

KLÍMAVÁLTOZÁS

A klímaváltozás egészségre gyakorolt
hatásának munkavédelmi szempontból
történő vizsgálata



A tanulmány a GINOP-5.3.7-VEKOP-17-2017-00001 azonosító számú „Jogszerű foglalkoztatás fejlesztése” elnevezésű kiemelt projekt keretében jött létre.

A KLÍMAVÁLTOZÁS EGÉSZSÉGRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK MUNKAVÉDELMI SZEMPONTBÓL TÖRTÉNŐ VIZSGÁLATA

-

2022. április

Készítette: Enrawell Consulting Kft.

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

A klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásának munkavédelmi szempontból történő vizsgálata

Megrendelő: Innovációs és Technológiai Minisztérium

Vállalkozó: Enrawell Consulting Kft.

Projektvezető

Szebeni Dávid szakközgazdász

Vezető szakértők

Dr. Erősné Dr. Bereczki Edit foglalkozás-egészségügyi orvosszakértő

Dr. Koch Mária jogász, felsőfokú munkavédelmi szakember, vállalkozó menedzser

Szakértők

Rónavölgyi Márton közgazdász, geográfus

Rimóczi Martin junior munkatárs

A tanulmány összeállítói a munkájukhoz nyújtott kiemelkedően magas színvonalú szakmai segítségért köszönetet mondanak dr. Madarász Gyula szakmai referensnek (ITM), továbbá szakmai tapasztalataik megosztásáért Eöry Tibornénak, Őri Tibornak, Spiegel Istvánnak és Winkler Róbertnek.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
Bevezetés	6
1. A klímaváltozás főbb okai	7
1.1. Környezeti tényezők	8
1.1.1. Az éghajlati rendszer belső ingadozásai	8
1.1.2. Természetes tényezők	8
1.1.3. Az éghajlatváltozás „pozitív visszacsatolásai”	9
1.2. Gazdasági tényezők	10
1.2.1. Agrárium, élelmiszeripar, földhasználat	10
1.2.2. Energiafelhasználás, trendek	11
1.2.3. Életvitel, életszínvonal	11
1.3. Társadalmi tényezők	12
1.3.1. Népeség-növekedés	12
1.3.2. Urbanizáció	12
1.4. Összegzés	12
2. A klímaváltozás folyamata a Kárpát-medencében, európai és globális kitekintéssel	13
2.1. A globális és európai változások jelenleg prognosztizált hatásai	13
2.1.1. A klímaváltozás hatásai napjainkban	13
2.1.2. A változó éghajlat jövőben okozott kockázatai és hatásai IPCC forgatókönyvek alapján	14
2.2. A Kárpát-medencében várható változások	18
2.3. A gazdaságszerkezet várható változásai hazánkban	21
2.3.1. Közvetlen hatások: agrárium	21
2.3.2. Energiagazdálkodás	22
2.3.3. Turizmus	22
2.3.4. Közvetett hatások: feldolgozóipar	22
2.4. Ábrák az 1. és 2. fejezetben kifejtettek illusztrálására	23
3. A klímaváltozás környezeti veszélyei és egészségi hatásai a kutatások és a szakirodalom alapján	28
3.1. A klímaváltozás közvetlen (direkt) hatásai	31
3.1.1. Viharok	32
3.1.2. Extrém hideg	32
3.1.3. Extrém meleg - hőhullámok	32
3.1.4. Aszály	33
3.1.5. Árvíz, belvíz, csapadékeloszlás	33
3.1.6. Sérülékeny ágazat: a mezőgazdaság	33
3.1.7. A városi lakosság és a városi hősziget jelenség	34
3.1.8. A nem optimális hőmérséklet közvetlen hatása a lakosságra	35
3.1.9. A hőhullámok és jellemző paraméterei	36
3.1.10. A hőségriasztás	37
3.1.11. A hőhullámok hatása: hőártalom és többlethalálozás	38

3.1.12. Az ember hőszabályozása: hőtermelés és a hőleadás egyensúlya	38
3.1.13. Hőstressz - hőterhelés - hőártalom	40
3.1.14. Többlethalálózás	41
3.2. A klímaváltozás közvetett hatásai	44
3.2.1. A vízminőség megváltozása.....	44
3.2.2. Az árvizek egészségügyi hatásai	45
3.2.3. Levegőtisztaság (aeroszok, szálló por, UV sugárzás, ózon, pollenek)	46
3.2.4. Aeroszok.....	46
3.2.5. Szálló porok.....	46
3.2.6. A téli és a nyári szmog	47
3.2.7. A PM2.5 és PM10 szállóporok hatásai	47
3.2.8. Az UV sugárzás.....	48
3.2.9. Az ózon hatása.....	50
3.2.10. Pollenek.....	50
3.2.11. Mikrobiológiai hatások és következmények.....	51
3.2.12. Élelmiszerekkel terjedő betegségek.....	51
3.2.13. Vektorok által terjesztett betegségek	52
3.2.14. Allergiás betegségek gyakoriságának változása	53
3.2.15. Késleltetett egészségi hatások: gyakoribb mentális problémák.....	53
4. A klímaváltozás, a globális felmelegedés és a munka világa	54
4.1 Nem optimális klímaviszonyok közötti munkavégzés – fokozottan terhelő klíma.....	54
4.1.1. A hidegben végzett munka – a hidegstressz főbb jellemzői	55
4.1.2. A zárttéri és szabadterei hőmunka főbb munkaegészségügyi kérdései	57
4.2. A munkahelyi klíma indikátor paraméterei	57
4.2.1. A hőérzet megítélése – a hőindexek alkalmazása.....	57
4.2.2. Az empirikus indexek néhány példája: az EH és KEH, a WBGT- és a HI-index.	58
4.2.3. Termikus komfortérzet indexek	61
4.2.4. Az univerzális klímaindex - UTCI (Universal Thermal Climate Index)	63
4.3. A hőmunka kritériumai, az akklimatizáció, egyéb befolyásoló tényezők	64
4.3.1. Hőterhelés és igénybevetél.....	64
4.3.2. Az akklimatizáció jelentése és szerepe a hőmunka során.....	66
4.3.3. A hőszabályozást befolyásoló egyéb tényezők.....	67
5. A globális klímaváltozás munkahelyi hatásai	67
5.1. A klímaváltozás munkavédelmet érintő hatásai	68
5.2. Feltörekvő iparágak, új és újonnan jelentkező munkahelyi hatások.....	69
5.3. Az épített környezet változásai	69
5.4. A kedvezőtlen klíma hatása a munkabiztonságra.....	70
5.5. A kedvezőtlen klíma hatása a munkavégző képességre	71
5.6. A klímaváltozás (a hőhullámok) hatásai a hőmunkára	71
5.7. A hőhullámok hatása a szabadban végzett fizikai munka esetén.....	72
6. Az egészségügyi ellátó rendszer feladata és felkészülése a klímaváltozással kapcsolatban.....	73
7. Klíma-modellek, klímakockázati útmutatók	74

7.1. Új Adaptációs Stratégia.....	75
7.2. Társadalomtudományi Kutatóközpont, 2020 - Éghajlatváltozás és egészség - Jelentés.....	76
7.3. Módszertani útmutató a városi klímastratégiák kidolgozásához.....	78
8. A munkahelyi klímakörülmények szabályozása.....	79
8.1. Általános alapok.....	79
8.2. Korszerű nemzetközi szabályozás.....	80
8.3. A németországi szabályozás.....	81
8.3.1. A német munkavédelmi törvény (Arbeitschutzgesetz).....	81
8.3.2. Munkahelyekre vonatkozó műszaki szabályozás.....	82
8.3.3. Útmutató a foglalkozás-egészségügyi ellátáshoz.....	83
8.4. Munkahelyekre vonatkozó egyes hazai jogszabályok kivonata.....	83
8.4.1. 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről.....	83
8.4.2. 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.....	84
8.4.3. 4/2002. (II. 20.) SZCSM–EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről.....	86
8.4.4. Energetikai jogszabályok.....	86
9. Interjúk és kérdőíves felmérés.....	86
9.1. A kutatás célja és módszere.....	86
9.2. Általános megállapítások.....	87
9.3. Ágazati elemzések.....	89
9.3.1. Feldolgozóipar.....	89
9.3.2. Építőipar.....	90
9.3.3. Egészségügy.....	90
9.3.4. Egyéb megjegyzések.....	90
9.4. A munkáltatói és munkavállalói érdekvédelmi vezetői interjúk elemzése.....	91
9.4.1. Feldolgozóipar – munkáltatói vezető.....	91
9.4.2. Feldolgozóipar – szakszervezeti érdekképviselői vezetők.....	92
9.4.3. Építőipar.....	92
9.4.4. Honvédelem.....	93
10. Helyes gyakorlatok, jó példák.....	93
10.1. Egyszerű megoldás.....	93
10.2. Közérthető ismeretterjesztő kiadvány.....	94
10.3. A japán megközelítés: részletek egy ismeretterjesztő honlapról.....	96
10.4. Korszerű megoldások a klímáparaméterek szabályozására és felügyeletére telepített munkahelyeken.....	97
11. Javaslatok.....	99
12. Összefoglalás.....	105
13. Hivatkozások - Felhasznált szakirodalom.....	110
14. Mellékletek.....	117
1. melléklet. A klímaváltozás, klímavédelem során gyakran használt rövidítések.....	117
2. melléklet. Fogalomtár.....	123
3. melléklet. Vezetői, munkavállalói érdekvédelmi interjúk leirata.....	128

4.melléklet. Munkavállalói kérdőív.....	135
5. melléklet. Hazai prognózis	137
6. melléklet. A munkavállalói kérdőívekre adott válaszok vizualizációja.....	139

Bevezetés

A Föld éghajlati öveinek kialakulása természeti törvényeken alapszik, a Nap sugárzási teljesítménye és Föld keringési paraméterei (lokálisan a fénysugarak beesési szöge) mellett, döntően a légkör kémiai összetétele, a bioszféra állapota és a nagy óceáni áramlatok határozzák meg.¹ Az éghajlatnak nincsen tudományos konszenzussal elfogadott, egzakt fogalma. Talán ennek is köszönhetően, a közbeszédben az időjárást és az éghajlatot számos esetben helytelenül, szinonimaként használják.

Amíg az időjárás a légköri állapotok időben egymás után való következésének sorozata, **addig az éghajlat vagy klíma valamely hely hosszú távra jellemző időjárási viszonyainak összessége, az időjárás elemeinek hosszabb idejű ismétlődése.**² A Meteorológiai Világszervezet (World Meteorological Organization, WMO) által javasolt, és nemzetközileg elfogadott megállapodás értelmében 30 éves időszakonként tagoljuk az ún. éghajlati alapskálát.

A bolygónk hőháztartásának alapjait, valamint a Földön és a légkörében lejátszódó folyamatokat, illetve a bioszféra fenntartásához szükséges energiautánpótlást, a Napból érkező rövidhullámú és a földfelszínről kisugárzott rövidhullámú sugárzási energia mérlege határozza meg.³ A földi légkört alkotó gázok eltérő tulajdonságai okán különböző mértékben nyelik el ezt az energiát, ezáltal a visszasugárzott energia nagyobb része csapdába esik a légkörben, nettó melegedést előidézve. Ez dióhéjban az üvegházhatás folyamata, melyben kardinális szerepet töltenek be az ún. üvegházhatású gázok. Az üvegházhatású gázok tipizálása alapján megkülönböztünk természetes üvegházhatású gázokat (vízgőz, szén-dioxid (CO₂), metán (CH₄), ózon (O₃), dinitrogén-oxid (N₂O)) és mesterséges, más néven szintetikus eredetű gázokat [a legjelentősebbek a kén-hexafluorid (SF₆), a fluorozott szénhidrogének (HFC-k) és a perfluor-karbonok (PFC-k)].⁴ **A természetes eredetű és kibocsátású üvegházhatású gázok energiaelnyelése egy természetes folyamat, mely révén 33°C-kal növekszik a felszínközeli átlaghőmérsékletet globálisan, enélkül nem lenne lakható a Föld.**⁵ Ezen tudományos eredmény tükrében jogosan merülhet fel a kérdés, hogy a klímaváltozás előidézésében milyen és mekkora szerepet játszik az emberiség.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) létrehozását az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) kezdeményezte, illetve az ENSZ Közgyűlése az éghajlatváltozással foglalkozó határozatában megerősítette. Az IPCC azzal a céllal jött létre, hogy értékelje és összefoglalja az emberi tevékenység által kiváltott klímaváltozással kapcsolatos kutatási eredményeket. A testület saját kutatást nem végez, hanem referált tudományos publikációkat dolgoz fel, és ezek tartalmát jelentéseiben foglalja össze. Az IPCC 5. jelentése alapján, **95% valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 20. század közepén kezdődött melegedés legalább feléért az emberi tevékenység a felelős.** (2007-ben 90, 2001-ben 66 százalék volt ez az arány).⁶ A legújabb, 2021-ben megjelent 6. jelentés szerint az antropogén hatások példátlan sebességgel gyorsítják a globális felmelegedést, mivel az elmúlt 200 évben közel 1,1°C-kal emelkedett a Föld felszíni átlaghőmérséklete.⁷

Több kutatás konklúziója alátámasztja, hogy a jelenlegi légköri szén-dioxid koncentráció bizonyosan nem fordult elő az elmúlt 800 ezer évben, s nagy valószínűséggel az elmúlt 3-20 millió évben sem. A szén-dioxid koncentráció-növekedés üteme megközelíti a 2 ppm/év mértéket, mely több mint tízszer gyorsabb emelkedést jelent, mint amit az elmúlt 22 000 év jégfuratmintái jeleznek.^{8,9} 2020-

¹ Péczely György (1979): Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest. 336 p. ISBN 963 17 4411 6

² <http://korkorosgazdasag.hu/tudtud-e/a-klimavaltozas-hatasa-az-idojarasra/>

³ Dr. Varga György (2018) Somogy megye klímastratégiája http://www.som-onkorm.hu/static/files/nyertes_palyazataink/SomogyMegyeKI%C3%ADmastrategia.pdf

⁴ Ónodi T. (2003): Kételemek az üvegházhatás mértékében. Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 36, 136, 10, 119–128.

⁵ Bartholy Judit, Pongrácz Rita (2013): Klímaváltozás, Eötvös Loránd Tudományegyetem oktatási és kutatási célú anyaga

⁶ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁷ <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

⁸ <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

⁹ Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.-M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K., Stocker, T.F. (2008): High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present, Nature, 453, p. 379–382.

ban a koncentráció mértéke már meghaladta a 413 ppm-et.¹⁰ Az IPCC álláspontja alapján 450 ppm környékén kell stabilizálni a légkör szén-dioxid szintjét, hogy jó esélyünk legyen elkerülni a katasztrofális következményekkel járó, globális átlagban 2 Celsius-fokot meghaladó hőmérséklet emelkedést.

2018-ban egy földlakóra átlagosan 4,5 tonna szén-dioxid kibocsátás jut, ebből egy amerikai állampolgárra 15 tonna, egy átlag magyarra 4,75 tonna, egy kínaira 7,35 tonna, míg egy indiaira csupán 1,8 tonna. A globális kibocsátás mértéke folyamatosan nő, 2018-ban elérte a 34 gigatonnát, ez az 1960-as értékhez képest 360 százalékos növekmény.¹¹ A legfejlettebb országok tömörítő OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet – 38 tagország) tagországai a globális kibocsátás több mint harmadáért felelősek.

Az Amerikai Egyesült Államok (USA) és az Európai Unió CO₂ kibocsátása az elmúlt években stagnál. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a transznacionális vállalatok, költséghatékonyság okán, az alacsonyabb hozzáadott értékű termelési fázisokat – amelyek sok esetben a legnagyobb környezetterheléssel járnak – kiszervezik a fejlődő országok valamelyikébe, ahol így a lazább környezetvédelmi szabályozások miatt még több káros anyag jut a légkörbe. Az ebből származó externáliák számbavételét és internalizálását (a költségeket visszahárítása az okozóra), éppen a több ezer, tízezer kilométer hosszú, rendkívül szerteágazó és komplex ellátási láncok miatt nehéz érvényesíteni, ennek folytán el az egyik legnagyobb akadályt képezik a globális klímacélok elérésében.

Az éghajlatváltozás következtében emelkedik a szárazföldek és az óceánok hőmérséklete, változik a globális csapadékmintázat, növekszik a sivatagos területek kiterjedése, emelkedik a világ tengereinek szintje, fokozódik a parti erózió és súlyosbodnak az időjárás okozta természeti katasztrófák. A vízszintek, a vízhőmérsékletek és áramlatok változása kihat az élelmiszerláncra, az egészségre, az iparra, a közlekedésre és az ökoszisztéma szolgáltatásokra is. Az éghajlatváltozás jelentős gazdasági és társadalmi következményekkel fog járni. Egyes régiók és ágazatok valószínűleg több káros hatást szenvednek majd el, mint mások. A társadalom egyes rétegeit (időseket, fogyatékkal élőket, alacsony jövedelműeket) várhatóan úgyszintén jobban fogja sújtani.¹²

1. A klímaváltozás főbb okai

A klímaváltozást három párhuzamosan jelen lévő tényező váltja ki; **az éghajlati rendszer minden külső hatás nélküli belső ingadozásai, a természetes külső tényezők és az emberi hatások.**¹³ Az antropogén eredetű üvegházhatású gázkibocsátásokat alapvetően a **népességszám, a gazdasági tevékenység, az életvitel-életszínvonal, az energiafelhasználás, a földhasználat** módja, a **technológia**, valamint a **klímapolitika** határozza meg.¹⁴ Történelmi kontextusban vizsgálva, az első ipari forradalom volt az a kulcsfontosságú időszak, amikor olyan jelentős társadalmi, gazdasági és technológiai változások zajlottak le, amelyek összességében az emberiség által indukált klímaváltozás kialakulását eredményezték. Nem véletlen, hogy a Párizsi Megállapodás referencia időszaka (amelyhez a mitigációs célkitűzések tartoznak) az első ipari forradalom nyugat-európai kirobbanásához kötődik.

A párizsi éghajlatvédelmi egyezmény, vagy röviden csak párizsi egyezmény (franciául: Accord de Paris) egy, az Egyesült Nemzetek Éghajlatváltozási keretegyezménye (UNFCCC) tagjai által kötött egyezmény, amely az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérséklésével, a globális felmelegedéshez történő alkalmazkodással, valamint annak pénzügyi következményeivel foglalkozik a 2020-as évtől. A megállapodást 195 ország képviselői tárgyalták a 2015-ös ENSZ klímaváltozási

Tripathi, A.K., Roberts, C.D., Eagle, R.A. (2009): Coupling of CO₂ and Ice Sheet Stability Over Major Climate Transitions of the Last 20 Million Years, Science, 326, p. 1394-1397.

¹⁰ <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

¹¹ A szén-dioxid kibocsátással kapcsolatos trendeket bemutató ábrák a mellékletben találhatók.

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52009DC0147&rid=8>

¹³ https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/

¹⁴ IPCC 2014 Szintézis Jelentés Döntéshozói Összefoglaló (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5-spm-syr_Hungarian.pdf)

konferencián, majd a kongresszus december 12-én elfogadta azt. 2018. szeptemberéig 195 UNFCCC tagállam írta alá a megállapodást, melyek közül 185 lett tagja.

A népességszám és az életszínvonal növekedése, a felgyorsuló urbanizáció, a gyáripar megjelenése és felértékelődése, együttesen az élelmiszer és az energia iránti keresletet soha nem látott mértékben emelte. A következő alfejezetekben ezeket a kulcstényezőket vesszük górcső alá, melynek keretében feltárjuk a globális trendeket, valamint megemlítenek néhány, napjainkban is meghatározó gazdasági-társadalmi jelenséget, amelyek véleményünk szerint befolyásolhatják a klímaváltozás elleni „küzdelem” kimenetelét.

1.1. Környezeti tényezők

1.1.1. Az éghajlati rendszer belső ingadozásai

Az éghajlati rendszer magában foglalja az atmoszférát (légkört), hidroszférát (vízburkot), litoszférát (földfelszínt, földburkot) a bioszférát (élővilág) és a krioszférát (jégfelszínt) is. Ezen elemek komplex kölcsönhatásai révén a rendszerben bizonyos változékonyság minden külső kényszer nélkül (legyen az természetes, vagy antropogén eredetű) is ki tud alakulni. **Globális átlagban ez a változékonyság néhány tized fokos is lehet.**¹⁵ Az éghajlati rendszer belső változékonyságának leglátványosabb példája az ún. **El-Niño** jelenség, amely a Csendes-óceán trópusi területén végbemenő El Niño–Déli Oszcilláció, azaz az ENSO (El Niño–Southern Oscillation) meleg fázisa.¹⁶

A Csendes-óceán Egyenlítő közeli térsége télen – különösen karácsony táján – erősen felmelegszik. Ennek hatására a keleties irányú szélrendszer felbomolhat, az áramlási rendszer megváltozásával a passzátszelek legyengülnek, aminek köszönhetően a felszínközeli meleg tengervíz nem nyomul nyugatra, hanem a keleti oldalon marad, Peru területén heves esőzéseket és (villám)árvizeket, földcsuszamlásokat, míg a Csendes-óceán nyugati részén akár extrém szárazságot idézve elő. Az El-Niño ellentéte a **La-Niña**, az ENSO (El Niño–Southern Oscillation) hideg fázisa. A jelenség kialakulásának oka, hogy a felerősödő passzátszelek még nyugatabbra nyomják a meleg felszínközeli tengervizet, aminek hatására még több hideg tengervíz emelkedik fel a dél-amerikai partoknál, mint általános esetben. A felhőképző régió nyugatra tolódásával Ausztrália és Óceánia makrotérségében heves esőzések alakulnak ki. A két jelenség fennmaradási időtartamuk egy év, azonban előfordulhat, hogy évekig meghatározzák a Csendes-óceán térségének klímáját. Megjelenésük ciklikus, átlagosan négy év alatt egyszer fordulnak elő.¹⁷

1.1.2. Természetes tényezők

Az éghajlatváltozás kapcsán a természetes tényezők, hatások közül a **vulkánkitörések** és a **naptevékenység** ingadozása emelhető ki.

A vulkánkitörési index¹⁸ alapján azok a kitörés típusok, amelyek elérik a sztratoszférát (szub-plíniuszi, plíniuszi, ultra-plíniuszi, illetve línuszi-ultraplíniuszi), a kiszórt törmelékanyag térfogata a 0,1 km³-től az 1000 km³-t is meghaladhatják. A felszabaduló nagy mennyiségű kén-dioxid, vulkáni hamu és egyéb szilárd alkotórészek nyomán sokszorosára nőhet az ún. sztratoszférikus aeroszol-ernyő optikai vastagsága. A vulkánkitörések elsődleges hatása a felszínre érkező rövidhullámú sugárzás gyengülésében jelentkezik. A sugárzási hatások eredményeként a felszín közelében csökken, a sztratoszférában viszont emelkedik a hőmérséklet.¹⁹ **A kén-dioxidban gazdag erős vulkánkitörések akár 1–3 éven át csökkenthetik a Föld felszíni átlaghőmérsékletét.**²⁰ Az emberi történelem során több olyan kolosszális, szuper-kolosszális erejű vulkánkitörést jegyeztek fel, amely alapvetően befolyásolta a globális klímát, továbbá jelentős társadalmi, gazdasági következményekkel jártak. Közülük is kiemelkedik az indonéziai Sumbawa szigetén található Tambora vulkán 1815-ös kitörése, amely során becslések szerint 10-120 millió tonna kén-dioxid

¹⁵ https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/

¹⁶ <https://masfelfok.hu/klimaszotar/el-nino/>

¹⁷ <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>

¹⁸ Báldi Tamás (1997): Általános földtan, Egyetemi jegyzet (ELTE)

¹⁹ https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/

²⁰ <http://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/tag/eghajlati-rendszer-belső-ingása/>

került a sztratoszférába, amely globális éghajlati anomáliákat idézett elő.²¹ Kutatások alapján, egyértelműen a Tambora kitörésének és utóvulkáni tevékenységeinek volt köszönhető, hogy a kitörés éve lett a második leghidegebb év a Föld északi féltekén 1400 óta, míg az 1810-es évek a feljegyzett leghidegebb évtized volt ebben a periódusban.²² **A kitörés közvetlen előidézője volt a XIX. század legjelentősebb éhínségének.** Nagy-Britannia és Írország területén a búza, zab-, és burgonyatermés szinte egésze odaveszett, a szűk kínálat miatt az élelmiszerárak meredeken emelkedni kezdtek, Európa-szerte zavargások, fosztogatások törtek ki, de sokan az 1816-1819 közötti, elsősorban a Földközi-tenger keleti részén pusztító tífuszjárvány súlyosságának okát is a vulkánkitörésben látták.²³

A **naptevékenység** nagyon csekély mértékben ingadozik, általában 11, illetve 22 éves ciklusokkal.²⁴ Ezek az ingadozások a napállandó – a földi légkör 1 négyzetméterére merőlegesen beeső teljesítményét (1361 watt/m^2) – értékét csupán néhány tizeddel változtatják meg. Egy hipotézis alapján ez részben magyarázhatja századunk első felének pár tized fokos melegedését (amit eddig inkább az üvegházgázoknak tulajdonítottunk), másrészt néhány tized fokos hűtő hatást is fejthet ki az elkövetkező évtizedekben.²⁵

1.1.3. Az éghajlatváltozás „pozitív visszacsatolásai”

Az antropogén eredetű üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedése közvetlenül hozzájárul a földfelszín globális átlaghőmérsékletének emelkedéséhez. A felmelegedés azonban olyan visszacsatolási mechanizmusokat indíthat el, amelyek már az **emberi tevékenységtől függetlenül** emelhetik az átlaghőmérsékletet.

A Föld erdős területei az ember által kibocsátott szén-dioxid közel negyedét eltávolítják a légkörből, amely elengedhetetlenek a klíma stabilizálásához. Az erdőirtások és a faállományok pusztulása (pl. savas eső által) a trópusi, a boreális és a mérsékelt övi éghajlat összefüggő erdőterületi esetében visszacsatolási folyamatokat indíthat el.²⁶ Az erdős területek a szárazföldi vegetációban tározott szén kb. 80 százalékát, a talajban található szénnek a 40 százalékát tartalmazzák. Az erdők pusztulása esetében több szén kerülhet a légkörbe, mint ahogy a növekedésük elnyelné azt, így elnyelőkből kibocsátókká válhatnak.²⁷

A Föld északi féltekének szárazföldjeinek közel negyede permafrost – örökfagyott – talajnak számít. A földfelszín globális melegedésének hatására ezek a fagyott területek fokozatosan felolvadnak, amely hatására a korábban a permafrost által elzárt tőzeglápokból metán szabadul a légkörbe. Becslések alapján az így felszabaduló metán mennyisége elérheti a 70 milliárd tonnát, amely alapvetően határozná meg bolygónk klímáját, a Föld átlaghőmérsékletének 10-25%-os növekedését okozhatja.²⁸

2020. november 1. Megugrott októberben a tüzek száma az Amazonas-vidék braziliai esőerdeiben, a brazil Nemzeti Úrkutató Intézet (INPE) műholdjai 17 326 tüzet észleltek, ami több mint kétszerese a 2019. októberi adatnak... A tüzek annak ellenére terjedtek el ilyen mértékben, hogy a brazil kormány július 16-tól betiltotta a tűzgyújtást a térségben a vetési szezon előkészítése miatt. A Természetvédelmi Világalap (WWF) szerint a kormány kudarcot vallott abban, hogy megakadályozza az erdőirtást.

Bolygónk hűtőmechanizmusának egyik legfontosabb tényezője, az ún. albedo-hatás (a földfelszín fényvisszaverő képessége) az éghajlatváltozás következtében fokozatosan erodálódik. A Föld sarkvidékein lévő hó és jég az oda érkező napsugarak legalább 85%-át visszaveri, ezzel megakadályozva a bolygó túlmelegedését. A hó- és jégfelületek drasztikus csökkenésével azonban

²¹ Oppenheimer, Clive (2003). "Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815". Progress in Physical Geography. 27, 230–259 p.

²² Briffa, K.R.; Jones, P.D.; Schweingruber, F.H.; Osborn, T.J. (1998). "Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years". Nature. 393 (6684): 450–455.

²³ Oppenheimer, Clive (2003). "Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815". Progress in Physical Geography. 27, 230–259 p.

²⁴ <http://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/2019/01/18/az-eghajlatvaltozasrol-12-tetelben/>

²⁵ https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/

²⁶ <https://feedbackloopsclimate.com/forests/>

²⁷ <http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/fofia10.pdf>

²⁸ <https://www.theguardian.com/environment/2005/aug/11/science.climatechange1>

ez a hatásmechanizmus kevésbé hatékonyan tud működni, így várhatóan a közeljövőben ez is hozzájárulhat az átlaghőmérséklet növekedéséhez.

"Az erdőirtás mértékének növekedésével az elmúlt években a kormány nem vette figyelembe a kutatók figyelmeztetéseit arról, hogy az erdőirtás és az erdőtüz kéz a kézben jár. Az erdők kivágása után a bűnözők tüzeket gyújtanak, hogy megtisztítsák a területet a felgyülemlett szerves anyagtól" – mondta Mariana Napolitano, a WWF Brazília tudományos igazgatója.

Pantanalban, a világ legnagyobb mocsárvidékén szintén nőtt a tüzek száma októberben az egy évvel ezelőttihez képest. 1998 óta idén jegyezték fel a legtöbb tüzet a térségben.

Október 25-ig egy év alatt a mocsárvidék 28%-a leégett a Rio de Janeiro-i Szövetségi Egyetem adatai szerint, ez majdnem akkora térség, mint Dánia területe.²⁹

1.2. Gazdasági tényezők

1.2.1. Agrárium, élelmiszeripar, földhasználat

Az agrárium és a hozzá kapcsolódó élelmiszeripari ágazat jelentékeny mennyiségű üvegházhatású gázokat bocsát ki. A mezőgazdaság kapcsán fontos kiemelni két jelentős üvegházhatású gáz, a metán és a dinitrogén-oxid jelentős mennyiségű emisszióját. A metán az állatok emésztése során a tápanyagok bendőben történő lebontása következtében keletkezik, és bőföggéssel kerül kibocsátásra. A tárolt trágyából és a hulladéklerakóban tárolt szerves hulladékból is felszabadul. A dinitrogén-oxid kibocsátás a szerves és szervesetlen nitrogéntartalmú trágyák használatának közvetett eredménye.³⁰ Az agrárium – amely magában foglalja az erdőgazdálkodást és a növénytermesztéssel kapcsolatos földhasználatot is –, a globális szén-dioxid kibocsátás több, mint 18%-áért felelt 2020-ban.³¹ Mivel az élelmiszer központi jelentőségű az életünkben, az üvegházhatású gázok mezőgazdaság általi kibocsátásának csökkentése továbbra is nagy kihívást jelent.

Földrajzi szempontból vizsgálva, globálisan eltérő trendek rajzolódnak ki. Míg Európában csökken a kibocsátás aránya és mértéke, addig a fejlődő országokban jelentős növekedés tapasztalható, elsősorban az össztermelés emelkedésének köszönhetően. Az elmúlt fél évszázadban számos fejlődő országban tapasztalt **demográfiai robbanás** és a **jövedelmek dinamikus emelkedése** miatt megnövekedett globális élelmiszer-kereslet, valamint változtak az élelmiszer-fogyasztási szokások is. A kereslet növekedés direkt következménye, hogy egyre több területet kell mezőgazdasági művelésbe vonni, amelyet számos esetben erdőirtások árán alakítanak ki. Az Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO) adatbázisa alapján, 1961-2020 között a gabonafélék művelési területe kb. 880 000 km²-rel növekedett. A vizsgált időintervallumban a sertésállomány száma 135 százalékkal, a szarvasmarha állomány 68 százalékkal, a juh- és kecskeállomány 78 százalékkal, a baromfifélék állománya pedig több mint 700(!) százalékkal növekedett.³² További problémát jelentenek az élelmiszerkereskedelemben lezajló tendenciák, amelyek ez elmúlt évtizedekben jelentősen átalakítottak a termelés-fogyasztás viszonyrendszerét. A kereskedelmi liberalizáció³³ térnyerésének köszönhetően a csökkenő vámok miatt könnyebben tudnak megjelenni a – kereskedelmi szempontból – sérülékeny országok piacain a külföldről származó (agrár)termékek. Ez a jelenség a **„szupermarket forradalom”** kialakulásában manifesztálódott, aminek egyik következménye, hogy a kevésbé versenyképes helyi termelők termékei kiszorulnak a piacról, akadályozva ezzel a fenntarthatóbb, rövid ellátási láncok (REL) kialakulását.³⁴

REL-nek az az ellátási lánc tekinthető, amelyben a termelők és a fogyasztók között legfeljebb egy közvetítő piaci szereplő kap helyet. A támogatásuk alapvető célja a (hagyományos kereskedelemről könnyen kiszoruló) kisméretű mezőgazdasági termelők együttes piacra jutásának elősegítése és

²⁹ <https://infostart.hu/tudomany/2020/11/01/jobban-az-eg-a-braziliasi-oserdo-mint-amikor-mindenki-errol-beszelt>

³⁰ <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/jelzesek-2015/cikkek/a-mezogazdasag-es-az-eghajlatvaltozas>

³¹ <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

³² <https://www.fao.org/faostat/en/#data/EL>

³³ https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hu/FTU_3.2.7.pdf

³⁴ Manitra A. Rakotoarisoa- Massimo lafrate -Marianna Paschali (2011) Why has Africa become a net food importer?, Róma, ISBN 978-92-5-107088-8

jövedelemszintjük növelése. A rövid ellátási láncok addicionális jellemzői közé tartozik például a környezetre, a vidékfejlesztésre, a helyi gazdaságra vagy a helyi közösségekre gyakorolt hatásuk.³⁵

1.2.2. Energiafelhasználás, trendek

A világ energiaigénye folyamatosan növekszik, amely igény tovább fokozza az emelkedő széndioxid-kibocsátást.³⁶ A legtöbb ország a fosszilis tüzelőanyagokra (olaj, gáz és szén) támaszkodva elégíti ki energiaigényét. Ezeknek az anyagoknak az elégetése hőt termel, amely energiává alakítható. A folyamat során az anyagokban található szén reakcióba lép az oxigénnel, és az így létrejövő szén-dioxid a légkörbe jut. További szennyezőanyagok (kén-dioxid, nitrogén-oxidok és részecskék) is kerülnek a levegőbe, amelyeknek hatása van a levegő minőségére.³⁷ **Az energiaszektor felelős az ÜHG kibocsátások közel háromnegyedéért³⁸, ezért az éghajlatváltozás hatásainak mérsékléséért az energiafogyasztás csökkentése, az energiamix átalakítása, illetve az energiahatékonyság növelése kulcsfontosságú a következő évtizedek energiaágazdálkodásában.** Azonban az ambiciózus célokat számos veszély fenyegeti, **2050-ig a Föld lakossága várhatóan 2 milliárd fővel fog növekedni**, emellett a globális jövedelem bővülés is tovább fokozhatja az energiaszolgáltatások iránti keresletet. A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) által bemutatott scenáriók alapján 2050-ig a fejlődő országok várhatóan növelni fogják a részesedésüket a globális energiakeresletből, amely azért jelenthet problémát, mert ezek az országok a dinamikus gazdasági növekedésüket kevésbé akarják restriktív gazdaságpolitikai intézkedésekkel lassítani.³⁹ További problémát jelenthet az ún. „**energiahatékonysági paradoxon**” jelensége, ugyanis az energiahatékonysági befektetések mértéke általában alacsonyabb, mint ami a gazdasági és környezeti előnyök alapján optimális lenne. Ez elsősorban köszönhető a jelentős induló beruházások mértékének, a tudatosság hiányának, valamint, hogy az energiaárak nem tükrözik a teljes társadalmi költséget. Az energiahatékonyság kapcsán az ún. **Jevons-paradoxon**, vagyis a visszapattanó hatás jelensége is adekvát veszélyforrás lehet. A visszapattanó hatás lényege, hogy azok a technológiai fejlesztések, amelyek egy erőforrás kihasználásának hatékonyságát javítják, ahelyett, hogy csökkentenék az erőforrás használatát, valójában növelik azt.⁴⁰ Összességében elmondható, hogy az energiaszektorban tevékenykedő vállalatok társadalmi felelősségvállalásának javítása mellett a kormányok, önkormányzatok és a lakosság szemléletformálása is elengedhetetlen ahhoz, hogy az energiaszektorhoz kapcsolódó klímavállalások teljesüljenek.

1.2.3. Életvitel, életszínvonal

Tízezer dollár egy főre jutó GDP felett olyan környezeti mutatók, mint pl. a kén-dioxid kibocsátás, a tisztítatlan szennyvíz mennyisége, a levegő ólom és más nehézfém tartalma, egyértelműen javulnak. A széndioxid kapcsán ez a trend azonban pontosan ellentétes, a GDP növekedésével a CO₂ emisszió is nő, vagyis a gazdaság méretének hatása elnyomja a szerkezet vagy a technológia kedvező hatását.⁴¹ 2020-ban a vásárlóerő-partitison mért egy főre jutó GDP 17083 USD volt a világon, vagyis az 1990-es értékhez képest több mint 200 százalékkal növekedett⁴². Napjainkban százmilliók számára elérhetőek olyan szolgáltatások és fogyasztási cikkek, amelyek a történelem korábbi periódusaiban csak a társadalmi elit kiváltságai voltak. Az ember a rövid távú túlélési ösztönök miatt úgy működik, hogy ha sok van valamiből, akkor még több kell, hiszen, ha több van valamiből, akkor az növeli (de biztosan nem rontja) az egyed és utódainak túlélési esélyeit. Ebből (is) következik, hogy a többletkeresetünk jelentős részét gyakorta el is fogyasztjuk, amivel a pillanatnyi jólétünket tudjuk maximalizálni.⁴³ Ez az a fogyasztási attitűd, amely a természeti erőforrásainkat – az optimális szintet meghaladva – fokozottan kimeríti, továbbá hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedéséhez is.

³⁵ https://kovet.hu/wp-content/plugins/magazin_lista/pdf/lepesek_72-pages-11-12.pdf

³⁶ A szén, kőolaj és földgáz hasznosításából származó szén-dioxid kibocsátás globális és regionális trendjeit bemutató ábrákat a melléklet tartalmazza

³⁷ <https://www.eea.europa.eu/hu/themes/energy/intro>

³⁸ <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

³⁹ International Energy Agency: World Energy Outlook 2021 (www.iea.org/weo)

⁴⁰ Alcott, Blake (2005). „Jevons' paradox”. *Ecological Economics* 54 (1), 9–21. o.

⁴¹ Kerekes Sándor (2007): *A környezetgazdaságtan alapjai*, Aula Kiadó, 229 o.

⁴² A népességre vetített GDP (PPP) globális és regionális trendjeit bemutató ábrát a melléklet tartalmazza

⁴³ <https://qubit.hu/2019/06/25/az-emberisegbe-van-kodolva-hogy-elbukja-a-klimavaltozas-elleni-harcot>

1.3. Társadalmi tényezők

1.3.1. Népesedésvékedés

Az ipari forradalom – az ipari találmányok sora mellett – számos olyan tudományos-technikai újítást is eredményezett, amely előrelépést jelentett az emberiség életszínvonalában. A felgyorsuló urbanizáció, a rurális népesség tömegesebb városba áramlása egyben azt eredményezte, hogy javult a népesség ellátásának (pl. orvosi ellátás) szintje, és ezzel az életben maradás esélye. A halálozási arányszám az ipari forradalom által érintett területeken gyors ütemben csökkent, miközben a születési arány magas szinten maradt.⁴⁴ A népesedési olló kezdett kinyílni – vagyis a demográfiai átmenet második szakaszába léptek⁴⁵ –, ahova a különböző fejlettségű országok az elmúlt két évszázadban más és más időszakban jutottak el. **A XX. század, annak is második fele viharos népesedésvékedést hozott, ezt az időszakot a „népesedésvékedés” időszakának is szoktuk nevezni.** Napjainkban elsősorban az afrikai kontinensen – azon belül is elsősorban a szubszaharai országoknál – tapasztalható dinamikus népesedésvékedés, miközben a fejlett országokban a teljes termékenységi arányszám értéke fokozatosan csökken, amely pár ország esetében már népesedésvégyást is eredményezett (pl. Japán, Magyarország).

A fejlődő országok dinamikus népesedésvékedése súlyos társadalmi, gazdasági következménnyel jár (hiperurbanizáció, kiépítetlen és hiányos infrastruktúra, alacsony szolgáltatási színvonal, társadalmi devianciák felerősödése), amelyek összességében a közeljövőben újabb és várhatóan még nagyobb migrációs hullámokat generálnak. A sikeres integráció során, az életszínvonaluk növekedésével és a fogyasztási szokásaik megváltozásával karbonlábnyomuk drasztikusan emelkedhet, amely a klímaváltozás szempontjából kritikus tényező lehet az elkövetkező évtizedekben.

1.3.2. Urbanizáció

A népességszám alakulása mellett egy másik társadalmi mutató, az **urbanizáció aránya** is hatással van az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékére. Az urbanizáció összetett fogalom, egyfelől jelenti a városok számának, valamint a városlakók számának és arányának növekedését (városodás), másrészt magába foglalja a **városi életforma terjedését** (városiasodás) is.⁴⁶ Míg 1960-ban még csak minden harmadik ember élt városban, 2020-ban már a Föld lakóinak több mint 56 százaléka él urbánus területeken (4,358 milliárd ember).⁴⁷ A 600 legnépesebb város a világ legjelentősebb gazdasági erőtereként funkcionál, becslések szerint a globális GDP 60%-át ezek állítják elő.⁴⁸

A nagyfokú koncentrációdnak köszönhetően a **világ energia-felhasználásának közel 70 százaléka a városlakókhoz köthető, habár a méretgazdaságosság miatt a fajlagos kibocsátásuk alacsonyabb.**⁴⁹ Egyes becslések szerint a száz legnagyobb város a globális üvegházhatású-gázkibocsátás 18 százalékaért felelős.⁵⁰ Az urbanizáció kapcsán további problémaként merül fel **az ún. városi hősziget-hatás**, amely régóta ismert a meteorológiában. **A városok belterületén bizonyos időjárási helyzetekben több fokkal melegebb van, mint a peremkerületekben**, és ez a különbség hosszabb idő átlagában is megmutatkozik.⁵¹

1.4. Összegzés

A klímaváltozást három párhuzamosan jelen lévő tényező váltja ki: **az éghajlati rendszer minden külső hatás nélküli belső ingadozásai, a természetes külső tényezők és az emberi hatások.** A természetes tényezőkről elmondható, hogy rövidebb ideig tartanak és hatásuk mérsékeltebb az emberi eredetűeknél. Egyik természetes tényezőnél sincs tudományos alapja annak, hogy

⁴⁴ Kovács Zoltán (2010): Népeség- és településföldrajz, ELTE Eötvös Kiadó, 227 o.

⁴⁵ <http://demografia.hu/hu/tudastar/fogalomtar/90-elso-demografiai-atmenet>

⁴⁶ Kovács Zoltán (2010): Népeség- és településföldrajz, ELTE Eötvös Kiadó, 227 o.

⁴⁷ Az urbanizáció arányának globális és regionális trendjeit bemutató ábrát a melléklet tartalmazza

⁴⁸ <https://www.mckinsey.com/featured-insights/urbanization/urban-world-mapping-the-economic-power-of-cities>

⁴⁹ Edward Glaeser (2012): Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier, ISBN 9780143120544

⁵⁰ Daniel Moran (2018): Carbon footprints of 13 000 cities, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac72a>

⁵¹ https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/

bármelyikük sokkal erősebbé válna, mint amilyen eddig volt.⁵² **A probléma velejét a felmelegedés hatására beinduló visszacsatolási mechanizmusok és legfőbbképpen az antropogén tényezők jelentik.** A Földet érő környezeti terhelést – amely természetesen magába foglalja az üvegházhatású gázok kibocsátását is – az Ehrlich-Ehrlich formula szerint három tényező határozza meg; **a globális népességszám, az egy főre jutó GDP és a GDP egységre jutó környezetterhelés** (technológiai színvonal).⁵³

Ehrlich, állításai igazolására egy általános képletet dolgozott ki, amely a közösség környezetre gyakorolt hatásának értékelésére használható, és a következő: $I = P \times A \times T$ (ahol I = környezeti hatás, P = népesség, A = jólét és T = technológia). (Ehrlich 1968).

A világ kormányai többnyire kudarcot vallottak a népességszám szabályozásában, az életszínvonal (fogyasztás mértékének) emelése pedig folyamatosan az aktuális választások legfontosabb ígéretként fogalmazódik meg. Ebből is adódik, hogy a hagyományos közgazdaságtan válasza az éghajlatváltozásra, **hogy az ezzel kapcsolatos problémák elsősorban a technológiai haladás, innovációk révén fognak majd megoldódni.** Ezt a célt szolgálná az ún. **geomérnökség (geoengineering)** is, amely különböző módszerek segítségével – pl. aeroszolkok levegőbe juttatásával – csökkentené a beérkező napsugárzás mennyiségét, ezzel mérsékelve a klímaváltozás hatását⁵⁴. A geoengineering kapcsán azonban számos kritika felmerült az elmúlt években, melyek szerint a technológiai megvalósítás (váratlan és egyenlőtlen hatások, a bioszféra törékeny egyensúlyába történő jelentős beavatkozás) mellett a legnagyobb problémát az jelenti, hogy az ezzel való kísérletezés csak ürügyül szolgál arra, hogy **ne kelljen a kibocsátást csökkenteni**, elkerülve a restriktív és a szükségletekre alapozó – fenntarthatósági igényeket szem előtt tartó – gazdaságpolitika érvényesítését.

Az IPCC legújabb scenáriói, a 6. értékelő jelentés alapján **a felmelegedés várhatóan folytatódik a XXI. században és az azt követő időszakban.**⁵⁵ A CO₂ kibocsátás révén **az ember által előidézett éghajlatváltozás egy jelentős része visszafordíthatatlan a több évszázados időskálán**, emiatt az elmúlt évtizedekben inkább kudarcos, vagy csak részsikereket felmutató klímapolitika globális léptékű kiterjesztésére és megerősítésére van szükség. (További részletek a 3. fejezetben.)

2. A klímaváltozás folyamata a Kárpát-medencében, európai és globális kitekintéssel

2.1. A globális és európai változások jelenleg prognosztizált hatásai

2.1.1. A klímaváltozás hatásai napjainkban

Az előző fejezetekben bemutattuk, hogyan és milyen mértékben vált napjainkban a klímaváltozás már-már hétköznapi sürgető témává, ugyanakkor a számos hivatalos mérési adat rendelkezésre állása ellenére a közvéleményt még mindig megosztja a klímaváltozás kérdésköre.⁵⁶

Az időjárási extrémítások egyre inkább befolyásolhatják életminőségünket. Csak néhány példát említve a sajnálatos jelenségek közül: Grönland legmagasabb csúcsán először esett az eső, nem pedig havazott; 50 Celsius fokra emelkedett a hőmérsékletet egy British Columbia állambeli faluban; néhány óra leforgása alatt egyhavi mennyiségű csapadék hullott le Kínában.⁵⁷ Ezen jelenségek kialakulása több tényező összefüggéséből alakult ki. Mérések támasztják alá, hogy 2020-ban az üvegházhatású gázok koncentrációja új csúcspontot ért el. A szén-dioxid (CO₂) szintje 413,2 ppm, a metán (CH₄) 1889 ppb és a dinitrogén-oxid (N₂O) szintje 333,2 ppb volt, ami 149, 262 és 123%-a az iparosodás előtti (1750) szintnek. Folyamatos emelkedés mutatható ki a tengerszintet

⁵² <http://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/2019/01/18/az-eghajlatvaltozasrol-12-tetelben/>

⁵³ Kerekes Sándor (2007): A környezetgazdaságtan alapjai, Aula Kiadó, 229 o.

⁵⁴ Crutzen, P. J. (2006). Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma? *Climatic Change*. 77 (3–4): 211–220.

⁵⁵ IPCC hatodik jelentése <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

⁵⁶ János Imre (2020): Klímaváltozás: hol tartunk most?, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 1.-4.

⁵⁷ WMO (2021): 2021. évi éghajlati állapotértékelő: extrém események és jelentős hatások https://www.met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_hirek/index.php?id=3113&hir=2021._evi_eghajlati_allapotertekelo:_extrem_esemenyek_es_jelentos_hata_sokhatasok

tekintve is, ugyanis 1993 és 2002 között évi 2,1 mm emelkedés után 2013 és 2021 között ennek kétszeresét, évi 4,4 mm-t emelkedést mértek a kutatók. Ez leginkább a gleccserek és jégtakarók felgyorsult jégvesztésének volt köszönhető.⁵⁸

Az átlaghőmérséklet emelkedése egyre inkább megviseli az emberi szervezetet, különösen igaz ez a szabadtéren, valamint a magas beltéri hőmérsékletű munkahelyen dolgozó munkavállalók esetében. Az Egyesült Államokban 2008 és 2014 között 106 olyan haláleset történt, amely összefüggésbe hozható az átlaghőmérséklet növekedésével, és kül- vagy beltéri munkavégzés során következett be.⁵⁹ A levegőszennyezés nagymértékben hozzájárul az ózonréteg vékonyodásához is. Ennek egyenes következménye, hogy a szabadtéren dolgozók magasabb UV-sugárzásnak vannak kitéve, ezáltal nagyobb a kockázata a káros egészségügyi hatások megjelenésének (pl. szem megbetegedése, bőrrák).⁶⁰

2.1.2. A változó éghajlat jövőben okozott kockázatai és hatásai IPCC forgatókönyvek alapján⁶¹

A jövőbeli globális éghajlatot **a múltbeli antropogén kibocsátások által okozott felmelegedés,** valamint a **jövőbeli antropogén kibocsátások és az éghajlat természetes változékonysága** határozza meg.

Az IPCC 6. helyzetértékelő jelentése⁶² több különböző forgatókönyvet tartalmaz annak érdekében, hogy az éghajlatváltozás teljes várható spektrumát lefedjék. A 2021. augusztusában kiadott „Climate Change 2021 – the Physical Science Basis” című kiadvány bemutatja az ún. **közös társadalmi-gazdasági útjainkat** (SSP – Shared Socioeconomic Pathways), amelyekhez különböző mértékű klímaváltozással kapcsolatos hatások párosulnak. Az SSP-k vonatkozásában öt scenáriót különít el a jelentés. (2/1. ábra)

Az SSP scenáriók a korábbi forgatókönyvekhez képest tágabb környezetben értelmezik a klímaváltozást előidéző jelenségeket és azzal kapcsolatos reakciókat. A forgatókönyvek elnevezése utal egyrészt a társadalmi-gazdasági forgatókönyv sorszámára (minél nagyobb a száma, annál súlyosabb következményekkel kell számolni), továbbá a hozzá kapcsolódó CO₂ koncentráció fizikai szintjére, az IPCC ötödik jelentésének vázát képező **koncentrációváltozás reprezentatív pályákra (RCP2.6, RCP4.5, RCP6, RCP8.5).**⁶³

⁵⁸ WMO (2021):2021. évi éghajlati állapotértékelő: extrém események és jelentős hatások https://www.met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_hirek/index.php?id=3113&hir=2021._evi_eghajlati_allapotertekelo:_extrem_esemenyek_es_jelentos_hatasok

⁵⁹ P.A. Schulte et al. (2016): Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, pp. 20.

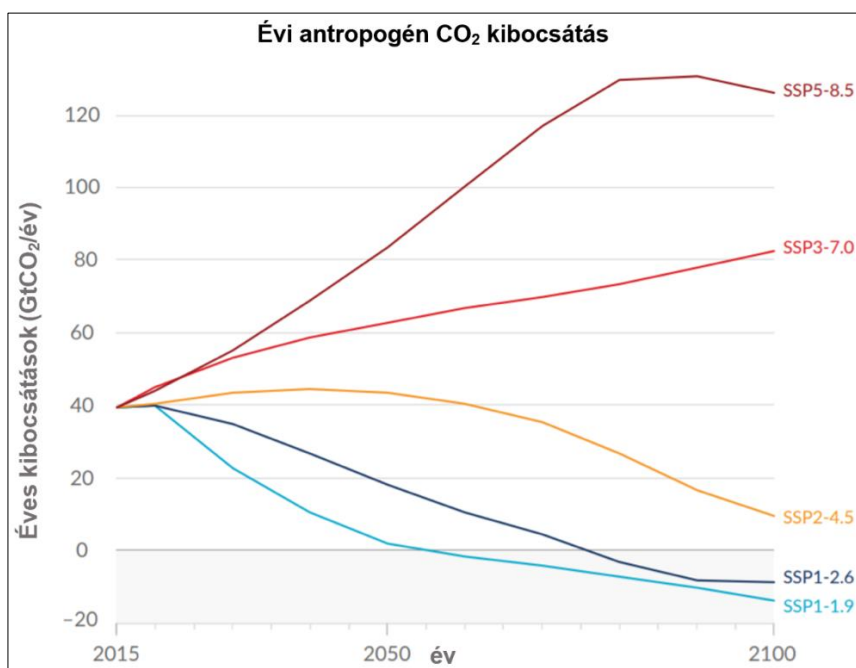
⁶⁰ P.A. Schulte et al. (2016): Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, pp. 20.

⁶¹ Ez az alfejezet az ötödik és hatodik IPCC Értékelő Jelentés forgatókönyvein és megállapításain alapul

⁶² IPCC hatodik jelentése <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

⁶³ Az IPCC 2014-ben megjelenő 5.jelentése ezekre a forgatókönyvekre épült

2/1. ábra. Az SSP forgatókönyvek által feltételezett széndioxid (CO₂) kibocsátás mértéke⁶⁴



Az RCP 2.6 egy nagyon szigorú forgatókönyv. Az ötödik IPCC jelentés szerint az RCP 2.6 megköveteli, hogy a szén-dioxid (CO₂) kibocsátás 2100-ra nullára csökkenjen. Emellett szintén kritérium, hogy a metán (CH₄) kibocsátása a 2020-as szintnek körülbelül a felére csökkenjen, a kén-dioxid (SO₂) kibocsátása pedig az 1980-1990-es szintnek körülbelül 10%-ára. A négy RCP közül ez az egyetlen, amely olyan jövőképet képvisel, amely a globális felmelegedést az iparosodás előtti átlaghőmérséklethez képest 2°C alatt tartja.

Az új jelentésben megjelenő SSP1-1.9 forgatókönyv még ennél is szigorúbb változatot mutat be. Ez az egyetlen olyan scenárió, amelyben teljesülhetne a Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezmény⁶⁵ célkitűzése, vagyis az átlaghőmérséklet 1,5°C körüli megtartása, az iparosodási előtti szinthez képest. A Párizsi Egyezményt a párizsi 2015-ös ENSZ klímaváltozási konferencia (COP21 Conference of the Parties) adaptálta 2015 decemberében, majd az Európai Unió 2016 októberében ratifikálta⁶⁶. Ez az első jogerős, univerzális, globális klíma-változással kapcsolatos egyezmény, egyúttal a globális és uniós klímastratégia alappilléreinek is tekinthető. Az egyezmény alapján a tagállamok hozzájárulnak a kibocsátások csökkentéséhez, a klímaváltozáshoz történő adaptációs tevékenységek előmozdításához, a transzparencia és a globális leltározás elősegítéséhez és a kölcsönös segítségnyújtáshoz. A 2021-es ENSZ klímaváltozási konferencián (COP26 – Conference of the Parties), Glasgow-ban, a részt vevő államok célként tűzték ki a széndioxid kibocsátás nettó nulla szintjének elérését 2050-re, ezzel is szem előtt tartva és szigorúbb feltételek közé sorolva a Párizsi Egyezménybe foglaltakat.⁶⁷ Amennyiben csak 2050 után érnénk el a nettó nulla szén-dioxid kibocsátást, úgy a **SSP1-2.6 scenárió értelmében** az átlaghőmérséklet 1,8°C-kal növekedne 2100-ig.

Az RCP 4.5-öt a korábbi, ötödik IPCC jelentés köztes forgatókönyvként írja le. Szén-dioxid kibocsátást tekintve 2040 körüli tetőzéssel számol, majd folyamatos csökkenéssel az évszázad végéig, míg a metán kibocsátásának mértékének 2050-ig meg kell állnia. Ennek megvalósulása esetén 2100-ra 2 és 3 °C közötti globális hőmérséklet-emelkedés várható. Szigorú gazdasági szabályozások érvényesítése nélkül **ez a scenárió tűnik a legvalószínűbbnek.** A fosszilis energiahordozók kitermeléséhez fűződő érdekek – a már kiépített, meglévő infrastruktúra, a rendelkezésre álló készletek, valamint a jelentős globális kereslet miatt – várhatóan a következő évtizedekben is meghatározó elemei lesznek a világ energiagazdálkodásának, amely

⁶⁴ IPCC Éghajlatváltozás Szintézis Jelentés (2021)

⁶⁵ Párizsi Éghajlati Egyezmény (2015) https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

⁶⁶ Az Európai Bizottság weboldala https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_hu

⁶⁷ Glasgow Climate Pact (2021) 3. oldal https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%2520decision.pdf

összességében alááshatja a klímavédelmi célkitűzések elérését. A 6. jelentésben a **SSP3-4.5 forgatókönyv** alapján a CO₂ emisszió változatlan maradna 2050-ig, majd ezután indulna csökkenésnek, de nem érné el a nettó nulla kibocsátást a század végére, így 2100-ra 2,7°C átlaghőmérséklet növekedéssel számol.

Az RCP6 esetében a CO₂ kibocsátás 2080 körül tetőzik, majd indul csökkenésnek. Az RCP8.5 alapján a szén-dioxid emisszió az egész évszázadban emelkedni fog. Ez tekinthető a havária forgatókönyvnek, alapvetően a fosszilis energiahordozók kitermelésének túlbecslésén alapul, így a jelenlegi álláspont szerint nem valószínű, hogy bekövetkezik. Azonban továbbra is számolni is kell ezzel, mivel az első fejezetben említett visszacsatolási mechanizmusok miatt nehezen kalkulálható a természetes eredetű üvegházhatású gázok légkörbe jutó mennyisége. Utóbbi két forgatókönyv alapján, 2100-ra várhatóan 2,6–4,8°C közötti globális hőmérséklet-emelkedés várható.

A hatodik jelentésben megjelenő **SSP4-7.0** alapján 2100-ra a szén-dioxid kibocsátás a jelenlegi szinthez képest körülbelül kétszeresére nőne. Az **SSP5-8.5** esetében a széndioxid kibocsátásunk 2050-re megduplázódna, majd a század végére ismét kétszeresére nőne. A két forgatókönyv 2100-ra a globális átlaghőmérséklet 3,6-4,4°C közötti növekedését jelzi előre.

Annak a pontos meghatározása, hogy az éghajlatváltozás mikor indukál váratlan, illetve visszafordíthatatlan folyamatokat, továbbra is bizonytalan, azonban az erre irányuló kutatások konklúziói alapján megállapítható, hogy e folyamatok kialakulásának kockázata növekszik az emelkedő átlaghőmérséklettel.

Az IPCC 6. jelentése szerint, bármely forgatókönyv megvalósulása esetén számolnunk kell az **extrém hőhullámok gyakoriságának növekedésével**, valamint a fagyos napok számának csökkenésével.

Nagyfokú megbízhatósággal lehet állítani, hogy a XXI. században a fajok jelentős részénél a **kihalás kockázatának növekedésével** kell számolnunk. Különösen veszélyeztetettek a korallzátonyok és a sarkvidéki ökoszisztémák, az óceánok savasodásának és átlaghőmérsékletének emelkedésével a tengeri organizmusok biodiverzitása várhatóan jelentős mértékben csökkenni fog. A nyílt óceánfelszín pH-ja világszerte csökkent az elmúlt 40 évben, és a jelenlegi érték legalább 26000 éve a legalacsonyabb. Ahogy az óceán pH-ja csökken, a légkörből származó CO₂-elnyelő képessége is csökken.⁶⁸ Egyes kutatások szerint a globális éghajlatváltozás közvetlen kapcsolatban van az ún. hatodik tömeges kihalással is. Becslések szerint 8 millió állat- és növényfajból közel egymillió fajt fenyeget a kihalás veszélye.⁶⁹

*A Föld biológiai sokféleségének történetében öt tömeges kihalási esemény történt, amelyeket mind drámai, de természetes jelenségek okoztak. Tudósok az állítják, hogy a hatodik tömeges kihalás már folyamatban van, amelyet ezúttal teljes mértékben az ember okoz.*⁷⁰

Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás az **élelmiszerbiztonságra is veszélyt jelent**. A tengerben élő fajok globális átrendeződése, biodiverzitásának csökkenése negatív hatással lesz a halászat termelékenységére és fenntarthatóságára is. Ennek egyenes következménye lehet, hogy a sérülékeny régiókban halászfalvak, kisebb városok veszíthetik el fő bevételi forrásukat, amely jelentős elvándorláshoz, így végső soron az (hiper)urbanizáció fokozásához vezet, elsősorban a fejlődő országok vonatkozásában. A klímaváltozás okozta munkanélküliség továbbá növelheti a mentális betegségekben, stresszeben lévők számát, arányát is.⁷¹ A trópusi és mérsékelt éghajlati övi országokban a 2°C-ot meghaladó átlaghőmérséklet emelkedés esetében fennáll annak a veszélye, hogy a búza, a rizs, illetve a kukorica terméshozama jelentős mértékben csökkenni fog, mivel módosul a vetési idő. A megváltozó körülményrendszerhez való alkalmazkodás szinte bizonyosan elkerülhetetlen lesz, amely az ellenállóbb, génmódosított növények (GMO), valamint az új, a térségben korábban nem termesztett növények elterjedésével és hasznosításával járhat. A

⁶⁸ WMO (2021):2021. évi éghajlati állapotértékelő: extrém események és jelentős hatások https://www.met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_hirek/index.php?id=3113&hir=2021._evi_eghajlati_allapotertekelo:_extrem_esemenyek_es_jelentos_hata_sok

⁶⁹ <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/climate-change-and-biodiversity-loss-should-be-tackled-together>

⁷⁰ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12816>

⁷¹ P.A. Schulte, A. Bhattacharya, C.R. Butler, H.K. Chun, B. Jacklitsch, T. Jacobs, M. Kiefer, J. Lincoln, S. Pendergrass, J. Shire, J. Watson & G.R. Wagner (2016): Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, pp. 20.

klimaváltozás az élelmiszer-előállítást feltételeit is befolyásolhatja. Előreláthatólag azzal kell számolni, hogy növekedni fog az egy főre jutó vízhiány, ugyanakkor a megművelhető föld nagysága csökken, vagy jó esetben stagnál. Ennek ellenére a globális termelésben növekedés várható, de jelentős lokális különbségek alakulhatnak ki.⁷²

Nyugat-Ausztráliából származó eset: a part menti Leeuwin-áramlat meleg egyenlítői vizet szállít a hűvösebb, délibb szélességekre. Ennek az áramlatnak az erőssége évről évre változik. 2010-2011-ben a Leeuwin-áramlat különösen erős déli melegvíz-áramlása szélsőséges El Niño eseményhez kapcsolódott, és a part menti területeken akár 5°C-kal is megemelkedett a vízhőmérséklet. Ez a hőmérséklet-emelkedés drámai következményekkel járt, és számos itt élő állat- és növényfaj pusztulását okozta, beleértve a korallok kifehéredését és a tengeri fűvek kipusztulását. Az óceáni áramlatok jelentős hatással vannak az éghajlatra és ezáltal a szárazföldi rendszerekre is, például befolyásolják az aszályok és a bozóttüzek előfordulását.

Az áramlatok az óceán heterogenitását is megmutatják, például a műholdfelvételeken látható, néha néhány tíz kilométer átmérőjű, meleg és hideg vizet tartalmazó gyűrűkkel. A heterogenitás befolyásolhatja a táplálékot kereső tengeri állatok zsákmányának bőségét, és ezáltal az állatok keresési mintáit és mozgását.⁷³

Az évszázad közepére az éghajlatváltozás hatással lesz az emberi egészségre is, főleg azáltal, hogy súlyosbítja az ezzel összefüggő, már meglévő egészségügyi problémákat. Számos régióban, országban nő majd az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható megbetegedések száma a XXI. században, különösen a fejlődő országokban.

A klímaváltozás miatt egyes munkahelyeken az egyes egészségkárosító hatásoknak való nagyobb kitettség érheti a munkavállalókat, például az átlaghőmérséklet gyors növekedésével. A szabadtéri munkavégzés miatti megbetegedések kockázata különösen nagy lesz az építőiparban és a mezőgazdaságban.

Közvetett hatásként jelentkezhet a már korábban említett urbanizáció fokozódása, vagyis a városok számának és lakosságának növekedése. Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozással járó szélsőségesebb időjárási események gyakoriságának növekedésével **az urbánus területeken szignifikáns méretű gazdasági károk keletkezhetnek**, különösképpen a fejlődő országok városaiban, ahol gyenge színvonalú és részben kiépítetlen a városi infrastruktúra. Az IPCC hatodik jelentése alapján, Közép-Európa térségében számíthatunk az esőzések által kiváltott áradások, villámárvizek kialakulásának növekedésére, ez a következmény 1,5°C felmelegedés esetén közepes megbízhatósággal, míg 2°C hőmérséklet emelkedés esetén magas megbízhatósággal jelentkezne. **A vidéki, rurális területeken szintén súlyos következményekkel kell számolni** a vízgazdálkodás, az élelmezésbiztonság, továbbá az ellátó infrastruktúra és a mezőgazdaságból származó jövedelmek vonatkozásában.

Összességében elmondható, hogy az éghajlatváltozás okozta várható gazdasági károkat és externáliákat rendkívül nehéz megbecsülni. Előrejelzések szerint, a klímaváltozás globális léptékben lassíthatja a gazdasági növekedést a következő évtizedekben, a meglévő szegénységi csapdák fenntartásával és újak létrehozásával akadályozza a szegénység elleni küzdelmet, továbbá destabilizálja az élelmiszerbiztonságot. Ennek egyenes következményeként az éghajlatváltozásnak leginkább kitett térségekből (Bengáli-öböl térsége, Száhel-övezet, szubszaharai makrorégió) történelmi léptékben is egyedülálló **migrációs hullámok** indulhatnak el, amiknek 'előszele' már napjainkban is érződik. Az erőforrások szűkülő kínálata következtében várhatóan **nő az esélye az erőszakba fulladó konfliktusok kockázatának is**. Hsiang és szerzőtársai szerint a hőmérséklet egy szórásnyi (vagyis, ha a havi átlaghőmérséklet 3°C -kal meghaladja a szokásosat) emelkedése 4 százalékkal növeli az egyének, és 14 százalékkal a csoportok közötti konfliktusok előfordulását.⁷⁴

Sérülékeny régió lehet indiai szubkontinens északnyugati részén található Kasmír térsége is. Földrajzi elhelyezkedése okán muszlim, kínai, orosz és hindu érdekkörök ütközőzónájaként a XX. században már több háború is sújtotta a régiót. A konfliktusok eszkalálódásához nagymértékben

⁷² Salgó András (2020): Az élelmiszeripar kihívásai: a klímaváltozás hatásai az élelmiszer-biztonságra, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 14-20.

⁷³ [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(17\)30077-5](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(17)30077-5)

⁷⁴ Hsiang et al. (2013): Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1235367>

hozzájárulhat az éghajlatváltozás. A régióban ugyanis Ázsia egyik legértékesebb vízbázisa, az Indus folyó felső szakasza található. A folyó alapvetően meghatározza a több mint 220 millió népességszámú Pakisztán mezőgazdasági termelékenységét, élelmiszerbiztonságát. A himalájai gleccserek visszahúzódásával a közeljövőben az Indus vízhozama jelentősen csökkenhet – amit tovább fokozhatnak India folyószabályozással kapcsolatos beavatkozásai –, amely összességében már a háború veszélyét is magában hordozza.⁷⁵

2.2. A Kárpát-medencében várható változások

A Kárpát-medencében, ezzel együtt hazánkban várható hatások vizsgálatával számos tanulmány, stratégia és egyéb szakpolitikai anyag foglalkozik. Ebben a fejezetben elsősorban – de nem kizárólagosan – az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) 2020-ban megjelent „Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről”⁷⁶, valamint a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia⁷⁷ című dokumentumokra támaszkodtunk.

A globális éghajlati modellek alapvetően az éghajlati rendszer összetett fizikai folyamatainak és kölcsönhatásainak jellemzésére alkalmasak, segítségükkel leírható a földi rendszer válasza egy feltételezett jövőbeli kényszerre.⁷⁸ Magyarország területén az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) több mint 100 éve végez olyan műszeres méréseket az ország egyes pontjain, amelyek a légkör mindenkor állapotát vizsgálják.

Az OMSZ két regionális modell, az **ALADIN-Climate** és **REMO** alkalmazásával, a globális eredményekből kiindulva egy Kárpát-medencét lefedő tartományra készített szimulációkat. A hazai modellfuttatások eredményeit kiegészítik az **EURO-CORDEX** együttműködés Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) által feldolgozott és a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (**NATÉR**) rendszerben elérhető adatai.⁷⁹ Az EURO-CORDEX keretében több regionális modellel és többféle (pl. a **3.1-es fejezetben** említett RCP4.5 és az RCP8.5) kibocsátási szcenárióval készülnek a szimulációk.

A jelenlegi modelleredmények alapján a XXI. században várhatóan növekedni fog a hőmérséklet Magyarország és a Kárpát-medence területén. Az éves átlaghőmérséklet – amennyiben a modellkísérletben a visszafogott antropogén tevékenységet veszik alapul (RCP4.5 forgatókönyv) – 2021-2050-re átlagosan 1-2°C-kal, míg 2071–2100-ra 2-3°C-kal emelkedhet az 1971–2000 időszakhoz képest. Gyorsan emelkedő szennyezőanyag-kibocsátás feltételezésével (RCP8.5 forgatókönyv) az éves átlaghőmérséklet akár 3,5-4,5°C-kal is emelkedhet a Kárpát-medencében a 2071–2100 közötti időszakban.

Az ITM jelentése alapján a hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek jelentősen a melegebb irányába fognak elmozdulni, azaz a fagyos napok száma csökkenni, a nyári napok és a hóhullámos napok előfordulása növekedni fog. A hőségriadós – azaz a 25°C-ot meghaladó középhőmérsékletű napok – előfordulásában is emelkedés várható. „Így a Kárpát-medence – kiemelten Magyarország – térsége Európában az erőteljesebben kitett területek közé tartozik a hőmérsékleti szélsőségek várható alakulása szempontjából.” (ITM, 10. o.) **A hóhullámos időszakok száma a 21. század során növekedni fog**, optimista becslések alapján az 1971-2000-es érték kétszeresére növekszik, előfordulásuk a század végére pedig megközelítheti az egy hónapot is, ami már jelentősen megterhelné az emberi szervezetet.

Évszakokra lebontva, a legnagyobb változások a nyári és őszi időszakokra várhatók, miszerint nyáron 1,4-2,6°C, valamint ősszel 1,6-2,0°C hőmérsékletnövekedésre számíthatunk a referencia-időszakokhoz képest, míg az évszázad végére a növekedés ősszel megközelítheti, nyáron pedig valószínűleg meg is haladhatja a 4°C-ot. A modellértékek alapján előre jelezhető, hogy az **ország**

⁷⁵ <https://thediplomat.com/2016/06/kashmir-a-water-war-in-the-making/>

⁷⁶ Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről, ITM, feladatunk a jövő, 2020. január
<https://zoldbusz.hu/files/jelentes.pdf>

⁷⁷ Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia – NÉS, ITM, 2018.
NÉS_Ogy által elfogadott.PDF (gov.hu)

⁷⁸ met.hu (Az éghajlati folyamatok leírása)

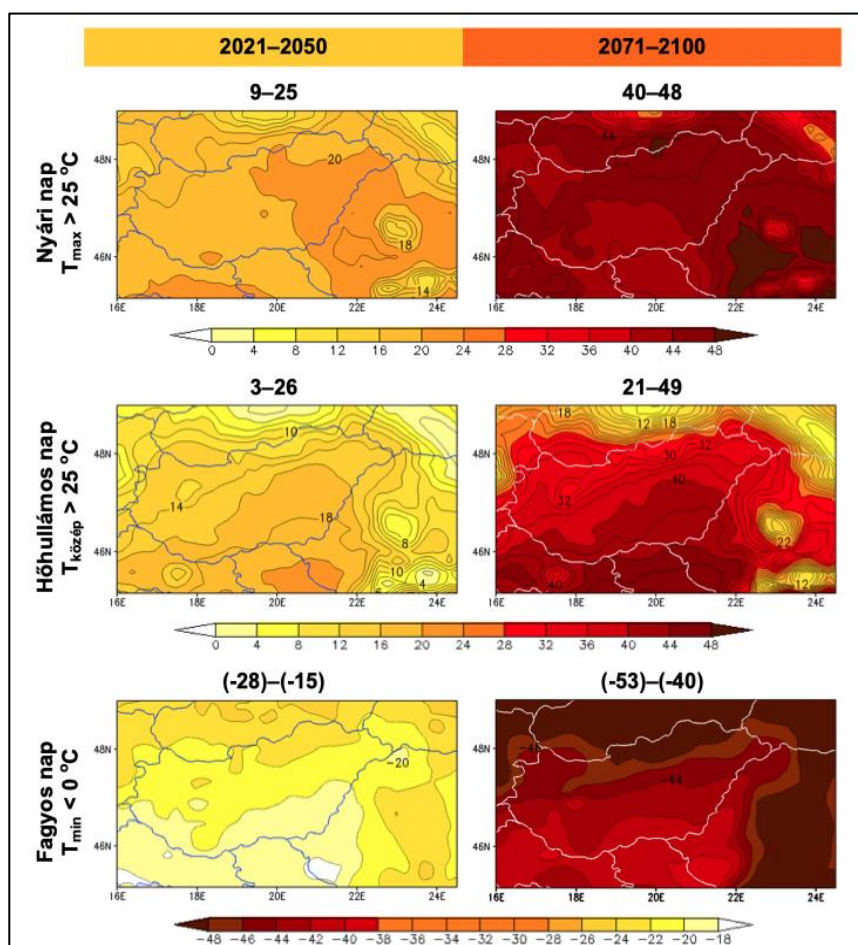
⁷⁹ Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről, ITM, feladatunk a jövő, 2020. január

keleti és déli területei erőteljesebben ki vannak téve a nagyobb mértékű hőmérsékletemelkedésnek. A növekvő hóhullámos időszakok okozta hőstressznek leginkább kitett térség az Alföld, azon belül is különösen az ország délkeleti területei, míg a Dunántúl és a magasabban fekvő, domb- és hegyvidéki tájak esetében kisebb mértékű változásokra számíthatunk.

Az ELTE és az OMSZ kutatóinak közös tanulmánya⁸⁰ a hőmérsékleti indexek jövőbeli változását az ún. kompozittérképek (3/2. ábra) segítségével mutatja be. Ez alapján az 1961-1990 referencia-időszakhoz képest, a maximum hőmérsékletben 25°C-ot meghaladó, nyári napok száma a jövőben egyértelműen növekedni fog; 2021–2050-re az ország területének nagy részén **átlagosan 16-20 nappal**, de az keleti országrészben akár **20 napot meghaladó változás** is lehetséges. Az évszázad utolsó évtizedeire ez tovább eszkalálódhat, a növekedés **elérheti a 40 napot**, az ország északi térségében még nagyobb változás is előfordulhat. **A hóhullámos napok számának változása vonatkozásában jelentős térbeli differenciáltság jelentkezhethet.** Magyarország déli fekvésű megyéiben (Somogy, Bács-Kiskun, Csongrád-Csanád és Békés megye) várható a legnagyobb gyakoriságnövekedés, addig a magasabban fekvő, nyugati és északi régiókban kevésbé lesz markáns a változás mértéke.

A 0°C alatti minimum hőmérsékletű, **fagyos napok száma a jövőben, a melegedő tendenciát követve egyértelműen csökkenni fog**, 2021–2050-re országos átlagban még csak 15-28 nap, 2071–2100-ra viszont már 40-53 nap is lehet a csökkenés mértéke. Térbeli differenciáltság szempontjából a változások a déli fekvésű térségeket érintik majd a legkevésbé, míg az északi régiókban várható a legnagyobb gyakoriságnövekedés.

2/2. ábra. A hőmérsékleti indexek jövőbeli változását előrejelző kompozittérképek⁸¹



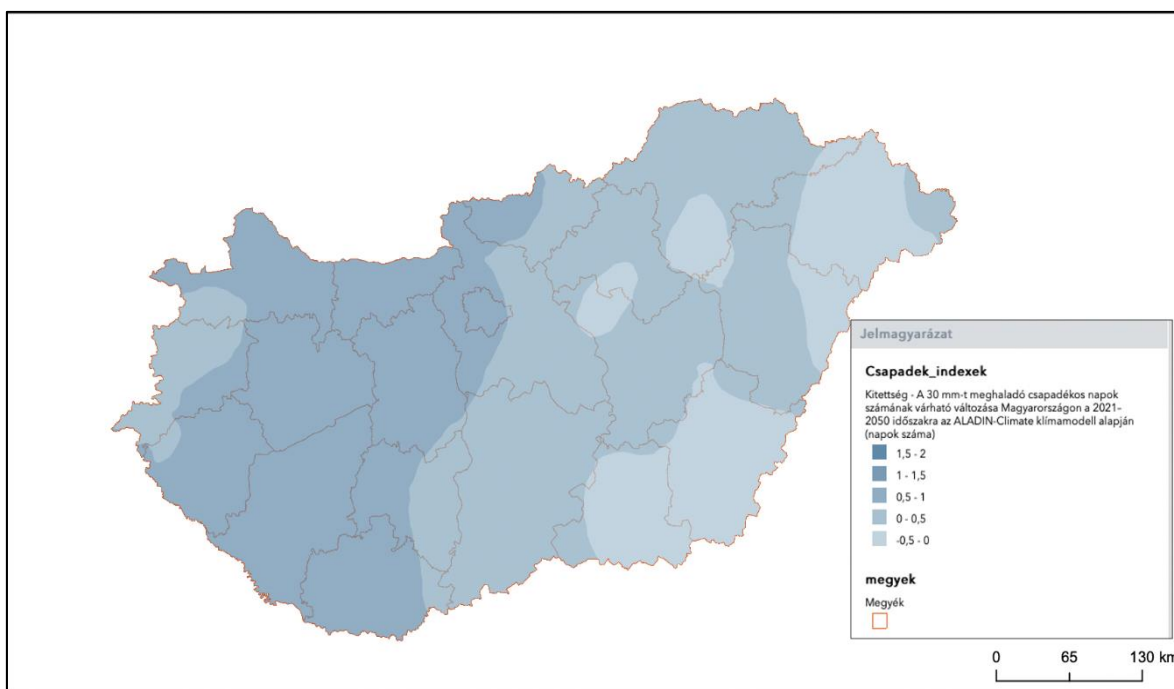
⁸⁰ Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő, ELTE, OMSZ (2012)

⁸¹ Forrás: Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő, ELTE, OMSZ (2012)

Várhatóan növekszik a jövőben a vegetációs időszak hossza – ennek a kezdetét és a végét azon időpontok jelölik ki, amikor a napi átlaghőmérséklet 5 napon keresztül először 5°C feletti, majd július után először 5°C alatti. A múltbéli, átlagosan 239 nap legalább 20 nappal, de esetlegesen akár másfél hónappal is növekedhet 2050-re. A legnagyobb mértékű változásokra az ország délnyugati területein számíthatunk.

Habár a hőmérséklet növekedése sokkal egyértelműbb tendenciákat mutat, a csapadék jövőbeli változásának meghatározása már nem ilyen egyértelmű. Magyarországon különösen nagy bizonytalanságot mutatnak az eredmények, leginkább a csapadék idő- és térbeli változékonysága miatt. A XXI. század első felében összel egyértelmű növekedésre, tavasszal és télen a csapadékmennyiség bizonytalan növekedésére, míg nyáron inkább a csökkenésére számíthatunk egyes modelleredmények alapján.

2/3. ábra. A 30 mm-t meghaladó csapadékos napok számának várható változása Magyarországon a 2021–2050 közötti időszakban⁸²



Az éghajlatváltozás egyik leglátványosabb jelensége a csapadékmintázat módosulása. **Az általában heves zivatarokkal járó, 30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma az ALADIN-Climate klímamodell alapján 2050-ig az ország nyugati felében több nappal is emelkedhet éves viszonylatban.** (2/3.ábra)

A változásnak leginkább kitett régiók településeinek alkalmazkodóképességének javítása elengedhetetlen, kétféle infrastrukturális beruházások keretében a vízfolyások, tavak, törendszerek, vizes élőhelyek, valamint a csapadékvíz tározók karbantartása, fejlesztése kulcsfontosságú a következő években, évtizedekben.

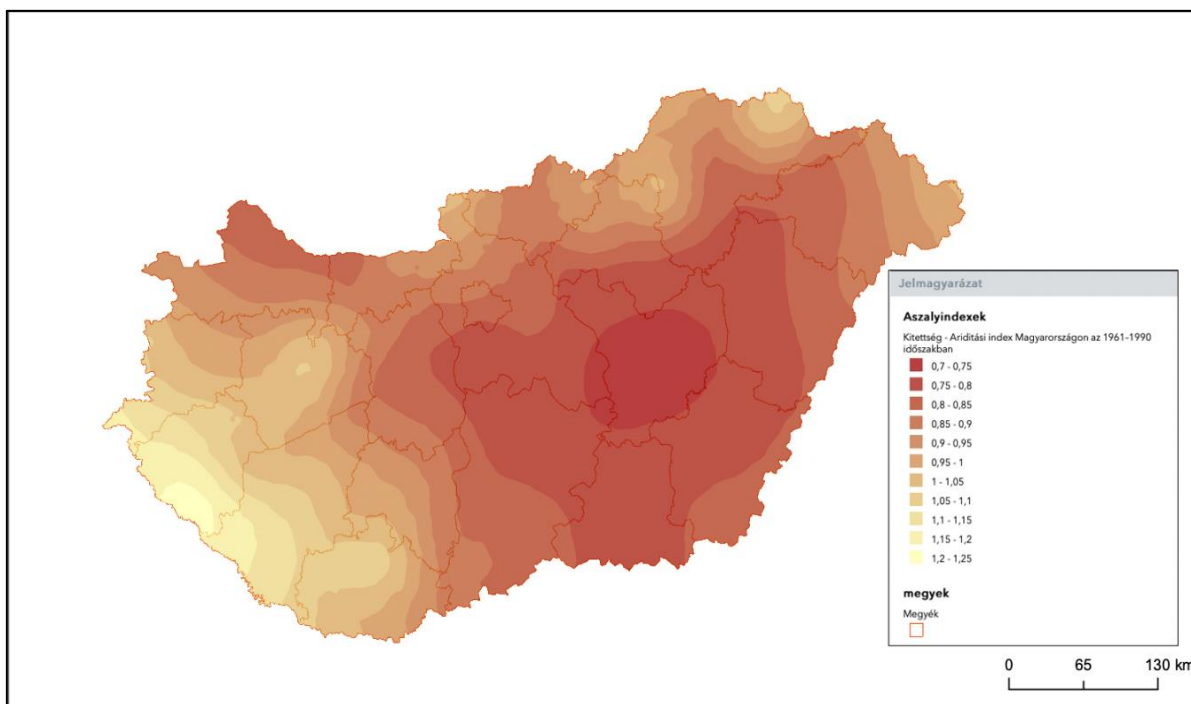
A 2/4. ábra a CarpatClim-Hu adatokból számított ariditási (aszályossági) index értékeinek területi eloszlását mutatja 1961-1990 közötti időszakban. Minél kisebb az index értéke, annál szárazabb az adott térség. Az aszályindex értékét alapvetően a domborzati viszonyok határozzák meg. A vizsgált időszakban az Alföld bizonyult a szárazságra leginkább hajlamos makrotérségnek, a domb és hegyvidéki tájak esetében az indexek értéke a skála humidabb vége felé tolódik el.⁸³ Egyes modellek alapján a Kárpát-medence régiójában a nyári száraz időszakok (amikor a napi csapadékösszeg 1 mm alatti) maximális hossza növekedni fog, az évszázad végére akár 6 napos emelkedésre is számíthatunk. Hazánkban a múltban a leghosszabb száraz időszakok nyáron átlagosan 15 napig,

⁸² Forrás: NATÉR, az ALADIN-Climate klímamodell alapján

⁸³ Homolya Emese, Rotárné Szalkai Ágnes, Selmecei Pál (2015): A klímaváltozás hatása az ivóvízbázisokra, NATÉR Kutatási jelentés

míg ősszel és télen átlagosan 21-22 napig tartottak. **A hazai szimulációk alapján nyáron hosszabb, míg ősszel és télen rövidebb száraz időszakokra számíthatunk.** Azonban fontos megjegyezni, hogy egyes modellek a csökkenés lehetőségét is mutatják. Ezek az indikátorok változatosak a Duna vízgyűjtő térségében, míg Magyarország középső területeinél az összes modellszimuláció néhány napos emelkedést jelez előre az évszázad közepére. Az aszályos időszakok fokozódása veszélyeztetheti a sérülékeny, klímaváltozásnak leginkább kitett vízbázisokat, amely ellátási problémákhoz, valamint a mezőgazdasági termelékenység romlásához vezethet. Azonban a vízellátás kezelésére és modellezésére több javaslat is megfogalmazódott. Ezek például a természetes vizek gyűjtése, tartalékképzés, tárolás, újrahasználat, öntözés, hulladékvizek és kezelt (szenny-) vizek öntözési hasznosítása, továbbá a használók közötti időleges vízmegosztás.⁸⁴

2/4. ábra. Ariditási index Magyarországon az 1961–1990 közötti időszakban⁸⁵



2.3. A gazdaságszerkezet várható változásai hazánkban

A klímaváltozás hatással van a környezetünkre, gazdaságunkra és társadalmunkra egyaránt. A gazdaság vonatkozásában számon tartunk az éghajlatváltozásnak különösen kitett, sérülékeny ágazatokat, amelyek jelentős struktúraváltáson mehetnek keresztül a következő évtizedekben, akár Magyarországon is. A hatások lehetnek közvetlen, illetve közvetett eredetűek is, ebben az alfejezetben néhány kulcságazatot veszünk górcső alá, amelyeket a legjobban érinthetnek ezen változások.

2.3.1. Közvetlen hatások: agrárium⁸⁶

Hazánkban a mezőgazdaság a klímaváltozásnak leginkább kiszolgáltatott ágazat. Az éghajlatváltozás hatásai időben és térben eltérő módon jelentkezhetnek. Az extrém felmelegedés és szárazodás folyamata mellett a váratlan szélsőséges meteorológiai események is jelentős károkat okozhatnak, amelyek összességében gyengíthetik az ország agroökológiai potenciálját. Várhatóan az öntözés a vízbázisok megóvása érdekében csak lokális megoldásként jöhet szóba. Az állattenyésztés vonatkozásában az intenzív állattartás a legveszélyeztetettebb. Az intenzív tartású

⁸⁴ Az élelmiszeripar kihívásai: a klímaváltozás hatásai az élelmiszer-biztonságra

⁸⁵ Forrás: NATÉR, az adatok a CARPATCLIM-HU adatbázisból származnak

⁸⁶ Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia-2, Csete László (2013): Az éghajlatváltozás várható hatásaira való felkészülés és az alkalmazkodás lehetőségei a magyar mezőgazdaságban. NAS háttér tanulmány. 62. p., Dr. Buzási Attila (2018): K-Faktor-Klíma, Gazdaság, Társadalom, Budapest, BME, 200 p.

szarvasmarha, sertés és baromfi fajták fokozottan érzékenyek a klímaváltozás hatásaira, és az egyes sokkhatásokra azonnali hozamcsökkenéssel reagálnak. Egyes hagyományos állatfajták (magyar szürke marha, mangalica, rackajuh, parlagi tyúkfajták) genetikai adottságaikból és a külterjes tartástechnológiákból adódóan jobb alkalmazkodóképességgel rendelkeznek, ugyanakkor ezen állatfajták termelékenysége alul múlja az intenzív fajtákét. A 3.2.-es fejezet alapján, az Alföld dél-keleti térségében a hóhullámos napok számának dinamikus növekedése várható az egész XXI. században. Ez a régió Magyarország egyik jelentős agárcentruma, **így a szabadban dolgozó emberek számára különösen nagy veszélyt jelenthet ez a jelenség.**

2.3.2. Energiagazdálkodás

Magyarországon a csökkenő népességszám ellenére egyre nagyobb az energiafogyasztás mértéke.⁸⁷ Az energiaellátásban bekövetkező változások tovagyrúzó hatása miatt a nemzetgazdaság egészét képes befolyásolni. **Az éghajlatváltozás érinti majd a megújuló energiahordozók rendelkezésre állását is, de a változások mértéke meglehetősen bizonytalan.**⁸⁸ A várhatóan erősödő globálsugárzás és a felhőzetben bekövetkező változások egyaránt érintik a napenergia hasznosítását, különösen az ország déli fekvésű megyéiben (Somogy, Bács-Kiskun, Csongrád-Csanád, Békés). Kiegészítő intézkedésekkel az ún. WAM-forgatókönyvben 2030-ra 11–12 TWh megújuló villamosenergia-termelés várható, amelynek jelentős részét a naperőművek fogják kiteni.⁸⁹ Magyarország geotermikus potenciáljának napjainkban csak 10-15 százaléka hasznosul, ennek tükrében a Nemzeti Energiastratégia 2030-ig célként tekint a geotermikus hőenergia-potenciál kiaknázására, a távhőtermelés, valamint az agrárgazdasági hasznosítása révén.⁹⁰ A csapadékmintázat átalakulásával változhatnak a folyóink vízhozamai, amely jelenség a vízhasznosítás szempontjából fontos tényező. A szél erőművek teljesítményét pedig elsősorban széljárásban bekövetkező változások alakíthatják. Különösen bizonytalan a mezőgazdasági alapú energiahordozók elérhetősége. Ezen megújuló energiahordozók alapanyagainak hozamát, és ezen keresztül beszerzési árát – ma még ismeretlen mértékben – is érintheti a klímaváltozás.⁹¹ 2050-ig a „karbonsemleges” Európa elérése érdekében a hazai **szénszektor leállítása** várható, amely jelentősen megváltoztathatja a magyar gazdaság energiagazdálkodását.

2.3.3. Turizmus

A turizmus a rendszerváltást követő évtizedekben Magyarország egyik húzóágazatává vált. **Az éghajlat és az időjárás a turizmus erőforrásainak is tekinthetők,** hiszen alapvetően meghatározzák egy adott terület vonzerejét. A klimatikus viszonyok elsősorban **a szabadtéri – elsősorban nyaraló-, aktív-, téli sport – turizmus** esetében bírnak meghatározó jelentőséggel. A turizmus dinamikus alakulást, nyílt rendszerként integrálódik a gazdasági, társadalmi és a természeti környezetbe, így egyszerre befolyásolja a külső tényezőket, és vissza is hat környezetére.⁹² A turizmus- és attrakciófejlesztésben ezért fontos szerepet kell kapnia a klíma- és környezettudatosságnak.⁹³

2.3.4. Közvetett hatások: feldolgozóipar

A **feldolgozóipar** Magyarország egyik legdinamikusabban növekvő nemzetgazdasági ága, a teljes gazdaság bruttó hozzáadott értékének több mint 20 százalékát adja és közel 1 millió foglalkoztatott dolgozik.⁹⁴ Ágazatait az éghajlatváltozás eltérő mértékben érintheti, elsősorban közvetett módon. Ezek közül is kiemelendő a **járműipar**, amely hazánk egyik húzóágazata, a külföldi működőtőke-befektetések (FDI) egyik kiemelt célpontja. Az Európai Unió ambiciózus klímacélkitűzésének megvalósításához elengedhetetlen az autóipar „zöld fordulata”, hogy hosszú távon kizárólag elektromos autók guruljanak le a gyártósorokról. Az ilyen típusú járművek gyártásához

⁸⁷ https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0016.html?utm_source=kshhu&utm_medium=banner&utm_campaign=theme-energiagazdalkodas

⁸⁸ Dr. Buzási Attila (2018): K-Faktor- Klíma, Gazdaság, Társadalom, Budapest, BME, 200 p.

⁸⁹ Tompos András (2020): Klímaváltozás és energiaellátás, különös tekintettel a megújuló forrásokra, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 36.-40.

⁹⁰ ITM (2020): Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig

⁹¹ Dr. Buzási Attila (2018): K-Faktor- Klíma, Gazdaság, Társadalom, Budapest, BME, 200 p.

⁹² Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia

⁹³ Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030

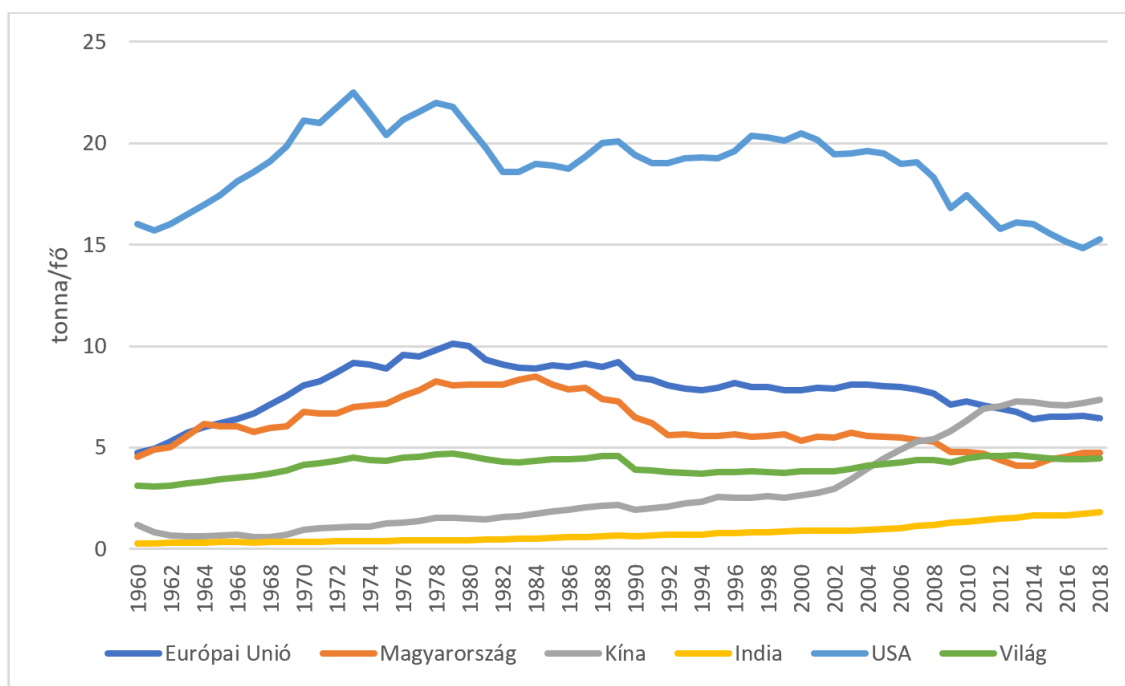
⁹⁴ Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján

nagyságrendekkel kevesebb munkaerő szükséges, és mivel Magyarország egyik legnagyobb versenyelőnye a relatív alacsony bérszínvonal, így féltő, hogy a jövőben jelentős leépítések várhatóak az ágazatban. Azonban az autóiparban zajló trendek előnyt is jelenthetnek a magyar gazdaság számára, az **akkumulátorgyártásban** napjainkban is nemzetközi léptékben meghatározó gyártókapacitások vannak az országban, a befektetések volumenének növekedésével jó esély mutatkozhat arra, hogy a jövőben a feldolgozóipar egyik húzóágazatává váljon.

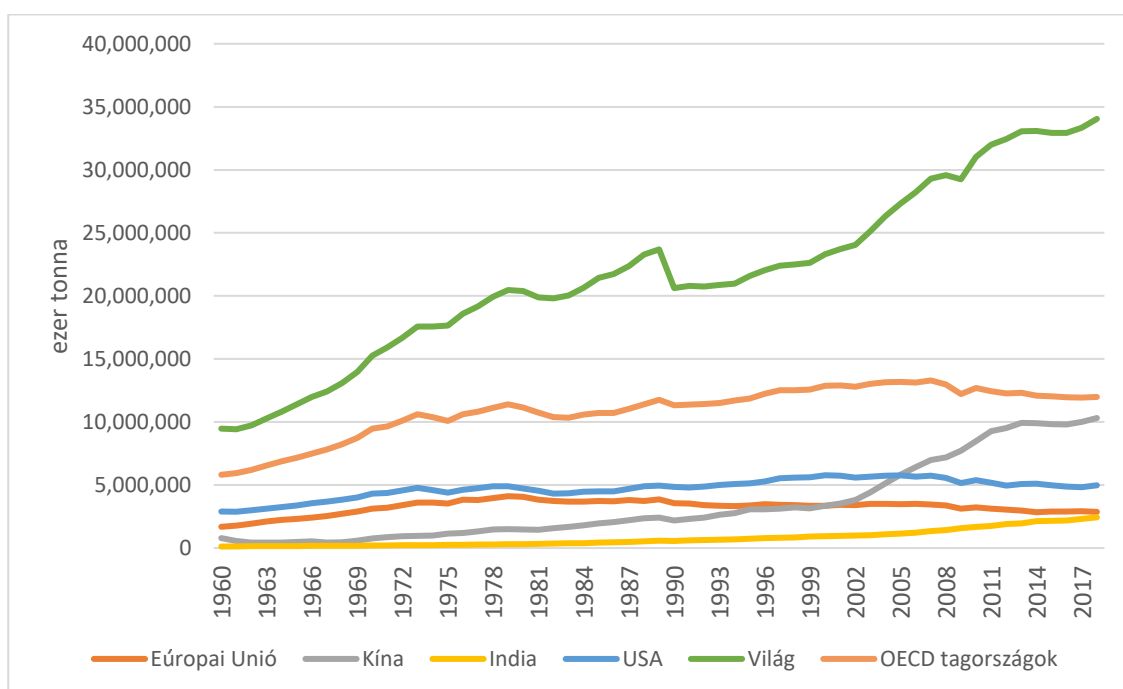
2.4. Ábrák az 1. és 2. fejezetben kifejtettek illusztrálására

Valamennyi, a fejezetben szereplő ábra forrása: Világbank adatai, saját szerkesztésben.

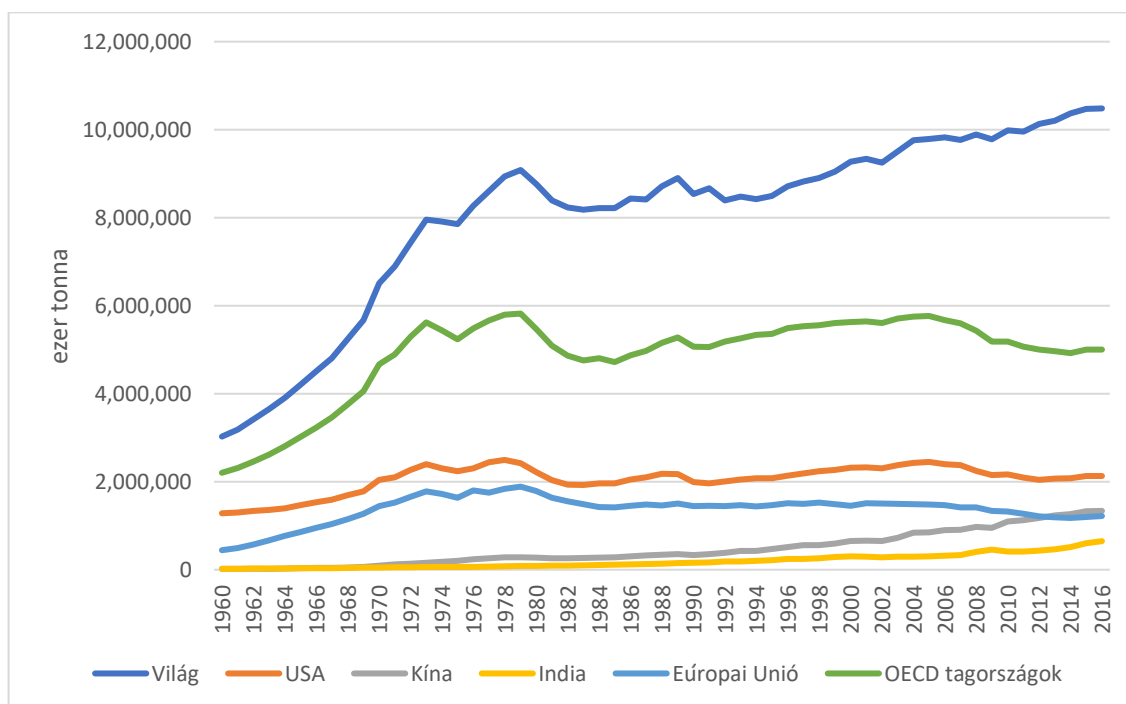
2/5. ábra. Az egy főre jutó CO₂ kibocsátás mértéke 1960-2018 között



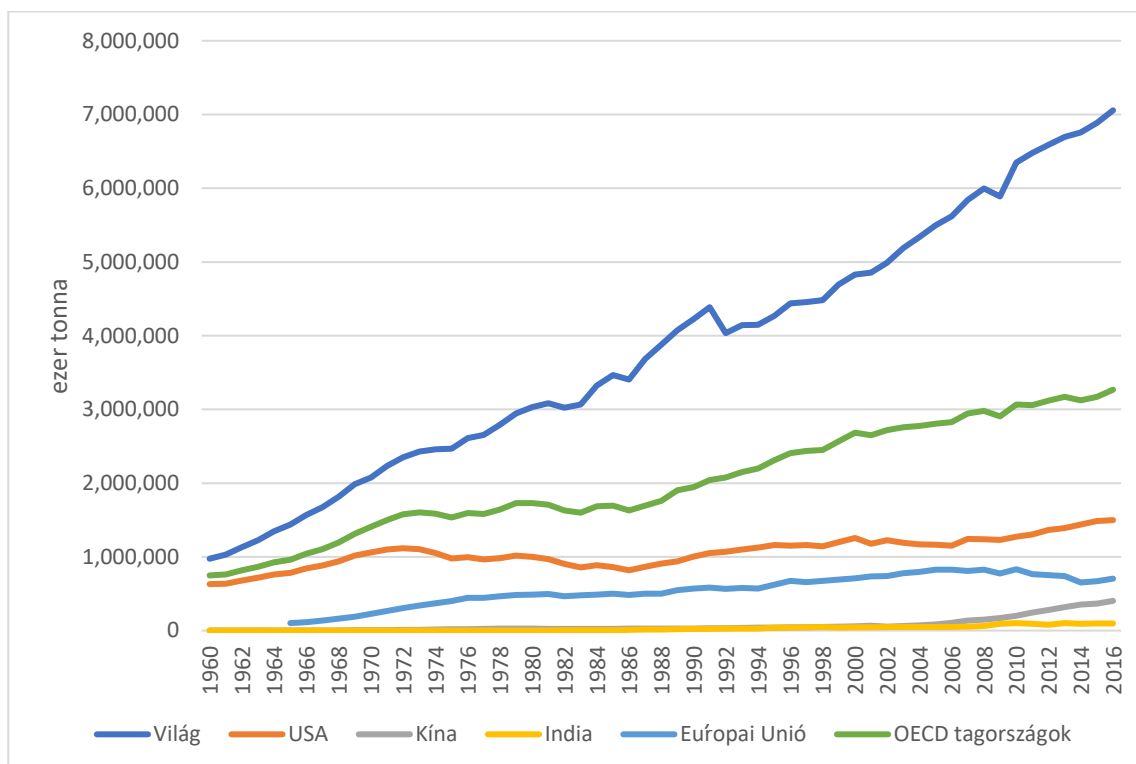
2/6. ábra. A szén-dioxid emisszió mértéke 1960-2018 között



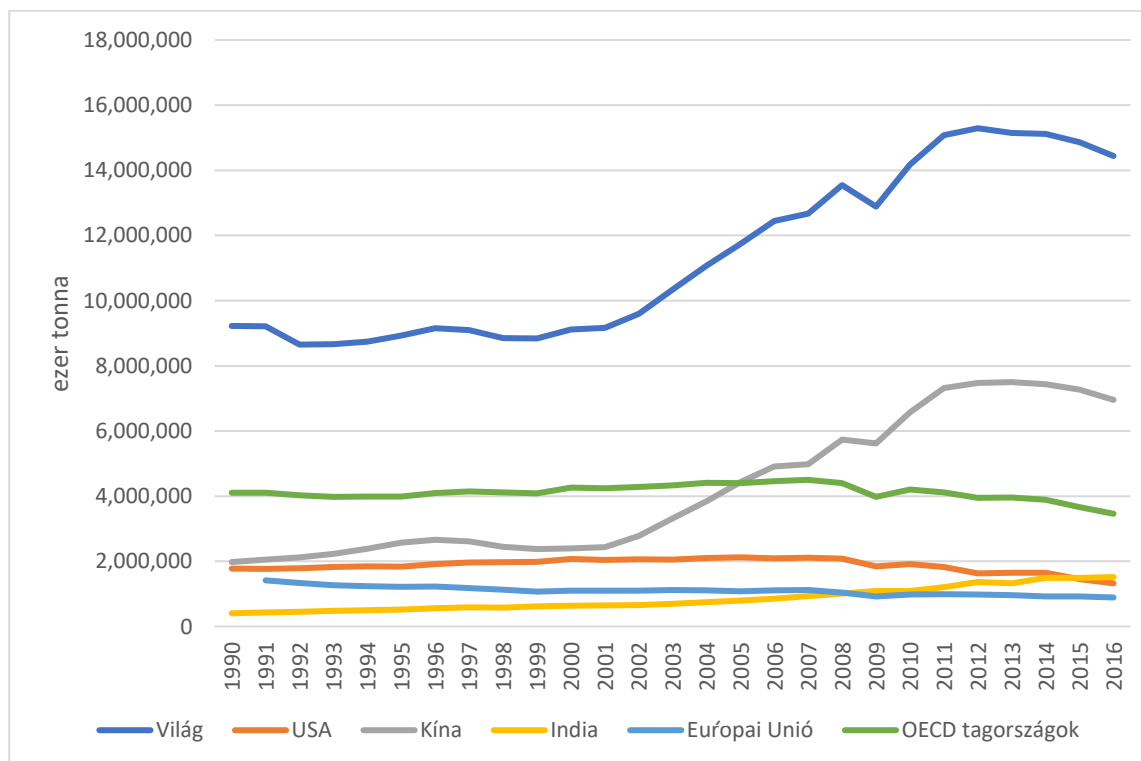
2/7. ábra. A kőolaj hasznosításából származó CO₂ emisszió mértéke 1960-2016 között



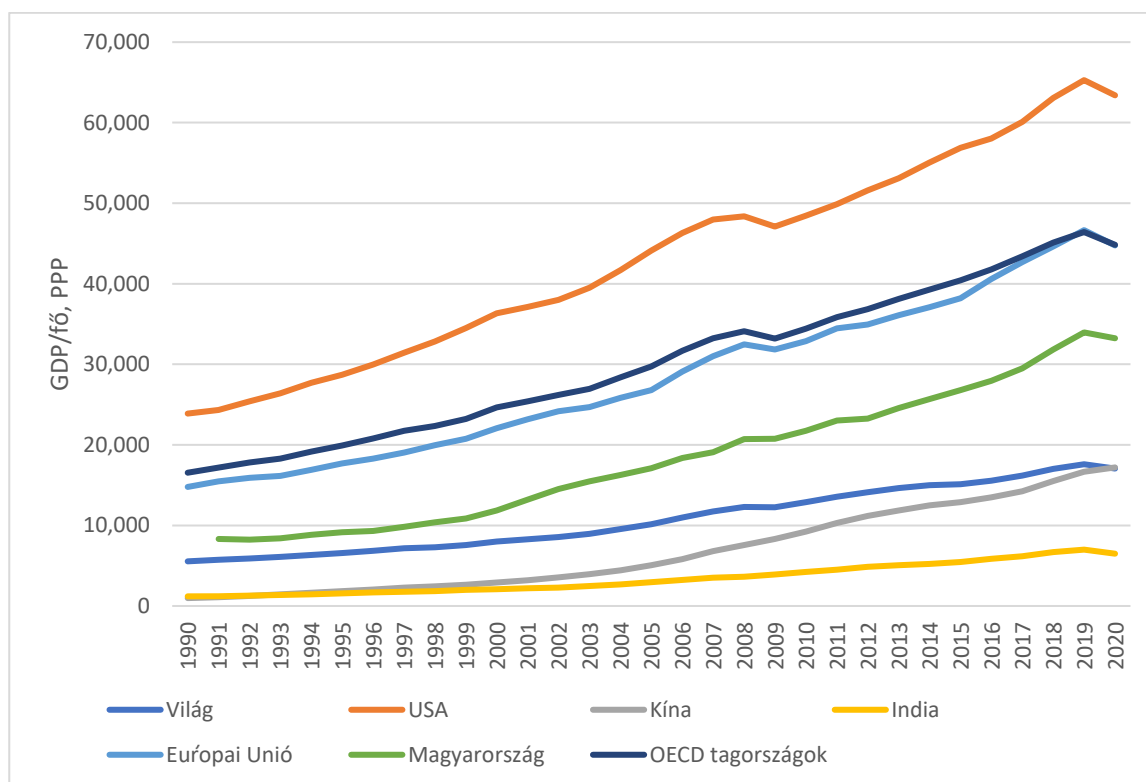
2/8. ábra. A földgáz hasznosításából származó CO₂ emisszió mértéke 1960-2016 között



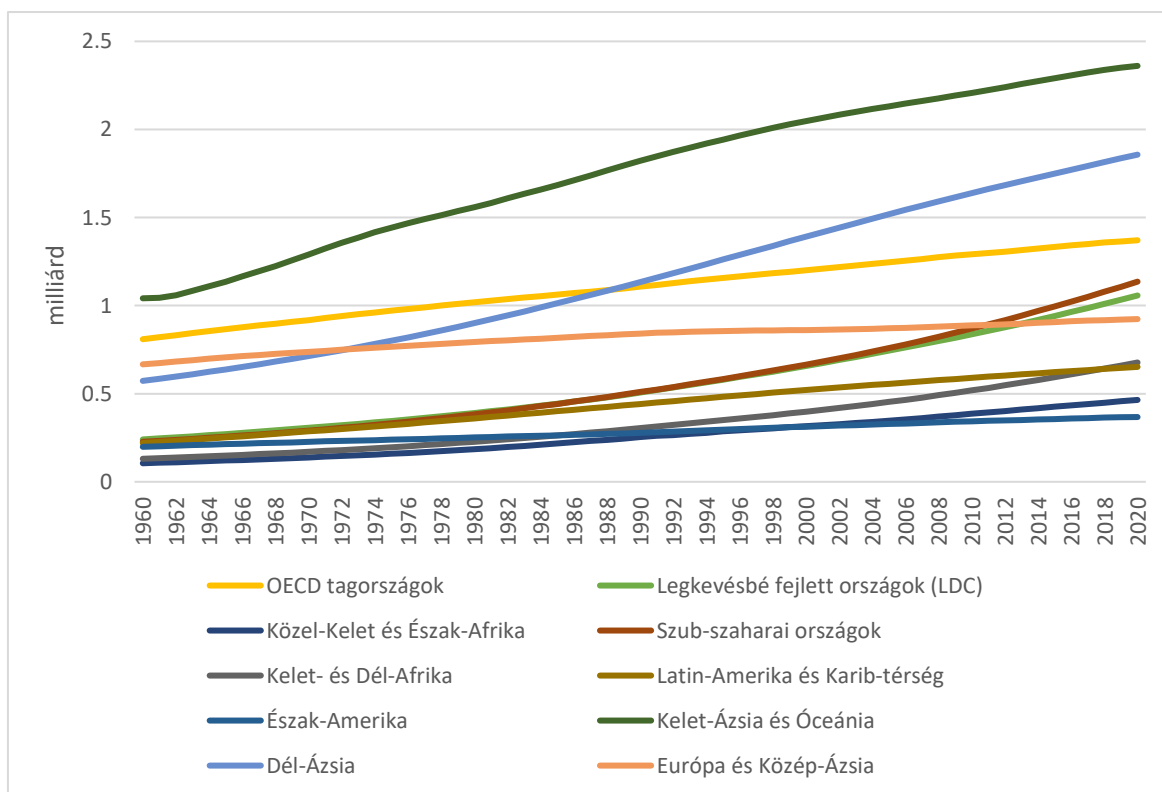
2/9. ábra. Szén hasznosításából származó CO₂ emisszió mértéke 1990-2016 között



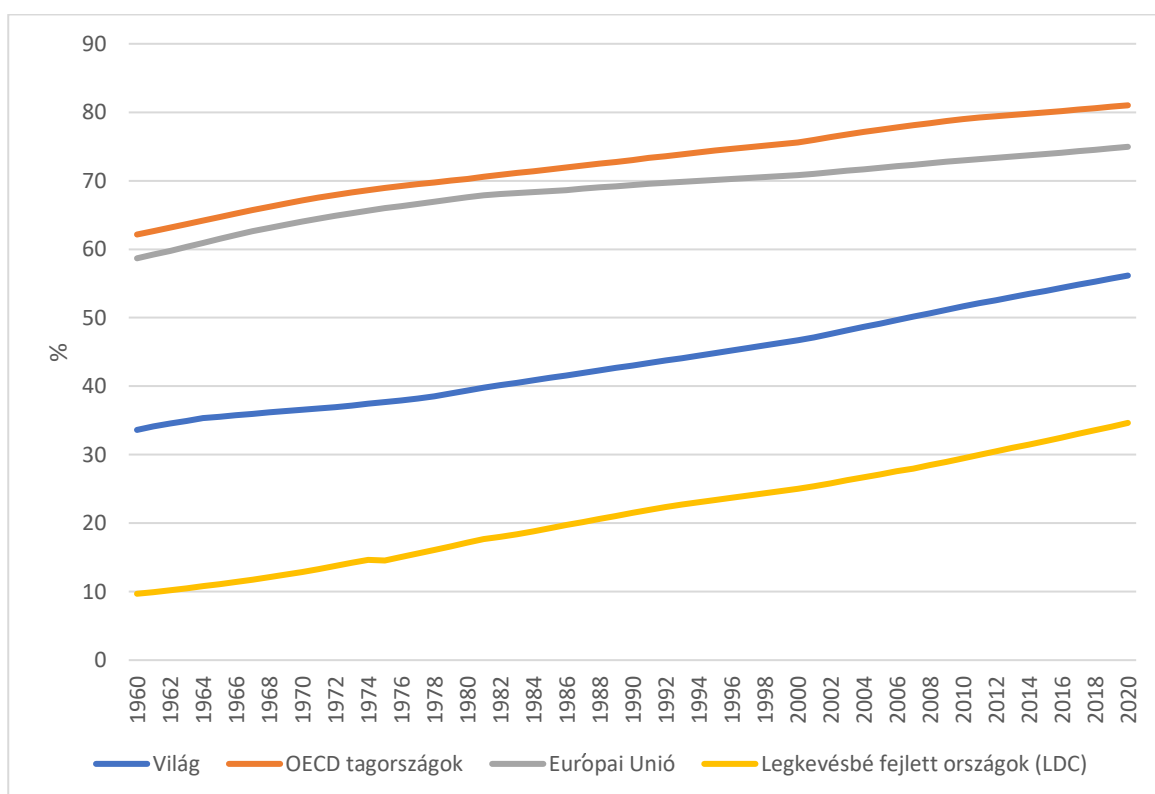
2/10. ábra. Egy főre jutó GDP (PPP) alakulása 1990-2020 között



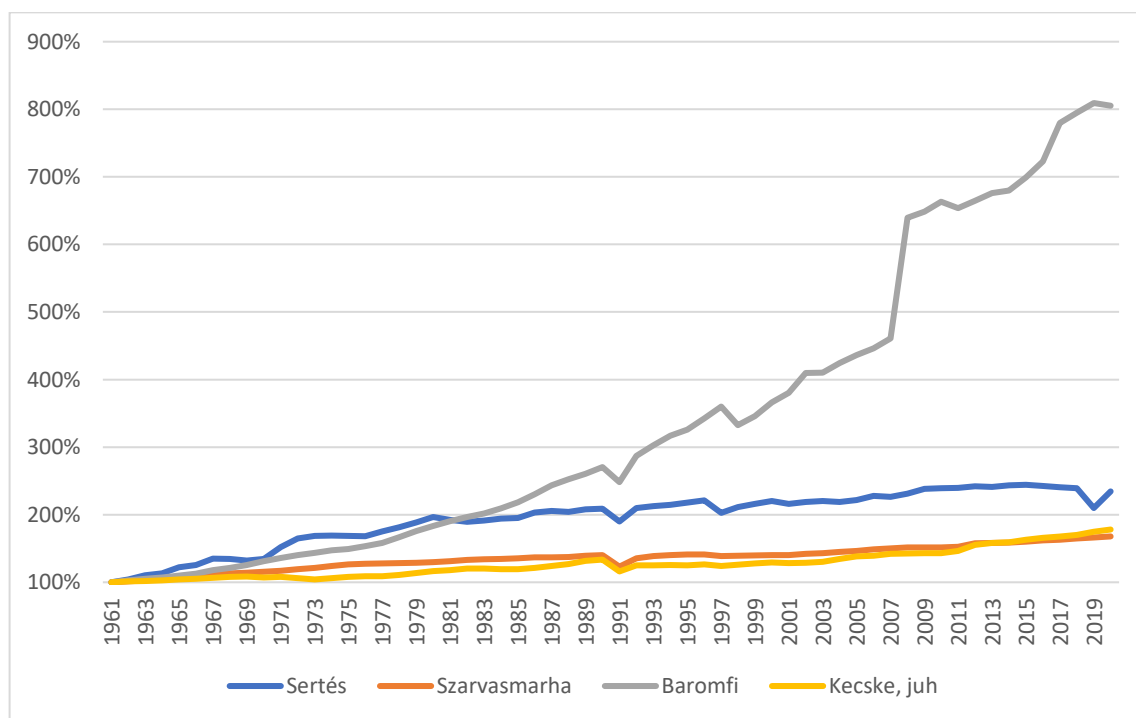
2/11. ábra. A Föld lakónépességének alakulása 1960-2020 között



2/12. ábra. A Föld urbanizációs rátája 1960-2020 között



2/13. ábra. A haszonállatok számának százalékos változása 1961-2019 között

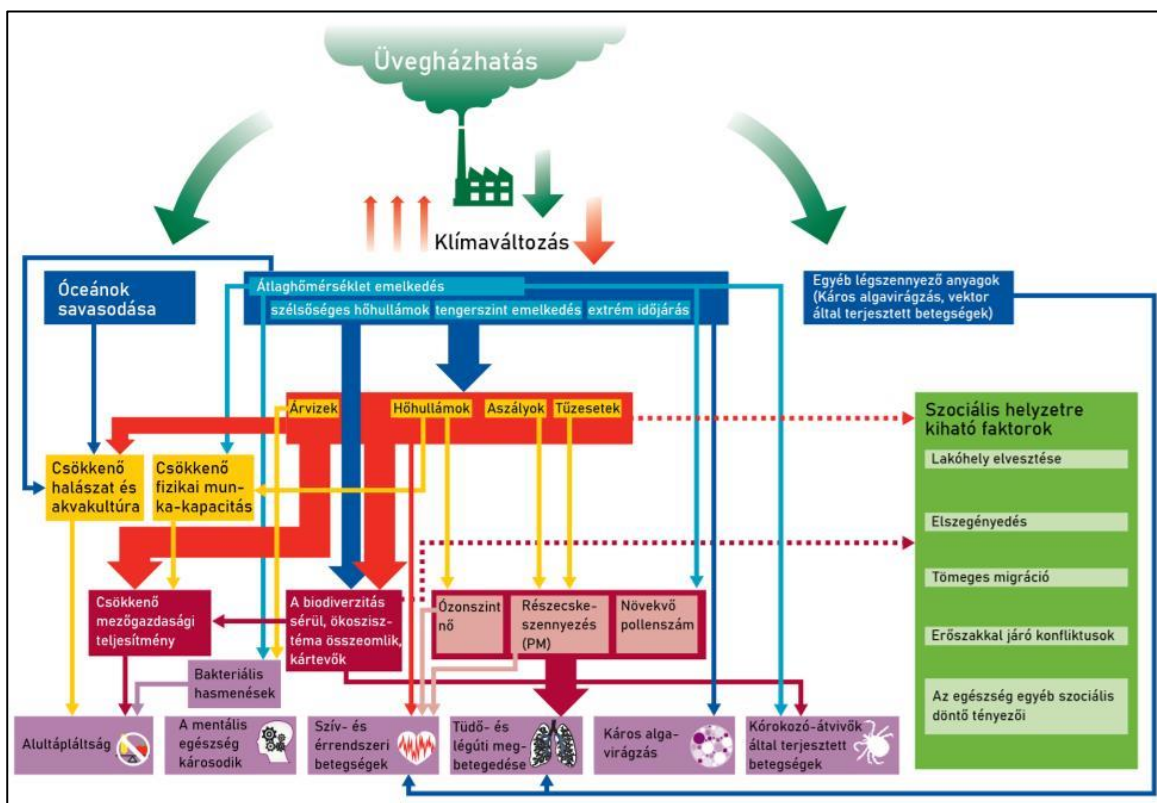


3. A klímaváltozás környezeti veszélyei és egészségi hatásai a kutatások és a szakirodalom alapján

A világ környezeti katasztrófáinak közel 80%-a az időjárással kapcsolatos veszélyekből származik, az ebből adódó halálozás 56%-ot, a gazdasági veszteség 75%-ot tesz ki. Az éghajlatváltozás, valamint annak részeként a globális felmelegedés és a szélsőséges időjárási események legfőbb oka – egyúttal a 21. század legnagyobb környezeti kihívása, a földi élet és az egészség fenyegetése – döntően emberi (antropogén) tevékenységekhez, az üvegházhatású gázok nagymértékű kibocsátásához köthető. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának forrásait és jellemzőit a 3/1. számú ábra⁹⁵ mutatja be. Nagyobb méretben az 6. mellékletben található.

A 2015. évi párizsi éghajlatváltozási egyezmény (Párizsi Megállapodás) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérséklésével és a globális felmelegedéshez történő alkalmazkodás kérdésével foglalkozik. Felhívja a figyelmet az éghajlatváltozás XXI. századi főbb tendenciáira, és arra figyelmeztet, hogy amennyiben nem csökken az üvegházhatású gázok kibocsátása, akkor a jelenlegi 1,1-1,2°C-os átlaghőmérséklet növekedés 2030-ra 1,5°C fölé (akár 2,7°C-ig) is emelkedhet, ami már végzetes, visszafordíthatatlan környezeti és egészségi veszélyt jelent az emberiség számára. A korábban tárgyaltak szerint, mértékadó klímamodellek szerint 2100 körül a Föld 19%-a 3,5 milliárd ember számára lakhatatlanná válik, ami beláthatatlan gazdasági és társadalmi következményekkel jár.

3/1. számú ábra. Az üvegházhatás következményei



Az éghajlatváltozás során a globális felmelegedés (az átlaghőmérséklet növekedése) és az extrém hőmérséklet okozza a csapadék mennyiségének a megváltozását, a tengerszint emelkedését és az egyre gyakoribb szélsőséges időjárási eseményeket. Az árvizek, az aszályok, az erdő- és bozóttüzek, a szélsőséges időjárás (a hőhullámok, a hideg és a meleg időjárási frontok gyors váltakozása), a természeti katasztrófák (a viharok, a tornádók, a hurrikánok, a felhőszakadások, a villámárvizek és a földcsuszamlások) eredményezik a biológiai diverzitás (sokféleség) csökkenését, az ökoszisztéma rendszerének meggyengülését, az élőhelyek megváltozása miatt egyes kártevők

⁹⁵ Forrás: <https://storage.googleapis.com/lancet-countdown-preprod/2019/10/2015-Health-.pdf> nyomán, saját fordítás és szerkesztés

elszaporodását és a vektorok által terjesztett betegségek növekedését, de a vízárványok, az élelmiszer-fertőzések és a termőterület csökkenése is szerepet játszhat a különböző hasmenéses járványokban és az alultápláltságban.

Az egészségkárosító, talajközeli ózon szint, a levegőszennyeződés, az UV-sugárzás és a pollenek és egyéb allergizáló anyagok növekedése – és az általuk kiváltott számos megbetegedés nagyobb arányú megjelenése – is a klímaváltozás rovására írható. Az éghajlatváltozás egyike azoknak a környezeti, társadalmi - gazdasági kihívásoknak, amelyek befolyásolják az emberek létfeltételeit és életminőségét, veszélyeztetik a természeti erőforrásokat és az ökoszisztémát, károsítják az épített környezetet és az infrastruktúrát, akadályozzák a kiemelt közszolgáltatásokhoz történő biztonságos és zavarmentes hozzáférést. Emiatt az éghajlatváltozás jelentős akadályát képezi magának a fenntartható fejlődésnek is.

A klímaváltozás egészségre és jólétre gyakorolt hatása a közvetlen (direkt) és közvetett (indirekt) tényezőkön, valamint a társadalmi folyamatokon (a szociális hatásokon) keresztül érvényesül. Az okok és a kiváltott hatások között az ökológiai folyamatok során összetett kölcsönhatások állnak fenn, mint például a biológiai diverzitás sérülése, egyes kártevők megjelenése és a kórokozó-átvivők (vektorok) által terjesztett betegségek között. A társadalmi folyamatok felerősíthetik az egészségi veszélyek miatt kialakuló kockázatokat, ugyanakkor az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást célzó beavatkozások csökkenthetik is azokat.

Az éghajlatváltozás közvetlen hatásai – a viharok, az aszály, az árvizek és a hőhullámok – önmagukban is okozhatnak egészségkárosodást, de a közvetett hatásokon és a társadalmi folyamatokon keresztül is befolyásolják az emberek testi épségét (biztonságát), egészségét és közérzetét (jólétét).

A közvetett hatások – a vízminőség, a légszennyezés, a területhasználat és az ökológiai változások – önmagukban és a társadalmi folyamatokon keresztül is egészségi veszélyt jelenthetnek.

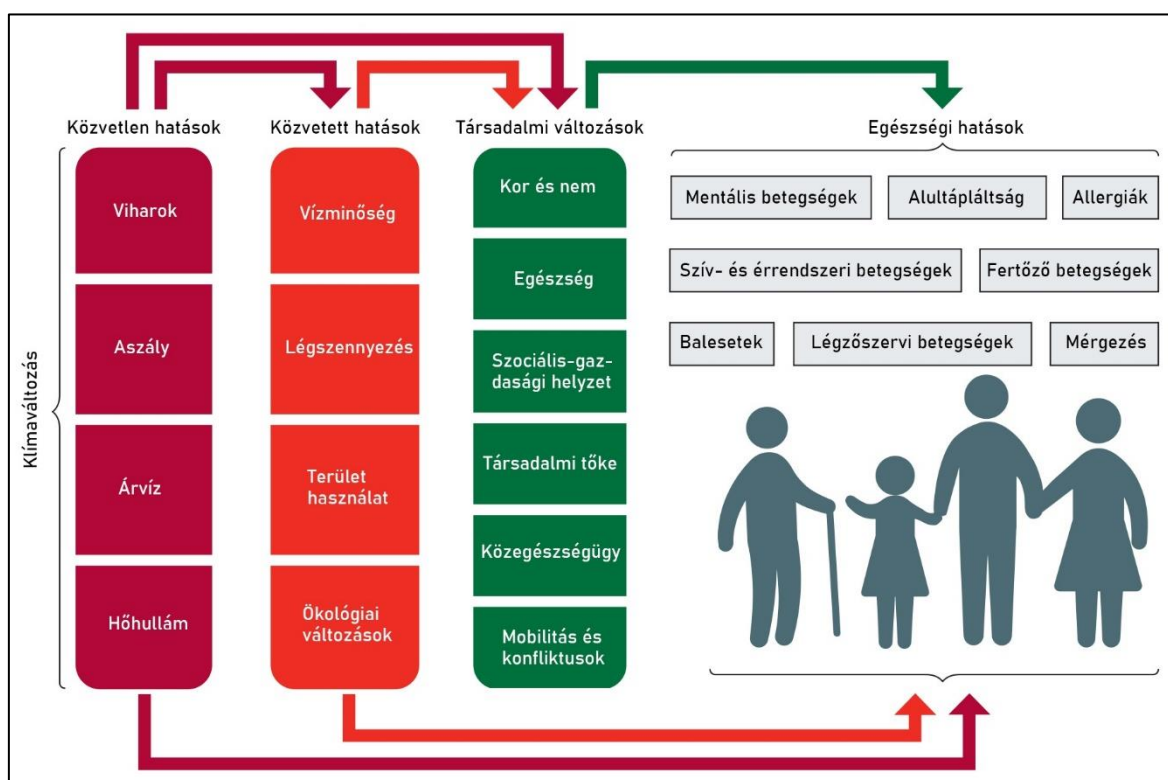
A társadalmi folyamatok – mint a demográfiai változók (kiemelten az életkor és a nemek arányának alakulása), a lakosság egészségi állapotának főbb mutatói (mint a születéskor várható élettartam, az egészségben és a fogyatékossággal töltött életevek száma, a morbiditás és a mortalitás alakulása), a szociális és a gazdasági helyzet, a társadalmi tőke, a közegészségügyi ellátó rendszer, a mobilitási lehetőségek és a társadalmi konfliktusok – is befolyásolják az egészség alakulását, beleértve annak valamennyi színterét.

Az éghajlatváltozás direkt és indirekt egészségkárosító hatásait jelzi az alultápláltság, a balesetek, a mérgezések és a különböző megbetegedések – mint a szív- és érrendszeri, a légzőrendszeri, a fertőző és mentális betegségek, az allergiák stb. – számának alakulása. Az éghajlatváltozás közvetlen és közvetett hatását az egészségre és a jólétre a 3/2. számú ábrán⁹⁶ szemléltetjük.

A Föld különböző területein eltérnek a földrajzi, társadalmi és gazdasági jellemzők, emiatt az éghajlatváltozás különböző hatásaival kell számolni. Európában, főként Közép- és Kelet-Európában általában a hőszélsőségek számának növekedésére, a nyári csapadék csökkenésére és a szélsőséges csapadékeloszlásra kell számítani a következő évszázad során.

⁹⁶ Forrás: <https://storage.googleapis.com/lancet-countdown-preprod/2019/10/2015-Health-.pdf> nyomán, saját fordítás és szerkesztés

3/2. ábra. Az éghajlatváltozás egészségre és jólétre gyakorolt hatásai



Hazánkban már ma is érzékelhetők az éghajlatváltozás hatásai, amelyek az egyes térségeket, a különböző nemzetgazdasági ágakat és az ott élő embereket érintik. Ezek a hatások három egymásra épülő formában jelentkeznek, de megjelenési formájuk és intenzitásuk tekintetében jelentős eltérések mutatkoznak. Az elsődleges hatások alatt a klimatikus tényezőknek (mint pl. a hőmérséklet), a megváltozása értendő, a másodlagos hatások rendszerint az előzőkből fakadnak (mint pl. az aszályok). A harmadlagos tényezők a hatásokból származó következményeket jelentik, amelyek lehetnek természeti, gazdasági és társadalmi jelenségek (mint pl. az aszály okozta termés kiesés és az alultápláltság).

A különböző klímamodellek alapján számított éghajlati paraméterek, a klímaindikátorok segítségével képet kaphatunk az éghajlat jövőbeli alakulásáról egészen az évszázad végéig.

Magyarországon az éghajlatváltozás várható főbb hatásai közül a legfontosabbak⁹⁷:

- az éves átlaghőmérséklet fokozatos növekedése várható főként a nyári évszakokban;
- a hőhullámok gyakoribbak, intenzívebbek lesznek és hosszabb ideig tartanak;
- csökken a hideg szélsőségek időjárási események, a fagyos napok száma;
- csökken az éves átlagos csapadékmennyiség;
- megnövekszik az aszályos időszakok hossza;
- megváltozik a csapadék éves eloszlása;
- megnövekszik az intenzív csapadékos események száma;
- csökken a felhőképződés és megnövekszik az UV sugárzás szintje;
- gyakoribbá válnak a másodlagos hatások.

A releváns éghajlati problémákra, a különböző hatásokra és a következményekre, valamint az érintett területekre, hatásviselőkre (régiók, megyék, főváros, városi települések, ágazatok) vonatkozóan számos hazai tanulmány is készült az elmúlt évtizedekben. A klímakockázatok becslésére és kezelésére szolgáló hazai módszertani útmutatók, a nemzetközi (az EU Új Adaptációs Stratégiája, az IPCC Helyzetértékelő Jelentései stb.) és hazai vizsgálati projektek adatai (NEKAP⁹⁸,

⁹⁷ A 2017-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, ITM, 2018. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz – <https://magyarkozlony.hu>

⁹⁸ Nemzeti Környezet-egészségügyi Akcióprogram (NEKAP) – https://oki.antsz.hu/documents/nekap_2000.pdf

VAHAVA⁹⁹, NÉS-2¹⁰⁰, NATÉR¹⁰¹ stb.), valamint számos más hazai tudományos közlemény alapján Magyarországon az éghajlatváltozás hatásaiból fakadóan tizenkettő kiemelt problémakört határoztak meg.

3/1. táblázat. Az éghajlatváltozás kiemelt problémaköröi, főbb hatásai és hatásviselői Magyarországon¹⁰²

<i>Kiemelt éghajlati problémakörök</i>	<i>Főbb hatások, elsődleges következmények</i>	<i>Főbb érintett hatásviselők</i>
Aszály okozta termés kiesés	agrárgazdasági termés kiesés (növénytermesztés)	növénytermesztő agrártevékenység (szántó, konyhakert, gyümölcsös, szőlő)
Árvíz	visszatérő árvízi elöntések a folyók mentén	árvízveszélyes területen (magas árvízi kockázatú településen) élő népesség
Belvíz	tartós és visszatérő belvíz elöntések	belvízveszélyes területen (magas belvízi kockázatú településen) élő népesség
Villámárvíz, elöntések	nagy mennyiségű lokális csapadék rövid idő alatti lehullása miatti árvizek a kisvízfolyásokon	villámárvíz-veszélyes területen (magas villámárvízi kockázatú településen) élő népesség
Természetes élőhelyek csökkenése	a biológiai sokféleség (biodiverzitás) csökkenése, invazív fajok előretörése	természeti értéket képviselő erdők, gyepek, legelők, nádasok, halastavak (természetes területek) élővilága
Erdők - gyakoribb erdőkár	„száraz erdő”, spontán tüzek, rovarok okozta károk	erdők, cserjések
Allergiének, betegségterjesztő rovarok elterjedése	Allergiás megbetegedések gyakoriságának növekedése	teljes lakosság, de különösen az allergiával küzdők
Hőhullámokra visszavezethető egészségügyi problémák	szív- érrendszeri tünetek, hőguta, kiszáradás	teljes lakosság, de különösen a 65 éven felüliek és a gyermekek
Viharkár	a homlokzati és tető károk, extrém csapadék okozta károk	az épületek, műemlékek
Károk a közlekedési infrastruktúrában	az utak megolvadása, felfagyása	az utakat használók; önkormányzat
Település levegőminősége	légzőszervi megbetegedések	teljes lakosság
Település turisztikai vonzereje	a vízparti, téli és városlátogató desztinációk veszélyeztetettsége	a turisták (kiemelten: vízparti, téli és városlátogató turizmus)

3.1. A klímaváltozás közvetlen (direkt) hatásai

A klímaváltozás közvetlen (direkt) hatásai – leegyszerűsítve – a viharok, a nem optimális hőmérséklet (az extrém hideg és az extrém meleg), az aszályok, az esőzések, az árvizek és az erdőtüzek.

⁹⁹ VAHAVA (Változás – Hatás - Válaszadás) projekt: A globális klímaváltozás hazai hatásai és az arra adandó válaszok. Magyar Tudományos Akadémia, 2003-2006. – <http://netrix.mta.nsd.sztaki.hu>

¹⁰⁰ NÉS-2: Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia – <https://nakfo.mbfisz.gov.hu>

¹⁰¹ NATÉR: Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer - <https://nakfo.mbfisz.gov.hu/hu/node/62>

¹⁰² Módszertani útmutató városi klímastratégiák kialakításához, 3. táblázat szerint - <https://docplayer.hu/106153551-Modszertani-utmutato-varosi-klimastrategiak-kidolgozasahoz.html>

3.1.1. Viharok

Az IPCC 6. Értékelő Jelentése¹⁰³ szerint a klímaváltozás Magyarországon is egyre gyakoribb szélviharokat és növekvő viharokhoz hozhat. A klímamodell-szimulációk és a mérési adatok alapján térségünkben a ciklontevékenységekhez köthető viharok száma együtt emelkedik az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedésével. Komoly problémát okoz a viharokkal hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék és a viharokat kísérő jégeső is. A szélviharok egész évben okozhatnak veszteségeket.

Európa atlanti partvidékén a téli viharciklonok jelentenek nagyobb problémát¹⁰⁴, míg a mediterrán térségben a közeli Szaharából feláramló, forró és száraz levegő. A portugál és a spanyol partoknál a jövőben hurrikánok megjelenésére is számítani lehet. Közép-Európát leginkább a heves zivatarok sújtják. Szinte minden nyáron többször is kialakul a térségben egy viharzóna, ami egy hullámzó, éles hidegfront előtti labilis légteret jelent. Ha ez a zóna hazánktól kicsit délebbre alakul ki, akkor inkább a Balkánon pusztítanak a jégesők, néha tornádót hozó zivatarok, de ha a zóna északabbra csúszik, akkor mi vagyunk az elszenvedői.

A hazai viharok korábban (mint például 2010-ben) az intenzív, mély ciklonok miatt a nagyobb területeken kialakuló orkánerősségű szelek okozták. A hagyományosan május - augusztus időszakában megjelenő viharok az elmúlt évtizedekben az őszi és a téli időszakokra is jellemzővé váltak. Napjainkban a globális légkörzés megváltozása miatt két hidegfront átvonulása között jellemző lett a ciklusosan megjelenő szélviharok, zivatarok, heves esőzések megjelenése. 2020. február 4-én egy gyors mozgású hidegfront Nyugat-Európától a Balkánon át Törökországig jelentős pusztítást okozott. A Magyarországon mért 111 - 124 km/óra sebességű széllevegő (felhőszakadás, jégverés és villámlás) nemcsak számottevő anyagi károkat okozott, de még halálos áldozattal is járt. 2021-ben a „szupercellák” okozták a szélviharokat, a felhőszakadásokat és helyenként a kisebb tornádókat. 2022. január 30-án a katasztrófavédelem az ország több részében jelezte az igen nagy erősségű – 126 km/órás – széllevegőket, 2022. február 17-én az OMSZ másodfokú, narancs riasztást adott ki a várható erős szél miatt.

3.1.2. Extrém hideg

A világ nagy részén az extrém hideg (a fagy, a jég, a hideg víz és szél hatásait is beleértve) okozza a hőmérséklettel kapcsolatos egészségi panaszok (megfázás, kihűlés, fagyási sérülések, fagyhalál stb.) és balesetek nagyobb részét (93%-át). Európában viszont – Kelet-Európa kivételével – a hideg kevésbé, inkább a hőség jelenti a nagyobb problémát.

Térségünkben az extrém hideg periódusok számának és hosszának erős csökkenése várható. Fontos azonban megjegyezni, hogy a környezetéhez képest sűrűbb hideg levegő megül a magas hegyekkel körülvett Kárpát-medencében és a tartósan fennálló gyenge légmozgás elősegíti az ipari tevékenységből, a fűtésből és a közlekedésből származó légszennyező anyagok felhalmozódását az alsóbb légrétegekben (lásd: téli szmog kialakulása).

3.1.3. Extrém meleg - hőhullámok

A klímaváltozás következtében elsősorban a szélsőséges időjárási események gyakorisága és intenzitása emelkedik, ezért főként a hőhullámok előfordulása lesz jellemző. Az emberi szervezet számára a leginkább megterhelő, tartósan meleg időszakok a XXI. században a továbbiakban nemcsak gyakrabban, hanem egyre hosszabb időtartamban fordulnak majd elő.

A hőségiadós napok számának (amikor a napi középhőmérséklet meghaladja a 25°C-ot) megemelkedése a Kárpát-medence térségére különösen jellemzővé válik. Magyarországon a legerőteljesebb emelkedés a délkeleti országrészben fordulhat elő, 2050-re 5 - 10 nappal, 2100-ra pedig akár 40 - 45 nappal is megemelkedhet a hőségnapok száma. A Duna vízgyűjtő területén

¹⁰³ IPCC 6th Assessment Report: Climate Change 2021: The Physical Science Basis - <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

¹⁰⁴ Európát viharok sora sújtotta, ami ítéletidőt és hatalmas károkat okozott, mint a Carrie, a Dudley, az Ylenis és az Eunice viharfront.

átlagosan 5 - 10 nappal fog nőni a forró napok száma a referencia időszakához képest, és egyre több forró napra kell számítani, amikor a maximum hőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 35°C-ot is.

A nyári forróság mellett a szervezetet a nyáron fellépő magas nyomású anticiklonban jellemző kis szélsébség és magas páratartalom terheli meg jelentősen, ami gyakran jár együtt a nyári szmog egészségkárosító légszennyezésével.

3.1.4. Aszály

A változó éghajlat számos európai régióban okoz egyre gyakoribb, súlyosabb és tartósabb aszályokat. Az aszályok miatt csökken a folyók vízszintje és a talajvíz szintje, ami akadályozza a fák és a termények növekedését, hozzájárul egyes kártevők elszaporodásához és a tűzvészekhez is. Európában az aszály leginkább a mezőgazdaságot, az energiaágazatot és a lakossági vízellátást sújtja. Az éghajlati modellek szerint a jövőben mind az aszályos időszakok, mind a hőhullámok száma és intenzitása is növekedni fog Magyarországon.

A károkat előidéző szélsőségek tekintetében az aszály okozta kockázatok kétszeresére, míg a hőhullámok okozta károk háromszorosára is nőhetnek a század végére. A magasabb hőmérséklet csökkenti a termelési hatékonyságot, növeli az átvitel és elosztás során felmerülő veszteségeket, csökkenti a kulcsfontosságú berendezések, köztük a teljesítmény transzformátorok élettartamát, növeli a csúcsigényt (pl. a klímaberendezések használata miatt).

A hazai villamosenergiaellátó-rendszer esetében a legtöbb kárt jelenleg a szélnyomás jelenti, de nemcsak az ónos eső, a zúzmara, a hó és a hirtelen lezúduló nagyobb esőzés, hanem az aszályos és meleg időszakok is a tartóoszlopok kidőléséhez vezethet, ami tartós áramkimaradásokkal is járhat.

A hőhullámok és az aszályok okozta szélsőséges helyzetek pl. hazánk atomenergia termelését is érinthetik, hiszen az erőmű hűtővíz-rendszerének részét képező Duna vízhőmérsékletének emelkedése is meghatározza a Paksi Atomerőmű blokkjainak hatékonyságát.

3.1.5. Árvíz, belvíz, csapadékeloszlás

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency) előrejelzései is arra figyelmeztetnek, hogy Közép- és Kelet-Európában növekszik a hőségnapok száma, miközben a nyári csapadék mennyisége csökken és a csapadékeloszlás is szélsőségesen alakul a következő évszázad során. Ez utóbbi azt jelenti, hogy bizonyos területeken a túl sok víz (árvíz, belvíz), míg más területeken a túl kevés víz (aszály) jelent majd komoly kihívást akár ugyanazon az éven belül is.

A klímaváltozás direkt hatásai – mint a vihar, az árvíz, az aszály, a hőmérsékleti hatások stb. – közvetlenül, akár katasztrófahelyzetként érinthetik az ott élő lakosságot. A legsebezhetőbb ágazatnak a mezőgazdaság minősül, a populáció egészét tekintve pedig a hőhullámok miatt a városi lakosság sérülékeny csoportjai vannak leginkább kitéve egészségi veszélyeztetésnek és többelhalálási kockázatnak.

(A hőhullámok hatásait a hőmunkát végző munkavállalókra és a kánikulai melegben szabadtéren fizikai munkát végzőkre az V. fejezetben mutatjuk be.)

3.1.6. Sérülékeny ágazat: a mezőgazdaság

A mezőgazdaság – amellet, hogy az üvegházhatású gázok (metán) kibocsátásának egyik jelentős forrása – az éghajlatváltozás hatásainak leginkább kitett ágazatok egyike. A gyakoribbá váló hosszú, száraz, csapadékmentes időszakok, helyenként a belvíz, vagy az új kártevők megjelenése pedig olyan kihívások elé állíthatják a mezőgazdaság szereplőit – köztük a mezőgazdaságban dolgozókat is - amelyek a jelenlegi termelési szerkezet megváltoztatása mellett a foglalkoztatás feltételeinek újragondolását is szükségessé teszik. A földhasználat változása jelentősen befolyásolja a klímaváltozás során kialakuló gazdasági, társadalmi folyamatokat és az életfeltételeket is.

A klímaváltozás kihat a terméshozamra, az állattartásra és a termelési helyszínek megválasztására. A szélsőséges időjárási jelenségek jelentősen növelik a termés kiesés veszélyét. Az éghajlat változása a talajok szervesanyag-tartalmának lebontásával, vagyis termékenységének

csökkenésével is jár. Az erdők állapota és megújulási képessége romlik, ami egyes fafajok elterjedésének megváltozásában is jelentkezik. Az éghajlatváltozás tovább nehezíti a halászati és akvakultúra ágazat helyzetét is. A mezőgazdaságban és az erdőgazdálkodásban végbemenő változások főként a szabadtéri növénytermesztésben (és állattartásban) dolgozók egészségét veszélyeztetik.

3.1.7. A városi lakosság és a városi hősziget jelenség

A mikroklimatikus körülményeket a városok nagymértékben megváltoztatták a természetes viszonyokhoz képest. Az emberi tevékenységnek, az antropogén hőtermelésnek nemcsak globális légköri hatásai vannak, de káros helyi hatásokkal is járhatnak, mint például a nagyvárosokban kialakuló hőszigetek.

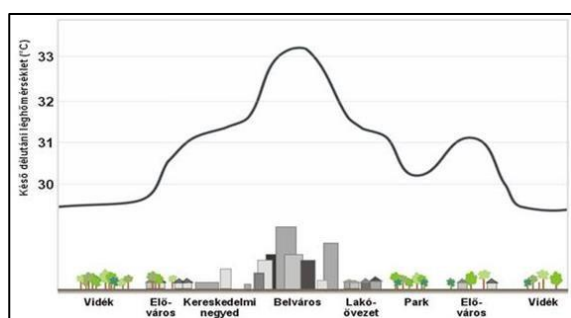
A hősziget a sűrűn beépített nagyvárosokban bekövetkező időjárási jelenség, ami azt jelenti, hogy a beépített városi területeken a hőmérséklet hosszabb ideig szignifikánsan magasabb, mint a várost környező külvárosi és vidéki területeken. A hősziget intenzitása nagyobb éjszaka, mint nappal, valamint intenzívebb télen, mint a többi évszakban. A hősziget-hatás mértéke a városi területek méretével és népességével arányosan növekszik és szorosan kapcsolódik a klímaváltozáshoz, mivel a növekvő átlaghőmérséklet közvetlen hatást gyakorol a városi lakosság egészségére (különösen a betegekre és az idősekre).

A városi hősziget a városlakók számára többlet hőt jelent, ami a nyári időszakban plusz hőterhelésként jelentkezik, télen viszont enyhíti a hidegstressz hatását.

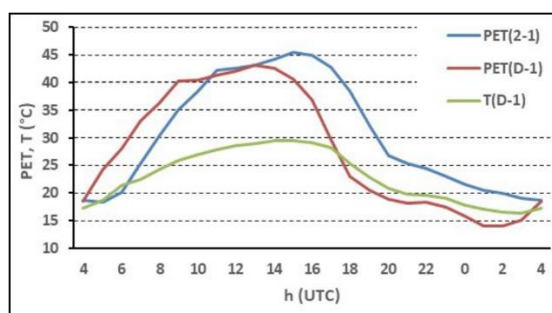
Az alkalmazott és városklimatológiai publikációk által rendszeresen bemutatott ábra a késő délutáni hőmérséklet különbségeket mutatja be településfajták szerint, amelyben szembeötlő, hogy a belvárosokban a legmagasabb a hőmérséklet. (3/3. ábra)

A településre jellemző regionális hőmérséklet és a belvárosi (magasabb) hőmérséklet különböző hőérzetet kelt az ott élő lakosság körében. Egy hőhullámos időszakban (2017. 07. 30. - 08. 30.) mért regionális hőmérséklet és hőérzet, valamint a belvárosi hőérzet összehasonlító értékelése látható a 3/4. ábrán.

3/3. ábra. Hőmérséklet különbségek település fajták szerint¹⁰⁵
USA - EPA, Urban Heat Island Effect, Basics, 2008 alapján



3/4. ábra. A hőhullámos időszakban (2017. 07. 30. - 08. 30.) mért regionális hőmérséklet [T(D-1)] és hőérzet [PET(D-1)] és a belvárosi hőérzet [PET(2-1)] összehasonlítása¹⁰⁶



A hősziget a város és a környezete között mért hőmérséklet különbségben mutatható ki, aminek meteorológiai és városszerkezeti okai vannak. A felhőzöttség mértéke meteorológiai tényező, a szélsőséget és a légkör átlátszóságát antropogén tényezők is befolyásolják. A terület

¹⁰⁵ Urban Green – blue grids for resilient cities – <https://www.urbangreenbluegrids.co/heat/>

¹⁰⁶ Unger J., Gál T.: A számszerűsített városi hőérzet és a publikus hőmérséklet összehasonlítása hőhullám idején – https://www.researchgate.net/publication/341289913_A_szasmszerusített_varosi_hoerzet_es_a_publikus_homerseklet_osszehasonlitasa_hohullam_idejen

beépítettségének mértéke, a zöld- és vízfelületek nagysága, a lakosok száma, az antropogén hő kibocsátás stb. pedig a városi struktúrából következik.

A szuburbanizálódás – a városok és az agglomerációs települések „összenövése” – miatt azonban erősödik a hősziget-hatás, ami negatívan befolyásolja az életminőséget és kiemelten veszélyezteti a sérülékeny városlakók egészségét.

Egy 2021. évi átfogó felmérés¹⁰⁷ szerint a városközpontok mindössze 27%-ában van megfelelő zöldterület, ami a légszennyezettség megkötésével, a helyi hűtő hatással ellensúlyozza a felmelegedést és javítja az általános egészségi állapotot, a szociális kapcsolatokat, emellett stresszoldó hatása is van.

Egyes klímamodell számítások szerint 2100-ra a világ városai – ahol már napjainkban is az emberek többsége él – 4,4°C-kal is melegebbek lehetnek a hősziget hatás következtében. Hazánkban is várható a lakóterületek, valamint az ipari és kereskedelmi övezetek növekedése, miközben visszaszorul a szántó- és a komplex művelésű terület, a szőlő ültetvények aránya.

3.1.8. A nem optimális hőmérséklet közvetlen hatása a lakosságra

A klímaváltozás közvetlen hatásai miatt bekövetkező katasztrófák többféle módon, rövidebb és hosszabb távon is veszélyeztetik az emberek biztonságát és egészségét. A fizikai állapot, a testi egészség veszélyeztetésén túl a mentális egészséget érintő pszichés hatásokat is számításba kell venni, kiemelten a stresszel való megküzdés tekintetében. A szélsőséges időjárás okozta többbalehalálozás növekedésével is számolni kell. Az európai régiókban a szélsőséges időjárási események miatt bekövetkező többbalehalálozás adatait 1991 - 2015 között a 3/2. táblázat mutatja be.

3/2. táblázat. Az egy millió főre jutó halálozás a szélsőséges időjárási események miatt 1991–2015 között¹⁰⁸

Európa régiói	Hőhullám	Hideg	Árvíz és földcsuszamlás	Vihar	Erdőtűz*
Kelet	11,4	28,3	8,6	1,7	0,54
Észak	11,2	1,7	1,0	2,5	0,01
Dél	178	0,9	6,8	1,2	0,97
Nyugat	192	0,9	2,1	2,8	0,04

**Az erdőtűz halálozási aránya nem tartalmazza az erdőtűzek által okozott légszennyezés következményeit.*

Az elmúlt években Európa lakosai több olyan katasztrófával találták szembe magukat, amelyeknek pusztító hatása volt az emberi életre, az értékekre, a környezetre és a kulturális örökségre. Ma már napi szinten szólnak a híradások özönvízszerű esőzésekről, áradásokról, földcsuszamlásokról, erdőtűzekről, a kontinensen átvonuló, egymást érő pusztító szélviharokról, amelyek több millió otthonot tesznek tönkre, emberéletek százait követelik, hatalmas károkat okoznak az infrastruktúrákban, a közlekedési hálózatban és az áramszolgáltatásban is.

¹⁰⁷ The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future, The Lancet, 398 (10311), 1619-1662. - [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)01787-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)01787-6/fulltext)

¹⁰⁸ Forrás: European Academies Science Advisory Council: The imperative of climate action to protect human health in Europe 2019 – Table 3.1. A táblázat az Európai Környezetvédelmi Ügynökség, az Eurostat és a WHO-Euro adatbázisai alapján készült.

3.1.9. A hőhullámok és jellemző paramétereik

Az emberi egészséget, a társadalom legszélesebb körét potenciálisan érintő egyik legsúlyosabb problémát a hőhullámos időszakok gyakoriságának, hosszának és intenzitásának a növekedése jelenti.

Az éghajlatváltozás legnyilvánvalóbb jelét régiókban a magas hőmérsékletekhez köthető szélsőségek gyakoribbá válása jelenti, amelyek a következő éghajlati indikátorokkal számszerűsíthetők az éghajlati monitoring során¹⁰⁹:

- Forró nap: amikor a napi maximumhőmérséklet $\geq 35^{\circ}\text{C}$.
- Trópusi éjszaka: ha a napi minimumhőmérséklet $\geq 20^{\circ}\text{C}$.
- Hőhullámos nap: amennyiben a napi középhőmérséklet $\geq 25^{\circ}\text{C}$ (hőségriasztás fokozata).
- Tartós hőhullámos nap: legalább három napig a középhőmérsékletet $\geq 27^{\circ}\text{C}$ (hőségriadó fokozata).

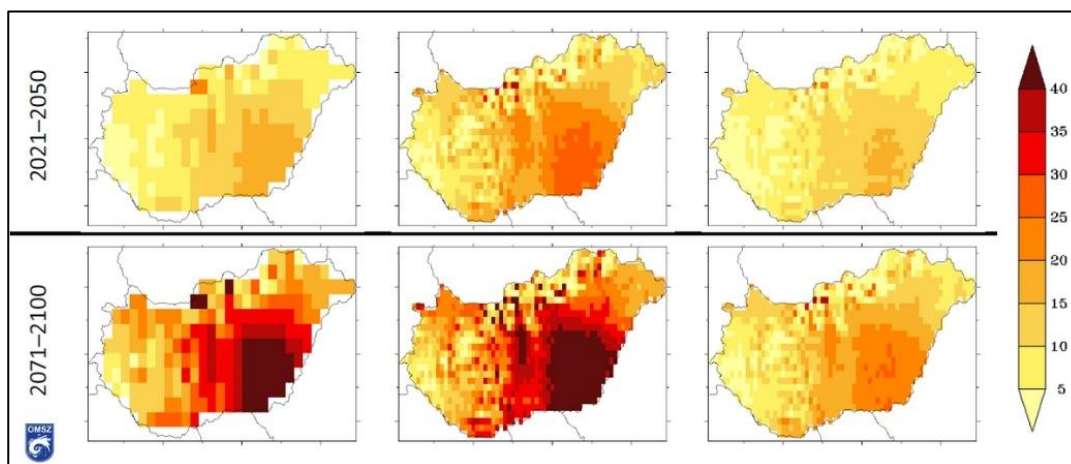
Az extrém magas hőmérsékleti indikátorok – a 2021-2050 és a 2071-2100 időszakban – várható alakulása az OMSZ által alkalmazott klímamodellek alapján a 3/3. táblázatban látható.

3/3. táblázat. Extrém magas hőmérsékleti indikátorok országos átlagos éves száma [nap] a 2021–2050 és 2071–2100 időszakban az OMSZ által alkalmazott klímamodellek szerint
(A megadott intervallumok a modelleredmények bizonytalanságát jelzik.)

	2021 - 2050	2071 - 2100
<i>Forró napok</i>	1-3	2-9
<i>Trópusi éjszakák</i>	1-3	4-7
<i>Hőhullámos napok</i>	9-15	14-26
<i>Tartós hőhullámos napok</i>	1-2	1-5

Magyarország területén a 2021 - 2050 közötti időszakban a hőhullámos napok számát (9 – 15), illetve a 2071 - 2100 közötti időszakban a hőhullámos napok (14 – 26) számát és területi megoszlásának alakulását az OMSZ-ban alkalmazott klímamodell-számítások alapján a 3/5. ábra tartalmazza.

3/5. ábra. A hőhullámos napok átlagos éves száma [nap] 2021–2050-ben (felső sor) és 2071–2100-ban (alsó sor) az OMSZ-ban alkalmazott klímamodellek szerint



A hőhullámok kiemelt jelentőségét elsősorban az adja, hogy az átlaghőmérsékleti értékek emelkedése és a rendkívüli hőmérsékleti maximumok jelentkezésének gyakorisága egyenes arányban áll egymással. A hőhullám olyan meteorológiai jelenség, aminek nincs egységes – WHO - WMO szerinti – definíciója, de fontosságát a társadalomra gyakorolt hatása indokolja.

¹⁰⁹ Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat: Hőhullámok: ami ma szélsőséges, a jövőben valószínűleg átlagos lesz, 2017. Tanulmány - https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1969

A nagy hőterhelés egyrészt súlyos egészségügyi kockázatot jelent, másrészt komoly károkat okozhat az energiaellátásban, az infrastrukturális hálózatokban és az ökoszisztémákban, összességében csökkentve a lakosság jólétét.

A hőhullám tapasztalati meghatározása során a meteorológiai adatok mellett figyelembe kell venni az emberi szervezetre gyakorolt egészségkárosító és többlethalálozást okozó hatását is. Hőhullám alatt a kimagasló hőmérsékleti értékek hosszabb ideig való fennállása értendő, amikor súlyosbító tényező lehet a magas páratartalom, valamint a magas éjszakai hőmérsékletek állandósulása.

A WMO szerint hőhullámról akkor beszélhetünk, ha a napi maximum hőmérséklet több mint 5 egymást követő napon át 5°C-kal meghaladja az arra a naptári napra jellemző hőmérsékleti maximum értéket.

3.1.10. A hőségriasztás

Magyarországon a hőhullám alatt az a meteorológiai jelenség értendő, amikor az átlaghőmérséklet legalább 3 egymást követő napon meghaladja a 25°C-ot. A hőhullám fokozatai a 25 - 27°C-os növekvő sorozatban egy emelkedő fokú hőségriasztást és az ennek megfelelő cselekvési terv és surveillance (megfigyelés) megvalósítását vonják maguk után.

Az OMSZ előrejelzése alapján az országos tisztifőorvos által kiadott hőségriasztás elsődlegesen az egészségügyi ellátó rendszer felkészítését szolgálja a várhatóan megnövekedő feladatokra, ugyanakkor a védelmi igazgatás (katasztrófavédelem), az együttműködő szervezetek (mentőszolgálat, munkavédelmi hatóság, önkormányzatok) tájékoztatása is a rendeltetése közé tartozik, ám számukra semmilyen konkrét feladatot nem határoz meg, azt saját terveik szerint önállóan végzik. Mindezek mellett kiemelt fontosságú a lakosság időbeni tájékoztatása, valamint a védekezésre vonatkozó tanácsokkal való ellátása.

A hőséggel kapcsolatban az országos tisztifőorvos jogszabályi felhatalmazás útján az alábbi fokozatok szerinti jelzést tesz közzé. (3/4. táblázat)

3/4. táblázat. Hőségriasztás fokozatai

I. fok:	Figyelmeztető jelzés: abban az esetben, ha egy napig a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C-ot.
II. fok:	Riasztás: ha az előrejelzés szerint a középhőmérséklet várhatóan legalább három egymást követő napon eléri (vagy meghaladja) a 25°C-ot. A magas napi átlaghőmérséklet olyan környezet-egészségügyi kockázatot jelent a lakosság számára, ami indokolja az egészségügyi ellátó rendszer, az önkormányzatok figyelmeztetését és a lakosság hőhullám alatti rendszeres tájékoztatását.
III. fok:	Riadó jelzés: amennyiben várhatóan legalább három egymást követő napon eléri (vagy meghaladja) a napi középhőmérséklet a 27°C-ot.

Magyarországon az Országos Környezetegészségügyi Intézet¹¹⁰ által a hőhullámokra meghatározott definíció alapját az 1970 és 2000 közötti, több mint 30 évet átölelő időszak meteorológiai és halálozási adatainak elemzése képezte. A hazánkban bevezetett hőségriasztási rendszer fokozatai az egészségkockázat növekedésén, a várható halálozási többlet szerint kerültek kialakításra. A küszöb megválasztása a többlethalálozás várható értékén alapult, amely szerint a 25°C feletti átlaghőmérséklet várhatóan 15%-os halálozásnövekedést eredményez. Figyelmeztető jelzést (I. fok) akkor adnak ki, ha 15%-os halálozási többlet várható egy adott napon. Riasztási (készültségi) jelzést (II. fok) akkor hirdetnek, ha a halálozási többlet egymás utáni három napon meghaladja a 15%-ot vagy egy nap eléri a 30%-ot. Riadó jelzést (III. fok) pedig akkor bocsátanak ki, ha három egymást követő napon 30%-os halálozásnövekedés várható.

¹¹⁰ Jelenlegi elnevezése Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK), aminek a Közegészségügyi Főosztálya irányítja a klímaváltozás és környezeti egészséghatás elemző szakterületét, a hőség-riasztás országos rendszerét, felelős a hőségriasztást megalapozó döntés szakmai indoklásáért. Folyamatosan figyelemmel kíséri a napi hőmérsékleti viszonyok alakulását és a rövidtávú meteorológiai előrejelzéseket, heti rendszerességgel értékeli a hőmérséklet által befolyásolt napi halálozást. Részt vesz a klímaváltozásból eredő közvetlen és közvetett egészségi hatások korai felismerését szolgáló módszerek, eljárások kidolgozásában.

3/5. táblázat. Az Országos Meteorológiai Szolgálat a veszélyes időjárási események közül a magas hőmérsékletre vonatkozó – a fentiekől némileg eltérő – figyelmeztetési szintje és színjelzései

1. szint:	ha a napi középhőmérséklet legalább egy átlagos magyarországi megyének megfelelő területen (legalább egy napig) 25 és 27 °C között várható
2. szint:	ha a napi középhőmérséklet legalább egy átlagos magyarországi megyének megfelelő területen (legalább egy napig) 27 és 29 °C között várható
3. szint:	ha a napi középhőmérséklet legalább egy átlagos magyarországi megyének megfelelő területen (legalább egy napig) 29 °C fölött várható.

3.1.11. A hőhullámok hatása: hőártalom és többlethalálozás

Az ember jó közérzetét, egészségi állapotát, fizikai és szellemi teljesítőképességét, egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzését, szabadidős tevékenységét nagymértékben meghatározza a természeti és az épített környezetnek (a mezoklímának), valamint az őt körülvevő közvetlen környezetének (a mikroklimának) az állapota, ahol él, dolgozik vagy bármiféle tevékenységet végez.

Napjainkban a gyakoribb és hosszabban tartó hőhullámok súlyosan veszélyeztetik az egészséget, elsősorban a 65 év feletti időseket, a gyermekeket, a krónikus betegeket, főként a szív- és érrendszeri betegségben szenvedőket, a kórházban fekvő vagy otthon ápolott embereket. A betegségteher kockázatát növeli a társadalmak elöregedése, az érintettek gazdasági helyzete, emellett a szociális státusza (izolációja), a lakhatási körülményei, a nem megfelelő étkezése és a folyadékbevitel (főleg a kiszáradás), a vízhajtók és egyéb gyógyszerek használata, a fizikai tevékenység jellege, a nagyvárosokban jellemző hősziget-jelenség, valamint a közegészségügyi infrastruktúra helyzete is.

A melegártalmak két nagy csoportra oszthatók: az egyikbe a hő okozta égési sérülések, illetve a hőséggel kapcsolatos különböző bőrpanaszok tartoznak. Ezek felölelik a napégés (mint fototoxikus reakció) tüneteitől kezdve az egyéb tényezők (fényérzékenyítő kozmetikumok, gyógyszerek, egyes növények¹¹¹, kátrány, ipari olajok stb.) együtthatása miatt kialakuló fototoxikus reakciókat, a fotokontakt allergiákat (gyógyszerek, kozmetikumok, fényvédőszerek, festékek, egyes fémek: nikkel, króm, egyes növények: mérges szömörce, kankalin), a fotodermatózist is. A bőrelváltozások legsúlyosabb formáit a különféle bőrdaganatok képezik, de a szem károsodása (makula degeneráció, szürkehályog) is egyre gyakrabban fordul elő. Az utóbbi rendellenességek a hőhullámok során megemelkedett UV sugárzással hozhatók összefüggésbe.

A hőség miatti egészségi problémák nagyobb csoportját azonban a hőháztartás zavaraiából adódó különböző hőártalmak jelentik.

A túlzott meleghez, a hőhullámokhoz köthető hőstressz és a következményes hőterhelés által kiváltott hőártalmak megértéséhez azonban szükség van magának az emberi hőszabályozás élettani folyamatának a megismerésére is.

3.1.12. Az ember hőszabályozása: hőtermelés és a hőleadás egyensúlya

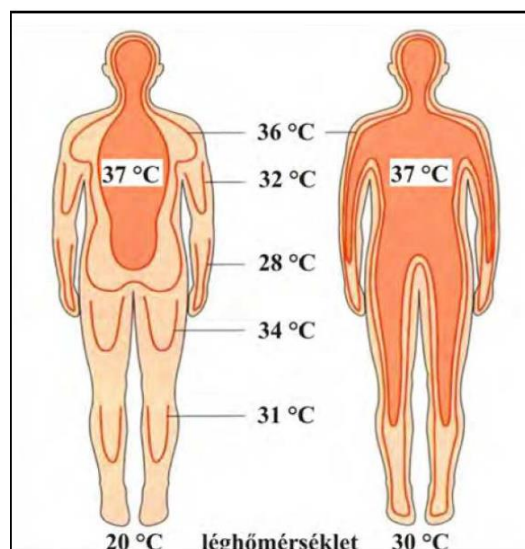
Az emberi szervezetnek legfontosabb életműködései fenntartásához állandó hőmérsékletre van szüksége, mivel csak bizonyos szűk határok között képes a környezet klimatikus feltételeihez alkalmazkodni. Az ember a természetes életfunkciói fenntartására ~8°C belső hőmérséklet csökkenést (lehűlést) és ~3°C növekedést (felmelegedést) képes elviselni súlyos egészségkárosodás, halálozás nélkül. A 29 – 41°C testhőmérséklet képezi a két határértéket, de a kognitív (szellemi) funkciók megtartása csak 35 – 39°C között lehetséges (bár kábultság és aluszékonyság már ekkor is felléphet).

¹¹¹ Zeller, paszternák, petrezselyem, ánizs, kömény, citrusfélék, napraforgó, krizantém, őszirózsa, dália stb.

Az emberi testhőmérséklet a bőr-, a köpeny hőmérséklettel, valamint a belső (zsigeri) maghőmérséklettel jellemezhető.

A testhőmérséklet állandósága ($37 \pm 0,8^\circ\text{C}$) főként a maghőmérsékletre a központi idegrendszer, a mellkasi és a hasüregi szervek hőmérsékletére vonatkozik.

A köpenyszövetek (bőr alatti kötőszövet és a vázizomzat), de főként a bőrnek a különböző testtájékokon változó hőmérséklete a klimatikus feltételektől és az izomműködés intenzitásától függően eltérő ($34 - 35^\circ\text{C}$) lehet.



3/6. ábra. A maghőmérséklet és a köpenyhőmérséklet hűvös és meleg környezetben (Gulyás, 2009 és Höppe, 1993 nyomán)

Az ember hőérzetét számos klimatikus tényező együttes hatása befolyásolja, egyetlen termikus paraméterrel (pl. csak magával a hőmérséklettel) nem lehet jellemezni, szükség van egyéb klímáparaméterek, valamint a szervezet munka-energiaforgalma (a munkavégzés nehézségi foka) és egyéb befolyásoló tényezők (mint pl. az akklimatizáció, az akut és krónikus betegségek, a szedett gyógyszerek hatása, az egyéni hőérzékenységek, a ruházat, az akklimatizáció foka, korábbi hőártalmak stb.) ismeretére is.

A szervezet a felvett táplálék kémiai energiáját alakítja át, ami a nyugalmi és a mozgási energiát biztosítja számára bonyolult aerob és anaerob biokémiai, gázanyagcsere- és energetikai mechanizmusok révén, miközben belső környezete dinamikus állandóságának és termodinamikai egyensúlyának a fenntartására törekszik.

Az emberi szervezet testhőmérsékletének a megfelelő határok között tartása a hőszabályozás – a hőtermelés és hőleadás – révén valósul meg. A hőtermelés a belső szervekben és az izmokban történik, a hő szállítása a vérkeringés feladata, a hőleadás helye pedig főként a bőr (illetve a kilégzés). Az ember fizikai teljesítő képességét (a táplálékfelvétel abszolút korlátján túl) alapvetően az oxigénszállító, szinergizmusban működő légzési és keringési és rendszer kapacitása, teljesítőképessége határozza meg.

Magas környezeti hőmérsékleten – főként, ha az jelentős fizikai megterheléssel is párosul – az anyagcsere jelentősen felgyorsul, ami már 5 perc alatt a maghőmérséklet (belső, zsigeri hőmérséklet) 1°C -kal történő emelkedéséhez vezethet. A hőt a felmelegedett belső szövetekből a vér szállítja a köpenyszövetekbe és a bőrbe, ezáltal a bőr és a bőr alatti kötőszövetben az erek kitágulnak, a szívfrekvencia és a légzési perctérfogat is megnövekszik.

A termosztátként működő agyi hőközpont (a hypothalamus) felelős a szabályozási mechanizmusokért és attól függően változtatja a test hőmérsékletét, hogy a bőr alatti hideg és meleg érzékelő receptoroktól milyen információkat kap az áramló vér hőmérsékletéről. A hypothalamus idegi szabályozása révén már 2 - 3 perc múlva megnő a bőr- és a köpenyhőmérséklet, míg a maghőmérséklet emelkedése csak 10 - 15 perc elteltével jelentkezik, mivel a szervezetnek a mintegy 70%-os víztartalma miatt viszonylag nagy a hő-kapacitása (pufferhatása).

A táplálékból származó és az izommunka során keletkezett anyagcsere-hőnek mindösszesen a 20 - 25%-a hasznosul, ezért a felesleges, mintegy 75 - 80%-ot kitevő („hulladék”) metabolikus hőtől a szervezet hőleadás révén igyekszik megszabadulni, mivel a keringési- és a légzőszervrendszer igénybevételeinek túlzott megnövekedése és annak tartós fennállása már az életfunkciókkal összeegyeztethetetlen.

Az emberi szervezet fizikai hőszabályozása – a hőleadás és a hőkicserélődés – történhet:

- vezetés (kondukción) útján a bőrrel közvetlenül érintkező közegen, főként a ruházaton keresztül (a száraz ruha kevésbé, a nedves jelentős hőmennyiséget von el a szervezettől);
- áramlás (konvekció) révén, amikor a testfelület közelében lévő levegő felmelegszik és a helyébe hidegebb levegő áramlik;
- sugárzás (radiáció) segítségével, ha a szervezet egy hidegebb felületet, tárgyat melegít fel (hideg falak és hideg szerszámok);
- párologtatás (evaporáció) által, ami verejtékezés/izzadás révén érvényesülő hő-leadás, hűthetőség.

A hőszabályozás révén a szervezet a test belső hőmérsékletét (a maghőmérsékletet) a mindenkori aktuális energiaforgalomnak megfelelően igyekszik beállítani. Meleg környezetben a hőleadás vezetés, áramlás vagy sugárzás által többnyire gátolt, ezért a hőegyensúly fenntartását kizárólag a verejtékezés és a verejték elpárologtatása jelenti. Egy liter verejték elpárologtatása 2500 kJ-nak megfelelő hőenergia csökkenéssel jár.

A verejtékezés útján és a kilélegzett levegőn keresztül történő hőleadást azonban a levegő nedvességtartalma jelentősen befolyásolja. Ha a környezeti levegő párával telített, akkor a verejték nem tud elpárologni és nem érvényesül a hőelvonó hatás sem. A verejtékezés nemcsak folyadék-, hanem só-vesztéssel is járhat, aminek a következménye a kiszáradás. Izzadással történő mintegy 20%-os testtömegvesztés már halálos kimenetelű lehet, mivel nemcsak a testhőmérséklet, hanem a testnedvek töménységének és térfogatának állandósága is létfontosságú a szervezet belső környezetének (a homeosztázisnak) a fenntartása végett.

3.1.13. Hőstressz - hőterhelés - hőártalom

A környezeti magas levegő hőmérséklet, a magas páratartalom, a napsugárzás és egyéb sugárzó hőforrások, a forró tárgyak felületével való közvetlen fizikai érintkezés és a megerőltető fizikai tevékenység együttese jelenti a hőterhelést, ami hőstressz kialakulásához vezethet. A hőstressz önmagában azt a hőmennyiség szintet jelöli, ami még nem okoz kóros élettani változásokat. A hőstressz akkor válik kórossá (hő-distressz), amikor a szervezet a túlzott hőterhelés miatt már nem tud megszabadulni a felesleges hőtől, és emiatt a test maghőmérséklete életveszélyesen megemelkedik (40°C fölé) és megnő a pulzusszám is. Hőleadás nélkül a kognitív funkciók is károsodnak, romlik a koncentrációs képesség, fokozódik az ingerlékenység, megszűnik az iváskészletelés is. Ez az állapot leggyakrabban hő-ájulással jár, de akár halálos kimenetelű is lehet.

Túlzottan nagyfokú hőstressz hatására azonban a szervezetben kóros élettani változások mennek végbe. A melegebb klimatikus körülmények a keringési és légzési szervrendszer jelentős igénybevétele mellett módosítják a veseműködést, a véralvadási mechanizmust egészen a sejtanyagcseréig. A hőstressz megnöveli a szimpatikus tónust, centralizálja a keringést, befolyásolja a komplex neurohormonális szabályozást és a vazoregulációs rendszert is.

A hőstressz következtében akkor következik be hőpángás, amikor a szervezet már nem képes leadni a feleslegesen termelt hőmennyiséget, emiatt a testhőmérséklet a normális szint fölé emelkedik. Ez a folyamat fordul elő magas kültéri hőmérséklet, magas páratartalom, fokozott hőtermelés (fizikai munka vagy megerőltető mozgás, sportolás), gátolt hőleadás (nem szellőző ruházat vagy egyéni védőeszköz viselése), szélcsend vagy gyenge légmozgás esetén. A hőpángás kialakulását az egyéni hajlamosító tényezők (kor, nem, betegség, gyógyszerek, akklimatizáció, előzetes hőártalom stb.) is befolyásolják. A hőpángás 41°C maghőmérséklet felett válik az emberi szervezet számára rendkívül kritikussá, életveszélyessé.

A hőpángás enyhébb formában hőkiütést okoz, mivel a forró környezetben az izzadság nem tud elpárologni és ez váltja ki a bőrkkiütést.

Az izmok hőségeggrcsét az izzadás miatti folyadék- és sóvesztés okozhatja, de súlyosabb formában is jelentkezhet. A vízhiányos és a sóhiányos hőkimerülés okai és tünetei is eltérnek. A vízhiányos hőkimerülést a folyadék (víz) bevitel hiánya vagy a fokozott folyadékvesztés (hányás, hasmenés) okozza. Nagyfokú szomjúság, szájszáradás, növekvő szívfrekvencia, magas pulzusszám, légszomj, száraz és turgorát vesztett bőr, vibráló látótér kiesés, érzéksalódás stb. észlelhető. A sóhiányos hőkimerülés jellemzően az igen nagyfokú verejtékezés miatt alakul ki, mivel az izzadás során a szervezet sót is veszít. A forró és verejtékes bőr, a szabálytalan pulzus mellett a fejfájás, a szédülés,

a hányinger, az ingerlékenység, a bágyadtság, az izomrángás, a zavartság stb. a vezető tünetegyüttes. A hőkimerülés súlyosabb formái átmehetnek hőségutába.

A hőséguta a hőpángás legsúlyosabb formája, amikor a hőszabályozás összeomlásával a verejtékezés megszűnik, a bőr sápadt és száraz, hirtelen fellépő láz, vérnyomásesés, epileptiform vagy tetánias görcsök, eszméletvesztés tünetei észlelhetők. Az életveszélyes hőséguta jellemzően nagyfokú fizikai megterhelés (nehéz fizikai munka végzése vagy kimerítő sportolás), 25 – 30°C körüli környezeti levegőhőmérséklet és igen magas páratartalom együttes előfordulása esetén alakul ki.

Napszúrás esetén a fedetlen fejet tartósan érő napsugárzás az agyban okoz helyi hőmérséklet-többletet, agyhártya vérbősséget és koponyaüri nyomásfokozódást, ami fejfájással, kábultsággal, szédüléssel, hányingerrel, hőemelkedéssel, súlyos esetben lázzal járhat.

A hőkimerülés, a hőséguta és a napszúrás miatti egészségi ártalom nemcsak orvosi elsősegélynyújtást, hanem a legtöbbször kórházi kezelést is igényel.

A hazai időjárási viszonyok között a hőség-collapsus (hő-ájulás), a múltó eszméletvesztés a leggyakoribb hőártalom. Klasszikus hőkimerülés is viszonylag ritkán fordul elő, rendszerint valamilyen veszélyeztető állapot (időskor, értágító vagy vízhajtó gyógyszeres kezelés, alkoholhatás, intenzív fizikai munka, kitartó sport, vízivás elmulasztása) esetén alakulhat ki. Hőséguta és napszúrás előfordulása sem túl gyakori, de halálos kimenetelű is lehet.

Jól ismert egyes betegségek megjelenése és az időjárási frontok időbeli egybeesése. Az idős embereknél a hőártalom kockázata a hőszabályozási funkció romlása és nagyobb gyakorisággal előforduló krónikus betegségek miatt nő meg. A hőhullámok önmagukban is kiválthatnak egészségi rendellenességeket, de leginkább a krónikus betegségekben szenvedőknél jelentenek kockázatot növelő tényezőt. Ezek a betegségek lehetnek: kardiovaszkuláris kórképek (magas vérnyomás, szív koszorúér betegség, agyi érbetegségek stb.), anyagcsere betegségek (cukorbetegség, metabolikus szindróma), endokrin kórképek (pajzsmirigy túlműködés, Cushing kór stb.), vesebetegségek (veseelégtelenség, vesekövesség, vesegyulladás stb.), légzőszervi problémák (asztma, allergia, idült hörghurut stb.), elhízás, idegrendszeri és pszichiátriai kórképek stb. Egyes gyógyszerek is rontják a hőszabályozási mechanizmusokat, mint például egyes vízhajtók, az értágítók, vérnyomáscsökkentők, altatók, nyugtatók, pszichiátriai betegségek vagy Parkinson-kór esetén szedett egyes gyógyszerek stb.

3.1.14. Többlethalálozás

Extrém hőhatás miatt nemcsak a sérülékeny, hanem az egészséges emberek is belehalhatnak a hőségutába. Számos mechanizmus létezik, amelyek jelentkezése esetén egy személy meghalhat hőhullám idején, mivel a környezeti hőmérséklet extra terhelést jelent a szív- és érrendszerre. A kiszáradás megnöveli a vér viszkozitását és egyéb fiziológiai változások is végbe mennek. Minden olyan betegség, illetve gyógyszer, amely veszélyezteti a hőszabályozást, megnöveli a hő okozta halálozás kockázatát is. Egyes betegségek a mobilitást, a tudatosságot és a viselkedést is veszélyeztetik (pl. demencia, depresszió).

A klímaváltozás több módon is veszélyezteti az emberi egészséget. Az egyik legsúlyosabb, a társadalom legszélesebb körét potenciálisan érintő probléma a hőhullámos időszakok hosszának és intenzitásának a növekedése. A hőhullámok a keringési rendszeri megbetegedések (pl. magas vérnyomás, szívinfarktus, agyi stroke stb.) gyakoribbá válásával, és ennek következtében pedig a többlethalálozás növekedésével járnak együtt.

Az 1995. júliusi Chicago-i hőhullám (40°C hőmérséklet és 80%-os páratartalom) öt napja alatt zsúfolásig megteltek a kórházak sürgősségi osztályai, a betegfelvétel a teljes lakosság körében 11%-kal, a 65 évnél idősebbeknél pedig 35%-kal nőtt. A 3300 fő kórházi felvételének 59%-át a hőmérséklettel kapcsolatos kórképek (kiszáradás, hőkimerülés és hőséguta) indokolták elsősorban olyan egyéneknél, akik valamilyen krónikus betegségben szenvedtek. A 3300 fő közül 739 fő meghalt. A hőhullámokat követően elvégzett klinikai tanulmányok szerint a mortalitás a vesebetegek és a cukorbeteg körében volt magas, majd a hőhullámokat követően néhány nappal a szívinfarktus és krónikus légzőszervi megbetegedések miatti halálozás nőtt meg. A kórházakban ellátott betegek többsége a város szegényebb, 65 év feletti, fekete bőrű, krónikus beteg, férfi lakosaiból került ki, akik légkondicionáló nélküli lakásokban (a bűnözéstől tartva) bezárva éltek. Az epidemiológiai

vizsgálatok az összes bekövetkezett haláleset 1/4-ét a hőhullám közvetlen következményének (hőgutának) minősítették, 3/4-ét pedig a hőhullám közvetett hatásának, a krónikus betegségek miatti „előrehozott” halálózásnak becsülték.

Európát is több hőhullám érte az elmúlt évtizedek során, amelyek közül a legváratlanabb a 2003. évi nyári rendkívüli hőhullám volt.

Nyugat- és Dél-Európában 2003. augusztusában egy anticiklon okozott egy 20 napos extrém hőhullámot, mivel megakadályozta a csapadék lehullását és rekordméretű felmelegedést okozott. Franciaországban a 8 napig tartó 40°C-os kánikula alatt 15 ezer feletti haláleset történt, kétszeresére nőtt a 75 év felettiek halálozási aránya, akiknek a többsége a légkondicionáló nélkül egyedül élők, a kórházakban ápolbt betegek, az időotthonok gondozottjai közül került ki. Haláluk döntően kiszáradás miatt következett be. Európa legsúlyosabb klímakatasztrófájának – az utólagos becslések szerint – 72 000 fő halálos áldozata volt.

Hazai kutatók¹¹² budapesti, 31 éves idősor (1970 - 2000) elemzése alapján megállapították, hogy nyáron a legvilágosabb az összefüggés a napi összhalálozás és a hőmérséklet között. 18°C az ideális átlaghőmérséklet, mivel ekkor a legalacsonyabb a napi halálozás, 26°C-ig az összefüggés lineáris, fölötté már jelentősen nő a halálozás.

Minden 5°C napi átlaghőmérséklet-emelkedés közel 10%-kal növeli meg a keringési rendszer összeomlásából következő halálozás kockázatát. A hőmérséklet változékonysága az összhalálozás esetében 6,5%-os kockázatonövekedést jelent, a szív- és érrendszeri halálozás kockázata pedig 6,2%-kal nő a nyári hónapokban. A relatív páratartalom növekedése ellenben csak a téli időszakban növeli meg 0,7%-kal a légzőszervi halálozás kockázatát. A légnyomás emelkedését is kedvezőnek találták, magas nyomású légtömegek kimutathatóan csökkentik az összhalálozás esetszámát.

A 2013 - 2017 közötti időszakra vonatkozó kutatások¹¹³ alapján az utóbbi harminc évben a legjelentősebb hőhullámok 12-52%-kal növelték a napi többlethalálozást. A hőstressznek elsősorban az 5 évnél fiatalabb és a 60 évnél idősebb emberek vannak kitéve, emellett a mezőgazdasági dolgozókat és a krónikus betegeket érintik a hőségnapok negatív hatása a leginkább. A jelenlegi hőmérsékleti trend folytatódása esetén a 2021 - 2050 közötti időintervallum során 121%-kal, míg a 2071 - 2100 közötti időszakra vetítve 778%-kal (!) fog növekedni a többlethalálozások száma hazánkban.

A kutatók a hőhullámoknak való kitettség indikátoraként a megelőző három évtized napi középhőmérséklet adatait használták, az érzékenység becslésére pedig komplex mutatószámot alkalmaztak (a lakossági felmérések, az egészségügyi intézményrendszer mutatói és az önkormányzatok adatai alapján). Mindezek eredőjeként megállapították, hogy a sérülékenység az észak-nyugati területektől a dél-keletiek felé folyamatosan növekszik, aminek az a fő oka, hogy az alföldi területeken gyakoribbak és intenzívebbek a hőhullámok, továbbá jellemzően rosszabb a társadalmi – gazdasági helyzet a keleti országrészekben, emellett az ország déli területeinek alkalmazkodóképessége is gyengébb.

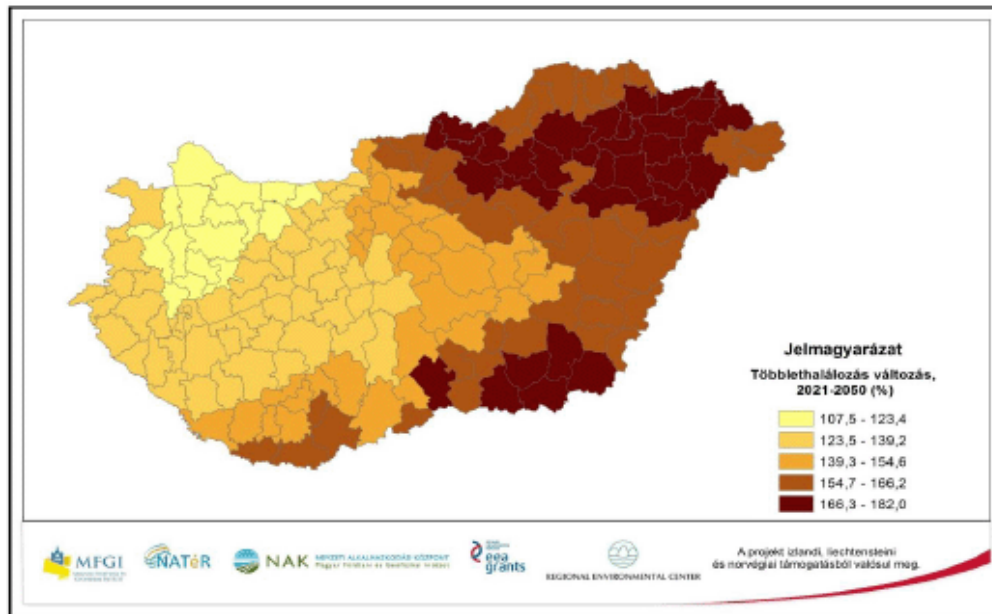
¹¹² Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – a lakosság sérülékenysége az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival szemben, MTA (2018) -

https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Nepegeszsegugy_NATeR2.pdf

¹¹³ Páldy A., Bobvos J., Málnás T. (2018): A klímaváltozás hatása egészségünkre és az egészségügyre Magyarországon. In: Magyar Tudomány 179. évf. 9. sz. pp. 1336-1348. DOI: 10.1556/2065.179.2018.9.7.

https://mersz.hu/dokumentum/matud__307

3/7. ábra. 2021-2050 között az éves átlagos többlethalálozás változása (%), azaz a hőhullámokkal szembeni sérülékenység az 1991-2020 időszakához képest kistérségenként¹¹⁴



Forrás: Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezetegészségügyi Igazgatóság alapján Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer

A 3/7. ábra azt mutatja be, hogy Magyarország területén kistérségenként várhatóan hogyan oszlik meg a hőhullámokkal szembeni sérülékenység, a 2021 – 2050. évek közti időszak többlethalálozás változása az 1991 – 2020 időszakához viszonyítva.

A kutatók azt is megbecsülték, hogy a klímaváltozás hatására hogyan változik a 2021-2050 közötti időszakban az egészségügyi ellátási szükséglet. Hőhullámok hatására jelentősen (legalább 10%-kal) megnövekszik a mentőhívások és a sürgősségi kórházi betegfelvételek száma is.

Magyarországon egy – a 2005 - 2014 közötti napi halálozási adatokra épülő – tanulmány kimutatta, hogy már 25,4°C-ot meghaladó környezeti hőmérsékleten többlethalálozás tapasztalható¹¹⁵, ami a szív-érrendszeri többletterhelésből adódik. A 2007. évi európai hőhullám idején Magyarországon a napi többlethalálozás 30%-kal volt magasabb, mint a hőhullámon kívüli nyári napokon. Csak Budapesten több mint 200 fős többlethalálozást jegyeztek fel. A jelenlegi magyar népességet és „érzékenységi szintet” feltételezve 2021-től 2050-re 2,6-szeresére, 2071-től 2100-ra pedig 7,4-szeresére emelkedhet a hőhullámok okozta halálesetek száma, ami évente 2030 - 5800 többlethalálesetet jelentene. Összességében elmondható, hogy a klímaváltozás növelni fogja a többlet-hőterhelés miatti halálozások számát a jövőben Magyarországon, ami összhangban van a más országokban észlelt és előrevetített változásokkal¹¹⁶.

Egy 2021-ben közzétett nemzetközi modellezési tanulmány¹¹⁷ az idősoros halálozási adatokat és a környezeti hőmérséklet alakulását vizsgálta 2000 és 2019 között, amely időszak alatt a globális napi átlaghőmérséklet 0,26°C-kal emelkedett. A kutatás szerint a világon évente több mint 5 millió,

¹¹⁴ 23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról, Melléklet: Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezetegészségügyi Igazgatóság, Nemzeti Térinformatikai Rendszer - <https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A18H0023.OGY>

¹¹⁵ Bobvos J. – Malnasi T. – Rudnai T. – Cserbik D. – Páldy A. (2017) The effect of climate change on heat-related excess mortality in Hungary at different area levels. *Időjárás*, 121(1). 43–62.

¹¹⁶ Kim, D. W. – Deo, R. C. – Chung, J. H. – Lee, J. S. (2016) Projection of heat wave mortality related to climate change in Korea. *Natural Hazards*, 80(1). 623–637. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-015-1987-0>

¹¹⁷ *The Lancet Planetary Health: A nem optimális környezeti hőmérséklethez kapcsolódó globális, regionális és nemzeti halálozási terhek 2000 és 2019 között egy háromlépcsős modellezési tanulmány*, 5. évf. 7. szám, E415 - E425, 2021. július 01. [https://www.thelancet.com/journals/lanph/article/PIIS2542-5196\(21\)00081-4/fulltext#back-bib14](https://www.thelancet.com/journals/lanph/article/PIIS2542-5196(21)00081-4/fulltext#back-bib14)

Európában közel 180 ezer többlethaláleset hozható összefüggésbe a nem optimális hőmérséklettel. Az extrém hideg a 10 vezető halálok között szerepel, az összes többlethalálozás 9,43%-át teszi ki. A 100 ezer főre vetített 74 többlethalálozásból 67 a hideg, 7 pedig a meleg miatt következik be.

Európa az egyetlen kontinens, ahol a többlethalálozás a hőség miatt minden régióban magasabb a világ átlagánál, Kelet-Európában a hőséggel kapcsolatos többlethalálozás kétszerese a globális átlagnak. A hőmérséklettel összefüggő halandóságot a földrajzi, a klimatológiai, a társadalmi - gazdasági és a demográfiai tényezők is jelentősen befolyásolják, ami megmagyarázza a regionális különbségeket is.

Köztudott, hogy az emberi szervezet néhány nap (3 – 12) alatt általában képes alkalmazkodni a meleghez, de hosszú távú és nagyon különböző éghajlati körülményekhez való adaptálódás évekig is eltarthat. Ha szokatlan klimatikus körülmények közé kerülünk, az először nagyon megterheli a szervezetünket, azonban bizonyos idő elteltével már kezdünk hozzászokni a körülményekhez (illetve megváltozik a viselkedésünk és felvesszük a helyi „védekezési” szokásokat). Az alkalmazkodási idő attól is függ, hogy az új feltételek mennyire különböznek a korábbiaktól. A globális felmelegedés azonban azt eredményezi, hogy a hely megváltoztatása nélkül kell szembesülni az eddig szokatlan időjárási eseményekkel és körülményekkel. A Kárpát-medencében az éghajlatváltozás következtében melegedésre utaló tendenciák figyelhetők meg: az 1961 - 2001 időszak adatsorainak elemzése alapján a legnagyobb mértékben a meleg napok, a nyári napok, a hőségnapok, illetve a meleg éjszakák száma növekedett, de nőtt a hőhullámok hossza is. A kutatások azt is igazolták, hogy fokozatosan növekszik a szervezet adaptációs képessége a nyári hőség idején. Ennek alapján válik érthetővé, hogy a májusban vagy a júniusban bekövetkező hőhullámok nagy valószínűséggel nagyobb halálozási többletet idéznek elő, mintha ugyanaz a hőhullám augusztusban érkezne, amikor a szervezetnek már kialakult az adaptációs képesség valamilyen szintje.

A szélsőséges időjárási helyzetek megszorodásának azért is fontos kiemelt figyelmet szentelni, mert nemcsak az idősek, a krónikus betegek és csecsemők vannak veszélyben, hanem bárkinél – akár az egészségeseknél is – előbb egy fokozottan érzékeny, majd később sérülékeny állapotot idézhet elő. Ezek elkerülése érdekében alakítottak ki a hőségriasztási rendszert. A WHO ajánlása szerint a hőstressz és a kórházi többlethalálozás csökkentése érdekében a nappali belső hőmérsékletet lehetőleg 32°C alatt, éjszaka pedig 24°C alatt kell tartani. (Célszerű a gyógyszereket 24°C felett hűtőszekrényben tárolni, mivel a gyógyszerek hatása a nagy melegben 24 óra alatt kb. 20%-kal csökken.)

3.2. A klímaváltozás közvetett hatásai

A klímaváltozás, a globális felmelegedés, a szélsőséges időjárási viszonyok jelentősen megváltoztatják a környezeti rendszereket, amelyek közvetett módon hatnak az élővilág – az emberek, az állatok és a növények – egészségének alakulására. Az éghajlatváltozás indirekt hatásai főként a víz minőségének megváltozására, a földfelszíni levegő szennyezettségének, az UV sugárzásnak a növekedésére, a megváltozott földhasználatra és az ökológiai változásokra vezethetők vissza.

3.2.1. A vízminőség megváltozása

A klímaváltozás miatt előforduló szélsőséges időjárási események jelentős hatást gyakorolnak a vízbázisok mennyiségére és minőségére is. Az ivóvízbázisok közül a klímaváltozás kedvezőtlen hatásai leginkább a felszíni vizeket érintik. Az intenzív csapadékok megnövelik a vízgyűjtő területről a felszíni vizekbe jutó szennyezőanyagok mennyiségét. A felszín alatti vizeknél a szárazabb talajállapotok miatt a csapadékutánpótlás általános csökkenése várható. A kisebb vízhozamok következtében csökken a szennyezőanyagok hígulásának mértéke, valamint az öntisztuló képesség is.

A hirtelen keletkező, gyors árvizek miatti fokozódik az erózióveszély, illetve az állóvizek esetében az eutrofizáció¹¹⁸. A kedvezőtlen vízminőségi változások elsősorban a heves esőzések, és ennek

¹¹⁸ Eutrofizáció (vízvirágzás): A vizekben lévő foszfor és nitrogén túl nagy mennyisége a víz elalgásodásához vezet. Az eutrofizálódás folyamán az állóvizekben a tápanyag feldúsul, ezért elszaporodnak az elsődleges termelő szervezetek: a fitoplankton, a gyökerező hínár- és a mocsári növények.

következtében a szennyezőanyagok bemosódása révén jelentkeznek. A fizikai - kémiai paraméterek közül a legfontosabb az oldott oxigén koncentrációjának a csökkenése, a pH-érték emelkedése és a tápanyagok (nitrogén és foszfor) mennyiségének a növekedése. A víz hőmérséklet és a szerves anyag mennyiségének a növekedése miatt elszaporodnak az oxigént felhasználó mikroorganizmusok (a patogén kórokozókat is beleértve), ami eutrofizációhoz és következményes algaszaporodáshoz (algatoxinok megjelenéséhez) vezethet. Mindez a vízfertőtlenítés melléktermékeinek a növekedésére is kihat. Klórgázzal vagy nátrium-hipoklorittal történő vízfertőtlenítés esetén a vízben található szerves anyagok és a klór reakcióba lépnek és melléktermékként rákkeltő hatású trihalogén-metán-vegyületek (mint pl. a metilklorid vagy más néven kloroform) keletkeznek. A felmelegedés következtében a THM növekedés közepes átlagon számolva is közel 40%-os emelkedést mutathat.

A vízgyűjtő területen nem megfelelő csapadékvíz- és szennyvízcsatorna-hálózat esetén a rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadék kórokozó mikroorganizmusokat (*E. coli*¹¹⁹) juttathat a karsztvízbázisba.

*2006. júniusában Miskolcon kéthetes özönvízszerű esőzést követően ivóvízjárvány alakult ki. A miskolctapolcai vízműkút mikrobiológiai elszennyeződése és a szennyezett ivóvíz hálózatba jutását követően, a városban június 5 -16. között a vízmű ellátási területén élő mintegy 60 ezer lakosból 3673 fő betegedett meg. Epidemiológiai vizsgálattal igazolódott a szoros összefüggés az ivóvíz fogyasztása és az enterális megbetegedések között. A város ivóvíz ellátását biztosító Bükk-vidék karsztforrásaiba a megnövekedett csapadék (és egyéb okok) miatt szennyező anyagok (többek között fekália) mosódtak be. A fertőzést *Cryptosporium parvum*, *Giardia duodenalis*, *Campylobacter*, *Calici* kórokozók okozták. A járványhelyzet gyors leküzdését követően az érintett területen a vízmű szolgálatát csak 2007. februárra sikerült helyreállítani és gondoskodni a vízműbázisok védelméről.*

Az extrém mennyiségű csapadékok nemcsak a felszíni, hanem a parti szűrésű vízbázisok minőségét is kedvezőtlenül befolyásolhatják.

Az ivóvízellátás mintegy harmadát adó – a vízzáró rétegek alatt mélyen elhelyezkedő – rétegvizek emberi eredetű szennyeződések nem tartalmazznak, de a természetes szennyezők közül számos megtalálható bennük. A vas- és mangánvegyületek, az ammónium-ionok, az arzénvegyületek, az oldott gázok és a szerves anyagok eltávolítására gyakran szükséges összetett technológiák alkalmazása.

A hőmérséklet emelkedése elősegíti a víz szennyeződését az algák, baktériumok és más mikroorganizmusok felgyorsuló életciklusa révén. A tartósan fennálló hőség különösen az állóvizekben, felszíni víztározókban, a mesterséges tavakban növelheti a bélfertőzést okozó baktériumok számát. Az intenzívebb csapadéktevékenység és a magasabb hőmérséklet együttesen a víz révén terjedő paraziták okozta megbetegedések, pl. a giardiás fertőzés és a cryptosporidiosis gyakoriságát is növelik (ld. a miskolci vízjárványt).

3.2.2. Az árvizek egészségügyi hatásai

A gyakori és jelentős mennyiségű csapadék okozta árvizek következtében a baktériumok, növényvédő szerek, illetve egyéb szerves hulladékok bejuthatnak az ivóvízbe, ezáltal komoly egészségügyi kockázatot jelenthetnek. Az árvizek nem csak a balesetveszély és az ivóvízbázis fertőződése (pl. hepatitis vagy vérhas kórokozókkal) révén fenyegetik az egészséget, de a nedves környezet kedvez a gyakoribb leptospirozisnak is. A levonuló ár nyomán a beázott falakon, átnedvesedett bútorokon, elpusztult növényzeten elszaporodnak a penészgombák (*Stachybotrys*, *Chaetomium*, *Ulocladium*, *Trichoderma* és *Aureobasidium*), amelyek allergiát és asztmát okozhatnak. A folyó által lerakott hordalékon, illetve a lepusztított talajon pedig jelentős parlagfű állományok kialakulására is számítani kell.

¹¹⁹ Az *Escherichia coli* (*E. coli*) törzsek általában a melegvérű állatok és az ember normál bélflórájának természetes baktériumai. Az *E. coli* a közegészségügyben indikátor baktériumot jelent, mivel jelenléte a vízben, az élelmiszerben és a talajban széklet vagy ürülék szennyezettségére utal.

Az árvízvédelem kapcsán szükséges járványügyi intézkedésekről, így a védelemben résztvevők és az érintett lakosság számára szüksége védőoltásokról, a higiénés intézkedésekről (pl. fertőtlenítés stb.) a népegészségügyi hatóság intézkedik.

A Nemzeti Népegészségügyi Központ honlapján közzétett tájékoztató tartalmazza, hogy milyen egészségügyi veszélyek (gyomor-bélrendszeri fertőzések, szúnyoginvázió, állatharapás, mérgezés) jelentkezhetnek árvizek idején, milyen betegségek ellen (hepatitis A, hastífusz, tetanusz) szükséges védőoltással védekezni és szükség van-e különleges óvintézkedésekre azokon a befogadóhelyeken, ahol az otthonukat elhagyni kényszerülők tömegét helyezték el.

3.2.3. Levegőszennyezettség (aeroszokok, szálló por, UV sugárzás, ózon, pollenek)

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2018. évi páneurópai felmérése az „Egyenlőtlen kitettség és egyenlőtlen hatások” című jelentésében környezet-egészségügyi veszélyeknek való kitettség és az egészségi hatások közötti egyenlőtlenségeket, a társadalmi sérülékenységet értékeli egész Európában a levegőszennyezés, a zaj és szélsőséges hőmérséklet (az extrém hő) együttes hatása szempontjából.

Az európai lakosság körében – az egyenlőtlen expozíciókat és az egyenlőtlen hatásokat a társadalmi-demográfiai különbségek alapján vizsgálva – megállapítható, hogy

- *a lakosság sérülékeny csoportjait az idősek, a gyermekek és a krónikus betegek jelentik, mivel leginkább ők vannak kitéve környezet-egészségügyi veszélyeknek;*
- *a sérülékenység meghatározó tényezője a társadalmi-gazdasági státusz is, mivel a munkanélküliek, az alacsony jövedelműek, a kevésbé iskolázott és képzett egyének is a sebezhetőbb lakossági csoportokhoz tartoznak;*
- *a városi lakosok nagyobb veszélynek és kockázatnak vannak kitéve.*

A Felmérés szerint Európában regionális különbségek is megfigyelhetők:

- *Dél- és Délkelet-Európában az alacsony társadalmi-gazdasági státuszú idős lakosok vannak nagyobb arányban kitéve a talajközeli ózonnak és a magas levegő hőmérsékletnek;*
- *a szálló por expozíció okozta légszennyezés Kelet- és Dél-kelet Európa viszonylag szegényebb részein jellemző;*
- *a gazdagabb (Észak-Európa, Nyugat-Európa) régióiban az átlagos nitrogén-dioxid (NO₂) szint koncentráció magasabb a közlekedésnek és ipari tevékenységeknek köszönhetően.*

3.2.4. Aeroszokok

Az éghajlatunkat befolyásoló antropogén hatások körébe bele kell érteni az aeroszokokat – por, korom, szulfátok, homok, tengeri sók stb. – is, amelyek a napsugárzás egy részét visszaverik, szórják, illetve a magasabb légrétegekben elnyelik. Ezáltal a felszínre érkező sugárzás csökkenését okozzák, és ily módon az üvegházhatással ellentétes, hűtő hatást váltanak ki. Az antropogén szulfát-aeroszokok azonban kondenzációs magokként növelhetik a felhők előfordulását és megváltoztathatják tulajdonságait (a nagyobb számú kisebb cseppek megnövelik a felhők sugárzást visszaverő képességét). Az aeroszokoknak a heterogén kémiai folyamatokban való részvétele befolyásolhatja a légkör egyes összetevőinek (üvegházhatású gázok és sztratoszférikus ózont lebontó vegyületek) koncentrációját. Az aeroszokoknak azonban önmagában is lehet melegítő hatása, mivel egy részük elnyeli az infravörös sugarakat. Az aeroszokok légkörbe kerülésével közvetlenül összefüggő, direkt hatás (sugárzásszórás és elnyelés) azonban nagy valószínűséggel összességében hűtő hatású.

3.2.5. Szálló porok

Az elmúlt években végzett vizsgálatok becslései – a WHO által támogatott Air Quality Life Index (AQLI) módszere – alapján Magyarországon évente mintegy 13 ezer ember halálát a rossz levegőminőségnek tulajdonítják, ami átlagosan 4 - 6 hónappal rövidíti meg a lakosság élettartamát. A levegőszennyezés oka pedig egyaránt lehet a téli és a nyári szmog (füstköd) is, ami szív-érrendszeri és légzőszervi betegségeket (pl. asztma, allergia, COPD, tüdőrák stb.) válthat ki, illetve a már meglévő (idült) légzőszervi problémákat súlyosbítja.

3.2.6. A téli és a nyári szmog

A redukzív – London típusú – szmog általában télen, szélcsendes, magas légnyomású és magas páratartalmú levegőben alakul ki, amikor az alsó, hideg (-3°C - $+5^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű) légrétegek felett meleg levegő van. A levegő fő szennyezője a széntüzelés, a füst kéndioxid, szénmonoxid, por és korom tartalma. A téli szmog a nevét az 1952 decemberében Londonban bekövetkezett szmogkatasztrófáról kapta, ami kb. 12 ezer halálos áldozatot követelt néhány nap alatt.

Az oxidatív – Los Angeles típusú – szmog jellemzően nyáron, erős napsugárzás (25°C - 35°C és magas UV-A szint), gyenge – 2 m/sec alatti – légmozgás esetén, szélcsendes időben alakul ki. A szmog forrása a közlekedés, a gépjárművek kipufogógázának (főként a dízelolaj) por tartalma, a dinitrogén-oxid, a szénmonoxid vegyületek, szabad gyökök és a fotokémiai reakciók útján keletkező mérgező ózon. Emiatt az oxidatív szmog fotokémiai szmog néven is ismert.

3.2.7. A PM2.5 és PM10 szállóporok hatásai

A szálló por (Particulate Matter: PM) a levegőben elosztatott finomszemcsés szilárd és/vagy folyékony halmazállapotú anyagok, parányi ($2.5\ \mu\text{m}$ - PM2.5 és $10\ \mu\text{m}$ - PM10) szemcsék gyűjtőneve. A szálló por egy része természetes eredetű (porból, tengeri sóból vagy erdőtüzekből származik), de a PM2.5 légszennyezés legnagyobb részét az emberi tevékenység okozza. A szálló por döntő többsége a dízelmotorú, rossz műszaki állapotú járművekből, szén, lignit és faanyag tüzeléséből, illetve hulladékégetésből származik. A PM2.5 részecskék keletkezésének fő útvonala a következő: a szén-tüzelésű erőművek és ipari létesítmények kén-dioxidot bocsátanak ki, ami a légkörben további reakciók során szulfát részecskékké alakulhat. A magas hőmérsékleten történő égés – például járműmotorokban és erőművekben – nitrogén-dioxid emissziót okoz, amely a levegőben kémiai reakciók révén nitrát részecskéket képez. A dízelmotorok, a széntüzelésű erőművek működésekor és a szén háztartási tüzelőanyagként történő égetésekor – a nem teljes mértékben tökéletes égés során, elegendő mennyiségű oxigén hiányában – korom (black carbon) képződik, ami a PM2.5 egyik jelentős alkotóeleme. A fosszilis tüzelőanyagok elégetése szálló por, CO_2 és ózon kibocsátást eredményez. Emellett az emberek fát, növényi és egyéb hulladékot is égetnek a háztartási fűtéshez és főzéshez, ami kormot és szerves részecskéket bocsát a légkörbe. Az erdők és a tarló mezőgazdasági célú felégetése szintén antropogén eredetű részecskék jelentős forrása.

A PM10 – az alsó légutakba lejutó – légszennyezés alapján a rövid távú hatás, a PM2.5 – a tüdő légólyagocskáiba lejutó – légszennyezés alapján a hosszabb távú egészségi hatás értékelhető. A szálló porok belélegezve ingerlik a légutak nyálkahártyáját, valamint különböző légzőszervi megbetegedésekhez vezetnek, mint például az asztma, a krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD) és a tüdőrák. A PM2.5 részecskék méretüknél fogva kiemelten veszélyesek az emberi egészségre, mivel bekerülnek a vérkeringésbe és az érrendszert is károsítják, növelik a vérnyomást. A magas PM2.5 szálló por koncentráció a szív- és érrendszeri megbetegedések – trombózis, szívinfarktus és agyvérzés – kockázatát is növeli, átlagosan mintegy 2 évvel csökkentve a várható élettartamot. A szálló port – az elvesztett életek tekintetében – sokkal nagyobb gyilkosnak tartják, mint a dohányzást, vagy a fertőző betegségek közül a tuberkulózist. Az AQLI alapján nemcsak az mutatható ki, hogy mekkora a légszennyezettség mértéke, hanem az is, hogy az adott területen élők mennyivel élhetnének tovább, ha betartanák a WHO által biztonságosnak ítélt szálló por koncentrációs határértéket. (Jelenleg egy indiai lakos 4,3 évvel, egy kínai pedig 2,9 évvel rövidebb ideig él a magas szálló por koncentráció miatt.)

A levegőszennyezettségnek tulajdonított, 2019. évi többlethalálozás előfordulási arányát a világon és az EU 28 területén a 3/6. táblázat tartalmazza.

3/6. táblázat. A levegőszennyezettségnek tulajdonított többlethalálozási arány 2019-ben¹²⁰

	Minden forrásból: többlethalál x 10 ³ /év	Fosszilis tüzelőanyagok légszennyezéséből: többlethalál x 10 ³ /év	Minden antropogén forrásból: többlethalál x 10 ³ /év
Világ	8,793	3,608	5,554
EU 28	656	348	499

Az európai jogszabályok a légszennyező anyagok egészségügyi határértékeit a WHO szerinti 2,5 - 10 µm mérethatárok közötti részecskék mennyiségére állapították meg¹²¹. Magyarországon a 10 µm méretű szállóporok (PM10) esetén a határérték 24 órás átlaga 50 µg/m³, éves átlaga 40 µg/m³ lehet.

Az egészségügyi határérték túllépése esetén a szmogriadót két fokozatban rendelik el: a tájékoztatási fokozatot akkor, ha a szálló por értéke két egymást követő napon meghaladja a 75 µg/m³ értéket és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható, riasztási fokozatot pedig akkor, ha a két egymást követő napon a porszennyezés 100 µg/m³ feletti és két egymást követő napon és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható.

(Megjegyzendő, hogy a szálló por mellett a kéndioxid, a nitrogéndioxid, a szénmonoxid és az ózon esetében is érvényben vannak az egészségügyi, a tájékoztatási és a riasztási határértékek. Az Országos Légszennyezettségi Mérőállomások adatai alapján az érintett önkormányzatok polgármestereinek a feladata a szmogriadó elrendelése.)

A nagyvárosok és iparvidékek környékén élők jóval nagyobb terhelésnek vannak kitéve. Európa nagy része megfelel ugyan az Európai Unió szálló por koncentrációra vonatkozó egészségügyi előírásainak, de az európai népesség háromnegyede olyan területeken él, ahol a levegőminőség nem felel meg a 10 µg/m³ határértéknek. Az európai lakosok 2018-ban átlagosan 12 µg/m³ szálló pornak voltak kitéve. Kelet - Európát egy markáns szmogfüggöny választja el Nyugat - Európától. Lengyelország, Szlovákia, Csehország, Szlovénia, Litvánia, Lettország és Magyarország teljes lakossága határérték feletti por koncentrációnak van kitéve. Magyarországon az átlagos szálló por koncentráció 14 µg/m³, de Borsod-Abaúj-Zemplén megyében 15 µg/m³ a mért érték.

Szálló por szempontjából a leginkább szennyezett ország Európában Lengyelország, de Olaszországban a Pó völgye – benne Milánóval – szintén erősen szennyezett térségnek minősül. A COVID-19 pandémia 2020-ban főként ezt a régiót sújtotta, itt volt az egyik legmagasabb a halálozási ráta is. Az epidemiológiai adatok szerint az észak-olaszországi elhunytak túlnyomó többsége olyan nem fertőző betegségben szenvedett, amely összefüggésbe hozható volt a légszennyezéssel.

3.2.8. Az UV sugárzás

A Napból a Földre érkező UV sugárzást az ózonréteg szűri meg a legnagyobb mértékben. A Nap sugárzásának mintegy 10%-a tartozik az UV tartományba. Ez egy olyan elektromágneses sugárzás, amelynek a hullámhossza 100 és 400 nm között van, ami a röntgensugárzásnál hosszabb, de a látható félynél rövidebb. Az UV-sugárzás hullámhossza szerint UV-A, UV-B és UV-C tartományba sorolható.

Az UV-A sugárzás inkább napégést okoz, mint tartós barnulást, hullámhossza 315 - 400 nm. Egész nap jelen van, akadálytalanul átjut a felhőkön, a szmogos levegőn, az ablaküvegen keresztül is. Ez az UV tartomány a felelős a bőr korai öregedéséért, mivel csökkenti a bőr A-vitamin tartalmát és

¹²⁰ Forrás: Lelieveld J, Klingmuller K, Burnett RT et al. (2019). Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1819989116.

¹²¹ A levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet és a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 3. számú melléklete alapján.

károsítja a kollagénrostokat. Többféle bőrrák kialakulásáért is felelős, mivel magát a sejt DNS-ét képes károsítani.

Az UV-B sugárzás, ami barnító hatása van, hullámhossza 280 - 315 nm. Az UV-B sugárzás pozitív élettani hatása, hogy segíti a szervezet D-vitamin előállítását, ami nemcsak az egészséges csontképződéshez, hanem a vérképzéshez és az immunrendszer megfelelő működéséhez is szükséges. A vizsgálatok azonban azt valószínűsítik, hogy D-vitamin képződés sejtkárosodással jár együtt.

Az UV-C a gyilkos, rákkeltő hatású sugárzás, aminek hullámhossza 100 - 280 nm. A Föld atmoszférája kiszűri, csak az űrhajósoknak, pilótáknak okozhat gondot. Az UVC lámpák germicid (sterilizáló) hatását fertőtlenítésre, levegő-, víz-, és a felület-tisztításra használják.

Az UV sugárzás szintjét az UV-index fejezi ki, ami a 0 - 2 alacsony szinttől a 11 fölötti extrém magas szintig terjed. Minél magasabb az UV-index száma, annál inkább károsítja a bőrt, ezért korlátozott a napon való tartózkodás ideje. Egy felnőtt ember körülbelül 20 percet képes eltölteni leégés nélkül a napon. (A bőr védelmére használt krémek, olajok faktorszám a bőrvédelem idejét jelzi: egy 15-ös faktorszámú napolaj esetén 15×20 perc = 300 perc, vagyis maximum 5 óra lehet a napon való tartózkodás ideje).

Az UV sugárzás egészségkárosító hatásai közül a leggyakoribbak a bőr leégése (fotodermatosis) és a szürkehalog. Az UV sugárzás megnöveli a macula-degeneráció kialakulásának kockázatát és számos meglévő bőrbetegséget is – mint pl. a rosacea – súlyosbíthat, mivel lerontja a szervezet immunválaszt. Egyes gyógyszerek (néhány antibiotikumok, fájdalomcsillapítók és gyulladáscsökkentők, vízajtók, vérnyomás csökkentők, szívritmus szabályozók, gomba ellenes és daganatellenes szerek stb.) fotoszenzibilizáló hatásúak, napfény (UVB és UVA együttes) hatására bőrrallergiás tüneteket okoznak.

A szakemberek már 1980 óta javasolják a rákmegelőzés részeként a túlzott napozás elkerülését az UV sugárzás – IARC által bizonyított – daganatkeltő (keratózis, bazalióma, spinalióma, malignus melanóma) hatása miatt. Egy ENSZ felmérés¹²² szerint az évente 3,5 millió fő új rákbetegnél a bőrrák áll az első helyen. Az UV-B a nem festékes bőrdaganatok, míg az UV-A a festékes bőrdaganatok (melanómák) kialakulását segíti elő.

Magyarország 2007-ben csatlakozott az „EuroMelanoma” projekthez a bőrrák korai szűrését és diagnosztizálását propagálva a „Csak egy bőröd van = a legdrágább ruházatod” kampánnyal. Egy 13,5 ezer főre kiterjedő 2017. évi hazai kérdőíves felmérés szerint a megkérdezettek 90%-a már halott az UV sugárzás káros hatásáról, mindössze 14% védi magát az erős napsugárzástól.

A gyakoribb extrém időjárási események az ózonréteg elvékonyodását okozhatják, ami megnöveli az UV sugárzást is. Az Európai Bizottság egyik kutatási programjában számítógépes szimulációval az 1991 és 2018 közötti időszakban 732 városban vizsgálták a hőség miatti többlethalálozást,¹²³ amely vizsgálat felhívta a figyelmet a magas szintű UV sugárzás növekedésére is. Ennek nyomán „Az éghajlati és környezeti tényezők hatása a személyes ultraibolya expozícióra és az emberi egészségre” kutatási program¹²⁴ keretében hat uniós tagállamban végeztek terep vizsgálatokat tengerparton, mezőgazdasági munkák során és havas környezetben. Modellezték az UV sugárzás káros (DNS károsító) és hasznos (D vitamin szintetizálást segítő) hatását személyes UVR - expozíció során, amit elektronikus karóra doziméterrel detektáltak. A kutatók felhívták a figyelmet az egyéni érzékenységből és nem megfelelő bőrvédelemből adódó eltérő egészségi problémákra, valamint a megelőzést szolgáló közegészségügyi intézkedések – a szoláris sugárzás külön szabályozásának – sürgős szükségességére is.

¹²² Forrás: ITM: Tanulmány készítése a klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásának munkavédelmi szempontból történő vizsgálatára.

¹²³ Európai Bizottság ICEPURE támogatott CORDIS FP7 Kutatási programja, https://cordis.europa.eu/programme/id/FP7_ENV.2008.1.2.1.5.

¹²⁴ <https://cordis.europa.eu/project/id/227020>

3.2.9. Az ózon hatása

Az ózon (O_3) a Föld légkörében a Napból származó ultraibolya sugárzás hatására keletkezik. A légköri ózon körforgás biztosítja a légkör 20-25 km-es magasságában az ózonréteget. Az ózonréteg (ózonpajzs) vastagsága az egyenlítő felett a legnagyobb, a sarkkörök felé csökken. Az ózonréteget a légkörbe kerülő atomi klór, fluor, bróm és a szénhidrogén fluoro-karbonok (CFC, HCF) károsítják. (Az aeroszol CFC gázok 2003. évi betiltása óta csökkent az ólompajzs károsodása.)

Az ózonréteg a Napból érkező UV-C-sugárzást teljes mértékben elnyeli, a kevésbé káros UV-B intenzitását nagymértékben, az UV-A-sugarak intenzitását pedig kisebb mértékben abszorbeálja. Az ózon természetes körülmények között a talaj közeli levegőben csak igen kis mennyiségben fordul elő. A talaj közeli ózon az üvegházhatású gázok – a nitrogén-oxidok (NO , NO_2), a szén-monoxid (CO) és a reaktív szénhidrogének – és a napfény hatására lejátszódó kémiai reakció révén képződik.

A talajközeli levegőben található ózon mennyisége a klímaváltozásnak köszönhetően sokszorozódott meg a XX. században. Mivel egyre több üvegházhatású gáz kerül a légkörbe, ami az ózonpajzsot vékonyítja, az ózonréteg csökkenése az UV-B sugárzás mennyiségét növeli, annak hatásait (bőrrák, szürkehályog, immunkárosodás) erősíti. Az ózon az oka a nyári fotokémiai szmognak is. Az ózon már igen kis koncentrációban is mérgező az élővilágra, nagyobb koncentrációban izgatja a szemet és a légzőszervek nyálkahártyáját, súlyosbítja a hörghurutot, az asztmát, a pollenallergiát, a szív- és érrendszeri betegségeket. Egészséges embereknél is előfordul, hogy hosszabb ideig tartó fizikai megterhelés mellett az ózon jelenléte rontja a tüdőfunkciót, amelyet émelygés, hányinger, köhögés, mellkasi fájdalmak kísérhetnek.

Becslések szerint¹²⁵ az ózonszennyezés az Európai Unióban napi 100 millió főnél okoz légúti panaszokat és évente mintegy 40 ezer fő korai halálához vezet. Míg az $1^\circ C$ hőmérséklet emelkedés 1,84%-kal, a magas ózon koncentráció 2,2%-kal növeli a lakosság összhalálását¹²⁶. Az előrejelzések szerint a jövőben várható ózonszintek és az UV-B sugárzás várható változása következtében a 45° -os északi szélességi kör körül élő európai lakosság körében 2050-re 5%-kal fog növekedni az összes bőrdaganat incidenciája. Hazánkban a bőr nem festékes típusú rosszindulatú daganatainak gyakorisága az elmúlt másfél évtized során már eddig is másfélszeres növekedést mutatott.

3.2.10. Pollenek

A különböző szélbeporzású növényfajok által termelt pollenszemek (virágporok) világszerte a legfontosabb légköri allergénforrások közé tartoznak. Az éghajlat melegedésének és a légszennyeződésnek a következtében egyre inkább számolni kell az egyes allergiát okozó növények megjelenésével és elterjedésével Magyarországon is. Ezen növények produktivitásának (pl. borítás, pollentermelés) a megnövekedése miatt a pollen koncentrációja és szezonális eloszlása is változik. Mivel a különböző allergiás kórképekért felelős légtéri pollentartalom és egyéb szezonjellemzők függenek a meteorológiai változóktól, így bizonyos, hogy az antropogén eredetű éghajlatváltozás hozzájárul az allergiás eredetű betegségek gyakoriságának megnövekedéséhez.

A klímaváltozás kapcsán pozitív korrelációt mutattak ki például a CO_2 koncentráció növekedése és a pollenszórás között is. A magasabb CO_2 szint és hőmérséklet nem csupán a pollenszámot növelheti, hanem hatására hosszabb is lehet a pollenszezon, és egyúttal a pollen allergizáló hatása is megnőhet. Az egyes növénytaxonok által termelt pollenszemek allergiakeltő hatásában területi különbségek tapasztalhatók. Ennek oka a szennyeződések pollenallergiát fokozó hatása, az erősen szennyezett területeken ugyanis nemcsak a pollenallergiások, hanem az asztmások száma is magasabb.

Az aerobiológiai tényezők és azok becsült humánexpozíciós hatásának vizsgálata a pollenek és az ún. indikátor taxonok (mint az éger, a nyír, a pázsitfűfélék, a parlagfű) monitorozásán alapul. A

¹²⁵ Európai Bizottság CAFE jelentése

¹²⁶ Analitis, A. – De'Donato, F. – Scortichini, M. – Lanki, T. – Basagana, X. – Ballester, F. – Christopher Astrom, C. – Páldy, A. – Pascal, M. – Gasparrini, A. – Michelozzi, P. – Katsouyanni, K. (2018) Synergistic effects of ambient temperature and air pollution on health in Europe: results from the PHASE project. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9). 1856. <https://doi.org/10.3390/ijerph15091856>

pollenek által kiváltott szénanátha a leggyakoribb allergiás megbetegedés a civilizált világban, a népesség mintegy 10-20%-át érinti.

A Magyarországon tenyésző 250 ezerféle virágzó növény 1 ezrelékének (250 fajta) a pollenje okozhat pollenallergiát. A szélmegporzású növények gyakran óriási mennyiségű pollent termelnek és szórnak szét a szélrózsa minden irányába. A parlagfű csupán egyetlen példánya képes 8 Md pollenszemet termelni (ez a növény a pollenallergia legfőbb okozója). Amennyiben egy köbméter levegőben 30 - 50 pollen van, már az kiválthatja a pollenallergiás tüneteket. A szél ezeket az apró virágporszemcséket pedig akár 400 km-es távolságba is elszállíthatja, így szinte lehetetlen elmenekülni előle. Hazánk Európában a pollen expozíciónak leginkább kitett területének számít.

3.2.11. Mikrobiológiai hatások és következmények

Az éghajlatváltozás hatással van az egészséget befolyásoló társadalmi és környezeti tényezőkre, többek között a tiszta levegőre, a biztonságos ivóvízre, a táplálékra és a biztonságos menedékhelyre is. A WHO előrejelzése szerint 2030 és 2050 között évente 250 000 további haláleset várható a hiányos táplálkozás, a malária, a hasmenéses fertőző betegségek és a hőstressz miatt. Az árvizek, hőhullámok, aszályok és tüzek révén az éghajlatváltozás jelentősen megnöveli a szív- és érrendszeri, a légzőszervi megbetegedések, továbbá a vektorok által terjesztett fertőzések előfordulásának kockázatát.

Az éghajlatváltozás közvetlen hatásai miatt csökken a természetes élőhelyek száma, vele együtt a biológiai sokféleség, ami az invazív fajok előretörésével, az allergének és a betegség terjesztő rovarok elterjedésével jár. A biológiai diverzitást a klímaváltozás azért veszélyezteti nagymértékben, mivel a globális felmelegedés következtében a jelenlegi éghajlati övek áthelyeződnek a pólus irányába (akár több száz kilométerrel is), emiatt megváltozik a természetes ökoszisztémák összetétele és földrajzi eloszlása, az élőhelyek is felbomlanak és összeesznek.

3.2.12. Élelmiszerekkel terjedő betegségek

A klímaváltozás hatásai az epidemiológiai triád mindhárom elemére, a transzmisszió forrására és módjára, a patogén kórokozók növekedésére és túlélésére a környezetben és az élelmiszer mátrixra egyaránt hatással vannak.

A mikrobiológiai hatások legelső és enyhébb megjelenése a hasmenéses tünetcsoport, ami a hőmérséklet emelkedésével erősen növekszik, gasztroenteritisz - típusú tünetekkel jelentkeznek. A klímaváltozással összefüggésben a leggyakoribb élelmiszerbiztonsági problémát az élelmiszer eredetű megbetegedések jelentik. A legismertebb, élelmiszerek útján terjedő fertőzés a szalmonellózis, amely Európában az élelmiszer fertőzések 70%-áért felelős. Kutatások igazolták, hogy 1°C hőmérséklet emelkedés a szalmonellafertőzések számát 4,5%-kal növeli meg. A szalmonellózis várható gyakorisága a hőmérséklet emelkedéssel 5-10%-os mértékben nő Európában. A campilobakteriózis kisebb mértékben mutat szezonális és regionális különbségeket mutat.

A zoo-planktonokban tovább élő patogén kolera¹²⁷ baktérium (*Vibrio cholerae*) elsősorban a kagyló- és osztrigafogyasztók számára jelenthet veszélyt. A *Clostridium* és az *Aeromonas* fajok súlyos, élelmiszer okozta betegségeket idézhetnek elő. A paraziták okozta potenciális veszélyek az intenzív csapadék egyenetlen eloszlása miatt a protozoák (cryptosporidiosis, giardiasis) okozta fertőzésekkel járhatnak.

A mikotoxinok – az *Aspergillus*, *Penicillium* és *Fusarium* penészgombák másodlagos metabolitjai – a növények szennyeződéseként jelentkeznek.

¹²⁷ A modernkori kolera járványok közül ismert, hogy a Haitin a 2010. évi földrengés után a romló higiénés viszonyok miatt tört ki kolera, a 30 ezer betegből 4500 fő halt meg. 2017-ben Jemenben az évek óta tartó polgárháború miatt a lakosság nem jutott sem tiszta ivóvízhez, sem egészségügyi ellátáshoz, a kolera fertőzöttek számát egy millió főre becsülték.

3.2.13. Vektorok által terjesztett betegségek

A vektorok által terjesztett betegségeket olyan fertőző ágensek okozzák, amelyek vérszívó állatok (szúnyogok, atkák, kullancsok, bolhák) útján kerülnek az emberi szervezetbe. A hőmérséklet, a csapadék és a légnedvesség alapvetően befolyásolja a vektorok életterét, elterjedését, életciklusait. A klímaváltozás hatására a vérszívó ízeltlábúak számára kedvezőbbé válhat az éghajlat olyan területeken is, ahol eddig nem voltak jelen nagy populációban.

A hosszabbá és melegebbé váló tavasz és nyár felgyorsíthatja a szúnyogok szaporodását és kifejlődését.⁴⁴ Az enyhébb telek miatt a szúnyogpeték, a lárvák és a kifejlett egyedek kisebb hányada pusztul el, a jelentős csapadékmennyiség következtében kialakuló árvizek növelik a szúnyoglárvák kifejlődéséhez szükséges vizes környezet kiterjedését. A melegedés kedvezően hat a szúnyogok anyagcseréjére is. Mindez a szúnyogpopulációk növekedésével jár, gyakoribbá válnak a szúnyogcsípések, emelkedik a szúnyogcsípési index.

Hazánkban 2004 óta endémiásnak tekinthető a közönséges csípőszúnyog-félék által terjesztett nyugat-nílusi lázat okozó vírusfertőzés. A betegség kisebb járványt okozott 2010-ben Görögországban és Bulgáriában. Hazánkban 2013 és 2017 között 39 esetet jelentettek, 2018-ban már 215 megbetegedést regisztráltak. A nyugat-nílusi vírus mellett az afrikai Usutu-vírus is endémiásnak tekinthető és további elterjedése is várható.

Jelentős veszélyt jelentenek az ázsiai tigrisszúnyogok, amelyek már Európa 12 országában jelen vannak, a Dunántúl délnyugati felében is azonosították már 2015-ben. A tigrisszúnyog számos vírus (a Dengue-láz, a Chikungunya-láz, a Zika, a sárgaláz vírusa) mellett fonalférgek hordozója lehet.

A flavivírusok közül az emberiséget leginkább a dengue-vírus óriási földrajzi elterjedése fenyegeti, amely már jelenleg is 100 országot érint és évi 400 millió megbetegedést okoz.

Hosszabb távon a klímaváltozás és a globalizáció miatt megnövekedhet az Anopheles szúnyogok parazitái által terjesztett emberi malária fertőzés, ami főleg a trópusokon és a mediterrán övezetben súlyos járványügyi probléma, évente egy millió fő halálát okozza. Hazánkban 2020-ban 10 behurcolt malária eset fordult elő, járványok kialakulásának veszélyével a globális felmelegedés miatt a csípőszúnyogok élőhelyeinek észak felé terjedésével kell számolni.

Az éghajlatváltozással a lepkeszúnyogok, illetve a homoklegyek által terjesztett leishmaniasis megjelenése is várható, ami a világon a meleg éghajlatú területeken jelenleg évente 2 millió új fertőzést és 20-50 ezer fő halálát jelenti. Európában 2020-ban 199 Afrikából behurcolt fertőzés fordult elő.

Hazánkban gyakoriak a kullancsok által terjesztett bakteriális és vírusos fertőzések, a Lyme-kór, a fertőző agyvelő- és agyhártyagyulladás, továbbá a tularaemia. Magyarországon 2020-ban 1522 Lyme kórt, 49 encephalitist és 20 tularaemiát jelentettek a járványügyi hatóságnak. Különös aggodalomra ad okot a szintén kullancsokkal terjedő ázsiai és afrikai eredetű krími – kongói vérzésses láz európai megjelenése, mivel igen magas (30%-os) halálozással jár és emberről – emberre is terjed.

A vonuló madarak által behurcolt trópusi éghajlathoz szokott újabb élősködők a globális felmelegedés miatt már áttelelnek, szaporodási és fertőzési idejük is meghosszabbodik, a fertőzések száma így jelentősen megnövekedhet. A rágcsálók áttelelését is megkönnyíti az enyhe időjárás, egyes rágcsálók okozta betegségek, mint pl. a hantavírus fertőzés, az árvizek után válnak gyakorivá.

Összességében megállapítható, hogy a szélsőséges időjárási események – egy-egy kórokozó elterjedésének kedvezve – jelentősen befolyásolják nemcsak a fertőző betegségek átvitelét, hanem az emberi viselkedést és az immunválaszt is.

3.2.14. Allergiás betegségek gyakoriságának változása

A változó hőmérsékleti és csapadékviszonyok, valamint a vegetációs periódus meghosszabbodása hatással van a növények fejlődési ciklusaira és a pollenek kibocsátására. Az átlaghőmérséklet növekedésével mintegy négyszeresére nőhet az igen erősen allergén parlagfű pollenjének mennyisége, néhány erős allergén hatású, eddig még nálunk nem honos invazív növényfaj megjelenése is várható, (pl. a parlagi rézgyom és a falgym). Elszaporodnak a meleget kedvelő növények, pl. az olajfa, a ciprus, a platán, melyek a mediterrán vidékeken jelentős allergének.

3.2.15. Késleltetett egészségi hatások: gyakoribb mentális problémák

A szélsőséges időjárási katasztrófák – árvizek, erdőtűzek, hőhullámok, ciklonok – és az extrém szorongásos reakciók, mint például a poszttraumás stressz rendellenesség közötti kapcsolat már jó ideje ismert.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos új pszichés tünetként vált ismertté a „klímaszorongás” vagy „ökoszorongás”, illetve a negatív veszteség élmények között az „ökogyász” fogalma. Ezek háttérben legtöbbször a bizonytalan jövő érzése és a megélhetési problémák állnak. Az éghajlatváltozások és a demográfiai folyamatok összefüggéseit vizsgálva a kutatók azt tapasztalták, hogy a klímaszorongás gyakorisága 2015 és 2019 között négyszeresére nőtt.

A klímaváltozás gyakoribb, hosszán tartó és súlyosabb kedvezőtlen időjárási eseményeket fog hozni, és ezek a változások hatással lesznek a mentális egészségre is. Az éghajlatváltozás akut (pl. árvíz, földrengés) és krónikus (pl. aszály, hőterhelés) stresszor hatások révén mentális egészségügyi problémákat is okozhat. Az éghajlatváltozás különböző aspektusai közvetlen és közvetett utakon keresztül befolyásolhatják az egészséget. A fizikai egészségre gyakorolt hatások társadalomtudományos vizsgálata egyre nagyobb hangsúlyt kap a szakirodalomban és a gyakorlatban egyaránt.

Az legújabb tudományos kutatások szerint az időjárási események és a környezeti változások – különösen szélsőséges megnyilvánulásai - a pszichoszociális jól-létre és a mentális egészségre is jelentős hatást gyakorolnak, különösen a sérülékeny emberek vonatkozásában. Az éghajlatváltozás és a mentális egészség összefüggéseiről azonban még mindig korlátozottak az ismeretek, bár a bizonyítékok egyértelműen arra utalnak, hogy a hatások nemcsak egyéni, hanem közösségi szinten egyaránt érezhetők. A mentális egészségügyi következményekkel, amelyek a szorongástól és a depressziótól kezdve a különböző függőségek és az öngyilkosságok növekedéséig terjednek.

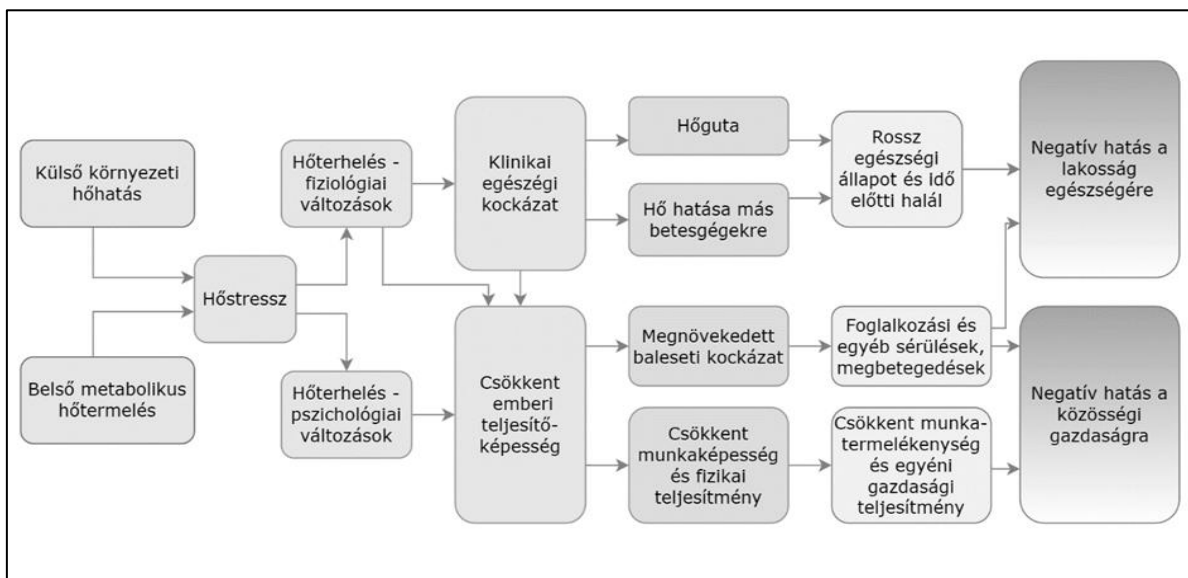
A klímaváltozás mentális egészségügyi hatásai rendkívül sokrétűek, de a poszttraumás stressz-zavar és a depresszió dominál. A katasztrófák utáni mentális egészségi állapotok kialakulásának kockázata nem egyenlően oszlik meg. Kutatások következetesen kimutatták, hogy bizonyos kockázati tényezők (pl. nem, társadalmi-gazdasági státusz és iskolai végzettség, már meglévő mentális egészségügyi tünetek), a természeti katasztrófákat követő mentális egészségi állapotokkal szembeni fokozott sebezhetőséghez kapcsolódnak.

Az epidemiológiai felmérések szerint a poszttraumás stressz szindróma prevalenciája az átlag népesség körében 3 - 5% körüli, ezzel szemben a katasztrófa-központú vizsgálatokban – akár 8 - 10-szeres kockázatnövekedés – mintegy 20 - 40%-os előfordulási gyakoriság igazolódott. Hosszú távú epidemiológiai vizsgálatok során a meteorológiai és éghajlati adatokat összevetették a mentális egészségi problémákkal. Azt tapasztalták, hogy a hőhullámok, napi 25°C – 30°C közötti átlaghőmérséklet eltolódása 30°C fölé mintegy 0,5% ponttal megnövelte a mentális problémák előfordulási gyakoriságát.

4. A klímaváltozás, a globális felmelegedés és a munka világa

A foglalkozási hőterhelés a külső környezeti hőhatás és a belső metabolikus hőtermelés által kiváltott hőstressz következménye. A hőterhelés, az egészség és a termelékenység alapvető összefüggéseit a 4/1. ábra mutatja be.

4/1. ábra. A foglalkozási hőterhelés – az egészség – és a termelékenység közötti kapcsolatok összefüggései¹²⁸



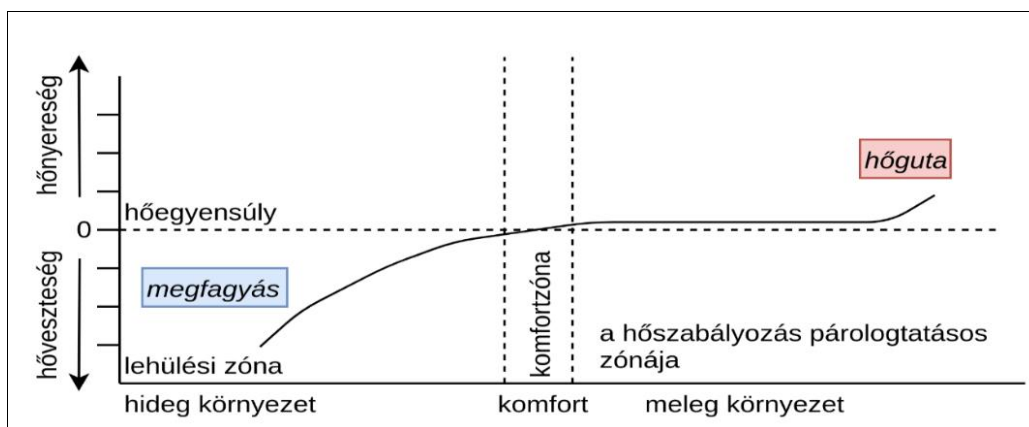
4.1 Nem optimális klímaviszonyok közötti munkavégzés – fokozottan terhelő klíma

A 3. fejezetben (A nem optimális hőmérséklet közvetlen hatása a lakosságra) részletesen kifejtettük „Az emberi hőszabályozás: a hőterhelés és a hőleadás egyensúlya” és a „Hőstressz – hőterhelés – hőártalom” kérdését is, ezért a szélsőséges hőmérséklettel (kiemelten a hőséggel, a hőhullámokkal) kapcsolatos általános tudnivalókat nem ismételjük meg.

Az ember a munkát különböző környezeti feltételek között végzi, amelyek azt a megterhelést, amit a munkatevékenység (fiziológiai, mechanikai, mentális, pszichés) hatásai és a munkakörnyezet egészségkárosító kóroki tényezőinek a hatásai jelentenek, kedvezően vagy kedvezőtlenül befolyásolhatják. A kiemelten kedvezőtlen körülmények (mint pl. a nem optimális munkahelyi klíma) önmagukban is túlzott megterhelést – igénybevételt jelentenek a munkavállaló számára, aki a külső és belső hőegyensúly fenntartásának legsérülékenyebb eleme. A szervezet hőmérlegét (hőegyensúlyát) a hőnyereség és hővesztesség, valamint a hideg – komfortos – meleg környezet összefüggésében a 4/2. ábra mutatja be.

¹²⁸ Forrás: R L Lucas, Y Epstein, T Kjellstrom: Excessive occupational heat exposure: a significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers, *Extreme Physiology & Medicine*, 14(2014) 1 Figure - <https://extremephysiolmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-7648-3-14>

4/2. ábra. A szervezet hőmérlege a különböző klimatikus körülmények között¹²⁹



A munkahelyen a szélsőséges hőmérséklet azt a felső határt jelenti az ember hőalkalmazkodása tekintetében, amikor még képes a hőegyensúly és az állandó belső testhőmérséklet fenntartására. Vannak ugyanis olyan munkakörülmények és olyan elvégzendő tevékenységek, ahol a szélsőséges hőmérséklet, a szervezetet fokozottan terhelő meleg vagy hideg klíma – gyártástechnológiai okból vagy a munkavégzés helye miatt – nem kerülhető el.

Nem optimális klímaviszonyok, fokozottan terhelő munkahelyi klíma fordul elő:

- természetes és mesterséges hő-expozícióban végzett fizikai munkavégzés,
- természetes és mesterséges hideg munkakörnyezetben (hideg-expozícióban) történő munkavégzés,
- váltakozva hideg – meleg munkahelyen végzett munka,
- és nedves munkakörnyezetben végzett munka során.

(Megjegyzendő, hogy a nedves munkakörnyezetben egyes munkafolyamatok vízhatlan munkaruha, lábbeli, illetve egyéni védőeszközök viselését indokolják a műszak nagy részében, mint pl. az élelmiszer- és konzerviparban vagy a galvanizálás stb. során.)

A kedvezőtlen klíma a munkavégzés helye szerint lehet:

- zárttéri meleg-üzemi hőmunka) vagy szabadtéri melegben (hőségben) végzett hőmunka, illetve
- zárttéri hideg-üzemi vagy szabadtéri hidegben végzett munka során.

Kedvezőtlen munkahelyi klíma viszonyok jellemzők: a bányászat, a kohászat, melegüzemi fémmegmunkálás, öntödék, üveg-, kerámia-, tégl- és textilgyártás, élelmiszeripar (pékségek, sütödék, cukrászatok, konyhák, konzervgyártás), mosodák, a katasztrófa elhárítás (pl. tűzoltás) stb. területén vagy a keszon- és búvármunkák, a hűtőházakban (mirelit üzemekben), raktárakban stb. végzett munkák során.

A szabadban/nyílt téren végzett mezőgazdasági, erdőgazdasági tevékenység, építés-kivitelezési és egyéb szerelő munkák, az útépités, közszolgáltatások, hálózati karbantartások, közlekedés, fuvarozás mentés, rendvédelem, katasztrófaelhárítás stb. a legfőbb példái az évszakoktól és az időjárástól függően a nyári melegben, tűző napon (kánikulában) és téli hidegben végzett munkáknak.

4.1.1. A hidegben végzett munka – a hidegstressz főbb jellemzői

A zárttéri hideg környezetben – nyitott üzemcsarnokokban, raktárakban – vagy mesterséges hideg környezetben (pl. hűtőházakban, mirelit üzemekben) végzett munka során a hideg-stressz jelenti a fő problémát a testhőmérséklet fenntartása során. A természetes hideg környezetben – téli hónapokban a szabadban, az időjárási hatásoknak kitéve – végzett építési, szerelési, karbantartási, mentési és katasztrófaelhárítási munkák a legjellemzőbbek.

¹²⁹ Tímár Miklós (szerk.): Munkaegészségstan, üzemegészségstan, 1981. – Munkavégzés kedvezőtlen klimatikus feltételek között

A szervezetben a hideg expozíció kettős hatást vált ki: a) a bőr és a köpenyszövetek ereinek beszűkülése révén csökken a hőáramlás, emiatt lehűlnek a végtagok ujjai, az orr és a fül, ami a szervezet minimális hőszigetelését szolgálja; b) a bőr lehűlése kompenzációs (kémiai) metabolikus hőtermelést indukál, ami didergés formájában jelentkezik. A hideg élettani hatásai közül a teljes test, a végtagok, a bőr és a légzőszervek lehűlése a jellemző. A végtagok (az ujjak és a végrészek) lehűlése balesetveszéllyel jár az elgémberedés, az ügyetlenség miatt, de fagyási sérülések is keletkezhetnek. Az agy lehűlése zavartságot és a mozgáskoordinációs problémákat okoz. A maghőmérséklet 33 – 35°C-ra csökkenése rontja a fizikai és mentális teljesítőképességet, kimerülés, nagyfokú fáradtság, mentális zavar, eszméletvesztés, a légzés és a keringés lassulása következik be. Az alacsony hőmérsékleten dolgozók között jóval gyakoribbak a hűléses panaszok; az idült hörghurutok, szív- és vesegyulladások fellángolásai és a reumás rendellenességek (pl. carpal tunnel szindróma, ízületi gyulladások).

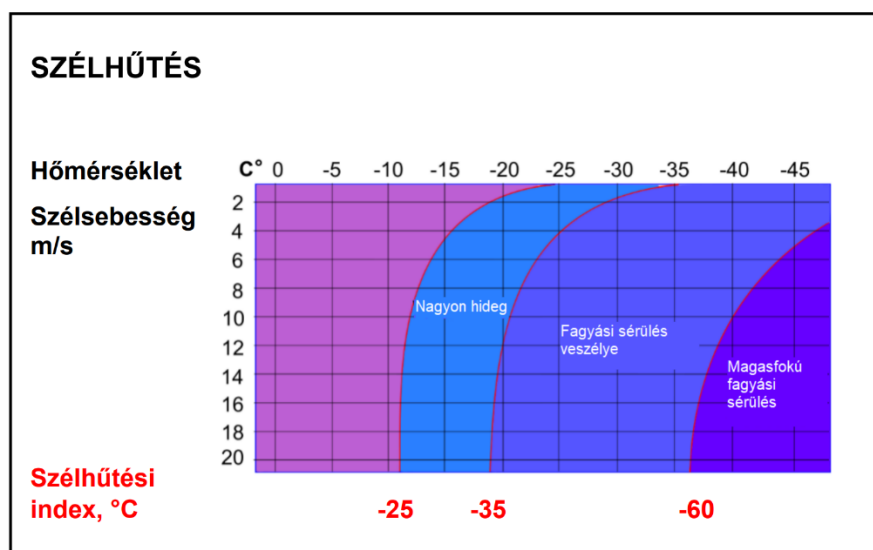
Hideg környezetben a hideg ártalmak elkerülése érdekében a végtagok, orr és fül helyi lehűlését kell megakadályozni és a test általános kihűlését kivédeni: legalább közepesen nehéz fizikai munka végzésével, megfelelő védőruházattal, óránként (legalább) 5 -10 perces pihenőidők beiktatásával melegedőkben, fél óránként 50°C-os tea és szükség esetén egyéni védőeszközök biztosítása mellett.

Mínusz 20°C alatt maximális hőszigetelés mellett is csak rövid ideig végezhető munka (. A megengedhető expozíciós időt a végtagok lehűlése, az egyéni érzékenység, az egészségi állapot és egyéb hajlamosító tényezők (pl. a kéz-kar vibráció) határozzák meg.

A hidegstressz kültéri tényezői között a hideg hőmérséklet mellett a nagy vagy a hideg szél, a nedvesség és a hideg víz hatását is figyelembe kell venni. A szélsébségtől függő hűtőhatás befolyásolja az aktuális levegőhőmérsékletet és jelentős mértékben rontja a hőérzetet. Ez a szélhűtési index kalkulátora szerint a gyakorlatban azt jelenti, hogy a 0°C-os levegőt 10 km/órás (enyhe) szélben -2°C-osnak, 20 km/órás (mértékelt) szélben -10°C-osnak, 30 km/órás (erős) szélben -14°C-osnak, 40 km/órás (igen erős) szélben -16°C-osnak érezzük.

A számos országban (USA, Kanada, Egyesült Királyság stb.) használt szélhűtési index (Wind Chill Factor) tájékoztat a kültéri hidegben végzett munkáknál a levegő hőmérséklet és a szélsébség együttes veszélyeiről¹³⁰, a bőr hőveszteségének a mértékéről és a fagyveszély fokáról (lásd 4/3. ábra).

4/3. ábra Szélhűtési index



¹³⁰ <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/wind-chill-factor>

4.1.2. A zárttéri és szabadtéri hőmunka főbb munkaegészségügyi kérdései

A zárttéri (technológiai okból bekövetkező) hőmunka és a hőmunka kritériumaival megegyező szabadtéri napsütésben (infravörös sugárzásban) végzett fizikai munka megítélése és ellenőrzése során a munkahelyi klíma paraméterei és a termikus indexek mellett minden olyan tényezőt figyelembe kell venni, amelyek a hőegyensúlyt negatívan befolyásolják és hőártalmak kialakulásához vezethetnek.

Mind a munkahelyi klímátényezők (klímaparaméterek) objektív mérőszámai alapján becsült és számított termikus indexek (hőindexek) alkalmazása, mind a hőmunkát végzők (és a hideg munkahelyen dolgozók) szubjektív hőérzetének megítélése és ellenőrzése komoly szakmai kihívás elé állítja a munkaegészségügy – a munkahigiénie és a foglalkozás-egészségügy – szakembereit. A munkabiztonsági szakemberek és a munkahelyi hőterhelés – ergonómiai műszaki szabványok szerinti – mérésében és ellenőrzésében közreműködő szakértők mellett a kockázatértékelésen alapuló megelőző intézkedésekért felelős munkáltatók, a munkavállalók/és képviselőik, a munkavédelmi hatóság, valamint a konszenzusos döntések szakpolitikai szereplői számára is kiemelt jelentőségű a hőterhelés vizsgálatának helyes munkahelyi gyakorlata és a foglalkozási expozíciós határértékek ismerete.

A munkahelyi hőterheléssel kapcsolatos mérések és ellenőrzések során érdemes Lord Kelvinnek a tudományról 1883-ban írt megállapítását megfontolni:

„...amikor meg tudod mérni azt, amiről beszélsz, és számokkal kifejezheted, akkor tudsz róla valamit, de amikor nem tudod megmérni, ha nem tudod számokkal kifejezni, akkor a tudásod csekély és nem kielégítő...”

4.2. A munkahelyi klíma indikátor paraméterei

Az embert körülvevő klíma klasszikus meteorológiai mérőszámokkal – léghőmérséklet, légnedvesség, légsebesség, légnyomás stb. – írható le. A munkahelyi klíma állapotjelzői közül a munkaegészségügyi gyakorlatban használt klímaparaméterek a következők:

- Léghőmérséklet (száraz hőmérséklet): A levegő hősugárzás ellen árnyékolt, száraz érzékelésű hőmérővel mért hőmérséklete. Jelölése: t_{sz} . Mértékegysége: °C
- Nedves hőmérséklet: Az egyensúlyi hőmérséklet, amely nedvesített érzékelésű hőmérővel mérhető a hő- és nedvességcsera egyensúlyának beállása után aspirációs mérőműszerrel (pl. Assmann-féle pszichrométerrel, kettős hőmérővel) mérve. Jelölése: t_n . Mértékegysége: °C
- Légsebesség (légáramlás): A levegőáramlás sebessége zárt térben különböző anemométerrel mérve. Jelölése: v . Mértékegysége: m/s
- Glóbusz-hőmérséklet (hősugárzás, sugárzó hő): Vernon-féle glóbusz hőmérővel vagy Vernon-féle műszerrel előzetesen kalibrált, a hősugárzást is érzékelő, más típusú glóbusz-hőmérővel mért hőmérséklet. Jelölése: t_g . Mértékegysége: °C.

A klímaparaméterek műszeres vizsgálata során a fenti tényezők mellett üzemi/munkahelyi körülmények között egyes speciális munkák (pl. alacsony vagy magas légköri nyomás alatt végzett munkák stb.) esetén a légnyomás mérés adatainak ismerete is indokolt lehet.

4.2.1. A hőérzet megítélése – a hőindexek alkalmazása

A légköri környezet termofiziológiai hatásainak felmérése a humán biometeorológia egyik kulcskérdése. A munkahelyi jó közérzet – így a hőérzet is – számos eltérő klimatikus tényező együttes hatásától függ, ezért egyetlen termikus paraméterrel (pl. csak magával a hőmérséklettel) nem jellemezhető. Az 1930-as évektől kezdve az orvometeorológiai kutatók az időjárási helyzet és az egészségi állapot összefüggései mellett az emberi szervezet hőháztartását befolyásoló tényezőit is vizsgálták és több mint 100 eljárást fejlesztettek ki.

A hőstressz által kiváltott hőterhelés szubjektív megítélése, a hőérzet értékelése és ellenőrzése történhet közvetlen mutatók vizsgálata, empirikus (tapasztalati) és racionális/analitikai módszerek alkalmazása révén:

- A hőérzet közvetlen értékelésére a fiziológiai változásokkal arányos igénybevételi mutatók közül a vérkeringésre a pulzusfrekvencia, a hőegyensúlyra a maghőmérséklet, a só-víz háztartásra a verejték elválasztás mérése szolgál.
- Meteorológiai paraméterek alapján dolgozták ki az empirikus indexeket, amelyekben a hőegyensúly elemzésén keresztül modellezték a termikus komponenseket.
- A számítógépes modern programok lehetővé tették a sugárzási viszonyok, a fizikai munkavégzés okozta megterhelés és a verejtékezés adatainak az értékelését is. Ezek az energia-egyenleg alapú modellek és az ezekből származtatott indexek képezik az ún. racionális indexeket.

A hőindex az egyenértékű hőmérséklet megítélésére alkalmas, a levegő hőmérsékletét és páratartalmát árnyékban mérve azt fejezi ki, hogy az ember „mennyire érzi melegnek” a környezetét ('látszólagos hőmérséklet').

A hőérzet megértésére és egyszerű magyarázatára az alábbi példák szolgálnak:

- 32 °C-os levegőhőmérsékletet 70%-os páratartalom mellett az ember 41 °C-osnak „érzi”.
- Egyaránt 20 °C (EH) az egyén hőérzete:
 - a) 25 °C szobahőmérséklet, 35% relatív légnedvesség és 0,15 m/s légmozgás
 - b) 30 °C szobahőmérséklet, 45% relatív légnedvesség és 3 m/s légmozgás esetén is
- Egyaránt 27 °C (EH) az egyén hőérzete:
 - a) 29 °C száraz hőmérséklet, 26 °C nedves hőmérséklet és 2 m/sec légsebesség
 - b) 35 °C száraz hőmérséklet, 15 °C nedves hőmérséklet és 0,5 m/sec légsebesség esetén.

A munkavégző ember és termikus környezete közötti hő-átvitel, a szélsőséges hőmérsékleti viszonyokhoz hőszabályozás révén történő alkalmazkodás jellemzésére számtalan, különböző specifikációjú (azaz célhoz kötött) termikus indexek szolgálnak:

- A mindennapi gyakorlatban a közvetlen hőindexek mérése nem jellemző, habár az elmúlt évtizedekben a Svédországban kifejlesztett PIMEX-módszer (Picture Mix Exposure) és az USA - NIOSH kutatók által használt hasonló technika (video overlay tábla és számítógépes program) is alkalmas a hőterhelés valós idejű mérésére és elemzésére is a kockázatelemzés részeként.
- A munkaegészségügyi gyakorlatban – viszonylagos egyszerűségük miatt – leginkább az empirikus (tapasztalati) indexek használatosak¹³¹. Az empirikus indexek emberi tapasztalaton alapulnak és a pillanatnyi hőérzetnek megfelelően felállított különböző skálákat jelentenek. Az empirikus indexek közül az effektív hőmérséklet és a korrigált effektív hőmérséklet használata terjedt el. Az egy-egy mérőműszerhez köthető direkt indexek közül – eredetileg az USA haditengerészeténél a hő-stressz kivédését szolgáló – WBGT a legismertebb termikus index (és mérési módszer).
- A racionális/analitikus indexek az emberi test hőegyensúlyának tényezőit (az anyagcsere során termelt hőt, a vezetésből - az áramlásból - a sugárzásból származó hőt és a párolgási hővesztést, a szervezet hőtárolását is) veszik figyelembe egyéb jellemzők (ruházat, fizikai aktivitás stb.) mellett, amelyek által előre megjósolható, becsülhető, számolható a várható hőterhelés, a hőérzet és a munkavállalók egészségét fenyegető hőártalom is.

4.2.2. Az empirikus indexek néhány példája: az EH és KEH, a WBGT- és a HI-index.

Effektív hőmérséklet (EH) és Korrigált effektív hőmérséklet (KEH):

Az effektív hőmérséklet a munkahelyi levegőkörnyezet olyan komplex mutatószáma (klímaindex), amely az adott hely léghőmérsékletét, a levegő relatív nedvességtartalmát és a légsebességet veszi figyelembe egyes nomogramok alapján meghatározva. Jelölése: EH. Mértékegysége: °C

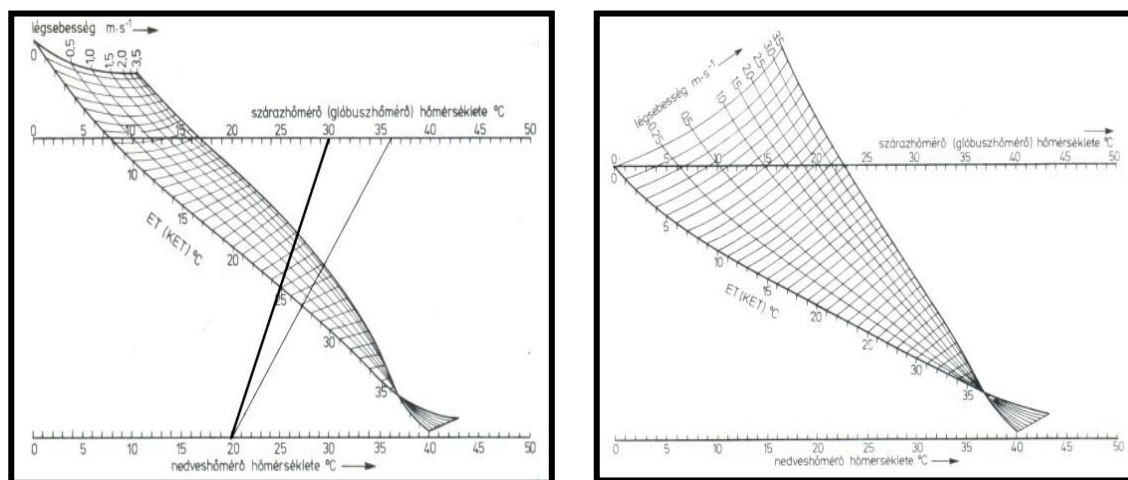
¹³¹ Magyarországon a zárttéri és szabadtéri munkahelyek klímájának mérését eszközeit, metodikáját és a klímaindex meghatározását 20 éve – az 89/654/EGK irányelvnek való megfelelést is szolgáló – de ma már igencsak elavult rendelet írja elő.

A korrigált effektív hőmérséklet a munkahelyi levegőkörnyezet olyan komplex mutatószáma, amely az effektív hőmérsékleten kívül a hőszugárzást is figyelembe veszi az effektív hőmérséklet egyes nomogramjai alapján a glóbusz-hőmérséklet felhasználásával. Jelölése: KEH. Mértékegysége: °C.

A korrigált effektív hőmérsékletet akkor kell figyelembe venni (száraz hőmérő helyett glóbusz-hőmérővel kell mérni), ha a munkahelyen jelentős hőszugárzás van (ha a glóbuszhőmérséklet legalább 5°C-kal meghaladja a száraz hőmérséklet értékét).

Az effektív hőmérséklet, illetve korrigált effektív hőmérséklet meghatározása nomogram (számolóábra) segítségével történik. Ha a munkavállaló normál hőszigetelő képességű munka-, vagy védőruhát visel (alsóruha és overall vagy ezzel egyenértékű ruházat) a (bal oldali) normál nomogramot kell használni. Ha meztelen felsőtesttel rövidnadrágban végzi munkáját a (jobb oldali) alpnomogramot kell alkalmazni a komfortérzet és a komfortzónán kívül eső hőstressz várható alakulásának becslésére.

4/4. ábra. Nomogramok



A nomogramok használata igen egyszerű: a száraz és a nedves hőmérséklet értékét össze kell kötni egy vonallal és a légsebességnek megfelelő görbe metszéspontjában le kell olvasni az EH (KEH) értéket, amelyből megállapítható, hogy a komfortzónába vagy azon kívül eső hőterhelés éri a munkavállaló szervezetét.

WBGT-index (Wet Bulb Globe Temperature):

A WBGT egy direkt termikus index, magába foglalja mindazokat a tényezőket – természetes nedves hőmérséklet, száraz hőmérséklet, páratartalom, szélsebesség/légáramlás, napsugárzás erőssége – amelyek alapvető fontosságúak a hőség okozta fokozott megterhelésből fakadó kockázatok reális meghatározásához, a környezeti hő-terhelés standardjainak a számításához.

A kültéri WBGT-index képlete: $WBGT = 0,7 T_w + 0,2 T_g + 0,1 T_a$, ahol a T_w jelölés a természetes nedves hőmérsékletet (amikor nem védik a mérőeszközt a szélről és a sugárzástól), a T_g jelölés a sugárzó hő, a T_a jelölés a száraz hőmérővel mért értéket jelenti.

A beltéri WBGT-index az alábbi képlet alapján számítható: $WBGT = 0,7 T_w + 0,3 T_g$, ahol csak a T_w és a T_g szerepel.

A WBGT jól modellezi és pontosan meghatározza (az idővel súlyozott mért értékek átlaga és a hőmérsékleti küszöbérték alapján számított érték, továbbá egyéb, az élettani szempontokat is figyelembe vevő addiktív korrekciós értékek segítségével) a magas környezeti hőmérséklet emberi szervezetre gyakorolt hatását, ezért is vezették be számos területen a hő-terhelés becslésére és a hőmunka-feltételek ellenőrzésére (pl. 1957-ben az USA haditengerészetében, 1972-től a NIOSH,

1990-től az ACGIH, illetve az ISO 7249, 1989)¹³² az egyszerű és direkt leolvasású műszer alkalmazását.

4/5. ábra. A WBGT érték tartománya és a hőterhelés okozta kockázat szintje

WBGT	Kockázat
< 18 °C	alacsony
18 °C - 23 °C	közepes
23 °C - 28 °C	magas
28 °C <	extrém

4/6. ábra. A forró területeken egyes amerikai katonai létesítmények zászlóval jelzik a hőkategóriát a WBGT alapján¹³³

Kategória	WBGT (°F)	WBGT (°C)	Zászló színe	Kockázat	Jelenség
1	≤ 78–81,9	≤ 25,6–27,7	Fehér	nem várható	túlmelegedés
2	82–84,9	27,8–29,4	Zöld	csekély	
3	85–87,9	29,5–31,0	Sárga	mérsékelt	
4	88–89,9	31,1–32,1	Piros	magas	
5	≥ 90	≥ 32,2	Fekete	szélsőséges	

HI (Heat Index - Hőség index):

A Hőség index a léghőmérséklet és a relatív páratartalom alapján összeállított változó, ami azt fejezi ki, hogy az egyes HI értékek kategóriái mekkora kockázatot jelentenek az ember számára.

4/7. ábra. Hőség index

Heat index	Kategória	Kockázat
< 27 °C	Veszélytelen	Hőség okozta kockázat nincs
27 °C - 32 °C	Figyelmet igénylő	Hosszú, nehéz munka esetén kimerülés lehetséges
32 °C - 41 °C	Különös figyelmet igénylő	Hosszú idő, vagy nehéz munka esetén napszúrás, izomgörcsök, kimerülés léphet fel
41 °C - 54 °C	Veszélyes	Napszúrás, izomgörcsök, kimerülés valószínű, hosszú idő vagy nehéz munka esetén hőguta lehetséges
54 °C <	Különösen veszélyes	Napszúrás vagy hőguta valószínű

¹³² NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists),

¹³³ Forrás: Army Technical Bulletin Medical 507 és az Air Force Pamflet 48-152(I) 03. 27. 2003. alapján, saját szerkesztés

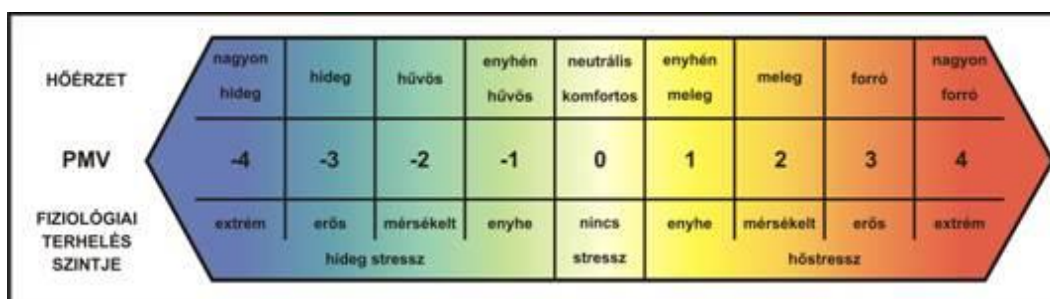
4.2.3. Termikus komfortérzet indexek

Az empirikus klímaindexek mellett vannak racionális/analitikus indexek is. A termikus komfortérzet indexek közül a legismertebbek: PMV (Predicted Mean Vote), a PET (Psychologically Equivalent Temperature), a T_{mrt} [°C] (Mean Radiation Temperature).

PMV (Predicted Mean Vote – Jó érzés index)

A PMV egy nagy embercsoport klímára vonatkozó megítéléseinek – klímakamrában mért – átlagértékét prognosztizálja egy komfort skálán. A több mint 1000 alany közreműködésével zajlott vizsgálat során feljegyezték, hogy az egyes emberek milyennek értékelik a saját hőérzetüket különböző meteorológiai paraméterek meghatározott értékei mellett. A kísérlet kiterjedt a különböző ruházatok befolyásoló hatására is. Ennek eredményeképpen gyakorlatilag egy empirikus index jött létre, ahol a 0 jelenti a termikus komfortot, vagyis ahol a szervezetet sem meleg, sem hideg stressz nem éri. Zárttérben és szabadtéren is alkalmazható. (A komfortskála napjainkra már a korábbi 7-ről 9 fokozatra bővült.)

4/8. ábra. PMV index



PET [°C] (Physiologically Equivalent Temperature - Fiziológiailag Ekvivalens Hőmérséklet)

A PET egy °C dimenziójú mérőszám a termikus komfortérzet megítélésére szolgál szabadtéren. Egy képzeletbeli beltéri környezet összevetése a valóságos (külső) termikus környezettel. Annak a zárt térnek a hőmérsékletet adja meg Celsius fokban, amely bizonyos klimatikus (gőznyomás, szélsébség stb.) és fiziológiai (pl. fizikai aktivitás, ruházat) standard paraméterek mellett ugyanazt a maghőmérsékletet és bőrhőmérsékletet eredményezi, mint a testet éppen aktuálisan körülvevő (külső) környezet. Az index számítás fiktív személyre – 35 éves, 180 cm magas, ülő munkát végző, könnyű öltönyt viselő férfire – vonatkozik.

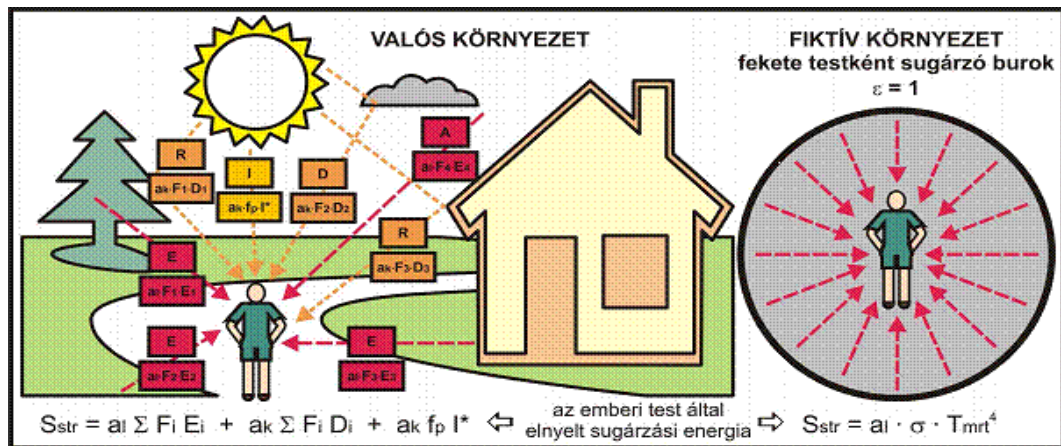
4/9. ábra. PET index

PET (°C)	4		8	13	18	23	29	35	41	
PMV	- 4		- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4
hőérzet	nagyon hideg	hideg	hűvös	enyhén hűvös	neutrális komfortos	enyhén meleg	meleg	forró	nagyon forró	
fiziológiai terhelés szintje	extrém	erős	mérsékelt	enyhe	nincs	enyhe	mérsékelt	erős	extrém	
	hideg stressz				stressz	hőstressz				

T_{mrt} [°C] - (Mean Radiation Temperature - Átlagos Sugárzási Hőmérséklet)

Szabadtéri napsütésben a hőérzetet többkomponensű sugárzási viszonyok befolyásolják. A fiktív környezethez („feketetest”) képest a valós környezet különböző energiájú sugárzásokra bontható. T_{mrt} az emberi energiamérleget meghatározó legfontosabb paraméter, különösen a forró napsütéses napokon. Az MRT erősen befolyásolja a termofiziológiai kényelmi indexeket is, mint például PET vagy a PMV indexet.

4/10. ábra. A valós és a fiktív környezet



A termikus komfortérzet indexek összehasonlítása

Az egyes indexek alkalmazásával esetenként más és más átlagos fiziológiai hatásokat állapíthatunk meg, és ugyanez igaz a szélsőséges időjárási helyzetekre is. Ha azonban az éghajlatváltozás emberi szervezetre gyakorolt hatását vizsgáljuk, hasonló eredményre jutunk mindegyik index segítségével, hiszen azok értékei nagyjából fél évszázad alatt csaknem minden esetben azonos irányba változtak. Kisebbségi eltéréseket csak a változás mértékében fedezhetünk fel. Az alábbi táblázat a T_{mrt} (°C), a PMV és a PET (°C) klímaindex tartományait veti össze a hőérzeti és fiziológiai hatás skálájával, ami csak minimális eltéréseket tartalmaz.

4/11. ábra. Termikus komfortérzet indexek összehasonlítása

T_{mrt} (°C)	PMV	PET (°C)	Hőérzet	Fiziológiai hatás
0		-10	Nagyon fagyos	Extrém hideg stressz
5		0	Fagyos	
10	-3,5	4	Nagyon hideg	
15	-2,5	8	Hideg	Erős hideg stressz
20	-1,5	13	Hűvös	Közepesen hideg stressz
25	-0,5	18	Kissé hűvös	Enyhén hideg stressz
30	0,5	23	Komfort	Nincs stressz
35	1,5	29	Kissé meleg	Enyhén meleg stressz
40	2,5	35	Meleg	Közepesen meleg stressz
			Forró	Erős meleg stressz
45	3,5	41	Nagyon forró	Extrém meleg stressz

4.2.4. Az univerzális klímaindex - UTCI (Universal Thermal Climate Index)

A nagyszámú empirikus és racionális bioklíma index mellett szükség volt egy univerzális klímaindex létrehozására is, ami kiküszöböli a korábbi indexek korlátait és összehasonlítható értékelést tesz lehetővé. Az UTCI index a humán meteorológia minden területén alkalmazható, amit a kültéri hőmérsékleti viszonyok értékelésére fejlesztettek ki egyenértékű koncepció szerint abból a célból, hogy a hőstressz értékelésének standard kritériuma legyen és nemzetközi szabvánnyá váljon.

Az UTCI egy ekvivalens hőmérséklet (°C), ami az ember termikus környezetre adott fiziológiai reakciójának mértéke. Úgy definiálható, mint a referenciakörnyezet levegőhőmérséklete, amely ugyanazt az index értéket produkálja, mint a referencia egyednek a valós környezetre adott reakciója. Ez tekinthető napjainkban az egyik legátfogóbb mutatónak a kültéri hőstressz kiszámításához. Az UTCI indexhez használt bemeneti adatok meteorológiai és nem meteorológiai (anyagcsere sebesség és ruházati hőellenállás) adatokat tartalmaznak. Az UTCI számításánál figyelembe vett paraméterek: a száraz hőmérséklet, az átlagos sugárzási hőmérséklet, a vízgőz nyomása vagy a relatív páratartalom, valamint a szélsősebesség (10 m-es magasságban 0,5 és 17 m/s között). Az UTCI mértéke 10 csoportra oszlik az extrém hidegstressztől az extrém hőstresszig terjedően.

4/12. Univerzális termikus klíma index

UTCI	Fiziológiai hatás
-40 °C	Extrém hideg stressz
-27 °C	Nagyon erős hideg stressz
-13 °C	Erős hideg stressz
0 °C	Közepes hideg stressz
9 °C	Enyhe hideg stressz
26 °C	Nincs stressz
32 °C	Közepes meleg stressz
38 °C	Erős meleg stressz
46 °C	Nagyon erős meleg stressz
	Erősen meleg stressz

4.3. A hőmunka kritériumai, az akklimatizáció, egyéb befolyásoló tényezők

4.3.1. Hőterhelés és igénybevétel

Üzemi körülmények között, zárttéri hő-munkát végzők és szabadtéri melegben/hőségben történő munkavégzés esetén a munkavállaló szervezetét érő hőterhelés mértékéről és a funkcióváltozások összességéről (az igénybevételről) nem közvetlen élettani mérésekkel tájékozódhatunk, hanem a munka jellege szerinti hőtermelés (a munka-energiaforgalom) és a klímaparaméterek és egyéb tényezők alapján számított klíma-indexek alapján.

Magyarországon a munkaegészségügy mindennapi gyakorlatában a 24°C (K)EH (effektív vagy korrigált effektív hőmérséklet) feletti munkahelyi körülményeket és környezetet nevezzük meleg munkahelynek. A hőmunka végzése során a sugárzó hő jelenléte speciális helyzetet teremt. Jelentős hőszugárzás forrása lehet egy körülírt sugárforrás és minden olyan felület, aminek a hőmérséklete legalább 5°C-kal magasabb a levegő hőmérsékleténél vagy a munkavállaló bőrhőmérsékleténél. Általános szabály, hogy a korrigált effektív hőmérsékletet (KEH) kell figyelembe venni, ha a munkavállaló jelentős (infravörös) sugárzó hő hatásának van kitéve (pl. tűzoltók, öntőmunkások, kohászok stb. esetén vagy a tűző napon végzett munkák során), azaz zárttérben és nyílt téren is.

A hőszugárzás akkor minősül nagyfokúnak, ha a léghőmérséklet és a glóbuszhőmérséklet különbsége meghaladja a (K)EH érték meghatározásához minimálisan megkívánt +5°C hőfokkülönbség háromszorosát. A sugárzó hő azért veszélyes, mert közvetlenül elnyelődik a bőrben és a köpenyszövetekben, így az erek kitágulása és a keringés megnövekedése miatt a szervezet rendkívül gyorsan felmelegszik, amit a fizikai munka intenzitásától függően még a metabolikus hőtermelés is súlyosbít. A munkavállaló a túlzott hőterhelésének az elkerülése érdekében nem lehet a munkahelyen – sem zárttérben sem a szabadban – szignifikáns hőszugárzásnak kitéve. A megfelelő szellőztetés és légáramlás biztosítása [24°C (K)EH érték felett közepesen nehéz munka esetén 1,0 m/s, nehéz fizikai munka során 1,5 m/s], a kellő folyadékpótlás (legalább fél óránként hűtött ivóvíz biztosítása), a test hűtése (vizes lemosással, hűtőmellénnyel stb.) mellett az életveszélyes többlethő leadásáról is gondoskodni kell megfelelő arányú pihenőidők¹³⁴ közbeiktatásával.

A zárt térben lévő munkahelyeken hőmunka végzése esetén a megengedhető levegőkörnyezeti értékek – léghőmérséklet, effektív hőmérséklet és korrigált effektív hőmérséklet – a munka jellege (könnyű, közepesen nehéz, nehéz fizikai munka) és nehézségi foka (a legnagyobb munka-energiaforgalom: 11,0 kJ/min, 14,0 kJ/min és 17,5 kJ/min) szerint került meghatározásra. A munka-energiaforgalom a szervezet teljes- és alap-energiafoglalmának a különbsége, az az energiafelhasználás, ami a munka elvégzéséhez szükséges. A munka nehézségi foka szerint meghatározott és maximálisan megengedett felső határértéket (31, 29, 27 EH°C, illetve KEH°C) elérő vagy azt 1 °C-kal megközelítő levegőkörnyezet esetében a dolgozók teljes műszakos terhelése csak egyhetes fokozatos akklimatizáció után engedhető meg.

[Megjegyezzük, hogy a már hatályon kívül helyezett korábbi jogszabály – a 26/1996. (VIII. 28.) NM rendelet – a munkaidő és pihenő arányát is meghatározta a munkahelyi hőterhelés és a munka nehézségi foka szerint. Közepesen nehéz fizikai munka esetén 30,5°C-ig óránként 25%, azaz 15 perc, 31,5 °C-ig óránként 50%, azaz 30 perc, 32,5 °C-ig óránként 75%, azaz 45 perc a pihenőidő. Nehéz fizikai munka esetén 28,5°C-ig óránként 25%, azaz 15 perc, 30,0°C-ig óránként 50%, azaz 30 perc, 31,0°C-ig óránként 75%, azaz 45 perc a pihenőidő. A hőmérséklet értékek EH- és KEH-ben értendőek és az óránként megállapított pihenőidők nem vonhatók össze. Mindezekből is következik, hogy 32,5 (K) EH°C felett közepesen nehéz fizikai munka, illetve 31,0 (K)EH°C felett nehéz fizikai munka nem megengedett.

Észrevételt teszünk arra vonatkozóan is, hogy bár a jogszabály¹³⁵ rögzíti, hogy a klíma mérés eszköze és metodikája zárttéri és szabadtéri munkahelyen megegyezik, de a szabadtéri munkahelyeken végzett hőmunka szabályaira más utalást nem tesz. A szabadtéri munkahelyekre vonatkozó, az uniós jogszabályokkal összeegyeztethető követelményeket előíró rendelet¹³⁶ az építési munkahelyeken dolgozók biztonságára és egészségére veszélyt jelentő munkák és

¹³⁴ A hazai szabályozás mindösszesen óránként legalább 5, de legfeljebb 10 perces pihenőidőt közbeiktatását írja elő.

¹³⁵ 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet 2. számú melléklete

¹³⁶ 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és építési folyamatok során megvalósítandó minimális követelményekről

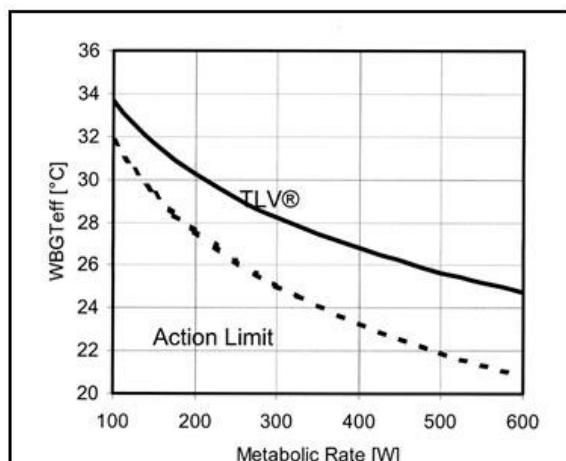
munkakörülmények között a sugárzó hő és napsugárzás hatásait – hőterhelés, UV-sugárzás – meg sem említi. Az általános követelmények között a munkáltatók feladataként előírja, hogy „a munkavégzés teljes időtartama alatt az alkalmazott munkamódszereket, a munka jellegét és az ott dolgozó munkavállalók megterhelését figyelembe véve az emberi szervezet számára megfelelő hőmérsékletet kell biztosítani”, továbbá „a klímakörnyezet kedvezőtlen hatásainak megelőzése céljából munkaszervezési intézkedéseket kell tenni, ha a munkahelyen a munkahelyi klíma a 24°C (K) EH értéket meghaladja óránként legalább 5, de legfeljebb 10 perces pihenőidőt kell közbe iktatni, valamint a folyadékvesztéséget 14-16°C hőmérsékletű ivóvízzel pótolni szükséges.].

Tájékoztatásul vázlatosan bemutatjuk a WBGT – szabványok (ISO 7243, 2017) alapján meghatározott – hőmunkával kapcsolatos kritériumokat. Az OSHA (USA Munkaügyi Minisztériuma) Műszaki Kézikönyvében is megtalálható a NIOSH (Országos Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet) 2016-ban közzétett „Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environment” tájékoztatója. A kültéri és beltéri munkahelyeken a hőstressz meghatározására a hadseregben alkalmazott és módosított WBGT mérési módszert (egy számítógépes algoritmus szerint kidolgozott kalkulátor használatát) vezették be¹³⁷.

- A hőstressz és az expozíciós határértékek meghatározásához a WBGT, a munkaterhelésből származó metabolikus hő szintje, a ruházat korrekciós tényezője, valamint további adatok (pl. a munkavégzés/expozíció ideje stb.)
- A WBGT index meghatározásához a környezeti klímátényezőket – meteorológiai adatokat – veszik figyelembe: páratartalom, szél, hőmérséklet, sugárzó hő.
- A Wattban kifejezett metabolikus rátát (az izommunka által hőt) a munkavégzés nehézségi fokához rendelték a munkavégzési típusok példáinak megadása mellett.
- A ruházat korrekciós értékét (CAF) egy külön táblázatban határozták meg 0 és 19,8 között, amit a WBGT értékhez hozzá kell adni. (a munkaruha clo értéke 0, legmagasabb – 19,8 - a tűzoltók védőruhájának korrekciós értéke).

Az akklimatizált és a nem akklimatizált munkavállalókra külön foglalkozási határértékeket állapítottak meg és az alábbi – TLV & Action Limit – grafikonon ábrázolták.

4/13. ábra. Expozíciós és beavatkozási határértékek



A TLV® (Thresold Limit Value) az akklimatizált munkavállalók expozíciós határértéke.

Action Limit (AL) a nem akklimatizált munkavállalók beavatkozási határértéke.

A metabolikus ráta a munkaterhelést mutatja (115 W - pihenés, >115-180 W - könnyű, >180-300 W - közepesen nehéz, >300-520 W - nehéz, >520 W - igen nehéz munka)

A grafikonból leolvasható, az akklimatizált és a nem akklimatizált munkavállalók esetén a különböző szintű munkaterheléshez rendelt metabolikus ráta alapján, hogy mekkora a WBGT_{eff} értéke, és a TLV egyenes vagy az AL szaggatott vonalához képest behatárolt tartományokon belül vagy kívül hol helyezkedik el.

Például egy közepesen nehéz munkát végző akklimatizált munkavállaló esetén a mérések útján számított WBGT érték 28°C lehet, ugyanez a hőterhelés egy nem akklimatizált munkavállalónál csak 25 °C lehet, ezért pihenőidőt vagy könnyebb munkát kell biztosítani a hőstressz okozta ártalmak elkerülése érdekében.

¹³⁷ Heat stress calculating time weighted average for workwrs exposure, Industrial Hygienist Argonne National Laboratory, 2018

A WBGT referencia értékei (°C-ban) különböző munkaintenzitási szinteken megadott hozzávetőleges metabolikus ráta (anyagcsere sebesség) esetén könnyű ruházatú és akklimatizált munkavállaló esetén a 4/1. táblázat szerint alakulnak.

4/1. táblázat. A WBGT értékek alakulása

Munkaintenzitás	pihenés	könnyű munka	közepes munka	nehéz munka	igen nehéz munka
Metabolikus ráta (W)	100	200	300	400	500
WBGT referenciaértékek (°C)	33	30	28	25	23

Az ajánlott WBGT referencia értékek és az egyes munkaintenzitási szinten megadott metabolikus ráta alapján egy könnyű ruházatot viselő munkavállaló óránkénti pihenőidő/munkaidő aránya a 4/2. táblázat szerint határozható meg.

4/2. táblázat. WBGT érték könnyű ruházat viselése esetén

Metabolikus ráta (munkaintenzitás)	könnyű munka WBGT (°C)	közepes munka WBGT (°C)	nehéz munka WBGT (°C)	igen nehéz munka WBGT (°C)
Folyamatos munkavégzés 0% pihenőidő/óra	31	28	27	25.5
25% pihenőidő/óra	31.5	29	27.5	26.5
50% pihenőidő/óra	32	30.5	29.5	28
75% pihenőidő/óra	32.5	32	31.5	31
Egyáltalán nincs munka (100% pihenőidő/óra)	39	37	36	34

4.3.2. Az akklimatizáció jelentése és szerepe a hőmunka során

A hőérzet jelentős egyéni különbségeket mutat, amiben nemcsak a környezeti klímátényezőknek és a metabolikus hőterhelésnek van szerepe, hanem a melegüzemi körülményekhez, a hőmunkához történő hőalkalmazkodásnak (az akklimatizációnak) is.

Az emberek többsége 100% páratartalmú 39,5°C-os klímát 60 percig eltűr, egy részük – döntően a hőmunkát végzők – ettől jóval többet is. A hőártalom elkerülése érdekében megállapított határértékek az átlag munkavállalói populáció hőtűrése szerint kerültek megállapításra (a sérülékenyebbek ennek csak kb. 70%-át viselik el).

Az akklimatizáció a hőháztartás speciális változását jelenti. Az akklimatizáció lényege, hogy a szervezet hőleadása hatékonyabbá válik elsősorban a verejték-elválasztás fokozódása miatt, miközben azonos fizikai aktivitás (munkaintenzitás) mellett a magas maghőmérséklet és a pulzusfrekvencia is csökken.

(A maghőmérséklet például 39,2°C-ról 38,2°C-ra, a pulzusfrekvencia pedig 170/percről 130/percre csökken.)

Az akklimatizálódás általában két hét alatt válik teljessé, de nagyjából ennyi idő alatt meg is szűnik. Ez utóbbi indokolja, hogy a meleg klímájú munkahelyeken, 24°C E(K)H hőmérséklet felett az akklimatizáció – azaz a munkába lépéskor és a három hetet meghaladó munkaszünetet követően az újbóli „hozzászokás” érdekében – kötelező. Mivel az akklimatizáció kb. két hét alatt alakul ki, ezért kezdetben a napi hőhatás nem haladhatja meg a 2 órát és a munka nehézségi foka a 14/kJ/min (közepesen nehéz munka) értéket. Az adott munkavégzésre jellemző munkaintenzitást csak

fokozatosan lehet elérni a két hét alatt. A folyadékpótlás és a pihenőidő biztosítása is előírt az akklimatizáció ideje alatt.

4.3.3. A hőszabályozást befolyásoló egyéb tényezők

A szervezet hőszabályozási mechanizmusait az előzőekben ismertetett hőterhelés mellett egyéb tényezők is befolyásolják. Az egyéni tényezők között – az átlagpopulációhoz hasonlóan – a nem, a kor, az általános fizikális állapot, az akut és krónikus betegségek, a rendszeresen szedett gyógyszerek, az életmóddal kapcsolatos tényezők, a szociális helyzet stb. is szóba jöhetnek.

A munkahelyi hőstressz csökkentését, a hőártalmak megelőzését – egyéb munkahelyi kockázati forrásokhoz hasonlóan – műszaki kollektív védelemmel, adminisztratív, munkaszervezési intézkedésekkel, megfelelő egyéni védőeszközök alkalmazásával, egészségügyi felügyelet biztosításával lehet eredményesebbé tenni.

A zárttéri hőmunkával összefüggésben a munkahelyek kialakítása, a szellőzés és a szellőztetés, a friss levegő biztosítása, a klimatizálás, a levegőszennyezettség csökkentése is kiemelt jelentőségű, a szabadtéri hőmunka során pedig a pihenőidő biztosítása és a megfelelő pihenőhelyek kialakítása az egyik legfontosabb követelmény.

5. A globális klímaváltozás munkahelyi hatásai

A klímaváltozás, az általános felmelegedés régóta és alaposan kutatott kérdés. Az elmúlt évtizedekben tanulmányok sokasága foglalkozott az éghajlatváltozás egészségi hatásaival is, főként a lakosság morbiditási és mortalitási mutatói alapján. A munka világát, a munkahelyeket és a munkavállalókat érintő éghajlati hatások kérdése azonban hosszú ideig még a klímastratégiákban sem jelent meg érdemi módon. A klímaváltozás gazdasági következményei, a termelékenységre gyakorolt negatív hatása és a fenntartható fejlődés veszélyeztetése kényszerítette ki, hogy a klímának a munka világát érintő kérdéseivel is behatóan foglalkozni szükséges.

A kedvezőtlen, nem optimális klíma hatása a munkabiztonság, a foglalkozási egészség és a munkavégző képesség alakulására ráirányította a kutatók, a szakpolitikusok és a döntéshozók figyelmét is a rendszer leginkább sebezhető elemére, a gazdaságilag aktív népességre, akik nélkül sem az alkalmazkodás, sem a megelőzés nem valósítható meg a klímaváltozások hatékony kezelése során.

Az ILO 2019. évi Jelentése – „Munka egy melegebb bolygón: A hőstressz hatása a munka termelékenységére és a tisztességes munkára” címmel – arra figyelmeztet, hogy a globális felmelegedés fellépő hőstressz növekedése 2030-ban 80 millió teljes munkaidős állásnak megfelelő globális termelékenység-csökkenéshez vezet, ami a teljes munkaórák 2,2 százalékának, 2400 milliárd USD gazdasági veszteségnek felel meg.

Az Európai Unió Bizottsága 2021. évi Közleménye „Az éghajlatváltozás hatásaival szemben reziliens Unió létrehozása - Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó új uniós stratégia” címmel a COVID-19 pandémia elégtelen veszélyhelyzeti kezelésén okulva, a hatékonyabb klímaalkalmazkodás megvalósítást kezdeményezi. Ennek keretében támogatja egy európai éghajlati és egészségügyi megfigyelőközpont létrehozását; kezdeményezi a munkavállalók védelmét szolgáló éghajlati jogszabályok és szabványok harmonizálását; biztosítja a munkavállalók képzését, továbbképzését, oktatását az igazságos és méltányos reziliencia érdekében; az éghajlattal kapcsolatos egységes kockázatértékelés kiadását és útmutatók közreadását is szorgalmazza stb.

Az Európai Unió 2021 – 2027-es munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi stratégiai kerete (Munkahelyi biztonság és egészségvédelem a munka változó világában) is a prioritások között említi a változások előrejelzése és kezelése, a munkabalesetek és megbetegedések megelőzésének erősítése, valamint a válságokra való felkészültség javítása területét, amelyek az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatkezelésre is értelmezhetők. Az új kihívások között kerül említésre, hogy „az éghajlatváltozás befolyásolhatja a munkavállalók biztonságát és egészségét, többek között a megnövekedett környezeti hőmérséklet, a levegőszennyezés vagy a szélsőséges időjárás révén”. Az klímaváltozás egyik legsérülékenyebb ágazata kapcsán megállapítják, hogy az uniós mezőgazdasági és erdészeti ágazatban az elfogadhatatlanul magas számú munkabaleset és

haláleset miatt nélkülözhetetlen a megbízható adatok szolgáltatása, valamint az átfogó tudatosságnövelés a potenciálisan fennálló kockázatokra vonatkozóan. A Bizottság azt is külön kiemeli, hogy „biztosítsanak képzéseket a mezőgazdasági termelők számára a mezőgazdasági tanácsadási szolgáltatásokon keresztül, hogy javítani lehessen készségeiket és növelni lehessen tudatosságukat a gazdaságok egészségügyi és biztonsági szabályaival kapcsolatban, ideértve a vegyi anyagok, különösen a növényvédő szerek biztonságos használatát”. A globális felmelegedéssel összefüggésben egyes biológiai kóroki tényezőket is érintik úgy, hogy 2022-ben „iránymutatást kell kidolgozni a munkaügyi felügyelők számára a biológiai anyagokról szóló irányelv szerinti kockázateértékelések és kockázatkezelési intézkedések minőségének értékelésére vonatkozóan”.

Még kevésbé ismert és kutatott terület a klímaváltozás okozta egészségi változások konkrét klinikai és kórélettani (patofiziológiai) következményeinek (mint például a veseműködéssel és a véralvadással kapcsolatos problémák, a szív- és érrendszeri, a légzőszervrendszeri és egyéb betegségek) a részletes vizsgálata.

A környezeti hőexpozíció közvetlen egészségügyi hatásait általában az elsősegélynyújtások, a mentőhívások, a sürgősségi ellátások, a kórházi felvételek és a halálozási arány (pontosabban az ún. többlethalálozás) alapján értékelik. Tapasztalati tény, amit a nagy hőhullámok már egyértelműen bizonyítottak, hogy az idősek (a csecsemők, a gyermekek, a terhesek) és a krónikus betegek különösen veszélyeztetettek, de hőérzékenység extrém meleg körülmények között nehéz munkát végző munkavállalók körében is előfordul, ami jelentős társadalmi és gazdasági következményekkel jár.

Számos nemzetközi kutatás, epidemiológiai vizsgálat történt az elmúlt évtizedekben a hőhullámok által okozott egészségi ártalmakról, amelyek a munkavállalókat is érintik. Az európai 2003. évi augusztusi rendkívüli hőhullám 72 ezer fő halálozásával járt. A globális felmelegedés okozta többlethalálozás értékelése – a hőhullám okozta halálozások becslése egységes, szabványosított módszertan hiányában – csak évek múlva, a 2007. évi összesítő jelentésben¹³⁸ – valósult meg. Ekkor derült fény arra, hogy franciaországi kéthetes rendkívüli hőség alatt a 15251 fő áldozat 37%-os többlethalálozást jelentett, a 75 év feletti lakosok halálozási rátája duplájára nőtt, főként az idős nők körében. Emellett az is igazolódott, hogy a hőhullám okozta többlethalálozáson túl további 1000 feletti haláleset is történt – az előző évek azonos heteihez képest – a 20 - 70 év közötti korosztályban, főként a férfiak körében. Noha foglalkozás-egészségügyi epidemiológiai elemzés nem készült ezekből a halálozási esetekből, ez a tény nyilvánvalóan arra utalt, hogy a halálozási esetek egyrésze a munka közbeni túlzott hőhatásnak tudható be. Európa egyéb országaiban is – sok bizonytalanság mellett – hasonló következtetésre jutottak.

Európában az első jelentős hőhullámok okozta egészségi vészhelyzeteknek köszönhetően került előtérbe a hőségiriasztási rendszerek bevezetése, az egészségügyi figyelmeztető rendszerek összekapcsolása a veszélyes időjárás meteorológiai előrejelzéseivel és a közegészségügyi intézkedésekkel, amelyek a munkaszervezést is befolyásolják. Az utóbbi évek ún. globális kapcsolt éghajlati modelljei szerint a hőhullámok jövőbeni változásainak határozott földrajzi mintázata van. Az 1995-ös chicagói és a 2003-as párizsi heves hőhullámokkal összefüggésben az európai és észak-amerikai területekre vonatkozó modelleredmények azt mutatják, hogy a jövőbeli hőhullámok ezeken a területeken még intenzívebbé és gyakoribbá válnak, valamint hosszabb ideig tartanak majd a XXI. század második felében. Mind a megfigyelések és a modellek alapján az látható, hogy a jelenlegi hőhullámok Európa és Észak-Amerika felett egybeesnek egy sajátos légköri keringési mintával, amelyet az üvegházhatású gázok folyamatos növekedése fokoz, jelezve, hogy a jövőben ezekben a régiókban súlyosabb hőhullámok keletkeznek majd.

5.1. A klímaváltozás munkavédelmet érintő hatásai

A környezeti hőnek való kitettség olyan egészségi kockázatot jelent, ami a foglalkozási egészséget és a munkaképességet is jelentősen befolyásolja, ezáltal csökkenti a munkateljesítményt is. A trópusi és szubtrópusi területeken már a megszokott hőterhelés is jelentős egészségügyi problémákat okoz. A globális éghajlatváltozás fontos jellemzője, hogy minden év legmelegebb évszakaiban egyre nagyobb lesz a hőterhelés. Az éghajlatváltozás egészségügyi hatásainak

¹³⁸ Robine JM, Cheung SL, Le Roy S, Van Oyen H, Griffiths C, et al. 2008. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. C. R. Biol. 331(2):171–78) - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069107003770>

elemzésében a hőkimerülést és a csökkent emberi teljesítményt is egyre inkább figyelembe kell venni. A XXI. század végére a világ forró területein élő négy milliárd ember jelentős részének a munkaképessége nagymértékben csökkenni fog az éghajlatváltozás miatt. Egyes területeken ugyanis éves szinten a nappali órák 30–40%-a is túl meleg lesz a szabadtéri munkavégzéshez. A társadalmi és gazdasági hatások között a globális bruttó hazai termék (GDP) vesztesége 2100-ra már a 20%-ot is meghaladhatja.

A klímaváltozással kapcsolatos munkahelyi egészségi veszélyek¹³⁹ többsége megegyezik a lakosságot érő hatásokkal, mint például (az előző fejezetekben már részletesen bemutatott):

- a szélsőséges időjárási tényezők
- a megnövekedett környezeti hőmérséklet
- a légszennyezés
- az UV sugárzás hatásaival, valamint
- a vektorok által terjesztett betegségek és egyéb biológiai veszélyekkel.

A munkavállalókat érő foglalkozási veszélyekből származó kockázati forrásokat ki kell bővíteni az egészségi és biztonsági veszélyek valamennyi tényezőjével, beleértve az egyéni védőeszközöket, az akklimatizációt, a munkavédelmi oktatást stb. is. A munkahelyen, a munkavégzés során ugyanis a munkavállalót valamennyi hatás térben és időben (rövid és hosszabb távon) együtt és egyszerre is érheti, ezért a szinergiákat figyelembe kell venni a kockázatértékelésen alapuló megelőző intézkedések, így az adaptáció (a klímaváltozással kapcsolatos mitigáció) során is.

A fentiekben túl számításba kell venni az átalakuló és feltörekvő iparágak új és újonnan jelentkező hatásait, valamint az épített környezet változásait is.

5.2. Feltörekvő iparágak, új és újonnan jelentkező munkahelyi hatások

Az ipari szerkezetváltás kezelése a XXI. század egyik legfontosabb kihívása. A jelenlegi gazdasági és társadalmi fejlődés minden tevékenységi területen megmutatkozik, gyakran a digitális forradalom, az energetikai átállás és a globalizáció hatásaihoz kapcsolódva. Mind a hagyományos iparágaknak – például a nehéziparnak –, mind az inkább környezetbarát, tudásalapú iparágakhoz tartozó feltörekvő ágazatoknak proaktív megközelítést kell kidolgozniuk, melynek keretében előre jelzik a változásokat, alkalmazkodnak hozzájuk és kezelik őket, mégpedig az Ipar 4.0 jelentette kihívásoknak megfelelő új, fenntartható technológiák, új munkahelyek és átképzések révén.

Az Európai Parlament állásfoglalása szerint az iparstratégiának meg kell nyitnia az utat az európai ipar zöld és digitális kettős átállása előtt úgy, hogy Európa megőrizze versenyképességét, jólétét és munkahelyeit, továbbá támogassa az európai ipart, hogy az reziliensebb, környezeti szempontból fenntarthatóbb, globális szinten versenyképesebb, valamint digitalizáltabb legyen. Az iparstratégia ugyanis nem csupán az energiaigényes iparágak átállásának lehetővé tételéről szól, hanem egy fenntartható módon működő, olyan szélesebb ipari bázis kialakításáról is, amely az európai gazdaság fontos részét képező kis- és középvállalkozásokra (kkv-k) is kiterjed.

5.3. Az épített környezet változásai

Az éghajlatváltozás legjelentősebb következménye nagy valószínűséggel a szélsőséges időjárási események intenzitásának és gyakoriságának növekedése lesz. Az élővilág mellett az épített környezetet, a lakóépületeket és a kritikus infrastruktúrát is kedvezőtlenül érintik a gyakori és tartós hőhullámok, az átmeneti évszakok idején előforduló hőmérséklet ingadozások felerősödése, az özvízszzerű esőzések következtében kialakuló csapadékvíz elvezetési problémák, a villámárvizek és belvizek, az extrémnek minősülő szélviharok. Egy település épületállományának jelentős része – földrajzi elhelyezkedése okán – komoly kitétséggel rendelkezhet az erős szélviharokkal, az özvízszzerű esőzésekkel, vagy épp a tartós aszályal szemben. A korábban alkalmazott

¹³⁹ PA Schulte, A. Bhattachary, CR Butler, HK Chun, B. Jacklitsch, T. Jacobs - Journal of Occupational and Environment Hygiene 2016. 13. évf. 11. szám 847-865. oldal <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1179388>

tetőkialakítás és tetőfedés, illetve az épületek lábazati szigetelésének módja jelentősen befolyásolja az épületek érzékenységét, miközben az érintett lakók szociális, továbbá az adott település költségvetési helyzete viszont nem teszi lehetővé a gyors alkalmazkodást biztosító építészeti beavatkozások elvégzését. Mindebből az következik, hogy a lakosság jelentős része az éghajlatváltozás következtében fellépő időjárási szélsőségek tekintetében kiemelten sérülékeny épülettípusokban él. Az épületek mellett az infrastruktúra kitettsége is magasnak mondható, hiszen a nagy szél, vagy épp az extrém hőterhelés használhatatlanná teheti villamos légvezetéseket. A hirtelen lezúduló csapadék alámoshatja a közúti és vasúti töltéseket, partfalakat, a tartósabb aszfalt pedig ugyanezen műtárgyak állékonyságát ronthatja. A tartós hőhullámok kedvezőtlen hatást gyakorolnak az aszfaltozott utakra és a vasúti pályatestekre. Az épített környezet sérülékenységének csökkentése és a klímatudatos lakás- és várospolitikai érdekében felül kell vizsgálni az építési előírásokat, szabványokat is (az energiafogyasztás, a széndioxid kibocsátás, a vízfogyasztás és a hulladék csökkentése érdekében) az épített és természeti környezet védelmében.

Megjegyzendő, hogy a katasztrófavédelmi és mentési munkákat végzők, az elhárításban résztvevők, valamint az egészségügyi és szociális ellátásban dolgozók kiemelt baleseti és egészségi veszélynek vannak kitéve, jelentős megterhelés-igénybevétel jellemzi munkájukat.

5.4. A kedvezőtlen klíma hatása a munkabiztonságra

A környezeti hőmérsékletnek a munkahelyi sérülésekre gyakorolt hatását – a korábbi ausztráliai, kínai, USA-beli vizsgálatok után – több európai országban (Spanyolország, Olaszország stb.) is tanulmányozták az elmúlt évek során. Az tényként volt ismert, hogy a hideg és a meleg összefüggésbe hozható a munkahelyi sérülések fokozott kockázatával. A bizonyítékok azonban csak kisszámú, kevés sérülést szenvedő dolgozóra, valamint korlátozott földrajzi területre álltak rendelkezésre, és a gazdasági hatást sem vizsgálták részletesen.

Egy spanyolországi 2018. évi felmérés a környezeti hőmérséklet és a munkahelyi sérülések közötti kapcsolatot, valamint annak gazdasági hatását tárta fel az 1994–2013 közötti időszakra vonatkozóan. A kutatók elemezték a hidegnek és melegnek tulajdonítható sérüléseket (száma, típusa, gyakorisága stb.), az elveszett munkanapokat és az ebből eredő gazdasági következményeket. Megállapították, hogy az összes munkabaleset 2,72%-a tulajdonítható a nem optimális környezeti hőmérsékletnek (főként a hőnek). Az országban a hőmérsékleti tényezők miatt elveszett munkanapok éves átlagban 1000 dolgozóra vetítve 42 munkanapnak feleltek meg. A becsült éves gazdasági teher – a felmerülő teljes költség – minden egyes kieső munkanap esetén (2015. évi számítás szerint) 551 €-t tett ki, a GDP 0,03%-át jelentette. (A meleg éghajlati körülményeket, a munkából való távollétet és a csökkent termelékenységet elemző ausztráliai, kínai és USA-beli tanulmányok szerint a veszteség akár a 10%-ot is elérheti.)

A kutatás azt is igazolta, hogy a hideg időszak baleseti kockázatát az extrém hideg 4%-kal, míg a meleg környezeti hőmérséklet miatt bekövetkező balesetek előfordulási gyakoriságát az extrém meleg 9%-kal növeli meg. A felmérés szerint eltér a munkavállalók hőmérséklettel kapcsolatos sebezhetősége, míg a nők és az idősebb dolgozók főként a hidegre, addig a férfiak és a fiatalabbak a melegre érzékenyebbek. A legsebezhetőbbek a 65 év feletti idős dolgozók, míg a leginkább kiszolgáltatottak a legnehezebb munkát végző fiatalok voltak.

A legtöbb munkabaleset a szabadtéren forró napokon a mezőgazdasági és építőipari munkát végzőknél, a kitermelői ágazatokban következik be. Hideg napok többnyire a szállítás, raktározás, feldolgozás területén dolgozóknál jelentenek magasabb baleseti kockázatot. A vizsgálatot végzők arra is felhívták a figyelmet, hogy a sérülés elszenvedése nem feltétlenül korlátozódik az expozíció napjára, a megleltetett hatás egy-két nap után jelentkezik. A szélsőséges környezeti hőmérséklet okozta megemelkedett munkabaleseti kockázat hátterében a szervezet (ma még teljes részletességgel nem ismert) biológiai - élettani folyamatai állnak, amelyek a koncentráció csökkenésére és a baleseti veszély megítélésnek a romlására vezethetők vissza. Egy ágazaton belül is elemezték a baleseti adatokat, így derült fény arra, hogy az építőipari ágazaton belül a szélsőséges időjárás hatásaival szemben nem a nehéz fizikai munkát végzők a legsérülékenyebbek, hanem a művezetők és az irodai alkalmazottak. (Megjegyzés: az utóbbiaknál az akkomodáció és az egyéni védelem hiánya állhat a háttérben, míg a környezeti hőterhelést jobban toleráló fizikai dolgozóknál az ún. egészséges dolgozó effektussal is számolni kell.)

A spanyolországi kutatási eredmények nemcsak azt igazolták, hogy a szélsőséges környezeti hőmérséklet megnöveli a foglalkozási sérülések kockázatát, valamint jelentős egészségügyi és gazdasági költségekkel jár, hanem arra is rávilágítanak, hogy hatékonyabb közegészségügyi (és munkaegészségügyi) – az alkalmazkodást is segítő – intézkedéseket kell tenni, hogy a megvédjék a munkavállalókat az éghajlatváltozással, a globális felmelegedéssel szemben is.

5.5. A kedvezőtlen klíma hatása a munkavégző képességre

A túlzott munkahelyi hőhatás egészségügyi hatásának egyik jellemzője a csökkent munkaképesség, ezért számos új kutatás foglalkozik a munkaképesség csökkenésének a klímaváltozással összefüggésben történő számszerűsítésére. A jelenlegi éghajlati viszonyok mellett a világ trópusi és szubtrópusi részein a meleg évszakokban már olyan forróság van, hogy munkahelyi egészségre gyakorolt hatások jelentkeznek, és sok dolgozó munkaképessége is csökken. Egyes adatbázisok és szoftverek (pl. a Hothaps-Soft) és weboldalak (pl. ClimateCHIP.org) segítségével lehetővé válik a helyi hőviszonyok és folyamatok gyors becslése, amelyek alapján feltérképezhető a munkahelyi hőstressz térbeli eloszlása. A kutatások szerint Délkelet-Ázsiában már jelenleg is elvész az éves munkaórák akár 15-20%-a is a hőnek kitett munkahelyeken, ami a globális felmelegedés előrehaladtával 2050-re megduplázódhat. A hőterhelési adatok és a gazdasági következményekre vonatkozó becslések kombinálásával számos alacsony és közepes jövedelmű ország sebezhetősége nyilvánvaló. A munkatermelékenység csökkenése országos szinten már 2030-ban a GDP több százaléka is lehet, ami még a közepes méretű országok számára is dollármilliókat jelent. Az eredmények új érveket szolgáltatnak az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz és az éghajlatváltozás mérséklését célzó hatékony politikák és megelőző intézkedések mellett minden országban.

Más tanulmányok¹⁴⁰ is egyértelműen azt igazolják, hogy a legtöbb régióban az éghajlatváltozás csökkenti a munka termelékenységét, azt feltételezve, hogy nincs konkrét alkalmazkodás. A 2080-as évekre a munkavállalók munkaképességének legnagyobb abszolút vesztesége 11% és 27% között várható Délkelet-Ázsiában, az Andokban és Közép-Amerikában, valamint a Karib-térségben.

Egy 2019-ben közreadott tanulmány szerint, 2005 és a 2016 közötti időszakban Ausztráliában – Melbourne, Perth és Brisbane városában – cross-over vizsgálatot végeztek munkavállalók hőártalmait, sérüléseit és kártérítési igényeit vetették össze a mérsékeltövi Melbourne és Perth és a szubtrópusi Brisbane időjárási adataival. A napi maximum hőmérsékletek foglalkozási kockázatát számszerűsítették és megállapították, hogy Melbourne-ban a rendkívül magas környezeti hőmérséklet 14%-kal megnövelte a munkavállalók kártérítési igényét. Perth-ben és Brisbane-ben a szélsőséges időjárás, a nagy hőség miatt a traumás sérülésekkel kapcsolatos kártérítési igények 17%-os növekedését jelezték.

A klímaváltozás miatt megnövekedett munkahelyi hőterhelés miatt előfordulhat, hogy a dolgozóknak hosszabb munkaidőben kell dolgozniuk, vagy több munkavállalóra lesz szükség annak érdekében, hogy ugyanazt a teljesítményt elérjék, és ez gazdasági többletköltségekkel jár a termelés kiesés és/vagy a hőterhelés elleni foglalkozás-egészségügyi beavatkozások miatt.

5.6. A klímaváltozás (a hőhullámok) hatásai a hőmunkára

A klímastratégiák és a cselekvési tervek európai, regionális és települési (városi) szinten elsősorban a lakosság (kiemelten a sérülékeny populáció) egészségének a védelmét, a megelőzést és az alkalmazkodást hivatottak segíteni.

A munka világát érintő klímavédelmi kérdésekre adandó hatékony megoldások számos területen még kevésbé kimunkáltak, mivel kevesebb idősoros adat áll rendelkezésre a becslésekre.

¹⁴⁰ Az éghajlatváltozás közvetlen hatása a regionális munkatermelékenységre - <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19338240903352776>

Ismert ugyan, hogy mind a beltéren hőmunkát végző dolgozóknál, mind a kültéren kánikulai melegben fizikai munkát végzőknél a hőstressz miatt különböző hőártalmak léphetnek fel, de a hőhullámok által kiváltott többlethalalozásokról stb. kevés a megbízható, megfelelő validitású adat.

5.7. A hőhullámok hatása a szabadban végzett fizikai munka esetén

A mezőgazdasági dolgozók gyakran végeznek fizikailag megterhelő munkát meleg körülmények között. Az intenzív mezőgazdasági tevékenységet folytató mezőgazdasági, erdészeti és halászati ágazatokban a hőség okozta megbetegedések száma is magasabb más ágazatokhoz képest. Epidemiológiai tanulmányok nemzetközi szisztematikus áttekintése és metaanalízise igazolta, hogy a mezőgazdasági szektorban más ágazatokhoz képest jelentősen megnő a munkahelyi sérülések kockázata a hőségben. Az Egyesült Államokban pl. a mezőgazdasági dolgozók körében 35-szörös a hő okozta halálesetek aránya az összes többi ágazat dolgozóihoz képest, ami évente átlagosan 3,1 fő halálát jelenti 1 millió mezőgazdasági dolgozóra vetítve. A mezőgazdaság kiterjedt szerkezetátalakításának hiányában ez a kockázat valószínűleg nem csökken a jövőben sem, mivel az előrejelzések szerint a szélsőséges hőség gyakorisága és súlyossága növekedni fog.

A hőségben végzett szabadtéri fizikai munkavégzés, a hőség okozta egészségi hatások és traumás sérülések, valamint a termelékenység összefüggésének együttes vizsgálata komoly kihívást jelent a munkaegészségügyi szakemberek számára. A környezeti hőterhelés függ az intenzív munkával járó metabolikus hőtermeléstől, amit számos tényező (akklimatizáció, egyéni védőeszköz viselés, egyéni érzékenység stb.) befolyásol. A munkavállaló hőexpozíciójának a legpontosabb megítélésére a maghőmérséklet mérése szolgál.

Egy 2022. február 3-án közzétett kutatási cikk¹⁴¹ USA-beli mezőgazdasági dolgozók számára kidolgozott becsült maghőmérséklet algoritmusát értékeli. A 2015. évi terepvizsgálatok felmérésének másodlagos elemzése során a becsült maghőmérséklet egy olyan (katonai környezetben kifejlesztett) algoritmusból származik, amely a szekvenciális pulzusszámot vizsgálja és a kezdeti maghőmérsékletet összehasonlítja a gyomor-bélrendszeri hőmérséklettel a munkavégzés során egy teljes műszak alatt. A gyomor-bélrendszer hőmérsékletét lenyelhető hőérzékelő kapszulák segítségével mérték a szabadtéren, melegben fizikai munkát végző mezőgazdasági dolgozók (körte és alma betakarítók) körében. Az átlagosan 6,8 óra munkaidő alatt (egy 20 perces délelőtti pihenőidővel), egy augusztusi napon a fülben mért bázisérték átlagosan 37,1°C volt, 27,3°C WBGT-index és metabolikus hőterheléssel járó munka-energiaforgalom (közepesen nehéz vagy nehéz fizikai munka) mellett a munkavállalók 69%-ánál fordult elő 38°C - 38,5°C közötti, 17%-ánál 38,5°C feletti maghőmérséklet. A lenyelhető érzékelők használatát nem igénylő becsült algoritmus alkalmazása gyakorlati eszköz lehet a munkavállalói csoportok körében végzett kutatásokban a munkahelyi hő okozta káros egészségügyi hatások megelőzését célzó beavatkozások hatékonyságának értékelésére.

A hazai szabályok: a szabadtéri munkahelyekre a változó munkahelyi adottságoknak megfelelően a munkavédelmi törvény és a külön jogszabályok¹⁴² előírásait kell alkalmazni a hő-ártalom és a hideg-ártalom elkerülése érdekében.

A sérülékeny (vulnerábilis) munkavállalók különböző csoportjaiba történő besorolást az életkor, az állapot, a generációvédelem, a kisebb (~70%-os) teljesítőképesség¹⁴³ indokolja. A sérülékeny munkavállalók közé tartoznak: a terhes nők, a nem régen szült nők, az anyatejet adó nők és a szoptató anyák, a fiatalok és az idősödő munkavállalók, de egyes expozíciókban a fogamzóképes korú nőkre is tekintettel kell foglalkoztatásuk során a külön jogszabályban¹⁴⁴ rögzített előírások alapján.

Sérülékeny munkavállalók foglalkoztatására vonatkozó általános tiltások és korlátozások (beltéri és szabadtéri munkára egyaránt) az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- a) terhes nők számára tiltott a fizikai munka valamennyi formája hő-expozícióban, hideg vagy váltakozó klímában és nedves munkakörnyezetben is;

¹⁴¹ Accuracy of estimated core temperature algorithm for agricultural workers, Archives of Environmental & Occupational Health, Taylor&FrancisOnline - <https://www.tandfonline.com/doi/epub/10.1080/19338244.2022.2033672?needAccess=true>
¹⁴² 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet és 4/2002. (II. 20.) SzCsM-EüM együttes rendelet

¹⁴³ Az MSZ 21875:79 Melléklet M1-ben megadott érték alapján

¹⁴⁴ 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet 10.§ - 10/A.§ - 10/B.§ és 8. számú melléklete szerint

- b) minden sérülékeny munkavállaló számára tiltott a hő-expozícióban végzett nehéz fizikai munka (az idősödő nőknél és férfiaknál túl a fogamzóképes és az egyéb munkaképes korú nőket is beleértve);
- c) fiatalok (nők és férfiak) nem dolgozhatnak hideg munkakörnyezetben sem;
- d) fiatalok számára a váltakozva hideg-meleg munkahelyen végzett munka is tiltott, idősödő (rájuk irányadó nyugdíj korhatárt betöltött) nők esetén egyedi döntést kell hozni, és ugyanez érvényes a fiatal férfiakra is;
- e) nedves munkakörnyezetben végzett munka az idősödő nők számára is tiltott, a fiataloknál eseti döntést kell hozni;
- f) ahol megengedett az egyes sérülékeny csoportba tartozók foglalkoztatása, figyelembe kell venni, hogy fizikai terhelhetőségük 70%-a középkorú munkaképes férfi populációnak;
- g) az esetenkénti döntés az adott személy foglalkoztatásának tiltása vagy korlátozása tekintetében a munkakörülmények vizsgálatát, a munkakörre és tevékenységre kiterjedő ergonómiai feltételek vizsgálata, a megterhelés-igénybevitel elemzése alapján történik, ami a foglalkozás-egészségügyi alapszolgálat orvosának kompetenciájába tartozik.

A munkahelyi légtérben a klímaparaméterek szabályozása és a légszennyező anyagok eltávolítása számos munkahelyi ártalom (munkabaleset, mérgezés, foglalkozási megbetegedés) megelőzését szolgálja. A munkáltató a munkahelyi klíma meghatározó és befolyásoló tényezőiről a munkahelyi kockázatértékelés során elvégzett akkreditált mérések és elemzések alapján győződik meg és határozza meg a megelőzési intézkedéseit.

A meleg-üzemi hő-munka igen sok tényezőtől függ, ezért a hő-expozíció okozta megelőzés is összetett feladat:

- a) A meleg üzemi hőmunka azonban nem csak a munka nehézségi fokától és a klímaparaméterektől függ, de a munkaszervezési intézkedéseknél és az egyéni védőeszközök viselésénél figyelembe kell venni a meleg-ártalommal szembeni egyéni érzékenységet is (ami a munkakapacitástól és az egészségi állapottól függ, kiemelten: egyes keringési, légzőszervi és anyagcsere betegségekre és a szedett gyógyszerekre), ezért a munkakörülmények vizsgálatok* és egészségvédelmi intézkedések során ezzel is számolni kell a vizsgálatot végző foglalkozás-egészségügyi alapszolgálat orvosának.
- b) Szabadtéri és nyári nagy melegben, tűző napon végzett munkák során – elsősorban a hőszegélyzések, hőszegélyek elrendelésekor – műszaki, technológiai megelőzés (mesterséges szellőztetés, légtechnikai berendezések biztosítása) hiányában a nagy meleg káros hatása elleni védekezést döntően a folyadékpótlás, a munkaszervezési intézkedések (pihenőidők és pihenőhelyek, akklimatizáció), a megfelelő ruházat és egyéni védőeszköz, az egészségügyi felügyelet és az elsősegélynyújtás biztosítása jelenti.
- c) Mind a zárttéri hő-munka, mind a szabadtéri hőszegélyben végzett munka esetén elsődleges a legveszélyesebb tényező, a sugárzó hő hatásának a kivédése, mérséklése.

*Megjegyezzük, hogy a jelenleg hatályos rendelkezések – a munkakörülmények, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről szóló 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet 6.§ c) pontja és 3. számú melléklete szerint – a hő-expozícióban előírt évenkénti időszakos munkakörülmények vizsgálatok rendje is megváltozik az alábbiak szerint: „Ha a külső levegő hőmérsékletének napi csúcspontja tartósan (legalább egy hétig) meghaladja a 27°C-ot, akkor azokban a munkakörökben, amelyekben a nyári időszakban a korrigált effektív hőmérséklet átlag értéke eléri vagy meghaladja az egészséget nem veszélyeztető munkavégzés és munkakörülmények általános egészségügyi követelményeiről szóló 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet 2. számú melléklete 1. számú táblázatában előírt, maximálisan megengedhető értékét, a vizsgálat hetente végezendő.”

6. Az egészségügyi ellátó rendszer feladata és felkészülése a klímaváltozással kapcsolatban

A hőszegély környezeti és egészségi veszélyt jelent. Az extrém magas hőmérséklet (hőhullámok) okozta halálesetek megelőzése a társadalomban ma már közegészségügyi problémaként jelentkezik. A hőszegély okozta halálozás kockázata az életkor előre haladásával, a természetes öregedéssel növekszik, de leginkább a szociális okból és/vagy fizikailag veszélyeztetett személyek vannak a legnagyobb kockázatnak kitéve. Az éghajlattól, a kultúrától, az infrastruktúrától (elsősorban a lakás

jellemzőitől) és más tényezőktől függően jelentős különbségek vannak a lakosság sebezhetőségében. A közegészségügyi intézkedések magukban foglalják az egészségfejlesztést és a hőhullámra figyelmeztető rendszereket (bár a hőhullámokra reagáló akut intézkedések tényleges hatékonysága még nem ismert teljes részletességgel).

Az éghajlatváltozás okozta egészségi problémák próbára teszik az egészségügyi (és szociális) ellátórendszert is nemcsak az ellátó kapacitás biztosítása, hanem a veszélyhelyzeti felkészültség, a gyors és szakszerű reagálás, valamint a védelmi és megelőző intézkedések tekintetében is.

7. Klímamodellek, klímakockázati útmutatók

A globális klímaváltozás századunk egyik legjelentősebb kihívása. Egy olyan változás, ami közvetlen, vagy közvetett módon minden társadalom életére jelentős hatással lehet. Az éghajlati rendszer azonban túl bonyolult ahhoz, hogy egy egyszerű egyenlettel megmagyarázható lenne a globális légkör működése. Az 1950-es években a digitális számítógépek megjelenésével indultak el a légkör modellezések, az 1960-as években megjelentek a számítógépes modellezéseken alapuló rövid távú előrejelzések a regionális időjárásról. A hosszú távú éghajlatváltozás egész bolygóra kiterjedő modellezésére az 1970-es évekig kellett várni, amikor a számítógépes teljesítmény fejlődött, valamint a felhőképződésre, az óceáni keringésre vonatkozó ismeretek is bővültek. Már ekkor felmerült a Föld átlaghőmérsékletének várható emelkedése a légkörben lévő szén-dioxid növekedésével összefüggésben, amit a 1990-es évek kutatásai már a globális felmelegedés előrejelzéseiként írtak le.¹⁴⁵

A globális éghajlati rendszer dinamikus modellezésére alapvetően háromféle modellt használnak:

- a hidrodinamikai modellek a légkörben és az óceánokban bekövetkező változásokat együttesen veszik figyelembe;
- a numerikus modellek a fizikai törvényszerűségeken alapulnak, a légkör és az óceánok mozgását szimulálják, megbecsülik a légnyomás, a hőmérséklet és a sűrűség várható értékeit;
- a globális modellek a Föld egész légkörére és az óceánok összességére vonatkoznak, a légkör fizikai állapotjelzőinek időbeli változását kisebb területeken kezelik.
- A globális modellek finomításai az ún. regionális modellek, az általános cirkulációs modellek (mint például az ALADIN-Climate modell), valamint az előrejelző modellek (amelyeknek nemcsak az emisszió, hanem az évszaki változásokat is figyelembe kell venni).¹⁴⁶

Az éghajlat modellezésénél a legnagyobb problémát az emberi befolyás és a természetes folyamatok által előidézett változások hatásának elkülönítése okozza. A klímamodellezők legsürgetőbb problémája manapság az, hogy az ember milyen hatással van az éghajlati rendszerre. A tudományos konszenzus szerint a Föld megfigyelt felmelegedése az elmúlt fél évszázad során leginkább az üvegházhatást okozó gázok emberi kibocsátásának tudható be. Az éghajlatváltozás előrejelzése az elmúlt 50 év során kifejlesztett a kifinomult számítógépes modelleken múlik. A fizikán alapuló számítógépes klímamodellek (Lsd. IPCC Klímaváltozás 2021: A fizikai tudományos alapok) révén várható az éghajlatváltozás előrejelzése és kezelése. A változó éghajlat okozta problémákat ma már jobban megértjük, mint valaha, de frusztrálóan hat, hogy a cselekvést hátráltatja, hogy kompromisszumokat kell kötni az éghajlatváltozás és más társadalmi prioritások között.

A klímaváltozás ugyan globális folyamat – és hatásai térben és időben függetlenek az azt okozó üvegházhatású gázkibocsátástól –, a hatások kezelése mégis lokális feladat. Ezt indokolják egyrészt a területi különbségek, amelyek alapvetően befolyásolják a következmények természetét és súlyosságát, nemcsak az eltérő természeti adottságok, hanem a nagyon változatos társadalmi-gazdasági jellemzők következtében is. Az alkalmazkodást úgy kell megtervezni, hogy mindig a helyi viszonyokhoz illeszkedjen, integrálható legyen a helyi fejlesztési tevékenységekbe, mert így – nem idegen elemként – nagyobb eséllyel lesz sikeres. Helyet kell adni a helyi tudásnak és ismereteknek

¹⁴⁵ Forrás: Physics World: A klímaváltozás modellszemlélete, 2007 - <https://physicsworld.com/a/a-model-approach-to-climate-change/>

¹⁴⁶ Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Kl%C3%ADmamodellek>

is ahhoz, hogy szelíd, de mégis hatékony alkalmazkodási eljárások kerüljenek megvalósításra. A fenti feladat megvalósításának elősegítésében jelentős szerepe lehet a városi klímastratégiáknak.

Az európai regionális klímastratégiák illusztrálása végett bemutatjuk az Európai Unió 2021. évi Új Adaptációs Stratégia című jelentésének kivonatolt értékelését, amely elsősorban a szélsőséges időjárás hatásait és várható következményeit veszi számba, valamint a globális válasz kérdéseit is taglalja.

7.1. Új Adaptációs Stratégia

Az Európai Unió 2021 februárjában közzétett Új Adaptációs Stratégia című jelentésében arra hívja fel a figyelmet, hogy a COVID-19 pandémia során – főként a járvány első hullámai idején – az egészségre, a társadalmi és gazdasági életre gyakorolt súlyos következményei a veszélyhelyzetre való felkészülés elégtelenségére utaltak.

A Jelentés szerint az EU gazdasági veszteségei a szélsőséges időjárás miatt meghaladják a 12 milliárd eurót, ezért határozták meg 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának 55%-os csökkentését és 2050-re a klímasemlegesség megvalósításának célját és eszközrendszerét.

Az EU éghajlatváltozási stratégiája, és annak a munkavilágát érintő kevésbé hangsúlyozott elemeit – csak a különböző „katasztrófakockázatok” együttes kezelésével, a környezetvédelmi és a szociálpolitikával, valamint a munkavédelmi és közegészségügyi rendszerekkel szinergiában valósítható meg. Az éghajlatváltozásra adott globális válasz és annak alapvető eleme – a hatékony és eredményes alkalmazkodás – csak ezek révén jöhet létre.

Az EU Új Adaptációs Stratégiája szerint az egészségügynek is fel kell készülnie a klímaváltozás hatásainak csökkentésére a nemzeti egészségpolitikákon és egészségügyi rendszereken keresztül. A szakpolitikai döntéshozatal felelőssége a hatékony válaszadási lehetőségek feltételeinek megteremtése, mint például a különféle mitigációs és adaptációs intézkedések meghozatala, az orvosok, az egészségügyi szakdolgozók, valamint az egész lakosság éghajlatváltozással kapcsolatos tudatosságának növelése, a tudományos kutatások támogatása, a megbetegedések és a kórokozók, a vektorok monitoring- és surveillance-rendszereinek kiépítése és fenntartása. A kihívásokkal szembeni fellépés azért rendkívül sürgős feladat, mert ennek halogatása egyre inkább növeli a humán egészség kockázatokat és egyre több életet követel. A felkészülésben kiemelt szerepet kell, hogy kapjon az egészségvédelem, amelynek része a környezeti kockázatok monitorozása, a veszélyek gyors azonosítása, a hatások valós idejű észlelése, az azonnali beavatkozás, az eredmények nyomon követése és a visszacsatolás. A hatások mérséklésében és az ellenállóképesség erősítésében alapvető szerepet kap a prevenció valamennyi szintje. Erősíteni kell az ország közegészségügyi-járványügyi biztonságát, az újonnan megjelenő fertőző ágensekkel szembeni védekezést, elsősorban a védőoltások kifejlesztését. Speciális munkavédelmi intézkedésekkel kell csökkenteni a munkahelyi egészséget veszélyeztető kockázatok forrásait. A betegellátásban pedig meg kell erősíteni az alap- és a sürgősségi ellátást.

A nemzetközi tapasztalatok szerint egyre több országban helyeznek nagyobb hangsúlyt az orvosok és egészségügyi szakdolgozók képzésében a klímaváltozás egészséghatásainak oktatására. A hazai orvos- és egészségügyi szakdolgozóképzés elemzése alapján megállapítható, hogy hazánkban ezeket az ismereteket még nem oktatják a klímaváltozás már az eddigiekben is megtapasztalt és várható súlyának megfelelően. A klímaváltozás egészségkockázatainak oktatása során nemcsak a közvetlen egészséghatások kezelésére kell oktatni a hallgatókat, hanem a nem-fertőző betegségek, az idősödő népesség, a szociális egyenlőtlenségek okozta betegségterhek csökkentésére is. A klímaváltozás témakörének beemelése az orvosképző egyetemek curriculumába nemcsak az orvosképzés palettáját szélesíti, hanem elősegíti a népegészségtan és az ökológiai egészségműveltség kialakulását és fejlődését is, valamint felhívja a figyelmet a klímaváltozás és a klinikai gyakorlat, illetve az elméleti orvosi tudományok és a népegészségtan párhuzamosságaira. A megszerzett ismeretek erősítik az orvostanhallgatók és az orvosok, valamint az egészségügyi és szociális dolgozók elkötelezettségét a klímaváltozás hatásainak csökkentésében való személyes részvételében is, mind a mitigáció, mind az adaptáció tekintetében. Az éghajlatváltozás kapcsán foglalkozni kell a hőszélességgel, a hőhullámokkal kapcsolatos betegségekkel, a vektorok által terjesztett betegségek és a klímaváltozás összefüggéseivel, a légszennyezés és a légzőszervi betegségek összefüggéseinek vizsgálatával. Ide tartozik az

egészség, mint alapvető emberi jog, valamint a fenntartható fejlődés és a generációk közötti egyenlőség kérdése is.

Fontos a multidiszciplináris megközelítés, amire példa a vektorok által terjesztett betegségek állategészségügyi vonzatainak vizsgálata az „egy egészség” (One Health) koncepció alapján.

A Jelentés nemzetközi példák alapján ajánlásokat fogalmaz meg a képzés tematikájára és a szükséges kompetenciák kialakítására vonatkozóan.

A népegészségügyi stratégiai célkitűzések között az alábbiaknak kell szerepelni:

- Az egészségügyi ellátórendszerek megerősítése, felkészítése a klímaváltozásból eredő veszélyekre, így az extrém időjárási helyzetekre és a megfelelő gyors közegészségügyi válaszadásra egyaránt.
- Kiemelten fontos a vektorok kezelése, a környezetegészségügyi védelem és a betegségek felügyeleti rendszerének fejlesztése.
- Fel kell készülni az eddig kevésbé fontosnak tartott trópusi betegségek kontrollálására, az egészség környezeti és szociális elemeinek javítására a tiszta ivóvíztől kezdve a nők jobb egészségi állapotáig.
- A klímaváltozás hatásaként számolni kell az allergén növények elterjedésének térbeli és időbeli megváltozásával, ami az allergiás betegek számának változásával és a tünetek súlyosbodásával járhat.

A hazai klímastratégiai program megvalósításához nyújt tudományos szakmai alapot a Társadalomtudományi Kutatóközpont 2020. évi „Éghajlatváltozás és egészség” címmel közreadott jelentése.

7.2. Társadalomtudományi Kutatóközpont, 2020 - Éghajlatváltozás és egészség - Jelentés

A hazai tájékoztató a WHO 2018-ban a „Health and Climate Change 2” - Egészség és éghajlatváltozás címmel készített jelentés alapján készült, aminek a célja az éghajlatváltozás és az egészség kapcsolatával foglalkozó nemzetközi és hazai tudományos eredmények összefoglalása és javaslatok megfogalmazása, a mindennapi gyakorlatban hasznosítható programokat is bemutató kézikönyvek közzététele volt a döntéshozók és az egészségügyben dolgozó szakemberek számára.

A WHO a klímaváltozás egészséghez kapcsolódó, az emberekre, az állat- és növényvilágra vonatkozó jelenlegi és várható hatásait a Kárpát-medencében is az „egy egészség” (One Health) koncepció jegyében értékeli. Az éghajlatváltozás egészségi hatásai mellett az egészségügyi és szociális ellátó rendszereknek a klímaváltozáshoz történő hozzájárulását is kifejti.

A Jelentés legfontosabb megállapításai a következők:

- Az előrejelzések alapján az elkövetkező években és évtizedekben világszerte és Magyarországon is növekedni fog az ökológiai válság, különösen a klímaváltozás miatt bekövetkező rendkívüli időjárási események száma és intenzivitása. Ezért elkerülhetetlen és célszerű, hogy a kérdés a társadalmi, politikai és szakmai párbeszéd egyik leginkább kiemelt témájává váljon. Mivel az éghajlatváltozás a társadalom életének minden területét érinti, ezért az eredményes társadalmi válaszok kidolgozáshoz és azok megvalósításhoz nélkülözhetetlen a minél szélesebb körű együttműködés kialakítása.
- Az előre jelzett változások egyre nagyobb veszélyt jelentenek a hazánkban élő emberek, állatok és növények egészségére és életére, s ezeket a kockázatokat csak az „egy egészség” megközelítés alkalmazásával lehet eredményesen kezelni. Ennek érdekében alapvető fontosságú a 2. Nemzeti Éghajlatváltozás Stratégia célkitűzéseinek ütemezett, tervszerű és maradéktalan végrehajtása.
- A klímaváltozás egyre növekvő kihívásokat okoz a hazai egészségügy számára: új betegségek megjelenése, a betegstruktúra megváltozása, a betegforgalom, különösen a sürgősségi ellátást igénylő esetek betegforgalmának növekedése, valamint az éghajlatváltozás és a rendkívüli időjárási események miatt az egészségügyi intézmények működőképessége és az egészségügyi dolgozók egészsége is veszélybe kerülhet. Ezt a veszélyt részben a megelőző intézkedésekkel, a közegészségügyi-járványügyi biztonság megerősítésével, az egészségügyi és szociális ellátó intézmények és a személyzet célzott

felkészítésével, új technikai lehetőségek alkalmazásával (pl. e-health, telemedicina) lehet mérsékelni.

- Fontos a lakosság egészségismereteinek a bővítése, melynek eszközei a figyelemfelkeltés, a tudatosítás és oktatás, az általános és specifikus ismeretek átadása a graduális és posztgraduális képzés során, valamint a civil társadalom bevonása a feladatok ellátásába. A klímaváltozás egészségkockázatainak kommunikációja alapvető fontosságú. A Jelentés kiemeli a hagyományos és modern kommunikációs módszerek célcsoportspecifikus alkalmazásának döntő jelentőségét a társadalom ismereteinek növelése és elköteleződése, valamint az attitűdök sikeres megváltoztatásának elérése céljából. Különösen fontos a veszélyhelyzetek, katasztrófaesemények hiteles kommunikációja, amelynek fontos része a veszélyhelyzetek elkerülésére való felkészítés is.
- A megalapozott döntések meghozatalához, valamint a szakértők, a társadalom és a döntéshozók közötti kommunikáció eredményesebbé tételéhez szükségesek a klímaváltozás hatásainak és azok megelőzésének költségvetései. A jövőben erre célszerű egyre nagyobb hangsúlyt fektetni.
- Az egészségügyi és szociális ellátórendszereknek fel kell készülniük a rendkívüli helyzetek, elsősorban a hőhullámok hatásainak megelőzésére és csökkentésére. Ehhez jól működő korai figyelmeztető-rendszerekre, intézményi felkészülési tervekre és a szociális ellátás ilyen irányú bővítésére van szükség. Hasonló elemeket kell beépíteni az önkormányzati klímatervekbe, nagyobb hangsúlyt helyezve az egészségkockázatok mérséklésére és kezelésére.
- A klímaváltozás hatásai közül gyors és hatékony reakció szükséges rendkívüli időjárási események esetén. A viharok, a rendkívüli csapadékos napok, az alacsony vagy magas hőmérsékletekkel járó napok jelentős mértékben megterhelik a védekezésre rendelt szervek, szervezetek védekezési potenciálját. Ezért szükséges növelni a védekezésbe bevonható önkéntes erők létszámkapacitását, illetve erősíteni a felkészültségüket az egyes kártípusok elhárítására, illetve felszámolására.
- A károk enyhítésének és a társadalmi veszteségek csökkentésének egyik fontos eszköze az új biztosítási konstrukciók kialakítása és ezek elérhetővé tétele a társadalom minden csoportja, különösen a sérülékeny társadalmi csoportok számára.
- Az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése érdekében csökkenteni kell az egészségügyi és szociális szektor karbonlábnyomát, továbbá erősíteni kell alkalmazkodóképességét a fenntartható fejlődés célkitűzéseivel összhangban, a WHO ajánlásainak figyelembevételével.
- Az éghajlatváltozás és a népesedési folyamatok különböző elemei – az előreagedés, a gyermekvállalás, a túlnépesedés és a migráció – között szoros kapcsolat áll fenn, és ezek negatív társadalmi hatásai felerősítik egymást. Ebből adódóan az ezen a két területen jelentkező kihívásokra a közöttük fennálló összefüggések számba vételével jobb válaszok adhatók, mint mellőzésük esetén.
- Az ökológiai válság és a klímaváltozás egyaránt aggodalomra adnak okot. Ezért a klímaváltozás kihívásaira adható válaszok kidolgozásának és azok megvalósításának egyik alapvető feltétele ezen aggodalmak csökkentése, amihez a mentálhigiénés szakemberek és az egyházak egyaránt nagymértékben hozzájárulhatnak.
- A nemzetközi tapasztalatok áttekintése alapján megállapítható, hogy egyre több országban helyeznek hangsúlyt az orvosok és az egészségügyi szakdolgozók képzésében a klímaváltozás egészséghatásainak oktatására, míg hazánkban ezeket az ismereteket még nem oktatják a klímaváltozás már megtapasztalt és várható súlyának megfelelően. A nemzetközi tapasztalatok szerint a jövő egészségügyi szakemberei igénylik ezt a speciális tudást, mely igény már Magyarországon is megjelent. Az egyetemi curriculumok tervezéséhez, a szükséges kompetenciák kialakításához számos példát és oktatási segédanyagot sorol fel a Jelentés és a Kézikönyv is.

A 2020. évi rendkívüli időjárási események és a pandémia arra is ráirányította a figyelmet, hogy nem kezelhetők a krízishelyzetek egyenként. Ugyanakkor azt is látni kell, hogy a klímaváltozás és a fertőző betegségek hajtóerői közesek. Az éghajlatváltozásra adott válaszok tisztább eget, egészségesebb étrendet, biztonságosabb élettereket hoznak létre és csökkentik a jövőbeni járványok kockázatát.

A COVID-19 pandémia utáni helyreállítás, valamint a klímaváltozásra adott válaszok összehangolása hármasszerűt hozhat: a közegészségügy megerősítését, a fenntartható

gazdaság létrehozását és a környezet védelmét. Ha ezt elmulasztjuk, akkor egyre kevésbé lehet a globális felmelegedést 1,5°C-on belül tartani, ami a Föld 7,5 milliárd lakosa egészségét rövid és hosszú távon fogja károsítani.

A Jelentés számos növekvő kockázatra is felhívja a figyelmet:

- 2019-ben rekordszámú (2,6 milliárd) ember-hőség napot regisztráltak. 2000 és 2018 között a 65 év feletti lakosság körében 53,7%-kal nőtt a halálozás, 2018-ban 296 000 halálesetet okozott a hőség, nagyrészt Japánban, Kelet-Kínában, Észak-Indiában és Közép-Európában.
- 2016–2019 között – 2001–2004-hez viszonyítva – 114 országban nőtt azoknak a napoknak a száma, melyeken az erdőtüzek kockázata magas vagy igen magas volt.
- Az éghajlatváltozás következtében Európa egyes területein kedvező időjárási körülmények alakulnak ki az egyes fertőző betegségeket átvivő rovarok meglepedésére: 2018 volt az eddig regisztrált legkedvezőbb időjárású év Európában az ázsiai tigrisszúnyog (*A. albopictus*) és az egyiptomi csípőszúnyog (*A. aegypti*) számára.
- Városi szintű klímaváltozás-kockázat kérdéséről 800 megkérdezett európai város vezetőségének kétharmada úgy gondolja, hogy a klímaváltozás jelentősen megterheli a közegészségügyet.
- A városi zöld felületek – ezen területek nagysága jól jelzi a lakosság hőterhelése csökkentésének lehetséges mértékét. A világ nagyvárosainak csak mintegy 9%-ában volt a zöldfelületek nagysága magas vagy igen magas. Ezzel szemben 156 millió városlakó él olyan városközpontokban, ahol alacsony a zöldfelületek aránya.
- Az étkezési szokások megváltoztatása is kimutathatóan hozzájárulhat az ÜHG kibocsátás csökkentéséhez, továbbá jelentős egészségnyereséggel járna. A túlzott vöröshús-fogyasztással kapcsolatos halálozás az elmúlt 30 évben globálisan több mint 70%-kal emelkedett és majdnem 1 millió halálesethez járult hozzá 2017-ben.

A globális felmelegedéssel kapcsolatos jelentés nem tér ki a munka világára, a munkavállalók többlet hőterhelésre, a várható munkavédelmi – munkabiztonsági és munkaegészségügyi – problémákra sem. Egyedül a gazdasági folyamatokra negatívan ható szempontok között emeli ki, hogy a hőexpozícióval kapcsolatos munkaképesség-csökkenés miatt a jövedelemcsökkenést globálisan a GDP 4–6%-ára becsülik, elsősorban az alacsony és közepes bevétellel rendelkező országokban.

A klímaváltozással foglalkozó médiatudósítások jelentősen gyakoribbá váltak az utóbbi években. Öröndetes tény, hogy egyre többet foglalkoznak a klímaváltozás egészségi kockázataival kapcsolatos hírek közreadásával is, ami segítheti a szemléletformálást, tudatosítást és az alkalmazkodást. Az utóbbi években megjelent cikkek száma majdnem megkétszereződött, elsősorban 2017–2018-ban volt tapasztalható jelentős növekedés.

A klímakutatások, a klímaváltozással kapcsolatos stratégiák és cselekvési tervek a várható kockázatok előrejelzése során kiemelt figyelmet fordítanak a közvetlen hatásoknak. A populáció egészét érintő hatások nyomon követése, értékelése és elemzése során a lakosság sérülékeny csoportjait érő hatásokat és következményeket részletesen bemutatják ugyan, de a gazdaságilag aktív népességre – a munkavállalókra – vonatkozóan a klímakutatások még az utóbbi időben is csak korlátozottan foglalkoznak a munkahelyi hatásokkal, a foglalkoztatottakat érintő következményekkel. A klímaváltozással – kiemelten a globális felmelegedés miatti hőhullámokkal, az extrém hőséggel – kapcsolatos, a munkahelyeket, a munkavállalók biztonságát és egészségvédelmét érintő speciális kérdése, valamint az egészségügyi ellátórendszerrel (elsősorban a foglalkozás-egészségügyi, a háziorvosi és a kórházi fekvőbeteg ellátással) való együttműködés szerepe is csak elvétve jelenik meg.

Gyakorlati segédanyagként szolgálhatnak a klímastratégiák módszertani útmutatói. Ezek közül a városi klímastratégiák kidolgozására szolgáló módszertani segédanyagot mutatjuk be.

7.3. Módszertani útmutató a városi klímastratégiák kidolgozásához

A hazai kutatási anyagok közül a Klímabarát Települések Szövetsége (KTSZ) megbízásából a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztálya gondozásában megjelent 2018. évi kiadvány – „Módszertani útmutató a városi klímastratégiák

kidolgozásához” – tematikus kérdései között, nem kötelező, csak választható témaként jelölték meg azokat a témákat, amelyek a városi klímastratégiákban nem játszanak központi szerepet. Ilyen témakörnek tekintik például a „Természetes élőhelyek csökkenése”, a biodiverzitás megváltozása, valamint az „Allergének, betegségterjesztő rovarok elterjedése”, az allergiás megbetegedésekre és a rovarok (kullancsok, szúnyogok) által terjesztett fertőző betegségek kérdését. Az útmutatóban csak egy-egy utalás található a helyi munkáltatókra (gazdálkodó szervezetekre) és a helyi egészségügyi intézményekre vonatkozóan. A kérdések és a lehetséges (alternatív) válaszok között a munkáltatók és az egészségügyi intézmények, mint a beavatkozásban szerepet játszó, illetve a legnagyobb felelősséggel rendelkező lehetséges csoportok között kerültek nevesítésre. A „Hőhullámokra visszavezethető egészségügyi problémák” tematikus felmérése tekintetében azonban – noha a kérdéssor megjelölése is csak alternatív lehetőségként szerepel a válaszadók számára – már olyan kérdéseket és válaszokat is tartalmaz, amelyek nem csak helyi szinten, de akár regionálisan, országosan is alkalmas lehet a téma bemutatására.

A hivatkozott módszertani útmutatóban a hőhullámokra visszavezethető egészségügyi problémák megítélésére szolgáló főbb kérdések és a válaszok között az alábbiak (is) szerepelnek:

1. *Melyek a hőhullámok főbb egészségügyi megnyilvánulási formái és várható hatásai?*
 - ☐ Több a munkahelyi baleset (építkezéseken, mezőgazdasági munkákban).
 - ☐ Több a hőstressz (hőártalom) miatt kórházi ápolást igénylő beteg.
 - ☐ Megszaporodnak az élelmiszerbiztonsági problémák (ételfertőzések).
 - ☐ Egyéb, mint pl. a meglévő betegségek súlyosbodása stb.
2. *Kik a hőhullámok által leginkább veszélyeztetett (a legsebezhetőbb) csoportok?*
 - ☐ Krónikus betegségben szenvedők.
 - ☐ Magányos (és beteg) idősök, illetve csecsemők és gyermekek.
 - ☐ A szabadtéren dolgozók.
 - ☐ Egyéb: mint pl. a hajléktalanok
3. *Az alábbiak közül melyek a hőhullámok elleni védekezés főbb lehetőségei?*
 - ☐ Ivóvízfogyasztás igény szerint.
 - ☐ Éjszakai szellőztetés, nappali árnyékolás, klímaberendezések és ventilátorok alkalmazása.
 - ☐ Zöldterületek és hűtött középületek igénybevétele.
 - ☐ Egyéb: pl. hajnali és esti munkavégzés, 12 és 17 óra közötti szieszta.
4. *Melyek a hőhullámok okozta egészségi problémák mérséklések főbb lehetőségei?*
 - ☐ Hőségriadó és cselekvési tervek kidolgozása és alkalmazása.
 - ☐ Tájékoztató kampányok médián, interneten, okostelefonon, szóróanyagokon, plakátokon stb. keresztül.
 - ☐ Építészeti megoldások, parkosítás és zöldterületek növelése a városi hőszigetek mérséklése érdekében stb.
 - ☐ Egyéb: pl. hatékonyabb idős- és szociális gondozás megszervezése
5. *Melyek a hőhullámok okozta egészségi problémák mérséklésének főbb akadályai?*
 - ☐ Szakmai, szabályozási, szervezési és finanszírozási hiányosságok.
 - ☐ Kevés információ a hőhullámokról és az ellenük való védekezésről.
 - ☐ Várostervezési problémák, az épületek rossz szigetelése, kevés zöldterület, a városok belső területeinek túlzott felmelegedése stb.
 - ☐ Egyéb: pl. az érintett intézmények hatékony együttműködésének a hiánya stb.

8. A munkahelyi klímakörülmények szabályozása

8.1. Általános alapok

Az optimális munkahelyi hőmérséklet meghatározása számos tényező figyelembevétele miatt rendkívül nehéz, hiszen azt – ahogy korábban már bemutattuk –nem csupán a levegő hőmérséklete, légszennyezettsége, páratartalma, esetleges hőszigetelés is befolyásolja, hanem pl. a munka intenzitása, viselt ruházat, de vélhetőleg a genetikai sajátosságok, megszokások is.

Jogszabályaink (lásd a jogszabályi kivonatokat) az effektív és korrigált effektív hőmérsékletet tartalmazzák.

Az effektív hőmérséklet egy olyan komplex mutatószám, melyet a léghőmérséklet, levegő relatív nedvességtartalma és a légsebesség határoz meg. Amennyiben figyelembe vesszük a hőszugárzást is, akkor a korrigált effektív hőmérsékletéről beszélünk.

Magas hőmérséklet érheti a szabadterén dolgozókat (pl. mezőgazdaság, építőipar). Zárt térben részben vagy egyáltalán nem biztosított műszaki megoldások miatt, illetve technológiai okokból (pl. melegüzemi munkahelyek, összeszerelő üzemek, irodai munkahelyek) jelentkezhet a probléma.

Számos jele van annak, hogy a munkahelyén a munkavállaló a nem megfelelő klíma miatt konformérzete nem megfelelő, pl. fázik, melege van, az alacsony légnedvesség miatt gyakran pislogni kényszerül. Az egyes munkavállalók hőkomfort érzete az életkortól, egészségi állapottól függően is változhat, és természetese az otthoni fűtési/hűtési szokásostól sem független. Amennyiben leszűkítjük a klímakérdést az irodai munkavégzésre, ott is tapasztaljuk a néhány fővel, vagy nagyirodai munkahelyen akár 100 munkavállalóval dolgozóknál gyakori vitát a klímaberendezés beállításáról – amennyiben a munkahely egyáltalán rendelkezik azzal. Az ablakok mellett lévőket érheti hőszugárzás, a hideg levegőt befúvó rendszer alatt dolgozók esetében – különösen a helytelen légelosztás miatti – a hidegérzetet.

A levegő túlzott mozgása huzathatást okozhat, ezért a légmozgás sebessége irodai munkánál ne legyen az 0,1 m/sec nagyobb. A fizikai aktivitás növekedésével a légsebesség értéke 0,1 m/sec-nél nagyobb legyen.

Az egyén komfortérzetét az aktivitáson kívül az öltözéke is befolyásolhatja. (Divatkövetés káros hatása itt is megjelenhet.)

Kockázatértékelés során gyakran tapasztalható, hogy a nagyterű irodában a levegő relatív nedvességtartalma alacsony, így szükséges intézkedés lehet nagyteljesítményű légnedvesítők beszerzése és folyamatos üzemeltetése. A klímaberendezéseknél és a légnedvesítőknél közvetlenül egészségvédő a rendszeres karbantartás, melynél figyelembe kell venni a 49/2015. (XI. 6.) EMMI rendeletet a Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról. A légtechnikai rendszer időszakos tisztításának elmulasztása súlyosan veszélyeztetheti a környezetben lévőket egészségét.

8.2. Korszerű nemzetközi szabályozás

Hazánkban még kezdeti fázisban van, de nemzetközi szinten egyre gyakoribb a PMV és PPD indexek alkalmazása, melyre az alábbi – jelenleg még csak angolul megjelölt – szabvány vonatkozik. A szabványt a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet készítette, átvette az Európai Szabványügyi Bizottság, végül a Magyar Szabványügyi Testület. (Jelenleg csak angol nyelven hozzáférhető.)

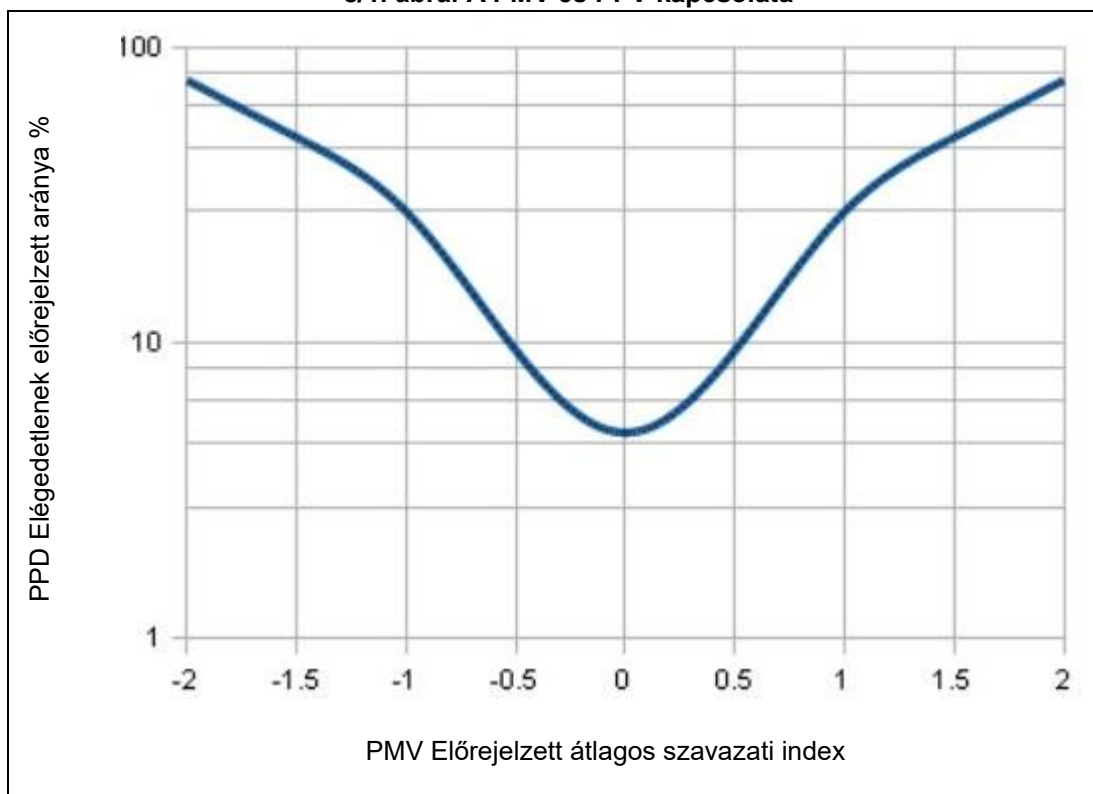
MSZ EN ISO 7730:2006 A hőmérsékleti környezet ergonómiája. A hőkomfort analitikus meghatározása és megadása a PMV- és a PPD-index kiszámításával, valamint a helyi hőkomfort kritériumai (ISO 7730:2005)

A PMV/PPD (Predicted Mean Vote/Predicted Percentage Dissatisfied) egy olyan index, mely egy nagy embercsoport klímára vonatkozó megítélésének átlagértékét prognosztizálja. Ezt műszeres méréssel alapozzák meg, a kérdőíves hőkomfort értékelés pedig az aktuális átlagos hőérzeti értékeket adja meg (AMV: Actual Mean Vote, aktuális hőérzeti érték).

A PPD index az egy bizonyos környezeti klímával elégedetlen személyek számának mennyiségi prognózisát adja.

A PMV és PPD közötti kapcsolatot diagram formájában a szabvány tartalmazza.

8/1. ábra. A PMV és PPV kapcsolata



MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése. Épületek belső környezetének tervezési alapjai (A szabványt 2022. január 1-jével visszavonták.)

A CEN jelentés szintén jelenleg angol nyelven hozzáférhető.

8.3. A németországi szabályozás

8.3.1. A német munkavédelmi törvény (Arbeitschutzgesetz)

A törvény 5. § rögzíti a munkáltató kötelességét a munkafeltételek vizsgálatára, a (3) 2. pontban a fizikai, kémiai, biológiai hatásokra vonatkozóan.

A nem zárt munkahelyeken és a szabadban végzett munkára a munkahelyre vonatkozó a *Munkahelyek rendelet* (Arbeitsstättenverordnung) vonatkozik.

3.5 Helyiségek hőmérséklete

(1) Azokban a helyiségekben, ahol technológiai szempontból nincs meghatározott hőmérsékleti követelmény, ott a tartózkodás időtartama alatt a munkafolyamatokra és a munkavállalókat érő fizikai igénybevételre tekintettel a helyiségnek az egészséget nem veszélyeztető hőmérsékletűnek kell lennie.

(2) Pihenő és készenléti helyiségekben, étkezőben, elsősegélynyújtó helyiségekben és szállásokon az igénybevétel időtartama alatt speciális használati cél figyelembevételével egészséget nem veszélyeztető hőmérsékletűnek kell lennie.

(3) Az ablakoknak, tetőablakoknak és üvegfaloknak a technológia és a munkahelyek sajátosságai figyelembevételével kell a túlzott napsugárzás elleni árnyékolást biztosítaniuk.

Építési tevékenység rendelet (Verordnung und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten)

37. § Napsugárzás, hőség és hideg

Napsugárzás, hőség és hideg ellen a munkavállalók védelme érdekében meg kell hozni a szükséges intézkedéseket.

8.3.2. Munkahelyekre vonatkozó műszaki szabályozás

Az ASR (Technische Regeln für Arbeitsstätten) 3.5 pontja konkretizálja a munkahelyekre vonatkozó rendeletek követelményeit. Amennyiben a munkáltató ettől eltérő megoldást választ, akkor legalább azonos biztonságot kell a foglalkoztatottaknak biztosítani.

4.4 Munkahelyiségek a +26°C feletti külső hőmérséklet esetén

Az (1) bekezdés szerint, ha a külső hőmérséklet meghaladja a +26°C-ot és a napsugárzás elleni intézkedés követelménye is teljesül, továbbá, ha a helyiség hőmérséklete meghaladja a +26°C-ot, akkor kiegészítő intézkedéseket kell hozni, pl. a 4. táblázat szerint. Egyedi esetekben a +26°C feletti munkavégzés egészségkárosodásokat okozhat, pl.

- nehéz testi munka végzésénél
- amennyiben speciális munka- vagy védőruházatot kell viselni, mely a hőleadást erősen gátolja vagy
- a helyiségben a magas hőmérséklet által okozott megterhelésre egészségileg különösen védelemre szoruló foglalkoztatottak (pl. fiatalok, idősek, terhesek, szoptató anyák) dolgoznak.

Ezekben az esetekben a további intézkedésekről a vonatkozó kockázatértékelésnek kell döntenie.

A (2) bekezdésben írt táblázat a szükséges intézkedésekre ad példákat. (8.1. táblázat)

8/1. táblázat. Szükséges intézkedések

Példák az intézkedésekre
a) a napsugárzás elleni hatásos védelem (pl. redőnyök lehúzva tartása a munkaidő végén is)
b) szellőztető berendezések hatásos vezérlése (pl. éjszakai hűtés)
c) a belső hőtermelés csökkentése (pl. elektromos készülékek csak szükség esetén történő üzemeltetése)
d) a kora reggeli órákban történő szellőztetés
e) rugalmas munkaidőszabályozás alkalmazása
f) az öltözködési szabályok lazítása
g) kiegészítő lehűlési fázis meghatározása

A (3) bekezdés alapján, amennyiben a levegő hőmérséklete a helyiségben +35°C felett van olyan módon, hogy a teremben a túllépés idejére az alábbi intézkedéseket mellőzik, akkor a munkahelyiség munkavégzésre nem alkalmas (elfogadhatatlan mértékű a kockázat):

- műszaki intézkedések (pl. levegőzuhany, vízfátyol),
- szervezési intézkedések (pl. lehűlési pihenőidő),
- egyéni védőeszköz (hő elleni egyéni védőeszköz).

A (4) bekezdés a hőmérsékletet csökkentő műszaki intézkedésekkel kapcsolatban állít korlátot, ezek nem növelhetik a levegő abszolút nedvességtartalmát.

Amennyiben a levegő hőmérséklete több mint +26 °C, akkor célszerű, ha az több mint +30°C, akkor kötelező biztosítani a védőitalt. (Pl. ivóvizet az Ívóvíz rendelet értelmében kell rendelkezésre bocsátani.)

8.3.3. Útmutató a foglalkozás-egészségügyi ellátáshoz

Az információs anyagot az Foglalkozási Szövetség BGI/GUV-I 504-30 „Hőség” azonosító számon adta ki 2010-ben. Készítette a Német Balesetbiztosítás (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, DGUV).

A 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM 2. számú mellékletéhez hasonlóan a Yoglu diagramot tartalmazza. A normál effektív hőmérséklet és az effektív besugárzási érték irányértékeit a vizsgált személyi kör vonatkozásában az információs anyag 2. és 3. táblázatai (8/2. és 8/3. táblázatok) tartalmazzák, melyek figyelembe veszik az munkaenergia-forgalmat és az expozíciós időt. A két csoportot 4 expozíciós fokozatba sorolja.

Az expozíciós idő folyamatos. A 2. táblázat a maximálisan megengedhető expozíciós időt mutatja, normál effektív hőmérsékleten (°C). (8.2. táblázat). Két csoportba sorolja, az első a hőre adaptált, a második az alkalmi munkavégzés hőre nem adaptált személyekre.

A 3. táblázat a maximálisan megengedhető besugárzási expozíciós időt mutatja két csoportra vonatkozóan, W/m² értékben. (8.3. táblázat)

8/2. táblázat. A normál effektív hőmérséklet irányadó értékei a megengedett legnagyobb expozíciós idő függvényében (az expozíciós idők megszakítás nélkül értendő)¹⁴⁷

Munkaenergia-forgalom	Expozíciós idő < 15 perc	Expozíciós idő 15 – 30 perc	Expozíciós idő 31 – 60 perc	Expozíciós idő > 60 perc
1. csoport	Hőre adaptálással			
1 lépés: 100 W	-	> 36	36	34
2 lépés: 200 W	-	36	34	32
3 lépés: 300 W	-	34	32	30
4 lépés: > 300 W	35	32	30	(nem alkalmazható)
2. csoport	Alkalmanként kitett, hőre nem adaptált			
1 lépés: 100 W	-	> 36	34	(nem alkalmazható)
2 lépés: 200 W	-	34	32	(nem alkalmazható)
3 lépés: 300 W	35	32	30	(nem alkalmazható)
4 lépés: > 300 W	35	30	28	(nem alkalmazható)

8.3. táblázat. A tényleges besugárzási függetlenség iránymutatásai (W/m²) a megengedett legnagyobb expozíciós időre (az expozíciós idők megszakítás nélkül értendő)¹⁴⁸

Munkaenergia-forgalom (W)	Expozíciós idő < 15 perc	Expozíciós idő 15 – 30 perc	Expozíciós idő 31 – 60 perc	Expozíciós idő > 60 perc
1. csoport	Hőre adaptálással			
1 lépés: 100 W	1000	750	500	300
2 lépés: 200 W	750	500	300	200
3 lépés: 300 W	500	300	200	100
4 lépés: > 300 W	250	200	100	(nem alkalmazható)
2. csoport	Alkalmanként kitett, hőre nem adaptált			
1 lépés: 100 W	1000	500	300	(nem alkalmazható)
2 lépés: 200 W	750	300	200	(nem alkalmazható)
3 lépés: 300 W	500	200	100	(nem alkalmazható)
4 lépés: > 300 W	250	100	35	(nem alkalmazható)

8.4. Munkahelyekre vonatkozó egyes hazai jogszabályok kivonata

8.4.1. 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről

33. § (1) A munkahelyiségben a munkavállalók létszámát, a tevékenység jellegét és a veszélyforrásokat figyelembe véve elegendő mennyiségű és minőségű, egészséget nem károsító levegőt és klímát kell biztosítani.

¹⁴⁷ 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM rendelet

¹⁴⁸ 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM rendelet

(2) Ha az (1) bekezdésben előírt levegő vagy klíma biztosítása műszakilag megoldhatatlan, a munkavállalók egészségének megóvása érdekében szervezési intézkedéseket kell tenni, egyéni védőeszközt alkalmazni, illetőleg védőitalt juttatni.

8.4.2. 3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről

7. § (4) Zárt munkahelyeken a végzett munka jellegétől és az évszakoktól függően, a munka nehézségi fokát jellemző munkaenergia-forgalmat figyelembe véve, álló munkánál 1 m magasságban, ülő munkánál 0,5 m magasságban a 2. számú melléklet szerinti megfelelő hőmérsékletet (klímátényezőt) kell biztosítani.

7. § (8) A klímakörnyezet kedvezőtlen hatásainak megelőzése céljából munkaszervezési intézkedéseket kell tenni. Óránként legalább 5, de legfeljebb 10 perces pihenőidőt kell közbe iktatni, ha a munkahelyi klíma zárttéri munkahelyen a 24°C (K) EH értéket meghaladja, valamint a hidegnek minősülő munkahelyeken.

7. § (9) A 24°C (K) EH érték feletti hőhatással járó munkahelyeken a munkába lépést követően, továbbá három hetet meghaladó munkaszünet utáni újbóli munkafelvétel esetén munkaszervezéssel kell biztosítani a hőalkalmazkodás feltételeit. Ennek érdekében a napi hőhatás időtartama az alkalmazkodási folyamat kezdetén nem haladhatja meg a 2 órát és a munka nehézségi foka a közepesen nehéz fizikai munkának megfelelő 14,0 kJ/min értéket. Az adott munkakörrel járó terhelési szintet 2 hét alatt fokozatosan kell elérni.

7. § (10) Ha a munkahelyi klíma zárttéri és szabadtéri munkahelyen a 24°C (K) EH értéket meghaladja, a munkavállalók részére igény szerint, de legalább félóránként védőitalt kell biztosítani. A folyadékvesztéséget általában 14–16°C hőmérsékletű ivóvízzel kell pótolni. E célra alkalmas azonos hőmérsékletű ízesített, alkoholmentes ital is, amelynek cukortartalma az ital 4 súlyszázalékát nem haladja meg, vagy amely mesterséges édesítőszerrel ízesített.

16. § (1) A munkavállalók részére tiszta levegőjű, kellő megvilágítású, szükség esetén fűthető, továbbá könnyen – meleg munkahelyek esetén zárt folyosón keresztül – elérhető pihenőhelyiséget kell biztosítani, ha 10 főnél több munkavállalót alkalmaznak vagy a végzett tevékenység jellege (veszélyes anyag felhasználása, hideg vagy meleg klíma hatásának érvényesülése) ezt szükségessé teszi. Ezt az előírást nem kell alkalmazni akkor, amikor a munkavállalókat irodákban vagy azokhoz hasonló olyan munkahelyeken alkalmazzák, ahol a szünetek alatt ezzel egyenértékű pihenési lehetőség biztosítható.

2. számú melléklet

Fogalommeghatározások

Általános szabály:

A klíma mérés eszköze és metodikája zárttéri és szabadtéri munkahelyeken megegyezik.

1.1. Léghőmérséklet

A levegő hősugárzás ellen árnyékoltt, száraz érzékelőjű hőmérővel mért hőmérséklete.

Jelölése: tsz; mértékegysége: °C

1.2. Nedves hőmérséklet

Az az egyensúlyi hőmérséklet, amely nedvesített érzékelőjű hőmérőn mérhető a hő- és nedvességcseré egyensúlyának beállása után (aspirációs rendszerű műszerrel mérve). Jelölése: tn; mértékegysége: °C

1.3. Glóbusz-hőmérséklet

Vernon-féle glóbusz hőmérővel vagy Vemon-féle műszerrel előzetesen kalibrált, a hősugárzást is érzékelő, más típusú glóbusz-hőmérővel mért hőmérséklet.

Jelölése: tg; mértékegysége: °C

1.4. Légsebesség

A levegő áramlási sebessége zárt térben. Jelölése: v; mértékegysége: m/s

1.5. Effektív hőmérséklet

A munkahelyi levegőkörnyezet olyan komplex mutatószáma (klímaindex), amely az adott hely léghőmérsékletét, a levegő relatív nedvességtartalmát és a légsebességet veszi figyelembe (az 1. és 2. ábra nomogramjai¹⁴⁹ alapján határozható meg).

Jelölése: EH; mértékegysége: °C

1.6. Korrigált effektív hőmérséklet

¹⁴⁹ Tanulmányunkban a 4/4. ábrán látható a két grafikon

A munkahelyi levegőkörnyezet olyan komplex mutatószáma, amely az 1.5. szakaszban leírtakon kívül a hősugárzást is figyelembe veszi (az 1. és 2. ábra nomogramjai alapján határozható meg, a glóbusz-hőmérséklet felhasználásával).

Jelölése: KEH; mértékegysége: °C

1.7. Munka-energiaforgalom

A szervezet teljes és alap-energiaforgalmának a különbsége (tehát az az energiafelhasználás, amely a munka elvégzéséhez szükséges).

8/4. táblázat. (3/2002. (II. 8.) SZCSM–EüM együttes rendelet).

A zárt térben lévő munkahelyeken biztosítandó léghőmérséklet, effektív hőmérséklet és korrigált effektív hőmérséklet¹⁵⁰

1.	2.	3.	4.	5.
A munka jellege	Hideg évszakban biztosítandó léghőmérséklet °C	léghőmérséklet °C	Meleg évszakban biztosítandó effektív, illetve korrigált effektív hőmérséklet °C	maximálisan megengedhető effektív, illetve korrigált effektív hőmérséklet °C
Szellemi munka	20-22	21-24	20	31
Könnyű fizikai munka	18-20	19-21	19	31
Közepesen nehéz fizikai munka	14-18	17-19	15	29
Nehéz fizikai munka	12-14	15-17	13	27

Korrektíós tényezők a rendelet 2. számú mellékletében:

1.1. Ha a táblázat 3. oszlopában előírt hőmérséklet-intervallum nem valósítható meg, az effektív, illetve korrigált effektív hőmérsékletet (4. oszlop) kell figyelembe venni.

1.2. Korrigált effektív hőmérsékletet akkor kell figyelembe venni (száraz hőmérő helyett glóbusz-hőmérővel kell mérni), ha a munkahelyen jelentős hősugárzás van (ha a glóbuszhőmérséklet legalább 5°C-kal meghaladja a száraz hőmérséklet értékét).

1.3. Ha a 4. oszlopban előírt értékek biztosítását a gyártástechnológia nem teszi lehetővé, akkor az 5. oszlopban előírt effektív hőmérséklet, illetve korrigált effektív hőmérséklet felső határértékét kell figyelembe venni. A felső határértéket elérő vagy azt 1°C-kal megközelítő levegőkörnyezet esetében a dolgozók teljes műszakos terhelése csak egyhetes fokozatos akklimatizáció után engedhető meg.

1.4. Az effektív hőmérséklet, illetve korrigált effektív hőmérséklet meghatározása nomogram segítségével történik. Ha a dolgozó normál hőszigetelő képességű munka-, vagy védőruhát visel (alsóruha + overall vagy ezzel egyenértékű ruházat) a normál nomogramot (1. ábra) kell használni. Ha meztelen felsőtesttel rövidnadrágban végzi munkáját az alaponomogramot (2. ábra) kell használni.

1.5. Ha a dolgozó a műszak teljes ideje alatt közel azonos klímakörnyezetben végzi munkáját, a műszakra vonatkozó EH, illetve KEH úgy számítható ki, hogy a műszak folyamán egyenlő időközökkel ismételtén végzett mérések adatainak átlagából kell a klímaindexet meghatározni.

1.6. Ha a dolgozó a műszak folyamán a munkahelyiségek térben és/vagy időben egymástól eltérő klímahellyel rendelkező területein (klímazónáiban) tartózkodik, illetve végzi munkáját, a műszakra jellemző klímaindex meghatározásához minden egyes klímazónában méréseket kell végezni és az adatokat az ott eltöltött idő arányában kell figyelembe venni (súlyozott átlagérték).

¹⁵⁰ 3/2002. (II. 8.) SzCSM-EüM együttes rendelet - a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről 2. számú melléklet 1. táblázat

8/5. táblázat. A munka nehézségi fokának meghatározása a legnagyobb munkaenergia-forgalom alapján¹⁵¹

A munka nehézségi foka	Legnagyobb munkaenergia-forgalom	
	kJ/min (kcal/min)	kJ/h (kcal/h)
Könnyű munka	11,0 (2,6)	650 (155)
Közepesen nehéz munka	14,0 (3,3)	850 (203)
Nehéz munka	17,5 (4,2)	1050 (250)

8.4.3. 4/2002. (II. 20.) SZCSM–EüM együttes rendelet az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről

4. számú melléklet

7.1. A munkavégzés teljes időtartalma alatt az alkalmazott munkamódszereket, a munka jellegét és az ott dolgozó munkavállalók megterhelését figyelembe véve az emberi szervezet számára megfelelő hőmérsékletet kell biztosítani.

7.2. A klímakörnyezet kedvezőtlen hatásainak megelőzése céljából munkaszervezési intézkedéseket kell tenni. Óránként legalább 5, de legfeljebb 10 perces pihenőidőt kell közbeiktatni, ha a munkahelyen a munkahelyi klíma a 24°C (K) EH értéket meghaladja, valamint a hidegnek minősülő munkahelyen.

A munkahely hidegnek minősül, ha a hőmérséklet a munkaidő 50%-ánál hosszabb időtartamban, szabadtéri munkahelyen a +4°C-ot, illetve zárttéri munkahelyen a +10 °C-ot nem éri el.

7.3. Ha a munkahelyi klíma zárttéri vagy szabadtéri munkahelyen a 24°C (K) EH értéket meghaladja, a munkavállalók részére igény szerint, de legalább félóránként védőitalt kell biztosítani. A folyadékvesztéséget általában 14–16°C hőmérsékletű ivóvízzel kell pótolni. E célra alkalmas azonos hőmérsékletű ízesített, alkoholmentes ital is, amelynek cukortartalma az ital 4 súlyszázalékát nem haladja meg, vagy az mesterséges édesítőszerrel ízesített.

8.4.4. Energetikai jogszabályok

Telepített munkahelyeken a klímátényezők szempontjából meghatározó jelentőségű a 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról, ez határozza meg az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet hatályát (a kötelező alkalmazás körét).

A hivatkozott rendeletben a különösen fontos szabályok: a légcsereszám előírása, a nyári túlmelegedés kockázatának számítása, alternatív rendszerek követelményei.

9. Interjúk és kérdőíves felmérés

9.1. A kutatás célja és módszere

A szakirodalomban, sajtóban, konferenciákon gyakori téma a klímaváltozás, a kihívások kezelése, politikák, stratégiák, cselekvési tervek készülnek. A munkahelyek, a munkát végző ember egészsége és biztonsága vonatkozása azonban – a változó körülmények kapcsán – nagyon kevésbé jelenik meg problémaként. Nem reprezentatív kutatásunkkal arra törekedtünk, hogy megismerjük azok véleményét, akik nem egyébként egyáltalán nem foglalkoznak, különösen nem hivatásszerűen a kapcsolódó kérdésekkel. Ehhez kérdőívet állítottunk össze, kisszámú, egyszerű, feleletválasztós kérdéssel. A felmérőlap online és papír alapon egyaránt elkészült.

¹⁵¹ 3/2002. (II. 8.) SzCSM-EüM együttes rendelet - a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről 2. számú melléklet 2. táblázat

A potenciális válaszadókat így szólítottuk meg:

Kedves Válaszadó!

Egyre több hír jelenik meg a sajtóban, interneten környezeti katasztrófákról, szélsőséges időjárásról. Arról azonban kevesebb szó esik, hogy a munka világára, a munkavégzésre van-e ezeknek hatása.

Szeretnénk az Ön segítségét kérni, a véleményét megismerni, hogy a mostani vagy jövőbeni munkahelyére, munkakörülményeire vonatkozóan vizsgálhassuk a klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásait munkavédelmi szempontból.

A kérdőív kitöltése egyszerű, néhány percet vesz igénybe. A kitöltőkről semmilyen személyes adatot nem gyűjtünk.

[A kérdőív online is kitölthető, ha módja van rá, inkább éljen az online kitöltés lehetőségével. Elérhető: \[link\]\(#\)](#)

A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium GINOP-5.3.7–VEKOP-17-2017-00001 azonosító számú kiemelt projektjének megvalósítása során végezzük.

Ha kérdése van a kitöltéssel kapcsolatban, kérjük, írjon az email címre.

Köszönjük szépen.

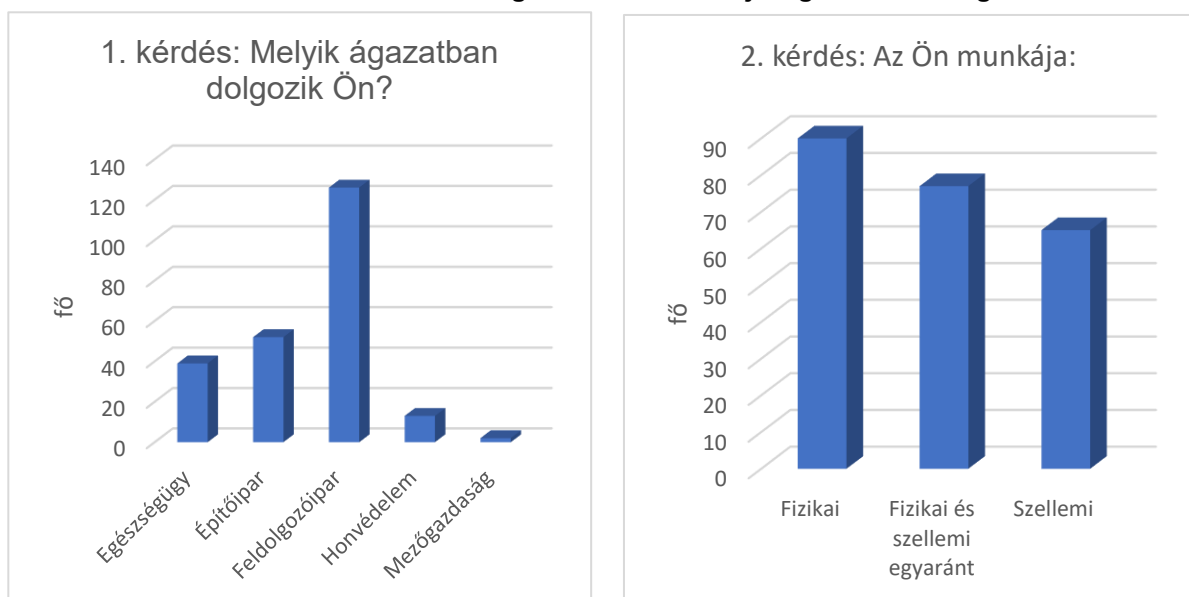
Enrawell Kft.

A kérdőívvel a munkavállalók véleményét törekedtünk megismerni, vezetői interjúkkal pedig a munka világához nagyon közel álló, a munkavédelemért felelős vagy rálátással bíró személyeket. Az interjúk jelenléti, illetve távolléti (Teams) formában készültek. A felmérőlapot a 5. mellékletben, a vezetői interjúk leiratát a 4. mellékletben csatoljuk.

9.2. Általános megállapítások

„A klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásai munkavédelmi szempontból” című kérdőívet összesen 232 munkavállaló töltötte ki, 2022. január 21 - február 22. között. A tanulmány kutatási fókusza alapján, a kérdőív öt kritikus ágazatban (feldolgozóipar, egészségügy, építőipar, honvédelem és agrárium) vizsgálta a klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásait munkavédelmi szempontból. A kérdőívet 170 munkavállaló online, 62 fő pedig papír alapon töltötte ki.

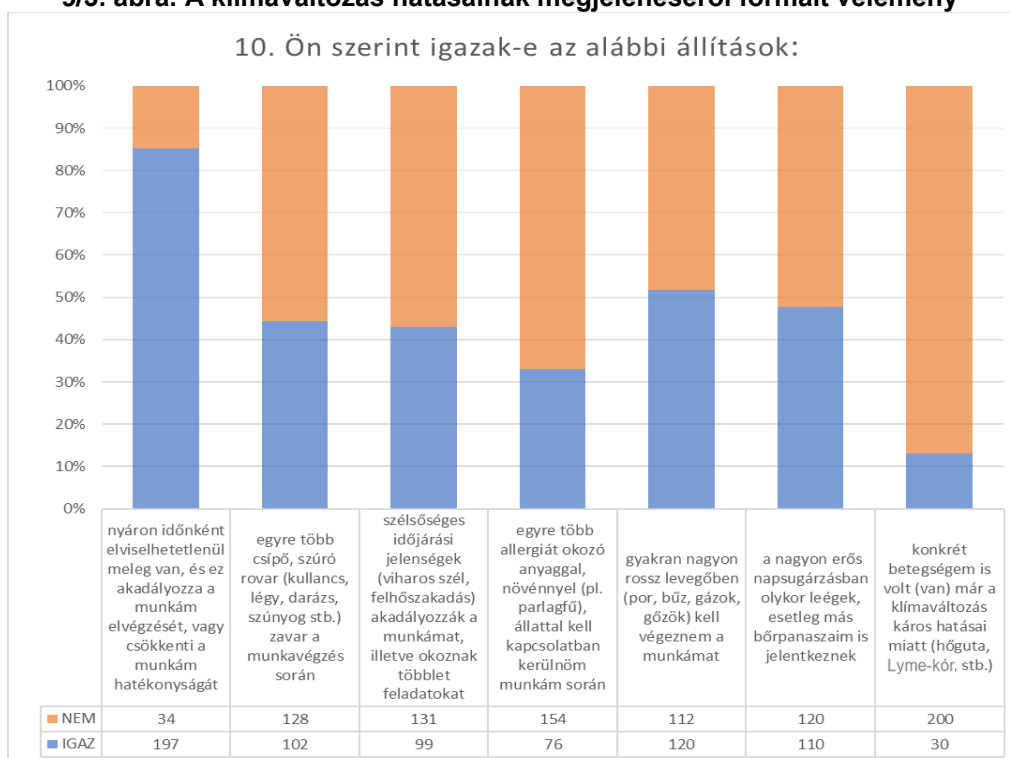
9/1. és 9/2. ábra. A válaszadók ágazati és a munka jellege szerinti megoszlása



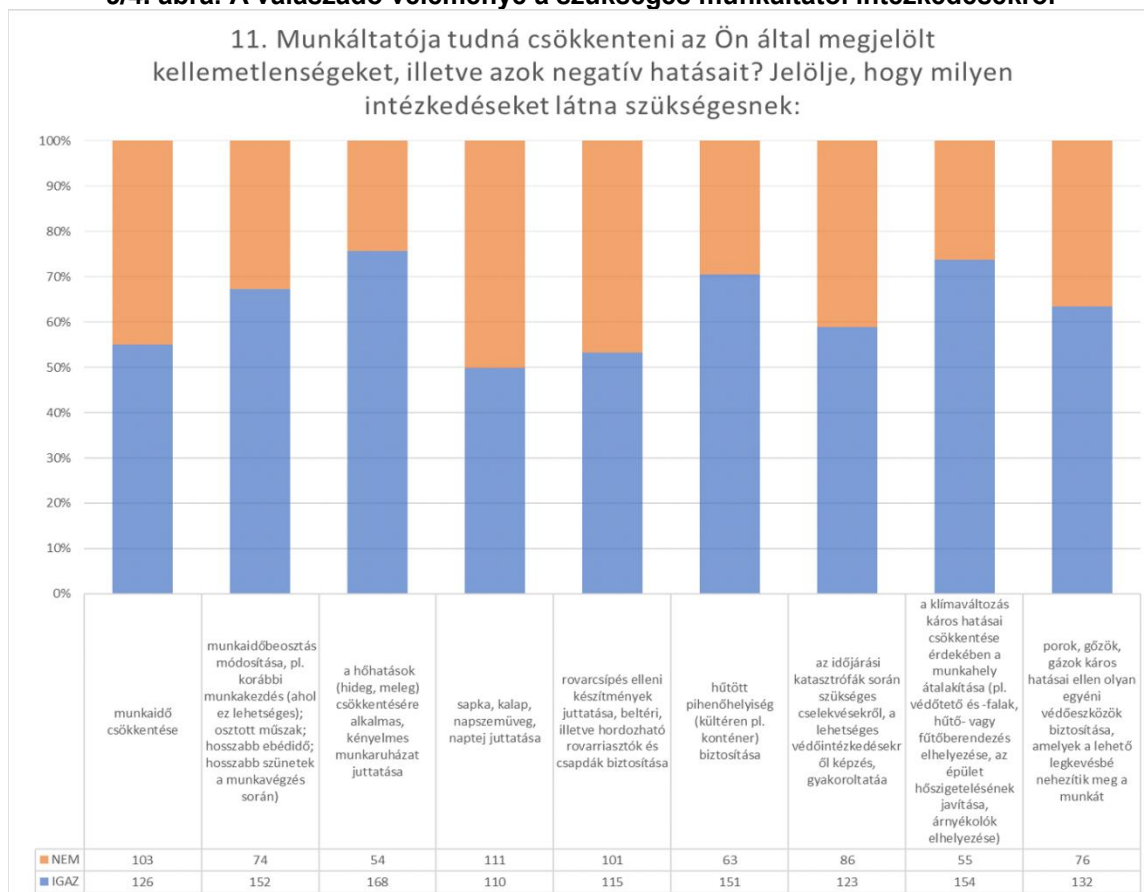
A válaszadók demográfiai megoszlása alapján, heten 25 évnél fiatalabb, 75-en 26-40 év közötti, 112-en 41-55 év közötti, 38 munkavállaló pedig 56 évesnél idősebb volt a kitöltés időpontjában. Nemek szerint 105 nő, 122 férfi töltötte ki a kérdőívet (öt válaszmegtagadás mellett). Átlagban, több mint 16 éve dolgoznak jelenlegi munkahelyükön, vagy végeznek hasonló jellegű munkát.

Az országos foglalkoztatási trendekkel összhangban, az egészségügyben a nők, az építőiparban a férfiak voltak felülreprezentálva. 65 válaszadó szellemi, 90-en fizikai, 77-en pedig szellemi és fizikai munkát egyaránt végző munkavállaló. Fontos vizsgálati szempont volt a munkavégzés helyszíne, ez alapján 27-en kültéren, 147-en beltéren, 58-an kültéren és beltéren is egyaránt dolgoznak. Utóbbi két kategória esetében 82-en (40%) érezték úgy, hogy ingadozik a hőmérséklet a munkahelyén egy normál napon. Ennek elődleges oka, hogy a munkahelyük közelében valamilyen hőforrás található (82-ből 60 esetben), ez elsősorban a feldolgozóiparban tevékenykedő munkavállalókra érvényes (vegyipar, nehézipar). Az ágazaton belül 23 dolgozó jelölte meg, hogy gőzt termelő berendezés található a munkavégzése közelében. A válaszadók 83 százaléka (193 fő) a munkáltatója telephelyén dolgozik. A kitöltők, több mint 90 százaléka (212 fő) szerint Magyarországon már jelentkeznek a klímaváltozás hatásai. Ez a magas arány egyben azt is mutatja, hogy a gazdaságilag aktív népesség körében a globális éghajlatváltozás napjainkban elfogadott tényként értelmezhető, amely az elmúlt évtizedekhez képest egy jelentős attitűd változás.

9/3. ábra. A klímaváltozás hatásainak megjelenéséről formált vélemény



9/4. ábra. A válaszadó véleménye a szükséges munkáltatói intézkedésekről



9.3. Ágazati elemzések

9.3.1. Feldolgozóipar

A válaszadók, több mint 50 százaléka (126 fő) a feldolgozóiparban munkavállaló. A feldolgozóipar a legnagyobb és leginkább szerteágazó nemzetgazdasági ág a TEÁOR'08 rendszerezése alapján, ide sorolható – a vizsgálat szempontjából kritikus – vegyipar, nehézipar, valamint az élelmiszeripar is. A széles spektrum miatt a válaszadók között vegyesen megtalálhatók szellemi, fizikai foglalkozású munkavállalók is, melyek közül 80 százalékuk kizárólag beltéren dolgozik.

A válaszadók több mint 80 százaléka szerint (103 fő) nyáron időnként elviselhetetlenül meleg van, amely már akadályozza a munkája elvégzését, vagy csökkenti a munkája hatékonyságát. A hazai előrejelzések alapján a maximum hőmérsékletben 25°C-ot meghaladó, nyári napok száma a jövőben egyértelműen növekedni fog, amely hozzájárulhat a termikus komfortérzet további romlásához. Minden harmadik kitöltő (42 fő) véleménye szerint egyre több a csípő, szúró rovar (kullancs, légy, darázs, szúnyog stb.), amely már zavarja a munkavégzése során. A relatíve alacsony arány elsősorban annak köszönhető, hogy az ágazati munkavállalók többnyire beltéren dolgoznak. Szintén erre az okra vezethető vissza, hogy mindössze 34 dolgozó szerint akadályozzák a munkáját a szélsőséges időjárási jelenségek. Ennél is kevesebben, 30 válaszadó szerint egyre több allergiát okozó anyaggal, növényvel (pl. parlagfű), állattal kerül kapcsolatba munkája során.

Minden második munkavállaló (64 fő) úgy érzi, hogy gyakran nagyon rossz levegőben kénytelen dolgozni. A feldolgozóiparban dolgozók mindössze 14 százaléka szerint volt/van már konkrét betegsége a klímaváltozás káros hatásai miatt.

A munkáltatókkal szembeni elvárás – a feltüntetett intézkedések alapján – a következő képet mutatja:

- legnagyobb mértékben a hőhatások (hideg, meleg) csökkentésére alkalmas, kényelmes munkaruházat juttatását (77%),
- a klímaváltozás káros hatásai csökkentése érdekében a munkahely átalakítását (72 %),
- a hűtött pihenőhelyiség biztosítását (71%)

tartják szükségesnek a válaszadók.

Ez alapján megállapítható, hogy a munkavállalók elsősorban azon intézkedéseket tartják szükségesnek, amelyek közvetlenül javítják a termikus komfortérzetüket.

9.3.2. Építőipar

A válaszadók közel 23 százaléka (52 fő) az építőiparban dolgozik. A nemzetgazdasági ág jellegzetessége okán a válaszadók között felül vannak reprezentálva a fizikai, valamint a teljesen vagy részben kültéren dolgozó munkavállalók aránya.

Az válaszadók több mint 87 százaléka szerint (45 fő) **nyáron időnként elviselhetetlenül meleg van**, amely már akadályozza a munkája elvégzését, vagy csökkenti a munkája hatékonyságát. A nagyarányú kültéri munkavégzés miatt a klímaváltozás negatív hatásai még jobban érinthetik az ágazatban dolgozókat a közeljövőben. Szintén a kültéri munkavégzésre vezethető vissza, hogy a feldolgozóipari munkavállalókkal szemben fajsúlyosabb problémának látják az **egyre több csípő, szűrő rovar megjelenését** (69%), a **szélsőséges időjárási jelenségek okozta munkahelyi kellemetlenségeket** (63%), illetve a munkavégzése során az allergiát okozó anyaggal, növényvel, állattal való kapcsolatba kerülést (50%). Hasonlóan súlyos problémaként értékelik a munkahelyen tapasztalható **rossz levegőminőséget** (63%), valamint **az erős napsugárzás okozta bőrpanaszok** megjelenését (63%).

A munkáltatókkal szembeni elvárás, a feltüntetett intézkedések alapján a következő képet mutatja: legnagyobb arányban a munkaidő csökkentését (77%) és a munkaidőbeosztás módosítását (69%) tartják szükségesnek a válaszadók. Ez szintén visszavezethető a fizikai és kültéri munkavégzés relatíve nagyobb arányára, hiszen az időjárási extrémításoknak jelentősen ki vannak a téve a munkavállalók. A kitöltők többsége szerint a hőhatások csökkentésére alkalmas, kényelmes munkaruházat juttatása (65%), valamint a napsugárzás káros hatásait mérséklő sapka, kalap, napszemüveg, naptej juttatása (56%) is szükséges intézkedés lenne a munkáltatója részéről.

9.3.3. Egészségügy

A válaszadók 17%-a (39 fő) az egészségügyben dolgozik. A kitöltők esetében többnyire a beltéri munkavégzés jellemző, és közel 85% 41 évnél idősebb. A beérkező válaszok alapján, **a dolgozók 90%-a szerint nyáron időnként elviselhetetlenül meleg van, amely már akadályozza a munkája elvégzését**, vagy csökkenti a munkája hatékonyságát. A felmérés alapján, elsősorban a kültéren (is) dolgozó munkavállalóknál problémaként jelenik meg a napsugárzás okozta bőrpanaszok megjelenése (56%).

A munkáltatókkal szembeni elvárás, a feltüntetett intézkedések alapján a következő képet mutatja; az egészségügyi dolgozók esetében markánsan megjelenik a klímaváltozás káros hatásai csökkentése érdekében a munkahely átalakítására vonatkozó igény (85%), a termikus komfortérzet javítása neuralgikus pontként értelmezhető. A válaszadók minden intézkedési javaslatnál 50% feletti igen válasz érkezett, amely egyfelől a munkáltatóikkal szemben komoly kritikaként is értelmezhető, másfelől pedig mutatja a relatíve rossz munkahelyi körülményüket, kitettségük magas fokát.

9.3.4. Egyéb megjegyzések

A klímaváltozással összefüggésben a munkahelyi munkavédelem fejlesztésére vonatkozóan összesen 24 (értelmezhető) javaslat érkezett. Valamennyit a kérdőívet online formában kitöltők tették, papír alapon egyetlen javaslat sem érkezett. Ezek alapján az épületenergetika fejlesztések (klímaberendezések telepítése, szigetelés), védő- és melegítő hatású italok biztosítása, a feldolgozóipari munkavállalók esetében a munkafolyamatok során keletkező gőzök, gázok és a por hatékony elszívása és szűrése emelhetők ki.

A kutatásról készült összes grafikont a 9. melléklet tartalmazza.

9.4. A munkáltatói és munkavállalói érdekvédelmi vezetői interjúk elemzése

9.4.1. Feldolgozóipar – munkáltatói vezető

A feldolgozóiparban 25 éve vezetőként dolgozó interjúalany véleménye szerint a klíma változása folyamatosan zajlik a Föld története folyamán, jelenleg is intenzív változás közben vagyunk. Ezeket a folyamatokat alapvetően nem az emberi tevékenység generálja, így a befolyásolás lehetősége is igen korlátozott.

A munkáltató számára a klímaváltozás, mint probléma nem létezik. Az alapvető, jogszabályba foglalt környezetvédelmi kötelezettségeket sem teljesítik. A válaszadó által közvetlenül ismert további, kb. 15 munkáltatónál ugyanez a helyzet.

A jelenlegi intézkedések hőségben:

- folyadékpótlás ivóvízzel, korlátlanul;
- óráközi szünetek biztosítása;
- megfelelő, jól szellőző munkaruha biztosítása, könnyített ruházat, ha ez indokolt, baseball sapka és napszemüveg juttatása;
- árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása hellyel-közzel.

Klímatényezőkkal kapcsolatos méréseket alkalmanként végeznek, a foglalkozás-egészségügyi szolgálat ezekben nem vesz részt, a válaszadó nem is látja szükségesnek ezt.

A munkahelyi jó gyakorlat kialakításához állami segítséget, közreműködést vár az alábbiak szerint:

- A munkavállalók számára juttatandó egyéni védőeszközök és a klímaváltozás hatásait enyhítő egyéb eszközök (pl. baseball sapka) kedvezményes elszámolhatósága.
- A foglalkozás-egészségügyi szolgálat által feltárt, illetve további szakorvosi vizsgálatot igénylő megbetegedések esetén gyors és hatékony, állami szakorvosi ellátás biztosítása a munkatársak számára (pl.: helyben 8 hónappal későbbre kap időpontot a beutalt kardiológiai vizsgálatra).
- A foglalkozás-egészségügyi szakorvos széleskörű beutalási lehetőséggel rendelkezzen, államilag finanszírozott egészségügyi szolgáltatások vonatkozásában.
- Az egyes veszélyes tevékenységeket végzők (pl. kohászok) számára a korkedvezményes nyugdíjba vonulás lehetőségének biztosítása.
- az üzemi mentőszolgálat működési feltételeinek újra szabályozása, pl. jelenleg 13 évesnél idősebb gépjármű nem üzemeltethető mentőként. Ugyanakkor az üzemi mentőszolgálat gépjárműveinek futásteljesítménye lényegesen alacsonyabb, mint az Országos Mentőszolgálat gépjárműveié, miközben az üzemeltetés feltételei azonosak. Így előfordulhat, hogy egy 40.000 km-t futott üzemi mentőt selejtezni kell.
- Megfelelő (EU-s és hazai) szabályozás:
- A munkahelyi elsősegélynyújtás jogi szabályozása igen csekély, csak a legáltalánosabb követelmények jelennek meg. Nagy segítség lenne a munkáltatók számára a kötelezettségek pontosabb és részletesebb meghatározása.
- Az elektromágneses sugárzással, terekkel kapcsolatos munkavédelmi feladatoknak a jelenlegi módon történő meghatározása nem segíti elő a biztonságot és egészségmegőrzést.
- Az ágazati és munkahelyi stratégia kialakításához módszertani segédlet, tájékoztatás, figyelemfelhívó kampányok, képzések (kiemelten: a munkahelyi elsősegélynyújtás terén) biztosítása hasznos lenne a munkáltatói vezetők, a munkavédelmi szakemberek, a foglalkozás-egészségügyi szakorvosok és szakápolók, a munkavállalók és képviselők számára egyaránt.
- Az eszközbeszerzéshez (vizsgáló műszerek; egyéni védőfelszerelések, mint pl. hűtőmellények; ivóvíz automaták; klimatizált konténer pihenőhelyek stb.) anyagi támogatás, pályázati rendszerben.

9.4.2. Feldolgozóipar – szakszervezeti érdekképviselői vezetők

Általánosságban úgy látják, hogy intenzíven zajlik a klímaváltozás, szükséges lenne, hogy ne elszenvetődjenek, hanem befolyásolói legyünk a folyamatnak. Úgy tapasztalják, hogy hiányoznak az előremutató, innovatív tervek, megoldások.

A feldolgozóiparban főként csak kommunikációs szinten jelenik meg a klímaváltozás, mint probléma. Egyaránt hiányzik a társadalmi nyomás, és a munkavállalók irányából érkező, változtatásra irányuló elvárás. Intézkedéseket csak azoknál a munkáltatóknál tesznek, amelyeknél a termék/szolgáltatás zöld jellegét kommunikálják.

Munkahelyi munkavédelmi problémaként is csak ad hoc jelleggel jelenik meg a klímaváltozás.

Konkrét tapasztalataik:

- A munkaszervezéssel, a munkaidő átütemezésével kapcsolatban: a munkáltatók gyakorta az alapvető munkajogi szabályokat sem tartják be. Az egyes államok gyakorlatában már megjelenő 4 napos munkahét bevezetésére nincs hazai terv, de érdemes lenne kutatást végezni ezzel kapcsolatban.
- A folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása megoldott.
- A munkaközi szünet biztosítása során vannak problémák, sokszor a munkahelyek kialakítása olyan, hogy az 5-10 perces szünet legfeljebb csak a mosdó használatára elegendő. Ilyen esetekben kedvezőbb lenne a munkavállalók számára a szünetek összevonása, természetesen csak korlátozott mértékben (nem az egész munkanapra).
- Kis munkáltatóknál általában semmilyen pihenő- és/vagy étkezőhely nem biztosított, igyekeznek a rendelkezésre álló területet teljes egészében termelésre/szolgáltatásra felhasználni.

Javaslatok:

A szakszervezetek európai szövetségi szinten is foglalkoznak az „Igazságos átmenet” program keretében azzal, hogyan lehet a jövő iparát fenntarthatóvá és a munkavállalók számára is megfelelővé tenni, érdemes lenne nemzetgazdasági szinten is fókuszba helyezni ezt a témát.

9.4.3. Építőipar

Az építéskivitelezésben működő vezető klímaváltozással kapcsolatos véleménye felemás: kétségtelen ténynek tartja a folyamatot, azonban úgy ítéli meg, a hasznok és a károk nagyjából egyensúlyban vannak. Kevesebbet lehet szánkozni a gyerekekkel hő hiányában, viszont alacsonyabb a fűtésszámla.

Munkáltatóként azt tapasztalja, hogy könnyebb a tervezés, a munkafeladatok ütemezése, mert alig vannak olyan napok, amikor akadályok gördülnek a kültéri munkavégzés elé. A kiszámíthatóság olcsóbbá teszi a kivitelezést, ehhez képest a hőség miatti plusz munkáltatói terhek nem okoznak gondot. Ugyanakkor a klímaváltozás, a szárazságok következménye, hogy egyes technológiák alkalmazására nincs lehetőség.

A jelenlegi intézkedések hőségben:

- korábbi műszakkezdés;
- folyadékpótlás ásványvízzel, korlátlanul;
- órákői szünetek biztosítása;
- megfelelő, jól szellőző munkaruha biztosítása;
- árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása;
- a munkavállalók rendszeres tájékoztatása, plakátok elhelyezése.

Klímatényezőkkal kapcsolatos méréseket csak technológiai okokból végeznek.

Indokoltnak tartaná:

- a munkaidőalappal történő hatékonyabb gazdálkodás lehetőségét, osztott vagy a jelenleginél hosszabb napi munkaidő alkalmazásának lehetőségét (jogszabály változást igényel ez);
- a láthatósági mellények és a védősisakok hordásának korlátozását azokra a munkafolyamatokra, -területekre, amelyek során ezek valóban szükségesek.

9.4.4. Honvédelem

A honvédelem munkafelügyeletében 20 éves gyakorlattal rendelkező vezető a klímaváltozást jelen lévő, és egyre fajsúlyosabbá váló problémának tartja. Véleménye szerint az emberi tevékenység jelentős részben hozzájárul a helyzet romlásához, és az emberiség túléléséhez haladéktalanul cselekedni kell.

Az ágazat vezetése tisztában van a klímaváltozás okozta kihívásokkal. Számos biztonsági kérdést érintenek ezek. A nem kritikus időszakokban mód van az ágazatban a klímátényezők változásának a negatív hatásait csökkenteni, különféle intézkedésekkel, azonban a kormányzat részéről a prioritások kijelölése nagyon fontos.

A jelenlegi intézkedések hőségben:

- Korlátozott mértékig, de amikor lehetőség van rá, meghozzák az intézkedéseket a munkaidő átütemezésére. Jó lenne, ha a munkajogi szabályozás tágabb teret nyitna e tekintetben (pl. osztott munkaidő). Van már jó gyakorlat, mely során egyműszakos munkarendben is nyáron korai munkakezdéssel csökkentik a kánikula egészségkárosító hatását, de ez egyedi megoldás, szélesebb körben nem alkalmazzák.
- A folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása: biztonsági kérdés, így teljes mértékben megoldott az ágazatban.
- Az óránkénti 5 - 10 perc helyett gyakoribb munkaközi szünet elrendelése; árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása: nem minden tevékenység esetén lehetséges.
- A fej-, a tarkó- és a szem védelemben jelentős fejlődés történt az ágazatban: az egyenruházat színe, anyaga, formai kialakítása egyaránt változott. A már belföldön is használatos sivatagi kalap a fejet, nyakat egyaránt védi a napsugárzástól. Egyes feladatoknál a napszemüveg, illetve a napsugárzás és a por szembe jutása ellen védő szemüveg is biztosított. A gyakorlatokhoz naptejet is juttatnak.
- Extrém időjárási körülmények esetén riasztási rendszer működik, a munkavédelmi feladatokat ellátók közreműködésével.

Indokoltnak tartaná jó gyakorlatok kialakítását és kommunikációját, akár egyes épülettípusokra tervezési ajánlás vagy mintatervek, akár több szakterületet képviselő egyetemi szakértők bevonásával.

10. Helyes gyakorlatok, jó példák

Jó gyakorlatként bemutatunk néhány egyszerű megoldást, amelyek akár a munkavédelem irányítójának honlapján is kommunikálható, könnyen érthető kísérő szöveggel és felhasználási útmutatással.

10.1. Egyszerű megoldás

A brit Health and Safety Executive számos tájékoztató kiadvánnyal, segédlettel támogatja a munkavédelmi jogok megvalósítását, a kötelezettségek teljesítését. Ezek között a segédanyagok között szerepel egy egyszerű felmérőlap is (10/1. táblázat). A felmérőlap kitöltésével a munkáltató meggyőződhet arról, hogy a munkavállalók hőérzete megfelelő-e, vagy indokolt részletesebb kockázateértékelés készítése. Az ellenőrző lista ahhoz hasonló megoldás, mint amikor a munkahigiénés tényezőkre vonatkozóan tájékoztató méréseket végeznek a munkahelyeken. Különösen a kisebb munkáltatók esetében rendkívül fontos, hogy egyszerűen és ingyenesen használható segítséget kapnak a munkavállalók egészségét és biztonságát érintő munkáltatói feladatok azonosításához és megoldásához.

10/1. táblázat. Termikus komfort ellenőrzés ellenőrző lista – beltéri hőkomfort-kockázat felmérés ¹⁵²

<i>Tényező</i>	<i>Leírás</i>	<i>Igen</i>
A levegő hőmérséklete	Melegnek vagy forrónak érzi a levegőt?	
	Ingadozik a hőmérséklet a munkahelyen egy normál munkanapon?	
	Sokat változik-e a munkahelyi hőmérséklet a meleg vagy hideg évszakok változásai során?	
Sugárzó hő jelenléte	Van-e hőforrás a környezetben?	
	Van olyan berendezés, ami gőzt termel?	
	Befolyásolják a munkahelyet a külső időjárási körülmények?	
Páratartalom	A munkavállalók páraáteresztő védőeszközt viselnek?	
	Panaszkodnak a dolgozók, hogy túl száraz a levegő?	
	Panaszkodnak a dolgozók, hogy párás a levegő?	
Légmozgás	Hideg vagy meleg levegő áramlik be közvetlenül a munkatérbe?	
	Panaszkodnak a dolgozók a huzat miatt?	
Munka-energia forgalom	Meleg vagy forró körülmények között mérsékelt vagy intenzív a munka sebessége?	
	Ülnek az alkalmazottak hűvös vagy hideg környezetben?	
Egyéni védőeszköz (EVE)	Olyan EVE-t viselnek, amely véd a káros mérgezőanyagok, vegyszerek, azbeszt, láng, szélsőséges hő stb. ellen?	
	Az alkalmazottak egyénileg módosíthatják ruházatukat a termikus környezet hatására?	
	Használnak légzésvédőt?	
Mit gondolnak a munkavállalók?	Úgy gondolják, hogy van hőkomfort problémájuk?	

Két vagy több „Igen” válasz esetén a hőérzet kellemetlen, szükség lehet részletesebb kockázatértékelés elvégzésére.

10.2. Közérthető ismeretterjesztő kiadvány

Szintén a brit Health and Safety Executive honlapjáról származik ez az egyszerű összefoglaló. Mintaként szolgálhat hazai megoldáshoz.

¹⁵² Forrás: hse.gov.uk Thermal Comfort Checklist

A HŐKOMFORT TÉNYEZŐI

Környezeti tényezők

A levegő hőmérséklete

A testet körülvevő levegő hőmérséklete. Általában Celsius-fokban (°C) adják meg.

Sugárzási hőmérséklet

A hősugárzás az a hő, amely egy meleg tárgyból sugárzik. Sugárzó hő akkor van jelen, ha a környezetben hőforrások vannak.

A sugárzási hőmérséklet a levegő hőmérsékleténél nagyobb hatással van arra, hogy hogyan veszítünk vagy nyerünk hőt a környezetünkkel való kapcsolatunk során.

Példák a sugárzó hőforrásokra: napsütés, égés, villamos tüzek, sütők, kemencék, tűzhelyek, szárítók, forró felületek és gépek, olvadt fémek stb.

A levegő sebessége

Ez a dolgozó körül áthaladó levegő sebességét írja le. Segíthet a lehűlésben, ha a levegő hűvösebb, mint a környezet.

A levegő sebessége fontos tényező például a hőkomfort szempontjából:

A mesterségesen felmelegített beltéri környezetben a nem áramló, álló levegő miatt az emberek fülledtnak érezhetik a környezetet. Ez a kellemetlen szagok kialakulásához is vezethet.

A mozgó levegő, meleg vagy párás körülmények között, növelheti a hővesztést a konvekció révén, a levegő hőmérsékletének változása nélkül.

A fizikai aktivitás szintén növeli a levegő mozgását, ezért a levegő sebességét korrigálni kell, a személy fizikai aktivitását figyelembe véve.

A hideg vagy hűvös környezetben a kis légmozgásokat huzatnak lehet érzékelni, mivel az emberek különösen érzékenyek az ilyen légáramlásra.

Páratartalom

Ha a vizet felmelegítjük, és az elpárolog a környezetbe, a levegőben lévő vízmennyiség adja a páratartalmat.

A relatív páratartalom a levegőben lévő vízgőz tényleges mennyiségének és a levegőben az adott léghőmérsékleten megtartható maximális vízpáramennyiség aránya.

A 40% és 70% közötti relatív páratartalomnak nincs jelentős hatása a hőkomfortra. Azon munkahelyeken, amelyek nem légkondicionáltak, vagy ahol a kinti időjárási viszonyok befolyásolhatják a beltéri hőkörüzetet, a relatív páratartalom 70%-nál magasabb is lehet. A beltéri környezet páratartalma nagymértékben változhat, és függhet attól, hogy vannak-e olyan szárítási folyamatok (papírgyárak, mosodák stb.), amelyek során gőzt bocsátanak ki.

A magas páratartalmú környezetekben sok pára van a levegőben, ez megakadályozza a bőrről az izzadság elpárolgását. Meleg munkakörnyezetben a páratartalom nagyon fontos tényező, mert magas páratartalom (80%+) esetén kevesebb izzadság párolog el. Az izzadság elpárolgása a hőcsökkentés fő módszere.

Ha nem légáteresztő, páraáteresztő egyéni védőeszközöket viselünk, a ruházaton belül a viselő izzadásával nő a páratartalom, mivel az izzadság nem tud elpárologni. Ha a munkavállaló ilyen típusú egyéni védőfelszerelést visel (pl. azbeszt- vagy vegyszerek ellen védő ruhát stb.), a páratartalom az egyéni védőfelszerelésen belül magas lesz.

Személyi tényezők

Ruházat szigetelése

A hőkomfort nagymértékben függ a viselt ruházat hőszigetelő hatásától.

A túl sok ruházat vagy egyéni védőfelszerelés viselése a hőstressz elsődleges oka lehet, még akkor is, ha a környezet nem tekinthető melegnek vagy forrónak.

Ha a ruházat nem nyújt elegendő hőszigetelést, viselője hideg munkakörülmények között ki van téve a hideg okozta sérülések, például fagyás vagy hipotermia veszélyének.

A ruházat egyszerre a hőérzet alakulásának lehetséges oka, és egyben annak kontrollja is, mivel segít számunkra alkalmazkodni azokhoz az éghajlati, hőmérsékleti körülményekhez, amelyekben dolgozunk. Réteges ruházatot vehet fel, ha fázik, vagy levehet rétegeket, ha meleget érez. Sok munkáltató korlátozza a munkavállalók azon lehetőségét, hogy észszerűen alkalmazkodjanak a környezet hőmérsékletéhez, mivel megkövetelik tőlük, hogy az előírt egyenruhát, munkaruhát, vagy egyéni védőfelszerelést viseljék.

Fontos azonosítani, hogy a ruházat hogyan járul hozzá a hőkomforthoz vagy a kellemetlen érzéshez. A meglévő egyéni védőeszközök által nyújtott védelem szintjének rendszeres értékelésével és az újabb típusú egyéni védőeszközök alkalmazásával javítani lehet a hőkomfort szintjén.

Munkasebesség/metabolikus hő

Minél több fizikai munkát végzünk, annál több hőt termelünk. Minél több hőt termelünk, annál több hőt kell leadnunk, hogy ne melegedjünk túl. Az anyagcsere mértéke a hőkomfortra kritikus jelentőségű.

Az adott személy fizikai jellemzőit mindig szem előtt kell tartani, amikor a hőkomfortot vizsgáljuk, mivel az olyan tényezők, mint a testméretek és a súly, az életkor, a nem és a fittségi szint, mind hatással lehetnek arra, hogy hogyan érzi magát, még akkor is, ha más tényezők, mint például a levegő hőmérséklete, a páratartalma és a levegő sebessége állandó.

10.3. A japán megközelítés: részletek egy ismeretterjesztő honlapról

Egy honlapon közzétett, figyelemfelhívó, tájékoztató esettanulmány¹⁵³:

Esettanulmány

A 37 éves férfi volt, aki egy építőipari vállalatnál dolgozott. Egy reggeli megbeszélés során egy egészségügyi ellenőrző lap segítségével ellenőrizte saját egészségi állapotát. Állványzat felállításán dolgozott egy szélmentes helyen egy forró, párás napon. A pihenőhelyen volt napellenző, és jéggel, sportitalokkal, savanyú szilvával stb. látták el, de nem volt egyéb lehetőség a test lehűtésére. Délelőtt 10 óra körül zsibbadást és görcsöt érzett a jobb lábában, megivott 2 pohár vizet. Pihent 15 percet, majd jobban lett, visszament dolgozni. Ebédidőben rosszul lett, nem tudott járni, és mentővel azonnal kórházba szállították.

Magyarázat

Ez egy példa arra, hogy a munkavállalók biztonsága érdekében hozott intézkedések nem megfelelőek. Bár italokat biztosítottak, a munkavállaló nem kapott elegendő szünetet a hosszú munkaidő alatt. Ráadásul a pihenőhelyen meleg volt, és nem fújt a szél, így a teste nem tudott kellőképpen lehűlni.

Intenzív fizikai munka során a só (nátrium) a verejtékkel távozik a szervezetből, és folyadékkal együtt pótolni kell. Ebben az esetben azonban a dolgozó csak vizet ivott. Az ilyen esetek

¹⁵³ Forrás: <https://www.otsuka.co.jp/en/health-and-illness/heat-disorders/casestudy/>, eredeti: Ministry of Health, Labour and Welfare. Heat-Related Fatalities in the Workplace (2015)

megismétlődésének megelőzése érdekében ajánlott a munkahelyi hőguta megelőzéséről szóló oktatás.

Ha a hőguta korábbi halálos áldozatainak foglalkozás szerinti megoszlását nézzük, az összes haláleset több mint 40%-a az építőiparban történt, amelyet a feldolgozóipar eseteinek száma követett mintegy 20%-kal. A leggyakoribb előfordulás a délutáni forró és párás júliusi és augusztusi napokon volt. Az esetek közel 40%-a a munkába állástól számított hét napon belül következett be.

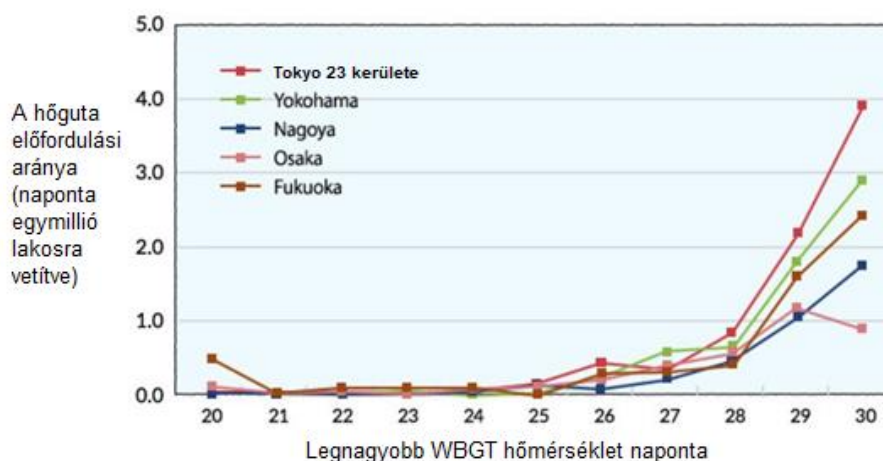
Japánban nagy jelentőségűnek ítélik a WBGT index mérését, ismét egy rövid, könnyen érthető tájékoztató vonatkozó részletét mutatjuk be.

Hogyan használható a WBGT hő index?

A testhőmérséklet nem csak akkor emelkedik, ha magas a hőmérséklet, hanem akkor is, ha magas a páratartalom, ami megnehezíti az izzadság elpárolgását. Emellett a test által érzett hőmérsékletet befolyásolja a közvetlen vagy visszavert napfény is. A Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) egy olyan hőindex, amely átfogóan figyelembe veszi a hőbetegségeket okozó hőtényezőket: a hőmérsékletet, a páratartalmat, a napsugárzást és a légáramlást.

Mivel magas WBGT esetén könnyen kialakulhatnak hőbetegségek, ezt a mutatót a munkahelyeken, sportolás közben és a mindennapi életben a hőbetegségek megelőzésére használják.

10/1. ábra. Összefüggés a hőguta előfordulásának incidenciája és a WBGT index alakulása között¹⁵⁴



A nagyvárosi területeken 2005-ben a mentőszolgálatok által szállított személyekre vonatkozó adatok szerint összefüggés van a napi maximális WBGT-hőmérséklet és a hőguta előfordulása között.

■ Átlagos nyári hőmérséklet Japánban (Juniustól Augusztusig)

10.4. Korszerű megoldások a klímaparaméterek szabályozására és felügyeletére telepített munkahelyeken

A klímaparaméterek folyamatos felügyeletére és szabályozására ma már rendelkezésre állnak technológiai, épületgépészeti megoldások. Ezeket – meglehetősen sajátosan – jellemzően a technológiai igények kielégítésére használják, és csak másodlagosan munkavállalói klímakomfort kialakítására.

A hőmérséklet megfelelő beállítására légkezelő berendezések használatosak. Ezek egy befúvó és egy elszívó ággal rendelkeznek. Az elfúvás és beszívás fenntartásának villamosenergia-igénye van.

¹⁵⁴ Forrás: <https://www.otsuka.co.jp/en/health-and-illness/heat-disorders>

A hőkezelők fűtőerejét jellemzően gázkazánok állítják elő. A jelenleg leggyakrabban használt megoldás a (csoportosított) több kisebb egységteljesítményű, automatika szabályozta kondenzációs kazán. A kondenzációs kazánok teljesítménye 70-80%-os kihasználtságon optimális. Újabb kazánok beindításával, vagy működő kazánok kikapcsolásával a teljesítmény szabályozható.

A hűtőerő leghatékonyabban frekvenciaváltós kompresszorral ellátott folyadékhűtővel lehetséges.

A légkezelőegységek a külső, nyitott légtérből veszik föl a légutánpótláshoz szükséges légmennyiséget, amelyet a munkatérbe való befűvés előtt előkezelnek, szükség szerint hűtenek, vagy fűtenek. Hogy az energiahatékonysági és fenntarthatósági szükségleteket figyelembe vegyék, különböző kiegészítő, hővisszanyerő berendezéseket dolgoztak ki.

A legegyszerűbb direkt megoldás során az elszívott levegőt részben visszakeverik a bemenő ágba. Ennek megfelelő működéséhez beltéri oxigénszenzorok szükségesek, amelyek finomhangolják a visszakevert levegő mennyiségét. A visszakeverés csökkenti a levegő hűtési/fűtési igényét és segít a páratartalom stabilizációjában. Egészségügyi szempontból ez a módszer a leginkább kedvezőtlen, hiszen a fertőző ágenseket és vegyi anyagokat visszajuttatja a munkatérbe.

Indirekt hővisszanyerés esetén közvetlen levegő visszakeverés nem történik, az energiát egy vivőközeg – forgódob, keresztáramú hővisszanyerő egység – juttatja el a két levegőág között. Nyáron a belső hűtött levegő segítségével lehetséges a befűvott melegebb levegő részleges visszahűtése, télen ennek fordítottja történik. Így akár a bejövő ág levegőjének 4-5°C hűtése és fűtése is megvalósítható, míg a működésnek lényegi energiaigénye nincs. Hibás karbantartás esetén előfordulhat, hogy az egymás mellett vezetett ágak között lévő elválasztó elemeken rések, lyukak képződnek és nem vágyott és tervezett légvisszakeverés valósul meg.

Ha a két levegőág elválasztása – meghibásodás esetén is – követelmény (konyha), a hőt egy hővisszanyerő közeg (jellemzően víz-glikol keverék) juttatja el a két, egymástól távolabb elhelyezkedő és fizikailag is elválasztott légcsatorna között.

További energiahatékonyságot jelenthet az ipari gépészet hulladékhő visszanyerése. Különböző ipari gépek – például kompresszorok, fröccsöntőgépek – hője gyűjtésre és használatra kerülhetnek, amely tovább csökkenti a befektetendő energiát.

Mind hűtés és fűtés energiahatékonysági korszerűsítéséhez és fenntarthatóságához hozzájárul a hőszivattyúrendszerek használata, amely a levegő vagy talajvíz energiáját használja fel.

A hűtésre a téli hideg időjárásban további megoldás a szabad/szárashűtés, ahol egy hőcserélő közeget (jellemzően víz) a külső hideg levegővel hűtjük.

Nyári időjárás során adiabatikus hűtési rendszer használható. Itt egy külső kondenzátor egységen párologtató lamellák vannak, amelyeket folyamatosan vízzel locsolnak – a lefolyó vizet begyűjtik és újra felhasználják – és a párologás által létrehozott hőenergia csökkenést használják fel egy közlőközegen keresztül.

A modern légkezelő rendszerek működéséhez szükséges a légkezelő motorok frekvenciaváltóval kiegészített kialakítása. Az ilyen egységek fordulatszáma szabályozható, így a légárammennyiség meghatározható, és az energiafelhasználás minimalizálható.

A por, pollenek, rovarok s egyéb szennyezők szűrésére lehetséges szűrőrendszerek beépítése. Ezeknek magas kategóriáját a HEPA (high-efficiency particulate absorbing) szűrők jelentik. Ezek képesek kiszűrni a 0.3 µm méretű, vagy nagyobb partikulumok 99.95%-át (ISO szabvány szerint). Ennek alkalmazását jellemzően különösen érzékeny terekben – például gyógyszeripar – írják elő. Általános ipari alkalmazások során gyakoribb az F7 kategóriájú szűrők alkalmazása, amelyeket a légbeszívó csatorna és légkeverés után a betápláló légcsatorna elé szerelnek be. Ezen szűrők – jellemzően – elegendőek az allergiás reakciók megakadályozására és védelmet nyújtanak az élősködők – például szúnyogok (melyek klímaváltozáskor történő elszaporodása és fertőző vektorként való működése egészségügyi kockázatot jelent) – bejutása ellen.

A légkezelő berendezések könnyen kiegészíthetők külső, passzív hűtési megoldással – például zsalurendszerek kialakításával. Ez megoldást jelent a nyári időszakban ablakok mellett tapasztalható kiemelt hő és fény (UV) sugárzásra. Automatizált verzió légsebesség, fény- és

hőérzékelőkre kapcsolható, amely paraméterek szabályozzák a záródás és fénybeeresztés mértékét. Az ablakok mellett tapasztalható kellemetlen melegsugárzás tovább csökkenthető az ablakfelületek belső oldalához telepített fan-coil berendezésekkel és az azokra telepített résbefúvó anemosztátokkal. Téli időszakban padlókonvektorok jelenthetik a megoldást ugyanezen területre. Mindkettő technológia működési elve, hogy meleg vagy hideg légfüggönyöket hoz létre, csökkentve a sugárzás által okozott komfortesést.

A magyar szabályok meghatározzák a személyeket érő maximális légáram sebességét. A betáplált mennyiség térfolyamára szabályzó rendszerekkel finomhangolható és a légkezelők frekvenciaváltós szabályozása lehetővé teszi a m/s-ben szabályozott működést. A személyt közvetlenül érő légáramot anemosztátos örvény vagy perdületes befúvók segítségével keverhetjük el a beltér levegőjével és járulhatunk hozzá a hőkomfort megőrzéséhez. Másik jellemző megoldás a klímagerenda. Itt a befúvott levegőt hűthetjük tovább egy a gerendában futó, hideg vizet tartalmazó csővel és a levegőt két oldalirányú árammá oszthatjuk.

Csak gyártóművi terekben jellemző a páratartalom szabályozása, holott a magas páratartalom kifejezetten komfortcsökkentő – melegben izzadást akadályoz, hidegben pedig növeli a hővesztésüket. Az alacsony páratartalom a bőr és szem kiszáradásához és nyálkahártya sérülésekhez vezet. A páratartalom növelésére akár már mobil, de beépíthető párasítóberendezések segítségével könnyedén lehetséges. A magas páratartalom kontrolljára a légkezelő berendezés kiegészítése szükséges. A hűtveszártó berendezés a beszívott légmennyiséget lehűti, melyből a pára kondenzációval távozik, majd a levegőt egy utánfűtő berendezéssel visszamelegíti, így alacsonyabb relatív páratartalmat ér el.

Mindezen rendszerek teljes integrációja és külső belső paraméterek folyamatos mérése a megfelelő működéshez szükséges. Minden klímaparaméter megváltoztatása magával vonja a többi paraméter módosulását, így egy egységes rendszer létrehozása az ideális, amely képes önmaga homeosztázisát a külső környezettel szemben szabályozni. Ilyen ipari megoldás az épületfelügyeleti rendszerek alkalmazása (building monitoring system). Ezen automatikák az előre megadott paraméterek alapján fenntartják a kívánt klímakörnyezetet, az optimális munkakörnyezetet biztosítására érdekében.

11. Javaslatok

A munkahelyi biztonságról és egészségvédelemről szóló 1989-es európai keretirányelv¹⁵⁵ képezi a közös elvek és minimumszabványok alapját az egész EU-ban. A keretirányelv középpontjában a kockázatmegelőzési kultúra áll, és meghatározza a munkáltatók alábbiakkal kapcsolatos kötelezettségeit:

- kockázatértékelések,
- megelőző intézkedések,
- munkahelyi biztonságra és egészségvédelemre vonatkozó információk biztosítása a munkavállalók számára, képzés konzultáció.

Az elmúlt évtizedek változásai, a klímaváltozás folyamatának és következményeinek markáns megjelenése a mindennapi életünkben, és nem utolsósorban a munkahelyeken, indokoltá teszi az általános munkavédelmi megközelítés és a klímaváltozás kihívásai közti kapcsolatot szorosabbá tenni, figyelemmel elsősorban a munkavállalók véleményére, amely a nem reprezentatív kutatás alapján is jelentős iránymutatást képvisel.

A klímaváltozással, a globális felmelegedéssel összefüggésben vizsgálva nemcsak a 89/391/EGK keretirányelv, hanem a munkahelyekre vonatkozó irányelvek (89/654/EGK – első egyedi irányelv: általános követelmények, 92/57/EGK – nyolcadik egyedi irányelv: építkezések, 93/103/EGK – tizenharmadik egyedi irányelv: halászat) is elavultak számos vonatkozásban. Nem alkalmasak a munka világának napjainkban végbemenő változásai miatt is növekvő, illetve az újonnan jelentkező munkavédelmi (munkabiztonsági és munkaegészségügyi) veszélyek csökkentését szolgáló hatékony intézkedések megalapozására, a kockázatértékelésen alapuló megelőzésre.

¹⁵⁵ A Tanács 89/391/EGK irányelve (1989. június 12.) a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről.

Ebből következik, hogy az irányelveknek való megfelelést szolgáló hazai rendeletek sem alkalmasak valamennyi munkahelyi veszély becslésére, a kockázatok megfelelő kezelésére és a hatékony kommunikáció megteremtésére. Nem véletlen, hogy az Európai Unió Bizottsága 2017-ben már kezdeményezte a 24 egyedi munkavédelmi irányelv felülvizsgálatát.¹⁵⁶ 2019 óta – többek között – a munkahelyekre és a hajózásra vonatkozó irányelvek revíziója is zajlik a technológia, a munkamódszer, a munkavégzés helye, az új típusú munkavégzés drámai megváltozása miatt. A klímaváltozással összefüggésben korszerűsítésre, kiegészítésre szorul a mesterséges optikai sugárzással [Az Európai Parlament és a Tanács 2006/25/EK Irányelve (2006. április 5.) a munkavállalók fizikai tényezők hatásának való expozíciójára (mesterséges optikai sugárzás) vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről] és az elektromágneses terekkel [az EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2013/35/EU IRÁNYELVE (2013. június 26.) a munkavállalók fizikai tényezők (elektromágneses terek) által okozott kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről] irányelv is.

Mindehhez alap a Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának „Az Európai Unió 2021–2027-es munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi stratégiai kerete Munkahelyi biztonság és egészségvédelem a munka változó világában” címmel.

A közlemény leszögezi, hogy az elmúlt három évtizedben jelentős előrelépés történt a munkahelyi egészségvédelem és biztonság terén: a halálos kimenetelű munkahelyi balesetek száma mintegy 70 %-kal csökkent az Unióban 1994 és 2018 között. A dezindusztrializációhoz és a jobb egészségügyi ellátáshoz hasonló tényezők kétségtelenül hozzájárultak e csökkenéshez, de az uniós munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi rendszer is jelentős szerepet játszott ebben. Az előrelépés ellenére 2018-ban még mindig több mint 3 300 halálos kimenetelű baleset és 3,1 millió nem halálos kimenetelű baleset történt az EU 27 tagállamában, és évente több mint 200 000 munkavállaló hal meg munkával összefüggő megbetegedések miatt. A megfelelő munkavédelem nemcsak szociális és egészségügyi kérdés, hanem gazdasági is, hiszen a munkával összefüggő balesetek és megbetegedések évente az uniós gazdaság szintjén a GDP több mint 3,3%-ába kerülnek, ez 2019-ben 460 md EUR-t tett ki.

A termelékenység és hatékonyság mellett a gazdasági szereplők számára egyre fontosabb a fenntarthatóság is. Ennek megfelelően a klímaváltozás hatásainak figyelembevétele a munkahelyekre, munkakörülményekre, a munkavállalók egészségének és biztonságának alakulására nézve, uniós, nemzetgazdasági és munkáltatói szinten egyre inkább prioritássá válik.

Ugyanakkor a szakirodalmi kutatásunk azt tükrözi, hogy inkább globális, esetleg regionális vagy olykor lokális problémaként (pl. városi hőszigetek kialakulása) jelennek meg a már azonosított, illetve a jövőre nézve vélelmezett hatások, és ez a szemlélet ahhoz vezet, hogy helyi (munkáltatói) szinten nem éreznek indíttatást hatékony cselekvésre.

A továbbiakban ismertetett valamennyi javaslatunk összhangban áll, illetve kapcsolódik a Bizottság hivatkozott közleményével, a szociális párbeszéd, a tudományos alap és a végrehajtás megerősítése, a tudatosság növelés és a finanszírozás lehetőségeinek felhasználásával.

1. javaslat

Javasatunk: az Európai Unió munkavédelmi szabályrendszerének megújítása céljából tagállamként kezdeményezzük a szinergiában működő munkavédelmi és közegészségügyi szabályok európai uniós áttekintését (kiemelten a COVID-19 pandémia során szerzett tapasztalatok alapján).

- Kiemelt jelentőségére tekintettel készüljön egy külön klímastratégia a munka világára kitekintéssel, célzottan a szakmapolitikai döntéshozók, a munkavédelmi (és népegészségügyi) hatóság, a munkáltatók, a munkavállalók/és képviselőik, a munkavédelmi szakemberek és a munkaegészségügyi szakértők számára.
- Az EU munkavédelmi stratégiája – az EU munkavédelmi keretirányelvével összhangba – teremtsen alapot olyan új (külön) munkavédelmi irányelvek számára, mint:
 - a) a zárttéri melegben végzett munka és a hőmunka (újra szabályozására),
 - b) a zárttéri hidegben és a mesterséges hidegben végzett munka,
 - c) a nyílttéri melegben végzett hőmunka,

¹⁵⁶ Safer and Healthier Work for All - Modernisation of the EU Occupational Safety and Health Legislation and Policy

- d) a nyílttéri hidegben végzett munka munkavédelmi szabályainak a meghatározására.
- Szükség van egy olyan hiánypótló, átfogó irányelv kiadására is, ami a napsugárzással kapcsolatos minimális munkavédelmi követelményeket határozza meg az UV sugárzással és a (talajmenti) ózonexpozíció együttes hatásával kapcsolatban.
- Az új irányelvekben a napjainkban már elavult vagy hiányzó vizsgáló módszerek és eljárások korszerűsítése is elvart. A tagállamok javaslatai alapján olyan egységes módszertani ajánlásokra, útmutatókra van szükség, amelyek figyelembe veszik a nemzetközi tapasztalatokat, ugyanakkor választási lehetőséget is biztosítanak a helyes munkavédelmi gyakorlat megteremtése érdekében. Ennek érdekében elvárás az is, hogy az EU (pl. az EU-OSHA ERO) olyan egységes módszereket és ajánlásokat, korszerű alkalmazásokat dolgozzon ki, amelyek lehetővé teszik a kkv-k számára is azok egyszerű alkalmazását.
- Az új irányelvekbe a vonatkozó szabványok szerinti követelményeket, a mérési módszereket és az ellenőrzési szempontok is be kell építeni.

2. javaslat

A következő Nemzeti Munkavédelmi Politikában javasolt kutatási feladatként megjeleníteni, hogy mely tudományos eljárásokkal (szabványos mutatókkal) célszerű bemutatni a munkáltatóknak az aktuális klímakörnyezetet, a konkrét munkatevékenységhez kapcsolódóan.

A kutatások eredményeként kiválasztott módszerrel javasolt nagyszámú mérés elvégzése, a nemzetgazdaságban leggyakrabban végzett munkatevékenységek és a klímaváltozás folytán kritikus munkakörülmények között végzett munka során, valamint az elvégzett mérések eredményeinek közzététele és értelmezése (tematikus honlapon).

A klímáparaméterekhez kapcsolódóan a vizsgált munkakörökre (tevékenységekre) vonatkozó olyan ellenőrző listák összeállítása és hozzáférhetővé tétele a munkáltatók, valamint a munkavállalók és képviselőik számára, amelyek alkalmazásával pl. egy mikrovállalkozás vezetője vagy munkavállalója meggyőződhet arra, hogy a konkrét körülmények és feltételek között elvégezhető-e a munkafeladat egészséget nem veszélyeztető módon.

3. javaslat

A klímátenyezőkkel kapcsolatos jogszabályok módosítása, a szabályok pontosítása, illetve egyes tényezők esetében a szabályozás feltétlenül szükséges.

A munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről szóló 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet foglalkozik a munkahelyi klímátenyezőkkel és az ezzel kapcsolatos munkavédelmi intézkedésekkel, a körülmények ellenőrzésére, vizsgálatára azonban nem tér ki kellő részletességgel. Ebből következően a kockázatértékelés során csak esetlegesen végeznek műszeres méréseket a klímátenyezők vonatkozásában.

A vizsgálatra, értékelésre alkalmas lehet

- a PMV- és PPD-index meghatározása, az 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 (ISO 7730:2005) angol nyelvű, valamint
- a WBGT-index meghatározása, az MSZ EN ISO 7243:2018 Hőhatásnak kitett környezet ergonómiája. A hőterhelés felmérése a WBGT-index (wet bulb globe temperature) alapján (ISO 7243:2017) angol nyelvű szabványok szerint.

Mindkét szabvány munkáltatói alkalmazása számos államban gyakorlat. Amennyiben magyar nyelven kiadná ezeket a Magyar Szabványügyi Testület, várhatóan nagyobb lenne a hajlandóság az alkalmazásra. A szükséges mérőműszerek kereskedelmi forgalomban elérhetők, akkreditált laboratóriumi kapacitás jelenleg is rendelkezésre áll.

Az EU várható alternatív javaslati alapján megfontolandó egyéb termikus indexek (HI, SET, Tmrt, MENEX, UTCI stb.) bevezetése is a beltéri és a szabadtéri mérésekhez, de a kkv-k számára jelentős adminisztratív teherrel nem járó, egyszerűsített, tájékoztató jellegű – a hőstressz és hidegstressz megítélésre alkalmas – táblázatok, számolóábrák stb. használatát kell lehetővé tenni.

4. javaslat

A klímaváltozás hatásaként megnövekedett, a napsugárzással járó, nem mesterséges UV sugárzás elleni védelem jogszabályi alapjának megteremtése (az esetleges EU-s jogszabály alkotásig is), de legalábbis ajánlás kiadása. Ez feltétlenül szükséges mielőbbi időpontban, különös tekintettel arra, a szabadban végzett munkák esetén a magas hőmérséklet és a megnövekedett UV (UV-A és UV-B) sugárzás egyidejűleg jelentkezik. A magas, és várhatóan – amennyiben hatékony klímavédelmi intézkedések nem valósulnak meg) – a jövőben tovább növekvő (több munkanapon, nagyobb mértékű) UV sugárzás következtében növekedni fog a hályogos és a daganatos megbetegedések száma. (Jelen tanulmány írásakor, 2022. március 24-én 3,5 körül alakul az UV index Budapesten, ami mérsékelt szint, de már tanácsos védekezni.) A jogszabályban/ajánlásban meghatározandó megelőző intézkedések több irányúak lehetnek: a tanulmányban már korábban, a vezetői interjúk során is felmerült, a jelenlegitől eltérő munkaidőbeosztás lehetősége, védőszemüveg (napszemüveg) és széles karimájú kalap, megfelelő munkaruházat, napvédő készítmény biztosítása a munkáltató részéről.

Az MSZ EN 14255-1:2005 A nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése című szabvány 1. része a mesterséges források által kibocsátott ultraibolya (UV) sugárzás személyes expozíciójának mérésére és értékelésére vonatkozik ott, ahol a káros hatások nem zárhatók ki. A szabvány 3. része a nap által okozott UV-sugárzással foglalkozik, de nem határoz meg UV-expozíciós határértékeket, ezért is célszerű lenne ajánlás megfogalmazása.

Az UV sugárzás elleni védelem, védekezés tudatosítása, szabályozása, módszertana és megvalósítása hozzájárulhat a foglalkozással összefüggő rákos megbetegedések számának a csökkentéséhez. (A Nemzeti Rákregiszterben a teljes népességben közel 3000 rosszindulatú melanoma esetet azonosítottak 2018-ban. További daganatos megbetegedés típusok kialakulásában is szerepet játszik az UV sugárzás.)

5. javaslat

A klímaterminológusok káros hatásaival szembeni korszerű megoldásokkal kapcsolatos tájékoztatás, fórumok, bemutatók szervezése, példák:

- intelligens textíliák bemutatása.

Intelligens textíliáknak azokat az anyagokat nevezzük, amelyek a környezet változásaira reagálnak és annak megfelelően változtatják bizonyos tulajdonságaikat, vagy amelyek „emlékeznek” egy korábbi állapotukra és az attól eltérő állapotot létrehozó változások megszűntével visszatérnek oda.

Ezekben a kelmékben már gyártásukkor (a kelme kikészítése során) olyan, eredetileg szilárd halmazállapotú részecskéket helyeznek el, amelyek hőhatásra folyékonyvá válnak (Phase Change Materials, rövidítve: PCM, „fázisváltó anyagok”). A halmazállapot megváltozásakor hőelvonás illetve hőleadás történik. A szilárd anyag a megolvasztásához szükséges hőmennyiséget a környezetétől vonja el, ha pedig megszilárdul, a benne felhalmozódott hőt a környezetének adja le. Emiatt az ilyen anyagot tartalmazó kelméből készült ruházat hőszabályozó szerepet tölthet be, hiszen, ha meleg van, a hő egy része arra fordítódik, hogy megolvassza a halmazállapot-váltó anyagot, ha pedig lehűl a levegő, az ismét megszilárduló halmazállapot-váltó anyag hőt ad le, vagyis melegít. A halmazállapot-változás (folyékonyvá válás, illetve megszilárdulás) időtartama alatt az anyag hőmérséklete állandó marad. Az intelligens textíliák számos tulajdonságuk (mint pl. a folyadékkal temperált ruházat, a textíliába telepített napelem cellák, nanoanyagok bevonatok, melegítésre és hűtésre is alkalmas GORE-TEX stb.) alapján egészségvédelmi szerepet játszanak a hőhatásnak kitett munkavállalók esetén.

- UV szűrős ruházati cikkek megismertetése a szabadtéri munkákat végeztető munkáltatókkal, a sportruházatok esetében ezek már széleskörben elterjedtek.¹⁵⁷
- UV-, illetve bőrvédő italokról, készítményekről tájékoztatás.

¹⁵⁷https://sportoljma.hu/magazin/10-tevhit-az-uv-szuross-ruhazatról?SPMID=4kieCIN4PvSzPjDJd2WtQ&PMSRC_CAMPAIGN=&utm_medium=email&utm_source=decathlon_hungary&utm_campaign=transactional_D003_Decathlon_Email_Uv_ruhazat_w23

Tájékoztató kampányok szervezése

- Kültéri dolgozók és a napsugárzás (témák: a probléma lényege, ki van veszélyben, mik a káros hatások, védelem, információforrások) – honlapon megjelenő tájékoztatás, ellenőrző lista a kitettségről, információs lehetőségek
- Munkáltatók részben vagy egészben kültéri munkavégzésre foglalkoztatással: tájékoztatás és ellenőrző lista – milyen veszélyeknek, kóroki tényezőknek kitettek a munkavállalók, mely feltételeket kell biztosítani a kockázatok elfogadható szintűre csökkentése érdekében
- Munkáltatók hideg vagy meleg beltéri munkahelyen történő foglalkoztatással - milyen veszélyeknek, kóroki tényezőknek kitettek a munkavállalók, mely feltételeket kell biztosítani a kockázatok elfogadható szintűre csökkentése érdekében
- Munkavállalók és képviselőik számára: részben vagy egészben kültéri munkavégzésre foglalkoztatás során tájékoztatás és ellenőrző lista – milyen veszélyeknek, kóroki tényezőknek kitett a munkavállaló, mely feltételeket kell biztosítani a munkáltatónak a kockázatok elfogadható szintűre csökkentése érdekében
- Munkavállalók és képviselőik számára: hideg vagy meleg beltéri munkahelyen történő foglalkoztatás során milyen veszélyeknek, kóroki tényezőknek kitettek a munkavállaló, mely feltételeket kell biztosítani a kockázatok elfogadható szintűre csökkentése érdekében a munkáltatónak
- Foglalkozás-egészségügyi szolgálatok (szakorvosok és szakápolók) számára: a kültéri és a beltéri hideg, illetve meleg munkakörnyezet egészségkárosító hatásai, munkahigiénés mérések, az egészségi alkalmasság véleményezése, megelőző intézkedések, a munkakörülményekkel kapcsolatos tanácsadás tartalmi kérdései. Elsősegélynyújtás extrém klímátényezők által okozott sérülések, megbetegedések esetén. A munkáltatók kötelezettségei. Korszerű műszaki megoldások
- „Ki tud többet a munkahelyi egészségről és biztonságról”. Tematikus, online kvíz sorozat applikáció, 4 héten keresztül heti 1 kvíz kitöltésével.

A napon történő
munkavégzés egészségügyi kockázatai



Rendellenes reakciók a napfényre

Egyes gyógyszerek, a munka során használt vegyi anyagokkal való érintkezés (például festékek vagy színezékek, fagyvédő szerek, kőszénkátrány és szurok), valamint egyes növényekkel való érintkezés során érzékenyebbé tehetik a bőrt, különösen a napfényes időszakokban. Üzemorvosa vagy háziorvosa erről további tájékoztatást adhat. Vigye magával ezt a tájékoztatót.



Egyszerű tanácsok kültéri dolgozóknak.

- Viseljünk megfelelő ruházatot, amely megfelelő takarást biztosít.
- Lehetőség szerint maradjunk árnyékban, különösen a szünetekben.
- Használjunk magas faktorszámú fényvédőt (legalább SPF 15).
- Figyeljünk a tünetekre, amelyek a következők lehetnek: új anyajegyek vagy bőrfoltok megjelenése, ezek alakja, mérete, színe, anyajegyek és a bőrfoltok elváltozása, ezek viszketése vagy vérzése (ezen tünetek megjelenése esetében mindenképp kérjünk orvosi tanácsot).
- Igyunk sok folyadékot a kiszáradás elkerülése érdekében.

12. Összefoglalás

Az éghajlatváltozás, a globális felmelegedés és a szélsőséges időjárási események – mint a 21. század legnagyobb környezetegészségügyi fenyegetésének – a rendkívül széleskörű kutatása az elmúlt évtizedekben egyre inkább a tudományos közösség fókuszpontjába került. A klímaváltozás jelenlegi és a jövőben várható hatásaira számos hivatalos mérési adat áll rendelkezésre, de a széles közvéleményt – elsősorban a jövő bizonytalansága miatt – még mindig megosztja a klímaváltozás igen szerteágazó kérdésköre. A tudományos konszenzus alapján a természetes eredetű és kibocsátású üvegházhatású gázok energiaelnyelése egy olyan természeti folyamat, ami nélkül valószínűleg nem lenne lakható az emberiség számára a Föld. Az antropogén eredetű (emberi tevékenységekre visszavezethető) hatások azonban az első ipari forradalmak kirobbanása óta jelentős mértékben felgyorsították a globális felmelegedést, az elmúlt 200 évben közel 1,1°C-kal emelkedett bolygónk felszíni átlaghőmérséklete.

A klímaváltozást három párhuzamosan jelen lévő tényező váltja ki; az éghajlati rendszer minden külső hatás nélküli belső ingadozásai, a természetes külső tényezők és az emberi hatások. Az éghajlati rendszer szféráinak kölcsönhatásai révén bizonyos változékonyság minden külső kényszer nélkül is ki tud alakulni, mely globális léptékben, átlagban akár néhány tized fok változást is képes előidézni. Ezen belső ingadozások indukálják többek között az El-Niño és La-Niña jelenségeket, melyek ciklikus megjelenésükkel jelentős mértékben meghatározzák az érintett országok gazdasági, társadalmi és környezeti állapotát. Az éghajlatváltozás kapcsán a természetes tényezők, hatások közül a vulkánkitörések és a naptevékenység ingadozása emelhető ki. A kén-dioxidban gazdag, erős vulkánkitörések akár 1–3 éven át csökkenthetik a Föld felszíni átlaghőmérsékletét, valamint történelmi példákból kiindulva negatívan befolyásolhatják a globális élelmiszerbiztonságot is. A naptevékenység ugyan nagyon csekély mértékben ingadozik ciklikusan, azonban ez a változékonyság is képes akár néhány tizedfokos hőmérsékletváltozást előidézni.

Az antropogén eredetű üvegházhatású gázkibocsátásokat alapvetően a népességszám, a gazdasági tevékenység, az életvitel-életszínvonal, az energiafelhasználás, a földhasználat módja, a technológia, valamint a klímapolitika határozza meg.

A XX. század, annak is a második fele viharos népességnövekedést hozott, 2022-ben a Föld lakosságszáma már közelít a 8 milliárd főhöz. Napjainkban elsősorban az afrikai kontinensen tapasztalható dinamikus népességnövekedés, amely súlyos társadalmi, gazdasági következménnyel jár, újabb és várhatóan nagyobb migrációs hullámokat előidézve ezzel. A sikeres integráció során, az életszínvonaluk növekedésével és a fogyasztási szokásaik megváltozásával karbonlábnyomuk drasztikusan emelkedhet, amely a klímaváltozás szempontjából kritikus tényező lehet az elkövetkező évtizedekben. A népességszám alakulása mellett egy másik társadalmi mutató, az urbanizáció aránya is hatással van az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékére. A nagyfokú koncentrációknak köszönhetően a világ energia-felhasználásának közel 70 százaléka a városlakókhoz köthető, habár a méretgazdaságosság miatt a fajlagos kibocsátásuk alacsonyabb. A hősziget-hatás miatt a városok belterületén bizonyos időjárási helyzetekben több fokkal melegebb van, mint a peremkerületekben, és ez a különbség hosszabb idő átlagában is megmutatkozik.

A demográfiai robbanás és a jövedelmek dinamikus emelkedése miatt megnövekedett a globális élelmiszer-kereslet, valamint változtak az élelmiszer-fogyasztási szokások is. A kereslet növekedés direkt következménye, hogy egyre több területet kell mezőgazdasági művelésbe vonni, amelyet számos esetben erdőirtások árán alakítanak ki. Az agrárium vonatkozásában a szén-dioxid mellett fontos kiemelni két jelentős üvegházhatású gáz, a metán és a nitrogén-dioxid jelentős mennyiségű emisszióját is.

Szintén a népességszám és az életszínvonal növekedéséből következik, hogy a világ energiaigénye folyamatosan növekszik, amely igény tovább fokozza az emelkedő szén-dioxid-kibocsátást. Az energiaszektor felelős az üvegház hatású gázok kibocsátások közel háromnegyedéért, ezért az éghajlatváltozás hatásainak mérsékléséért az energiafogyasztás csökkentése, az energiamix átalakítása, illetve az energiahatékonyság növelése kulcsfontosságú a következő évtizedek energiagazdálkodásában. Azonban az ambiciózus célokat számos veszély fenyegeti, 2050-ig a Föld

¹⁵⁸ Forrás: Keep your top on <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg147.pdf>

lakossága várhatóan 2 milliárd fővel fog növekedni, emellett a globális jövedelem bővülés is tovább fokozhatja az energiaszolgáltatások iránti keresletet.

Az időjárási extrémítások egyre inkább befolyásolhatják életminőségünket, az átlaghőmérséklet emelkedése jelentősen megviseli az emberi szervezetet, ami nemcsak a lakosság sérülékeny csoportjaira (idősek, gyermekek, terhesek, krónikus betegek, hátrányos helyzetűek stb.) igaz, a szabadtéren, valamint a magas beltéri hőmérsékletű munkahelyeken dolgozó munkavállalók esetében is.

Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, az ENSZ éghajlatváltozással kapcsolatos tudományok értékelésével foglalkozó testülete) legújabb, 6. helyzetértékelő jelentésében mindösszesen egy, a legszigorúbb scenárió szerint teljesülhetne a Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezmény célkitűzése, vagyis az átlaghőmérséklet 1,5°C körüli megtartása, az iparosodási előtti szinthez képest. Szigorú gazdasági szabályozások érvényesítése nélkül 2100-ra 2 és 3°C közötti globális hőmérséklet-emelkedés várható, amely jelentős és részben visszafordíthatatlan változásokat idézne elő a sérülékeny társadalmi-gazdasági-környezeti rendszerünkben. Nagyfokú megbízhatósággal lehet állítani, hogy a 21. században a fajok jelentős részénél a kihalás kockázatának növekedésével kell számolnunk. Különösen veszélyeztetettek a korallzátonyok és a sarkvidéki ökoszisztémák, az óceánok savasodásának és átlaghőmérsékletének emelkedésével a tengeri organizmusok biodiverzitása várhatóan jelentős mértékben csökkeni fog. Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás az élelmiszerbiztonságra is veszélyt jelenthet. Előreláthatólag azzal kell számolnunk, hogy növekedni fog az egy főre jutó vízhiány, ugyanakkor a megművelhető föld nagysága csökken, vagy jó esetben stagnál. A klímaváltozás önmagában és a munkanélküliség következtében is növelheti a mentális betegségek, a túlzott stressz okozta egészségi rendellenességek gyakoriságát is. Az évszázad közepére az éghajlatváltozás jelentős hatással lesz az emberi egészségre is, főleg azért, hogy súlyosbítja az ezzel összefüggő, ma is létező egészségügyi problémákat. Számos régióban, országban nő majd az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható megbetegedések száma a XXI. században, különösen a fejlődő országokban. A szabadtéri munkavégzés miatti megbetegedések kockázata különösen az építőiparban és a mezőgazdaságban növekszik. Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozással járó szélsőségesebb időjárási események gyakoriságának növekedésével az urbanus területeken szignifikáns méretű gazdasági károk keletkezhetnek, míg a vidéki, rurális területeken szintén súlyos következményekkel kell számolni a vízgazdálkodás, az élelmezésbiztonság, illetve az ellátó infrastruktúra vonatkozásában.

A Kárpát-medencében, ezzel együtt hazánkban várható hatások vizsgálatával számos tanulmány, stratégia és egyéb szakpolitikai anyag foglalkozott az elmúlt években. A tanulmányban felhasznált szakirodalmak konklúziói alapján - a globális trendekkel összhangban -, a 21. században várhatóan növekedni fog a hőmérséklet Magyarország és a Kárpát-medence területén. Egyes modelleredmények szerint 2021-2050-re átlagosan 1-2°C-kal, míg 2071-2100-ra 2-3°C-kal emelkedhet az átlaghőmérséklet értéke az 1971-2000 időszakhoz képest, de egyes havária forgatókönyvek alapján akár 3,5-4,5°C-os növekedés is előfordulhat a 2071-2100 közötti időszakban. A hőhullámos időszakok száma a 21. század során szintén növekedni fog, optimista becslések alapján az 1971-2000-es érték kétszeresére növekszik, előfordulásuk a század végére pedig megközelítheti az egy hónapot is, ami már jelentősen megterhelné az emberi szervezetet. Évszakokra lebontva, a legnagyobb változások a nyári és őszi időszakokra várhatók, nyáron 1,4-2,6°C, ősszel 1,6-2,0°C hőmérsékletnövekedésre számíthatunk a referencia-időszakokhoz képest, míg az évszázad végére a növekedés ősszel megközelítheti, nyáron pedig valószínűleg meg is haladhatja a 4°C-ot. A 0°C alatti minimum hőmérsékletű, fagyos napok száma a jövőben a melegendő tendenciát követve egyértelműen csökkenni fog, 2021-2050-re országos átlagban még csak 15-28 nap, 2071-2100-ra viszont már 40-53 nap is lehet a csökkenés mértéke. Várhatóan növekszik a jövőben a vegetációs időszak hossza, a múltbéli átlagosan 239 nap legalább 20 nappal, de akár másfél hónappal is növekedhet 2050-re. Magyarországon különösen nagy bizonytalanságot mutatnak a csapadékmintázat változására vonatkozó eredmények. A XXI. század első felében ősszel egyértelmű növekedésre, tavasszal és télen a csapadékmennyiség bizonytalan növekedése, míg nyáron inkább a csökkenése számíthatunk egyes modelleredmények alapján. A hazai szimulációk alapján nyáron hosszabb, míg ősszel és télen rövidebb száraz időszakok várhatók. Az aszályos időszakok fokozódása veszélyeztetheti a sérülékeny, klímaváltozásnak leginkább kitett vízbázisokat, amely ellátási problémákhoz, valamint a mezőgazdasági termelékenység romlásához is vezethet.

Összességében elmondható, hogy az éghajlatváltozás okozta várható gazdasági károkat és externáliákat rendkívül nehéz megbecsülni. Az előrejelzések szerint, a klímaváltozás globális léptékben lassíthatja a gazdasági növekedést a következő évtizedekben, a meglévő szegénységi csapdák fenntartásával és újak létrehozásával akadályozza a szegénység elleni küzdelmet, továbbá destabilizálja az élelmiszerbiztonságot is. A klímaváltozás kapcsán a legnagyobb problémát a felmelegedés hatására beinduló visszacsatolási mechanizmusok (mint pl. az albedo hatás, a fényvisszaverődés csökkenése, illetve a permafroszt - fagyott - területek felolvadása), valamint az antropogén tényezők jelentik. Az IPCC legújabb scénáriói, a 6. értékelő jelentés alapján a felmelegedés várhatóan folytatódik a XXI. században és az azt követő időszakban is. A CO₂ kibocsátás révén az ember által előidézett éghajlatváltozás egy jelentős része már visszafordíthatatlan, emiatt az elmúlt évtizedekben inkább kudarcos, vagy csak részsikereket felmutató klímapolitika globális léptékű kiterjesztésére és megerősítésére van szükség a további eszkalálódás megfékezésére.

A rendelkezésre álló szakirodalom tanulmányozása során a tanulmány készítői azt tapasztalták, hogy a klímaváltozás hatásai és azok kezelése, mint a munka világában jelentkező, egészséget és biztonságot érintő kihívás, kevésbé jelenik meg. A világ teljes népességét, vagy egyes területek lakosságát érintően készülnek modellek és prognózisok, azonban napról napra egyre fontosabb kérdés, hogy a gazdaságfejlesztési döntések megalapozása során is megjelennek a polgárokat, mint a jövőben létesítendő munkahelyen dolgozó munkavállalókat fenyegető veszélyek és azok megelőzésének vagy kezelésének optimális lehetőségei.

Az Európai Unió 2021–2027-es munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi stratégiai kerete – „Munkahelyi biztonság és egészségvédelem a munka változó világában” (A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK) címmel – is kitér arra, hogy az új technológiák azonban számos kihívást is magukban rejtjenek az alábbi két ok miatt:

- a munkavégzés időpontja és helyszíne tekintetében fennálló nagyobb rendszertelenség; és
- az új eszközökhöz és gépekhez kapcsolódó kockázatok.

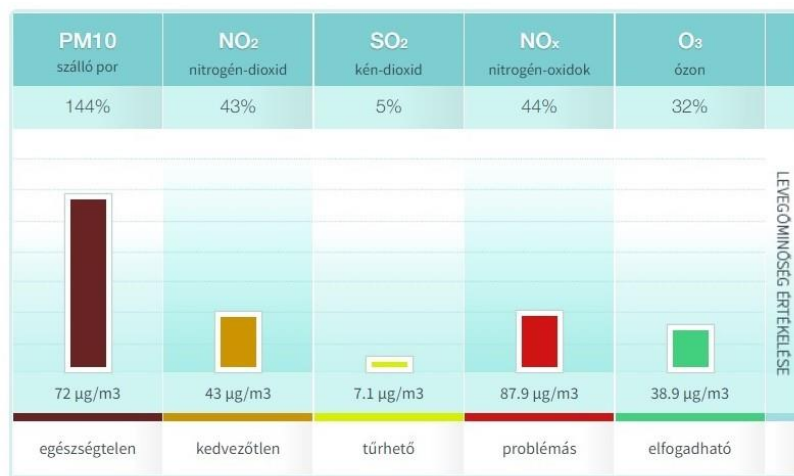
A közlemény is kitér arra, hogy éghajlatváltozás befolyásolhatja a munkavállalók biztonságát és egészségét, többek között a megnövekedett környezeti hőmérséklet, a levegőszennyezés vagy a szélsőséges időjárás révén, tehát nem megkerülhető a fenntarthatóság problémája.

Fenti indokoltsággal, a tanulmány részletesen tárgyalja a klímaváltozás közvetett hatásait (viharok, extrém hideg, extrém meleg és hőhullámok, aszályok és árvizek, kiemelten a mezőgazdaság, mint sérülékeny ágazat kérdését), valamint a városi lakosságra gyakorolt hatásokat, a hősziget-jelenséget, amely természetesen a városi munkahelyek is érinti. A klímaváltozás közvetett hatásai bemutatása során kitér a tanulmány a víz- és levegőminőséggel kapcsolatos változásokra, gondokra, valamint számos más körülményre, mint a pollenek, mikrobiológiai hatások, új betegségek megjelenése, allergiás és mentális problémák.

12/1. kép. Az aktuális légszennyezettség egy szép, napsütéses tavaszi napon Budapesten¹⁵⁹

Pillanatnyi légszennyezettség - Budapest

BUDAPEST SZMOG INFORMÁCIÓK. ADATOK IDŐPONTJA: 2022.03.25 10:00



A tanulmány – hiánypótló módon, komplex szemléletben – bemutatja a klímaváltozás, a globális felmelegedés kapcsán a munka világában jelentkező, elsősorban, de nem kizárólagosan a munkahelyi egészséget érő hatásokat (ld. 12/2. kép), hiszen a prognózisok szerint hazánkban várhatóan szélsőségesebbé válik az időjárás, mind a hőmérséklet, mind a csapadék-eloszlás, valamint az időjárási anomáliák előfordulása tekintetében.

12/2. kép. Halálos munkabaleset 2022. januárban¹⁶⁰

Halálos áramütést szenvedett a MÁV egyik munkatársa hétfő hajnalban – írja a MÁV kommunikációs igazgatóságának közleménye alapján az MTI. A **vasárnapi heves vihar** Cegléd és Abony között mintegy 700 méteren rongálta meg az egyik vágány felsővezetékét, amelynek a helyreállítása várhatóan kedd délelőttig tart.

Az MTI szerint a javítás közben a vasúttársaság egyik alkalmazottja áramütést szenvedett.

A hajnali halálos áramütés körülményeit még vizsgálják a hatóságok és a vasúttársaság munkavédelmi, biztonsági szervezetei is. A vizsgálatok lezárultáig nem tudnak további tájékoztatást adni. Hozzá tették, hogy a MÁV őszi részvétét és együttérzését fejezi ki az elhunyt munkatársa családjának és hozzátartozóinak.

A globális klímaváltozás munkahelyi hatásainak bemutatása során kitér a tanulmány a feltörekvő iparágakra, az épített környezet változásaira, valamint a kedvezőtlen klíma munkabiztonságra és a munkavégzésre gyakorolt hatásaira, továbbá az egészségügyi ellátórendszer feladataira és a szükséges felkészítésére.

A bemutatott klímamodellek, klímakockázati útmutatók nem foglalkoznak ugyan a munkahelyi specialitásokkal, azonban az általános megállapítások is segíthetnek a munkáltatók irányában jelentkező kihívások azonosításában.

¹⁵⁹ Forrás: Budapest - Légszennyezés.hu - aktuális szmoghelyzet az országban (legszenyezés.hu) megtekintve: 2022.03.25.

¹⁶⁰ Áramütést szenvedett a MÁV egyik munkatársa a vasárnapi vihar okozta károk javítása közben, belehalt a sérülésébe, szerző: Világi Máté, telex.hu 2022.01.31.

A tanulmány bemutatja a munkahelyi klímával, kiemelten a kedvezőtlen klímaviszonyok közötti munkavégzéssel kapcsolatos mai nemzetközi szabályozás egyes elemeit, valamint néhány hazai vonatkozó szabályt.

A tanulmány készítői személyes interjúk, valamint online és nyomtatott kérdőívek összeállítása és kitöltése során ismerték meg a feldolgozott téma szempontjából releváns munkáltatói és munkavállalói magatartásokat, véleményeket. Általánosságban elmondható, hogy bár mindenki hallott a klímaváltozásról, egyes hatásokat kezel vagy tapasztal, de igazán a változásokhoz való alkalmazkodás – akár az alaptevékenységek megszüntetésére vagy technológiai átalakítására kiterjedő – átütő igényként vagy feladatként nem jelenik meg.

A tanulmány helyes gyakorlatokat is ismertet, elsősorban egyszerű, könnyen adaptálható megoldások ismertetésével. A korszerű beltéri munkahelyek klímaszabályozására is tartalmaz leírást.

A javaslatok között megjelenik a hiányzó, illetve elavult jogi szabályozás pótlására, frissítésére vonatkozó javaslat. A korábban ismertetettek alapján nélkülözhetetlen a klímaváltozással, mint munkavédelmi kihívással kapcsolatos figyelemfelhívás, tájékoztatás, kampányok szervezése, valamint az állami irányítási feladatok megvalósítása során a klímaindikátorokkal és mérésekkel kapcsolatos kutatások megvalósítása, az eredmények közzététele, és a mérésekre támaszkodó segédletek publikálásával a munkáltatók és a munkavállalók támogatása a munkahelyi egészség és biztonság feltételeinek megteremtése, illetve ezek megfelelésének megítélése tekintetében.

13. Hivatkozások - Felhasznált szakirodalom

A klímaváltozással általánosságban foglalkozó, 1. és 2. fejezetben felhasznált források listája:

1. Alcott, Blake (2005). „Jevons' paradox”. Ecological Economics 54 (1), 9–21. o.
2. Az Európai Bizottság weboldala
https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climatene negotiations/paris-agreement_hu
3. Baba Umar (2016): Kashmir: A Water War in the Making?
<https://thedi diplomat.com/2016/06/kashmir-a-water-war-in-the-making/>
4. Báldi Tamás (1997): Általános földtan, Egyetemi jegyzet (ELTE)
5. Bartholy Judit, Pongrácz Rita (2013): Klímaváltozás, Eötvös Loránd Tudományegyetem oktatási és kutatási célú anyaga
6. Briffa, K.R.; Jones, P.D.; Schweingruber, F.H.; Osborn, T.J. (1998). "Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years". Nature. 393 (6684): 450–455.
7. Crutzen, P. J. (2006). "Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?". Climatic Change. 77 (3–4): 211–220
8. Daniel Moran, et al. (2018): Carbon footprints of 13 000 cities,
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac72a>
9. Dr. Buzási Attila (2018): K-Faktor- Klíma, Gazdaság, Társadalom, Budapest, BME, 200 p.
10. Dr. Buzási Attila (2018): K-Faktor-Klíma, Gazdaság, Társadalom, Budapest, BME, 200 p.
11. Dr. Varga György (2018): Somogy megye klímastratégiája
http://www.somonkorm.hu/static/files/nyertes_pályázataink/SomogyMegyeKl%C3%ADmastratégia.pdf
12. Edward Glaeser (2012): Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier, ISBN 9780143120544
13. Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő, ELTE, OMSZ (2012)
14. Európai Bizottság 2021 októberi cikke
<https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/climate-change-and-biodiversity-loss-should-betackled-together>
15. Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2015 novemberi cikke
<https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/jelzesek-2015/cikkek/a-mezogazdasag-es-az-eghajlatvaltozas>
16. Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2021 márciusi cikke
<https://www.eea.europa.eu/hu/themes/energy/intro>
17. Európai Parlament 2021-es cikke
https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hu/FTU_3.2.7.pdf
18. Feedbackloopsclimate.com cikke

<https://feedbackloopsclimate.com/forests/>

19.Fehér könyv - Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás: egy európai fellépési keret felé
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52009DC0147&rid=8>

20.Glasgow Climate Pact (2021) 3. oldal
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%2520decision.pdf

21.Greame C. Hays (2017): Ocean Currents and marine life
[https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(17\)30077-5](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(17)30077-5)

22.Hannah Ritchie, Max Roser (2018): Emissions by sector
<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

23.Homolya Emese, Rotárné Szalkai Ágnes, Selmeczi Pál (2015): A klímaváltozás hatása az ivóvízbázisokra, NATÉR Kutatási jelentés

24.Ian Sample 2005: Warming hits tipping point
<https://www.theguardian.com/environment/2005/aug/11/science.climatechange1>

25.Infostart 2020 novemberi cikke
<https://infostart.hu/tudomany/2020/11/01/jobban-az-eg-a-braziliai-oserdo-mint-amikor-mindenki-errol-beszelt>

26.International Energy Agency: World Energy Outlook 2021
www.iea.org/weo

27.IPCC 2014-es klímaváltozással kapcsolatos jelentése
<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

28.IPCC 2014 Szintézis Jelentés Döntéshozói Összefoglaló
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5-spmstyr_Hungarian.pdf

29.IPCC Éghajlatváltozás Szintézis Jelentés (2021)

30.IPCC hatodik értékelő jelentése

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

31.ITM (2020): Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig

32.János Imre (2020): Klímaváltozás: hol tartunk most?, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 1.-4.

33.Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről, ITM, feladatunk a jövő, 2020. január
<https://zoldbusz.hu/files/jelentes.pdf>

34.Kerekes Sándor (2007): A környezetgazdaságtan alapjai, Aula Kiadó, 229 o

35.Kiss Konrád (2018): A rövid élelmiszerláncok (REL) szerepe a hulladékcsökkentésben, helyi piacok jelentősége a körforgásos gazdaságban
https://kovet.hu/wp-content/plugins/magazin_lista/pdf/lepesek_72-pages-11-12.pdf

36.Kovács Zoltán (2010): Népeség- és településföldrajz, ELTE Eötvös Kiadó, 227 o

37.Körkörös Gazdaság, A klímaváltozás hatása az időjárásra
<http://korkorosgazdasag.hu/tudtud-e/a-klimavaltozas-hatasa-az-idojarasra/>

38.KSH Népeségtudományi Kutatóintézet cikke
<http://demografia.hu/hu/tudastar/fogalomtar/90-elso-demografiai-atmenet>

39. Lüthi, D. et al., (2008): High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present, *Nature*, 453, p. 379–382.
40. Manitra A. et al., (2011) Why has Africa become a net food importer?, Róma, ISBN 978-92-5-107088-8
41. Másfelfok, El Nino cikke
<https://masfelfok.hu/klimaszotar/el-nino/>
42. Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia – NÉS, ITM, 2018.
[NÉS_Ogy által elfogadott.PDF \(gov.hu\)](#)
43. Mika János (2019): Az éghajlatváltozás 12 tételben
<http://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/tag/eghajlati-rendszer-belso-ingasa>
44. National Ocean Service 2021 áprilisi cikke
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>
45. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia-2, Csete László (2013): Az éghajlatváltozás várható hatásaira való felkészülés és az alkalmazkodás lehetőségei a magyar mezőgazdaságban. NAS háttér tanulmány. 62. p.,
46. Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030
47. Ónodi T. (2003): Kételyek az üvegházhatás mértékében. *Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz* 36, 136, 10, 119–128.
48. Oppenheimer, Clive (2003). "Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815". *Progress in Physical Geography*. 27, 230–259 p.
49. Országos Meteorológiai Szolgálat cikke 2022 márciusi cikke
https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/
50. P.A. Schulte et al. (2016): Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, pp. 20
51. Párizsi Éghajlati Egyezmény (2015)
https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf 66
52. Péczely György (1979): Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest. 336 p. ISBN 963 17 4411 6
53. Rebecca Lindsey (2020): Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>
54. Richard Dobbs et al., (2011): Urban world: Mapping the economic power of cities
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/urbanization/urban-world-mapping-the-economic-power-of-cities>
55. Robert H. Cowie (2022): The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation?
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12816>
56. Salgó András (2020): Az élelmiszeripar kihívásai: a klímaváltozás hatásai az élelmiszerbiztonságra, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 14-20.
57. Solomon M. Hsiang, et al. (2013): Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1235367>

58. Szécsi Balázs (2019): Az emberiségbe van kódolva, hogy elbukja a klímaváltozás elleni harcot

<https://qubit.hu/2019/06/25/az-emberisegbe-van-kodolva-hogy-elbukja-a-klimavaltozas-elleni-harcot>

59. Tompos András (2020): Klímaváltozás és energiaellátás, különös tekintettel a megújuló forrásokra, In: Magyar Kémikusok Lapja, Különszám, pp. 36.-40.

60. Tripathi et al., (2009): Coupling of CO₂ and Ice Sheet Stability Over Major Climate Transitions of the Last 20 Million Years, Science, 326, p. 1394-1397.

61. WMO (2021): 2021. évi éghajlati állapotértékelő: extrém események és jelentős hatások
https://www.met.hu/ismerettar/meteorologiai_hirek/index.php?id=3113&hir=2021._evi_eghajlati_allapotertekelo:_extrem_esemenyek_es_jelentos_hatasok

A tanulmány további fejezeteiben felhasznált szakirodalmak listája:

1. A KLÍMATÁRGYALÁSOK ÖTVEN ÉVE – Interaktív infografika

Forrás: ENSZ, Európai Bizottság

https://www.europarl.europa.eu/infographic/climate-negotiations-timeline/index_hu.html

2. NASA GISS (Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal Goddard Űrkutatási Intézet, USA)

GISS Felületi hőmérséklet elemzés (GISTempv4)

<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

3. Meteorológiai Világszervezet - WMO, 2021. október 31.: Az éghajlat állapota 2021-ben: Extrém események és jelentős hatások

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>

4. Az ILO Centenárium Nyilatkozata a munka jövőjéért, 2019.

<https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/mission-and-objectives/centenary-declaration/lang--en/index.htm>

5. Fehér könyv - Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás: egy európai fellépési keret felé {SEC (2009) 386} {SEC (2009) 387} {SEC (2009) 388} /* COM/2009/0147 végleges */

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52009DC0147&rid=8>

6. A Bizottság Közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: Az éghajlatváltozás hatásaival szemben reziliens Unió létrehozása – Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó új uniós stratégia {SEC(2021) 89 final} - {SWD(2021) 25 final} - {SWD(2021) 26 final}

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&rid=15>

7. ILO Jelentés: Munka egy melegebb bolygón – A hőstressz hatása a termelékenységre és a tisztességes munkára, 2019. július. 01.

https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_711919/lang--en/index.htm

8. IPCC Hatodik értékelő jelentése, A fizikatudományi alapok, 2021. augusztus

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

9. A 2018 - 2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia - Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz

[file:///C:/Users/Edit/Downloads/MK_18_168_23_2018_OGYhat_Mell%C3%A9klet%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Edit/Downloads/MK_18_168_23_2018_OGYhat_Mell%C3%A9klet%20(1).pdf)

10. Páldy Anna, Erdei Eszter, Bobvos János, Ferenczi Emőke, Nádor Gizella, Szabó Judit: A klímaváltozás egészségi hatásai (Health impact of climate change: Hungarian Health Impact Assessment), Egészségtudomány 48. 2-3:220-236, 2004 -

https://www.antsz.hu/data/cms40726/Eutud_PA.pdf

11. Páldy Anna és Bobvos János: A klímaváltozás egészségügyi hatásai Magyarországon – Az eredmények áttekintése és az alkalmazást segítő lehetőségek, 2014. 12. 16. Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine 2014; 20(1-2):51-67

12. Dr. Páldy Anna et al. (2018): A klímaváltozás hatása egészségünkre és az egészségügyre Magyarországon. Magyar Tudomány 179(2018)9, 1336–1348
DOI:0.1556/2065.179.2018.9.7

https://mersz.hu/hivatkozas/matud_f10359#matud_f10359

13. KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú „NATÉR továbbfejlesztése” projekt: Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – a lakosság sérülékenysége az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival szemben, 2018. június

https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Nepegeszsegugy_NATeR2.pdf

14. Uzzoli Annamária, Szilágyi Dániel, Bán Attila: Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és népegészségügyi következményei - A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon, 2019. július 25. KSH Területi Statisztika Folyóirat - <https://doi.org/10.15196/TS590403>

15. Éghajlatváltozás és Egészség I Jelentés, Szerkesztette: Antal Z. László, Ferenczi Zoltán, Páldy Anna - EMMI IV/1183-1/2020/EGST Éghajlatváltozás és egészség projekt, Társadalomtudományi Kutatóközpont, 2020 -

https://tk.hu/uploads/files/2020/eghajlatvaltozas_egeeszseg_jelentes.pdf

16. Meteorológiai Világszervezet - WMO, 2021. október 31.

Az éghajlat állapota 2021-ben: Extrém események és jelentős hatások

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>

17. Tord Kjellstrom, David Briggs, Chris Freyberg, Bruno Lemke, Matthias Otto, Olivia Hyatt: Heat, Human Performance, and Occupational Health - A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts, Annual Review of Public Health Vol. 37:97-112, March 2016. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740>

18. Tord Kjellstrom: Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related Economic Losses - A New Feature of Global and Urban Health in the Context of Climate Change, Asia Pacific Journal of Public Health, Issue 28: 2_suppl., page(s) 28-37, 26 January 2015 - <https://journals.sagepub.com/home/aph>

19. Robert Gauer, Bryce K. Meyers: Heat-Related Illnesses, American Family Physician, Volume 99, Number 8, 15 April 2019

<https://www.aafp.org/afp/2019/0415/afp20190415p482.pdf>

20. NIOSH Fast Facts: Protecting Yourself from Heat Stress, DHHS (NIOSH) Publ. No. 2010-114

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-114/pdfs/2010-114.pdf>

21. [Rima R Habib](#), [Nataly W El-Haddad](#), [Dana A Halwan](#), [Kareem Elzein](#), [Safa Hojeij](#): Heat Stress-Related Symptoms among Bakery Workers in Lebanon: A National Cross-Sectional Study, Pub.Med.gov Free PMC Article, 15 February 2021 -

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33583242/>

22. Ana Casanueva, Sven Kotlarski, Andreas M. Fischer, Andreas D. Flouris, Tord Kjellstrom, Bruno Lemke, Lars Nybo, Cornelia Schwierz, Mark A. Liniger: Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce, Published online: 23 March 2020 - Reg Environ Change 20,40 (2020) -

https://openresearch-repository.anu.edu.au/bitstream/1885/212349/1/01_Casanueva_Escalating_environmental_2020.pdf

23. Alessandro Messeri, Marco Morabito, Michela Bonafede, Marcella Bugani, Miriam Levi, Alberto Baldasseroni, Alessandra Binazzi, Bernardo Gozzini, Simone Orlandini, Lars Nybo, Alessandro Marinaccio: Heat Stress Perception among Native and Migrant Workers in Italian Industries—Case Studies from the Construction and Agricultural Sectors, International Journal of Environmental Research and Public Health, Published: 27 March 2019, 16, 1090; doi:10.3390/ijerph16071090

www.mdpi.com/journal/ijerph

24. [Marco Morabito](#), [Alessandro Messeri](#), [Alfonso Crisci](#), [Lorenza Pratali](#), [Michela Bonafede](#), [Alessandro Marinaccio](#): Heat warning and public and workers' health at the time of COVID-19 pandemic, Sci 2020 Oct 10; 738: 140347. Published online 2020 Jun 18. doi: [10.1016/j.scitotenv.2020.140347](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140347)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7301811/>

25. [Érica Martínez-Solanas](#), [María López-Ruiz](#), [Gregory A Wellenius](#), [Antonio Gasparrini](#), [Jordi Sunyer](#), [Fernando G Benavides](#), [Xavier Basagaña](#): Evaluation of the Impact of Ambient Temperatures on Occupational Injuries in Spain, Environ Health Perspect, 11;126(6):067002. doi: 10.1289/EHP2590. eCollection 2018 Jun.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29894116/>

26. [Barry S. Levy](#), [Cora Roelofs](#): Impacts of Climate Change on Workers' Health and Safety, Oxford Research Encyclopedias, Published online: 25 February 2019,

<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190632366.013.39>

<https://oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780190632366.001.0001/acrefore-9780190632366-e-39>

27. Centers for Disease Control and Prevention: CDC's Building Resilience Against Climate Effects (BRACE) Framework, CDC 24/7: Saving Lives, Protecting People™ 9 September 2019

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>

28. Jelentés az éghajlatváltozás Kárpát-medencére gyakorolt esetleges hatásainak tudományos értékeléséről, ITM, feladatunk a jövő, 2020. január

<https://zoldbusz.hu/files/jelentes.pdf>

29. The George Washington University: Hazard Zone: The Impact of Climate Change on Occupational Health 2017 [Hazard Zone: The Impact of Climate Change on Occupational Health | Online Public Health \(gwu.edu\)](#)
30. Miriam Levi, Tord Kjellstrom, Alberta Ball Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat
31. [Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat - PubMed \(nih.gov\)](#)
32. [Climate and Labour Issue Paper 28 April 2016 v1_lowres \(ilo.org\)](#)
33. [Climate change impacts on working people: how to develop prevention policies \(nih.gov\)](#)
34. [Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases - PubMed \(nih.gov\)](#)
35. Impacts of Climate Change on Workers' Health and Safety
<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190632366.013.39>
36. WHO Climate change The ultimate global environmental change ituc-csi.org
37. Clinical Ecopsychology: The Mental Health Impacts and Underlying Pathways of the Climate and Environmental Crisis [Clinical Ecopsychology: The Mental Health Impacts and Underlying Pathways of the Climate and Environmental Crisis \(nih.gov\)](#)

14. Mellékletek

1. melléklet. A klímaváltozás, klímavédelem során gyakran használt rövidítések

AAU	kibocsátható mennyiségi egység (szén-dioxid-egyenérték)
AGRATÉR	A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) kiterjesztése az agrár szektorba (AGRATÉR)
BAT	legjobb elérhető technológia (Best Available Techniques)
CLIMATE-ADAPT	Európai Klímaadaptáció Platform (European Climate Adaptation Platform)
CCS	Szén(-dioxid)-leválasztás és tárolás (Carbon Capture Storage)
CCU	Szén(-dioxid)-leválasztás és felhasználás (Carbon Capture and Use)
CIVAS	A klímaváltozás hatásait és a sérülékenységet vizsgáló modell (Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme)
CLT	szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (ld: CCS)
CNG	sűrített földgáz (Compressed Natural Gas)
COM	a Bizottság közleménye (Communication from the Commission)
COP	az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye Részes Feleinek konferenciája (Conference of Parties)
COP 21	az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye Részes Felei Konferenciájának (Conference of Parties) 21. ülészaka, amelyen elfogadásra került a Párizsi Megállapodás
DECC	Egyesült Királyság Energia- és Klímaügyi Minisztériuma (Department of Energy and Climate Change)
DMRS	Duna Makro-Regionális Stratégia
DMRV	Duna Menti Regionális Vízmű
EAP	az Európai Parlament és a Tanács határozata
ÉCsT	Éghajlatváltozási Cselekvési Terv
EEA	Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency)
EEGP	Európai Energiaügyi Gazdaságélénkítő Program
EGT	Európai Gazdasági Térség
EH	Zöld Beruházási Rendszer - Energia Hatékonysági alprogram

Éhvt.	Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvény
EIB	Európai Beruházási Bank
EK	Az Európai Parlament és a Tanács irányelve
ÉMI	Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.
EMIR	Egységes Monitoring Információs Rendszer
E-OBS	európai, napi, nagy felbontású rácsponti adatbázis (European daily high-resolution gridded data set)
ERFA	Európai Regionális Fejlesztési Alap
ESB	Európai Strukturális és Beruházási alapok
ESD	„erőfeszítés-megosztási” határozat
ESZA	Európai Szociális Alap
ETE	Európai Területi Együttműködés
ETS	uniós emisszió-kereskedelmi rendszer
EU15	Ausztria, Belgium, Dánia, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Írország, Olaszország, Luxemburg, Hollandia, Portugália, Spanyolország, Svédország és Egyesült Királyság
EUA	kibocsátható mennyiségi egység az EU kereskedelmi rendszerében
EUSDR	Az Európai Unió Duna régióra vonatkozó stratégiája
EV	elektromos jármű (electric vehicle)
FAO	Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FCV	hidrogén hajtású, üzemanyagcellás jármű (fuel cell vehicle)
F-gázok	fluorozott szénhidrogének (HFC-k), a perfluor-karbonok (PFC-k) és a kén-hexafluorid (SF6)
GINOP	Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program
GPS	Globális Helymeghatározó Rendszer (Global Positioning System)
GZR	Gazdasági Zöldítési Rendszer
HDÚ	Hazai Dekarbonizációs Útiter

HEV	hibrid (elektromos és belső égésű egyidejűleg) hajtású jármű (hybrid electric vehicle)
HFC	fluorozott szénhidrogének
HGCS	Zöld Beruházási Rendszer - Háztartásigép Csere program
HGCS-2014	Otthon Melege Program - Háztartási nagygépek energia megtakarítást eredményező cseréje
HGCS/2016	Otthon Melege Program - Háztartási nagygépek (hűtő és fagyasztó készülék) energia megtakarítást eredményező cseréje alprogram
HMV	Használati melegvíz
ICE	hagyományos belső égésű motor (internal combustion engine)
ICS	Zöld Beruházási Rendszer - Izzó csere program
IKOP	Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Program
IMIR	az Európai Területi Együttműködési, valamint az IPA CBC és ENPI CBC programok informatikai rendszere
INDC	Tervezett Nemzetileg Meghatározott Vállalások (Intended Nationally Determined Contributions)
IPCC	Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change)
KA	Kohéziós Alap
KAP	Közös Agrárpolitika
KEHOP	Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program
KEOP	Környezet és Energia Operatív Program
KFI	felsőoktatási és kutatóintézetek, innovációs KKV-k, inkubátorok és kockázati tőkekezelők hálózata
KIC	Európai Innovációs és Technológiai Intézet által létrehozott tudás és innovációs közösségek
KKV	kis- és középvállalkozás
KMR	Közép-Magyarország régió
KRITÉR	A klímaváltozás okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra projekt
KJT	Kvassay Jenő Terv Nemzeti Vízstratégia

LEADER	Közösségi kezdeményezés a vidék gazdasági fejlesztése érdekében (Liaison Entre Actions pour le Développement de l'Economie Rurale)
LED	fénykibocsátó dióda (Light Emitting Diode)
LIFE/LIFE+program	Az Európai Unió környezetvédelmi és éghajlat-politikai céljait támogató program (L'Instrument Financier pour l'Environnement)
LKFT	Lakóépületek és Környezetük Felújításának Támogatása Program
MÁÉRT	Magyar Állandó Értekezlet
MÁSZ	Mértékadó árvízszint
MAVIR	Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR ZRt.)
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
MÉTA	Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa
MFF	az Európai Unió többéves költségvetési kerete (Multiannual Financial Framework)
MFGI	Magyar Földtani és Geofizikai Intézet
MGCS/2015	Otthon Melege Program - Mosógép csere
NAS	Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia
NATÉR	Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer
NÉeS	Nemzeti Épületenergetikai Stratégia
NDC	Nemzetileg Meghatározott Vállalás (Nationally Determined Contribution)
NEKI	Nemzeti Környezetügyi Intézet
NÉP	Nemzeti Éghajlatváltozási Program
NER300	innovatív megújuló energia hasznosítási és CLT létesítmények telepítését finanszírozó Európai Unió program
NÉS-1	első Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (2008-2025)
NÉS-2	A 2018-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia
NFFS	Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia 2012
NKEK	Nemzeti Környezetvédelmi és Energia Központ Nonprofit Kft.
NKIS	Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia

NKP-4 IV.	Nemzeti Környezetvédelmi Program
NRP	Nemzeti Reform Program
NSKI	Nemzetsratégiai Kutatóintézet
NTA	Nemzeti Természetvédelmi Alapterv (2009-2014)
NVS	Nemzeti Vidékstratégia 2012-2020
OECD	Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (Organisation for Economic Co-operation and Development)
OFTK	Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió
OMSZ	Országos Meteorológiai Szolgálat
OP	operatív program
OVF	Országos Vízügyi Főigazgatóság
PFC	perfluor-karbonok
PM	Partnerségi Megállapodás
PMV érték	Predicted Mean Vote, várható hőérzeti érték
P+R	parkolj le és utazz (Park and Ride)
PHEV	villamosenergia-hálózatról is tölthető hibrid hajtású elektromos és belső égésű jármű (plug-in hybrid electric vehicle)
PPD érték	Predicted Percentage of Dissatisfiedm, a kedvezőtlen hőérzet várható valószínűsége (%)
RES	megújuló energia (Renewable Energy Source)
SDG	Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals)
SF6	kén-hexafluorid
SWOT	Strengths - erősségek; Weaknesses - gyengeségek; Opportunities - lehetőségek; Threats -veszélyek
TEF	Új Széchenyi Terv - Társasházak Energetikai Felújítása alprogram
TEN-T	Transzeurópai közlekedési hálózat (Trans-European Network - Transport)
TH/2015	Zöldgazdaság Fejlesztési Rendszer - Társasház
TOP	Terület- és Településfejlesztési Operatív Program

ÚMVP	Új Magyarország Vidékfejlesztési Program 2007-2013
UNFCCC	ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény
ÚSzT	Új Széchenyi Terv
ÜHG	üvegházgáz
VAHAVA	Változás-Hatás-Válaszadás projekt: A globális klímaváltozás hazai hatásai és az arra adandó válaszok. Magyar Tudományos Akadémia, 2003-2006.
VEKOP	Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program
VKI	Víz Keretirányelv
VP	Vidékfejlesztési Program 2014-2020
VTT	Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése
ZBR	Zöld Beruházási Rendszer
ZBR MO	Zöld Beruházási Rendszer Mi Otthonunk
ZFR	Zöld Finanszírozási Rendszer
ZFR-CSH/2016	Otthon Melege Program - Családi házak energia-megtakarítást eredményező korszerűsítésének, felújításának támogatása alprogram

2. melléklet. Fogalomtár

Adaptáció

Az éghajlatváltozás elkerülhetetlen természeti, társadalmi és gazdasági hatásaival szembeni fellépés és azokhoz történő rugalmas, tervezett igazodás (az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás).

Alacsony szén-dioxidkibocsátású gazdaság

Olyan gazdaság, amely működése minimális ÜHG-kibocsátással jár és ezt a fosszilis energiahordozók kiváltása, az anyag- és energiatakarékosság és a természetes szén-nyelők megerősítése révén éri el.

Alkalmazkodó-képesség

A helyi társadalmi-gazdasági válaszok „ereje” a klímaváltozásra. (Például a mezőgazdasági alkalmazkodás egy formája az öntözés, mely többek között a mezőgazdasági jövedelmezőségtől függ. Egy másik példa a mobilitás, mely egy lehetséges válasz a városi hőhullámokra). Az élővilág esetében annak lehetősége, hogy a vizsgált rendszer működésének áthangolásával mérsékli a hatások káros következményeit, alkalmazkodik hozzájuk, vagy esetleg előnyére fordítja őket.

Allergének

Olyan anyagok, amelyekkel szemben a szervezet érzékenyvé válik, ellenanyagot termel, illetve túlérzékenységi tüneteket (pl. szénanátha, kötőhártya gyulladás, asztma) mutat.

Antropogén hatás

Az emberi tevékenységek által közvetlen vagy közvetett úton kiváltott hatás.

Dekarbonizáció

Az ÜHG-kibocsátás intenzitásának (egységnyi tevékenységre jutó kibocsátás) csökkentése. Amennyiben a kibocsátás kisebb mértékben növekszik, mint a gazdaság, gyenge vagy relatív dekarbonizációról beszélünk. A kibocsátás tényleges csökkentése és a gazdasági növekedés egyidejű megvalósulása az erős vagy abszolút dekarbonizáció.

Desztináció

Fogadótérség, ill. utazási célterület. Turisztikai vonzerőkkel, intézményekkel, szolgáltatásokkal bíró hely, amelyet a turista vagy annak egy csoportja látogatásra kiválaszt, és amelyet a turisztikai kínálati oldal értékesít.

Éghajlati hajtóerők

A NÉS az éghajlatváltozást meghatározó terhelésnek az ÜHG-kibocsátását tekinti. Ennek megfelelően a magas széntartalmú gazdaság és az ahhoz tartozó szektorok (az energiaipar, a lakossági- és a közsféra, az ipar, a közlekedés és a földhasználat) tekinthetők a fő éghajlati hajtóerőknek.

Éghajlati sérülékenység

Az éghajlatváltozás térségi várható hatásait az alkalmazkodó képességgel kombináló komplex mutató, amely figyelembe veszi, az eltérő éghajlati kitettségből, a térségek érzékenységből fakadó hatások a különböző alkalmazkodóképességű térségekben más-más következményekkel járhatnak.

Éghajlatváltozási Cselekvési Terv

A NÉS megvalósítását szolgáló, rövid távra (2-3 éves periódusokra) szóló, operatív tervdokumentum-típus, a végrehajtás alapvető eszköze.

Élelmiszer-önrendelkezés

Az élelmiszer-önrendelkezés jog arra, hogy emberek, régiók, államok vagy azok uniója maguk határozzák meg mezőgazdasági és élelmiszerpolitikájukat, úgy, hogy közben ne árásszák el dömpingáruval más nemzetek piacát.

Élőfakészlet

Az állományokat alkotó élő fák összes föld feletti fatérfogata kéreggel, gallyal együtt.

Élőfalu (ökofalu, biofalu)

Olyan emberi léptékű, minden jellemzővel rendelkező település, amelyben az emberi tevékenységek károsodás nélkül építhetők be a természeti világba, még hozzá olyan módon, hogy az elősegíti az egészséges emberi kiteljesedést és sikeresen folytatható a végtelenségig.

Energiaszegénység

A háztartások megfelelő energiaellátásának megfizetésére való képesség hiánya.

Epidemiológia

Az egészséggel kapcsolatos állapotok, jelenségek megoszlásának és az előfordulásukat befolyásoló tényezőknek a vizsgálata egy adott népességcsoportban (populációban) azzal a céllal, hogy eredményeit felhasználja az egészséggel kapcsolatos problémák megoldásához.

Erózió

A talajpusztulás egyik formája. Lényege a talajok anyagának mechanikai rombolása víz (vízerózió), vagy szél által (defláció). A szállító közeg a talaj részecskéit egy adott területről elhordja és egy másik területre szállítja.

Értékelés

Alapvetően egy adott tervezési szint (szakpolitika/koncepció, program, projekt) működésének és/vagy eredményeinek, céljai teljesülésének meghatározott módszertan szerinti és jellemzően a monitoring tevékenységből származó információkra épülő vizsgálata és összehasonlítása a kezdeti célkitűzésekkel, a tervezés időpontjában létező elvárásokkal; egyúttal beazonosítva a változás irányait.

ESB-alapok

2014 és 2020 között a kohéziós politika finanszírozása az európai strukturális és beruházási alapokból (ESB-alapok) történik. Az elnevezés öt különböző alapot [Európai Regionális Fejlesztési Alap (ERFA), Európai Szociális Alap (ESZA), Kohéziós Alap, Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap és az Európai Tengerügyi és Halászati Alap] jelent. Mind az öt alapot az ún. közös rendelkezésekről szóló 1303/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet szabályozza.

ETS

Az Európai Unió által kidolgozott, 2005 elején működésbe lépett, kötelező érvényű kibocsátáskereskedelmi rendszer. A világ első nemzetközi, vállalati szintű, korlátozások és kereskedelem egyidejű alkalmazásán alapuló rendszere, amelynek keretében a szén-dioxid és más üvegházhatású gázok kibocsátására vonatkozó kvótákat határoznak meg.

Ex-ante (előzetes) értékelés

Adott tervdokumentum hatásait előre feltáró értékelés típus, a tervdokumentum stratégiájának, prioritásai sorrendiségének, valamint külső és belső koherenciájának optimalizálására törekvő értékelés.

Ex-post (utólagos) értékelés

A tervdokumentum időtávjának lezárultát követően 2-3 éven belül végrehajtandó értékelés típus, amely többek között kiterjed a források felhasználására, a támogatás hatékonyságára és eredményességére, valamint mindazon tényezőkre, amelyek segítették vagy hátráltatták a program végrehajtását, az eredmények elérését.

Fagyos nap

Napi minimumhőmérséklet kevesebb, mint 0°C

Fenológia

Az élőlények egyedfejlődésében bekövetkező szakaszokat, az ún. fenofázisokat vizsgáló tudomány. Növényeknél leggyakrabban megfigyelt fenofázisok pl. a virágzás kezdete, a teljes virágzás, a termésérés kezdete stb.

Földhasználat

A mezőgazdasági hasznosítású földterületek művelési ágak szerinti nagyságáról, összetételéről; az üvegház és fólia alatti termelés nagyságáról, összetételéről, a szántóterület hasznosításáról információt adó mutatótípus.

Geológiai formáció

A kőzetrétegtan alapvető egysége. Meghatározott körülmények között keletkezett kőzetösszetétel, amely térképezhető, esetenként számos kőzetrétegből állhat, melyek hasonló kőzettani, fácies vagy egyéb tulajdonságokkal rendelkeznek.

Helyigazdaságfejlesztés

Tudatos, helyi közösségi alapú beavatkozás a gazdasági folyamatokba a fenntartható helyi fejlődés érdekében.

Hőhullámos nap

Napi középhőmérséklet meghaladja a 25 °C-ot

Indikátor

Uniós jogszabályokban és programokban nevesített, vagy egyéb támogatási programok célkitűzései számszerűsített megvalósulásának nyomon követését lehetővé tevő mutató.

Intermodalitás

A különböző közlekedési módok egymáshoz kapcsolása egy utazási láncon belül (például a P + R esetben parkolás és közösségi közlekedés összekapcsolása)

Invázió

Egy adott területen nem őshonos növény- és állatfajok gyors elterjedése, melyet általában a környezeti feltételekben bekövetkező tartós és kiterjedt változások váltanak ki.

Ipari ökológia vagy ipari szimbiózis

Különböző iparágak összekapcsolására vonatkozó szemlélet, amely az anyagnak és az energiának a természetes ökoszisztémákban megtalálható körforgását honosítja meg az ipari folyamatokban. A nyersanyagtól a végeredményig vezető lineáris termelési folyamatokat visszacsatolások révén olyan körfolyamatokká alakítja, amelynek keretében az egyik folyamat hulladékát egy másik termelési folyamat használja fel nyersanyagként.

K+F+I ökoszisztéma

Olyan - egymást kiegészítő - kutatási, fejlesztési és innovációs tevékenységek, melyek egységes rendszert alkotva hoznak létre hozzáadott értéket.

Klímatudatosság

Olyan gondolkodásmód vagy döntési, tervezési mechanizmus, mely a cselekvés előkészítésekor figyelembe veszi az éghajlatváltozás tényét, várható kockázatait, illetve hatásait a cselekvőre. Tényleges tevékenységeit az egyén, csoport vagy intézmény úgy alakítja ki, hogy e kockázatok várható negatív hatásait minimálisra csökkentse a maga számára; továbbá tevékenységével minél kevésbé gyorsítsa az éghajlatváltozás folyamatát vagy lehetőség szerint lassítsa azt.

Komodalitás

A közlekedési ágak aktív együttműködése, a különböző közlekedési módoknak az optimális közlekedési rendszer kialakítása érdekében történő leghatékonyabb együttes alkalmazása. Például a RoLa (gördülő országút) során a kamionok szállítása vasúton történik.

Közbenső értékelés A tervdokumentum végrehajtása során alkalmazott értékelés típus, amely vizsgálja, hogy a fejlesztési koncepció/stratégia/program továbbra is igazodik-e a környezetéhez, a célcsoportjához és a kitűzött célokhoz.

LEADER

Liaison Entre Actions pour le Developpement de l'Economie Rurale (Közösségi kezdeményezés a vidék gazdasági fejlesztése érdekében). Az Európai Unió vidékfejlesztési politikájának része, az Európai Bizottság által kidolgozott közösségi kezdeményezések egyike. A program neve a francia megnevezés kezdőbetűiből származik.

Melioráció

Minden olyan tevékenység, ami a mezőgazdasági területek, talajok hozamok növelése céljából történő javításába beletartozik.

Mitigáció

Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése, az éghajlatváltozás hatásainak megelőzése, mérséklése érdekében.

Monitoring

Folyamatos adatgyűjtési, -szolgáltatási és nyomon követési tevékenység meghatározott formátumban és felelősségi körrel, a fejlesztéspolitikai beavatkozásokat követve, és a végrehajtás állapotát figyelve, adott stratégia/program előrehaladását regisztrálva.

Multimodalitás

Különböző közlekedési módok különböző utakhoz/célokhoz történő igénybevétele.

NER 300 Program

Az ETS irányelv alapján a 2013-2020 kereskedési időszakra a szén-dioxid környezetvédelmi szempontból biztonságos leválasztását és geológiai tárolását, valamint a megújuló energiaforrások hasznosítását szolgáló innovatív technológiák demonstrációs projektjeinek támogatását célzó program.

Nyári nap

Napi maximumhőmérséklet meghaladja a 25 °C-ot

Nyelő

Azon létesítmény, valamint maga a biomassa, amely valamilyen üvegházhatású gázt, aeroszol részecskét vagy azok képződését előidéző anyagot képes megkötni a légkörből.

Párizsi Megállapodás

2015. december 12-én, a Résztes Felek Konferenciájának 21. ülészakán létrejött, a globális klímapolitika jövőjével foglalkozó nemzetközi megállapodás, a Résztes Felek vállalásaira épülő, jogilag kötelező erejű, globális nemzetközi megállapodás. A Megállapodás új, átfogó keretet biztosít a nemzetközi klímapolitikai együttműködésnek, tartalmazva a további együttműködés célkitűzéseit és kereteit az érintett témakörökben. A kapcsolódó Határozat a Megállapodás végrehajtásához szükséges szabályozási és intézményi eszközöket, rendelkezéseket foglalja magában.

Participatív tervezési eljárás (közösségi tervezés)

A részvételen (participáción) alapuló közösségi tervezés kulcseleme a helyi érintettek, közösségek aktivizálása és bevonása egy közös jövőkép és stratégia kialakításába, oly módon, hogy az valóban tükrözze a közösség szükségleteit, igényeit és szempontjait.

Partnerségi Megállapodás

Adott EU tagállam által a partnerek bevonásával, a többszintű irányítási megközelítéssel összhangban készített dokumentum, amely a tagállamnak az ESB-alapok eredményes és hatékony felhasználására vonatkozó stratégiáját, prioritásait és intézkedéseit határozza meg az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedésre vonatkozó uniós stratégia megvalósítása érdekében, és amelyet a Bizottság értékelés és az érintett tagállammal folytatott párbeszéd után jóváhagy.

Regionális éghajlatimodell

Fizikai alapja a globális modellekéhez hasonló, a számításokat viszont egy kisebb területre (ún. korlátos tartományra) végzik el, ezáltal jelentősen megnövekedhet a modell felbontása (jelenleg 10-25 km). A modell számára a kezdeti feltételeken túl határfeltételeket is meg kell adni, mellyel figyelembe vehetjük a tartományon kívül zajló folyamatokat. A határfeltételeket leggyakrabban globális modellek szolgáltatják.

Széndioxid-egyenérték

Egy tonna szén-dioxidnak, vagy azzal megegyező globális éghajlat-módosító potenciálnak (GWP) megfelelő mennyiségű üvegházhatású gáz.

Szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (CLT)

A nagy léptékű, pontszerű kibocsátásokból (például ipari létesítmények, erőművek) eredő szén-dioxid leválasztására, sűrítésére, szállítására, majd a megfelelő helyen a föld alá sajtolására kifejlesztett technológiák láncolata.

Területi differenciáltság

Bármely körülmény, adottság térben különböző előfordulása.

Üvegházhatás

A légkör alsó rétegének felmelegedése annak következtében, hogy a rövidhullámú napsugárzás jelentősebb elnyelődés nélkül hatol keresztül a légkörön és a Föld felszínén nyelődik el. Ugyanakkor a felszín hosszuhullámú (infravörös) sugárzását lényegesen nagyobb mértékben elnyeli a légkör, ezáltal visszatartva a hőt.

Városi hősziget

A vízszintes és függőleges irányban egyaránt sok mesterséges burkolattal (aszfalt, beton) rendelkező településeken a környező természetes felszínborítottságú területekhez képest kialakuló magasabb hőmérsékletek: a mesterséges burkolatok több energiát nyelnek el, s ezért több energiát adnak át a felettük lévő légrétegeknek is, mint a természetes növényzettel borított területek.

Vektorok

A környezetegészségügy területén a gerinces gazdaszervezetek között a fertőző kórokozó átvitelére képes gerinctelen állatok.

3. melléklet. Vezetői, munkavállalói érdekvédelmi interjúk leirata

Vezetői interjú témái

1. Ágazat: *több feldolgozóipari ágazatban működő szakszervezeti szövetség*
2. Munkakör: *elnök, alelnök*
3. Releváns munkatapasztalat (években): 20, 30
4. A klímaváltozással kapcsolatos személyes vélemény kifejtése, általában: *intenzíven zajlik a klímaváltozás, szükséges lenne, ha nem elszenvetődő, hanem befolyásoló lennénk a folyamatnak. Gyakran tapasztaljuk, hogy politikai célok burkolt megjelenítése történik a klímaváltozásra hivatkozással. Ugyanakkor hiányoznak az előremutató, innovatív tervek, megoldások.*
5. A klímaváltozással kapcsolatos munkáltatói magatartással (különös tekintettel a munkavállalói kérdőíven felvetett eldöntendő kérdésekre) kapcsolatos tapasztalatok, az ágazat és esetleg a konkrét munkáltató vonatkozásában

A) blokk – a jelenlegi helyzet

- a vezetés/ágazat számára létezik-e a probléma: *alapvetően attól függ, hogy milyen a munkáltató tulajdonosi köre, és milyen termékeket gyárt, szolgáltatásokat nyújt, hiszen eltérő piaci elvárások jelentkeznek „zöld” termékek esetében, ilyenkor a termelőnek mutatnia kell a vásárlók felé a környezettudatosságát. Inkább csak kommunikációs szinten jelenik meg a klímaváltozás, mint probléma. Egyaránt hiányzik a társadalmi nyomás, és a munkavállalók irányából érkező, változtatásra irányuló elvárás.*
- mennyiben érinti az ágazat/munkáltató jövőbeni tevékenységét várhatóan: *egyelőre semennyire nem látható ez. A tervezésnél, az állami beruházási támogatásoknál kevésbé jelenik meg a környezetre gyakorolt, hosszú távon is pozitív hatás, mint szempont.*
- munkavédelmi problémaként megjelenik-e a klímaváltozás: *csak ad hoc jelleggel tesznek intézkedéseket, ha jól látható (pl. médiában is megjelenő) problémáról van szó; elsősorban a látszatra figyelnek, és nem a tényleges teljesítményre. A fiatalabb generációk környezettudatossága magasabb szintű.*
- az intézkedések között szerepel-e (a munkavállalók által végzett tevékenységektől és az aktuális klímaterheléstől függően, hősgriádó esetén kötelezően):
 - a) a munkaszervezés, mint a munkaidő átütemezése: *sajnos, a munkáltatók gyakorta az alapvető munkajogi szabályokat sem tartják be. Az egyes államok gyakorlatában már megjelenő 4 napos munkahét bevezetésére nincs hazai terv, de érdemes lenne kutatást végezni ezzel kapcsolatban.*
 - b) a folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása: *általában megoldott.*
 - c) az óránkénti 5 - 10 perc helyett gyakoribb munkaközi szünet elrendelése: *Vannak hiányosságok ezen a területen. Sajnos, sokszor a munkahelyek kialakítása olyan, hogy az 5-10 perces szünet legfeljebb csak a mosdó használatára elegendő. Ilyen esetekben kedvezőbb lenne a munkavállalók számára a szünetek összevonása, természetesen csak korlátozott mértékben (nem az egész munkanapra)*
 - d) árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása: *Kis munkáltatóknál általában semmilyen pihenő- és/vagy étkezőhely nem biztosított, igyekeznek a rendelkezésre álló területet teljes egészében termelésre/szolgáltatásra felhasználni.*
 - e) megfelelő, jól szellőző munkaruha (a láthatósági mellényt is beleértve), a fej-, a tarkó- és a szem védelme: *Általában rendelkezésre áll a munkáltatóknál a megfelelő munkaruházat, egyéni védőeszközök. Előfordult mostanában, hogy egy munkáltatónál a munkavállalók - bérköveteléseik mellé – megfogalmazták béren kívüli (pl. megfelelő munkaruházat) követeléseiket is.*

Vezetői interjú

1. Ágazat: *feldolgozóipar*

2. Munkakör: *főosztályvezető (munka- és egészségvédelem)*

3. Releváns munkatapasztalat (években): 25

4. A klímaváltozással kapcsolatos személyes vélemény kifejtése, általában

A klíma változása folyamatosan zajlik a Föld története folyamán, jelenleg is intenzív változás közben vagyunk. Ezeket a folyamatokat alapvetően nem az emberi tevékenység generálja, így a befolyásolás lehetősége is igen korlátozott.

5. A klímaváltozással kapcsolatos munkáltatói magatartással (különös tekintettel a munkavállalói kérdőíven felvetett eldöntendő kérdésekre) kapcsolatos tapasztalatok, az ágazat és esetleg a konkrét munkáltató vonatkozásában:

A munkáltató számára a klímaváltozás, mint probléma nem létezik. Az alapvető, jogszabályba foglalt környezetvédelmi kötelezettségeket sem teljesítik. A válaszadó által közvetlenül ismert további, kb. 15 munkáltatónál ugyanez a helyzet.

A) blokk – a jelenlegi helyzet

- a vezetés/ágazat számára létezik-e a probléma: *nem, a fentiek szerint*
- mennyiben érinti az ágazat/munkáltató jövőbeni tevékenységét várhatóan: *nem foglalkoznak ezzel a kérdéssel*
- munkavédelmi problémaként megjelenik-e a klímaváltozás: *igen*
- tettek-e már intézkedéseket: *igen*
- az intézkedések között szerepel-e (a munkavállalók által végzett tevékenységektől és az aktuális klímaterheléstől függően, hőstressz esetén kötelezően):
 - f) a munkaszervezés, mint a munkaidő átütemezése: *nem*
 - g) a folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása: *igen*
 - h) az óránkénti 5 - 10 perc helyett gyakoribb munkaközi szünet elrendelése: *igen*
 - i) árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása: *nem maradéktalanul*
 - j) megfelelő, jól szellőző munkaruha (a láthatósági mellényt is beleértve), a fej-, a tarkó- és a szem védelme: *igen, hőségben könnyített ruházat viselésére van lehetősége a dolgozónak, kültéri munkahelyeken baseball sapkát és napszemüveget juttatnak*
 - k) elsősegélyhely kialakítása pl. a pihenőhelyeken: *központi üzemi elsősegélynyújtást biztosítanak*
 - l) hőségben hetente végzett időszakos munkaköri alkalmassági vizsgálat (a foglalkoztatás korlátozása/tiltása pl. magasvérnyomás, cukorbetegség, légzőszervi betegségek, allergiák, egyéni érzékenység, idős munkavállalók stb. esetén): *gyakrabban biztosított, de nem hetente. Régebben a légzőszervi elváltozások detektálása volt a fókuszban, most pedig, már évek óta, a szív- és érrendszeri megbetegedések kiszűrése, hiszen ezek előfordulása tömeges. Ez nyilván összefügg a munkavállalók növekvő átlagéletkorával. Keresőképtelen állományba leggyakrabban felsőlégúti és mozgásszervi megbetegedések miatt kerülnek a munkatársak.*
 - m) a gyakoribb ellenőrzés; figyelőszolgálat a munkavállalók védelmére; tájékoztatás, poszterek, szórólapok; rendkívüli munkavédelmi oktatás (pl. a foglalkozás-egészségügyi alapszolgálat bevonásával a hőstressz egészségi ártalmairól) stb.: *a kockázatértékelést kiegészítették.*
- rendelkeznek/használnak-e WBGT mérőműszert a hőterhelés becslésére, a hőmunka - feltételek ellenőrzésére (szabadtéri vagy zárttéri munkavégzés során): *a munkavédelmi szakemberek alkalmanként végeznek méréseket, a foglalkozás-egészségügyi szolgálat ezekben nem vesz részt, a válaszadó nem is látja szükségesnek ezt.*

B) blokk – a jövőbeni helyzet

- tervezik-e, hogy a munkáltató tevékenységében és működésében változtatásokat eszközölnek a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás keretében: *nincs ilyen terv*
- szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel.
- A munkahelyi jó gyakorlat kialakításához milyen segítséget vár:
 - *a munkavállalók számára juttatandó egyéni védőeszközök és a klímaváltozás hatásait enyhítő egyéb eszközök (pl. baseball sapka) kedvezményes elszámolhatósága;*
 - *a foglalkozás-egészségügyi szolgálat által feltárt, illetve további szakorvosi vizsgálatot igénylő megbetegedések esetén gyors és hatékony, állami szakorvosi ellátás biztosítása a munkatársak számára (pl.: helyben 8 hónappal későbbre kap időpontot a beutalt kardiológiai vizsgálatra);*
 - *a foglalkozás-egészségügyi szakorvos széleskörű beutalási lehetőséggel rendelkezzen, államilag finanszírozott egészségügyi szolgáltatások vonatkozásában;*
 - *az egyes veszélyes tevékenységeket (pl. kohászok) számára a korkedvezményes nyugdíjba vonulás lehetőségének biztosítása;*
 - *az üzemi mentőszolgálat működési feltételeinek újraszabályozása, pl.: jelenleg 13 évesnél idősebb gépjármű nem üzemeltethető mentőként. Ugyanakkor az üzemi mentőszolgálat gépjárműveinek futásteljesítménye lényegesen alacsonyabb, mint az Országos Mentőszolgálat gépjárműveié, miközben az üzemeltetés feltételei azonosak. Így előfordulhat, hogy egy 40.000 km-t futott üzemi mentőt selejtezni kell.*
- a) megfelelő (EU-s és hazai) szabályozást:
 - *a munkahelyi elsősegélynyújtás jogi szabályozása igen csekély, csak a legáltalánosabb követelmények jelennek meg. Nagy segítség lenne a munkáltatók számára a kötelezettségek pontosabb és részletesebb meghatározása,*
 - *az elektromágneses sugárzással, terekkel kapcsolatos munkavédelmi feladatoknak a jelenlegi módon történő meghatározása nem segíti elő a biztonságot és egészségmegőrzést.*
- b) az ágazati és munkahelyi stratégia kialakításához módszertani segédletet, tájékoztatást, figyelemfelhívó kampányokat, képzést (kiemelten: a munkahelyi elsősegélynyújtás terén): *hasznos lenne, a munkáltatói vezetők, a munkavédelmi szakemberek, a foglalkozás-egészségügyi szakorvosok és szakápolók, a munkavállalók és képviselőik számára egyaránt.*
- c) az eszközbeszerzéshez (vizsgáló műszerek; egyéni védőfelszerelések, mint pl. hűtőmellények; ivóvíz automaták; klimatizált konténer pihenőhelyek stb.) anyagi támogatást (pl. pályázatok útján): *hasznos lenne állami (EU-s) forrásokból nyújtott támogatás ezek beszerzésére*

6. Személyes vélemény:

- a válaszadó személyesen szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel: *igen, globális, Európai Unió és hazai beavatkozást egyaránt szükségesnek tart a válaszadó.*
- szükségesnek lát-e jogszabály módosítást (munkavédelmi kötelezettségekben, a munkavédelmi feltételrendszer megváltoztatásában): *igen, mind a munkavédelmi, mind a munkajogi, valamint az adójogi szabályozásban.*
- igénye lenne-e módszertani támogatásra a munkavédelmi tevékenységek fejlesztésére a klímaváltozás kihívásaival kapcsolatban: *feltétlenül szükségesnek tartja.*

Vezetői interjú témái

1. Ágazat: *építéskivitelezés, hídstruktúrák gyártása*
2. Munkakör: *vezető*
3. Releváns munkatapasztalat (években): *15 év*

4. A klímaváltozással kapcsolatos személyes vélemény kifejtése, általában:

Fontos probléma a klímaváltozás, kétségtelenül jelen lévő folyamat látja. Magánemberként, családapaként is tapasztalja, hogy nincs hó, nem tudnak a gyerekekkel szánkózni. Az pozitív, hogy nem kell télen havat lapátolni és alacsonyabb a fűtésszámla.

Vezetőként, ezen a tevékenységi területen inkább előnyös a változás, szinte egész télen változatlanul tudják folytatni a tevékenységet, ez jelentős költségmegtakarítással jár. A nyári esetleges többlet költségek alacsonyak ahhoz képest, hogy mennyivel költséghatékonyabbak és tervezhetőbbek a téli munkák, már sok éve. Régebben kénytelenek voltak magasabb díjjal kalkulálni a költségvetést a téli időszakra, hiszen nem lehetett tudni előre, hogy mikor és mennyi idő alatt tudják elvégezni a feladatokat, hiszen +5 °C alatt nem tudnak kültéren hegeszteni.

5. A klímaváltozással kapcsolatos munkáltatói magatartással (különös tekintettel a munkavállalói kérdőíven felvetett eldöntendő kérdésekre) kapcsolatos tapasztalatok, az ágazat és esetleg a konkrét munkáltató vonatkozásában, az interjú helyzetben adaptálva

A) blokk – a jelenlegi helyzet

- a vezetés/ágazat számára létezik-e a probléma: *jelenleg inkább a pozitív hatásokat itéli többnek.*
- mennyiben érinti az ágazat/munkáltató jövőbeni tevékenységét várhatóan: *úgy gondolja, a jövőben a fokozódó nyári hőhullámok miatt kismértékben romlani fog a helyzet. A száraz időszakokban a folyók vízszintjének csökkenése gondot okoz, egyes hídépítési feladatokat akadályoz, esetleg a technológiákat váltani, módosítani kell.*
- munkavédelmi problémaként megjelenik-e a klímaváltozás: *a nyári kánikula esetleg, de hát korábban is voltak forró nyarak, időszakok.*
- tettek-e már intézkedéseket: *igen.*
- az intézkedések között szerepel-e (a munkavállalók által végzett tevékenységektől és az aktuális klímátényezőktől függően, hősgriadó esetén kötelezően):
 - n) a munkaszervezés, mint a munkaidő átütemezése: *igen, igyekeznek kánikulában korábbi időpontban kezdeni a műszakot, sajnos, az osztott munkaidőre sem megfelelő jogszabály által biztosított lehetőségünk nincs, sem a munkavállalók nem vállalják, hiszen gyakran jelentős időigénye van a lakóhelyről a munkahelyre és vissza közlekedésnek. Sok dolgozó lakik munkásszállóban, számukra is rendkívül kedvezőtlen lenne ez.*
 - o) a folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása: *megvalósul. Vannak beszállítók, akik megrendelésre raklappal hozzák az ásványvizet a konténerekhez.*
 - p) az óránkénti 5 - 10 perc helyett gyakoribb munkaközi szünet elrendelése: *biztosított.*
 - q) árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása: *a gyártómű dolgozói számára van a telepített munkahelyen ilyen lehetőség, a külső helyszínekre pedig konténereket telepítenek, hűtéssel, fűtéssel. hűtőszekrénnel, konyhával.*
 - r) megfelelő, jól szellőző munkaruha (a láthatósági mellényt is beleértve), a fej-, a tarkó- és a szem védelme: *biztosított. Nyáron pólót és kantáros nadrágot hordanak a munkavállalók, a legtöbb gond a műszálas láthatósági mellények viselésével van. Igazán feleslegesen itéli ezeket, hiszen a hídszerkezetek helyszíni gyártása és szerelése során zárt munkaterületen dolgoznak munkatársaink, ugyanakkor a fővállalkozó igényli a mellények biztosítását és a viselés megkövetelését.*
 - s) elsősegélyhely kialakítása pl. a pihenőhelyeken: *a telepített munkahelyen és a konténerekben is biztosított.*
 - t) mosdási, zuhanyozási lehetőség biztosítása (a munkavégzés idején is): *a telepített munkahelyeken rendelkezésre áll, a változó munkahelyeken, konténereknél mobil WC és kézmosási lehetőség van.*
 - u) hősgben hetente végzett időszakos munkaköri alkalmassági vizsgálat (a foglalkoztatás korlátozása/tiltása pl. magas vérnyomás, cukorbetegség, légzőszervi betegségek, allergiák, egyéni érzékenység, idős munkavállalók stb. esetén): *nem jellemző.*
 - v) a gyakoribb ellenőrzés; figyelőszolgálat a munkavállalók védelmére; tájékoztatás, poszterek, szórólapok; rendkívüli munkavédelmi oktatás (pl. a foglalkozás-egészségügyi alapszolgálat bevonásával a hőstressz egészségi ártalmairól) stb.: *a*

tájékoztatásra nagy súlyt helyeznek, a munkavédelmi vezető rendszeresen készít információs plakátokat munkavállalóink számára, az oktatásokon is teljes körű a tájékoztatás.

- rendelkeznek/használnak-e WBGT mérőműszert a hőterhelés becslésére, a hőmunka - feltételek ellenőrzésére (szabadtéri vagy zárttéri munkavégzés során): *csak technológiai okokból mérik a hőmérsékletet.*

B) blokk – a jövőbeni helyzet

- tervezik-e, hogy a munkáltató tevékenységében és működésében változtatásokat eszközölnek a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás keretében: *nem tervezik.*
- szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel: *nem.*
- A munkahelyi jó gyakorlat kialakításához milyen segítséget vár:
 - d) megfelelő (EU-s és hazai) szabályozást: *nem szükséges.*
 - e) az ágazati és munkahelyi stratégia kialakításához módszertani segédletet, tájékoztatást, figyelemfelhívó kampányokat, képzést (kiemelten: a munkahelyi elsősegélynyújtás terén): *nem szükséges.*
 - f) az eszközbeszerzéshez (vizsgáló műszerek; egyéni védőfelszerelések, mint pl. hűtőmellények; ivóvíz automaták; klimatizált konténer pihenőhelyek stb.) anyagi támogatást (pl. pályázatok útján): *nem szükséges. A munkavédelemre fordított összeg a termelési költségekhez képest nagyon alacsony, biztosítani tudják a munkavállalók számára, ami szükséges, nem okoz gondot.*

6. Személyes vélemény:

- a válaszadó személyesen szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel: *nem.*
- szükségesnek lát-e jogszabály módosítást (munkavédelmi kötelezettségekben, a munkavédelmi feltételrendszer megváltoztatásában): *a munkaidőre vonatkozó munkajogi szabályozást nem tartja megfelelőnek, a munkaidőkeret sem segít. Kedvezőbb lenne a munkavállalók számára a hosszabb munkaidő lehetősége, akkor kevesebb időt töltenének utazással, és a rekreációs lehetőségeik növekednének. Ebben vár állami segítséget.*
- igénye lenne-e módszertani támogatásra a munkavédelmi tevékenységek fejlesztésére a klímaváltozás kihívásaival kapcsolatban: *nem.*

Vezetői interjú témái Rávai Attila

1. Ágazat: *honvédelem*

2. Munkakör: *honvédelmi munkafelügyeleti és sugárvédelmi vezető*

3. Releváns munkatapasztalat (években): *20*

4. A klímaváltozással kapcsolatos személyes vélemény kifejtése, általában

A klímaváltozás jelenlévő, és egyre fajsúlyosabbá váló probléma. Az emberi tevékenység jelentős részben hozzájárul a helyzet romlásához. Az emberiség túléléséhez haladéktalanul cselekedni kell.

5. A klímaváltozással kapcsolatos munkáltatói magatartással (különös tekintettel a munkavállalói kérdőíven felvetett eldöntendő kérdésekre) kapcsolatos tapasztalatok, az ágazat és esetleg a konkrét munkáltató vonatkozásában általában:

Az épületek létesítése, felújítása során a lehetőségek és a szükségszerűségek megvalósítása kapcsán, az épületek energetikai tényezőivel kapcsolatos szabályozások határozottan pozitív eredményhez vezetnek. Az ágazatban élnek az energia hatékonysági pályázatokon elnyerhető lehetőségekkel, folyamatos a korszerűsítés, napelemes és geotermikus fűtési rendszerek telepítése, egyes honvédségi létesítményekben ezek már maradéktalanul működnek. A további fejlesztés az állami ösztönzőrendszeren múlik. A külföldi jó gyakorlatokat folyamatosan követik. A mobil rendszerek és a nemzetközi szerepvállalás miatt valamennyi, klímaváltozással érintett tényező figyelembevételre szükséges.

A) blokk – a jelenlegi helyzet

- a vezetés/ágazat számára létezik-e a probléma: *Az ágazat vezetése tisztában van a klímaváltozás okozta kihívásokkal. Számos biztonsági kérdést érintenek ezek.*
- mennyiben érinti az ágazat/munkáltató jövőbeni tevékenységét várhatóan: *A nem kritikus időszakokban mód van az ágazatban a klímatervezők változásának a negatív hatásait csökkenteni, különféle intézkedésekkel, azonban a kormányzat részéről a prioritások kijelölése nagyon fontos.*
- munkavédelmi problémaként megjelenik-e a klímaváltozás: *Teljes mértékben, a főtevékenységekhez és a munkahelyek kialakításához, valamint a munkavállalók védelméhez kapcsolódóan egyaránt.*
- tettek-e már intézkedéseket: *Igen, folyamatos készülnek háttér tanulmányok, a havária helyzetek elemzését és a potenciális következmények elhárítási lehetőségeinek kimunkálását elvégzik. Az okos épületek létesítésében, automatizálásban, robotizálásban látják a legnagyobb potenciált a munkavállalók védelme érdekében.*
- az intézkedések között szerepel-e (a munkavállalók által végzett tevékenységektől és az aktuális klímatervezőktől függően, hősgriadó esetén kötelezően):
 - w) a munkaszervezés, mint a munkaidő átütemezése: *Korlátozott mértékig, de amikor lehetőség van rá, meghozzák az intézkedéseket. Jó lenne, ha a munkajogi szabályozás tágabb teret nyitna e tekintetben (pl. osztott munkaidő). Van már jó gyakorlat, mely során egyműszakos munkarendben is nyáron korai munkakezdéssel csökkentik a nyári kánikula egészségkárosító hatását, de ez egyedi megoldás, szélesebb körben nem alkalmazzák.*
 - x) a folyadékpótlás, hűtött ivóvíz állandó biztosítása: *Biztonsági kérdés, így teljes mértékben megoldott az ágazatban.*
 - y) az óránkénti 5 - 10 perc helyett gyakoribb munkaközi szünet elrendelése: *Nem minden tevékenység esetén van lehetőség erre.*
 - z) árnyékos, hűtött, klimatizált pihenőhelyek biztosítása: *Nem minden tevékenység esetén van lehetőség erre.*
 - aa) megfelelő, jól szellőző munkaruha (a láthatósági mellényt is beleértve), a fej-, a tarkó- és a szem védelme: *Jelentős fejlődés történt az ágazatban e tekintetben: az egyenruházat színe, anyaga, formai kialakítása egyaránt változott. A már belföldön is használatos sivatagi kalap a fejet, nyakat egyaránt védi a napsugárzástól. Egyes feladatoknál a napszemüveg, illetve a napsugárzás és a por szembe jutása ellen védő szemüveg is biztosított. Gyakorlatokhoz naptejet is juttatnak.*
 - bb) elsősegélyhely kialakítása pl. a pihenőhelyeken: *Korábban az egészségügyi szolgálat elkülönülten működött, jelenleg erre felkészített honvédek látják el az elsősegélynyújtási feladatokat, de valamennyi katona is részesül ilyen irányú felkészítésben. A gyorsreagálású hadtesteknél valamennyi katona részesül elsősegélynyújtó felkészítésben.*
 - cc) mosdási, zuhanyozási lehetőség biztosítása (a munkavégzés idején is): *konténerekkel biztosított.*
 - dd) hősgben hetente végzett időszakos munkaköri alkalmassági vizsgálat (a foglalkoztatás korlátozása/tiltása pl. magasvérnyomás, cukorbetegség, légzőszervi betegségek, allergiák, egyéni érzékenység, idős munkavállalók stb. esetén): *Nem jellemző.*
 - ee) a gyakoribb ellenőrzés; figyelőszolgálat a munkavállalók védelmére; tájékoztatás, poszterek, szórólapok; rendkívüli munkavédelmi oktatás (pl. a foglalkozás-egészségügyi alapszolgálat bevonásával a hőstressz egészségi ártalmairól) stb.: *Riasztási rendszer működik, a munkavédelmi feladatokat ellátók közreműködésével.*
- rendelkeznek/használnak-e WBGT mérőműszert a hőterhelés becslésére, a hőmunka - feltételek ellenőrzésére (szabadtéri vagy zárttéri munkavégzés során): *Nem jellemző. Alapvetően infrastruktúra üzemeltetési szempontból történnek klímatervező mérések, nem munkahigiénés szempontból.*

B) blokk – a jövőbeni helyzet

- tervezik-e, hogy a munkáltató tevékenységében és működésében változtatásokat eszközölnek a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás keretében: *Az állami irányítás döntését igényli, komplex és interdiszciplináris megközelítésben.*

- szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel: *Mindenképpen indokolt lenne jó gyakorlatok, megoldás minták biztosítása.*
- A munkahelyi jó gyakorlat kialakításához milyen segítséget vár:
 - g) megfelelő (EU-s és hazai) szabályozást: *Igen, indokolt lenne.*
 - h) az ágazati és munkahelyi stratégia kialakításához módszertani segédletet, tájékoztatást, figyelemfelhívó kampányokat, képzést (kiemelten: a munkahelyi elsősegélynyújtás terén): *Különösen jó gyakorlatok kialakítása és kommunikációja nagy segítség lenne, akár egyes épülettípusokra tervezési ajánlás vagy mintatervek, akár több szakterületet képviselő egyetemi szakértők bevonásával.*
 - i) az eszközbeszerzéshez (vizsgáló műszerek; egyéni védőfelszerelések, mint pl. hűtőmellények; ivóvíz automaták; klimatizált konténer pihenőhelyek stb.) anyagi támogatást (pl. pályázatok útján).

6. Személyes vélemény:

- a válaszadó személyesen szükségesnek tart-e állami beavatkozást a klímaváltozás hatásainak lassítása érdekében, ha igen, milyen intézkedésekkel: *Igen, feltétlenül szükséges az állami irányítás aktív részvétele.*
- szükségesnek lát-e jogszabály módosítást (munkavédelmi kötelezettségekben, a munkavédelmi feltételrendszer megváltoztatásában): *Igen, feltétlenül szükséges a követelmények, feladatok meghatározása, komplex szemlélettel.*
- igénye lenne-e módszertani támogatásra a munkavédelmi tevékenységek fejlesztésére a klímaváltozás kihívásaival kapcsolatban: *Igen, ld. az 5. pontnál.*

4. melléklet. Munkavállalói kérdőív

Kedves Válaszadó!

Egyre több hír jelenik meg a sajtóban, az interneten a szélsőséges időjárásra visszavezethető környezeti katasztrófákról. Arról azonban kevesebb szó esik, hogy a munka világára, a munkavégzésre van-e ezeknek hatása.

Szeretnénk az Ön segítségét kérni, a véleményét megismerni, hogy a mostani vagy jövőbeni munkahelyére, munkakörülményeire vonatkozóan vizsgálhassuk a klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásait munkavédelmi szempontból. A kérdőív online is kitölthető, ha módja van rá, inkább éljen az online kitöltés lehetőségével. Elérhető:

<https://www.surveio.com/survey/d/P5L1U6O9Y6J5C6R1F>

A kérdőív kitöltése egyszerű, néhány percet vesz igénybe. A kitöltőkről semmilyen személyes adatot nem gyűjtünk.

A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium GINOP-5.3.7–VEKOP-17-2017-00001 azonosító számú kiemelt projektjének megvalósítása során végezzük.

Ha kérdése van a kitöltéssel kapcsolatban, kérjük, írjon a ... email címre.

Köszönjük szépen.

Enrawell Consulting Kft.

1 Melyik ágazatban dolgozik Ön?

☐ Feldolgozóipar ☐ Építőipar ☐ Mezőgazdaság ☐ Egészségügy

2 Az Ön munkája:

☐ Fizikai ☐ Szellemi ☐ Fizikai és szellemi egyaránt

3 A jelenlegi (vagy ehhez nagyon hasonló) munkát hány éve végzi?

4 Mi a jellemző az Ön munkájára:

☐ Kültéri ☐ Beltéri ☐ Kültéren és beltéren egyaránt dolgozom

5 Ingadozik a hőmérséklet a munkahelyén egy normál napon?

☐ Igen ☐ Nem jelentősen

6 Van hőforrás (kazán, meleg technológia stb.) a munkahelye közelében?

☐ Igen ☐ Nincs

7 Van gőzt termelő berendezés az Ön munkahelye közelében?

☐ Igen ☐ Nincs

8 Mi a jellemző az Ön munkájára:

☐ A munkáltatóm telephelyén dolgozom ☐ A munkáltatóm telephelyén kívül dolgozom

9 Ön szerint hazánkban jelentkeznek a klímaváltozás hatásai?

☐ Igen ☐ Nem

10 Ön szerint igazak-e az alábbi állítások: (Több választ is megjelölhet!)

	Igaz	Nem igaz
nyáron időnként elviselhetetlenül meleg van, és ez akadályozza a munkám elvégzését, vagy csökkenti a munkám hatékonyságát		
egyre több csípő, szűrő rovar (kullancs, légy, darázs, szúnyog stb.) zavar a munkavégzés során		
szélsőséges időjárási jelenségek (viharos szél, felhőszakadás) akadályozzák a munkámat, illetve okoznak többlet feladatokat		
egyre több allergiát okozó anyaggal, növényvel (pl. parlagfű), állattal kell kapcsolatban kerülnöm munkám során		
gyakran nagyon rossz levegőben (por, bűz, gázok, gőzök) kell végezni a munkámat		
a nagyon erős napsugárzásban olykor leégek, esetleg más bőrpanaszaim is jelentkeznek		
konkrét betegségem is volt (van) már a klímaváltozás káros hatásai miatt (hőguta, Lyme-kór, stb.)		

11 Munkáltatója tudná csökkenteni az Ön által megjelölt kellemetlenségeket, illetve azok negatív hatásait? Jelölje, hogy milyen intézkedéseket látna szükségesnek: (Több választ is megjelölhet!)

	Igaz	Nem
a munkaidő csökkentése		
a munkaidőbeosztás módosítása, pl. korábbi munkakezdés (ahol ez lehetséges); osztott műszak; hosszabb ebéridő; hosszabb szünetek a munkavégzés során)		
a hőhatások (hideg, meleg) csökkentésére alkalmas, kényelmes munkaruházat juttatása		
sapka, kalap, napszemüveg, naptej juttatása		
rovarcsípés elleni készítmények juttatása, beltéri, illetve hordozható rovarriasztók és -csapdák biztosítása		
hűtött pihenőhelyiség (külföldön pl. konténer) biztosítása		
az időjárási katasztrófák során szükséges cselekvésekről, a lehetséges védőintézkedésekről képzés, gyakoroltatás		
a klímaváltozás káros hatásai csökkentése érdekében a munkahely átalakítása (pl. védőtető és -falak, hűtő- vagy fűtőberendezés elhelyezése, az épület hőszigetelésének javítása, árnyékolók elhelyezése)		
porok, gőzök, gázok káros hatásai ellen olyan egyéni védőeszközök biztosítása, amelyek a lehető legkevesbé nehezítik meg a munkát		

12 A klímaváltozással összefüggésben a munkahelyi munkavédelem fejlesztésére vonatkozóan van további javaslata? Ha igen, kérjük, írja le!

13 Életkora

☐ 25 évnél fiatalabb ☐ 26-40 éves ☐ 41-55 éves ☐ 56 évesnél idősebb

14 Neme

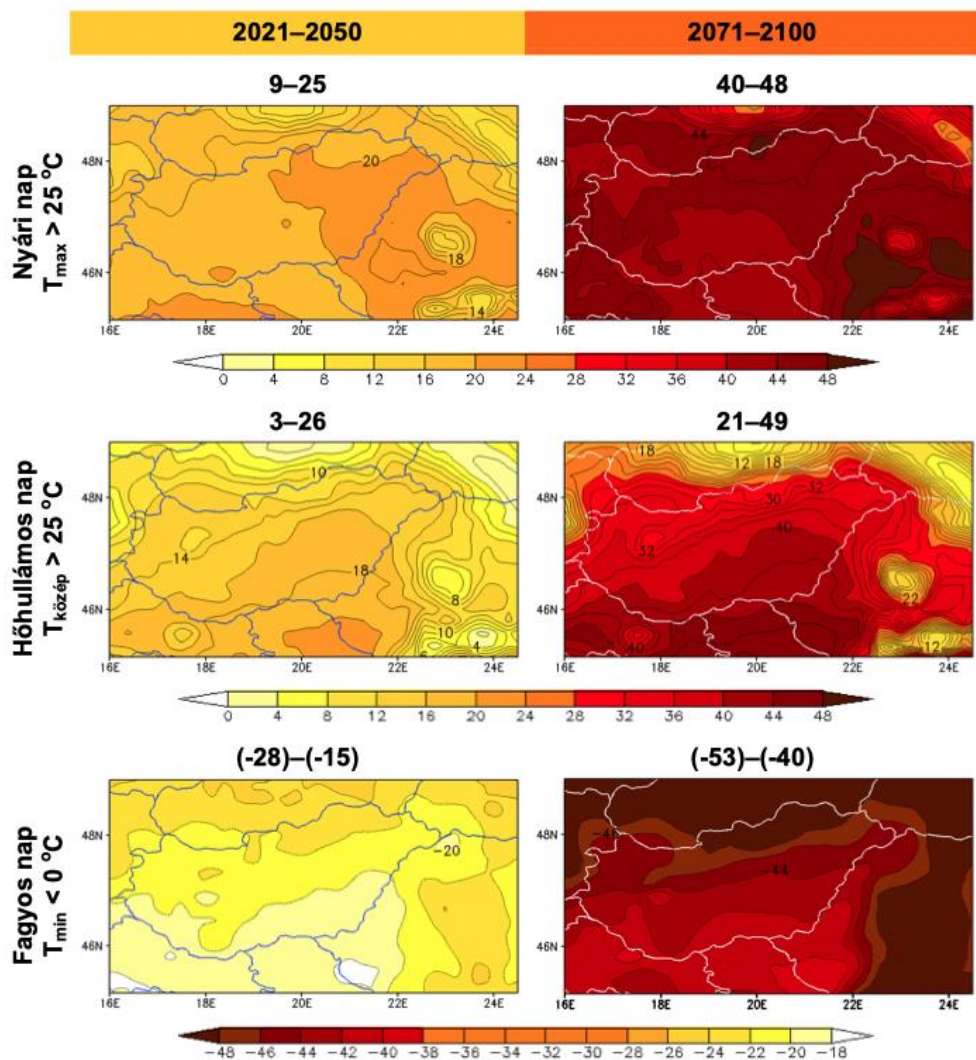
☐ Férfi ☐ Nő ☐ Nem adom meg

Köszönjük, hogy kitöltötte a kérdőívünket!

5. melléklet. Hazai prognózis

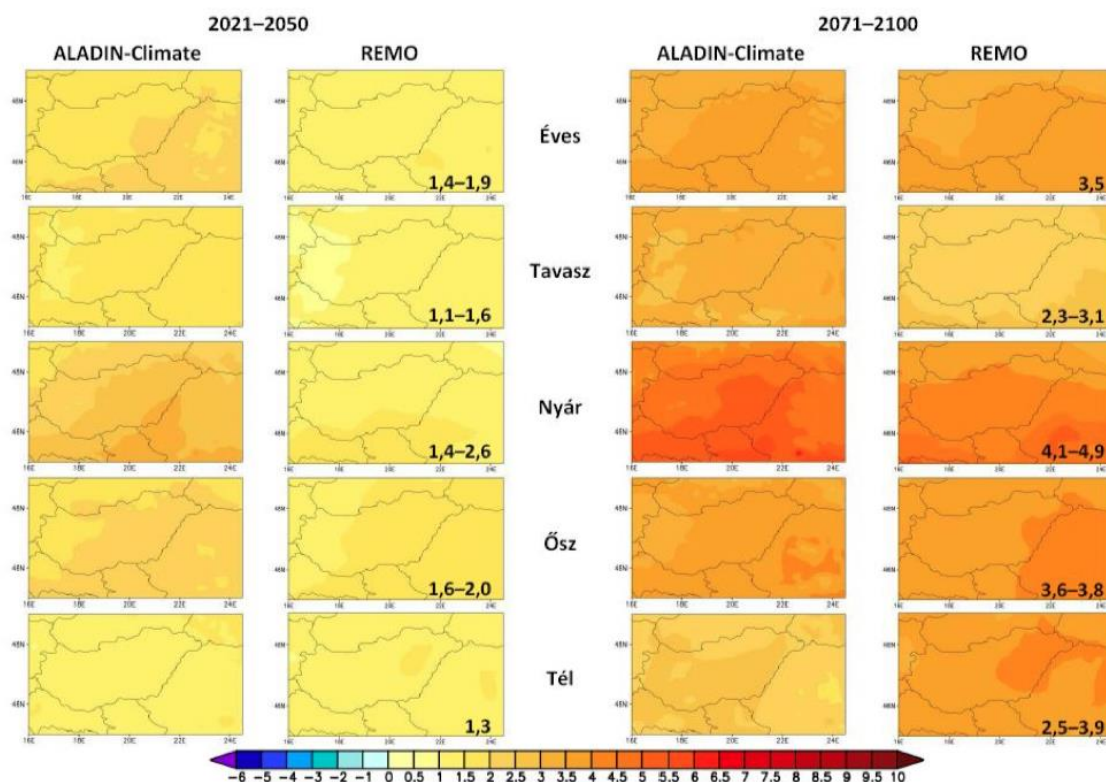
A hazai extrém magas hőmérsékleti indikátorok és a hóhullámos napok számának várható alakulása

A hőmérsékleti indexek jövőbeli változását előrejelző kompozittérképek



Forrás: Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő, ELTE, OMSZ (2012)

Éves és évszakos átlaghőmérséklet-változás (°C)

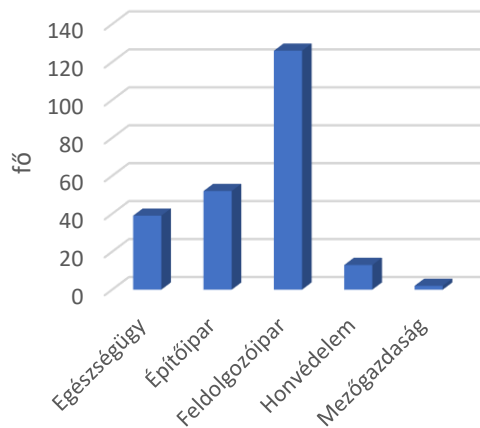


Megjegyzés: az ALADIN-Climate¹ és a REMO² regionális klímamodellek eredményei alapján 1961–1990 modellátlagaihoz képest (SRES A1B forgatókönyv). A feltüntetett számértékek az országos átlagos változás alsó és felső határát jelölik. Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat

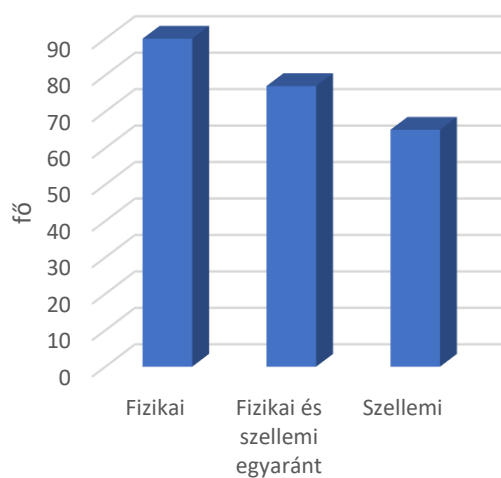
Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 7.o.

6. melléklet. A munkavállalói kérdőívekre adott válaszok vizualizációja

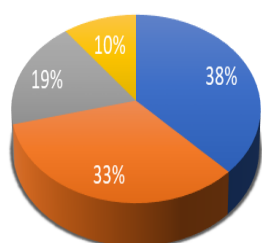
1. kérdés: Melyik ágazatban dolgozik Ön?



2. kérdés: Az Ön munkája:

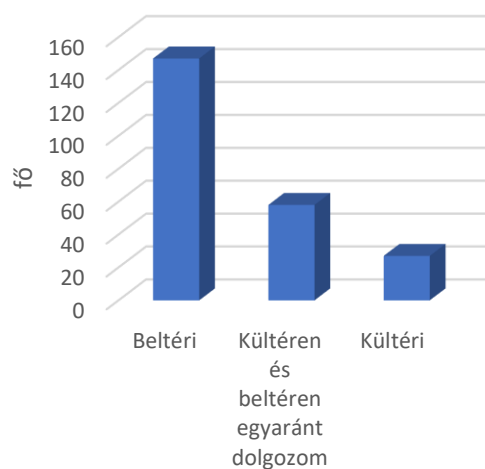


3. kérdés: A jelenlegi (vagy ehhez nagyon hasonló) munkát hány éve végzi?

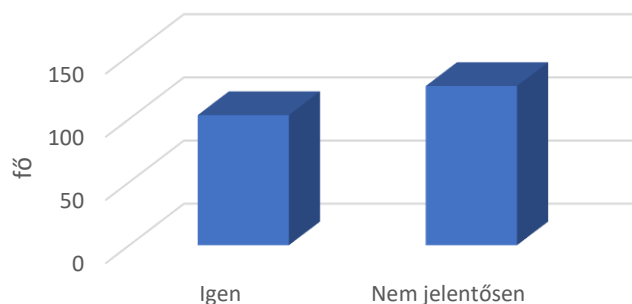


■ 10 éve vagy kevesebb ■ 11 és 20 év között
■ 21 és 30 év között ■ legalább 31 éve

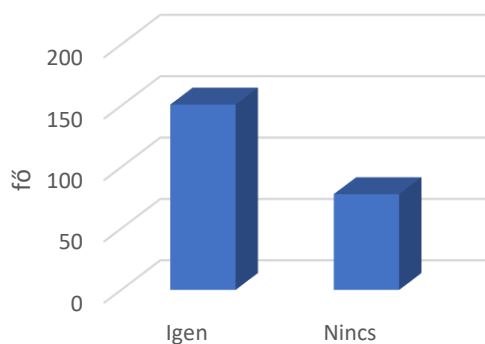
4. kérdés: Mi jellemző az Ön munkájára:



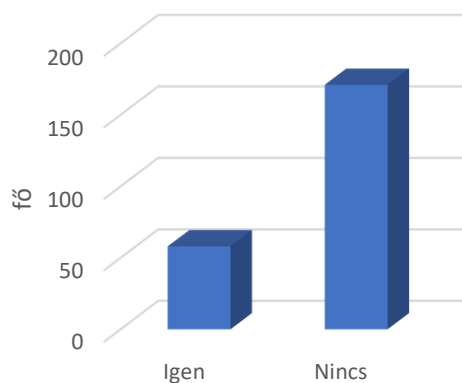
5. kérdés: Ingadozik a hőmérséklet a munkahelyén egy normál napon?



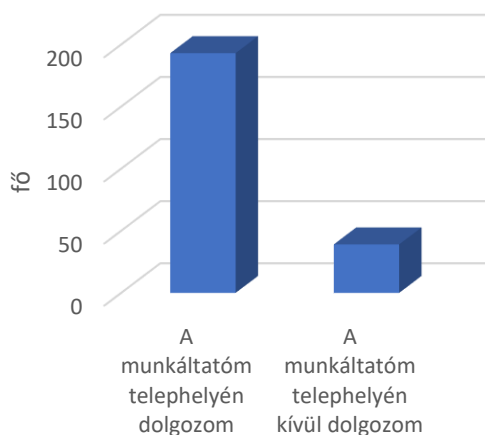
6. kérdés: Van hőforrás
(kazán, meleg technológia
stb.) a munkahelye
közelében?



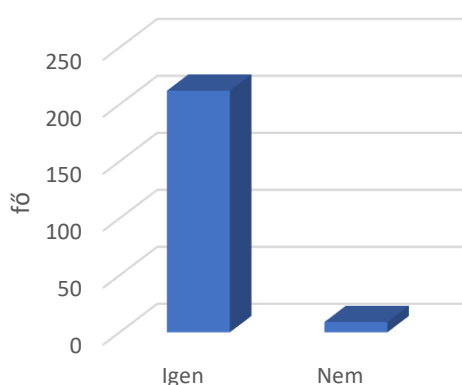
7. kérdés: Van gőzt termelő
berendezés az Ön
munkahelye közelében?



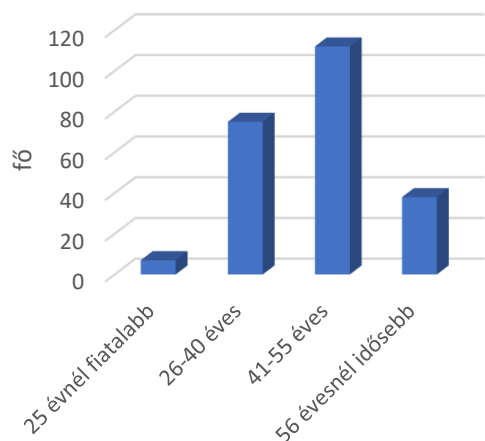
8. kérdés: Mi a jellemző az
Ön munkájára:



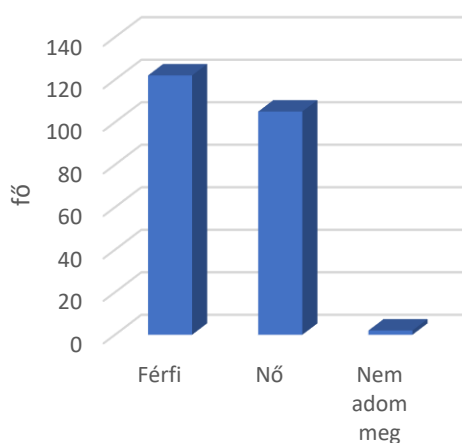
9. kérdés: Ön szerint
hazánkban jelentkeznek a
klímaváltozás hatásai?



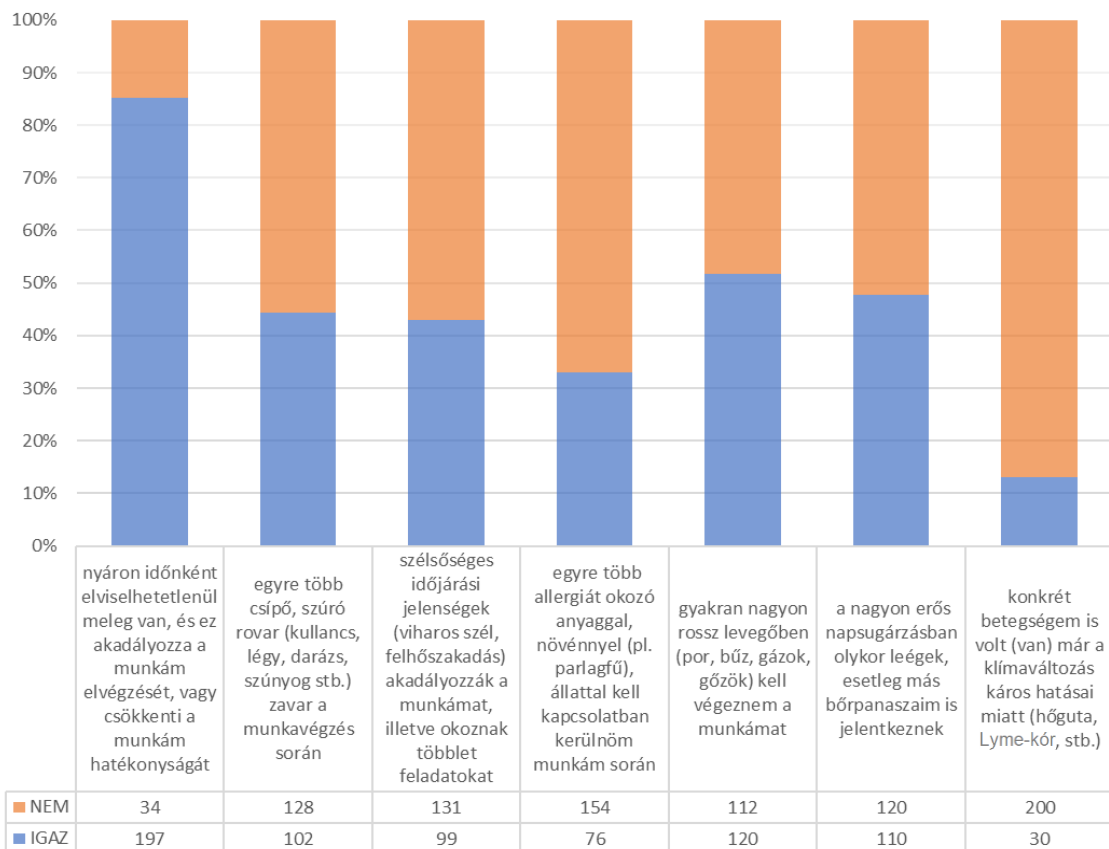
13. kérdés: Életkora:



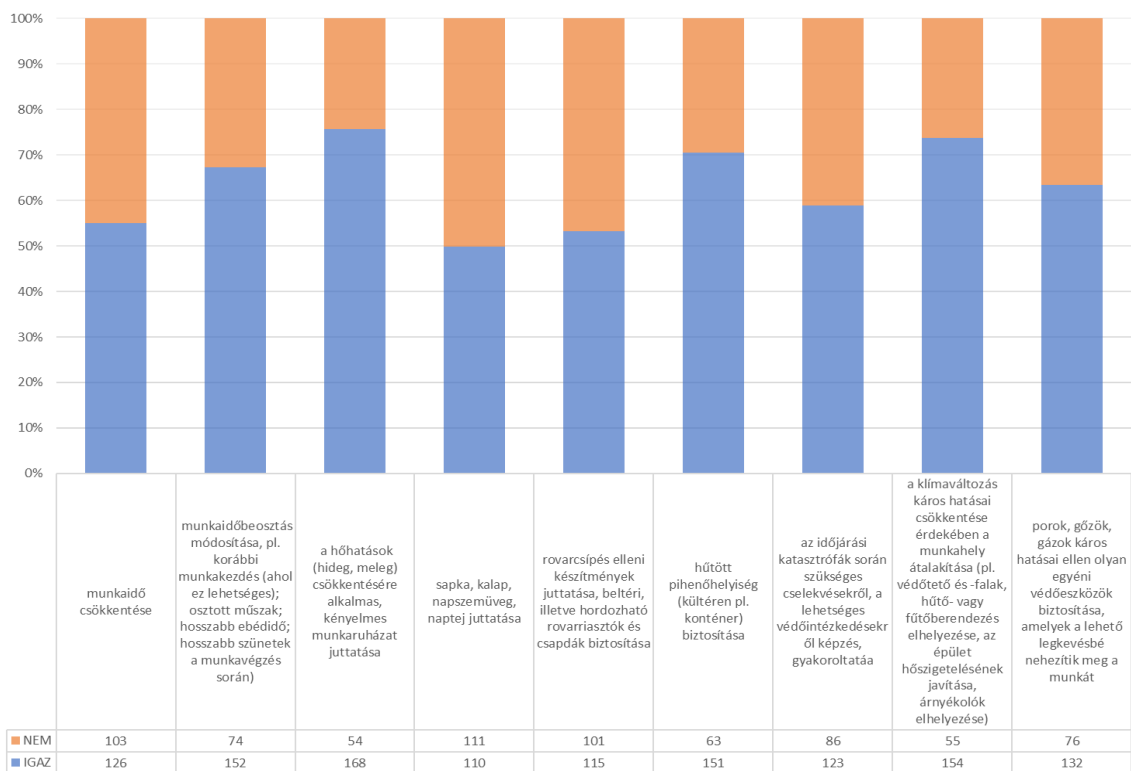
14. kérdés: Neme:



10. Ön szerint igazak-e az alábbi állítások:



11. Munkáltatója tudná csökkenteni az Ön által megjelölt kellemetlenségeket, illetve azok negatív hatásait? Jelölje, hogy milyen intézkedéseket látna szükségesnek:





MUNKAVÉDELEM

GINOP-5.3.7-VEKOP-17-2017-00001 azonosító számú
„Jogszerű foglalkoztatás fejlesztése” elnevezésű kiemelt projekt

Készítette:
Enrawell Consulting Kft.

2022

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE