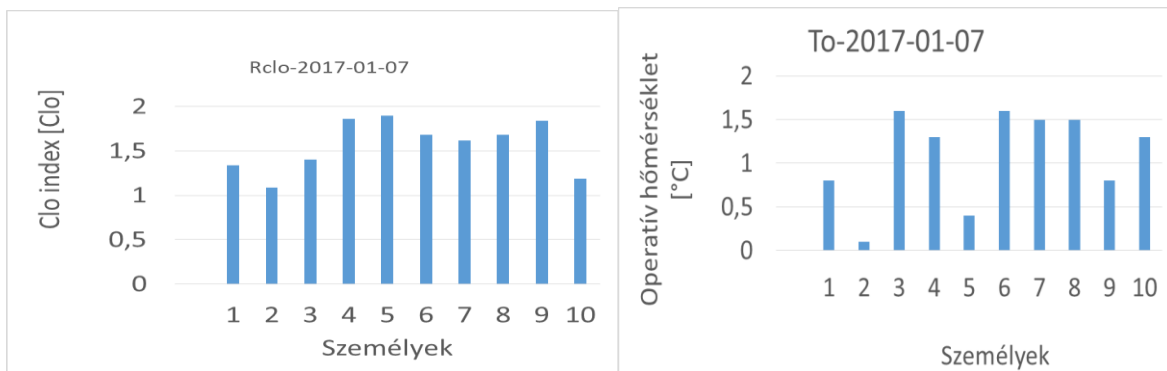
4. ábra: A Clo index [Clo] (balról) és az operatív hőmérséklet [°C] (jobbról) egyéni változékonysága Martonvásáron 2016 augusztus 9.-én 15 és 16 óra között

2017 január 1 és 7

Télen a Clo index pozitív, ami azt jelenti, hogy a hő-hiányos kültéri környezetben fűtésre van szükség a hő-egyensúly eléréséhez. A Clo index egyéni változékonysága január 1.-én óriási, 0,7-1,4 közötti, ami maximális 50%-os relatív eltérés. Az operatív hőmérséklet 5 °C körüli, azaz megközelítően 10 fokkal nagyobb, mint a léghőmérséklet, ami gyönyörűen mutatja a köd melegítő hatását. A  $T_o$  individuális változékonysága 1 °C körüli, ami szembeötlő tekintettel a  $d$  kicsi változékonyságára. A Clo index individuális változékonysága január 7.-én is nagy, 1,09-1,9 közötti. Ezen a napon a  $T_o$  értéke, és egyéni változékonysága is, 1 °C körüli. A  $T_o$  kb. 10 °C-al nagyobb, mint  $T_a$ , ez a napsugárzás erős melegítő hatásával magyarázandó. Láthatjuk, hogy e melegítő hatás összemérhető a köd melegítő hatásával. A  $T_o$  egyéni változékonysága igen nagy, 0,1-1,6 °C közötti, ami kb. 90%-os maximális relatív eltérés.



5. ábra: A Clo index [Clo] (balról) és az operatív hőmérséklet [°C] (jobbról) egyéni változékonysága Martonvásáron 2017 január 1.-én 11 és 12 óra között



6. ábra: A Clo index [Clo] (balról) és az operatív hőmérséklet [°C] (jobbról) egyéni változékonysága Martonvásáron 2017 január 7.-én 13 és 14 óra között

### Következtetések

Eredményeink alapján megfigyelhető, hogy

- 1) mind a Clo index, mind a  $T_o$  hőmérséklet egyénileg változó, ezen egyéni változékonyság a Clo index esetében szembeötlőbb,
- 2) a Clo index egyéni változékonysága nagyobb télen, mint nyáron, ami feltehetően azzal magyarázható, hogy a téli évszakban a sugárzási egyenleg [1. rész, (9)-es egyenlet] és az  $M(1,1)$  értékei [1. rész, (15)-ös egyenlet] összemérhetőek.

Megjegyzendő, hogy a bemutatott eredmények csak kezdeti eredmények, a vizsgálatok tovább folytatandók minél több és különbözőbb ember bevonásával.

### Irodalomjegyzék

- Ács, F., 2016: A túrázás humánmeteorológia szempontból: 1. rész: elmélet. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, No. 27: 25-28.
- Blazeyczyk, K., Broede, P., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Kunert, A., 2010: Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica*, 14: 91-102.
- Dubois, D., Dubois, EF., 1915: The measurement of the surface area of Man. *Arch. Intern. Med.*, 15: 868-881.
- Jang, TS., Iyoho, AE., Berglund, LG., Nair, SS., 2009: Modeling Individual Variations in Thermal Stress Response for Human in Transient Environments. *ASHRAE Transactions*, 115: 552-564.

*Mihailović, DT., Ács, F., 1985: Calculation of daily amounts of global radiation in Novi Sad. Időjárás, 89: 257-261.*