

Patonai Zoltán¹, Géczi Gábor², Kicsiny Richárd³, Baráth István⁴

KATONAI TÁBORI ELHELYEZÉS, BELSŐ KÖRNYEZET

<https://doi.org/10.30583/2020/3/020>

Absztrakt

Kutatásunk tárgya a katonai táborok elhelyezési körleteiben a belső levegőminőségének vizsgálata. Megfigyeljük a szén-dioxid (CO₂)-koncentráció változását a pihenő körletekben, amely alapján a kutatásunk további részében vizsgálni fogjuk annak hatását a katonák harctéri teljesítőképességére. A megfigyelésekhez azokat a 30 m³ belső légterű elhelyezési konténereket vettük alapul, amelyek telepítése a külszolgálatok és egyéb hazai műveletek biztosításához elterjedtek és 4 fő befogadására alkalmasak. További mérésekkel tervezzük meghatározni a különböző elhelyezési eszközökkel és anyagokkal kialakított katonai táborok fűtési és hűtési energiaigényét. Az adatok alapján szimulálható a különböző táborépítési anyagok alkalmazásának megfelelő energiaigénye. Az idő függvényében szimulált energiaigények eredményeivel általánosan alkalmazható korrelációt lehet kimutatni a katonai alkalmazás tervezett időtartamával.

Kulcsszavak: katonai tábor, belső levegő minősége, komfortelmélet, energiaigény

Abstract

The study of Indoor Air Quality (AQ) in military camps is an important part of our research. We assess carbon dioxide (CO₂) contamination in the rest areas of military camps, and its impact on soldiers' morale. The internal unit of air space of the accommodation unit container is 30 m³, which can accommodate up to 4 persons in the field, according to

¹ Patonai Zoltán alezredes, HM VGH IKI ÜFO osztályvezető, patonai.zoltan@mil.hu, ORCID: 0000-0003-1060-437X

² Dr. habil Géczi Gábor egyetemi docens, SZIE KÖRI ÉLKT tanszékvezető, geczi.gabor@szie.hu, ORCID: 0000-0002-0909-7131

³ Dr. Kicsiny Richárd egyetemi docens, kicsiny.richard@szie.hu,

⁴ Baráth István dandártábornok NKE c. egyetemi docens, a SZIE tiszteletbeli professzora, e-mail címe: Istvan.Barath@hm.gov.hu

the installation requirements. Measurements determine the heating or cooling energy demand of the military camp. Based on the data, we will simulate the energy requirements for different camp constructing materials over time. The results of the time difference simulated energy demand show a generally applicable correlation with the duration of military assignment.

Keywords: Military camp, indoor air quality, comfort theory, energy demand

Bevezetés

NATO tagállamként Magyarországnak, ezáltal a Magyar Honvédségnek nagyobb szerepet kell vállalnia a békeműveletekben, ahol a katonák elhelyezése katonai táborokban, ideiglenes létesítményekben történik. Az elmúlt 20 év NATO-szerepvállalásai és a külföldi missziók tapasztalatai alapján újra kell gondolni a katonai táborok koncepcióját. Az ideiglenes infrastruktúra kiépítését meghatározó alapvető tervezési adatok és követelmények kizárólag gyakorlati adatok alapján kerültek és kerülnek jelenleg is megállapításra. A műveleti infrastruktúra optimális kapacitásának megtervezéséhez elengedhetetlen a táborok befogadóképességének optimális tervezése, amelynek a mai kor elvárásai szerint figyelemmel kell lennie a beltéri környezet minőségére. A beltéri környezeti hatások elemzéséhez méréseket kell végezni a szén-dioxid [CO₂]-koncentrációval és a helyiség levegőminőségével elégedetlen emberek arányának felmérése érdekében. A mérések alapján optimalizálható az elhelyezési körletek beltéri környezeti szennyezőanyag-egyensúlya. Ennek ismeretében meghatározható a standard, katonai tábor építéséhez rendszeresített elhelyezési körletek elhelyezési kapacitása, azaz a meglévő szabályzatban szereplő 3-4 m²/fő alapterület helyett az elhelyezési körletben a katona által elhasznált vagy rendelkezésre álló levegő-mennyiség m³/fő dimenzió szerint.

A katonai táborok elhelyezési komfortparamétereinek vizsgálatát szeretnénk elvégezni. A következőkben részletesen bemutatjuk a kutatási témánk szakirodalmi háttérét, amely alátámasztja a kutatómunka jelentőségét és időszerűségét, egyben a Katonai Logisztika olvasói számára bemutatjuk a kutatás előkészületeit, amellyel rá szeretnénk világítani, hogy egy kutató napi munkája során milyen problémákkal szembesül.

A téma háttere és időszerűsége

Ideiglenes létesítmények alkalmazását általában egy kényszerű szükségesség indokolja. Első hallásra rendezvények végrehajtásához vagy gyakrabban építési feladatok teljesítéséhez szükséges felvonulási épületekre gondolunk. Ez nem meglepő, hiszen az építési kivitelezés első gyakorlati munkafázisa a helyszínre történő felvonulás, mely lényegében az építési helyszín üzemmé alakítását jelenti (Benkő, 2016:1), amely célja az építési munkákhoz alkalmazott technológiáknak megfelelő munkaterület kialakítása, berendezése és a működtetési feltételek biztosítása. Az építési tevékenység valóban teljes körű kiszolgáltatást igényel, és a feladat volumenétől függően az ideiglenes létesítménynek akár tartós idejű alkalmazására kerülhet sor.

A katonai táborokhoz hasonlóan a felvonulási létesítmények körébe tartoznak a helyszínen folyó munka irányításához és a dolgozók szociális ellátásához szükséges létesítmények, az ideiglenes közműhálózatok kiépítésével a víz- és energiaszükséglet kielégítése, segédüzemek, raktárak, tárolóhelyek kialakítása, valamint az ideiglenes úthálózat létesítése.

Az ideiglenes létesítmény kialakításának szabályait is a fentieknek megfelelően tudjuk meghatározni. A 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról ennek alkalmazási körét az 1. § (1) bekezdésében az alábbiak szerint határozza meg: *„E rendeletet a (3) bekezdésben meghatározott esetekben – a (2) bekezdés szerinti kivételekkel – épületek és az épület önálló rendeltetési egységei energetikai jellemzőinek tanúsítási eljárására kell alkalmazni....*

(2) A rendelet hatálya nem terjed ki:

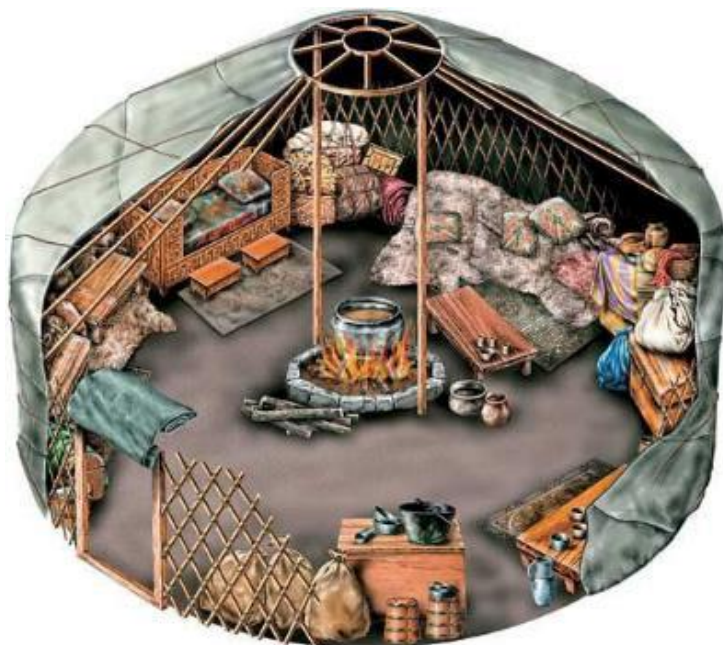
- az önálló, más épülethez nem csatlakozó, 50 m²-nél kisebb hasznos alapterületű épületre;*
- a legfeljebb 2 évi használatra szánt felvonulási épületre, fólia- vagy sátorszerkezetre”.*

A fenti jogszabály értelmében energetikailag vizsgálandó ideiglenes épületet csak akkor kötelező megvizsgálni, ha 2 évet meghaladja a tervezett használata. Ennek megfelelő szempont szerint kijelenthető, hogy hazánkban akkor ideiglenes jellegű a létesítmény, ha a tervezett

folytonos használata nem haladja meg a 2 évet, függetlenül a létesítmény áttelepíthetőségétől, mobilizálhatóságától.

Ugyanakkor a katonai alkalmazásnak megfelelően, jellemzően nemzetközi szerepvállalás teljesítése során, a katonai „hot spots” alkalmazott táborai, a feladatok volumenére tekintettel, jóval nagyobb időintervallumra tervezettek. Például a NATO-vezetésű nemzetközi stabilizációs haderő Afganisztánban - ISAF (International Security Assistance Force) - műveletei 2003-ban kezdődtek és mint Resolute Support Mission (RSM) vagy Operation Resolute Support (ORS) néven még napjainkban is tartanak.

A tábori elhelyezés történetét akár őseink életmódjára is visszavezethetnénk, amikor jurtában laktak és vándorló életük szükségének megfelelően táborot bontottak és tovább települtek. A jurta jelentősége abban állt, hogy szétszerelve könnyen tovább lehetett vele vándorolni. Az 1. ábrán látható a jurta kör alakban felállított rácsos fala, a „kerege”; ez tartotta a körülbelül tetőléc-keresztmetszetű lécekkel középre igazított kör alakú úgynevezett tündököt, amelyet építéskor az „istenfának” nevezett villás alakú rúd tartott. A „kerege” köré szorosra feszített kötél biztosította, hogy a jurta az „istenfa” kivétele után nem rogyott össze.



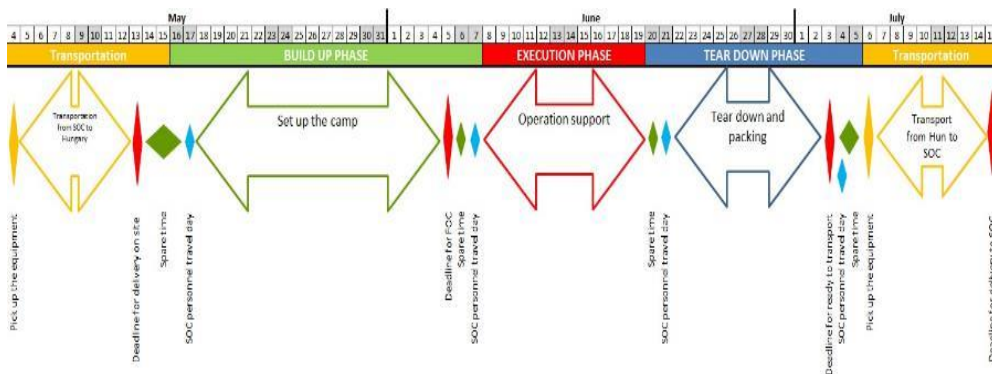
1. számú ábra. Jurta berendezése (forrás: <http://printerest.com>)

A mai napig a sátor szolgál a katonai táborok alapvető anyagaként. Jelenleg a Magyar Honvédségben az M63 mintájú katonai sátor van rendszeresítve a személyi állomány elhelyezésére.



2. számú ábra. NSPA 200 fős tábori képesség

A 2. ábrán látható a NATO Support and Procurement Agency (NSPA) új fejlesztésű tábori képessége, amely hazánkban a Capable Logistician 2015 (CL'15) gyakorlaton mutatkozott be, és amely 200 fő elhelyezésére és munkahelyeik kiszolgálására alkalmas.



3. számú ábra. Az NSPA új tábori képességének igénybevételi időszámvetése

A tábori elhelyezési anyagok alkalmazásánál fontos tényező az időszükséglet, ennek megfelelően rövid idő alatt készletezhető és szállítható az NSPA tábori képessége is. A CL'15 gyakorlatra tervezett igénybevétel időszámvetését a 3. ábra mutatja be.

Az NSPA tábori képessége magában foglalja az elhelyezési körleteket és irodákat, a HVAC (Heating, Venting & Air Conditioning) fűtő-, szellőztető és légkondicionáló eszközöket, az önálló elektromos áramot termelő és elosztó rendszert, egy, az ételt melegen tartó és kiosztó pontot, valamint egy fürdető-, illetve vízkezelő rendszert.

Részletezve a 200 fős tábori készlet adatait:

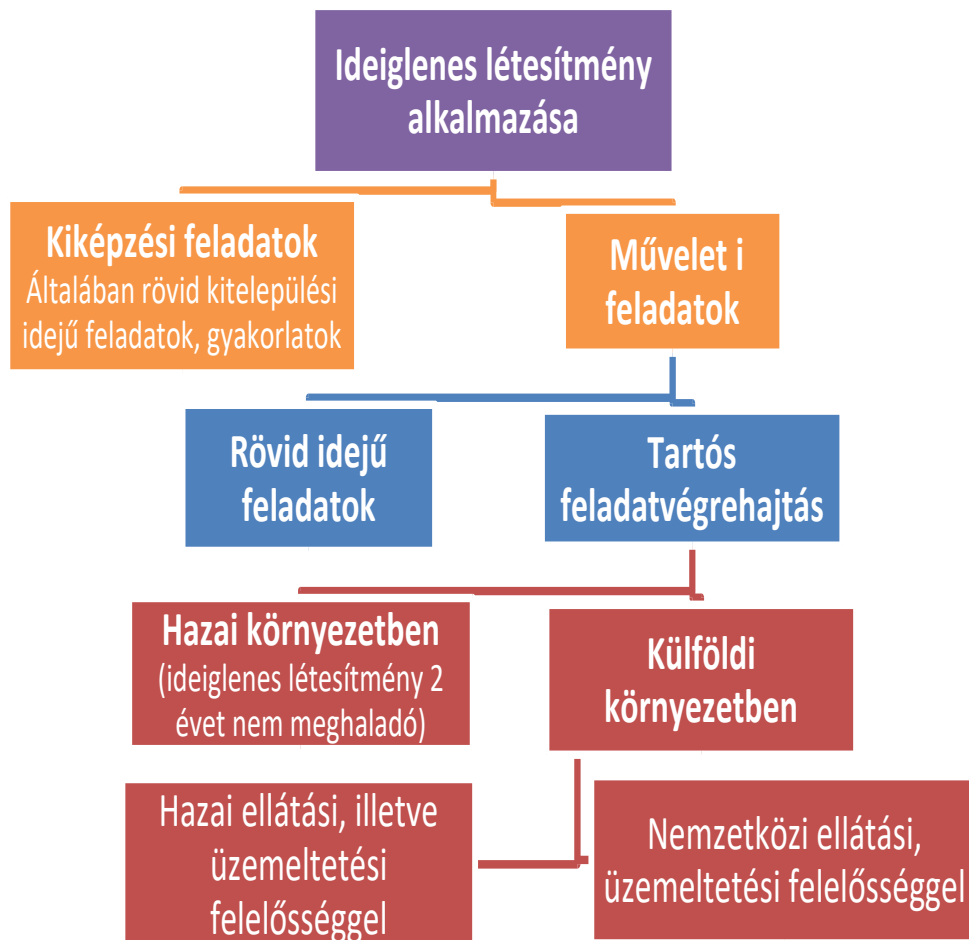
- Food Warming Station - ételmelegítő pont 1 x 200 főre;
- elektromos energia - 3 x 300 kVA;
- 4 zuhanyzó szaniterhelyiség, összesen 24 zuhanyállással;
- mosdó 4 x 4 mosdókagylóval a 4 szaniterhelyiségben;
- 4 WC szaniterhelyiség, összesen 24 WC kagylóval;
- piszoár 4 x 4 férfi piszoárral a 4 szaniterhelyiségben;
- vízközmű-ellátás 30 m³/nap, kezeletlenvíz-tároló 2 x 20 m³, ivóvíztároló 60 m³.

Összefoglalva az előző fejezetekben tárgyaltakat megállapítható, hogy ha a személyi állomány olyan területen hajt végre feladatot, ahol nincs állandó kiépített, üzemeltetett létesítmény, ideiglenes létesítményben történő elhelyezéssel kell a feladatokat biztosítani.

Az ideiglenes létesítmény katonai tábori telepítésének feladatait meghatározza a tervezési alapadatként rögzített alkalmazás idejének mértéke, naptári időszaka, földrajzi környezete és az elhelyezési szükségleti egység mértéke. (4. ábra)

A katonai célú ideiglenes létesítmények tervezésénél figyelembe kell venni a jogszabályi előírásokat, amelyek lehetnek szervezeti belső, nemzeti, illetve nemzetközi előírások. Nem hagyható figyelmen kívül a feladatot végrehajtó szervezet saját igénye sem. A honvédelemről és a Magyar Honvédségről szóló 2004. évi CV. törvény 110. § (1) bekezdés alapján a hazai és nemzetközi kiképzési rendezvények, gyakorlatok infrastrukturális feltételeinek biztosítási rendjéről a 24/2018. HM utasítás került kiadásra. Az utasítás szabályozza a gyakorlatok, kiképzési rendezvények kiszolgálási feladatai tervezésének és a

szolgáltatások igénylésének rendjét, valamint a végrehajtás során felmerülő sarkalatos feladatokat.



4.számú ábra. Ideiglenes létesítmények katonai alkalmazása

Külföldi missziók teljesítése során a sátorelhelyezésen túl XXI. századi igényeket kielégítő tábori elhelyezési tapasztalatokat is szereztek a magyar katonák. Ennek tükrében érthető parancsnoki elvárás, hogy hazai környezetben is a nemzetközi tapasztalatoknak megfelelő ellátást kapjanak a katonák egy adott feladat végrehajtása során. A katonák elvárásainak legjobban megfelelőek, egyben az európai rendszerekkel kompatibilisak, szállíthatóak és elérhetőek a szabvány 20'-os konténerek alkalmazásával kialakítható táborok, létesítmények. Az elmúlt időszak alapján kézzelfoghatóan érzékelhető volt a déli határ védelmének kiszolgálásakor, hogy a Haza védelme, mint a Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség legfontosabb feladata milyen valós problémákat állít a feladatra vezényelt állomány elhelyezési

körülményeinek, pihentetési feltételeinek megtervezése, szervezése folyamatában, a végrehajtásának és végrehajthatóságának függvényében.

Eddig röviden áttekintettük, hogy a katonai alkalmazásnak megfelelő jelenlegi szabályzás szerint milyen követelményeknek kell megfelelnie a katonai táboroknak. Sajnos az elhelyezési komfort, a belső terek levegőminőségi szempontjai a mai napig nem szerepelnek a tervezési követelmények között. *„Az emberek általában sajnos nagyon keveset foglalkoznak a beltéri levegő minőségével, pedig az ember élelem nélkül több napot kibír, még folyadék nélkül is egy-két napot, viszont levegő nélkül csak perceket.”* (Kalmár 2013:162).

A tárgyi kutatómunkánk célja, hogy a katonai infrastruktúra - katonai táborok tervezési feladatai között az elhelyezési körletek belső levegőminőségi követelménye kiemelt figyelmet kapjon. A következőkben ennek fontosságát, létjogosultságát kívánjuk bemutatni.

A belső terek minősége függ a hőmérséklettől, a belső levegő minőségétől, a tartózkodási zóna akusztikai jellemzőitől és a vizuális komforttól, vagyis a természetes és a mesterséges világítástól

A beltéri levegő minősége (továbbiakban: BLM) a komforttérben lévő levegő valamennyi, nem csak a termikus tulajdonságára utal, amely befolyásolja az ember közérzetét. A BLM-et befolyásoló szennyező anyagok (Bánhidi és Kajtár, 2000:187) magukban foglalják a gázokat és gőzöket (CO, CO₂, SO₂, NO_x, O₃, radon), a szagokat (szerves anyag, emberi, állati és növényi szagok) és az aeroszolókat (por, lebegő szilárd anyagok, pollen stb.).

A tüdőbe érkező vérben a szén-dioxid parciális nyomása 6,1 kPa, a léghólyagocskák gázterében 5,3 kPa. A diffúziós állandó értéke 3000 ml/min/kPa. A vérben a szén-dioxid részaránya szintén nagyobb, mint a diffúzió folyamat alapján számolható. Ennek oka, hogy az izommunka során a szövetekben keletkezett szén-dioxid a vörös vérsejtekbe diffundál. Ennek a folyamatnak a leíró egyenlete:



Az ember CO₂-kibocsátására vonatkozó adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

AZ EMBER SZÉN-DIOXID-TERMELÉSE

1. számú táblázat

Tevékenység	ΣQ	légzési \dot{V}	K_{CO_2}	O_2 fogy.
Nyugalmi állapot		0,3	12	14
I. ül, olvas	120	0,375	15	18
II. nagyon könnyű munka	150	0,575	23	27
III. könnyű munka	190	0,75	30	35
IV. nehéz munka	>270	>0,75	>30	>35

(FORRÁS: KAJTÁR, SZEKERES 2011:66)

ahol:

- ΣQ – az ember metabolikus hőtermelése [W/fő]
- \dot{V} – légzési térfogat [m^3/h]
- K_{CO_2} – szén-dioxid-kibocsátás [l/h]
- O_2 fogy. – oxigénfogyasztás [l/h]

Max von Pettenkofer a XIX. század közepén vizsgálta a komfortterek levegőjét, amely alapján a beltéri levegő minőségét, annak CO_2 tartalmának megfelelően minősítette az 1858-ban megjelent publikációjában (Pettenkofer 1858). Kimutatta, hogy a belső terek (lakások, iskolák, előadótermek) levegőminősége eltér a külső levegőtől, miszerint a külső levegő szén-dioxid-koncentrációja 0,03-0,04 tf %, (azaz térfogatszázalék, amely átszámítva 300-400 ppm), a lakásokban 0,09 tf %, míg az előadótermekben ettől is lényegesen magasabb értékeket mutatott ki. A kapott értékeknek megfelelően megállapította, hogy a levegőben 0,1 tf % (1 000 ppm) maximális CO_2 a "jó levegő" kritériuma. Ezt az értéket a szakma Pettenkofer-számnak nevezte el. További vizsgálatok alapján a levegő CO_2 -koncentrációjának a hatása az emberre az alábbiak szerint jellemezhető (Kajtár, Szekeres 2011:66):

- 1 000 ppm (0,1 tf %) - Pettenkofer-szám;
- < 25 000 ppm (2,5 tf %) - nincs még hatás;
- 30 000 ppm (3 tf %) - erős mély légzés;
- 40 000 ppm (4 tf %) - órákon át fejfájást, fülzúgást, szívdobogást, szédülésérzetet, pszichikai izgalmat okoz;
- 50 000 ppm (5 tf %) - 0,5-1 órán át halált okozhat;
- 80 000-100 000 ppm (8-10 tf %) - azonnali halál.

Herceg (2008:75) a laboratóriumi vizsgálat eredményeképpen megvizsgálta és számszerűsítette a szén-dioxid-koncentráció hatását az ember közérzetére. Megállapította, hogy 3000 ppm szén-dioxid-koncentráció feletti zárt térben 2x70 perc tartózkodás után az egészséges, fiatal emberek közérzete rohamosan romlik. Továbbá megvizsgálta és számszerűsítette, hogy az objektív fiziológiai jellemzők igazolják az emberi szervezet terhelésének nem megengedhető növekedését 3000 ppm szén-dioxid-koncentráció feletti zárt térben 2x70 perc tartózkodás után az egészséges, fiatal emberek esetében, ahol a szignifikancia vizsgálatnál alkalmazott feltétel $p \leq 0,05$.

Hurstinszky (2012:136) kutatásai alapján mérési és értékelési módszert dolgozott ki a hazai adottságokhoz illeszkedően a beltéri levegőminőség mérésére. Vizsgálatainak eredményei azt igazolták, hogy a nem tréningelt legalább 40 fős csoportból kiválasztott legjobb 10 fővel el lehet végezni ugyanolyan pontossággal a méréseket, mint a teljes csoporttal. Az összehasonlításnál 0,01 szignifikancia-szintet alapul véve az elfogadott tesztek aránya 95%; 0,1 szignifikancia-szintnél pedig 60% volt. A mérőalanyok 12 decipol szagintenzitás alatt fölül értékelik, 12 decipol fölött alul értékelik a levegőminőségi etalont. Az eltérés regressziós függvénye egyenest ad, egyenlete:

$$y = -0,3499x + 4,1345 \quad (R^2=0,6529)^5$$

A termikus környezet a belső környezetnek azt a tulajdonságát jelenti, amely befolyásolja az emberi test és a környezet közötti hőcserét. Magyar (2011:12) szerint a termikus környezet az alábbi tényezőkkel jellemezhető:

- relatív nedvességtartalom;
- helyi diszkomfort tényezők (felületi hőmérséklet, függőleges levegőhőmérséklet-különbség, sugárzási hőmérsékleti aszimmetria, huzat);
- operatív hőmérséklet;
- általános hőkomfort-jellemzők (PMV-PPD).

A belső tér légállapotát az operatív hőmérséklettel jellemzi a többi szabvány is (MSZ EN 15251:2008, ASHRAE 55:2010).

⁵ Hurstinszky Tamás Komfortterek belső levegőminőség emisszióforrásainak vizsgálata című doktori disszertáció 18. o.

Az általános hőkomfort a PMV-PPD értékekkel jellemezhető (MSZ EN ISO 7730:2006, MSZ CR 1752:2000, MSZ EN 15251:2008, Ashrae 55:2010). Fanger sok személy szubjektív hőérzeti adatát összegyűjtve dolgozta ki elméletét (Fanger, 1970). Az ún. Fanger-diagramok használatosak a belső terek méretezéséhez, melyek segítségével törekedhetünk a $PMV=0$ biztosítására.

A kutatómunkánk kiemelt részeként áttekintettük a beltéri levegőminőségének általános követelményeit. A megbetegedéseket okozó tényezők lehetnek bármilyen diszkomfort-tényezők. Károsanyag-szennyezés, kis, vagy nagy páratartalom, esetleg meleg felület és így tovább sorolhatnánk. Megelőzése érdekében kiemelt figyelmet kell fordítani a komfortelméletet figyelembe vevő, körültekintő tervezésre, illetve a megfelelő légtechnikai rendszer alkalmazására.

A katonai táborok elhelyezési körleteinek belső komfort biztosításának energiaáramának általánosításához végre kell hajtani a kísérleti helyszínen felállított tábor mikroklimatikus jellemzését. A jellemzőkkel meghatározott együttthatók segítségével lehet a kutatási téma vizsgálati tárgya szerint alkalmazott sátoranyag és az elhelyezési egységkonténer anyag- és energiaszükségletét összehasonlítani. Az idő függvényében szimulált energiaszükséglet különbségére vonatkozó eredményeknek a katonai alkalmazás időtartamához való rendelésével általánosan alkalmazható összefüggés mutatható ki.

A kutatómunkánkkal elérendő célok

Elsődleges célnak határoztuk meg, hogy megvizsgáljuk a katonai táborok elhelyezési körletében a beltéri levegőminőségének (a továbbiakban: BLM) hatását a katona közérzetére és a harctéri teljesítőképességére. Másodsorban, a kívánt BLM eléréséhez szükséges energiatranszport értékek, valamint máházási adatok alapján tervezzük meghatározni, hogy a katonai feladatok elhelyezési biztosításához hogyan illeszthető általánosan az időintervallum határainak kijelölése az egyes katonai tábor építésére rendszeresített konténer- vagy sátoranyag alkalmazásához. Ennek elérése érdekében a következő feladatok elvégzését tűztük ki:

Meg fogjuk vizsgálni a CO_2 -koncentráció hatását a katona közérzetére, feladatainak végrehajtására. Szükséges meghatározni a BLM-nek azon CO_2 -koncentráció értékét, amelyben 6-8 óra alvást követően

a katona közérzete romlik, feladatainak végrehajtása nagyobb erőfeszítésébe kerül, teljesítőképessége csökken.

A BLM-nek azon hőmérsékleti értékét szükséges meghatározni, amely az alvás során a legjobban elvárt, illetve amely értékkel a legkevesebb az elégedetlenek száma.

Kutatási munkánk során meg fogjuk határozni azt a szükséges friss levegő értéket, amely az elhelyezési körlet ellátásához kell annak érdekében, hogy a katonák teljesítőképessége a műveletek során az elvárt határfok alá ne csökkenjen. Ennek érdekében felhasználjuk a Magyarország déli határrészén telepített, szabvány konténermodulokból összeállított katonai táborokat a BLM-mérésekhez. Így valós műveleti táborban lehet mérni a meghatározott komfort eléréséhez szükséges energiamennyiséget, meleg (július) és hideg (január) hónapokban.

A BLM-mérések eredményei alapján az évben változó, átlag külső hőmérséklet matematikai modellel történő szimulációval - *változtatott paraméterekkel* - kimutatható a konténer- és a sátoranyagokkal épített tábor energiaszükségletének általános különbsége, mint általános építményfenntartási és -üzemeltetési erőforrásszükséglet-különbség. Ezt a különbséget összevetve a katonai alkalmazás tervezett időtartamával, a katonai tábor építési módja – mint a telepítés szükséges erőforrása, időszükséglete - meghatározhatóvá válik.

Az elhelyezési komfort és az egyéni katona teljesítőképessége közötti kapcsolat erősségét a hálózattudomány segítségével tervezzük meghatározni, szemléltetve az egymást erősítő gyenge, illetve a közvetlenül fellépő erős kapcsolatokat. A teljesítőképességet erősítő, gyengítő, illetve a közvetlen hozzájáruló direkt hatások összefüggését empirikus egyenlettel lehet leírni.

A harctéri teljesítőképesség felmérését elhelyezési konténerben tervezzük, amely alvási időben fog történni a levegő CO₂-koncentráció mérésével. Meg fogjuk figyelni, hogyan változik a helyiség levegőjének CO₂-tartalma szellőztető berendezés használata nélkül. A mérések állandó BLM mellett a CO₂-koncentráció különböző értékének (500-1500-3000-5000 ppm) beállításával fogjuk vizsgálni a katonák frissességét, közérzetét, valamint teljesítőképességét az alábbiak szerint:

- A vizsgált személyek a frissességükre, közérzetükre vonatkozóan kérdőívet töltenek ki.

- A vizsgált személyek a beállított különböző értékű CO₂-koncentrációjú levegőben eltöltött 70 perc időtartam után történő kérdőív kitöltését követően löviképzési feladatot hajtanak végre, a lövészet eredményének felméréssel.

Egy, Magyarország déli határrészén felállított létesítményben jelenleg is folyamatban lévő mérésekkel vizsgáljuk az elhelyezési létesítmény BLM-komfortnak elvárt hőérzetet. Ezzel kifejezett célunk mérni az elhelyezett személyek által beállított hőmérsékletet, kérdőívet kitölteni a beállított hőmérsékleti értékkel való megelégedettségre vonatkozóan. A méréseket a legmelegebb, azaz július, illetve a leghidegebb, azaz január hónapban szükséges elvégezni. Az elvárt hőmérsékletre vonatkozóan számítással szükséges meghatározni a konténer és a sátrak fűtési, illetve hűtési (hő)energiaigényét. A számítási eredmények alapján arányossági tényezőt kell meghatározni, és az idő függvényében szimulálni a két anyagra vonatkozó energiaszükségletet.

Az idő függvényében szimulált energiaszükségletek különbségére vonatkozó összefüggésnek a katonai alkalmazás időtartamához rendelésével általánosan alkalmazható eredmény mutatható ki.

Az elhelyezési komfortparaméterek és a katona egyéni teljesítőképességének kapcsolatát a közelmúltban egyre előtérbe kerülő hálózattudomány által feltárt kapcsolati relációk szerint (Barabási 2006) tervezzük vizsgálni. A katonák kérdőívet fognak kitölteni a külszolgálaton számukra kisebb-nagyobb jelentőséggel bíró dolgokra vonatkoztatva (pl.: jó ételmezési ellátás, jól felszerelt konditerem, korszerű egyéni felszerelés stb.), amelyekre prioritási/preferálási sorrendet állítanak fel.

A parancsnoki állományt külön kérdőív alapján tervezzük felmérni, hogy milyen dolgokat látnak fontosnak az alárendelt állomány ellátása során egy külföldi misszióban, illetve mitől várják a katonai morál magas szinten tartását.

A célkitűzésben megjelölt kutatásainkat a telepített létesítmények BLM-mutatóinak méréseivel kezdtük, melynek során komplex irodalomkutatást is végeztünk számos szakcikk, szakkönyv tanulmányozásával. A jelen publikációnkban csak a kezdeti méréseinkből nyert eredményeinket tekintjük át. A bemutatott kutatási munka a Szent István Egyetem Műszaki Tudományi Doktori Iskola keretei között valósul meg.

A kutatómunkánk során alkalmazott anyagok és módszerek

A komfortvizsgálatok működő, üzemeltetett létesítményekben, Magyarország déli határszakaszán, 4 helyszínen elhelyezett Határvédelmi Bázisok elhelyezési körleteinek (5. ábra) belső levegőminőségi megfigyelésével kerülnek végrehajtásra. A vizsgált létesítmény egy áttelepíthető épületkomplexum, amely összesen 150 fő elhelyezésére alkalmas. A konténerek méretei és előnyei megfelelnek a 20'-os irodakonténerekre vonatkozó ISO szabványban rögzítetteknek. A felépítés stabil vázszerkezeten és kivehető panelrendszeren alapul.

A konténerszállító rendszert a Mobilbox Kft. (<http://mobilbox.hu>) típustervezése alapján tervezték és állították össze.

Alapként a tömörített zúzott kőagy 3 beton járdalap alkalmazásával van szintezve és alátámasztva, 6 ponton.



5. számú ábra. A déli határszélen telepített katonai tábor elhelyezési épülete (forrás: saját felvétel)

A határvédelmi bázisok elhelyezési körletei egyenként 30 léghöbméter (2 m x 6 m x 2,5 m) nagyságúak, amelyek 4 fő elhelyezését biztosítják. A helyszíneken jelenleg a téli (fűtési) időszakban elvárt belső hőmérséklet mérései vannak folyamatban. Kihelyezett EBI-300TH mérő / adatgyűjtő műszerek rögzítik a hálóban pihenő állomány által a saját igényei szerint szabályozott belső hőmérsékletet és páratartalmat. A mérések összesítésével határozott adatokat kapunk az elvárt belső környezet termikus állapotára vonatkozóan.

Laboratóriumi mérések kerülnek végrehajtásra a Szent István Egyetem Épületgépészeti laboratórium (a továbbiakban: labor) területén, modellezve a katonai tábori szálláskörleteket. A felépített modellben a beltéri hőmérséklet és az azt befolyásoló paraméterek mérését hajtjuk végre jelenleg, amelyet a kívánt BLM eléréséhez szükséges energia-transzport meghatározása érdekében teszünk.



6. számú ábra. A SZIE Épületgépészeti labor területén elhelyezett Continest konténerek (forrás: saját felvétel)

A berendezett Continest konténerek telepítése megtörtént, belső elektromos ellátása biztosított (6. ábra).

A felállított elhelyezési modellek, a konténerek ajtószíneinek megfelelően, a méréseknél „Green” („Zöld”) és „White” („Fehér”) néven kerülnek megkülönböztetésre.

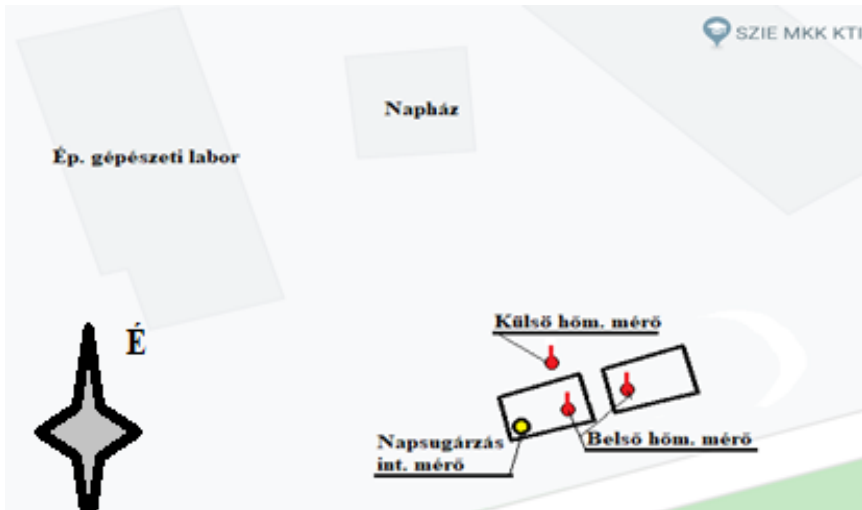
A beltéri hőmérséklet meghatározásához alkalmazzuk az alábbi matematikai modellt, amellyel a laborban telepített mérések validálhatóak:

$$T_{belső} = f(T_{külső} \times n \times I_{nap})$$

ahol:

$T_{belső}$	– belső hőmérséklet,
$T_{külső}$	– külső hőmérséklet,
n	– a körletben lévők száma és
I_{nap}	– a napsugárzás intenzitása.

A SZIE Épületgépészeti laborban felépített modellben kihelyezésre kerültek a beltéri hőmérséklet adatait gyűjtő mérőműszerek (7. ábra).



7. számú ábra. Kihelyezett műszerek helyszíne és tájolásuk

A konténer tetején, a bejárat fölött található különböző vezetékek kivezetési lehetősége. A külső hőmérséklet mérőjének kihelyezése napsütéstől védett, a konténer É-i oldalán történt, a napsugárzás intenzitás mérőjének kihelyezése a konténer tetején, annak Ny-i sarkára került. A mérések végrehajtásához 4 különböző műszer (8. ábra) áll rendelkezésre.



8. számú ábra. ALMEMO, EBI-300TH, Pyle és IMRe mérő/adatgyűjtő eszközök (forrás: saját felvétel)

A mérések végrehajtása érdekében beszerzésre került 4 db Pyle PC02MT05 típusú beltéri levegőminőség-mérőeszköz, amely digitális szén-dioxid- / levegőszennyezés-érzékelővel van ellátva. Az eszköz univerzális beltéri levegőminőség (IAQ)-mérő, amely rögzíti a levegő szén-dioxid-koncentrációját, a hőmérsékletét és a páratartalmát.

A gázmérés technológiája nem diszperzív infravörös detektoros (NDIR). Részecskemérés: 2,5/μm részecskeméret, CO₂ mérési tartomány: 0 ~ 9999 ppm +/- 70 ppm között. Hőmérséklet-mérési tartomány -10 ~ 70 °C között, +/- 0,3 °C pontossággal. Páratartalom mérési tartomány: 0% ~ 99,9% (relatív páratartalom) között, melynek pontossága: ± 3%. Az eszköz tápegysége: 110/220 V AC / DC 5 V USB fali adapter.

A hőmérséklet és a páratartalom mérésére és adatgyűjtésre Ebro - EBI 300-TH adatgyűjtő eszközt használunk. Mérési tartomány: -30 / +60°C között. Az eszköz megfelel a GMP-/HACCP-/IFS előírásoknak. Pontossága ±0,5 °C.

Rendelkezésre áll az IMRe (Intelligens Mérő Rendszer), amely informális adatokat szolgáltató mérőrendszer. A mérésekhez Arduino környezet került illesztésre, amellyel az IMRe a laborban méri a külső/belső hőmérsékletet és páratartalmat, valamint a dinamikus mérésekhez a fűtéssel befektetett energiát.

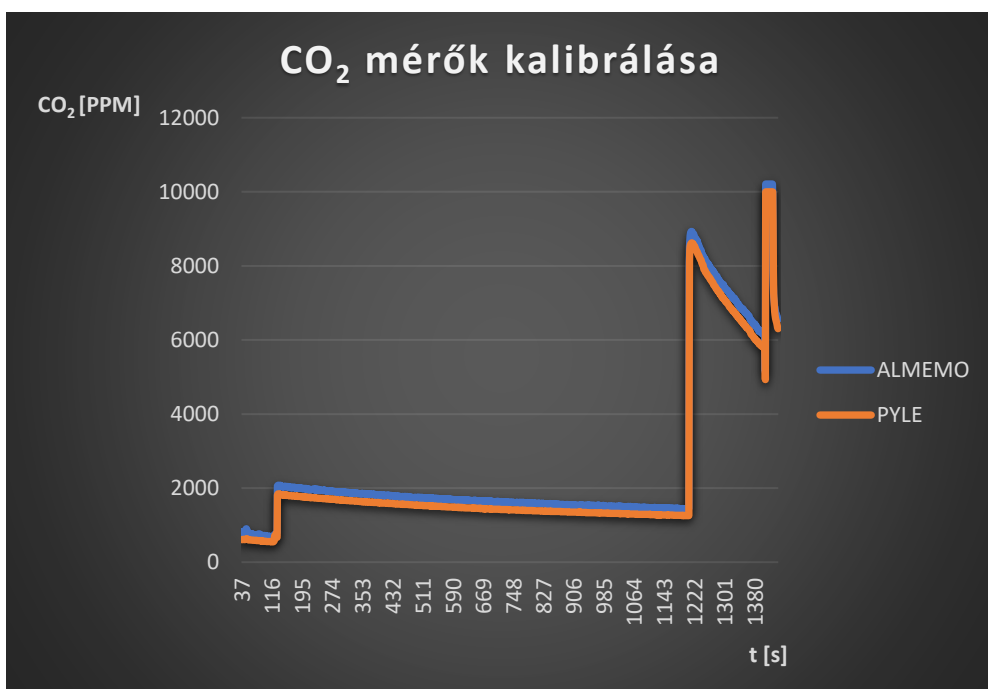


9. számú ábra. Kalibrálómérés (forrás: saját felvétel)

A különböző mérőműszerekkel rögzített adatok hiteles összehasonlításához ALMEMO típusú hitelesített mérőműszert használunk, amely méri a belső hőmérsékletet, a levegő páratartalmát és a CO₂-koncentrációt, valamint a napsugárzás intenzitását. A műszerek által rögzített

paraméterek hiteles összevetésének elvégzéséhez 24 órás kalibrálómérést végeztünk. A műszereket hőszigetelt dobozba helyeztük és légmentesen lezártuk (9. ábra). Az egyes műszerek által rögzített mérési adatok kiugró változásához a mérés alatt 2 alkalommal, az izolált mérőkörnyezetbe nedves, meleg levegő befúvásával a környezet paramétereiben dinamikus változtatást generáltunk.

A kalibrálás eredményeként (10. ábra) meghatározható, hogy a vizsgálatok hiteles eredményeinek rögzítéséhez, az adatok vitathatatlan kiértékeléséhez a hitelesített ALMEMO készülékhez megegyező eredmények álljanak rendelkezésre.



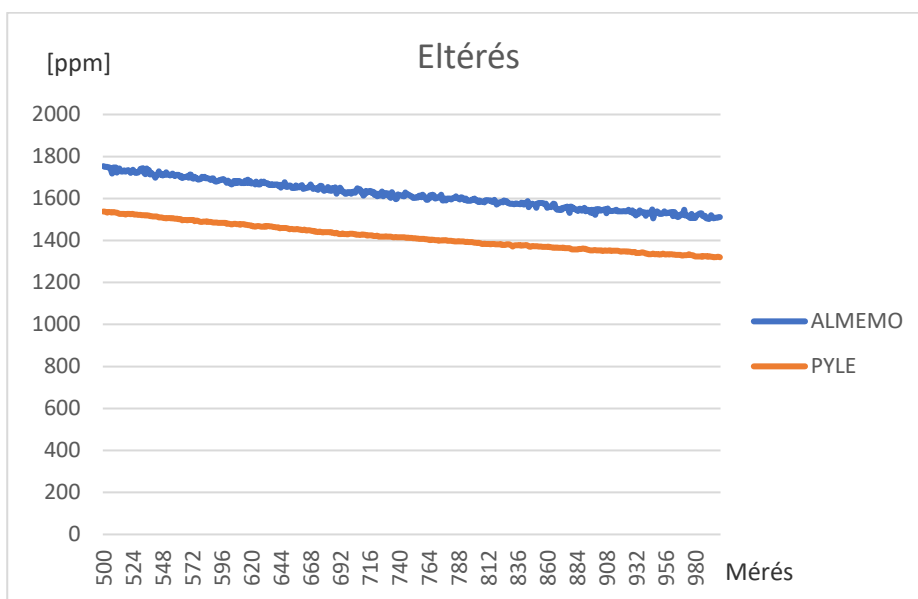
10. számú ábra. Izolált környezetben eredmények összehasonlítása

A grafikon jól szemlélteti a mérőeszközök stimulálása érdekében dinamikusan változtatott izolált környezet, jelen esetben a szén-dioxid értékének ugrásszerű változását. Jól látható, hogy a két mérőműszer adatai egyszerre, hasonló mértékben, kiértékeléskor ugyanakkora mértékben emelkedtek meg, ugyanabban a mintavételi időpontban.

A jelen publikációnkban nem célunk az összes kalibrálási eredmény bemutatása, példaként kiemelve szeretném bebizonyítani és igazolni, hogy a felhasznált, különböző mérőeszközök egységesített adatkiértékeléséhez szükséges kalibrálást végrehajtottuk. A példában a szén-

dioxid mérésére használt PYLE mérőeszköznek a hitelesített ALMEMO mérőeszközhöz történő kalibrálásának eredményét mutatjuk be bizonyítékkal (11. ábra).

Az eredmények kiértékelésekor kimutatható volt, hogy a rögzített adatok párhuzamosan futnak egymás mellett. A legkisebb négyzetek elvét alkalmazva kimutatható, hogy a dinamikus változásra a PYLE műszer lassabban reagál, kilengései csillapítottak, de a változás hatására felvett új értékekre történő beálláskor a különbségek rövid idő alatt (<1 perc) 3% hibahatár alá esnek. A kalibrációs mérések kiértékelésével meghatározható, hogy a PYLE mérőeszköz által rögzített adatok állandó abszolút hibával regisztráltak, ezért ennek kiküszöbölésére $\Delta Y_i=200$ ppm érték hozzáadásával ugyanazt az eredményt kapjuk, mint a hitelesített ALMEMO mérőeszköz által rögzített adatoknál.



11. számú ábra. Kalibráláskor mért CO₂ eredmények összehasonlítása

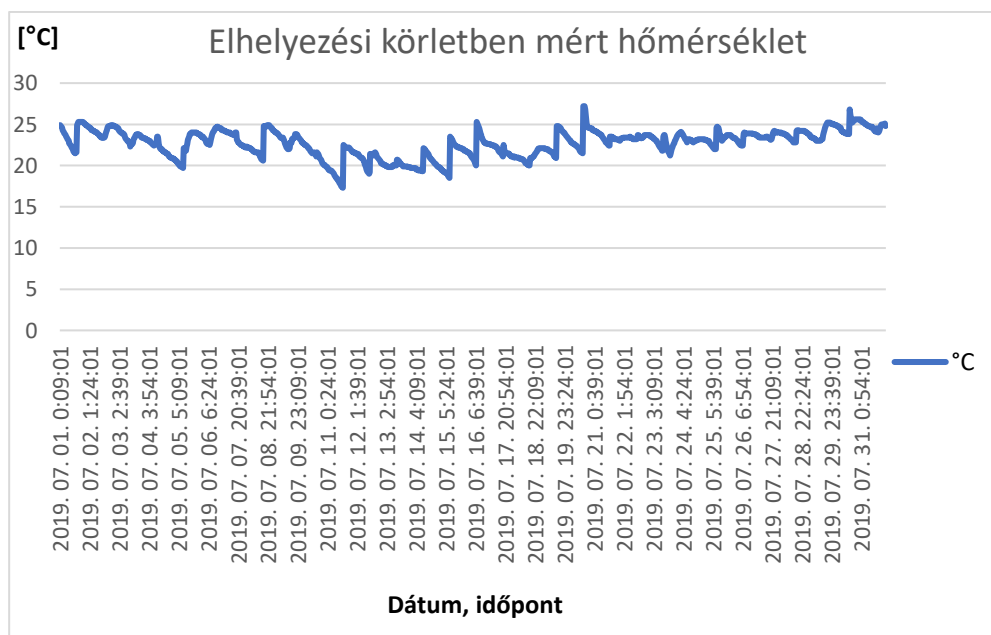
Kezdeti eredményeink

Az első mérések végrehajtása a határvédelmi bázisokon (HVB) történt a 2019. év nyári (meleg) időszakában. A mérések elsődlegesen a hálókörletekben a katonák által beállított beltéri hőmérsékletnek és a beltéri levegő páratartalmának adatait rögzítették, de ezzel párhuzamosan az irodahelyiségben elvárt beltéri hőkomfort adatait is

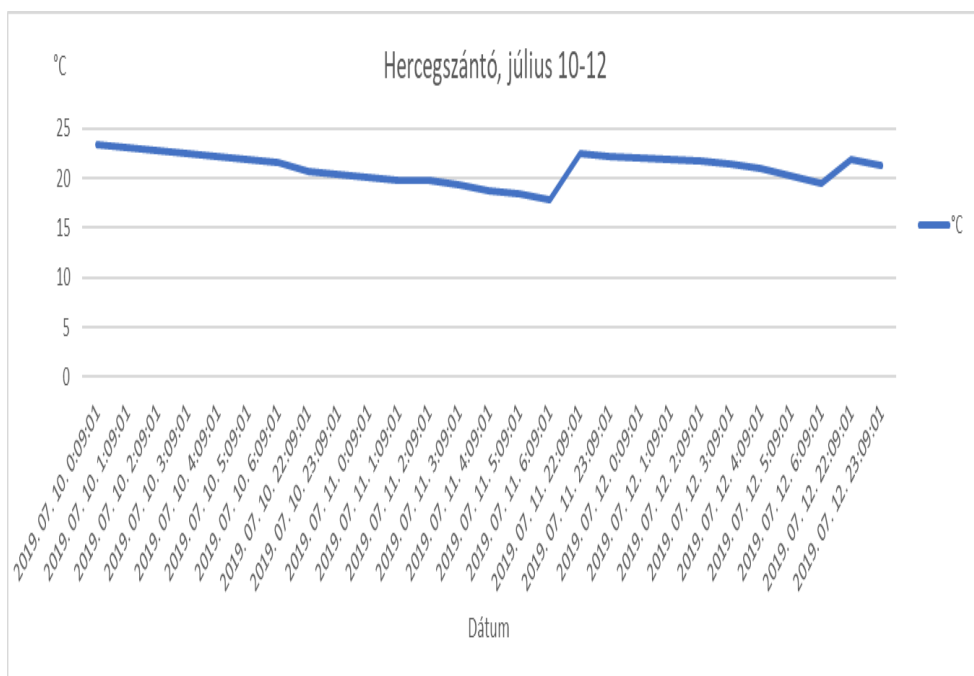
gyűjtöttük. Az irodakonténerek beltéri hőmérsékleti adatainak kiértékelésénél figyelemmel kell arra lenni, hogy alapvetően munkaidőben tartózkodtak ott a katonák, amely általában 07.00 óra és 18.00 óra közé esett, tehát ebben az időben szabályozták saját komfortérzetüknek megfelelően a fűtőtesteket.

Az eredmények rögzítése 4 db hálókörletben történt 2019.július 31-ig. A mérési tartományból a legmelegebb hónapot kiemelve a július hónap szemléltethető (12. ábra).

A szemléltetett eredmények már a kiértékeléssel szűrt adatokat mutatják. A szűrési intervallumnak megfelelően a hálókörletben az alvási időnek megfelelően lettek kiemelve és összesítve a mért hőmérsékletek. A kiemelést 3 napi értékeken (július 10 – július 12.) szemléltetve (13. ábra), megfigyelhető az alvási időszakok kezdete, amikor magasabb értéket mutattak a hőmérők, és a reggeli órákra a hálókörletben is csökkent a hőmérséklet, amely mutatja a külső alacsonyabb hőmérséklet hatását (a déli határszélen ezekben a napokban 11 °C érték volt).



12. számú ábra. HVB elhelyezési körletben mért hőmérséklet



13. számú ábra. Hercegszántó HVB elhelyezési körletben mért hőmérséklet július 10-12. között

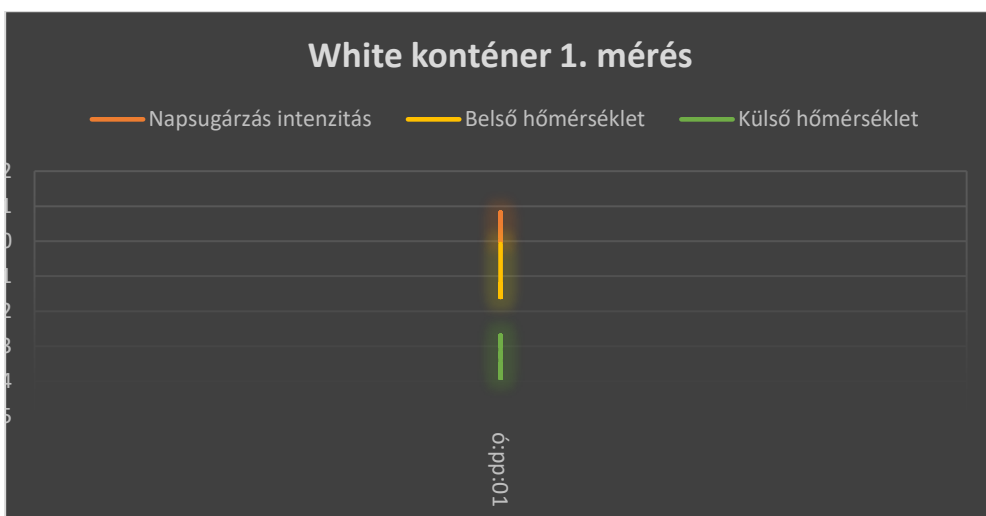
A hőmérsékletek beállítása szubjektív érték, amely az elhelyezett egyén hőérzetétől függ, ezért célunk minél szélesebb körben végezni az adatok rögzítését. Ezt az adatgyűjtést segíti, hogy 2 hetes rotációban történik a váltás, így a megfigyelt adatok szélesebb körben tudnak megvalósulni.

Kiértékelve egyenként a mért hőmérsékletet, az eddigi adatok alapján megállapítottuk, hogy az elvárt beltéri hőmérsékleti érték nyári hónapban 23,05 °C.

A labormérések végrehajtásához szükséges kalibráció az Anyag és módszer részben leírtaknak megfelelően megtörtént. Jelenleg is folyamatban vannak a statikus mérések (14. ábra). Az első méréssorozatban jól látható a külső és belső hőmérséklet változása a napsugárzás intenzitásának hatására.

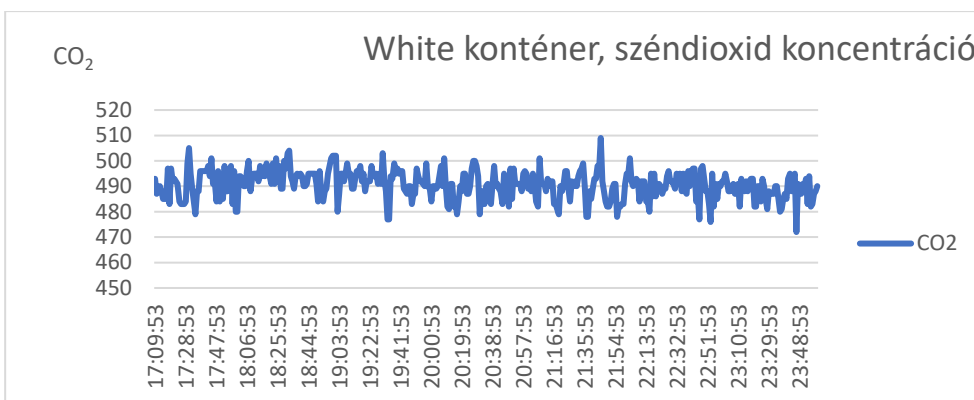
A napsugárzás-intenzitás mérési adatainak feldolgozása folyamatban van, amelyet lineáris regresszióval végzünk. Az egyenest (matematikai modellt) úgy helyezzük el, hogy az egyes mérési (M) pontoktól való átlagos abszolút eltérése minimális legyen.

$$|M1-P1| + |M2-P2| + |M3-P1| + |M4-P1| \rightarrow \min$$



14. számú ábra. A napsugárzási intenzitás hatása a külső és belső hőmérséklet változására

Párhuzamosan, a statikus mérések kiterjednek a szén-dioxid-koncentráció mérésére is (15. ábra).



15. számú ábra. White konténer beltéri levegőminősége széndioxid-koncentrációjának változása

A statikus mérésekből látható, hogy ha nincs belső pontforrás, akkor a White konténerben a beltéri levegőminőség szén-dioxid-koncentrációja 490 ppm körüli értéket vesz fel. A további vizsgálatokban a belső komforttér változását kell megfigyelni dinamikus terhelésnél, belső pontforrás elhelyezésével. Nem regisztrált megfigyelés ugyan, de a mérőműszerek elhelyezésekor, a belső légtérben 2 fő terheléssel a szén-dioxid-koncentráció néhány perc alatt elérte és túlhaladta az 1500 ppm értéket. Várható eredmény, ha 4 fő folyamatosan a belső

térben tartózkodik, például 8 óra alvás során, ahol nincs kényszerüzemű filtráció, és a természetes szellőztetés hatása is a minimálisra csökkentett, a szén-dioxid-koncentráció megközelíti az 5000 ppm értéket.

Összefoglalás

A publikációnk első részében bemutattuk, hogy miként értelmezzük a kutatási témánk szerint vizsgált ideiglenes létesítményeket, ideiglenes táborokat. Megvizsgáltuk, hogy a katonai alkalmazásnak megfelelő, jelenlegi szabályzás szerint milyen követelményeknek kell megfelelnie a katonai táboroknak. Sajnos az elhelyezési komfort, a belső terek levegőminőségi szempontjai a mai napig nem szerepel a tervezési követelmények között, ezért eltökélt szándékunk rávilágítani, hogy milyen fontos a katonai táborok tervezési feladatai között az elhelyezési körletek beltéri levegőminőségének követelménye.

A kutatómunkánk kiemelt részeként áttekintettük a beltéri levegőminőség (BLM) általános követelményeit. A belső terek minősége függ a hőmérséklettől, a BLM és a tartózkodási zóna akusztikai jellemzőitől, valamint a vizuális komforttól, vagyis a természetes és a mesterséges világítástól.

Kutatásunk alapja a BLM vizsgálata a katonai táborokban. Vizsgáljuk a szén-dioxid (CO_2)-koncentráció változását a katonai táborok pihenőkörletében és megfigyeljük hatását a katonák harctéri teljesítőképességére. Az elhelyezési konténer belső légtere 30 m^3 , amely 4 fő befogadására alkalmas, a Magyar Honvédség telepítési követelményei szerint. Mérésekkel meghatározzuk a katonai tábor fűtési és hűtési energiaigényét. Az adatok alapján szimuláljuk a különböző tábor építési anyagainak energiaigényét. Az idő függvényében szimulált energiaigények eredményeivel általánosan alkalmazható korrelációt tervezzük kimutatni a katonai alkalmazás tervezett időtartamával.

A komfortparaméterek és az egyéni katona teljesítményének viszonyát a közelmúltban előtérbe kerülő hálózati tudomány segítségével tervezzük elemezni. Kutatásunkban felmérjük, hogy a katonák számára mi a fontos a külföldi misszióban, amelyet priorizálunk. Meghatározzuk a katonai tábor elhelyezési komfortparamétereknek a katonai morálra gyakorolt hatását, és a komfortelmélet, valamint a

hálózattudomány alkalmazásával tervezzük további kutatómunkánk során optimalizálni.

Felhasznált irodalom

Ált/23. A Magyar Honvédség Szolgálati Szabályzata – 24/2015. HM rendelet melléklete

ANSI/ASHRAE Standard 55-2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

Bánhidi L., Kajtár L. (2000): Komfortelmélet. Tankönyvkiadó, Budapest

Barabási A. L. (2006): A hálózatok tudománya: a társadalomtól a webig. Magyar Tudomány

Benkő Gy. (2016): Felvonulási létesítmények, Tankönyv SzT-027-10

Herczeg L. (2008): Irodatermek belső levegő minőségének értékelése a szén-dioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás-technika Tanszék, Doktori értekezés

Hrustinszky T. (2012): Komfortterek belső levegőminőség emisszióforrásainak vizsgálata, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás-technika Tanszék, Doktori értekezés

Kajtár L. Szekeres J. (2011): Tantermek szellőztetése, frisslevegő-el látása, Magyar Installateur

Kalmár F. (2013): A belső környezet minősége, TERC Kiadó, Budapest

Magyar Z. (2011): Termikus műember alkalmazása hőkomfort vizsgálatokhoz. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó

MSZ CR 1752:2000. Épületek szellőztetése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai. Budapest: Magyar Szabványügyi Testület.

MSZ EN 15251:2008 Épületek energia-teljesítőképességének tervezésére és becslésére, levegőminőségére, hőmérsékletére, fény- és akusztikai viszonyaira vonatkozó beltéri bemeneti paraméterei, Magyar Szabványügyi Testület

MSZ EN ISO 7730:2006. A hőmérsékleti környezet ergonómiája. A hőkomfort analitikus meghatározása és megadása a PMV- és a PPD-index kiszámításával, valamint a helyi hőkomfort kritériumai. Budapest: Magyar Szabványügyi Testület

P. O. Fanger (1970): Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering, Danish technical Press, Copenhagen

Pettenkofer, M. (1858): Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch Artistische Anstalt der J.G. Gottaschen Buchhandlung. München