

Éghajlatváltozás és Egészség oktatási anyag tantermi előadásokhoz



Erasmus+



CLIMATEMED

CLIMATEMED projekt – 2024



**Co-funded by
the European Union**

Disclaimer: Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Foundation for the Development of the Education System. Neither the European Union nor entity providing the grant can be held responsible for them.

The CLIMATEMED Project has developed this learning material with the support of the European Committee under the Erasmus+ framework
2021-2-HU01-KA220-HED-000050972.

CLIMATEMED Project lead partner:

University of Pécs, Pécs, Hungary

CLIMATEMED Project consortium partners:

Center for Health, Exercise and Sport Science,
Beograd, Serbia

George Emil Palade University of Medicine,
Pharmacy, Science, and Technology of Târgu
Mureș, Târgu Mureș, Romania

National Pharmacy and Public Health Center,
Budapest, Hungary

University College Cork – National University of
Ireland, Cork, Ireland

CLIMATEMED Project contributor partners:

University of Szeged, Albert Szent-Györgyi
Medical School, Department of Public Health,
Szeged, Hungary

University of Novi Sad, Serbia Faculty of Sport
and Physical Education, Novi Sad, Serbia

Tartalomjegyzék

1.	Az éghajlatváltozás és lehetséges hatásai	I.-1
2.	Hőszabályozás, hőhatások és a hőguta	II.-1
3.	Az éghajlatváltozás hatása a szív- és érrendszeri betegségekre (CVD)	III.-1
4.	Éghajlatváltozás és anyagcserezavarok	IV.-1
5.	A hőmérséklet hatása a vesefunkcióra és a vesebetegségekre	V.-1
6.	Az éghajlatváltozás hatása a várandósságra és a termékenységre	VI.-1
7.	Az éghajlatváltozás mentális egészségre gyakorolt hatása és az éghajlatváltozás foglalkozás-egészségügyi vonatkozásai	VII.-1
8.	Az éghajlatváltozás farmakológiai vonatkozásai	VIII.-1
9.	Az éghajlatváltozás hatása a vektorok által terjesztett betegségek előfordulására	IX.-1
10.	Vízzel terjedő fertőzések, toxikus algák és balneológiai kérdések az éghajlatváltozás kontextusában	X.-1
11.	Az éghajlatváltozás hatása az allergiákra és a bőrbetegségekre	XI.-1
12.	Az éghajlatváltozás hatása a daganatos és a gombás betegségekre, továbbá a mikotoxinokra	XII.-1
13.	Erdőtüzek, aszályok és egyéb szélsőséges időjárási események egészséghatásai	XIII.-1
14.	Az egészségügyi ellátórendszer környezettudatos működtetése, az esélyhátrányok csökkentésének és az alkalmazkodás lehetőségei	XIV.-1

Az éghajlatváltozás és lehetséges hatásai

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

Az előadás során a hallgatók ismereteket sajátíthatnak el:

- az éghajlatváltozás és a globális felmelegedés okaival és folyamatával kapcsolatban;
- az éghajlatváltozás hatásainak fokozottan kitett népességcsoportokról;
- az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt közvetlen és közvetett hatásairól;
- az éghajlatváltozással összefüggő egészség-kockázatokról és vészhelyzetekről a világ különböző régióit illetően;
- az éghajlatváltozással kapcsolatosan az egészségügyi ellátórendszert érintő főbb kihívásokról, és a téma további tanulmányozását segítő szempontokról.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>



- Az éghajlatváltozás korunk egyik legnagyobb kihívása. Ma már széles körben elismert tény, hogy az éghajlatváltozás és a biológiai sokféleség csökkenése összefügg egymással, és hogy mindkettőt egyre inkább befolyásolja az emberi tevékenység.
- Előadássorozatunkkal szeretnénk számos olyan kockázatra felhívni a figyelmet, amelyet a Föld ökológiai és éghajlati jellemzőinek átalakulása jelent az emberi társadalmak számára. A témák között szerepel a víz- és élelmiszerbiztonság, a levegő minőség, a gyógyászati, rekreációs vagy gazdasági célokra használt természeti erőforrások elérhetősége, a népesség elvándorlása, az erőforrások birtoklásáért kialakuló konfliktusok, természeti katasztrófák, valamint a új betegségek kialakulását eredményező hatások tárgyalása.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

gazdasági, társadalmi és kulturális javakra, a szolgáltatásokra és az infrastruktúrára.

Ember okozta (antropogén) hatások – a feltételezeten az emberi tevékenységek által okozott változások, általában a környezeti levegőhőmérséklet emelkedése (felmelegedés).

Globális felmelegedés – az elmúlt évszázadban a bioszféra levegőjének hőmérsékletében bekövetkezett emelkedés; továbbá minden olyan földtörténeti időszak, amikor a Föld légkörének hőmérséklete emelkedést mutatott; továbbá az ilyen változásokhoz kapcsolódó elméletek.

→ <https://unfccc.int/>

Az éghajlatváltozás okai lehetnek természetes változások, például a napsiklusok módosulása, vulkánkitörések, illetve antropogén hatások miatt bekövetkező változások, például a légkör összetételének vagy földhasználatnak a tartós változása.

Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményének (UNFCCC) 1. cikke az éghajlatváltozást úgy határozza meg, mint „az éghajlat olyan változása, amely közvetlenül vagy közvetve emberi tevékenységnek tulajdonítható, amely megváltoztatja a globális légkör összetételét, és befolyásolja az összehasonlítható időszakokban megfigyelt természetes éghajlati változékonyságot”.

Az UNFCCC tehát különbséget tesz a légkör összetételét megváltoztató emberi tevékenységeknek tulajdonítható éghajlatváltozás és a természetes okokra visszavezethető éghajlati változékonyság között.

Éghajlatváltozási veszély – olyan folyamat, jelenség vagy emberi tevékenység, amely életek elvesztését, sérülést vagy más egészséghatást, vagyoni kárt, társadalmi vagy gazdasági problémákat vagy környezeti károkat okozhat.

Éghajlatváltozás kockázata – az éghajlattal kapcsolatos veszély, illetve az ilyen veszélyre adott alkalmazkodási válaszok kedvezőtlen következményeinek lehetősége az életre, a megélhetésre, az egészségre és jólétre, az ökoszisztémákra és fajokra, a

“We are on the brink of missing the opportunity to limit global warming to 1.5°C.”

UN Emissions Gap Report, 2019



“Climate change is the single biggest risk that exists to the economy today.”

Henry Paulson,
Former United States Secretary of the Treasury

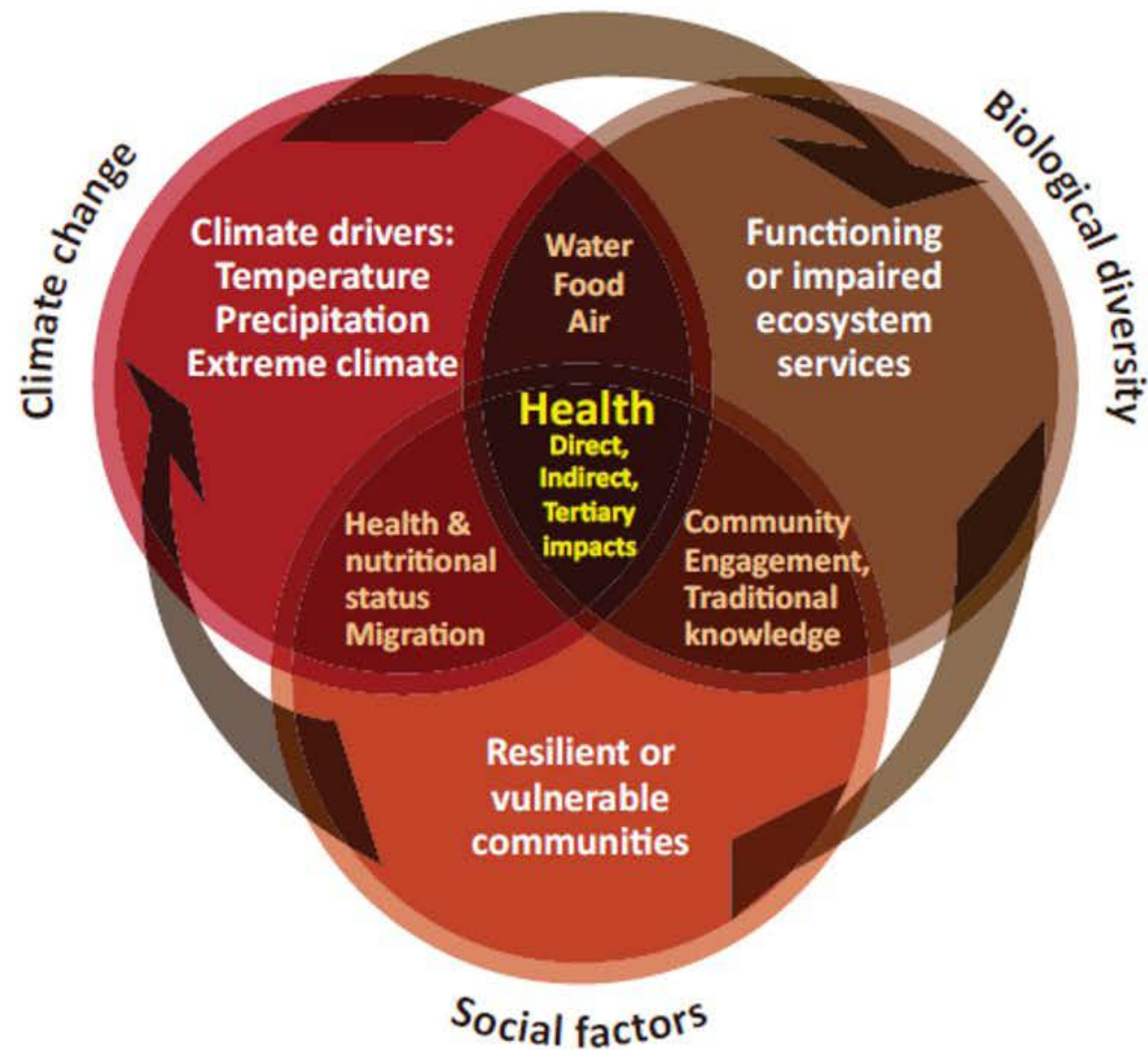


Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change’s health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts Accessed 16 March 2023

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

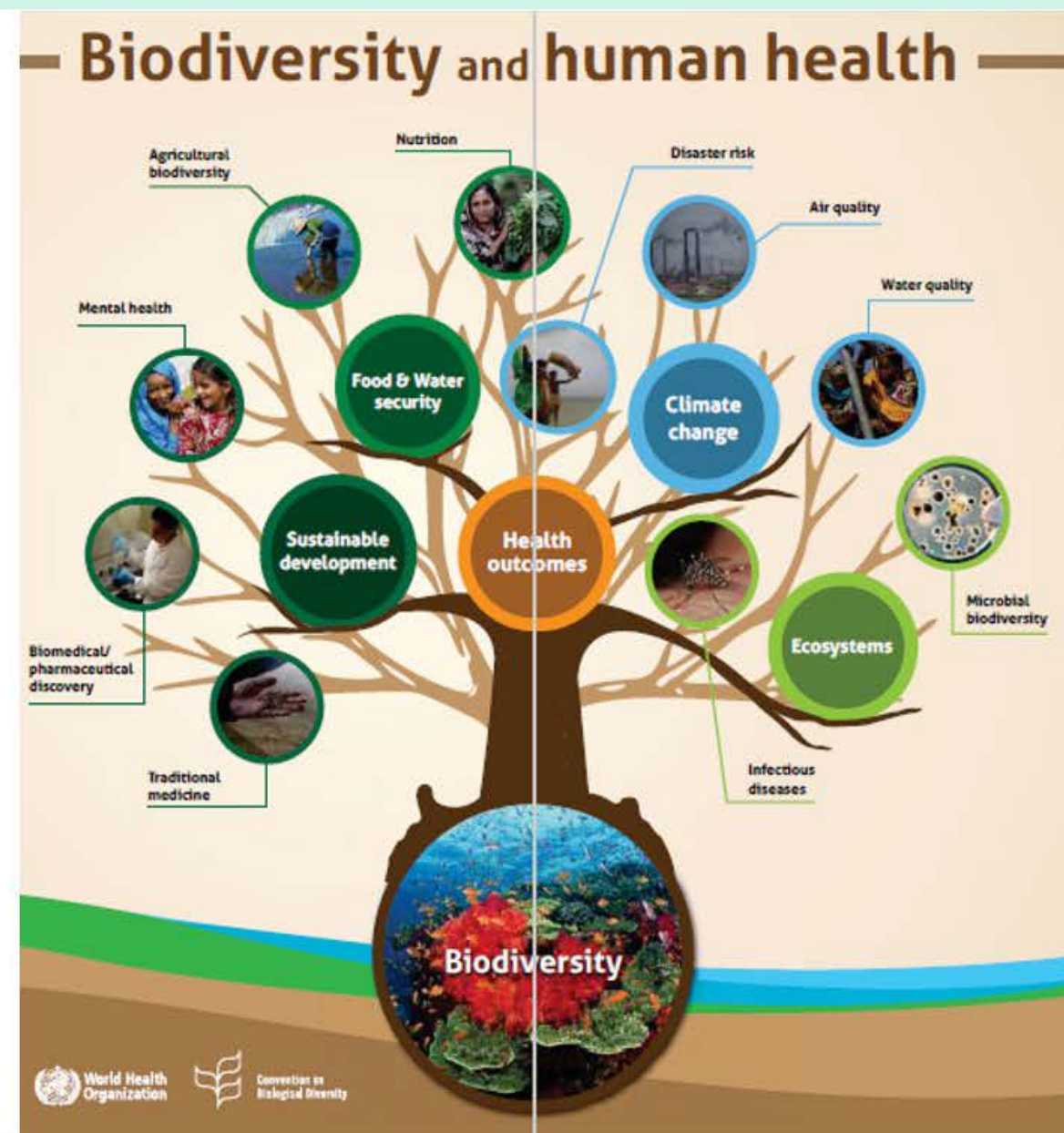
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A biológiai sokféleség és az egészség

Globális szinten a különböző ökológiai rendszerek és a biológiai sokféleség meghatározó szerepet játszanak a bioszféra alakításában, szabályozva annak anyag- és energiaáramlását, valamint a hirtelen és fokozatos változásokra adott válaszait.

<https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf>, p. 15, Accessed 16 March 2023



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A biológiai sokféleség és az egészség közötti kapcsolatok különböző térbeli és időbeli léptékekben nyilvánulhatnak meg.

Egyéni szinten az emberi mikrobióta – a bélrendszerünkben, bőrünkön, és egyéb testtájakon jelen lévő mikrobiális közösségek – segíthetnek az immunrendszerünk működésének szabályozásában és a fertőzések megelőzésében.

Key sectors (non-exhaustive) with relevance to health, environment and climate change



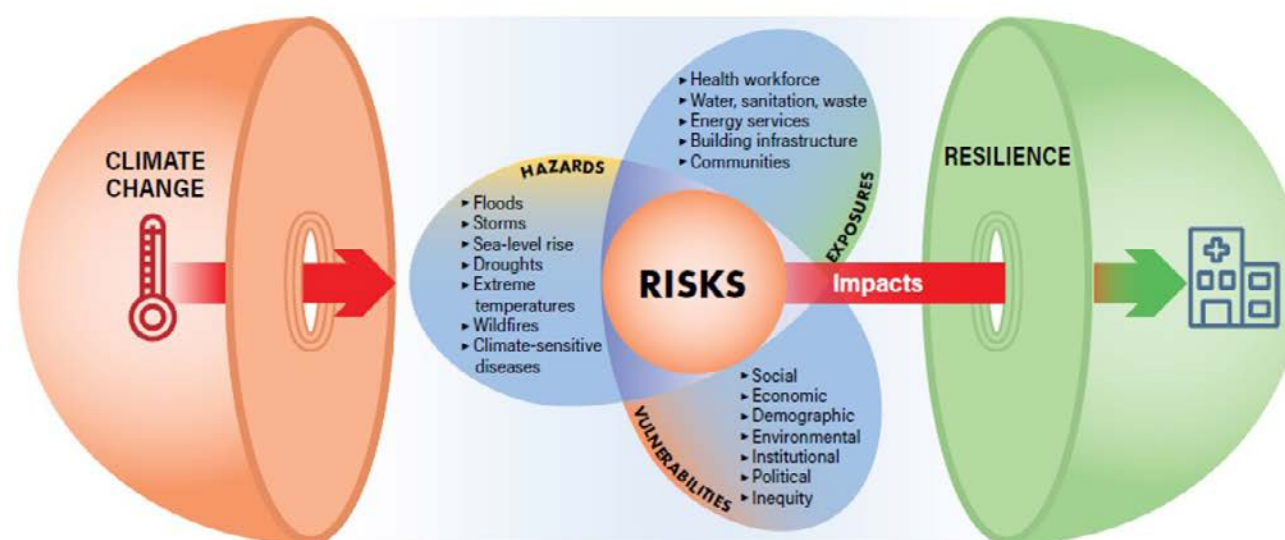
https://www.who.int/docs/default-source/climate-change/who-global-strategy-on-health-environment-and-climate-change-a72-15.pdf?sfvrsn=20e72548_2 – p. 6, Accessed 20 June 2023

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Impacts of climate-related risks on health care facilities



World Health Organization, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (electronic version) – p. 7.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A globális felmelegedés kockázatai

- Az éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi munkacsoport (IPCC) arra a következtetésre jutott, hogy a szélsőséges egészséghatások és az éghajlatváltozással összefüggő többethalálozás kockázatának elkerülése érdekében a globális átlaghőmérséklet emelkedése az iparosodás előtti szinthez képest nem haladhatja meg a 1,5°C-ot.
- A múltbeli kibocsátások már elkerülhetetlenné tették egy bizonyos mértékű globális hőmérséklet-emelkedést és ezzel összefüggésben egyéb éghajlati változásokat. A globális átlaghőmérséklet 1,5°C-os emelkedése sem tekinthető biztonságosnak, de minden további

tizedfokos felmelegedés súlyos áldozatokat követelhet az emberek, az állatok és a növényvilág vonatkozásában.

- Bár senki sincs biztonságban ezektől a kockázatoktól, az éghajlati válság elsősorban és leginkább azokat érinti, akik a legkevésbé járulnak hozzá a válság okaihoz, és akik a legkevésbé tudják magukat és családjukat a változások okozta kockázatoktól megvédeni – ők jellemzően az alacsony jövedelmű és hátrányos helyzetű országokban és közösségekben élő emberek.
- Solomon B: Kormányközi Éghajlat-változási Testület (IPCC), doi.org/10.4337/9781788974912.1.50

Az éghajlatváltozás egészségkockázatai

Az éghajlatváltozás már jelenleg is számos módon befolyásolja az emberek egészségét, többek között

- az egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási események – hőhullámok, viharok és árvizek – okozta halálesetek és megbetegedések;
- az élelmiszerellátás zavarai;
- a zoonózisok;
- a vizek, vektorok és élelmiszerek által terjesztett betegségek;
- a mentális egészségi problémák számának növekedése miatt.



<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> Hozzáférhető 20 június 2023

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ezeknek a problémáknak a kezelése a kevésbé fejlett egészségügyi infrastruktúrával rendelkező területeken élők – főként a fejlődő országok lakói – számára jelentenek már a közeljövőben is olyan kihívást, amellyel a fejlett országok segítsége nélkül nem tudnak önállóan megküzdeni.

Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése a közlekedés, az élelmiszer- és energiafelhasználás alternatív módjainak alkalmazásával ugyanakkor az egészségkockázatok mérséklődését eredményezheti, különösen a levegőszennyezés csökkenése révén.

→ <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health>

Mindezek mellett, az éghajlatváltozás kockázatot jelent az egészséget meghatározó társadalmi tényezők változása – mint például a megélhetési lehetőség változása, az egészségügyi ellátásokhoz vagy a szociális támogatási struktúrákhoz való hozzáférés különbségei – miatt is.

Az éghajlatváltozással összefüggő egészségkockázatok a hátrányos helyzetű társadalmi csoportok tagjait – köztük a gyermekeket, nőket, az etnikai kisebbségeket, a szegény közösségeket, a lakóhelyüket elhagyni kényszerült személyeket, az időseket és a krónikus betegségekben szenvedőket – jelentősen veszélyeztetik.

Az éghajlatváltozás közvetlenül és közvetve is hatással van az egészségre. Az egyének és közösségek felé ezeket a hatásokat a környezeti és társadalmi egészség-determinánsok közvetítik.

E determinánsok veszélyeztetik az egészséges életfeltételeket – a tiszta levegő, a egészséges ivóvíz és megfelelő élelmiszerellátás, biztonságos lakhatás –, és negatívan hatást gyakorolhatnak az e területen elért több évtizedes fejlődés eredményeire.

2030 és 2050 között az éghajlatváltozás az alultápláltság, a malária, a hasmenéses betegségek és hőstressz miatt várhatóan évente mintegy 250.000 idő előtti halálesetet okozhat világszerte.

Which Countries Act to Protect the Climate?

Countries ranked by their climate protection performance according to the Climate Change Performance Index 2023



* no country received this classification

59 countries evaluated on status, trend and target of per-capita greenhouse gas emissions, renewable energy and energy consumption as well as climate change policy

Sources: Germanwatch, NewClimate Institute, Climate Action Network

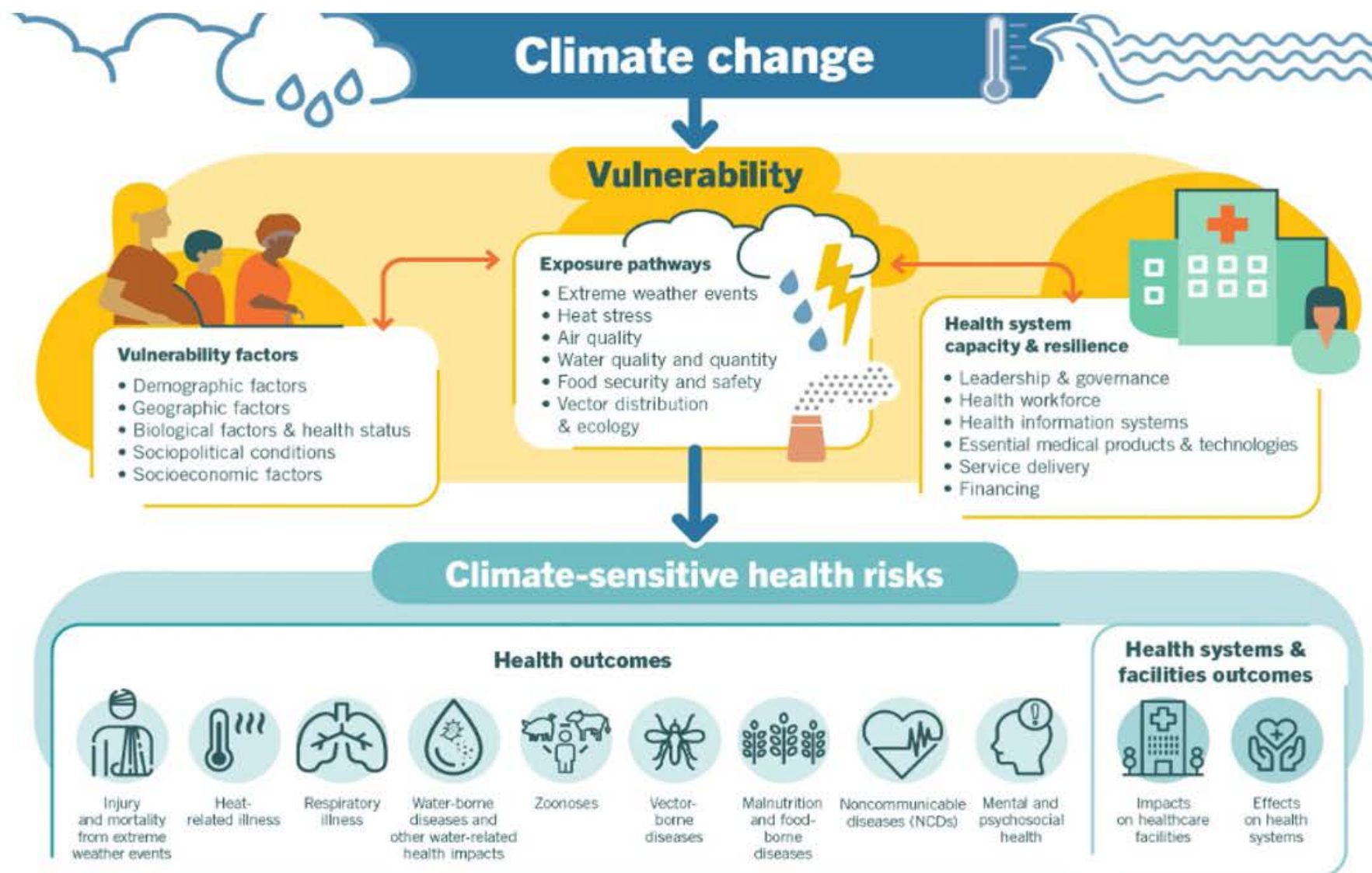
<https://www.statista.com/chart/28816/climate-change-performance-index/> elérve: 2023 június 16

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>, elérve: 2023. június 20.



Az éghajlatváltozás hatásai miatti környezeti-, társadalmi-, gazdasági- és egészségkockázatokat a következő tényezők okozhatják:

Földrajzi helyzet: az alacsonyan fekvő tengerparti települések lakói, a szociálisan és gazdaságilag hátrányos helyzetű, önellátó gazdálkodást folytató és a szolgáltatásokhoz kevésbé hozzáférő rurális népesség, valamint a forró éghajlatú országokban a szabadban dolgozók nagyobb valószínűséggel tapasztalnak egészség-kockázatokat. Ázsia és Afrika régiói az előrejelzések szerint a lehetséges kockázatok 85-95%-ának lesznek kitéve (beleértve a víz-, energia- és földterületeket érintő kockázatokat, mint például az aszályos időszakok gyakoriságának növekedése, a hűtési

igény változása, a hőhullámoknak való kitettség, az élőhelyek degradációja és a terméshozamok csökkenése).

Őslakos népesség: az éghajlatváltozás nagyobb egészségkockázatot jelent az őslakos csoportok számára, akik megélhetése nagymértékben függ a helyi erőforrásoktól, és a világ olyan részein élnek ahol az éghajlat gyorsan változik, mint például az inuit népesség a kanadai sarkvidéken.

Életkor: a gyermekek veszélyeztetettebbek az alultápláltság, a hasmenés, a malária és a dengue-láz kockázataira. A gyermekes háztartások nagyobb a valószínűséggel tartoznak az átlagosnál alacsonyabb a jövedelmi csoportokhoz, így a gyermekek

jobban ki lehetnek téve annak, hogy az élelmiszerekhez szűkösebben férnek hozzá, mint gyermektelen háztartások tagjai. Az idősek fiziológiai jellemzőik miatt gyakran kevésbé képesek reagálni az olyan stresszhatásokra, mint a hőség, a légszennyezés és szélsőséges időjárási események, így ezek a helyzetek nagyobb kockázatot jelentenek számukra, mivel mozgásképességük és a közvetlen veszélyekre történő reagálásuk képessége korlátozottabb.

Nemi különbségek: a nők és a lányok a gyakran alacsonyabb társadalmi-gazdasági helyzetük és a nemi szerepekből fakadó korlátozó tényezők miatt az éghajlatváltozás egészséghatásaival szemben nagyobb veszélyben lehetnek. Számos országban a nők és lányok élelmiszerekhez jutási lehetősége rosszabb, mint a férfiaké, így az élelmiszerhiányos időszakokban az elégtelen táplálkozás számukra nagyobb kockázatot jelenthet. A fejlett országokban a férfiaknál nagyobb a kockázata az árvíz okozta haláleseteknek. A nők azonban nagyobb kockázatnak vannak kitéve a fejlődő országokban, ahol az árvíz halálos áldozatainak általános kockázata magasabb. Hőhullámok idején a fizikai munkát végzők körében magasabb az egészségkárosodás kockázata, míg a nők a hőhullámok idején minden korosztályban nagyobb kockázatnak lehetnek kitéve.



→ <https://chasecanada.org/wp-content/uploads/2021/01/Climate-Change-Toolkit-for-Health-Professionals-Full-Toolkit.pdf>



Társadalmi-gazdasági helyzet: a legszegényebb országok és régióinak lakói a legérzékenyebbek az éghajlatváltozás egészséghatásaira: ők a legnagyobb mértékű egészségkockázatnak a hőhullámok, áradások és trópusi ciklonok idején lehetnek kitéve.

Általános egészségi állapot: azoknál a népességcsoportoknál ahol a cukorbetegség, az ischaemiás szívbetegség és a HIV fertőzöttség mértéke magas, veszélyeztetettebbek az egyének az éghajlatváltozás okozta egészséghatásokra. A rosszabb egészségi állapotú csoportok tagjait az árvízi eseményeket követően a bizonyos kórokozók és paraziták – például a dengue-vírus (dengue-láz) és a plazmodium (malária) – elszaporodása miatt

a járványok kitörésének kockázata is jobban veszélyeztetheti.

Az **egészségügyi ellátáshoz és szolgáltatásokhoz való hozzáférés:** az egészségügyi ellátáshoz és szolgáltatásokhoz korlátozottabban hozzáférő népesség általában kevésbé ellenálló az éghajlatváltozás egészséghatásaival szemben. A szélsőséges időjárási jelenségek és természeti válsághelyezetek miatt bekövetkező egészségügyi ellátási és szolgáltatási kapacitás-csökkenés hozzájárulhat az éghajlatra érzékeny fertőző betegségek újbóli megjelenését.

Az éghajlatváltozás közvetlen, közvetett és harmadlagos hatásai az emberi egészségre

Közvetlen egészséghatások

- Közvetlen egészséghatások azok, amelyek közvetlenül, ok-okozati összefüggésben állnak az éghajlatváltozással és/vagy az éghajlati változékonysággal, mint például a hőhullámokhoz kapcsolódó szív- és érrendszeri kockázat, vagy az intenzívebb és gyakoribb viharokhoz kapcsolódó sérülésveszély.

Közvetett egészséghatások

- A közvetett egészséghatások jellemzően az éghajlatváltozás és a változékonyság utóhatásaként jelentkeznek. Ezek a hatások széles körűek és etiológiájukban változóak, például a fertőző betegségek vektorainak eloszlásában bekövetkező változások és a hőhullámok helyzetivel összefüggő légszennyezés.

Harmadlagos egészséghatások

- A harmadlagos egészséghatások olyan társadalmi következmények, amelyek az éghajlatváltozás hatására alakulnak ki, és az ebből eredő társadalmi problémák révén eredményeznek egészségkockázatokat. Ebbe a csoportba tartoznak a nagymértékű éhínség, a kényszermigráció, és a fegyveres konfliktusok okozta egészséghatások, amelyek az éghajlatváltozás geofizikai és ökológiai következményeire vezethetők vissza, beleértve az ökoszisztémák megváltozását, a tengerszint emelkedését, valamint a vízellátás és az élelmiszertermelés zavarait.

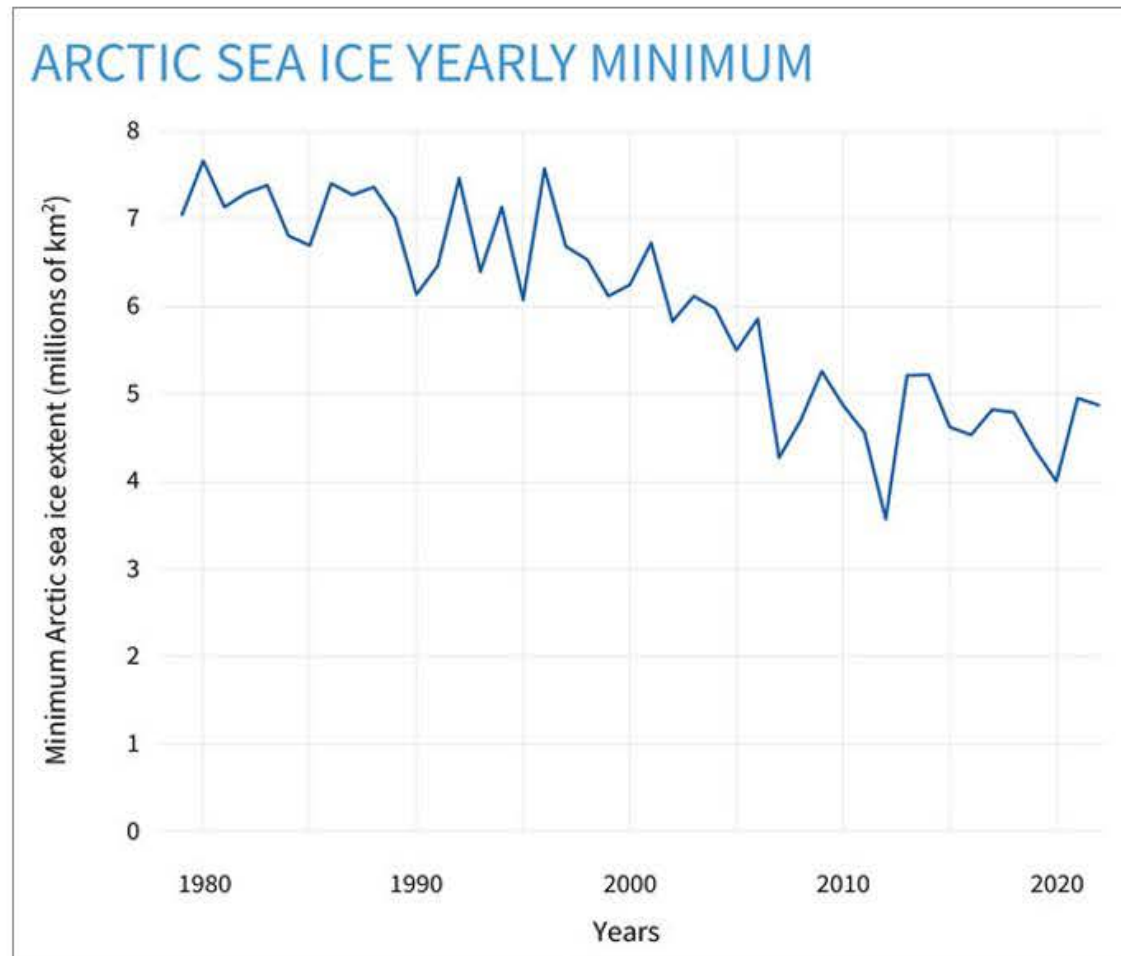
https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Közvetlen hatások



A tengeri jég területének változása az Északi-sarkvidéken a nyári olvadási időszak végén 1979-2022 között, műholdas megfigyelések alapján.

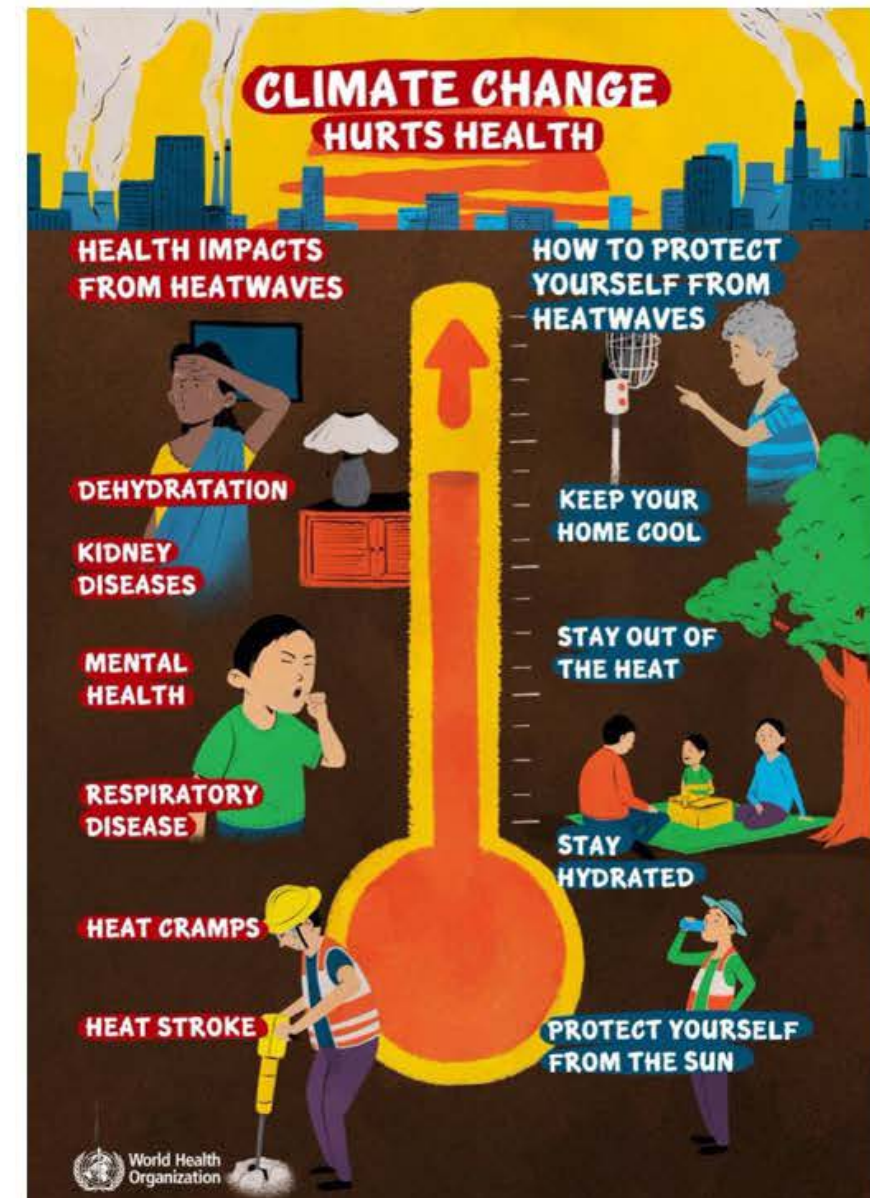
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-arctic-sea-ice-summer-minimum>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



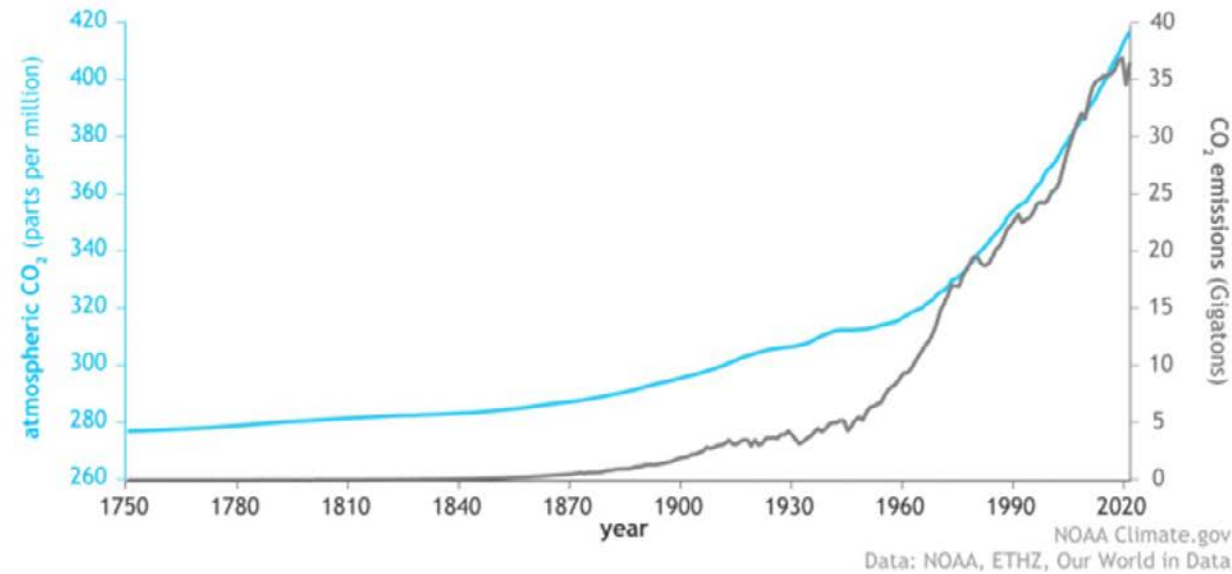
A **hőségnek** való kitettség közvetlen hatással lehet a lakossági egészségi állapotára és a halálozás kockázatára a hőséggel összefüggő betegségek (hősokk, hőséguta) gyakoriságának növekedése, valamint a szív- és érrendszeri, légzőszervi és vesebetegségek nagyobb kockázata miatt.

Mind a magas környezeti levegőhőmérséklet, mind a hőhullámok súlyosbíthatják a mentális betegségben szenvedők állapotát és az öngyilkosság kockázatát is növelhetik.

A hőség és a hőhullámok az egyes gazdasági ágazatok, például a mezőgazdaság, az ipar

és a szolgáltatások munkaerő-kapacitását is befolyásolhatják.

Atmospheric carbon dioxide amounts and annual emissions (1750-2021)



A légkörben lévő szén-dioxid mennyisége (kék vonal) az emberi kibocsátással (szürke vonal) együtt nőtt az ipari forradalom 1750-es kezdete óta.

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, Elérhető 2023. március 16.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- **Légszennyezés:** a becslések szerint évente hétmillió idő előtti halálestet okoz világszerte.
- Az emberi tevékenység által okozott légszennyezés nagy része a villamos energia, a főzés, a fűtés, a közlekedés, az ipari és mezőgazdasági folyamatok során felhasznált tüzelőanyagok elégetéséből származik. Mivel ezek a tevékenységek üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásával járnak, az éghajlatváltozás és a légszennyezés elválaszthatatlanul összekapcsolódik.
- Az éghajlatváltozás hatással van a légszennyezettség szintjére, mivel a magasabb hőmérséklet növeli a légkörben a talajközeli ózonnal összefüggő reakciók számát.

- A melegebb léghőmérséklet fokozhatják a levegőben terjedő allergének (például gombaspórák és növényi pollenek) termelődését és felszabadulását, a magasabb szén-dioxid (CO₂) szint pedig serkentheti a növények növekedését. A levegőben lévő allergének növekedése asztmát és más allergiás légzőszervi megbetegedéseket válthat ki.

Közvetett hatások

- **Erdőtüzek:** az előrejelzések szerint a szélsőséges erdőtüzek gyakorisága az éghajlatváltozás következtében a világ számos részén növekedni fog.
- **Ultraibolya sugárzás:** a nem melanómás bőrrák és a szürkehályoggal összefüggő szembetegségek kialakulásának gyakorisága összefügg az ultraibolya sugárzás (UV) szintjével és a nyári napi csúcshőmérséklettel.
- **Élelmiszerek és víz útján terjedő betegségek:** a hasmenéses és emésztőrendszeri megbetegedések terjedésére hatással van a hőmérséklet és a csapadékmennyiség változása: a magasabb léghőmérséklet és a vízhiány növeli a hasmenéses megbetegedések számát.
- **Vektorok által terjesztett betegségek:** a vektorok által terjesztett betegségek (beleértve a maláriát, a dengue-lázat, a nyugat-nílusi vírust és a Lyme-kórt) terjedését befolyásolja a környezeti hőmérséklet, a csapadékmennyiség, az áradások.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Az éghajlatváltozás befolyásolhatja egyes kórokozók szaporodását, túlélését, terjedését azáltal, hogy befolyásolja a helyi ökoszisztéma azon képességét, hogy az állatok által terjesztett betegségek vektoraként szolgáló fajok számára rezervoárként szolgáljon.

→ **Vektorok által terjesztett betegségek:** a vektorok által terjesztett betegségek (beleértve a maláriát, a dengue-lázat, a nyugat-nílusi vírust és a Lyme-kórt) terjedését befolyásolja a környezeti hőmérséklet, a csapadékmennyiség, az áradások. Adott térség gazdasági fejlettsége valamint a helyi közegészségügyi és prevenciós programok (pl. vakcináció) csökkenthetik a malária és a dengue-láz kockázatát, azonban a legtöbb esetben az éghajlatváltozás ezeket a kockázatokat kockázatot.

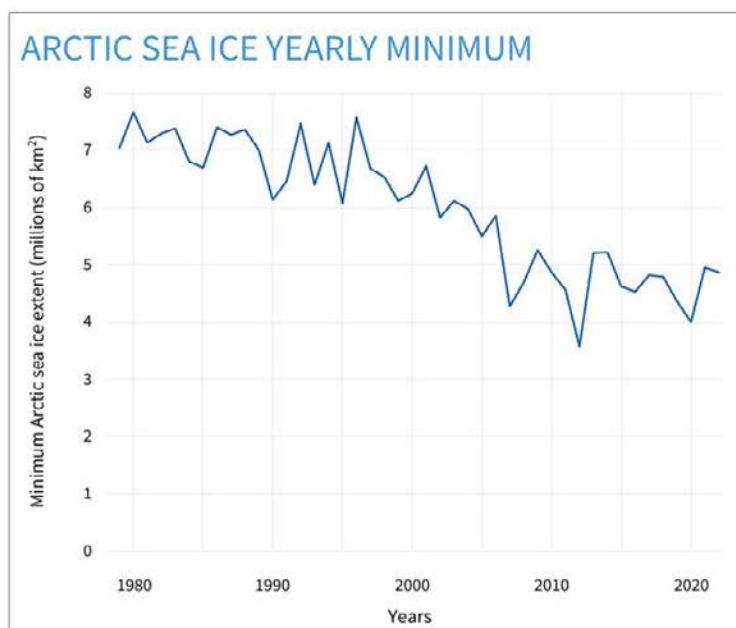
→ **Erdőtüzek:** az előrejelzések szerint a szélsőséges erdőtüzek gyakorisága az éghajlatváltozás következtében a világ számos részén növekedni fog.

- Az erdőtüzek az égési és egyéb sérülések miatt halálesetekhez vezethetnek, míg a túlélőknél a poszttraumás stressz tünetei jelentkezhetnek.
- A tüzesetek közelében működő egészségügyi intézményekben a betegek evakuálására lehet szükség, amely helyzet az ellátottak gyógyulási esélyeit veszélyeztetheti.
- A keletkező füst és korom rendkívül magas szintű légszennyezést okozhat.

→ **Ultraibolya sugárzás:** a nem melanómás bőrrák és a szürkehályoggal összefüggő szembetegségek kialakulásának gyakorisága összefügg az ultraibolya sugárzás (UV) szintjével és a nyári napi csúcshőmérséklettel. Feltételezhető, hogy a jövőben az éghajlatváltozás hatásai a bőrdaganatok kialakulásának kockázatát tovább növeli.

→ **Élelmiszerek és víz útján terjedő betegségek:** a hasmenéses és emésztőrendszeri megbetegedések terjedésére hatással van a hőmérséklet és a csapadékmennyiség változása: a magasabb léghőmérséklet és a vízhiány növeli a hasmenéses megbetegedések számát.

Közvetlen hatások



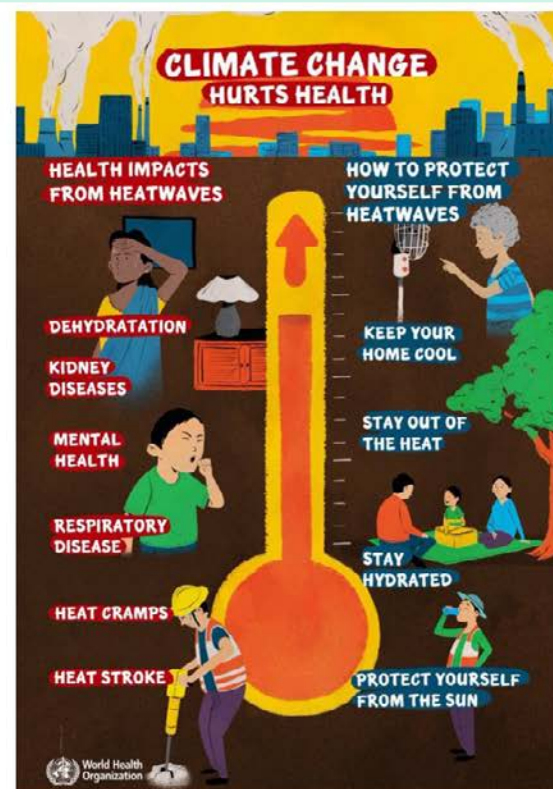
A tengeri jég területének változása az Északi-sarkvidéken a nyári olvadási időszak végén 1979-2022 között, műholdas megfigyelések alapján.

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-arctic-sea-ice-summer-minimum>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



felgyorsulása, a sérülések, a fulladás és a hipotermia gyakoriságának növekedése, valamint a mentális egészségre gyakorolt hatás révén.

Közvetlen hatások

- A hőhullámok egészséghatása a hőmérséklet intenzitásától, a hőség időtartamától, a lakosság alkalmazkodási lehetőségeitől, valamint az infrastrukturális felkészültségtől függ.
- A krónikus betegségben szenvedő, rendszeresen gyógyszereket szedő embereknél, valamint az időseknél és a gyermekeknél nagyobb a komplikációk kialakulásának és a halálozás kockázata hőhullám idején.
- A hőre adott reakciók az egyes emberek alkalmazkodóképességétől függnnek, és hirtelen súlyos egészséghatások jelentkezhetnek. Ezért hőhullámok

idején fontos figyelni a helyi hatóságok figyelmeztetéseit és ajánlásait.

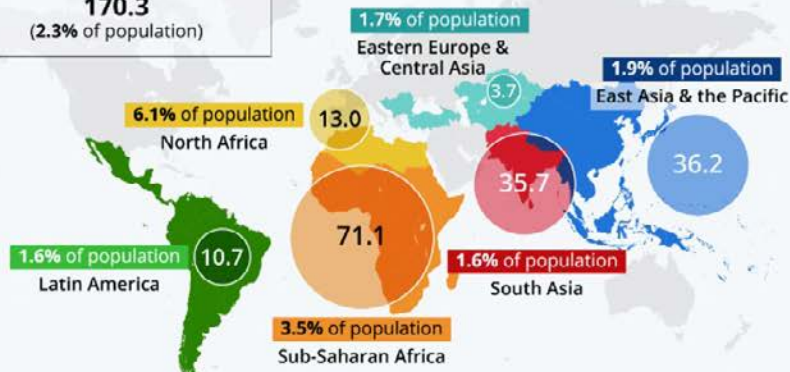
- **Hidegnek való kitettség:** bár a globális felmelegedés miatt a hideg időjárással kapcsolatos egészségkockázatok az előrejelzések szerint csökkennek, a hőséggel kapcsolatos megbetegedések és halálozás növekedése globális szinten messze meghaladja az ebből a csökkenésből származó előnyöket.
- **Árvizek és viharok:** az éghajlatváltozáshoz kapcsolódóan bekövetkező viharok és árvizek meghatározó egészségkockázatot jelenthetnek az egészségügyi és más infrastruktúrák károsodásai, a fertőző hasmenéses, leptospirozisos és vektorok által terjesztett betegségek terjedésének

Climate Change, the Great Displacer

Average number of internal climate migrants by 2050 per region (in millions)*



Total in surveyed regions
170.3
(2.3% of population)



* Modeled on pessimistic reference = High emission & unequal development scenarios concerning water availability, crop productivity and sea-level rise
Source: World Bank

<https://www.statista.com/chart/26117/average-number-of-internal-climate-migrants-by-2050-per-region/> Hozzáférhető 20 június 2023

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

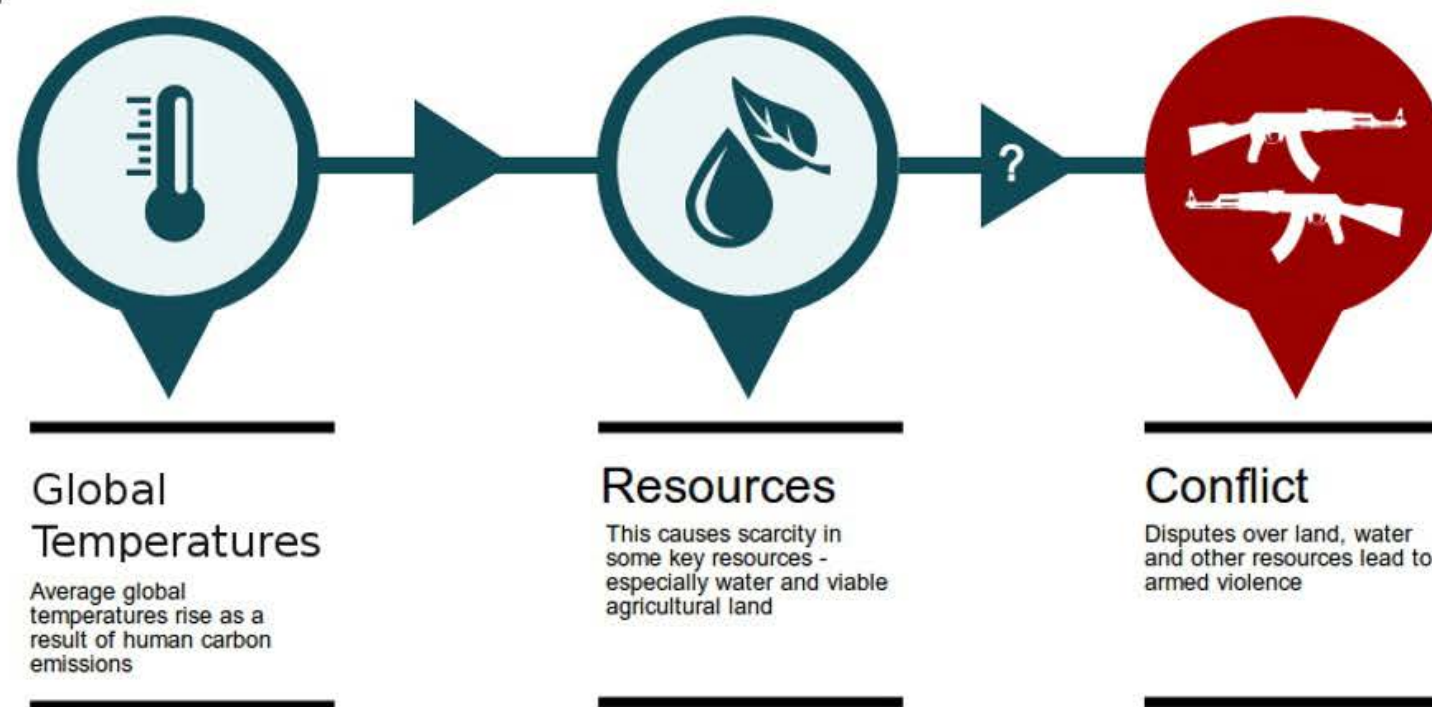
Harmadlagos hatások

- **Életkörülmények és a szegénység:** a hőség nagymértékben befolyásolhatja a munkaerő-kapacitás rendelkezésre állást és munkaképességét, különösen a mezőgazdaságban. Az éghajlatváltozással kapcsolatos egyéb munkahelyi egészségkockázatok közé tartoznak a malária és a dengue-láz valamint a szélsőséges időjárási események és árvizek okozta sérülések és halálozások kockázata különösen a szabadtéri munkaterületeken dolgozók körében.
- **(Klíma)Migráció:** a migrációs döntések hátterében álló társadalmi, gazdasági és környezeti tényezők összetettek és változatosak, ami megnehezíti az

éghajlatváltozás hatásainak megfigyelését vagy becslését. Az azonban bizonyos, hogy a sarkvidéken, a trópusi régiókban és a tengerparti településeken élő népességet fenyegeti a lakóhely kényszerű elhagyásának kockázata a legnagyobb mértékben. A 2°C-os átlaghőmérséklet-emelkedés forgatókönyve szerint a veszélyeztetett csoportoknak 1000 km-nél nagyobb távolságra kell költözniük, amely helyezte a célterületek népsűrűségét 300%-kal növelheti.

Harmadlagos hatások

- **Fegyveres és egyéb konfliktus:** az éghajlatváltozás a különböző régiókban a konfliktusok egyik fő kiváltó oka lehet. Például az aszály a vízkészletekért folyó verseny révén bizonyítottan jelentősen növeli a tartós konfliktus valószínűségét a mezőgazdasági megélhetéstől függő nemzetek vagy csoportok esetében.



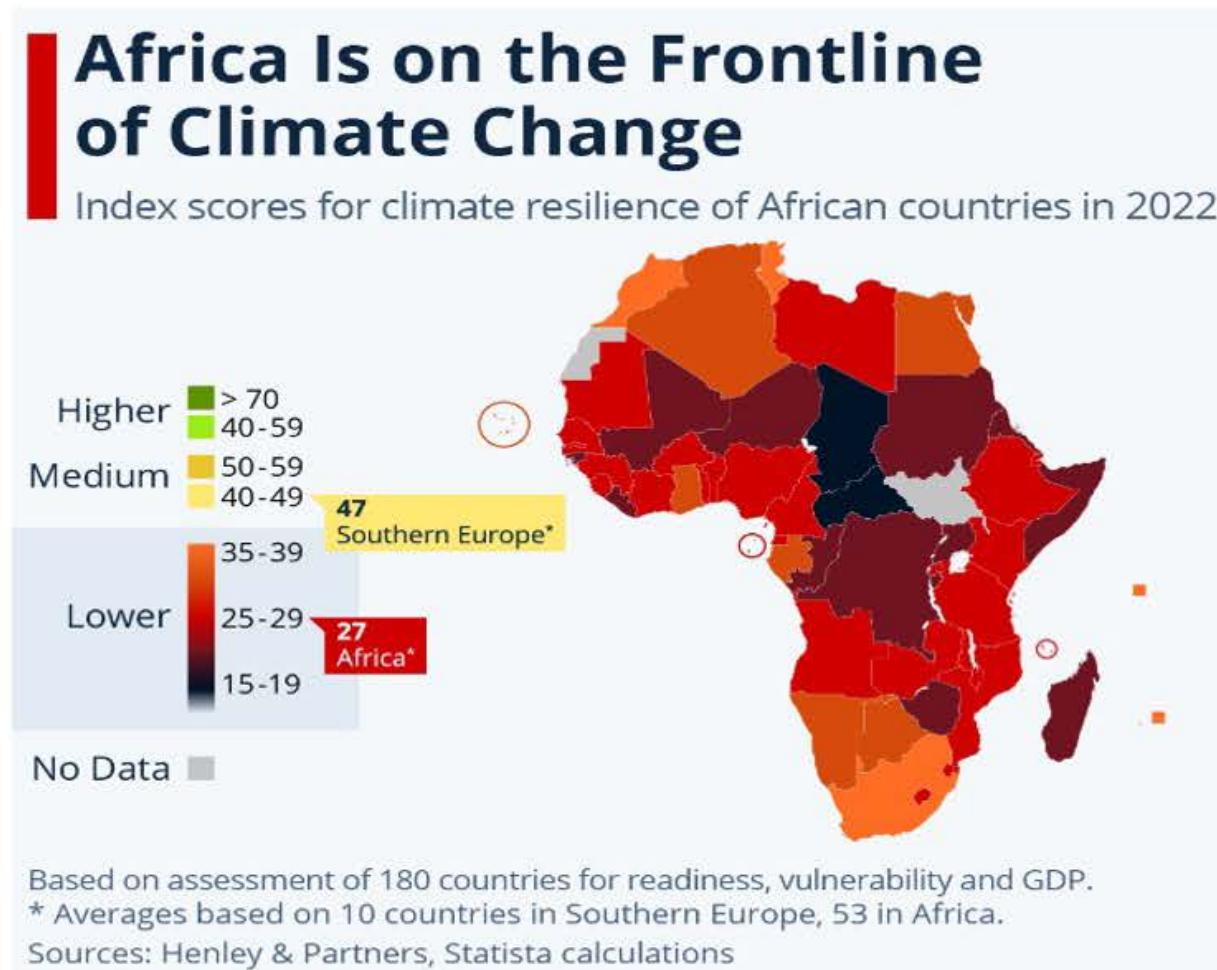
<https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf> Hozzáférhető 20 június 2023

Regionális hatások

Afrikai

A vízkészletek fokozott igénybevétele és a terméshozamok csökkenése hátrányosan érintheti a nemzetek és háztartások élelmiszerbiztonságát.

Változások következnek be a vektorok és a vizek által terjesztett betegségek területi eloszlásában és előfordulási gyakoriságában.



<https://www.statista.com/chart/28136/index-scores-for-climate-resilience-of-african-countries/>

Regionális hatások



Sarkvidékek: Az Északi-sarkvidék és az Antarktisz.

- Az édesvízi, szárazföldi és tengeri ökoszisztémák esetében az egészségkockázatokat a jég- és hótakaró, a permafroszt, és az óceánok állapotának változásai befolyásolják.
- Az élelmiszer- és vízellátás területén gyengülhet az ellátás valamint hozzáférés biztonsága és az infrastruktúra is károsodhat.
- Ha a környezeti változások gyorsasága meghaladja a társadalmi alkalmazkodás gyorsaságát, jelentős kihívásokkal kell a sarkvidéki közösségeknek szembenézniük elősorban a földhasználat lehetőségeinek átalakulása miatt.

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/11/The-Regional-Impact.pdf> Hozzáférhető 2023. június

16.

Regionális hatások

Ausztrália

- A korallzátony-rendszerek degradációja Ausztráliában.
- A települési infrastruktúrát és a települések közösségeit érő árvízkarok gyakoriságának és intenzitásának növekedése.
- A part menti infrastruktúrát és az alacsonyan fekvő ökoszisztémákat érintő kockázatok növekedése.

Európa

- Árvizek fokozódó veszélye a tengerparti területeken, és városi villámárvizek veszélyének fokozódása a sűrűn beépített városi régiókban, továbbá a part menti területek gyorsuló eróziója.
- Fokozott vízkorlátozások.
- A szélsőséges hőség gyakoribbá válása és az ezzel járó erdőtüzek kockázata Európában és az orosz boreális régióban.

Regionális hatások

Közép- és Dél-Amerika

- Csökkenő vízellátottság és vízkészlet a félsivatagi és a gleccserolvadástól függő régiókban.
- Csökkenő élelmiszertermelés és romló élelmiszer-minőség.
- A vektorok által terjesztett új betegségek megjelenése és terjedése az Egyenlítőtől távolabb lévő, magasabb és földrajzi szélességeken felvő területeken.

Észak-Amerika

- Az erdőtüzek okozta vagyonvesztés és az ökoszisztéma épségének romlása, emberi megbetegedés veszélyeinek és halálozás fokozódása.
- Hőség okozta fokozott halálozási kockázat.
- Városi árvizek a folyó menti és part menti területeken.

Regionális hatások

Ázsia

- Folyami, tengerpart-menti és városi árvizek kockázatának fokozódása.
- Hőséggel összefüggő halálozás kockázatának fokozódása.
- Az aszály okozta víz- és élelmiszerhiány megnövekedett kockázata.

Óceániai szigetek

- A tengerszint emelkedése miatt a megélhetési lehetőségek szűkülése, a part menti települések, az települési infrastruktúra, az ökoszisztéma és a gazdasági stabilitás gyengülése avagy teljes elvesztése.

Az egészségügyi ellátórendszer működését és a személyes egészségi állapotot veszélyeztető kockázatok

	HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Hydrological	Flood <ul style="list-style-type: none"> • Riverine • Coastal • Flash • Mudslides • Erosion 	<ul style="list-style-type: none"> • Water, soil, food contamination • Lack of power • Increased vector habitat • Flooded health care facilities • Flooded sewage and waste areas • Impaired access to health care facilities • Impacts on the supply chain • Impaired mobility and transportation
	Storm <ul style="list-style-type: none"> • Tropical cyclones • Local storms • Winds • Dust storms 	<ul style="list-style-type: none"> • Lack of power • Damaged health care facilities • Impaired access to health care facilities • Water, soil contamination • Particulate matter (air pollution) • Disruption of food productivity
Meteorological	Extreme temperature <ul style="list-style-type: none"> • Heatwaves • Cold waves 	<ul style="list-style-type: none"> • Power outages • Water, food contamination • Air pollution (ozone formation) • Impaired access to food and water • Frozen water pipes* • Loss of water pressure* • Internal flooding of health care facilities* • Impaired mobility and transportation* <p>(*cold wave specific)</p>

WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - pp. 12-13.

Az egészségügyi ellátórendszer működését és a személyes egészségi állapotot veszélyeztető kockázatok

	HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Climatological	Drought <ul style="list-style-type: none"> • Meteorological • Hydrological • Agricultural 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduced water access • Reduced hygiene • Lack of power • Water contamination • Reduced ability to deliver services • Increased water salinity • Dust and air pollution • Reduced land productivity causing food insecurity
	Wildfire	<ul style="list-style-type: none"> • Power outages • Direct threats to health infrastructure • Impacts on the supply chain • Impaired access to health care facilities • Air pollution

WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - pp. 12-13.

Az egészségügyi ellátórendszer működését és a személyes egészségi állapotot veszélyeztető kockázatok

HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Sea-level rise <ul style="list-style-type: none"> • Recurrent or permanent coastal floods and erosion 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased salinity intrusion (water, soil) • Freshwater contamination • Food contamination • Flooded health care facilities • Flooded sewage and waste areas • Impaired access to health care facilities
Direct hazard from increased temperatures <ul style="list-style-type: none"> • Accelerated growth, transmission, virulence of certain pathogens leading to increased biological hazards • Ozone formation 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased biological hazards • Change in climate-sensitive diseases (increase in health care facility admissions) • Water and food contamination • Air pollution (ozone formation) • Impacts on biodiversity (control of new pathogens) • Threats to building infrastructure from melting permafrost

WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - pp. 12-13.

Az egészségügyi ellátórendszer működését és a személyes egészségi állapotot veszélyeztető kockázatok

HAZARD TYPE	EXAMPLES OF EXPOSURE PATHWAYS
Airborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respiratory infections ▪ Meningococcal meningitis ▪ Influenza
Waterborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diarrhoeal diseases ▪ Cholera ▪ Typhoid fever
Foodborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hepatitis A ▪ Foodborne microbial hazards
Zoonotic diseases	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leptospirosis ▪ Hantavirus disease
Vectorborne diseases	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dengue ▪ Malaria ▪ Chikungunya ▪ Zika ▪ Rift Valley fever ▪ West Nile virus ▪ Lyme disease

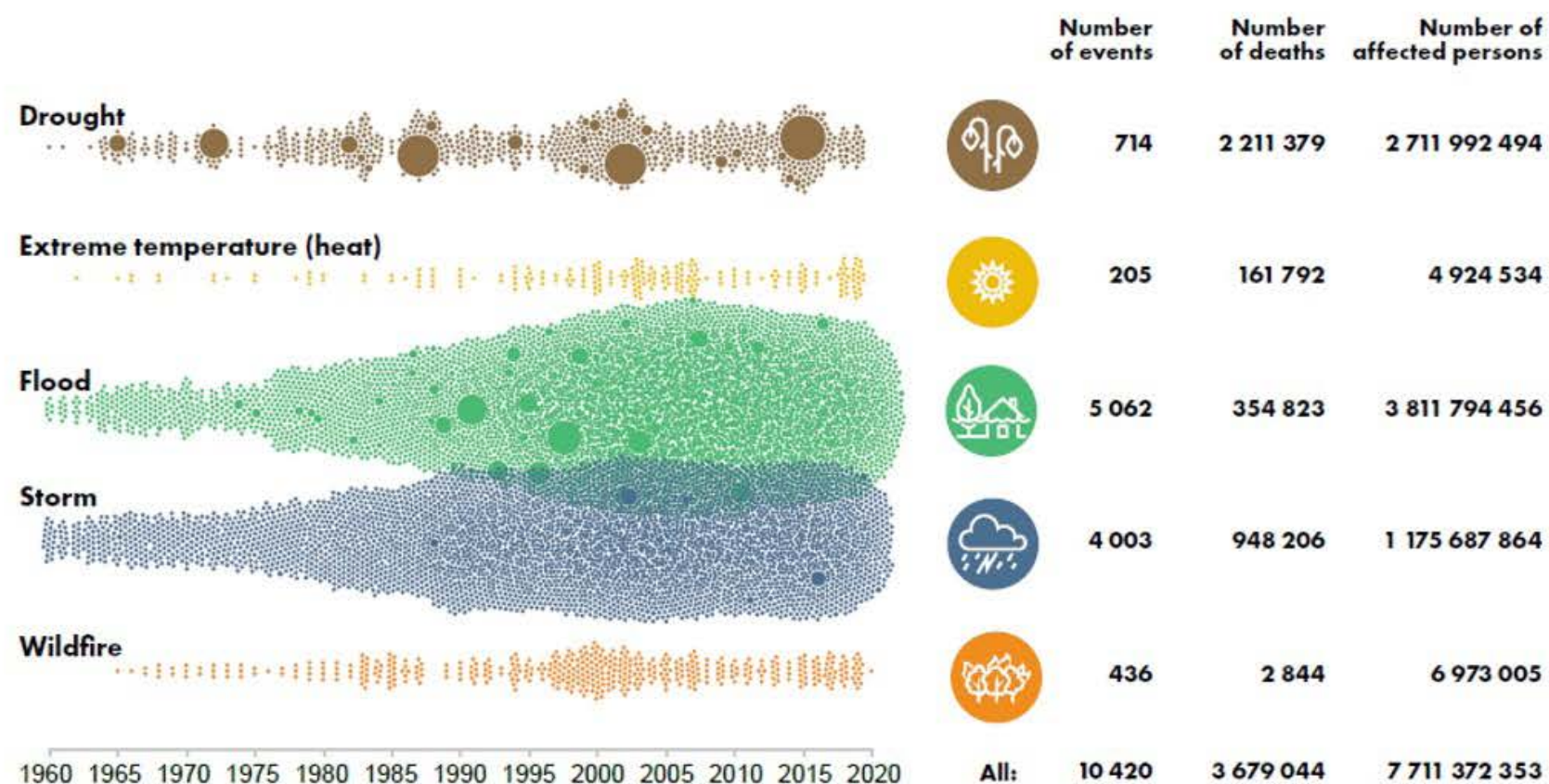
WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - pp. 12-13.

Az egészségügyi ellátórendszer működését és a személyes egészségi állapotot veszélyeztető kockázatok

Noncommunicable diseases and injuries	<ul style="list-style-type: none"> • Chronic respiratory diseases • Cardiovascular diseases • Unintentional injuries • Mental health outcomes • Malnutrition • Kidney diseases
Industrial hazards (as a result of a climate hazard such as a storm, flood, or wildfire)	<ul style="list-style-type: none"> • Chemical spill • Structural collapse • Occupational hazards (health workforce) • Environmental pollution (air, water, soil) • Food contamination • Infrastructure disruption causing: power outages; contamination of water supply, solid waste, wastewater, food and water; communication system failure; medical equipment, products and services, supply system failure; build up of hazardous waste
Displaced populations	<ul style="list-style-type: none"> • Water and food scarcity
Famine	<ul style="list-style-type: none"> • Mental health problems • Protein-energy malnutrition • Conflict and violence

WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - pp. 12-13.

Bekövetkezett események, halálesetek és érintett személyek száma 1960 óta az aszály, a szélsőséges hőmérséklet (hőség), az árvíz, a vihar és az erdőtűz esetében

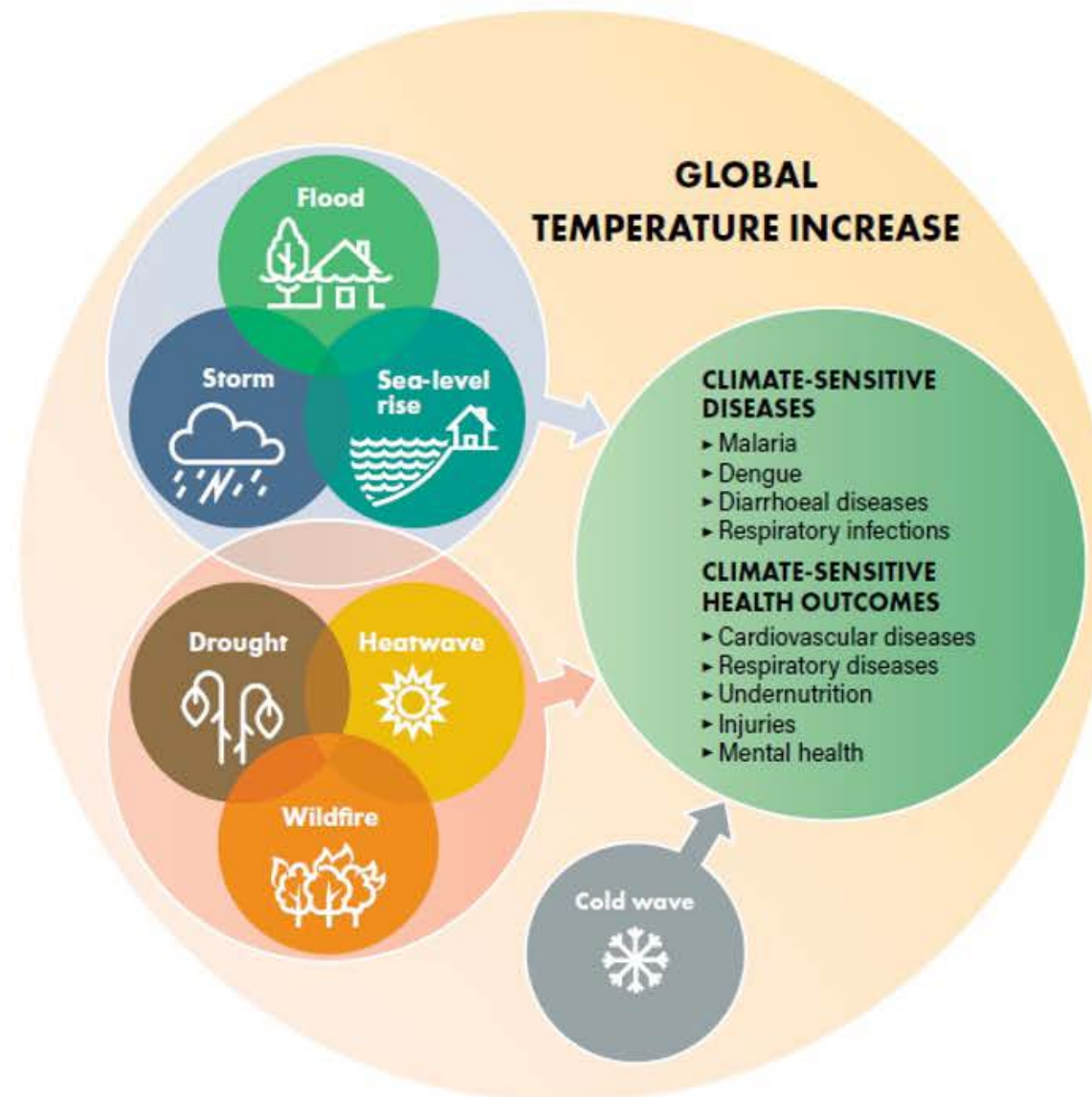


Note: Each dot represents an event; circle size represents the number of affected persons.

Sources: (24); graphs produced with RAW Graphics (25).

WHO, Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - 16. o.

Az éghajlatváltozás egészségkockázatai



WHO. Checklists to assess vulnerabilities in health care facilities in the context of climate change, ISBN 978-92-4-002290-4 (elektronikus változat) - 22. o.

Fő következtetések

- Tudatában kell lenni annak a ténynek, hogy az éghajlatváltozás napjainkban már jelentős egészségkockázatot és többlethalálózást eredményez.
- Jelentős figyelmet kell fordítani a veszélyeztetett társadalmi csoportok egészségi állapotát veszélyeztető kockázatok csökkentésére.
- El kell fogadni az a tényt, hogy az éghajlatváltozás már jelen van az társadalmak életében, és közös felelősségünk, hogy együtt tegyünk meg mindent a globális felmelegedés okozta egészségkockázatok csökkentése érdekében.
- Az éghajlatváltozással összefüggő egészségkockázatok azonopsítása érdekében szükséges a környezeti és társadalmi változások folyamatosan minitorozása és értékelése.

Ellenőrizze tudását

1. Mit kellene tennünk az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében?
2. Soroljon föl olyan népességcsoportokat, amelyek az éghajlatváltozás hatásainak fokozottan kitett helyzetben vannak.
3. Hozzon példákat az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt közvetlen hatásaira!
4. Hozzon példákat az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt közvetett hatásaira!
5. Milyen hatással lehet a globális felmelegedés a migrációra?
6. Melyik kontinenst érinti leginkább az éghajlatváltozás?
7. Melyek az egészségügyi ellátórendszerre és az egyéni egészségi állapotra az éghajlatváltozás miatt kockázatot jelentő főbb veszélyeztető tényezők?

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science - Újvidék, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



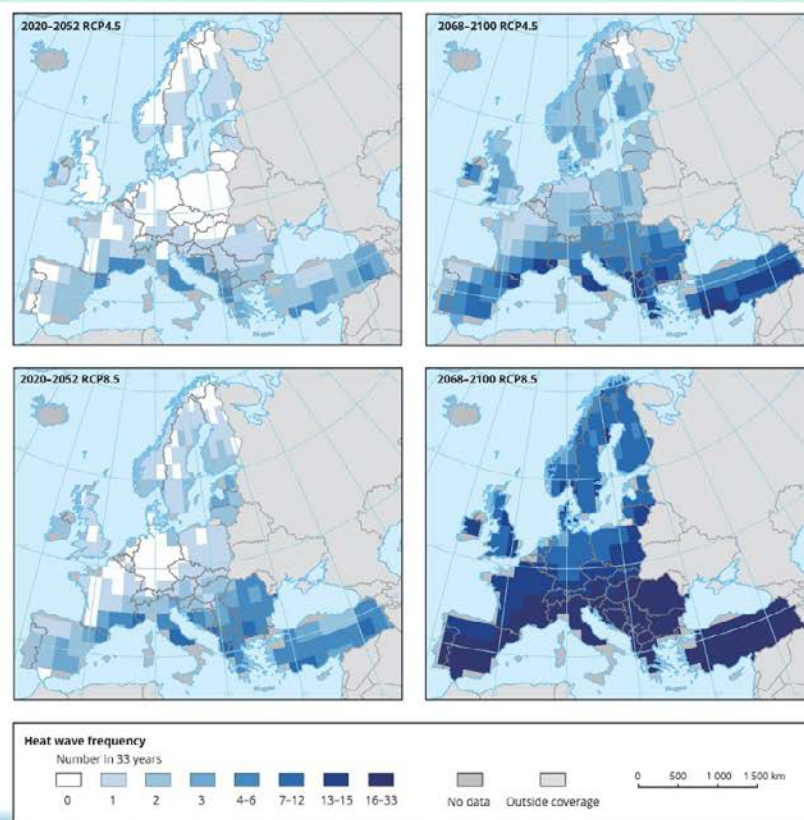
Hőszabályozás, hőhatások és a hőguta

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek arra, hogy

- megértsék az emberi szervezet túlzott hőterhelésre adott hőszabályozási és thermodinamikai válaszreakcióinak okait;
- értelmezzék az emelkedett környezeti hőmérséklettel kapcsolatos betegségek kialakulásának patomechanizmusát, klinikai tüneteit, diagnózisát és kezelését;
- felismerjék a hőséguta korai jeleit, amelyek az egészséget veszélyeztetik;
- megértsék, milyen esetekben és milyen módon szükséges a testhőmérséklet csökkentését eredményező beavatkozások alkalmazása.

A szélsőséges hőhullámok becsült száma a különböző éghajlatváltozási forgatókönyvek szerint



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/number-of-extreme-heat-waves-1>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

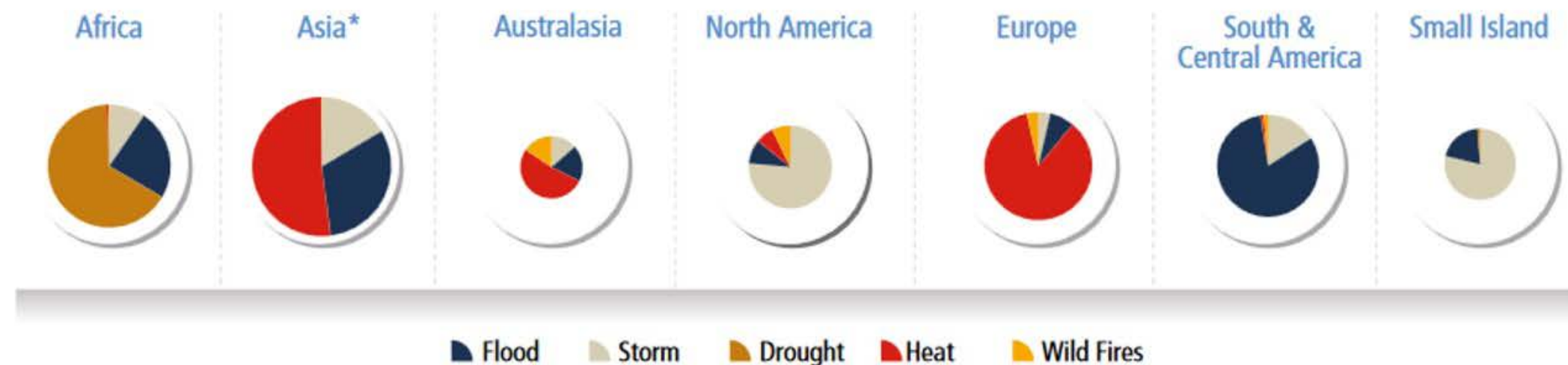
Extrém hőség

- Az éghajlatváltozás egyedi kockázatokat jelent az idős betegekre amely demográfiai csoport létszáma folyamatosan növekszik.
- Az orvosoknak, az egészségügyi ellátórendszer intézményeinek, a politikai döntéshozóknak fel kell készülniük azoknak a kihívásoknak a kezelésére, amelyeket öregedő társadalmak sajátos igényei jelentenek.
- Az időjárási modellezés és a veszélyeztetett népességcsoportok számára kidolgozott egészségvédelmi beavatkozások enyhíthetik azokat az egyénekre és az egészségügyi ellátórendszerre nehezedő terheket, amelyeket a környezeti hőmérséklet emelkedése okoz.

- Erőforrások biztosítása szükséges a környezeti egyenlőtlenségek mérséklésére és a hőséggel összefüggő betegségek elleni védelmi intézkedések megvalósítására, különösen a városi lakosok esetében.
- A fejlődő országokban gyors ütemben zajlik az urbanizáció folyamata, ezért a lakosság a szélsőséges hőhullámok negatív hatásaival szembeni védelme érdekében innovatív technológiai megoldásokra van szükség az épületeken belüli és a külső környezet hőmérsékletének mérséklése érdekében.
- Az idősek különösen érzékenyek a hőstresszre, ezért ezt a kockázati tényezőt a mindennapi egészségügyi ellátás szervezése során kiemelt figyelemmel kell kezelni.

IPCC AR6 technikai jelentés

(c) Average mortality per hazard event per region between 2010 and 2020:



Average mortality per hazard event is indicated by size of pie charts. The slice of pie chart shows absolute number of deaths from a particular hazard

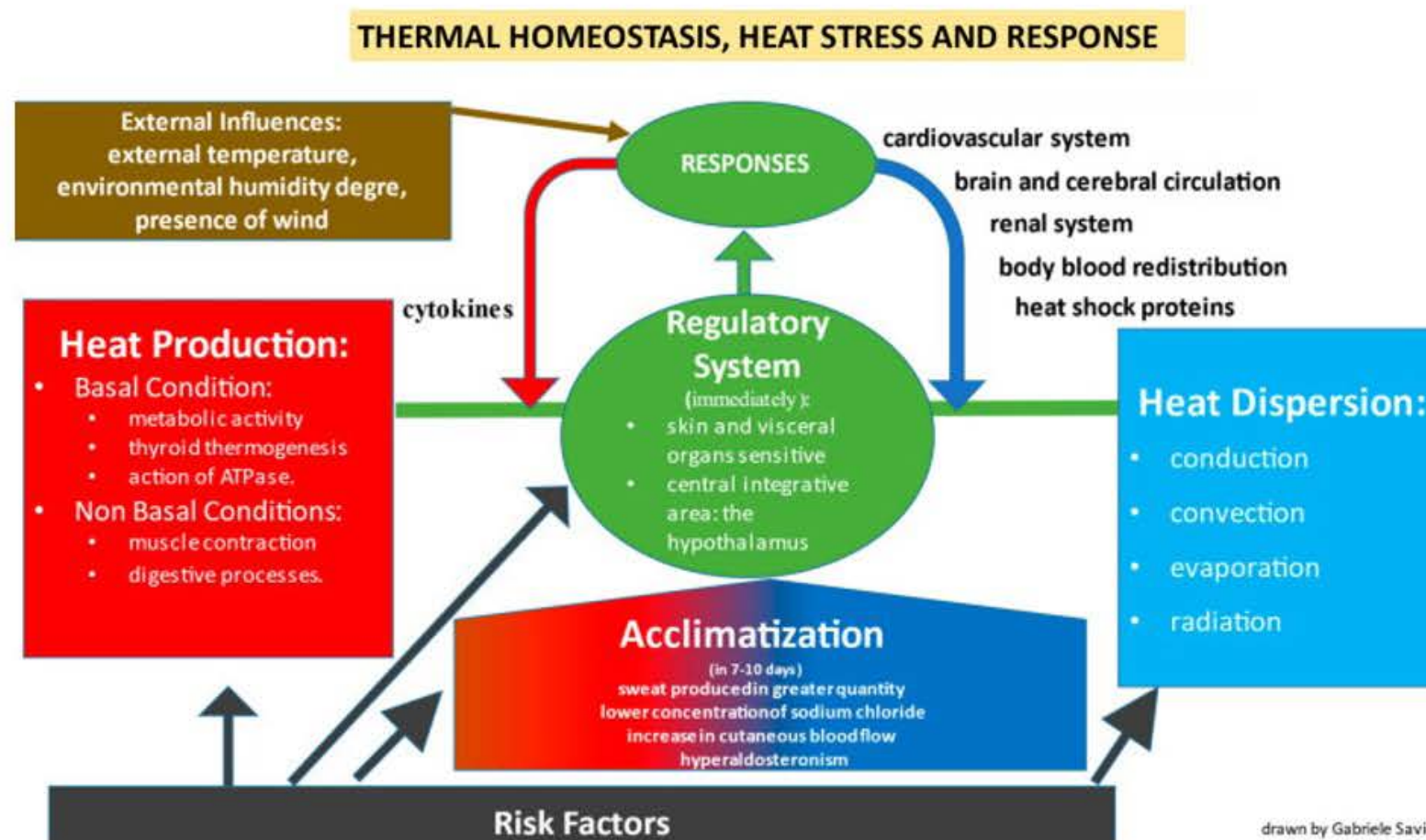
* The large size of the pie chart and the strong representation of heat waves is caused by the significant number of deaths from a single event in a single country. This single extreme outlier affected the overall average mortality per event in Asia.

Forrás: [://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf)

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



Amikor a szervezet hőstressznek van kitéve, a hőegyensúly fenntartása a hőtermelést (piros négyzet) és a hőleadást (kék négyzet) szabályozó mechanizmusok egyensúlyának köszönhetően valósul meg. A szabályozási folyamat azonnal reagál, míg hosszabb távon, 7-10 nap alatt az akklimatizáció révén alkalmazkodik a szervezet a hőterheléshez. Azonban a módosítható és nem módosítható kockázati tényezők befolyásolhatják mind a szabályozási és akklimatizációs folyamatokat, mind a hőtermelés és hőleadás hatékonyságát, ezáltal növelve a hőstressz negatív hatásainak kockázatát.

Forrás: doi: [10.3390/biomedicines10102542](https://doi.org/10.3390/biomedicines10102542)

Hőhullám Európában 2003

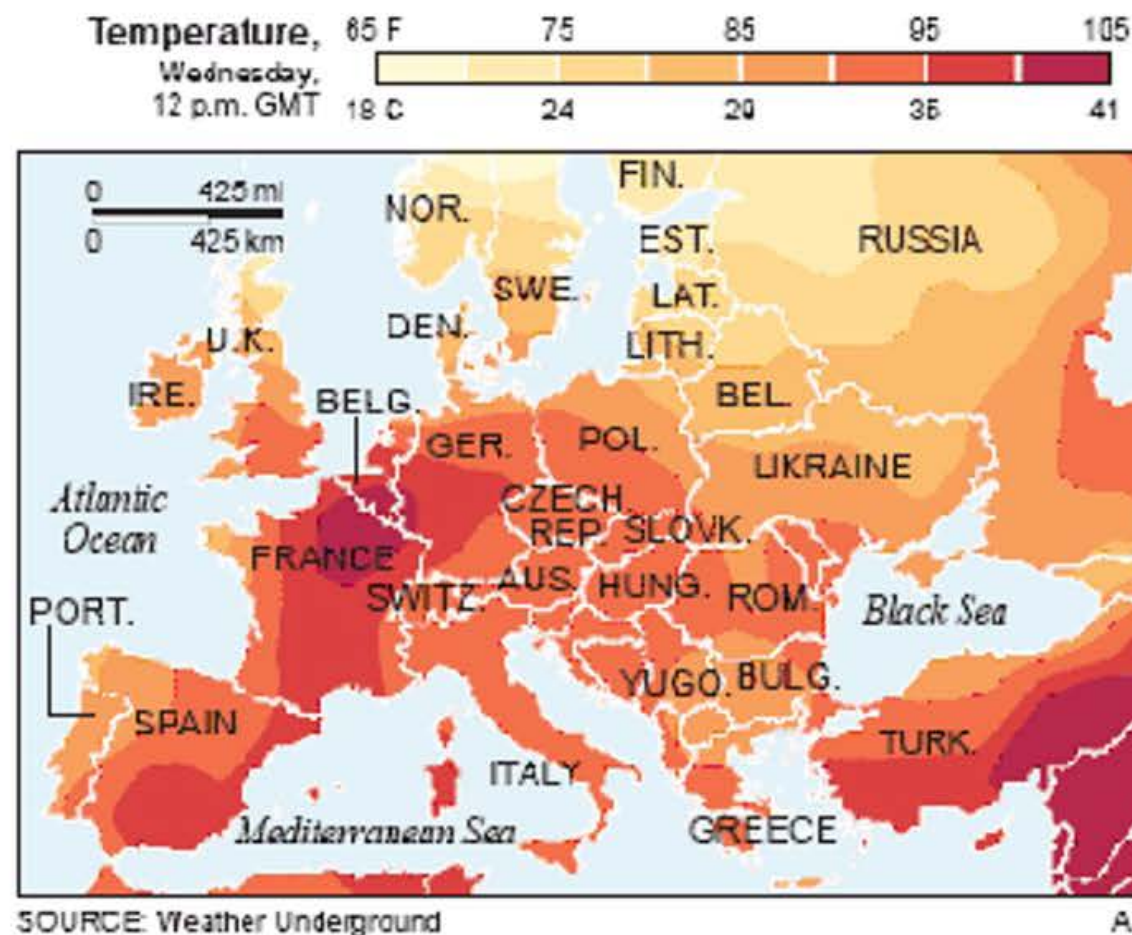
Többlethalálozás

- Franciaország: 14,082
- Németország: 7,000
- Spanyolország: 4,200
- Olaszország: 4,000
- UK: 2,045
- Hollandia: 1,400
- Portugália: 1,300
- Belgium: 150

Forrás: Yale Climate Connections, New Analysis of '03 Fatal Paris Heat Wave (2015). <https://yaleclimateconnections.org/2015/08/new-analysis-of-2003-fatal-paris-heat-wave/>

Oppressive heat across Europe

Officials throughout Europe warned people to stay out of the sun as many countries face temperatures approaching 100 degrees.



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

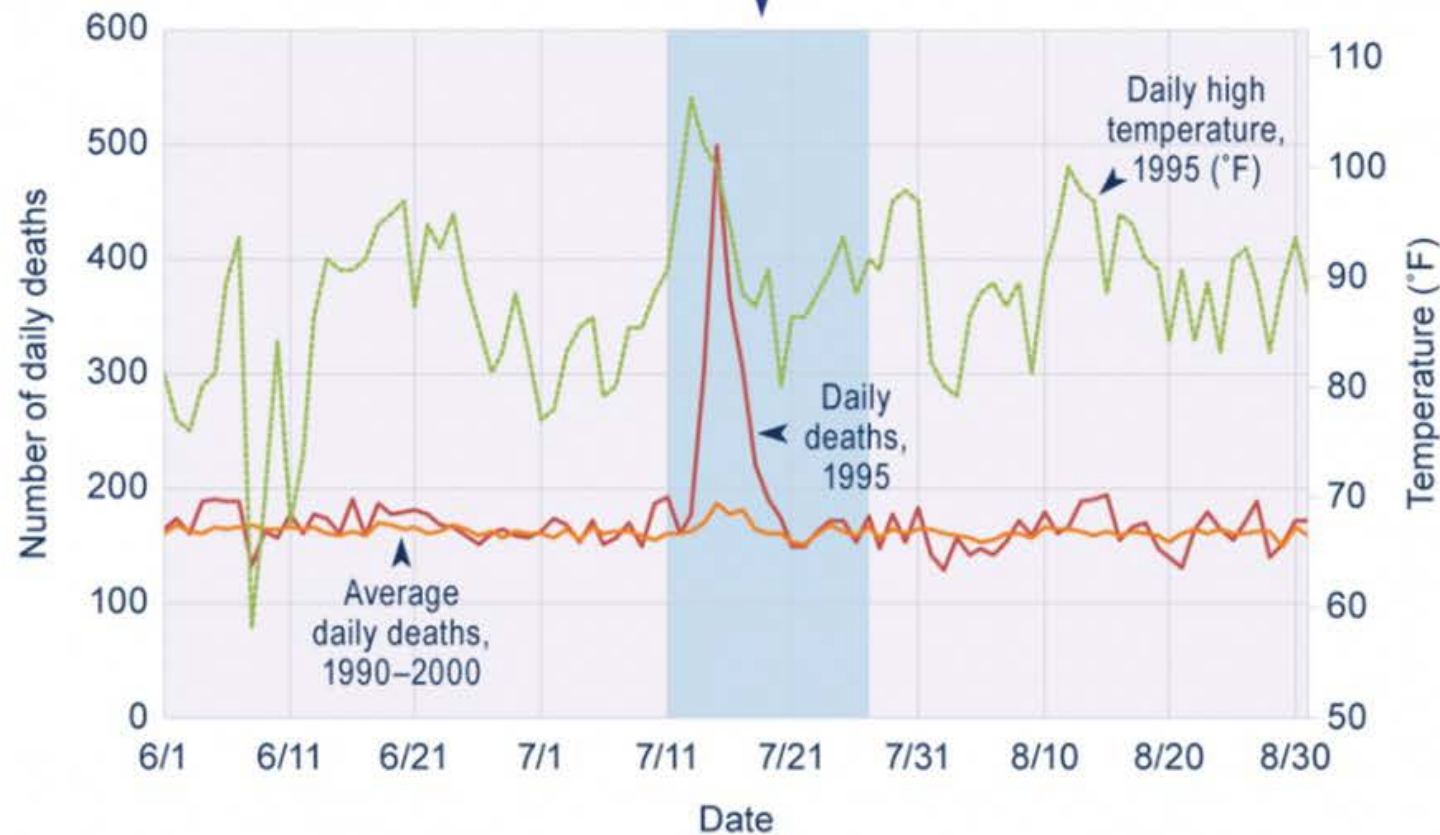
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőség okozta halálesetek az 1995-ös chicagói hőhullám alatt

Cook County, July 11–27, 1995:

Excess deaths compared with this time period during an average year: **about 700**

Deaths classified as "heat-related" on death certificates (not shown here): **465**



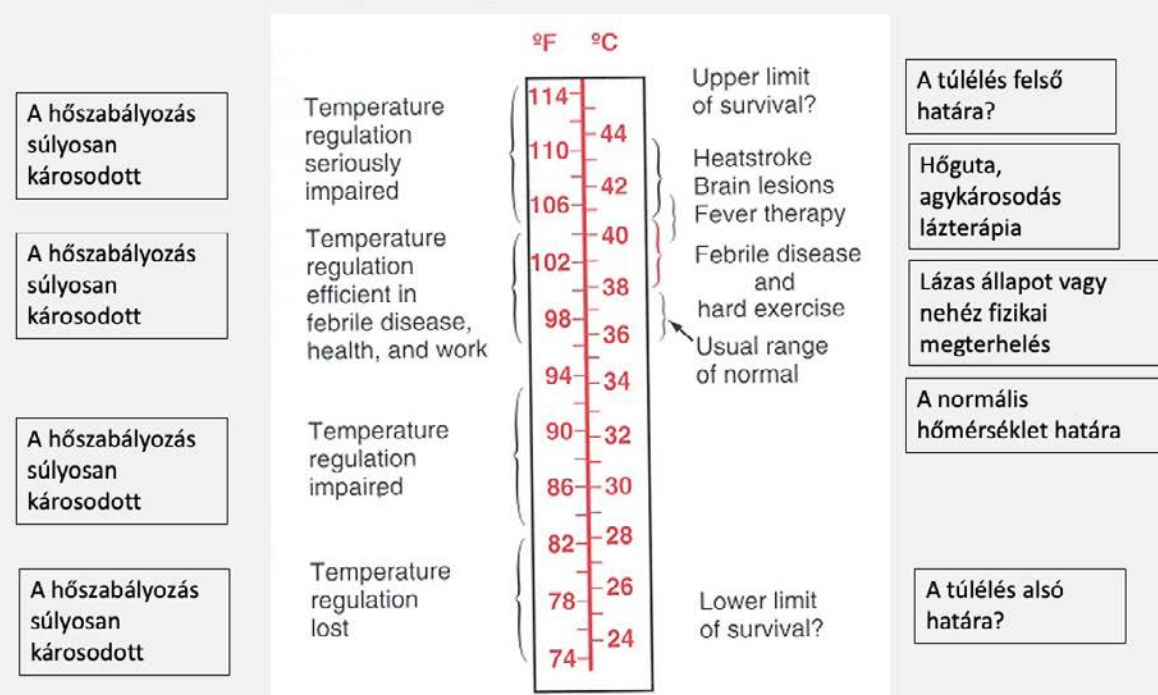
Forrás: USGCRP, 2016: Az éghajlatváltozás hatása az emberi egészségre az Egyesült Államokban: A Scientific Assessment. <https://health2016.globalchange.gov/>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Testhőmérséklet és egészséghatások



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Veszélyeztetett csoportok

- A magas hőmérséklet hatási **MINDENKIT** veszélyeztethetnek, de bizonyos jellemzők növelik az egyén kockázatát a hőhullám idején. Ezek közé tartoznak:
- **életkor**: különösen a 75 év felettiek, vagy az egyedül élők, akik szociálisan elszigeteltek, vagy a szociális ellátó rendszerben élők.
- **krónikus és súlyos betegség**: beleértve a szív- vagy tüdőbetegségeket, cukorbetegséget, veseelégtelenséget, Parkinson-kórt vagy súlyos mentális betegséget.
- **alkalmazkodási nehézségek**: csecsemők és nagyon fiatalok, fogyatékkal élők, ágyhoz

kötöttek, túl sok alkoholt fogyasztók, Alzheimer-kórban szenvedők.

- **környezeti tényezők és túlterhelés**: legfelső emeleti lakásban élés, hajléktalanság, forró helyen vagy szabadban végzett tevékenységek vagy munkák, amelyek nagyfokú fizikai megterheléssel járnak.
- Nem járóképes személyek: nem keresnek hűvösebb helyeket vagy nem pótolják a folyadékvesztést
- Hajléktalanok – nem ismerik fel a veszélyt, vagy nem rendelkeznek erőforrásokkal annak kezelésére.
- Kardiopulmonális és vesebetegséggel élők
- Keringési terhelés és kiszáradás

→ Mentális betegségre ható gyógyszereket szedők

Hőszabályozási problémák kockázatának fokozottan kitettek:

- 0-4 évesek gyermekek – a szervezet hőszabályozási rendszerének fejlődése
- Idősek: kevésbé izzadnak, kevésbé érzik a szomjúságot, hőszabályozási rendszer gyengülése
- Sportolók – fokozott fizikai aktivitás miatti nagyobb kockázat
- Fizikai munkát végzők – fokozott fizikai aktivitás miatti nagyobb kockázat

Forrás: A forró időjárás egészség hatásai és az angliai hőhullámterv

→ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf

Termoreguláció - a hőcsere módjai - Fogalommeghatározások

Sugárzás

- Hővesztés infravörös hősugarakkal (5-20 μ m vagy a látható fény 10-20-szoros hullámhossza)

Vezetés

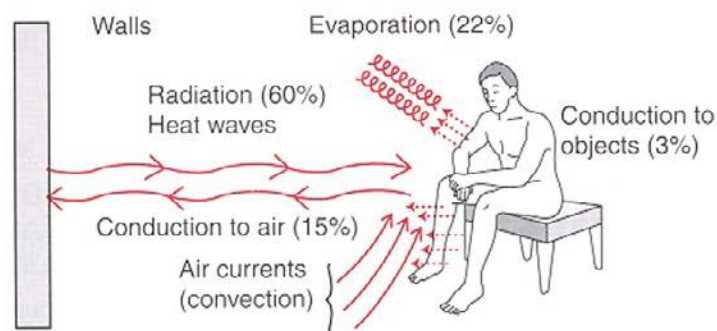
- Hővesztés a testből egy szilárd tárgy felé

Párolgás

- Hővesztés a testből a vízgőzön keresztül a környező légkörbe

Konvekció

- A külső környezet változásainak hatása (pl. szél és víz)



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőszabályozás a testhőmérséklet szabályozása.

- A központi és perifériás folyamatok összetett kölcsönhatása
- A normotermia a normál testmaghőmérséklet (36,8-37,2 °C).
- Amikor az ember hőstressznek van kitéve (azaz megemelkedett környezeti hőmérséklet, fizikai aktivitás vagy a kettő kombinációja), a hőszabályozó rendszer számos fiziológiai mechanizmust működtet a hőegyensúly fenntartása érdekében.
- A sejtlégzés által termelt belső hőt (metabolikus hőtermelés) ellensúlyozza a bőrfelületről a környezetbe a száraz (vezetés,

konvekció és sugárzás) és a párolgó hőcsere kombinációja révén távozó hőmennyiség.

Forrás: Gyermekkori hőszabályozás - Gyermekaneszteziológiai Társaság

→ | pedsanesthesia.org

A hőmérsékletszabályozás élettana - 1

Bemenetek

A termikus bemenetek az A delta (hideg) és a C (meleg) rostok mentén haladnak az elülső gerincvelőben lévő spinothalamikus traktuson keresztül.

A bemenet a bőrből, a mélyebb szövetekből, a hipotalamuszból, valamint az agy és a gerincvelő más részeiből származik.

Forrás:
Gyermekekori
hőszabályozás -
Gyermekegyesítő
ógi Társaság
pedsanesthesia.org

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőmérsékletszabályozás élettana - 2

Központi szabályozás

A központi szabályozás a gerincvelőben és az agytörzsben történő előfeldolgozással kezdődik. A bemeneteket számos neurotranszmitter modulálja.

A hipotalamusz a hőmérsékleti információk integrátora. Az egyes hőszabályozási válaszok meghatározásához összehasonlítja a bemeneti adatokat a küszöbhőmérsékletekkel.

A dorsomedialis mag, a középagy periaqueductalis szürkeállománya és a nucleus raphe pallidus a medullában szintén fontos szerepet játszik.

Forrás:

Gyermekkori
hőszabályozás -
Gyermekaneszteziol
ógiai Társaság
pedsanesthesia.org

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőmérsékletszabályozás élettana - 3

Válaszok

Az efferens válaszok viselkedési és autonóm válaszok.

A viselkedési reakciókat elsősorban a bőrhőmérsékleti input határozza meg, és olyan válaszokat foglalnak magukban, mint a bementek, ha odakint hideg van, a pulóver felvétele, és a mozgás vagy az ellenkező irányú cselekvés, ha meleg van.

Az autonóm válaszokat elsősorban a maghőmérséklet határozza meg, és ezek közé tartozik a bőr vazomotoros aktivitása, az érszűkület vagy értágulat és az izzadás.

Forrás:
Gyermekgyógyászat
Termoreguláció -
Gyermekaneszteziol
ógiai Társaság
pedsanesthesia.org

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Miért sajátos a csecsemők hőszabályozása?

A testfelület és a testtérfogat aránya

- Felnőttek: 0,4
- Normális csecsemők: 1

A csecsemőknél a hőveszteség és -nyereség sokkal gyorsabb.

Forrás: Gyermekkori hőszabályozás - Gyermekaneszteziológiai Társaság

pedsanesthesia.org

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az emberi szervezet hőcseréje

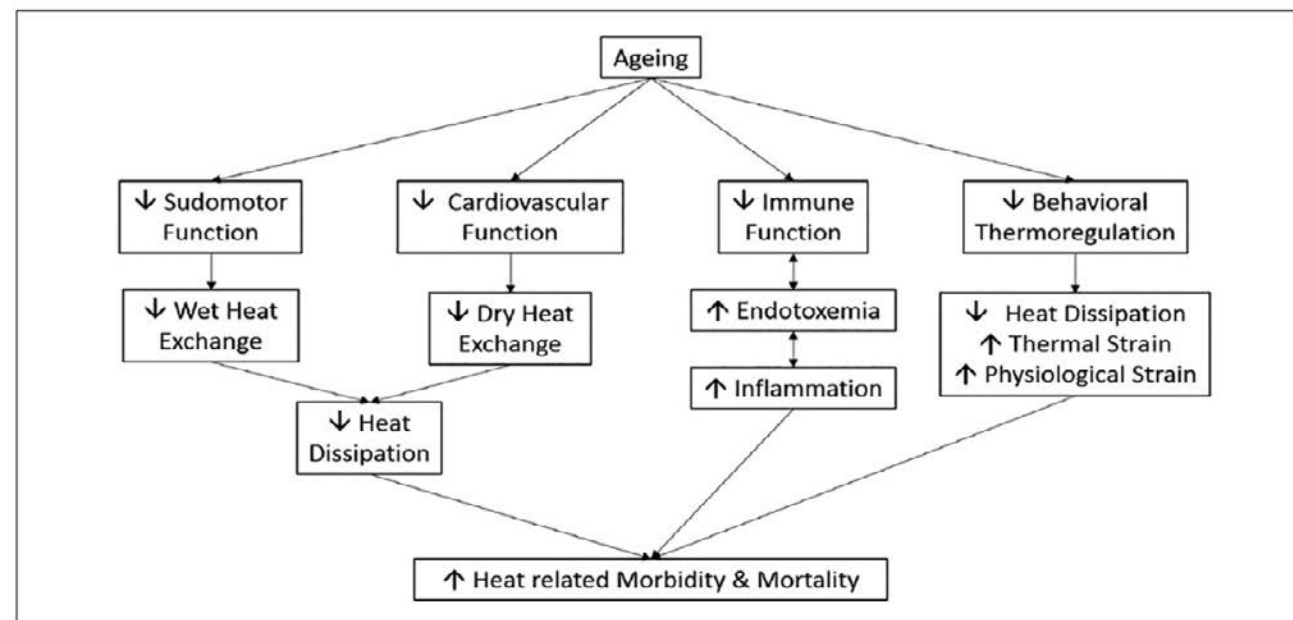
- *Az emberi szervezetben az áramló véren keresztül történő hőátadás (azaz az érrendszeri konvektív hőátadás) a legfontosabb hőcsere útvonal.*
- A testszövetek hőtárolása a hőtermelés, a hőleadás és kisebb mértékben a hőelvezetés kölcsönhatásán múlik,
 - a mechanikai munka során kicserélt energia.
- A túlzott hőfelhalmozódás vagy hőfelszabadulás veszélyezteti a
 - a sejt- és szervrendszerek fiziológiai működését, ami az emberi teljesítmény csökkenéséhez vezethet.
- Ezért egy jól kidolgozott szabályozórendszerre van szükség a testben, valamint a bőr és a környezet közötti hőcsere szabályozásához.

Forrás: González-Alonso J. Az emberi hőszabályozás és a szív- és érrendszer. doi: 10.1113/expphysiol.2011.058701

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



A hőbetegség és a halálozás fokozott kockázatához hozzájáruló tényezők az idősödés során

Forrás: Balmain BN, et al.: Öregedés és hőszabályozás: A hőterhelés alatti testmozgás klinikai következményei időseknél. doi: 10.1155/2018/8306154.

- Az idősebbek hőszabályozása az öregedés következtében gyengül, így a hőséggel kapcsolatos megbetegedések kockázata megnő, különösen hőségben végezett fizikai tevékenység esetén.
- Az anyagcsere- és izomtevékenység fokozódása növeli a szervezet hőtermelését.
- A test maghőmérséklet változása amely a testben tárolt többlet hőenergiából adódik.
- Termikus afferens impulzusokat küld a központi idegrendszernek amely ezt követően efferens jeleket küld a megfelelő hatásszerveknek:

→ a verejtékezés és a bőr véráramlásának aktivizálja, így biztosítva a

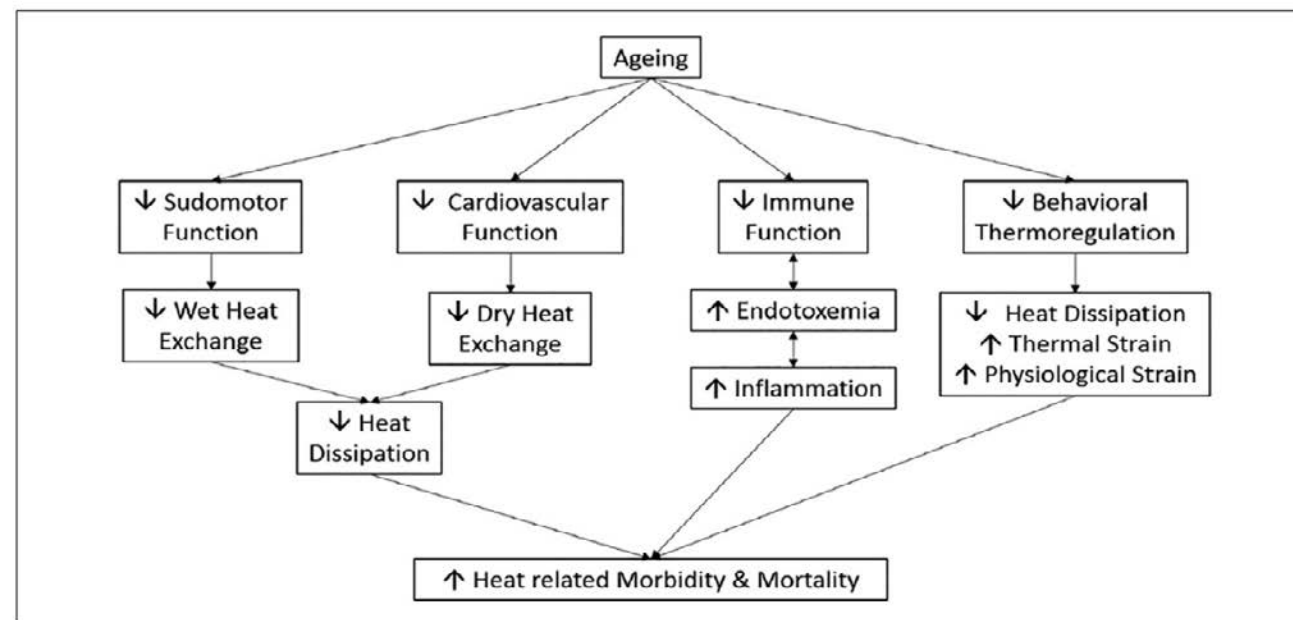
testmaghőmérséklet biztonságos határokon belül tartását

- Az idősebb embereknél a maghőmérséklet emelkedésének küszöbértéke magasabb, mivel a fiatalabb, egészséges egyénekhez képest az izzadási reakció késleltetett, és a párolgásos hőleadás csökken.
- A csökkent verejtékezési képesség nem az aktív verejtékmirigyek számának csökkenéséből ered, hanem abból, hogy egy-egy mirigy kevesebb verejtéket termel.
- A bőr öregedésével a verejtékmirigyek működése a perifériás területekről fokozatosan a test központi részei felé összpontosulhat, ami tovább korlátozhatja a hőleadás hatékonyságát.

→ Az idősebb emberek csökkent párolgási hővesztési képessége miatt a szervezetben több hőenergia halmozódhat fel, ami a testmaghőmérséklet potenciálisan veszélyes szintre emelkedéséhez vezethet.

Az életkorral összefüggő változások a bőr véráramlásában (SkBF)

- A bőr vazomotoros tónusa hatékony eszköze a hőterhelés kezelésének a szív teljesítményének újraelosztásával a SkBF modulálása érdekében.
- A hőszabályozás által kiváltott véráramlás bőrbe történő átcsoportosítása alapvető hőszabályozási válasznak tekinthető.
- Az idősebb egyének kiállítanak
- a SkBF csökkentett növekedése a maghőmérséklet adott változása esetén,
- a SkBF alacsonyabb időfüggő változásai a fiatalabb egyénekhez képest.
- A hőszabályozás által kiváltott SkBF-emelkedést elsősorban a szimpatikus kolinerg aktív értágító rendszer közvetíti. Az aktív bőr alatti értágulatot az acetilkolin és ismeretlen ko-transzmitterek felszabadulása közvetíti, amelyek NO-függő mechanizmusokon keresztül elősegítik a bőr alatti értágulatot.

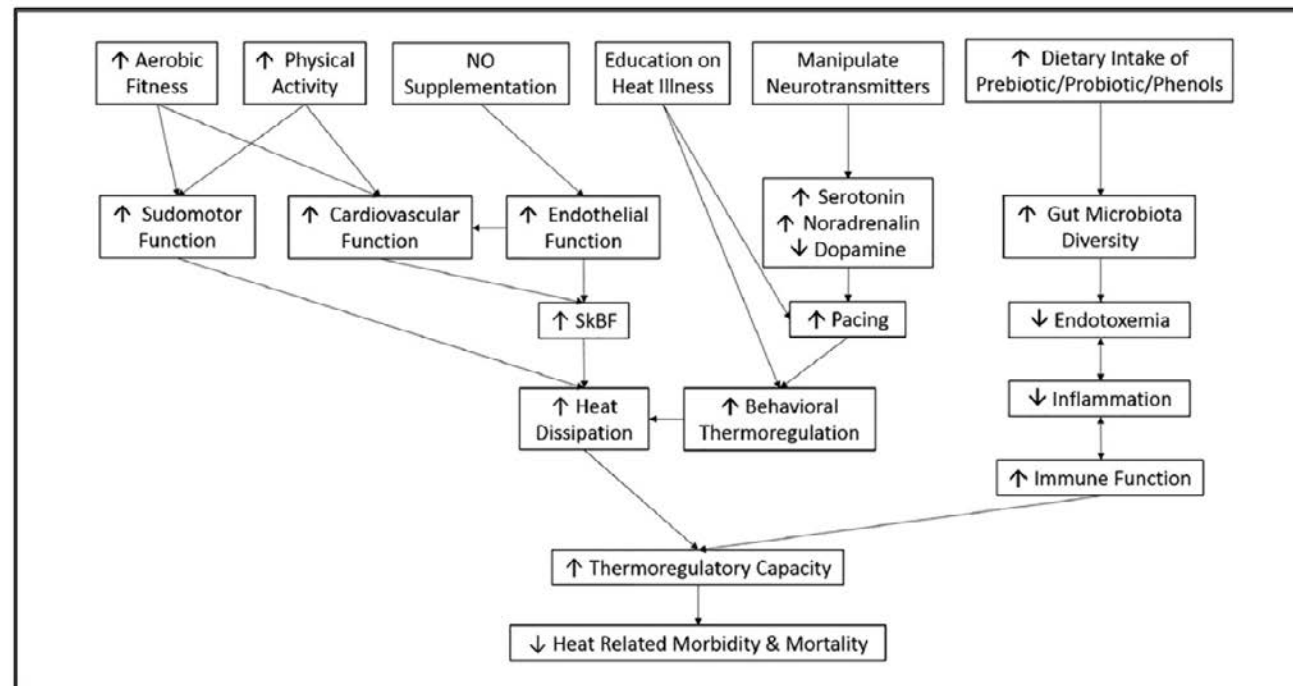


A hőbetegség és a halálozás fokozott kockázatához hozzájáruló tényezők az idősödés során

Forrás: Balmain BN, et al.: Öregedés és hőszabályozás: A hőterhelés alatti testmozgás klinikai következményei időseknél. doi: 10.1155/2018/8306154.

- Az idősebb emberek esetében a hipertermia csökkent vazodilatációs reakciót mutat, ami az aktív vazodilatációs rendszer csökkent érzékenységének tulajdonítható. Ez a csökkent érzékenység csökkent cotranszmitter jelátvitelt és így gyengébb NO-függő bőrvazodilatációt eredményez.
- Ezért a fiatalabb emberekhez képest az idősebbek túlnyomórészt a nitrogén-oxid- (NO-) függő bőrvazodilatációra támaszkodnak, hogy növeljék a SkBF-et a környezeti hőhatásra és/vagy fizikai aktivitásra adott válaszként.

Forrás: Balmain BN, et al.: Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals. doi: 10.1155/2018/8306154.



Javasolt beavatkozási stratégiák és mechanizmusok az idősök hőszabályozásának javítására.

Forrás: Millyard A, et al. Az idősök hőszabályozásának károsodása hőterheléses események során... doi: 10.1177/2333721420932432.

- Az idősebb személyek esetében a passzív hőterhelés során **alacsonyabb a szív teljesítménye**, mint a fiatalabb személyeknél.
- A hőstressz során a kisebb szívteljesítmény és a véráramlás átcsoportosítása a folyadékstátusz életkorral összefüggő változásai miatt következhet be.
- Az időseknél **csökken a szomjúságérzet**, és a vese nátrium- és vízmegőrző képességei az életkor előrehaladtával szintén csökkennek.
- Így módon az idősebb egyéneknél a fiatalabbakhoz képest korlátozott az intravaszkuláris vérmennyiség nagymértékű növekedésének befogadóképessége, valamint a bőr érrendszerében keringő vér mennyisége.

Forrás: Balmain BN, et al.: Aging and Thermoregulatory Control: The Clinical Implications of Exercising under Heat Stress in Older Individuals. doi: [10.1155/2018/8306154](https://doi.org/10.1155/2018/8306154).

Hőbetegségek főbb jellemzői és a megelőzés

Kockázati csoportok	Mechanizmus	Megelőzés
Csecsemők	Termoreguláció éretlen, kisebb testtömeg és vérmennyiség, magas függőségi szint, Kiszáradás veszélye hasmenés esetén	Tartsa a belső környezetet hűvösen. Ellenőrizze a szoba és a test hőmérsékletét. Biztosítson folyadékot és elektrolitot.
Nők és idősek vagy nagyon idősek	A hőszabályozás, vesefunkció és egészségi állapot változásai, csökkent vízbevitel és csökkent fizikai képességek	Tartsa a belső környezetet hűvösen. Ellenőrizze a szoba és a test hőmérsékletét. Biztosítson folyadékot és elektrolitot. Korlátozza a fizikai aktivitást. Kövesse a gyógyszeres kezelést, előzze meg a mellékhatásokat. Tartsa hűvös helyen a gyógyszereket.

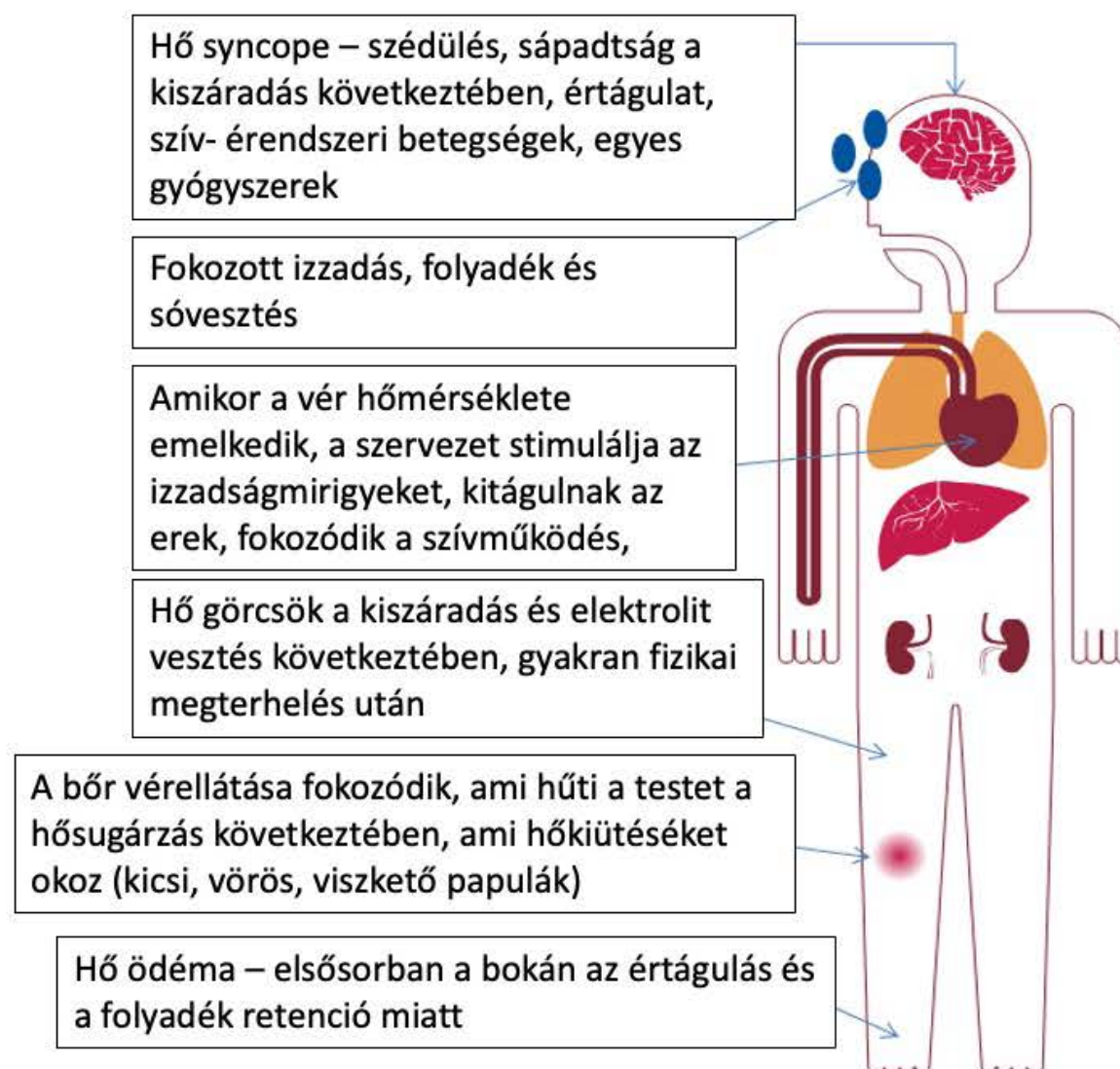
Hőterheléssel kapcsolatos betegségek

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Hővel kapcsolatos betegségek/ elváltozások



A hőség hatásai

A hőhullámok alatti megbetegedések és a halálozás fő okai elsősorban szív- érrendszeri betegségek. Azonban vannak speciális betegségek is:

Hőkimerülés:

hányinger, izgatottság
szédülés
izomgörcsök vagy gyengeség,
ájulás érzés,
fejfájás
kimerülés,
erős izzadás
magas testhőmérséklet

Hőguta

Forró, száraz bő vagy erős izzadás
Zavartság
Eszméletvesztés
Rohamok
Nagyon magas testhőmérséklet

Source: <https://ukhsa.blog.gov.uk/2020/06/24/covid-19-and-summer-temperatures/>

Esettanulmány

Halálos munkabaleset

- A munkavállaló nyári idénymunka során fóliasátorban, napi nyolc órán át, rendkívül meleg időben (másodfokú hőségriadó idején) paprikát szedett. A dolgozók számára a folyamatosan folyadékpótlás lehetősége biztosított volt.
- A munka második napján, 15:00 óra körül a munkás, bár még nem fejezte be a megkezdett paprikasor leszedését, a fóliasátor melletti árnyékos helyen pihenőt tartott. A már ott lévő dolgozónak elmondta, hogy hányingere van, majd rögtön utána összeesett és elvesztette az eszméletét. Nem sokkal a kórházba szállítása után meghalt.
- A boncolási jegyzőkönyv szerint "a keringési és légzési elégtelenség, amely a halál oka volt, egyértelműen a magas környezeti hőmérséklet okozta hőséguta következménye volt".

Problémák

- Elég folyadékot fogyasztott a munkavállaló?
- Lehűtötte-e a testét?
- Mennyi időt töltött árnyékban?
- Pihent?
- Meggyőződött-e a munkáltató arról, hogy a munkavállaló munkaképes volt-e a munkavégzés megkezdése előtt?

Mit tehetünk a hőguta megelőzése érdekében?

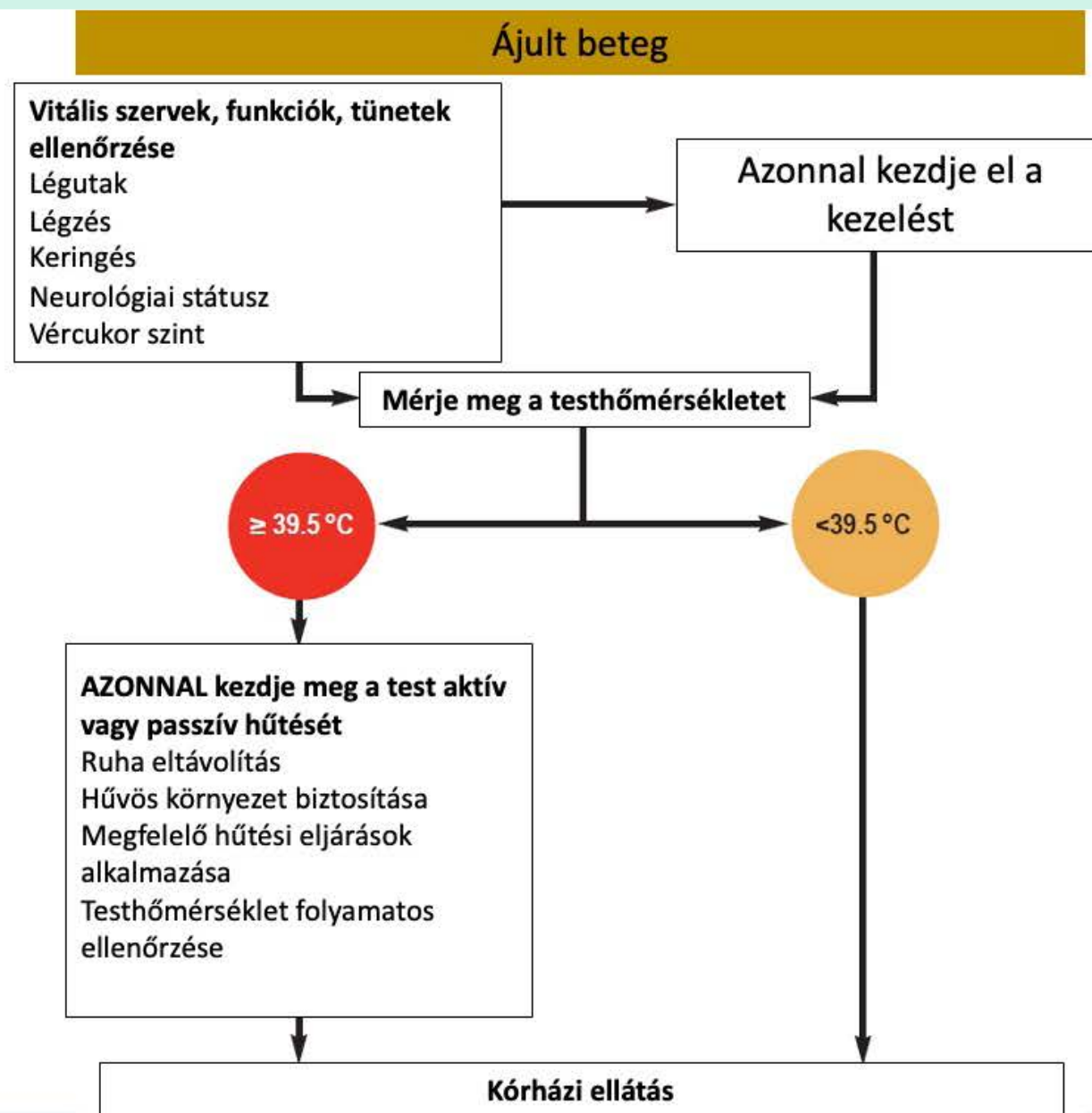
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

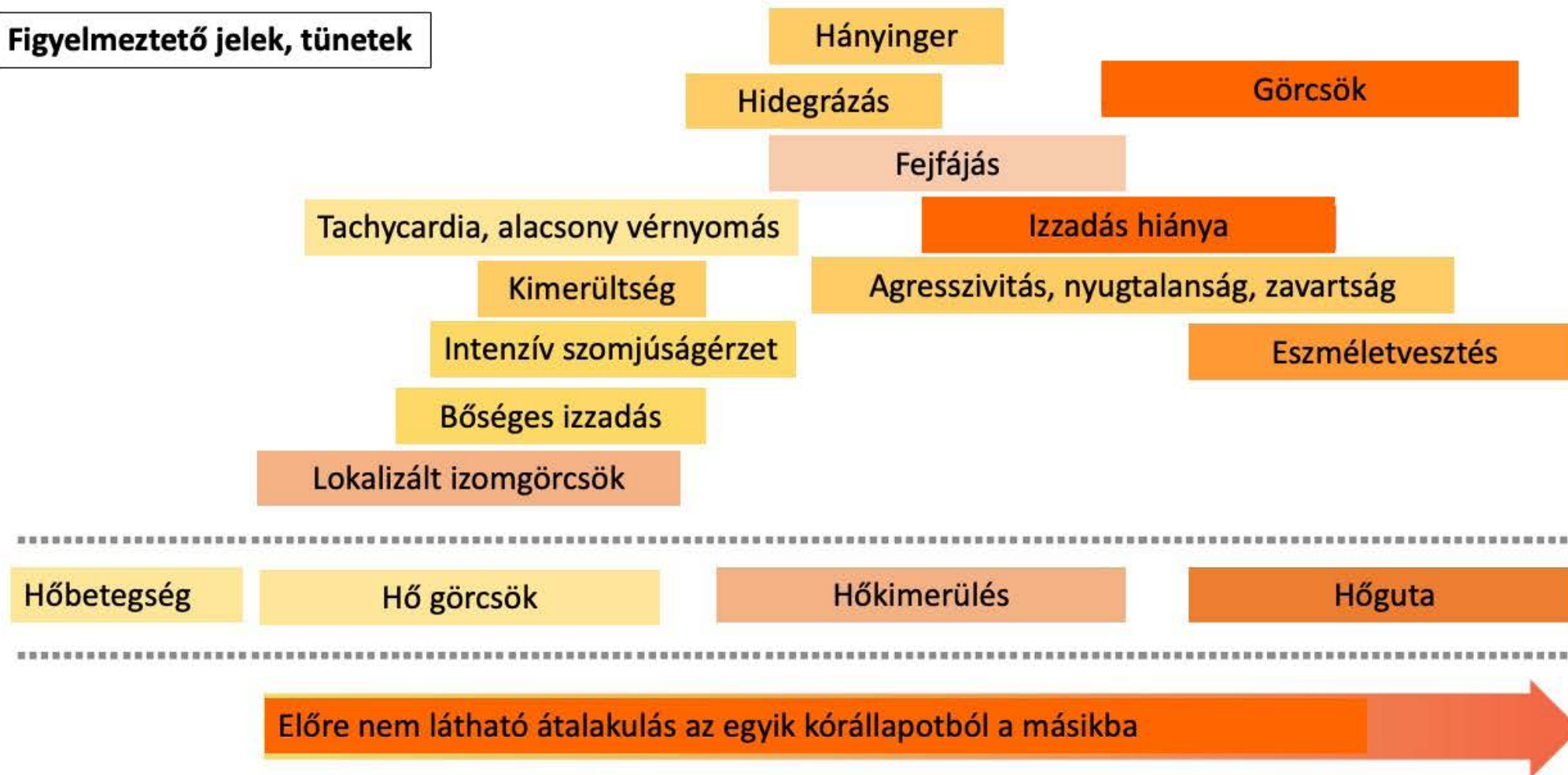
Hogyan ismerhető fel a hőguta?

Hőguta gyanúja esetén a következő folyamatábra segíthet a diagnózis felállításában,



Source: Leyk D et al.: Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537.

Figyelmeztető jelek, tünetek



A hőséggel kapcsolatos kórképek tünetei

Source: Leyk D et al.: Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hóguta diagnózisa és kezelése

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A magas testhőmérséklet és az akut fertőzés összehasonlítása

	Hypertermia	Akut fertőzés
Testhőmérséklet:	magas	Magas (remegés)
Bőrhőmérséklet:	↑↑↑↑≥38,5°C, vörös, forró száraz	↑↑↑≥38,5°C, nedves, forró
Vérnyomás:	alacsony	Kezdetben normális, később alacsony
Fertőzési paraméterek (CRP, BSG, leukocitózis):	nem emelkedett	emelkedett
Vizelet kiválasztás	jelentősen csökkent	Kezdetben normális, később enyhén csökkenő
Válasz megfelelő elektrolit- és folyadékbevitel után:	gyors normalizáció	Minimális javulás
Válasz a lázcsillapító gyógyszerekre:	Nincs vagy nagyon csekély javulás	Gyors javulás

Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

A hőkimerülés és a hőguta összehasonlítása

	A hőkimerülés jelei	A hőguta jelei
Bőr	hideg és nedves	vörös, forró és száraz
Vérnyomás	alacsony	Kezdetben normális, később alacsony
Testhőmérséklet	Normál, később csökkenő	Nagyon magas hőmérséklet >40°C, lázgörcsök lehetségesek.
Impulzus	tachycardia	Tachycardia, gyenge pulzus
Gyomor-bélrendszeri tünetek	Étvágytalanság, émelygés, hányinger, hányás	nausea
Neurológiai tünetek	Gyengeség, szédülés, fáradtság, összeesés	Váltakozó fejfájás, ébrenlét és ájulás (agyödéma!) lehetséges.
Eredmény	Gyorsan kialakuló, rövid időtartamú, ha megfelelően beavatkoznak.	Életveszélyes állapot, akut szövődmények alakulhatnak ki.

Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Enyhe és közepesen súlyos hőbetegségek és kezelésük -1

Orvosi állapot	Jelek és tünetek/mechanizmusok	Menedzsment
Hőkiütés	<p>Az arcon, nyakon, a mellkas felső részén, a mell alatt, az ágyékon és a herezacskó területén apró, vörös, viszkető papulák jelennek meg.</p> <p>Ez bármely életkorban előfordulhat, de a kisgyermekeknél gyakori.</p> <p>Előfordulhat Staphylococcus fertőzés.</p> <p>Ez a forró és párás időjárás során fellépő erős izzadásnak tulajdonítható.</p>	<p>Minimalizálja az izzadást, tartózkodjon légkondicionált környezetben.</p> <p>Zuhanyozzon gyakran és viseljen könnyű ruházatot.</p> <p>Tartsaszárazon az érintett területet.</p> <p>Helyi antihisztamin és antiszeptikum készítmények használhatók a kellemetlenségek csökkentésére és megakadályozhatják a másodlagos fertőzést.</p>
Hőödéma	<p>Az alsó végtagok, általában a bokák ödémája a meleg évszak kezdetén jelentkezik.</p> <p>Ez a hő által kiváltott perifériás értágulat, valamint víz- és sóvisszatartás.</p>	<p>Kezelésre nincs szükség, mivel az ödéma általában az akklimatizálódást követően csökken. Diuretikumok nem ajánlott.</p>
<p>Hő szinkópa</p> <p><i>Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869.</i> https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat</p>	<p>Ez rövid ideig tartó eszméletvesztéssel vagy ortosztatikus szédüléssel jár. Gyakori a szív- és érrendszeri betegségben szenvedő vagy diuretikumokat szedő betegeknél, mielőtt az akklimatizáció megtörténne.</p> <p>Ez a kiszáradásnak, a perifériás értágulat és csökkent vénás visszaáramlás következménye, ami csökkent szívteljesítményt eredményez.</p>	<p>A betegnek hűvös helyen kell pihennie és hanyattfekvő helyzetbe kell helyezni, a lábakat és a csípőt meg kell emelni a vénás visszaáramlás növelése érdekében.</p> <p>A szinkópa egyéb súlyos okait is meg kell vizsgálni és kizárni.</p>

Enyhe és közepesen súlyos hőbetegségek és kezelésük- 2.

Orvosi állapot	Jelek és tünetek/mechanizmusok	Menedzsment
Hőgörcsök	Fájdalmas izomgörcsök lépnek fel, leggyakrabban a lábakban, a karokban vagy a hasban, általában tartós edzés végén. Ez a dehidratációnak, az erős izzadással járó elektrolitvesztésnek és az izomfáradtságnak tudható be.	Azonnali pihenés hűvös helyen ajánlott. Nyújtsa az izmokat és finoman masszírozza. Szájon át történő rehidrálásra lehet szükség elektrolitokat tartalmazó oldat. Orvosi segítséget kell kérni, ha a hőgörcsök egy óránál tovább tartanak.
Hőkimerülés	A tünetek közé tartozik az erős szomjúság, gyengeség, rossz közérzet, szorongás, szédülés, ájulás és fejfájás. A maghőmérséklet lehet normális, vagy enyhén emelkedett (40 °C-nál alacsonyabb). A pulzus gyenge, poszturális hipotenzióval és gyors, felületes lélegzetvétel. A mentális állapot nem változik. Ez a magas környezeti hőhatásnak való kitettségéből eredő víz- és/vagy sóhiánynak tulajdonítható, vagy megerőltető testmozgásnak.	Vigye a beteget hűvös, árnyékos helyiségbe vagy légkondicionált helyre. A beteget le kell vetkőztetni. Alkalmazzon hideg vizes lepedőt vagy permetezzen hideg vizet, és ha van, használjon ventilátort. Fektesse le a beteget, és emelje fel a lábát és a csípőjét a vénás visszaáramlás fokozása érdekében. Kezdje el a szájon át történő folyadékpótlást. Ha a hányinger megakadályozza a szájon át történő folyadékbevitelt, fontolja meg az intravénás folyadékpótlást. Ha 39 °C feletti hipertermia vagy károsodott mentális állapot vagy tartós hipotenzió lép fel, kezelje hőgutaként, és szállítsa a beteget kórházba.

Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869.
<https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Az életveszélyes hőguta kezelése

Feltétel	Beavatkozás	Cél
<p>Hőstressznek való kitettség (hőhullám, nyári szezon és/vagy megerőltető testmozgás)</p> <p>A mentális állapot változásai (szorongás, delírium, rohamok, Kóma)</p>	<p>Mérje a maghőmérsékletet (rektális szonda). Ha $> 40^{\circ}\text{C}$, vigye a beteget hűvösebb helyre, vegye le a ruházatot, kezdje el a külső hűtést; hideg borogatás a nyakra, hónaljra és ágyékra, folyamatos legyezés (vagy tartsa nyitva a mentőautó ablakát), miközben a bőrt $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$-os vízzel permetezzük.</p> <p>Helyezze az eszméletlen beteget az oldalára, és tisztítsa meg a légutakat.</p> <p>Adjon oxigént 4 l/perc.</p> <p>Adjon izotóniás kristalloidot (normál sóoldatot).</p> <p>Gyorsan szállítsa a sürgősségi osztályra.</p>	<p>Diagnosztizálja a hőgutát.</p> <p>Csökkentse a maghőmérsékletet $< 39,4^{\circ}\text{C}$-ra.</p> <p>A hűtés elősegítése vezetéssel; a légáramlatok fenntartása.</p> <p>Elősegítse a párolgás általi hűtést.</p> <p>Minimalizálja az aspiráció kockázatát.</p> <p>Az artériás oxigénszaturáció növelése $> 90\%$-ra.</p> <p>Biztosítsa a folyadékpótlást.</p>

Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Kórházi kezelés

Feltétel	Beavatkozás	Cél
Hipertermia	Erősítse meg a diagnózist magas hőmérséklet (40-47 °C) mérésére kalibrált hőmérővel. Ellenőrizze a bőr és a végbél hőmérsékletét; folytassa a hűtést.	Tartsa a bőr hőmérsékletét > 30 °C-on. Állítsa le a hűtést, ha a rektális hőmérséklet < 39.4 °C.
Rohamok	Fontolja meg a benzodiazepinek alkalmazását.	Görcsrohamok ellenőrzése.
Légzési elégtelenség	Fontolja meg az elektív intubálást (a károsodott nyelési- és köhögési reflexek vagy a légzésfunkció romlása esetén)	Védje a légutakat és fokozza az oxigénellátást (artériás oxigénszaturáció > 90%).
Hipotenzió	Adjon térfogatnövelőket, vazopresszorokat, és fontolja meg a centrális vénás nyomás monitorozását	Növelje az artériás átlagnyomást > 60 Hgmm, állítsa helyre a szervi perfúziót és a szöveti oxigénellátást (tudat, vizeletürítés, laktátszint).
Rhabdomyolízis	Térfogatnövelés normál sóoldattal, intravénásan furoszemiddel és mannitollal vagy intravénás nátriummal bikarbonátot. Ellenőrizzük a szérum kálium és kalcium szintet, és kezeljük még a mérsékelt hiperkalémiát is.	Akadályozza meg a mioglobin okozta vesekárosodást. Segítse a vese véráramlását és a diurézist. Biztosítsa a vizelet lúgosítását.
Utóhűtés		Az életveszélyes szívritmuszavarok megelőzése.
Több szervrendszer diszfunkció	Használjon nem specifikus támogató terápiát.	Segítse a szervfunkciók helyreállítását.

Forrás: Közegészségügyi tanácsok a hőség egészségügyi hatásainak megelőzéséről. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869.
<https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>

Fő következtetések

- A magas hőmérsékletnek való kitettség az enyhétől a súlyosig terjedő egészségkárosodást okozhat. Különösen akkor, ha a hőmérséklet hosszabb ideig magas marad.
- Hőhullám idején a megbetegedések és az idő előtti halálozás fő okai a légzőszervi és a szív- és érrendszeri megbetegedések.
- A hőséggel összefüggő egészségi hatások és betegségek közé tartoznak a következők: Hőgörcsök, hőkiütés, hőödéma, hőségvertág, hőségvertág, hőségvertág, hőségvertág.
- Hőségvertág kockázatának csökkentése érdekében fontos a folyamatos és intenzív hidratálás valamint a hűvös helyen történő rendszeres pihenés.

Ellenőrizze tudását

1. Mi a legnagyobb éghajlati eredetű egészségkockázat Európában?
2. Kiket veszélyeztet a szélsőséges hőség?
3. Milyen módjai vannak a hőcserének?
4. Hogyan tudná leírni a hőmérsékletszabályozás fiziológiáját?
5. Mely tényezők járulnak hozzá a hőbetegség fokozott kockázatához az öregedés során?
6. Meg tudja különböztetni a hőbetegséget a fertőző betegségektől?
7. Hogyan lehet felállítani a hőséguta diagnózisát?
8. Hogyan kezelhetjük a mérsékelt hőbetegséget?
9. Hogyan lehet kezelni a súlyos hőségutát?

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science - Újvidék, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás hatása a szív- és érrendszeri betegségekre (CVD)

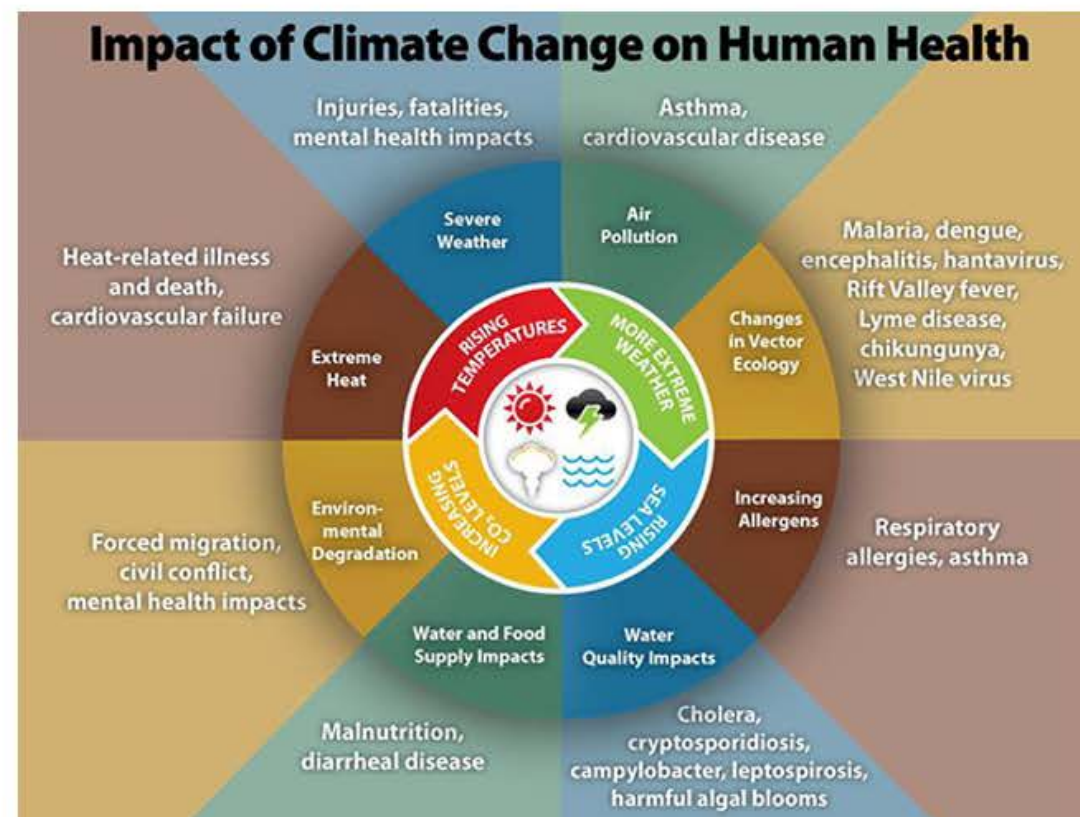
Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek arra, hogy

- az éghajlatváltozás hatásai valamint, a szív- és érrendszeri betegségek (CVD) közötti összefüggéseket azonosítsák és értelmezzék;
- értelmezzék miként hat a levegő hőmérséklete, a légszennyezés, az erdőtüzek, a sivatagi por a CVD kialakulásának vagy súlyosbodásának kockázatára;
- meghatározzák azokat a társadalmi csoportokat, amelyek különösen érzékenyek azokra az éghajlatváltozással összefüggő hatásokra, amelyek a CVD kialakulásának vagy súlyosbodásának kockázatát növelik;
- meghatározzák azokat az intézkedéseket, amelyeket az egészségügyi szakemberek tehetnek annak érdekében, hogy felkészítsék a szív- és érrendszeri betegségekben szenvedő lakosokat az éghajlatváltozással összefüggő negatív egészséghatások mérséklésére.

Az éghajlatváltozás és a szív- és érrendszeri betegségek (CVD)

Az éghajlatváltozás bizonyítottan hatást gyakorol a szív- és érrendszeri betegségek (CVD) kialakulásának kockázatára és így az általános egészségi állapotra, amely helyzet olyan problémahalmazt jelent, amelyet sürgősen és különböző szinteken is kezelni szükséges.



Az éghajlatváltozás hatása az emberi egészségre.

Forrás: https://www.cdc.gov/climateandhealth/images/climate_change_health_impacts600w.jpg?_=06389

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

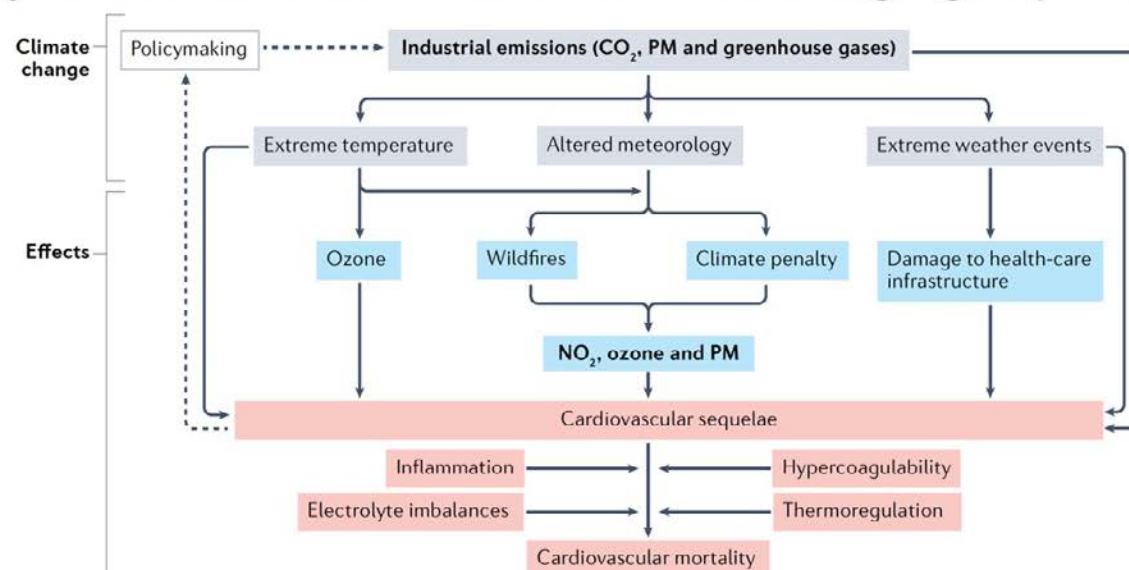
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ 2019-ben globálisan körülbelül 18,6 millió ember halt meg CVD-ben, és e betegségcsoport továbbra is a vezető halálozási ok világszerte.

→ Ennek megfelelően a megelőzési stratégiák kidolgozása érdekében fel kell tárni az éghajlatváltozás és a CVD közötti kapcsolat jellemzőit.

Az éghajlatváltozás és a szív- és érrendszeri betegségek (CVD)



Az éghajlatváltozás hatása a szív- és érrendszeri betegségek kialakulására.
Forrás: Khraishah et al., 2022

A szélsőséges időjárási jelenségek, a környezeti hőmérséklet ingadozásai, a hóhullámok, a hidegidőszakok és a különböző szennyező anyagoknak való közvetlen kitettség súlyosbíthatják a már meglévő CVD, és hozzájárulhat a betegség kialakulásához.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

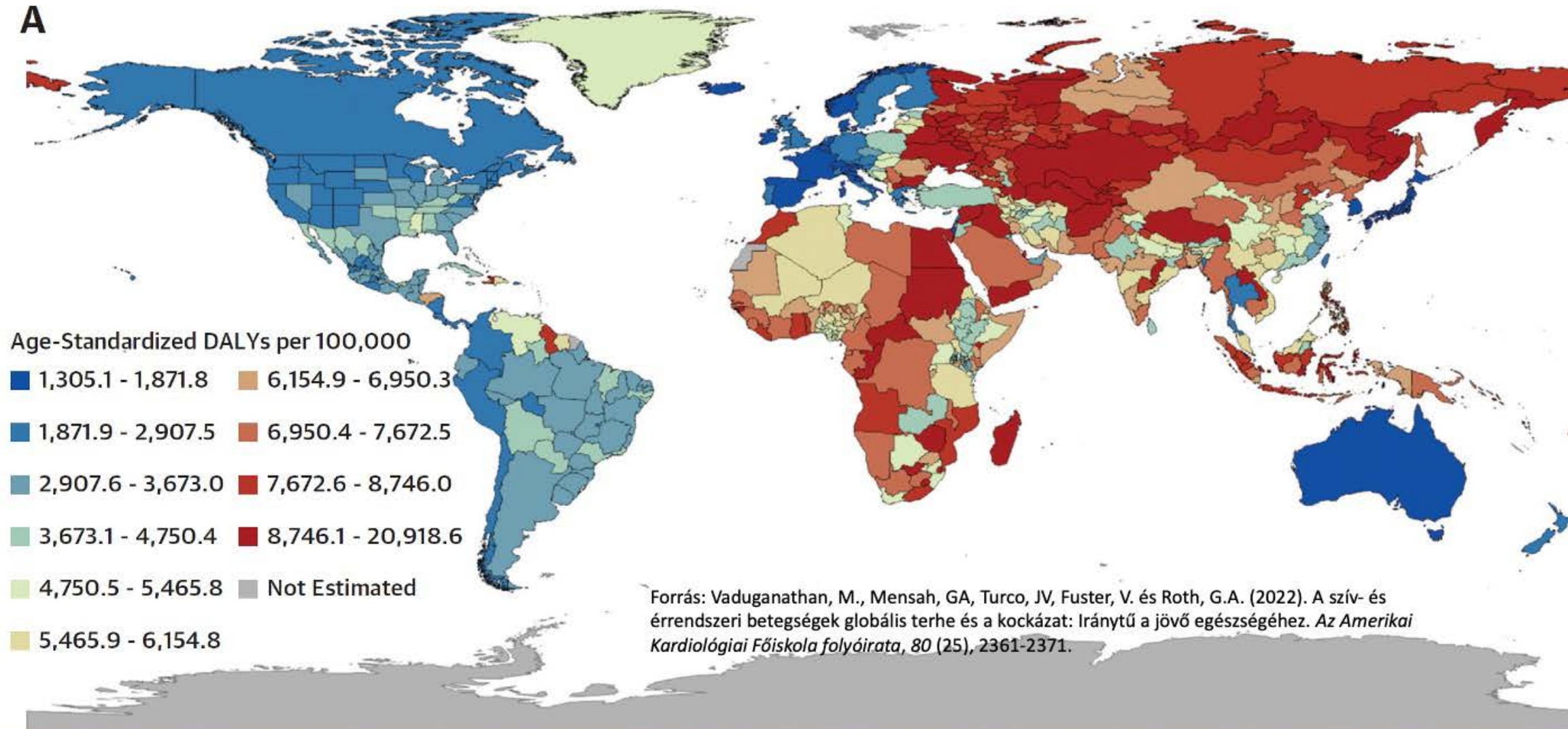
→ A legvalószínűbb hatásmechanizmusok a szélsőséges időjárási körülményekhez és a légszennyezéshez köthetők, amelyek önállóan is hatással lehetnek a szív- és érrendszeri egészségre, de együttesen is fokozhatják egymás negatív következményeit. A levegőminőség romlása a szennyezőanyagok növekvő koncentrációja miatt súlyosbíthatja a hőmérsékleti szélsőségek egészségkárosító hatásait, míg az időjárási ingadozások tovább ronthatják a levegő minőségét.

→ Az éghajlatváltozás közvetett hatással lehet az egészséges étel- és italokhoz és a tiszta ivóvízhez való hozzáférés lehetőségeire, a közlekedési lehetőségekre, a lakhatási körülményekre, az energiaellátásra, a

kommunikációs rendszerek működésére, az egészségügyi ellátás elérhetőségére és az egészség társadalmi meghatározóira. Mindezek kulcsfontosságú tényezők a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében és kezelésében.

CENTRAL ILLUSTRATION Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks

A

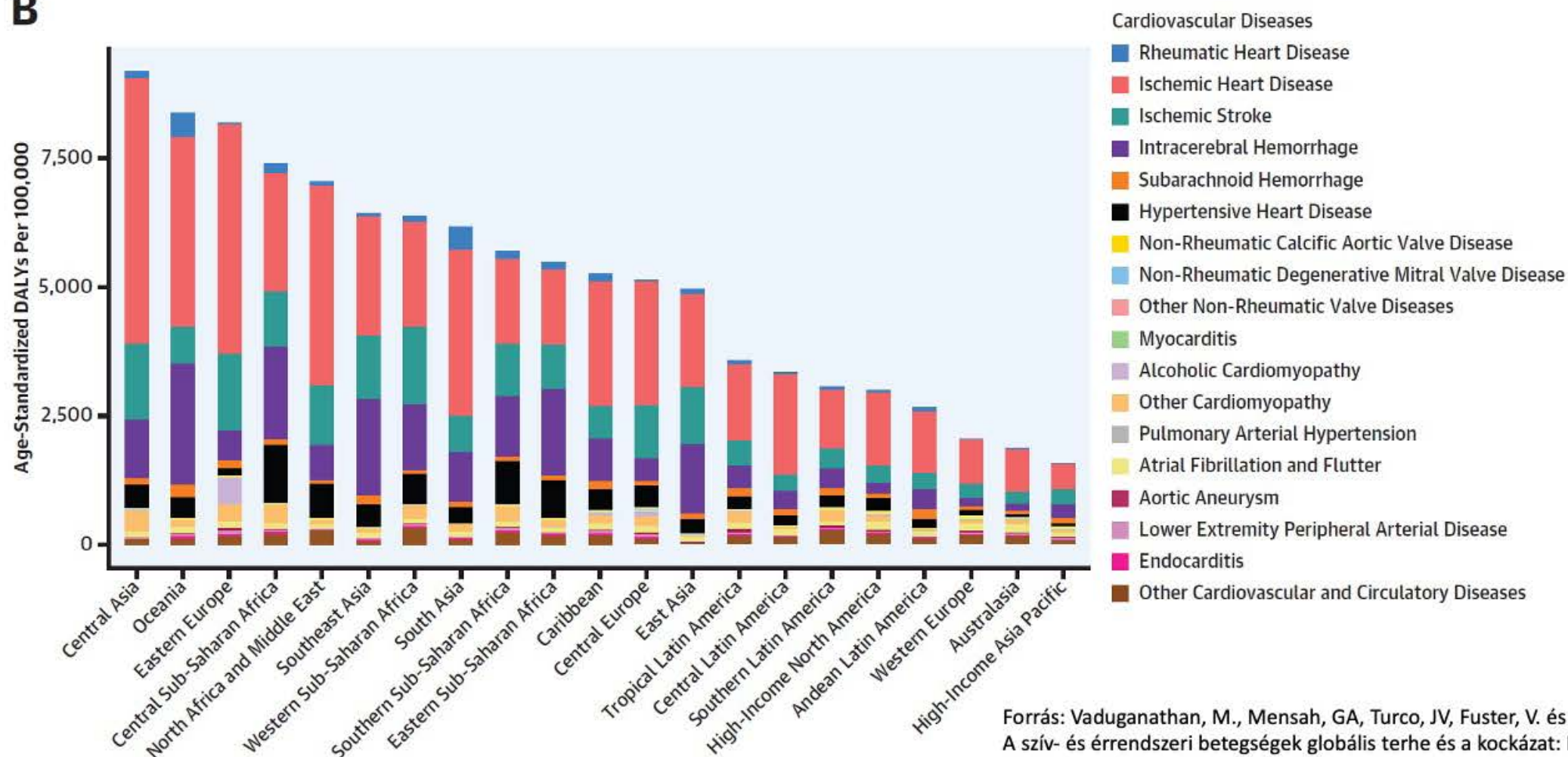


Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

B



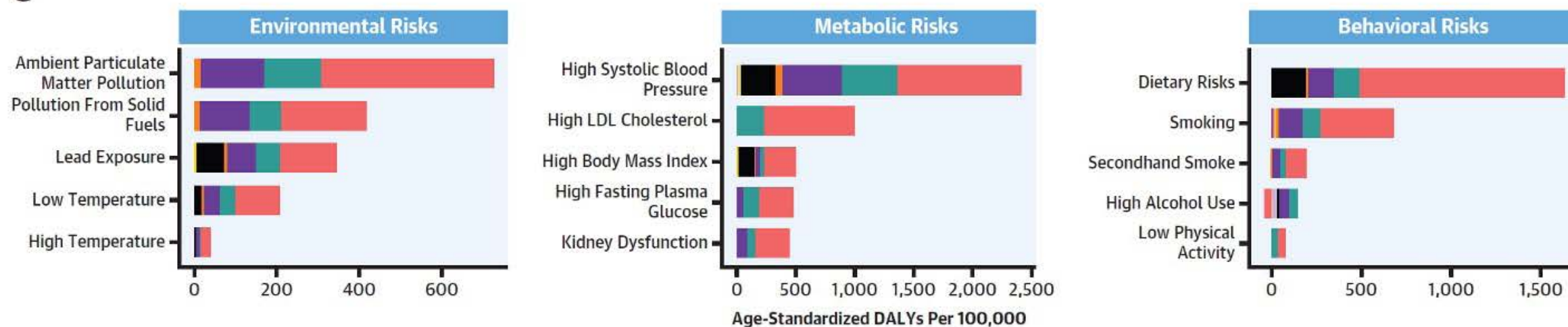
Forrás: Vaduganathan, M., Mensah, GA, Turco, JV, Fuster, V. és Roth, G.A. (2022). A szív- és érrendszeri betegségek globális terhe és a kockázat: Iránytű a jövő egészségéhez. *Az Amerikai Kardiológiai Főiskola folyóirata*, 80 (25), 2361-2371.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

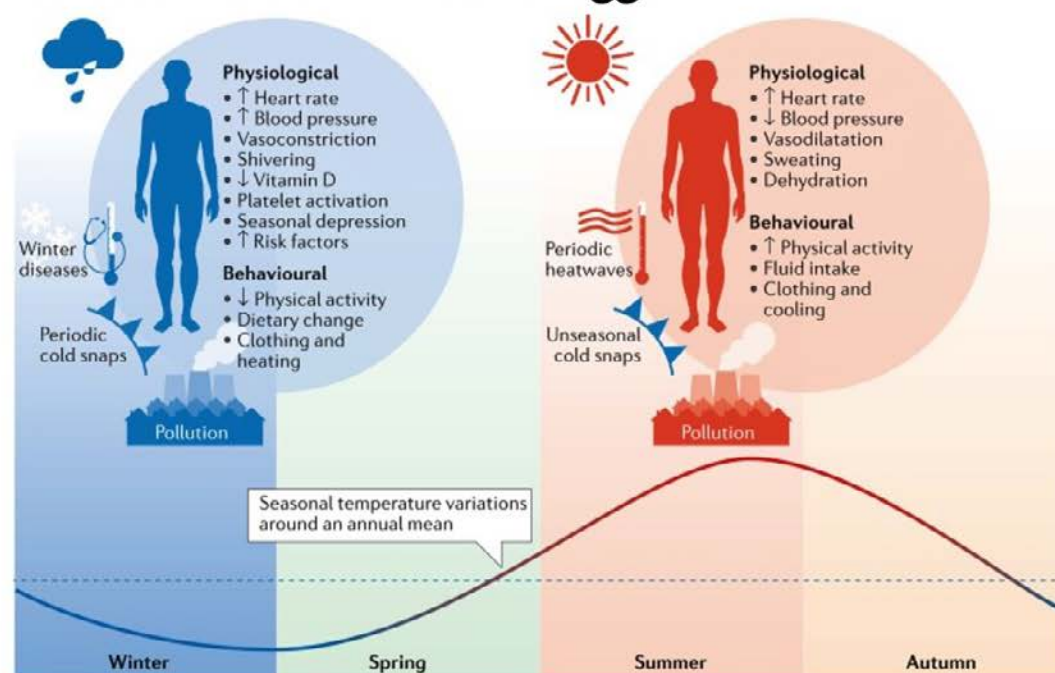
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

C



Forrás: Vaduganathan, M., Mensah, GA, Turco, JV, Fuster, V. és Roth, G.A. (2022). A szív- és érrendszeri betegségek globális terhe és a kockázat: Iránytű a jövő egészségéhez. *Az Amerikai Kardiológiai Főiskola folyóirata*, 80 (25), 2361-2371.

A levegő hőmérséklete a CVD összefüggései



A szív- és érrendszeri betegségek szezonális variációjának modellje: egyén – környezeti kölcsönhatások
Forrás: Stewart et al., 2017

Nature Reviews | Cardiology

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Mind az alacsony, mind a magas hőmérséklet hozzájárul a szív- és érrendszeri morbiditáshoz és halálozáshoz
- 2019-ben a Global Burden of Disease Study a „nem optimális hőmérséklet” kifejezést vezette be világszerte a halálozás kockázati tényezőjeként.
- A legnagyobb halálozási terhet jellemzően az alacsony, és nem magas környezeti hőmérséklet jelenti.
- Egy 2021-es globális elemzés becslése szerint évente > 5 millió halálest kapcsolódik a nem optimális hőmérsékletekhez.

- Ezek a tendenciák várhatóan súlyosbodnak az elkövetkező években, mivel a folyamatos globális felmelegedés és a CVD kockázati tényezőivel élő betegek fokozottan érzékenyek a változásokra.

A levegő hőmérséklete a CVD összefüggései

A rövid távú hőmérséklet-ingadozások halálózásra gyakorolt hatásainak vizsgálata azt mutatta, hogy az expozíció-válasz kapcsolat eredendően nem lineáris, hanem U-alakú, V alakú vagy J alakú görbét eredményezhet.

Feature	Ambient temperature	Particulate matter
Unit of measurement	Degrees Fahrenheit or Celsius	Micrograms per cubic metre
Exposure assessment	Average daily outdoor air temperature, usually measured from meteorological stations	Average daily particulate matter (PM _{2.5} and PM ₁₀) levels, usually measured by regulatory monitoring networks or estimated from models with fine spatiotemporal resolution
Study design	Time-series and case-crossover studies for short-term effects; longitudinal cohort studies for long-term effects	Time-series and case-crossover studies for short-term effects in time-series and case-crossover studies; longitudinal cohort studies for long-term effects
Lag effect	Cold temperatures up to 3 weeks; hot temperatures up to 1 week	Up to 5 days (short-term effects)
Exposure-response curve		

PM_{2.5}, fine particulate matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ in diameter; PM₁₀, particulate matter $\leq 10 \mu\text{m}$ in diameter.

Hőmérséklet és részecskék, mint az éghajlatváltozással összefüggő egészségügyi expozíció
Forrás: Khraishah et al., 2022

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

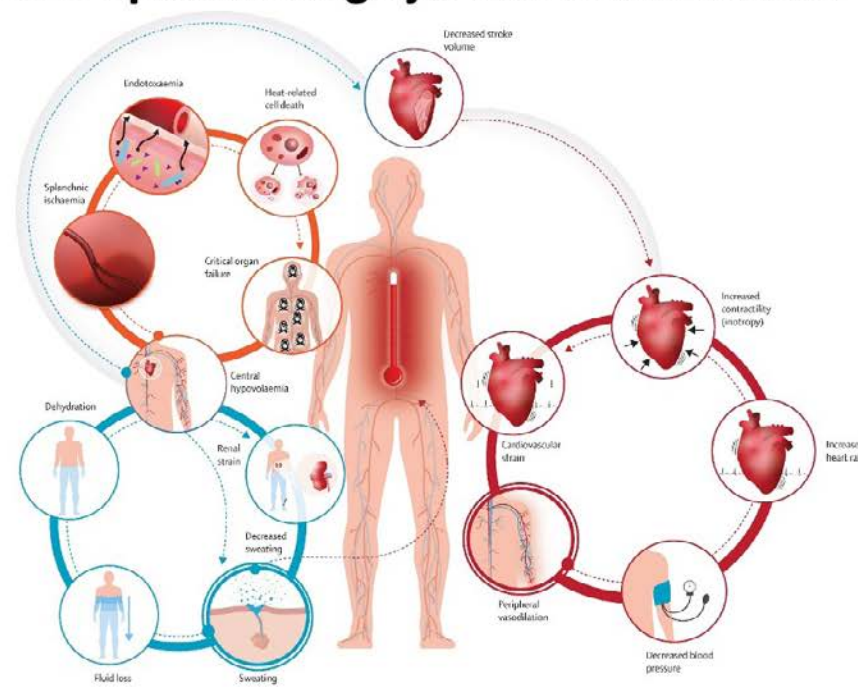
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Az optimális hőmérséklet (amely arra a napi átlaghőmérsékletre utal, amelyen a legalacsonyabb a mortalitás; minimális halálózási hőmérsékletnek is nevezik) a görbék inflexiós pontja, és az éghajlati övezettől, a földrajzi elhelyezkedéstől és a vizsgált népességcsoport társadalmi-gazdasági jellemzőitől függően változhat.
- Egy másik tényező, amelyet figyelembe kell venni, az a környezeti stresszorok, például a szélsőséges hőmérséklet vagy a légszennyezés időbeli késleltetett vagy „elmaradt” hatásai.

- Az extrém hideg hőmérsékletnek való kitettség egészséghatásai általában hosszabb ideig fennállnak (legfeljebb 2 hétig vagy tovább), mint a szélsőségesen magas hőeseményeknek való kitettség hatásai, amelyek általában 2-3 napig tartanak.

A hőmérséklettel kapcsolatos CVD epidemiológiája: kardiovaszkuláris kockázati tényezők

A vizsgálatok kimutatták, hogy a kültéri átlaghőmérséklet 1°C-os csökkenése a szisztolés vérnyomás 0,26 mmHg-os emelkedésével és a diasztolés vérnyomás 0,13 mmHg-os emelkedésével járt.



Forró időjárás és szélsőséges hőség: egészségügyi kockázatok
Forrás: Ebi et al., 2021

Erasmus+ Higher education

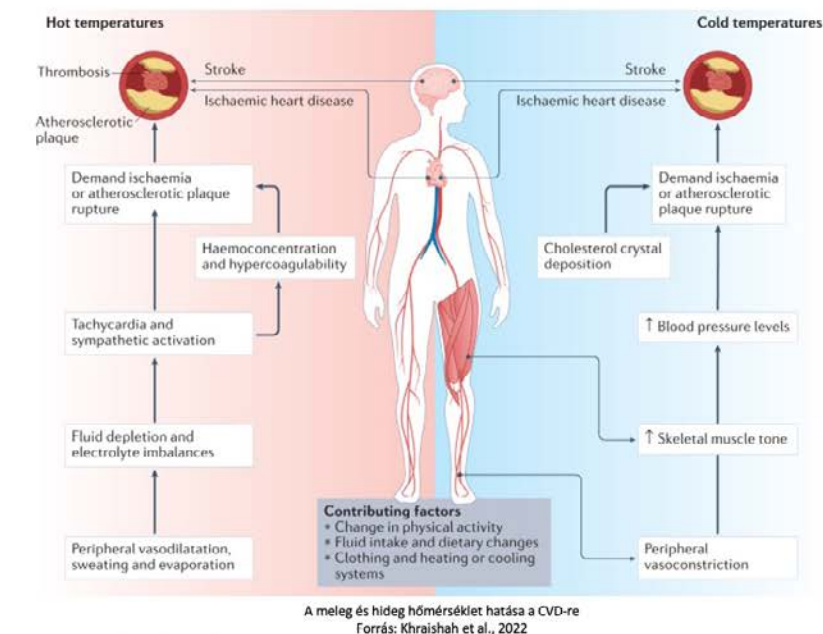
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A szélsőséges környezeti hőhatások befolyásolhatják a cukorbetegség kialakulásának kockázatát, és a cukorbetegségben szenvedők esetében a vércukorszint szabályozását (gyógyszerezés) befolyásolhatja.
- A rövid távú hőmérséklet-ingadozások hatással vannak a vérnyomás változására.
 - Számos vizsgálat fordított összefüggést mutatott a hőmérséklet változása és a vérnyomás szintjének alakulása között ugyanazon és/vagy az előző napok összehasonlításában.

A hőmérséklettel kapcsolatos CVD epidemiológiája: kardiovaszkuláris kockázati tényezők



A meleg és hideg hőmérséklet hatása a CVD-re
Forrás: Khraishah et al., 2022

<https://twitter.com/eis2win/status/1405220181408980994/photo/1>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

időszakos elemzés a szív- és érrendszeri halálozás 1,8%-os növekedését mutatta ki a regionális hőségküszöbérték feletti minden egyes 1 °C-os emelkedés esetén.

A 2013-2015 között vizsgált, több mint 270 kínai városból származó egyének időszaki elemzése azt mutatta, hogy a hideg hőmérséklet erősebb összefüggést mutat a szív- és érrendszeri halálozással, mint a magas környezeti hőmérséklet.

Az optimális hőmérséklethez képest a szélsőségesen hideg hőmérséklet 92%-kal növelte a szív- és érrendszeri halálozást, és ennek tartós hatása több mint 14 napig tartott.

Ezzel szemben a szélsőségesen meleg hőmérséklet a szív- és érrendszeri halálozás 22%-os növekedésével járt együtt.

A melegebb éjszakák a következő nap emelkedett vérnyomásszintet eredményezhetnek.

A melegebb időszakokban az alvás időtartamának csökkenése vagy minőségének romlása szintén hatással lehet az éjszakai vérnyomásszintek emelkedésére.

A környezeti hőmérséklet emelkedése alacsonyabb HDL-szintekkel és magasabb LDL-szintekkel mutat összefüggést.

A magasabb környezeti hőmérséklet miatt a rövidebb testedzéssel töltött idő hosszú távon szintén növelheti a CVD kockázatát.

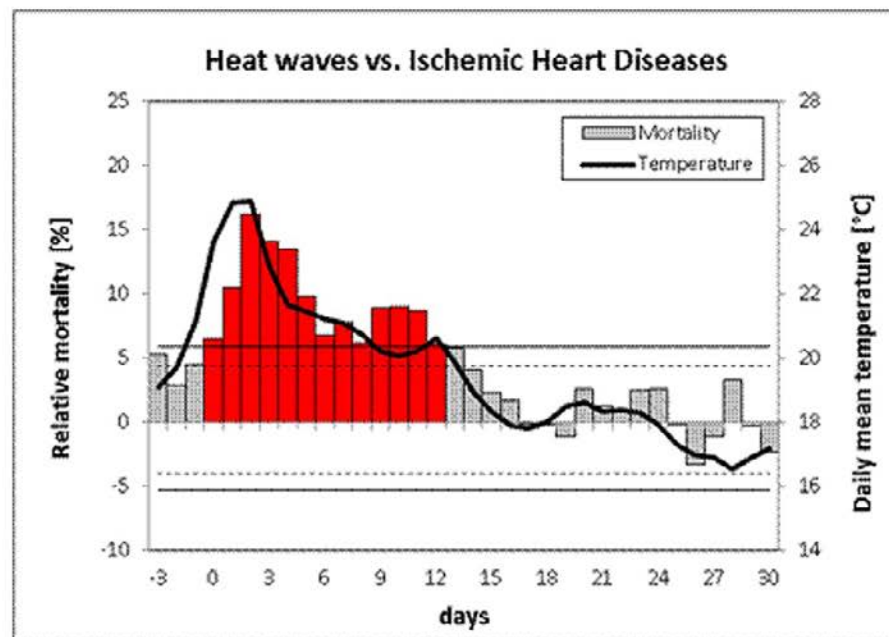
Az éjszakai vérnyomás alakulásával összefüggésben kimutatható, hogy a nyári

hónapokban magasabb, mint a téli hónapokban, ami arra utal, hogy a melegebb éghajlat ellentétes hatásokkal járhat, és ellensúlyozhatja a kardiovédelem hagyományos mechanizmusait.

Az összhálózás és a szív- és érrendszeri halálozás relatív kockázata jelentősen megnő, ha a napi középhőmérséklet az optimális hőmérséklet fölé vagy alá megy. A környezeti hőmérséklet 1 °C-os emelkedése vagy csökkenése az optimális hőmérsékleti küszöbérték felett vagy alatt a szív- és érrendszeri halálozás 3,44%-os, illetve 1,66%-os növekedésével járt.

Az 1993-2006 közötti időszakban Angliában és Walesben a nyári hónapokban végzett

A hőmérséklettel kapcsolatos CVD epidemiológiája: ischémiás szívbetegség



A hőhullámok hatása az ischaemiás szívbetegségekre Németországban
 Forrás: <https://www.mdpi.com/2225-1154/2/3/133>

Erasmus+ Higher education
 ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A magas és alacsony hőmérsékleti szélsőségek a myocardialis infarktus (MI) fokozott előfordulásával járnak.

→ A hideg hőmérséklet és a MI kórházi felvétel közötti kapcsolatot jól leírták az irodalomban, a hő és az MI kórházi kezelés közötti kapcsolat kevésbé következetes.

A németországi Augsburgból származó tanulmány összehasonlította az MI előfordulását az 1987-2000 és 2001-2014 közötti időszakban:

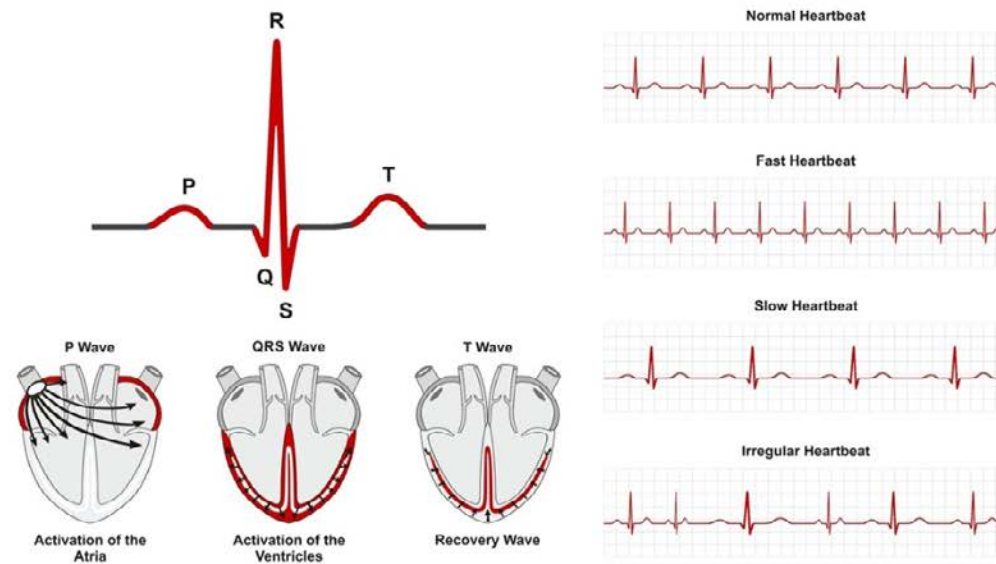
→ A korábbi időszakokban az MI-t jellemzően a hidegexpozíció váltotta ki, de a hővel kapcsolatos MI relatív kockázata jelentősen megnőtt az utóbbi időszakban.

→ A megnövekedett hőérzékenység bizonyítottabb volt cukorbetegségben és hiperlipidémiában szenvedő betegeknél, hangsúlyozva annak fontosságát, hogy a nem optimális környezeti hőmérséklet a CVD kockázati tényezője, különösen a veszélyeztetett csoportokban (idősek, egyéb krónikus betegségben szenvedők).

Egy 23 tanulmányt összegző metaanalízis azt mutatta ki, hogy az MI relatív kockázata az adott időszakra jellemző átlagos környezeti hőmérséklet minden 1 °C-os emelkedése esetén 1,016 emelkedett és minden 1 °C-os csökkenés esetén 1,014 emelkedett.

A hőmérséklettel kapcsolatos CVD epidemiológiája: aritmia

Normal and Abnormal Heart Rate



Forrás: <https://www.carolinaheartandleg.com/wp-content/uploads/2018/04/ARRHYTHMIA.jpg>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Számos tanulmány nagyobb aritmia kockázatot és halálozást mutatott a téli hónapokban, egyidejűleg a légzőszervi megbetegedésekkel összefüggő halálozás növekedésével.
- A nagyobb napi hőmérsékleti tartomány (a maximális és a minimális hőmérséklet közötti különbség egy nap alatt) szintén összefüggésben áll az emelkedett aritmia-kockázattal.

- A dél-koreai Szöulban több mint 30.000 aritmiával összefüggő sürgősségi betegfelvételt elemző tanulmány megállapította, hogy az átlaghőmérséklet minden 1°C-os csökkenése és a napi hőmérsékleti tartomány minden 1°C-os emelkedése a szívritmuszavarok kockázatának 1,06% -kal, illetve 1,84% -os növekedésével járt.
- Egy alcsoport elemzésében a nők és a ≥ 65 éves idősebb személyek érzékenyebbek voltak a napi hőmérsékleti tartomány változásaira, mint férfi és fiatalabb társaik.

A hőmérséklettel kapcsolatos CVD epidemiológiája: stroke

Egy 20 tanulmányt és körülbelül 2.000.000 stroke eseményt vizsgáló metaanalízis, megállapította, hogy a környezeti hőmérséklet minden 1°C-os emelkedése 1,5%-kal, míg ugyanekkora csökkenése 1,2%-kal növelte a stroke miatti halálozás kockázatát.



Forrás: <https://www.express.co.uk/life-style/health/852809/heart-disease-flu-cold-winter>

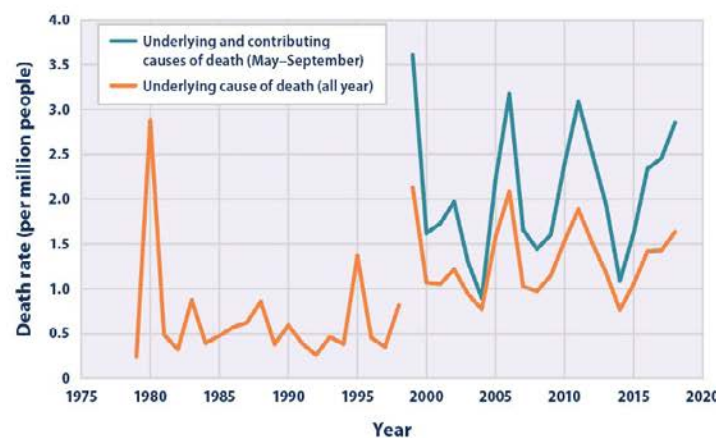
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

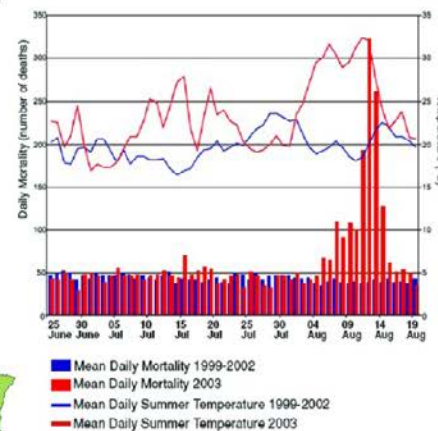
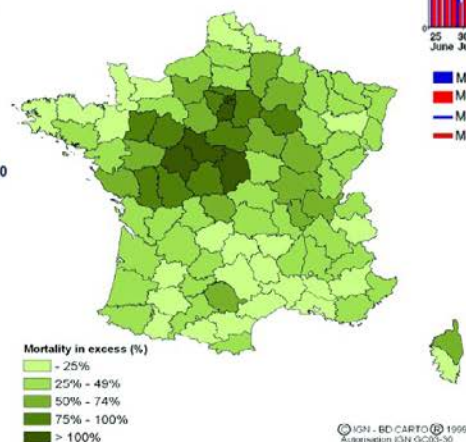
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A stroke és a környezeti hőmérséklet közötti összefüggés vizsgálata nem eredményezett egyértelmű megállapításokat.
- A stroke előfordulási gyakoriságát tekintve 20 vizsgálat metaanalízisében nem találtak összefüggést a forró hőmérséklet és a stroke között, míg az alacsony hőmérséklet 0,9%-kal növelte a stroke kockázatát.
- A többi kardiovaszkuláris betegséghez hasonlóan a hideg időjárás hatása az expozíció után 2-4 nappal jelentkezett, míg a hő hatása ugyanazon a napon jelentkezett.
- Egy másik tanulmány kimutatta, hogy az alacsonyabb hőmérsékletek szignifikánsan korreláltak a stroke minden altípusának magasabb kockázatával, de jelentős heterogenitást találtak a hatás nagyságában a vizsgálati hely földrajzi szélességétől és átlagos hőmérsékletétől függően.

A hőhullámok és a hideg időszakok hatása a CVD-re



Forrás: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-related-deaths>



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ez az ábra az 50 államban és a Columbia területben az orvosok által „hőösszefüggésnek” minősített halálozások éves arányát mutatja. A narancssárga vonal olyan halálozásokat mutat, amelyek esetében a hőt a fő (mögöttes) okként sorolták fel. * A kék vonal olyan halálozásokat mutat, amelyek esetében a májustól szeptemberig terjedő hónapokban a hőt a halál mögöttes vagy hozzájáruló okaként sorolták fel, az 1999-ben rendelkezésre álló szélesebb adatkészlet alapján.

→ Bár a hőhullám nem új jelenség, napjainkban intenzitásuk, gyakoriságuk és időtartamuk várhatóan növekedni fog az éghajlatváltozás következtében.

→ Egy metaanalízis, amely a hőhullámok összhalálozásra és kardiorespirációs halálozásra gyakorolt hatását vizsgálta, megállapította, hogy a legalább 35°C-os és minimum 3 napig tartó hőhullám a szív- és érrendszeri halálozás kockázatát 21%-kal növelte.

→ Egy másik metaanalízis az állapította meg, hogy a hőhullámok 15%-kal növelték a kardiovaszkuláris mortalitást.

→ Ezzel szemben 18 tanulmány elemzése nem mutatott ki összefüggést a hőhullámok és a kardiovaszkuláris morbiditás között.

→ Chicagóban az 1995. júliusi 8 napos hőhullám eseménye több mint 600 halálozást és 3300 sürgősségi ellátást eredményezett.

→ A kiszáradás, hőség és hőkimerültség miatt a kórházi felvételek száma 11%-os növekedést mutatott Chicagóban, különösen a CVD-ben és cukorbetegségben szenvedő betegeknél.

→ A 2003 júliusában és augusztusában bekövetkezett európai hőhullám során több nyugat- és közép-európai országban több egymást követő napon 35°C és 40°C közötti napi maximum hőmérsékletet regisztráltak.

→ A 16 európai ország elemzése szerint 2003 nyarán 70 ezer többlet halálozást történt, összehasonlítva az 1998-2002 közötti nyári referencia-időszakokkal.

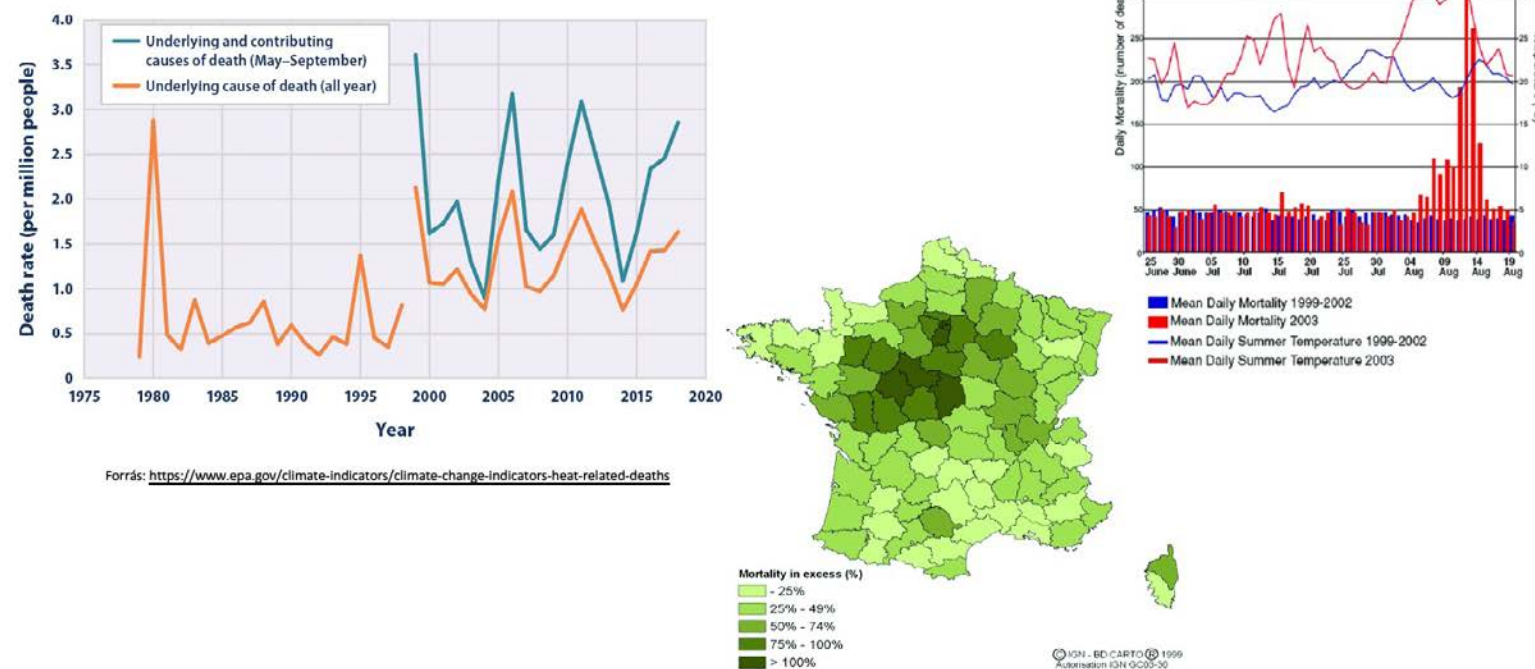
→ Hideg időszaknak az az időszak tekinthető, amelyben a napi átlaghőmérséklet érték egy meghatározott időtartamig – általában legalább kettő egymást követő napon keresztül – adott határérték alatt van. A határérték földrajzi területenként eltérő.

→ Tanulmányok szerint a hideg periódusok a szív- és érrendszeri mortalitás kockázatának 11%-os növekedésével járnak.

→ Egy Egyesült Királyságbeli tanulmány adatai szerint a hideg időszakok kétszeresére növelték a szívkoronária-betegség illetve a stroke okozta halálozás kockázatát.

→ A hőmérsékleten kívül számos további meteorológiai változó is hozzájárulhat a hő- és hideggel kapcsolatos egészségkockázatok növekedéséhez, ide érte a páratartalom, a szél és a napsugárzás hatásait is.







A hőhullámok és a hideg időszakok hatása a CVD-re



→ A morbiditás és a mortalitás a hőmérséklet emelkedésével növekedhet, részben a levegő páratartalmának növekedése hatására, amely tényező hatással van a szervezet hőszabályozó rendszerének működésére.

→ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/figure-c1-2.html

A légszennyezés a CVD-re gyakorolt hatásai: szálló por (PM)

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour	10 25	5 15
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour	20 50	15 45
Ozone (O ₃) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Peak Season*+ 8-hour**	- 100	60 100
Nitrogen dioxide (NO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour*	40 -	10 25
Sulfur dioxide (SO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	24-hour	20	40
Carbon monoxide (CO) mg/m^3 	24-hour*	-	4

* Time averaging limit for 2005. + Peak season = average of July, August and September months concentration during the six consecutive months with the highest six month running average of urban population. NO₂ 3-hour peak, SO₂ 10-minute interval, and CO, 8-hour. ** Hour and 24-hour averages (unweighted from advisory recommendations). Source: World Health Organization.

A WHO levegőminőségi irányelvei 2021-től
 Forrás: <https://www.who.int/newsroom/2021-WHO-air-quality-guidelines>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HJU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A szálló por milyensége a részecskeméret szerint kategorizálható:







- A PM_{10} olyan belélegezhető részecskéket jelent, amelyek átmérője $<10 \mu m$ ($1 \mu m$ mikrométer] = 0,001 mm),
- $PM_{2.5}$ -től a finom részecskéig $<2,5 \mu m$ és
- $PM_{0.1}$ és ultrafinom részecskék $<0,1 \mu m$
- A PM mérete meghatározza a részecskék szállítási módját, valamint azok bejutását a légzőrendszer egyes szakaszaiba, ahol kiülepedhetnek, illetve felszívódhatnak
- A jelenlegi eredmények azt mutatják, hogy a káros egészséghatásokat kiváltó $PM_{2.5}$ expozíció jóval alacsonyabb az Egészségügyi Világszervezet (WHO) levegőminőségi

irányelvei által javasolt $PM_{2.5}$ expozíció szintjénél ($<5 \mu g/m^3$ éves és $<15 \mu g/m^3$ napi szint); nincs bizonyíték ugyanakkor arra, hogy van olyan határérték, ahol a $PM_{2.5}$ expozíció biztonságosnak tekinthető.

A szálló por-expozíciót a felügyeleti hálózatok általában mikrogramm/köbméterben (térfogattömegben) mérik, de néha távérzékelési adatok alapján finomabb térbeli felbontásokra is becsülik – szilárd és folyékony anyagok keveréke természetes forrásokból (például homok és só), mezőgazdasági forrásokból (például ammónia alapú műtrágya) és antropogén forrásokból (például fosszilis tüzelőanyagok égetése).

- Számos kutatás eredménye igazolja, hogy a légszennyezés kedvezőtlen hatást gyakorol a szív- és érrendszeri megbetegedések és halálozás kockázatára.
- Az elsődleges légszennyező anyagok természetes vagy antropogén forrásokból közvetlenül a légkörbe kerülnek, míg a másodlagos szennyező anyagok kémiai reakciókból vagy az elsődleges szennyező anyagok más légköri komponensekkel való fizikai-kémia kölcsönhatásaiból származnak.
- Az elsődleges szennyező anyagok közé tartoznak például a részecskék (PM), a szén-monoxid (CO), a kén-dioxid (SO₂) és a nitrogén-oxidok, például a nitrogén-dioxid (NO₂)
- A másodlagos szennyező anyagok közé tartozik a másodlagos PM_{2,5} és a fotokémiai oxidálószerke, például az ózon (O₃).
- Az expozíció-válasz görbe a földi O₃ vagy PM szintek és az egészségkimenetek között hiperbolikus, alacsonyabb expozíciós szintek esetén meredek a növekedés magasabb szinten tetőzik.
- A sztratoszférikus ózon (O₃) egy természetben előforduló molekula a Föld sztratoszférájában, amely fontos védelemként működik azáltal, hogy elnyeli a nap által kibocsátott ultraibolya sugárzást.

A légszennyezés a CVD-re gyakorolt hatásai: szálló por (PM)

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour	10 25	5 15
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour	20 50	15 45
Ozone (O ₃) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Peak Season*+ 8-hour**	- 100	60 100
Nitrogen dioxide (NO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	Annual 24-hour*	40 -	10 25
Sulfur dioxide (SO ₂) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 	24-hour	20	40
Carbon monoxide (CO) mg/m^3 	24-hour*	-	4

* Time averaging limit for 2005. ** Peak season = average of July, August and September months concentration during the six consecutive months with the highest six month running average of urban population. NO₂: 3-hour average, SO₂: 10-minute interval, and CO: 8-hour, 1-hour and 15-minute averages (unreleased from vehicle's exhaust systems). Source: World Health Organization.

A WHO levegőminőségi irányelvei 2021-től
 Forrás: <https://www.who.int/newsroom/2021-WHO-air-quality-guidelines>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HJU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A földi (troposzférikus) ózon különbözik a sztratoszférikus O_3 -tól. A talajszinten az O_3 egy másodlagos szennyező anyag, és képződését elősegítik a nitrogén-oxidok és az illékony szerves vegyületek fotokémiai reakciói napsütéses időben.
 - Az illékony szerves vegyületeket többnyire antropogén eredetűek, mint például a fosszilis tüzelőanyagok égetése ipari folyamatokban, otthonokban és gépjárművekben.
 - Az O_3 képződéséhez vezető reakciókat szintén befolyásolják az éghajlatváltozás során tapasztalt meteorológiai változások.
 - A környezeti hőmérséklet emelkedése a talajközeli O_3 koncentrációjának növekedését eredményezi, amelynek csökkentése
- kihívást jelent, mivel szoros kapcsolat áll fenn a hőmérséklet és az ózonszint között. Az O_3 szinteket a 8 órás maximális koncentrációként mérik millió vagy milliárd térfogatszázalékban (ppm, ppb).
 - Egy 2017-es tanulmány kimutatta, hogy az ózon szintje és a halálozás közötti összefüggés már 60 ppb alatti koncentráció esetén is fennáll, amely alacsonyabb, mint az Amerikai Környezetvédelmi Ügynökség (US/EPA) által meghatározott Nemzeti Környezeti Levegőminőségi Szabvány határértékei.
 - Az ózon-expozíció halálozási kockázatra gyakorolt becsült hatása alacsonyabb, mint a finom részecskeszennyezésé (PM_{2.5}).
 - A magas vérnyomás kockázatát a légszennyezés növeli. E betegség

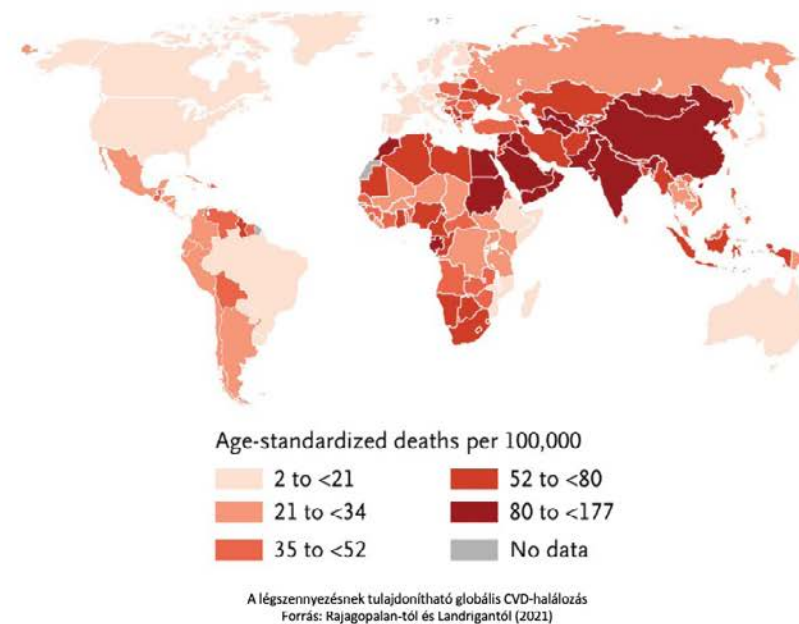
prevalenciája a $\text{PM}_{2.5}$ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ expozícióval mutat összefüggést.

- Kutatások igazolják, hogy a légszennyezés csökkentésére alkalmazott egyéni megoldások, például az arcmaszkok viselése és a beltéri légtisztítók használata, hozzájárulhatnak a vérnyomás csökkentéséhez. Ezáltal támogatják azokat a stratégiákat, amelyek a légszennyezés mérséklését a magas vérnyomás megelőzésének és kezelésének egyik lehetséges módjaként alkalmazzák.
- Egy 2020-as elemzés kimutatta, hogy a $PM_{2.5}$ szint $10 \mu g/m^3$ -es növekedése szignifikáns összefüggést mutat a 2-es típusú cukorbetegség incidenciájának és prevalenciájának növekedésével.
- A kutatók hasonlóan szignifikáns kapcsolatot találtak az NO_2 szintjének $10 \mu g/m^3$ -es növekedése és a 2-es típusú cukorbetegség prevalenciájának emelkedése között.

A légszennyezés és a CVD epidemiológiája: szív- és érrendszeri betegségek

A Global Cardiovascular Disease Mortality Attributable to Air Pollution

Egy nagy elemszámú amerikai vizsgálat (N = 517.043) kimutatta, hogy a $PM_{2.5}$ hosszú távú expozíciója (2000-2009 között) minden $10 \mu g/m^3$ -es növekedés esetén 10%-kal növelte a szív- és érrendszeri halálozás kockázatát.



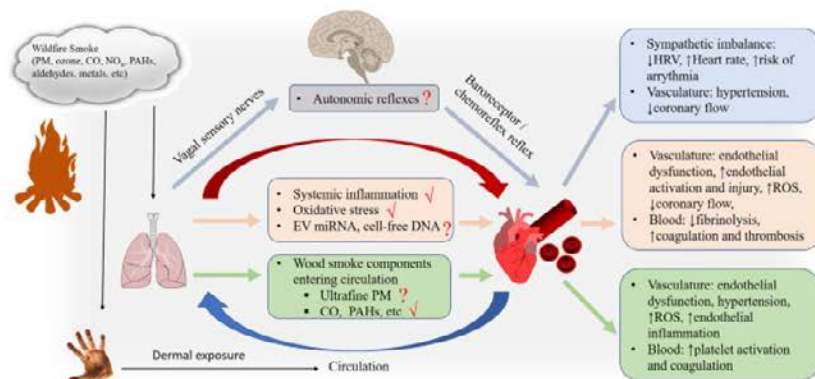
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

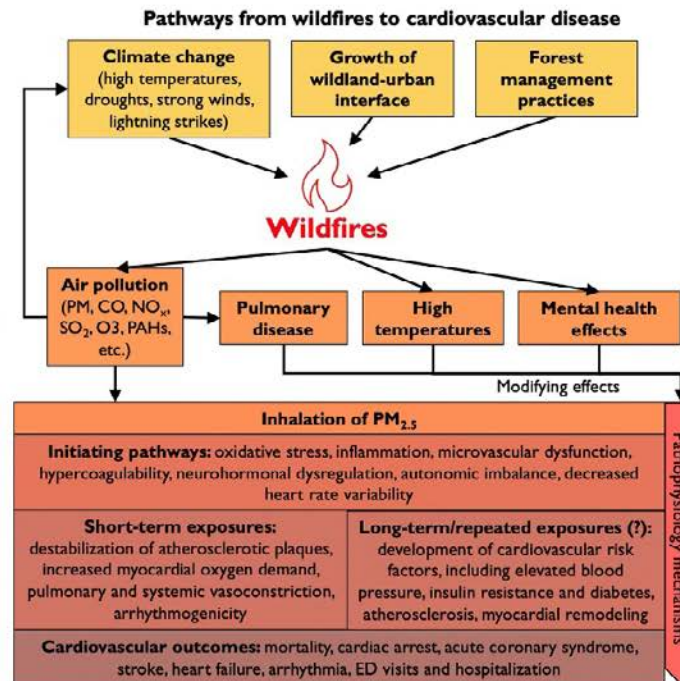
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A $PM_{2.5}$ és más légszennyező anyagoknak való rövid és hosszú távú kitettség egyaránt emeli a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásának kockázatát.
- A 2001-es kanadai népszámlálás egészségügyi és környezetvédelmi kohorsz adatai szerint a szív- és érrendszeri halálozás 10 éves kockázati aránya 25%-kal emelkedett minden $10 \mu g/m^3$ $PM_{2.5}$ koncentráció növekedésével.
- Egy kínai tanulmány alapján, ahol az átlagos $PM_{2.5}$ koncentráció $43,7 \mu g/m^3$ volt, minden további $10 \mu g/m^3$ -es növekedés a szív- és érrendszeri halálozás 12%-os növekedésével járt.
- A kutatások metaanalízise mérsékelt, de statisztikailag szignifikáns összefüggést mutatott ki a $PM_{2.5}$ rövid távú expozíciója (24 órás átlagkoncentráció) és a kardiovaszkuláris mortalitás között.
- Az NO_2 expozíció minden $10 \mu g/m^3$ -es növekedése a kardiovaszkuláris mortalitás 0,37%-os emelkedésével járt az expozíciót követő napon (Meng et al., 2021).

Erdőtűzek, sivatagi por és CVD



Forrás: <https://particleandfibretoxicology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12989-020-00394-8>



Forrás: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058058>

- Az erdőtűzek füstje a világ számos részén egyre fontosabb levegőszennyező tényező, mivel az elmúlt két évtizedben az erdőtűzek gyakorisága és időtartama az éghajlatváltozás következtében egyaránt drámaian megnőtt.
- Az Egyesült Államokban 2008 és 2012 között becslések szerint mintegy 10,3 millió ember volt kitéve olyan egészségtelen levegőminőségi szintnek, amelyben a napi átlagos $PM_{2.5}$ koncentráció meghaladta a $35 \mu g/m^3$ -t, és amely legalább 10 napon keresztül összefüggésbe hozható volt az erdőtűzekkel.
- Számos tanulmány következetesen igazolta az összefüggést az erdőtűzek és a rövid távú összhalálozás növekedése között. Az eredmények szerint az erdőtűzek által

okozott $PM_{2.5}$ expozíció minden $10 \mu g/m^3$ -es növekedése 0,8-2,4%-os emelkedést eredményezett az összes halálozási okból fakadó elhalálozások számában.

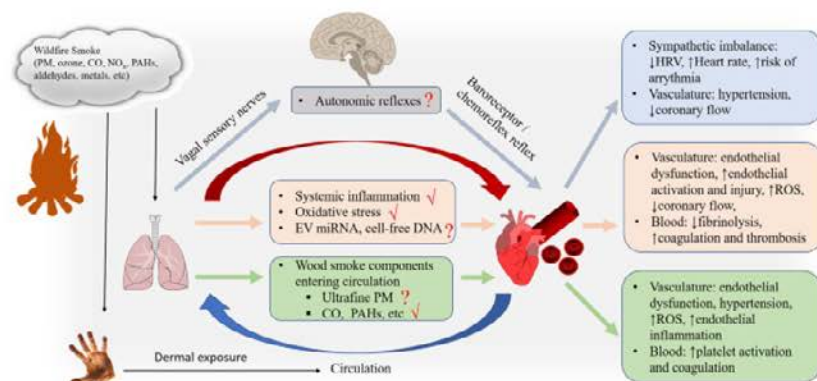
- Bár az erdőtűzek füstjének való kitettség és a légzőszervi megbetegedések, például a kórházi felvételek közötti kapcsolat jól megalapozott, az erdőtűzek füstjének kardiovaszkuláris betegségekkel való összefüggéseit a viszonylag kisebb mintanagyságok miatt még további kutatásokkal szükséges alátámasztani.
- A Kanadában, Brit Kolumbiában, valamint az 1990-es években Ausztráliában és a 2003-as kanadai erdőtűzekkel érintett közösségekben végzett vizsgálatok nem mutattak növekedést a szív- és érrendszeri kórházi

felvételek számában. Ezzel szemben a 2003-as dél-kaliforniai és az 1997-es indonéziai erdőtűzek során végzett tanulmányok magasabb kardiovaszkuláris kórházi kezelési arányt jeleztek, mint más években.

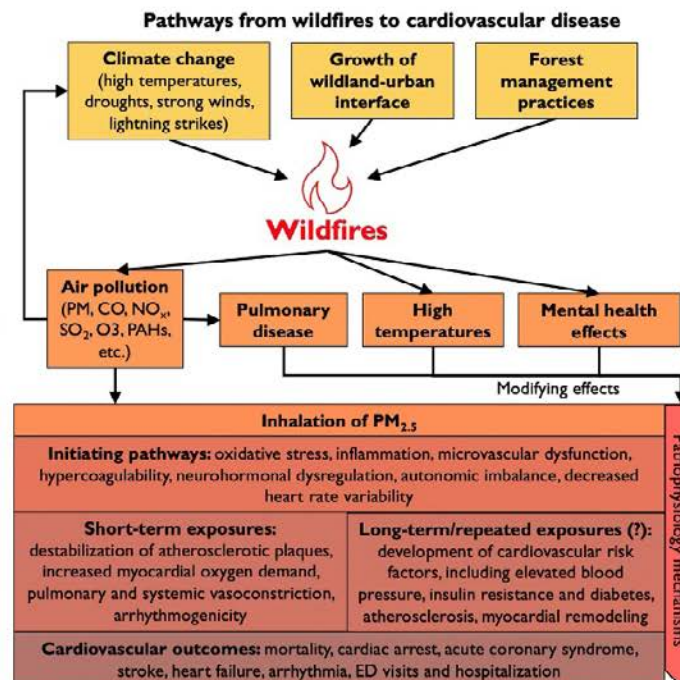
- Mivel az erdőtűzek egyre nagyobb szerepet játszanak a légszennyezésben, figyelembe kell venni őket a szív- és érrendszeri betegségek kockázati tényezőjeként. Az erdőtűzek füstje jelentős mennyiségben tartalmazhat ultrafinom részecskéket, amelyek újonnan azonosított kockázati tényezői a kardiovaszkuláris betegségeknek.
- Ezenkívül a füstben oxidatív összetevők, például policiklikus aromás szénhidrogének is előfordulhatnak, amelyek tovább súlyosbíthatják a kardiovaszkuláris károsodásokat. Az erdőtűzek közvetlen közelében a magas hőmérséklet és egyéb gáznemű anyagok felszabadulása szintén növelheti a szív- és érrendszeri egészségkárosodás kockázatát, különösen azoknál, akik már meglévő kardiovaszkuláris betegségben szenvednek.

- A sivatagi porral kapcsolatos egészségkockázatok szisztematikus áttekintése azt mutatta, hogy a porvihar napokon az összes okból származó halálozás 0,27% -kal nőtt a pormentes napokkal összehasonlítva.

Erdőtüzek, sivatagi por és CVD



Forrás: <https://particleandfibretoxology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12989-020-00394-8>

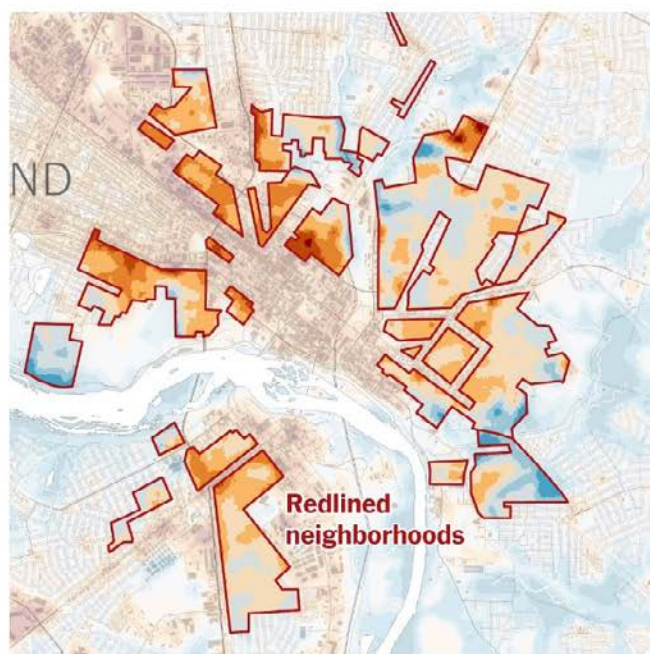


Forrás: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058058>

- A homok- és porviharok részecskekoncentrációjának legjelentősebb összetevője a PM_{10} , de a viharok jelentős mennyiségű durva részecskét ($PM_{2.5-10}$), valamint $PM_{2.5}$ finom részecskéket is tartalmaznak.
- A porban lévő részecskék növekvő koncentrációja és a halálozási arány közötti kapcsolat arra utal, hogy a porviharok idején a halálozási kockázat rövid távon is jelentősen növekedhet.
- Az ázsiai porexpozíció egészség hatásairól szóló tanulmány a megállapította, hogy a porviharok napjain a keringési és légzőszervi halálozás együttesen 2,33%-kal emelkedett. Az elemzés összehasonlította a porexpozíció idején és a pormentes napokon mért

- halálozási arányokat, és kimutatta, hogy három nappal a kezdeti kitettség után ez az arány 3,99%-kal növekedett.
- Egy másik tanulmány, amely az ázsiai sivatagi viharok során Tajpejbe érkező por szív- és érrendszeri hatásait vizsgálta, azt találta, hogy az általános szív- és érrendszeri problémák miatt történő sürgősségi esetek száma 26%-kal emelkedett, míg az iszkémiás szívbetegségek esetében 35%-os, az agyi érrendszeri eseményeknél pedig 20%-os növekedést figyeltek meg.

Veszélyeztetett társadalmi csoportok



Forrás: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/08/24/climate/racism-redlining-cities-global-warming.html>



Forrás: <https://community.wmo.int/en/activity-areas/urban/urban-heat-island>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A tengerparti és alacsonyan fekvő területek, valamint a sűrűn lakott, gyenge infrastrukturális ellátottságú városok különösen kitettek az éghajlatváltozással összefüggő szélsőséges időjárási események jelentette egészségkockázatoknak.
- Emellett olyan tényezők, mint a hajléktalanság, a lakhatási körülmények és a zöldterületek hiánya tovább növelhetik az éghajlatváltozás hatásaival szemben veszélyeztetettséget. Például a 2003-as európai hőhullám idején azoknak az embereknek, akik nem megfelelő hőszigeteléssel rendelkező, régebbi épületekben éltek, kétszer akkora volt a halálzási kockázata, mint a jól szigetelt otthonokban lakóknak.

- Az éghajlatváltozás eltérő hatást gyakorol a különböző földrajzi területeken élő különböző demográfiai és társadalmi-gazdasági csoportok tagjaira.
- Az életkor az egyik legmeghatározóbb tényező a környezeti hőmérséklethez köthető szív- és érrendszeri halálzási alakulásában, mivel az idősebb emberek érzékenyebbek a hőmérsékleti szélsőségek egészségkárosító hatásaira.
- Az 1995-ös chicagói és a 2003-as párizsi hőhullámok idején a halálzási arányok különösen magasak voltak az ágyhoz kötött idősök, valamint azok körében, akik társbetegségekkel, például elhízással, szív- és érrendszeri betegségekkel, illetve mentális és neurológiai rendellenességekkel küzdöttek.

→ Etnikai kisebbségi csoportok tagjai szintén fokozottan ki lehetnek téve a hőmérsékleti szélsőségek egészségkárosító hatásainak. Az afroamerikai lakosság esetében például magasabb halálzási arányokat figyeltek meg mind a hőhullámok, mind a hideghullámok idején a nem afroamerikai lakossághoz viszonyítva. Ezt a jelenséget többek között az alacsonyabb társadalmi-gazdasági helyzet és más hátrányos társadalmi körülmények is befolyásolják.

Veszélyeztetett társadalmi csoportok



Forrás: <https://www.famclab.gr/thousands-of-migrant-workers-died-in-qatars-extreme-heat/>



Prevent Heat Illness at Work



Drink cool water even if you are not thirsty



Rest for long enough to recover from the heat



Take breaks in a shady or cool area



Wear a hat and dress for the heat



Watch out for each other



Verbally check on workers wearing face coverings

Forrás: <https://toolkit.climate.gov/image/3378>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



ec.europa.eu/erasmus-plus

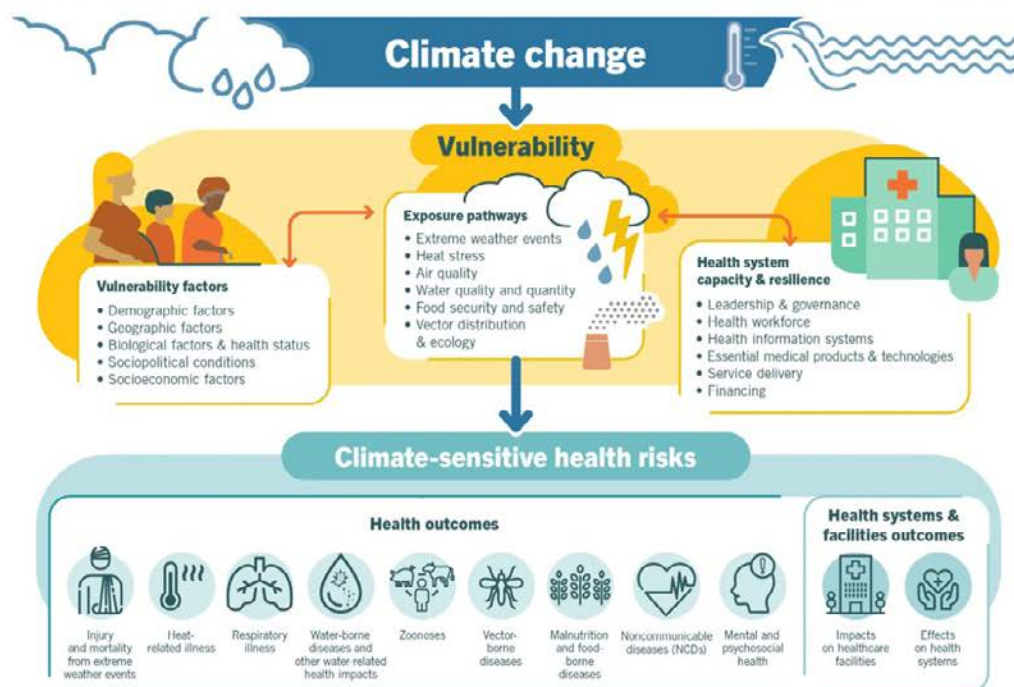
- Az egyének munkája és munkakörülményei is befolyásolhatják az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő egészséghatásokra való fogékonyságát.
- A mezőgazdaságban és építőiparban dolgozók általában a szabadban dolgoznak, és ki vannak téve a környezeti hőexpozíciónak és a légszennyezés hatásainak.
- A 2003-as párizsi hőhullámok idején a fizikai dolgozók körében kétszer-háromszor magasabb volt az összhalálozási arány, mint az irodai munkát végző munkavállalók esetében.

- A meleg éghajlatú területeken a migráns munkavállalók gyakran fizikailag megterhelő munkát végeznek, ami miatt fokozottan ki vannak téve az extrém hőhatásoknak és a légszennyezésnek.
- Kuvaitban a migráns munkavállalók körében a szélsőséges hőség miatt bekövetkező szív- és érrendszeri halálozás kockázata háromszor magasabb volt, mint a helyi lakosság esetében.
- A menekültek és bevándorlók egy további csoport, amelynek tagjai nagyobb veszélynek vannak kitéve az éghajlatváltozással összefüggő szív- és érrendszeri megbetegedések szempontjából. A nyelvi akadályok, a kedvezőtlen lakhatási körülmények és a társadalmi-gazdasági

egyenlőtlenségek hozzájárulnak ahhoz, hogy a menekültek különösen veszélyeztetettek legyenek a magas környezeti hőmérséklettel összefüggő egészségkockázatokkal szemben.

- A migráns munkavállalók gyakran alacsonyabb fizetésért, hosszabb munkaidőben dolgoznak. Munkakörülményeik gyakran nem biztonságosak, kevés munkavédelmi és egészségvédelmi képzésben részesülnek, ami növeli a munkahelyi sérülések kockázatát.

Hogyan lehet enyhíteni az éghajlatváltozással kapcsolatos CVD-t?



Forrás: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Az éghajlatváltozás rámutat arra a kihívásra, amellyel az egészségügyi szakemberek szembesülnek, amikor olyan egyéni egészségproblémákat kezelnek, amelyek valójában összetettebb, rendszerszintű folyamatok következményei.
- Ennek fényében az általános megközelítések vagy kizárólag egyéni szintű beavatkozások nem feltétlenül bizonyulnak a leghatékonyabb megoldásnak sem a költségek, sem az erőforrások felhasználása, sem pedig az igazságosság szempontjából.
- A helyzet kezeléséhez sürgető szükség van többszintű beavatkozásokra, amelyek az egyéni szinttől egészen a globális és rendszerszintű megközelítésekig terjednek. Az ilyen beavatkozásoknak

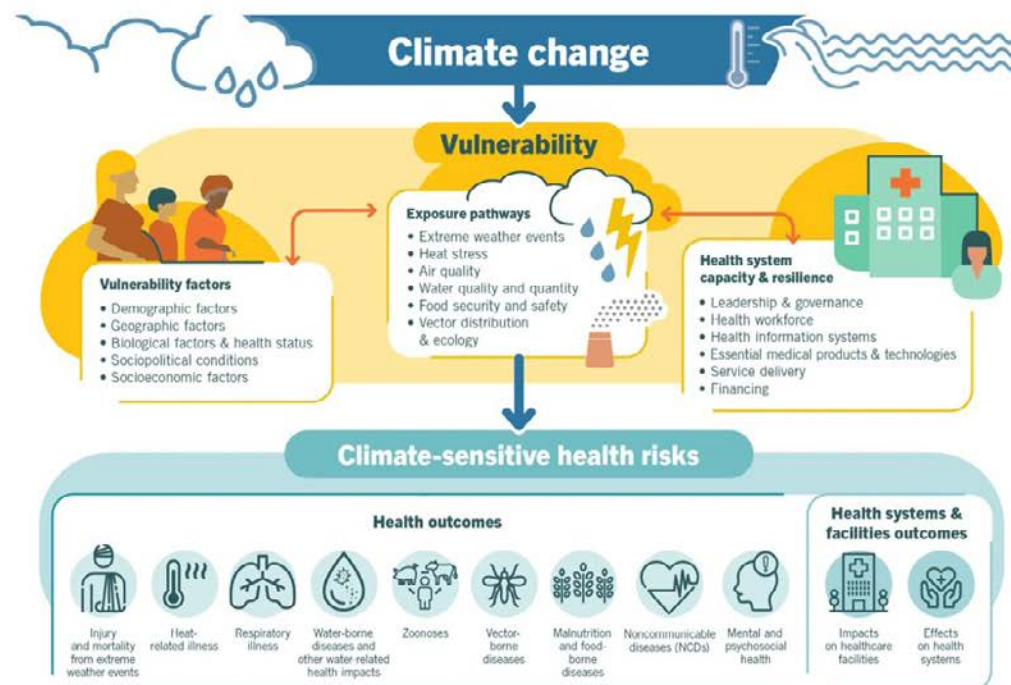
az egészségügyi szakemberek, kutatók, közegészségügyi dolgozók, politikai elemzők, jogalkotók és politikai döntéshozók közötti interdiszciplináris együttműködésen kell alapulniuk annak érdekében, hogy hatékonyan mérsékeljék az éghajlatváltozás negatív következményeit.

- Az éghajlatváltozás okozta veszélyek világszerte 190 országot késztettek arra, hogy elfogadják a 2015-ben aláírt Párizsi Megállapodás irányelveit.
- A megállapodás értelmében az országok kötelezettséget vállaltak arra, hogy a globális felmelegedést az iparosodás előtti szintekhez képest 2,0 °C alatt tartják, miközben törekednek az ambiciózusabb, 1,5 °C-os határérték elérésére. Emellett

a megállapodás hangsúlyozza, hogy a kormányzati szintű döntéshozatal mellett a helyi és regionális hatóságok, a civil társadalom és a magánszektor szintén jelentős szerepet kell, hogy vállaljon annak érdekében, hogy a különböző térségek, országok és helyi közösségek képesek legyenek alkalmazkodni az éghajlatváltozás következményeihez.

- Egy több régiót érintő elemzés, amely 23 ország 451 helyszínén vizsgálta a hőség és a hideg hatására bekövetkező halálozásokat, a Párizsi Megállapodás célkitűzései szerinti forgatókönyveket (1,5 °C és 2,0 °C-os hőmérséklet-emelkedés) és szélsőségesebb lehetőségeket (3,0 °C és 4,0 °C-os emelkedés) vett figyelembe. Az eredmények szerint, ha a globális átlaghőmérséklet a megállapodásban meghatározott határok között marad, a hőmérsékleti szélsőségekhez köthető halálozás növekedésének kockázata jelentősen csökkenthető.
- Az egyéni és közösségi egészségkockázatok, valamint az környezeti hatásoknak való kitettség szintjének értékelése alapvető szerepet játszik minden olyan stratégia kidolgozásában, amely a negatív környezeti hatások mérséklésére irányul.

Hogyan lehet enyhíteni az éghajlatváltozással kapcsolatos CVD-t?



Forrás: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

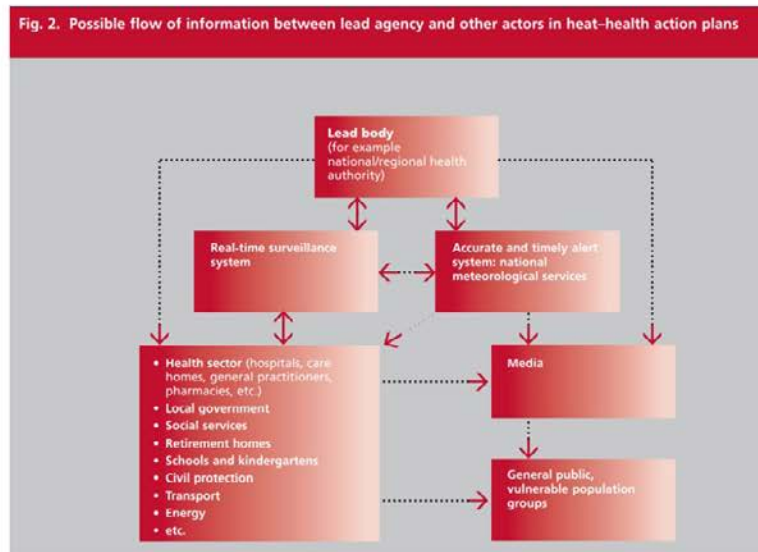
→ E stratégiák egyik fő célja az éghajlatváltozás okozta új helyzetekhez való alkalmazkodás, amely magában foglalja a jelenlegi és jövőbeli éghajlati kihívásokra való felkészülést, azok kezelését és az azokra adott megfelelő válaszokat. A megközelítés középpontjában az éghajlatváltozás által okozott egészségkockázatok kezelése áll – különös tekintettel a szív- és érrendszeri megbetegedésekre.

→ Az egyik kiemelt terület az éghajlatváltozás hatásaival szemben ellenállóbb épületek és infrastruktúrák kialakítása, amelyek hozzájárulhatnak az egészségkockázatok csökkentéséhez és a közösségek védelméhez.

Hogyan lehet enyhíteni az éghajlatváltozással kapcsolatos CVD-t?



Forrás: <https://www.hsph.harvard.edu/healthybuildings/>



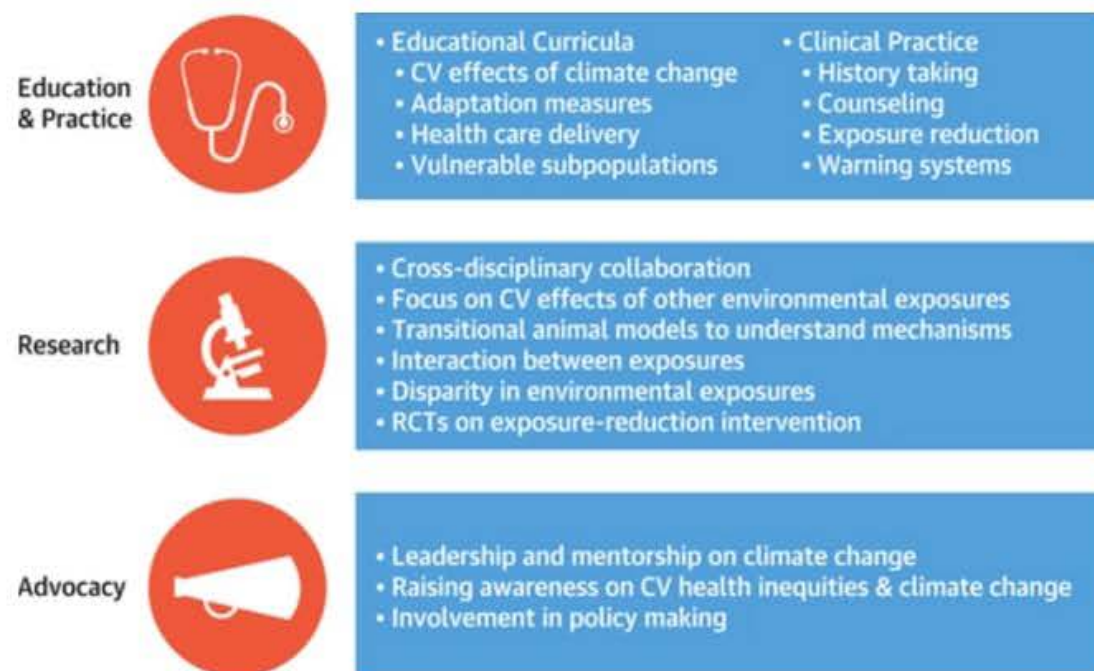
Forrás: fájl:///C:/Users/Lenovo/Downloads/9789289071918-eng.pdf

→ A környezeti hőhatások kockázatait csökkentő cselekvési terv iránymutatásokat tartalmaz a szélsőséges hőhatásokra adott összehangolt válaszlépések mikéntjére vonatkozóan, beleértve a korai riasztási rendszerek kialakítását és használatát segítő, az információk hatékony terjesztését megkönnyítő, a beltéri hőexpozíció mérséklését lehetővé tevő, az egészségügyi rendszerek vészhelyzeti felkészítését támogató technológiai és szervezési megoldások meghatározását.

- Az éghajlatváltozás hatásainak ellenálló infrastruktúra olyan tervezési, kivitelezési, építési és üzemeltetési megközelítést jelent, amely figyelembe veszi a jelentős környezeti hatásokat, előre felkészül azok kezelésére és alkalmazkodik hozzájuk.
- Az infrastruktúrát úgy kell kialakítani, hogy képes legyen ellenállni az éghajlati szélsőségek által okozott zavaroknak, megfelelő választ adjon rájuk, és gyorsan helyreálljon.
- Az egészséges épületeknek hozzá kell járulniuk a hőkomfort fenntartásához, valamint segíteniük kell az éghajlati körülmények által kiváltott káros egészséghatások megelőzéséhez.

- Az egyéni szintű alkalmazkodás magában foglalhatja olyan megoldások alkalmazását, mint a légkondicionáló és fűtési rendszerek, valamint légtisztító berendezések telepítése, amelyek javíthatják a beltéri levegő minőségét és csökkenthetik az azzal összefüggő egészségkockázatokat.
- A környezeti hőhatásokkal összefüggő kockázatcsökkentő cselekvési tervezés olyan módszertan, amelyet a WHO Európai Regionális Irodája dolgozott ki válaszul a 2003-as nyári hőhullámokra. Azóta ezt a stratégiai tervezési módszert több regionális és nemzeti hatóság is alkalmazza a hőséggel kapcsolatos kockázatok csökkentése érdekében.

Fő következtetések



Forrás: <https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2022.10.040>

- Az éghajlatváltozás, a környezeti tényezők és a munkavégzés körülményei olyan kiemelt kockázati tényezők, amelyek kedvezőtlen hatást gyakorolhatnak a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának kockázataira, valamint az általános egészségi állapotra.
- Az orvosoknak felkészülteknek kell lenniük arra, hogy iránymutatást nyújtsanak e kockázatok csökkentésére, különösen azoknál a betegeknél, akik több kardiovaszkuláris kockázati tényezőnek is kitéttek vagy már szív- és érrendszeri betegségben szenvednek.
- Az ajánlások két fő csoportba sorolhatók: az egyik a légszennyezés mérséklésére, a másik pedig az éghajlatváltozás okozta szélsőséges hőmérsékleti hatások enyhítésére irányulhat.

Fő következtetések

A légszennyezésnek való kitettség csökkentésére vonatkozó ajánlások közé tartoznak például a következők:

- a szabadtéri testmozgás kerülése olyan napokon, amikor emelkedett a légszennyezettségi szint tapasztalható,
- N95-ös (FFP3) vagy finomszemcsés (PM_{2.5}) maszkok használata,
- beltéri légtisztítók használata,
- nagy hatékonyságú részecskeszűrővel ellátott fűtő-, szellőztető- és légkondicionáló egységek felszerelése,
- a veszélyeztetett betegeknek kerülniük kell a gáztűzhelyek, kandallók és füstölők használatát is, amelyek mind súlyosbíthatják a beltéri légszennyezést.



Fő következtetések



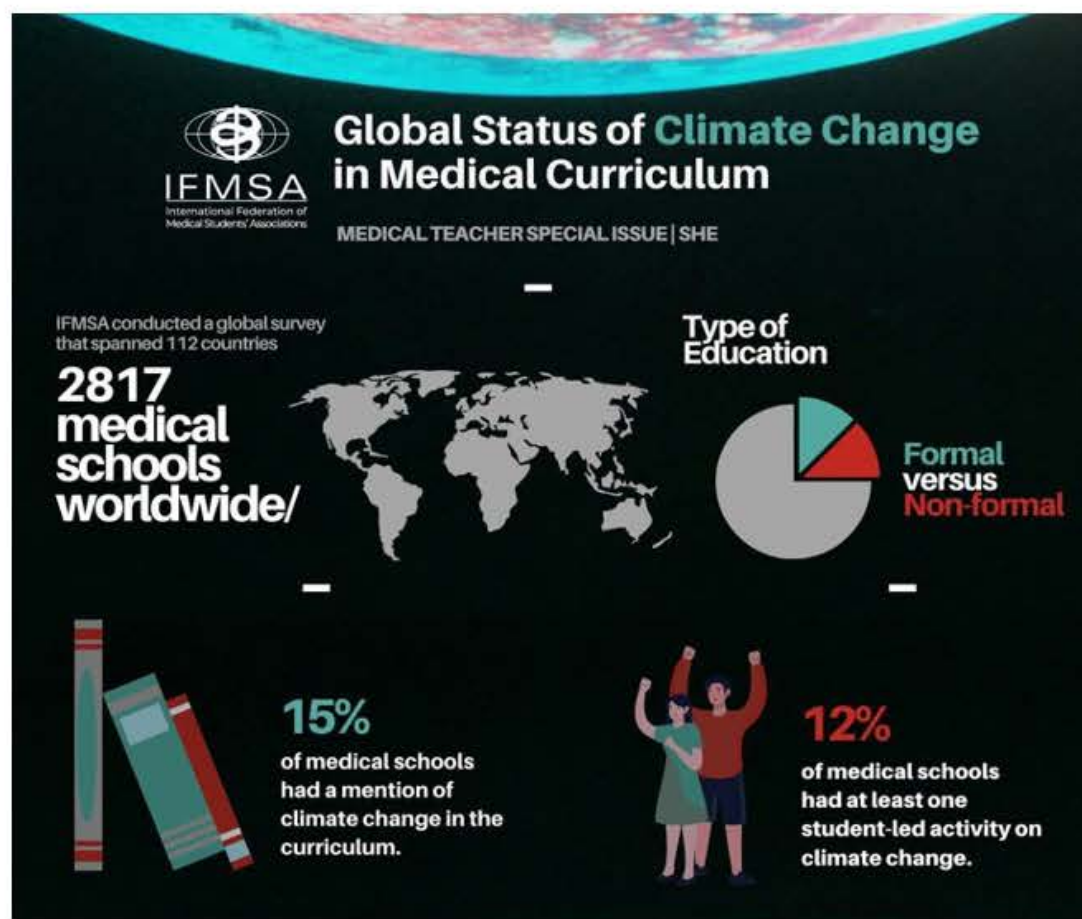
Forrás: <https://www.weather.gov/rah/heat>

A hőhatásokkal kapcsolatos egészségkockázatok csökkentése érdekében a betegeket tanácsokkal kell ellátni arra vonatkozóan, hogy

- kerüljék a szabadtéri tevékenységeket a szélsőségesen meleg napokon,
- ügyeljenek a megfelelő folyadékpótlásra,
- használják a beltéri hőszabályozó rendszereket,
- csökkentsék a hagyományos légkondicionáló egységek használatát, amelyek maguk is hozzájárulhatnak az üvegházhatású gázok kibocsátásához.

Fő következtetések

- Az orvosi közösség szélesebb körének is aktívan részt kell vennie az éghajlatváltozásról folytatott párbeszédben és szakmai vitákban, amelynek alapja az orvosképzés.
- Az orvosoknak nemcsak a képzésük során, hanem azt követően is közvetíteniük kell az éghajlatváltozás egészséghatásaival kapcsolatos ismereteket, többek között politikai fórumokon is. Egyre több felhívás születik annak érdekében, hogy az orvosképzések tanterveibe építsék be az éghajlatváltozás egészséghatásainak oktatását.
- Az orvosképzések akkreditációs testületeinek fontolóra kellene venniük egy olyan keretrendszer bevezetését, amely a rezidensképzés alapkövetelményeként tartalmazná az éghajlatváltozás egészségkárosító hatásaival kapcsolatosan a klinikai gyakorlatban szükséges alkalmazkodási stratégiák elsajátítását, valamint azt, hogy az éghajlatváltozás miként befolyásolhatja az egészségügyi ellátás stabilitását és hozzáférhetőségét.



Source: <https://twitter.com/IFMSA/status/1310634998748385283/photo/1>

Fő következtetések

- Egy több országra kiterjedő felmérés szerint az egészségügyi szakemberek egyöntetűen tisztában vannak az éghajlatváltozás egészségkárosító hatásaival, és felelősséget éreznek a nyilvánosság és a politikai döntéshozók tájékoztatása iránt a probléma súlyosságáról. Ennek ellenére a lakosság kevesebb mint fele érzi személyes életére nézve fenyegetőnek az éghajlatváltozás egészséghatásait, ami gyakran abból a téves elképzelésből fakad, hogy a klímaváltozás nem érint mindenkit közvetlenül.
- Az egészségügyi szakembereknek kiemelt szerepet kell vállalniuk az oktatásban és a tájékoztatásban, hogy rávilágítsanak az éghajlatváltozás hosszú távú, egyéni szinten is érezhető következményeire, és felhívják a figyelmet a káros egészséghatások megelőzésének fontosságára.



Forrás: <https://grist.org/health/doctors-climate-change-health-medicine-anthony-fauci/>

Fő következtetések

- Az éghajlatváltozás és a szív- és érrendszeri betegségek (CVD) kockázatának emelkedése egymással összefüggő kihívások. A CVD kockázatának emelkedése éghajlatváltozás okozta szélsőséges hőmérsékleti események, légszennyezés, erdőtüzek okozta expozíciók növekvő intenzitásából, időtartamából és gyakoriságából adódik.
- Az éghajlatváltozással összefüggő szív- és érrendszeri betegségek megelőzése érdekében olyan beavatkozásokra van szükség, amelyek az orvosok, kutatók, közegészségügyi szakemberek, politológusok, jogalkotók és nemzeti vezetők közötti interdiszciplináris együttműködésen alapulnak.
- A leginkább veszélyeztetett népességcsoportok közé tartoznak az idősek, a szabadban dolgozók, az etnikai kisebbségi csoportok, a várandós nők és azok a gyermekek, akik alacsony társadalmi-gazdasági státuszú családokban élnek.
- Az orvosoknak és az egészségügyi szakemberek közösségének meghatározó szerepet kell vállalniuk abban, hogy az orvosi és egészségtudományi képzések hangsúlyozzák az éghajlatváltozás egészséghatásait, és biztosítsák a hallgatók számára a releváns ismeretek átadását.

Ellenőrizze tudását

- Mely éghajlatváltozási tényezők súlyosbíthatják a CVD betegségekben szenvedők állapotát? Legalább három tényezőt említsen.
- Hogyan befolyásolja a levegő hőmérsékletének változása a CVD kialakulásának vagy súlyosbodásának kockázatát?
- Hogyan befolyásolja a légszennyezés a CVD kialakulásának vagy súlyosbodásának kockázatát?
- Melyek a kockázatnak fokozottan kitett társadalmi csoportok az éghajlatváltozás CVD-re gyakorolt hatásaival összefüggésben?
- Hogyan lehet enyhíteni az éghajlatváltozással azon hatásait, amelyek a CVD kialakulását vagy súlyosbodását befolyásolhatják? Említsen legalább három példát.
- Hogyan hasznosíthatják az orvosok az éghajlatváltozással kapcsolatos ismereteiket a CVD megelőzésének illetve kezelésének gyakorlatában?

Köszönöm a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Iskola — Pécs,
Magyarország



Egészségügyi, Testmozgás és Sporttudományi Központ - Újvidék,
Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ — Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Orvostudományi Egyetem, Gyógyszertár, Gyógyszertár és
Technológia
George Emil Palade in Marosvásárhely — Marosvásárhely Románia

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Éghajlatváltozás és anyagcserezavarok

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- megérteni a szélsőséges környezeti hőterhelés, a légszennyezés és egyéb környezeti expozíciók valamint az anyagcserezavarok kialakulása közötti összefüggéseket;
- megérteni az elhízás, valamint a 2. típusú cukorbetegség kialakulásának a hőterheléssel kapcsolatos, bizonyítékokon alapuló magyarázatokkal alátámasztott okrendszerét;
- azonosítani azokat a népességcsoportokat, amelyek különösen veszélyeztetettek az éghajlatváltozással összefüggő anyagcserezavarok kialakulását illetően;
- felismerni, hogy az éghajlatváltozás hogyan függ össze más környezeti változásokkal, és ezek külön-külön és kombináltan miként hathatnak az anyagcserezavarban szenvedő betegek egészségi állapotára;
- megvitatni, hogy az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése hogyan vezethet járulékos egészség-előnyökhöz és az egészség-kockázatok csökkentéséhez;
- értelmezni, milyen intézkedések segítségével támogatják az egészségügyi szakemberek az anyagcsere-betegségekben szenvedőket, hogy a szélsőséges időjárási események és természeti katasztrófák egészség-kockázatainak csökkenthessék.

Az éghajlatváltozás hatásai és kockázatai

- Az európai emberek egészségét számtalan módon befolyásolja az éghajlatváltozás (CC).
- Az 1. fő kockázat a hőséggel összefüggő halálozás és megbetegedés növekedése, valamint a hőség okozta változások az ökoszisztémában.
- További jelentős tényező a CC szempontjából a természeti katasztrófák – mint például a szélsőséges hőség – következményei, beleértve az aszályokat, bozóttüzeket és árvizeket.
- A hóhullámok gyakoriságának növekedésével csökken a vízkészlet és a termés hozam, nő a tűzveszély, valamint emelkedik a tengerszint.

SIXTH ASSESSMENT REPORT

Working Group II – Impacts, Adaptation and Vulnerability

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

ipcc



Fact sheet - Europe

Climate Change Impacts and Risks



Climate change impacts and risks

Our current 1.1°C warmer world is already affecting natural and human systems in Europe (*very high confidence*). Impacts of compound hazards of warming and precipitation have become more frequent (*medium confidence*). Largely negative impacts are projected for southern regions. {ES-Ch13}



Key Risks

Four key risks have been identified for Europe, with most becoming more severe at 2°C global warming levels (GWL) compared with 1.5°C GWL in scenarios with low to medium adaptation (*high confidence*). From 3°C GWL and even with high adaptation, severe risks remain for many sectors in Europe (*high confidence*). {ES-Ch13}



Key Risk 1: Mortality and morbidity of people and changes in ecosystems due to heat

The number of deaths and people at risk of heat stress will increase two- to threefold at 3°C compared with 1.5°C GWL (*high confidence*). Above 3°C GWL, there are limits to the adaptation potential of people and existing health systems (*high confidence*). {ES-Ch13; 13.7.1}

Warming will decrease suitable habitat space for current terrestrial and marine ecosystems and irreversibly change their composition, increasing in severity above 2°C GWL (*very high confidence*). Fire-prone areas are projected to expand across Europe, threatening biodiversity and carbon sinks (*medium confidence*). {ES-Ch13}



Key Risk 2: Heat and drought stress on crops

Substantive agricultural production losses are projected for most European areas over the 21st century, which will not be offset by gains in Northern Europe (*high confidence*). While irrigation is an effective adaptation option for agriculture, the ability to adapt using irrigation will be increasingly limited by water availability, especially in response to GWL above 3°C (*high confidence*). {ES-Ch13}



Key Risk 3: Water scarcity

In Southern Europe, more than a third of the population will be exposed to water scarcity at 2°C GWL; under 3°C GWL, this risk will double, and significant economic losses in water- and energy-dependent sectors may arise (*medium confidence*). For Western Central and Southern Europe, and for many cities, the risk of water scarcity will increase strongly under 3°C GWL. {ES-Ch13}



Key Risk 4: Flooding and sea level rise

Above 3°C GWL, damage costs and people affected by precipitation and river flooding may double. Coastal flood damage is projected to increase at least tenfold by the end of the 21st century, and even more or earlier with current adaptation and mitigation (*high confidence*). Sea level rise represents an existential threat for coastal communities and their cultural heritage, particularly beyond 2100. {ES-Ch13}

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

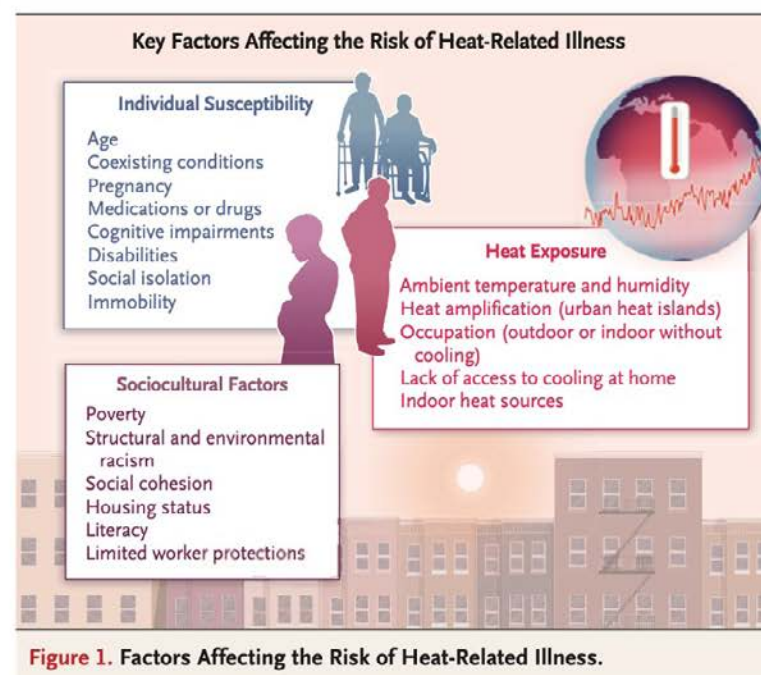
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőséggel összefüggő megbetegedések CC hatásai és kockázatai

Anyagcserezavarok

- A hőséggel összefüggő betegségek kialakulásának kockázatát számos tényező befolyásolja, köztük a meglévő krónikus betegségek is.
- A cukorbetegség és az elhízás, mint anyagcserezavarok, gyakran társulnak a magas hőmérséklet által kiváltott egészségproblémákhoz.
- A tananyag nem tér ki külön a metabolikus szindróma részleteinek tárgyalására, kivéve a lipidanyagcsere-károsodás témáját.



DOI: 10.1056/NEJMcp2210623

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A cukorbetegség és az elhízás előfordulása világszerte emelkedett az elmúlt évtizedekben, és komoly kihívást jelent az egészségvédelmi beavatkozások tervezése és megvalósítása területein.

A cukorbetegség (diabetes mellitus) a szénhidrát-anyagcsere zavarainak egy csoportja, amelyet magas vércukorszint (hiperglikémia) jellemez, és általában az inzulin hormon elégtelen termelődése (1-es típusú cukorbetegség), a sejtek inzulinra adott hatástalan válasza (2-es típusú cukorbetegség), valamint a terhesség alatt kialakuló magas vércukorszint (terhességi cukorbetegség) következménye.

A 2-es típusú cukorbetegség (T2D) a leggyakoribb anyagcserezavar, és az elhízás a T2D legfontosabb kockázati tényezője.

Az elhízás krónikus anyagcserezavar, amely túlzott zsírfelhalmozódásként definiálható, és kockázatot jelent az egészségre (BMI > 30). Az elhízás számos nem fertőző betegség, például a szív- és érrendszeri betegségek, egyes daganatos betegségek és a T2D fő kockázati tényezője is.

A 2-es típusú cukorbetegségben szenvedők közel 90%-a elhízott. Egy elhízott egyénél körülbelül tízszer nagyobb valószínűséggel alakul ki 2-es típusú cukorbetegség, mint egy normál testsúlyú egyénnél.

Az elhízás és a cukorbetegség járványszerű méreteket öltött, és világszerte tovább terjed.

A metabolikus szindróma (MetS) olyan állapotok együttesen előforduló csoportja, amelyek növelik a szívbetegség, a stroke és a T2D kockázatát. Ezek közé tartozik a megnövekedett vérnyomás, a magas vércukorszint, a derék körüli testzsír felhalmozódása, valamint a kóros koleszterin- vagy trigliceridszint.

A MetS szorosan összefügg az elhízás és a T2D prevalenciájának globális emelkedésével.

A tananyag nem tér ki külön a MetS részleteinek tárgyalására, kivéve a lipidanyagcsere-károsodás témáját.

A klímaváltozás hatása a cukorbetegségre

Az **extrém hőségnek való kitettség** súlyosbítja a cukorbetegséggel kapcsolatos (kardiovaszkuláris, metabolikus és neurológiai) működési zavarokat: károsítja a hőszabályozási választ, csökkenti a hőleadási képességet és/vagy növeli a hőstressz és a hipertermia kockázatát.

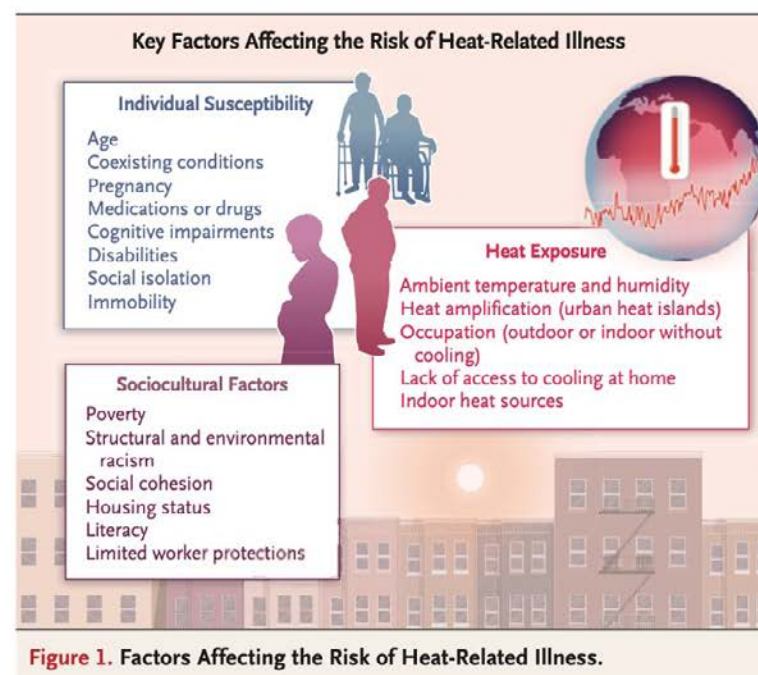
Mikrovaszkuláris szövődmények → csökkenti a bőr véráramlását → csökkenti az értágító képességet → csökkenti a száraz hőcserélő képességet

Perifériás neuropátia és vegetatív diszfunkció, rossz glikémiás kontroll → megzavarja az izzadási választ → csökkenti a párolgó hővesztés kapacitását.

A hőséggel összefüggő megbetegedések CC hatásai és kockázatai

Anyagcsere zavarak

- A hőséggel összefüggő betegségek kialakulásának kockázatát számos tényező befolyásolja, köztük a meglévő krónikus betegségek is.
- A cukorbetegség és az elhízás, mint anyagcsere zavarak, gyakran társulnak a magas hőmérséklet által kiváltott egészségproblémákhoz.
- A tananyag nem tér ki külön a metabolikus szindróma részleteinek tárgyalására, kivéve a lipidanyagcsere-károsodás témáját.



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az extrém hőségnek vagy hőhullámnak való tartós kitettség növeli a betegség életveszélyes súlyosbodásának kockázatát: a hőszabályozási képesség rendellenességei, a glükóztoleranciára gyakorolt hatások és a dehidráció a T1D-s betegeket diabéteszes ketoacidózis (DKA) állapotra, a T2D-s betegeket pedig hipersmoláris hiperglikémiás (HHS) állapotra hajlamosítja.

Hosszan tartó hőterhelés → kiszáradás
→ hipertermia

Fokozott inzulinfelszívódás → hipoglikémia

Hiperglikémia → túlzott dehidratáció → kardiovaszkuláris (CV) események, akut vesekárosodás (AKI)

Polifarmácia → súlyosbodó veseérintettség → AKI

→ [doi: 10.1016/j.envres.2021.110762](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110762).

→ [doi: 10.1016/j.diabet.2020.10.003](https://doi.org/10.1016/j.diabet.2020.10.003)

Current estimates and future trends in chronic metabolic disorders that interact with the health risks associated with climate change (CC)

Health Conditions	Current Estimates	Future Trends	Possible impact of CC
Diabetes	<u>In 2021</u> , 537 million adults globally were living with diabetes; almost 1 in 2 (240 million) adults were living with diabetes are undiagnosed; more than 1.2 million children and adolescents were living with T1D; 1 in 6 live births (21 million) were affected by diabetes during pregnancy; 541 million adults were at increased risk of developing T2D	The total number of people living with diabetes is projected to rise to 643 million by 2030 and 783 million by 2045 .	For every degree Celsius rising in global temperature the diabetes incidence increases by 0.31%; diabetes increases sensitivity to heat stress/ heighten the risk (reach of 56%) for hospitalisation and the risk of morbidity at extremely high temperatures or during exposure to heatwaves ; the elderly with autonomic neuropathy complications are at a higher risk of developing hypothermia in cold environments ; diabetes increases the negative cardiovascular effects of air pollution .

<https://idf.org/aboutdiabetes/what-is-diabetes/facts-figures.html>, hozzáférés: 2023. február 6.
DOI 10.1088/1755-1315/1016/1/012054
DOI: 10.1016/j.diabet.2020.10.003.

Current estimates and future trends in chronic metabolic disorders that interact with the health risks associated with climate change (CC)

Health Conditions	Current Estimates	Future Trends	Possible impact of CC
Obesity	The worldwide prevalence of obesity nearly tripled between 1975 and 2016 <u>in 2016</u> , there were around 2 billion adults overweight , of those 650 million were obese ; 41 million children under 5 years were overweight or obese ; more than 124 million children and adolescents aged 5-19 were obese .	If current trends continue, it is estimated that 2.7 billion adults will be overweight; over 1 billion affected by obesity; and 177 million adults severely affected by obesity by 2025 .	Obesity increases sensitivity to heat stress and risk of heat-related illness or injury/ obese older adults are more likely to die during the heatwave ; heatstroke occurs much more frequently in obese or overweight people; elevated air pollution with ambient PM 2.5 is linked to reduced physical activity and consequently increasing rate of obesity.
MetS	The prevalence of MetS is 20-30% of the adults most countries worldwide. <u>In 2020</u> , about 3% of children (around 25.8 million) and 5% of adolescents (around 35.5 million) had MetS	MetS will be on the rise in the future, considering current trends of it's components.	Components of MetS increase sensitivity to heat stress and risk of heat-related illness or injury ; exposure to air pollutants can potentially increase the risk for dyslipidemia and development of the MetS .

<https://www.worldobesity.org/about/about-obesity/prevalence-of-obesity> hozzáférés : 2023. február 6.

DOI:10.1503/cmaj.081050.

DOI:10.1371/journal.pmed.1003767.

DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00374-6.

DOI: 10.1007/s13167-022-00273-6.

DOI: 10.5772/39004.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A CC hatása a cukorbetegség kockázatára

Szélsőséges hőség

Lehetséges mechanizmus: a magasabb környezeti hőmérséklet negatívan befolyásolja a glükózcserét a barna zsírszövet (BAT) aktivitásának csökkenésén keresztül.

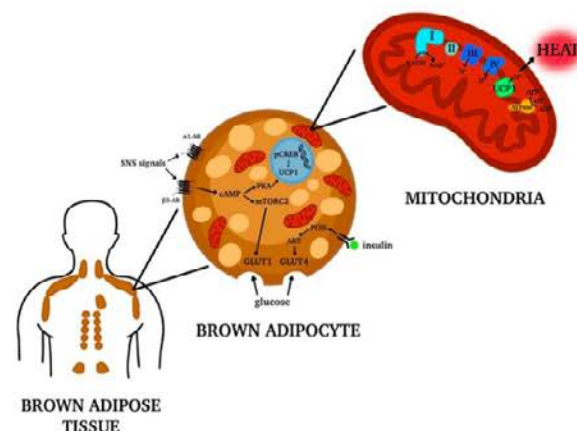


Figure 1. Brown Adipose Tissue (BAT) distribution in adult human body. In adult humans of BAT depots are located mainly in the supraclavicular, paravertebral, axillar, cervical and per-aortic areas. The tissue is formed by brown adipocytes, characterized by multiple lipid droplets and the expression of high levels of uncoupling protein 1 (UCP1) on the inner mitochondrial membrane. UCP1 is responsible for the release of energy in the form of heat, generating the process called non-shivering thermogenesis. Moreover, the brown adipocytes activation contributes to systemic clearance of glucose and lipids. Made by © BioRender 2021.

DOI: 10.3390/nu13051450.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HEU-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A globális hőmérséklet emelkedése valószínűleg hozzájárul a cukorbetegség prevalenciájának gyors növekedéséhez, mivel a cukorbetegség előfordulása és a glükóz intolerancia gyakorisága a magasabb környezeti hőmérséklettel együtt növekszik.

A túlsúlyos és elhízott felnőttek 3,5-szer gyakrabban szenvednek el halálos kimenetelű hőgutát, mint az átlagos testsúlyúak.

Az elhízással összefüggő hőstressz fokozott kockázatának lehetséges mechanizmusai:

A hőveszteséget befolyásoló morfológiai konfiguráció miatt csökkent hőleadási kapacitás:

- Nagyobb testtömeg - testfelület arány
- Vastagabb bőr alatti zsírréteg, amely alacsonyabb hővezető képességgel rendelkezik.
- A kiszáradás nagyobb gyakorisága
- A hőérzékelés károsodása
- A bőr véráramlásának károsodása a megemelkedett maghőmérsékletre adott válaszként.

A BAT-termogenezist célzó terápiák egyre inkább elismertek az elhízás és a cukorbetegség terápiájaként.

Az idősök szélsőséges hőségre való érzékenysége

Az időskorúak különösen érzékenyek a hőhatásnak való kitettségre, különösen azok, akik az életkorral összefüggő krónikus betegségekben szenvednek (pl. szív- és érrendszeri betegségek, magas vérnyomás, elhízás, T2D, krónikus vesebetegség).

- Az elhízott idősök kétszer nagyobb valószínűséggel haltak meg a 2003-as európai hőhullám idején, mint a normál testsúllyal élők
- A T2D-ben szenvedő idősök 1,5-szer több hőt tároltak a cukorbetegséggel összefüggő hőveszteség károsodása miatt, mint az ebben a betegségben nem szenvedők.
- A hőstresszhez való hatékony alkalmazkodás képesség az életkor előrehaladtával csökken, ami a következő okokra vezethető vissza: hőszabályozó, kardiovaszkuláris és folyadékszabályozó rendszerek működési hatékonyságának gyengülése.

A gyógyszerek fontos kockázati tényezőt jelentenek az idősök számára, mivel krónikus betegségeik kezelése több gyógyszer egyidejű fogyasztását igényli (polifarmácia).

A CC hatása a cukorbetegség kockázatára

Szélsőséges hőség

Lehetséges mechanizmus: a magasabb környezeti hőmérséklet negatívan befolyásolja a glükózcserét a barna zsírszövet (BAT) aktivitásának csökkenésén keresztül.

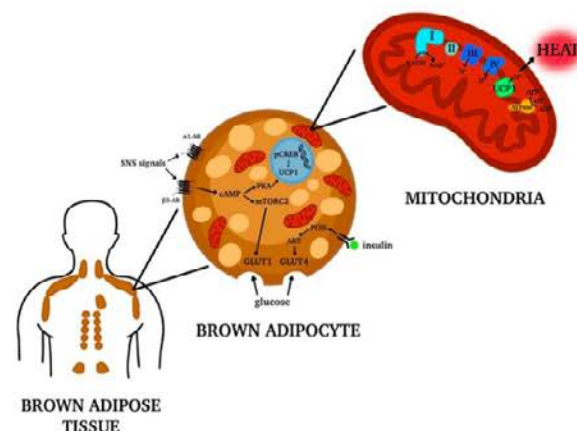


Figure 1. Brown Adipose Tissue (BAT) distribution in adult human body. In adult humans of BAT depots are located mainly in the supraclavicular, paravertebral, axillar, cervical and per-aortic areas. The tissue is formed by brown adipocytes, characterized by multiple lipid droplets and the expression of high levels of uncoupling protein 1 (UCP1) on the inner mitochondrial membrane. UCP1 is responsible for the release of energy in the form of heat, generating the process called non-shivering thermogenesis. Moreover, the brown adipocytes activation contributes to systemic clearance of glucose and lipids. Made by © BioRender 2021.

DOI: 10.3390/nu13051450.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hiperglikémia kezelése, a mikro- és makrovaszkuláris szövődmények, a cukorbetegséggel összefüggő geriátriai szindrómák és a cukorbetegség elleni gyógyszerek potenciálisan súlyos mellékhatásai hozzájárulnak a cukorbetegségben szenvedő idősebb felnőttek polifarmáciai kockázataihoz.

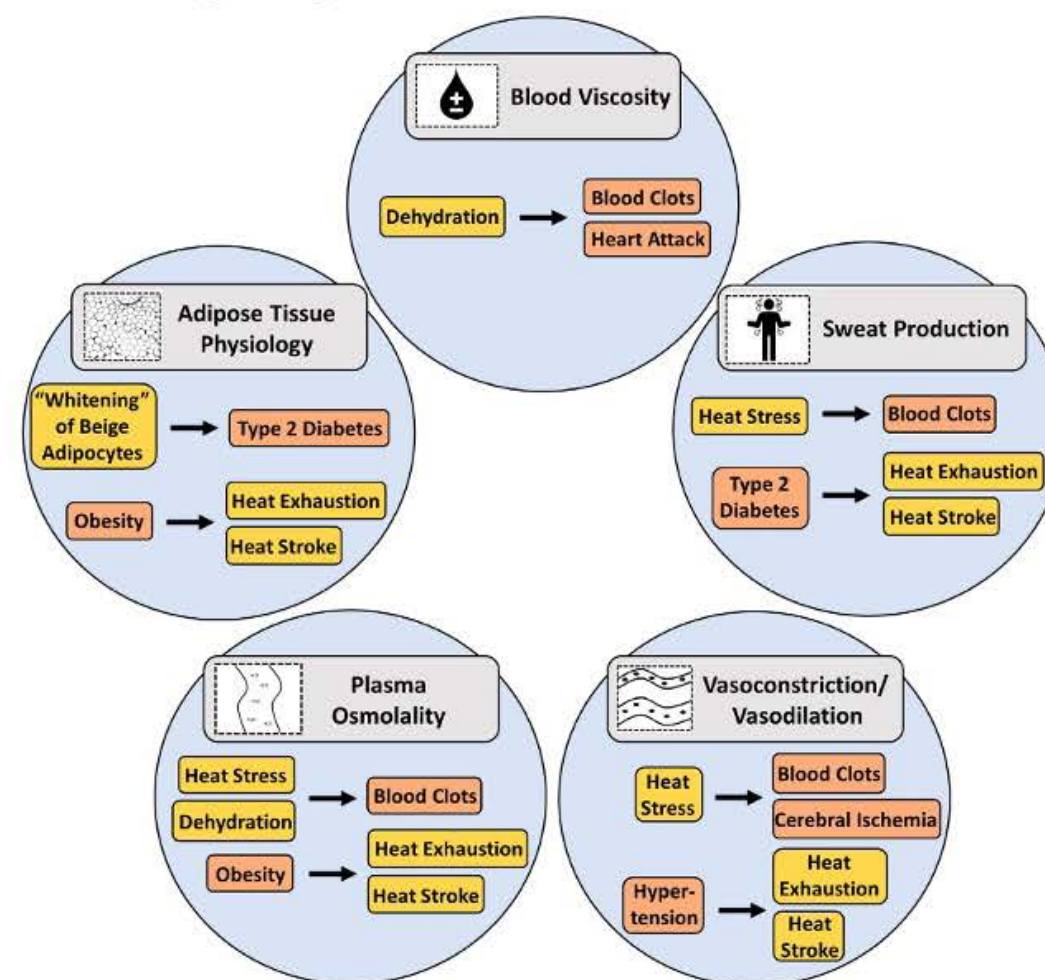
A cukorbetegség elleni gyógyszerek mellett általában más gyógyszereket is szednek (pl. szalicilátokat és antipszichotikumokat), amelyek befolyásolhatják hőszabályozó képességüket, valamint diuretikumokat és SGLT2-gátlókat, amelyek miatt különösen hajlamosak a kiszáradásra.

- [doi: 10.1002/ajhb.23460.](https://doi.org/10.1002/ajhb.23460)
- [doi: 10.1016/j.envint.2020.105909.](https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105909)
- [doi: 10.1016/j.cger.2014.08.017.](https://doi.org/10.1016/j.cger.2014.08.017)
- [doi: 10.1016/j.diabet.2020.10.003](https://doi.org/10.1016/j.diabet.2020.10.003)
- [doi: 10.1136/bmjdr-2016-000317](https://doi.org/10.1136/bmjdr-2016-000317)
- [doi: 10.1503/cmaj.081050.](https://doi.org/10.1503/cmaj.081050)
- [doi: 10.1002/ajhb.23460.](https://doi.org/10.1002/ajhb.23460)

A CC hatása az elhízással összefüggő betegségekre

Szélsőséges hőség

- A hőstresszhez való alkalmazkodásért felelős biológiai útvonalak átfedésben vannak az elhízással összefüggő kardiometabolikus betegségek etiológiájában szerepet játszó útvonalakkal.



DOI: 10.1002/ajhb.23460.

FIGURE 2 Biological pathways involved in the etiology of both obesity-related disease and heat-related morbidity. The figure highlights five biological mechanisms (large blue circles) through which heat-related conditions (in yellow) and cardiometabolic disease (in red) interact

A CC hatása a cukorbetegségre

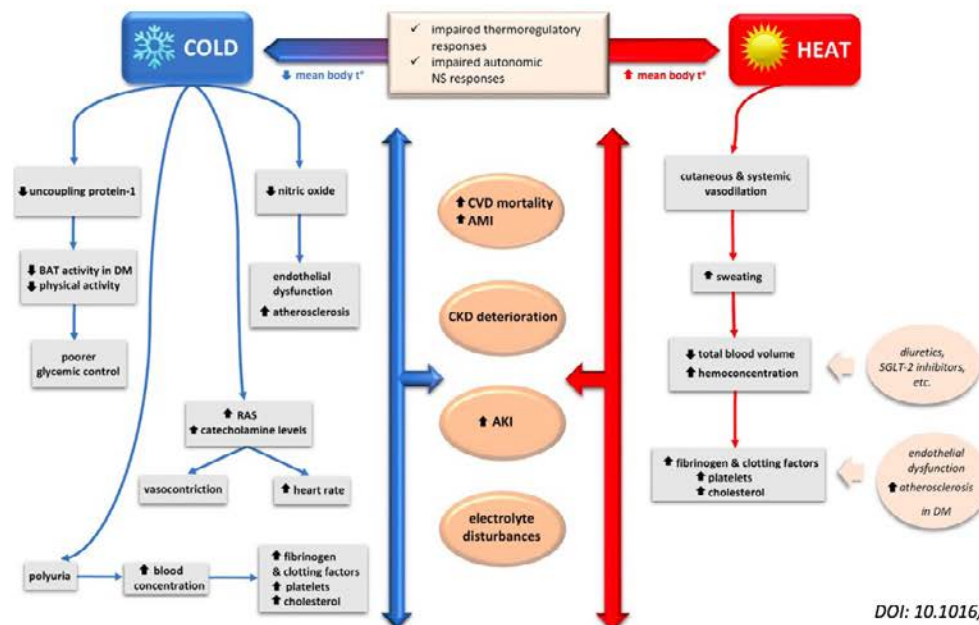


Fig. 1. Major pathogenetic mechanisms associating diabetes mellitus (DM) morbidity with extreme ambient temperatures. AKI, acute kidney injury; AMI, acute myocardial infarction; BAT, brown adipose tissue; CKD, chronic kidney disease; NS, nervous system; RAS, renin-angiotensin system; SGLT-2, sodium-glucose cotransporter type 2.

DOI: 10.1016/j.diabet.2020.10.003.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az **extrém hidegnek való kitettség** hozzájárul a cukorbetegség magasabb megbetegedési és halálozási kockázatához.

Az elmúlt években a hipotermia miatti kórházi felvételek száma különösen az idős (65é v és idősebb) cukorbetegségben szenvedő nők körében emelkedett.

A környezeti hőmérséklet szélsőséges lehűlésével összefüggő lehetséges egészségkockázatok a következők:

- A hipoglikémiás szövődmények kockázatának növekedése.
- A glikémiás kontroll romlása a CVD-tünetek (pl. mellkasi fájdalom, ritmuszavarok, köhögés és nehézlégzés) gyakoriságának növekedése.

→ Diabéteszes autonóm diszfunkció, csökkent nitrogén-oxid mint jelzőmolekula termelődése, csökkent vazokonstriktív képesség, hőveszteség növekedése hipotermia.

→ Perifériás neuropátia érzékelési és hőszabályozási zavarok, különösen a végtagokban.

→ A csökkent BAT tömeg és aktivitás rontja a hőtermelő képességet hidegebb hőmérséklet esetén.

→ A hideg időjárásnak való kitettség hozzájárul az elhízás gyakoribbá válásához.

A környezeti hőmérséklet szélsőséges lehűlésével összefüggő lehetséges egészségkockázatok a következők:

- befolyásolja az éhséggel és étvágytalansággal kapcsolatos hormonok termelődését és működését, valamint hatással van az általános anyagcsere-folyamatokra;
- a szervezet energiaszintjének fenntartása megnövekedett étvágyhoz vezet, ami túlevést és fokozott energiabevitelt eredményez;
- az édes ételek fogyasztásának vágya fokozódik, ami jelentősen befolyásolhatja a rövid távú súlygyarapodást;
- mozgásszegény életmód: ahelyett, hogy az idősök a szabadban tartózkodnának és fizikailag aktívak maradnának, inkább a melegebb beltéri környezetet választják.

→ DOI: 10.1016/j.diabet.2020.10.003.

→ DOI: 10.14302/issn.2578-8590.ipj-18-2548

Lehetséges mechanizmusok: fokozott oxidatív stressz, zsírszöveti gyulladás, indukált BAT diszfunkció és inzulinrezisztencia, a vérzsírszint és a magas vérnyomás megnövekedett kockázata.

A CC hatása a cukorbetegségre

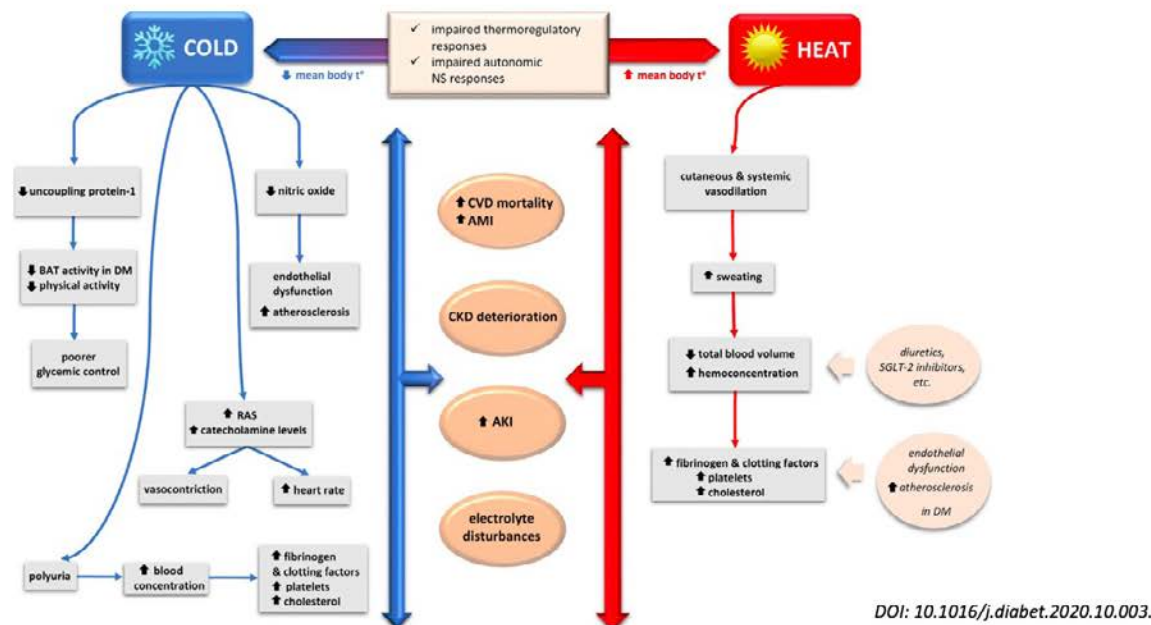


Fig. 1. Major pathogenetic mechanisms associating diabetes mellitus (DM) morbidity with extreme ambient temperatures. AKI, acute kidney injury; AMI, acute myocardial infarction; BAT, brown adipose tissue; CKD, chronic kidney disease; NS, nervous system; RAS, renin-angiotensin system; SGLT-2, sodium-glucose cotransporter type 2.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A katasztrofális bozóttüzek súlyosbítják az asztma kimenetelét, különösen az elhízott személyeknél.

Egy tanulmány szerint a cukorbetegség előfordulási gyakorisága 77,5%-kal magasabb a magas PM-expozíciónak kitett területeken élők körében, mint a kevésbé kitett területeken élők körében.

- DOI: 10.5772/39004.
- DOI: 10.1016/j.jhep.2021.10.016.
- DOI: 10.1016/j.anai.2015.01.018
- doi:10.1371/journal.pmed.1003767.
- doi: 10.2337/db12-0190

További lehetséges mechanizmusok a zavart autonóm idegrendszer, az epigenetikai változások, a mitokondriális diszfunkció, valamint a humán bélmikrobiom összetételének és működésének változásai.

A kültéri légszennyezésnek, a szálló pornak ($PM_{2.5-10}$), a nitrogén-oxidoknak (NO és NO_2) és az ózonnak (O_3) való kitettség összefügg a T2D magasabb prevalenciájával és incidenciájával, valamint a T2D-s népességben a többletalálózással. Ez a kockázat jelentősen felerősödik a túlsúlyos és elhízott egyéneknél, így a kardiovaszkuláris-betegségekben és cukorbetegségben egyidejűleg szenvedő betegek a leginkább veszélyeztetettek.

A légszennyezésnek (magas ózon-, PM_{10} - és CO_2 -szint) való kitettség növelheti a diszlipidémia és a MetS kialakulásának kockázatát.

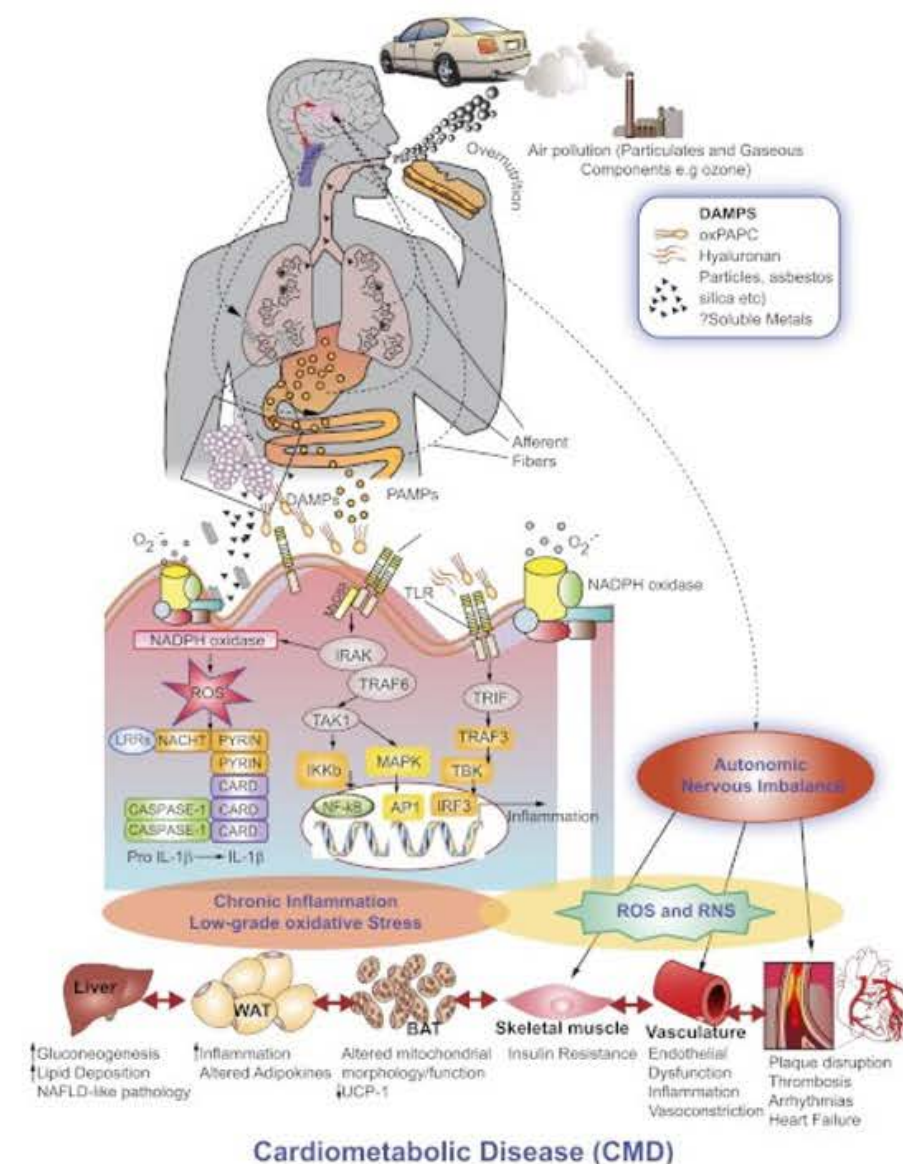
A légszennyezésnek való hosszú távú kitettség növelheti a metabolikus diszfunkcióval összefüggő zsírmájbetegség (MAFLD) kialakulásának esélyét, különösen az egészségtelen életmódot folytató és a centrális elhízásban szenvedő egyének esetében.

A bozóttüzek füstje szilárd részecskék és gázok összetett keverékét tartalmazza, amelyek kémiai átalakulnak a légkörben, és a szél továbbítja őket. A bozóttüzek által okozott füst és hamu jelentősen ronthatja a levegő minőségét, különösen a $PM_{2.5}$ -szintet.

A CC hatása az anyagcserezavarokra

Levegőszennyezés és bozottúzek füstje

A szilárd szállópor részecskéknek (PM) való kitettség az egyik legsúlyosabb egészségkockázat. A PM a levegőben lebegő olyan szerves és szervetlen szilárd részecskékből áll, mint a szulfátok, nitrátok, ammónia, nátrium-klorid, korom és ásványi por, amelyek belélegzése mind rövid, mind hosszú távú egészségkárosító hatással járhatnak.



DOI: 10.5696/2156-9614-9.22.190608.

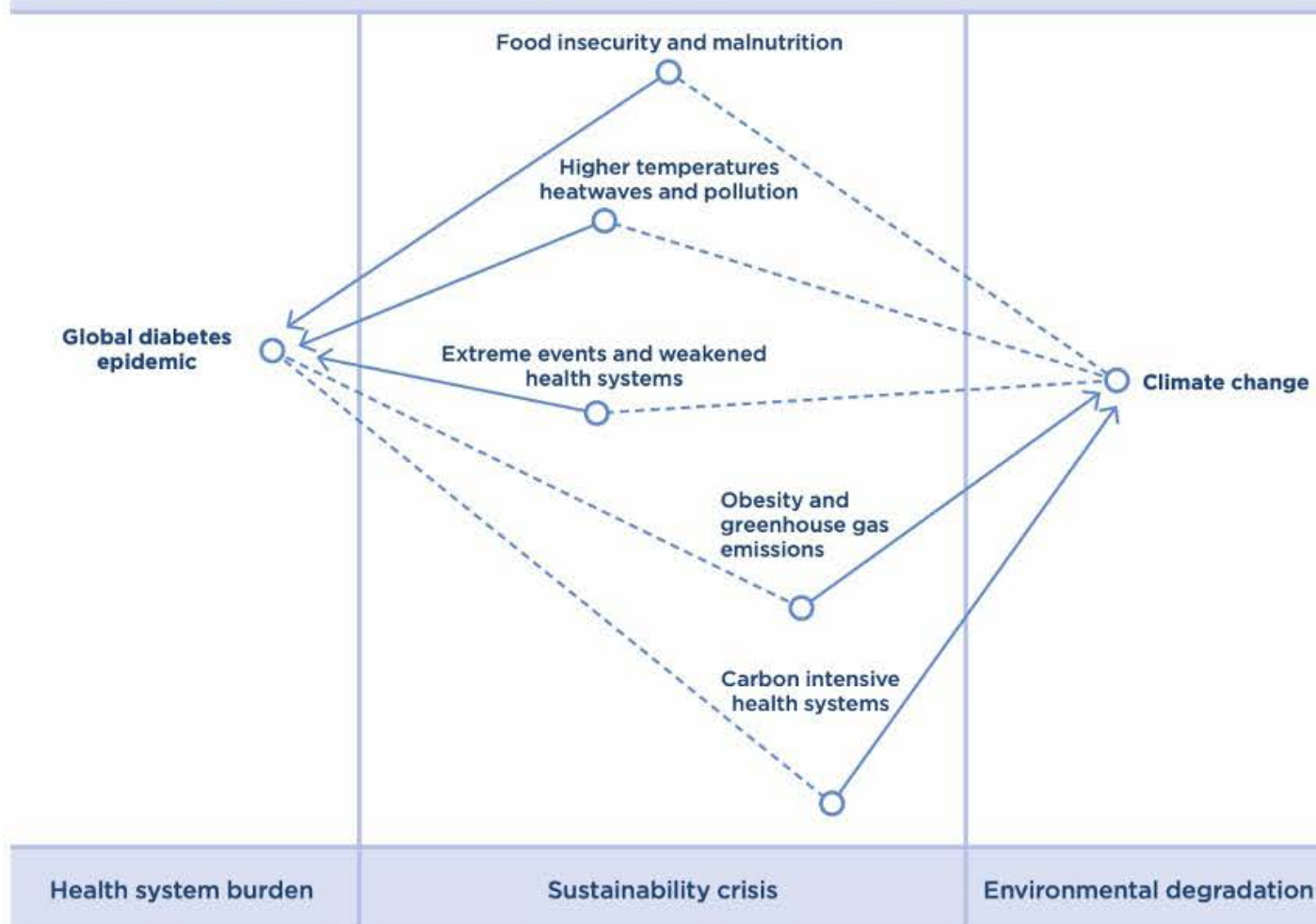
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

CC és cukorbetegség: közvetlen kapcsolatok

Climate Change and Diabetes – Direct Connections Constellation



<https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>, hozzáférés: 2022. október 10.

A CC hatása az élelmezésbiztonságra és a T2D kockázatára

A termények minőségének és mennyiségének csökkenése az élelmiszer- és pénzügyi bizonytalanság növekedését eredményezheti, ami **alultápláltsághoz** és **táplálkozással összefüggő krónikus betegségek gyakoribb megjelenéséhez** vezethet.

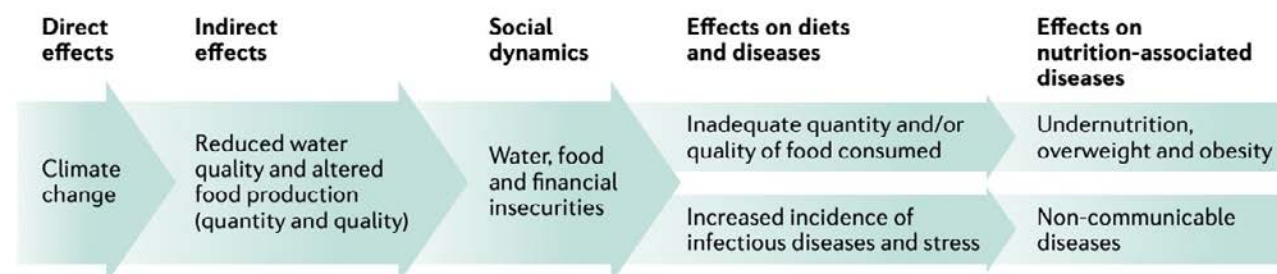


Fig. 1 | **Effects of climate change on nutrition-associated diseases.** The main ways in which climate change influences diet and nutrition-associated diseases.

DOI: 10.1038/s41572-021-00329-3.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Szélsőséges éghajlati jelenségek és természeti katasztrófák → vízhiány és a mezőgazdasági termények pusztulása
mezőgazdasági termelés és élelmiszerellátás
→ élelmiszerhiány, növekvő árak → élelmezésbiztonság hiánya

→ Becslések szerint a 21. század végére a világ fele élelmiszerhiánnyal fog küzdeni.

→ Élelmiszerellátás bizonytalansága → alultápláltság / túl- és alultápláltság → súlyosbítja a T2D és a kapcsolódó krónikus betegségek kockázatát.

→ Az anyai alultápláltság a terhesség alatt növelheti a csecsemő elhízásának és a felnőtt életben a T2D kialakulásának kockázatát.

→ A hagyományos élelmiszerellátás zavarai → a friss termékek drágák és szűkösek → növeli az importált és feldolgozott élelmiszerek fogyasztását → súlyosbítja a T2D kockázatát.

→ Az alacsony jövedelmű lakosság és a hagyományos étrendet követő őslakosok különösen veszélyeztetettek lehetnek.

→ <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>

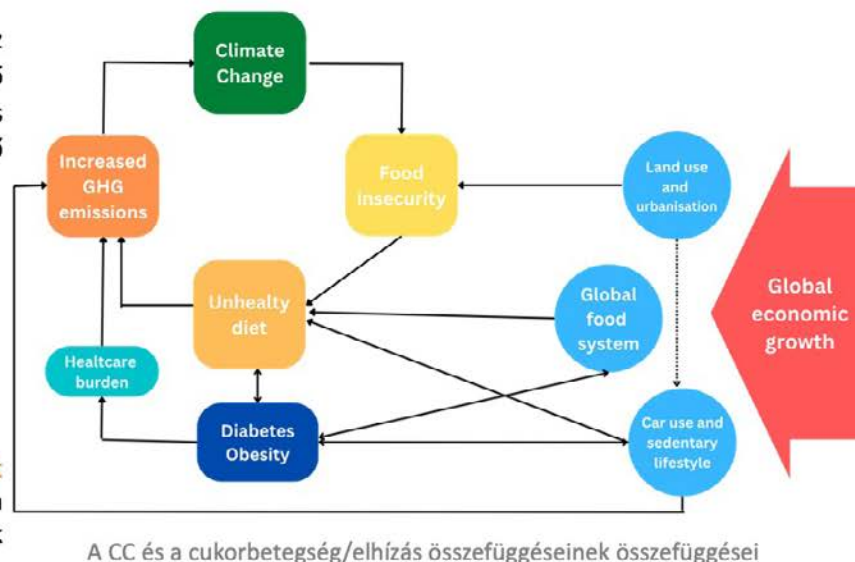
CC és az anyagcsere-betegségek

- A globális gazdasági növekedés, amely az üvegházhatású gázok kibocsátásának egyik fő okozója, számos egymással összefüggő társadalmi és kulturális tényező által befolyásolt folyamat. A fő tényezőcsoportok a következők:

- 1) földhasználat és urbanizáció,
- 2) motorizált közlekedés, és
- 3) globális élelmiszerrendszer

E tényezők hatással vannak

- az üvegházhatású gázok többletkibocsátása révén a CC hatásainak erősödésére;
- az egészségtelen táplálkozási szokások valamint a mozgásszegény életmód miatt a cukorbetegség és elhízás prevalenciájának emelkedésére.



DOI: 10.1111/dme.14971.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az elhízás és a cukorbetegség hatása az üvegházhatású gázok kibocsátására

Elhízott emberek számának növekedése
→ növeli az energiafogyasztást / a tömeges élelmiszertermelésből származó üvegházhatású gázok kibocsátását.

→ Becslések szerint egy olyan népesség, amelyben az emberek 40%-a elhízott, 19%-kal több élelmiszerenergiát igényel, mint egy olyan népesség, amelyben a BMI normális eloszlású.

A krónikus betegségek növekvő terhe és a cukorbetegséggel kapcsolatos szövődmények súlyosbodása → az egészségügyi ellátórendszerek által generált növekvő üvegházhatásúgáz-kibocsátás.

→ A cukorbetegség megelőzését és kezelését prioritásként kell kezelni az egészségügyi ellátórendszer már jelenleg is nagymértékű szén-dioxid-kibocsátásának csökkentése érdekében.

→ Az egészségügyi rendszereknek mielőbb át kell térniük a hagyományos, akut ellátásra összpontosító megközelítésről egy proaktívabb, megelőzőközpontú és folyamatos ellátási modellre.

Gyors és tervezetlen **urbanizáció** → szén-dioxid-intenzív közlekedés, városi nyomornegyedek növekedése, városi hősziget hatás → mozgásszegény életmód és egészségtelen táplálkozás → növekvő közlekedési kibocsátások és cukorbetegség kockázata.

A városi életmóddal függ össze

- az üvegházhatású gázok kibocsátásának 70%-a, és a gépjárművek okozta a levegőszennyezés 30%-a.
- minden egyes autóban töltött óra 6%-kal növeli az elhízás kockázatát.
- a megnövekedett energiaköltségek (pl. légkondicionálás), légszennyezés, hőséggel összefüggő betegségek és halálozás.
- a fokozódó mértékű fizikai inaktivitás
- a hús és az olcsó, feldolgozott élelmiszerek iránti megnövekedett kereslet.

Változás a globális élelmiszertermelési rendszerekben (GFS) → táplálkozási átmenet
→ növeli a cukorbetegség kockázatát és veszélyezteti a környezetet.

Okozatok: a talaj termékenységének csökkenése, a tömeges monokultúras termelés negatív hatásai, a víz hozzáférhetőségének bizonytalansága, az élelmiszertermés csökkenése, az élelmiszerek tápanyag-koncentrációjának csökkenése, a tömeges állattenyésztés környezetszennyező hatásai, stb.

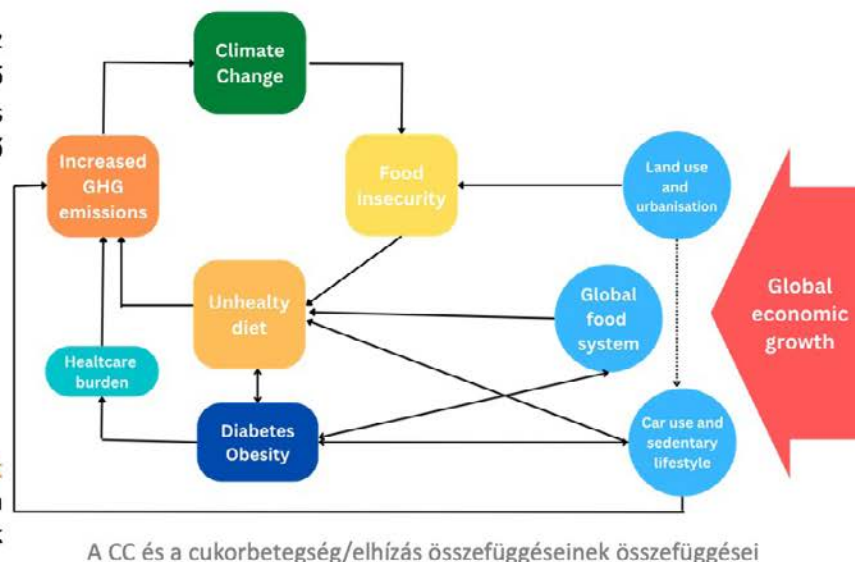
CC és az anyagcsere-betegségek

- A globális gazdasági növekedés, amely az üvegházhatású gázok kibocsátásának egyik fő okozója, számos egymással összefüggő társadalmi és kulturális tényező által befolyásolt folyamat. A fő tényezőcsoportok a következők:

- 1) földhasználat és urbanizáció,
- 2) motorizált közlekedés, és
- 3) globális élelmiszerrendszer

E tényezők hatással vannak

- az üvegházhatású gázok többletkibocsátása révén a CC hatásainak erősödésére;
- az egészségtelen táplálkozási szokások valamint a mozgásszegény életmód miatt a cukorbetegség és elhízás prevalenciájának emelkedésére.



A CC és a cukorbetegség/elhízás összefüggéseinek összefüggései

DOI: 10.1111/dme.14971.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az élelmiszertermelés az üvegházhatású gázok globális kibocsátásának 30%-át okozza, és hozzájárul a környezet és a biológiai sokféleség romlásához; csökkenti az emberek egészséges táplálkozáshoz való hozzáférését, növelve a rossz egészségi állapot és az étrenddel összefüggő betegségek kockázatát.

- **2020-ban kétmilliárd ember élelmezése volt bizonytalan, és hárommilliárd ember nem engedhette meg magának az egészséges táplálkozást.**
- **Jelentős egyenlőtlenségek a globális fogyasztásban: a fejlett országok közel tízszer annyi vörös húst fogyasztanak, mint a fejlődő országok, és 41%-kal több kibocsátást okoznak, mint a fejlődő**

országok. Ezeket az egyenlőtlenségeket súlyosbítja a növényi alapú étrend rendkívül magas költsége, amely a magasabb jövedelmű országokban sokkal megfizethetőbb.

A **nem fenntartható módszerekkel történő mezőgazdasági termelés** az üvegházhatású gázok kibocsátásának akár egyharmadért is felelős lehet világszerte. Az állati termékek iránti kereslet folyamatos növekedése tovább súlyosbítja ezt a problémát, mivel a húsipar szén-dioxid-kibocsátása akár hétszer nagyobb lehet, mint a növényi alapú élelmiszerek előállításakor keletkező kibocsátás. Bár az állati eredetű élelmiszerek fontos tápanyagforrások, a vörös és feldolgozott húsok fogyasztása összefüggésbe hozható az elhízás, a 2-es típusú

cukorbetegség és más nem fertőző betegségek kialakulásával.

A modern élelmiszertermelés gyors fejlődése hozzájárul a feldolgozott élelmiszerek szélesebb körű elérhetőségéhez és alacsonyabb árához. Ezzel párhuzamosan növekszik az élelmiszertermelés, -tárolás és -szállítás környezeti hatása, valamint a termőföldek túlhasználata és az erdőirtás.

A táplálkozási szokások jelentős átalakuláson mennek keresztül: a hagyományosan gabonaféléken, helyben termesztett zöldségeken és gyümölcsökön alapuló étrend helyét egyre inkább a feldolgozott, telített zsírokban és cukorban gazdag, rostszegény ételek veszik át.

Ezek a változások hozzájárulnak az elhízás, a cukorbetegség és más nem fertőző betegségek magas előfordulási arányához. A táplálkozással összefüggő egészségkockázatok szorosan kapcsolatban állnak a társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségekkel.

- <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>
- [doi: 10.1038/s41572-021-00329-3](https://doi.org/10.1038/s41572-021-00329-3)
- [DOI: 10.1111/dme.14971.](https://doi.org/10.1111/dme.14971)
- <https://ncdalliance.org/sites/default/files/rfiles/IDF%20Diabetes%20and%20Climate%20Change%20Policy%20Report.pdf>

Az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség javítása

- Az éghajlatváltozással szembeni **ellenálló képesség javítása** és a **szélsőséges hőhatások csökkentése** magában foglalja a megfelelő egészségvédelmi beavatkozások (pl. hőségriadók, hőség-egészségügyi cselekvési tervek) kidolgozását, valamint az egészségügyi szolgáltatók felkészítését arra, hogy felismerjék, kezeljék és kommunikálják a hőexpozíció egészséghatásait.
- **A CDC Building Resistance Against Climate Effects (BRACE) keretrendszere öt egymást követő lépésből áll:**



The following steps:

03 – assessing the most suitable public health interventions for the identified health impacts of greatest concern / co-benefit strategies

04 – developing and implementing a climate and health adaptation plan / risk management of extreme geological and weather events / prevention measures

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>, hozzáférés: 2023. február 15.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség javítása

- A CDC BRACE keretrendszer szerint az ellenállókéesség javítása érdekében a következő lépés:
 - ✓ az egészségvédelmi intézkedések és beavatkozások értékelése a leginkább hatékony módszerek és megoldások kiválasztása érdekében
 - ✓ a szélsőséges időjárási események egészségkockázatainak csökkentését célzó és az azokhoz való alkalmazkodást segítő stratégiák kidolgozása

- Az ellenállókéesség javítását célzó **a stratégiai tervezésből eredő szinergikus előnyök kihasználásának lehetőségei:**

magas szén-dioxid-kibocsátású elhízást okozó környezet → aktív, alacsony szén-dioxid-kibocsátású életmód

Egészségügyi | Gazdasági | Környezeti előnyök és fenntartható fejlődés

- Az életmódváltást és a fenntartható urbanizációt támogató **szinergikus előnyök:**
 - (1) közlekedési és várostervezési szakpolitikai döntések, valamint
 - (2) élelmiszertermeléssel és -ellátással összefüggő szakpolitikai döntések **szinergikus előnyeinek azonosítása és hasznosítása.**

Szinergikus előnyök kihasználásának lehetőségei: aktív közlekedés

A városi lakosság fizikai aktivitással töltött idejének növelését segíti a jól átgondolt városi közlekedési infrastruktúra kialakítása és az ahhoz kapcsolódó várostervezési és városfejlesztési megoldások alkalmazása:

1) A közlekedési lehetőségek közül az alacsony szén-dioxid-kibocsátású megoldások preferálása:

- ✓ A gépjárművel történő közlekedésről az „aktív közlekedésre” való átállás: gyaloglás és kerékpározás, kombinálva a megújuló energiával működő közösségi közlekedési megoldásokkal
- ✓ Alacsony emissziójú járművek használatára való áttérés
- ✓ A városokban a gépjárműhasználat korlátozása
- ✓ Alacsony sebességkorlátok alkalmazása

2) Az „aktív tervezés” koncepciójának érvényesítése a várostervezésbe:

- ✓ Gyalogosan is használható városi környezet - „városrészi szolgáltatási decentrumok” kialakítása
- ✓ Nagyobb utcakapcsolat és kiegyensúlyozott vegyes területhasználat
- ✓ Kerékpársávok és gépjárműforgalomtól elzárt területek növelése városi területeken
- ✓ Zöldterületek fejlesztése, ide értve a városi közösségi kerteket
- ✓ Községi egészségfejlesztési központok létesítése a krónikus betegségek, köztük a T2DM megelőzésének támogatása érdekében

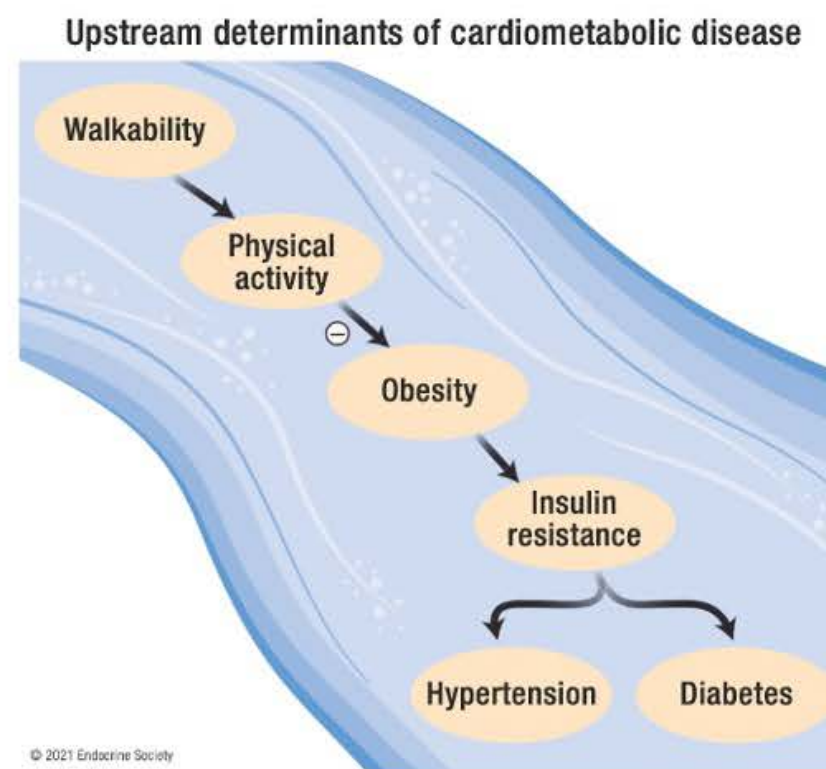


DOI: 10.1088/1755-1315/1016/1/012054

DOI:10.1016/j.earlhumdev.2020.105220

Szinergikus előnyök kihasználásának lehetőségei: aktív közlekedés

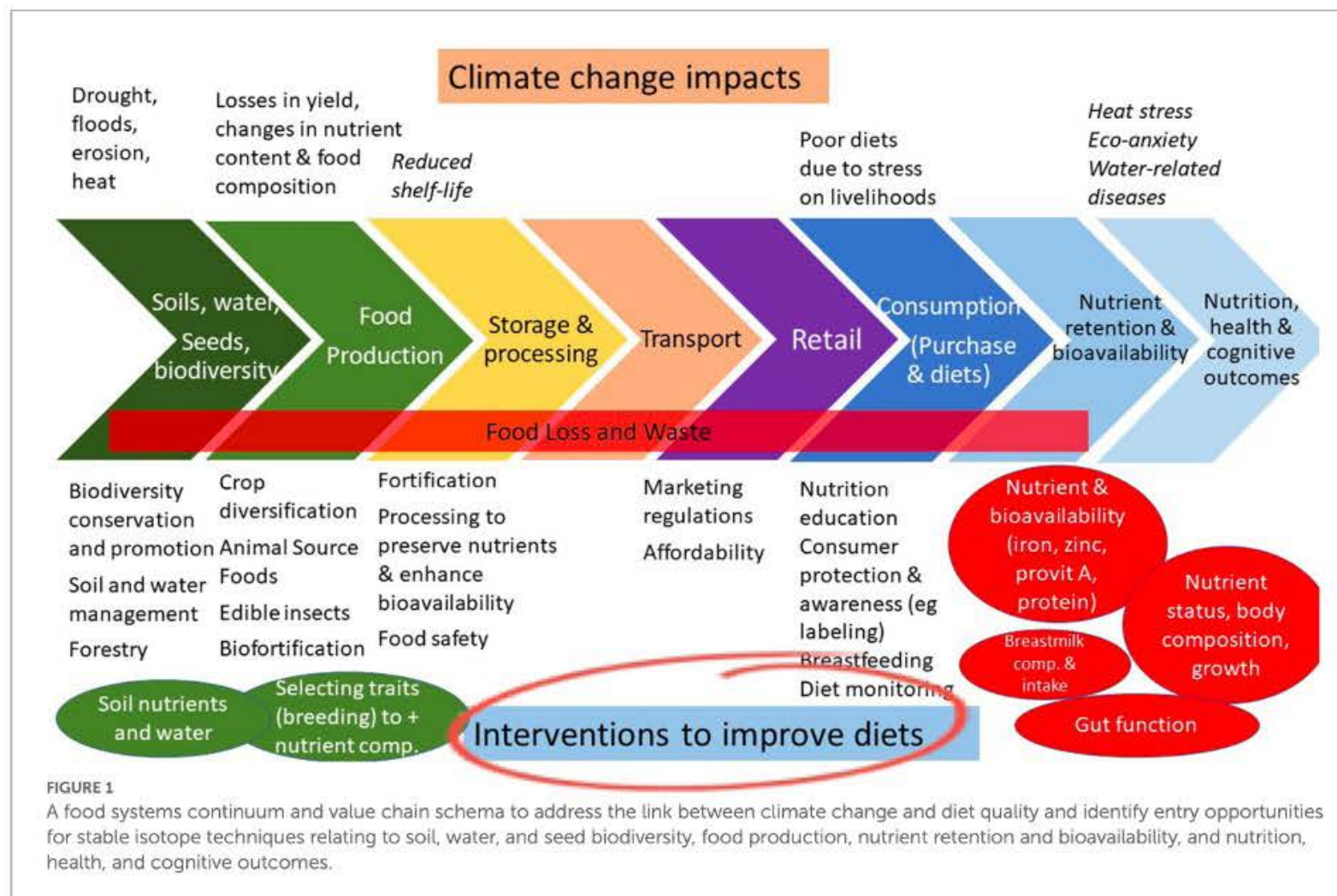
- **Épített környezet** – gyalogosan is használható városi környezet
- A városokban az "épített környezet" tudatos alakítása hozzájárulhat az életmódváltáshoz: a könnyen bejárható, mozgásra ösztönző városrészek elősegíthetik a lakosok fizikai aktivitásának növekedését, hozzájárulva az elhízás és a cukorbetegség előfordulásának csökkenéséhez.
- A lakhatási körülmények, az egészséges élelmiszerek hozzáférhetősége és elérhetősége, a légszennyezettség és a zöldterületek elhelyezkedése egyaránt befolyásolja az épített környezet egészséghatásait, valamint az anyagcserével kapcsolatos egészségkockázatok alakulását.
- A „Nationwide Nurses' Health Study” eredményei szerint a gyalogosan könnyen megközelíthető városi területeken gyakran tapasztalható rossz levegőminőség, míg a kerékpárutak jellemzően a forgalmas közlekedési utak mentén kerülnek kialakításra.
- A kerékpáros infrastruktúra tervezése és kiépítése során elsődleges szempont kell, hogy legyen a használók légszennyezésnek való kitettségének csökkentése.



DOI: 10.1210/edrev/bnac005.

DOI:10.1002/9781119807216.ch1
DOI: 10.1530/JOE-20-0487.

Az élelmezési rendszerek átalakítása az étrend javítása érdekében



DOI: 10.3389/fclim.2022.941842.

Szinergikus előnyök kihasználásának lehetőségei: a fenntartható élelmiszerellátást támogató szakpolitikai intézkedések

DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2020.105220.

DOI: 10.3389/fclim.2022.941842.

- A **fenntartható élelmiszerellátás kialakításával** összefüggő szakpolitikai intézkedések olyan beavatkozások lehetnek, amelyek az egyének számára ösztönzően hatnak a nagymértékben feldolgozott és állati eredetű étrendről a "fenntartható étrendre" való áttérésére.
A **"fenntartható étrend"** alacsony környezeti hatásokkal jár, elősegíti az élelmiszer- és táplálkozásbiztonság fenntartását, és támogatja a jelen és a jövő nemzedékek egészséges életvezetését.
- A fenntartható táplálkozás biztosításához fenntartható élelmiszer-rendszerekre van szükség, amely fenntartható mezőgazdaságra alapozottan működik.
- A **fenntartható élelmezési rendszerek** a növekvő népesség számára olyan étrendet biztosítanak, amely kevés állati terméket és feldolgozott élelmiszert, és sok helyben termelt gyümölcsöt és zöldséget tartalmaz.
 - ✓ Az **állati termékek előállításának és fogyasztásának csökkentése** – az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, az étrend javítása, valamint az elhízásnak, a T2D és egyéb anyagcserebetegségek kockázatának való kitettség csökkentése szempontjából kulcsfontosságú stratégia.
 - ✓ Az étrend **diverzifikálása, dúsítás, biofortifikáció és alternatív fehérjeforrások** (pl. ehető rovarok) **bevonása** csak néhány a rendelkezésre álló alternatív lehetőségek közül.
 - ✓ Fenntartható mezőgazdaság – élelmezésbiztonság hatékony, környezetbarát és társadalmilag felelős módon.
 - Helyi élelmiszertermelés / tápláló élelmiszerek megfizethetősége
 - Városi mezőgazdaság – városi közösségi és iskolai kertek és termelői piacok / helyi hozzáférés a friss, helyi és szezonális élelmiszerekhez
 - Érthető táplálkozási információk az élelmiszerek címkézése, az étrendi iránymutatások és a tudatosító kampányok révén.

Hogyan lehet a legjobban felkészülni a cukorbetegség kezelésére szélsőséges időjárási események esetén?

- **A cukorbetegség mindennapi kezelése** egyre összetettebbé válik a CC-korszakban.
- A cukorbetegség mindennapi kezelésének és kezelési protokolljainak figyelembe kell venniük az időjárás sajátosságait.
 - ✓ Figyelmet kell fordítani a folyadék rendszeres pótlására.
 - ✓ A betegeket arra kell ösztönözni, hogy a nap legmelegebb időszakában ne a szabadban, hanem légkondicionált helyiségben tartózkodjanak.
 - ✓ A cukorbetegség mindennapi kezelésében (gyógyszerezés, étrend, fizikai aktivitás) szezonális változtatásokra lehet szükség a glikémiás kontroll következetességének elérése érdekében.
 - ✓ A betegeknek a hőségben folyamatosan figyelniük kell a glükózsintjük változását, és hogy szükség lehet az inzulinos kezelés megváltoztatására.
 - ✓ Figyelmet kell fordítani az inzulin és az orális hipoglikémiás gyógyszereknek, valamint a glükométereknek és az inzulinpompáknak a teljesítményük szempontjából optimális hőmérséklet-tartományban való tárolására.



DOI: 10.4158/EP09344.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során nemzeti szint

A cukorbetegség környezeti tényezők figyelembe vételével történő kezelését célzó stratégia kidolgozása érdekében többszintű megközelítés szükséges. Azokban a régiókban, amelyeket geológiai vagy szélsőséges időjárási események veszélyeztetnek, összehangolt erőfeszítésekre van szükség a kormányzat, a civil szervezetek és az egészségügyi intézmények részéről:

- ✓ Felkészülési tervek kidolgozása, végrehajtása és kommunikálása, amelyek a szélsőséges időjárási helyzetekkel kapcsolatos felkészülést segítő célzott információkat tartalmaznak a cukorbeteg számára.
- ✓ Vészhelyzeti intézkedési tervek kidolgozása a legnagyobb kockázatnak kitett betegek sürgős ellátására és az egészségügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférés akadálymentes biztosítása érdekében.
- ✓ Az életmentő és mindennapi kezeléshez szükséges gyógyszerek rendelkezésre állásának folyamatos monitorozása és vészhelyzet esetén a készletek folyamatos pótlásának biztosítása.
- ✓ Az esélyhátrányok kezelése a cukorbetegséggel kapcsolatos vészhelyzeti felkészülési stratégiákban.

DOI: 10.1177/193229681100500402.

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során egészségügyi ellátás

- Az egészségügyi hatóságoknak, az egészségügyi szakembereknek és az egészségügyi szolgáltatóknak veszélyeztetettség szerinti célcsoportspecifikus tájékoztatást kell nyújtaniuk a hőhullámok egészség hatásairól.
- A paraktizáló orvosoknak be kell építeniük a helyspecifikus időjárási kockázatokat a betegség megelőzési és kezelési tervekbe.
- A gyakorló orvosoknak minden vizsgálati alkalom során tájékoztatást és tanácsadást kell nyújtaniuk a pácienseknek az egészségmegőrző életmód jellemzőiről, valamint az életmódbeli változtatások lehetőségeiről.
- Fokozni kell az egészségügyi ellátórendszer intézményei által kibocsátott szén-dioxid mértékének csökkentést célzó intézkedések tervezését és végrehajtását. E téren már az olyan egyszerű változtatások is sokat segíthetnek, mint például
 - ✓ a halogénezett érzéstelenítő szerek használatának megszüntetése,
 - ✓ az egyszer használatos orvosi eszközök (például inzulin tollak) használatának csökkentése vagy megszüntetése,
 - ✓ a hulladékválogatás és újrahasznosítás javítása,
 - ✓ a távkonzíliumok támogatása az utazások csökkentése érdekében.

DOI: 10.1056/NEJMcp2210623.

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során egészségügyi ellátás

A háziorvosok feladatai:

- ✓ azonosítani a szív- és érrendszeri szövődményekkel vagy krónikus vesebetegséggel küzdő T2D-s betegeket, akiknek bizonyos egyéni kezelési tervre lehet szükségük;
- ✓ biztosítani a nyári időszak előtti konzultációs lehetőséget a cukorbetegek számára a hőterhelés kockázataival és azok megelőzési lehetőségeivel kapcsolatban;
- ✓ fokozott figyelmet kell fordítaniuk a cukorbetegek számára felírt gyógyszerek hőség hatására lehetségesen kialakuló mellékhatásaira, és szükség esetén módosítaniuk kell azok adagolását;
- ✓ szélsőséges időjárási események esetén a cukorbetegséggel vagy más anyagcserebetegséggel küzdő betegek számára gyakoribb kontrollvizsgálat lehetőségének biztosítása
- ✓ szélsőséges időjárási események esetén alkalmazható felkészülési tervek kidolgozásában és megvalósításában történő feladatvállalás
- ✓ átfogó felvilágosító kampányok és ismeretátadó közösségi rendezvények szervezésében és megvalósításában való feladatvállalás, amelyek a szélsőséges időjárási események egészségkockázataira és a kockázatcsökkentés lehetőségeire hívják fel a lakosság figyelmét.

ISBN 978 92 890 7191 8
DOI: 10.1088/1755-1315/1016/1/012054

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során egészségügyi ellátás

Továbbképzés egészségügyi szakemberek számára:

- ✓ A hőképekkel kapcsolatos ismeretek frissítése
- ✓ A veszélyeztetett személyek és helyzetek azonosítása
- ✓ A megelőzési intézkedések és az ápolási elvek ismerete
- ✓ A korai figyelmeztető rendszerek és a vészhelyzeti egészségügyi ellátást biztosító szervezetek ismerete
- ✓ Gyógyszerekkel kapcsolatos ismeretek frissítése (hőexpozíció hatása a betegekre, a gyógyszerekre, szélsőséges időjárási helyzetekben a gyógyszerek megfelelő tárolása, stb.)

ISBN 978 92 890 7191 8

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során technológiai támogatás

A technológiai megoldások nagy jelentőséggel bírhatnak, hogy a cukorbetegség kezelése során a változó környezeti tényezők figyelembe vételre kerüljenek:

- ✓ Geolokációs információs rendszerek létrehozása a hőhatásoknak különösen kitett városi területek azonosítására
- ✓ Támogató rendszer kiépítése, amely vezeték nélküli adatátvitellel továbbítja a betegek személyes vércukorszint-adatait egy központi nyilvántartó rendszerbe, lehetővé téve az egyéni vészhelyzetek korai felismerését
- ✓ Központi támogatás biztosítása szélsőséges időjárási események esetén az egyéni vércukorszint szabályozásához
- ✓ Valós idejű kommunikációs eszközök, például mobil szöveges üzenetek vagy telefonos alkalmazások használata a szélsőséges időjárási körülményekkel kapcsolatos tanácsok továbbítására cukorbeteg számára.

doi: 10.1177/193229681100500402.

Környezeti tényezők figyelembe vétele a cukorbetegség kezelése során betegek bevonása

- A cukorbetegségben szenvedő pácienseknek is lépéseket kell tenniük annak érdekében, hogy a változó környezeti hatások egészségkockázatait a maguk számára csökkentsék. Meg kell ismerniük a szélsőséges időjárási helyzetekre való felkészülés lehetőségeit és az egyéni kockázataik csökkentésének módjait.
- Célszerű – a kezelőorvossal közösen – egy személyes **vészhelyzeti tervet kidolgozniuk**, hogy a vészhelyzet alatti és után időszakban a cukorbetegség kezeléséhez szükséges mindennapi rutinjukat fenn tudják tartani.
- A cukorbeteg egyéni vészhelyzeti tervének összeállításakor az alábbi szempontokat érdemes figyelembe venni:
 - ✓ Egyértelmű jelzés arról, hogy cukorbetegséggel él, és napi szintű kezelést igényel
 - ✓ Megfelelő folyadékbevitel biztosítása
 - ✓ A hipoglikémia veszélyének csökkentése
 - ✓ A fertőzések megelőzése
 - ✓ A gyógyszerek rendszeres szedésének fenntartása
 - ✓ A kiegyensúlyozott étrend követése
 - ✓ Összeállított, könnyen hordozható vészhelyzeti készlet
 - ✓ A sürgősségi kapcsolattartók listájának összeállítása

A szélsőséges időjárási események által érintett régiókban működő klinikai ellátóhelyeken a vészhelyzeti tájékoztatást be kell építeni a diabéteszbetegek tájékoztató programjaiba.

<https://www.aace.com/sites/default/files/2021-03/Diabetes-Emergency-Web-Download%20Checklist.pdf>

Fő következtetések

- Az éghajlatváltozás következtében fellépő váratlan események, valamint a cukorbetegség, az elhízás és más anyagcsere-betegségek előfordulásának folyamatos növekedése szorosan összefüggő jelenségek. Ezeket a problémákat számos közös tényező befolyásolja, amelyek egymás hatását tovább fokozhatják.
- A folyamatokat három kulcsfontosságú tényező befolyásolja meghatározó módon: az urbanizáció gyors terjedése, a motorizált közlekedés túlsúlya, valamint a hústermékek és az ultrafeldolgozott élelmiszerek fokozódó előállítása és fogyasztása.
- A változásokhoz való alkalmazkodás során az egészségkockázatok csökkentése az életmódbeli változtatásokkal, fenntartható urbanizációt támogató várostervezési és üzemeltetési megoldások bevezetésével, valamint célzott közösségi egészségvédelmi intézkedések biztosításával valósítható meg.
- Az egészségügyi szakembereknek minden fejlesztési területen szerepet kell vállalniuk az éghajlatváltozással összefüggő egészségkockázatok csökkentését célzó intézkedések kidolgozásában és megvalósításában.

Ellenőrizze tudását

Az egyes kérdéseknél MINDEN HELYES VÁLASZT jelöljön be (többszörös választás):

1. Milyen okok vezethetnek extrém hőség hatására a diabetes-betegek állapotának súlyosbodásához?
 - a) bőr vérellátásának csökkenése
 - b) fokozott hőveszteség
 - c) csökkent verejtékezés
 - d) megnövekedett testhőmérséklet
2. Milyen tényezők miatt érzékenyek az időskorúak a hőség okozta kockázatokra?
 - a) az életkorral összefüggő krónikus betegségek megléte
 - b) a nem megfelelő folyadék- és elektrolitegyensúly
 - c) a bőr fokozott vérellátása
 - d) a krónikus betegségek megléte miatti gyógyszerek együttes és rendszeres szedése
3. Melyek azok a főbb szociokulturális tényezők, amelyeken keresztül a klímaváltozás a cukorbetegség és az elhízás kockázatát fokozza?
 - a) gyors és tervezetlen urbanizáció
 - b) a kiszáradás nagyobb előfordulási gyakorisága
 - c) a szén-dioxid kibocsátás fokozódását eredményező közlekedés
 - d) állattenyésztés volumenének növekedése

Ellenőrizze tudását

4. Milyen stratégiák segíthetnek csökkenteni az anyagcserezavarokkal összefüggő betegségek kialakulásának kockázatát?
 - a) aktív, alacsony szén-dioxid-kibocsátást eredményező életmód kialakítása
 - b) életmódbeli változások támogatása
 - c) az egészségügyi ellátás ökológiai lábnyomának csökkentése
 - d) a városi levegőminőség javítása
5. Hogyan járulhat hozzá az épített városi környezet fejlesztése az egészséges életmód feltételeinek biztosításához?
 - a) a tömegközlekedés fejlesztésével
 - b) termelői piacok kialakításával
 - c) a városi zöldterületek növelésével
 - d) bevásárlóközpontok kialakításával
 - e) gyalogosforgalom feltételeinek biztosításával
6. Mely tényezők támogathatják a fenntartható étkezés megvalósítását?
 - a) több növényi eredetű étel fogyasztása
 - b) a feldolgozott élelmiszerek fogyasztásának jelentős csökkentése
 - c) helyben termesztett élelmiszer fogyasztása
 - d) étkezéshez a lakóhelyhez legközelebbi étterem választása
 - e) szezonális termékek fogyasztása

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science – Novi Sad, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Ellenőrizze tudását - MEGOLDÁS

Az egyes kérdéseknél MINDEN HELYES VÁLASZT jelöljön be (többszörös választás):

1. Milyen okok vezethetnek extrém hőség hatására a diabetes-betegek állapotának súlyosbodásához?
 - a) **bőr vérellátásának csökkenése**
 - b) fokozott hővesztés
 - c) **csökkent verejtékezés**
 - d) **megnövekedett testhőmérséklet**
2. Milyen tényezők miatt érzékenyek az időskorúak a hőség okozta kockázatokra?
 - a) **az életkorral összefüggő krónikus betegségek megléte**
 - b) **a nem megfelelő folyadék- és elektrolitegyensúly**
 - c) a bőr fokozott vérellátása
 - d) **a krónikus betegségek megléte miatti gyógyszerek együttes és rendszeres szedése**
3. Melyek azok a főbb szociokulturális tényezők, amelyeken keresztül a klímaváltozás a cukorbetegség és az elhízás kockázatát fokozza?
 - a) **gyors és tervezetlen urbanizáció**
 - b) a kiszáradás nagyobb előfordulási gyakorisága
 - c) **a szén-dioxid kibocsátás fokozódását eredményező közlekedés**
 - d) **állattenyésztés volumenének növekedése**

Ellenőrizze tudását - MEGOLDÁS

4. Milyen stratégiák segíthetnek csökkenteni az anyagcserezavarokkal összefüggő betegségek kialakulásának kockázatát?
- a) **aktív, alacsony szén-dioxid-kibocsátást eredményező életmód kialakítása**
 - b) életmódbeli változások támogatása
 - c) az egészségügyi ellátás ökológiai lábnyomának csökkentése
 - d) a városi levegőminőség javítása
5. Hogyan járulhat hozzá az épített városi környezet fejlesztése az egészséges életmód feltételeinek biztosításához?
- a) **a tömegközlekedés fejlesztésével**
 - b) termelői piacok kialakításával
 - c) **a városi zöldterületek növelésével**
 - d) bevásárlóközpontok kialakításával
 - e) **gyalogosforgalom feltételeinek biztosításával**
6. Mely tényezők támogathatják a fenntartható étkezés megvalósítását?
- a) **több növényi eredetű étel fogyasztása**
 - b) **a feldolgozott élelmiszerek fogyasztásának jelentős csökkentése**
 - c) **helyben termesztett élelmiszer fogyasztása**
 - d) étkezéshez a lakóhelyhez legközelebbi étterem választása
 - e) **szezonális termékek fogyasztása**

A hőmérséklet hatása a vesefunkcióra és a vesebetegségekre

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- értelmezni, hogy a vesék milyen szerepet játszanak a szervezet hőszabályozásában
- értelmezni a hőstressz hatását a veseműködésre
- meghatározni a vesebetegségek különböző típusait és a szélsőséges hőmérsékleti hatásokat
- felismerni a vesebetegség kockázati tényezőit és a veszélyeztetett populációkat
- értelmezni azokat a beavatkozásokat, amelyek célja a hőstressz vesefunkcióra gyakorolt hatásainak csökkentése
- a hőmérséklet és a vesebetegség közötti epidemiológiai összefüggések értelmezésére
- a hőhatások okozta vesebetegség-kockázatok csökkentésére irányuló preventív beavatkozások értelmezésére

A vesék szerepe a szervezet hőszabályozásában

- A vesék gazdag érhálózattal rendelkező szervek, amelyek alapvető szerepet töltenek be az emberi szervezet működése során az alábbi folyamatokban:
 - a hőszabályozás kompenzációs fiziológiai mechanizmusainak fenntartásában;
 - a vérnyomás szabályozásában;
 - a víz- és az elektrolit-egyensúly biztosításában;
 - sav-bázis egyensúly fenntartásában.

A vesék szerepe a szervezet hőszabályozásában

- A szabályozási mechanizmusok hatására a vesék kompenzációs reakciókat indíthatnak el:

- Fiziológiai folyamatok aktiválódása hőstressz esetén



- A véráramlás átcsoportosítása a vesékből a bőr felé a hőleadás és a testhőmérséklet szabályozása érdekében

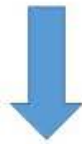


- Hőstressz és kiszáradás együttes előfordulása

Az alkalmazkodási igények lehetnek élettani vagy kóros jellegűek.

Vesebetegségek epidemiológiája

- A vesebetegségeknek folyamatosan nő az incidenciája és prevalenciája



Ezzel együtt növekszik a mortalitás is.

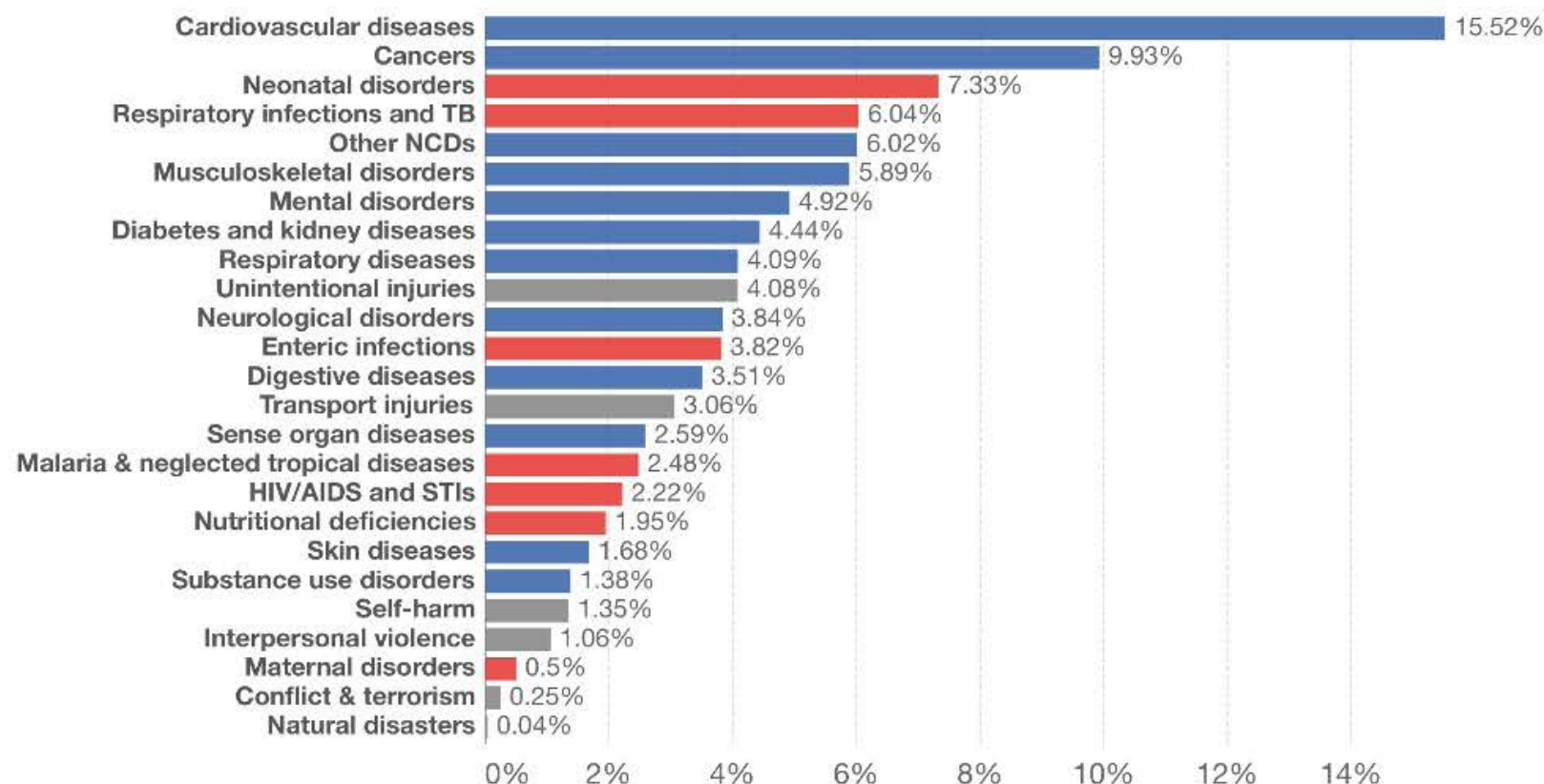
- A vesebetegséggel összefüggő, fogyatékkal korrigált életévek (DALY) száma 1990-ben 19 millió volt, amely érték 2017-re 36 millióra emelkedett (GBD 2017).

Vesebetegségek

Share of total disease burden by cause, World, 2019

Our World
in Data

Total disease burden, measured in Disability-Adjusted Life Years (DALYs) by sub-category of disease or injury. DALYs measure the total burden of disease – both from years of life lost due to premature death and years lived with a disability. One DALY equals one lost year of healthy life.



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/burden-of-disease • CC BY

Note: Non-communicable diseases are shown in blue; communicable, maternal, neonatal and nutritional diseases in red; injuries in grey.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

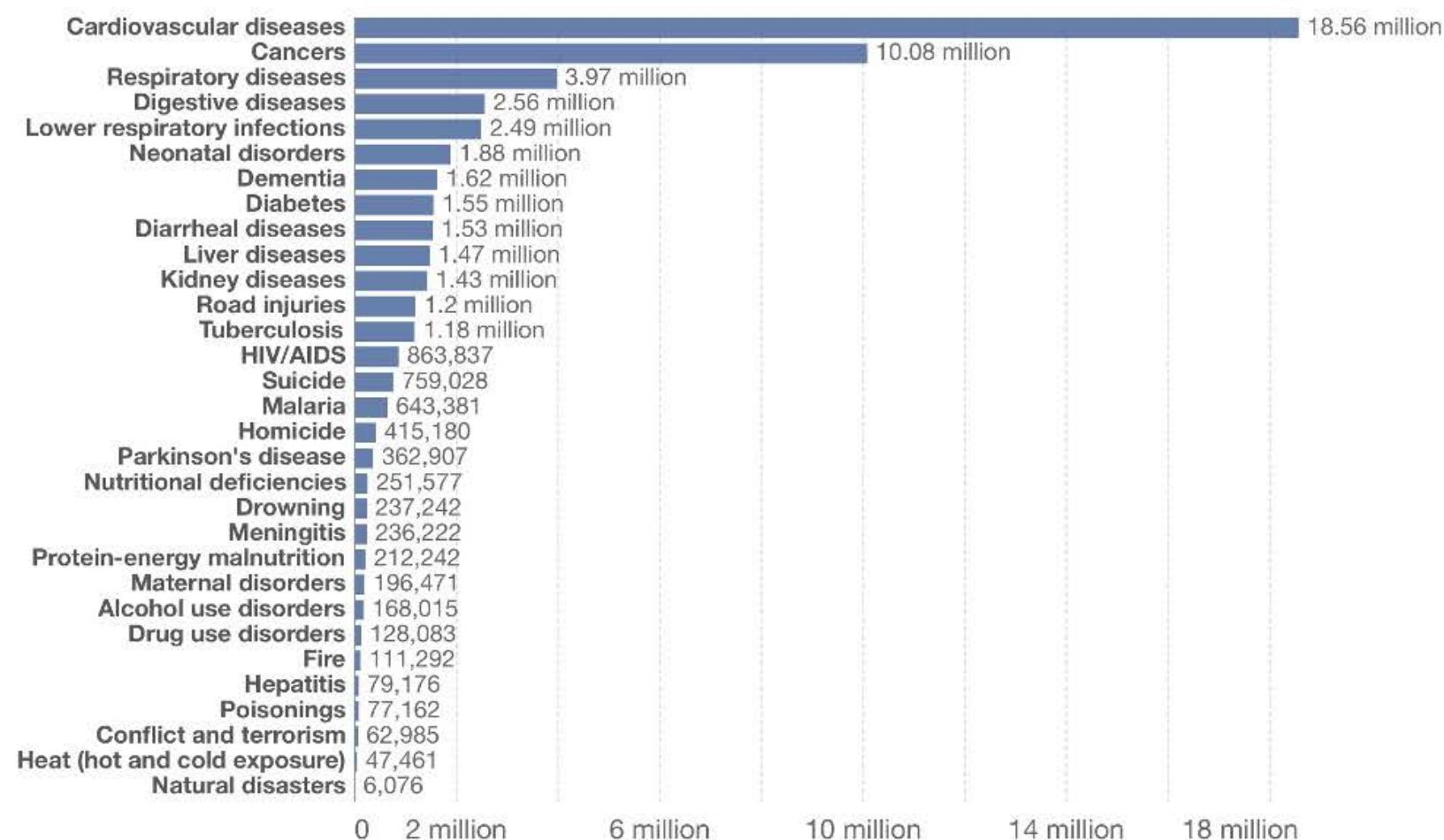
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Vesebetegségek

Number of deaths by cause, World, 2019

Our World
in Data



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death • CC BY

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Vesebetegségek

Kockázati tényezők

- diabétesz
- magas vérnyomás
- fennálló szívproblémák (szívelégtelenség vagy szívroham) vagy korábbi stroke
- vesebetegség vagy veseelégtelenség a családi anamnézisében
- elhízás (testtömeg-index > 30)
- dohányzás
- idős életkor
- korábbi akut vesekárosodás

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



→ A regionális epidemiológiai kutatások arra is rámutattak, hogy mind a hőség, mind a hideg hatása összefüggésbe hozható a vesebetegség súlyosbodásával. Egy több várost érintő vizsgálat megállapította, hogy a hőhullámok jelentős kapcsolatban állnak a krónikus veseelégtelenség miatti kórházi kezelések számának növekedésével az Egyesült Államokban élő idősebb felnőttek körében.

→ Egy ausztráliai, Queenslandben végzett kutatás kimutatta, hogy mind az extrém hideg, mind a magas hőmérséklet növelheti az akut vesekárosodás (AKI) miatti kórházi kezelések gyakoriságát, valamint, hogy a forró időjárás és az AKI közötti kapcsolat egyértelműsíthető.

→ Az epidemiológiai bizonyítékok arra utalnak, hogy a magas hőmérsékletnek való kitettség, amely az optimális hőmérsékletnél melegebb környezeti hőmérsékletként definiálható, fontos kockázati tényező számos káros egészségkövetkezmény szempontjából, beleértve a specifikus okokból eredő halálozást és morbiditást.

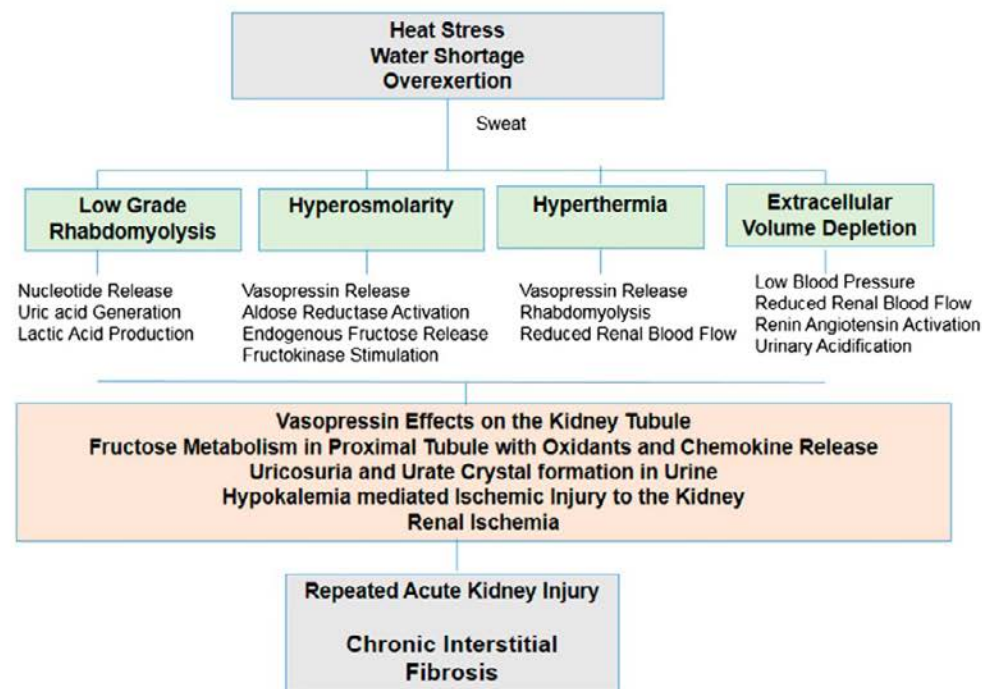
→ A krónikus vesebetegség (CKD) jelentős egészségterhet és gazdasági kihívást jelent, elsősorban a végstádiumú vesebetegség költséges terápiája (vesetranszplantáció) miatt.

→ 2017-ben világszerte 697 millió embernél állapítottak meg CKD-t, és 1,2 millió haláleset volt köthető ehhez a betegséghez, ami 41,5%-os növekedést jelent a halálozási arányban 1990. év eseteihez viszonyítva.

→ A CKD kialakulásának leggyakoribb kockázati tényezői közé tartozik a cukorbetegség, a magas vérnyomás és a glomerulonephritis.

→ Az utóbbi években felmerült az a feltételezés, hogy a magas környezeti hőmérséklet hozzájárulhat a krónikus vesebetegség (CKD) előfordulásának növekedéséhez olyan térségekben, mint Közép-Amerika, Srí Lanka és India.

Klímaváltozás és hőstressz nephropathia



doi: 10.1186/1472-6947-9-14.

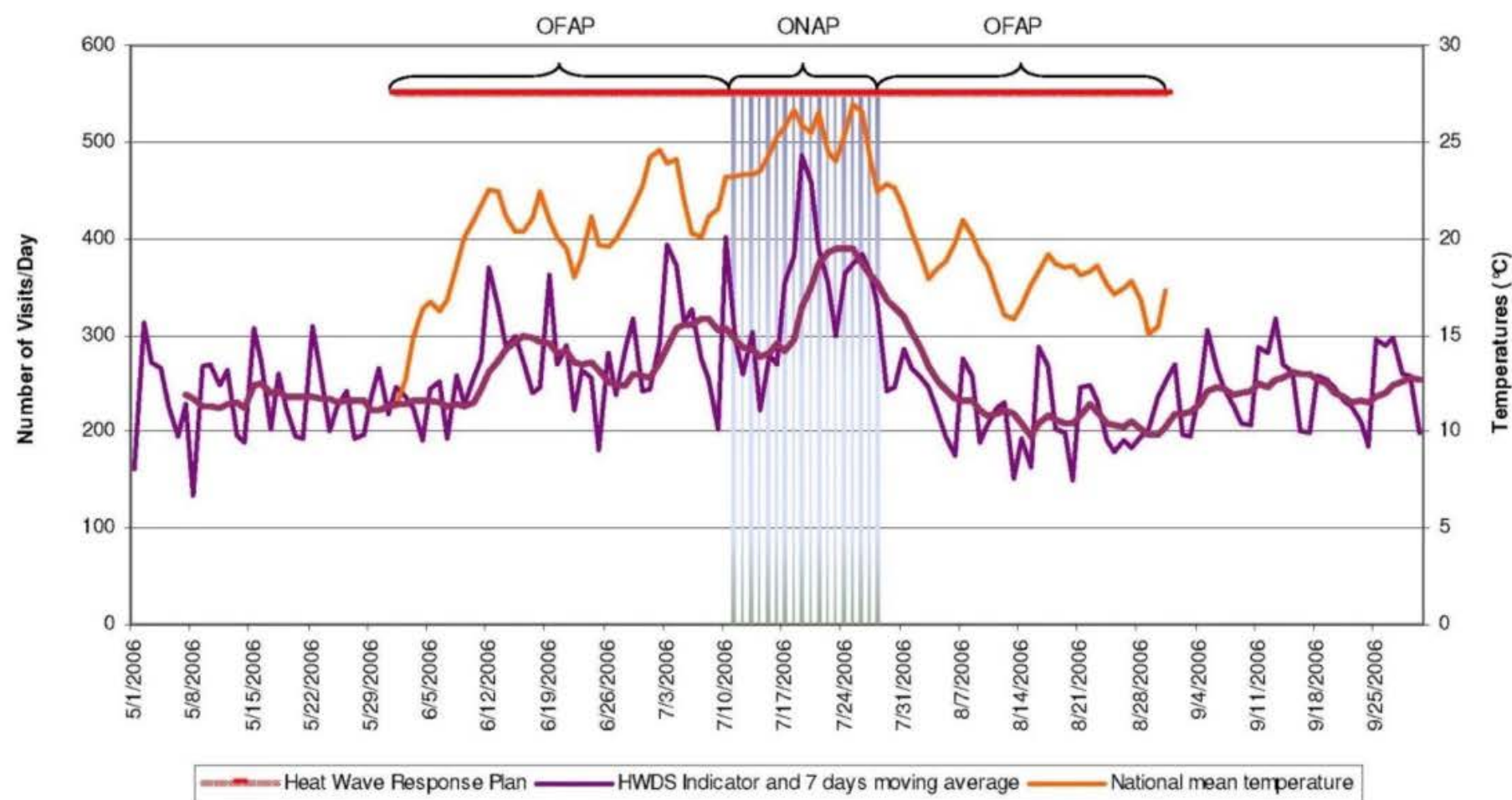
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Az éghajlatváltozással összefüggő szélsőséges hőség egyik következménye a kiszáradás és a folyadékvesztés, ami a már meglévő krónikus betegségek súlyosbodásából eredő akut halálozáshoz, valamint a hőségut és a hőségut miatt bekövetkező kimerüléshez vezethet.
- A fizikai megterheléssel és nem megfelelő folyadékpótlással járó ismétlődő hőterhelés krónikus vesebetegséghez (CKD) vezethet, amely különbözik a cukorbetegség vagy a magas vérnyomás okozta vesebetegségtől.
- A hőstressz nefropátiának megfelelő CKD-esetek világszerte egyre gyakrabban fordulnak elő.

Klíímaváltozás és hőstressz nephropathia



Evolution of the heat wave disease syndrome indicator and the national mean temperature 49 ED, France, 2006.

doi: 10.1186/1472-6947-9-14.

Heart

Aging is associated with reduced myocardial contractility. This leaves older adults less capable of augmenting cardiac output in response to heat-related dehydration and metabolic burden

Older adults are also more likely to be on medications such as diuretics and beta blockers, which further blunt the ability of the heart to respond to environmental stress-related cardiac demand



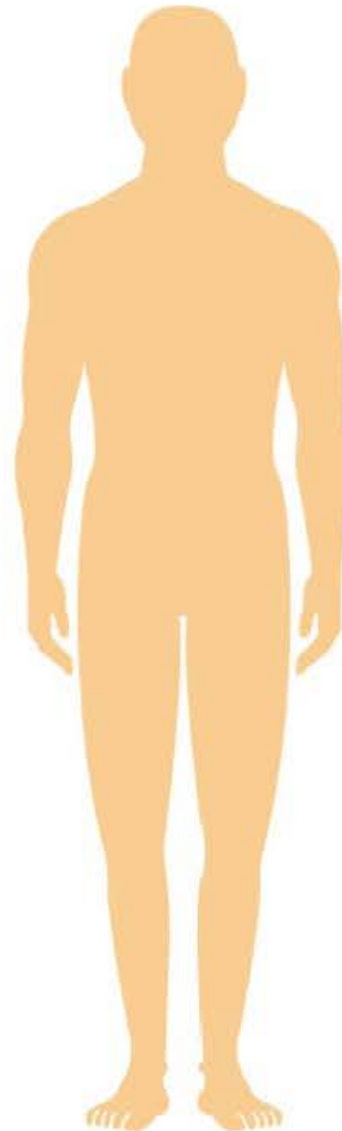
Lungs

Aging leads to impaired pulmonary vascular barrier function due to poor epithelial progenitor cell recovery and extracellular matrix loss, leaving older adults more susceptible to the effects of inhaled particles and toxins



Kidneys / Gut

Increasing age results in a reduction of the body's ability to redirect blood flow from the splanchnic vasculature to surface capillaries for heat dispersal



Brain

Dementia is not only itself a predictor of worse clinical outcome from air pollution exposure, it is itself believed to be worsened by particulate matter inhalation



Skin

Aging is associated with reduction in thermoreceptor density, blunting the body's autoregulatory mechanisms against extreme heat and cold

Older adults have decreased overall sweat production, particularly from the core of the body, reducing evaporative cooling efficiency



Immune System

Immunosenescence, a phenomenon of weakened innate and adaptive immunity leaves older adults more vulnerable to epidemic infectious disease, less responsive to vaccines, and more susceptible to pro-atherosclerotic autoinflammationthe heart to respond to environmental

Az időskorral járó élettani változások, amelyek felerősítik az éghajlatváltozás okozta egészségkockázatoknak való kitettséget

doi: 10.1007/s11886-022-01693-6.

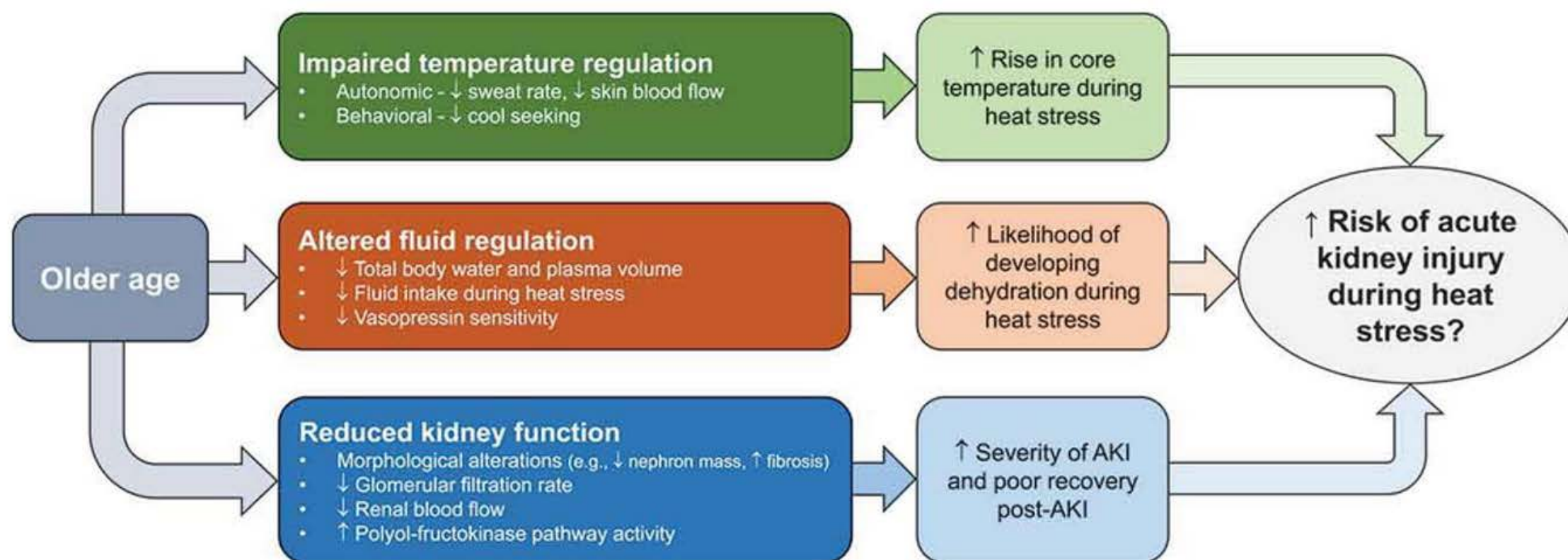
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Vese fiziológiája és patofiziológiája a hőstressz során, valamint az öregedés módosító hatása



doi: 10.1080/23328940.2020.1826841.

Akut vesekárosodás (AKI)

- Az akut vesekárosodás (AKI) a vese működésének hirtelen és jelentős romlása.
- Az AKI változó súlyosságú lehet, és számos különböző patofiziológiai reakciót idézhet elő:
 - csökkent glomeruláris filtrációs sebesség (GFR);
 - a nitrogén anyagcsere termékeinek (kreatinin, karbamid) növekvő koncentrációja;
 - csökkent vizeletkiválasztás.
- Az AKI kialakulásának okai lehetnek:
 - Prerenális:
 - A leggyakoribb típus
 - A vesék hipoperfúziójának eredménye
 - A hipoperfúzió növeli az RSNA-t, aktiválja a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszert és serkenti a vazopresszin felszabadulását
 - A vese véráramlása és a GFR csökken
 - Ischaemiás környezet jön létre a vese érrendszerében

Akut vesekárosodás (AKI)

- Az AKI kialakulásának okai lehetnek:
 - Belső:
 - Leggyakrabban ischaemia vagy szepszis okozza
 - Elsődleges hámsejtkárosodás, amely leggyakrabban a proximális tubulusban fordul elő
 - Az S3 szegmens különösen érzékeny az ischaemiás sérülésekre
 - Postrenális (obstruktív):
 - A legkevésbé gyakori típus
 - Az ureterek, a húgyhólyag kimenete vagy a húgycső elzáródása miatt fordul elő
- Kapcsolat a hőmérséklet és az AKI között
 - A kutatási eredmények arra utalnak, hogy a napi hőmérséklet 1°C-os emelkedése összefüggést mutatott az akut vesekárosodás (AKI) előfordulásának növekedésével (IRR 1,037, 95% CI: 1.026-1.048).
 - A sürgősségi osztályokon megfigyelt betegforgalom magasabb volt a hőhullámos napokon az AKI esetében, mint a normál hőmérsékletű napokon (IRR 1,416, 95% CI: 1,258-1,594). Ezen túlmenően az AKI-val összefüggő kórházi felvételek száma is emelkedett (IRR 1,335, 95% CI 1,204-1,480).

doi: 10.1186/s12940-017-0331-4.

Akut vesekárosodás (AKI)

Kapcsolat a hőmérséklet és az AKI között

- A meleg időszakok összefüggésbe hozhatók az AKI miatti kórházi kezelések fokozott kockázatával (korrigált OR: 1,11, 95%-CI: 1,00-1,23). Emellett a magas páratartalommal járó időszakok szintén növelték az AKI miatti kórházi ellátás kockázatát (korrigált OR: 1,20, 95%-CI: 1,09-1,33) (McTavish et al., 2018).
- A környezeti hőmérséklet emelkedésének hatása az AKI előfordulására már a hőhatás bekövetkezésének órájában megfigyelhető volt (OR: 1,37, 95%-CI: 1,10-1,71), és nem mutatkozott hőmérsékleti küszöbérték, amely alatt a hatás elmaradt volna. A férfiak (OR: 2,48, 95%-CI: 1,85-3,32) és a 64 év felettek (OR: 2,93, 95%-CI: 2,01-4,27), különösen a cukorbetegségben szenvedők, nagyobb kockázatnak voltak kitéve (Xu és munkatársai, 2020).
- A melegebb évszakokban, amikor az átlaghőmérséklet meghaladta a 28,8°C-ot, minden 1°C-os további emelkedés 23,3%-kal növelte az AKI miatti kórházi felvételek számát (95%-CI: 14,3-33,0%). A legmagasabb kockázat a magas vérnyomásban szenvedő férfiaknál volt megfigyelhető, akiknél a növekedés elérte az 55,1%-ot (95%-CI: 25,1-92,2%) (Lim és munkatársai, 2018).

Vesekőbetegség (KSD)

- A vesekőbetegség elterjedtsége a világ szinte minden területén folyamatosan növekszik. A fejlődő országokban élő betegek nagyobb kockázatnak vannak kitéve a struvitkövek kialakulása szempontjából, mivel korlátozottabb az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférésük.
- A férfiak prevalenciája stabil volt az elmúlt évtizedben (2007-2008: 11,6%; 2017-2018: 11,9%). A nőknél a prevalencia növekedést mutatott (2007-2008: 6,5%; 2017-2018: 9,4%)
- A hőstressz és a dehidratáció hajlamosít a vizeletkoncentrációra és az alacsony vizeletmennyiségre, ami növeli a kő kialakulásának kockázatát.
- A melegebb évszakokban a magasabb átlaghőmérséklet jelentősen növelte a vesekövesség (KSD) miatti kórházi felvételek számát, amely 15,2%-os növekedést mutatott (95% CI: 10,3-20,4) (Malig és munkatársai, 2019).
- Amikor a napi átlaghőmérséklet elérte a 30 °C-ot, összehasonlítva a 10 °C-os középhőmérséklettel, a kumulatív relatív kockázat (RR) 1,11 (95% CI: 0,73-1,68) és 1,47 (95% CI: 1,00-2,17) között mozgott. A legerősebb összefüggést a vesekövesség és a napi középhőmérséklet között legfeljebb 3 napos késleltetés (lag3) esetén figyelték meg (Tasian és munkatársai, 2014).

Húgyúti fertőzés (UTI)

- A UTI kialakulása a magas környezeti hőmérséklettel összefügg: a melegebb évszakokban vagy hőhullámok idején nő a kórházi felvételek száma.
- A húgyutakban jelen lévő kórokozók eltávolítása nagyrészt a vizeletáramlás intenzitásától és az ürítés gyakoriságától függ.
 - A vizelettermelés alacsonyabb szintje akadályozhatja a kórokozók eltávolítását, és növeli a UTI kialakulásának kockázatát.
 - A húgyúti kórokozók gyorsabban szaporodnak a meleg időjárásban.
- Az alacsony hidratáltsággal és a kevesebb vizeletürítéssel kombinálva nőhet a UTI kialakulásának valószínűsége.
- A UTI kialakulásának valószínűsége a hőmérséklet emelkedésével szintén nő. Azokban a hónapokban, amikor az átlaghőmérséklet 27,5-30 °C között volt, az UTI előfordulása 19%-kal magasabb volt az 5-7,5 °C-os hónapokhoz képest (95% CI: 17-20%) (Simmering et al., 2018).
- A melegebb évszakokban az átlaghőmérséklet emelkedése (5,5°C-onként) az UTI miatti kórházi felvételek számának 7,3%-os növekedésével járt együtt (95% CI: 5,6-9,1%) (Malig et al., 2019).

Krónikus vesebetegség (CKD)

- A krónikus vesebetegség jellemzőit a vese szerkezetének vagy működésének rendellenességei határozzák meg
 - GFR-től <60 ml/perc/1,73 m²-ig
 - Legalább három hónapig fennálló vesekárosodás jelenléte
- Vezető okok:
 - cukorbetegség
 - magas vérnyomás
 - Egyéb okok
- A végstádiumú vesebetegség (ESRD), a szív- és érrendszeri betegségek (CVD) és a korai halál társult kockázata

Krónikus vesebetegség (CKD)

- A krónikus vesebetegség (CKD) világszerte növekvő előfordulást mutat.
- A CKD miatt bekövetkező fogyatékkal korrigált életévek (DALY) száma elérte a 41,5 milliót (GDB 2019).
- 2007 és 2017 között a DALY értéke 21,5%-kal emelkedett (GDB 2017).
- A CKD közvetlenül 1,43 millió halálesetért volt felelős (GDB 2019).
- Világszerte évi idő előtti haláleset 8166 és 221 249 DALY köthető a magas környezeti hőmérséklet vesebetegekre gyakorolt hatásaihoz.
- Minden 1 °C-os napi hőmérséklet-emelkedés növelte a CKD előfordulási gyakoriságát (IRR 1,017, 95% CI: 1.001–1.033) (Borg et al., 2017).
- A 2007. júliusi hőhullám alatt Belgrádban a CKD-hez kapcsolódó korai halálozás 200%-kal növekedett (Bogdanovic et al., 2013).
- Az alacsony hőmérsékletek CKD-re gyakorolt hatását vizsgáló kutatások jelenleg még hiányoznak.

Krónikus vesebetegség (CKD)

Szakaszok	GFR érték ml/perc/1,73m ²	Osztályozás
I	>90	Normál vagy magas
II	60-89	Enyhén csökkent
III A	45-59	Enyhe vagy közepesen csökkent
III B	30-44	Mérsékelten vagy súlyosan csökkent
IV	15-29	Súlyosan csökkent
V	<15	Veseelégtelenség

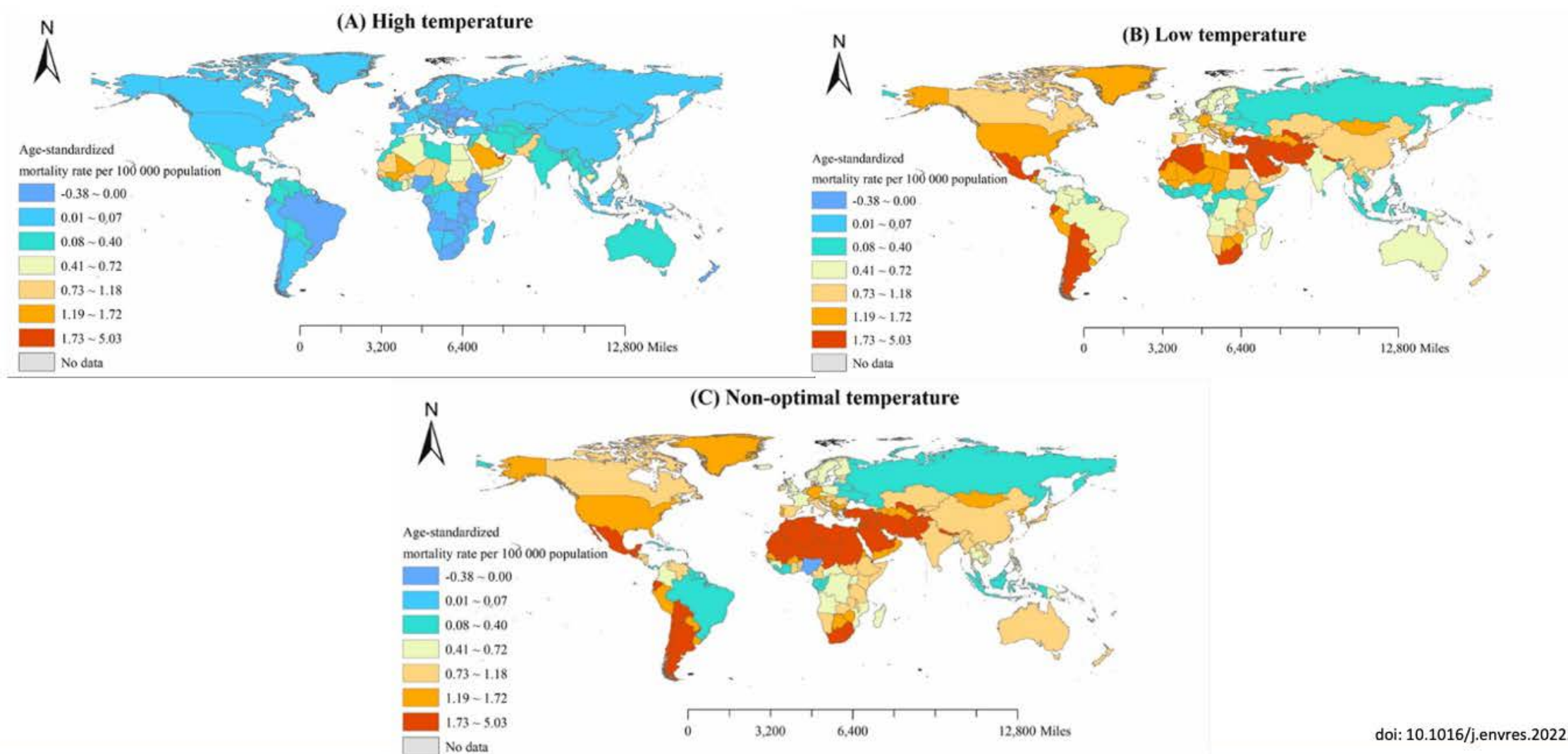
doi:10.1590/1806-9282.66.S1.3.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Krónikus vesebetegség (CKD)



doi: 10.1016/j.envres.2022.113172.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

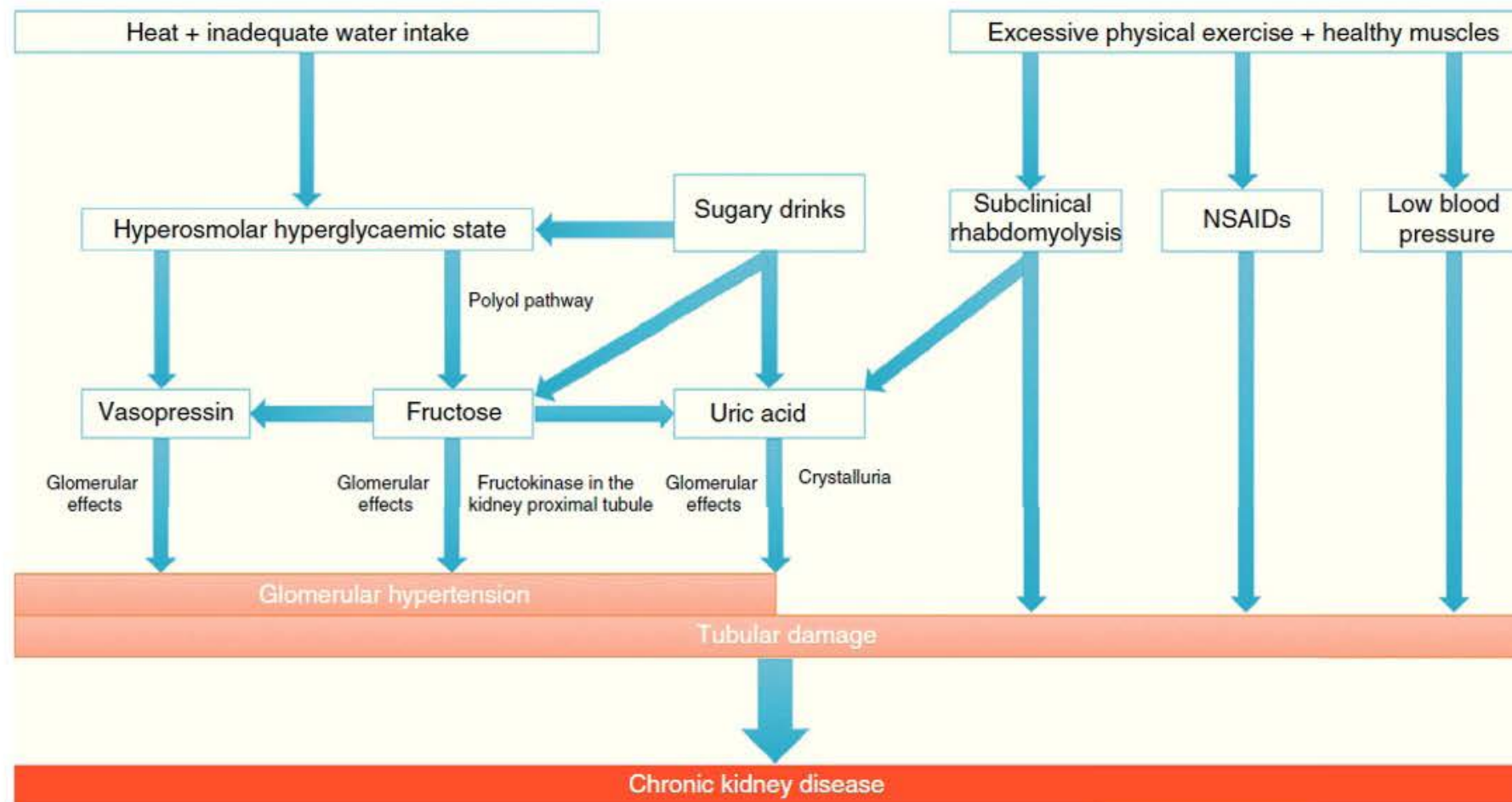
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A környezeti hőhatás okozta krónikus vesebetegség kialakulásának folyamata

- A gyakori dehidráció hozzájárulhat a krónikus vesebetegség kialakulásához a hiperozmoláris hiperglikémia következtében, amely fokozza a vazopresszin felszabadulását és serkenti a fruktóztermelődést a poliol útvonalon keresztül.
- A vazopresszin hatására megnő a glomeruláris hidrosztatikus nyomás, ami elősegítheti a vesebetegség előrehaladását. A vese tubulusaiban a fruktokináz által lebontott fruktóz hozzájárulhat a tubuláris károsodáshoz, oxidatív stresszhez, fokozott húgysavtermeléshez és citokinfelszabaduláshoz.
- A cukrozott italok fogyasztása dehidráció esetén tovább erősítheti a vazopresszinválaszt és fokozhatja a húgysavtermelést.
- A fentiekén túl egyéb tényezők is szerepet játszhatnak, többek között:
 - a nagy megterheléssel járó testmozgás következtében kialakuló izomkárosodás, amely enyhe rabdomiolízishez vezethet,
 - nem szteroid gyulladáscsökkentő gyógyszerek (NSAID-ok) használata,
 - az alacsony vérnyomás, amely a folyadékvesztés következménye lehet.
 - Ezek a tényezők a renin-angiotenzin rendszer (RAS) aktiválásához is hozzájárulhatnak, amely jelentős szerepet játszik a vesebetegség kialakulásában és előrehaladásában

doi: 10.1016/j.nefro.2016.12.008. PMID: 28946962.

A környezeti hőhatás okozta krónikus vesebetegség kialakulásának folyamata



doi: 10.1016/j.nefro.2016.12.008. PMID: 28946962.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Fő megállapítások

- A fiziológiai neurohormonális változások, valamint a vese- és testösszetételben bekövetkező szerkezeti módosulások, továbbá az öregedéssel együtt járó többféle betegség együttesen növelik a hőhullámok okozta egészségkárosodás esélyét.
- A kiszáradás felismerése nehézséget jelent, mivel jelenleg nincsenek könnyen hozzáférhető, megbízható és hatékony diagnosztikai eszközök az alapellátásban és a másodlagos egészségügyi ellátásban.
- A hőhullámok következtében fellépő megbetegedések és halálozások csökkentése érdekében az idősebb korosztály számára preventív intézkedéseket kell bevezetni, valamint korai figyelmeztető rendszereket szükséges kialakítani és működtetni.

doi: 10.1093/ageing/afz080.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Fő megállapítások

- A hőexpozíció egészségkockázatai értékelésének elsősorban a negatív következmények mérséklését és célzott beavatkozási stratégiák kidolgozását szolgálja, mivel ezen hatások jelentős része megelőzhető kockázat.
- Ennek érdekében fontos:
 - A lakosság körében a hőstressz csökkentésének ösztönzése és a lehetséges megoldásokról tájékoztatás biztosítása.
 - A veszélyeztetett csoportok vesefunkciójának fokozott nyomon követése az alapellátásban.
 - Emellett a sürgősségi egészségügyi ellátás személyzetét fel kell készíteni arra, hogy a melegebb időszakokban gyakoribbá válhatnak vesebetegségek, mint például az akut vesekárosodás (AKI) és a vesekövek (urolithiasis).
 - Mivel a szélsőséges hőmérséklet a vesebetegség jelentős kockázati tényezője, az orvosoknak körültekintően kell eljárniuk a gyógyszerek felírásakor, különösen olyan betegek esetében, akik már meglévő vesebetegségben, például krónikus vesebetegségben (CKD) szenvednek, mivel állapotuk súlyosbodhat extrém hőség hatására.

Ellenőrizze tudását

- Milyen szerepet játszik a vese az emberi szervezet hőszabályozásában?
- Melyek a vesebetegség leggyakoribb kockázati tényezői?
- Értelmezze, hogy a hőstressz hogyan növelheti az akut vesekárosodás (AKI) kockázatát idős embereknél.
- A hőstresszen kívül milyen egyéb környezeti hatások tekinthetők a vesekőbetegség (KSD) kockázati tényezőiként?
- Ismertesse azokat az okokat, amelyek miatt a magasabb környezeti hőmérséklet növelheti a húgyúti fertőzések (UTI) kockázatát.
- Soroljon fel olyan prevenciós javaslatok, amelyek a hőstressz okozta vesebetegségek kialakulásának kockázatát csökkenthetik.

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science – Novi Sad, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás hatása a várandósságra és a termékenységre

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítását követően a hallgatók képesek lesznek, hogy:

- értelmezzék a hőhatások várandósságra gyakorolt hatásának élettani mechanizmusait
- ismerjék az éghajlatváltozásnak a várandósokra és újszülöttjeikre gyakorolt rövidebb és hosszabb távú következményeit
- azonosítsák a várandósság alatti magas környezeti hőmérséklet egészség-kockázatait
- tanácsot adjanak a várandósoknak magas környezeti hőmérséklet okozta egészség-kockázatok csökkentésével kapcsolatban
- tájékoztassák a reprodukzív korú nőket azokról az éghajlatváltozással összefüggő egészségkockázatokról, amelyek a gyermekvállalást befolyásolhatják
- figyelembe vegyék a betegek preferenciáit a klinikai döntésekben

Változó éghajlat – veszélyeztetett népességcsoportok

Az éghajlatváltozás a XXI. század legnagyobb globális egészségkockázatának számít.



- Idősek
- Krónikus betegséggel élők
- Kisgyermekek
- **Várandós nők**
- **Újszülöttek**

Hírek a világból – CBS NEWS (november 9, 2021)

• Milyen kockázatok fenyegetik a várandós nőket és magzatukat az éghajlatváltozás miatt?

Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) szerint a nők világszerte jobban ki vannak téve az éghajlatváltozás hatásainak, mint a férfiak, mivel ők alkotják a világ szegényeinek többségét, és ők függnek leginkább a természeti erőforrásoktól. Az Egyesült Államokban a nők egy alcsoportja – nevezetesen a várandós nők – különösen veszélyeztetettek.



<https://www.cbsnews.com/news/pregnancy-women-fetuses-risks-climate-change/>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A klímaváltozás árthat a babák szívének

A hőség és a várandósság nem fér össze. A magas környezeti hőmérséklet esetén nem csak kényelmetlenül érzi magát egy várandós, a hőség károsíthatja a baba egészségét is – az éghajlatváltozással a környezeti hőmérséklet emelkedik, így ez a probléma fokozott odafigyelést igényel.

A Journal of the American Heart Association című folyóiratban megjelent tanulmány szerint 2025. és 2035. között valószínűleg több csecsemő fog veleszületett szívelégtelenséggel élni, mivel az anyák várandósságuk alatt az éghajlatváltozás által okozott magasabb környezeti hőmérsékletnek lesznek kitéve.

→ <https://edition.cnn.com/2019/01/30/health/climate-change-congenital-heart-defects-study/index.html>

A klímaváltozás a várandósság kockázatait fokozza, és ez a helyzet leginkább az afroamerikai nőket érintheti

A magas környezeti hőmérsékletnek, vagy erős légszennyezésnek kitett várandós nőknek nagyobb valószínűséggel lesz koraszülött, kis születési testtömegű vagy halvaszületett gyermeke. Az afroamerikai anyák és csecsemők a környezeti hőmérséklet emelkedése által jelentősebb arányban veszélyeztetettek, mint a lakosság egésze – derül ki az Egyesült

Államokban több mint 32 millió szülést vizsgáló, átfogó új kutatásból.

→ <https://www.nytimes.com/2020/06/18/climate/climate-change-pregnancy-study.html>

→ <https://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/climate-change-pregnancy-complications-premature-stillborn-black-women-a9575111.html>

Az éghajlatváltozás okozta környezeti hatások komoly kockázatot jelenthetnek a várandósság időszakában

A Journal of the American Medical Association című folyóiratban közzétett vizsgálat 2007. óta 57 olyan tanulmányt azonosított, amelyek jelentős összefüggést mutattak ki a hőterhelés és a légszennyezés, valamint a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázata között.

Az afroamerikai és az asztmás várandós nők különösen veszélyeztetettek. A vizsgálat során 32 millió születés adata kerültek elemzésre, amelyeket 68 tanulmányból származtak. Ezek 84%-a a légszennyezést és a környezeti hőhatást tartotta kockázati tényezőnek.



Hírek a világból – CBS NEWS (november 9, 2021)

- **Milyen kockázatok fenyegetik a várandós nőket és magzatukat az éghajlatváltozás miatt?**

Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) szerint a nők világszerte jobban ki vannak téve az éghajlatváltozás hatásainak, mint a férfiak, mivel ők alkotják a világ szegényeinek többségét, és ők függnek leginkább a természeti erőforrásoktól. Az Egyesült Államokban a nők egy alcsoportja – nevezetesen a várandós nők – különösen veszélyeztetettek.



<https://www.cbsnews.com/news/pregnancy-women-fetuses-risks-climate-change/>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A kutatók szoros kapcsolatot találtak a légszennyezés és a hőterhelés, valamint a koraszülés vagy halvaszületés kockázata között.

és más természeti katasztrófák milyen módon befolyásolják az anyák és a magzatok egészségét

→ <https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/18/climate-change-air-pollution-investigation-study>

→ <https://www.pbs.org/newshour/health/how-climate-change-poses-unique-risks-to-pregnancy-according-to-the-latest-ipcc-report>

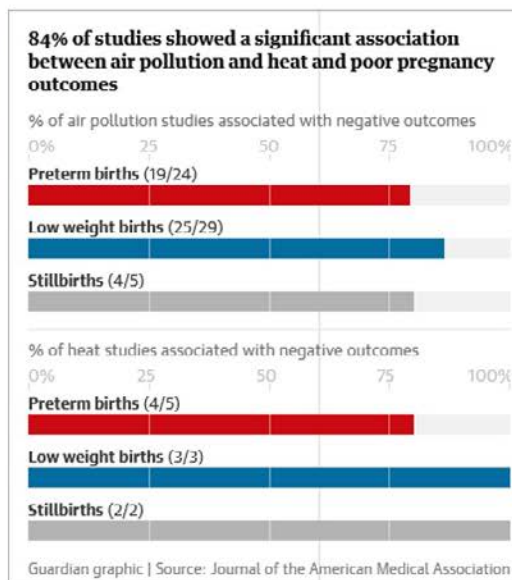
Az IPCC legutóbbi jelentése szerint a nők és a várandósok nagyobb valószínűséggel szenvednek aránytalanul nagy mértékben a szélsőséges időjárási események, például a hőhullámok egészséghatásai miatt.

Egyre növekvő számú tudományos kutatás részletezi, hogy az éghajlatváltozás okozta környezeti változások, például a hőhullámok

Hírek a világból – The Guardian (2020. június 18.)



<https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/18/climate-change-air-pollution-investigation-study>



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



A Journal of the American Medical Association című folyóiratban közzétett vizsgálat 2007. óta 57 olyan tanulmányt azonosított, amelyek jelentős összefüggést mutattak ki a hőterhelés és a légszennyezés, valamint a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázata között.

Az afroamerikai és az asztmás várandós nők különösen veszélyeztetettek. A vizsgálat során 32 millió születés adata kerültek elemzésre, amelyeket 68 tanulmányból származtak. Ezek 84%-a a légszennyezést és a környezeti hőhatást tartotta kockázati tényezőnek.

Várandós nők egy sydney-i klímafelvonuláson. A kutatók szoros kapcsolatot találtak a

légszennyezés és a hőterhelés, valamint a koraszülés vagy halvaszületés kockázata között.

Az IPCC legutóbbi jelentése szerint a nők és a várandósok nagyobb valószínűséggel szenvednek aránytalanul nagy mértékben a szélsőséges időjárási események, például a hőhullámok egészség hatásai miatt.

Egyre növekvő számú tudományos kutatás részletezi, hogy az éghajlatváltozás okozta környezeti változások, például a hőhullámok és más természeti katasztrófák milyen módon befolyásolják az anyák és a magzatok egészségét.

Az éghajlatváltozás hatására a várandós nők egyre nagyobb kockázatoknak van kitéve.

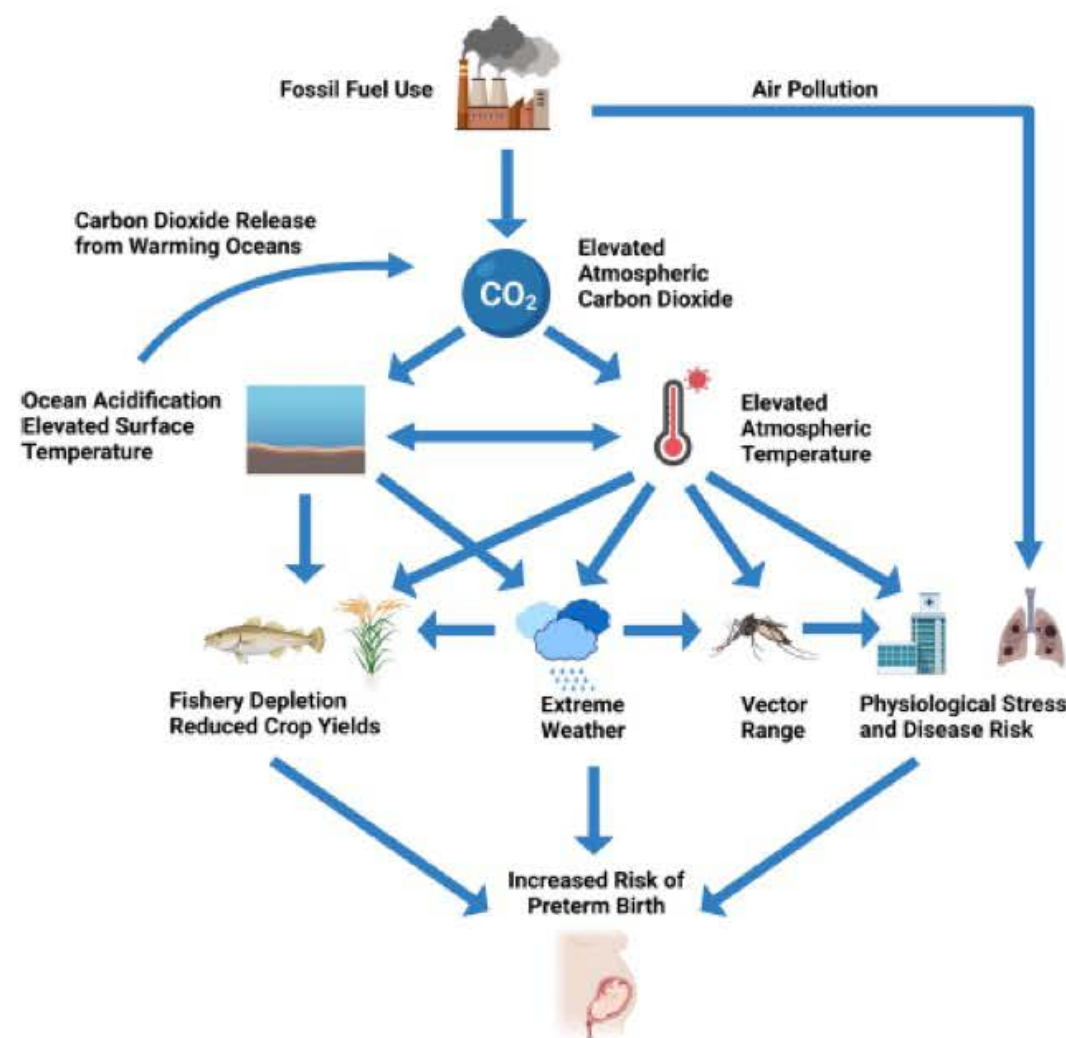
Az erdőtüzek, a természeti katasztrófák, a növekvő hőség számos új egészségkockázatot eredményezhet a várandósok és születendő gyermekük számára. Miközben a kutatók azt vizsgálják, hogy az éghajlatváltozás hogyan hat az emberi egészségre, a várandósok és születendő gyermekeik egyre több környezeti kockázattal kell, hogy szembesüljenek.

→ <https://www.washingtonpost.com/health/2022/04/11/climate-change-pregnancy-health-babies/>

A National Center for Biotechnology Information 2018-as tanulmánya szerint Indiában a legmagasabb az éghajlatváltozással összefüggő betegségteher a világon, és az anyák és a gyermekek a leginkább érintett alcsoportok.

→ <https://indianexpress.com/article/lifestyle/health/climate-change-heat-waves-pregnant-women-extreme-temperatures-8509542/>

Az éghajlatváltozás várandósságra gyakorolt közvetlen és közvetett hatásainak vázlatos modellje



A szélsőséges időjárási jelenségek a megemelkedett környezeti hőmérséklettel együtt hatást gyakorolnak arra, hogy az betegségeket terjesztő vektorok mely területeken képesek megtelepedni, erősítik a környezeti expozíciókat és fiziológiai stresszt okoznak. Ezáltal fokozzák a betegség kialakulásának valószínűségét.

E tényezők mindegyike külön-külön és együttesen is növeli a koraszülés kockázatát.

doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100316.

Az éghajlatváltozás hatása a várandóssággal összefüggő kockázatokra

Közvetlen hatások

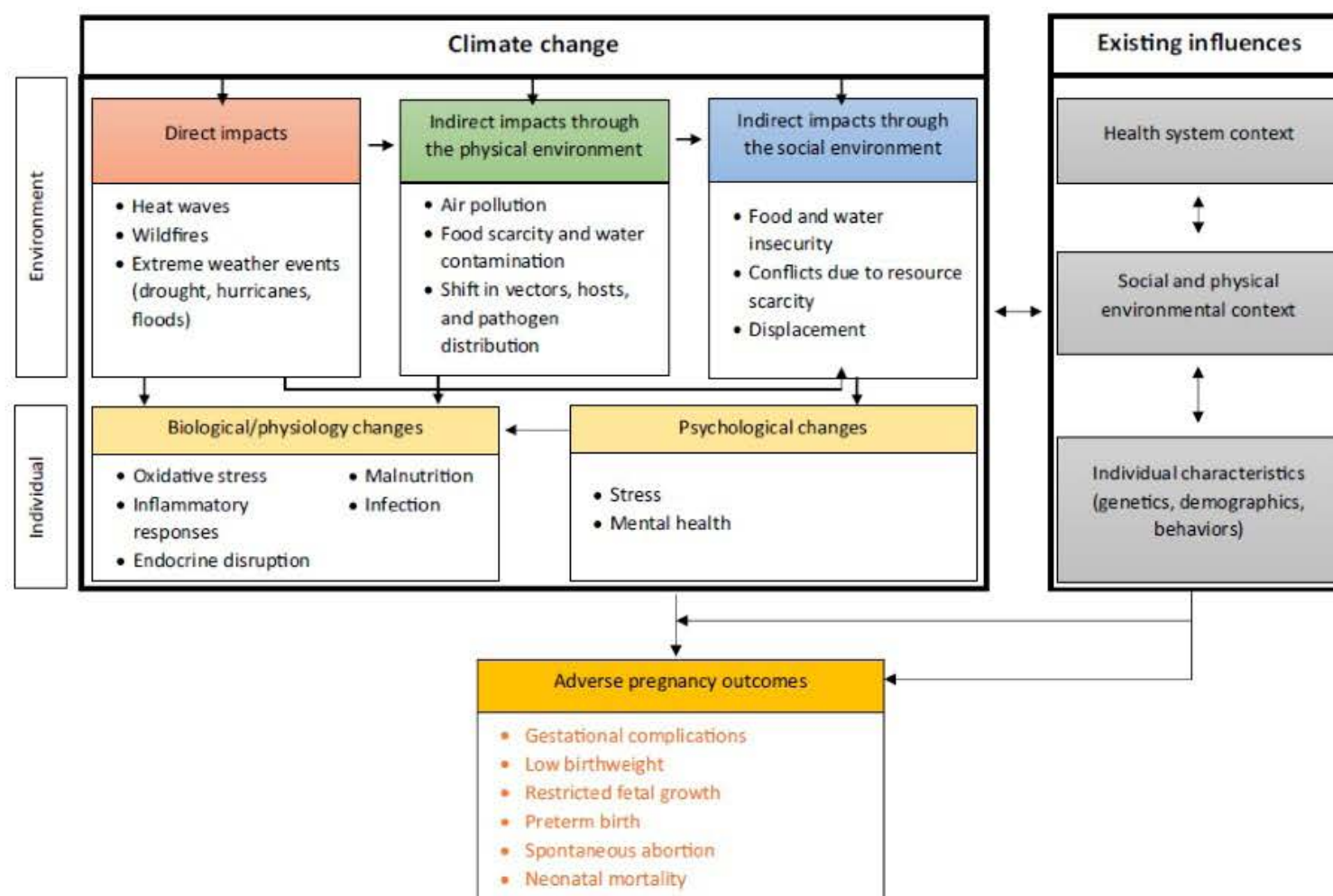
- **Természetes környezet**
 - Erdőtűzek
- **Extrém hőség**
- Hurrikánok, árvizek
- Aszály

Közvetett hatások

- **Természetes környezet**
 - A levegő minősége
 - Élelmiszer- és vízminőség, hozzáférhetőség
 - Vektorok, kórokozók előfordulása
- **Szociális környezet**
 - Kényszmigráció (a várandós nők kisebb valószínűséggel keresik fel a várandósgondozást, komplikációk).

<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

Az éghajlatváltozás hatása a várandóssággal összefüggő kockázatokra



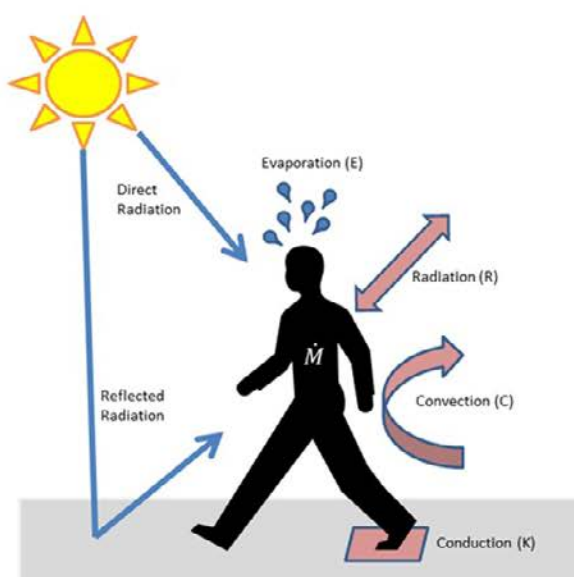
A várandósok egészségére gyakorolt éghajlati hatások a következőképpen csoportosíthatók:

- (a) közvetlen hatások környezeti katasztrófák révén,
- (b) közvetett hatások a természeti környezet változásain keresztül,
- (c) közvetett hatások a társadalmi környezet változásain keresztül.

<https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

Termoreguláció a várandósság alatt

- A várandósság a nőknél a testtömeg változásán kívül számos élettani változást idéz elő.
- A kardiovaszkuláris változások a várandósság során fokozatosan következnek be, így a harmadik trimeszterre a plazmatérfogat és a szívtérfogat közel 50%-kal nő.
- A várandósság élettani változásai közé tartoznak a hőszabályozást befolyásoló alkalmazkodások.



https://usariem.health.mil/assets/images/research/products/SCENARIO_basic_modeling_diagram_FIG1.png

doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Számos védő adaptív intézkedés létezik, beleértve a maghőmérséklet csökkenését, az alacsonyabb izzadási küszöböt, a plazmatérfogat és a bőr véráramlásának növekedését, valamint a termikus hőkapacitás növekedését a növekvő testtömeg miatt. Ezek lehetővé teszik a várandós nők számára, hogy a maghőmérsékletüket a normális határokon belül tartsák.

A védekező mechanizmusok a szélsőséges hőségnek való kitettség során felborulhatnak, ami a várandósság során a hőség okozta megterhelés fokozott kockázatát eredményezi.

A magzati maghőmérsékletet körülbelül 0,5°C-kal az anyai maghőmérséklet felett tartják.

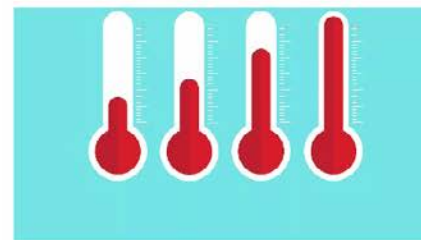
Az anyai maghőmérséklet emelkedése befolyásolja a magzat-anyai hőmérsékleti gradienst, és befolyásolja a magzatba történő hőátadást.

Tanulmányok kimutatták, hogy a testmozgás, szauna vagy forró fürdő által okozott rövid távú hőhatás nem emeli a várandós nők hőmérsékletét a teratogén küszöbérték fölé, azaz 1,5°C-kal.

Azt azonban még nem tudjuk, hogy az emelkedett környezeti hőmérsékletben végzett hosszan tartó testmozgás vagy fizikai munka okoz-e káros hatásokat, és nem ismertek azok a hőmérsékleti küszöbértékek sem, amelyeknél a káros hatások jelentkezhetnek.

Magas környezeti hőmérséklet és szülés közbeni anyai láz

- A szülés fizikailag megterhelő folyamat, amely az endogén hőtermelés következtében általában enyhe maghőmérséklet-emelkedést okoz; 10 óra alatt körülbelül 0,2°C-ot. Szülés közbeni láznak minősül a 38°C feletti hőmérséklet.
- A WHO 25°C és 28°C közötti szobahőmérsékletet javasol a szüléshez, de nem készült hivatalos értékelés az ezt alátámasztó bizonyítékokról.



doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

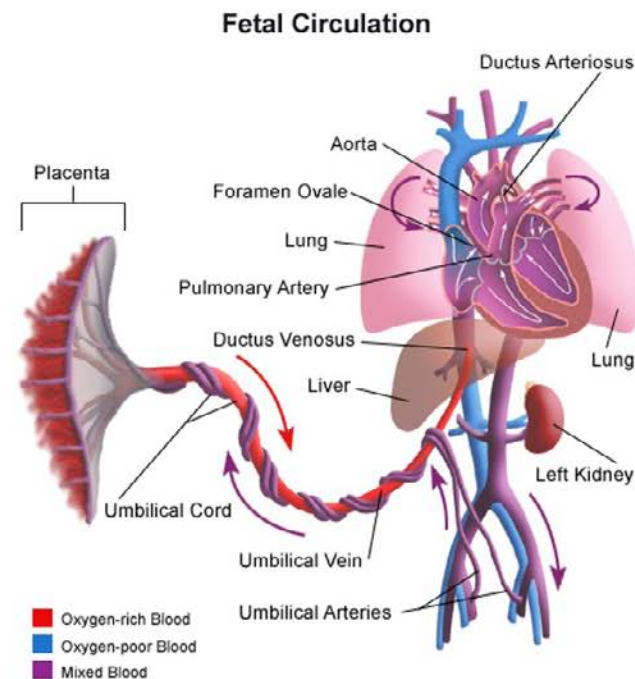
Nincs elegendő bizonyíték annak megállapítására, hogy a szülés során a magas környezeti hőmérséklet következtében szülés közbeni láz alakulhat ki. Ennek a feltételezésnek az alátámasztásához további vizsgálatokra van szükség.

A beltéri hőmérsékletnek csökkentenie kell a csecsemő hőveszteségét, miközben a vajúdnő számára kényelmes hőmérsékletet kell biztosítani.

A szülőszoba hőmérsékletének nemcsak az anya, hanem az újszülött számára is megfelelőnek kell lennie, mivel az újszülött különösen veszélyeztetett az újszülöttkori hipotermia kialakulása által.

Hőterhelés és csökkent placentáris véráramlás

- A méhlepény egy végszerv, és feltételezhető, hogy extrém hőhatás során a méhlepény perfúziója csökkenhet, hogy a bőr fokozott véráramlását lehetővé tegye.
- Az uteroplacentáris véráramlás krónikus csökkenése a magzati fejlődés rendellenességeit és alacsony születési testtömeget eredményezhet.



doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6

<https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=fetal-circulation-90-P01790>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

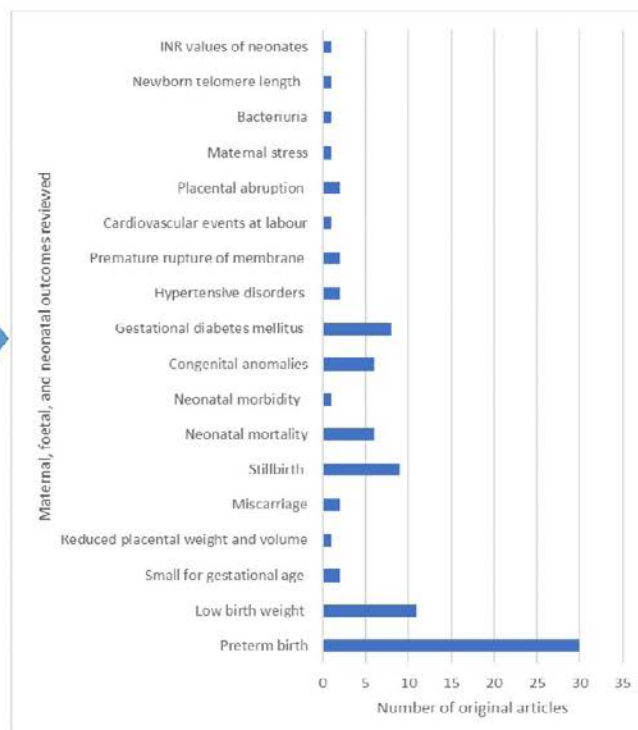
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A felnőttek a normotermiát hőterhelés vagy testmozgás során izzadással és a bőr véráramlásának fokozásával tartják fenn. A bőr hőmérsékletének ebből eredő emelkedése növeli a konvekció és a sugárzás útján történő hőveszteséget, valamint fokozza az izzadságtól nedves bőr párolgási képességét. Ennek a véráramlásnak egy része a zsigeri szervekből a bőrre irányul át.
- Szélsőséges hőterhelés esetén ez a rendelkezésre álló szívteljesítményért folytatott versenyt eredményezi, ami káros hatásokkal járhat: például a nem várandós sportolók esetében kimutatták, hogy a nagy hőségben végzett nagy terhelés során fenn áll a vesekárosodás veszélye, ami az alacsony vese-perfúziós arányok következménye.

Az emelkedett környezeti hőmérséklet hatása az anyai, magzati és újszülöttkori egészségre: A Scoping Review (Dalugoda et al.)

A vizsgálta a megemelkedett környezeti hőmérsékletnek való kitettség (pl. különböző magas környezeti hőmérsékletek, hőhullámok és szélsőséges hőmérsékleti események) és az anyai, magzati és újszülöttkori egészségkockázatok, függetlenül attól, hogy a várandós nők milyen tipikus időjárási viszonyoknak voltak kitéve a várandósságuk alatt.



doi.org/10.3390/ijerph19031771

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

hőmérséklet jelentősen csökkentheti a születési testtömeget. A környezeti hőmérsékletnek nincs statisztikailag szignifikáns hatása az alacsony születési testtömegre.

A **halvaszületés** a magzat szülés előtti vagy szülés közbeni elhalása, ami 2019-ben világszerte 2,0 millió halálesetet okozott. Minden vizsgált tanulmány (9 közlemény) a halvaszületés megnövekedett kockázatáról számolt be emelkedett környezeti hőmérséklet esetén.

A vizsgálta a megemelkedett környezeti hőmérsékletnek való kitettség (pl. különböző magas környezeti hőmérsékletek, hőhullámok és szélsőséges hőmérsékleti események) és az anyai, magzati és újszülöttkori egészségkockázatok, függetlenül attól, hogy a várandós nők milyen tipikus időjárási viszonyoknak voltak kitéve a várandósságuk alatt.

A szisztematikus keresés a 2005-től 2020-ig tartó időszakra voantkozott. Végül 75 olyan közlemény került elemzésre, amelyek, 2015. és 2020. között jelentek meg.

A **koraszülés** (a várandósság 37. hete előtt születő csecsemő) globális probléma, évente körülbelül 15 millió eset fordul elő világszerte.

A koraszülés az öt év alatti gyermekkor halálozás és megbetegedés egyik vezető oka, és az újszülöttkori (a születést követő 28 napon időszaka) halálozás leggyakoribb okozója.

A koraszülés volt a leggyakoribb egészségkockázat (75 tanulmány). 23 tanulmány arról számolt be, hogy az emelkedett környezeti hőmérséklet szignifikánsan korrelál a koraszülés megnövekedett kockázatával vagy arányával.

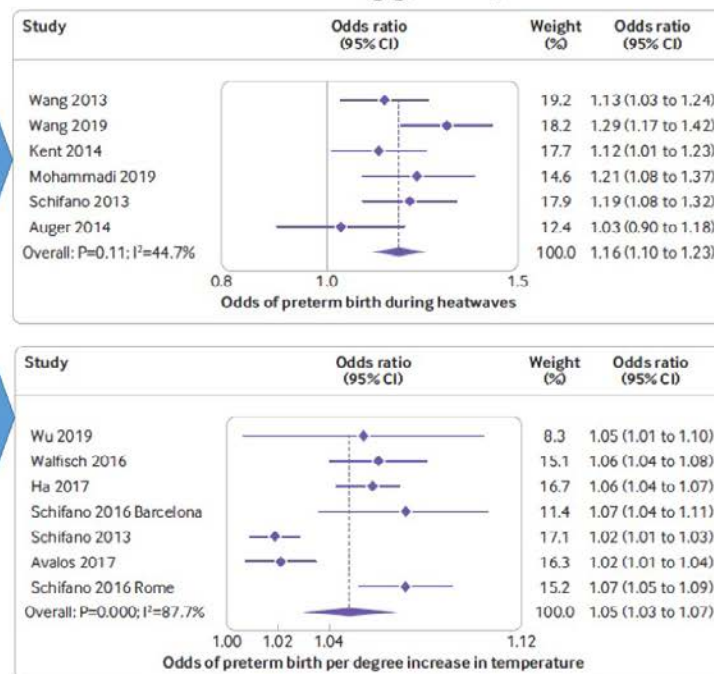
Az **alacsony születési testtömeg** (2500 g alatti élveszületések) kockázata összefügg a szülés előtti megbetegedésekkel, és növeli a nem fertőző betegségek kockázatát a későbbi életkorokban (11 közlemény). Öt közlemény állapította meg, hogy az emelkedett környezeti

A várandósság alatti magas környezeti hőmérséklet, a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázatainak összefüggései (Chersich és mtsai.)

Koraszülés kockázata

- Hat tanulmány elemzése alapján megállapítható volt, hogy a hőhullámok alatt a koraszülés esélye 1,16-szor nagyobb, mint a nem hőhullámos napokon (95%-CI 1,03-1,23; $I^2=44,7\%$).
- Hét tanulmány elemzése alapján megállapítható volt, hogy a koraszülés esélye átlagosan 5%-kal (OR=1,05) nőtt a környezeti hőmérséklet minden 1°C-os emelkedése esetén (95%-CI 1,03-1,07). Bár a becslésekben jelentős heterogenitás volt ($I^2=87,7\%$), minden becslés azonos irányba mutatott szignifikáns hatást.

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. BMJ. 2020;371.



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A várandósság alatti magas környezeti hőmérséklet, a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázatainak összefüggései **(Chersich és mtsai.)**

70 tanulmány (13 tanulmány egynél több vizsgálati eredményre vonatkozóan tartalmazott adatokat)

A legtöbb tanulmány a környezeti hőhatásnak a koraszülésre gyakorolt hatásával foglalkozott ($n=47$), míg 28 tanulmány a születési testtömegre és további 8 a halvaszületésre fókuszált.

A várandósság növeli a nők veszélyeztetettségét a környezeti hatásokkal szemben, ide értve a hőstressznek kockázatait is.

A várandósság során bekövetkező fiziológiai és anatómiai változások különleges kihívások elé állítják a hőszabályozást. A belső hőtermelés a magzati és a méhlepényi anyagcserével, valamint a testtömeg növekedésével és az ebből eredő fizikai megterheléssel együtt nő.

A várandósság előtérbe helyezheti a szociális helyzettel összefüggő veszélyeztetettséget, különösen az alacsony és közepes jövedelmű országokban. Ezekben az országokban a nők a várandósság alatt továbbra is elvégzik a háztartási munkákat (pl. fa- és vízkeresés, önellátó gazdálkodás). A magas hőmérsékletnek való kitettség a mezőgazdasági és egyéb szabadtéri munkák során, a várandósság felismerése előtt, sőt a várandósság késői szakaszában is előfordulhat.

A várandósság alatti magas hőmérséklet és a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázata közötti összefüggések (Chersich és mtsai.)

A koraszülés esélye magas, illetve alacsony hőmérsékleten (négy hétnél rövidebb vagy azzal egyenlő időszakok).

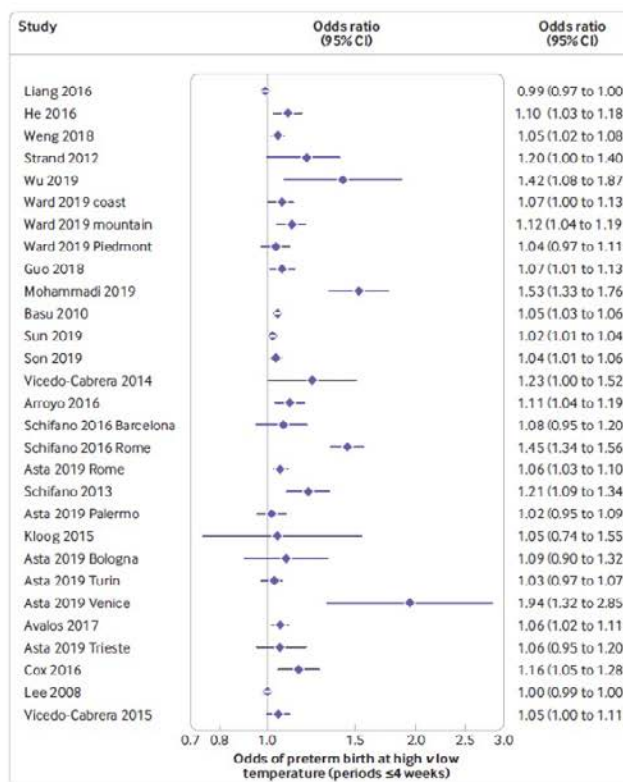
A legtöbb tanulmány dózis-hatás összefüggésekről számolt be, ahol a koraszülések aránya fokozatosan emelkedett a környezeti hőmérséklet emelkedésével vagy a hőhatás hosszabb időtartamával.

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;371.

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission ec.europa.eu/erasmus-plus



Halvaszületés

A medián halvaszületési arányszám 6,2 volt 1000 születésenként (IQR 4,4-6,4). A nyolc bevont tanulmány magasabb környezeti hőmérséklet esetén a halvaszületések számának növekedését mutatta ki. A legtöbb esetben a hőmérséklet és a halvaszületés közötti összefüggések a várandósság utolsó hetében vagy hónapjában voltak a leghangsúlyosabbak.

A metaanalízisben a halvaszületések száma 1,05-szeresére (95%-CI 1,01-1,08) nőtt a hőmérséklet 1°C-os emelkedése esetén, 1,24-szeresére (95%-CI 1,12-1,36) a várandósság utolsó hetének egyes napjain mért értékek esetén, és 3,39-szeresére (95%-CI 2,33-4,96), amikor a hőmérséklet hatását egy trimeszterre vagy a teljes terhességi időszakra vonatkozóan vizsgálták.

Az esélyhányados az összes 21 tanulmányt magában foglaló metaanalízisben 1,01 volt, de az eredményt itt a londoni tanulmány (Lee, 2008) dominálta, amely az összesített becslés súlyozásának 59,9%-át tette ki.

Születési testtömeg

Az alacsony születési testtömeg-arány mediánja a bevont tanulmányokban 3,0% volt (IQR 1,8-6,4). A hőmérséklet és az alacsony születési testtömeg közötti összefüggésre vonatkozó adatokat közlő 16 tanulmány közül 10 arról számolt be, hogy a kockázat magasabb hőmérsékleten nőtt, és csak egy számolt be az ellenkezőjéről (öt esetben nem volt eredmény). A magas hőmérsékletnek az alacsony születési

testtömeg esélyére gyakorolt hatásának mediánja 1,09 volt (IQR 1,04-1,47).

A 19 tanulmány közül, amelyek a születési testtömeget folytonos változóként vizsgálták, 12-ben a magasabb hőmérsékleten csökkent a születési testtömeg, ebből kettőben a hatás iránya trimeszterenként változott, három tanulmányban nem voltak szignifikáns eredmények, négyben pedig a testtömeg növekedését állapították meg magasabb környezeti hőmérséklet esetében.

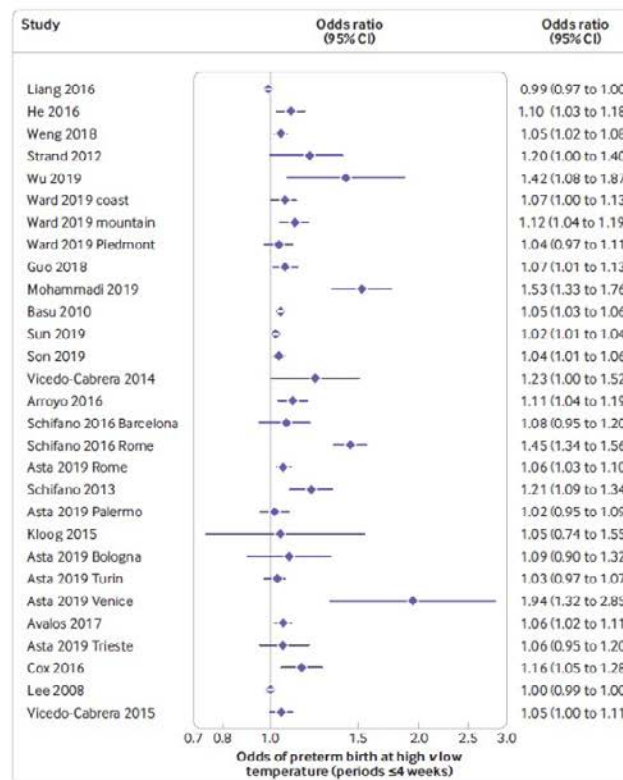
A környezeti hőmérséklet testtömegre gyakorolt hatása csekély volt, a legtöbb tanulmány 10g alatti változást jelentett 1°C változása esetén, illetve 20g alatti változást, amikor a magas és alacsony hőmérsékletet hasonlították össze.

A várandósság alatti magas hőmérséklet és a koraszülés, az alacsony születési testtömeg és a halvaszületés kockázata közötti összefüggések (*Chersich és mtsai.*)

A koraszülés esélye magas, illetve alacsony hőmérsékleten (négy hétnél rövidebb vagy azzal egyenlő időszakok).

A legtöbb tanulmány dózis-hatás összefüggésekről számolt be, ahol a koraszülések aránya fokozatosan emelkedett a környezeti hőmérséklet emelkedésével vagy a hőhatás hosszabb időtartamával.

Chersich MF, Pham MD, Areal A, Haghighi MM, Manyuchi A, Swift CP, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;371.



Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A TANULMÁNY KÖVETKEZTETÉSEI

Ez a szisztematikus áttekintés összegyűjtötte azokat a bizonyítékokat, amelyek szerint a magas környezeti hőmérsékletnek való kitettség hatással van a szüléssel összefüggő kockázatokra.

A környezeti hőhatás a koraszüléssel és a halvaszületéssel való összefüggései erősebbek, mint a születési testtömeggel való összefüggései.

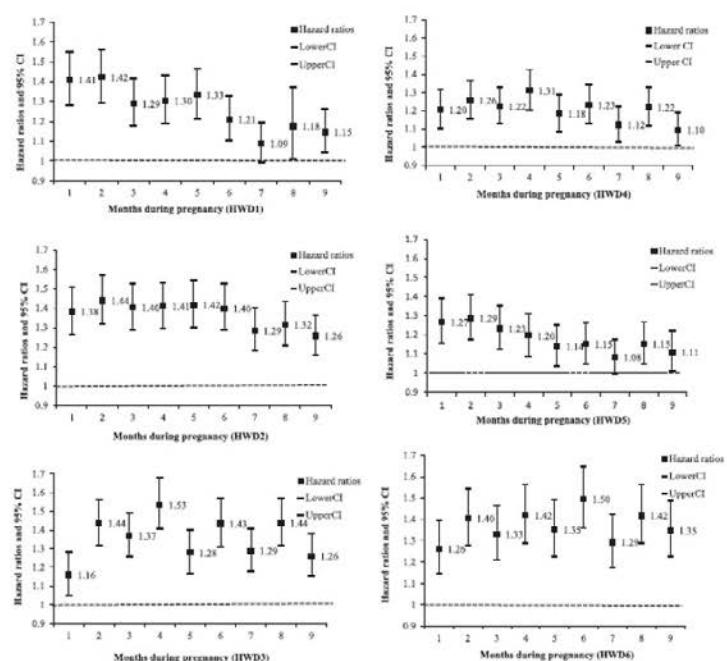
A környezeti hőmérséklet és a születés kimenetele közötti összefüggések különösen az alacsony társadalmi-gazdasági csoportokban élő nők körében tűnnek meghatározóbbnak. Ez az eredmény azt jelezheti, hogy az alacsony és

közepes jövedelmű országokban élő várandós nők fokozottabban ki vannak téve a hőhatással összefüggő egészségkockázatoknak.

Hőhullámoknak való kitettség a várandósság alatt, és a szüléssel összefüggő kockázatok (Wang et al.)

1. ábra: A hőhullámnak való kitettséggel összefüggő spontán koraszülés HR-értékei a különböző terhességi hónapokban az ausztráliai Brisbane-ben (HWD1-HWD6).

- A legtöbb hőhullám időszakában minden terhességi hónapban megfigyelhető a koraszülés és a hőhullámnak való kitettség közötti pozitív összefüggés.
- A különböző hónapokban a koraszülés korrigált HR-értékei enyhén emelkednek, de mérsékelten ingadoznak.



doi:10.1097/EDE.0000000000000995

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A vizsgálat célja: a várandósság időszakában a hőhullámoknak való kitettség hatásának vizsgálata a koraszülés és a halvaszületés kockázatával összefüggésben.

Az elemzett minta: 2000 - 2010 között Brisbane-ben 277.133 szülés történt, köztük 17.368 koraszülés és 1684 halvaszületés; közülük 7691 koraszülés és 705 halvaszületés a meleg hónapokban (november-március) történt.

Eredmények: A tanulmány hat hőhullám időszakának adatait (HWD1-HWD6) vizsgálta.

A legtöbb vizsgált hőhullám időszakában a koraszülés korrigált kockázati arányai (HR) a terhességi különböző hónapjai szerint változtak,

és 1,08 (HR=1,08; 95% CI=1,00; 1,18) és 1,53 (HR=1,53; 95% CI=1,41; 1,68) között mozogtak.

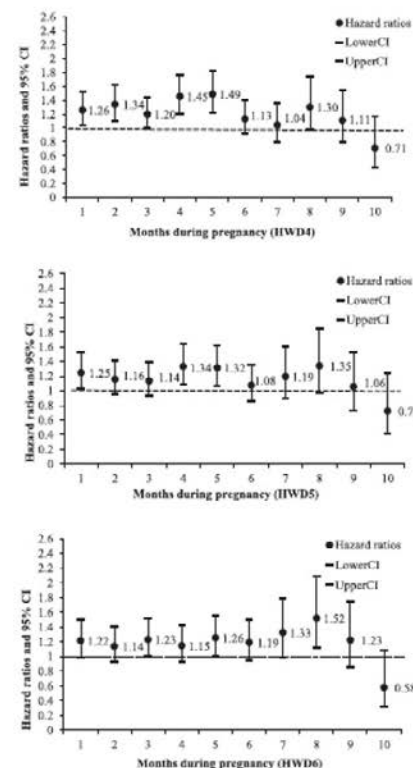
A várandósság korai szakaszában bekövetkező hőhullámnak való kitettség nagyobb valószínűséggel növelte a halvaszületés kockázatát, mint a várandósság késői szakaszában bekövetkező hőhullámnak való kitettség esetében.

A legtöbb hőhullám esetében a várandósság minden hónapjában összefüggés volt a koraszülés és a hőhullámnak való kitettség között. A várandósság alatt nem volt kimutatható a hőhullámnak való kitettséggel összefüggő, kifejezetten magas koraszülési kockázat (1. ábra).

Hőhullámoknak való kitettség a várandósság alatt, és a szüléssel összefüggő kockázatok (Wang et al.)

2. ábra: A hőhullámoknak való kitettséggel összefüggő halvaszületési arányok a különböző terhességi hónapokban az ausztráliai Brisbane-ben (HWD4-HWD6).

- A legtöbb hőhullám időszakában a terhesség korai szakaszában – vagyis az 1. és 6. hónap között – bekövetkezett hőhullám-expozíció a halvaszületés magasabb kockázatával járt együtt.
- A halvaszületés kockázata a hetedik hónapban jelentősen csökkent a hatodik hónaphoz képest, a nyolcadik hónapban pedig mérsékelten nőtt.



doi:10.1097/EDE.0000000000000995

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Eközben a kilencedik és tizedik terhességi hónapokban a hőhullámnak való kitettség esetében is csökkenő tendencia figyelhető meg.

A halvaszületés kockázata azonban a hőhullámnak való kitettséggel együtt az első hat terhességi hónapban (kivéve a HWD6 időszakot) általában nőtt, ami arra utal, hogy a 28. terhességi hét előtti korai terhességi időszak a hőhullám halvaszületésre gyakorolt hatása szempontjából kritikus időszak. Így az valószínűsíthető, hogy a korai terhességi időszakok lehetnek azok, amelyekre a hőhullámok a halvaszületés vonatkozásában meghatározó kockázatot jelenthetnek (2. ábra).

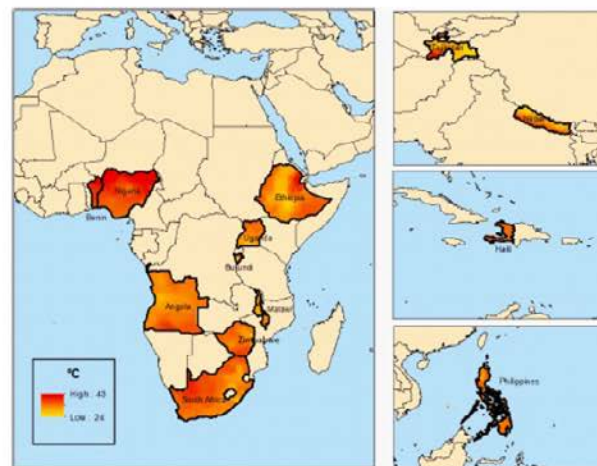
Például a HWD1 időszakában a koraszülés korrigált HR-értékei a különböző terhességi

hónapokban változnak, a legmagasabb HR a második terhességi hónapban (HR = 1,42; 95% CI = 1,29, 1,56) és a legalacsonyabb HR a hetedik terhességi hónapban (HR = 1,09; 95% CI = 0,99, 1,20) jellemző.

A HWD6 esetében a halvaszületés legmagasabb kockázata a nyolcadik terhességi hónapban volt (HR=1,52; 95% CI=1,11; 2,09).

Extrém hőség, koraszülés és halvaszületés: Globális elemzés 14 alacsony és közepes jövedelmű országban (McElroy et al.)

- A vizsgált területeken egyértelmű és pozitív összefüggés figyelhető meg az extrém hőség meghatározott küszöbértékeit meghaladó hőmérsékletek és a koraszülés, valamint a halvaszületés kockázata között.
- A hőhatásnak való kitettség eltérő időszakokban növelheti a koraszülés és a halvaszületés kockázatát. A magas hőmérséklet azonnali hatása a koraszülések esetében jelentkezik, míg a halvaszületés kockázata három-öt nappal a szélsőséges hőmérséklet után növeli a kockázatot.



McElroy, S., Ilango, S., Dimitrova, A., Gershunov, A., & Benmarhnia, T. (2022). Extreme heat, preterm birth, and stillbirth: A global analysis across 14 lower-middle income countries. *Environment International*, 158, 106902. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106902>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A vizsgálat célja: feltárni, hogy a szélsőséges hőhatás milyen módon befolyásolja a születéshez köthető egészségkockázatokat 14 alacsony és közepes jövedelmű országban, ahol a koraszülések és halvaszületések előfordulása az egyik legmagasabb a világon.

Módszerek: a vizsgálatban olyan országok vettek részt, amelyek a 2014 és 2018 között lezajlott legutóbbi Demográfiai és Egészségügyi Felmérésben (DHS) szerepeltek, és amelyek esetében rendelkezésre álltak adatok legalább az egyik vizsgált kockázatra (koraszülés vagy halvaszületés) vonatkozóan. Az elemzés során minden olyan 15 és 49 év közötti nőt figyelembe vettek, aki válaszolt a szülési előzményekkel, a háztartás demográfiai jellemzőivel és az egészségügyi ellátással kapcsolatos kérdésekre.

A kutatáshoz két adatforrást kapcsoltak össze: a DHS felmérés adatait és a globális hőmérsékleti adatokat.

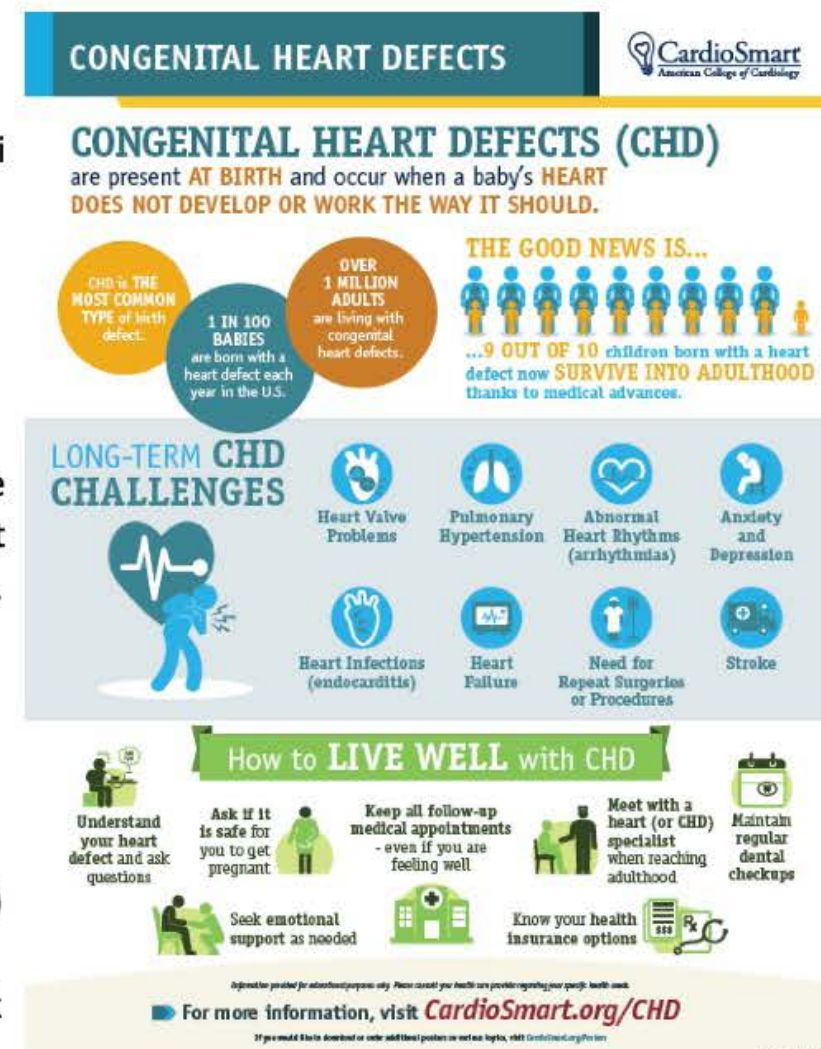
Eredmények: A vizsgálatba összesen 103.535 születés került bevonásra a 14 országból. Az adatok szerint 5882 esetben történt koraszülés, míg 1210 alkalommal halvaszületést regisztráltak. Az elemzés során egyértelmű és pozitív összefüggést figyeltek meg az extrém hőség meghatározott küszöbértékeit meghaladó hőmérsékletek és a koraszülés, valamint a halvaszületés kockázata között. Az eredmények arra utalnak, hogy a hőhatásnak való kitettség eltérő időszakokban növelheti a koraszülés és a halvaszületés kockázatát. A magas hőmérséklet azonnali hatása a koraszülések esetében jelentkezik, míg a

halvaszületés kockázata három-öt nappal a szélsőséges hőmérséklet után növeli a kockázatot.

Emelkedett környezeti hőmérséklet – magzati egészségkockázatok (Dalugoda et al.)

- **Veleszületett rendellenességek** (hat tanulmány, ellentmondásos eredmények)
 - a magas hőmérséklet és a veleszületett szívrendellenességek közötti összefüggés
 - a napi 30 °C-os maximális környezeti hőmérsékletnek való anyai kitettség szignifikánsan összefügg a többszörös és nem kritikus veleszületett szívrendellenességek kockázatával.
 - a nem kritikus szívrendellenességek kockázata tovább nőtt a szélsőséges nyári hőségnek való kitettség esetén
 - az idegcső-rendellenességek és a magas hőmérséklet (>30°C) között enyhe pozitív összefüggés figyelhető meg, ami arra utal, hogy a megemelkedett hőmérséklet hozzájárulhat ezen rendellenességek kialakulásának kockázatához..
- **Csökkent a placenta tömege és térfogata** (egy tanulmány)
 - negatív összefüggés a magas hőmérséklet és a placenta tömege és térfogata között, valamint pozitív összefüggés a placenta működésének hatékonyságával
- **Vetélés** (két tanulmány, ellentmondásos eredmények)
 - 1. vizsgálat: a kórházi kezelést megelőző két hónapban a mérsékelten magas hőmérsékletnek (23,1 °C) való kitettség növelte a vetélés kockázatát (OR=1,243) a 28. terhességi hét előtt.
 - 2. tanulmány: lehetséges összefüggés az emelkedett hőmérséklet és a vetélések között, de az eredmények statisztikailag nem voltak szignifikánsak.

doi.org/10.3390/ijerph19031771



<https://www.cardiosmart.org/assets/infographic/congenital-heart-defects>

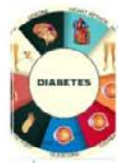
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Emelkedett környezeti hőmérséklet – magzati egészségkockázatok

(Dalugoda et al.)



**Gesztációs
diabétesz (GDM)**



**Hipertóniás
rendellenességek**



**Korai burokrepedés
(PROM)**



Placenta leválás



Anyai stressz



**Szív- és érrendszeri
kockázat a szüléskor**



Bakteriuria

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Veleszületett rendellenességek (hat tanulmány, ellentmondásos eredmények)

→ a magas hőmérséklet és a veleszületett szívrendellenességek közötti összefüggés

→ a napi 30 °C-os maximális környezeti hőmérsékletnek való anyai kitettség szignifikánsan összefügg a többszörös és nem kritikus veleszületett szívrendellenességek kockázatával.

→ a nem kritikus szívrendellenességek kockázata tovább nőtt a szélsőséges nyári hőségnek való kitettség esetén

→ az idegcső-rendellenességek és a magas hőmérséklet (>30°C) között enyhe pozitív összefüggés figyelhető meg, ami arra

utal, hogy a megemelkedett hőmérséklet hozzájárulhat ezen rendellenességek kialakulásának kockázatához..

Csökkent a placenta tömege és térfogata (egy tanulmány)

→ negatív összefüggés a magas hőmérséklet és a placenta tömege és térfogata között, valamint pozitív összefüggés a placenta működésének hatékonyságával

Vetélés (két tanulmány, ellentmondásos eredmények)

→ 1. vizsgálat: a kórházi kezelést megelőző két hónapban a mérsékelt magas hőmérsékletnek (23,1 °C) való kitettség

növelte a vetélés kockázatát (OR=1,243) a 28. terhességi hét előtt.

→ 2. tanulmány: lehetséges összefüggés az emelkedett hőmérséklet és a vetélések között, de az eredmények statisztikailag nem voltak szignifikánsak.

Újszülöttkori halálozás (ellentmondásos eredmények):

→ Két tanulmány: emelkedett hőmérséklet ~ növekvő halálozás

→ Két tanulmány: emelkedett hőmérséklet ~ csökkenő mortalitás

→ Két tanulmány: nincs hatás

Újszülöttkori morbiditás (egy tanulmány):

→ Hőhullámok ~ magzati distressz, 30 percnél hosszabb ideig tartó lélegeztetőgép-asszociált légzés, meconium aspirációs szindróma fokozott kockázata.

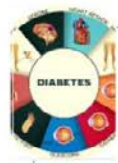
Terhességi korhoz képest kis tömegű újszülött (SGA) (korlátozott kutatások, ellentmondásos eredmények):

→ Egy tanulmány: SGA fokozott kockázata

→ Egy tanulmány: nincs összefüggés

Emelkedett környezeti hőmérséklet – magzati egészségkockázatok

(Dalugoda et al.)



Gesztációs
diabétesz (GDM)



Hipertóniás
rendellenességek



Korai burokrepedés
(PROM)



Placenta leválás



Anyai stressz



Szív- és érrendszeri
kockázat a szüléskor



Bakteriuria

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Újszülöttek INR-értéke (egy tanulmány):

- Szezonális eltérések: magasabb INR nyáron vs. télen
- A külső hőmérséklet jelentősen befolyásolta az INR-értékeket (pozitív korreláció).

Újszülöttkori telomerhossz (egy tanulmány):

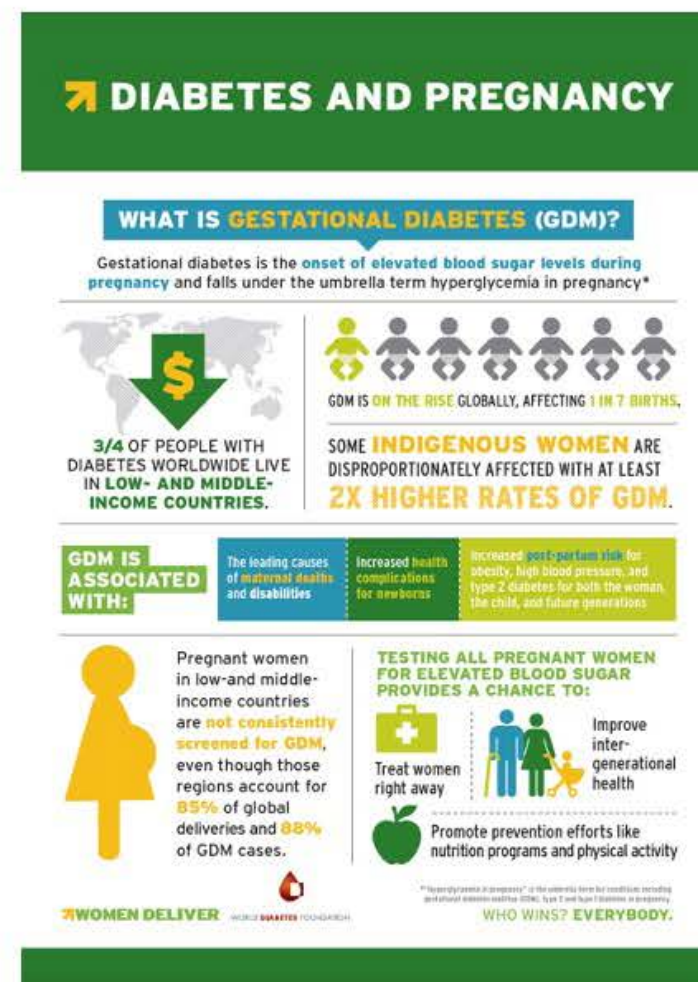
- A magasabb hőmérséklet (>19,5 °C) rövidebb telomerhosszúsággal járt együtt a köldökzsínórvérben.

→ | doi.org/10.3390/ijerph19031771

Emelkedett környezeti hőmérséklet – magzati egészségkockázatok (Dalugoda et al.)

Gesztációs diabétesz – GDM (8 tanulmány)

- A gesztációs diabétesz előfordulása, a diagnózis valószínűsége és a szérum glükózszint emelkedése összefüggést mutatott a magasabb környezeti hőmérséklettel, különösen a nyári hónapokban.
- Egy kanadai kohorszvizsgálat során, amely 12 éven át 396 828 várandós nő 555 911 szülését követte nyomon, közvetlen kapcsolatot azonosítottak a 27. terhességi héten végzett rutinszerű GDM-szűrés előtti 30 napos átlagos külső hőmérséklet ($>24^{\circ}\text{C}$) és a GDM diagnózis valószínűsége között.
- A vizsgálat eredményei szerint a 30 napos átlaghőmérséklet minden 10°C -os emelkedése a GDM kockázatának 6-9%-os relatív növekedésével társult. Emellett a nyári időszakban az orális glükóztolerancia teszt elvégzésekor magasabb szérum glükózszinteket figyeltek meg.



<https://womendeliver.org/putting-gestational-diabetes-focus/>

doi.org/10.3390/ijerph19031771

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Emelkedett környezeti hőmérséklet – anyai egészségkockázatok

(Dalugoda et al.)

- **Hipertóniás betegségek** (két tanulmány)
 - a hőhullámoknak és a magas átlaghőmérsékletnek való anyai kitettség növelte a preeklampszia, az eklampszia és a terhességi magas vérnyomás kockázatát.
- **PROM** (két tanulmány)
 - a PROM a magzatmembrán természetes gyengülése miatt következik be, ami a magzatmembrán felszakadását váltja ki a szülés megindulása nélkül
 - az emelkedett környezeti hőmérséklet a PROM nagyobb kockázatával jár együtt
- **Placenta leválás** (két tanulmány)
 - a várandósság alatti magas hőmérsékleti expozícióval összefüggő méhlepény-szakadás magas kockázata
 - a meleg évszakokban a magas hőmérséklet (>30 °C) 7%-kal növeli a méhlepényszakadás kockázatát,
 - a méhlepény leválása szerepet játszik az emelkedett környezeti hőmérséklet és a halvaszületés közötti összefüggésben
- **Anyai stressz** (egy tanulmány)
 - a szélsőséges környezeti hőmérséklet növeli az anyai stresszt a várandósság alatt
- **Szív- és érrendszeri kockázat a szüléskor** (egy tanulmány)
 - a várandósság utolsó hetében 1 °C fokos hőmérséklet-emelkedésnek való kitettség 7%-kal növeli a szív- és érrendszeri kockázatot, a kockázat a szüléshez közelebbi napokon jobban megmutatkozott.
- **Bakteriuria** (egy vizsgálat)
 - fokozott anyai kockázat jelentős bakteriuriával, magas környezeti hőmérséklet esetén

Dalugoda, Y.; Kuppa, J.; Phung, H.; Rutherford, S.; Phung, D. Effect of Elevated Ambient Temperature on Maternal, Foetal, and Neonatal Outcomes: A Scoping Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 1771. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



ec.europa.eu/erasmus-plus

A születés előtti környezeti hőmérséklet és a skizofrénia kockázata (szisztematikus áttekintés) Puthota J et al.

A kutatás célja: annak a feltételezésnek a vizsgálata, hogy a várandósság korai szakaszában tapasztalt környezeti hőmérséklet hatással lehet-e a pszichés rendellenességek, köztük a skizofrénia és a veleszületett rendellenességek kialakulására.

Eredmények: huszonkét tanulmány elemzése alapján a leggyakrabban vizsgált betegségek a skizofrénia (n=5), az anorexia nervosa (n=3) és a veleszületett szív- és érrendszeri rendellenességek (n=6) voltak. Mindhárom kategóriában találtak bizonyítékokat arra, hogy a várandósság korai szakaszában

tapasztalt anyai hőexpozíció összefügghet ezek kialakulásával, míg más kutatások szerint a terhesség késői szakaszában tapasztalt hideghatás is befolyásoló tényező lehet.

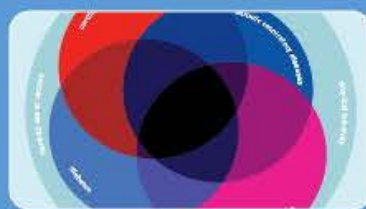
A skizofréniára összpontosító öt vizsgálat közül csupán egy mutatott összefüggést a magasabb korai terhességi időszak alatti nyári átlaghőmérséklettel. Bizonyos kutatások szignifikáns pozitív korrelációt mutattak ki a havi átlaghőmérséklet és a fogamzási arány között skizofréniában szenvedő egyének esetében, ami arra utal, hogy a magasabb hőmérsékletű időszakokban nagyobb eséllyel foghatnak skizofréniával élő utódok.

Bizonyos eredmények alátámasztják, hogy a várandósság korai szakaszában az anyák extrém

környezeti hőmérsékletnek való kitettsége hozzájárulhat pszichiátriai rendellenességek kialakulásához. Az összefüggések pontos feltárásához elengedhetetlenek a nagymintás, prospektív kohorszvizsgálatok, amelyek részletes adatokat szolgáltathatnak az egyes szülésekről.

Puthota J, Alatorre A, Walsh S, Clemente JC, Malaspina D, Spicer J. Prenatal ambient temperature and risk for schizophrenia. *Schizophr Res.* 2022;247:67-83. doi:10.1016/j.schres.2021.09.020

Szülés előtti anyai stressz (prenatal maternal stress, PNMS)



Nem fertőző betegségek

- Az egészség és a betegség fejlődési eredete
- A korai életkori expozíciók nem specifikus módon befolyásolják az egészséget és a betegségek kockázatát



Generációs hatások

- A várandósság alatti stressz (~ az éghajlatváltozás okozta PNMS) az anyában potenciálisan több generáción keresztül alakíthatja a fiziológiai válaszokat és a szüléssel összefüggő kockázatokat.



Stresszorok felhalmozódása

- A neuropszichiátriai betegségek (szorongás, depresszió, skizofrénia) nagyobb kockázata.
- A PNMS dokumentáltan befolyásolja a szülést és a szülés időzítését, emellett növeli a szüléssel összefüggő kockázatokat.

A pszichológiai és gyulladásos stressz "kétütemű" modellje azt mutatja, hogy az anyai pszichológiai stressz a felnőtt férfi és női utódokban szorongást vált ki, míg a gyulladásos stressz csak a felnőtt női utódokban növelte a felfedező és kockázattvállaló viselkedést.

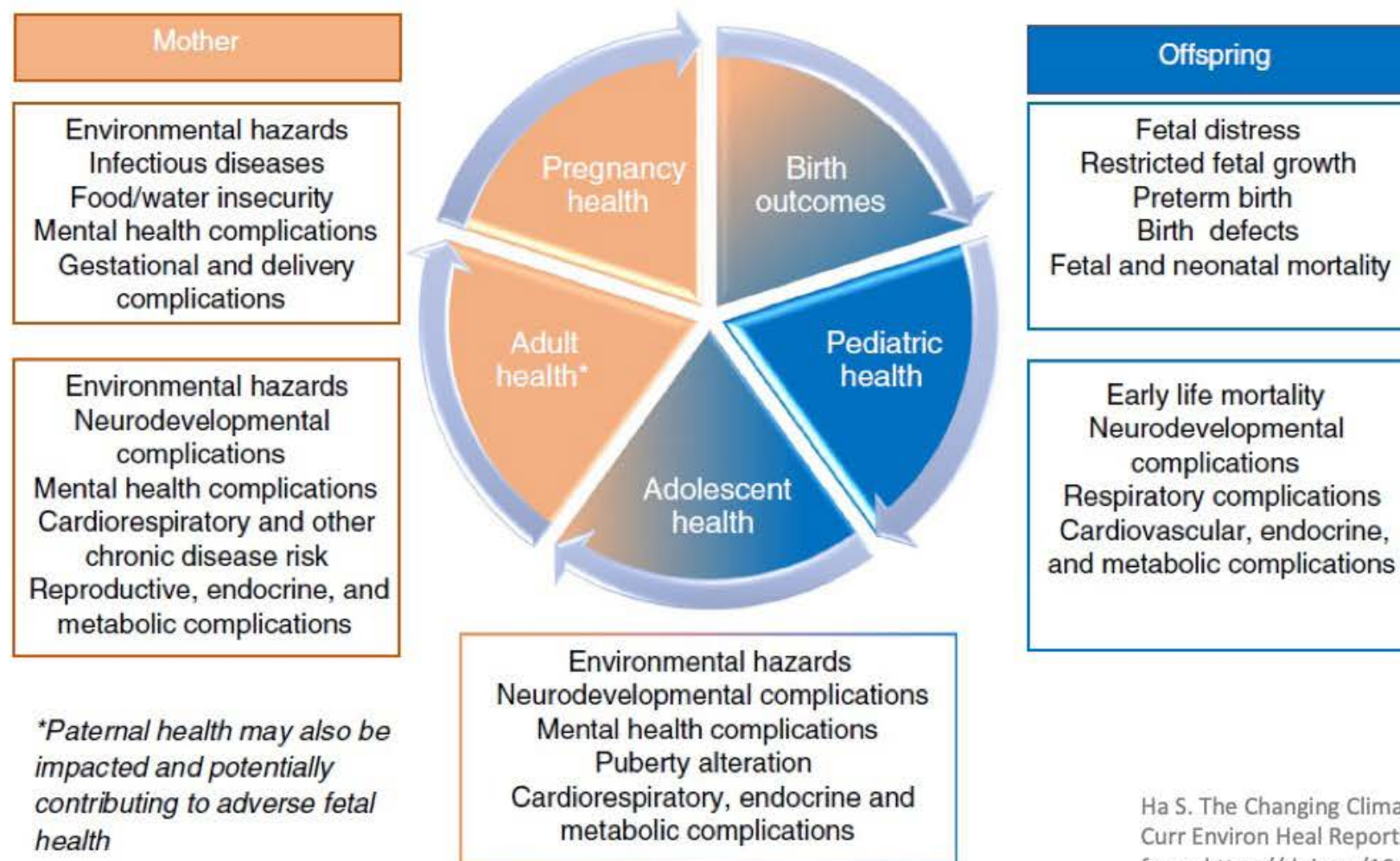
doi.org/10.12688/f1000research.27157.1

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A várandósság alatti, éghajlattal kapcsolatos expozíciót követő egészségügyi hatások ciklusa



Ha S. The Changing Climate and Pregnancy Health. Curr Environ Heal Reports [Internet]. 1:3. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>

A várandósság alatti, éghajlatváltozással kapcsolatos expozíciót követő egészséghatások ciklusa

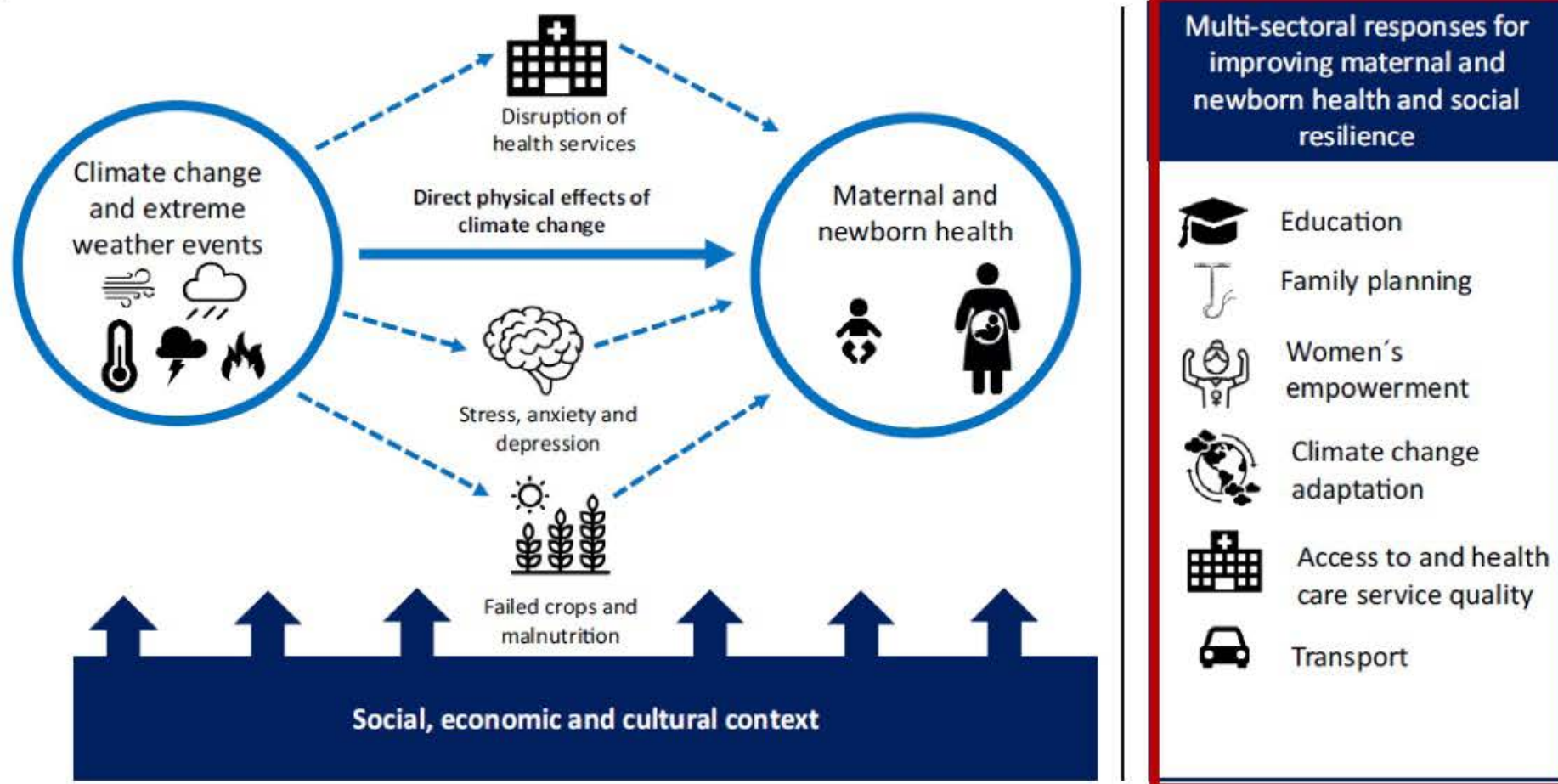
- Az egészség és a betegség fejlődési eredete (Developmental Origin of Health and Disease, DOHD) elmélet:
- A várandósság (és más, az emberi szervezet fejlődése szempontjából kritikus időszakok) alatti környezeti zavar(ok) jelentős azonnali és hosszú távú egészséghatással lehetnek mind az anyára, mind az utódokra.
 - A várandósság alatti szövődmények esetén nagyobb a valószínűsége a a következő terhesség során bekövetkező komplikációknak, és a később életszakaszokban megnő a szív- és érrendszeri és anyagcsere-betegségek kockázata.
 - Koraszülött és alacsony születési testtömegű csecsemőknél nagyobb valószínűséggel alakulnak ki későbbi szövődmények (idegrendszeri fejlődési rendellenességek, immunológiai szövődmények, elhízás, szív- és érrendszeri betegségek), amelyek magasabb kockázatot jelentenek egy későbbi terhesség szempontjából.

Az éghajlatváltozás negatív hatásai nemcsak a várandósok egészségét befolyásolhatják, hanem hosszú távon kockázatot jelenthetnek az egyén teljes életére, sőt a következő generációk egészségére is.

Egy amerikai egészségügyi szakemberek körében végzett felmérés szerint a szülész-nőgyógyász szakorvosok egyáltalán nem (0%) beszélgetnek a pácienseikkel az őket körbevevő környezet lehetséges egészséghatásairól!!!

doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9

Az éghajlatváltozásnak az anyák és újszülöttek egészségére gyakorolt közvetlen és közvetett hatásainak és az ellenálló képesség megerősítéséhez szükséges multiszektorális válaszlépéseknek a kerete.



<https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aogs.14124>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON MATERNAL HEALTH

Climate change directly and indirectly impacts maternal health, making pregnancy less safe and worsening neonatal health outcomes.



DIRECT IMPACT

Global warming impacts the PATTERNS OF VECTOR-BORNE DISEASES, such as malaria, with negative maternal and child health outcomes such as maternal illness and low birth weight (WHO, 2017)

HEAT worsens maternal and neonatal health outcomes: an increase of ONE DEGREE CELSIUS IN THE WEEK BEFORE DELIVERY corresponds with a **SIX PER CENT** greater likelihood of stillbirth (Bustillo and McCormick, 2017; He, Jian-Rong et al., 2018)



Climate change worsens **GLOBAL INEQUITY IN MATERNAL NUTRITION** (Lancet, 2020)



CALL TO ACTION

WE NEED TO ENSURE **better preparedness and response** TO EMERGENCIES AND THAT WE MEET THE SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH needs of those impacted, displaced and at risk of climate crises



INDIRECT IMPACT

Climate-related emergencies cause **MAJOR DISRUPTIONS IN ACCESS TO HEALTH SERVICES** and life-saving commodities, including contraception (Behrman & Weitzman, 2016)

Increased **POVERTY AND FOOD INSECURITY** driven by climate-related loss of livelihoods negatively affects maternal health etc (Lancet, 2021)

MACRO- AND MICRONUTRIENT DEFICIENCIES caused by **FOOD INSECURITY** and undernutrition among pregnant women can affect pregnancy, nursing and newborn outcomes (Center for Climate Change and Health; Sorensen, C. et al., 2018; Asian-Pacific Resource & Research Centre for Women)



<https://reliefweb.int/report/world/negative-impact-climate-change-maternal-health>

<https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/04/FIGO-PregnancyClimateChangeInfograhic-Final1-800px.jpg>

PREGNANCY and CLIMATE CHANGE

The PROBLEM

Climate change worsens air pollution and extreme weather which can have severe impacts on health during and after pregnancy including:

- PRETERM BIRTH
- LOW BIRTHWEIGHT
- STILL BIRTH
- EFFECTS ON BRAIN DEVELOPMENT

What WE CAN DO

Advocate for public policies that lead to:

- GLOBAL REDUCTION IN AIR POLLUTION EMISSIONS
- STEADY DIVESTMENT FROM FOSSIL FUELS
- REDUCING TOXIC EXPOSURES

"The health impacts of our global climate crisis on maternal and child health can no longer be ignored."
International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO)



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Fő megállapítások

A légszennyezés és az éghajlatváltozás egyaránt közvetlen káros hatással van a reprodukív, anyai és perinatális egészségre, és jelentősen veszélyezteti a jövő generáció egészségét.

A megemelkedett környezeti hőmérséklet az újszülötteknél számos egészségkockázatot okozhat: LBW, PTB, halvaszületés

Az emelkedett környezeti hőmérséklet összefüggésbe hozható a várandósság alatti egészségkockázatokkal: GDM, hipertóniás rendellenességek, anyai stressz, stb.

Az egészségügyi szakembereknek, különösen a szülész-nőgyógyászoknak fel kell hívni betegeik figyelmét az éghajlatváltozás (extrém hőség) egészséghatásait és tájékoztatást kell adniuk a prevenciók lehetőségeiről.

Ellenőrizze tudását

1. Sorolja fel az éghajlatváltozás által veszélyeztetett népességcsoportokat.
2. Milyen, az éghajlatváltozással kapcsolatos hatások növelhetik a koraszülés kockázatát?
3. Milyen élettani mechanizmusokat okozhat a várandósság alatti emelkedett környezeti hőmérséklet?
4. Milyen kedvezőtlen újszülöttkori kimeneteleket okozhat a várandósság alatti emelkedett környezeti hőmérséklet?
5. Milyen kedvezőtlen anyai kórképek társulhatnak a várandósság alatti emelkedett környezeti hőmérséklethez?
6. Hogyan tájékoztatná a várandós anyákat az éghajlatváltozás várandóssággal összefüggő lehetséges hatásairól? Gyűjtse össze egy várandós nővel folytatott beszélgetés főbb pontjait.

Ajánlott irodalom

- Ha S. The Changing Climate and Pregnancy Health. Curr Environ Heal Reports [Internet]. 1:3. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40572-022-00345-9>
- Samuels, L., Nakstad, B., Roos, N. et al. Physiological mechanisms of the impact of heat during pregnancy and the clinical implications: review of the evidence from an expert group meeting. Int J Biometeorol 66, 1505–1513 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>
- Dalugoda, Y.; Kuppa, J.; Phung, H.; Rutherford, S.; Phung, D. Effect of Elevated Ambient Temperature on Maternal, Foetal, and Neonatal Outcomes: A Scoping Review. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 1771. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031771>
- Chersich MF, Pham MD, Areal A, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2020; 371:m3811. Published 2020 Nov 4. doi:10.1136/bmj.m3811
- Global Climate Change and Human Health: From Science to Practice, by J. Lemery, K. Knowlton, and C. Sorensen. Chapter 3. Publisher: John Wiley, 2021. Print ISBN: 9781119667957, eBook ISBN: 9781119670018.
- Climate Change and Public Health, by B. Levy and J. Patz. Chapter 4B. Publisher: Oxford University Press, 2015. Print ISBN: 9780190202453 eBook ISBN: 9780190202460.

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs, Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science - Újvidék, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest, Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás mentális egészségre gyakorolt hatása és az éghajlatváltozás foglalkozás-egészségügyi vonatkozásai

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- az éghajlatváltozás és a mentális egészségi problémák közötti kapcsolatok meghatározására
- azoknak a társadalmi csoportoknak az azonosítására, amelyeknél az éghajlatváltozás miatt a mentális egészség és a stresszel kapcsolatos betegségek kockázata a legnagyobb
- felismerni az éghajlatváltozással összefüggő mentális egészség-kockázatok jellemzőit
- értelmezni a mentális egészség és a magas környezeti hőhatások közötti lehetséges élettani mechanizmusokat
- támogatni az egyéneket és a közösségeket a környezeti katasztrófák vagy egyéb, az éghajlatváltozással összefüggő traumatikus esemény feldolgozásában
- értelmezni az éghajlatváltozás főbb foglalkozás-egészségügyi összefüggéseit
- értelmezni az éghajlatváltozás főbb foglalkozás-egészségügyi kockázatait
- az éghajlatváltozás, a munkahelyi biztonság és egészségvédelem közötti kapcsolatok fogalmi kereteit értelmezni

Hogyan hat az éghajlatváltozás az egészségre?

Közvetlenül az egészségre gyakorolt hatás

- Extrém hőség
- Légszennyezés
- Extrém időjárás

Betegségek terjedése

- Rovarok, kullancsok és rágcsálók által terjesztett betegségek
- Szennyezett víz
- Szennyezett élelmiszer

Az élelmiszerforrások és az ellátási lánc problémái

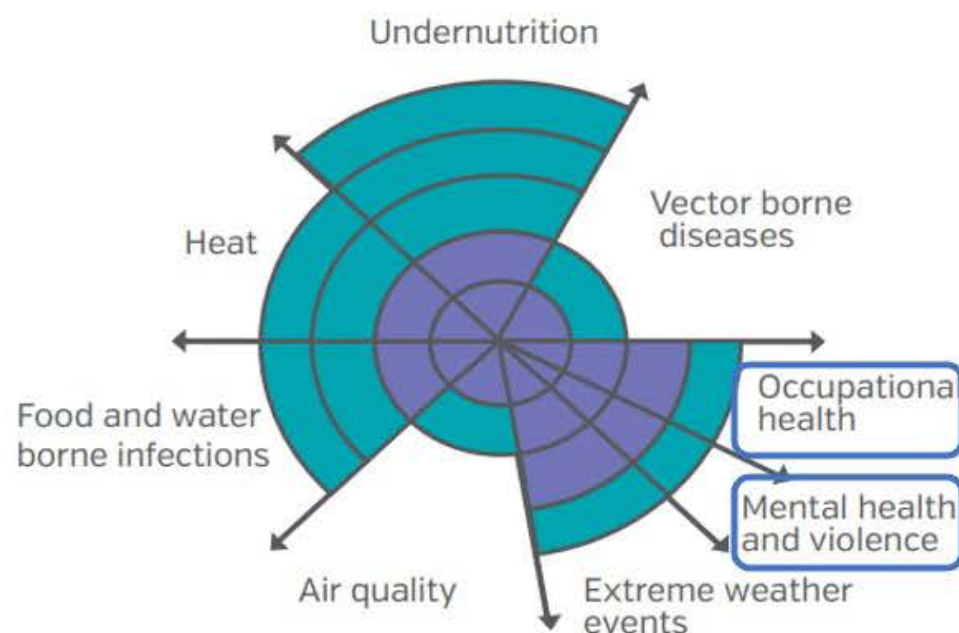
- Éhezés és alultápláltság

Egészség-kockázatok

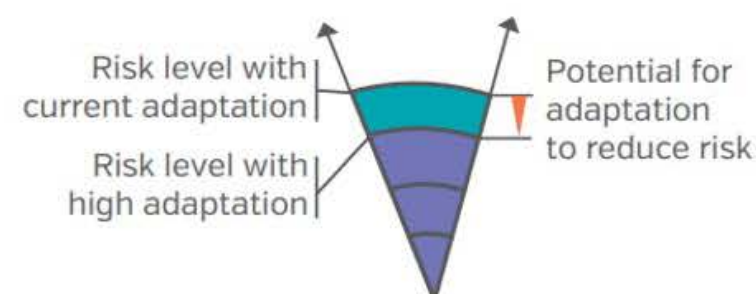
- Mentális betegségek kialakulásának kockázatai

Az éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi testület (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) előrejelzései a jövőre nézve

2080-2100 “Era of Climate Options”



Risk and potential for adaption



- Az éghajlatváltozás egészséghatásainak értékelése alkalmazkodási intézkedésekkel, és azok nélkül.
- A diagram-szeletek szélessége jelzi az egyes egészségi hatásoknak tulajdonítható terhet, a kékeszöld terület pedig azt az arányt, amely célzott alkalmazkodási intézkedésekkel elkerülhető lenne.

Forrás: Climate And Health Country Profiles – 2015, A Global Overview, WHO 2015

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mentális zavarok

A fő mentális zavarok a következők: depresszió, skizofrénia, bipoláris zavar, kényszerbetegség, pánikbetegség, poszttraumás stressz zavar, borderline személyiségzavar stb.

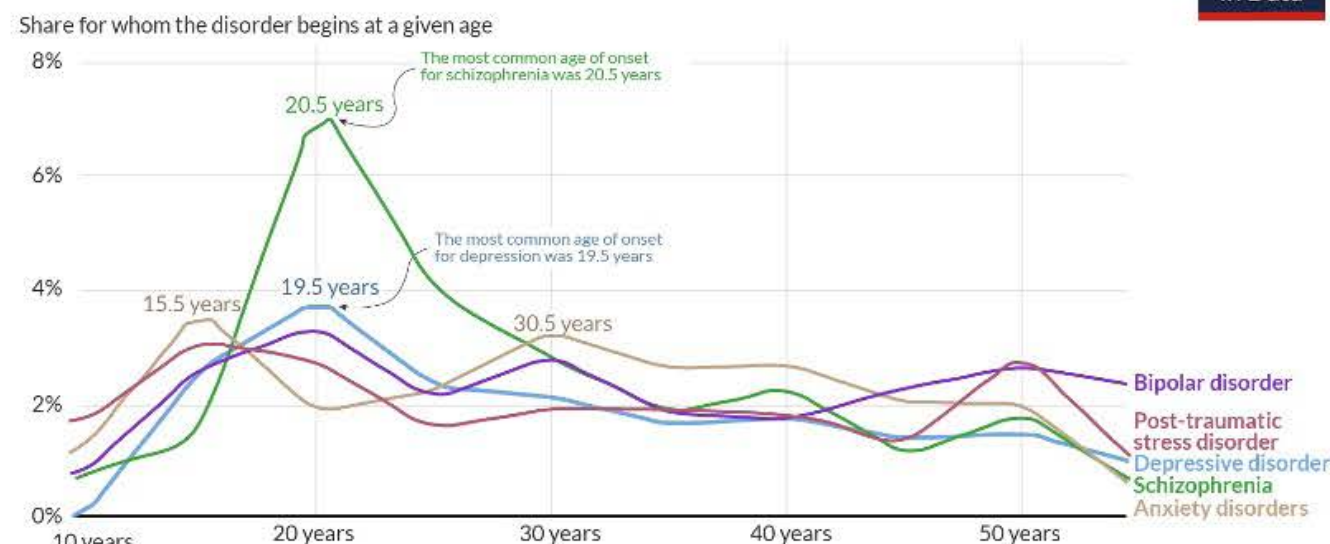
"A mentális zavar olyan egészségi állapot, amelyet az egyén kogníciójának, érzelmeinek vagy viselkedésének jelentős diszfunkciója jellemez, amely a mentális működés alapjául szolgáló pszichológiai, biológiai vagy fejlődési folyamatok zavarát tükrözi."

[Amerikai Pszichiátriai Társaság (2012)].

- bármilyen korú, fajú, vallású vagy jövedelmű személyt érinthet.
- a nem a személyes gyengeség, jellemtelenség vagy rossz neveltetés eredménye

Age of onset of mental health disorders

Our World
in Data



Source: Marco Solmi et al. (2021). Age at onset of mental disorders worldwide: large-scale meta-analysis of 192 epidemiological studies. *Nature Molecular Psychiatry*. OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Saloni Dattani.

<https://ourworldindata.org/mental-health>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

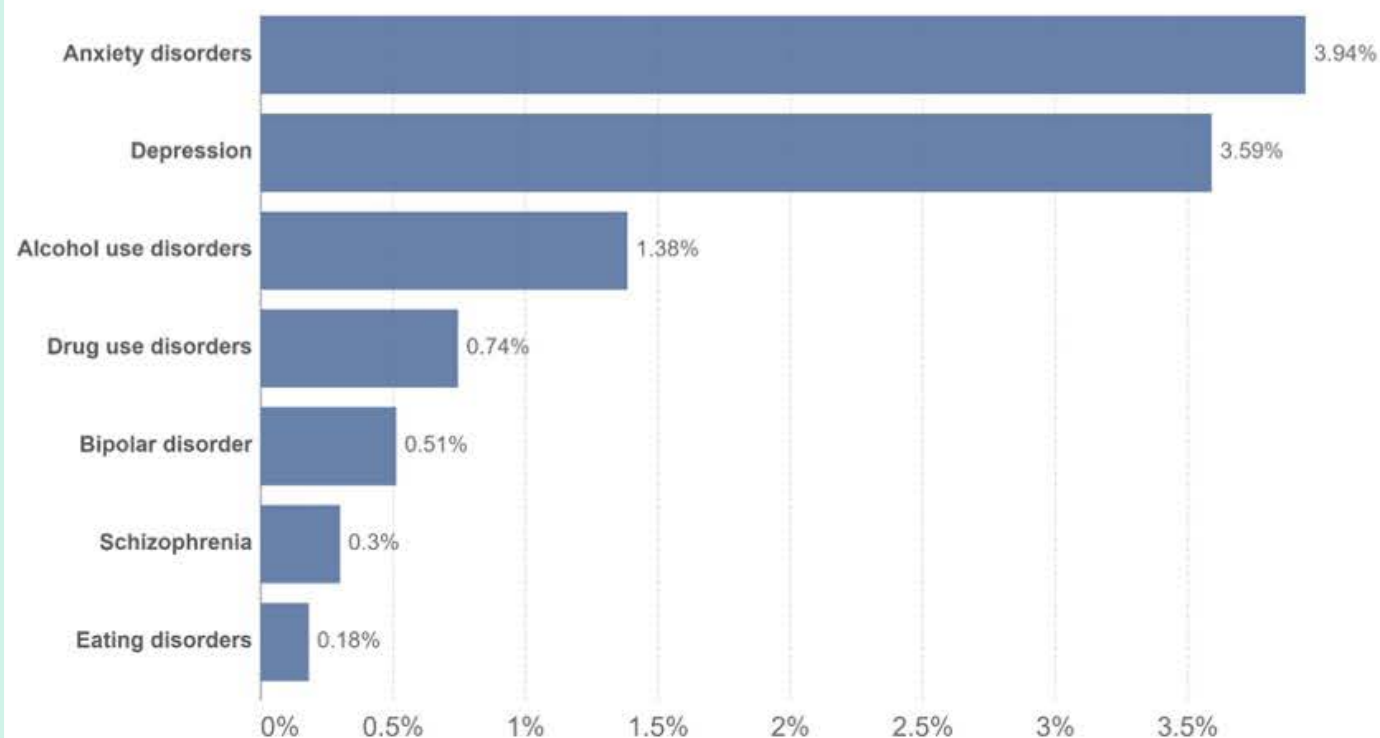
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Prevalence by mental and substance use disorder, World, 2019

Our World
in Data

Share of the total population with a given mental health or substance use disorder. Figures attempt to provide a true estimate (going beyond reported diagnosis) of disorder prevalence based on medical, epidemiological data, surveys and meta-regression modelling.



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/mental-health • CC BY

2017-ben világszerte 970 millió ember szenvedett mentális vagy szerhasználati zavarban.

Becslések szerint a lakosság minegy 3,6 - 4,0 százaléka szorongásos zavarral és depresszióval küzdött.

Forrás (hozzáférés: 2023.06.14.): <https://ourworldindata.org/mental-health>.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mentális egészség és a stresszel kapcsolatos rendellenességek

Egyes mentális betegségben szenvedő betegek különösen érzékenyek a hőhatásokra.

- Az öngyilkosságok aránya a hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan emelkedik, ami arra utal, hogy az éghajlatváltozás hatással lehet a depresszióra és más mentális betegségekre.
- A súlyos mentális betegségben, például skizofréniában szenvedő betegek veszélyeztetettek a meleg időjárás idején → Gyógyszereik befolyásolhatják a hőszabályozást, vagy akár közvetlenül is okozhatnak hipertermiát.



Mental Health and
Stress-Related Disorders

Forrás (hozzáférés: 2023.06.14.): https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/mental_health_disorders.htm.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mentális egészség és stresszel kapcsolatos rendellenességek

- A természeti katasztrófák után a mentális egészségproblémák fokozódnak
 - Mind a mentális betegséggel nem rendelkező, mind a veszélyeztetett emberek körében – ez a jelenség az "abnormális eseményekre adott közös reakciók" néven ismert.
 - Szorongás és poszttraumás stresszbetegség (PTSD)
 - Az intenzív stresszhatások egyéb egészségi következményei is aggodalomra adnak okot (koraszülés, alacsony születési súly, stb).
- A környezeti állapot romlásával és a kitelepítéssel kapcsolatos esetleges szorongás, valamint az éghajlatváltozással kapcsolatos ismeretek által egyes emberekben kiváltott szorongás és kétségbeesés -> ÖKO-SZORONGÁS



Mental Health and
Stress-Related Disorders

Forrás (hozzáférés: 2023.06.14.): https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/mental_health_disorders.htm.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Öko-szorongás (eco-anxiety)

- A környezeti változások miatt számos ember félti önmagát, gyermekeit és a jövő generációit, és mély veszteséget, reménytelenséget és dühöt éreznek, amikor az éghajlatváltozás jeleit a saját életükben érzékelik.
- Az öko-szorongás az éghajlatváltozás okozta szorongás, amikor az emberek szorongani kezdenek a jövőjük miatt.



<https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Vannak más kifejezések is, amelyeket a környezet okozta stressz interpretálására használatosak:

- az öko-gyász (ecological grief) a természeti világban tapasztalt vagy várható veszteségek miatt érzett gyász érzete
- a szolasztalgia (solastalgia) a környezeti változások által az emberekre gyakorolt stressz, amely az otthoni környezetükhöz való közvetlen kötődésük során jelentkezik
- az öko-félelem (eco-angst) a bolygó sérülékenysége miatti kétségbeesés érzése

- környezeti szorongás (environmental distress) abból a tapasztalatból ered, hogy az emberek elsivárosodott, leromlott állapotú környezetben élnek, amely befolyásolja mindennapi életüket és közérzetüket

- Az öko-szorongással kapcsolatos érzelmek az általános szorongáshoz kapcsolódnak – ez egy negatív érzelemvilág, amelyet fizikai tünetek és jövőorientált aggodalom jellemez, ahol az ökoszorongás az éghajlatváltozással kapcsolatos aggodalmakra összpontosít.
- Bár a negatív érzelmeket gyakran az ökológiai szorongással hozzák összefüggésbe, ezek az egészséges pszichológiai alkalmazkodás és a fenyegetettségre adott válasz jelei is lehetnek.

→ Az éghajlatváltozással összefüggő negatív fizikai viselkedések:


- Fizikailag megbetegedni
- Pánikrohamok átélése
- Nemkívánatos érzelmi reakciók, mint ingerlékenység, gyengeség, álmatlanság, szomorúság, depresszió, zibbadtság, tehetetlenség, reménytelenség, bűntudat, frusztráció vagy düh.
- Félelem vagy bizonytalanság érzése
- A bénultság állapotában lenni, ami apátiaként nyilvánul meg.


→ Pozitív érzelmek vagy viselkedések:


- A remény, a felhatalmazottság és az összetartozás érzése, különösen, ha kollektív cselekvéshez kapcsolódik.
- Ezek az érzések motivációt jelenthetnek az éghajlatváltozás hatásai elleni aktív cselekvésre.


→ <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>


Tippek az öko-szorongás leküzdéséhez

 Az ellenség megismerése alapvető fontosságú: az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatos oktatás megatározó.

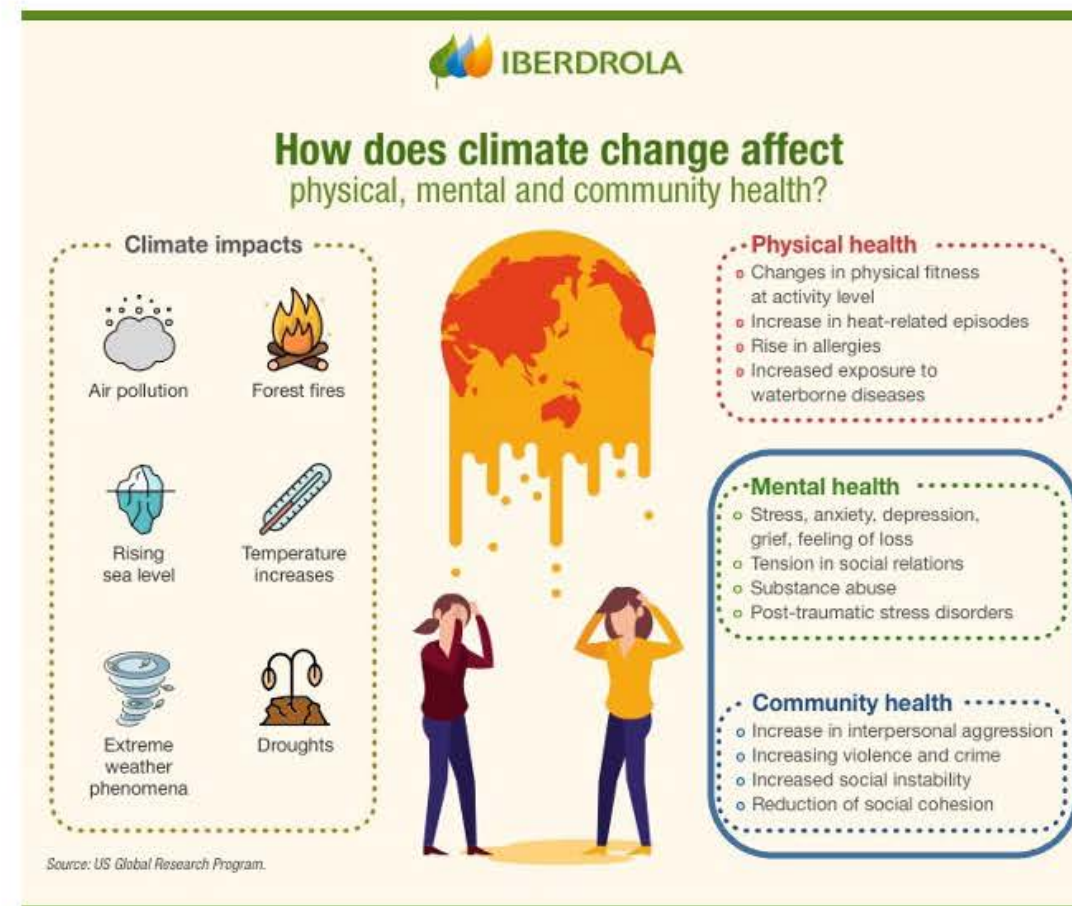
 A felelős fogyasztás és az újrahasznosítás, hogy a környezetet a lehető legjobban védje. Csökkentse a műanyagfogyasztást is.

 Végezzen fenntartható tevékenységeket, például hozzon létre egy városi kertet vagy ploggingoljon (futás közben szedje fel a műanyagot a földről).

 Kötelezze el magát a fenntartható mobilitás és a fenntartható élelmiszerek mellett. Az Ön és a bolygó egészsége hálás lesz érte.

 Kerülje azokat az apróságokat, amelyek szennyezik a környezetet, mint például a csöpögő vízcsap vagy a ráógumi földre dobása, mert a legapróbb részlet is számít.

<https://www.iberdrola.com/social-commitment/what-is-ecoanxiety>



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Van-e összefüggés a meleg időjárás és a rossz mentális egészségi állapot között? Szisztematikus áttekintés és metaanalízis

- A környezeti hőmérséklet minden 1°C-os emelkedésével a mentális egészséggel kapcsolatos
 - halálozás 1,022-es RR-rel (95%CI: 1,015–1,029) növekszik
 - morbiditás 1,009-es RR-el (95%CI: 1,007–1,015) növekszik
- A halálozási kockázat a legmagasabbnak bizonyult a szerekkel összefüggő mentális zavarok esetében (RR: 1,046; 95% CI: 0,991-1,101), amelyet a szervi mentális zavarok követtek (RR: 1,033; 95% CI: 1,020–1,046).
- Egy 1°C-os hőmérséklet-emelkedés jelentősen növelte a mentális egészségproblémák, például a hangulatzavarok, a szervi mentális zavarok, a skizofrénia, valamint a neurotikus és szorongásos zavarok előfordulását.
- Az eredmények azt mutatják, hogy a trópusi és szubtrópusi éghajlati övezetekben élő lakosság, különösen a 65 év felettiek, fokozottan ki vannak téve ezeknek a kockázatoknak.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

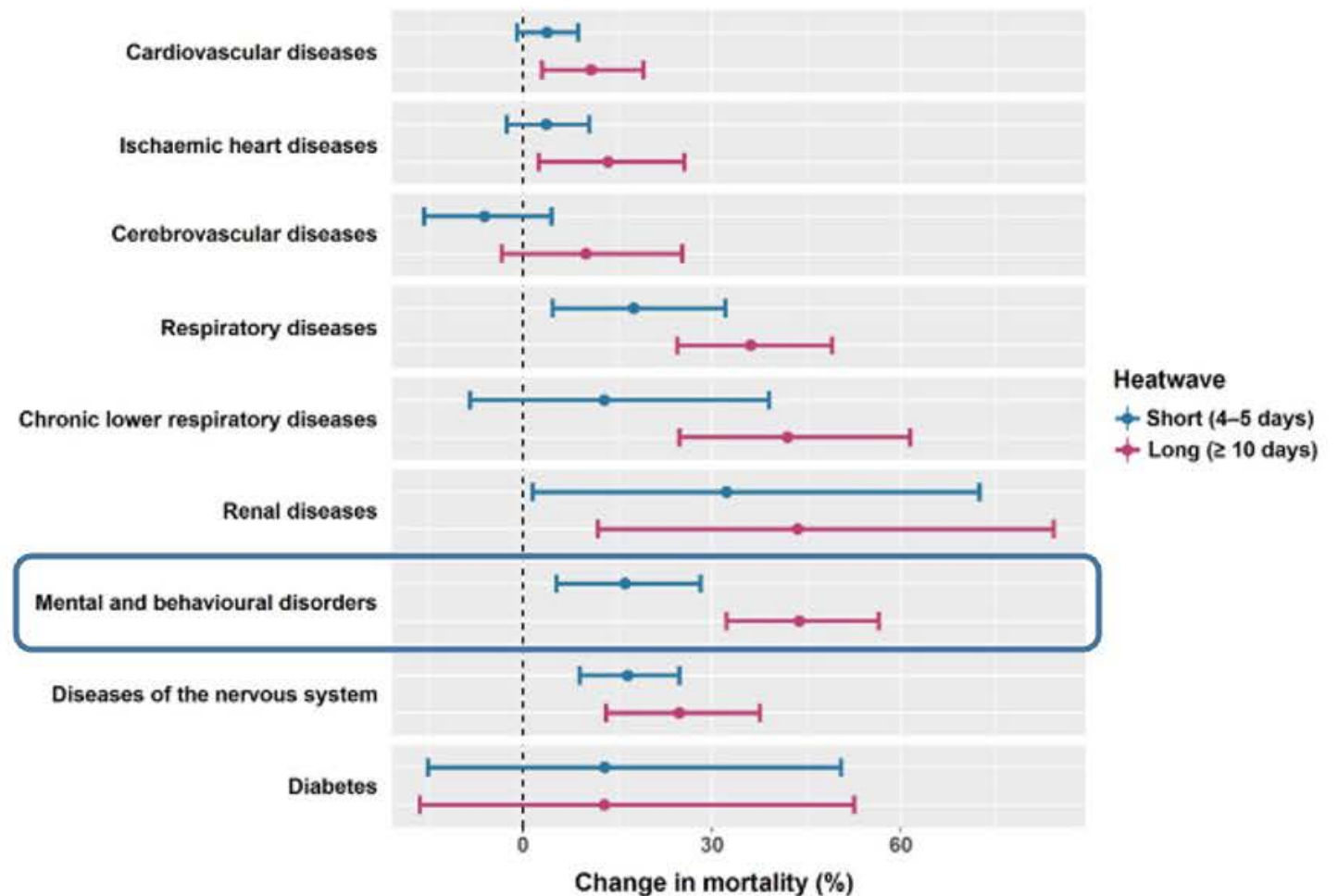
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőhullámokhoz kapcsolódó halálozási kockázat Finnországban

A napi ok-specifikus halálozás százalékos változása (95% CI) rövid és hosszú időtartamú hőhullámok alatt.

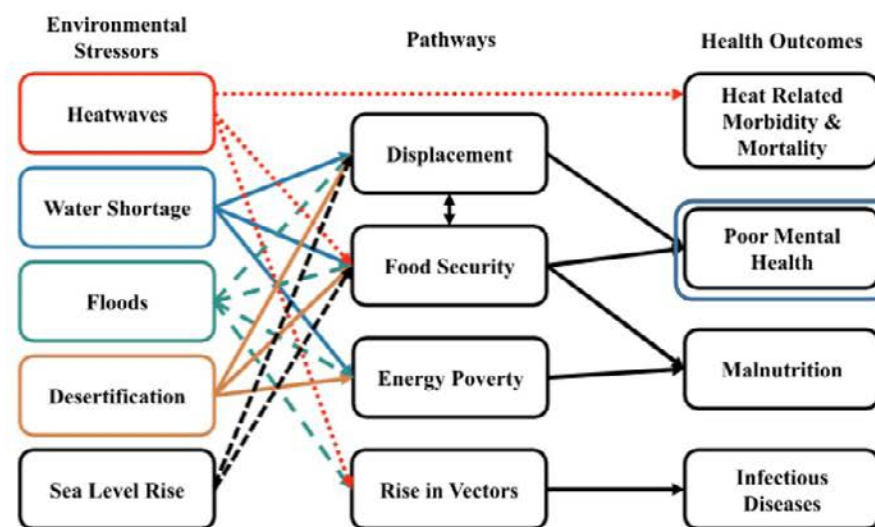
A 65-74 évesek körében statisztikailag szignifikáns halálozási növekedés volt kimutatható az agyi érrendszeri betegségek, a krónikus alsó légúti betegségek, valamint a mentális és viselkedési zavarok esetében.



<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111503>

Az éghajlatváltozással összefüggő migráció a szubszaharai Afrikában

A szubszaharai Afrika országaiban a hőhullámok, a vízhiány, az elsivatagosodás, az áradások és a tengerszint emelkedése olyan környezeti stressztényezők, amelyek növelik a megbetegedéseket, a halálozást és a mentális egészségproblémákat.



Az éghajlattal összefüggő környezeti stresszorok és az egészségi állapotot befolyásoló főbb tényezők a szubszaharai Afrikában

doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.10.004

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A szélsőséges éghajlati események intenzitása és gyakorisága mentális zavarokat okozhat, beleértve a PTSD-t, depressziós zavarokat, szorongást és más súlyos állapotokat.

Ezen túlmenően a kényszerű kitelepítés számos klíma-migránsnak negatívan hathat az identitástudatára és a hovatartozás-érzésére, ami fokozhatja a pszichoszociális szorongást.

Bár az éghajlatváltozás okozta migráció nagy része jelenleg Afrikán belüli történik, valószínűsíthető, hogy ezek a folyamatok hamarosan a kontinensen kívüli migrációs folyamatokat is befolyásolni fogják.

Az egészségügyi ellátórendszereket úgy kell átalakítani, hogy megfeleljenek az

éghajlatváltozással összefüggő, megnövekedett mentálhigiénés szolgáltatások iránti igénynek. Az egészségügyi rendszerek alkalmazkodásával kapcsolatos képzés biztosítása az egészségügyi szakemberek és hallgatók számára kulcsfontosságú. Ez magában foglalja a jelenlegi és várhatóan az éghajlatváltozás által súlyosbított betegségek kezelését, a fertőző betegségek terjedési mintázatának változásait, valamint a migránsok mentális egészségügyi ellátásának megszervezését. Az Arusha városában (Tanzánia) működő egészségügyi intézmények például ingyenes pszichiátriai és pszichológiai tanácsadást biztosítanak a hátrányos helyzetű lakosság számára.

Bozóttüzek Ausztráliában

- Ausztráliában a 2019-20-as bozóttüzek három hónapig tartottak, 10 millió hektáron pusztítottak, több mint 3000 házat semmisítettek meg, és közvetlenül 33 ember halálát okozták.
- A tüzek egyéb, még számszerűsítendő egészség hatásai közé tartoznak a következő akut és elhúzódó mentális egészség hatások:
 - az evakuálás és a diszlokáció traumája;
 - a család és a barátok, a tulajdon, a megélhetés és a természeti értékek elvesztése;
 - félelem a jövőtől.
- A sztratoszférában a hőmérséklet helyenként 3°C-kal megemelkedett.



doi.org/10.5694/mja2.50869

<https://www.nature.com/articles/d41586-022-02782-w>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hetekig tartó sűrű füst rekordszintű légszennyezést eredményezett, és a szív- és érrendszeri valamint a légzőszervi megbetegedések miatt becslések szerint 417 többlethalálesethez, 1305 asztmás sürgősségi osztályon történő megjelenéshez, valamint 3151 kórházi felvételhez vezetett.

Az első vonalbeli segítségnyújtókra (különösen a tűzoltókra) gyakorolt lehetséges hatások: fizikai és mentális kimerültség, érzelmi trauma, füstnek való krónikus kitettség, sok önkéntes tűzoltó jövedelemkiesése.

Az ausztráliai erdőtüzek hozzájárultak az ózonlyuk növekedéséhez és fokozták a globális hőmérsékletet.

A mentális egészség és a hőség közötti lehetséges biológiai mechanizmusok

- **1970-es évek:** New York állam pszichiátriai kórházában a hőhullámok idején nagyszámú haláleset történt a betegek körében. Az 1950 és 1984 között végzett halálozási adatok elemzése megállapította, hogy a vizsgált időszakban a pszichiátriai betegeknek kétszer akkora volt a hőhullám alatti halálozás kockázata, mint a lakosság többi csoportja esetében.
- **Kaliforniai hőhullám 1995:** a már meglévő mentális betegséggel küzdő személyek esetében a halálozás és a kórházi felvétel 20%-os növekedése (OR=3,5; 95% CI 1,7-7,3) kimutatható volt.
- **2003-as párizsi hőhullám:** a mentális zavarokkal küzdő betegek többlethalálozásához jelentős mértékben hozzájárult: több mint 748 idő előtti haláleset.
- A már meglévő mentális betegség a hőhullámok alatti halálozás kockázatát megháromszorozta (OR=3,61; 95% CI 1,3-9,8) (Bouchama et al. 2007).

doi.org/10.3390/ijerph15071515

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az általános népességhez képest a mentális betegek általános egészségi állapota gyakran rosszabb, és körükben általában véve nagyobb az egyéb betegségek kialakulásának és a halálozások a kockázat.

A mentális betegek egyes csoportjainál, például az Alzheimer-kórban, demenciában, pszichózisban, skizofréniában és fejlődési zavarokban szenvedőknél a környezeti hatásokkal kapcsolatos tudatosság és az adaptív viselkedés követésének képessége – például a fokozott folyadékbevitel, a napi tevékenységek megfelelő megtervezése vagy a megfelelő ruházat viselése – sérülhet.

Az „önellátásra való képtelenséget” a hőség okozta halálozás fontos kockázati tényezője,

és hozzájárulhat az mentális betegségekben szenvedők rossz egészségi állapotához.

A pszichotróp gyógyszerek alkalmazása: ezek a gyógyszerek a fiziológiai homeosztázis befolyásolásával növelik a mentális betegek környezeti hőexpozíció általi veszélyeztetettségét, még akkor is, ha a kogníciójukat és az önmagukról való gondoskodás képességét nem befolyásolja a zavar.

Pszichotróp gyógyszerek

Számos antipszichotikus, antikolinerg, antidepresszáns, nyugtató, hangulatstabilizáló és idegrendszeri gyógyszer a szervezet adaptív

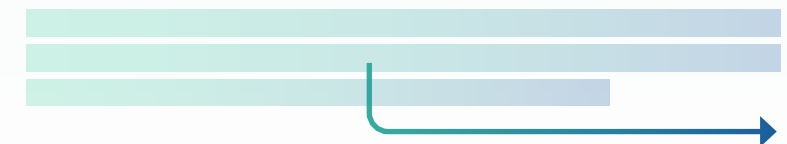
hőszabályozó tevékenységének gátlása révén növeli a hőérzékenységet.

Az antikolinerg hatású gyógyszerek csökkentik az izzadást, így csökken a szervezet hőelvezetési képessége, ezáltal az ezekkel a szerekkel kezelt betegek hőhullámok időszakában való veszélyeztetettsége növekszik.

A szimpatomimetikus gyógyszerek, különösen azok, amelyek az adrenerg α -receptor agonistáiként hatnak, a bőr fokozott érzéketlenségén (azaz a bőr véráramlásának csökkenésén) keresztül hipertermiát okoznak, míg egyes szimpatomimetikumok a metabolikus hőtermelést is fokozzák az izgalommal összefüggő, fokozott izomtevékenység révén.

A neuroleptikumok (antipszichotikumok), például a fenotiazinok, mind antikolinerg, mind központi hőszabályozó hatásúak, és használatuk a hőség fokozott kockázatával jár.

Az antidepresszánsok, például a bupropion, amely kettős dopamin- és noradrenalin-visszavétel-gátlóként működik, bizonyítottan jelentősen emelik a maghőmérsékletet testedzés vagy más fokozott intenzitású fizikai aktivitás közben.



A mentális egészség és a hőség közötti lehetséges biológiai mechanizmusok

- **1970-es évek:** New York állam pszichiátriai kórházában a hőhullámok idején nagyszámú haláleset történt a betegek körében. Az 1950 és 1984 között végzett halálozási adatok elemzése megállapította, hogy a vizsgált időszakban a pszichiátriai betegeknek kétszer akkora volt a hőhullám alatti halálozás kockázata, mint a lakosság többi csoportja esetében.
- **Kaliforniai hőhullám 1995:** a már meglévő mentális betegséggel küzdő személyek esetében a halálozás és a kórházi felvétel 20%-os növekedése (OR=3,5; 95% CI 1,7-7,3) kimutatható volt.
- **2003-as párizsi hőhullám:** a mentális zavarokkal küzdő betegek többlethalálozásához jelentős mértékben hozzájárult: több mint 748 idő előtti haláleset.
- A már meglévő mentális betegség a hőhullámok alatti halálozás kockázatát megháromszorozta (OR=3,61; 95% CI 1,3-9,8) (Bouchama et al. 2007).

doi.org/10.3390/ijerph15071515

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



ec.europa.eu/erasmus-plus

Antipszichotikus gyógyszerek: a mentális problémák kezeléshez alkalmazott gyógyszerek a szomjúságérzetet a szabályozórendszer több szintjén is megzavarhatják, ami hozzájárul a dehidratáció kialakulásához.

Hőhatás és az agyi funkciók

A hőhatás károsíthatja az agy kognitív funkcióit, megzavarhatja a hatékony viselkedési válaszok végrehajtását, és csökkentheti a munka- és a rövid távú memória kapacitását.

A testhőmérséklet emelkedése befolyásolhatja a különböző agyi régiók oxigénellátását, és ezáltal a központi idegrendszer információfeldolgozási folyamatát.

A megnövekedett BBB-permeabilitás hipertermia esetén növelheti az agy sebezhetőségét mind a fertőzéseket terjesztő kórokozókkal, mind a toxikus neurokémiai anyagokkal szemben.

A hőstressz bizonyítottan fokozza a hipotalamo-hipofízis-mellékvese-kéreg (HPA) hormonok, az adrenalin, a noradrenalin és a kortizol kiválasztását, de növeli a szerotonin keringési szintjét és a dopamin és a szerotonin hipotalamikus szintjét is, amelyek változásai valószínűleg nem csak a fiziológiai válaszokat befolyásolják, hanem a hangulati állapotot és a kognitív képességeket.

Hőhullám okozta alvászavarok

Az emberek érzékenyen reagálnak a környezeti jellemzőkre, és már kisebb környezeti változások is alvászavarokhoz és alvásmegvonáshoz vezethetnek.

Az alváshiány lehetséges egészséghatásai a hőhullámok idején jellemzően fokozódnak.

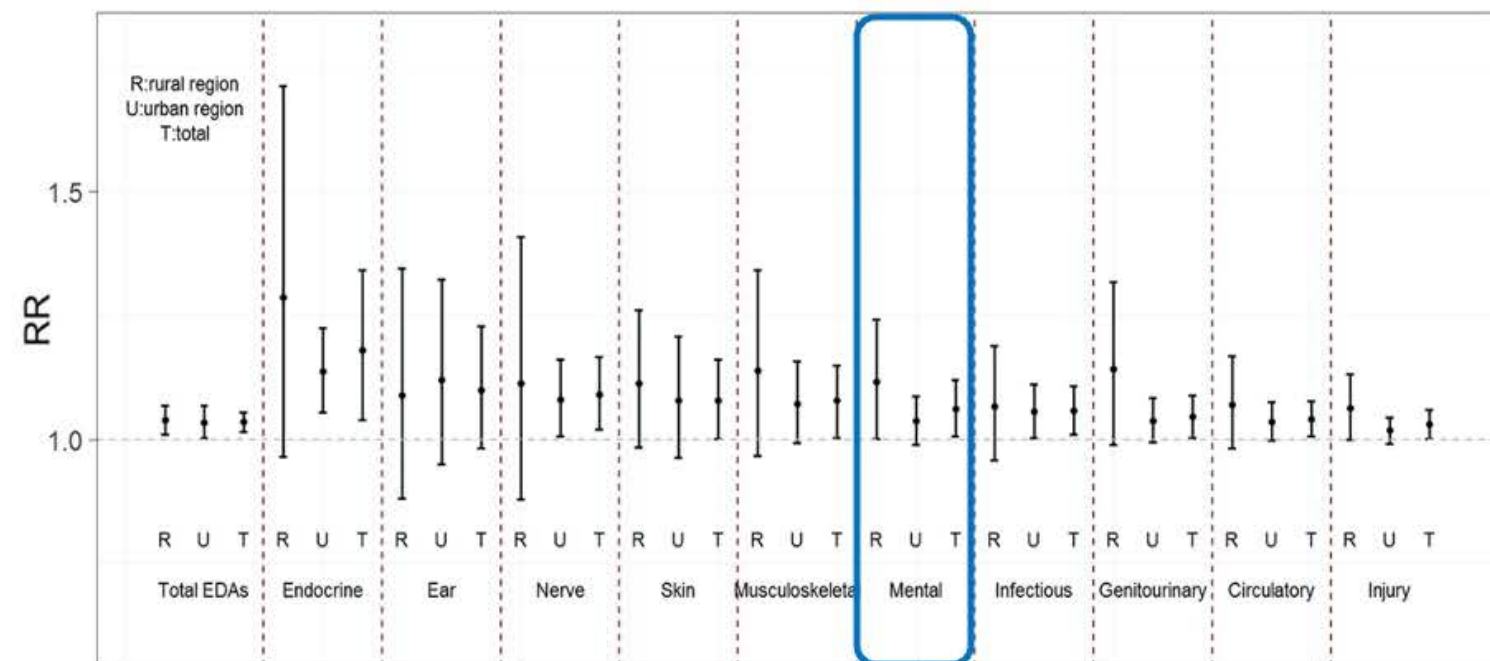
Az alvásmegvonás az epidemiológiai vizsgálatok szerint erősen korrelál a megnövekedett halálozással és megbetegedések kockázatával.

Az alvás minősége és ideje valamint az érzelmek kölcsönhatásban vannak egymással, és a legtöbb pszichiátriai és neurológiai rendellenesség (pl. skizofrénia, affektív zavarok, függőségek, demencia) alvásproblémákkal jár együtt.

A hőhullámok okozta alváshiány és a hőség okozta megszakított alvással járó elégtelen alvásminőség nagy valószínűséggel hozzájárulnak a már meglévő mentális betegségek súlyosbodásához.

A hőhullám hatása az okspecifikus sürgősségi ellátás igénybe vételére

A hőhullámok jelentős hatást gyakoroltak a teljes és az okspecifikus sürgősségi ellátás igénybevételére az ausztráliai Queensland nyolc településén.



Az okspecifikus sürgősségi ellátások igénybe vétele az ausztráliai Queensland nyolc településén hőhullám idején

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.013>

Az éghajlatváltozás hatásainak és a mentális egészség kapcsolatos egészségkockázatok

Leginkább veszélyeztetett csoportok:

- Gyermekek
- Idősebb felnőttek
- Várandós és szülés utáni nők
- Mentális betegségben szenvedők
- Szegénységben élők
- Hajléktalanok
- Elsősegélynyújtók
- Fokozott stresszben szenvedők
- Azok, akiknek a mindennapi megélhetését a környezeti erőforrások közvetlen használata biztosítja (mezőgazdaság, erőgazdálkodás, egyéb tevékenységek)



<https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/CDC-HealthHarmCards-508.pdf>

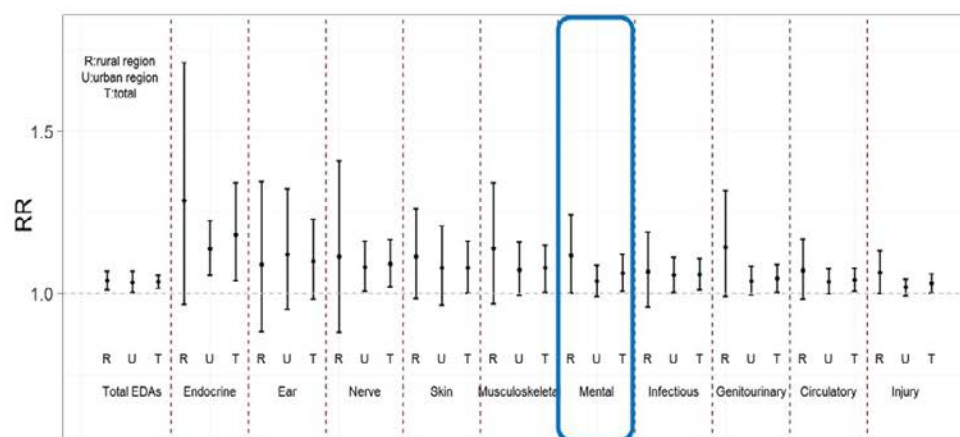
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A hőhullám hatása az okspecifikus sürgősségi ellátás igénybe vételére

A hőhullámok jelentős hatást gyakoroltak a teljes és az okspecifikus sürgősségi ellátás igénybevételére az ausztráliai Queensland nyolc településén.



Az okspecifikus sürgősségi ellátások igénybe vétele az ausztráliai Queensland nyolc településén hőhullám idején

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.10.013>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ismerje meg a stressz jeleit

Koncentrációs és döntéshozatali nehézségek

Csökkentet érdeklődés a szokásos tevékenységek iránt

Új információk értelmezésével kapcsolatos szélsőséges reakciók: hitetlenség, rácsodálkozás, tompaság

Szélsőséges érzelmi reakciók: düh, feszültség és ingerlékenység

Félelem és szorongás a jövőtől

Beszélgessen a barátaival és a családtagjaival

Keresse a társaságot és beszélgessen barátaival, családtagjaival és a szűkebb-tágabb közössége tagjaival.

Feltöltődés

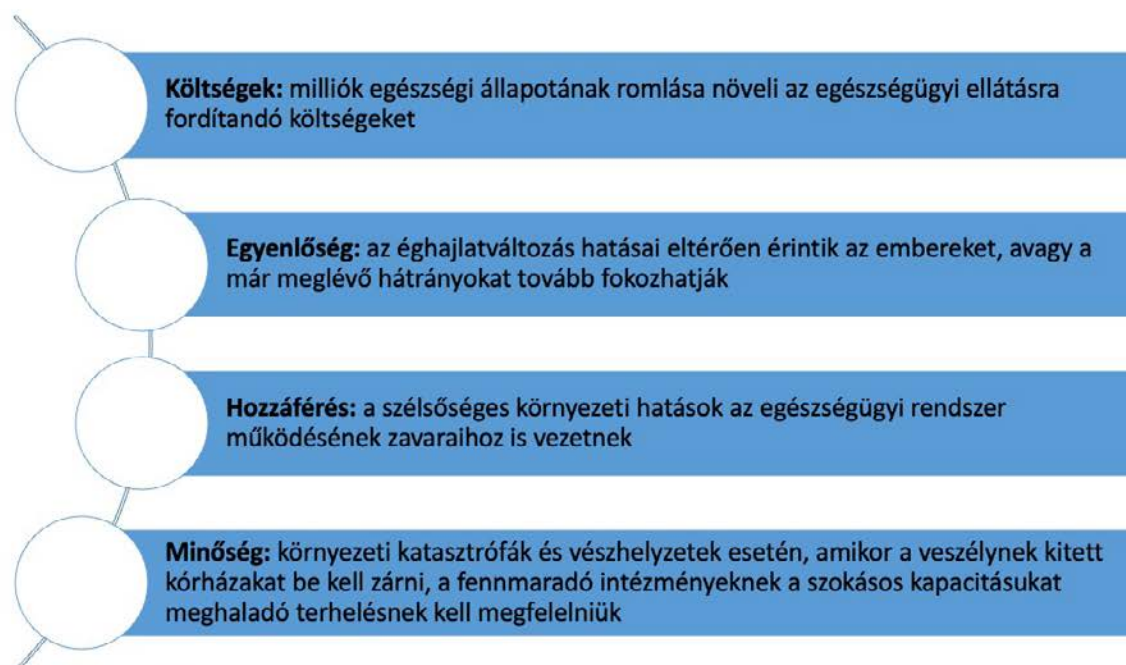
Végezzen stresszcsökkentő tevékenységeket, például testmozgás, zenehallgatás vagy barátokkal való időtöltés.

Kérjen segítséget

Forduljon szakemberhez, ha a stressz tünetei megzavarják a mindennapi tevékenységeit.

Jelentősen segítené a hőhullámok időszakában megjelenő egészségkockázatok kezelését, ha a helyi egészségügyi hatóságok és az ellátórendszer intézményei figyelembe vennék a mentális egészségre gyakorolt hatásokat a hőhullámokkal kapcsolatos figyelmeztető rendszereik kialakításakor. Emellett az egészségvédelmi szakpolitikai iránymutatásoknak is ki kellene térniük a hőhatások és a mentális betegségek kockázatainak mérséklésére, különös tekintettel a megelőzés lehetőségeire.

Hogyan hathat az éghajlatváltozás az egészségügyi ellátórendszerre?



<https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Költségek: milliók egészségi állapotának romlása növeli az egészségügyi ellátásra fordítandó költségeket.

- Az ellátórendszernek gondoskodni kell a közvetlen környezeti hatásoknak kitett emberekről, valamint az új vagy súlyosbodó krónikus betegségekből, például szív- és érrendszeri vagy légzőszervi betegségekből szenvedőkről.
- Az Egyesült Államokban 2012-ben bekövetkezett tíz éghajlati esemény hatásait elemző tanulmány megállapította, hogy az egészségügyi kiadások – beleértve a kórházi kezeléseket, a sürgősségi ellátásokat, az egyéb orvosi költségeket és a kiesett jövedelmeket

összegét – összesen 10 milliárd dollárt értek el.

Egyenlőség: az éghajlatváltozás hatásai eltérően érintik az embereket, avagy a már meglévő hátrányokat tovább fokozhatják azáltal, hogy a legnagyobb mértékben azokat veszélyeztetik, akik adottan is fokozott kockázatnak vannak kitéve:

- alacsony jövedelműek, hajléktalanok
- etnikai kisebbségek, különösen az őslakos közösségek
- bizonyos veszélyes foglalkozásokban dolgozó munkavállalók, például elsősegélynyújtók és építőipari dolgozók

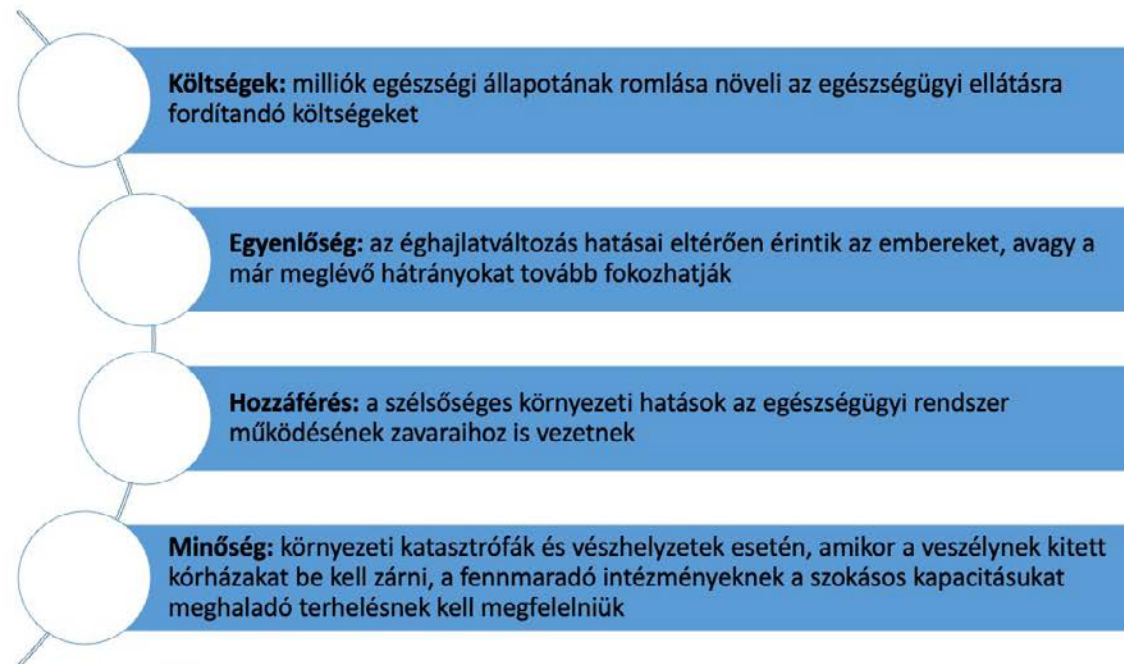
- a környezeti szempontból érzékeny területeken élő emberek
- krónikus betegségben szenvedők, fogyatékkal élők
- Kutatási eredmények szerint az olyan szélsőséges időjárási események, mint a hurrikánok, hosszú távon erősíthetik a társadalmi egyenlőtlenségeket, és negatívan befolyásolhatják a már korábban az esélyhátrányok csökkentése terén elért eredményeket: a Katrina hurrikán afroamerikai túlélői számos esetben számoltak be a hurrikánnal kapcsolatos problémákról a személyes egészségi állapot, az érzelmi jólét és a háztartás pénzügyei terén.
- idősek és gyerekek

Hozzáférés: a szélsőséges környezeti hatások az egészségügyi rendszer működésének zavaraihoz is vezetnek.

- Előfordulhat, hogy környezeti vészhelyzetek idején a kórházakat evakuálni kell, a létesítmények megrongálódhatnak vagy bezárhatnak, az áramkimaradások megzavarhatják az ellátást, a sérült utak vagy közlekedési rendszerek pedig megakadályozhatják, hogy az emberek eljussanak az egészségügyi intézményekbe.



Hogyan hathat az éghajlatváltozás az egészségügyi ellátórendszerre?



<https://www.commonwealthfund.org/publications/explainer/2022/may/impact-climate-change-our-health-and-health-systems>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Amikor 2012-ben a Sandy hurrikán lecsapott New York Cityre, az évente több mint 500.000 beteget ellátó Bellevue Kórház kénytelen volt ideiglenesen bezárni és az ellátás alatt álló betegeket más intézményekbe kellett átszállítani.

Minőség: környezeti katasztrófák és vészhelyzetek esetén, amikor bizonyos kórházakat be kell zárni, a fennmaradó intézményeknek a szokásos kapacitásukat meghaladó terhelésnek kell megfelelniük.

→ A tervezett kapacitásokat meghaladó ellátás biztosítása sürgősségi osztályok túlsúlyfoltásával és a betegellátás minőségének csökkenésével járhat.

→ Az intézmények működéséhez szükséges feltételeket biztosító ellátási láncban bekövetkező zavarok csökkenthetik a kritikus fontosságú gyógyszerek vagy orvostechnikai eszközök rendelkezésre állását.

→ Amikor a Maria hurrikán súlyosan megrongált egy nagy kapacitású sóoldatgyártó üzemet az Egyesült Államokban, számos kórházban kritikus hiány alakult ki ebből az alapvető fontosságú orvosi ellátási eszközökből.

Hogyan hathat az éghajlatváltozás az egészségügyben dolgozókra?



Mentális egészségproblémák és kiégés az egészségügyi dolgozók körében (Forrás: healtheuropa.com, hozzáférés: 2023.06.14.)



Assam egészségügyi dolgozók "kölcönöznek" csónakokat, hogy elérjék az árvíz áldozatait a COVID közepette (Forrás: ndtv.com/india-news, hozzáférés: 14.06.2023)



Miközben a szárazság egyre szorosabbra fogja Kenyát, egy motoros mentőautó segít a nőknek a kritikus egészségügyi ellátáshoz való hozzáférésben (Forrás: un.org/africarenewal, hozzáférés: 14.06.2023).



A katasztrófa-gyógyászat növekvő jelentősége (Forrás: emag.medicalexpo.com, hozzáférés: 2023.06.14.)



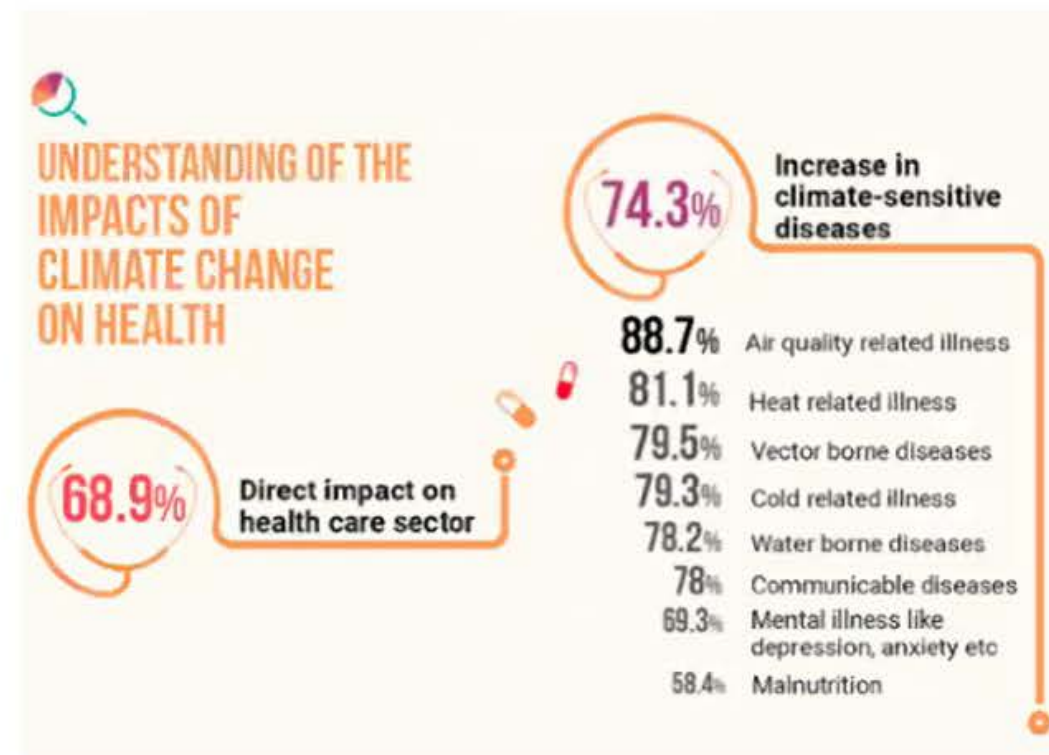
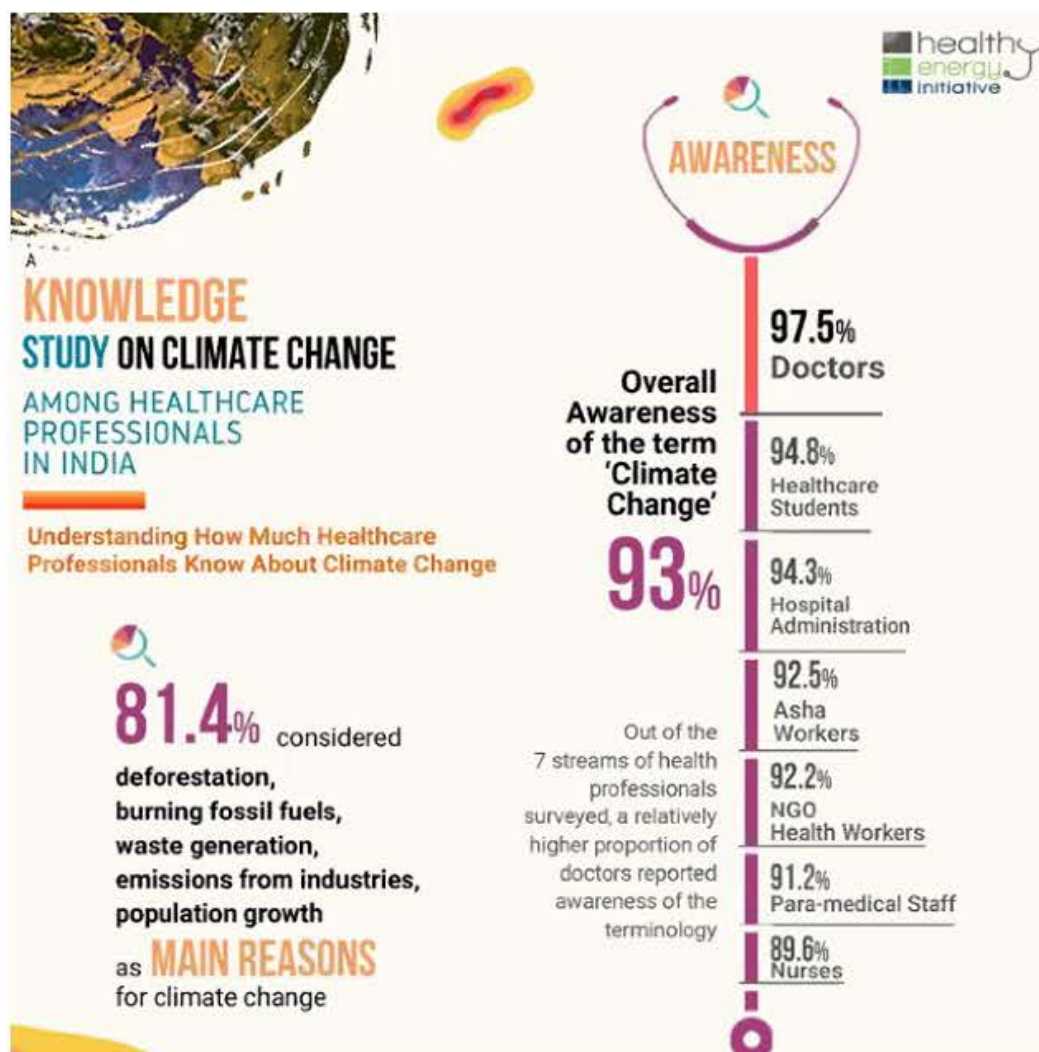
Hatalmas erdőtűz miatt égnek a házak, hat Jeruzsálem környéki települést evakuálni kell (Forrás: timesofisrael.com, hozzáférés: 2023.06.14.)

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozással és annak egészséghatásaival kapcsolatos ismeretek, attitűdök és gyakorlatok az indiai egészségügyi dolgozók körében



<https://en.gaonconnection.com/the-healthcare-sector-has-a-responsibility-to-address-climate-change-and-reduce-its-carbon-footprint-study/>
<https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100147>

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége



A munkavállalók egészségét fenyegető fő veszélyek

- Hőexpozíció okozta hatások
- Légzőszervi megbetegedések
- Fizikai és mentális egészségi hatások
- Rovarok és kullancsok által terjesztett betegségek
- Peszticidekkel kapcsolatos hatások

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Számos olyan munkatevékenység van, amely esetén a munkavállalók fokozottabban ki vannak téve az éghajlatváltozás okozta egészséghatásoknak, mint a lakosság más csoportjai.

A kültéri munkahelyek dolgozói, például a mezőgazdaságban – az építőiparban vagy a közlekedésben foglalkoztatottak – jobban ki vannak téve a szélsőséges környezeti hőmérséklet és más időjárással összefüggő expozíciónak – rossz levegőminőség, betegségeket terjesztő vektorok – mint a beltéri munkahelyeken dolgozók.

Olyan meleg beltéri környezetben dolgozók, ahol nincs megfelelő légkondicionálás,

például gyártóüzemek, raktárak és más ipari létesítmények munkavállalói.

A katasztrófaelhárítás területén dolgozók – mentősök, tűzoltók, rendőrök – akik nagyobb valószínűséggel vannak kitéve a környezeti vészhelyzetekkel összefüggő egészségkockázatoknak, például az erdőtüzek füstjének vagy a heves esőzésekből eredő áradásoknak.

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége

Hőexpozíció okozta hatások

- Hőexpozíció okozta betegségek akkor fordulhatnak elő, ha egy személy magas hőmérsékletnek van kitéve, és a testhőmérséklete nem tud a normál hőmérsékletre lecsökkeni.
- Az éghajlatváltozással párhuzamosan környezeti hőmérséklet átlagos és a szélsőséges értékei, valamint a hőhullámok gyakorisága is emelkedik.
- Ezek a változások a beltérben és kültéren dolgozókat a hővel kapcsolatos betegségek, például a hőség és a hőkimerülés nagyobb kockázatának tehetik ki, különösen a fizikailag megterhelő munkakörökben.
- A hőség okozta fáradtság befolyásolhatja a munkavállalónak a munkavégzésre fordított figyelmét, ami növelheti a baleseti sérülés vagy a halálozás esélyét.
- Az építőipari, közüzemi, közlekedési és egyéb kültéri munkások további kockázatokkal szembesülnek a városi hősziget-jelenség hatásai miatt, amelyek fokozhatják a dolgozók nappali és éjszakai hőterhelését.

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége

Légzőszervi megbetegedések

A levegő minősége

- Az éghajlatváltozás hatással van a levegő minőségére, mivel egyes kültéri légszennyező anyagok (O₃ és PM) légköri koncentrációja növekszik.
- A szabadban dolgozók, jobban ki lehetnek téve e szennyező anyagokkal összefüggő expozíciónak, ami légzőszervi megbetegedésekhez, többek között asztmához vezethet.

Pollenek

- A korábban induló tavaszi felmelegedés, a csapadékváltozás, valamint a hőmérséklet és a szén-dioxid-koncentráció emelkedése növelheti a pollenszezon hosszát és a pollenkoncentrációt.
- A szabadban dolgozók nagyobb mértékben lehetnek kitéve a pollenek és más allergének okozta kockázatoknak, amelyek allergiás tüneteket és/vagy asztmát okozhatnak.

Erdő- és bozóttüzek

- Az éghajlatváltozás hatására az erdőtüzek gyakoriságának és intenzitásának növekszik, amely helyzet a tűzoltók és más vészhelyzeti mentéseken dolgozó segítők légzőszervi egészségkockázatainak növekedéséhez vezethet.

Beltéri környezetek

- Az éghajlatváltozás növelheti egyes szélsőséges időjárási események, köztük a heves esőzések gyakoriságát és súlyosságát is. A nagyobb páratartalom és nedvesség a beltéri penész, a baktériumok és a kártevők számának növekedéséhez vezethet, ami súlyosbíthatja az asztmát és más légzőszervi hatásokat a nedves környezetben dolgozóknál.
- A kültéri légszennyezők magasabb koncentrációja miatt e szennyező anyagok a beltéri levegőbe is könnybene bejuthatnak.

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége

Fizikai és mentális egészséghatások

- Az éghajlatváltozással párhuzamosan egyes szélsőséges időjárási események gyakoribbá vagy intenzívebbé válnak.
- Az árvizek, viharok, aszályok és erdőtüzek gyakran összetett vészhelyzeti reagálást, helyreállítási és mentési műveleteket igényelnek.
- Ezek a műveletek sokféle munkavállalót veszélyeztetnek, beleértve az elsősegélynyújtókat, az egészségügyi dolgozókat és a katasztrófa előtti és utáni munkálatokban résztvevőket.
- A munkavállalók egyaránt érzékelhetik ezen események fizikai és mentális egészségükre gyakorolt hatásait.
- A fizikai hatások közé tartozhatnak a sérülések, a megbetegedések és a halálesetek.
- A mentális egészségre gyakorolt hatások közé tartozhat a szorongás, a depresszió és a poszttraumás stressz szindróma (PTSD).

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége

Rovarok és kullancsok által terjesztett betegségek

- Az éghajlatváltozás következtében emelkedő hőmérséklet felgyorsíthatja a szúnyogok fejlődési ciklusát és fokozhatja csípési aktivitásukat.
- A csapadék mennyiségének növekedése kedvezőbb feltételeket teremthet a szúnyogok szaporodására, mivel több tenyészhely alakulhat ki.
- A szabadtéri munkát végző személyek, például a mezőgazdaságban dolgozók, fokozottan ki lehetnek téve a Lyme-kórt, a nyugat-nílusi vírust és egyéb rovarok által terjesztett betegségeket okozó csípéseknek.
- Bár a nyugat-nílusi vírussal fertőzöttek többsége tünetmentes marad, egyes esetekben súlyos megbetegedés alakulhat ki, amely akár halálhoz is vezethet.
- A kezeletlen Lyme-kór hosszú távú egészségproblémákat, például krónikus fájdalmat és neurológiai zavarokat eredményezhet.

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége

Peszticidekkel kapcsolatos hatások

- A kártevők populációjának és terjedésének változása várhatóan fokozza a mezőgazdasági növényvédő szerek alkalmazását.
- Az éghajlatváltozás már most is hozzájárul, hogy a kullancsok számára nagyobb földrajzi terület legyen alkalmas arra, hogy éljenek és szaporodjanak.
- Ezek a változások növelhetik a mezőgazdasági dolgozók peszticideknek való kitettségét.
- A mezőgazdasági munkavállalók családtagjai is veszélybe kerülhetnek, ha a peszticidmaradványok a bőrön, a munkaruházaton vagy a szerszámokon keresztül bekerülnek az otthoni környezetbe.
- A permetezett növényvédő szerek eljuthatnak a termőterületek környezetében található lakóközösségekbe és otthonokba, növelve az ott élők egészségkockázatát.

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége – Mit tehetünk?

Mind a munkavállalók, mind a munkáltatók tehetnek intézkedéseket az éghajlatváltozás egészséghatásainak csökkentése érdekében.

- **Testhőmérséklet szabályozása és megfelelő hidratáció:** a kültéren dolgozóknak elegendő mennyiségű vizet kell fogyasztaniuk, rendszeresen pihenőt kell tartaniuk, és ha lehetséges, árnyékos helyet kell keresniük a pihenőidő eltöltéséhez. A munkáltatóknak biztosítaniuk kell, hogy a dolgozók a pihenőidőt hűvös helyen töltsék, és gondoskodniuk kell arról, hogy senki se hagyja ki ezeket a szüneteket.
- **Megelőzés, képzés és felügyelet:** a munkaadóknak írásos tervet kell készíteniük a munkahelyi hőstressz megelőzésére, és gondoskodniuk kell arról, hogy a munkavállalók felismerjék a környezeti hőhatásokkal kapcsolatos egészségkockázatokat. Emellett rendszeresen ellenőrizni kell a hőhatásokat és az időjárási körülményeket a munkahelyeken.
- **A kültéri levegő minőségének ellenőrzése:** fontos nyomon követni a helyi időjárás-előrejelzéseket és figyelni az erdőtüzekkel, füst- vagy hamuexpozícióval kapcsolatos figyelmeztetésekre.

Forrás (elérés: 2023.06.14.): <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás és a munkavállalók egészsége – Mit tehetünk?

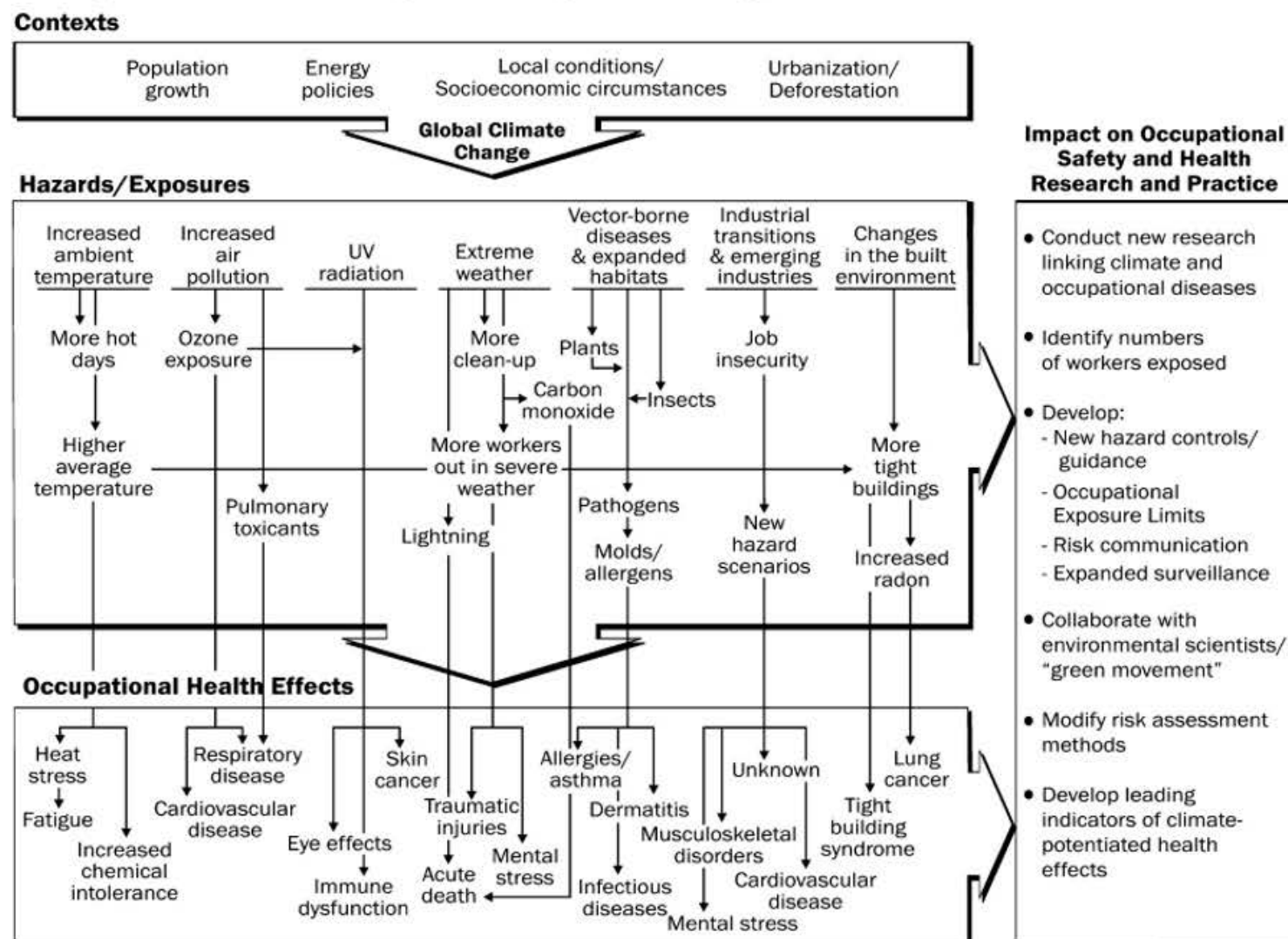
- **Az egészségre nem ártalmas beltéri levegőminőség biztosítása:** a beltéri munkahelyek dolgozóinak egészségkockázatait a munkáltatók által is csökkenthetik, hogy megfelelő szellőzést, légkondicionálást és páratartalom-szabályozást biztosítsanak a munkaterületeken.
- **Mentális egészség védelme:** a munkáltatók gondoskodhatnak arról, hogy dolgozóik számára elérhetőek legyenek mentálhigiénés szolgáltatások, különösen szélsőséges időjárási helyzetek vagy természeti katasztrófák idején valamint ezen eseményeket követően is.
- **Rovarcsípések elleni védekezés:** a kültéren dolgozók rovarriasztó szerek alkalmazásával és hosszú ujjú ruházat viselésével csökkenthetik a szúnyogcsípések kockázatát. Fontos tisztában lenni azzal, hogy hol fordulnak elő kullancsok, és munkavégzés után alaposan átvizsgálni a testet, különösen melegebb hónapokban, valamint erdős vagy füves területeken való tartózkodás után.
- **Peszticidekkel dolgozók védelme:** a munkáltatók megfelelő képzést és védőfelszerelést kell, hogy biztosítsanak a növényvédő szerekkel dolgozó munkavállalók számára, csökkentve ezzel a káros anyagok okozta kockázatoknak való kitettséget. A mezőgazdasági termelés során alternatív módszerekkel, például integrált növényvédelemmel is csökkenthető lehet a növényvédő szerek használata.

<https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-workers>

Éghajlatváltozás, munkahelyi biztonság és egészségvédelem

Az éghajlatváltozás és a munkahelyi biztonság és egészségvédelem közötti kapcsolatok fogalmi keretrendszere.

<https://doi.org/10.1080/15459620903066008>



Éghajlatváltozás, munkahelyi biztonság és egészségvédelem

Az éghajlatváltozással összefüggő munkahelyi kockázatokat fokozó tényezők

Kor	Az idősebb munkavállalóknál számos mérgező anyag szervezetből való kiürülése lassabb lehet. A hőszabályozásra is kevésbé képesek.
Elhízás	Öröklött és szerzett különbségek a hőtűrésben és a verejtékezés mértékében: a túlsúly növeli a metabolikus hőtermelést.
Krónikus betegségek	A korábbi hősérüléssel, elhízással, vagy már meglévő betegséggel, például szív- és érrendszeri betegséggel vagy krónikus légzőszervi betegséggel küzdő, idősek, gyermek vagy más, hőterheléses foglalkozású, nem akklimatizálódott munkavállalóknál nagyobb lehet a hőség okozta megbetegedések kockázata.
Alacsonyabb társadalmi-gazdasági státusz	A szegénységben élők a többszörös expozíció lehetőségének is ki vannak téve: a rosszabb táplálkozás és lakhatási körülmények valamint az orvosi ellátáshoz való hozzáférés hiánya vagy korlátozottsága miatt a hőstressz esetén nagyobb veszélyeknek vannak kitéve.
Immunológiai státusz	Azok esetében, akik HIV-fertőzésben szenvednek, vagy rákterápia vagy egészségkockázatok miatt immunszuppresszióban szenvednek, nagyobb a kockázata a súlyos fertőzéseknek.
Munkaruha típusa	A félig áteresztő vagy vízhatlan védőruházat vagy egyéni védőfelszerelés, például Tyvek-öltözet, kesztyű, légtisztító légzőkészülék viselésére kötelezett munkavállalók jobban ki vannak téve a hőbetegségek kockázatának.
Genetikai jellemzők	A részecskék patofiziológiai hatásait módosító genetikai tényezők (pl. hemokromatózis gén) szerepet játszhatnak a légszennyezettségre való fogékonyság előrejelzésében. A hősokkfehérjék és néhány gén (pl. C-reaktív protein, ICAM-1, metallothionein és cNOS) expressziója hőstressz hatására megváltozik.

<https://doi.org/10.1080/15459620903066008>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

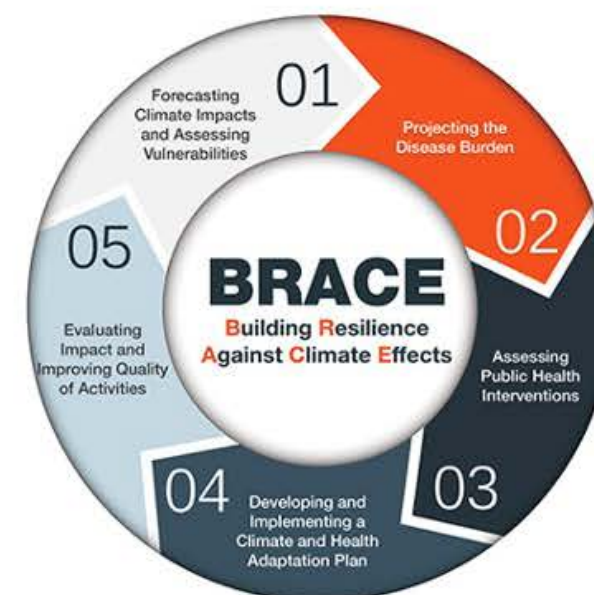
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A CDC BRACE (Building Resilience Against Climate Effects) keretrendszer

A **CDC BRACE** egy ötlépcsős folyamat, amely az egészségügyi döntéshozók számára keretet biztosít olyan stratégiák és programok kidolgozásához, amelyek segítségével a közösségek felkészülhetnek az éghajlatváltozás okozta negatív egészséghatások mérséklésére.

- **A környezeti hatások előrejelzése és a veszélyeztetettség elemzése:** azonosítani kell az éghajlatváltozásból eredő környezeti hatásokat, a potenciális egészségkockázatokat, valamint a leginkább érintett lakossági csoportokat és földrajzi területeket.
- **A betegségteher becslése:** fel kell mérni és számszerűsíteni azokat az egészségügyi ellátásban jelentkező többletterheket, amelyeket az éghajlatváltozás egészség hatásai okozhatnak.
- **Egészségvédelmi beavatkozások meghatározása:** azon intézkedések azonosítása, amelyek a leginkább alkalmasak a legsúlyosabbnak ítélt egészségkockázatok enyhítésére.
- **Környezeti és egészségügyi alkalmazkodási terv kidolgozása és végrehajtása:** részletes írásos terv készítése és folyamatos frissítése, amely környezeti katasztrófa vagy vészhelyzet esetén alkalmazandó mentési és kockázatcsökkentési tevékenységeket határozza meg, valamint a kockázatcsökkentés érdekében megteendő preventív beavatkozásokat is tartalmazza.
- **Hatásvizsgálat és folyamatos fejlesztés:** a tervekben foglalt célok eléréshez alkalmazott módszerek és tevékenységek hatásosságának és hatékonyságának értékelése, az összegyűjtött tapasztalatok és adatok alapján a stratégiák átdolgozása és fejlesztése.



<https://youtu.be/2PWPGI7NSUo>



<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>

Fő megállapítások

- Az öko-szorongás és a környezeti katasztrófákat követő mentális egészségproblémák az éghajlatváltozás okozta meghatározó egészségproblémáknak számítanak.
- A hőhullámok növelik a mentális betegségek kialakulásának vagy súlyosbodásának kockázatát.
- Az egészségügyi ellátórendszereket úgy kell átalakítani, hogy azok megfeleljenek az éghajlatváltozással összefüggően megnövekedett mentálhigiénés szolgáltatások iránti igénynek.
- Az egészségügyi dolgozók nagyobb mértékben vannak kitéve az éghajlatváltozás okozta fizikai és mentális egészségkockázatoknak, mint a lakosság többi része.
- A szabadban vagy magas hőmérsékletű beltéri környezetben dolgozó munkavállalók – ide értve a vészhelyzeti beavatkozásokat végző szakembereket is –, fokozott veszélynek vannak kitéve az éghajlatváltozás okozta egészségkockázatokkal illetően.
- Az éghajlatváltozás hozzájárulhat a meglévő foglalkozási kockázatok gyakoribbá válásához, szélesebb körű elterjedéséhez és súlyosbodásához.

Ellenőrizze tudását

- Milyen mentális egészséghatások léphetnek fel természeti katasztrófák után?
- Értelmezze az "öko-szorongás" fogalmát.
- Foglalja össze a hőséggel (és a kapcsolódó éghajlati hatásokkal) valamint a mentális betegségekkel kapcsolatos kutatásoknak a tananyagban tárgyalt eredményeit
- Melyek azok az élettani mechanizmusok, amelyek a magas környezeti hőmérséklet a mentális betegségek összefüggésében relevánsak lehetnek?
- Kiket veszélyeztetnek leginkább az éghajlatváltozással összefüggő mentális egészségproblémák?
- Hogyan hat az éghajlatváltozás az egészségügyi ellátórendszer működésére?
- Hogyan hat az éghajlatváltozás a munkavállalók egészségére?
- Milyen tényezők növelhetik az éghajlatváltozással kapcsolatos munkahelyi kockázatokat?
- Mi az a "BRACE" keretrendszer?

Ajánlott irodalom

- Coffey et al.: Understanding Eco-anxiety: A Systematic Scoping Review of Current Literature and Identified Knowledge Gaps. The Journal of Climate Change and Health 3 (2021) 1000472. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100047>
- Liu et al.: Is there an association between hot weather and poor mental health outcomes? A systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>
- Löhmus M.: Possible Biological Mechanisms Linking Mental Health and Heat-A Contemplative Review. Int J Environ Res Public Health. 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>
- Schulte and Chun: Climate Change and Occupational Safety and Health: Establishing a Preliminary Framework. J Occup Environ Hyg 2009. <https://doi.org/10.1080/15459620903066008>
- Global Climate Change and Human Health: From Science to Practice, by J. Lemery, K. Knowlton, and C. Sorensen. Chapter 3. Publisher: John Wiley, 2021. Print ISBN: 9781119667957, eBook ISBN: 9781119670018.
- Climate Change and Public Health, by B. Levy and J. Patz. Chapter 4B. Publisher: Oxford University Press, 2015. Print ISBN: 9780190202453 eBook ISBN: 9780190202460.

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science - Újvidék, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás farmakológiai vonatkozásai

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- értelmezni, hogy emelkedett környezeti hőmérséklet esetén miként változhatnak az adott paciens számára előírt gyógyszerek mellékhatásai
- átlátni, hogy emelkedett környezeti hőmérséklet esetén miért lehet szükséges bizonyos gyógyszerek adagolását megváltoztatni
- értelmezni, hogy emelkedett környezeti hőmérséklet a gyógyszerek hatásosságát miként befolyásolhatja
- felismerni a gyógyszeres terápia és a folyadékbevitel figyelemmel kísérésének szükségességét, különösen az idősek és a krónikus betegségekben szenvedők, különös tekintettel a keringési rendszer betegségeiben szenvedők esetében
- a betegek számára, az emelkedett környezeti hőmérséklet okozta gyógyszerhasználat-módosítással kapcsolatos ajánlások főbb pontjait interpretálni

Milyen hatásai lehetnek a gyógyszereknek a szervezet hőszabályozási mechanizmusára?

A gyógyszeres kezelés hatással lehet a betegek hőháztartásának szabályozására, ami számos egészségproblémát okozhat (WHO, 2009):

- megváltoztatja a központi hőszabályozást és ezáltal a fiziológiai és viselkedési válaszokat;
- megváltoztatja a kognitív éberséget, ami például fokozott álmoságot és a hőkerülő magatartás csökkenését okozhat.

→ a vérnyomás és a szívteljesítmény megváltozása, ami értágulással vagy fokozott szédüléssel és ájulással befolyásolja a hűtést;

→ a normális izzadási mechanizmusok gátlása a párolgással történő hűtés érdekében a paraszimpatikus idegrendszert blokkoló antikolinerg hatások miatt;

→ a vesefunkció és az elektrolit-egyensúly megváltoztatása, a kiszáradás és a gyógyszertoxicitás fokozott kockázatával;

→ túlhidráció és elektrolit egyensúlyhiány.

testhőmérsékletéhez és a hővel kapcsolatos betegségek nagyobb kockázatához vezet.

Šklebar T és mtsai.: Globális felmelegedés és felírás: A gyógyszerek hatásainak és óvintézkedéseinek áttekintése. Danub pszichiáter. 2022. december; 34 (10. kiegészítés): 5-12. PMID: 36752238

A peptidkötéseket tartalmazó vegyületek (pl. stafosztatintok) nagyon érzékenyek a magas környezeti hőmérsékletre

Néhány példa:

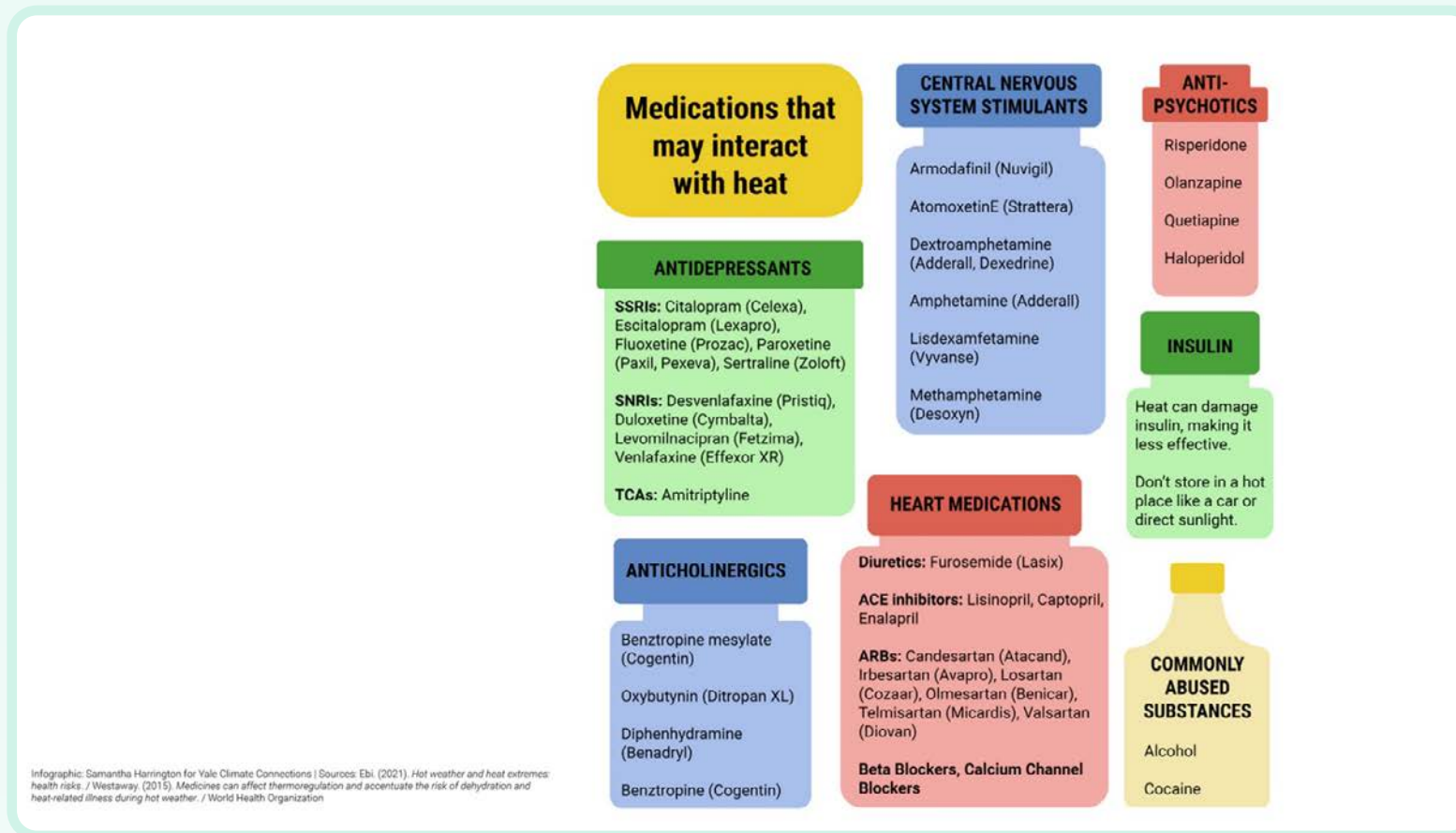
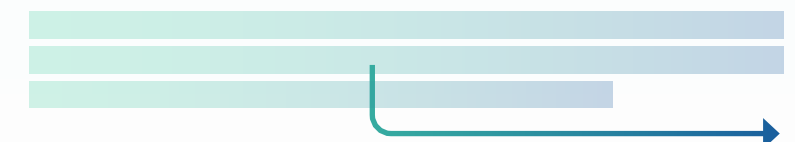
Használat előtt a doxorubicint 2-8 °C-on kell tartani

A nitroglicerint, bavaizumab, ritonavir, béta-blokkolók és szemcseppek hatóanyagait védeni kell a 20°C feletti hőmérséklettől.

Feltételezhető, hogy különösen a nem légkondicionált sürgősségi egységekben és osztályokban a gyógyszerek hatása és hatékonysága eltér a „gyártó leírásától”.

Az általános gyakorlattal ellentétben a gyógyszerek általános hűtésére van szükség.

Tévhit, hogy a szilárd fázisú gyógyszerek nem lebonthatók.



A legtöbb pszichotróp gyógyszer befolyásolhatja a testhőmérséklet szabályozását, mivel számos módon hathat a hipotalamusz működésére.

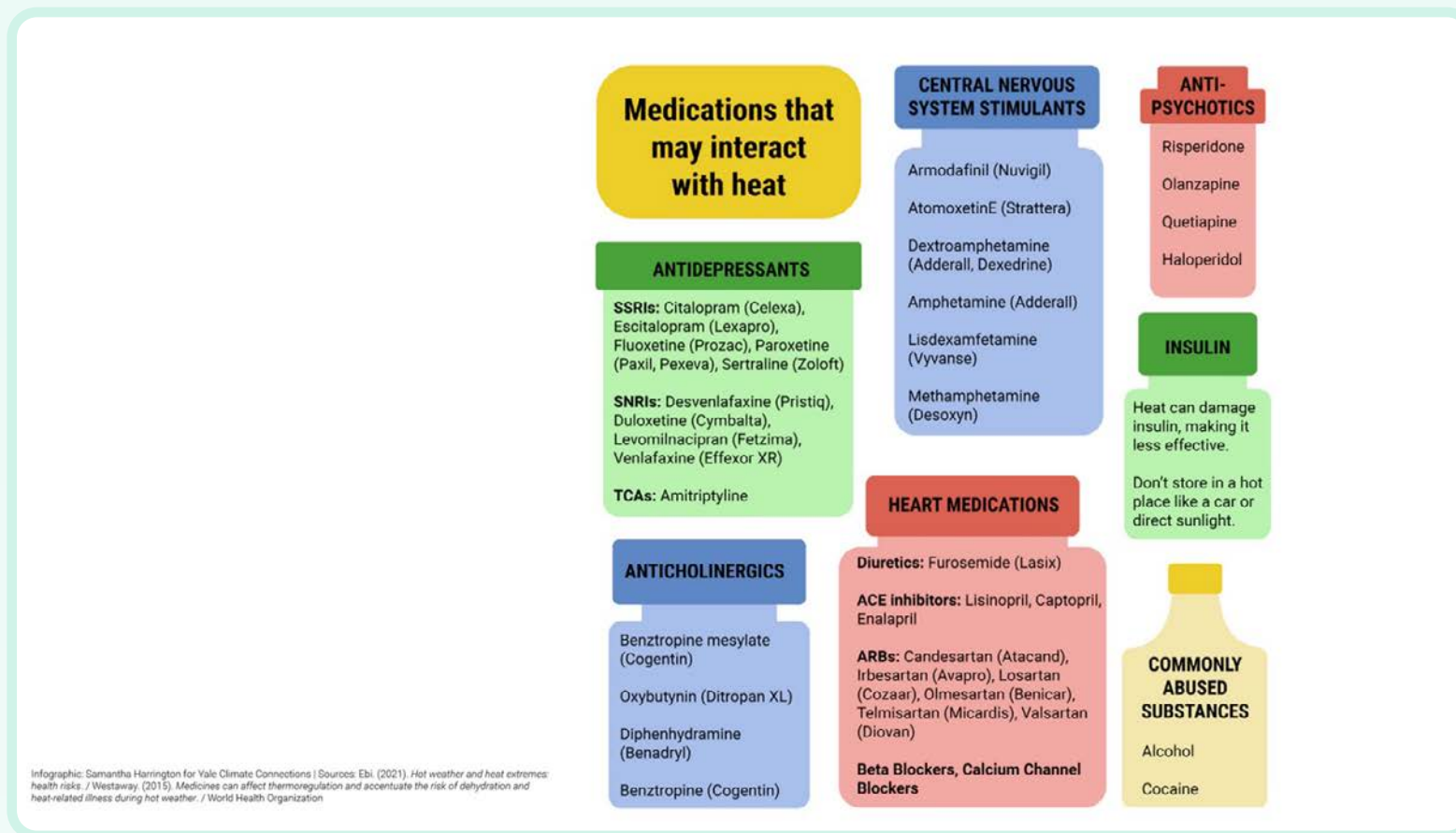
A pszichiátriai betegek nagy kockázatnak vannak kitéve a hővel összefüggő betegség, hőguta kialakulásának (a hővel összefüggő halálozások gyakorisága három-négyszer nagyobb, mint más betegségekben szenvedők esetében).

A pszichiátriai gyógyszerek két csoportja, az antipszichotikumok és az antidepresszánsok jelentős hatással vannak a testhőmérséklet szabályozására.

Az antipszichotikus terápiában részesülő skizofrén betegek sokkal alacsonyabb hőtoleranciával rendelkeznek más betegekhez képest, nagyobb a hipertermikus szindrómák – például lázas katótonia vagy neuroleptikus rosszindulatú szindróma – kialakulásának lehetősége.

Az antipszichotikumok kombinálják az antikolinerg és a központi termoregulációs hatásokat. Antidopaminerg aktivitása miatt károsíthatják a hipotalamusz hőmérséklet-szabályozását, amely megemeli a hőmérsékletszabályozó központ aktiválódási pontját.

Az antipszichotikumok gátolhatják az izzadást is. Mindkét mechanizmus megnövekedett



Nyári időszakban a mentőautókban lévő orvosi táskák hőmérséklete elérheti a 40°C-ot (vagy még annál is magasabb hőmérsékletet!).

A gyógyszerek maximális tárolási hőmérséklete általában (és semmiképpen sem minden gyógyszer esetében!) nem haladhatja meg a 25°C-ot.

A környezeti hőhatás megváltoztathatja a gyógyszerekben hordozók és a hatóanyagok szerkezetét is, néha kölcsönhatásokhoz is vezethet közöttük.

Számos farmakológiai készítmény receptorokra hat, sőt, valójában receptorcsaládokra hat. Már kis szerkezeti változások is nagyon eltérő hatásokkal járhatnak (pl. egy ligandum

a változás következtében irreverzibilisen kötődik stb.). Ezért a hő csökkenti a hatóanyag hatásosságát, megváltoztatja a hatást, sőt nem kívánt mellékhatásokat is okozhat, továbbá ronthatja a gyógyszer állagát.

Gyógyszerek	Lehetséges mellékhatások
Anti-cholinerg hatásúak	Befolyásolhatja a központi hőszabályozást, csökkentheti a kognitív éberséget, és megakadályozhatja, vagy csökkentheti az izzadást (számos alábbi gyógyszer antikolinerg hatású)
Antihistaminok	Gátolhatja az izzadási mechanizmust, és csökkentheti a szisztolés vérnyomást.
Anti-Parkinsonszerek	Gátolhatja az izzadási mechanizmust, csökkentheti a szisztolés vérnyomást, és szédülést és zavartságot okozhat.
Antipsychoticumok	Gátolhatja az izzadási mechanizmust, és csökkentheti a szisztolés vérnyomást, a központi hőszabályozást, a kognitív éberséget és az értágulatot.
Antiepilepticumok	Csökkentheti a kognitív éberséget és fokozhatja a szédülést.
Egyéb gyógyszerosztályok, például hányás, szédülés elleni gyógyszerek, gyomor-bélrendszeri gyógyszerek, vizeletinkontinencia elleni gyógyszerek	Anti-kolinerg hatásúak is

Sources: adapted from Health Canada (2011b) and building on the work of Bouchama (2007), the National Centre for Diseases Prevention and Control (2011) and Hajat, O'Connor & Kosatsky (2010), National Collaborating Centre for Environmental Health (2011).

Gyógyszerek	Lehetséges mellékhatások
Antidepresszánsok	Csökkentik az izzadást, némelyik csökkentheti a központilag indukált hőszabályozást és a kognitív éberséget. Antikolinerg hatásúak is.
Anxiolyticumok és izomrelaxánsok	Csökkentik az izzadást és növelik a szédülést, csökkentik a szív teljesítményét, és ezért csökkentik a hűtést az értágulat révén, és rontják a légúti tüneteket.
Antiadrenerg hatásúak és beta-blokkolók	Megakadályozhatják a bőrerek tágulását, csökkentve ezáltal a hőleadást konvekció útján.
Sympathomimeticumok	Az értágítók, beleértve a nitrátokat és a kalciumcsatorna-blokkolókat is, ronthatják a hipotenziót a veszélyeztetett betegeknél
Vérnyomáscsökkentők és vízhajtók	Dehidrációhoz vezethetnek és csökkenthetik a vérnyomást; a hyponatraemia gyakori mellékhatás, amelyet a túlzott folyadékbevitel súlyosbíthat.

Sources: adapted from Health Canada (2011b) and building on the work of Bouchama (2007), the National Centre for Diseases Prevention and Control (2011) and Hajat, O'Connor & Kosatsky (2010), National Collaborating Centre for Environmental Health (2011).

A nemzeti immunizációs programokban leggyakrabban alkalmazott vakcinák hőstabilitása

Type	Vaccine	Storage temperature, °C					Freezing
		2-8	20-25	37	>45		
Viral vaccines	Oral poliovirus vaccine	Stable for up to 1 year	Stable for weeks	Stable for 2 days	Unstable	Stable	
	Inactivated poliovirus vaccine	Stable for 1-4 years	Stable for weeks	Stable for weeks	Little data available	Unstable	
	Hepatitis B vaccine	Stable for >4 years	Stable for months	Stable for weeks	At 45C, stable for days	Unstable	
	Measles, mumps, rubella vaccines	Stable for 2 years	Stable for at least one month	Stable for at least one week	Unstable	Stable	
	Yellow fever	Stable for >2 years	Stable for months	Stable for two weeks	Unstable	Stable	
Bacterial vaccines	Pertussis vaccine	Stable for 18-24 months	Stable for 2 weeks	Stable for one week	10% or more loss of potency per day	Unstable	
	BCG vaccine	Stable for 1-2 years	Stable for months	Loss of no more than 20% after one month	Unstable	Stable	
	Tetanus and diphtheria toxoids, monovalent or components of combined vaccines	Stable for >3 years	Stable for months	Stable for months	Unstable above 55C	Unstable	

Egészségügyi Világszervezet: A vakcinák hőmérsékleti érzékenysége
Immunizáció, vakcinák és biológiai anyagok. 2006;
1-62. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69387>

Mivel az összes vírus- és bakteriális vakcina pontosan 2-8°C-on a legstabilabb, a megfelelő tárolás biztosításának a vakcina hatásosságát illetően meghatározó jelentősége van.

Általánosságban elmondható, hogy az előlteljes sejtű bakteriális vakcinák, mint például a pertussis vakcina, nagyobb fokú hatékonysági stabilitást mutatnak az élő gyengített vakcinákhoz képest, mint például a BCG.

Magas környezeti hőmérsékleti körülmények között tesztelve a BCG vakcina stabilabbnak bizonyult, mint a Pertussis vakcina.

A diftéria és a tetanusz toxoidok bizonyultak ugyanakkor a legstabilabbnak a különböző környezeti hőhatásoknak való kitettség során.

Ismert fényérzékeny és hőérzékeny gyógyszerkészítmények

- adrenalin, aceton, akriflavin, p-amino-benzoészterek, p-amino-szalicilsav, amobarbitál, aneurin, apotropin, apomorfin, aszkorbinsav, atropin,
- benzokain, benzodiazepinek, benzil-alkohol, benzil-nikotinát, benzil-maleát,
- eritromicin,
- neosztigmin-bromid, nikotinsav, nikotinsav-amid, nifedipin, -cirinsav-észterek, nitrofurazon,
- prednizon, prednizolon, progeszteron, propil-gallát, piridoxin-hidroklorid,
- reserpin, rezorcinol, riboflavin,
- szorbinsav, sztreptomycin, strofantin, szulfonamidok,
- tesztoszteron, tetrakain, alfa-tokoferol-acetát, trietanol-amin,
- vanillin, viaszok, xanthocillin, yohimbin

A gyógyszerek hatása a hőszabályozó rendszerekre

- A hőszabályozásra és a hősokra adott fiziológiai válaszokat számos gyógyszer befolyásolhatja, a sejtszabályozástól a szisztémás válaszokig
- Az érintett rendszerek/mechanizmusok a következők:
 1. hősokk fehérjék
 2. érrendszeri szabályozás
 3. sudatio (izzadás)
 4. termogenezis, az anyagcsere sebessége
 5. folyadék- és ionegyensúly

A központi idegrendszer működését befolyásoló gyógyszerek alkalmazása fokozott óvatosságot igényel

- A pszichoaktív gyógyszerek, például a szelektív szerotonin újrafelvétel-gátlók (SSRI-k), a monoamin-oxidáz inhibitorok (MAO) és a triciklusos antidepresszánsok hipertermiát okozhatnak.
- A hipertermia számos illegális kábítószer, például amfetamin, kokain, PCP, LSD és MDMA mellékhatásaként is előfordulhat.
- A rosszindulatú hipertermia a szervezet viszonylag ritka reakciója az érzéstelenítő anyagokra (pl. halotán) vagy izomrelaxánsokra (pl. szukcinilkolin).
- A pszichoaktív szerek különös veszélye, hogy rontják a látást, álmoságot, figyelemelterelést okozhatnak.
- Az alkoholnak hasonló hatása van, főleg a hipotermia és a fagyás kockázatát növeli – pl. hajléktanok esetében –, de a hipertermia kockázatát is növeli (pl. napozás közbeni elalvás).

Amfetamin hatása a szervezet hőhaszbályozására

Fenn áll annak a kockázata, hogy a diszkódrogok használata során a fiatalok az intenzív táncolás közben eszméletüket veszítik.

- A 3,4-metilén-dioxi-metamfetamin (MDMA), „ecstasy” mérgezés jelei:
 - Eszméletvesztés
 - Tachyarrhythmia
 - Rohamok
 - Pupilla tágulás
 - Magas vérnyomás
 - Acidosis
 - Izommerevség
 - **Hipertermia**
 - **Izzadás**

Vaszkuláris faktork

- A hőszabályozás szempontjából meghatározó szerepet játszik a perifériás erek, a végtagok, valamint a bőr és annak függelékeinek értágulása.
- A megnövekedett perifériás véráramlás segíti a hőleadást és az izzadást.
- Ez a hatás azonban a keringés centralizációja miatt a tényleges sok állapotában csökken.
- Az erek α_1 stimulációt kapnak, és erre a stimulációra vagy a bradikininre vazodilatációval reagálnak;
 - ugyanakkor az antikolinergikumok hatékonyan csökkentik a paraszimpatikus tónust, így a keringés centralizációjának előidézésével csökkentik a hőleadást.

Számos antikolinerg, paraszimpatikus tónuscsökkentő hatású gyógyszer központosítja a keringést is,

- csökkenti a verejtékmirigy szekrécióját,
- növeli a szívmunkát és a hőtermelést, és
- közvetlenül hat a hipotalamusz központi idegrendszeri termoregulációs központjára, ami a vagalis lízis dóziszfüggő tüneteit idézi elő

Egyéb szerek, amelyek csökkent perifériás keringést okoznak

- A β 2-receptorok stimulálása simaizomrelaxációt okoz, ami értágulatot, hörgőtágulást eredményez, potenciálisan támogatva a hőleadást.
- A β 2-receptorokat stimuláló szerek további hatása, hogy a vázizomzatban remegést is kiváltanak, valamint fokozzák a glikogenolízist a májban és a vázizomzatban, ami viszont növeli a hőtermelést.
- A labetalol és a karvedilol nagyobb dózisban a CNS depressziója mellett acidózist is okozhat.

A sudatio-1-et gátló anyagok

- Az ekrin (verejték) mirigyeket a szimpatikus idegrendszer (SNS) innerválja, elsősorban kolinerg rostok; posztganglionikus neuronjaik acetilkolint szabadítanak fel, ami hat a muszkarin receptorokra.
- Az atropinszerű molekulák ezért nemcsak a vasoreguláción keresztül csökkentik a szekréciót, hanem a verejtékmirigyek szekréciós aktivitásának közvetlen befolyásolásával is.
- Az atropin, benztropin (CogentinTM) a vagolízis révén növeli a szívfrekvenciát és csökkenti a kolinerg verejtékmirigyek működését.

A sudatio-t gátló anyagok

- A triciklusos antidepresszánsok (TCA) antikolinerg hatásuk révén is gátolják az izzadást.
- A következő anyagok izzadásgátlók, amelyek bizonyítottan antikolinerg aktivitással rendelkeznek (az antihisztamin és a dopamin receptor blokkoló aktivitás mellett):
 - A fenotiazinok közül a klórpromazin (ThorazinTM), flufenazin (ProlixinTM); a butirofenonok közül haloperidol (HaldolTM)
 - Az atipikus antidepresszánsok közül klozapin (ClozarilTM), risperidon (RisperdalTM), olanzapin (ZyprexaTM).
- Túladagolás esetén tipikus atropinszerű tünetekkel is társulnak: kipirulás, szájszárazság, meleg érzés, bél- és hólyagbénulás
- A MAO paralizátorok túladagolása hiperpiraxiához, rohamokhoz, kómához vezet.

Lehetséges további hatások

- Az atropin és a skopolamin mérgezés jelei nem véletlenül a hipertermia: a fő ok a központi idegrendszeri hatás.
- A hősemlegesnél magasabb külső hőmérséklet esetén ezeknek a gyógyszereknek fontos mellékhatása, hogy csökkentik a hőhöz való alkalmazkodási képességet (további kedvezőtlen hatások a vizeletürítésre, a torokszárazság, a hipertermiában szomjúság).
- A *difenhidramin (BenadryLTM)* antihisztamin és antikolinerg hatású, és a verejtékmirigy szekréciójának gátlása mellett fotoallergiás reakciót is kiválthat.

A szervezet hőtermelését fokozó szerek

- A β 2-receptor stimuláló szerek már korábban említésre kerültek.
- Az olyan stimulánsok, mint a kokain és az amfetamin a gyorsabb pulzusszám, a fokozott izomaktivitást és a gyorsult anyagcserét eredményező hatásai mellett közvetlenül hatnak a termoregulációs központra (hipotalamuszra) is, ami a testhőmérséklet emelkedését eredményezheti.
- Az amfetaminok súlyos szájszárazságot és szomjúságot okoznak. Ezt a hatást kihasználva egyes szórakozóhelyek a mósdók csapjainak elzárásával kényszerítik a vendégeket, hogy a pultnál vásároljanak vizet. Ugyanakkor ez a helyzet több halálesetet is okozott már.
- Nemcsak az „illegális”, hanem az orvostudományban vagy a fogyasztói gyakorlatban használt gyógyszerek is, például a teofillin, a koffein hasonló (de általában enyhébb) hatásúak.
- A fenti okok miatt az erős fekete kávé fogyasztása hőhullámok alatt erősen ellenjavallt, különösen a forró napsütésben dolgozók vagy idős, polimorbid személyek esetében, és a külső hőhatást minden egyéb stimuláló gyógyszer alkalmazása esetén is figyelembe kell venni.

Folyadék- és ionegyensúly

- A diuretikumok alkalmazása – különösen az ionvesztő (előssorba a K+) diuretikumok, a hidroklorotiazid (HCTZTM), a furoszemid (LasiXTM) – szintén emeli a kiszáradás kockázatát, mivel fokozzák a vese só és a víz kiválasztását.
- Az etil-alkohol gátolja az antidiuretikus hormon (ADH) kiválasztását, miközben fokozza a pitvari natriuretikus peptid (ANP) termelődését. Ennek eredményeként növeli a vizeletkiválasztás sebességét, és csökkenti a viselkedéskontrol képességét.

Farmakokinetika

- Az anyagcserefolyamatok valószínűleg lineáris, de legfeljebb enyhén exponenciális összefüggést mutatnak a hőmérséklettel egészen addig a határig, amíg az anyagcserében szerepet játszó fehérjék denaturálódnak.
- A májban a gyógyszerek lebomlása gyorsabb magasabb maghőmérsékleten.
- A vese- és májfunkciók változásai a hőstressz során (csökkent vérmennyiség a vesében, májban) szintén lelassítják a farmakológiai vegyületek lebomlását és eliminációját.

Egyéb hatások

- A lázcsillapítók nem hatékonyak a környezeti hőhatások okozta magas testhőmérséklet csökkentésében. E szerek akkor csökkentik a testhőmérsékletet, ha a pirogénok növelik a termoregulációt. Alkalmazásuk a vese- és májkárosító mellékhatásaik miatt káros lehet a környezeti hőhatás okozta betegségek kezelésében.
- Számos gyógyszer mellékhatásként hasmenést és hányást okozhat, amely mellékhatások meleg időben fokozott kiszáradás kockázatához vezethetnek.

Különleges problémák idős betegeknél

- A hipertermia kialakulásával kapcsolatba hozható különböző gyógyszercsoportokat a 60 év feletti korosztályban gyakrabban használják, ami arra utal, hogy az időskori polifarmácia hozzájárulhat a hipertermia kialakulásához.
- Egy vizsgálatban az antiepileptikumok és a furoszemid voltak a leggyakrabban használt gyógyszerek a primer hipertermiában szenvedő betegeknél. Fontos eredmény volt a levothyroxin nagymértékű használata is a vizsgált populációban.

Forrás: Bongers KS, Salahudeen MS, Peterson GM. Kábítószerrel összefüggő hipertermia: A kórházi prezentációk longitudinális elemzése. doi: 10.1111/jcpt.13090.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Néhány fontos megállapítás

- Egy tanulmány összefüggést mutatott ki a véráramlás és a nitroglicerín transzdermális felszívódása között a felkar több területére elhelyezett nitroglicerín tapaszok lokális melegítése következtében.
- A 15 perces melegítés után végzett eredmények fokozták a helyi vérperfúziót, és egyidejűleg szignifikánsan növelték a nitroglicerín plazmakoncentrációját. Ezért a nitroglicerín perkután formájának alkalmazása meleg időben további vérnyomáscsökkenéshez vezethet.
- Az szubdermálisan beadott inzulin súlyos hipoglikémiát okozhat cukorbetegéknél. A magas májextrakciós sebességű gyógyszerek eliminációját befolyásolják a máj véráramlásának változásai.
- A bőr megnövekedett véráramlása ennek következtében csökkentheti a belső szervek véráramlását, és ezáltal csökkentheti a gyógyszerek májból történő kiválasztását.

Forrás: Šklebar T, Rudež KD, Rudež LK, Likić R. Globális felmelegedés és előírás: A gyógyszerek hatásainak és óvintézkedéseinek áttekintése. Danub pszichiáter. 2022. december; 34 (10. kiegészítés): 5-12. PMID: 36752238.

Ajánlások az egészségügyi szakembereknek a kiszáradás és a hővel összefüggő betegségek kockázatának csökkentésére

Tekintse át a betege gyógyszereit

Meleg időben még fontosabb, hogy a lehető legrövidebb idő alatt a legkisebb hatékony dózist alkalmazzuk.

A pszichotróp gyógyszereket szedő személyek különösen nagy kockázatnak vannak kitéve, mind betegségük viselkedésre gyakorolt hatása, mind a szedett gyógyszerek miatt.

Különösen fontos, hogy a pszichotróp gyógyszereket szedők esetében felülvizsgálják az adagot, és hogy tisztában legyenek a hőséggel kapcsolatos betegségek kockázataival, és ismerjék a lehetséges védekezési intézkedéseket.

Ha lehetséges, halassza el a pszichotróp gyógyszerek alkalmazásának megkezdését vagy adagjának növelését a meleg időjárási viszonyok elmúltáig.

Ha vízhajtót alkalmaz a terápiában, meleg időszakokban fontolja meg az adag csökkentését. Hasznos lehet egy olyan személyre szabott gyógyszerelési terv készítése, amely szerint a beteg a forró napokon maga állíthatja be a az alkalmazott vízhajtó gyógyszer adagját.

Fő következtetések

Medications + Hot Weather Can Create Risks

Prescription medications can affect the body's response to extreme heat in a number of different ways. Some of the major mechanisms at play:



SOURCE: ICN research

PAUL HORN / InsideClimate News

Gyógyszerezés és hőség → **krízist idézhet elő**

A gyógyszerelés sokféleképpen befolyásolhatja a szervezet hőségre adott válaszát:

Hőtermelés: néhány gyógyszer hatására a hypothalamus több hőt termel

Csökkent izzadás

Egyes mentális betegségekre és allergiára ható gyógyszerek gátolják az izzadást, ezáltal a szervezet hőleadását

Vérnyomás

Vérnyomáscsökkentők és egyéb gyógyszerek gátolják a véráramlást a bőrerekbe, ezáltal csökkentik a hőleadást

Kiszáradás

Vízajtók, hashajtók egyes antibiotikumok és daganatellenes szerek fokozhatják a vizeletelválasztást és hasmenést okozhatnak, ami kiszáradáshoz vezet

Szomjúságérzet

Egyes antidepresszánsok és vérnyomáscsökkentők csökkentik a szomjúság érzetet

Fő következtetések

Az egészségügyi szakembereknek tisztában kell lenniük a hipertermia növekvő gyakoriságával és a gyógyszerek lehetséges szerepével.

A krónikus betegségben szenvedő idősebb betegek által gyakran használt gyógyszerek egyes csoportjai hajlamosíthatják ezeket a személyeket a hővel kapcsolatos szövődményekre.

Bizonyos gyógyszerek a testmaghőmérsékletet fenntartó hőszabályozási reakciók befolyásolásával érzékennyé tehetik a beteget a hőre, akár a kognitív folyamatok befolyásolásával, akár a vegetatív mechanizmusok közvetlen megzavarásával.



<https://nexusmedianews.com/prescription-drugs-and-extreme-heat-a-deadly-combination-bbbfe4a68a49/>

Fő következtetések

- A szervezet hőszabályozását számos, neuropszichológiai rendellenességek kezelésére szolgáló, központi hatású gyógyszer befolyásolhatja, beleértve az antipszichotikumokat, béta-blokkolókat, stimulánsokat és az antikolinerg tulajdonságokkal rendelkező gyógyszerek széles skáláját.
- A dehidráció, akár egyidejű elektrolit-zavarral, akár anélkül, szintén hozzájárulhat a hőszabályozási zavarokhoz, mivel a szomjúságot elnyomó és a folyadékegyensúlyt megbontó gyógyszereket, mint például az angiotenzin konvertáló enzim (ACE) gátlókat és a vízhajtókat, gyakran alkalmazzák a krónikus betegségben szenvedő idős betegek kezelésére.

Ellenőrizze tudását

1. Milyen fő hatásai vannak a gyógyszereknek a szervezet hűtési mechanizmusára?
2. Hozzon példákat a gyógyszerek hőhatással történő lehetséges kölcsönhatásaira.
3. Soroljon fel néhány fény- és hőérzékeny gyógyszert.
4. Melyek a gyógyszerelés fő területei, amelyek esetén a környezeti hőhatások figyelembe vétele releváns lehet?
5. Melyek az idős betegek gyógyszerelésük során az emelkedett környezeti hőmérséklet esetén figyelembe veendő sajátos problémák?

Ajánlott irodalom

- Westaway K, Frank O, Husband A, McClure A, Shute R, Edwards S, Curtis J, Rowett D. Medicines can affect thermoregulation and accentuate the risk of dehydration and heat-related illness during hot weather. J Clin Pharm Ther. 2015 Aug;40(4):363-7. doi: 10.1111/jcpt.12294. Epub 2015 Jun 13. PMID: 26073686.
- Layton JB, Li W, Yuan J, Gilman JP, Horton DB, Setoguchi S (2020) Heatwaves, medications, and heat-related hospitalization in older Medicare beneficiaries with chronic conditions. PLoS ONE 15(12): e0243665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243665>
- Leyk D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C. Health Risks and Interventions in Exertional Heat Stress. Dtsch Arztebl Int. 2019 Aug 5;116(31-32):537-544. doi: 10.3238/arztebl.2019.0537. PMID: 31554541; PMCID: PMC6783627.
- Public Health advice on preventing health effects of heat. WHO/EURO:2011-2510-42266-5869. <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-advice-on-preventing-health-effects-of-heat>
- Savioli G, Zanza C, Longhitano Y, Nardone A, Varesi A, Ceresa IF, Manetti AC, Volonnino G, Maiese A, La Russa R. Heat-Related Illness in Emergency and Critical Care: Recommendations for Recognition and Management with Medico-Legal Considerations. Biomedicine. 2022 Oct 12;10(10):2542. doi: 10.3390/biomedicine10102542. PMID: 36289804; PMCID: PMC9599879.
- Šklebar T, Rudež KD, Rudež LK, Likić R. Global Warming and Prescribing: A Review on Medicines' Effects and Precautions. Psychiatr Danub. 2022 Dec;34(Suppl 10):5-12. PMID: 36752238.

Köszönöm a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Iskola — Pécs,
Magyarország



Egészségügyi, Testmozgás és Sporttudományi Központ - Újvidék,
Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ — Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Orvostudományi Egyetem, Gyógyszertár, Gyógyszertár és
Technológia
George Emil Palade in Marosvásárhely — Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás hatása a vektorok által terjesztett betegségek előfordulására

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- a főbb vektorok által terjesztett betegségek jellemzőinek a kórokozók, vektorok, rezervoár-gazdák és általános klinikai jellemzők szempontjából történő megértésére
- a fertőző betegségek patogenezisét és terjedését befolyásoló környezeti és egyéb stresszorok azonosítására
- értékelni a közelmúltban bekövetkezett globális változások hatásait, amelyek az új betegségek megjelenésével, a vektorok által terjesztett betegségek helyi szintű dinamikájára és globális terjedésével állnak összefüggésben
- a vonatkozó szakirodalmi forrásokat valamint online interaktív adatforrásokat áttekintsék és értelmezzék annak érdekében, hogy naprakész ismereteket szerezzenek arra vonatkozóan, hogy az éghajlatváltozás miként hat a vektorok által terjesztett betegségek terjedésére
- az egyes vektorok által terjesztett betegségek esetében az éghajlatváltozással összefüggő legfrissebb adatok és modellezési eredmények alapján előre jelzett hatások értékelésére
- az éghajlatváltozással összefüggően a vektorok által terjesztett betegségek okozta járványok megelőzésére szolgáló ellenőrzési módszerek megértésére és értékelésére

Bevezetés

- Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerint világszerte a fogyatékosságok és betegségek mintegy 6%-a a vektorok által terjesztett betegségek (VBD) következményeként alakul ki.
- A VBD-k évente több mint egymilliárd embert fertőznek meg és több mint egymillió ember halálát okozzák, továbbá korlátozzák a társadalmi-gazdasági fejlődést és jelentős terhet rónak az egészségügyi ellátórendszerre.
- A VBD-k érzékenyek az éghajlati és időjárási viszonyokra, különösen a hőmérsékletre, a páratartalomra és a csapadéokra, összetett kölcsönhatást eredményezve a betegségek patogenezisével, terjedésével és társadalmi hatásával.
- Ezen előadás keretében áttekintjük a téma jelenlegi ismereteit, és megvizsgáljuk a gyakorlati megközelítéseket az éghajlatváltozás VBD-kre és a kapcsolódó betegségekre gyakorolt hatásainak leküzdésére és enyhítésére.



Vektorok által és egyéb más úton terjedő betegségek

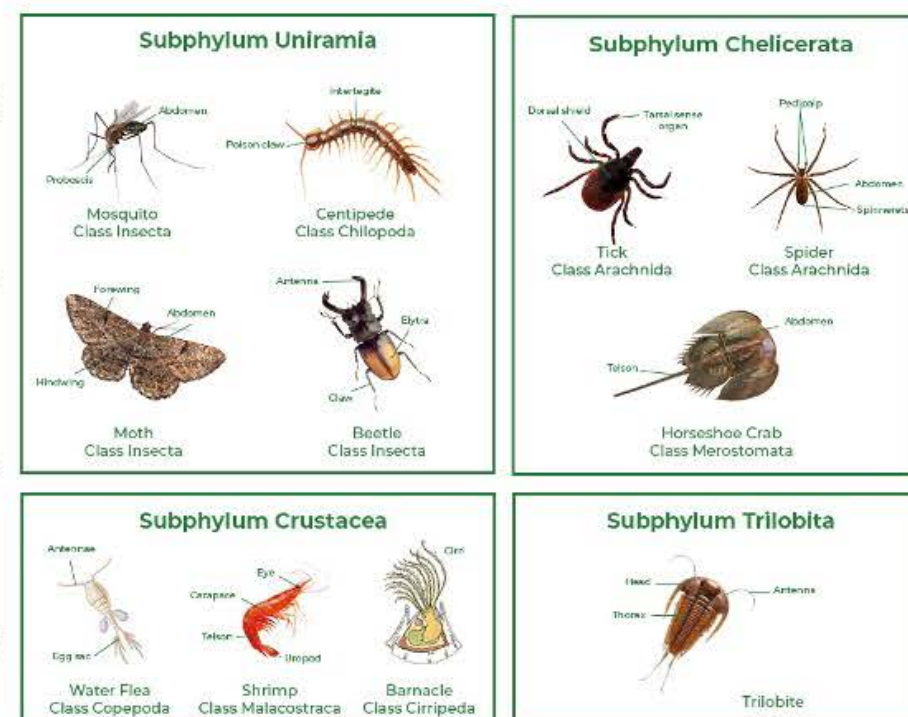
Meghatározások

A vektorok által terjesztett betegségek a fertőzött ízeltlábú fajok (vektorok) csípése útján terjedő fertőzések.

Víz által terjesztett betegségek: a vízben élő és szaporodó kórokozó mikroorganizmusok által okozott fertőzések.

Légúti fertőzések: légúton terjedő kórokozó mikroorganizmusok által okozott fertőzések.

Vérrel terjedő betegségek: a vérben és más testnedvekben terjedő kórokozó mikroorganizmusok által okozott betegségek.



Vektorok által terjesztett betegségek

Betegség	Patogén	Vektor(ok)	Hordozó gazdaszervezetek	Klinikai jellemzők kezeletlen esetekben
Babesiosis	<i>Babesia microti</i> parazita	<i>Ixodes scapularis</i> (szarvas kullancs)	Fehér lábú egér, egyéb Kis emlősök	Influenza-szerű tünetek, vörösvértestek elpusztulása, sárgaság, vérrögök/vérzés, létfontosságú szervek működési zavarai, halál.
Bubonic pestis	<i>Yersinia pestis</i> baktériumok	Bolhák	Rágcsálók	Gyulladt nyirokcsomók, tüdőfertőzés, tüdőbetegség, halál.
Chagas-betegség (amerikai trypanosomiasis)	<i>Trypanosoma cruzi</i> parazita	rablópoloska	emlősök	Bőrkárosodások, szív-, emésztési vagy neurológiai rendellenességek, szívelégtelenség, halál.
Chikungunya	<i>Alphavirus</i>	<i>Aedes</i> szúnyogok	-----	Láz, kiütés, ízületi duzzanat, izomfájdalom, idő előtti halálozás újszülötteknél és különböző alapbetegségekben szenvedő idősebbeknél.
Krím-kongói vérzéses láz	<i>Bunyaviridae</i> nairovirus	kullancs	Vad és háziállatok, szarvasmarhák.	Vese-, máj- vagy tüdőelégtelenség.
Dengue láz	<i>Dengue</i> flavivírus	<i>Aedes</i> szúnyogok	-----	Belső vérzés, sokk, halál.
Hookworm fertőzés	<i>Bulinus globosus</i>	Csiga	Kutyák, macskák	Kiütés, vérszegénység, hasi fájdalom, hasmenés.
Japán encephalitis	<i>Japán encephalitis</i> flavivírus	<i>Culex</i> szúnyogok	Disznók, madarak	Láz, dezorientáció, kóma, rohamok, spasztikus bénulás, halál.
Leishmaniasis	<i>Leishmania</i> parazita	lepkeszúnyog	Rágcsálók, kutyák, más emlősök	Bőrkárosodás, nyálkahártya sérülés, lép/máj megnagyobbodás, halál.
Lyme-betegség	<i>Borellia spirochete</i> baktériumok	<i>Ixodes</i> kullancs	Fehér lábú egér, egyéb Kis emlősök, madarak	Láz, arcizmok paralízise, ízületi gyulladás, agy / gerincvelő gyulladása, idegfájdalom.
Lymphatic filariasis	Különböző filariális nematódák (körös férgek)	Különböző szúnyog nemzetségek	-----	Lymphatikus, vese- és immunrendszeri károsodás, szöveti duzzanat, elefantiasis.
Malaria	<i>Plasmodium</i> parazita	<i>Anopheles</i> szúnyog	-----	Szervkárosodás, vér, anyagcsere vagy neurológiai rendellenességek, akut légzési zavarok, vesekárosodás, szív- és érrendszeri összeomlás, relapszusok, halál.

Vektorok által terjesztett betegségek

Betegség	Patogén	Vektor(ok)	Hordozó gazdaszervezetek	Klinikai jellemzők kezeletlen esetekben
Onchocerciasis (folyami vakság)	<i>Onchocerca volvulus</i> nematode	<i>Simulium</i> (fekete légy)	-----	Szemkárosodás, súlyos bőrgyulladás, vakság.
Rift-völgy láz	RVF vírus	<i>Aedes</i> és <i>Culex</i> szúnyogok	Bárány, kecske, egyéb háziállatok	Szembetegség, meningoencephalitis, vérzéses láz.
Schistosomiasis (bilharziasis)	<i>Schistosoma trematode</i> flukes (lapos férgek)	Csiga	-----	Bélrendszeri/urogenitális rendellenességek, máj- vagy lépmegegyesítés, meddőség, veseelégtelenség, húgyhólyag-rák, méhen kívüli terhesség, halál.
Alvászavar (afrikai trypanosomiasis)	<i>Trypanosoma brucei</i> parazita	<i>Glossina</i> (cecelégy)	Vad- és háziállatok	Láz, ízületi fájdalom, központi idegrendszeri rendellenességek, halál.
Tick-borne encephalitis	Flavivírus	<i>Ixodes</i> kullancs	Kis rágcsálók	Láz, központi idegrendszeri rendellenességek, bénulás, maradandó következmények, halál.
Toscana vírusfertőzés/sandfly láz	Toscana flebovírus és papataci vírus	lepkeszúnyog	-----	Láz, fejfájás, kiütés, hányás, ritka esetekben halálos agyvelőgyulladás.
Tungiasis	<i>Tunga penetrans</i> (sivatagi bolha)	Homoki bolha vagy Tunga bolha	Disznók, szarvasmarhák, kutyák, macskák, patkányok.	Abszcesszusok, bakteriális szuperfertőzés, deformáció.
Typhus	<i>Rickettsiális</i> baktériumok	Fűvókák, mites, csikók, tetvek	Rágcsálók, oposzumok, vadon élő macskák	Láz, fejfájás, gyors légzés, test és izomfájdalom, köhögés, hányás.
Nyugat-nílusi láz	Flavivírus	<i>Culex</i> szúnyogok	Madarak	Láz, kóma, remegés, görcsök, bénulás.
Sárga láz	Flavivírus	<i>Aedes</i> szúnyogok	-----	Láz, sárgaság, vérzés, szerv működési zavarok, halál.
Zika	Flavivírus	<i>Aedes</i> szúnyogok	-----	Láz, kiütés, ízületi és izomfájdalom, kötőhártyagyulladás.

Patogenezis

Egy új kórokozó által okozott betegség járványügyi fenyegetéssé válásához az alábbi feltételeknek kell teljesülniük:

- Kapcsolatnak kell létre kell jönnie az ember és az állati rezervoár között.
- A kórokozónak képesnek kell lennie emberről emberre történő terjedésre, vagy ki kell fejlesztenie ezt a képességet.
- Az emberi átvitel lehetővé teszi a kórokozó földrajzi terjedését, így az a kezdeti terjedési zónán kívüli régiókban is megjelenhet.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Környezeti és egyéb stresszorok, amelyek befolyásolják a betegség patogenezisét és terjedését

Az elmúlt néhány évtizedben a fertőző betegségek kockázatának világméretű változását számos tényező okozta, amelyek a betegségek patogenezisét és terjedését egyaránt súlyosbították.

A klímaváltozás antropogén okai: az emberi tevékenységek által okozott klímaváltozás. Elsősorban az üvegházhatású gázok megnövekedett légköri koncentrációja által kiváltott globális felmelegedés.

Demográfiai hatások: gyorsuló urbanizáció, népességnövekedés, földhasználat

megváltozása, migráció, előregedő társadalmak, születési arányszámok változása.

Technológia: olcsóbb és gyorsabb nemzetközi utazás lehetősége, megnövekedett nemzetközi kereskedelem és a jobb egészségügyi ellátás okozta változások.

A stresszorok e három csoportja a betegségek patogenezisére és terjedésére nem egymástól függetlenül hat, hanem hatásaik gyakran egymást erősítő módon jelentkeznek.

A patogenezisre ható tényezők változása

Az ember és a vadon élő állatok közötti interakciók fokozódása.

Életmódjellemzők, amelyek növelik a fertőzés átadásának kockázatát: például a vadhús fogyasztásának növekedése.

A vadon élő és házasított állatok közötti gyakoribb kapcsolat.

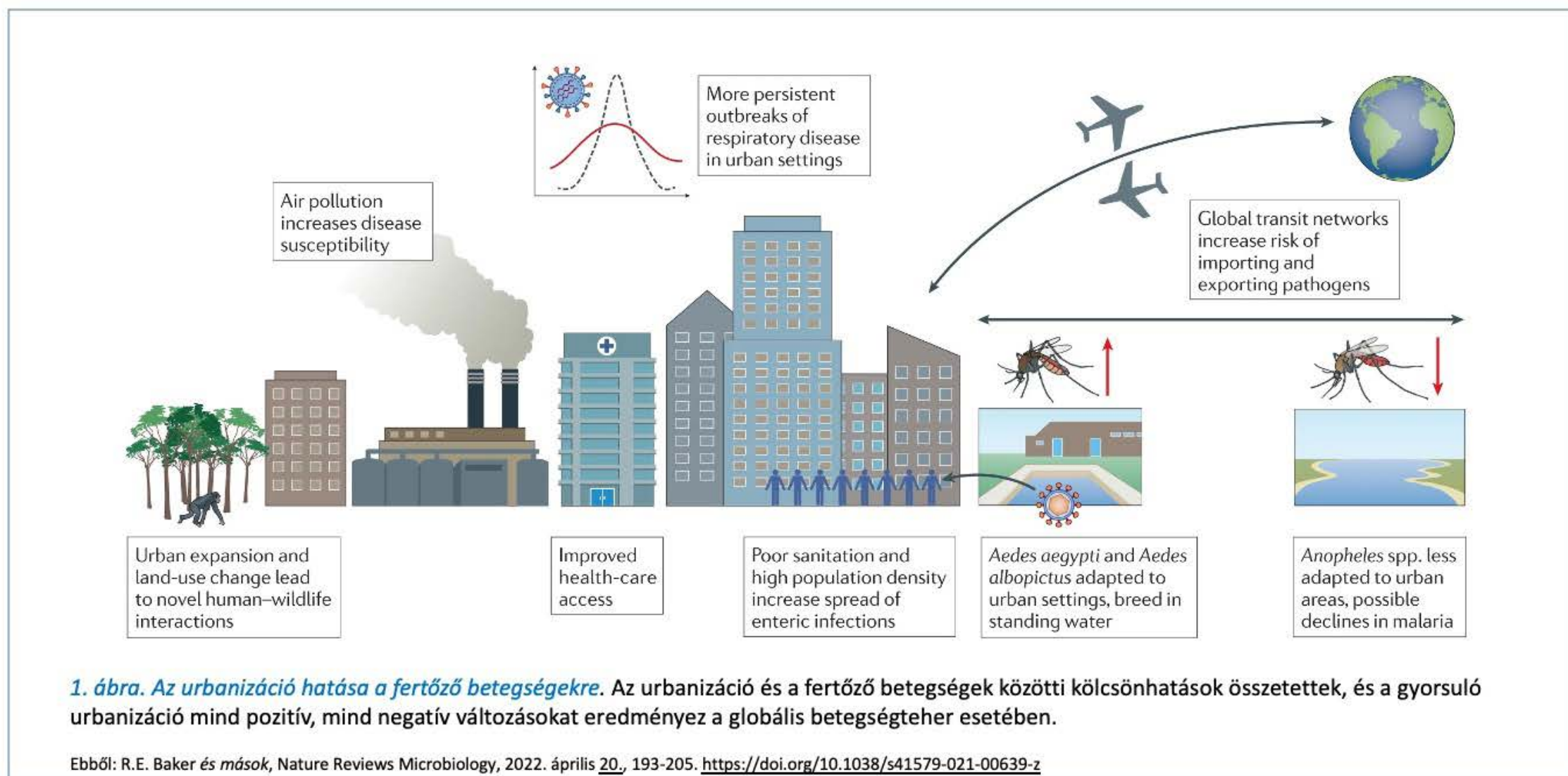
A mezőgazdaság terjeszkedése és a termelés fokozódó intenzitása.

Az idősödő, legyengült immunrendszerű népesség fokozott kockázata a fertőzésekre.

A kórokozók gyógyszerekkel szembeni rezisztenciájának fokozódása.

Az éghajlatváltozás okozta környezeti feltételek változása módosíthatja a fajok elterjedési területét és populációs sűrűségét, ami új kapcsolatokat eredményezhet az állat- és emberi kórokozók között, ezzel növelve a zoonózisok kialakulásának esélyét.

A gyorsuló urbanizáció hatásai az alacsony és közepes jövedelmű országokban



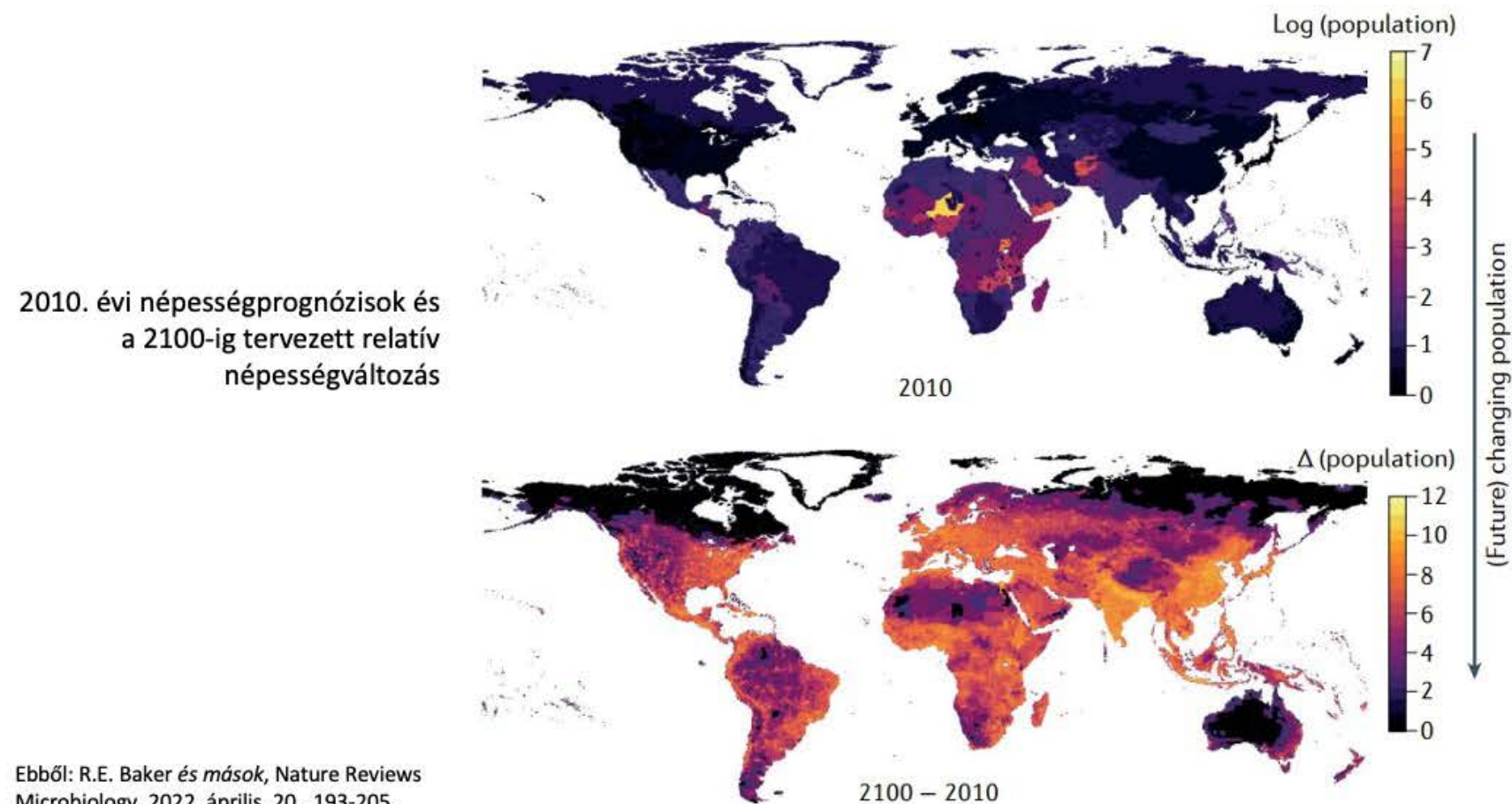
A betegségek terjedésének helyi szintű dinamikája

Az emberi populációkban megjelenő új, visszatérő vagy endémiás kórokozók terjedése helyi szinten eltérő dinamikát mutathat. Ezt a terjedési mintázatot különböző demográfiai tényezők befolyásolják, például:

- **életmódbeli sajátosságok** – például az iskolába járás elősegítheti számos gyermekkori fertőzés terjedését;
- **immunitás alakulása** – a fogékony egyének számát a születések révén történő utánpótlás, valamint a védőoltások hatékonyságának csökkenése befolyásolja;
- **környezeti és időjárási tényezők** – a kórokozók terjedését évszakos változások vagy földrajzi adottságok is módosíthatják.

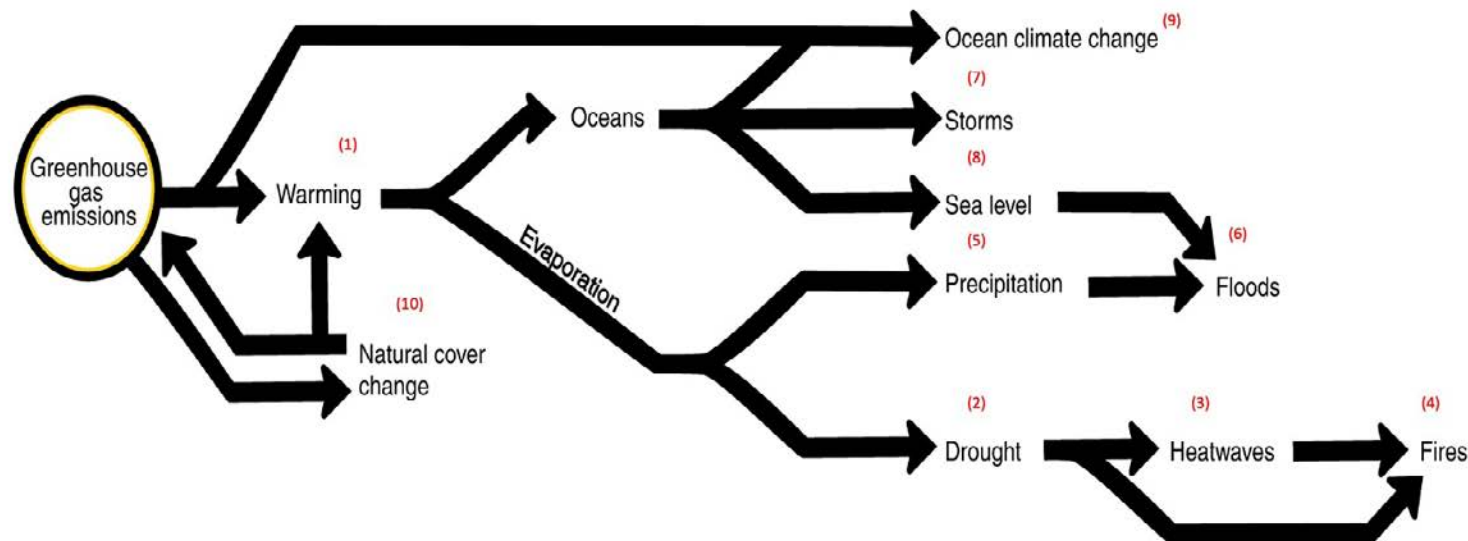
A demográfiai és technológiai fejlődés befolyásolhatja a gazdaszervezet és a környezeti betegségrezervoár közötti kapcsolatot. Például a higiéniai feltételek javulása csökkentheti bizonyos betegségek, például a kolera kockázatát.

2. ábra. Várható népességváltozások



Ebből: R.E. Baker és mások, Nature Reviews Microbiology, 2022. április, 20., 193-205.
<https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

3. ábra. Az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának növekedése által kiváltott környezeti kockázatok



C. Mora et al., Nature Climate Change, 2022. szeptember 12., 869–875, <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az üvegházhatású gázok közvetítik a beérkező napenergiás sugárzás és a kimenő infravörös sugárzás közötti egyensúlyt; így a (1) feleslegük a légkörben felmelegedést okoz.

A levegő megnövekedett víztartó képességével együtt a felmelegedés felgyorsítja a talajvíz elpárologtatását, ami általában száraz helyeken szárazsághoz vezet (2); a túlzott szárazság hőhullámokhoz vezethet (3). Ezekből érlelődnek a (4) az erdőtüzek körülményei.

A nedves helyeken a párologtatás gyorsulása elősegíti a csapadékképződést (5), ami árvizeket (6) okoz. Az óceánok felmelegedése fokozza az elpárologtatást és a szélsőségeket, fokozva a viharok (7) erősségét, amelyek hullámai a

tengerszint emelkedése miatt súlyosbodhatnak (8).

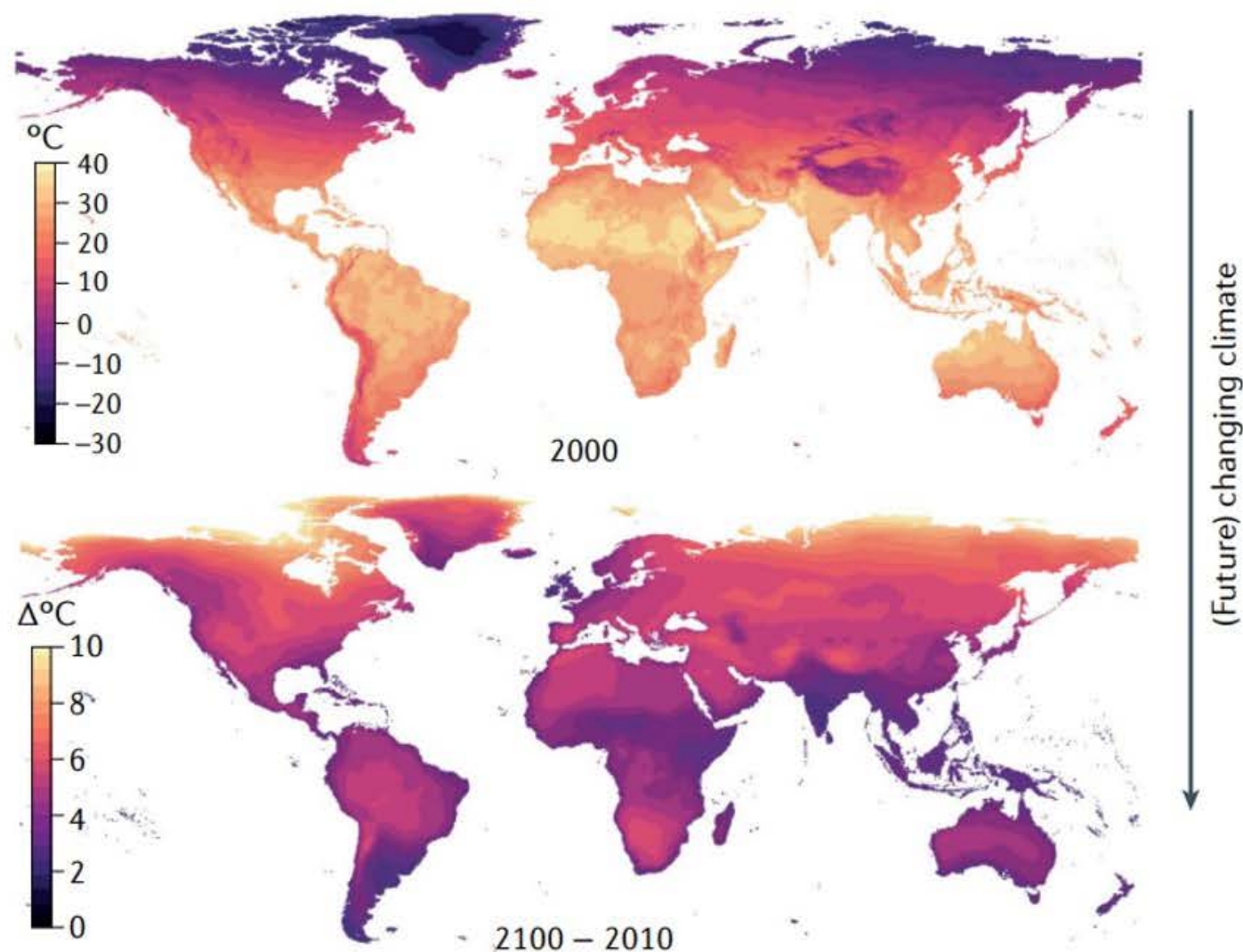
Az óceánokban a CO₂ felvételét, ami az óceánok savasodását okozza, míg az óceánok keringésében és felmelegedésében bekövetkező változások csökkentik a tengervíz oxigénkoncentrációját, ami (9) óceáni éghajlatváltozáshoz vezet.

A természetes földtakaró változása (10) az erdőirtás és a légzés révén közvetlen ÜHG-kibocsátó lehet, az albedo* és a párologás révén pedig módosíthatja a hőmérsékletet, és mivel a patogén betegségek terjedésében is közvetlen szerepet játszhat.

*A fény azon része, amit a Föld felszíne visszaver a világűrbe.

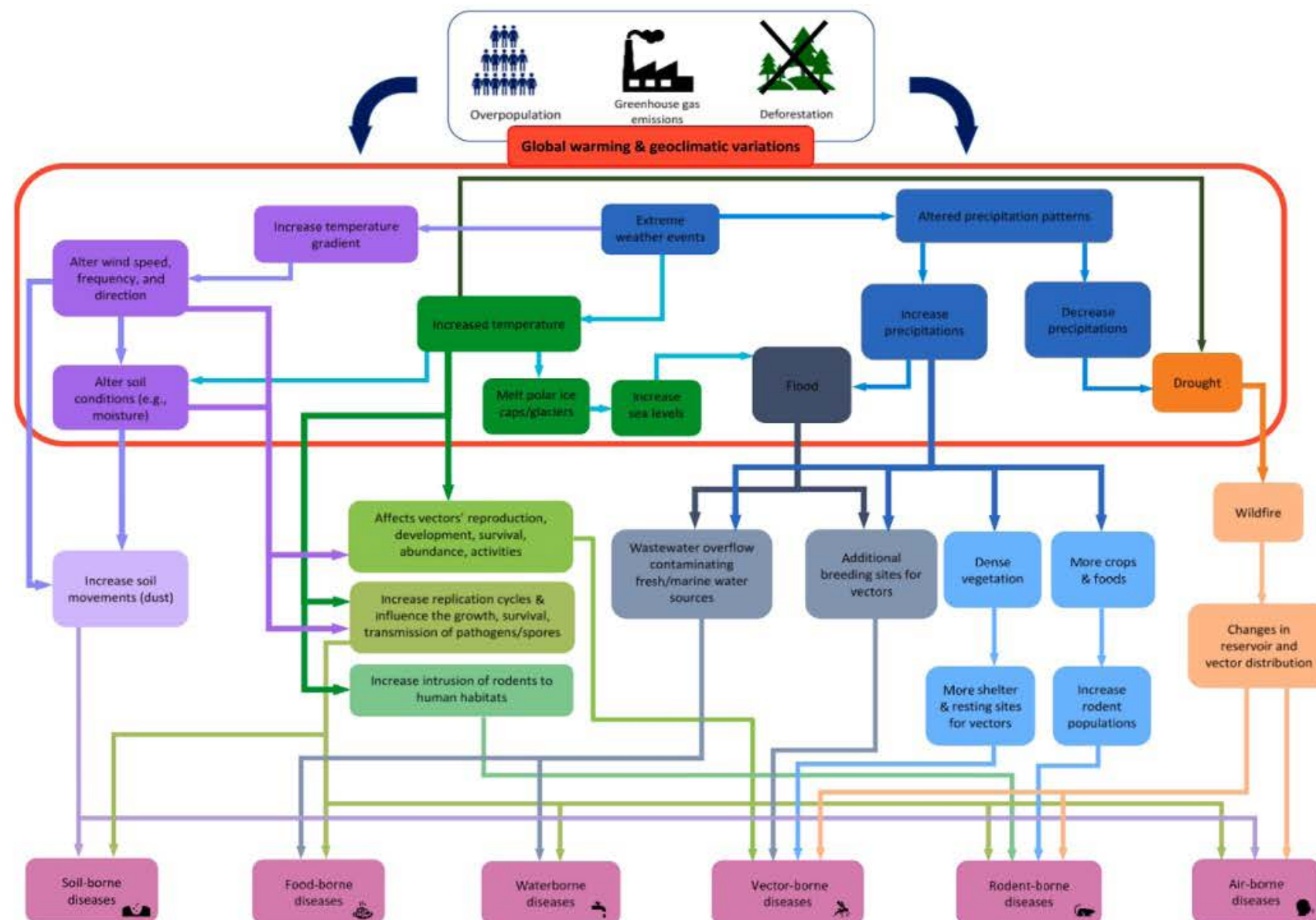
4. ábra. Az antropogén éghajlati stresszor változásainak prognózisa: átlagos havi maximális hőmérsékletváltozás várható értékei

Átlagos havi maximális hőmérséklet 1970–2000) és előrejelzett különbség a 2070–2100 és 1970–2000 közötti átlagok között.



Ebből: R.E. Baker és mások, Nature Reviews Microbiology, 2022. április, 20., 193-205.
<https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z>

5. ábra. A globális felmelegedés és a klimatikus változások zoonózisokra gyakorolt hatásai



Ebből: R. Rupasinghe, B. B. Chomel és B. Martínez-Lopez, Acta Tropica, 2022, 226, 106225.
<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106225>

1. táblázat. A globális környezeti változást okozó tényezők hatásai a vektorok által terjesztett betegségekre

Global change driver	Potential effects on vector, pathogen, and host environments	Potential effects on vectors, pathogens, and hosts
Higher CO ₂ concn	Increased ambient temperature and plant biomass; range expansion of woody vegetation; longer plant growth season with humid microclimates	Increased vector longevity for the same rainfall and temperature through more humid microclimates, with possible range expansion of humid-zone vectors
Temperature increase (regional/temporal variation)	Expansion of warm climatic zones, with longer growth seasons, less extreme low temperatures, and more frequent extreme high temperatures	Faster vector and pathogen development, with more generations per year; shorter life spans of vectors at high temperatures, reduced low-temperature mortality of vectors, and range expansion of warm-climate vectors and pathogens
Rainfall	Too uncertain and regionally variable to estimate, but increased frequency of extreme rainfall events	Altered patterns of breeding of mosquitoes, with more flushing of mosquito breeding with increased flooding
Urbanization	Increased density of human hosts, with poorer sanitation and water supply in developing countries Increased outer urban development in or near forests in developed countries	Higher rate of disease transmission at same vector density; more vector-breeding sites Increased contact between humans and vectors in periurban forested areas
Deforestation	Increased human entry into forests and increased surface water from soils exposed by logging or new agriculture	More vector-breeding sites and more contact between humans and vectors
Irrigation and water storage	Increased surface water, prevention of seasonal flooding	More vector-breeding sites; reduced flushing of snails and mosquitoes
Intensification of agriculture	Increased disturbance of land and vegetation and increased surface water; reduced biodiversity	More diversity of vector breeding sites, with reduced predation of vectors
Chemical pollution	Fertilizer, pesticide, herbicide and industrial toxins and endocrine-disrupting chemicals	Impaired human immune systems
Increased trade	Increased volume of shipped goods	Increased transport of vectors, leading to "homogenization" of vectors in receptive areas
Increased travel	Increased movement of people between North and South and East and West	Increased transfer of pathogens between regions of endemicity and disease-free regions, and increased exposure of visitors to regions of endemicity

Ebből: R.W. Sutherst, Clinical Microbiology Reviews, 2004. január, 17, (1), 136–173.
<https://doi.org/10.1128/CMR.17.1.136-173.2004>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

nemcsak embereket, hanem állatokat és növényeket is érintenek. A nemzetközi kereskedelem hozzájárul a gazdaszervezetek és a kórokozók áthelyeződéséhez, lehetővé téve számukra, hogy átlépjék azokat a földrajzi és ökológiai határokat, amelyek korábban korlátozták terjedésüket.

A fertőző betegségek globális terjedése

A globális változások hatással vannak a fertőző betegségek kockázatára, amelyet három fő hatás befolyásol:

Nemzetközi utazás: Az utasszállító légitölekedés volumene az elmúlt két évtizedben jelentősen növekedett: 2000-ben valamivel több mint kétmilliárd főről 2019-re meghaladta a négy milliárdot. A globális utasforgalom ilyen mértékű bővülése új kockázatokat teremtett mind az újonnan megjelenő, mind az endémiás kórokozók terjedése szempontjából, amelyek a nemzetközi tranzitútvonalakon keresztül juthatnak el új területekre. Például az Egyesült Államokban a szezonális influenza terjedése a lakossági

légiutasforgalom mintázatai alapján előre jelezhető.

Migráció és költözés: A nemzetközi migránsok száma globálisan körülbelül 272 millióra tehető, ami a világ népességének 3,5%-át teszi ki. A migráció üteme folyamatosan növekszik társadalmi, gazdasági, politikai és környezeti tényezők hatására. Az éghajlatváltozás, a tengerszint emelkedése és a szélsőséges időjárási jelenségek várhatóan még tovább fokozzák ezt a folyamatot.

Nemzetközi állat- és növény-kereskedelem:

Az állatok, állati eredetű termékek és növények globális kereskedelme a napjainkban gyors ütemben bővült, ezzel együtt pedig világszerte elterjedtek olyan fertőző betegségek, amelyek

6. ábra. Az éghajlati, technológiai és demográfiai változások hatásai a betegségek megjelenésére, dinamikájára és terjedésére

A táblázat összefoglalja a közelmúltban bekövetkezett globális változásokat (sorok) és azok hatását a betegségek megjelenésére, helyi szintű dinamikájára és globális terjedésére (oszlopok).

A járványok előre jelzéséhez több matematikai-statisztikai járványmodell is rendelkezésre áll.

Ezek egyike a SIR modell:


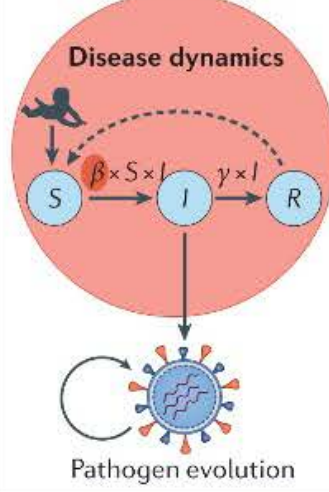

S: fogékonyak

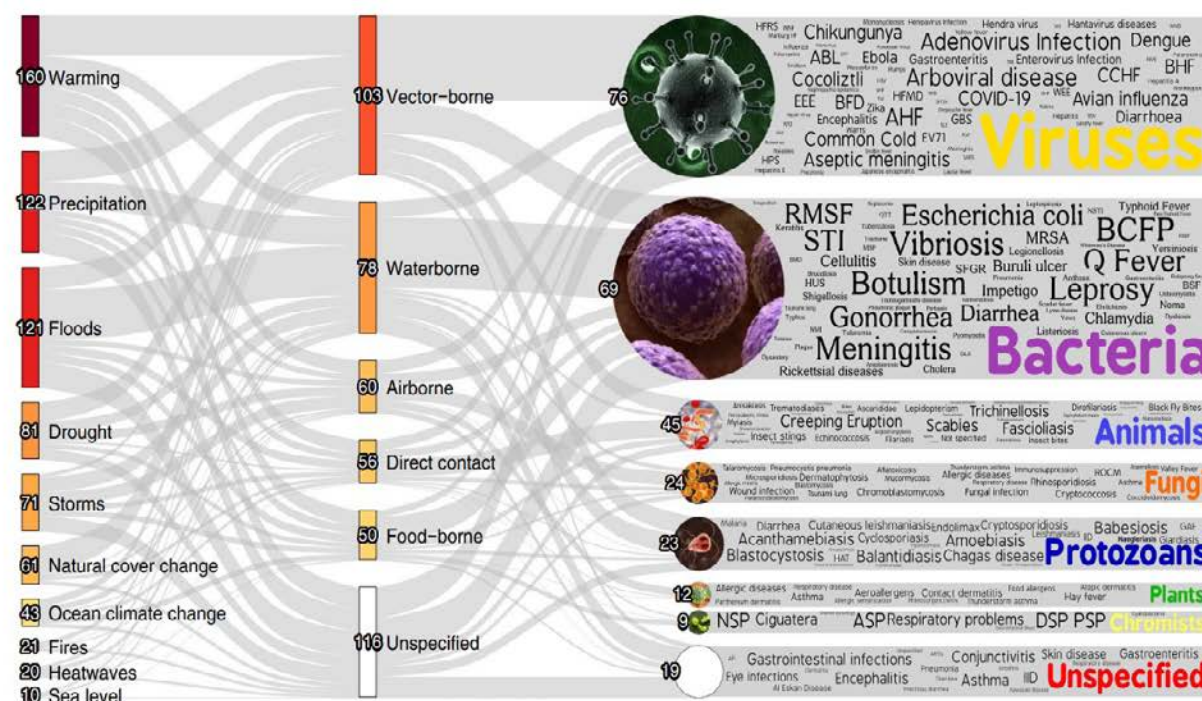
I: fertőzöttek

R: gyógyultak (R)

„ β ” a betegség terjedési aránya

„ g ” a gyógyulási arány

			
Climatic change	Drives range shifts for reservoir species	Affects transmission and susceptibility	Affects the geographical range of vectors
Technological change			
Transportation	Improved global surveillance		Air transit and high-speed rail affect pace and range of spread
Health care		Vaccination affects dynamics	Improved care reduces burden
Demographic change			
Population growth and land use	Increased contact with reservoir species	Population numbers affect evolution, birth rates affect dynamics	Larger population travelling
Urbanization	Depends on species	Density affects contact rate	Urban population more connected
Ageing	Immunosenescence affects spillover risk	Ageing population increases transmission	Possible larger burden



7. ábra Az éghajlati veszélyek által súlyosbított kórokozó betegségek

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A betegségekre ható környezeti stresszorok összetettek és gyakran kölcsönhatásban állnak egymással. Mivel a fertőző betegségek száma is jelentős, az éghajlatváltozás lehetséges egészséghatásai rendkívül változatosak lehetnek. Mora és munkatársai egy nemrégiben készült áttekintésükben 3213 olyan esetet azonosítottak, ahol tíz különböző éghajlati tényező összesen 286 betegség kialakulásában vagy súlyosbodásában játszott szerepet.

A 7.ábra azokat az összefüggéseket szemlélteti, amelyek révén az éghajlatváltozás okozta hatások bizonyos betegségek súlyosbodásához hozzájárulhatnak.

A vonalak vastagsága az érintett betegségek számával arányos. A színátmenet a betegségek

eloszlását jelzi: a sötétebb árnyalatok nagyobb, míg a világosabbak kisebb arányú előfordulást mutatnak. Az egyes csomópontokban feltüntetett számok az adott betegségek mennyiségét reprezentálják.

A 7. ábrával kapcsolatos megjegyzések:

- A betegségek súlyosbodására az éghajlatváltozással összefüggő hatások közül a legjelentősebbek a következők:
- a felmelegedés,
- a csapadékmennyiség változása,
- az árvizek,
- az aszály és
- a viharok.

A vizsgált 710 betegség 78%-a esetében ezek a hatások okozzák az állapotok súlyosbodását avagy a kialakulás kockázatának a növekedését. A súlyosbodó betegségek típusait tekintve a vektorok által terjesztett betegségek (VBD-k) jelentik a legnagyobb csoportot, ezt követik a víz, a levegő, a közvetlen érintkezés és az étel-miszer útján terjedő betegségek. A legnagyobb kórokozócsoportok a vírusok és a baktériumok.

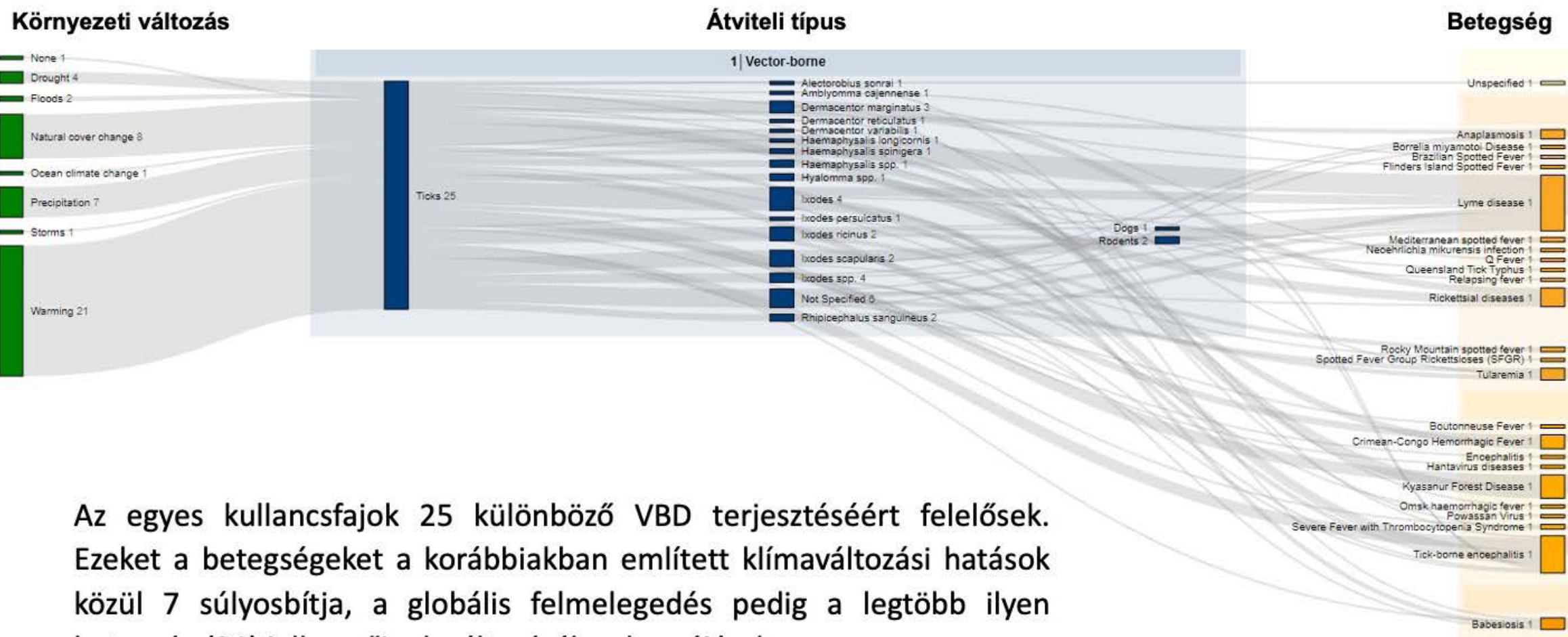
Fontos megjegyezni, hogy a témában készült publikációk közül sok az Éghajlatváltozással Foglalkozó Kormányközi Testület (IPCC) által kidolgozott klímaváltozási modellekre hivatkozik. Az IPCC négy lehetséges forgatókönyvet (RCP) határozott meg az üvegházhatású gázok kibocsátásának várható alakulására vonatkozóan, kezdve a jelenlegi tevékenységek változatlanóságát feltételező és így magas kibocsátást prognosztizáló forgatókönyvtől (RCP8.5) a szigorú kibocsátáscsökkentés estén várható alacsony kibocsátású forgatókönyvig (RCP2.6).

Mora munkatársai összefoglaló ábrákat is készítettek eredményeikről (7. ábra), amely további részletesen elemzéshez online is elérhető:

→ <https://camilo-mora.github.io/Diseases/>

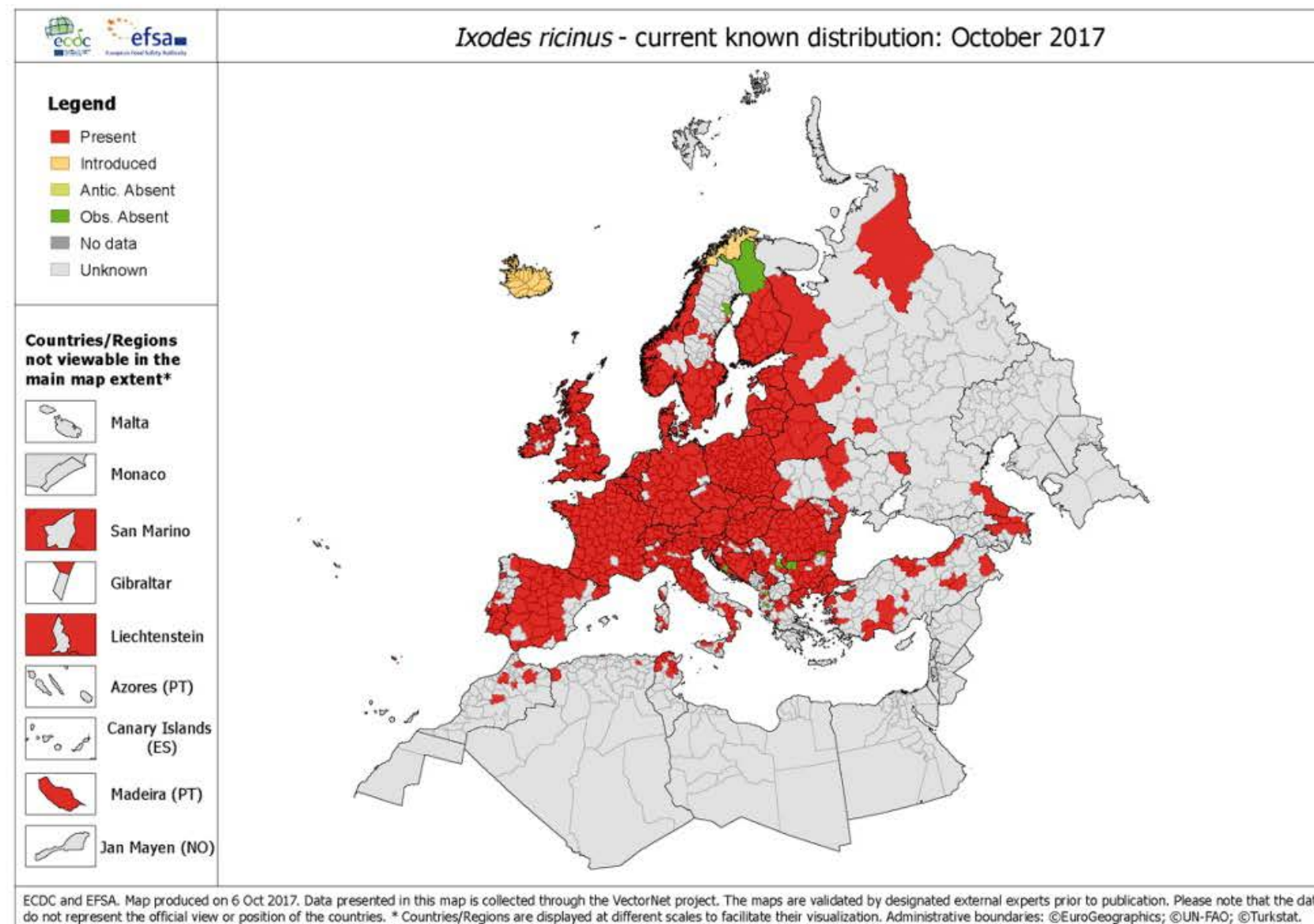
Az éghajlatváltozás hatásai vektor szerint: **kullancsok**

8. ábra



Az egyes kullancsfajok 25 különböző VBD terjesztéséért felelősek. Ezeket a betegségeket a korábbiakban említett klímaváltozási hatások közül 7 súlyosbítja, a globális felmelegedés pedig a legtöbb ilyen betegség (21) jellemzőinek változásához hozzájárul.

9. ábra. Az *Ixodes ricinus* jelenlegi európai földrajzi eloszlása

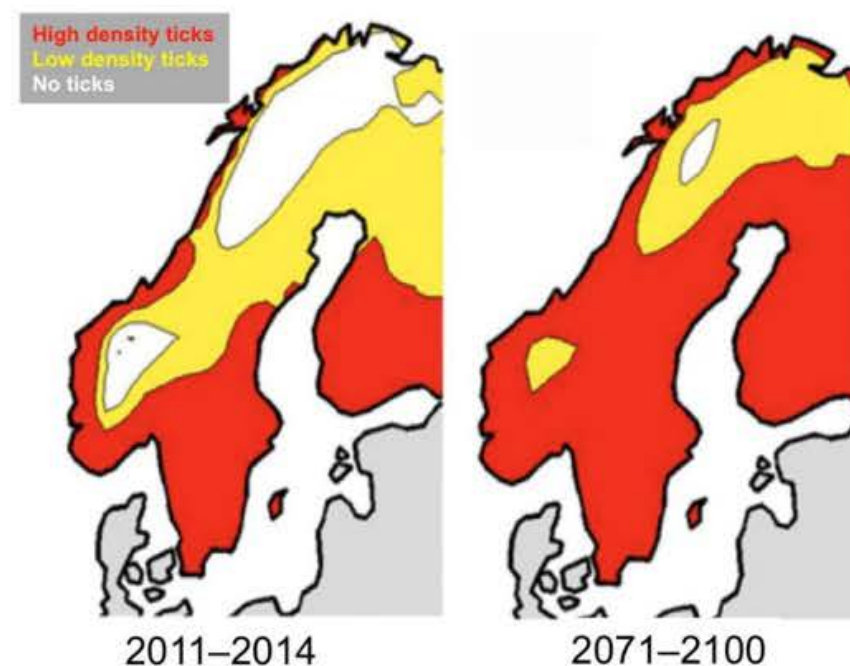


Kullancsok által terjesztett betegségek: **Babesiosis**



10. ábra. Az éghajlatváltozás előrejelzése az Ixodes szarvas kullancsok skandináviai elterjedésére vonatkozóan.

„A megfigyelések és modellek alapján valószínűsíthető, hogy az emberi babesiosis esetei egyre gyakoribbá válnak a jelenlegi szezonn kívül is, valamint az éghajlatváltozás hatására északibb területeken is megjelenhetnek a jövőben.”



Ebből: Gray, J.S.; Ogden, N.H., "Ticks, Human Babesiosis and Climate Change". Pathogens, 2021, 10, 1430.
<https://doi.org/10.3390/pathogens10111430>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Krími-kongói vérzések láz (CCHF)

Környezeti változás

- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Betegség

Ticks 1

Hyalomma spp. 1

Crimean-Congo Hemorrhagic Fever 1

Country	Dates	% IgG
Portugal	1980	0.8 (2/258)
Spain	2010–2014	0 (0/228)
	2017	0 (0/49)
	2017–2018	0.58–1.16 (3/516–6/516) ¹
	2017–2018	3.0 (4/133) ²

2. táblázat. A krími-kongói vérzések láz vírus (CCHFV) seroprevalenciája Európában

„A krími-kongói vérzések láz (CCHF) terjedését számos tényező befolyásolja, például a globalizáció, a földhasználat módosulása, az élőhelyek jellemzőinek változása, a biológiai sokféleség csökkenése, valamint az új invazív fajok betelepítése.

A Spanyolország különböző régióiban kullancsokban és emberekben azonosított eltérő genotípusok arra utalnak, hogy a CCHFV kullancsok általi átvitele már Európában is lehetséges.

Ebből: A. Portillo, A. M. Palomar, P. Santibáñez és J. A. Oteo, Epidemiológiai szempontok a krími-kongói vérzések láz Nyugat-Európában: Mi lesz a jövővel?, Mikroorganizmusok, 2021 Március, 9, (3), 649. <https://doi.org/10.3390%2Fmicroorganisms9030649>

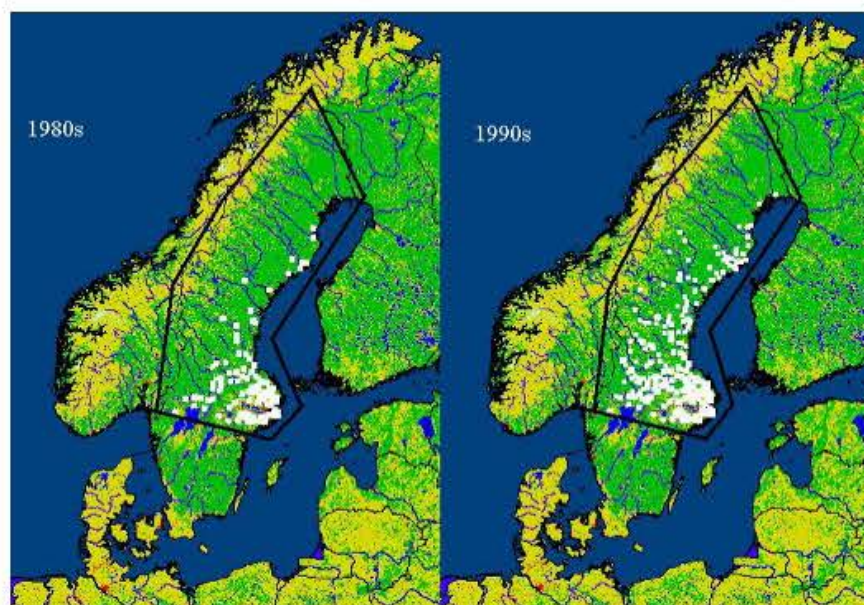
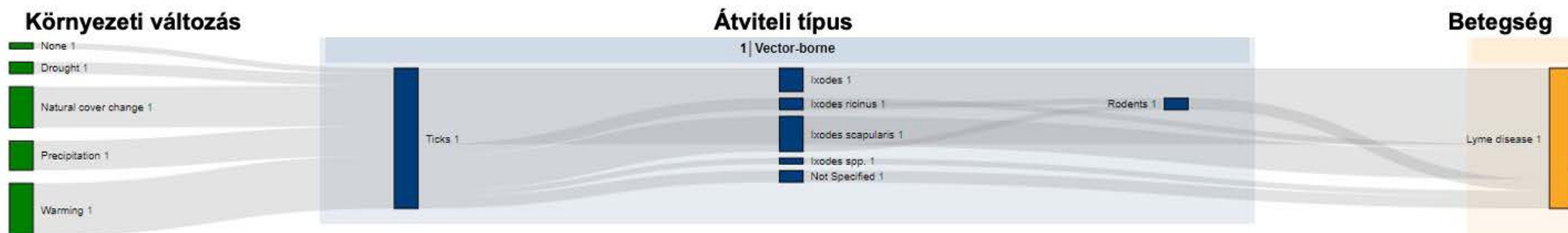
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

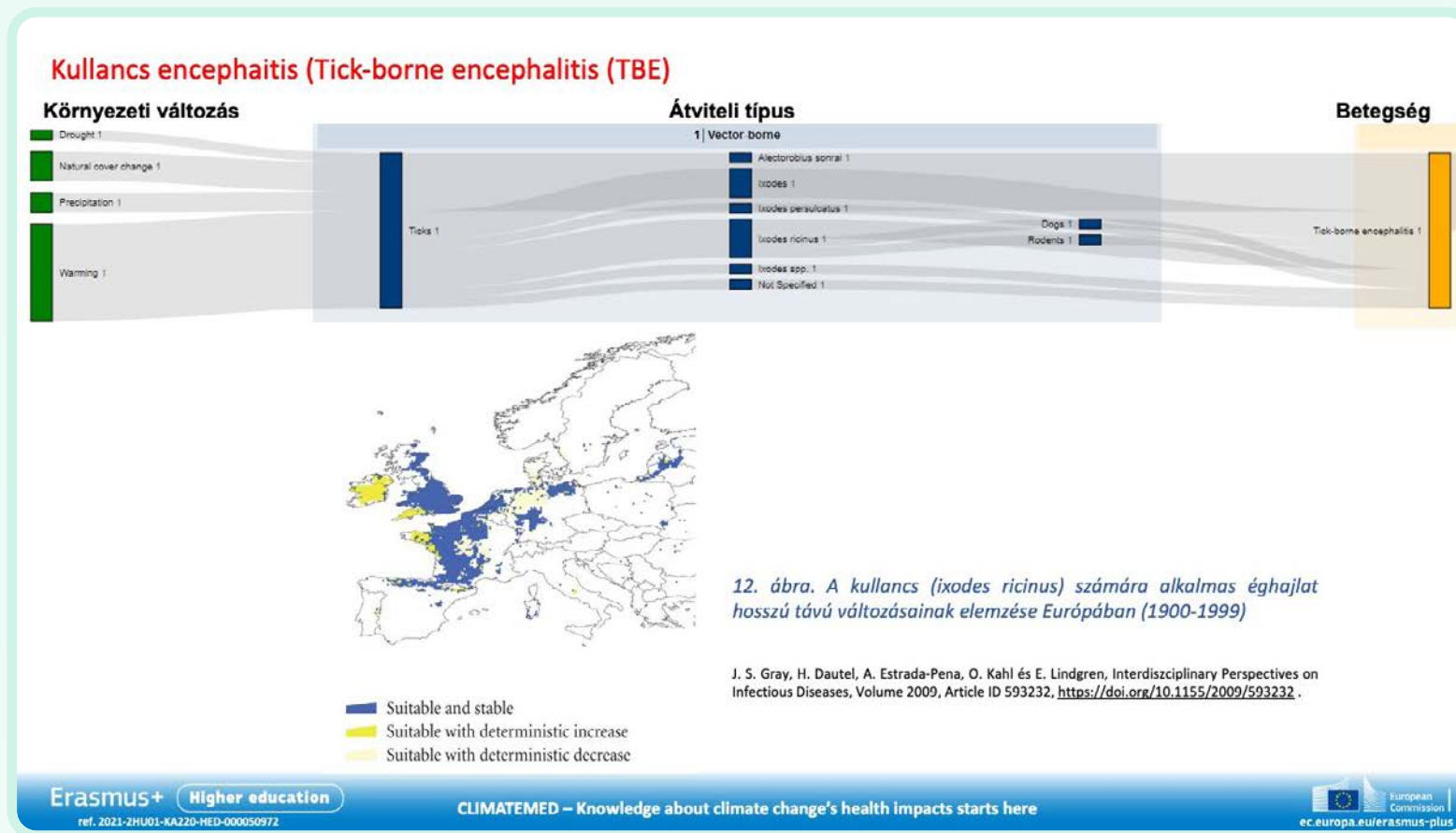
Lyme-betegség (Lyme borreliosis, LB)



11. ábra. A kullancsok előfordulási gyakoriságának változása Közép- és Észak-Svédországban

„Európában az éghajlatváltozás hatásai a magasabb szélességi és magassági fokokon is elősegíti az LB terjedését, és hozzájárulnak ahhoz, hogy az LB terjedési szezonja egyes területeken meghosszabbodjon. Más területeken, ahol a éghajlatváltozás túl meleg és száraz éghajlati viszonyokat okoz a kullancs túléléséhez, az LB eltűnik”.

Ebből: E. Lindgren és T.G.T. Jaenson, „Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures”, Egészségügyi Világszervezet, EUR/04/5046250, 2006.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789289022910> . Hozzáférés: június 11. 2023.



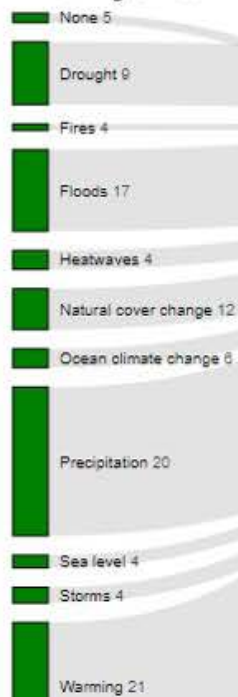
A területek alkalmas és alkalmatlan területekre vannak osztva (az utóbbiak az ábrán a nem színezett területek). A megfelelőnek és stabilnak jelölt terület azt jelenti, hogy a kullancs számára a túlélés és a szaporodás feltételei változatlanok maradnak. A determinisztikus növekedés vagy csökkenés arra utal, hogy a területen várható változások kedvező vagy kedvezőtlen hatást gyakorolhatnak a kullancsok túlélésére.

Az 1980-as évek közepe óta Svédországban a TBE esetek számának növekedése összefüggésbe hozható az enyhébb téli időjárással, a tavasz korábbi érkezésével, valamint a hosszabb ideig tartó őszi időszakokkal, amelyek hőmérséklete 5-8°C fölé maradt. Az éghajlat kullancspopulációkra gyakorolt hatását az *I. ricinus* kullancsfaj északi

irányú terjedése is alátámasztja. Az eredmények összhangban vannak azokkal a jelentésekkel, amelyek az északi területeken élő kullancsok aktivitásának fokozódásáról számolnak be.

Az éghajlatváltozás hatásai a vektor szerint: Szúnyogok

Környezeti változás

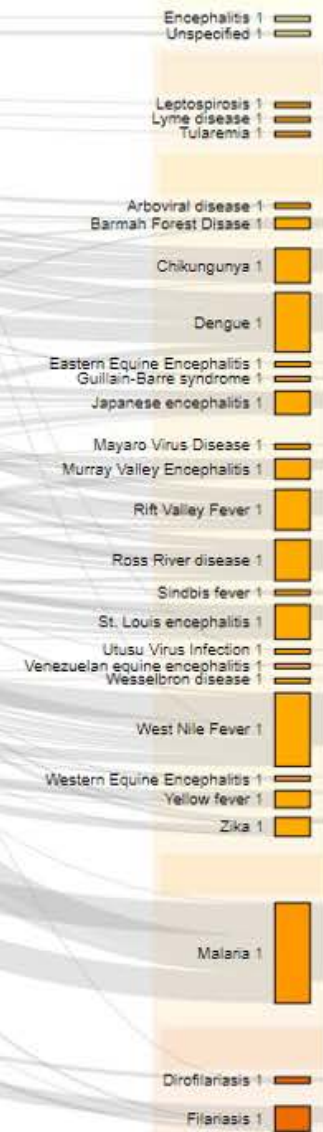


Átviteli típus

1 | Vector-borne

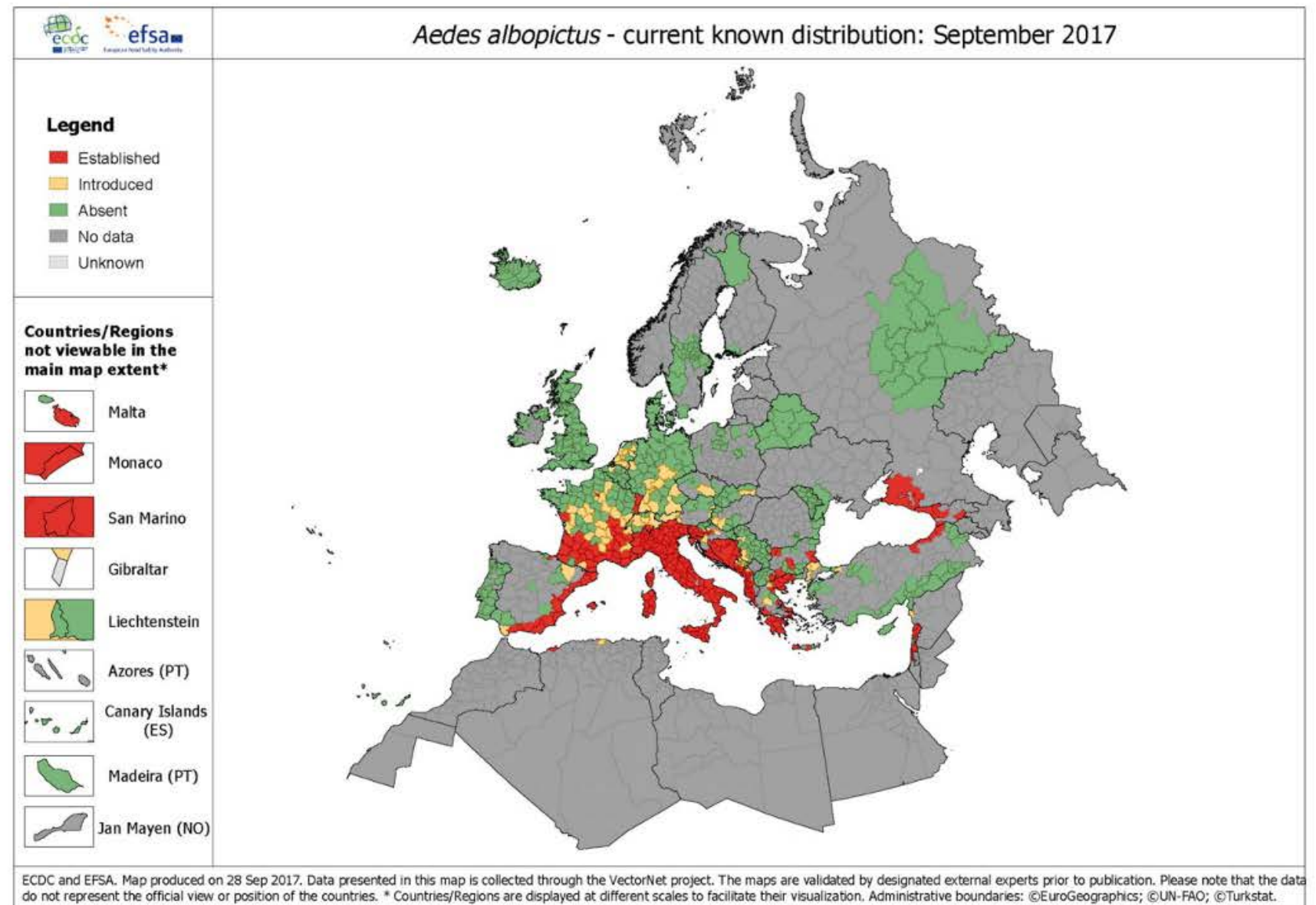


Betegség

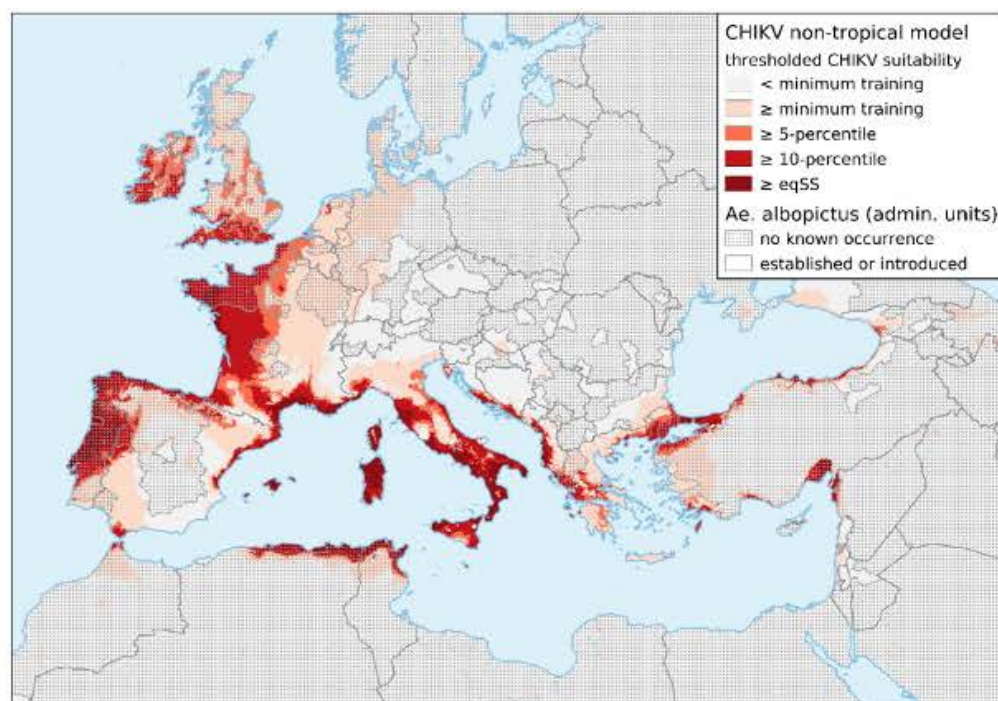
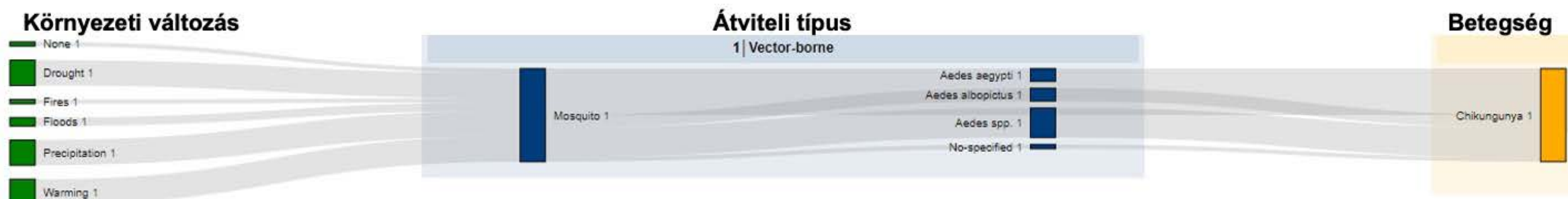


A különböző szúnyogok fajok összesen 28 VBD kórokozójának terjesztéséért felelősek. E betegségek kialakulásának kockázatát az éghajlatváltozási olyan hatásai, mint a globális felmelegedés, a növekvő csapadékmennyiség, az árvizek gyakoribbá válása jelentősen súlyosbítják.

13. ábra. *Aedes albopictus* szúnyogok jelenlegi európai földrajzi eloszlása



Szúnyogok által terjesztett betegségek: Chikungunya (CHIKV)



14. ábra. A szúnyogok által a CHIKV terjesztésére várhatóan alkalmassá váló földrajzi területek

„A járványügyi modellek szerint azok a területek, amelyek alkalmassá válhatnak arra, hogy adott a szúnyogok a CHIKV vírusát terjesszék a Földközi-tenger partvidékét, az Ibériai-félsziget nyugati részét és Franciaország atlanti partvidékét jelenthetik.

Pesszimista forgatókönyvek szerint Németország nyugati része és a Benelux államok jelentős területei is potenciálisan fertőzött területekké válhatnak”.

Ebből: N. B. Tjaden, Y. Cheng, C. Beierkuhnlein és S. M. Thomas, „Chikungunya túl a trópusokon: Hol és mikor várható a betegség átvitel Európában?”, Vírusok 2021, 13, 1024, <https://doi.org/10.3390/v13061024>.

Dengue láz

Környezeti változás

- None 1
- Drought 1
- Floods 1
- Heatwaves 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Sea level 1
- Storms 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Mosquito 1

Aedes aegypti 1

Aedes albopictus 1

Aedes spp. 1

No-specified 1

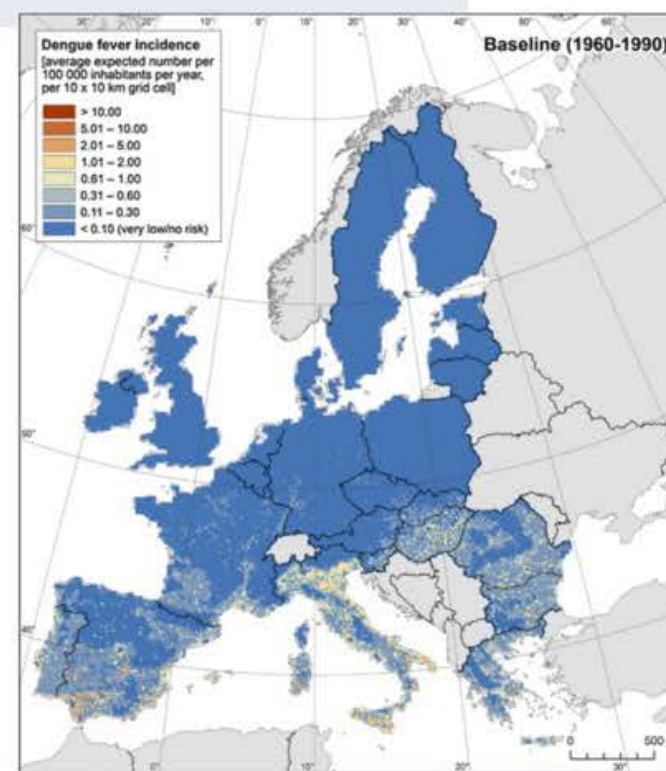
Betegség

Dengue 1

15. ábra A Dengue-láz incidenciája 100.000 főre

„A kockázati térképek azt mutatják, hogy az éghajlatváltozás Európában közrejátszhatott a dengue-fertőzés (és esetleg más szúnyogok által terjedő betegségek) kockázatának növekedéséhez. A legnagyobb kockázatnak kitett területek várhatóan a Földközi-tenger és az Adriai-tenger partvidéke, valamint Észak-Olaszország lesznek.”

Ebből: M. Bouzid, F. J. Colón-González, T. Lung, I. R. Lake, és P. R. Hunter, BMC Public Health, 2014, **14**, 781.
<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/781> . Hozzáférés: június 11. 2023.



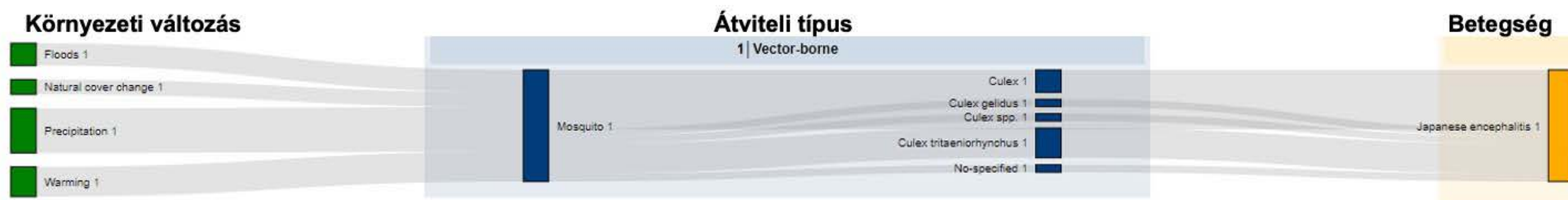
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Japán encephalitis (JEV)



„Az Ázsiával és Óceániával folytatott nemzetközi kereskedelem és turizmus növeli annak kockázatát, hogy a japán agyvelőgyulladás vírusa az Európai Unióba behurcolásra kerül. Amennyiben a vírus e területeken megjelenik, a már itt lévő szúnyogvektorok és fogékony gerinces gazdaszervezetek magas száma miatt fennáll a lehetősége, hogy a betegség Európában is megjelenjen. A japán agyvelőgyulladás vírus RNS-fragmentumának 2010-ben történt azonosítása egy észak-olaszországi Culex-szúnyogpopulációban arra utal, hogy a vírus elterjedési területe szélesebb, és potenciális közegészségügyi kockázatot jelenthet Európában.”

European Centre for Disease Prevention and Control, „Factsheet about Japanese Encephalitis”, <https://www.ecdc.europa.eu/en/japanese-encephalitis/facts>.

".... A mérsékelt égövi *Culex pipiens f. pipiens* szúnyog vektor-kompetenciája JEV III genotípusának vektorizálására vonatkozóan felmérésre került olyan hőmérsékleten, amely a nyári hónapokban jellemző az Egyesült Királyságban tapasztalt vagy a jövőben előre jelzett hőmérsékletekre. Az eredmények azt mutatják, hogy a *Cx. pipiens* e hőmérsékleti viszonyok esetén is képes lehet a JEV-fertőzésre".

A. J. Folly, D. Dorey-Robinson, L. M. Hernández-Triana, S. Ackroyd, B. Vidana, F. Z. X. Lean, D. Hicks, A. Nuñez és N. Johnson, „A meleg körülmények korlátozzák Japán encephalitis vírus fertőzés a méh közepén, és megakadályozza a szisztémás terjedését a Culex pipiens szúnyogok”, Nature Scientific Reports, 2021, 11, 6133. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85411-2>

Lymphatic filariasis

Környezeti változás

- Fires 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Anopheles 1
- Culex pipiens 1
- No-specified 1

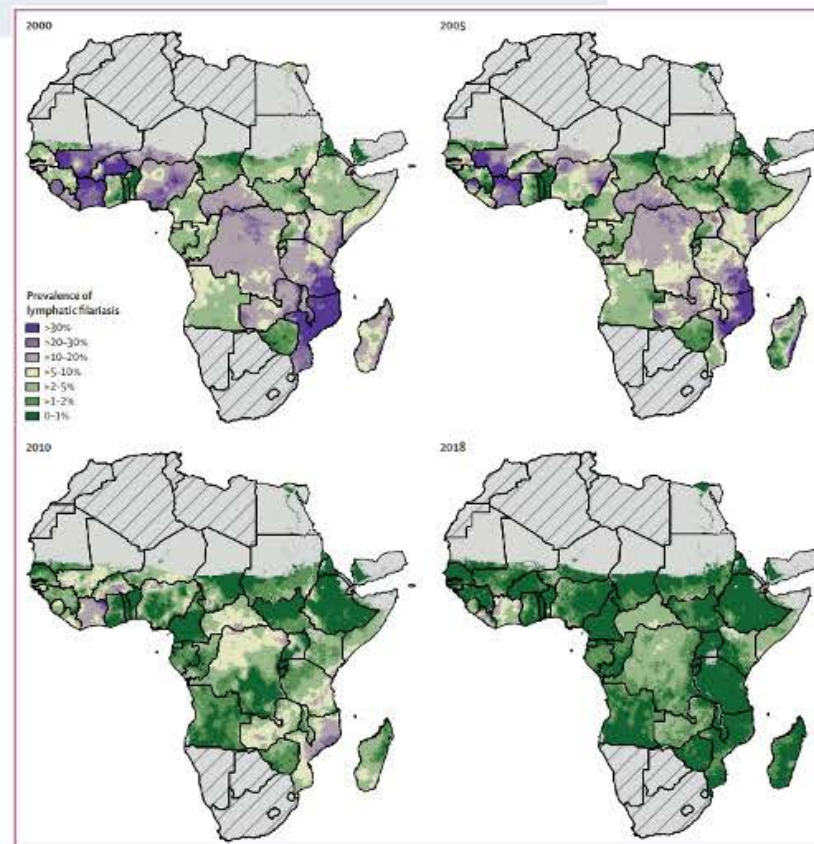
Betegség

Filariasis 1

16. ábra. A lymphatikus filariasis prevalenciájának változása Afrikában 2000-2018 között

"Bár a lymphatikus filariasis fertőzés előfordulása az afrikai és ázsiai területeken 2000 óta csökkent, a lakosság jelentős része esetén a gyógyszeres megelőzés alkalmazása jelenleg is szükséges."

Ebből: E.A. Cromwell et.al., "The global distribution of lymphatic filariasis, 2000–18: a geospatial analysis", Lancet Global Health 2020, 8, e1186–94.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30286-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30286-2)



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

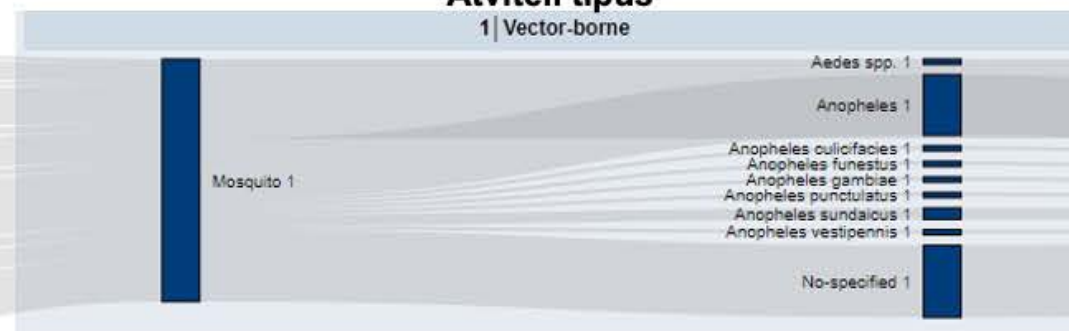
Malária

Környezeti változás

- None 1
- Drought 1
- Fires 1
- Floods 1
- Heatwaves 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Sea level 1
- Storms 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne



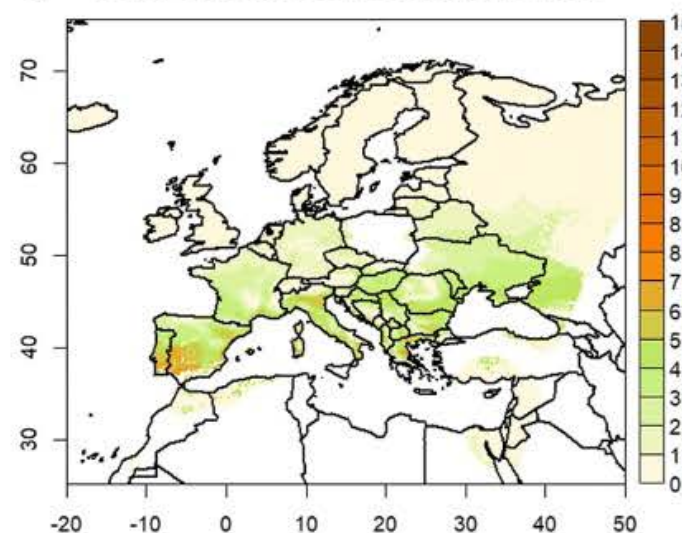
Betegség

17. ábra. A malária-fertőzést hordozó vektorok terjedésének előrejelzése

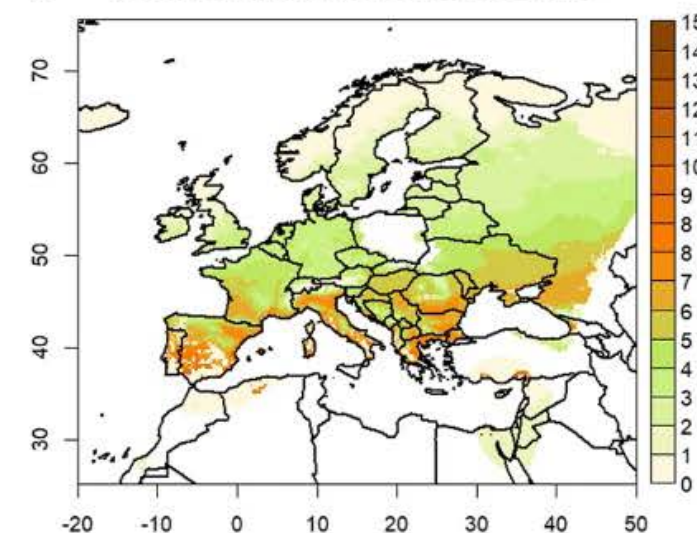
„Az előrejelzések szerint a közeljövőben a malária-fertőzés kockázatának fokozottan kitett országok közé tartozhat Spanyolország, Dél-Franciaország, Olaszország, Görögország, és néhány délkelet-európai ország: Bulgária, Románia, Macedónia és Szerbia, Dél-Ukrajna és Oroszország e térségben lévő területei.”

<https://doi.org/10.1186/s13071-018-3278-6>

a Vector Stability Index Historical 1985-2005



b Vector Stability Index RCP8.5 2080-2100



Vector Stability Index. Shown are the values for the historical period 1985–2005 (a) and for the scenario period 2080–2100 under the RCP8.5 scenario (b). White areas denote regions with no observational and/or RCM data

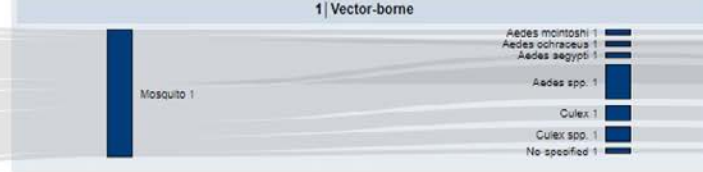
Rift völgyi láz (RVF)

Környezeti változás

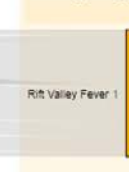
- None 1
- Drought 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne



Betegség



3. táblázat. A Rift-völgyi láz vírus kompetens, az Európai Unióban ismert elterjedésű szúnyogvektorai. (X = jelen lévő vektor; ? = nem bizonyított).

Ebből: V. Chevalier, M. Pépin, L. Plé és R. Lancelot. „Rift Valley láz - fenyegetés Európára?”. Euro Surveill. 2010, 15, (10), pii=19506.
<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/es.e15.10.19506-en>

Country	<i>Aedes vexans vexans</i>	<i>Ochlerotatus caspius</i>	<i>Culex theileri</i>	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culex perexiguus</i>
Austria	X	X	?	X	?
Belgium	X	X	?	X	?
Bulgaria	X	X	X	X	X
Croatia*	X	X	?	X	?
Cyprus	?	X	?	X	?
Czech Republic	X	X	?	X	?
Denmark	X	X	?	X	?
Estonia	X	X	?	X	?
Finland	X	X	?	X	?
France (mainland)	X	X	X	X	?
France (Corsica)	X	X	X	X	?
Germany	X	X	?	X	?
Greece	X	X	X	X	X
Hungary	X	X	X	X	?
Ireland	?	X	?	X	?
Italy (mainland)	X	X	X	X	X

Erasmus+ Higher education

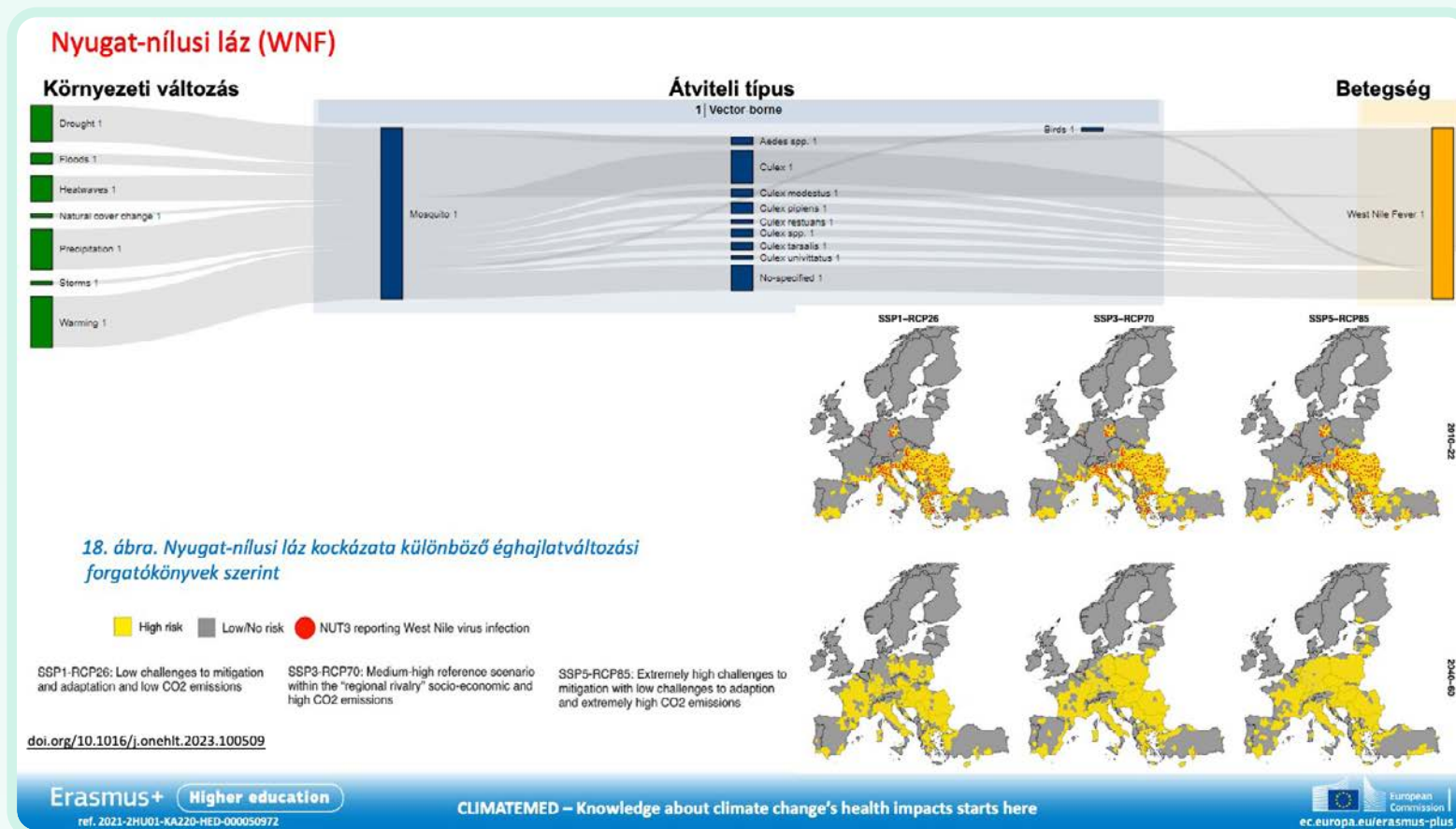
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A Rif völgyi láz (RVF) vírus Európai Unióba történő behurcolásának és terjedésének kockázata jelenleg alacsonynak tekinthető. Ugyanakkor az RVFV közelmúltbeli újbóli felbukkanása Kelet-Afrikában – beleértve Szudánt, a Nílus-völgyét és az Indiai-óceán térségét – azt mutatja, hogy a vírus rendkívül aktív, és érzékenyen reagál az éghajlati és környezeti változásokra.

Ennek következtében a Földközi-tenger térsége, Közép-Európa és a Közel-Kelet egyre nagyobb mértékben lehet kitéve az RVFV megjelenésének és terjedésének kockázatának.



„A nyugat-nílusi láz (WNF) napjainkban már több európai országban megjelent, és a jövőben várhatóan tovább terjedhet olyan területekre is, ahol korábban nem fordult elő. Az éghajlatváltozás következtében a vektorok számára kedvezőbb környezeti feltételek alakulhatnak ki, elősegítve a betegség terjedését. Nyugat-Európa országai – függetlenül az éghajlatváltozás pontos mértékétől – jelentős WNF járványkitörésekkel szembesülhetnek, ami elengedhetetlenné teszi a megfelelő alkalmazkodási stratégiák kidolgozását. Amennyiben a környezeti változások tendenciája az eddigiekhez hasonló marad, a század későbbi időszakában a WNF akár Észak-Európában is megjelenhet”.

Sárgaláz

Környezeti változás

- Drought 1
- Fires 1
- Floods 1
- Natural cover change 1
- Precipitation 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Aedes spp. 1
- Haemagogus janthinomys 1
- Haemagogus leucocelaenus 1
- No-specified 1

Betegség

Yellow fever 1

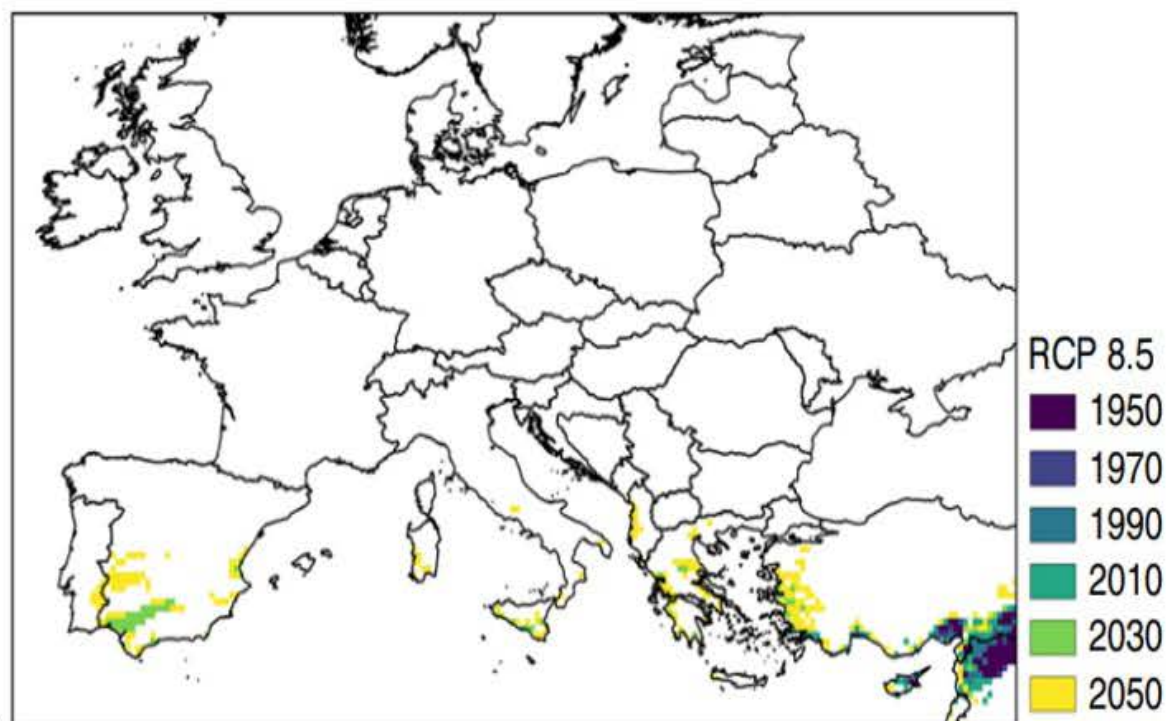
19. ábra. Az *Aedes aegypti* inváziós határainak kiterjedése Európában 1950–2050 között az RCP 8.5 (magas szén-dioxid- CO_2 kibocsátás) klímaváltozási modell alapján

2030-ra az *Ae. aegypti* túlélése és szaporodása számára tartósan alkalmas területek alakulhatnak ki Spanyolországban, Portugáliában, Görögországban és Törökországban.

A dél-spanyolországi területek éghajlata várhatóan 2030-ra kedvező lesz a sárgaláz kórokozót terjesztő szúnyog megtelepedéséhez.

doi.org/10.1038/s41467-020-16010-4

<http://www.mosquitoalert.com/en/el-cambio-climatico-acelera-la-expansion-del-mosquito-de-la-fiebre-amarilla/>



Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Zika vírus

Környezeti változás

- Drought 1
- Natural cover change 1
- Ocean climate change 1
- Precipitation 1
- Storms 1
- Warming 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Mosquito 1

- Aedes aegypti 1
- Aedes spp. 1
- Culex 1

Betegség

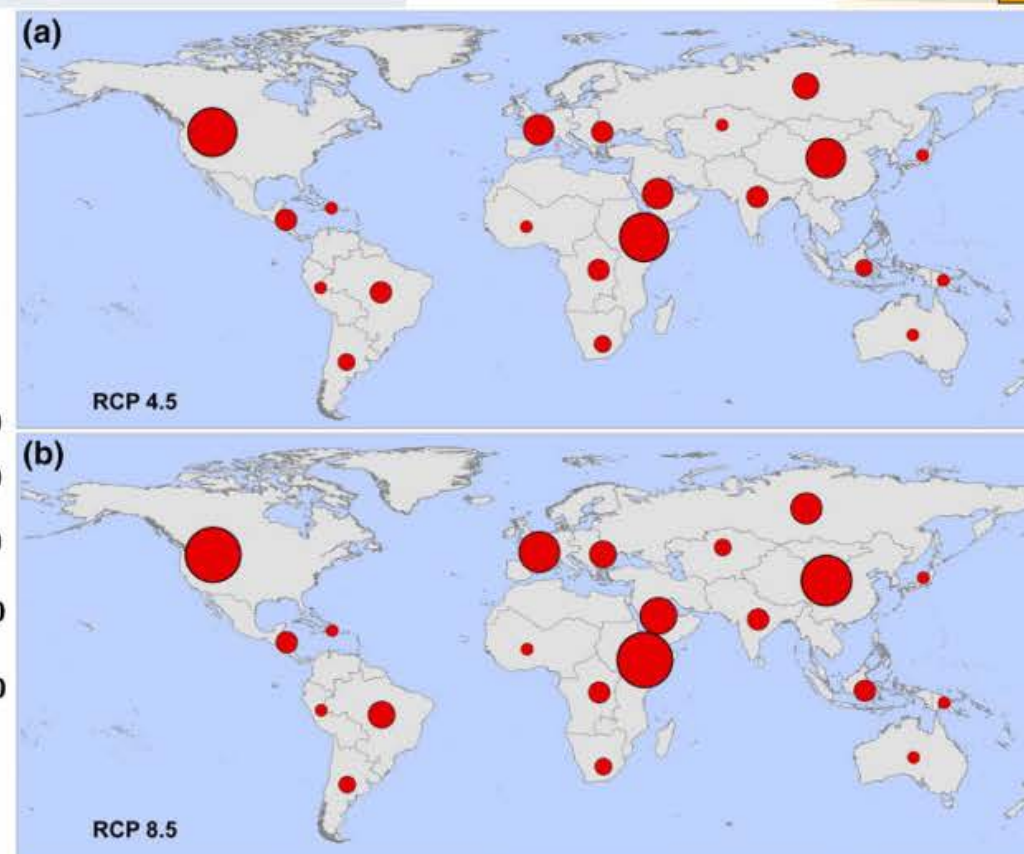
Zika 1

20. ábra. A Zika-fertőzés kockázatának kitett népesség

A vörös körök mérete mutatja az (a) mérsékelt (RCP 4.5) és (b) szélsőséges (RCP 8.5) klímaváltozási modellek alapján a Zika-fertőzés által veszélyeztetett népességet (millió fő).

„A legkedvezőtlenebb előrejelzések szerint több mint 1,3 milliárd ember élhet majd olyan régiókban, ahol a hőmérsékleti viszonyok kedveznek a ZIKA vírus terjedésének. A jövő generációi Észak-Amerikában és Európában jelentős mértékben megnövekedett ZIKA-átviteli potenciállal szembesülhetnek, különösen az őshonos lakosság körében, amely fokozottan ki lehet téve a fertőzés kockázatának.”

- 1.5–20
- 20–40
- 40–60
- 60–80
- 80–100
- 100–120
- 120–140
- 140–160
- 160–180
- 180–200



S. J. Ryan, C. J. Carlson, B. Tesla, M. H. Bonds, C. N. Ngonghala, E. A. Mordokaj, L. R. Johnson, C. C. Murdock, Global Change Biology, 2021, 27, 84–93. <https://doi.org/10.1111/gcb.15384>

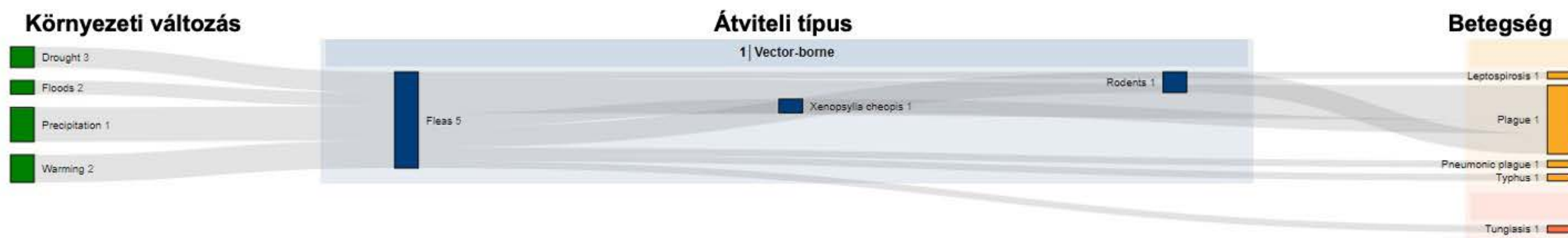
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás hatásai vektorok szerint: Bolhák



A bolhák jellemzően öt különböző vektorok által terjesztett betegség (VBD) átviteléért felelősek. A fertőzések kockázatát az ábrán látható négy éghajlati tényező tovább fokozza: a csapadék, a globális felmelegedés, az árvizek és az aszályok.

Bolhák által terjesztett betegségek: **Pestis**

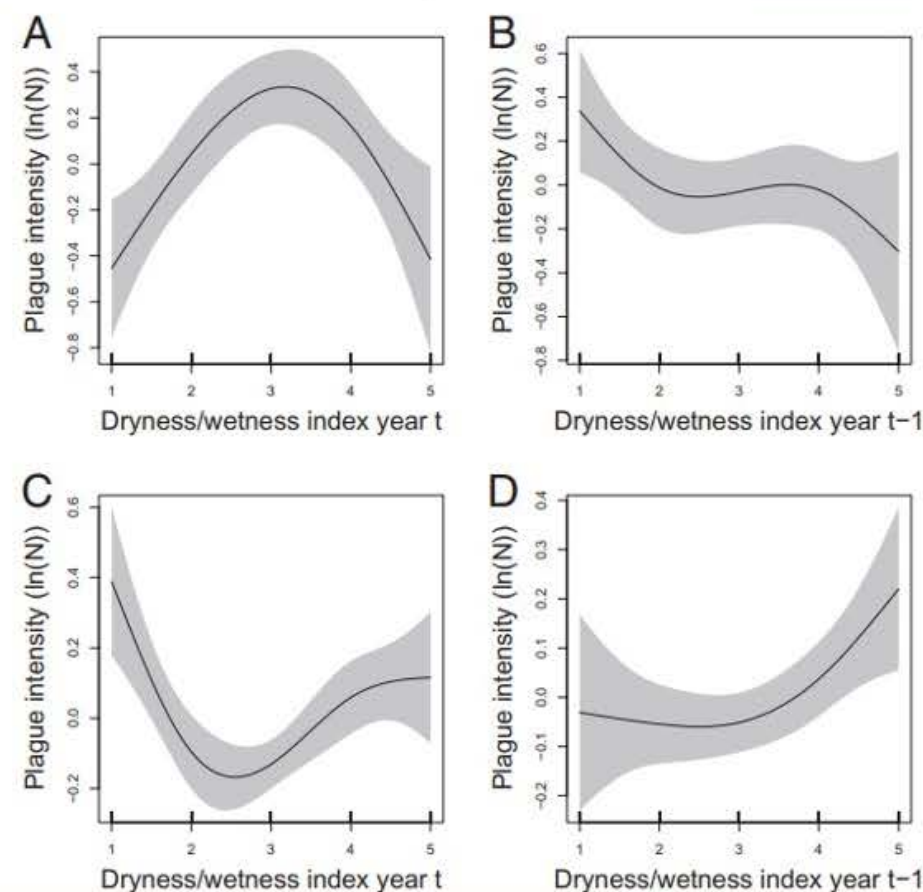


21. ábra. 21. ábra. A szárazság és nedvesség hatása az emberi pestisjárványok intenzitására.

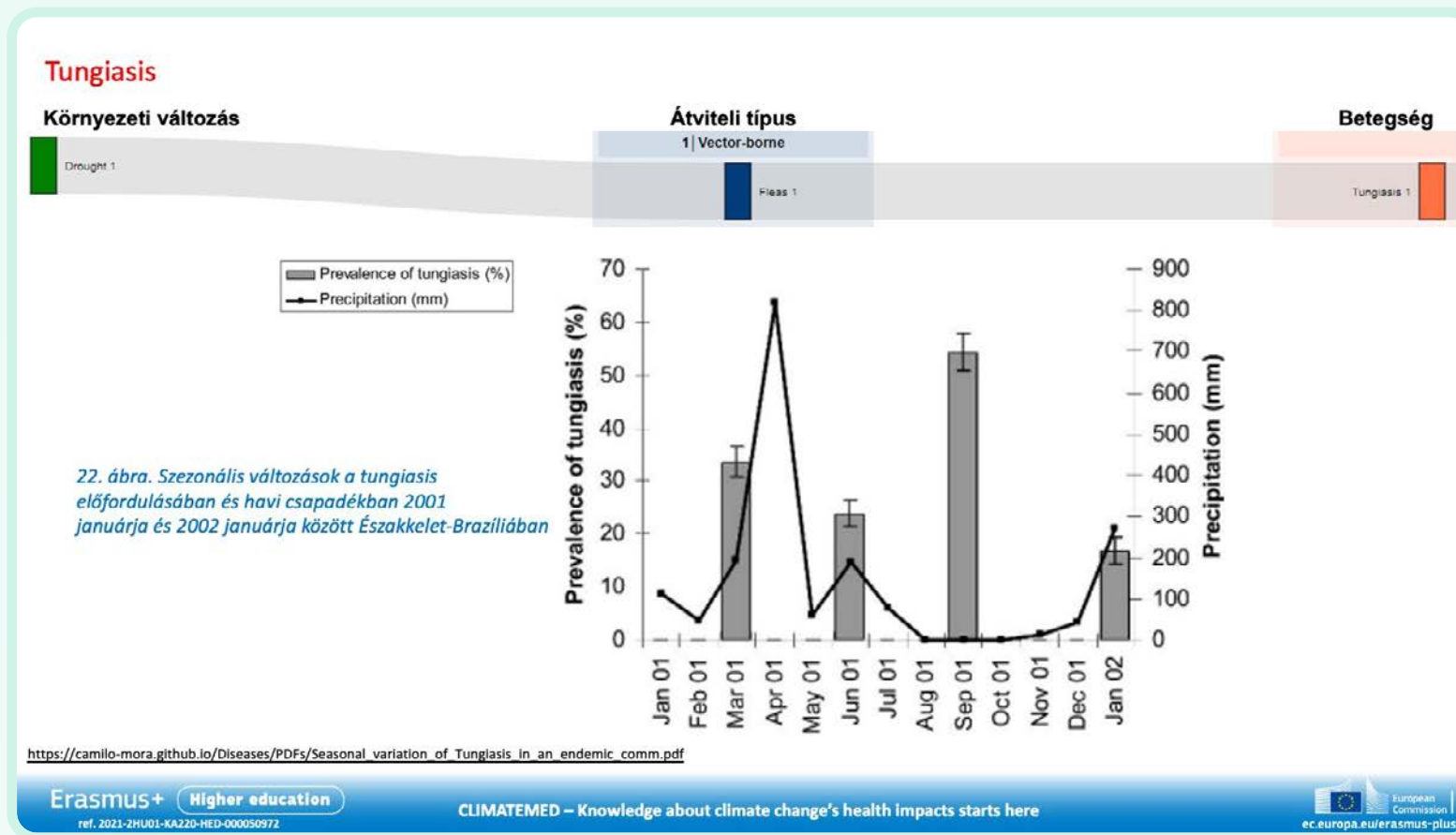
A vizsgálat évében (A) és az előző évben (B) Észak-Kínában, valamint a vizsgálat évében (C) és az előző évben (D) Dél-Kínában.

D/W index: 1 = nagyon nedves időjárás; 5 = nagyon száraz időjárás

„Észak-Kínában a szárazabb időjárási viszonyok a pestis intenzitásának csökkenésével jártak, míg Dél-Kínában éppen ellenkezőleg, növekedést eredményeztek. Az eltérő regionális hatások arra engednek következtetni, hogy a csapadék befolyása az emberi pestis előfordulására az adott éghajlati övezettől függően jelentősen változhat”.



L. Xua *et al.*, "Nonlinear effect of climate on plague during the third pandemic in China", PNAS, 2011. június 21., **108**, (25), 10214–10219. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1019486108>



Az adatok azt mutatják, hogy a tungiasis fertőzések előfordulási aránya jelentősen magasabb volt a száraz évszakban, mint az esős időszakban. Ennek a szezonális eltérésnek valószínű oka a betegséget terjesztő homoki bolhák populációjának biológiai ciklusa, amely összefüggésben áll a környezeti feltételek változásával. Az esős évszakban a magas talajnedvesség kedvezőtlen hatással lehet a homoki bolhák fejlődésére, míg a heves esőzések elmoshatják a petéket, lárvákat, bábokat és kifejlett egyedeket azokról a területekről, ahol fejlődésük zajlik.”

Bozóttífusz (Tsutsugamusshu láz)

Környezeti változás

Drought 1

Átviteli típus

1 | Vector-borne

Fleas 1

Betegség

1 | Bacteria

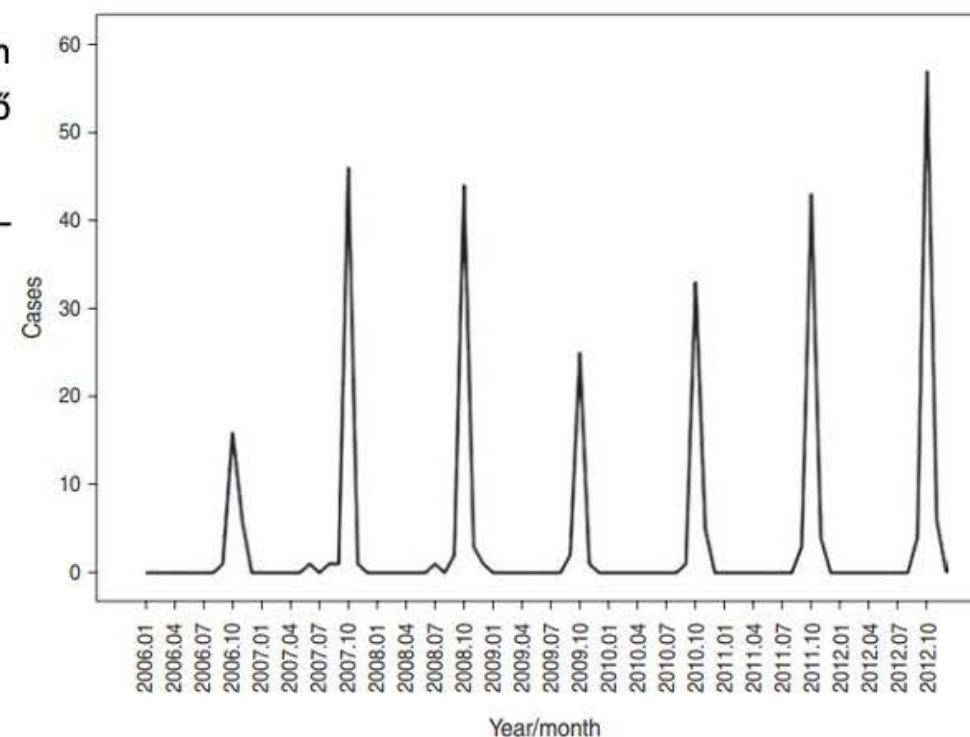
Typhus 1

„A bozóttífusz előfordulása pozitívan korrelál a vizsgált időszak előtti három hónap hőmérsékletével, az előző kettő hónap páratartalmával és az előző három hónap csapadékaival a kínai Laiwuban.

Az éghajlatváltozás hatásai – különösen a globális felmelegedés – növelhetik a bozóttífusz előfordulását a mérsékelt égövi régiókban is”.

L. P. Yang, J. Liu, X. J. Wang, W. MA, C. X. Jia, és B. F. Jiang, "Effects of meteorological factors on scrub typhus in a temperate region of China", *Epidemiol. Infect.*, 2014, **142**, 2217–2226.
<https://doi.org/10.1017/S0950268813003208>

23. ábra. Bozóttífusz esetek Kínában 2006 és 2012 között



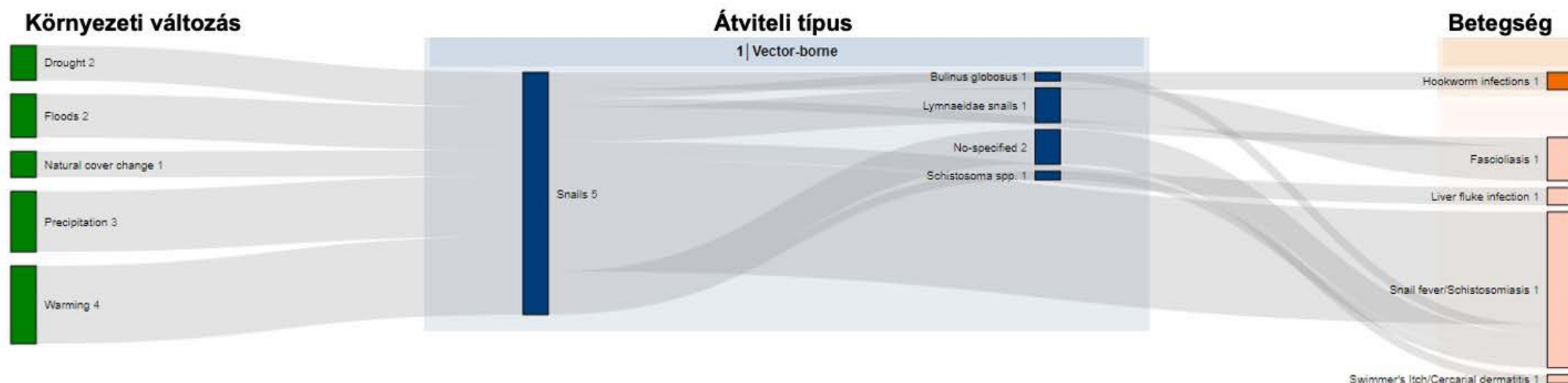
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

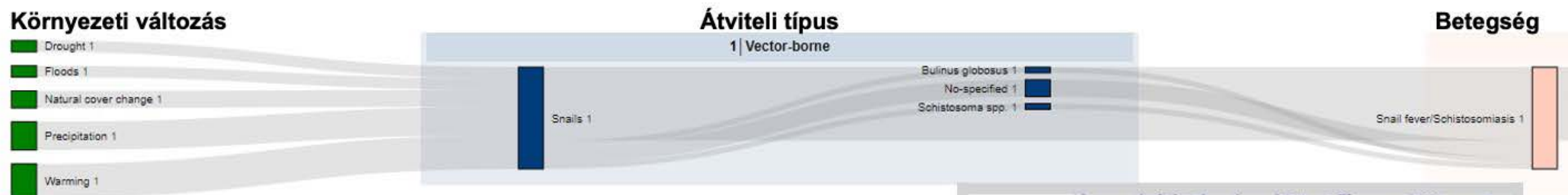
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás hatásai a vektorok szerint: **Csiga**



A különböző csigafajok jellemzően öt különböző vektorok által terjesztett betegség (VBD) átviteléért felelősek. A fertőzések kockázatát az ábrán látható öt éghajlati tényező tovább fokozza: szárazság, árvizek, földhasználat megváltozása, páratartalom változása, globális felmelegedés.

A csigák által terjesztett betegség: **Schistosomiasis**

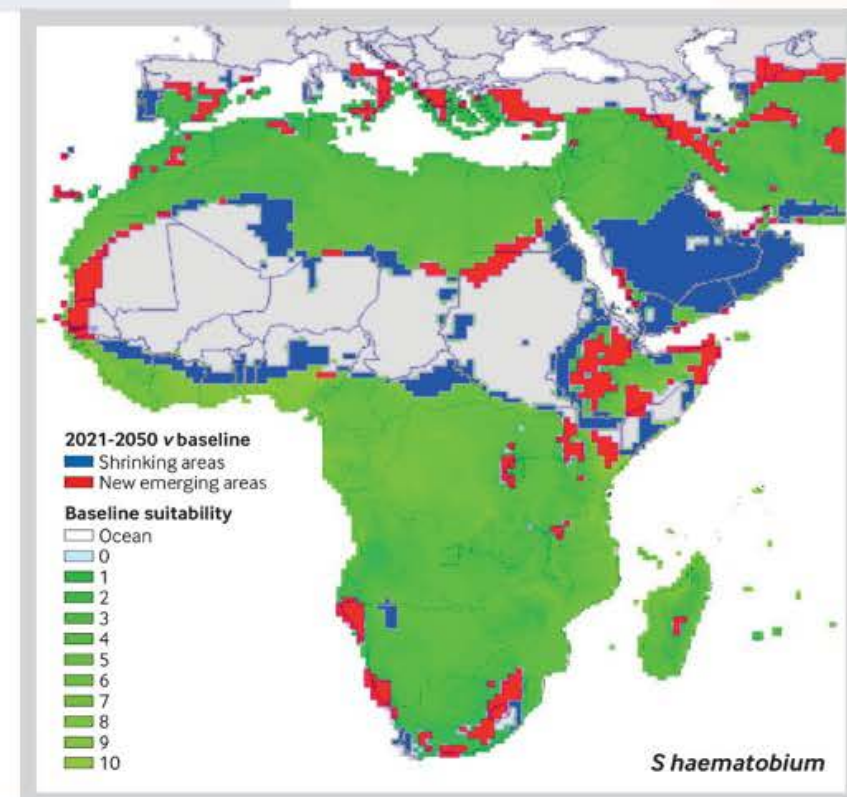


24. ábra. Az urogenitális schistosomiasis kockázati területének várható alakulása 2021 és 2050 között Afrikában és a Közel-Keleten a jelenlegi helyzethez viszonyítva.

A környezeti alkalmasság skálája 0-tól (nem megfelelő körülmények) 10-ig (legkedvezőbb feltételek) terjed. A kék szín azon területeket jelöli, ahol a schistosomiasis kockázata csökken, mivel a hőmérséklet változása ezeket a régiókat alkalmatlanná teszi a parazita fennmaradására.

„A modell felhívja a figyelmet az Afrikában, a Közel-Keleten és Európa déli részén a potenciálisan kialakuló, valamint azokra a területekre, ahol a kockázat csökkenése várható”.

<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m4324>



Kampós vagy horgasfejű féreg (Hookworm) fertőzés

Környezeti változás

- Precipitation 1
- Warming 1

Átviteli típus

- 1 | Vector-borne
- Snails 1

Betegség

- 5 | Anemia
- Nem
- Hookworm infection 1

Climatic variable	Effect on STHs
Increased temperature	<p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased rate of L₁ and L₂ development, reducing time taken to infectivity. Increased metabolic rate of L₃, negatively affecting survival. Temperatures exceeding maximum for development will cause reduced transmission. <p><i>A. lumbricoides</i> and <i>T. trichiura</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increase development within egg; decrease time to infectivity. Decreased egg viability above certain temperatures.
Increased precipitation	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prevention of egg/larval desiccation, but only to a degree, excessively high rainfall could reduce egg hatching/larval development.
Decreased precipitation	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduced egg hatching/larval development.
Increased relative humidity	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prevent desiccation, increase survival rates. <p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> Facilitate increased larval survival in soil.
Decreased relative humidity	<p>All:</p> <ul style="list-style-type: none"> Facilitate increased larval survival in soil. <p>Hookworm:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reduced larval survival in soil.

4. táblázat. Az éghajlati paraméterek változásának hatása a talaj által terjesztett helmintiázisok (STH) biológiai fejlődési folyamataira. STH = talajon keresztül terjedő féregfertőzések, L1-L3 = a lárvák fejlődési szakaszai.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2010.06.009>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

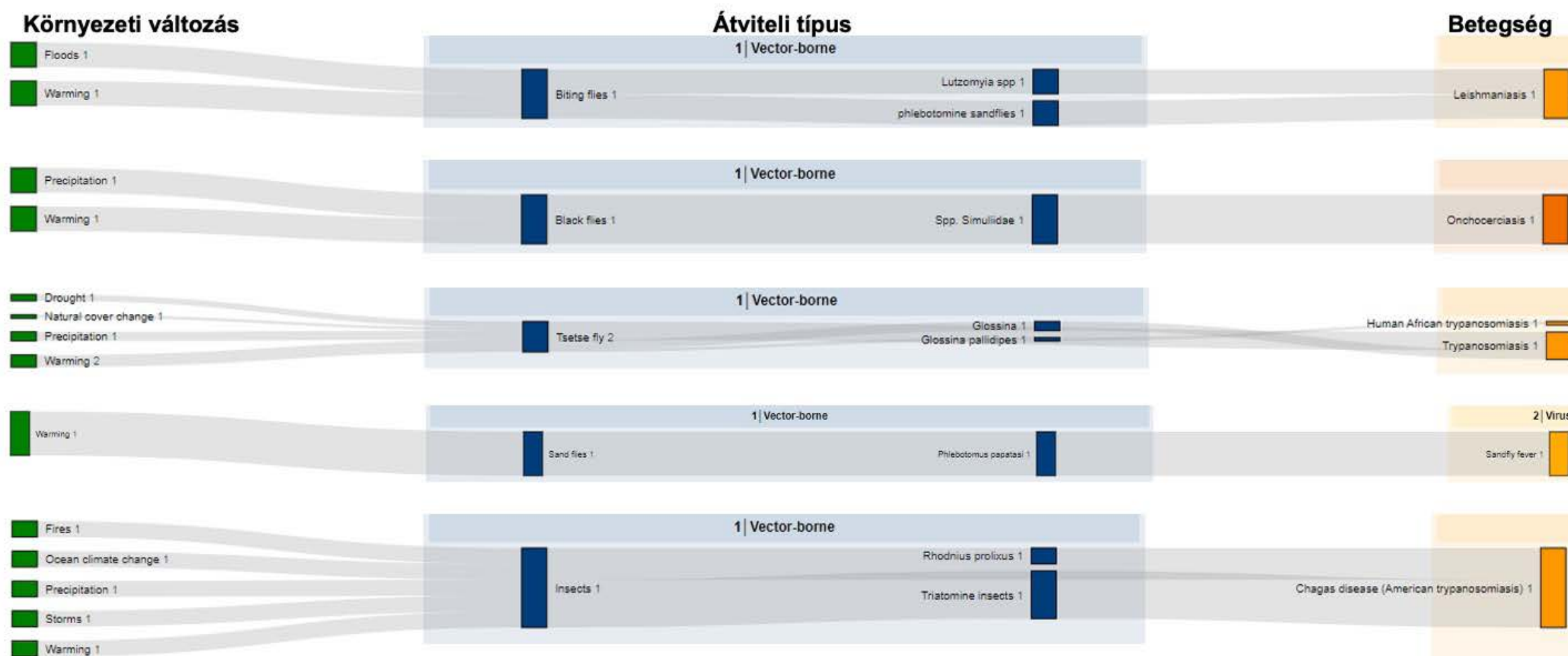
„Az STH-fertőzések nem kizárólag a trópusi régiók problémái. Az éghajlatváltozással összefüggő legújabb események arra utalnak, hogy ezek a betegségek az iparosodott országokban is megjelenhetnek.

Például Németországban, Berlinben kimutatták az **Ancylostoma caninum** zoonotikus horgasféreg fertőzését és a bőrön keresztül behatoló lárvák előfordulását, amely összefüggésbe hozható a hosszabb ideig fennálló szélsőségesen magas hőmérséklettel és páratartalommal.

Mindez felveti a kérdést, hogy a lárvák túlélési és szaporodási mintázatai hogyan változhatnak a globális felmelegedés hatására, valamint hogy mekkora a fertőzés és/vagy betegség szélesebb

körű elterjedésének kockázata a boreális és mérsékelt övi területeken”.

Az éghajlatváltozás hatásai vektorok szerint: Csípő legyek



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

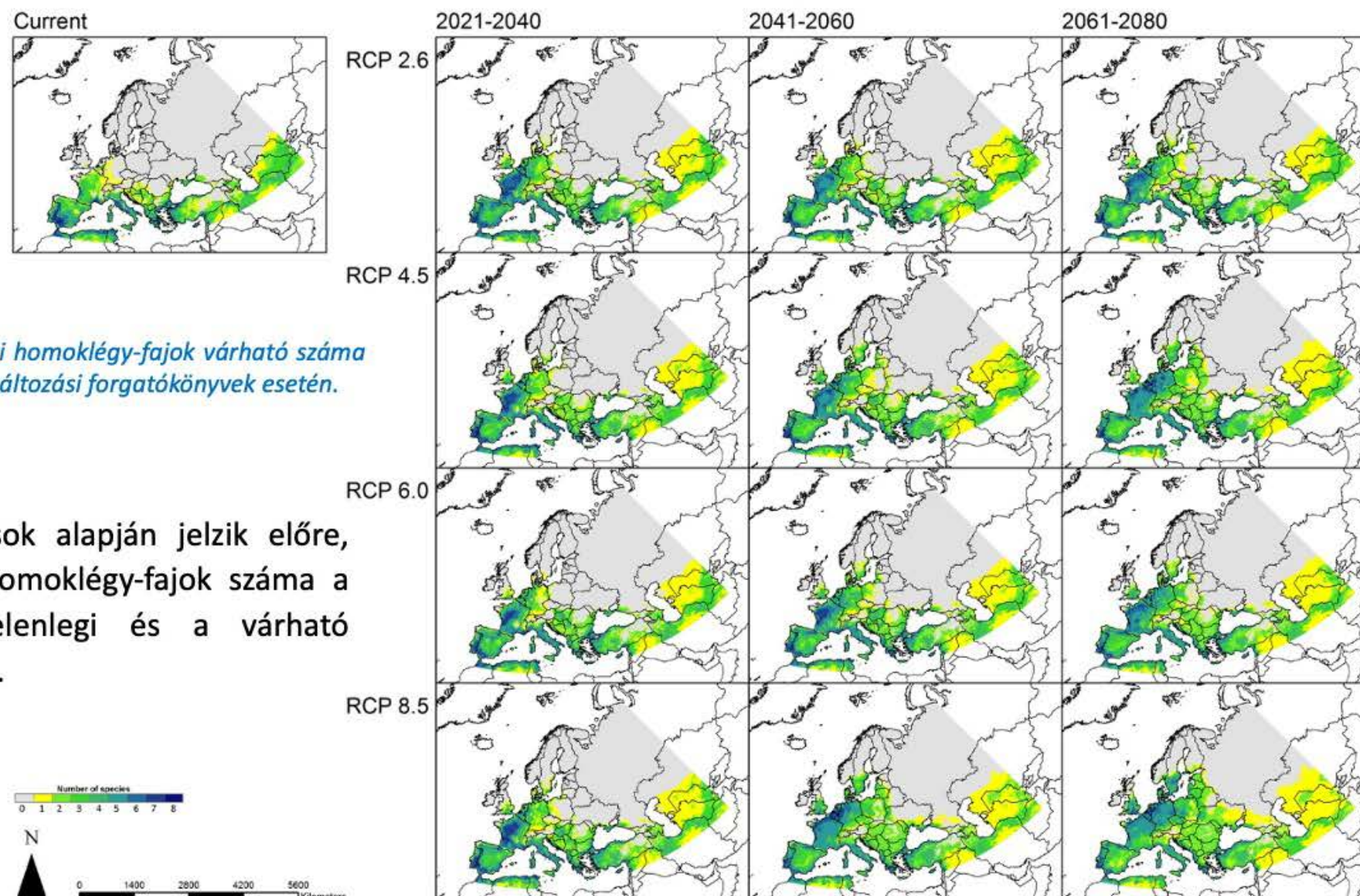
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Leishmaniasis és Homoklégyláz / Toscana vírus fertőzés

25. ábra. Az európai homoklégyláz-fajok várható száma különböző éghajlatváltozási forgatókönyvek esetén.

A térképek modellszámítások alapján jelzik előre, hogy miként alakulhat a homoklégyláz-fajok száma a vizsgált területeken a jelenlegi és a várható környezeti viszonyok mellett.



<https://www.nature.com/articles/s41598-017-13822-1>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Onchocerciasis



Onchocerciasis and other neglected tropical diseases (NTDs) are generally classified as a group of medically disparate diseases afflicting the poorest people of the world's developing nations and resulting in acute illness, long-term disability and early death.
Image Reference: CDC

Az onchocerciasis (folyami vakság) elsősorban a Szaharától délre eső afrikai régiókban, Közép- és Dél-Amerikában, valamint Jemenben fordul elő, és terjedését a *Simulium* nemzetségbe tartozó fajok közvetítésével történő átvitel biztosítja.

A globális hőmérséklet-emelkedés elősegítheti mind a vektorok fejlődési ütemének, mind az *O. volvulus* lárvák érési folyamatának gyorsulását a vektor szervezetén belül.

<https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az onchocerciasis elsősorban a Szaharától délre eső afrikai régiókban, Közép- és Dél-Amerikában, valamint Jemenben fordul elő, és terjedését a **Simulium** nemzetségbe tartozó fajok közvetítésével történő átvitel biztosítja.

A globális hőmérséklet-emelkedés elősegítheti mind a vektorok fejlődési ütemének, mind az **O. volvulus** lárvák érési folyamatának gyorsulását a vektor szervezetén belül.

Ha a hőmérséklet meghaladja a termotolerancia határát, a vektorok túlélése csökkenhet, ami befolyásolhatja a betegség átvitelét.

Kutatási eredmények azt jelzik, hogy a modellezési eredmények és a gyakorlati

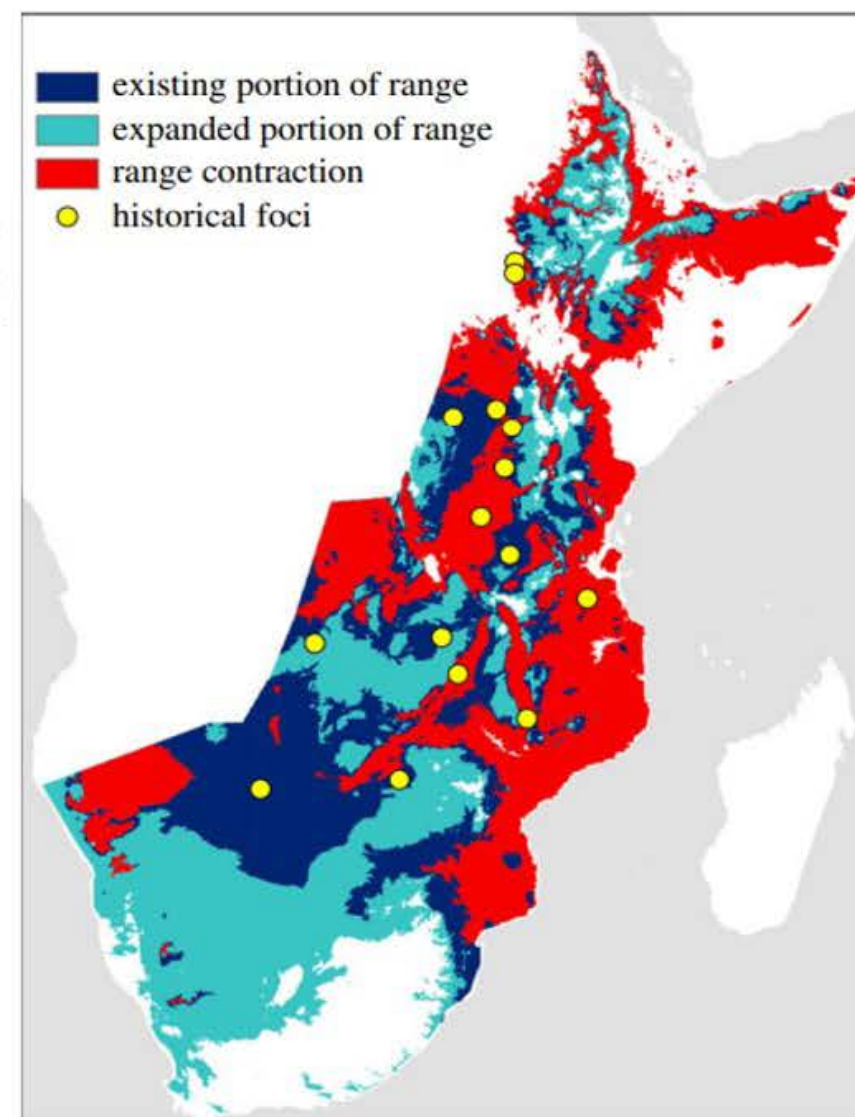
megfigyelések eltérő következtetéseket eredményeznek: míg a gyakorlati tapasztalatok a vektorpopuláció csökkenését vetítik előre, a modell-számítások a jövőbeli hőmérséklet-emelkedéssel összefüggésben a fertőzések emelkedését jósolják.

Trypanosomiasis (Álomkór) és Chagas-kór

26. ábra. A *Trypanosoma brucei rhodesiense* terjedésének szempontjából kedvező földrajzi területek előre jelzett kiterjedése 2090-re Afrikában

Az éghajlatváltozás trypanoszomiázisra (álomkór) gyakorolt hatásainak modellezése – amely kizárólag a Szaharától délre fekvő afrikai régiókban fordul elő – azt mutatta, hogy a hőmérséklet-emelkedés különböző előre jelzett forgatókönyvei eltérő hatással lehetnek a betegség elterjedési területére.

Egyes régiókban a betegség földrajzi kiterjedése növekedhet, míg más területeken csökkenhet, az éghajlati tényezők változásának függvényében.



<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2011.0654>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Chagas-kór

A Chagas-kór elterjedése és terjedési kockázata az éghajlatváltozás következtében módosuló környezeti tényezők hatására változásokon mehet keresztül. Ezek a tendenciák azonban nem minden esetben mutatnak azonos irányba, és földrajzilag eltérő mintázatokat követnek az amerikai kontinensen.

Chilében egyes régiókban enyhe visszaszorulás, míg más területeken a kór terjedése várható. Az Egyesült Államokban felmerült a betegség potenciális északkeleti irányú eltolódásának lehetősége, míg Mexikóban előrejelzések szerint növekedhet azoknak a személyeknek a száma, akik ki lesznek téve a fertőzés kockázatának.

Venezuelában ezzel szemben csökkenő tendencia figyelhető meg a Chagas-kór előfordulásában, mivel a vektorok eloszlásának változásával egyre kevesebb olyan hely marad, ahol az emberek kapcsolatba kerülhetnek a vektorokkal.



27. ábra. A Chagas-kór szempontjából kedvező földrajzi területek

<https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Lehetséges megelőzés

Az éghajlatváltozás következtében a világ számos térsége, így Európa is, fokozottan ki van téve a vektorok által terjesztett betegségek (VBD) járványainak.

Az ilyen egészségkockázatok megelőzésére vagy csökkentésére alkalmazható stratégiák három fő csoportba sorolhatók:

- környezeti beavatkozások,
- társadalmi intézkedések,
- technológiai megoldások.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Környezeti beavatkozások a VBD járványok kockázatának csökkenése érdekében

A VBD járványok kockázatának csökkenése érdekében az üvegházhatású gázok globális kibocsátásának csökkentése mellett számos egyéb környezetvédelmi intézkedés is kiemelt jelentőséggel bír:

→ Területrendezés: olyan intézkedések bevezetése, amelyek szélsőséges időjárási események után megakadályozzák a vektorfajok számára kedvező környezet kialakulását, például a pangóvizek megszüntetése a szúnyogok szaporodásának megelőzése érdekében árvíz vagy fokozott csapadékmennyiség esetén.

→ Természetes élőhelyek védelme: a vadon élő állatok természetes élőhelyeinek megőrzése és az emberi tevékenységek által okozott pusztítás minimalizálása.

→ Zoonotikus átvitel megelőzése: a vadon élő vándorló állatok és az emberek vagy háziállatok közötti érintkezés csökkentése a fertőzések átvitelének megakadályozása érdekében.

→ Háziállatok egészségének ellenőrzése: a rezervoárként szolgáló háziállatok rendszeres ellenőrzése a vektorok által terjesztett betegségek jelenlétének kiszűrése céljából.

Társadalmi intézkedések a VBD járványok kockázatának csökkenése érdekében

→ VBD-monitoring rendszerek létrehozása az érintett régiókban a betegség terjedésének nyomon követése és az időben történő beavatkozás érdekében.

→ A VBD kockázatokkal kapcsolatos társadalmi tudatosság növelése:

- oktatási programok bevezetése iskolákban és egyetemeken;
- nyilvános tájékoztató kampányok szervezése a hagyományos és a közösségi médián keresztül;
- valós idejű VBD-információ biztosítása mobil alkalmazásokon keresztül, hasonlóan az EU által kifejlesztett nemzeti COVID Tracker applikációkhoz.

→ A VBD-k elleni vakcinák és gyógyszeres kezelések szélesebb körű elérhetőségének elősegítése.

→ Nemzetközi utazásokkal kapcsolatos ellenőrzési intézkedések bevezetése emberek és állatok esetében a fertőzések terjedésének megelőzésére.

→ Olyan módszerek kidolgozása, amelyek minimálisra csökkentik a háziállatok és a vektorok közötti érintkezést, ezáltal mérsékelve a betegségterjedés kockázatát.



Lehetséges megelőzés

Az éghajlatváltozás következtében a világ számos térsége, így Európa is, fokozottan ki van téve a vektorok által terjesztett betegségek (VBD) járványainak.

Az ilyen egészségkockázatok megelőzésére vagy csökkentésére alkalmazható stratégiák három fő csoportba sorolhatók:

- környezeti beavatkozások,
- társadalmi intézkedések,
- technológiai megoldások.

Technológiai megoldások a VBD járványok kockázatának csökkenése érdekében

- A vektorok biológiai, mechanikai és kémiai eszközökkel történő gyérítése.
- Gyors, olcsó, könnyen hozzáférhető VBD-tesztek kifejlesztése a fertőzések minél korábbi stádiumában történő felismerése érdekében.
- Modellezési módszerek továbbfejlesztése az éghajlatváltozás okozta VBD-kockázatok minél pontosabb előrejelzésére érdekében.
- Hatékony vakcinák kifejlesztése valamennyi VBD ellen: a tárgyalt VBD-betegségeknek csak a 26%-a ellen van jelenleg vakcina (6. táblázat).

6. táblázat. A VBD elleni vakcina-fejlesztések jelenlegi állása

Betegség	Védőoltás elérhető?	Védőoltás fejlesztés alatt áll?	Betegség	Védőoltás elérhető?	Védőoltás fejlesztés alatt áll?
Babesiosis	Nem	Nem	Onchocerciasis (folyami vakság)	Nem	Igen
Bubo pestis	Igen	n.a.	Rift-völgy láz	Nem	Igen
Chagas-kór (American trypanosomiasis)	Nem	Igen	Schistosomiasis (bilharziasis)	Nem	Igen
Chikungunya	Nem	Igen	Álomkór (afrikai trypanosomiasis)	Nem	Igen
Krími-kongói vérzéscsillag	Nem	Igen	Tick-borne encephalitis	Igen	nincs adat
Dengue láz	Igen	nincs adat	Toszkánai vírusfertőzés (sandfly láz)	Nem	Nem
Hookworm fertőzés	Nem	Igen	Tungiasis	Nem	nem alkalmazható: a kórokozó egy rovar
Japán encephalitis	Igen	nincs adat	Typhus	Nem	Igen
Leishmaniasis	Nem	Igen	Nyugat-nílusi láz	Nem	Igen
Lyme-betegség	Nem	Igen	Sárgaláz	Igen	nincs adat
Lymphatic filariasis	Nem	Igen	Zika	Nem	Igen
Malária	Igen	nincs adat			

Fő következtetések

- A vektorok által terjesztett betegségek (VBD) kialakulását és terjedését számos összetett és egymással összefüggő tényező befolyásolja, amelyek közül az antropogén okok miatti éghajlati, a demográfiai és a technológiai változások kiemelkedő szerepet játszanak.
- A VBD-k súlyosbodásáért felelős főbb éghajlati kockázatok közé tartozik a hőmérséklet emelkedése, a csapadékmennyiség változása, árvizek, aszályok és viharok gyakoribbá válása.
- A vizsgált 23 vektorok által terjesztett betegségek közül 22 esetben igazolt vagy előre jelezhető, hogy az éghajlatváltozás befolyásolja földrajzi elterjedésüket, előfordulásukat vagy szezonális megjelenési gyakoriságukat.
- A leggyakoribb vektorok, amelyek fertőzéseket terjesztő potenciálja az éghajlatváltozás hatásai miatt módosul: szúnyogok, kullancsok, bolhák, csigák, homoklegyek.
- Az elemzett VBD-k közül 18 (78%) már most is érinti Európa egyes területeit, vagy a jövőben várható elterjedésük.
- A VBD-k elleni védekezés és az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése a környezeti, társadalmi és technológiai intézkedések együttes alkalmazását igényli, többek között:
 - hatékony felügyeleti rendszerek kiépítését az emberi és háziállat-rezervoár populációkban;
 - a lakosság tudatosságának növelését a VBD-kockázatokkal kapcsolatban;
 - új vakcinák fejlesztését a VBD-k visszaszorítására.

Ellenőrizze tudását

1. Mit jelent a vektorok által terjesztett fertőzés?
2. Milyen hatással vannak a vektorok által terjesztett betegségek a globális társadalomra?
3. Sorolja fel a stresszorok három csoportját, amelyek vektorok által terjesztett betegségek kockázatát globális szinten befolyásolják. Hozzon példát egy-egy konkrét stresszorra minden csoportból.
4. Magyarázza el, hogy az éghajlatváltozás milyen hatással van a vektorok által terjesztett betegségek patogenezisére, a helyi betegség dinamikájára és a globális terjedésre.
5. Nevezze meg a legfontosabb éghajlatváltozással összefüggő kockázatokat, amely a kórokozó betegségek súlyosbodásának jelentős részét okozza.
6. Soroljon fel példákat a következő vektorok által terjesztett betegségekre (a) rágcsáló; (b) szúnyog; (c) bolha; (d) csiga; (e) csípő légy. Magyarázza el, hogy az éghajlatváltozás a felsorolt vektorok által terjesztett betegségek kockázatait hogyan súlyosbítja.
7. Soroljon fel konkrét példákat a (1) környezetvédelmi beavatkozások, a (2) társadalmi-közösségi beavatkozások, (3) technológiai beavatkozások területeiről, amelyek segítségével a vektorok által terjesztett betegségek fertőzésének kockázata csökkenthető.

Ajánlott irodalom

- P.J. Hotez, “Southern Europe’s Coming Plagues: Vector-Borne Neglected Tropical Diseases”, PLoS Neglected Tropical Diseases, 2016, 10,(6), e0004243. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004243>.
- J. Ma et al., “Climate Change Drives the Transmission and Spread of Vector-Borne Diseases: An Ecological Perspective”, Biology, 2022, 11, 1628. <https://doi.org/10.3390/biology11111628>.
- J.N. Mills, “Potential Influence of Climate Change on Vector-Borne and Zoonotic Diseases: A Review and Proposed Research Plan”, Environ. Health Perspectives, 2010, 118, 1507–1514. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901389>.
- J. Rocklöv and R. Dubrow, “Climate Change: An Enduring Challenge for Vector-borne Disease Prevention and Control”, Nature Immunology, May 2020, 21, 479–483. <https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>.

Köszönöm a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécs Egyetem Orvosi Iskola – Pécs, Magyarország



Egészségügyi, Gyakorlati és Sporttudományi Központ – Novi Sad, Szerbia



Nemzeti Közegészségügyi Központ – Budapest, Magyarország



University College Cork – Nemzeti Egyetem Írország – Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Gyógyszertár, Stinte si Tehnologie George Emil Palade din Tirgu Mures– Tirgu Mures Románia

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Vízzel terjedő fertőzések, toxikus algák és balneológiai kérdések az éghajlatváltozás kontextusában

Az előadás várható eredményei

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- azonosítani a vízzel terjedő betegségek különböző típusait, kórokozóikat, valamint a vektorokat és gazdaszervezeteket
- értelmezni az éghajlatváltozás hatásait a vízzel terjedő betegségek földrajzi jellemzőinek változását illetően
- értelmezni, hogy miként befolyásolják az éghajlatváltozási hatások a káros algavirágzások és az édesvízi ökoszisztémák cianobaktérium-virágzásainak megjelenéseit valamint a tengeri élelmiszerek okozta betegségek kockázatait
- azonosítani azokat a módszereket, amelyek alkalmazásával a vízzel terjedő betegségek általi fertőzés kockázata mérsékelhető lehet

Mi okozhat vízeredetű megbetegedést?

- Vízeredetű megbetegedést a szennyezett víz elfogyasztása vagy az azzal való fizikai kontaktusba kerülés okozhat.
- A szennyeződést mesterséges vagy természetes szennyezés okozhat, illetve fertőzött állat vagy ember széklete.
- Világszerte olyan vízeredetű betegségek, mint a kolera és a hastífusz okozzák még mindig a legmagasabb morbiditást és mortalitást. A klímaváltozás hatásai miatt ez a helyzet csak tovább romlik (globális felmelegedés, időjárási anomáliák).
- Vannak azonban olyan lehetőségek, amelyek a vízeredetű fertőzések kockázatát csökkenthetik.

A kolerajárványok okai

- Forróság és átlag feletti csapadék, szegényes infrastruktúra, zsúfoltság.

- A gazdaszervezetek:

Copepoda (evezőlábú rákok, zooplankton).



- A melegebb, tápanyagban gazdag vizek a fitoplankton populációinak növekedését okozzák, amely helyezett kedvez a zooplankton elszaporodásának.
- A gazda nem eradikálható, mivel integráns része az ökoszisztémának!

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Kolera: évek óta tavaszi és őszi csúcsot mutat a betegség gyakorisága.

Folyók tavaszi alacsony vízállása – baktériumban gazdag tengervíz beáramlása (bemosódás).

Őszi időszak: magas folyami vízállások
– vízellátó rendszerek (talajvízkutak)
keresztaszennyeződése.

Vibrio cholerae, gazdaszervezeteik a copepodák, melyek a partok mentén és a nagyobb szárazföldi tavakban élnek.

WHO: **V. cholerae** évente 3-5 millió főt fertőz meg (diarrhea); évi globális halálozás mintegy 100.000 főre tehető.

A tenger felszíni hőmérséklete, a felszíni réteg vastagsága és a sótartalom változása előre

vetítheti a kolerajárványt az adott régióban. Ezek a változók ugyanis befolyásolják a járvány időzítését, helyét és erősségét.

A kolerajárványok típusai:

- Endémia: tengerparti területeken, melyet az ár-ápló ciklus befolyásol.
- Epidémia, főleg szárazföldi területeken (pl. Delhi), mely éveken át kevés esetszámmal zajlik, majd hirtelen nagy járványba fordul.

A **V. cholerae** izolált törzsei nem azonosak a legtöbb korábbi jelentős járványt okozó patogén törzsszel (O1 szerotípus). A **V. cholerae** olyan faj melyre nagyon jellemző a laterális géntranszfer. Így a toxin termelésért és egyéb patogenitással összefüggő jellegért felelős

gének könnyen átadódhatnak a környezetben sokkal gyakoribb törzsekbe.

- Az 1°C hőmérséklet-emelkedés (4 hónapos késéssel) a koleraesetek kétszeres emelkedését okozták.

A kolera és a csapadék

- Az esőzés közvetlen összefüggésben van a kolera terjedésére
- A 200 mm csapadéktöbblet kéthónapos késéssel 1,6-szeres emelkedést okozott a kolerás esetek számában.
- A hőmérséklet és a csapadék interakciója szignifikánsan pozitív összefüggést mutatott a kolerával (egyhónapos késéssel).

- A bő csapadék emeli a nyers- és a kezelt vizek szennyvízzel történő kontaminációjának kockázatát (transzmisszió emberről-környezetre).
- A kevés csapadék viszont növelheti a patogének koncentrációját a vizekben (transzmisszió környezetből-emberbe).
- Egy Bangladeshben végzett vizsgálat szerint 14%-kal emelkedett a kolerás esetek száma amikor a csapadék 10 mm-rel meghaladta az csúcsértéket.

- [R. Reyburn et al., The American journal of tropical medicine and hygiene 84\(6\):862-9 DOI:10.4269/ajtmh.2011.10-0277](#)

Nem a kolera az egyetlen vízeredetű betegség, melyet a magas hőmérséklet, a heves esőzés és a szárazság befolyásol.

- Az emelkedő környezeti hőmérséklettel nőtt az *E. coli* által okozott hasmenések emelkedő száma.

A környezeti hőmérséklet havi átlagának 1°C-os emelkedésével 8%-kal növekedett az *E. coli* eredetű hasmenések száma.

A Csendes-óceáni szigeteken a [leptospirosis](#), tífusz és a [dengue](#)-láz, mint vízeredetű megbetegedést tanulmányozták, melyeket a környezet tényezők befolyásolnak.

A tífusz gyakrabban jelentkezik a folyók által gyakran elárasztott területeken.

(Has)tífusz

- A fejlődő országok gyermek és felnőtt lakosságát érinti.
- Global Burden of Disease tanulmány: 2017-ben közel 11 millió eset és több mint 116 ezer halálozás világszerte.
- A surveillance és a diagnosztikai bizonytalanságok miatt valószínűleg alábecsült adatok.

[A kórokozó: Salmonella enterica ssp. enterica serovar. Typhi \(S. Typhi\)](#)

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

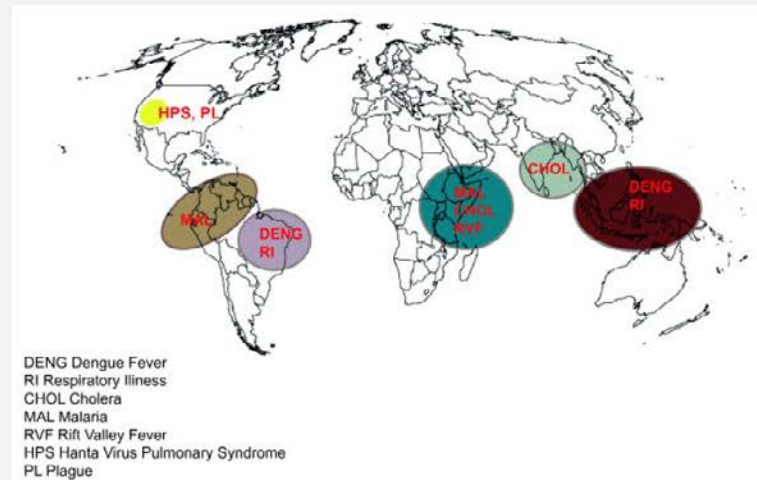
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Intervenció és prevenció – tífusz konjugált vakcinák alkalmazása

- Extrém időjárási események idején elérhetővé kell tenni és meg kell szervezni a tífusz konjugált vakcinákkal történő megelőzést az érintett közösségekben.
- Azon közösségek tagjai körében amelyek jelentőse kockázatoknak vannak kitéve az extrém időjárási események miatt a tífusz konjugált vakcinák rendszeres alkalmazása szükséges.

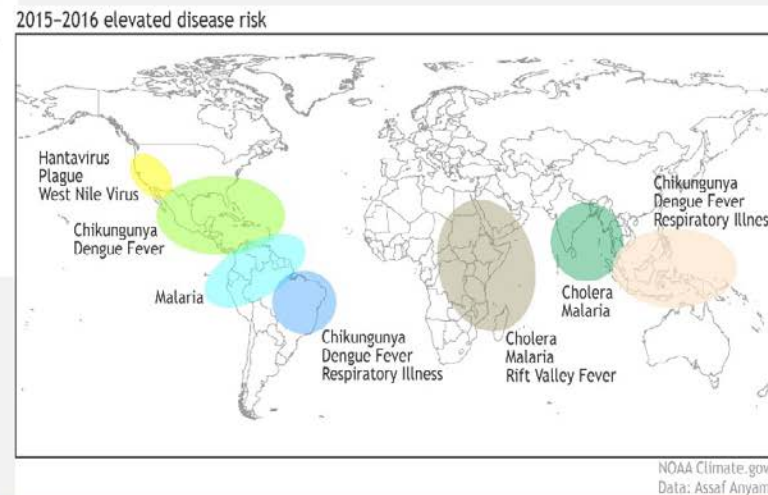
→ A hatékony megelőzés érdekében elengedhetetlen a döntéshozók tájékoztatása és képzése minden szinten a klímaváltozás következtében fokozódó tífuszveszélyről, valamint az érintett, veszélyeztetett lakosság védelméről.

El Niño és a járványos betegségek



A járványveszélynek leginkább kitett területek
El Niño körülmények között, 2006 – 2007

A járványveszélynek leginkább kitett területek
El Niño körülmények között, 2015 – 2016



NOAA Climate.gov
Data: Assaf Anyamba

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- Előrejelzések szerint a **malária** kockázatának növekedése Kelet-, Közép- és Dél-Afrikában várható.
- Kelet-Afrikában további 40-80 millióan kerülnek magas kockázatú csoportba 2°C melegedés, és kb. 70-170 millióan 4°C emelkedés esetén.
- A malária jelenleg már Etiópia, Kenya, Ruanda és Burundi magaslatain is terjed, ahol eddig nem voltak esetek.
- A 2015/2016-os **Zika járvány** a két amerikai kontinensen valószínűleg az El Niño által okozott klimatikus körülmények következménye volt, amely 2013-ban már Braziliában elkezdett terjedni.

Szúnyog által közvetített betegségek I. (Zika)

- **A Zika-vírusbetegség** (Zika): fertőzött *Aedes sp.* Szúnyog csípésével terjed.
- A szúnyogok napközben aktívak, de éjjel is csípnek. Jelenleg még nincs vakcina a Zika-fertőzés megelőzésére.
- ***Aedes aegypti***



Szúnyog által közvetített betegségek II. (West Nile Virus Disease)

- A *West Nile virus* (*Nyugat-Nílusi vírus*) szúnyogcsípéssel fertőz.
- A legtöbb esetben nem jár tünetekkel.
- A betegek 20%-a esetében láz és egyéb tünetek jelentkeznek.
- Az esetke kevesebb mint 1%-ban komoly, néha fatális neurológiai betegség jelentkezik.
- Vektor: *Culex spp.*



Dengue-láz

- **Vektorok:**

- Aedes aegypti
- Aedes albopictus
- Aedes polynesiensis
- Az Aedes scutellaris *complex* néhány tagja

- **Patogén:**

- Dengue fever virus (DENV 1-4), RNS-vírus a Flaviviridae családból; Flavivirus genus

Egyéb vízhez kötött, szúnyogvektor által közvetített vírusok

- Chikungunya Virus
- Eastern Equine Encephalitis Virus (Keleti Lóencephalitis)
- Japanese Encephalitis Virus (Japán Encephalitis)
- La Crosse Encephalitis
- St. Louis Encephalitis
- Yellow Fever (Sárgaláz)

Napjainkban már közvetlen kapcsolatot lehet kimutatni a klímaváltozás hatásai és a vektorok által terjesztett fertőző betegségek előfordulási mintázata között. (Rita Corwell, Johns Hopkins Univ.)

Klasszifikáció: *Aedes (Stegomyia) albopictus*

Hétköznapi elnevezés: Ázsiai tigrisszúnyog

További ismert elnevezés: *Stegomyia albopicta*



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Aedes albopictus: a különböző földrajzi területeken való elterjedése az emberi tevékenység nyomán drámai globális expanziót mutat.

Az Invasive Species Specialist Group szerint az első 100 invazív faj között van nyilvántartva.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos előrejelzések alapján az **Ae. albopictus** elterjedési területe tovább fog növekedni, túllépve a jelenlegi elterjedtsége határain.

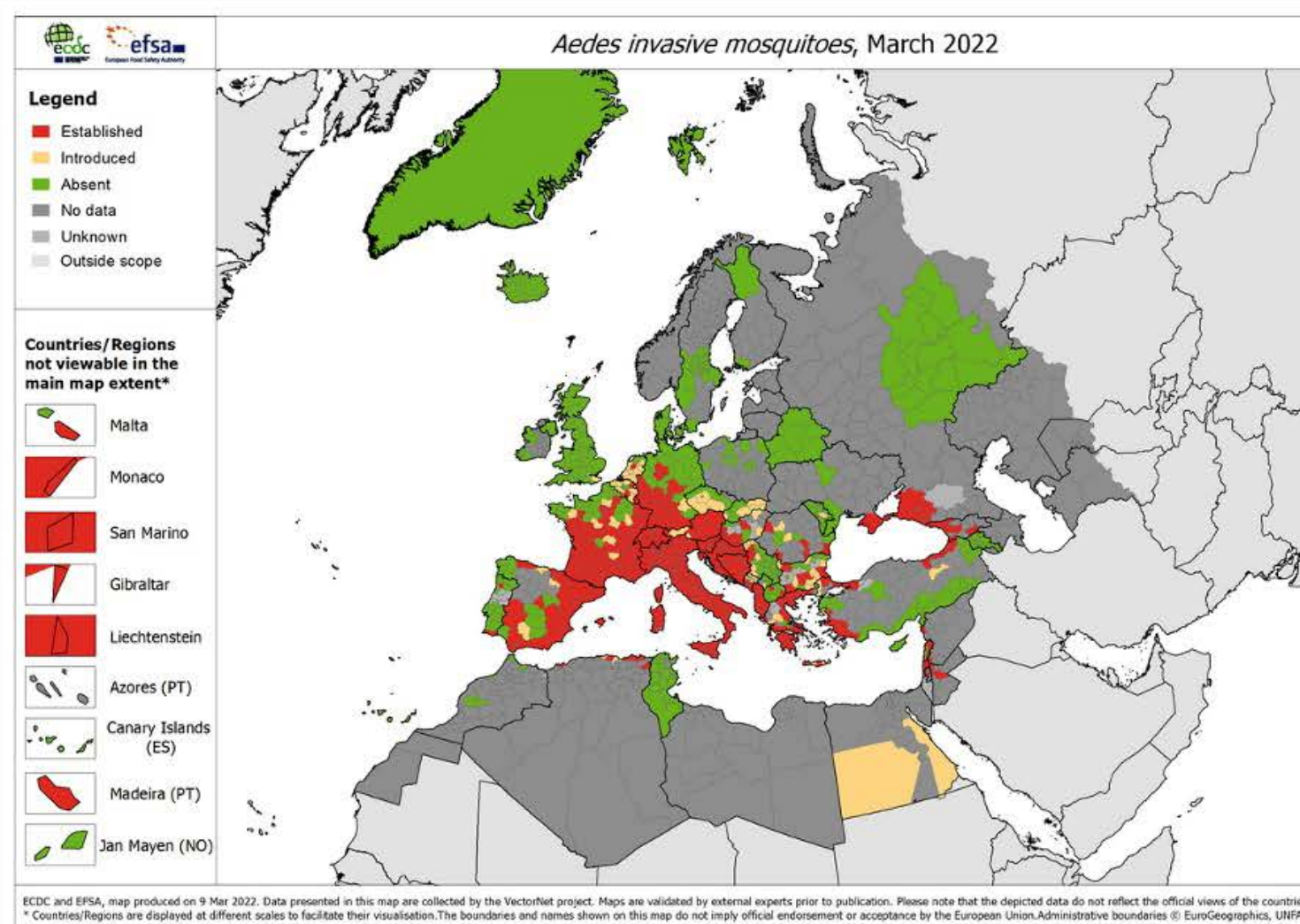
Az *Aedes albopictus* szúnyogfaj a vektora a **chikungunya** vírusnak, a **dengue** vírusnak és a **dirofilariasis**nak.

A befogott populációkban számos országban több, emberre veszélyes vírust is azonosítottak.

A faj egyedeinek monitorozása a megelőzés szempontjából meghatározó fontosságú:

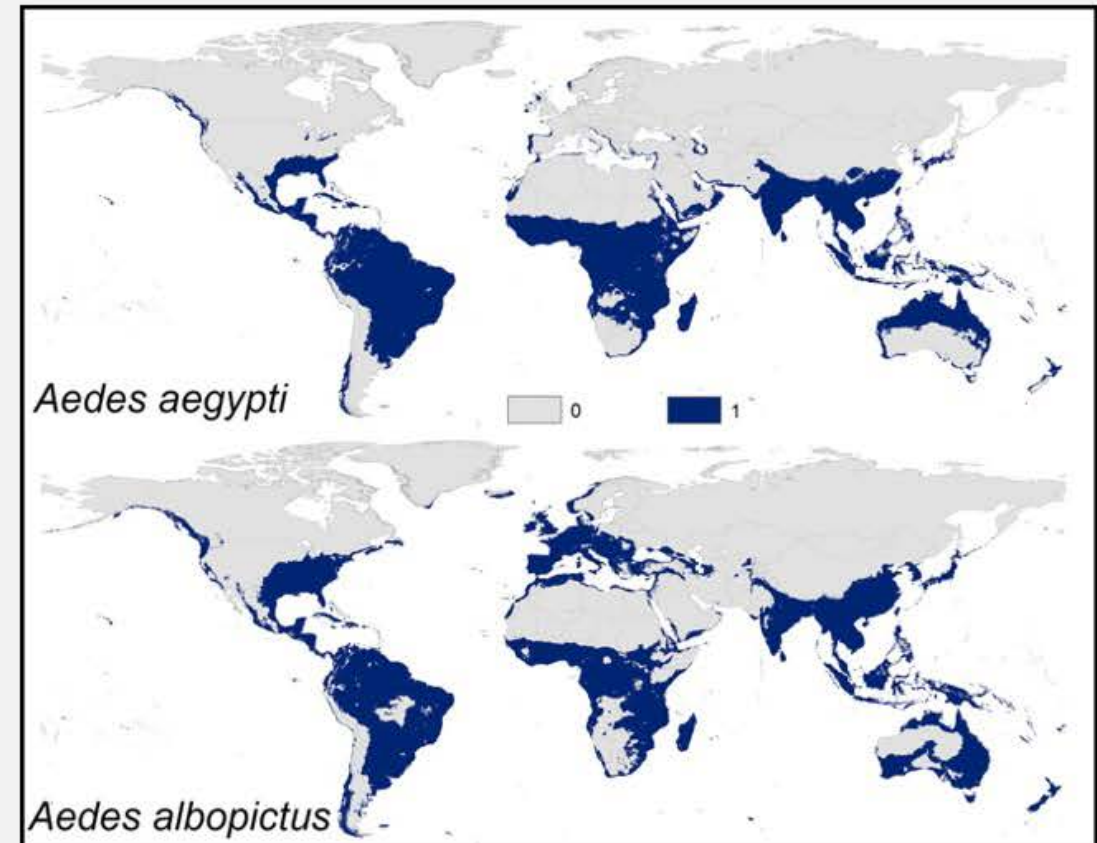
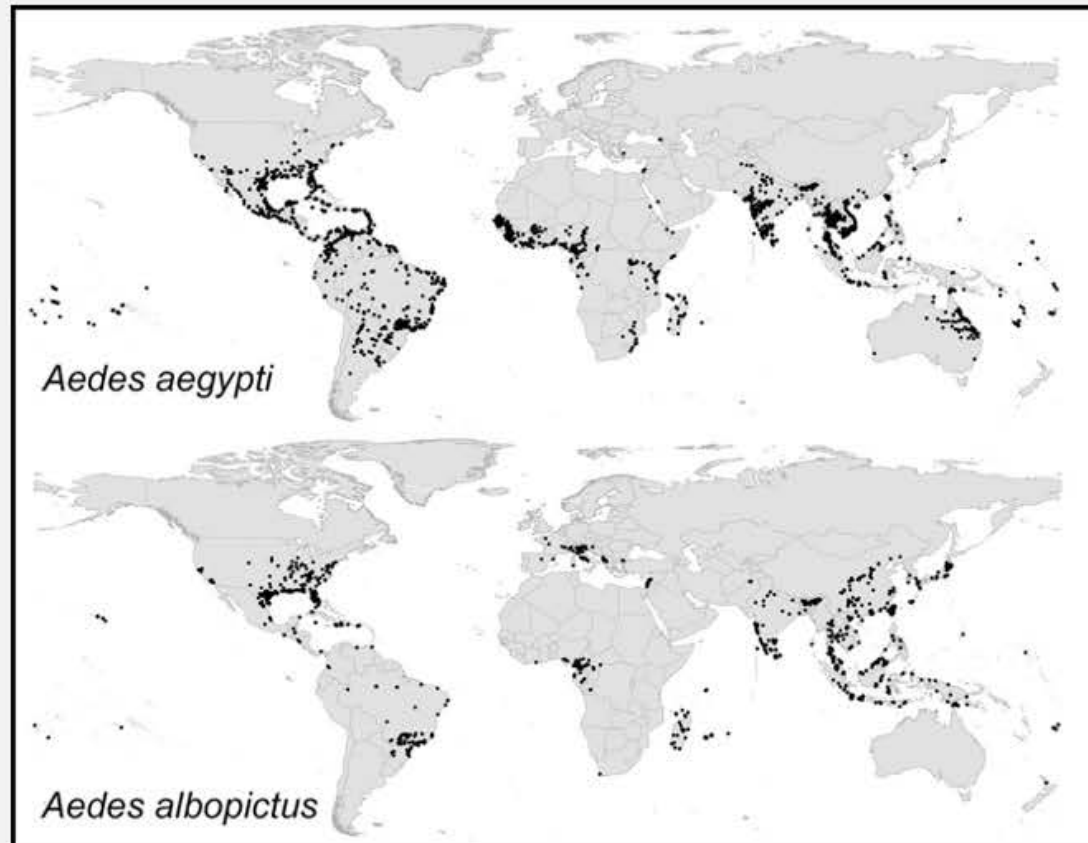
- Franciaországban és Olaszországban: chikungunya-vírus terjesztője
- Franciaországban, Horvátországban: dengue-vírus terjesztője

Az Aedes genusba tartozó invazív fajok (Ae. aegypti, Ae. albopictus, Ae. atropalpus, Ae. japonicus és Ae. koreicus) ismert elterjedése Európában (2022. március)

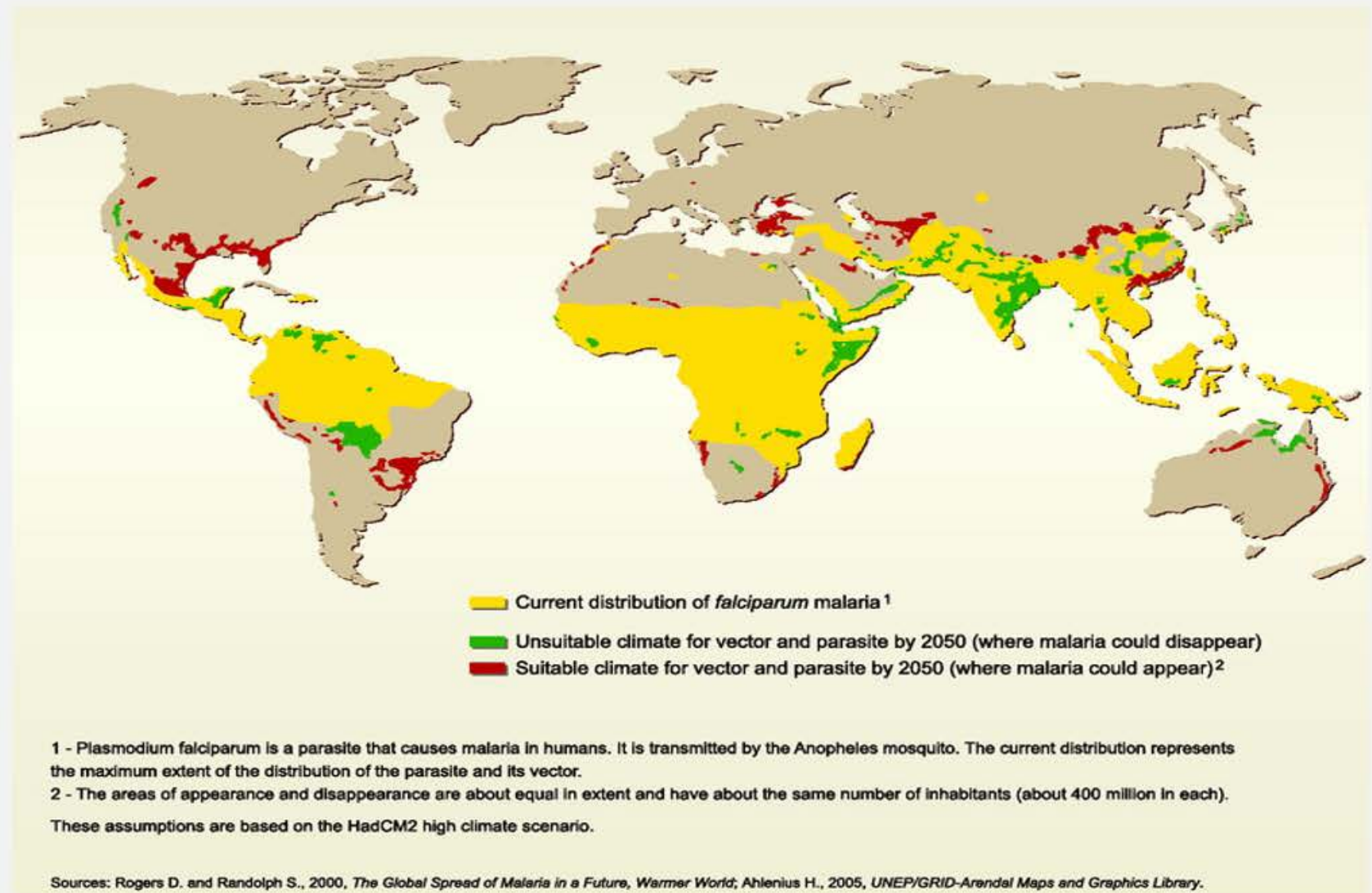


Az Aedes fajok földrajzi megoszlása

(jelenlegi – várható)



Plasmodium falciparum által okozott malária 2050-re várható földrajzi elterjedése

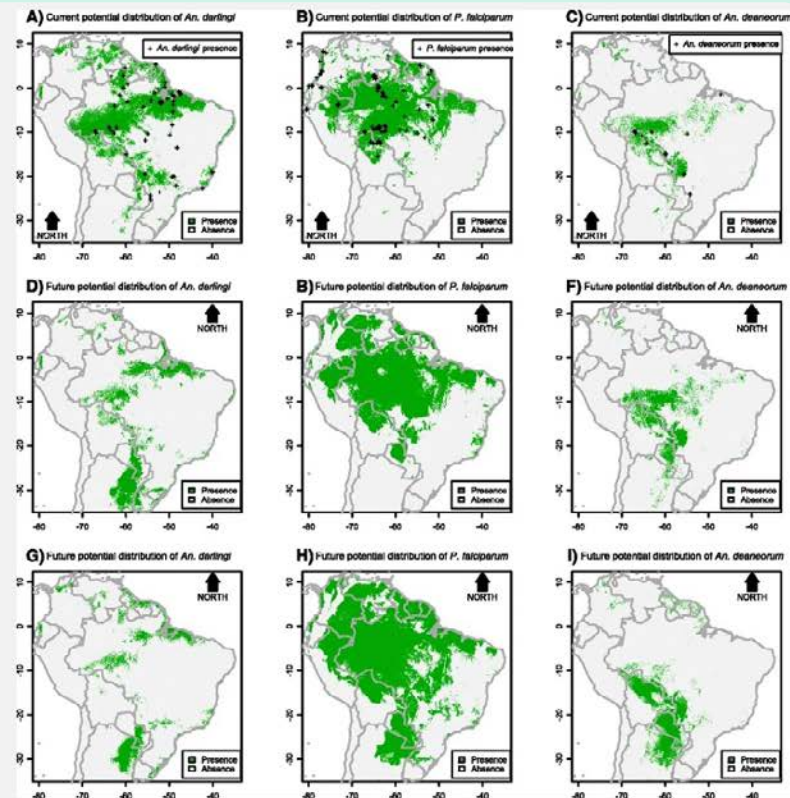


Anopheles darlingi, *Plasmodium falciparum* és a *An. deaneorum* lehetséges elterjedése

• jelenlegi körülmények

• klímaváltozás 1. forgatókönyv

• klímaváltozás 2. forgatókönyv



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A vektorok életciklusát és egyedszámát befolyásoló tényezők

A klímaváltozás befolyásolja:

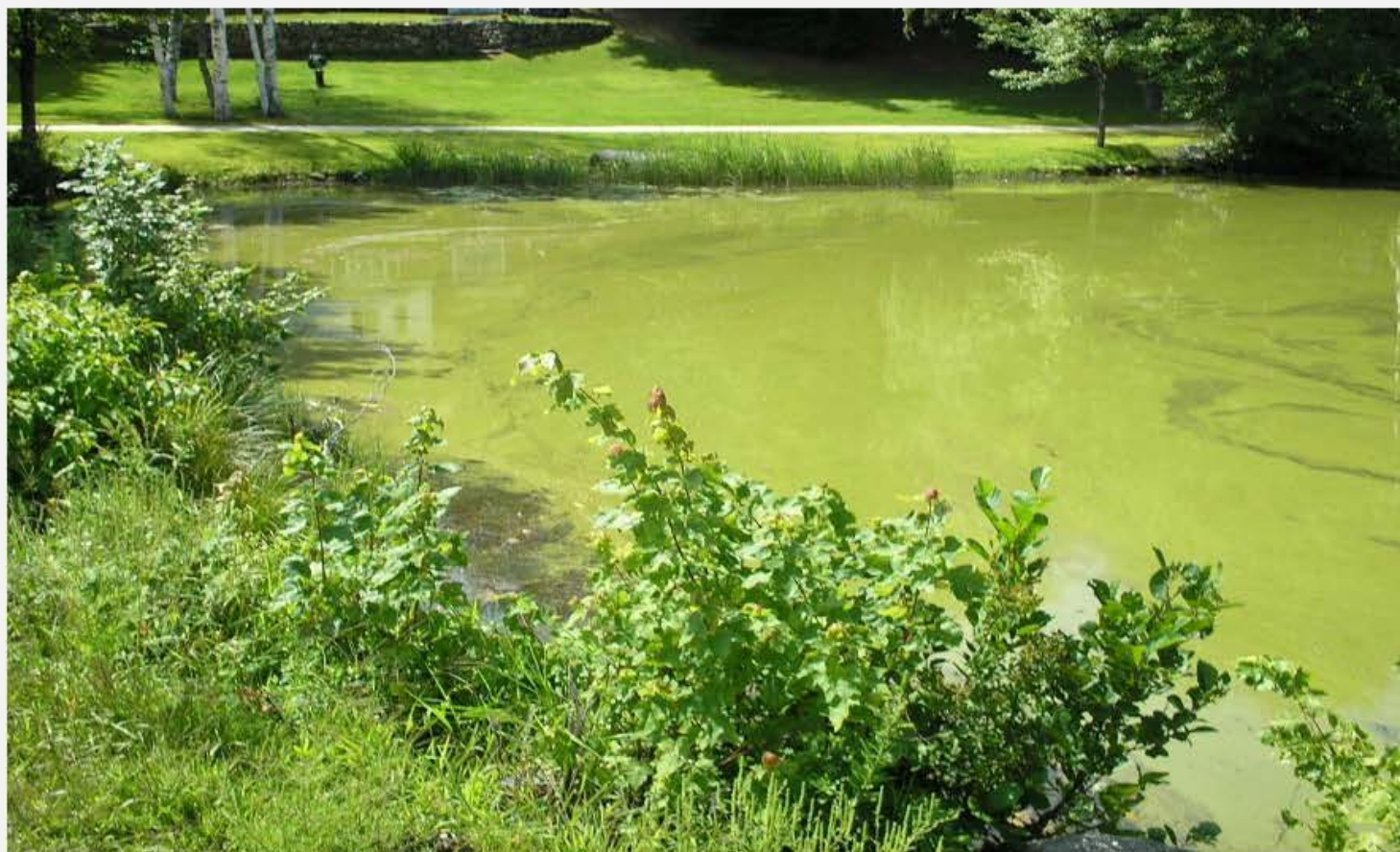
- a vektor túlélését és reprodukciós rátáját;
- aktivitását, csípésgyakoriságot;
- a vektorban élő patogén kifejlődését és reprodukcióját.

Emelkedő környezeti hőmérséklet hatásai:

- a vektorok horizontális expanziója;
- a vektorok vertikális expanziója.

Vízeredetű mérgezések és a klímaváltozás

Toxikus algák és
cianobaktériumok



Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Harmful Algal Blooms (HABs): Mérgező vízvirágzások

Akut és krónikus egészségi hatások – természetes fikotoxinok:

- Szennyezett élelmiszer fogyasztása
- Ivóvízfogyasztás
- Inhaláció
- Közvetlen bőrkontaktus



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Vízvirágzást okozó környezetváltozások

Melegedő vízhőmérséklet

- A toxikus algák melegkedvelők
- A víz keveredésének gátlása – az algák gyorsabban és vastagabb rétegben szaporodnak
- Kis szervezetek könnyebben mozognak – hamarabb felszínre úsznak
- Az algavirágzás befogja a napfényt – akceleráció (még melegebb víz, virágzás gyorsul)

Sótartalom változása

- Sósabb édesvíz – tengeri algák inváziója

Magasabb CO₂ szintek

Változás a csapadék mennyiségében

- Szárazság és intenzív viharok váltakozó periódusai – tápanyagok áradása a víztestekbe

Tengerparti feláramlás

- Fölös tápanyag a tengerfenékről

Tengeri toxikus HABok/"Seafood"-eredetű betegségek

- Ciguatera-mérgezés (incidencia: 251/10,000) Csendes-óceáni és Karib-tengeri népességben

Gyakori emberi halálokok:

- Amnéziás Kagylómérgezés (Domoinsav)
- Ciguatera-mérgezés (Ciguatoxin)
- Palytoxicosis (Palytoxin)
- Bénulósos Kagylómérgezés (Szaxitoxin)

Young N et al. Marine harmful algal blooms and human health: A systematic scoping review. Harmful Algae 98 (2020) 101901



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ciguatera halmérgezés (CFP)

A leggyakoribb halfogyasztással kapcsolatos, nem-baktériumos betegség, a trópusi és szubtrópusi vizekben élő **Gambierdiscus** algák toxinja okozza (**ciguatoxin**).

A **CFP** incidenciája a tengerfelszín hőmérsékletének emelkedésével és a trópusi viharok gyakoriságának növekedésével lehet összefüggésben

A ciguatoxin **bioakkumulációja** a táplálékláncban ismert, minthogy a növényevő halak fogyasztják az algát, a ragadozó halak pedig a növényevőt.

A színtelen, szagtalan toxin ellenáll a fagyasztásnak, főzésnek, elfogyasztása

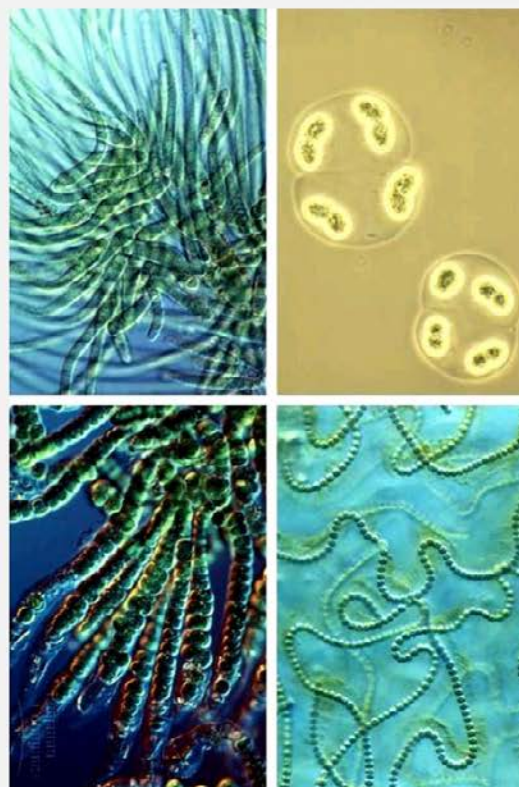
gyomor-bélrendszeri, neurológiai, néha **kardiovaszkuláris** tüneteket okoz órákon belül.

Világszerte, évente átlagosan **50,000-500,000** CFP esettel számolhatunk. Azonban ritkán bejelentett betegség.

Cianobaktérium Vízvirágzások (CyanoHABok) édesvízi ökoszisztémákban

Mik azok a cianobaktériumok (Cyanobacteria)?

- új taxonómiai besorolás: korábban kéalgák
- prokaryoták
- fotoszintetizálók
- Gram – negatív sejtfal
- egysejtűek
- fonalasok



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Különleges tulajdonságok

→ Védekezési és toleranciamechanizmusok UV ellen:

- antioxidánsok termelése;
- DNS-reparáció;
- protein-reszintézis;
- apoptózis;
- UV-szűrő/elnyelő anyagok szintézise.
- Vitaminok az együttélő baktériumoktól

Cianobaktérium Vízvirágzások (CyanoHABok) édesvízi ökoszisztémákban

→ Cyanobacteria (**a Föld egyik legrégebbi fototróf szervezetei**)

→ **Hosszú evolúciós történetük adaptációk sorozata:**

→ **Geokémiai és klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás**

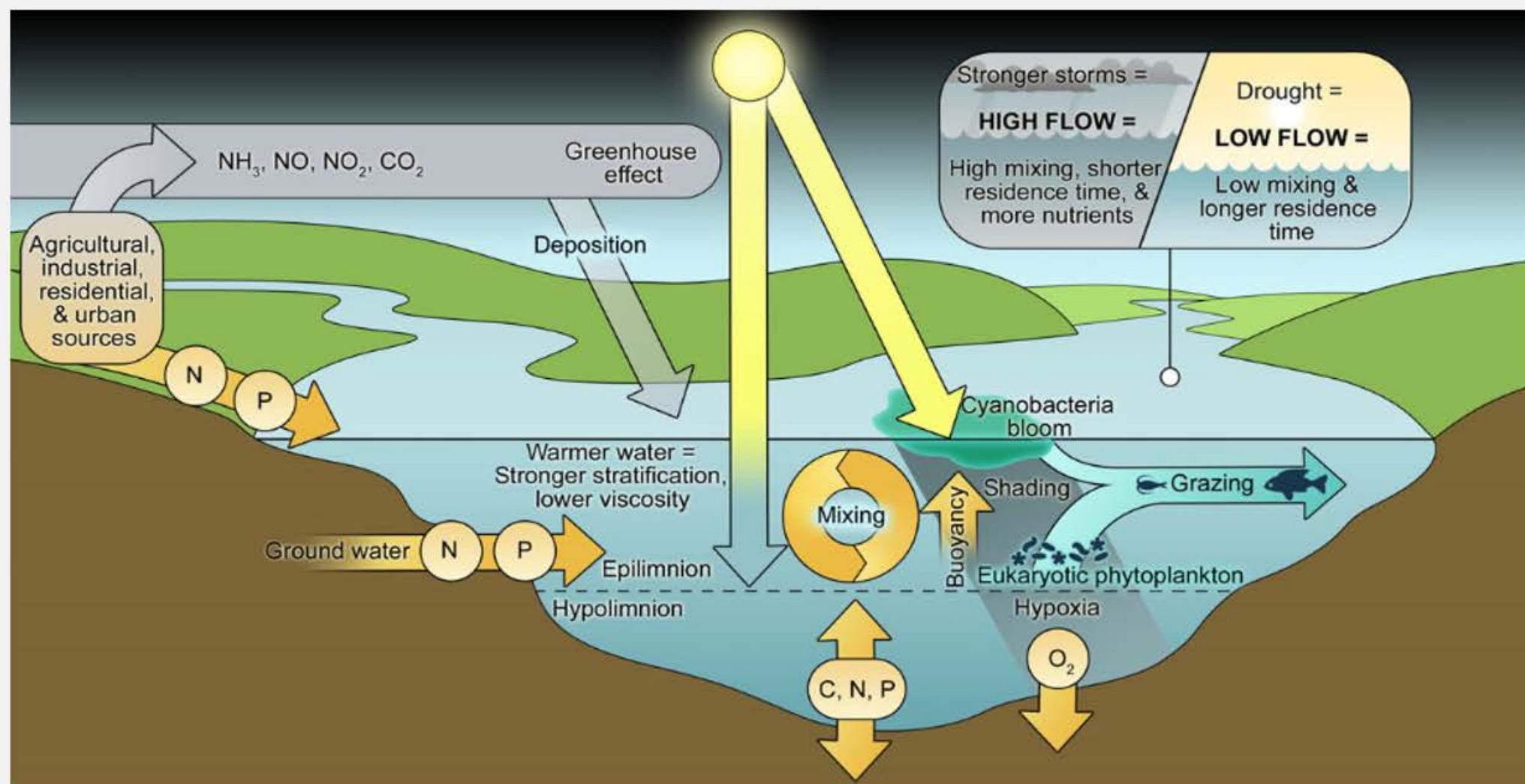
→ **A vízi ökoszisztémák antropogén módosításához, mint pl.:**

- tápanyag-túldúsulás;
- hidrológiai változások;
- globális felmelegedés.

→ **CyanoHAB-ot okozó genusokat szabályozzák: tápanyagellátás (N és P), fény, hőmérséklet, víz áramlása/ rezidencia, biotikus kölcsönhatások.**

→ **A preventív beavatkozásoknak ezekre a tényezőkre kell irányulniuk.**

A CyanoHAB-ok kialakulását befolyásoló környezeti tényezők édesvízi ökoszisztémákban (Paerl 2017)



Phylum Cyanobacteria

Subphylum Gloeobacteria (*Gloeobacter violaceus*)

Subphylum Phycobacteria

Classis Myxophyceae

Chroococcales (*Chroococcus*, *Dactylococcopsis*, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Synechococcus*, *Aphanothece*, *Gomphosphaeria*, *Aphanocapsa*)

Pleurocapsales (*Dermocarpa*, *Xenococcus*, *Chroococcidiopsis*, *Pleurocapsa*)

Oscillatoriales (*Spirulina*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Pseudanabaena*, *Phormidium*, *Trichodesmium*, *Arthronema*, *Arthrospira*)

Nostocales

Microchaetaceae (*Tolypothrix*, *Coleodesmium*)

Nostocaceae (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*)

Rivulariaceae (*Rivularia*, *Calothrix*, *Richelia*)

Scytonemataceae (*Scytonema*)

Stigonematales (*Fischerella*, *Stigonema*, *Chlorogloeopsis*)

Classis Chloroxybacteria

Prochlorales

Prochloraceae (*Prochloron didemni*)

Prochlorococcaceae (*Prochlorococcus marinus*)

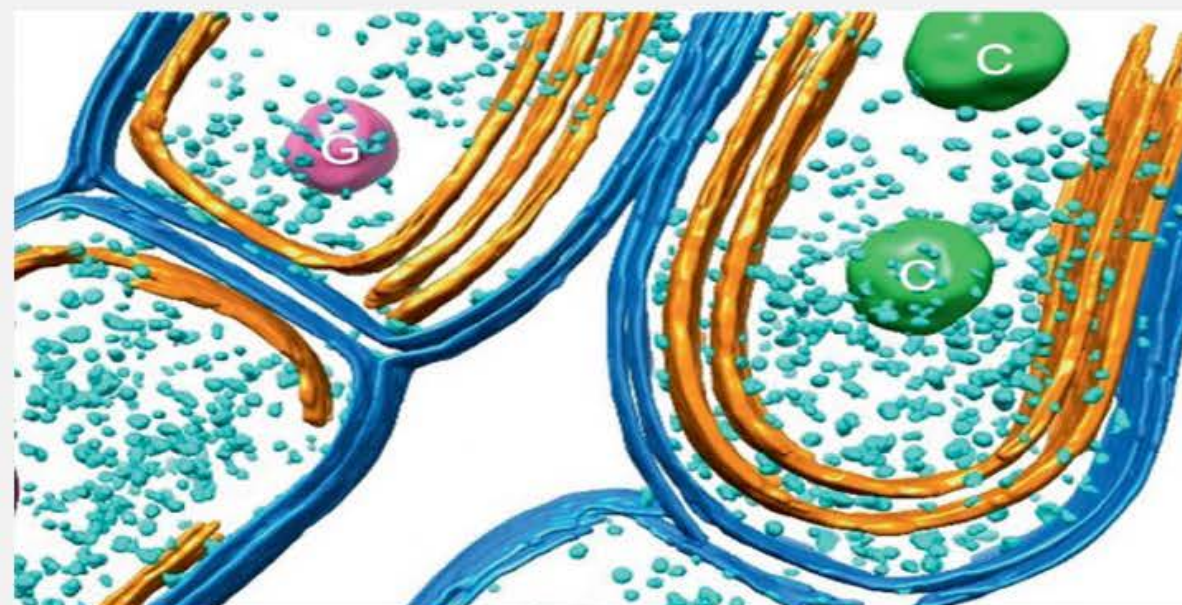
Prochlorothricaceae (*Prochlorothrix hollandica*)

Szénforrás

- Szén-dioxidból szerves anyagot szintetizálnak (fotoszintézis)
- Vízi szervezetek: szervesen szén oldott CO_2 gázból és hidrogén-karbonátióból nyernek karboxiszóma segítségével, melyek baktérium-mikrokompartmentek, speciális enzimekkel

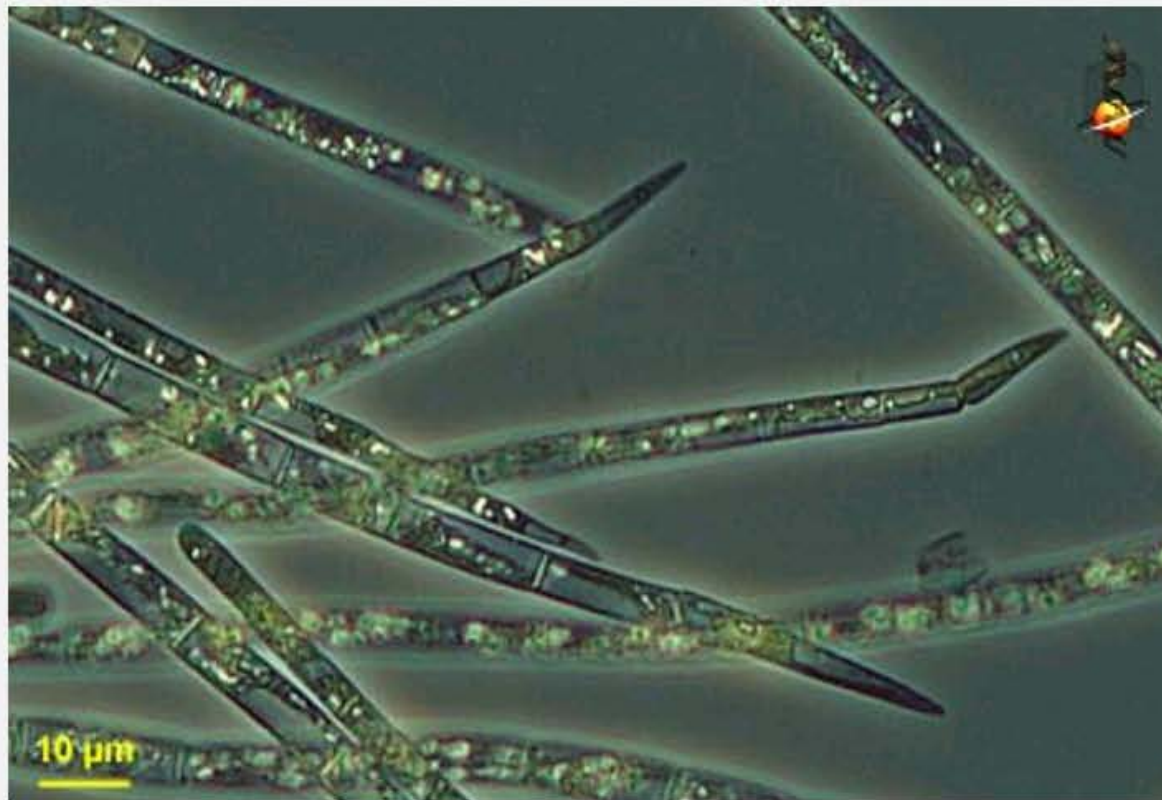
Cianobaktérium-tilakoid

C: karboxiszóma

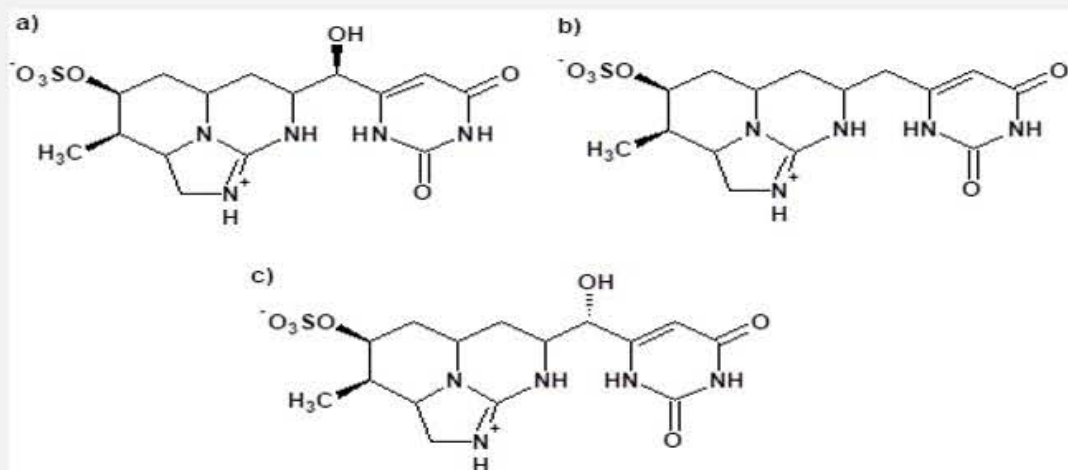


Order	Family	Genus	Species
Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	<i>A. berghii</i> <i>A. circinalis</i> <i>A. flos-aquae</i> <i>A. lemmermannii</i> <i>A. planktonica</i>
		<i>Anabaenopsis</i>	
		<i>Aphanizomenon</i>	<i>Aph. flos-aquae</i> <i>Aph. issatschenkoi</i> <i>Aph. ovalisporum</i>
		<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>C. raciborskii</i>
		<i>Cylindrospermum</i>	
		<i>Nodularia</i>	<i>N. spumigena</i>
		<i>Nostoc</i>	
		<i>Raphidiopsis</i>	<i>R. curvata</i>
Stigonematales	Mastigocladaceae	<i>Hapalosiphon</i>	
		<i>Umezakia</i>	<i>U. natans</i>
Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>L. wollei</i>
		<i>Planktothrix (Oscillatoria)</i>	
		<i>Phormidium (Oscillatoria)</i>	<i>Ph. formosum</i> (<i>O. formosa</i>)
		<i>Plectonema</i>	
	Schizotrichaceae	<i>Schizothrix</i>	<i>S. calcola</i>
Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Microcystis</i>	<i>M. aeruginosa</i>

Cylindropermopsis raciborskii



A cianobaktériumok cianotoxinokat termelhetnek, melyek súlyos közegészségügyi problémát okozhatnak

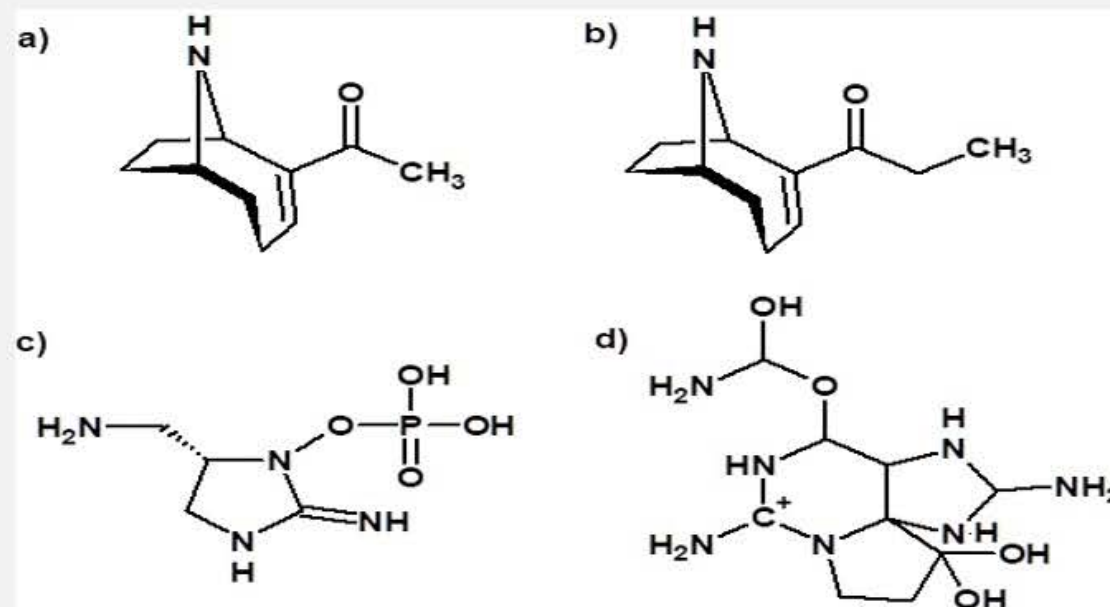


Sejttoxikus alkaloidok:

- a) cylindrospermopszin;
- b) deoxycylindrospermopszin;
- c) 7-epicylindrospermopszin.

Neurotoxinok:

- a) anatoxin-a;
- b) homoanatoxin-a;
- c) anatoxin-a (S);
- d) szaxitoxin



Toxikus algák és toxinok – közvetlen expozíció

Ivóvíz

- Palm Island Mystery Disease, Ausztrália (1979)
 - Gastroenteritis, diarrhea, hányás, veseleállás, stb.
- Fertőtlenítési melléktermékek (ivóvíztisztítás)
 - Dioxin keletkezése

Fürdőzés, úszás (bőrkontaktus, lenyelés)

- Kiütések
- Gyomor-, májzavarok
- Légzőszervi problémák
- Neurológiai hatások

Vízvirágzás rekreációs tavainkban?



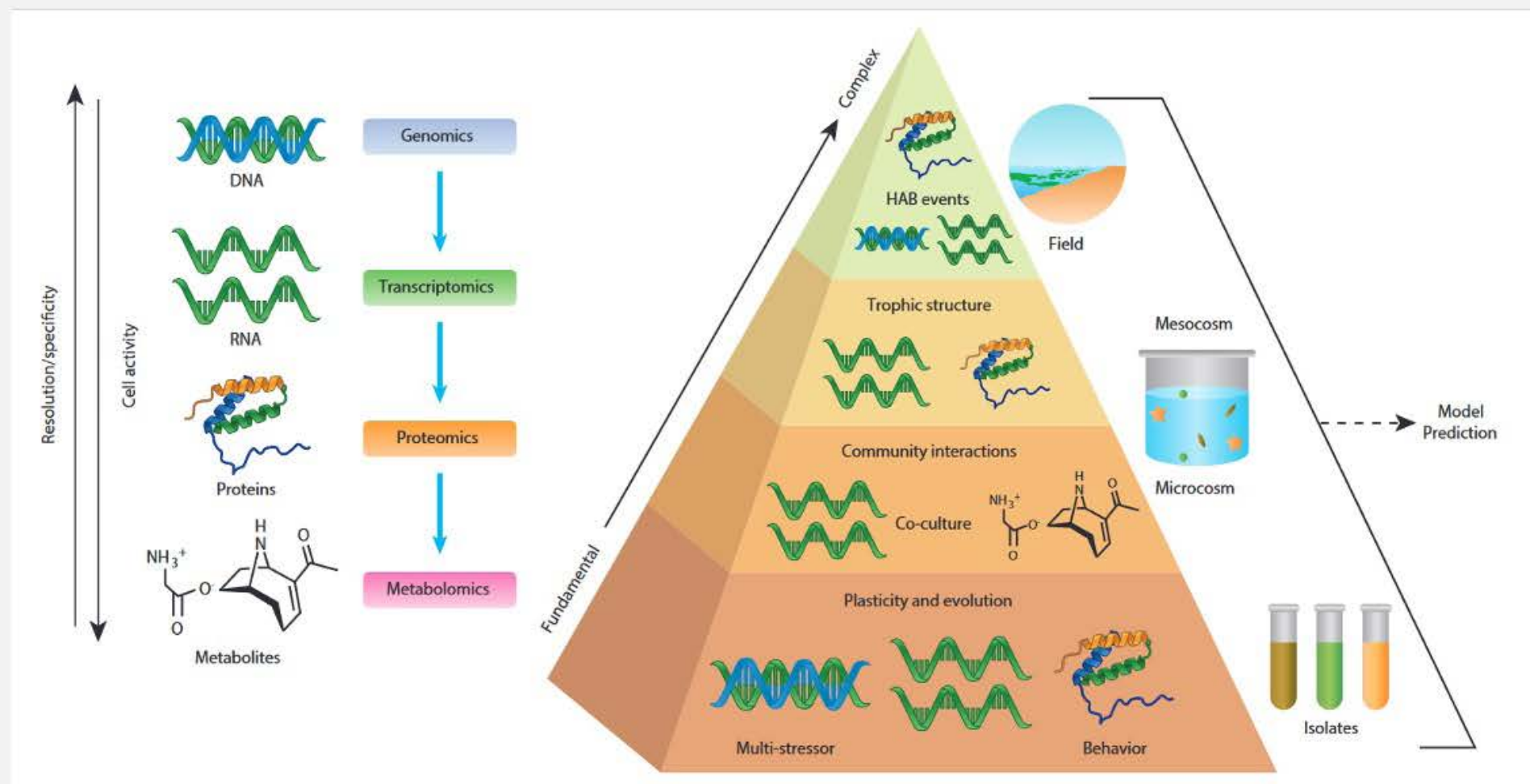
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

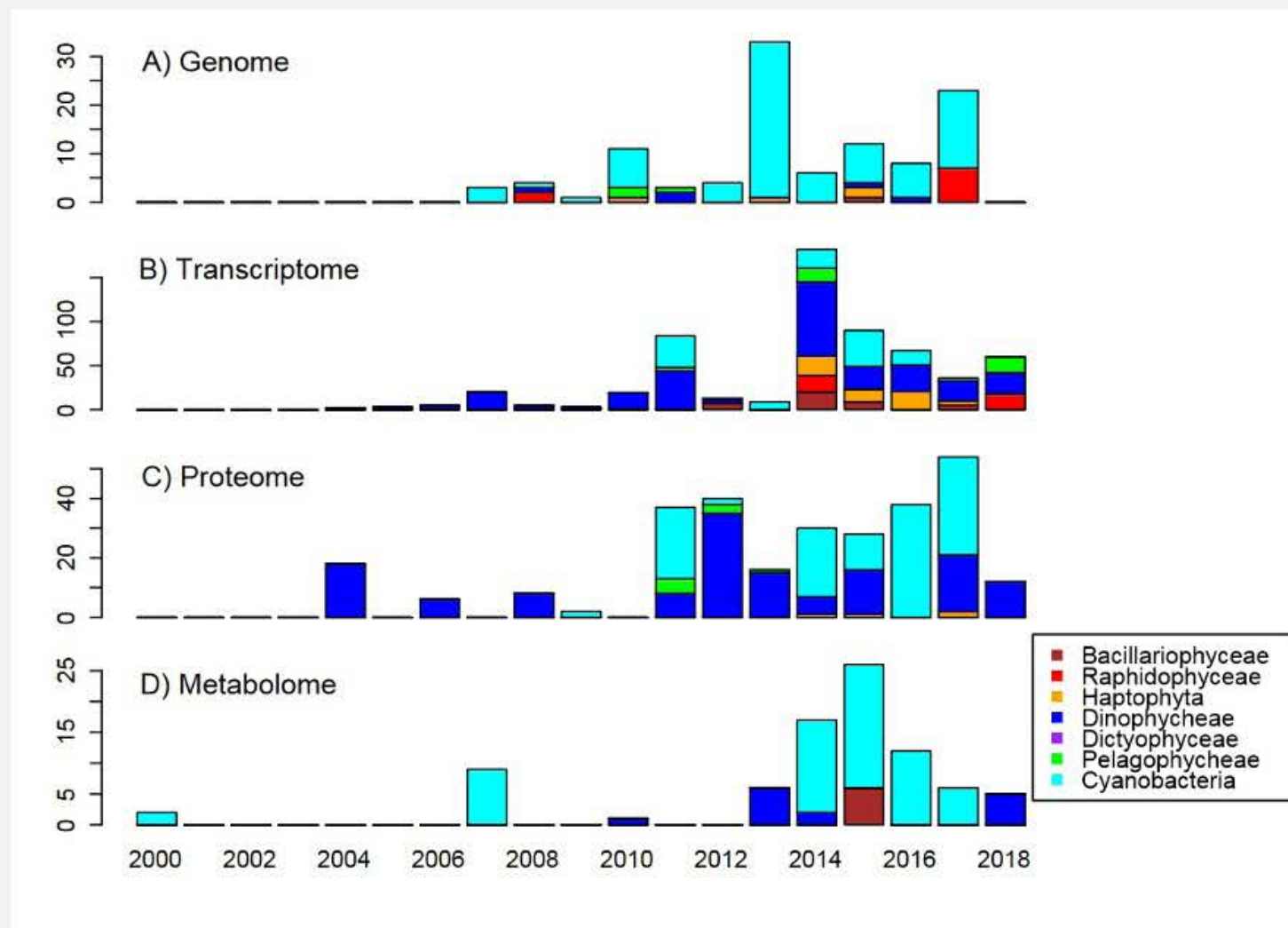
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Kísérletes és terepvizsgálatok a klímaváltozás hatásainak hatásairól

Az omikák szerepe



Hozzáférhető omikaadatok HAB-ot okozó taxonokról



Mit tehetünk a vízeredetű megbetegedések kockázatának csökkentése érdekében?

- Teljeskörű hozzáférés biztosítása a betegellátáshoz, kezeléshez
- Betegség-surveillance javítása
- Korai figyelmeztető rendszer a klimatikus tényezők változásának monitorozására
- A vízgyűjtő területek, víztározás, vízkezelés, vízellátó rendszerek felülvizsgálata
- A kritikus infrastruktúra védelme az árvizek, viharok, tengervízszint-emelkedés ellen
- A víztúlhasználat szabályozása
- Házi víztisztító rendszerek használata

Ellenőrizze tudását

- Nevezzen meg olyan vízzel terjedő betegségeket, amelyek fertőzésének kockázatát az éghajlatváltozás súlyosbítja.
- Melyek azok a főbb éghajlatváltozási hatások, amelyek növelik a vízzel terjedő betegségek fertőzésének kockázatát?
- Sorolja fel olyan éghajlatváltozási tényezőket, amelyek a vízzel terjedő betegségek esetében a vektorok életciklusát és szaporodását befolyásolják.
- Milyen éghajlatváltozási hatások befolyásolják az algavirágzást?
- Ismertessen néhány környezeti tényezőt, amelyek az édesvízi ökoszisztémákban a cianobaktériumok káros virágzását szabályozzák.
- Soroljon fel olyan intézkedéseket, amelyekkel a vízzel terjedő betegségek kockázata csökkenthető.

Ajánlott irodalom

- The Effect of Rainfall on the Incidence of Cholera in Bangladesh Hashizume, M. et al.: Epidemiology [19\(1\):p 103-110, January 2008.](#) DOI:10.1097/EDE.0b013e31815c09ea
- Climatic Drivers of Diarrheagenic *Escherichia coli* Incidence: A Systematic Review and Meta-analysis [R. Philipsborn](#), et al. [J Infect Dis.](#) 2016 Jul 1; 214(1): 6–15.
- G. Nichols, let al. Climate change and water-related infectious diseases Atmosphere (Basel), 9 (2018), p. 385, [10.3390/atmos9100385](#)
- [M. P. Ryan](#) et al. Evaluation of the Complex Nomenclature of the Clinically and Veterinary Significant Pathogen *Salmonella* [Biomed Res Int.](#) ; 2017: 3782182. doi: [10.1155/2017/3782182](#)
- Caminade C. et al. (2014) Impact of climate change on global malaria distribution. Proc Natl Acad Sci USA 111(9):3286–3291. doi:10.1073/pnas.1302089111
- Caminade C. et al. (2011). Mapping Rift Valley fever and malaria risk over West Africa using climatic indicators. Atmospheric Science Letters, 12(1), 96-103. 10.1002/asl.296

Köszönöm a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécs Egyetem Orvosi Iskola – Pécs, Magyarország



Egészségügyi, Gyakorlati és Sporttudományi Központ – Novi Sad, Szerbia



Nemzeti Közegészségügyi Központ – Budapest, Magyarország



University College Cork – Nemzeti Egyetem Írország – Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Gyógyszertár, Stinte si Tehnologie George Emil Palade din Tirgu Mures– Tirgu Mures Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az éghajlatváltozás hatása az allergiákra és a bőrbetegségekre

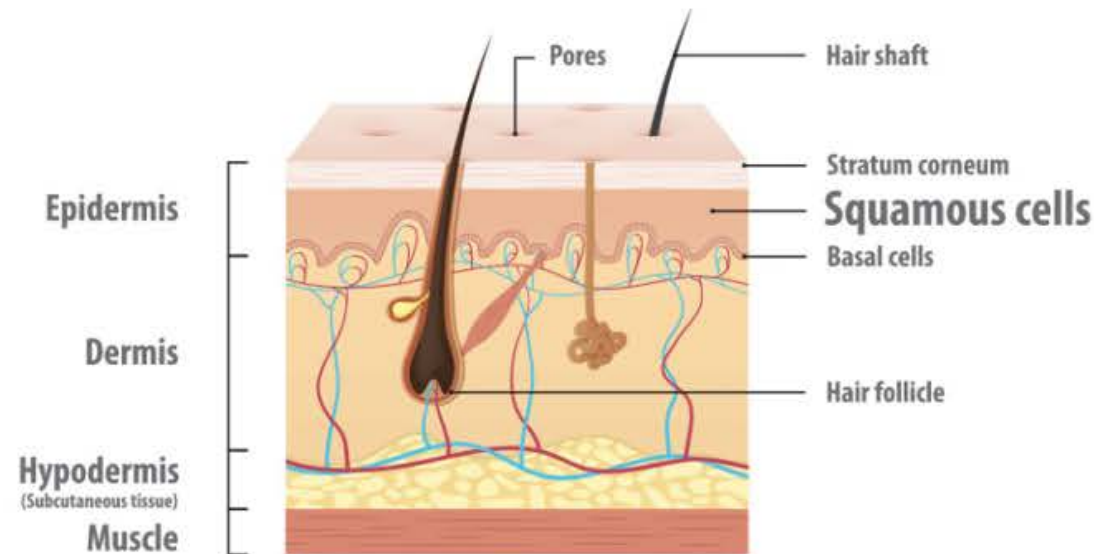
Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- értelmezni az allergiák és bőrbetegségek kórokozóinak általános klinikai jellemzőit, valamint az éghajlatváltozás hatásaival való kapcsolatukat
- felismerni azokat a környezeti és egyéb stresszorokat, amelyek befolyásolják a fertőző bőrbetegségek kialakulását és terjedését
- meghatározni azokat a környezeti tényezőket, amelyek allergiás bőrbetegségek és egyéb allergiás reakciók kiváltó okaként szolgálhatnak
- áttekinteni és értelmezni a szakirodalmi forrásokat, amelyek az éghajlatváltozás okozta allergiás reakciókkal és bőrbetegségekkel foglalkoznak
- előreszámítások és epidemiológiai adatok alapján értelmezni az éghajlatváltozás által előidézett allergia-típusok és bőrbetegségek várható változásait és tendenciáit
- értelmezni az éghajlatváltozással összefüggő allergiák és bőrbetegségek megelőzésének lehetőségeit

Bevezetés

Az allergiák világszerte a lakosság 30-40%-át érintik, és becslések szerint csak az asztma mintegy 300 millió ember életét nehezíti meg. Az Európai Unióban az allergiás betegek nem megfelelő kezelése évente 55-151 milliárd Euro közötti elkerülhető közvetett költségeket eredményez (2014), főként a munkából való kiesés és csökkent munkateljesítmény miatt.



A bőrbetegségek 2013-ban világszerte a negyedik leggyakoribb nem halálos kimenetelű betegségcsoportot alkották, és a globális betegségteher 1,79%-át tették ki. Európában a közepesen súlyos vagy súlyos atópiás dermatitisz felnőttkori kezelésére fordított éves összkiadást mintegy 27 milliárd Euro összegre becsülik.

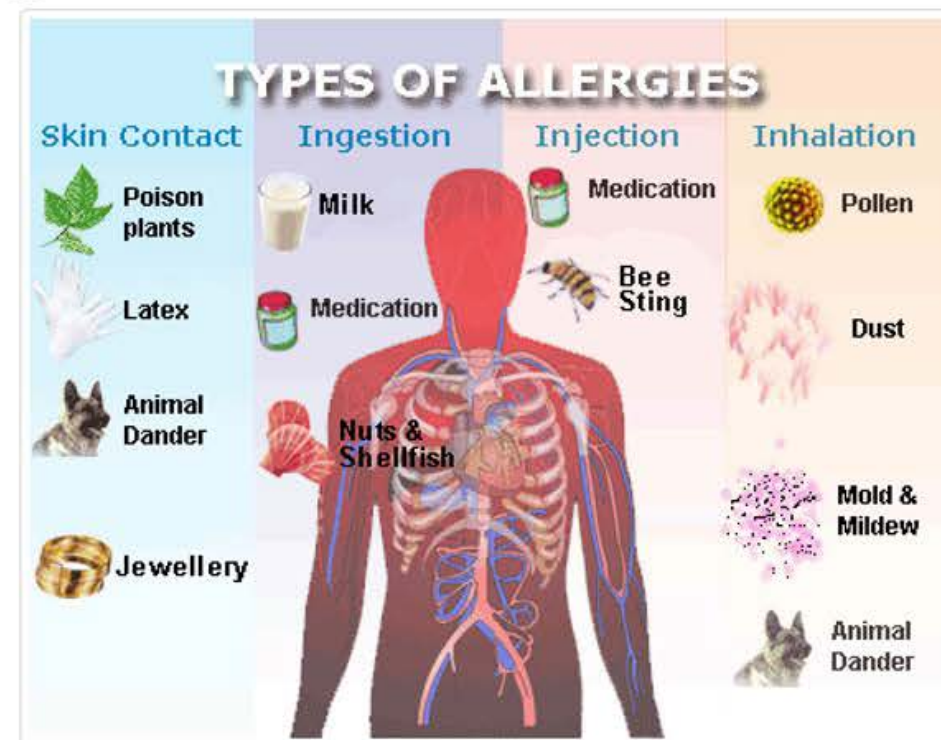
Az allergia-betegségek a súlyossága és összetettsége tovább fokozódik az életmód és táplálkozás megváltozása, az éghajlatváltozás, a növekvő légszennyezettség, az urbanizáció és a biológiai sokféleség csökkenése következtében. Az éghajlatváltozás hatásai közé tartozik a légszennyezés növekedése,

valamint az aeroallergének – például pollenek, gombaspórák, poratkák és állati szőr – mennyiségének és típusának változása, amelyek együttesen hozzájárulnak az allergiás megbetegedések prevalenciájának növekedéséhez.

A bőrbetegségek előfordulását és elterjedését az éghajlatváltozás várhatóan szintén tovább súlyosbítja, különösen azokat az állapotokat, amelyek fertőző eredetűek, napsugárzásnak való kitettséggel, környezeti irritáló anyagokkal vagy vízzel terjedő kórokozókhoz hozhatók összefüggésbe.

Az allergia és a bőrbetegségek áttekintése

Az **allergiás betegségek** olyan immunmediált rendellenességek, amelyeket elsősorban az immunrendszer túlzott reakciója vált ki egy környezeti allergénre. Ez a reakció az IgE (immunglobulin E) révén zajlik, és az allergénnel való érintkezés helyétől függően különféle klinikai tünetek alakulhatnak ki a szervezetben.



A **bőrbetegségek** – beleértve a bőrrákot is – olyan állapotokat foglalnak magukban, amelyek irritálják, eltömítik vagy károsítják a bőrt. Ezek a betegségek lehetnek genetikai eredetűek, de kialakulhatnak fertőzések, várandósság, stressz, hormonális változások, illetve egyéb egészségproblémák, például cukorbetegség, gyulladásos bélbetegség vagy lupus következtében is.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Azok az egyének, akik genetikailag hajlamosak IgE-termelésre a környezeti allergének hatására, atópiásnak tekinthetők. Náluk túlérzékenységi reakciók, például ekcéma vagy asztma jelentkezhetnek, akár olyan testrészekben is, amelyek közvetlenül nem érintkeztek az allergénnel.

Az allergiás betegségek kialakulása az immunsejtek, az idegen fehérjék és a szöveti gyulladás komplex kölcsönhatásának eredménye.

Gyakori allergiás betegségek

Betegség	Okok/kiváltó okok	Tünetek/klinikai jellemzők	Érinti az éghajlatváltozás?
Allergia	Genetikai hajlam, gyógyszer/környezeti/Élelmiszer/latex/kisállat allergének	Orrfolyás, tüsszögés, fájdalom/érzékenység az arc, a szem vagy a homlok körül, köhögés, légszomj, bőrvizketés, bőrkiütés, hasmenés, hányinger/hányás, duzzadt szemek, ajkak, száj vagy torok.	Igen
Anafilaxia	Bizonyos allergének: élelmiszerek, egyes gyógyszerek, rovarméreg, latex.	Gyors, súlyos allergiás reakció: gyors, gyenge pulzus, bőrkiütés, hányinger, hányás, halál.	Igen
angioödéma	Állati szőr, víznek, napfénynek, hidegnek vagy hőnek, élelmiszereknek, rovarcsípéseknek, pollennek, autoimmun betegségeknek, például lupusnak való kitettség.	A bőrfelszín alatti duzzanat, hasi görcsök, légzési nehézség.	Igen
Aspergillosis	<i>Aspergillus</i> fungus	Zihálás, légszomj, köhögés, fülledtség, orrfolyás, fejfájás.	Igen
Asztma	Poratkák, állati szőr, pollen, füst, testmozgás vírusfertőzések, kémiai vagy egyéb allergének belélegzése.	Köhögés, zihálás, mellkasi szorító érzés, légszomj, halál.	Igen
Krónikus granulomatózis	Genetikai hajlam	Láz, mellkasi fájdalom, nyirokcsomó-duzzanat, orrfolyás, bőrkiütés, duzzanat/bőrpír a szájban, gyomor-bélrendszeri problémák, tüdőgyulladás.	Nem
Krónikus rhinosinusitis	Allergének, már meglévő állapotok, például cisztás fibrózis.	Orrdugulás, vastag orrváladékozás, arcfájdalom/nyomás, a szaglás csökkenése/elvesztése.	Igen
Churg-Strauss-szindróma	Genetikai hajlam és az allergéneknek való kitettség kombinációja.	Érgyulladás, orrallergia, arcüregproblémák, bőrkiütés, gyomor-bélrendszeri vérzés, kéz- és lábfájdalom és zsibbadás, felnőttkori asztma, halál.	Igen
Hideg csalánkiütés	Hidegnek és bizonyos esetekben genetikai hajlamnak való kitettség.	Csalánkiütés, kéz, ajkak, nyelv vagy torok duzzanata, anafilaxia, halál.	Nem
Közös változó immunhiány (CVID)	Genetikai hajlam	Hörghurut, a felső légutak, a szinuszok és a tüdő bakteriális és vírusos fertőzései, tüdőgyulladás.	Nem
Esophagitis	Élelmiszer-/gyógyszerallergének	Nehéz/fájdalmas nyelés, mellkasi fájdalom, gyomorégés, savas regurgitáció.	Igen
Szénanátha (allergiás rhinitis)	Pollen	Tüsszögés, orrfolyás/orrdugulás, kötőhártya-gyulladás, torokviszketés, száj, orr és fül, köhögés.	Igen
Tüdőgyulladás	Aeroallergének, bizonyos gyógyszerek.	Légszomj, köhögés, fáradtság, étvágytalanság, fogyás.	Igen
Urticaria (csalánkiütés)	Élelmiszer/gyógyszer allergének, rovarméreg.	Kiütés, csalánkiütés, angioödéma prekurzora.	Igen

Gyakori bőrbetegségek (kivéve a kórokozó-átvivők által terjesztett bőrbetegségeket¹)

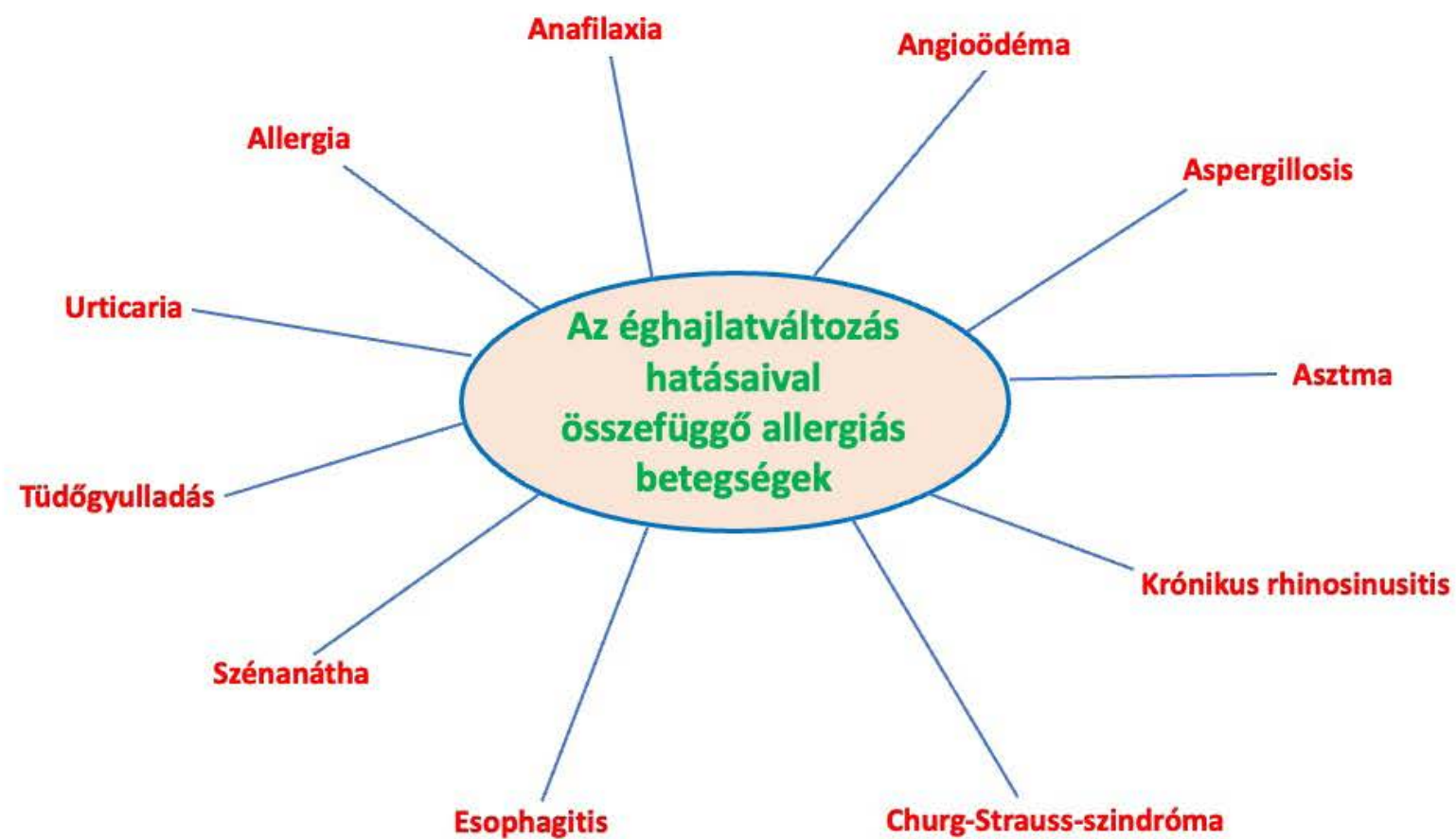
Betegség	Okok/kiváltó okok ²	Tünetek/klinikai jellemzők	Érinti az éghajlatváltozás?
Akne	Genetikai hajlam, hormonális változások, bizonyos gyógyszerek, kozmetikumok, dohányzás, magas glikémiás étrend.	Pattanások, bőrcsomók, cisztás elváltozások.	Nem
Aktinikus keratózis	Napsugárzás	Száraz, pikkelyes bőrfoltok, a bőrrák lehetséges előfutára.	Igen
Alopecia areata	Genetikai hajlam, bizonyos gyógyszerek, hormonális változások, stressz.	Hajhullás	Igen
Cellulitisz	Sérülések / fertőzések, amelyek lehetővé teszik a baktériumok behatolását a bőrbe.	Vörös, duzzadt, fájdalmas bőr a lábakon vagy a lábakon, láz.	Igen
Bárányhimlő	Kontakt vagy levegőben lévő <i>varicella-zoster</i> vírus	Kiütés, láz, fejfájás, tüdőgyulladás, encephalitis, szepszis, halál.	Igen
Bőr lárva migrans	Érintkezés a horogféreg lárvákkal	Serpiginás bőrelváltozások.	Igen
Bőr myiasis	Érintkezés a Diptera rendbe tartozó legyek lárváival	Fájdalmas lárvákat tartalmazó fekélyek/sebek.	Igen
Diftéria	Kontakt vagy levegőben terjedő <i>corynebacterium diphtheriae</i> baktériumok	Láz, légzési roham, fekélyek/bőrfekélyek, szívizomgyulladás, idegkárosodás, veseelégtelenség, halál	Igen
Ekcéma (atópiás/kontakt dermatitisz)	Genetikai hajlam, környezeti allergének, vegyszerek.	Vörös, száraz bőrfoltok, kiütés, bőrkikeményedés, kötőhártya-gyulladás.	Igen
Epidermolysis bullosa	Genetikai hajlam	A bőr törékenysége, könnyek, sebek, hólyagok a bőrön.	Nem
Herpes simplex	Kontakt vagy testfolyadék <i>herpes simplex</i> vírus.	Fájdalom, viszketés és sebek a nemi szervek, a végbélnyílás vagy a száj körül.	Igen
Gonorrhea	Kapcsolat <i>a neisseria gonorrhoeae</i> baktériummal	Láz, kiütés, bőrfekélyek, ízületi fájdalom, duzzanat és merevség.	Igen
Száj- és körömfájás	Kontaktus vagy levegőben terjedő <i>Coxsackievirus</i> .	Láz, torokfájás, hányinger, fájdalmas szájelváltozások, kiütés.	Igen
Hidradenitis suppurativa	Hormonális változások, dohányzás, elhízás.	Fájdalmas tályogok, a bőr hegesedése.	Nem
Bőrpikkelyesedés	Genetikai hajlam	Száraz, pikkelyes, viszkető, vörös bőr.	Nem
Impetigo	kapcsolat <i>a staphylococcus</i> baktériumokkal	Vörös sebek az arcon.	Igen
Marburg	Kapcsolat <i>a marburg</i> vírussal	Láz, fejfájás, bőrkkiütés, hányás, hasmenés, sárgaság, vérzés, többszervi elégtelenség, halál.	Igen
Kanyaró	Érintkezés vagy levegőben lévő <i>kanyaró morbillivírus</i> .	Láz, köhögés, kötőhártya-gyulladás, Koplik foltok, kiütés, tüdőgyulladás, encephalitis, halál.	Igen
Majomhimlő	Kapcsolat <i>mpox</i> vírus	Kiütés, kopás, láz, fejfájás, duzzadt nyirokcsomók, légzőszervi tünetek.	Igen

Gyakori bőrbetegségek (kivéve a kórokozó-átvivők által terjesztett bőrbetegségeket¹)

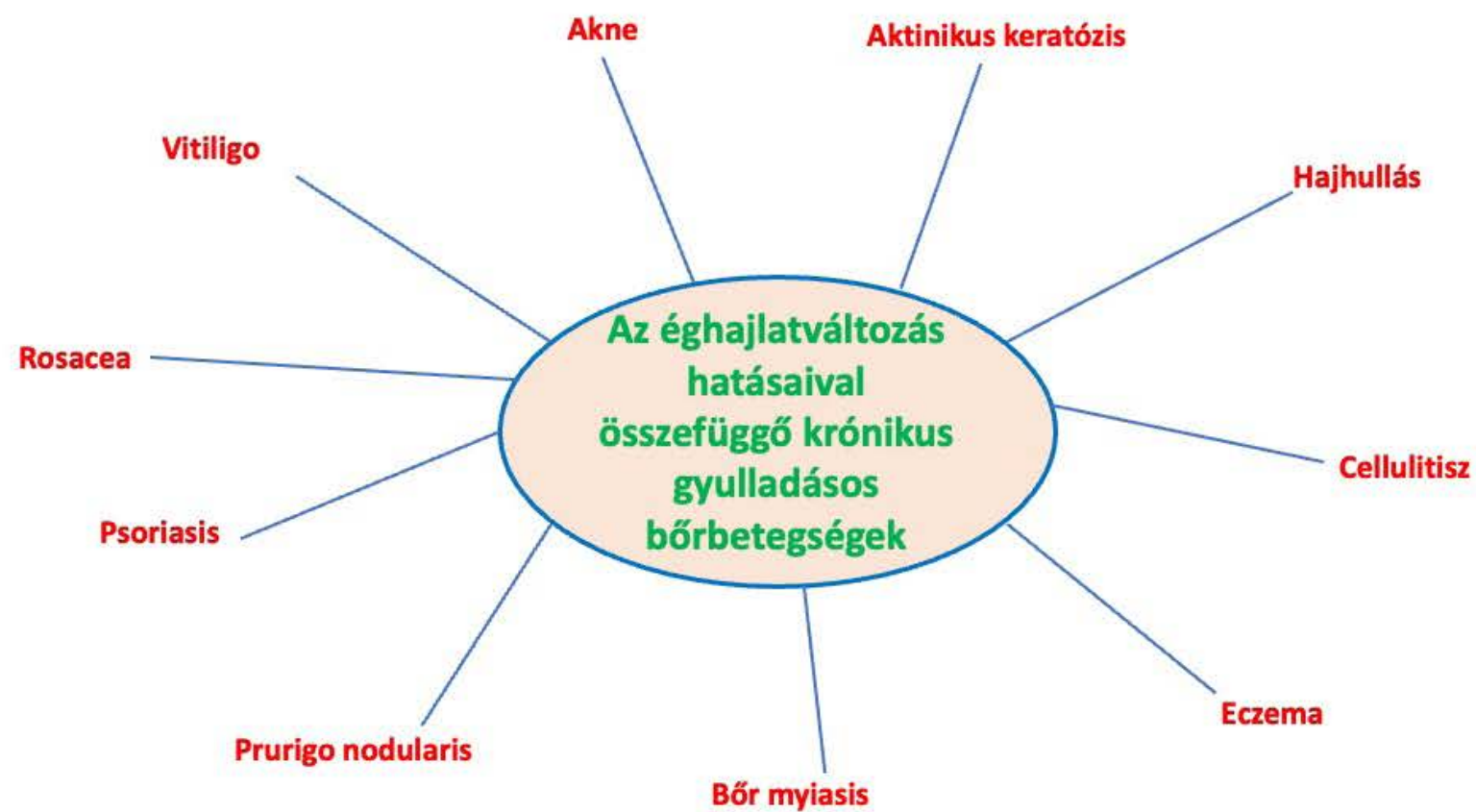
Betegség	Okok/kiváltó okok ²	Tünetek/klinikai jellemzők	Érinti az éghajlatváltozás?
Prurigo nodularis	Nem ismert. A kockázati tényezők közé tartozik az atópiás dermatitis.	Viszkető bőrcsomók a karokon, lábakon, hason és/vagy háton.	Esetleg
Psoriasis	Genetikai hajlam, bőrsérülés, torokfertőzések, bizonyos gyógyszerek.	Hámló bőrfoltok/pikkelyek	Igen
Reynaud-kór	Hideg hőmérséklet	Hideg, zsibbadt, fehér/kék bőr az ujjakon vagy lábujjakon	Nem
Ótvar (tinea corporis)	kapcsolat a <i>trichophyton</i> , a <i>microsporum</i> vagy az <i>epidermophyton</i> gombákkal.	Viszkető, piros, körkörös kiütés.	Igen
Rosacea	Genetikai hajlam, bizonyos vegyi anyagok élelmiszerekben, alkohol, éghajlati viszonyok.	Vörös foltok / kiütések az arcon.	Igen
Rubella	Levegőben terjedő vagy kontakt <i>rubeola</i> vírus	Vörös bőrkiütés, vörös szemek, láz, fejfájás, köhögés, ízületi gyulladás (nőknél), vetélés, születési rendellenességek és halál (újszülötteknél)	Igen
Övsömör	<i>Varicella-zoster</i> vírus előzetesen bárányhimlőből szerzett	Fájdalmas kiütés az arc vagy a test egyik oldalán.	Igen
Bőrrák (bazális sejt, laphámsejt, melanoma)	Genetikai hajlam, napsugárzás, vese dialízis, arzénfogyasztás	Sérülések vagy csomók a bőrön, laphámsejt és melanoma esetén: metasztázis, halál.	Igen
Rüh	Kapcsolat emberi rüh atkával (<i>sarcoptes scabiei</i> var. <i>hominis</i>)	Viszkető, pattanásszerű kiütés.	Igen
Szifilisz	kapcsolat a <i>treponema pallidum</i> baktériummal	Egyetlen chancre (fájó), kiütések, elváltozások, láz, duzzadt nyirokcsomók, létfontosságú szervek támadása, halál.	Igen
<i>Vibrio vulnificus</i>	Nyílt sebérintkezés folyadékkal vagy <i>vibrio vulnificus</i> baktériumokat tartalmazó tenger gyümölcseinek fogyasztása	Hólyagos bőrelváltozások, láz, hányás, hasmenés, nekrotizáló fasciitis, halál.	Igen
Vírusos szemölcsök	kapcsolat a <i>humán papillomavírussal</i>	Szemölcsök.	Igen
Vitiligo	Genetikai hajlam, napégés, sérült bőr, bizonyos vegyi anyagok.	A bőr pigmentjének/színének szimmetrikus elvesztése a test mindkét oldalán.	Igen

¹ "Az éghajlatváltozás hatása a vektorok által születt és rokon betegségekre" című leckében tárgyaltuk

² Itt az "érintkezés" a kórokozót tartalmazó szilárd anyagokkal vagy folyadékokkal való fizikai érintkezést jelenti



1. ábra Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő allergiás betegségek



2. ábra Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő krónikus gyulladásos bőrbetegségek



3. ábra Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő fertőző bőrbetegségek



4. ábra Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő rosszindulatú bőrdaganatok

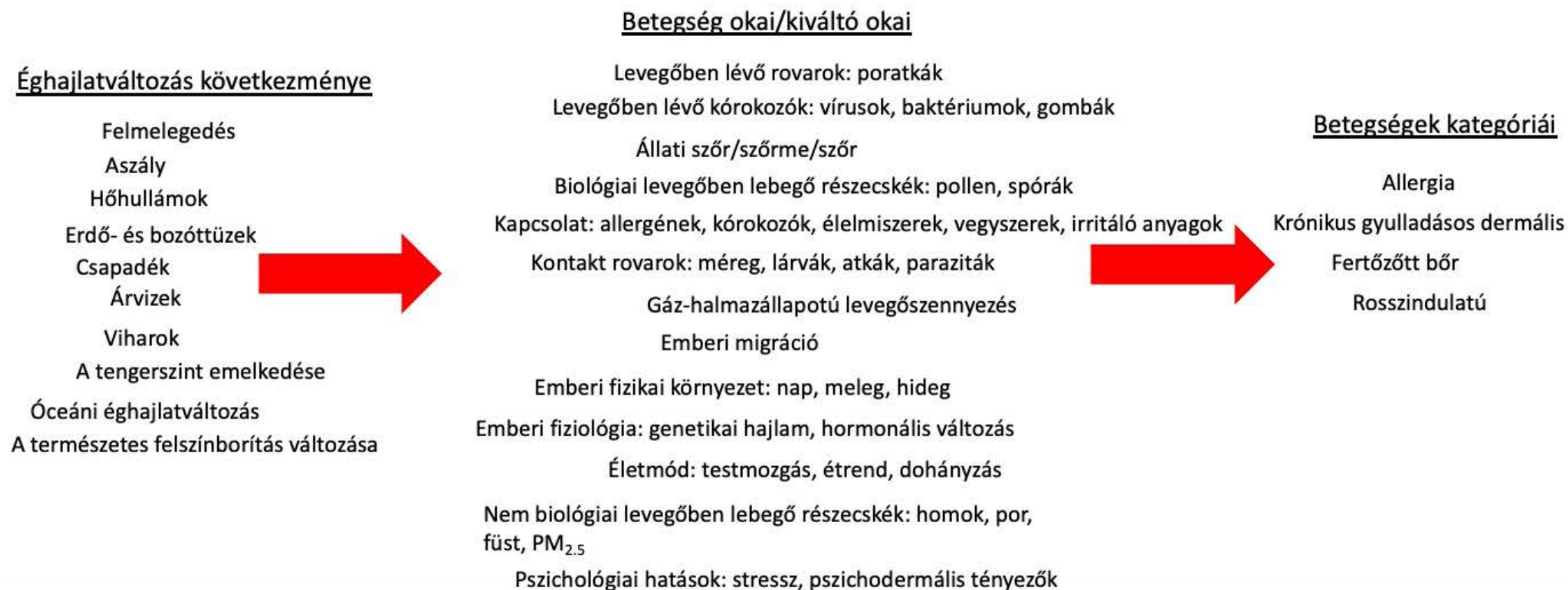
Az allergiás és bőrbetegségek túlnyomó többségét (89%) az éghajlatváltozás befolyásolja. Kivételt képeznek azok a betegségek, amelyek kizárólag genetikai hajlam, hormonális változások, életmódbeli tényezők vagy állati szőrrel kapcsolatos érzékenység következtében alakulnak ki.

Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő allergiás megbetegedések négy fő csoportba sorolhatók: allergiás megbetegedések; krónikus gyulladásos bőrbetegségek; fertőző bőrbetegségek; rosszindulatú daganatok.

A stresszorok és a betegség okai/kiváltó okai közötti kapcsolat

Több mint 40 allergiás és bőrbetegség létezik, amelyeket a 10 különböző éghajlati stresszor közül egy vagy több is befolyásolhat, különféle betegségek kialakulásán vagy kiváltó tényezőin keresztül.

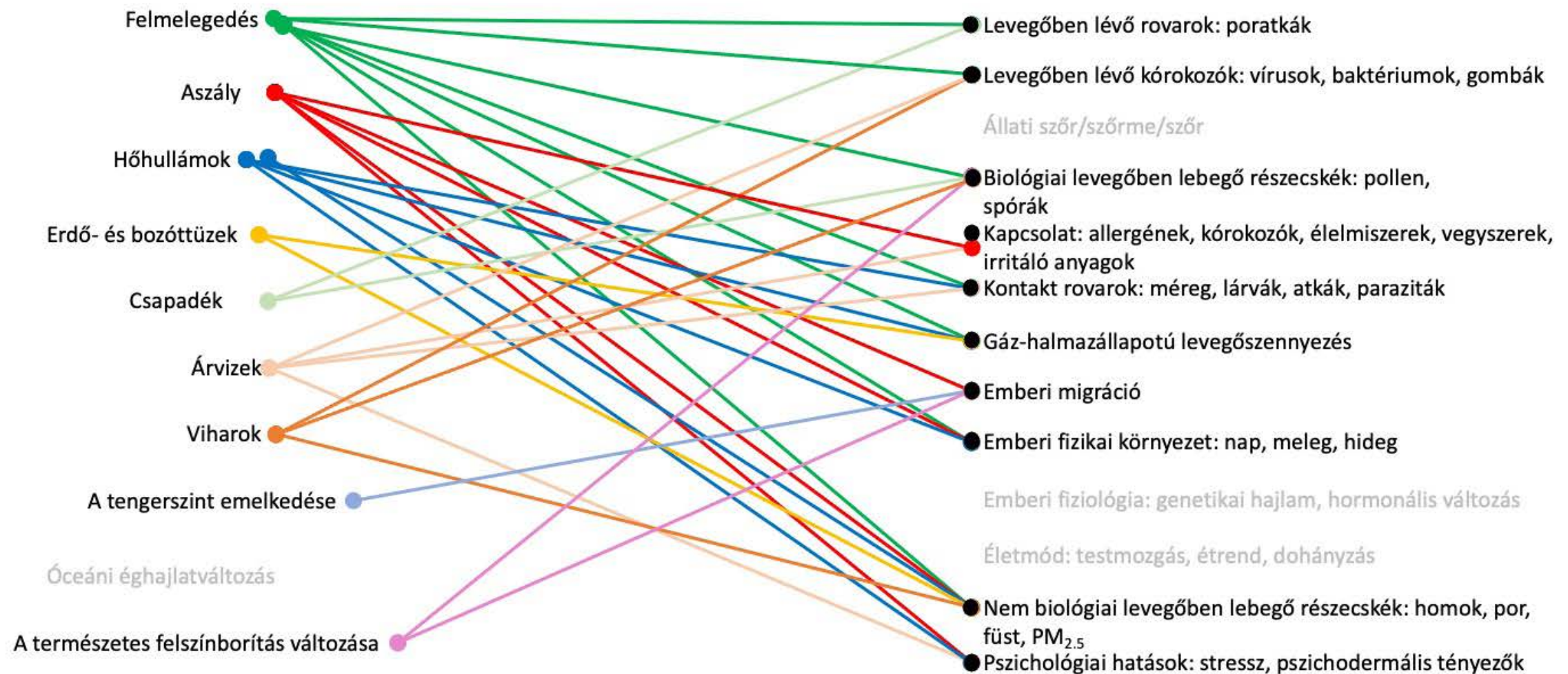
Az éghajlati stresszorok és a betegségek kiváltó tényezői közötti ok-okozati összefüggés vizsgálatán keresztül az alábbi négy betegségkategória mindegyikében értelmezhetők ezek a kölcsönhatások.



6. ábra. **Allergiás betegségek:** Az éghajlatváltozás veszélyei és a betegségek okai/kiváltó okai közötti ok-okozati összefüggések*

Éghajlatváltozás következménye

Betegség okai/kiváltó okai

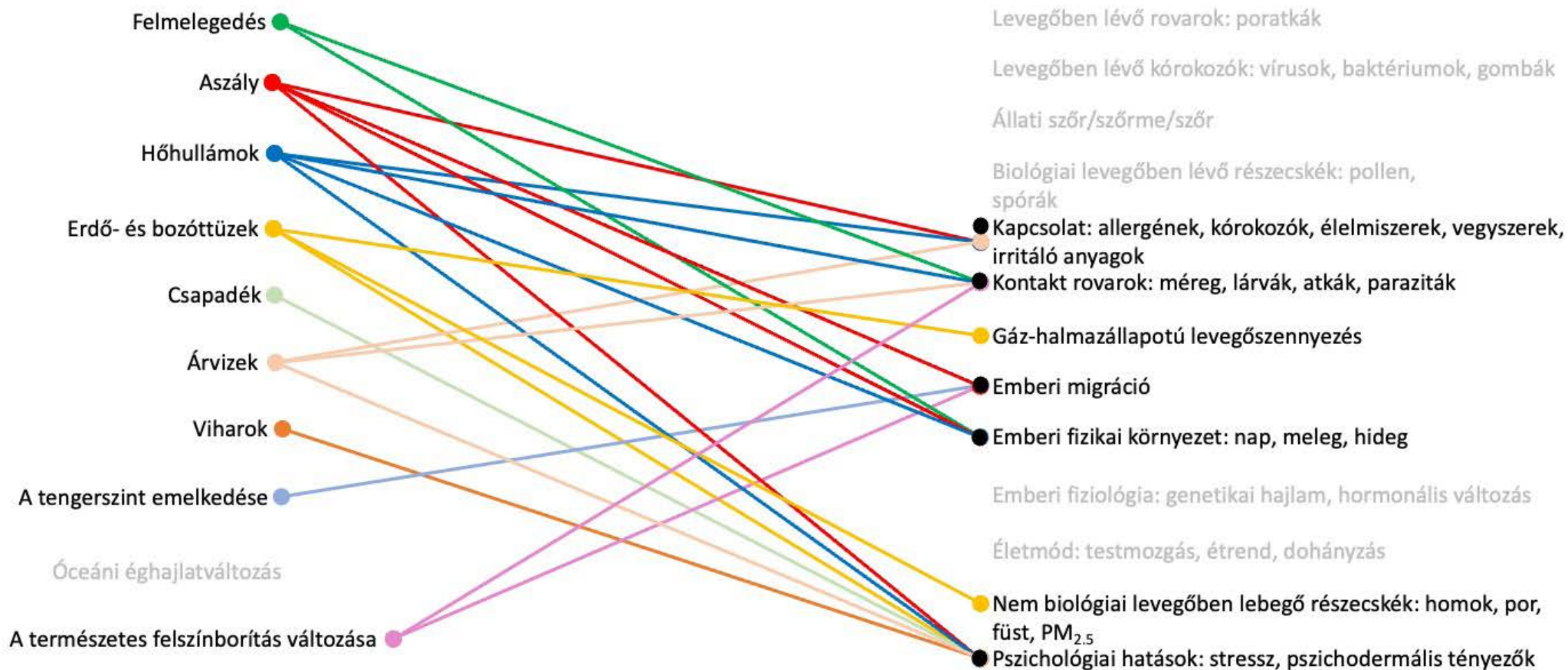


*A szürkével jelölt elemek nem az éghajlattal kapcsolatos veszélyek/okok/kiváltó okok ennél a betegségtípusnál

7. ábra. **Krónikus gyulladásos bőrbetegségek:** Az éghajlatváltozás veszélyei és a betegségek okai/kiváltó okai közötti ok-okozati összefüggések*

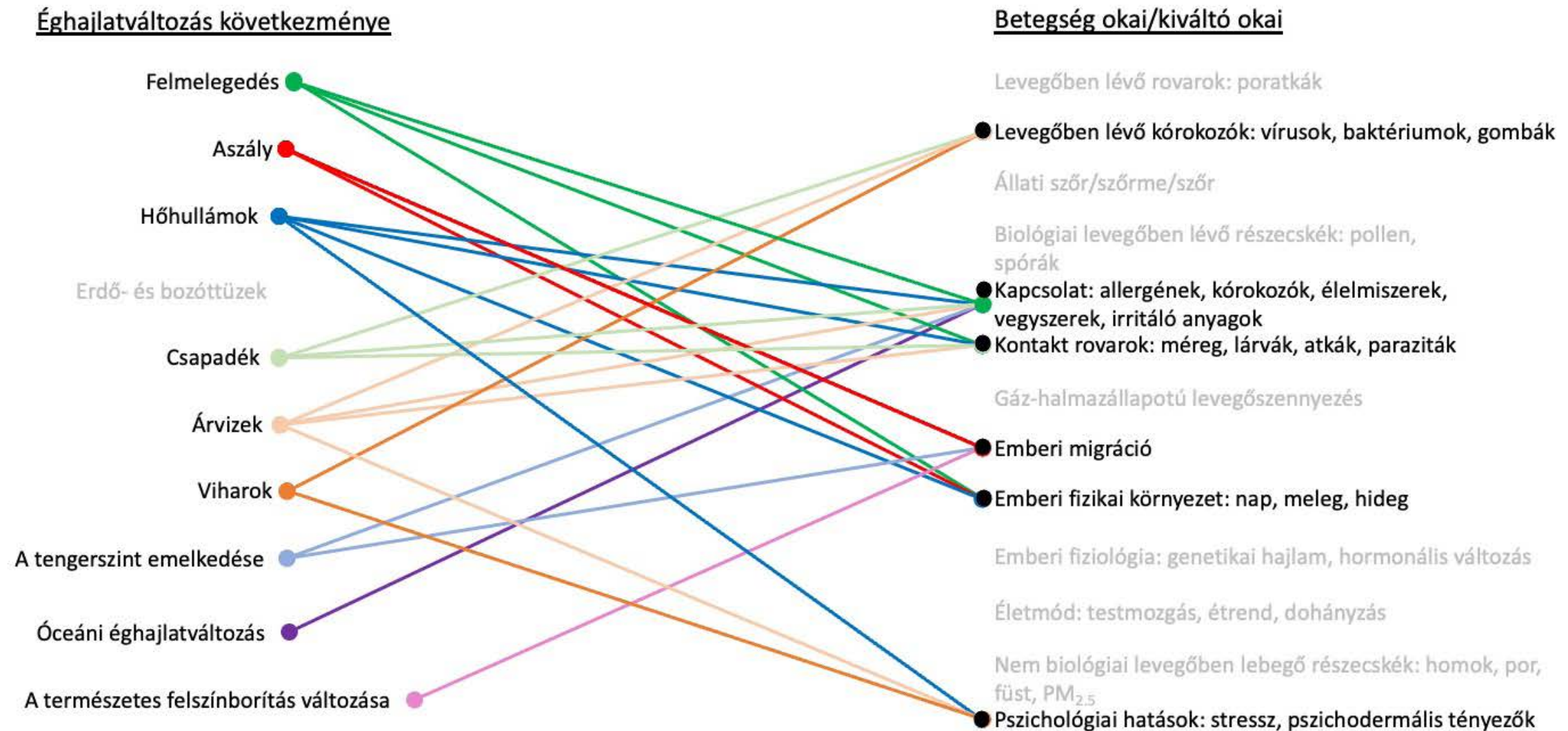
Éghajlatváltozás következménye

Betegség okai/kiváltó okai



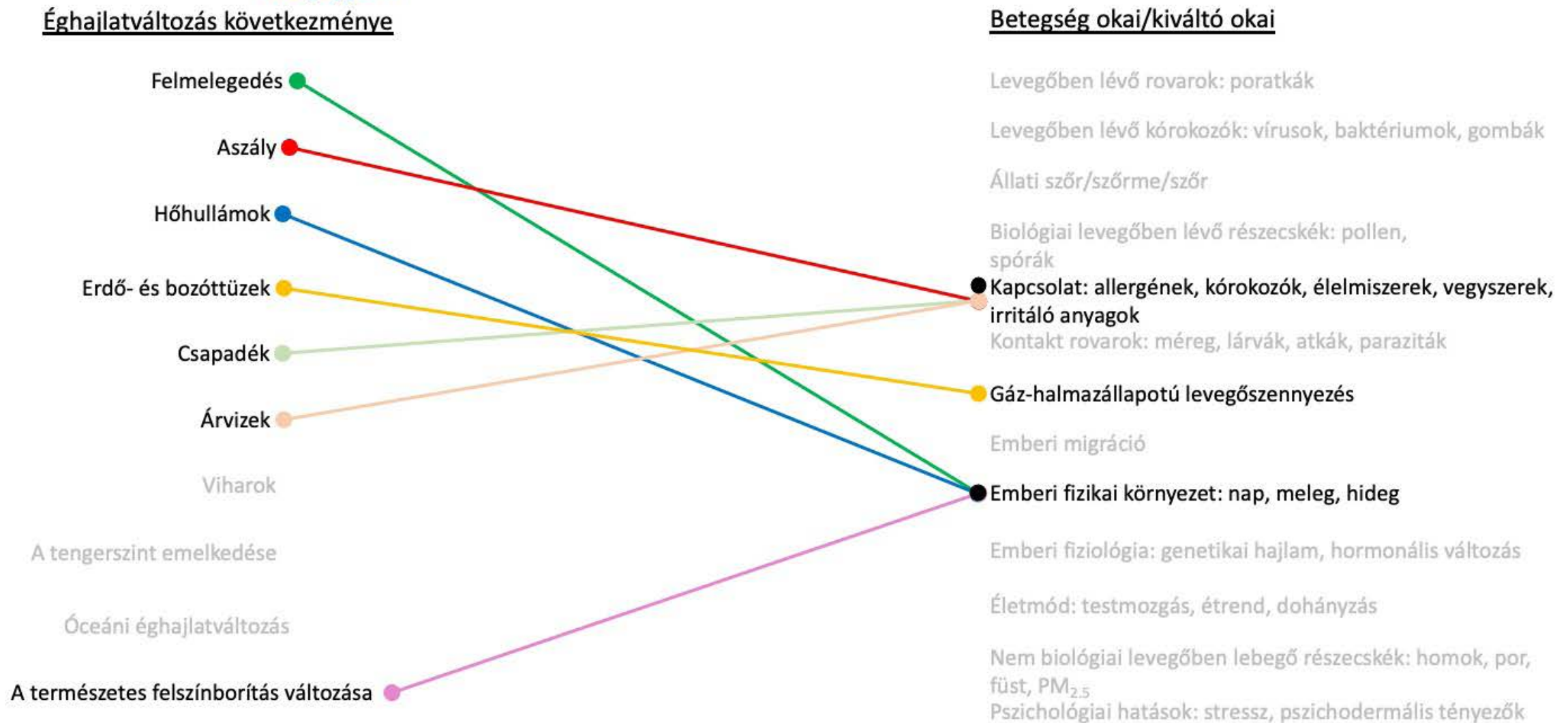
*A szürkével jelölt elemek nem az éghajlattal kapcsolatos veszélyek/okok/kiváltó okok ennél a betegségtípusnál

8. ábra. **Fertőző bőrbetegségek:** Az éghajlatváltozás veszélyei és a betegségek okai/kiváltó okai közötti ok-okozati összefüggések*



*A szürkével jelölt elemek nem az éghajlattal kapcsolatos veszélyek/okok/kiváltó okok ennél a betegségtípusnál

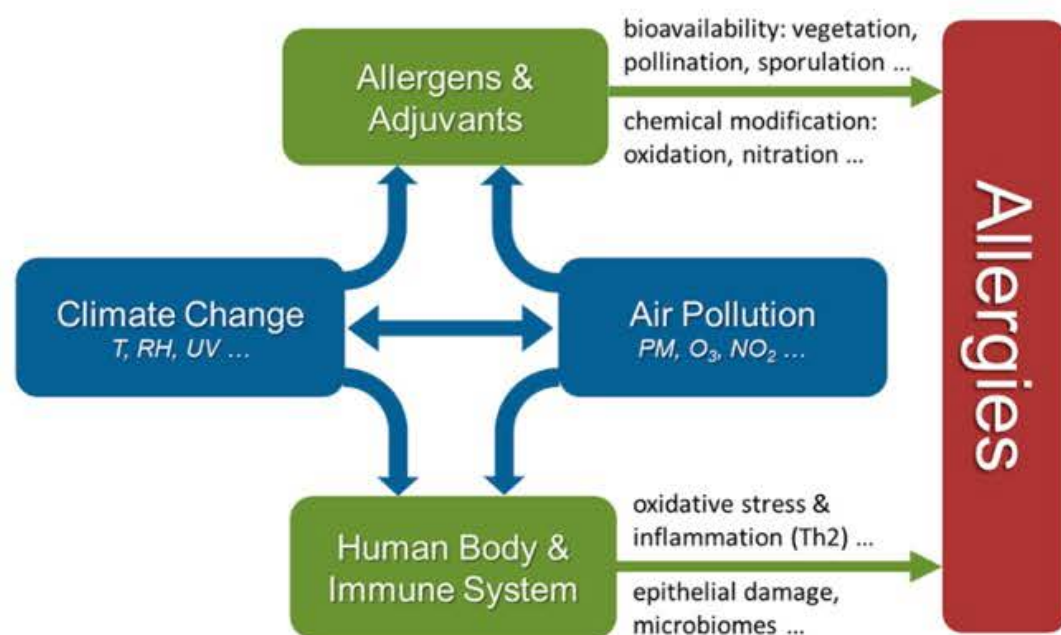
9. ábra. Bőr rosszindulatú daganatok: Az éghajlatváltozás veszélyei és a betegségek okai/kiváltó okai közötti ok-okozati összefüggések*



*A szürkével jelölt elemek nem az éghajlattal kapcsolatos veszélyek/okok/kiváltó okok ennél a betegségtípusnál

A **légszennyezés** által okozott/kiváltott allergiás betegségek esetében a 10. ábra mutatja az éghajlatváltozás, a légszennyezés, az allergének/kiváltó tényezők és az emberi test közötti összefüggéseket.

Az 1. táblázat az éghajlatváltozás ezen hatásainak egészséghatásaira ad példákat.



10. ábra. A éghajlatváltozás okozta légszennyezés hatása az allergiás megbetegedések kockázatának fokozódásában

Tól: K. Reinmuth-Selzle *et al.*, Environ. Sci. Technol., **51**, 2017, 4119–4141.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b04908>

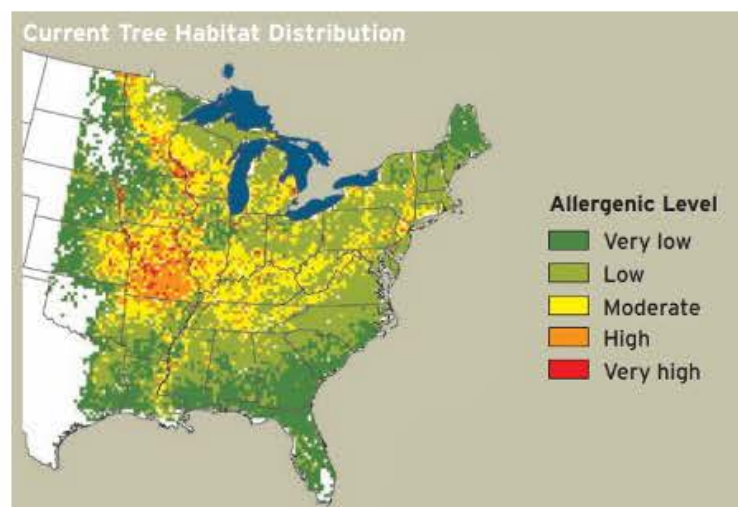
Environmental changes	Health outcomes
More frequent extreme climate events	
Heatwaves, wildfires, higher temperatures, etc	Amplification of exacerbation rate, morbidity, and mortality of respiratory diseases.
Intensive rain and flooding	Dampness in affected households with subsequent proliferation of molds and cockroaches.
Thunderstorms	Increase in asthma exacerbations and hospitalizations following thunderstorm-related asthma episodes
More intense and more prolonged pollen seasons. Possibly similar changes for other allergens (e.g., fungi).	Increase in the severity and alteration of the seasonality of symptoms of allergic rhinitis and asthma
Alteration of the local vegetation patterns with changes in the geographical spread and migration of plants. Colonization of geographical areas by new species with alteration of the species dominating distinct ecological niches. Possibly, similar changes for fungi.	Increased prevalence and severity of allergic rhinitis and asthma due to both de novo sensitizations and cross-reactivity with pre-existing species
Possibly changes in the growth pattern and distribution of pathogenic microorganisms.	Possibly changes in the pattern of respiratory tract infections

1. táblázat Az éghajlatváltozás okozta allergiával összefüggő egészséghatások

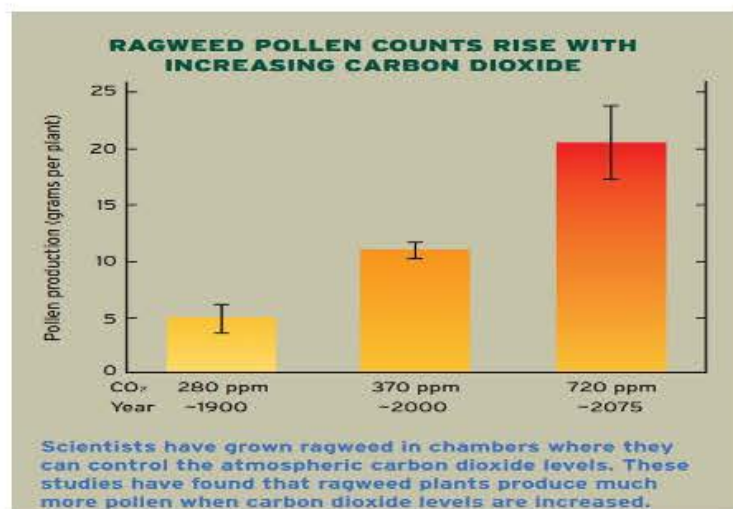
Tól: I. Eguiluz-Gracia *et al.*, Allergia, 2020, **75**, 2170–2184. DOI: <https://doi.org/10.1111/all.14177>

A 2100-ra vonatkozó előrejelzések szerint az Egyesült Államok keleti részén, mind alacsony, mind magas üvegházhatású gázkibocsátási forgatókönyvek esetén, az allergén fák élőhelyének eloszlása jelentősen változhat (11. ábra). Számos államban ez a jelenlegi pollenszint emelkedését eredményezheti.

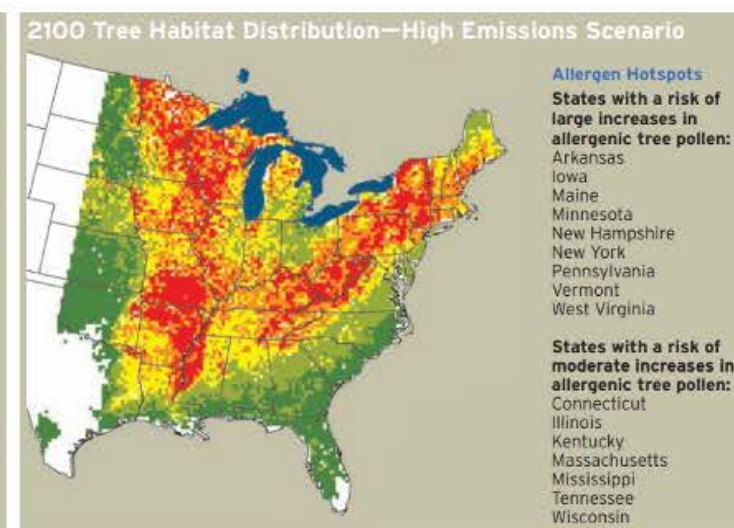
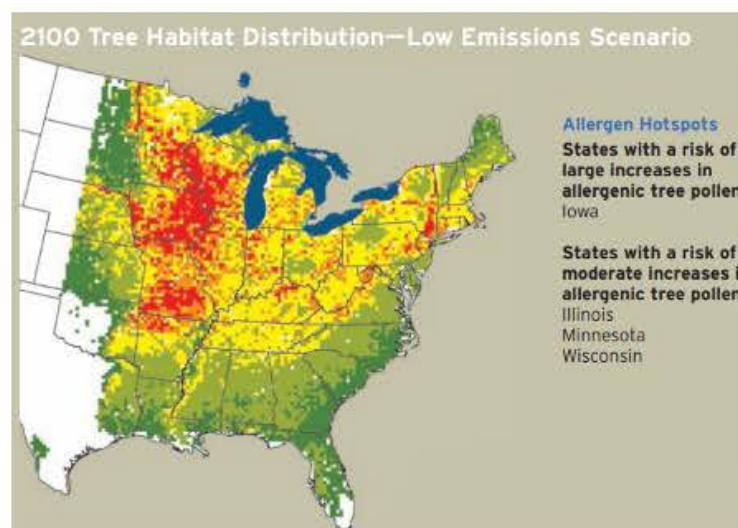
A 12. ábra hasonló növekedést mutat a parlagfű pollenkoncentrációja tekintetében.



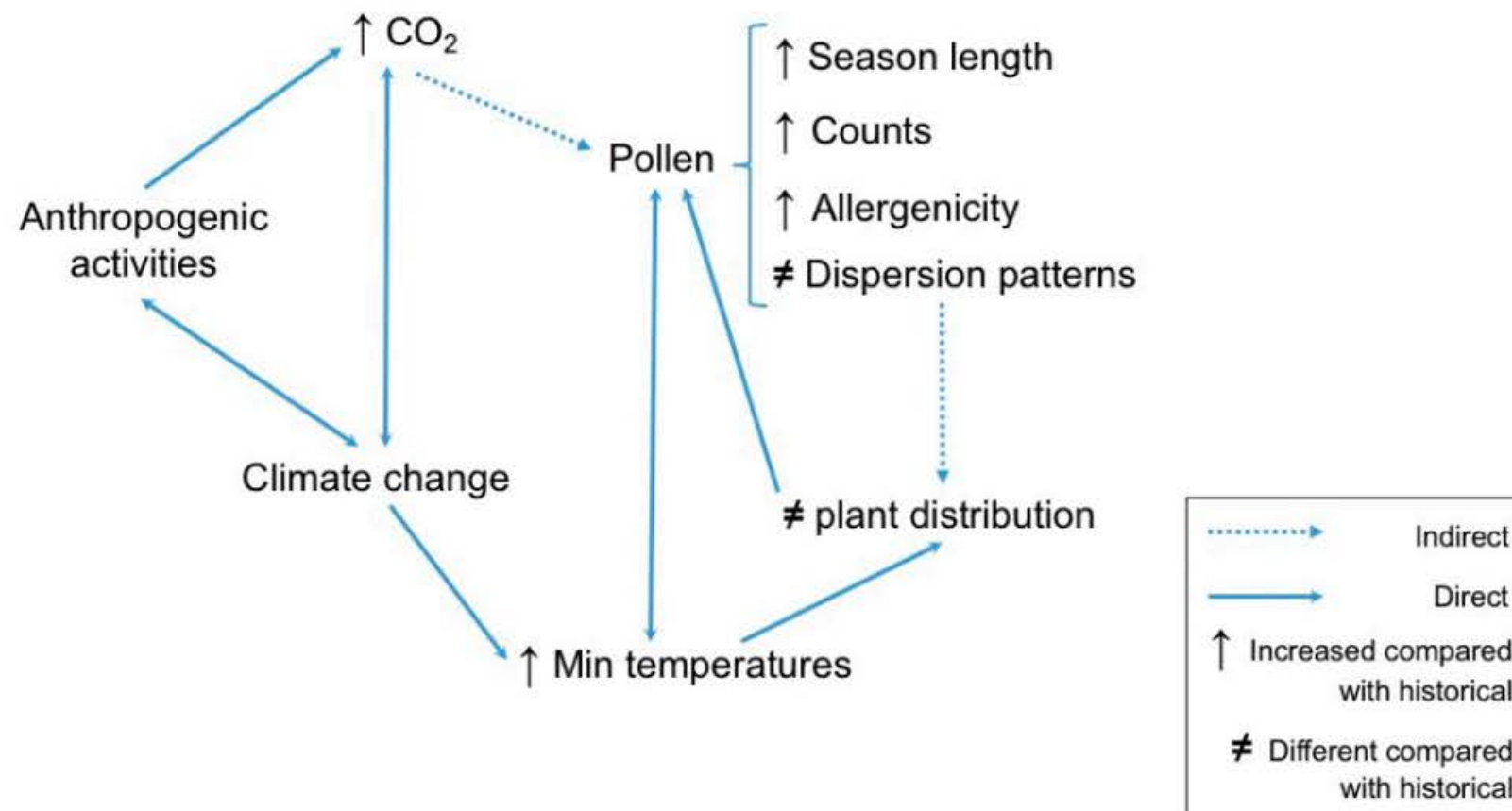
11. ábra. Az allergén fák élőhelyeinek jelenlegi és várható eloszlása az Egyesült Államok keleti részén mind az alacsony, mind a magas üvegházhatásúgáz-kibocsátási forgatókönyvek esetében.



12. ábra A parlagfű pollenszintjének növekedése a CO₂-szint emelkedésével összefüggésben



<https://aafa.org/asthma-allergy-research/our-research/climate-health/>



13. ábra. Az éghajlatváltozás hatása az aeroallergénekre.

<https://doi.org/10.3390/ijerph15081577>

Különböző kontinensek különböző országokból származó adatok alapján szoros összefüggés figyelhető meg a zivatarok aktivitása és a pollenszint között, amely hatással van az asztmás esetek előfordulására (2. táblázat).

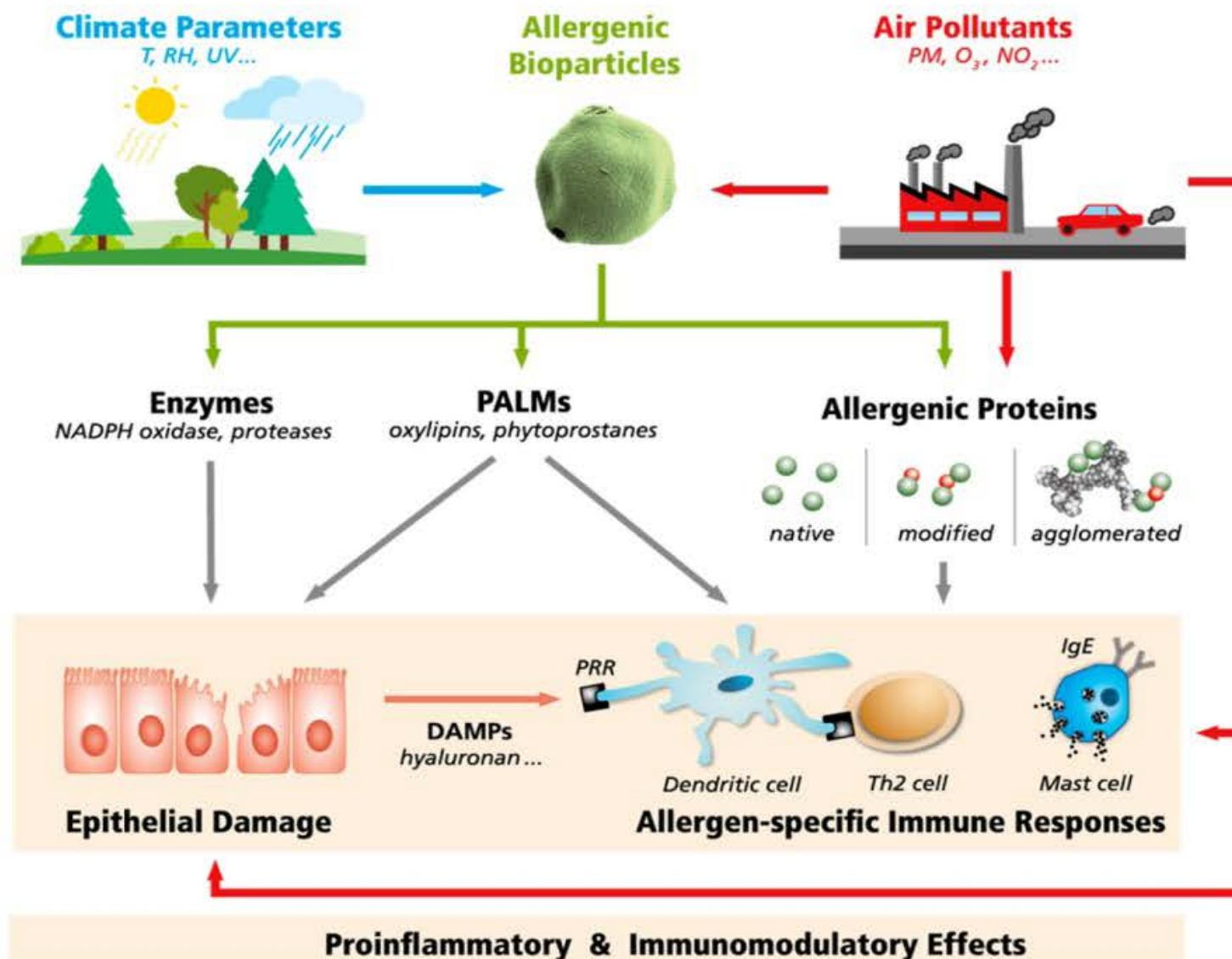
Characteristics of the described epidemics of asthma associated with thunderstorms

1. The occurrence of epidemics is closely linked to thunderstorms.
2. Epidemics related to thunderstorms are limited in late spring and summer when there are high levels of pollen grains in the air.
3. There is a close seasonal association between the arrival of the storm, a significant increase in the concentration of pollen grains, and the onset of epidemics.
4. Patients with pollen allergy, who remain intramural with closed windows during thunderstorms, are not involved.
5. There is a great risk for patients who do not have a treatment for optimal asthma. Patients with allergic rhinitis induced by pollen and without a history of asthma may experience bronchoconstriction, which is also sometimes severe.

2. táblázat Az asztma viharos időszakokkal összefüggő súlyosbodása

Year	Country	Observations
1983	United Kingdom (Birmingham)	26 unexpected cases of asthma crisis related to electrical storms.
1992	Australia (Melbourne)	Storms in late spring in Melbourne can trigger epidemics of asthma attacks (5 to 10 time-increase).
1994	United Kingdom (London)	Visits to the hospital for asthma or other diseases of the respiratory tract. 640 cases attended during a 30-h period in June 1994, almost 10 times the expected number.
1992-2000	Canada	18 970 hospital visits for asthma in children and young people between 2 and 15 y of age.
1993-2004	USA	215 832 consultations for asthma in the Emergency Department (ED); 24 350 of these visits occurred on days following thunderstorms. Significant association between daily counts of asthma ED visits and thunderstorm occurrence. Asthma visits were 3% higher on days following thunderstorms.
2010	Italy (Barletta-Puglia)	20 cases of asthma related to an electrical storm which were due to pollen (olive).
2010	Australia	"Storm asthma" epidemics that occurred in Melbourne during the spring of 2010. The approach of spring, along with the high rainfall in the winter in Melbourne and its surroundings announcing an intense pollen season, increases the risk of rhinitis allergic and asthma in people sensitive to pollen.
2016	Australia (Melbourne)	On Monday, November 21, 2016, associated with severe storms, hospitals were filled with patients with severe asthma attacks. There were more than 9000 subjects with severe and near fatal asthma attacks who needed to go to various emergency departments of the city of Melbourne and 10 died. There were thousands of calls to firefighters and police, as well as doctors and mid-level providers contacted by patients. As in previous epidemics, including the Naples event, many people had no history of asthma, only hay fever.

Tól: G. D'Amato *et al.*, *Allergia*, 2020, **75**, 2219–2228. <https://doi.org/10.1111/all.14476>



14. ábra A környezeti hatások és a légszennyező anyagok valamint az allergének és adjuvánsok kölcsönhatásai

DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b04908>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

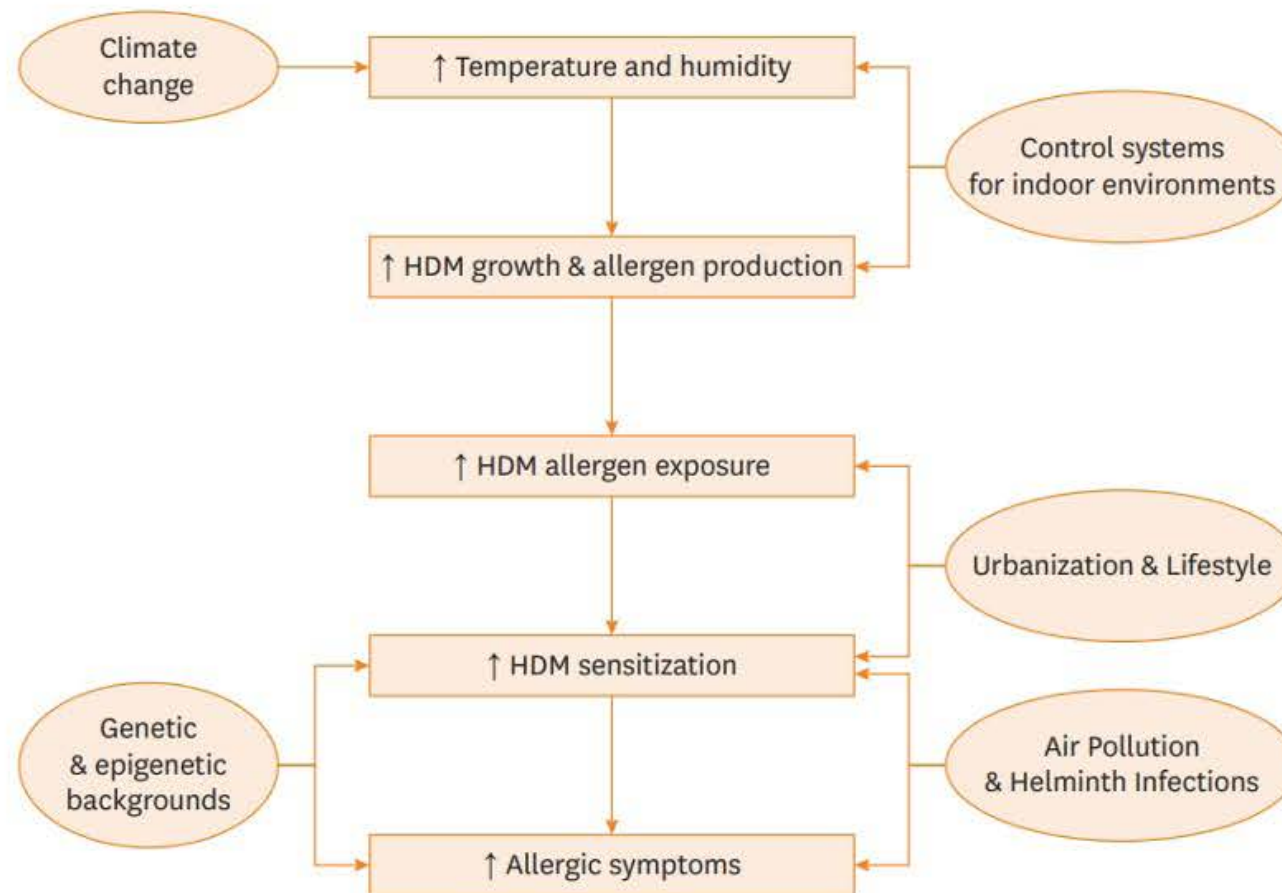
European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A környezeti hatások és a légszennyező anyagok különböző módokon befolyásolhatják az allergének és adjuvánsok kibocsátását, aktivitását és hatásait. A környezeti tényezők közé tartozik a hőmérséklet (T), a relatív páratartalom (RH), az ultraibolya (UV) sugárzás, a szálló por (PM), az ózon és a

nitrogén-oxidok (O₃, NO₂). További befolyásoló tényezők lehetnek a csökkentett nikotinamid-adenin-dinukleotid-foszfát (NADPH) oxidáz, a pollenhez kapcsolódó lipidmediátorok (PALMs), a károsodással összefüggő molekuláris minták (DAMP), a mintafelismerő receptorok (PRR), a 2-es típusú T-helper (Th2) sejtek, az

immunglobulin E (IgE), valamint az allergén fehérjék (zöld pontok) és a kémiai módosulások (piros pontok).

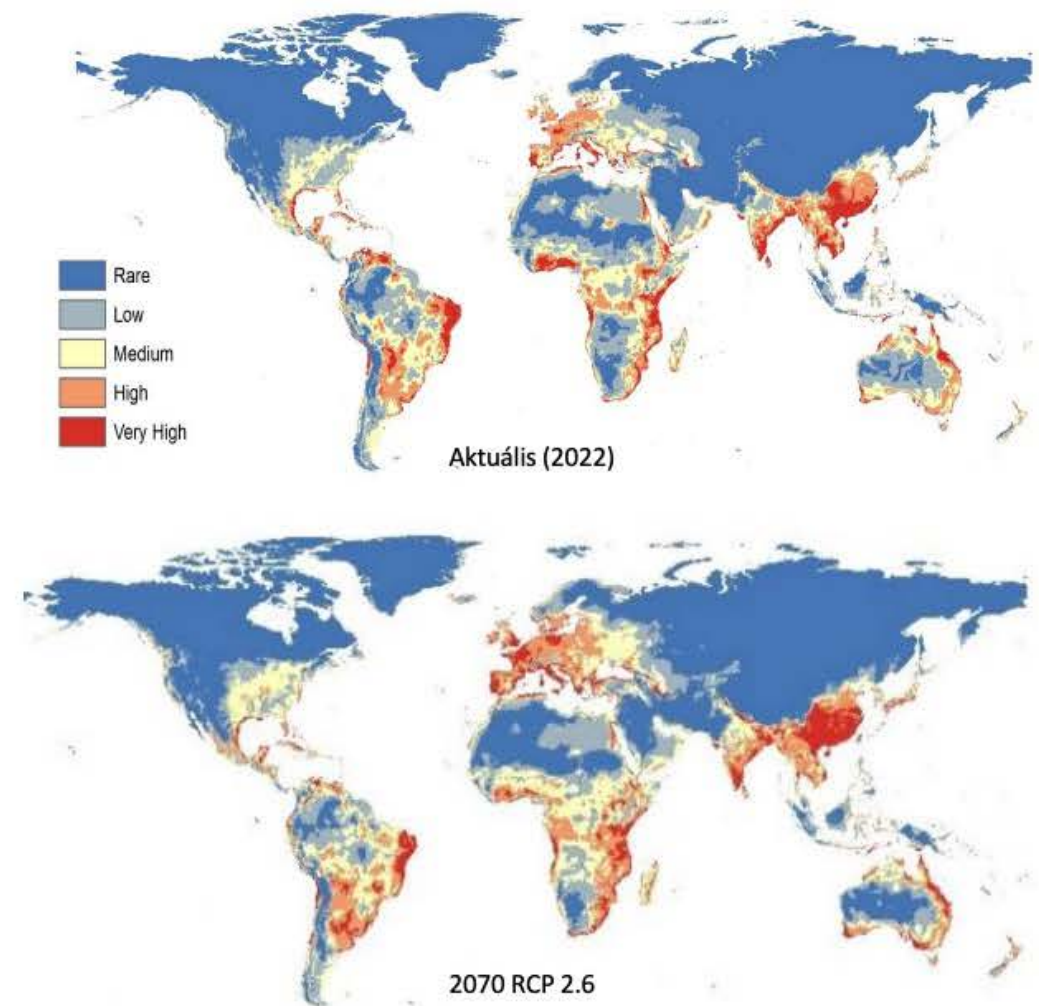
A 15. ábra azt szemlélteti, hogy az éghajlatváltozás következtében növekvő környezeti hőmérséklet és páratartalom miként járulhat hozzá a poratka-allergia kockázatának fokozódásához.



15. ábra A háziporatkák (HDM) szaporodását, az allergéneknek való kitettséget, az egyéni érzékenység kialakulását és az allergiás tünetek megjelenését befolyásoló tényezők

<https://doi.org/10.4168/aaair.2019.11.4.450>

Az éghajlatváltozás hatása az *Aspergillus niger* baktériumok levegőben való jelenlétéhez köthető aspergillosis allergiára a baktérium élőhelyének várható változásaiban is megmutatkozik (16. ábra).



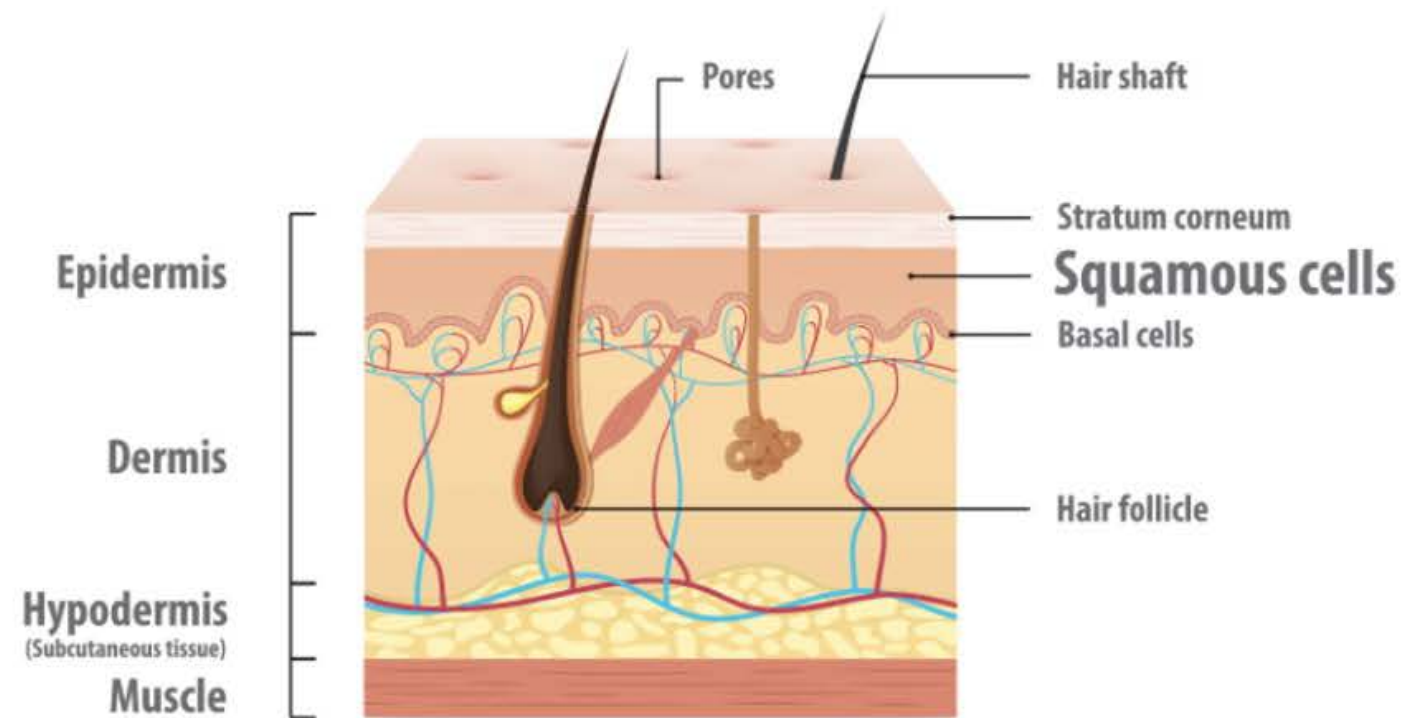
16. ábra Az *Aspergillus niger* baktérium jelenlegi és várható élőhelyei

<https://doi.org/10.3390/D14100845>

A üvegházhatású gázok kibocsátásának mérsékelt csökkenését alapul vevő forgatókönyv (RCP 2.6) szerint 2070-re az **Aspergillus niger** baktérium a trópusi régiókból a mérsékeltébb éghajlatú területekre való elterjedése várható, mivel az évszázad utolsó harmadára a jelenleg mérsékelt éghajlatú területek melegebbé,

és így e baktériumok számára kedvező élőhelyé válhatnak. Az európai területek különösen érintettek lehetnek, ahol az előrejelzések szerint emiatt jelentős, és negatív egészségkövetkezményekkel kell számolni.

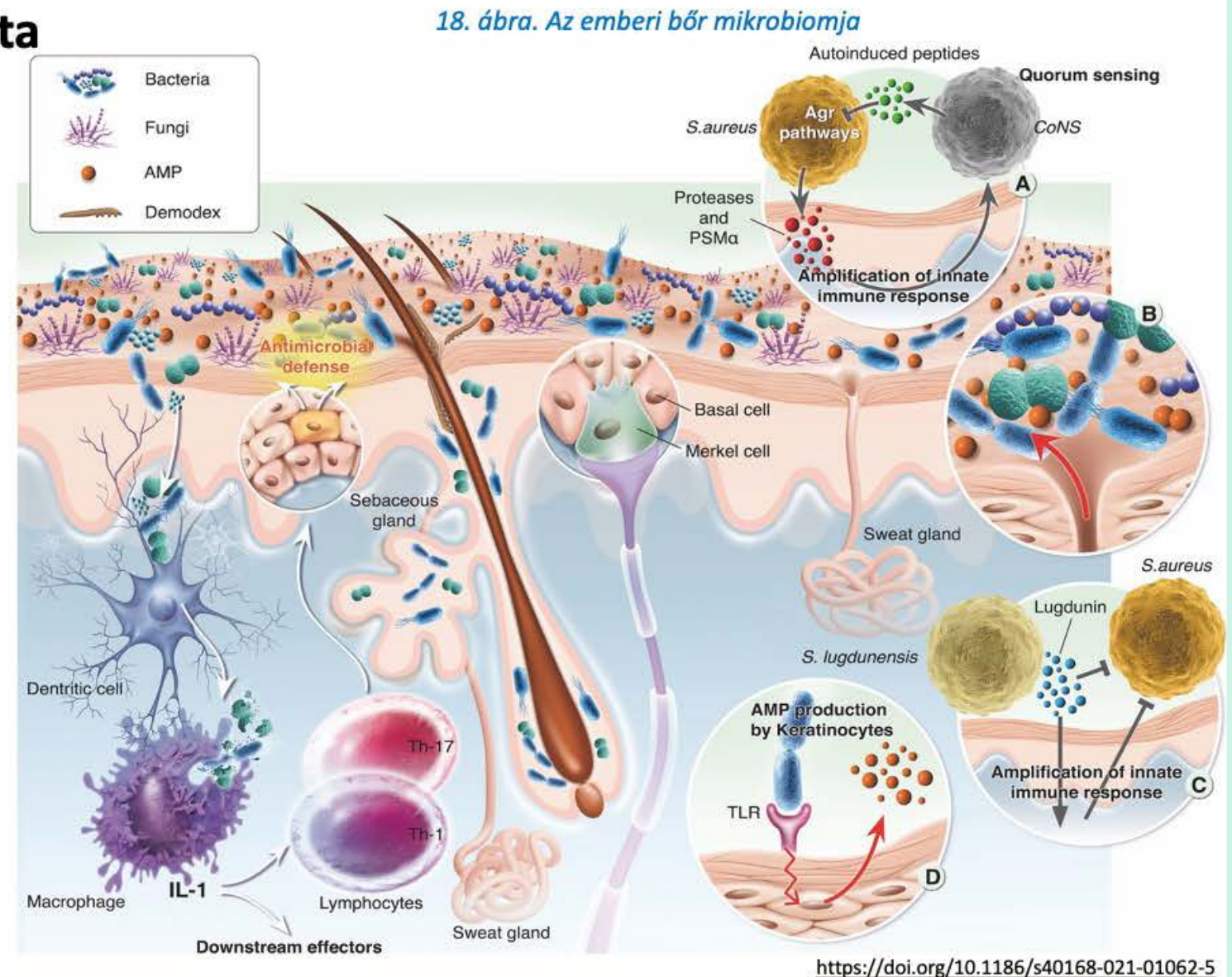
Krónikus gyulladásos bőrbetegségek



17. ábra. Az emberi bőr szerkezeti nézete

A bőr mikrobiomja és kapcsolata az immunrendszerrel

A bőr mikrobiomját különböző mikroorganizmusok alkotják, beleértve a baktériumokat, gombákat, archeákat, vírusokat és atkafajokat (pl. *Demodex*).



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

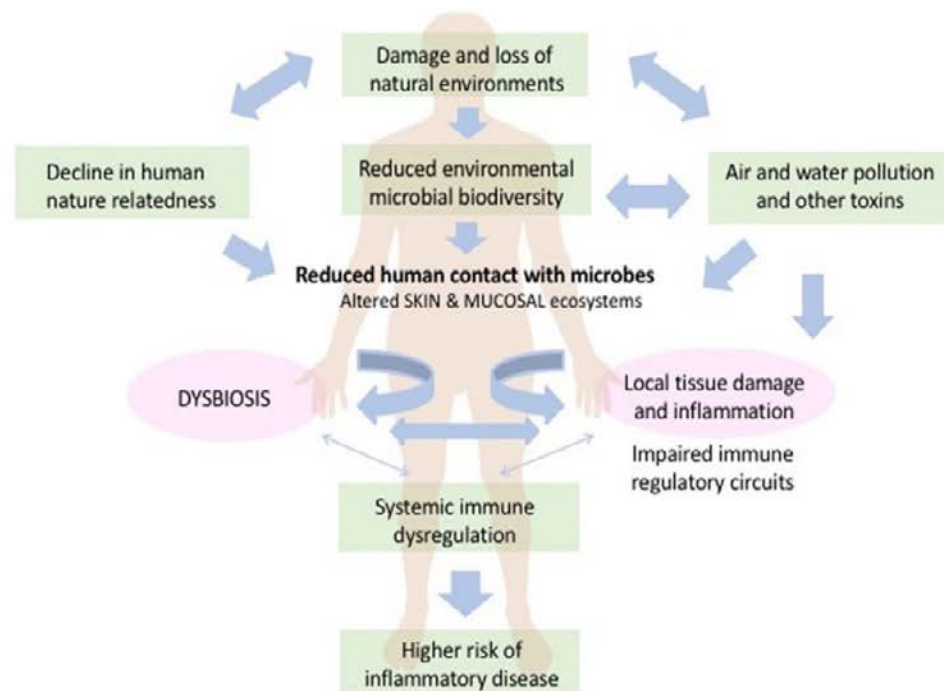
A mikroorganizmusok kölcsönhatásba lépnek az immunrendszerrel a komplementrendszer aktiválása révén, amely befolyásolja a rezidens dendritikus sejtek működését.

A: Az immunrendszer támogatásában szerepet játszik a baktériumpopulációk közötti quorum-sensing mechanizmus, amely szabályozza a

potenciálisan kórokozó mikroorganizmusok túlzott elszaporodását, illetve elősegítheti bizonyos antibiotikumok, például a lugdunin (**C**) termelődését.

A mikrobiom egyensúlya nagymértékben függ az antimikrobiális peptidek (AMP) jelenlététől, amelyeket maguk a baktériumok, valamint

a gazdasejtek, például a keratinociták és a sebociták (**B és D**) termelnek.



19. ábra A biológiai sokféleséget és a mikrobiális ökológiát befolyásoló környezeti ökoszisztémák változása
(Dysbiosis = a baktériumok egyensúlyának felborulása, az anyagcsere-aktivitásuk megváltozása, illetve eloszlásuk módosulása)

<https://doi.org/10.1186/s40413-017-0160-5>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

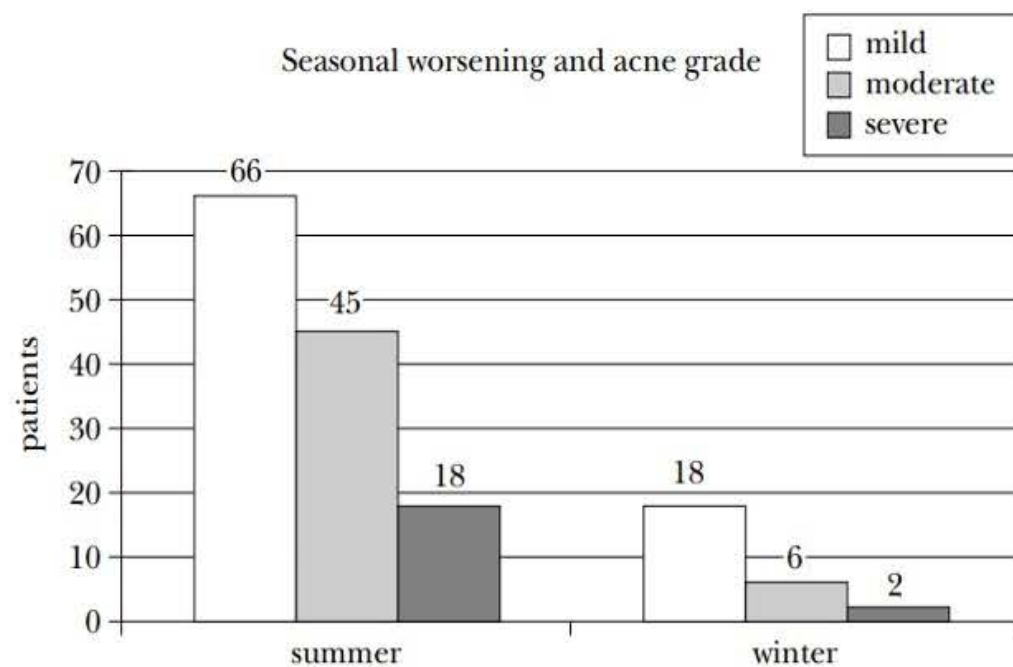
A környezeti ökoszisztémák pusztulása befolyásolja a biológiai sokféleséget és a mikrobiális ökológiát. A természettel való kapcsolat csökkenése korlátozza az emberi érintkezést a természetben előforduló immunmoduláló organizmusokkal, ami a bőr mikrobiomjának változásaiban is megmutatkozik. Egyre inkább elismerik, hogy ez a jelenség hozzájárulhat a krónikus gyulladásos betegségek kialakulásának kockázatához.

Az környezeti tényezők, például a hőmérséklet-változások hatással lehetnek az akné kialakulásának és súlyosbodásának kockázatára (20. ábra).

Kutatási eredmények szerint a magasabb hőmérséklet fokozza a bőr faggyútermelését, a páratartalom a pilosebaceous egység duzzadását idézi elő a bőrön, míg az UV-sugárzás a faggyúmirigyek hiperpláziáját okozza. Ezek a tényezők együttesen elősegítik a **Cutibacterium acnes** elszaporodását, ami pattanások megjelenéséhez vezethet.

Ennek alapján feltételezhető, hogy a globális felmelegedés következtében megnövekedett környezeti hőmérséklet, páratartalom és UV-sugárzás együttesen hozzájárul az akné gyakoribb és súlyosabb előfordulásához.

Az atópiás dermatitisz – más néven ekcéma – kialakulása genetikai tényezők és környezeti hatások együttes eredménye. A genetikai hajlam jelentős szerepet játszik, mivel a betegek 60%-ánál a **filaggrin** gén mutációja figyelhető meg, ami a filamentaggregáló fehérje hiányához vezet. A környezeti tényezők közé sorolhatók az étrend, a stressz, a környezeti hőmérséklet változásai, az izzadás, a magas páratartalom, a pollenexpozíció, a légszennyező anyagok, az építőanyagok, valamint a poratkák, amelyek mind hozzájárulhatnak a betegség kialakulásához vagy súlyosbodásához (3. táblázat).



20. ábra A acne megjelenésének szezonális változása

Factors	Positive effect	Negative effect
Climate		
UV	Protective (immunosuppressive)	
Season	Protective (summer)	Increased risk (summer)
Humidity	Protective (reduce sweating)	Increased risk (exacerbate itch)
Infection	Increased risk	
Air pollutants	Increased risk	
Stress	Increased risk	
Skin irritants	Increased risk	
Skin barrier defect	Increased risk	

3. táblázat Az atópiás dermatitisz kialakulására ható tényezők

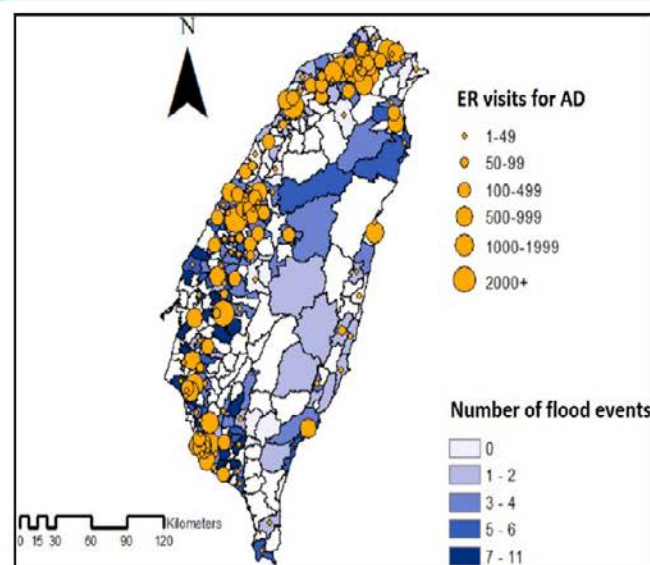
<https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2002.tb00313.x>

<https://doi.org/10.1111/ijd.14016>

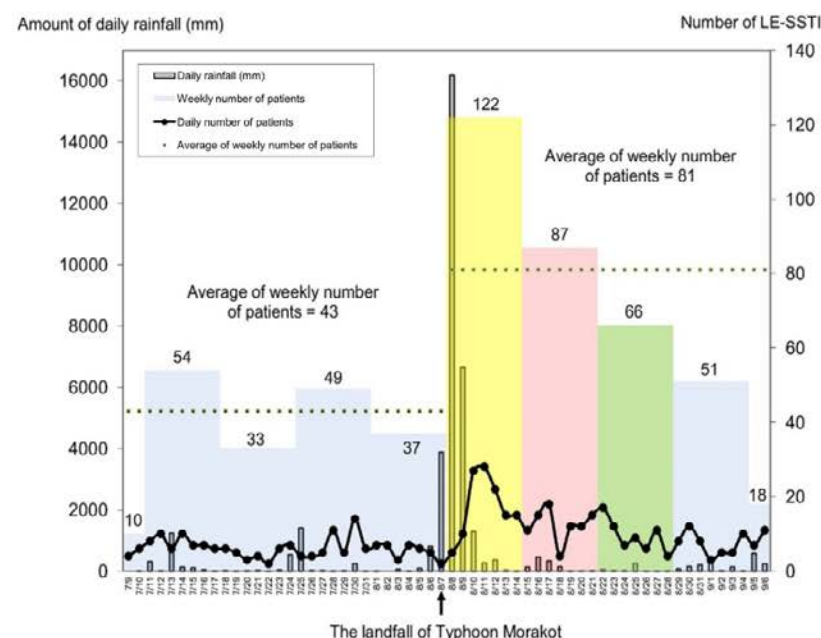
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus



21. ábra Földrajzi összefüggés a gyermekorvosi sürgősségi betegforgalom és a tajvani árvízeseemények közötti összefüggés



22. ábra Az alsó végtagi cellulitiszes betegek napi és heti esetszáma, valamint a napi csapadékmennyiség összefüggése

kockázati tényezőnek bizonyult a cellulitisz kialakulásában, függetlenül attól, hogy az érintett egyének rendelkeztek-e immunkompromittáló betegségekkel. Az érintett betegek kezelésében olyan antibiotikumokat alkalmaztak, amelyek hatékonyak voltak mind Gram-pozitív coccusok, mind Gram-negatív baktériumok ellen.

→ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065655>

Az éghajlatváltozás következtében fellépő áradások valószínűleg hozzájárulnak az atópiás dermatitisz és más krónikus gyulladásos bőrbetegségek gyakoribb előfordulásához.

Tajvan szigetén összefügg volt megfigyelhető az áradások és a gyermekorvosi sürgősségi osztályon történő betegforgalom növekedése között, amely helyzetet elsősorban a környezeti penészszeptem emelkedésének tulajdonítottak (21. ábra).

Kutatási eredmények bizonyítják, hogy a pszichodermatológiai hatások – különösen a stressz, amelyet az ellenőrizhetetlen környezeti tényezők, például árvizek idéznek elő – súlyosbíthatják az alapbetegségeket. Ezek közé

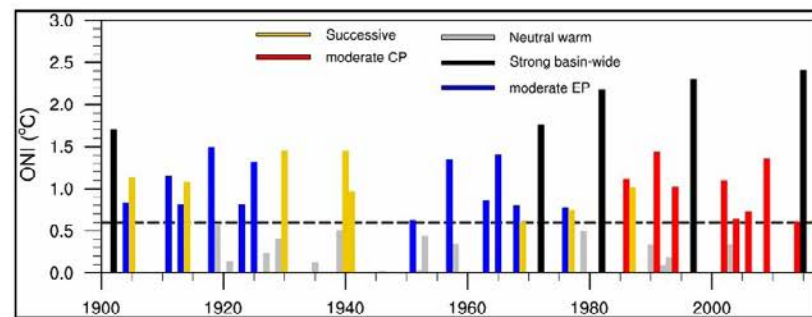
tartozik az atópiás dermatitisz, az alopecia, a prurigo nodularis, a pikkelysömör és a vitiligo.

→ <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145435>

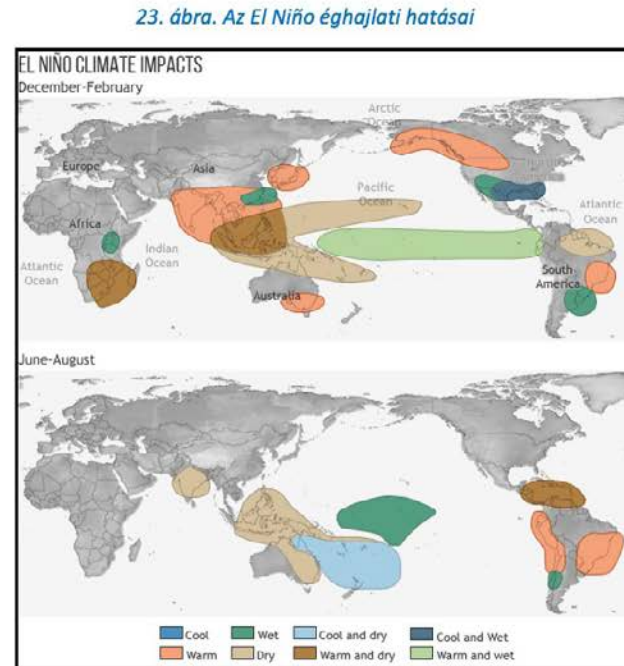
→ <https://doi.org/10.1111/ijd.12064>

Egy 2013-as tajvani tájfun hatásait vizsgáló tanulmány szerint a viharral összefüggő áradások közvetlenül hozzájárultak a cellulitisszel diagnosztizált betegek számának jelentős növekedéséhez. A tájfun követő 30 napban a betegek száma közel a duplájára emelkedett (22. ábra).

Az árvízi elöntések esetén az alsó végtagok hosszan tartó vízbe merülése



24. Ábra Az intenzitás növekedése
(ONI = óceáni Niño index, magas érték = intenzívebb) és gyakorisága, 1960 után. A színek egy adott El Niño esemény által érintett különböző régiókat jelölik.)



<https://doi.org/10.1073/pnas.1911130116>
<https://doi.org/10.1111/ijid.12941>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

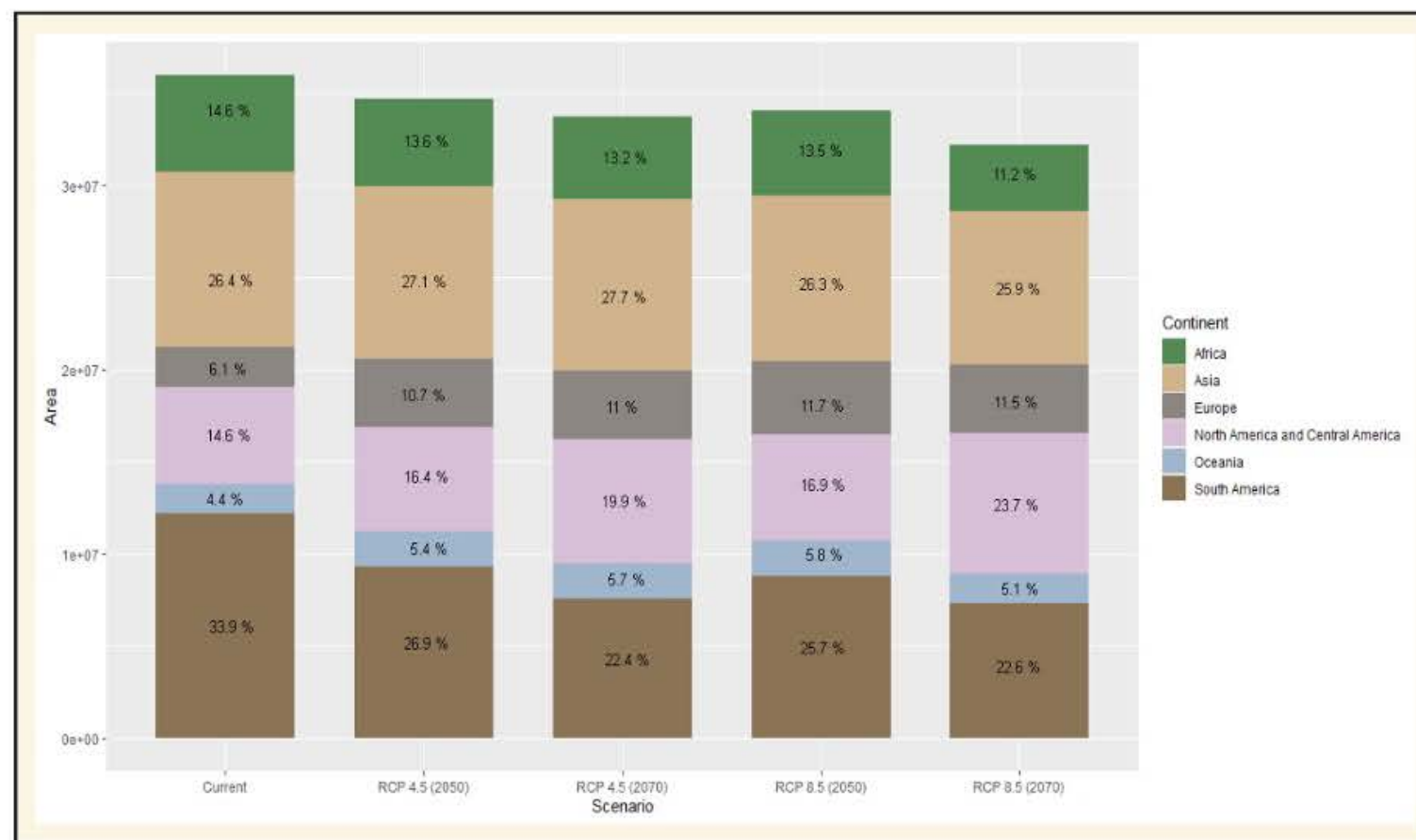
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Számos betegség, köztük az aktinikus keratózis, az ekcéma és a rosacea megnövekedett előfordulása korrelál az El Niño óceán felmelegedési időjárási jelenségével (23. ábra), amely a hőmérséklet emelkedésével, a páratartalom változásával és a természetes felszínborítás változásával függ össze Kenyában és Peruban. A közelmúltban végzett elemzések szerint az El Niño intenzitása és gyakorisága egyaránt növekedett 1960 után, ami a betegségek további súlyosbodását jelzi az éghajlatváltozás következtében (24. ábra).

A 25. ábra a különböző éghajlatváltozási forgatókönyvek szerint mutatja az invazív légyfajok kontinensek szerinti expanzióját.

E folyamat eredményeként a myiasis esetek számának jelentős növekedése várható Európában is.



25. ábra. A *Hermetia illucens* (fekete katonalégy) potenciális elterjedési területe öt éghajlatváltozási forgatókönyv szerint

<https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e90146>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

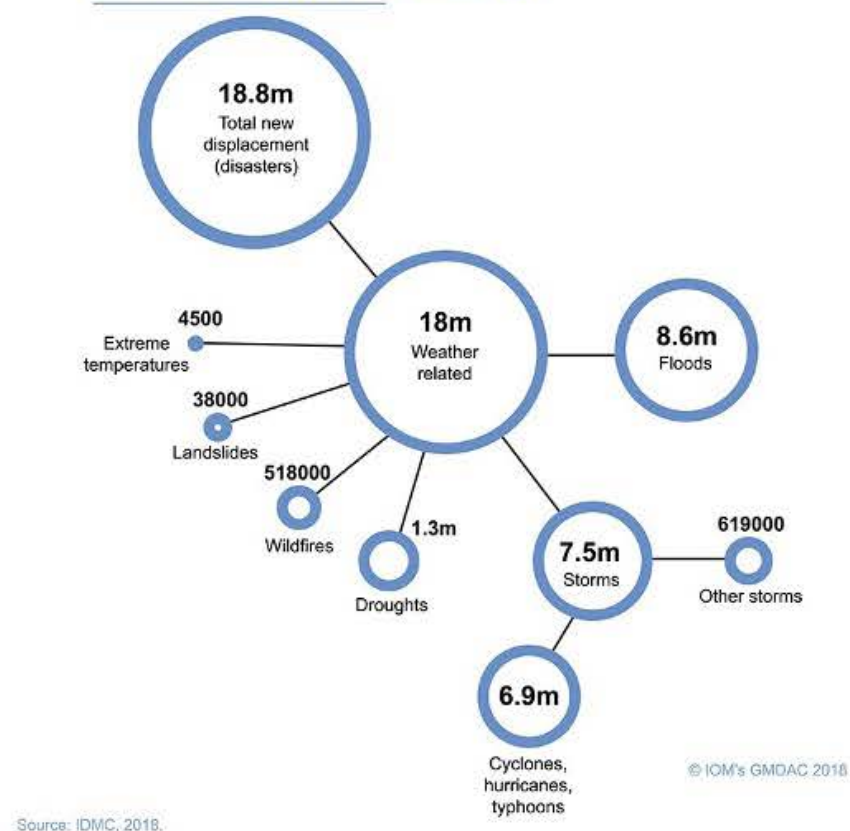
Fertőző bőrbetegségek (kivéve a vektorok által terjesztett bőrbetegségeket)

Az éghajlatváltozás fertőző bőrbetegségek terjedésére gyakorolt hatásainak megértéséhez érdemes megvizsgálni a betegségek átvitelének módjait:

- fertőzés szilárd anyagokkal vagy folyadékokkal való érintkezés révén;
- fertőzés a levegőben terjedő kórokozókval való érintkezés révén
- vektorok által terjesztett fertőzések.

Minden egyes kórokozóátviteli módzat esetében az emberi migráció, a lakóhelyelhagyás és utazás további tényezőként befolyásolhatja a kórokozók átvitelének jellemzőit.

DISPLACEMENT PER DISASTER



26. ábra A környezeti katasztrófák miatti lakóhelyelhagyások száma globálisan, 2017

<https://doi.org/10.1093/itm/taz026>

Fertőzés szilárd anyagokkal vagy folyadékokkal való érintkezés révén

Betegség	A betegséget befolyásoló környezeti tényező(k)	Az éghajlatváltozás betegségre gyakorolt várható hatása	További ismeretek
Herpes simplex	Napsugárzás, szélsőséges időjárási események okozta stressz	A beteg állapotának súlyosbodása	S.R. Cuddy <i>et al.</i> , eLife, 2020, <u>9</u> , e58037. https://doi.org/10.7554/eLife.58037
Gonorrhoea	Környezeti hőmérséklet emelkedése, emberi migráció	Az esetek számának növekedése	R. Suresh, 2021, USFCA diplomamunkák, 1382. https://repository.usfca.edu/thes/1382 . Hozzáférés: 2023. június 11.
Impetigo	Árvizek	Az esetek számának növekedése	E. Parker, J. Éghajlatváltozás és egészség, 2022, <u>8</u> , 10016. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100162
Marburg	A gazdaállatok elterjedéséhez környezeti hőmérséklet emelkedése	A betegség földrajzi elterjedése	F. Kritz, https://www.wbur.org/npr/1167093290/theres-a-second-outbreak-of-marburg-virus-in-africa-climate-change-could-be-a-fa Hozzáférés: 2023. június 11.
Monkeypox	A természetes felszínborítás megváltozása és erdőirtás, ami fokozott emberi és állati gazdaszervezetekkel való érintkezéshez vezet	A betegség földrajzi elterjedése	B. Hugh <i>et al.</i> , https://climateandsecurity.org/2022/09/monkeypox-and-the-convergence-of-climate-ecological-and-biological-security-risks/ Hozzáférés: 2023. június 11.
Ótvar (tinea corporis)	Megnövekedett környezeti hőmérséklet és páratartalom, árvíz	Az esetek számának növekedése	A. Gadre <i>et al.</i> , J. Éghajlatváltozás és egészség, 2022, <u>6</u> , 10015. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100156
Övsömör	Megnövekedett környezeti hőmérséklet	Az esetek számának növekedése	Y. Choi <i>et al.</i> , Nature Scientific Reports, 2019, <u>9</u> , 12254. https://doi.org/10.1038/s41598-019-48673-5
Szifilisz	Emberi migráció az éghajlatváltozás és a háborúk miatt	A betegség földrajzi elterjedése	J. F. Dayrit, Int. J. Bőrgyógyászat 2022, <u>61</u> , 127–138. https://doi.org/10.1111/ijd.15543
Vibrio vulnificus	A hőmérséklet-emelkedés és az árvíz okozta változások	Megnövekedett előfordulási gyakoriság és földrajzi elterjedés	C. Baker-Austin <i>et al.</i> , Env. Microbio. Jelentések, 2010, (1), <u>2</u> , 7–18. https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2009.00096.x
Vírusos szemölcsök	Hőmérséklet-emelkedés az El Niño miatt, emberi migráció	Az esetek számának növekedése	E.L. Gutierrez <i>et al.</i> , An. Melltartó. Dermatol., 2010, (4), <u>85</u> , 461-8. https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000400007

Fertőzés a levegőben terjedő kórokozókval való érintkezés révén

Betegség	A betegséget befolyásoló környezeti tényező(k)	Az éghajlatváltozás betegségre gyakorolt várható hatása	További ismeretek
Bárányhimlő	Hőmérséklet, és csapadékmennyiség emelkedése	Növekvő esetszám	Y. Yang <i>et al.</i> , BMC fertőző betegségek, 2016, 16 , 179. https://doi.org/10.1186/s12879-016-1507-1
Diftéria	Emberi migráció	A természeti katasztrófák miatti népességvándorlás miatti növekvő esetszám	Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ, 2022. október 6., Stockholm. https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/increase-reported-diphtheria-cases-among-migrants-europe-due-corynebacterium Hozzáférés: 2023. június 11
Száj- és körömfájás	Hőmérséklet-emelkedés	Növekvő esetszám és a járványok hosszabb időtartam	S.J. Coates <i>et al.</i> , Nemz. J. Dermatology, 2019, 58 , 388–399. https://doi.org/10.1111/ijd.14188
Kanyaró	Hőmérsékletemelkedés, páratartalom változása és emberi vándorlás/utazás	Növekvő esetszám az optimális 18 °C és 20 °C közötti hőmérséklet-tartományban. Növekvő előfordulás csökkenő páratartalom esetén	Q. Yang <i>et al.</i> , Human Vaccines & Immunotherapeutics, 2014. április, 10 , (4), 1104–1110. http://dx.doi.org/10.4161/hv.27826
Rubeola	Hőmérsékletemelkedés és a páratartalom/csapadék változása	Növekvő esetszám csökkenő hőmérséklet és csökkenő páratartalom esetén	Y. Ma és mtsai, Am. J. Trop. Med. Hyg., 2021, 104 , (1), 166–174. https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0585

Fertőzés vektorok révén

Betegség	A betegséget befolyásoló környezeti tényező(k)	Az éghajlatváltozás betegségre gyakorolt várható hatása	További ismeretek
Bőr lárva migrans	Hőmérséklet-emelkedés és emberi migráció	Növekvő esetszám	S.H. Choi <i>et al.</i> , International Journal of Dermatology, 2023, <u>62</u> , 681–684. https://doi.org/10.1111/ijd.16636
Bőr myiasis	Hőmérséklet-emelkedés és emberi utazás	A <i>Diptera</i> legyek számára kedvező éghajlati régiók növekedése miatt növekvő esetszám és földrajzi elterjedés	E. Andreattas és L. Bonavina, Európai sebészet, 2022, <u>54</u> , 289–294. https://doi.org/10.1007/s10353-021-00730-y
Rüh	Hőmérséklet és páratartalom	Növekvő esetszám csökkenő hőmérséklet és növekvő páratartalom esetén	J.M. Liu <i>et al.</i> , Parazita, 2016, <u>23</u> , 54. http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2016065

Bőr rosszindulatú daganatai



A bőr rosszindulatú daganataival kapcsolatos jelenlegi ismeretek meglehetősen pontosak és megalapozottak. A bőrdaganatok három fő oka a következő:

1. Ultraibolya sugárzásnak (UVR) való fokozott kitettség.
2. Légszennyezés és a PM_{2.5} szállópor részecskék hatása.
3. Az arzén és vegyületeinek szervezetbe jutása.

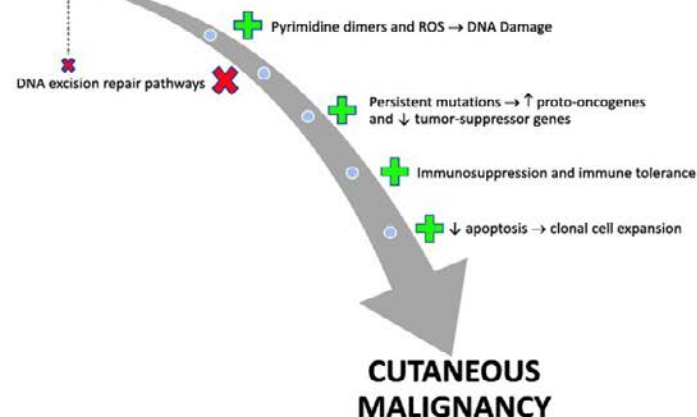
A bőrdaganatok három fő oka a következő:

1. Ultraibolya sugárzásnak (UVR) való fokozott kitettség. Ez a tényező messze a legjelentősebb szerepet játssza a bőrdaganatok kialakulásában. Az éghajlati hatások szempontjából ez elsősorban a védelem nélküli bőr napfénynek való kitettségének mértékéből adódik. Bizonyos etnikai csoportok, például a világos bőrű emberek, fokozottan ki vannak téve ennek a kockázatnak. A sztratoszférikus ózon (O₃) fontos szerepet játszik az UVR elleni védelemben.
2. Légszennyezés és a PM_{2.5} szállópor részecskék hatása, mivel e részecskék képesek behatolni az epidermisz rétegébe,

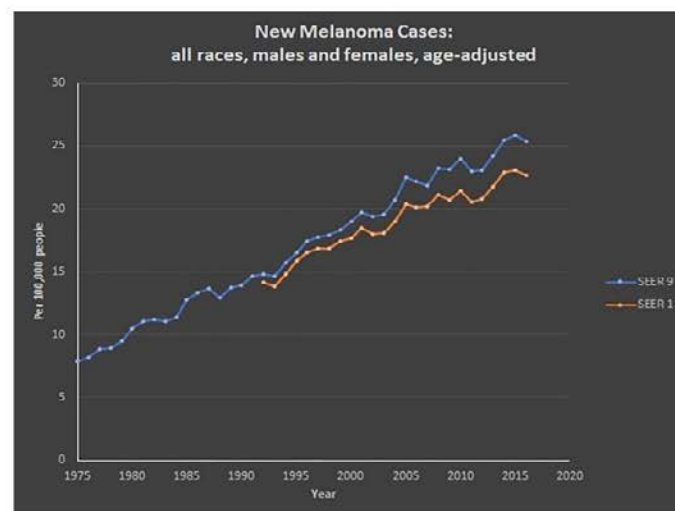
transzdermálisan áthaladva a szőrtüszőkön és az ekkrin mirigyeken. A PM_{2.5} rákkeltő hatása tovább erősödik, ha toxikus fémeket és policiklusos aromás szénhidrogéneket adszorbeáló aeroszokok képződnek. Az éghajlatváltozás következtében kialakuló hőhullámok és erdőtüzek jelentősen hozzájárulnak ezeknek a részecskéknek a légkörbe kerüléséhez.

3. Az arzén és vegyületeinek szervezetbe jutása elsősorban szennyezett ivóvíz fogyasztásával történik. Az éghajlatváltozás hatásai, például árvizek és aszályok, fokozhatják ezt a szennyezést, növelve a lakosság egészségkockázatait.

EXCESS UVR



27. ábra. Fotokarcinogenezis: a bőr UVR expozíciójának való kitettsége pirimidin-dimerek és reaktív oxigénfajták képződése révén DNS-károsodást okoz



28. ábra. A rosszindulatú melanóma éves esetszámainak változása az Egyesült Államokban a SEER 9 és 13 adatbázisok adatai alapján (A SEER 9 és 13 különböző földrajzi területekre vonatkozó adatokat tartalmaz.)

<https://doi.org/10.1016/j.jiwd.2020.07.003>

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-ZHU01-KA220-HED-000050972

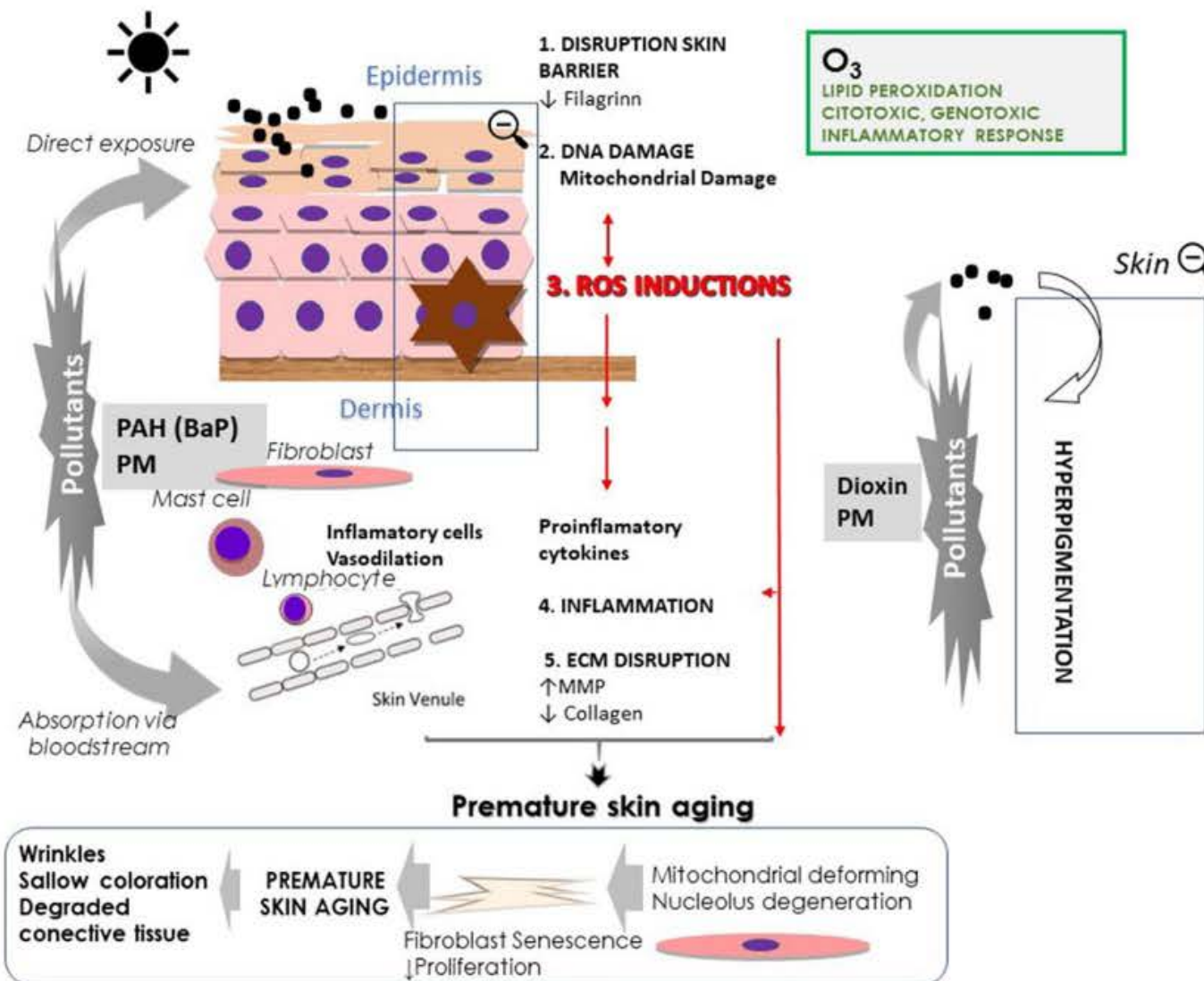
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A túlzott UV-sugárzásnak való kitettség a fotokarcinogenezis többlépcsős folyamatán keresztül hozzájárul a rosszindulatú bőrdaganatok kialakulásához (27. ábra).

A DNS-javítás visszafordíthat bizonyos károsodásokat, de ezek a mechanizmusok túlterheltek, ha az UVR expozíció túlzott. Ez lehetővé teszi a mutagenézist, az immunszuppressziót és a klonális sejtek terjeszkedésének progresszióját, ezáltal elősegítve a tumorképződést.

A bőrrák előfordulása a 20. század második felében jelentősen megemelkedett, és a preventív intézkedések – például a sztratoszférikus ózonréteg védelmét célzó intézkedések – ellenére továbbra is növekvő tendenciát mutat (28. ábra).



30. ábra A bőr reakciói a légszennyezésre és az UVR expozícióra
(PAH = poliaromás szénhidrogének, ECM = extra celluláris mátrix, ROS = reaktív oxigénfajták)

<https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00759>

A bőrbetegségek kialakulásának megelőzése, a kockázatok csökkentése

Az allergiás, daganatos és fertőző bőrbetegségek kialakulásának megelőzése célzott intézkedéseket igényel. A lehetséges beavatkozások három fő csoportba sorolhatók:

- Környezeti expozíció csökkentése
- Társadalmi beavatkozások
- Technológiai megoldások

Környezeti expozíció csökkentése

- Pollenallergia esetén néhány egyszerű megoldás is segítheti a kockázatok csökkentését, különösen a sűrűn beépített lakóövezetekben:
- Entomofil növények ültetése, amelyek beporzását rovarok végzik, így kevesebb pollent termelnek.
- Olyan fák és cserjék telepítése, amelyek nyáron vagy télen virágoznak, így csökkentve a tavaszi pollenterhelést.
- Sövények metszése és a gyep kaszálása a virágzás előtt, megelőzve a pollenkibocsátást.

- Az allergén növények virágzás előtti visszametszése és így a pollenkibocsátás csökkentése.
- A zöldterületek szélcsendes időben, lehetőleg az éjszakai órákban történő kaszálása.
- Az erősen allergén növényfajok eltávolítása a nyilvános területekről.

A **légszennyezés** csökkentésére irányuló intézkedések:

- A járművekből, háztartási berendezésekből és ipari forrásokból származó kipufogógázok szigorú szabályozása, különösen a sűrűn lakott területeken.
- A belső égésű motorral működő járművek számának csökkentése a városi környezetben.
- Erdős területek fokozott monitorozása az erdőtüzek megelőzése és gyors észlelése érdekében.
- Nemzetközi együttműködésen alapuló gyors beavatkozási rendszerek kialakítása az erdőtüzek hatékony megfékezésére.

Az **árvizekkel** összefüggő bőrbetegségek megelőzésére irányuló intézkedések:

- A leginkább veszélyeztetett területek azonosítása és árvízvédelmi intézkedések bevezetése.
- Az érintett lakosság evakuálására vonatkozó tervek kidolgozása és alkalmazása árvízveszély esetén.

Társadalmi beavatkozások

Az éghajlatváltozás bőrbetegségekre és allergiákra gyakorolt hatásainak mérséklése érdekében szükséges:

- Az éghajlatváltozás egészséghatásaira fókuszáló szemléletformáló és szakmai oktatási programok bevezetése a közoktatási és felsőoktatási intézményekben.
- Az éghajlatváltozás egészséghatásaira fókuszáló tájékoztató kampányok indítása hagyományos és online médiában.
- Az orvosi kezelésekhöz és a védőoltásokhoz való hozzáférés bővítése az érintett betegségek esetében.

Allergia és krónikus gyulladásos bőrbetegségek esetén:

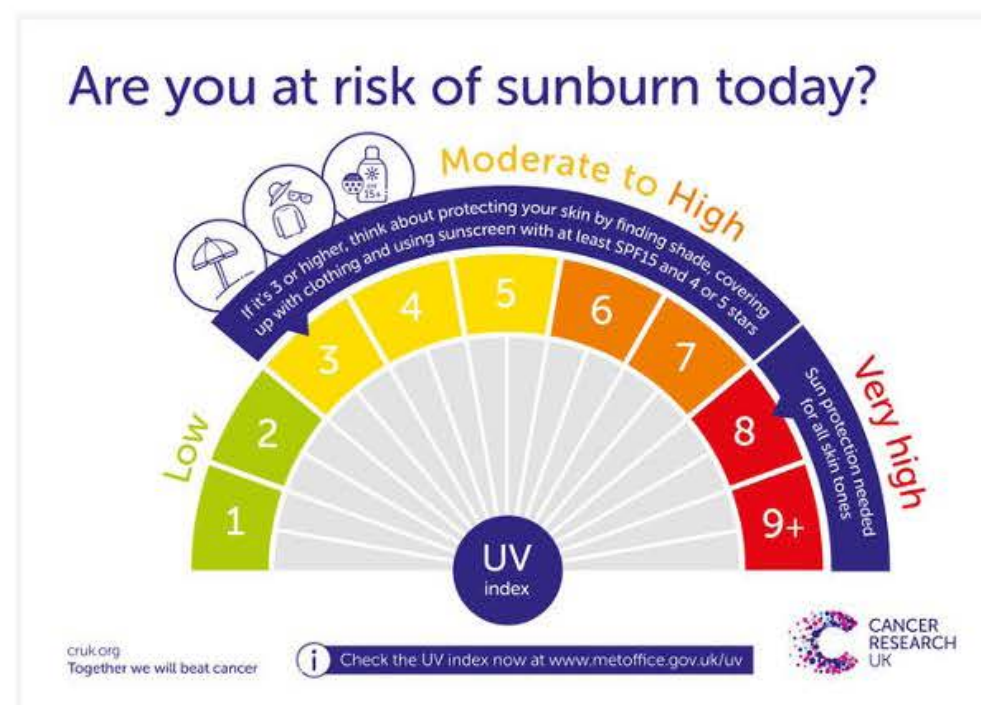
- A (klíma)migráció pszichológiai, társadalmi és környezeti hatásainak vizsgálata, beleértve mind a belföldi, mind a nemzetközi vándorlási folyamatokat.

Fertőző bőrbetegségek esetén:

- Utazások esetén a fertőzött területekről be és kiutazó személyek egészségi állapotának ellenőrzése, szükség esetén megfelelő orvosi ellátás biztosítása.

Technológiai megoldások

- **Valós idejű információk biztosítása** a lakosság számára a környezeti expozíciókról digitális egészségügyi alkalmazásokon keresztül.
- Olyan **automatizált pollen- és spórafigyelő rendszerek létrehozása**, amelyek a levegőminőséget ellenőrző monitoringrendszerek adataival együtt alkalmasak lehetnek kockázatmodellezés elvégzéséhez, lehetővé téve ezáltal a magas aeroallergén szinttel járó környezeti események előrejelzését.
- Az **allergén-specifikus immunterápiák (AIT-k)** továbbfejlesztése és alkalmazásuk széleskörű bevezetése.
- A krónikus gyulladásos bőrbetegségek **bakterioterápiáinak** továbbfejlesztése és alkalmazása.



5. táblázat. A bőrbetegségek elleni vakcinák fejlesztésének jelenlegi állása

A bőrbetegségek elleni vakcinafejlesztés

A táblázatban szereplő 24 bőrbetegség közül nyolc esetében (33%) van elérhető védőoltás. A fennmaradó 16 betegség közel fele (56%) esetében a vakcinák jelenleg is fejlesztés alatt állnak.

Betegség	Vakcina elérhető?	Fejlesztés alatt áll a vakcina?
Akne	Nem	Igen
Aktinikus keratózis	Nem	Igen
Alopecia areata	Nem	Nem
Cellulitisz	Nem	Nem
Báránymimlő	Igen	-
Diftéria	Igen	-
Ekcéma	Nem	Nem
Gonorrhea	Nem	Nem
Kéz-ragadós száj- és körömfájás	Nem	Igen
Herpes simplex	Nem	Igen
Impetigo	Nem	Igen
Marburg	Nem	Igen
Kanyaró	Igen	-
Majomhimlő	Igen	-
Prurigo nodularis	Nem	Nem
Psoriasis	Nem	Igen
Ótvar	Igen	-
Rosacea	Nem	Nem
Rubella	Igen	-
Övsömör	Igen	-
Szifilisz	Nem	Igen
Vibrio vulnificus	Nem	Igen
Vírusos szemölcsök	Igen	-
Vitiligo	Nem	Nem

Fő megállapítások

- Az allergiás és bőrbetegségek jelentős részét az éghajlatváltozás hatásai befolyásolják.
- Az éghajlatváltozás hatása kimutatható vagy előre jelezhető a betegségek előfordulásának gyakoriságában, súlyosságában, szezonális időtartamában és földrajzi elterjedésében.
- Az allergiás tüneteket elsősorban a légszennyezés, a biológiai aeroallergének (pollen) mennyiségének növekedése, valamint a környezeti hőmérséklet emelkedése és páratartalom változása súlyosbítja.
- A krónikus gyulladásos bőrbetegségek kialakulására és súlyosbodására leginkább a környezeti hőmérséklet, a páratartalom és az UV-sugárzás növekedése, valamint az árvizek, viharok és természeti katasztrófák okozta pszichológiai hatások vannak hatással.
- A fertőző bőrbetegségek terjedését a környezeti hőmérséklet- és páratartalom-emelkedés, az árvizek és az éghajlatváltozás által kiváltott migráció befolyásolja leginkább.
- A bőrdaganatok esetében az éghajlatváltozással összefüggő fő expozíciókat az intenzívebbé váló UV-sugárzás és a nanorészecskéket tartalmazó légszennyezés jelentik.

Ellenőrizze tudását

1. Melyek az allergiák és bőrbetegségek főbb epidemiológiai jellemzői?
2. Mondjon példákat a következő betegségtípusokra: a) allergia; b) krónikus gyulladásos bőrbetegségek; c) fertőző bőrbetegségek; d) rosszindulatú bőrdaganat.
3. Soroljon fel három fertőző bőrbetegség okát, amelyeket az éghajlatváltozás okozta környezeti hatások befolyásolnak.
4. Mutassa be egy vázlatos diagram segítségével, hogy a légszennyezés és az éghajlatváltozás kölcsönhatásai miként hatnak az allergiák kialakulására.
5. Soroljon fel példákat a (1) környezetvédelmi beavatkozások, a (2) társadalmi-közösségi beavatkozások, (3) technológiai beavatkozások területeiről, amelyek segítségével az éghajlatváltozással összefüggő allergiák és bőrbetegségek kialakulásának kockázata csökkenthető.

Ajánlott irodalom

- G. D'Amato and L. Cecchi, "Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases", Clinical and Experimental Allergy, 2008, 38, 1264–1274. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2008.03033.x>
- P.J. Beggs, "Adaptation to Impacts of Climate Change on Aeroallergens and Allergic Respiratory Diseases", Int. J. Environ. Res. Public Health, 2010, 7, 3006-3021. <https://doi.org/10.3390/ijerph7083006>
- M.F. Isler et al., "Climate change, the cutaneous microbiome and skin disease: implications for a warming world", Int. J. Dermatology, 2023, 62, 337–345. <https://doi.org/10.1111/ijd.16297>
- E. Parker et al., "The dermatological manifestations of extreme weather events: A comprehensive review of skin disease and vulnerability", J. Climate Change and Health, 2022, 8, 10016. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100162>

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar –
Pécs, Magyarország



Egészség-, Testmozgás- és Sporttudományi Központ – Újvidék,
Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ – Budapest,
Magyarország



University College Cork – Ír Nemzeti Egyetem – Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinta si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures – Marosvásárhely, Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



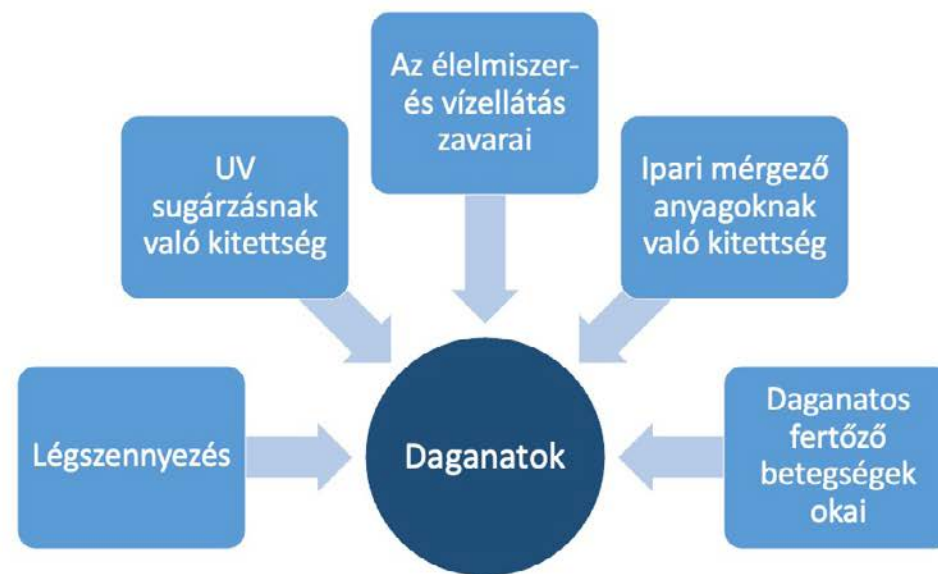
Az éghajlatváltozás hatása a daganatos és a gombás betegségekre, továbbá a mikotoxinokra

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- meghatározni az egyének egészségi állapotát és jólétét befolyásoló szélsőséges környezeti eseményeket
- rendszerezni az éghajlatváltozás hatására kialakuló szélsőséges időjárási eseményekkel összefüggő egészség-kockázatokat
- rendszerezni az éghajlatváltozás hatására kialakuló szélsőséges időjárási eseményekkel összefüggő társadalmi-közösségi kockázatokat
- azonosítani azokat a hatásokat, amelyek a szélsőséges időjárási események kialakulásához vezetnek
- meghatározni azokat a prevenciós lehetőségeket, amelyek segítségével a szélsőséges környezeti esemény hatásaira való felkészülés támogatható

Éghajlatváltozás és a daganatos betegségek: fő expozíciók



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Az éghajlatváltozás fertőző betegségekre gyakorolt számos hatása – a fertőzések lehetséges módozatainak egyértelműsége miatt – ismert.

→ Az éghajlatváltozás daganatos betegségek kialakulására gyakorolt hatásai a következő fő okok miatt kevésbé egyértelműek és ismertek:

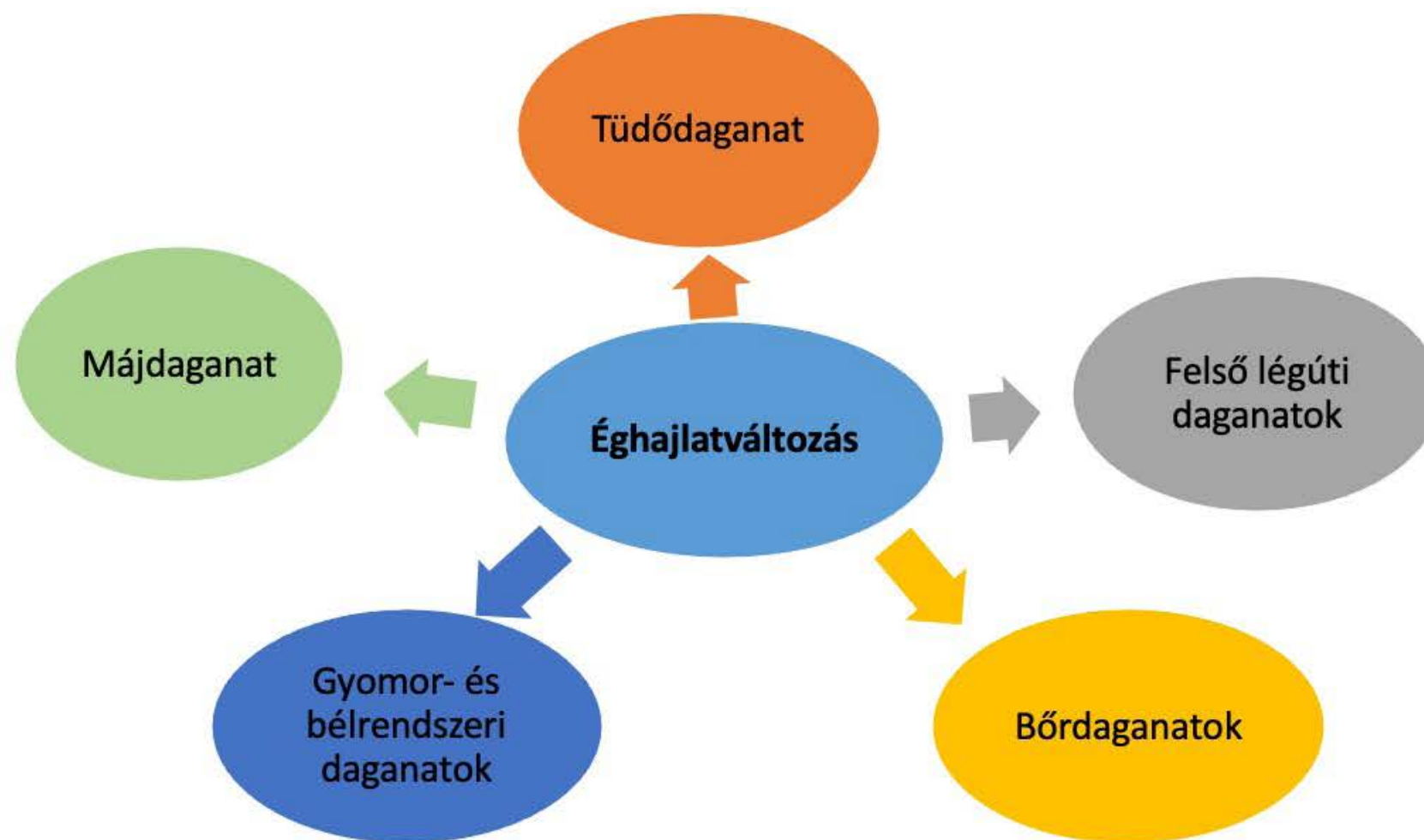
- a daganatok kialakulása esetében az ok-okozati kapcsolatok rendkívül bonyolultak;
- a számos daganat esetében több éves vagy évtizedes expozíciós idő szükséges a betegség tüneteinek megjelenéséig;

→ kihívást jelent az éghajlatváltozással összefüggő tényezők és más expozíciós tényezők hatásainak elkülönítése.

→ Az éghajlatváltozás a daganatok előfordulására gyakorolt lehetséges hatásaira először az 1990-es években Sir Richard Doll hívta fel a figyelmet az üvegházhatású gázok felhalmozódásának káros hatásait elemezve.

→ A témával kapcsolatos legtöbb irodalom az elmúlt 15 évben jelent meg.

Az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő daganatok



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Légszennyezés és tüdődaganatok

- A daganatos megbetegedések okozta halálozást tekintve a tüdődaganatok világszerte a vezető halállokként szerepelnek
- Tüdő-, hörgő- és légcsődaganat — 1,9 millió haláleset 2017-ben világszerte
- A dohányzás továbbra is a tüdődaganatok kialakulásának fő oka
- A légszennyezés okozta tüdődagantok kockázata világszerte folyamatosan és jelentősen növekszik
- Az emberi tevékenységek fokozzák a szennyező anyagok levegőbe jutását, amely hatás az éghajlatváltozás gyorsulásához is hozzájárul.
- A tüdődaganatos halálesetek 43%-áért a különböző típusú légszennyező anyagok a felelősek.
- A tüdődaganatos halálesetek 15% -át közvetlenül a szállópor finomrészecskéi miatti légszennyezés okozza, amely szennyezés mértéke az elmúlt 30 évben 20%-kal emelkedett.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.



A Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (IARC) 2013-ban a légszennyezést a daganatos betegségeket okozó hatások 1. csoportjába sorolta, vagyis bizonyítottan rákkeltő hatásként minősítette.

A levegőben koncentrálódó karcinogén elemek — NO_2 , SO_2 , O_3 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$

A $\text{PM}_{2.5}$ és az O_3 tekinthetők a légszennyezés mértékét jelző legfontosabb indikátorokként.

A policiklusos aromás szénhidrogének (PAH), amelyeket az IARC 2A és 2B kategóriájú rákkeltő anyagként sorol be, a PM_2 részecskékhez kötődve eléri a tüdő mélyebb rétegeit.

A kutatási eredmények bizonyítják, hogy a PM légszennyezése világszerte – Afrika

kivételével – a tüdőrák okozta korai halálozás egyik meghatározó oka. A $\text{PM}_{2.5}$ levegőben lévő koncentrációjának $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ emelkedése 1,13 korrigált kockázati arányra becsülve (95% CI 1,07–1,20) figyelembe véve az életkor, nem és dohányzási szokásokat, mint lehetséges hatásmódosító vagy zavaró tényezőket.

A troposzférikus ózon rákkeltő hatása jelenleg kevésbé ismert (lásd később a sztratoszférikus ózon szerepét). Az éghajlatváltozás várhatóan növeli a levegő PM-szennyezést, különösen az egyre gyakoribbá váló erdőtüzek miatt. Az erdőtüzek füstje nagy mennyiségű $\text{PM}_{2.5}$ -részecskét, valamint PAH-t, benzolt és formaldehidet tartalmaz.

Bár a levegőszennyezés leginkább a tüdőrák kialakulásának kockázatával hozható összefüggésbe, egyes kutatások szerint más daganatokat is előidézhet.

Kutatási eredmények szerint kapcsolat van a PAH és NO_2 expozíció, valamint a korai magzati fejlődés és az emlőrák kockázata között, míg egy másik kutatás a $\text{PM}_{2.5}$ és egyéb légszennyező anyagok gyomorrákkal való összefüggését azonosította.

A tüdőrák kialakulásának kockázata csökkenthető a légszennyező anyagok kibocsátásának mérséklésével.

→ https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_E.pdf Accessed: 13.02.2023

→ DOI: 10.1016/j.envres.2019.108924.

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4.

→ DOI: 10.1007/s40471-018-0143-2

Szállópor-részecskék (PM) — EPA osztályozás

PM₁₀ — nagy belélegezhető részecskék

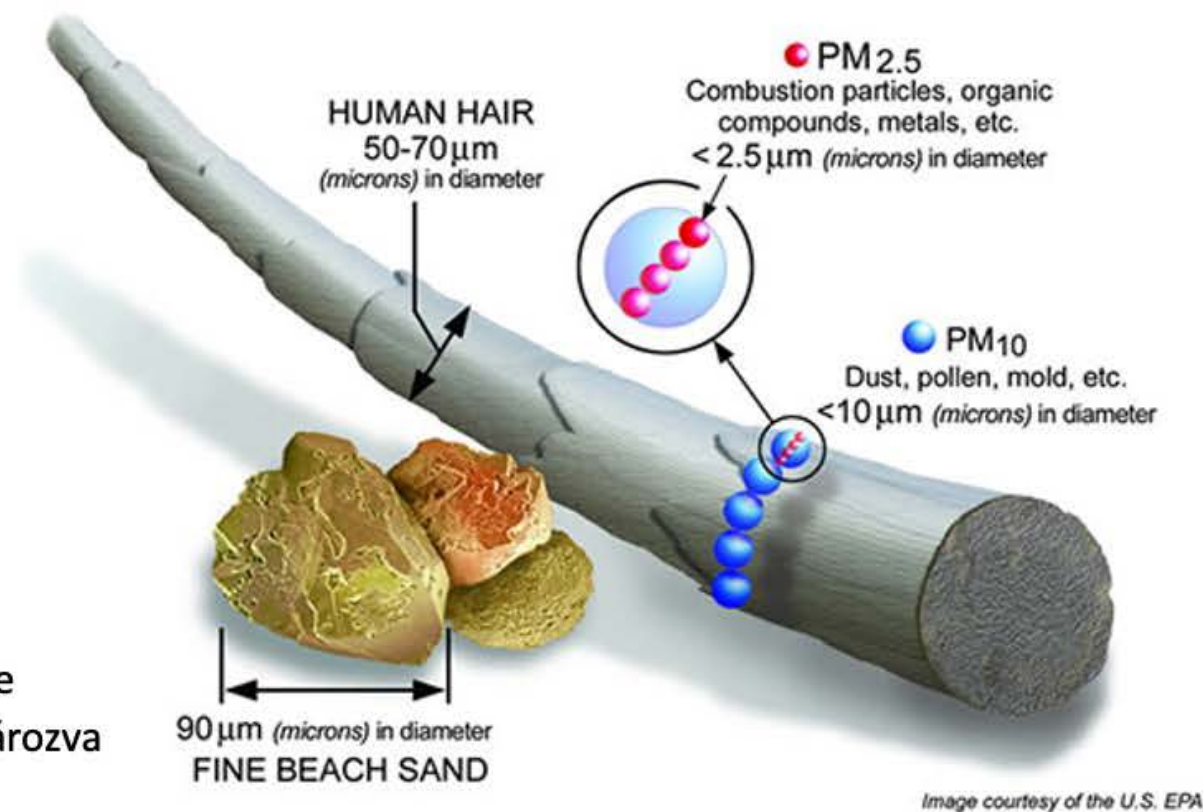
- Átmérő <10 µm; az egészségre ártalmas expozíció éves határértéke: 40 µg/m³

PM_{2.5} — finom belélegezhető részecskék

- Átmérő <2,5 µm; az egészségre ártalmas expozíció éves határértéke: 20 µg/m³

PM_{0.1} — ultrafinom részecskék, nanorészecskék

- Átmérő <0,1 µm (a PM_{2.5} alkategória); az egészségre ártalmas expozíció éves határértéke: nincs meghatározva



www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/resources/air-quality-map-thresholds Hozzáférés 2023. március 20.

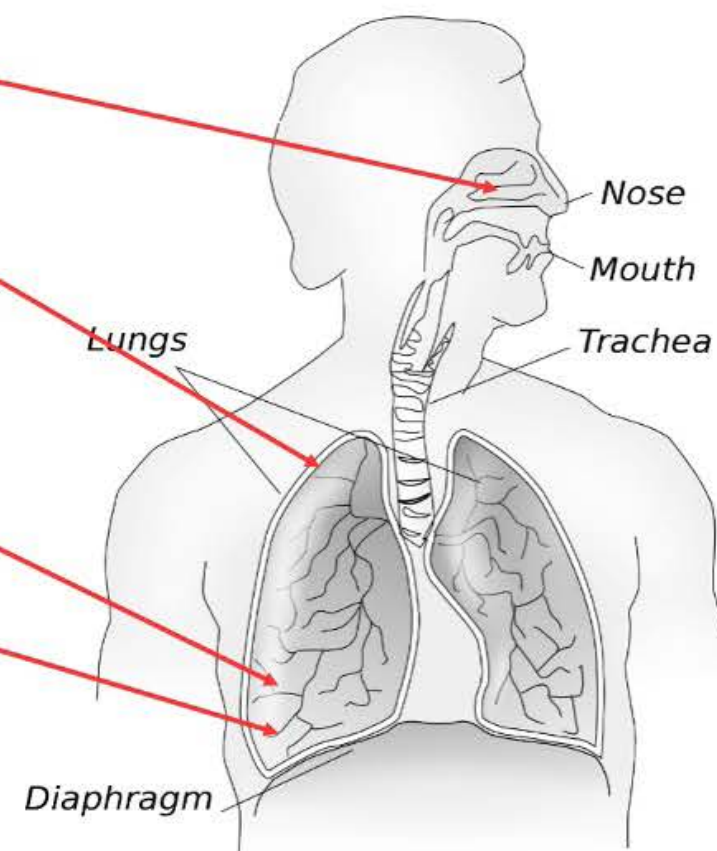
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Szállópor-részecskék — méret vs penetráció

- A szennyező anyagok légzőrendszerbe jutásának mértéke és a bejutás mélysége a részecskék méretétől függ. Ez a paraméter azt is meghatározza, hogy a szennyeződéseknek mekkora része marad a tüdőben:
- $> 10 \mu\text{m}$: a nagyobb méretű részecskék, ezek a felső légutakban maradnak
- $2,5 - 10 \mu\text{m}$: ezek a részecskék mélyebbre hatolnak, elérik a hörgőket
- $< 2,5 \mu\text{m}$: az apróbb részecskék a tüdő mélyén, az alveolusokban rakódnak le; a belélegzett mennyiség akár 80-90%-a is lerakódhat
- $< 0,1 \mu\text{m}$: A legkisebb részecskék bejutnak az alveolusokba, de nagy részük kilégzéskor távozik



Forrás: Theresa Knott, Wikimedia Commons (CC BY-SA 2.5)

DOI: 10.21037/ám.2020.03.04
DOI: 10.1007/s10661-006-9296-4

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Szállópor-részecskék — méret vs ülepedés

A szennyeződés terjedése és az expozíció által érintett emberek szám ugyancsak a részecskék méretével függ össze: a nagyobb részecskék gyorsan leülepednek a kibocsátás helyének közelében, míg a kisebbek lassabban ülepednek le, vagy egyáltalán nem, így a légáramok messzire elszállíthatják őket.

PM > 10 μm : gyors ülepedés

PM 10 – 0,1 μm : egyenletes sebességgel ülepednek le; relatív alacsony diffúzió a levegőben

PM 0,1 – 0,001 μm : nem ülepszik le; a kibocsátáshoz képest nagy távolságokra terjed a levegőben

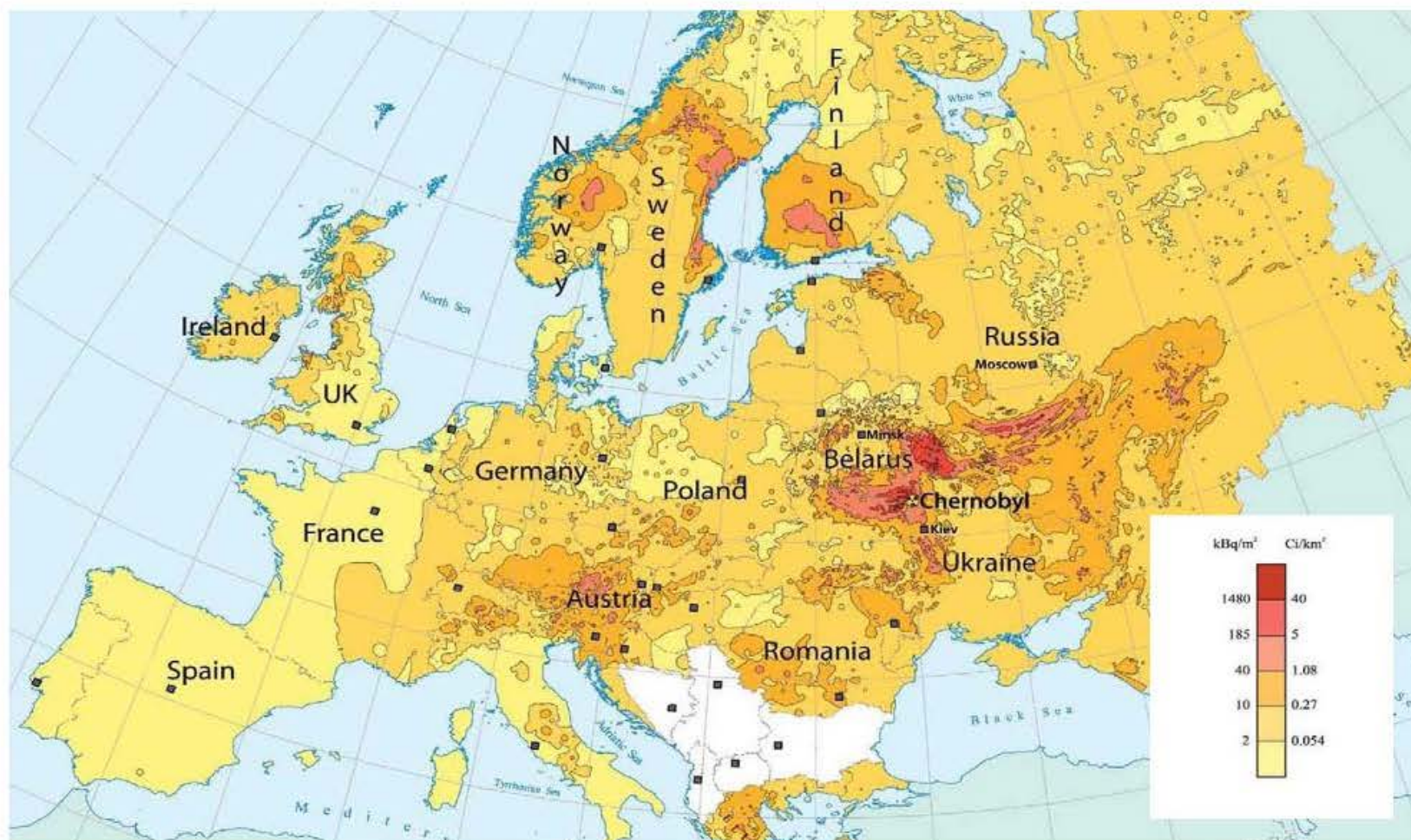
DOI: 10.21037/ám.2020.03.04
DOI: 10.1007/s10661-006-9296-4

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Szállópor-részecskék — méret, ülepedés, terjedés



<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/110b15f7-4df8-49a0-856f-be8f681ae9fd> Hozzáférés: 2023. február 19.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Finom belélegezhető szállópor-részecskék forrásai (PM_{2.5})

- A PM_{2.5} kibocsátás elsődleges forrásai: lakossági energiafelhasználás, ipar, villamosenergia-termelés, erdőtüzek.
- Az erdőtüzek jelentős PM_{2.5}-szennyezőforrások amelyek meghatározó módon emelik a légzőrendszeri betegségek kialakulásának kockázatát különösen Észak-Amerikában, Délkelet-Ázsiában és Afrika egyes régióiban.
- Az erdőtüzekből származó levegőszennyezés 2017-ben a globális halálozások 4,1%-áért volt felelős.



Lakossági fűtés



Energiatermelés



Ipari termelés



Gépjárműközlekedés



Erdőtüzek

Forrás: Pixabay ingyenes licenc

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-23853-y> Hozzáférés: 2023.02.02.

Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A feketeszén-por a szállóporterhelés egyik fő összetevője, és a szén-dioxid után az egyik legjelentősebb tényező, amely jelentősen hozzájárul a globális felmelegedéshez.

A légkörben szálló feketeszén-por a napfényt elnyelve melegíti a légkört, felgyorsítva a hó és a jég olvadását.

Ha jégre vagy hóra rakódik vagy ülepedik, helyi felmelegedést idéz elő, ami tovább fokozza az olvadást.

Sztratoszférikus ózonréteg elvékonyodása

- A Brewer-Dobson légköri áramlás az egyenlítői troposzférikus levegőt a sztratoszférába emeli, majd a pólusok felé szállítja.
- A földrajzi, meteorológiai és kémiai tényezők együttes hatása miatt a pólusokon szezonális ózonréteg-vékonyodás alakul ki.
- A téli időszakban sarki sztratoszférikus felhők képződnek, amelyek az Északi-sark felett 1-2 hónapig, az Antarktisz felett akár 5 hónapig is megmaradhatnak.
- Ezek a felhők elősegítik a kémiai reakciók bekövetkeztét, amely eredményeként jelentősen növekszik a reaktív halogén-gázok koncentrációja, hozzájárulva az ózonréteg lebomlásához.



Forrás: Pixabay ingyenes licenc

DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

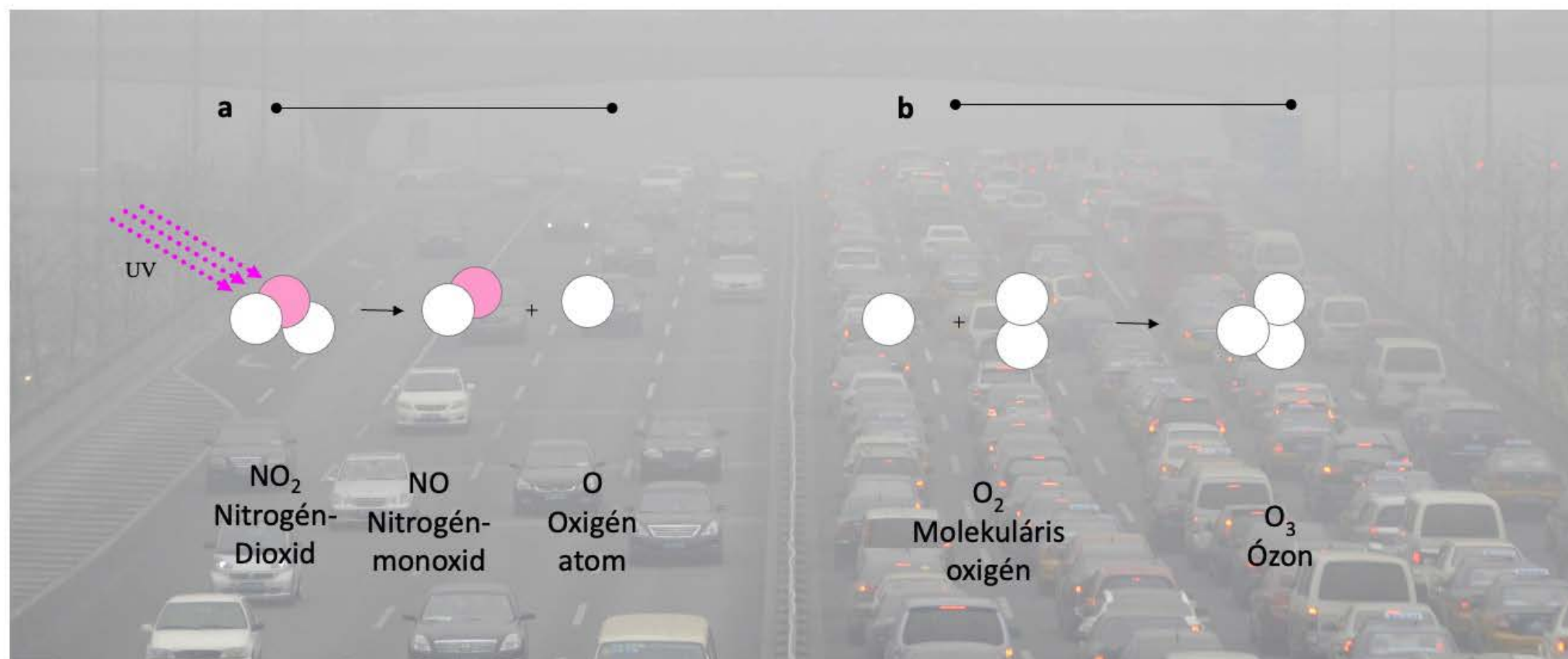
Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Troposzférikus ózon (talajszintű ózon)

Másodlagos légszennyező anyag, amely elsősorban városi területeken, erős autóforgalom és napsütés hatására alakul ki.



Forrás: Pixabay ingyenes licenc

DOI: 10.1016/j.atmosenv.2020.117559

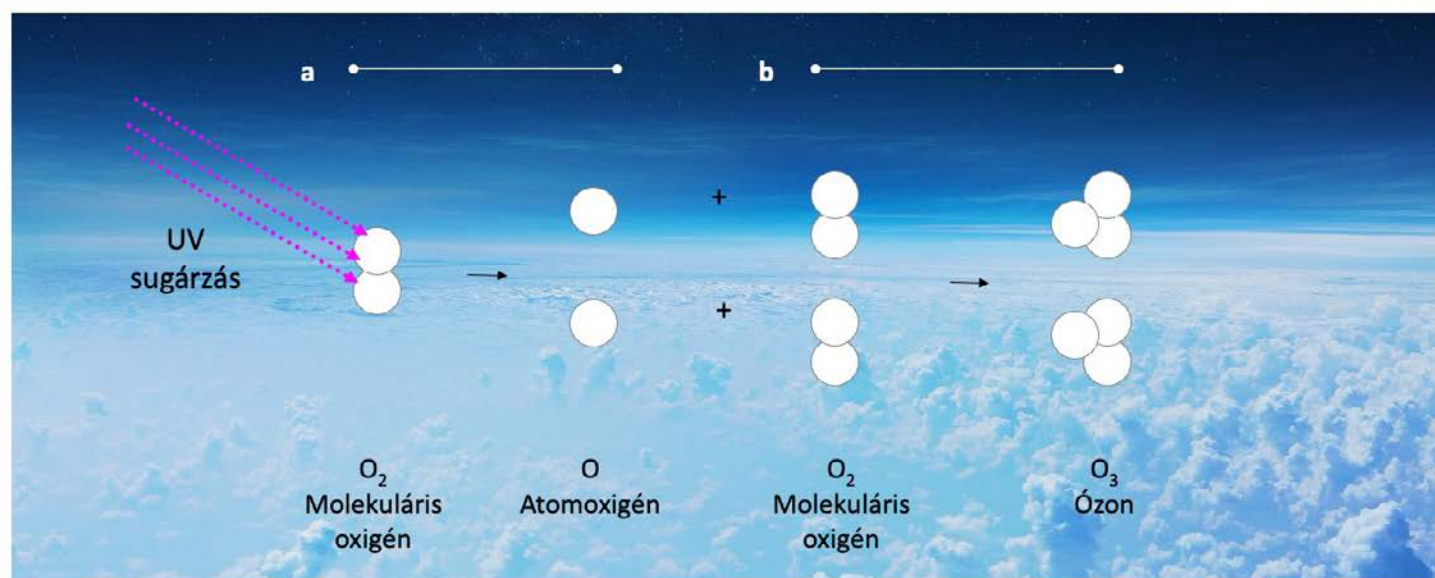
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Sztratoszférikus ózon (15-35 km magasság)

Védő szerep – kiszűri a kozmikus UV-sugárzást (az UV C nagy részét és az UV B nagy részét)



<https://www.epa.gov/ozone-pollution-and-your-patients-health/what-ozone> Accessed: 23.03.2023.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A sztratoszférikus ózonréteg szintjének emelkedésének egyik legnagyobb akadálya az éghajlatváltozás. Az ózonszint változása és az éghajlatváltozás összetett, kölcsönös kapcsolatban áll egymással: az ózonszint hatással van az éghajlati rendszerekre és módosítja a légköri áramlásokat mind a troposzférában, mind a sztratoszférában.

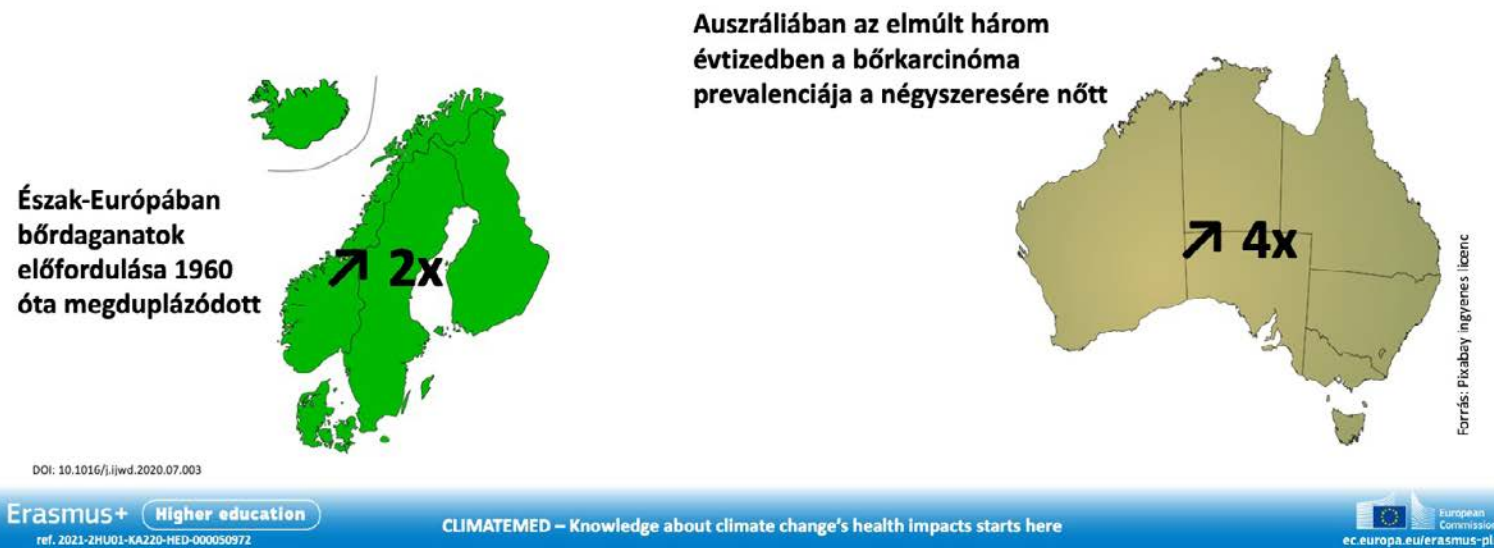
Az Antarktisz feletti ózonréteg csökkenése megzavarja a troposféra természetes légáramlását, valamint a hőmérsékleti és csapadékmintázatokat. Így az éghajlatváltozás egy meghatározó előidézője, mivel

- hatással van a déli félteke és a trópusi területek időjárására,
- befolyásolja az El Niño-déli oszcillációt, és
- módosítja az észak-atlanti sugáráramot, aminek hatására az északi féltekén is jelentős hőmérsékleti és csapadékváltozások következnek be.

→ | DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

Ultraibolya sugárzás és bőrrák

- A bőrdaganatok a leggyakoribb daganatos megbetegedések világszerte.
- A rosszindulatú melanoma és az egyéb bőrdaganatok prevalenciája a 20. század végén jelentősen megnövekedett.
- Az UV-sugárzás a bőrdaganatok kialakulásának fő okozója, bár több egyéb kockázati tényező is szerepet játszik.



A kutatások széles körbe igazolja, hogy a fokozott UV-sugárzás növeli a melanoma, valamint a laphámsejtes és bazálsejtes bőrdaganatok kialakulásának kockázatát.

Laphámsejtes és bazális sejtes daganatok - globálisan, 2007 óta

- 33%-os növekedés az esetek számát tekintve
- 7,7 millió eset évente
- 65000 haláleset e betegséggel összefüggésben

Az UV-sugárzásnak tulajdonított melanoma 2012-ben világszerte

- 230 000 megbetegedés
- 55 000 haláleset.

→ | DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

Ózonréteg elvékonyodása

- Az aeroszolok, például a klórfluor-szénhidrogének (CFC) és hidroklor-fluorozott szénhidrogének (HCFC) használata hozzájárult az ózonréteg elvékonyodásához, fokozva az UV-sugárzást és a bőrrák kockázatát.
- Ausztrália — 1990 óta az éves UV-sugárzás szintje 2% - 6%-kal emelkedett
- 2011 – ózonlyuk mérete az Északi-sarkvidék felett jelentősen megnövekedett, amelynek következményeként a talajszinti UV-sugárzás intenzitása 60%-kal megemelkedett.



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4
DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ultraibolya sugárzás és a bőrdaganatok

Az 1987-es Montreali Jegyzőkönyv nemzetközi előírja az ózonkárosító anyagok használatának fokozatos megszüntetését. Ezt a szabályozást minden ország elfogadta.

Az ózonkárosító anyagok csökkentése lassította az ózonréteg elvékonyodását, ami hozzájárult a bőrrák előfordulásának mérsékléséhez. Ennek köszönhetően 2030-ig várhatóan 2 millió esetet sikerül megelőzni.

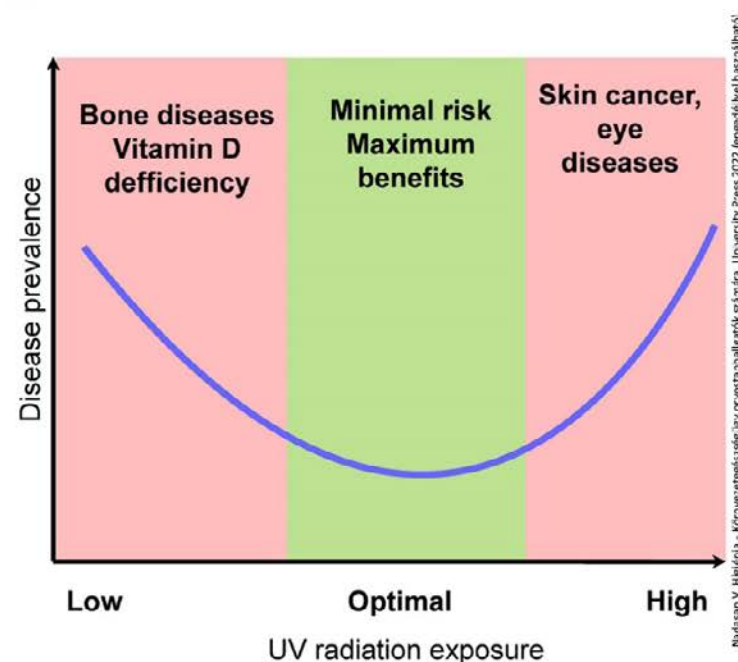
A bőrdaganatok előfordulása azonban tovább növekedhet, amíg az ózonréteg korábbi vastagsága teljesen helyre nem áll.

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

→ DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

Ultraibolya sugárzás és a bőrdaganatok

- A bőrben termelődő D-vitamin jótékony hatással van az izom- és a csontrendszerre, a kalcium-anyagcserére és az immunrendszer működésére.
- Az UV-sugárzás előnyei és kockázatai közötti egyensúlyról azonban eltérők a vélemények.



DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az üvegházhatású gázoknak az ózonrétegre gyakorolt hatása és az UV-sugárzásnak való kitettség világszerte eltéréseket mutat

- fokozott UV-expozíció az Egyenlítő közelében
- fokozott UV-expozíció nagyobb tengerszint feletti magasságban

A kockázat mértékét biológiai tényezők is befolyásolják

- megnövekedett a kockázat a világos bőrű embereknél

A kockázat mértékét az életmód is befolyásolja

- a szabadtéri tevékenységek (munka, sport, szabadidő) növelhetik az UV-sugárzásnak való fokozott kitettséget

→ DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

→ DOI: 10.1016/j.ijwd.2020.07.003

A daganatos betegségek valamint az élelmiszer- és vízellátás zavarai

- A táplálkozás és a daganatos betegségek közötti kapcsolat összetett, és e téren sok kérdés még megválaszolatlan.
- Kutatási eredmények azt bizonyították, hogy az egészséges étrend, amely teljes kiőrlésű gabonát, gyümölcsöket és zöldségeket tartalmaz, csökkenti a vastagbélrák és emlőrák kockázatát.
- A klímaváltozás befolyásolja az élelmiszertermelés mennyiségét és minőségét, több tényező révén:
 - növekvő hőmérséklet,
 - áradások, aszályok és szélsőséges időjárás,
 - magasabb talajszintű ózonkoncentráció,
 - a beporzó rovarok számának csökkenése,
 - tengerszint-emelkedés.
- Az éghajlatváltozás hatásaihoz köthető többethalálozás 2050-re világszerte 534.000 halálesetet jelenthet, amely többethalálozás a daganatos betegségek okozta halálozást is magába foglalja. E helyzet egyik oka az élelmiszer-ellátás változása, például a gyümölcs- és zöldségfogyasztás csökkenése lehet.

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4
DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01156-3

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Ipari mérgező anyagok okozta expozíciónak való kitettség

- A környezeti szennyező anyagok mennyisége várhatóan növekedni fog az iparosodás és a vegyipari termelés bővülésével, függetlenül az éghajlatváltozástól.
- A éghajlatváltozás hatásai azonban tovább fokozhatják a mérgező anyagok okozta expozíciót.
- Jeges olvadékvíz és szennyeződések: Alaszka és a Svájci Alpok vizeit vizsgáló kutatások szerint a szennyező anyagok felhalmozódhatnak a halállományban, növelve a daganatos betegségek kialakulásának kockázatát a magas halfogyasztású lakosság körében.
- Erdőtüzek és szennyező anyagok: az erdőtüzek fokozhatják a levegő- és talajvízszennyezést, például Kaliforniában erdőtüzek után az ivó- és talajvízben megemelkedett benzolszint volt kimutatható.
- Mérgező hulladékok kimosódása: az áradások és villámárvizek egészségre ártalmas anyagokat moshatnak ki a hulladéklerakók területéről, ily módon is növelve a lakosság mérgező vegyi anyagoknak való kitettségét.

DOI: 10.1016/S1470-2045(20)30448-4

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás hatása a gombás betegségekre és a mikotoxinokra

- Az éghajlati tényezők – hőmérséklet, csapadék és légköri CO₂-koncentráció – alapvető szerepet játszanak a mezőgazdasági ökoszisztémák működésében.
- Az éghajlatváltozás hatásai jelentősen befolyásolhatják a gombák szaporodását, elterjedését és a mikotoxin-termelést.
- A változó környezeti feltételek a szántóföldi és betakarított növények mikotoxin-szennyezettségének váratlan növekedését vagy csökkenését okozhatják.
- Az éghajlatváltozás hatására módosulhat a gombák biológiai sokfélesége, és új gombás betegségek is megjelenhetnek.

DOI: 10.3390/microorganisms8101496

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mikotoxinok

- Bizonyos penészgombák toxikus vegyületeket, mikotoxinokat termelnek, amelyek veszélyt jelenthetnek az élelmiszerbiztonságra.
- Fő gombanemzetségek: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*
- Aflatoxinok (AF): *Aspergillus flavus* által termelt toxikus vegyületek
 - *Aspergillus* a talajban, bomló növényzetben, szénában és gabonafélékben fordul elő.
 - Aflatoxin B1 (AFB1): a legerősebb ismert természetes rákkeltő anyag.
- További jelentős mikotoxinok:
 - Fumonizin B1 (FB1)
 - Ochratoxin A (OTA)



Forrás: *Aspergillus flavus*. In Wikipedia. https://de.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_flavus

Aspergillus flavus

www.efsa.europa.eu/hu/topics/topic/mycotoxin; www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxin Hozzáférés: 14.03.2023.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mikotoxikózisok – aflatoxin felfedezése

→ 1960-as évek – egy londoni baromfitenyésztben több, mint 100.000 pulyka pusztult el egy ismeretlen, magas letalitású betegségben.

→ Az új betegséget a Pulyka „X” betegségként nevezték el az állatorvosok. Később kiderült, hogy az állományok pusztulását szennyezett brazil földimogyorólisztrel való takarmányozás okozta.

→ William Percy Blount volt az az állatorvos, aki a Pulyka „X” betegséget tanulmányozva egy hatékony baromfibetegség-diagnosztikai eljárást fejlesztett ki.

→ | DOI: [10.3390/toxins13060399](https://doi.org/10.3390/toxins13060399)

Mikotoxinok

- A mikotoxinok a növények betakarítás előtti vagy utáni gombás fertőzése révén kerülhetnek az élelmiszerláncba. Az emberi és állati szervezetbe főként szennyezett élelmiszerek fogyasztásával vagy szennyezett takarmányt fogyasztó állatok termékein keresztül jutnak be.
- Az *Aspergillus spp* által gyakran fertőzött növényfélék:
 - Gabonafélék: kukorica, cirok, búza, rizs
 - Olajos magvak: szójabab, földimogyoró, napraforgó, gyapotmag
 - Fűszerek: chili paprika, fekete bors, koriander, kurkuma, gyömbér
 - Diófélék: pisztácia, mandula, dió, kókuszdió, brazil dió
- A toxinok állati termékekben is megjelenhetnek, például a tejben aflatoxin M1 formájában.



Forrás: pixabay.com (ingyenes képek)

www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxin Hozzáférés: 25.02.2023.
DOI: 10.1080/10408398.2019.1658570

A mikotoxinok hatása az emberi egészségre

- A mikotoxinoknak számos egészségkárosító hatása lehet:
 - Hepatotoxikus hatás (májkárosodást okozhat)
 - Rákkeltő hatás
 - Teratogén hatás (magzati fejlődési rendellenességeket okozhat)
 - Immunszuppresszív hatás (gyengíti az immunrendszert)
 - Nephrotoxikus hatás (vesekárosító)

A mikotoxikózisok lehetnek akut vagy krónikus mérgezések.

- Akut mikotoxikózisok
 - Nagy mennyiségű mikotoxin expozíciója okozza.
 - Korábban: mérsékelt égövi területeken is előfordultak, éhínségek és penészes ételek fogyasztása során egész régiókat érintő járványokat okozva.
 - Napjainkban: leginkább trópusi országokban (Afrika, Ázsia) jelentkezik súlyos formában, magas halálozási aránnyal.
 - Tünetek: gyorsan kialakulnak, és folyamatos expozíció esetén a betegség halálos kimenetelű is lehet.

ISBN: 9780124114715, 45-49.

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A mikotoxinok hatása az emberi egészségre

- Az aflatoxin-expozíciónak való tartós kitettség növeli a májcirrózis és a májrák kockázatát.
- Évente 25.000 – 150.000 májrákos megbetegedés vezethető vissza aflatoxin-expozícióra.
- Az aflatoxin szerepet játszhat a globális májrákos esetek akár 1/3-ában.
- A legtöbb eset Szubszaharai Afrikában, Délkelet-Ázsiában és Kínában fordul elő, ahol a magas hepatitis B vírus (HBV) fertőzöttség és az ellenőrizetlen aflatoxin-expozíció együttesen növeli a betegség előfordulását.

ISBN: 9780124114715, 45-49.

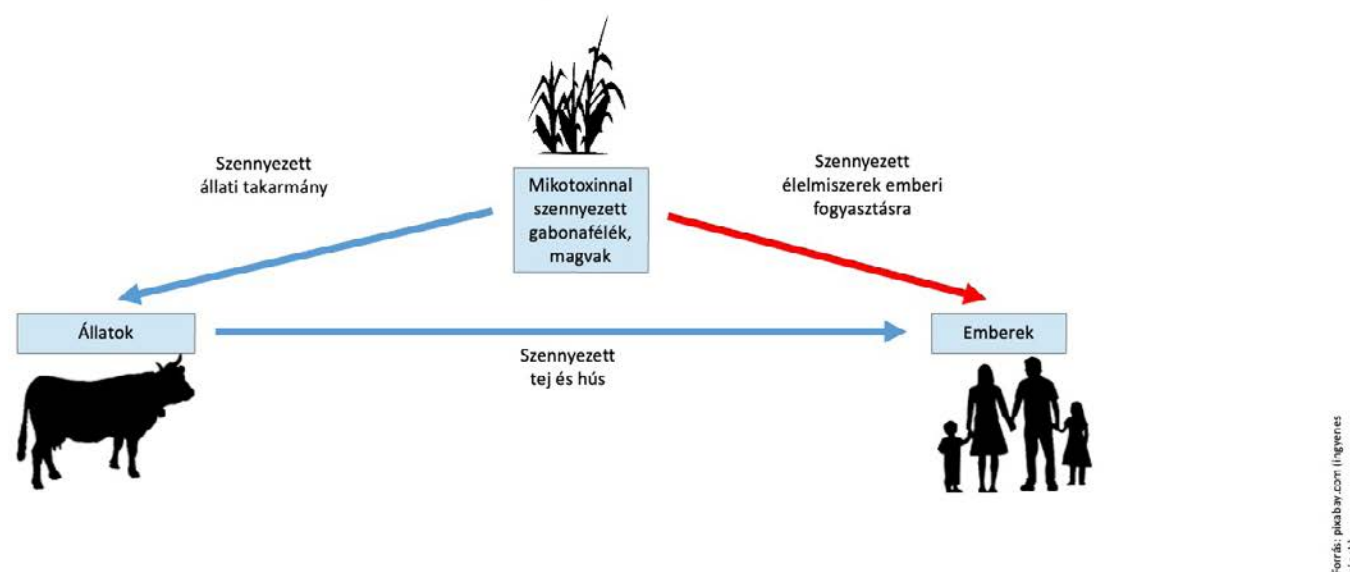
Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European
Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az emberi szervezet közvetett mikotoxin-expozíciója

A mikotoxinokkal szennyezett tej fogyasztása növelheti a májrák kockázatát.



DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170
DOI: 10.4103/0019-557X.96985

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az emberek közvetett módon is ki lehetnek téve az aflatoxin-expozíciónak azzal, hogy olyan állati eredetű élelmiszereket fogyasztanak, amelyek szennyezett takarmánnyal etetett állatokból származnak. Ilyen élelmiszerek lehetnek a

- tej,
- tojás,
- hús.

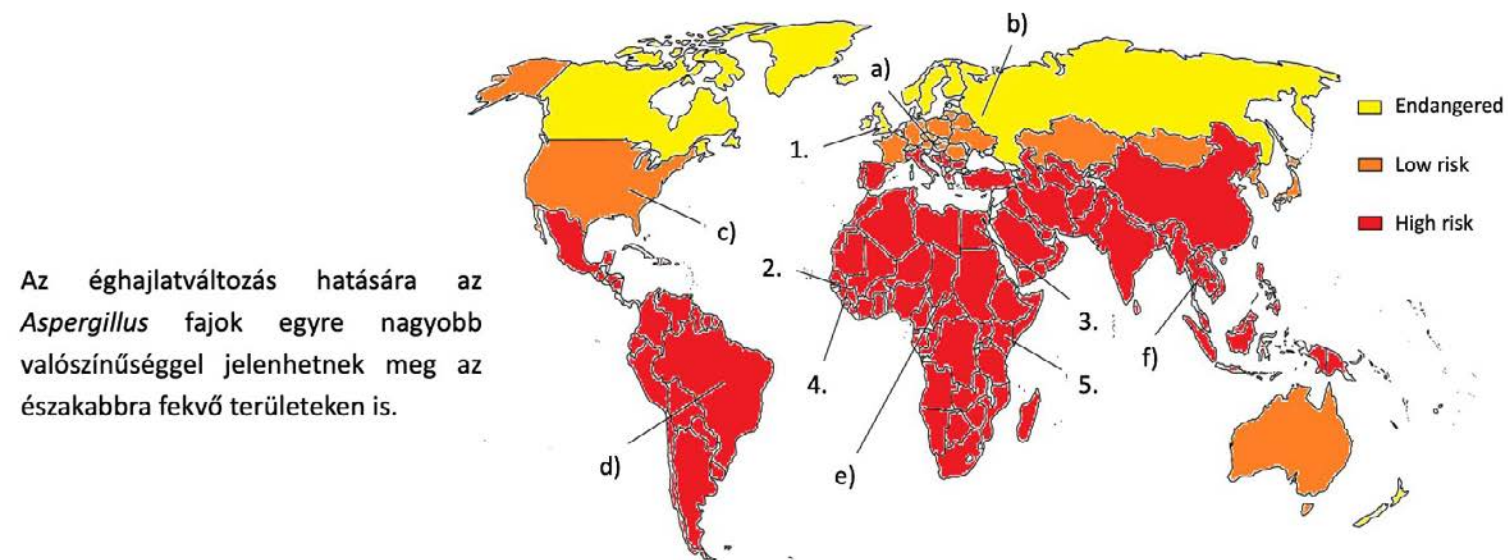
Az aflatoxinok hőrezisztensek; csak 200 - 300°C-nál magasabb hőmérsékleten kezdenek pusztulni.

A tej pasztörözése vagy forralása például nem védi meg az embereket az aflatoxin-expozíciótól.

→ DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

→ DOI: 10.4103/0019-557X.96985

Mikotoxin-képződés és éghajlatváltozás



Az éghajlatváltozás hatására az *Aspergillus* fajok egyre nagyobb valószínűséggel jelenhetnek meg az északabbra fekvő területeken is.

Észak-Olaszországban és Kelet-Európában a kukorica aflatoxinnal való szennyeződése a +2°C hőmérséklet-emelkedést prognosztizáló forgatókönyv szerint jelentősen megnövekedhet.

ISBN: 9780124114715, 45-49.
DOI: 10.3389/fmicb.2019.02908

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A mikotoxinok képződését a nedves és meleg környezet segíti elő.

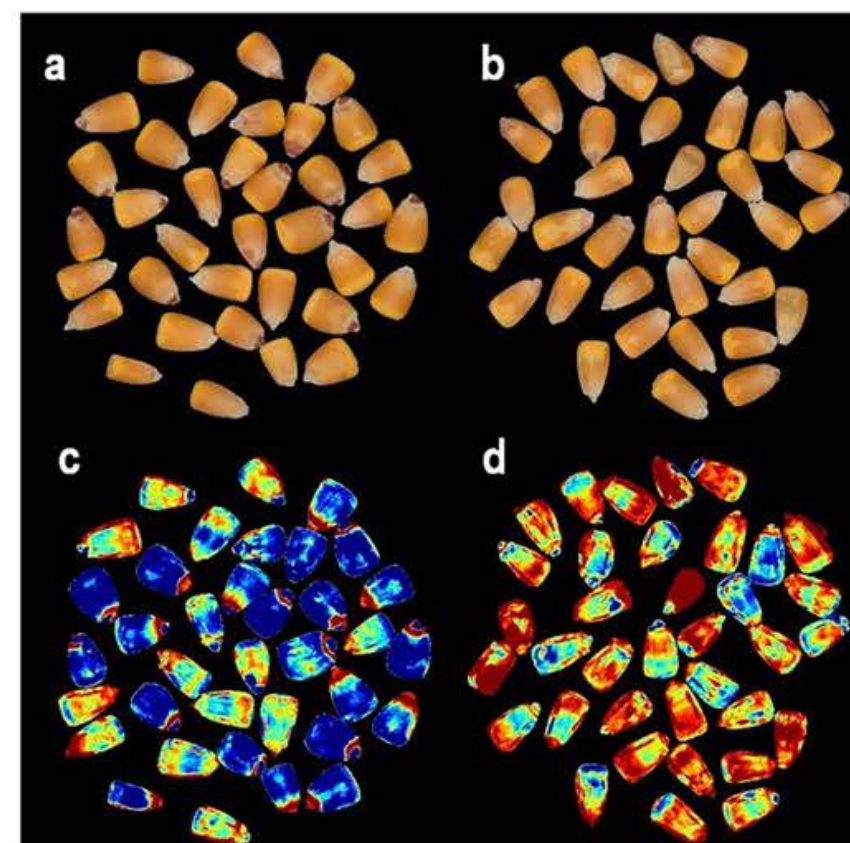
A mikotoxikózisok gyakrabban fordulnak elő a trópusi térségekben, mint a mérsékelt éghajlatú régiókban.

A jelenlegi éghajlati viszonyok mellett azokban az európai országokban, ahol a kukoricatermesztés elterjedt – például Románia Franciaország, Magyarország és Északkelet-Olaszország –, az aflatoxin-szennyeződés kockázata jelenleg alacsony.

A trópusi országokban a penészgombák okozta problémák tovább súlyosbodhatnak.

Mikotoxin-szennyeződés vizsgálatának módszerei

- Az aflatoxinok kimutatása és azonosítása az abszorpciós és emissziós spektrumuk alapján történik. Egyes aflatoxinok kék, míg mások zöld fluoreszcenciát mutatnak UV-besugárzás hatására.
- A leggyakrabban alkalmazott analitikai módszerek:
 - Nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC)
 - Folyadékkromatográfiás tömegspektroszkópia (LC-MS)
 - Enzimhez kapcsolt immunszorbens vizsgálat (ELISA)
- Az aflatoxinok kimutatására speciális bioszenzorok és immuntesztek is alkalmazásra kerülhetnek.



sRGB képek (a, b) és a megfelelő nCDA-képek (c, d) a *Zea mays L. magokról*. (a, c — nem szennyezett; b, d AFB₁-szennyezett vetőmag)

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170
DOI: 10.1038/s41598-022-08352-4

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Mikotoxinok elleni védekezés

- A mikotoxinok eliminálása különböző degradációs kezelésekkel érhető el. Bizonyos aflatoxinokat ózonkezeléssel lehet eliminálni, továbbá a mikrobiális és enzimátikus eliminálási módszerek környezetbarát megoldásként különösen előnyösek lehetnek.
- Példák a mikotoxint lebontó mikroorganizmusokra:
 - *Flavobacterium aurantiacum*
 - *Rhodococcus* fajok
 - *Pleurotus ostreatus* (osztrigagomba), amely az AFB1 toxint kevésbé mérgező formává alakítja.

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Biológiai módszerek a mikotoxinok elleni védekezésben

- A toxintermelő gombapopulációk elleni védekezésben gyakran használatosak az atoxigén *Aspergillus flavus* törzseket.
- Az Amerikai Környezetvédelmi Ügynökség (EPA) döntése alapján ezeket a törzseket a földimogyoró, kukorica és gyapotmag aflatoxin-szennyeződésének megelőzésére engedélyezett használni.
- A biológiai védekezés során felhasználható egyéb baktériumok:
 - *Bacillus subtilis*
 - *Lactobacillus* spp.
 - *Pseudomonas* spp.
 - *Ralstonia* spp.
 - *Burkholderia* spp.

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A mikotoxin-szennyeződés kockázatának csökkentése

- A megfelelő növénytermesztési módszerek alkalmazása hatékonyan hozzájárulhat ahhoz, hogy az *Aspergillus flavus* fertőzés kockázatának a termőterületeken csökkenjen. E módszerek közé tartozik:
 - a növények előírt időben történő ültetése
 - a növekedési időszakban a megfelelő tápanyagellátás biztosítása
 - a termőterületen történő gyomirtás
 - a vetésforgó módszerének alkalmazása.
- A penészgombák szaporodásának és a mikotoxin-termelődés megelőzésében a termények megfelelő szárítása, a száraz állapot fenntartása, valamint a megfelelő tárolási körülmények kulcsfontosságú tényezők.
- A biztonságos élelmiszer- és takarmányellátás érdekében a szennyezett készletek szakszerű ártalmatlanítása szintén elengedhetetlen.

DOI: 10.3389/fmicb.2016.02170

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Fő következtetések

- Az éghajlatváltozás hozzájárulhat a daganatos betegségek kialakulásához, bár a hatásmechanizmusok bonyolultak és összetettek ezért az egyértelműen az éghajlatváltozáshoz köthető kockázatok nehezen azonosíthatók.
- A légszennyezés, különösen a finomrészecskék (PM_{2.5}) és a policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) együttes hatásai, növeli a tüdőrák és más daganatok kialakulásának kockázatát.
- Az ózonréteg elvékonyodása növeli az UV-expozíciót, amely a melanoma és más bőrdaganatok egyik fő kockázati tényezője.
- Az éghajlatváltozás elősegíti a toxintermelő gombák terjedését, különösen meleg és nedves környezetben.
- Az *Aspergillus* fajok által termelt aflatoxinok az élelmiszerek szennyezésén keresztül az emberi szervezetre jelentős egészségkockázatot jelentenek.
- Az aflatoxinok kimutatása leggyakrabban folyadékkromatográfiás, tömegspektroszkópiás valamint enzimhez kapcsolt immunszorbens analitikai módszerek alkalmazásával történik.
- A mikotoxinok eliminálása elsősorban ózonkezeléssel és mikrobiális lebontás alkalmazásával lehetséges.
- A helyes mezőgazdasági gyakorlatok (időben történő ültetés, vetésforgó, megfelelő tárolás) segítenek csökkenteni a gombás fertőzések és mikotoxin-termelés kockázatát. A szennyezett készletek megfelelő ártalmatlanítása kulcsfontosságú az élelmiszerbiztonság érdekében.

Ellenőrizze tudását

1. Soroljon fel olyan egészség-kockázatokat, amelyek az erdőtüzekkel állhatnak összefüggésbe.
2. Mit jelent az "városi hősziget" jelenség?
3. Melyek a városi környezetben kialakuló villámárvizek okozta jellemző egészség-kockázatok?
4. Magyarázza el, miként befolyásolja az üvegházhatást okozó gázok különböző szintű kibocsátása a környezet-egészségi kockázatok alakulását.
5. Foglalja össze az aszályal kapcsolatos egészség-kockázatokat és az alkalmazkodás lehetséges stratégiáit.
6. Milyen környezeti jelenségek számítanak szélsőséges időjárási eseményeknek?

Ajánlott irodalom

- Filho et al. (2022) Handling the health impacts of extreme climate events <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00621-3>
- EEA (2022) Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>
- WHO (2011) Public Health Advice on Preventing Health Effects of Heat <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EURO-2011-2510-42266-58691>
- Chen et al. (2021) Mortality risk attributable to wildfire-related PM2.5 pollution: a global time series study in 749 locations DOI:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)
- What will the future bring when it comes to climate hazards? <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Köszönöm a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Iskola — Pécs,
Magyarország



Egészségügyi, Testmozgás és Sporttudományi Központ - Újvidék,
Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ — Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Orvostudományi Egyetem, Gyógyszertár, Gyógyszertár és
Technológia
George Emil Palade in Marosvásárhely — Marosvásárhely Románia

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Erdőtüzek, aszályok és egyéb szélsőséges időjárási események egészséghatásai

Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- meghatározni az egyének egészségi állapotát és jólétét befolyásoló szélsőséges környezeti eseményeket
- rendszerezni az éghajlatváltozás hatására kialakuló szélsőséges időjárási eseményekkel összefüggő egészség-kockázatokat
- rendszerezni az éghajlatváltozás hatására kialakuló szélsőséges időjárási eseményekkel összefüggő társadalmi-közösségi kockázatokat
- azonosítani azokat a hatásokat, amelyek a szélsőséges időjárási események kialakulásához vezetnek
- meghatározni azokat a prevenciós lehetőségeket, amelyek segítségével a szélsőséges környezeti esemény hatásaira való felkészülés támogatható

Bevezetés

- Az erdőtüzek, aszályok és szélsőséges időjárási események mind az éghajlatváltozás közvetlen következményei. Ezek az események hatást gyakorolhatnak a környezetre, a gazdaságra és az emberi egészségre.
- Az árvizek, hurrikánok és tornádók komoly infrastrukturális károkat okozhatnak, rombolhatják az otthonokat és a vállalkozásokat, ami súlyos gazdasági veszteségekhez és társadalmi zavarokhoz vezethet.
- A szélsőséges időjárási események nem csupán anyagi károkat okoznak, hanem közvetlen veszélyt is jelentenek az emberi életre. Sérüléseket, haláleseteket idézhetnek elő, és pszichológiai hatásuk is jelentős lehet.
- Az éghajlatváltozás hatására az extrém környezeti események egyre gyakoribbá, intenzívebbé és kiszámíthatatlanabbá válnak. A jövőben is folytatódik az időjárási szélsőségek térbeli és időbeli eloszlásának módosulása, ami új kihívások elé állítja a társadalmat és az egészségügyi rendszereket.

Erdőtüzek

Az erdőtűz olyan kontrollálatlan tűz, amely természetes területeken – például erdőkben, réteken vagy pusztaságban – terjed. Kialakulását gyakran emberi tevékenység vagy természeti jelenségek, például villámlás idézik elő.

Az esetek nagyobb részében a tűz eredete ismeretlen.



Source: https://www.who.int/health-topics/wildfires#tab=tab_1

A futótüzek kockázata jelentősen megnő, ha az időjárás rendkívül száraz, például aszály vagy erős szél jellemzi a területet. Az ilyen tüzek nemcsak az ökoszisztémákra, hanem az emberi infrastruktúrára is komoly fenyegetést jelentenek.

Az erdőtüzek hozzájárulnak a levegő minőségének romlásához, és jelentős gazdasági veszteségeket okoznak a termőföldekben, az épületekben és az állatállományban. Nem utolsósorban pedig közvetlen veszélyt jelentenek az emberi életre is.

Erdőtűzek

Az erdőtűzek kiterjedtsége és gyakorisága az éghajlatváltozás miatt növekszik.

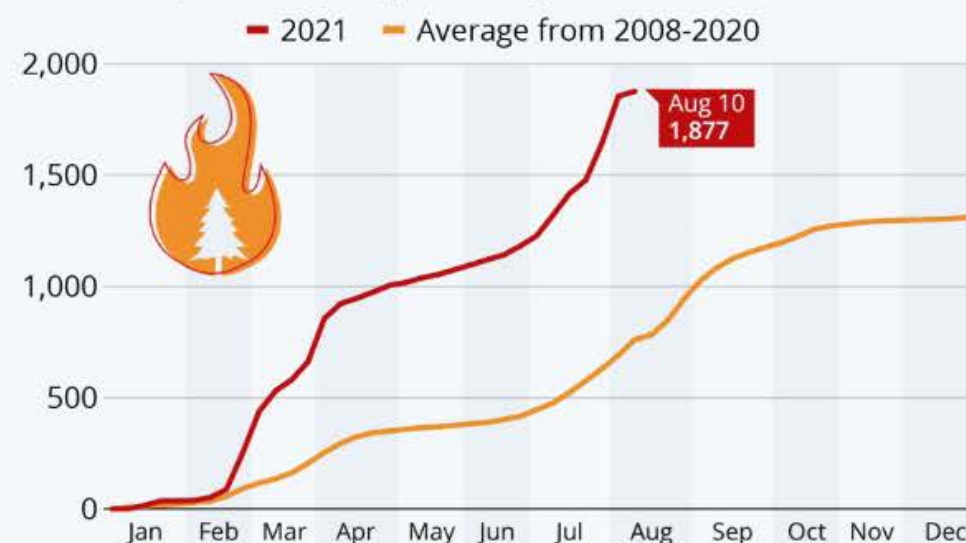
A melegebb és szárazabb körülmények kiszárítják az ökoszisztémákat és növelik az erdőtűzek kockázatát. Az erdőtűzek befolyásolják az időjárás és az éghajlatváltozással összefüggő egészségkockázatokat is azáltal, hogy nagy mennyiségű szén-dioxidot, szén-monoxidot és finom részecskéket bocsátanak ki a légkörbe.

Az erdőtűzek számos egészségproblémát okozhatnak, többek között:

- égési és egyéb sérülések;
- mentális problémákat, például szorongást és poszttraumás stresszt;
- súlyos légúti megbetegedéseket a füst és a finom részecskék belélegzése miatt.

Heat and Drought Stoke Extreme Fire Season in Europe

Number of fires of approx. 30 ha or larger registered in Europe in 2021 vs. previous years



Source: European Forest Fire Information System



statista

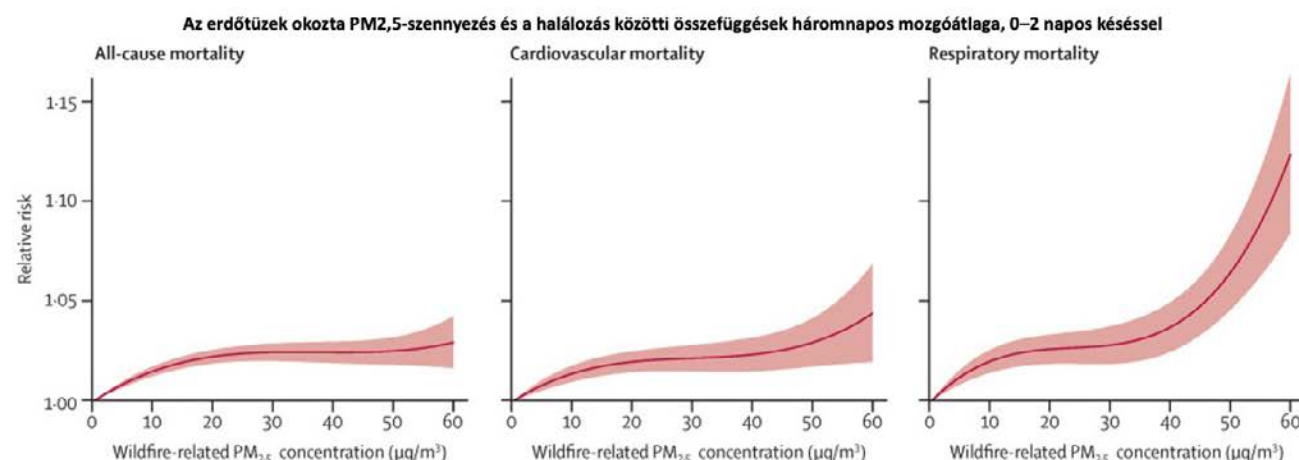
Az erdőtüzek egészségkockázatai - égési és egyéb sérülések

- Az erdőtüzek által okozott leggyakoribb sérülések az égési sérülések. Az esetek többségében ezek a sérülések másod- vagy harmadfokú égési sérülések. A sérülés körülményei miatt az erdőtűzben égési sérüléseket szenvedett betegeknek számos esetben pszichológiai támogatásra is szükségük lehet a trauma feldolgozásához.
- Az égési sérülések mellett a füst belélegzése is súlyos egészségkárosodást okozhat, többek között:
 - szem-, orr-, torok- és tüdőirritáció
 - légzőszervi problémákat, például köhögést és sípoló légzést
 - tüdőgyulladás, hörghurut, asztma súlyosbodása és egyéb tüdőbetegségek
 - szív- és érrendszeri betegségek, például szívelégtelenség súlyosbodása
- Az erdőtüzek során a levegőbe kerülő higany szintén egészségkárosító hatású lehet: a higanyexpozíció befolyásolhatja a beszédközpont működését, a hallást, a mozgáskoordinációt és a látást.
- Az erdőtüzek nemcsak közvetlen fizikai sérüléseket, hanem hosszú távú egészségproblémákat is okozhatnak.

Az erdőtüzek egészségkockázatai – mentális problémák

- Az erdőtüzek nemcsak fizikai, hanem súlyos pszichológiai következményekkel is járhatnak. Az érintettek gyakran tapasztalnak depressziót, szorongást és poszttraumás stressz zavart (PTSD) a tüzesetekkel kapcsolatos élményeik miatt.
- Az erdőtüzeket átélt emberekre jellemző mentális problémák:
 - alvászavarok (álmatlanság, rémálmok),
 - visszatérő rossz emlékek és flashbackek,
 - fokozott éberség és szorongás,
 - folyamatos félelem a jövőbeni tüzek pusztításától.
- A tüzek által okozott társadalmi és gazdasági hatások is növelik a pszichés stresszt. A lakóhely és a közösségi kapcsolatok elvesztése, valamint az anyagi nehézségek hosszú távú mentális problémákhoz vezethetnek.

Az erdőtüzek egészségkockázatai – füstexpozíció



43 ország 750 városa halálozási adatainak elemzése azt mutatta, hogy az erdőtüzek füstszennyezése növeli az összes halálozási ok, valamint a szív- és légzőszervi betegségek miatti elhalálozás kockázatát: az erdőtüzek okozta PM_{2,5}-koncentráció növekedése néhány napon belül mérhetően növeli a halálozási arányt.

[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ A füst hatása különösen veszélyes lehet a gyermekekre, az idősekre és a légzőszervi problémákkal küzdőkre. Az erdőtüzek füstjét a szél távolabbi területekre is elsodorja, így ez a kockázat nemcsak a tüzeset közvetlen környezetben, hanem a távolabbi területeken élők egészségét is veszélyeztetheti.

→ [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)

Az erdőtüzek egészségkockázatai – füstexpozíció

→ Az erdőtüzek füstje egy összetett keveréke a szálló pornak (PM) és különböző gáz-halmazállapotú szennyező anyagoknak. Különösen a finom szálló por (PM_{2,5}) jelent nagy egészségkockázatot, mivel a légzőrendszeren keresztül a tüdő mélyebb rétegeibe jut, és akár a véráramba is bekerülhet.

→ Az erdőtüzekből származó PM_{2,5} toxikusabb lehet, mint a városi légszennyezés, mivel kisebb részecskékből áll, és gyakran extrém hőhatás is kíséri. A füsttel való hosszan tartó érintkezés:

- súlyosbíthatja a légzőszervi betegségeket, például az asztmát és a krónikus hörghurutot,
- növelheti a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát,
- károsíthatja az immunrendszert és gyengítheti a szervezet védekezőképességét.

Az erdőtüzek egészségkockázatai – füstexpozíció

Moszkva, Oroszország, Yasenevo, Aivazovskogo utca

2010. június 17., 20:22

2010. augusztus 7., 17:05



Forrás: Акырава - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11114108>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Aszály

Az aszály a természetes éghajlati ciklus része, amely hosszú ideig tartó csapadékhiányt jelent.

Bárhol előfordulhat a világon, és komoly következményekkel járhat a vízellátásra, a mezőgazdaságra, az emberi és állati egészségre.



https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQw-KiBhCsARisAPztUF3i7KtKNnuckP5oh5gocw9gdNKGiWVniYf4UusHYci4JgM67TdfBQaAibIEALw_wcB#tab=tab_1

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

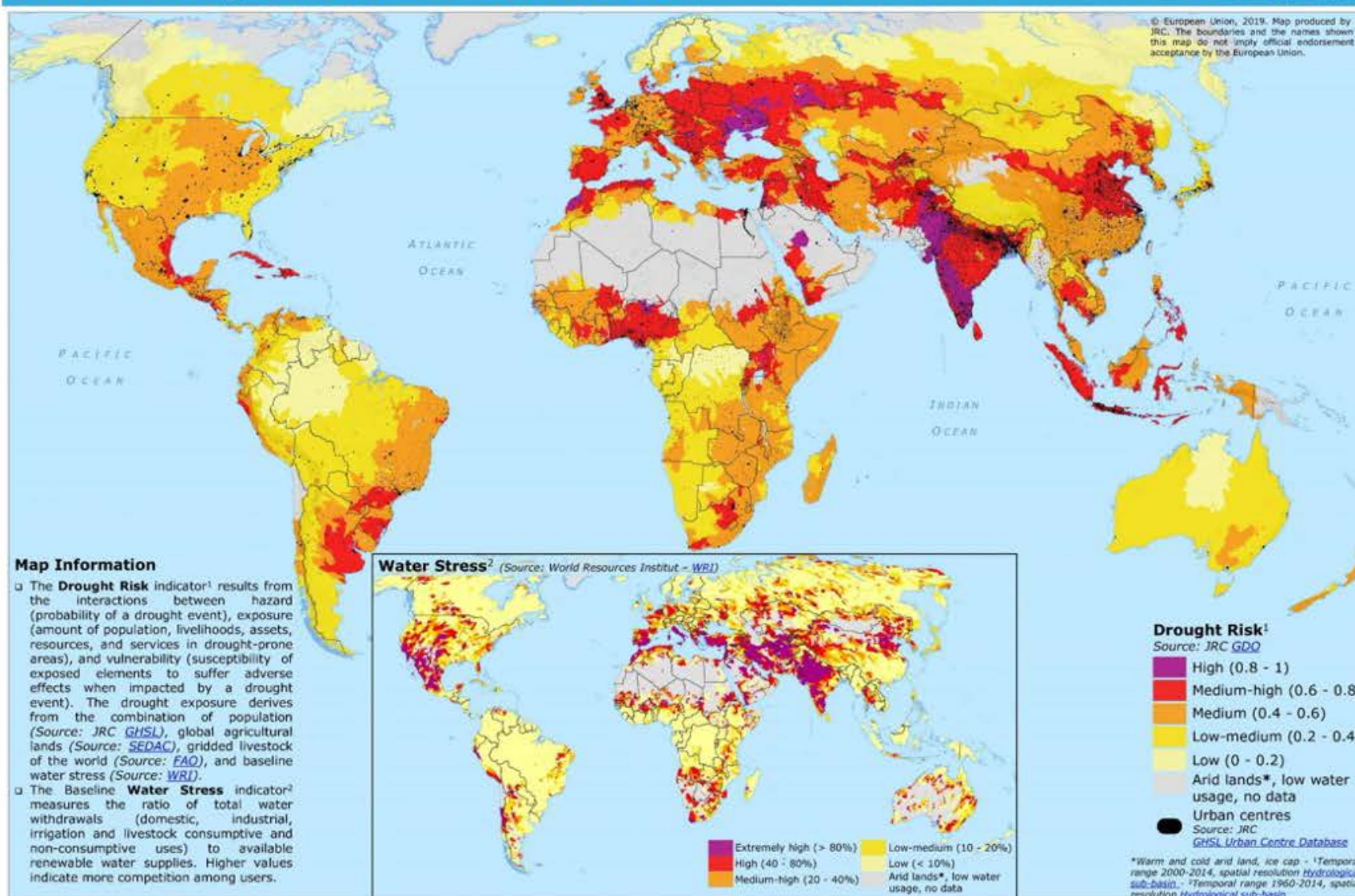
A fokozatosan kialakuló természeti katasztrófa súlyosbíthatja az élelmiszerhiányt, növelheti a betegségek terjedésének kockázatát, valamint jelentős gazdasági és társadalmi problémákat okozhat. Az aszály különösen veszélyes azokra a közösségekre, amelyek nagymértékben függenek a mezőgazdasági termeléstől és a helyi vízforrásoktól.

Az éghajlatváltozás hatására az aszályok gyakorisága és intenzitása fokozódik. A hőmérséklet globális emelkedése jelentősen befolyásolja az aszályok kialakulásának körülményeit. A száraz területek egyre szárazabbá válnak, míg a nedvesebb régiókban a csapadéeloszlás egyenlőtlené válhat. A melegebb éghajlat miatt a talaj nedvessége gyorsabban elpárolog, ami fokozza az aszály

kockázatát és meghosszabbítja annak időtartamát.

Becslések szerint világszerte évente 55 millió ember érintett az aszály következményeiben. Az aszály okozta élelmiszertermelés-csökkenés veszélyezteti a lakossági ellátást, növeli a betegségek és alultápláltság kockázatát, valamint hozzájárulhat a tömeges migrációhoz. A vízhiány már most a világ népességének 40 százalékát érinti, és 2030-ra akár több millió ember is kénytelen lehet elhagyni lakóhelyét az aszály következményei miatt.

Global Drought Risk and Water Stress



Aszály – egészségkockázatok

- Az aszály következtében fellépő víz- és élelmiszerhiány komoly veszélyt jelent az érintett lakosság számára, növelve a betegségek és a halálozás kockázatát. Az egészséghatások lehetnek akutak és krónikusak is, többek között:
 - Alultápláltság, amely az élelmiszerhiány következménye, beleértve a mikrotápanyaghiányt, és az ezzel összefüggő betegségeket, például a vashiányos vérszegénységet.
 - Fertőző betegségek fokozott kockázata, mint a kolera, hastífusz és TBC, amelyeket az elégtelen vízellátás, a rossz higiéniai körülmények és a lakóhelyüket elhagyni kényszerült emberek mozgása segíthet elő.
 - Pszichoszociális stressz és mentális problémák, amelyek az életkörülmények romlásából, a megélhetés elvesztéséből és a jövővel kapcsolatos bizonytalanságokkal függenek össze.
 - Az egészségügyi szolgáltatások elérhetőségének korlátozottabbá válása, amelyet a vízhiány, az anyagi források szűkössége vagy az egészségügyi dolgozók elvándorlása okozhat.
- Ezen túlmenően az aszály hozzájárulhat a levegő minőségének romlásához, növelve az erdőtüzek és porviharok gyakoriságát, amelyek különösen veszélyesek a légzőszervi betegségekben szenvedők számára.

https://www.who.int/health-topics/drought?gclid=Cj0KCQjwu-KIBHCSARIsAPztUF3i7krKNNuckPiSoh5gocw9gdNKGiWNlyl4UusHYci4JgM67TdF8QaAjbIEALw_wcB#tab=tab_1

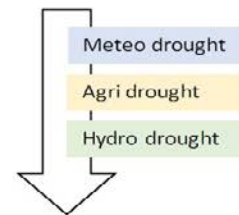
Erasmus+ Higher education

ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

 European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az aszályal kapcsolatos egészségkockázatok és az alkalmazkodási stratégiák



Pathways / controls	Potential interventions
Atmospheric pollution	Use of relationships between atmospheric patterns and weather extremes for prediction and early warning.
Occurrence of wildfires	Land use control including soil water content monitoring.
Food insecurity	Local interventions focused on increasing the nutritional diversity of agricultural systems.
Social isolation, altered community structures	Strengthening of community support and resources.
Impaired sanitation and hygiene	Construction/capacity increase/maintenance of water supply & sewage systems.
Water contamination	Educational activities on water saving and monitoring + systematic case reporting and communication.
Availability of aquatic habitats suitable for disease vectors	Wetland management (and surveillance systems for large-scale data collection).

Beltrame és mtsai. Az aszály és az egészség közötti útvonalak megértése a WHO európai régiójában - ludovica.beltrame@bristol.ac.uk

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az előre megtervezett felkészülési és alkalmazkodási intézkedésekkel az aszályos időszakok negatív egészség hatásai és társadalmi következményei csökkenthetők.

Az aszályal kapcsolatos egészségkockázatok és az alkalmazkodási stratégiák

Az aszály súlyos hatással lehet az egészségre, különösen a víz- és élelmiszerhiány miatt. Az érintett közösségek számára elengedhetetlen a megfelelő felkészülés és az alkalmazkodási stratégiák kidolgozása a káros következmények csökkentése érdekében. A alkalmazkodási stratégiák lehetnek:

- Vízgazdálkodás javítása: hatékony víztárolási és újrahasznosítási rendszerek kialakítása a vízhiány csökkentése érdekében.
- Mezőgazdasági ellenálló képesség növelése: aszálytűrő növények termesztése és fenntartható öntözési módszerek alkalmazása.

- Közegészségügyi intézkedések: az alultápláltság és a fertőző betegségek megelőzésére szolgáló programok bevezetése, valamint az egészségügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférés biztosítása.
- Közösségi tudatosság növelése: Oktatási kampányok és tájékoztatás a víztakarékossági intézkedésekről és az egészségvédelmi lehetőségekről.
- Pszichoszociális támogatás biztosítása: az érintett lakosság mentális egészségének védelme érdekében stresszkezelési és közösségi támogatási programok szervezése.

Aszály és migráció

- A hosszan tartó aszály miatt sok ember kényszerül elhagyni otthonát, mivel a víz- és élelmiszerforrások kimerülnek. Ez leginkább száraz és félszáraz területeken fordul elő, ahol a mezőgazdasági termelés csökkenése megélhetési válsághoz vezethet.
- Az aszály okozta migráció nemcsak az érintett közösségekre van hatással, hanem a befogadó területeken is társadalmi és gazdasági kihívásokat eredményezhet. A migráció növeli a túlzsúfoltságot, az egészségkockázatokat és a fertőző betegségek terjedésének esélyét.
- Az elvándorlás mentális egészségproblémákat is okozhat a lakóhely, a közösségi kapcsolatok és a stabil élet elvesztése miatt. A migránsok számára kulcsfontosságú a megfelelő egészségügyi ellátás, valamint a szociális és pszichológiai támogatás biztosítása, hogy csökkentsék az alkalmazkodásból fakadó nehézségeket.

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az aszály miatti migráción túl számos más, az éghajlatváltozáshoz köthető természeti katasztrófa – például árvizek, viharok vagy földrengések – is arra kényszerítheti az embereket, hogy elhagyják otthonaikat. A statisztikák szerint 2008 óta évente átlagosan 26,4 millió ember kényszerült lakóhelyváltásra klímakatasztrófák miatt. Jelenleg a legtöbben az országuk határain belül találnak új otthont, de a nemzetközi éghajlati migráció egyre nagyobb kihívást jelenthet a jövőben.

A klímamigráció új egészségkockázatokat vet fel. A célországok infrastruktúrája és egészségügyi rendszere gyakran nincs felkészülve a hirtelen megnövekedett népesség ellátására, ami túlzsúfoltságot, erőforráshiányt és társadalmi feszültségeket eredményezhet.

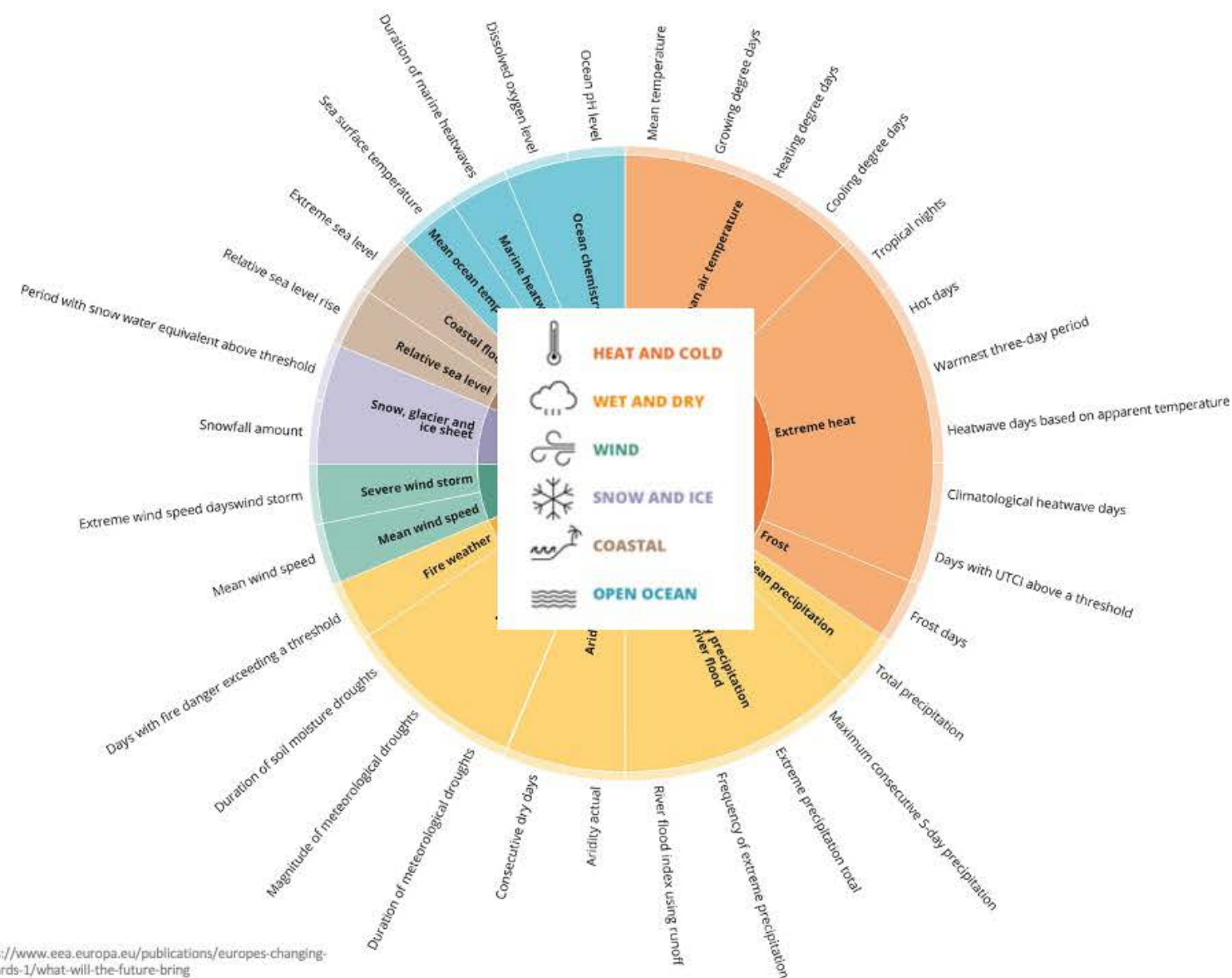
A klímamenekültek gyakran rossz egészségi állapotban érkeznek a célországba, kimerülten vagy sérülten, esetleg fertőző betegségekkel. Ezért kulcsfontosságú, hogy a befogadó országok biztosítsák számukra a szükséges egészségügyi ellátást és támogatást az új környezethez való alkalmazkodás megkönnyítése érdekében.

Aszály és migráció

Főbb egészségkockázatok a klímamigrációval összefüggésben:

- Fertőző betegségek, például tuberkulózis vagy HIV, amelyek előfordulási aránya eltérhet a származási és a befogadó országokban.
- Trópusi betegségek, mint a malária vagy a dengue-láz, amelyek felismerése és kezelése nehezebb lehet olyan országokban, ahol ezek ritkán fordulnak elő.
- Diagnosztikai kihívások, mivel egyes betegségek eltérő tüneteket mutathatnak a különböző etnikai csoportoknál.
- Pszichológiai és fizikai kimerültség, amelyet a hosszú és gyakran veszélyes migrációs útvonalak okoznak.
- A befogadó országok felelőssége, hogy megfelelő egészségügyi ellátást és támogatást biztosítsanak a migránsok számára, ezzel segítve beilleszkedésüket és csökkentve az egészségkockázatokat.

Szélsőséges időjárási események



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

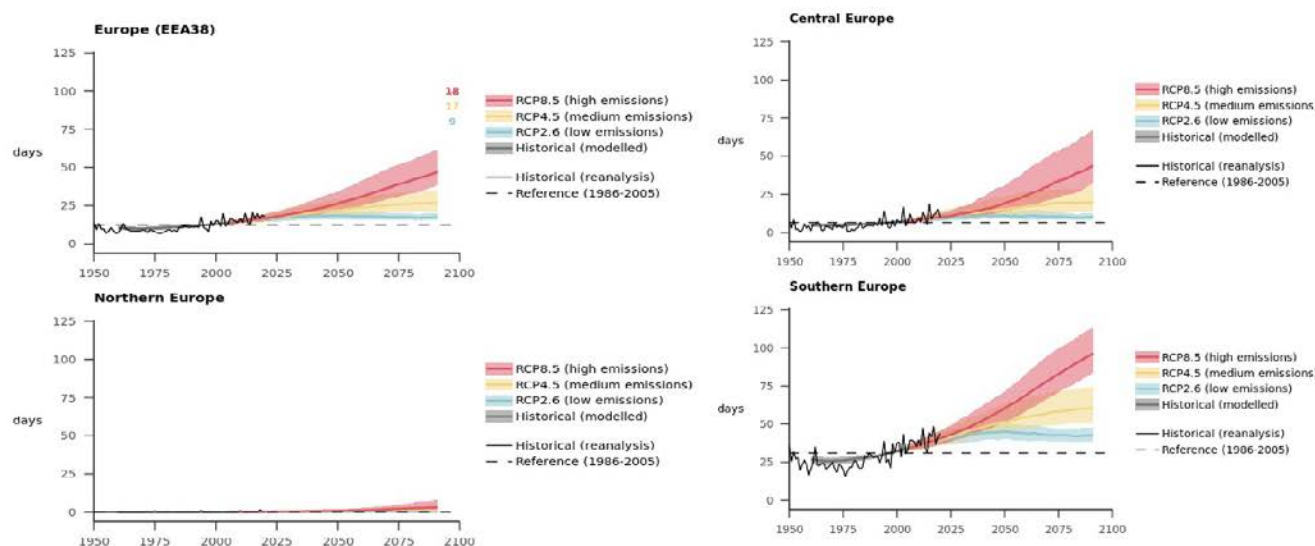
CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Reprezentatív Koncentrációs Útvonal (RCP)

- A reprezentatív koncentrációs útvonalak (RCP) az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátására és koncentrációjára vonatkozó, valamint a földhasználati változásokra vonatkozó különböző lehetséges forgatókönyveket fogalmazzák meg a 21. századra. Az egyes forgatókönyvek tartalma és az előre vetített jövőkép attól függ, hogy az emberiség milyen mértékben csökkenti a környezetre káros kibocsátásokat a következő évtizedekben.
- Az egyes RCP forgatókönyvek fő jellemzői a következők:
 - **RCP 2.6:** erőteljes kibocsátáscsökkentést feltételező forgatókönyv, amely a globális felmelegedés jelentős mérséklődését feltételezi.
 - **RCP 4.5 és RCP 6.0:** közepes kibocsátási forgatókönyvek, amelyek lassabb, de folyamatos éghajlatváltozást vetítenek előre.
 - **RCP 8.5:** a legmagasabb kibocsátási forgatókönyv, amelyet a jelenlegi kibocsátási trendek változatlan folytatódását feltételezve extrém globális felmelegedést prognosztizál.
- A különböző kibocsátási pályák eltérő következményekkel járnak az éghajlatra és az emberi egészségre, ezért a fenntartható technológiai megoldások bevezetése kulcsfontosságú a káros hatások csökkentése érdekében.

Az évenkénti meleg napok várható száma Európában régiók szerint



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Meleg és hideg időjárási szélsőségek

Európa-szerte a levegő napi középhőmérséklete folyamatosan emelkedik, ami a meleg és hideg időjárási szélsőségek gyakoriságának és intenzitásának változását eredményezi. A hőmérsékleti szélsőségek várható hatásai a következők lehetnek:

- A forró időszakok gyakoribbá válnak: az egyre gyakoribb és hosszabb hőhullámok súlyos egészségkockázatot jelentenek, különösen az idősekre, a krónikus betegségekkel élőkre és a városi lakosságra nézve.
- A fagyos napok száma csökken: A hideg időszakok rövidülése mérsékelheti a téli halálozási arányokat, de egyes ökoszisztémák

és mezőgazdasági rendszerek számára kihívásokat jelenthet.

- A városi hősziget-hatás felerősödik: a sűrűn beépített területeken a beton és aszfalt tárolja és visszasugározza a napsugárzás hőjét, ami tovább fokozza a hőexpozíciót.
- Energiaigény megváltozik: a nyári időszakban a hűtési igények növekedése, míg a téli időszakban a fűtési szükséglet csökkenése befolyásolja az energiafogyasztás eddigi jellemzőit.

Az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése és az alkalmazkodási stratégiák kidolgozása elengedhetetlen a lakosság védelme és a gazdasági hatások minimalizálása érdekében.

Meleg és hideg időjárási szélsőségek

Az átlaghőmérséklet növekedése közvetlen és közvetett hatásokkal jár számos ágazatra, beleértve a mezőgazdaságot, az infrastruktúrát és az energiaellátást.

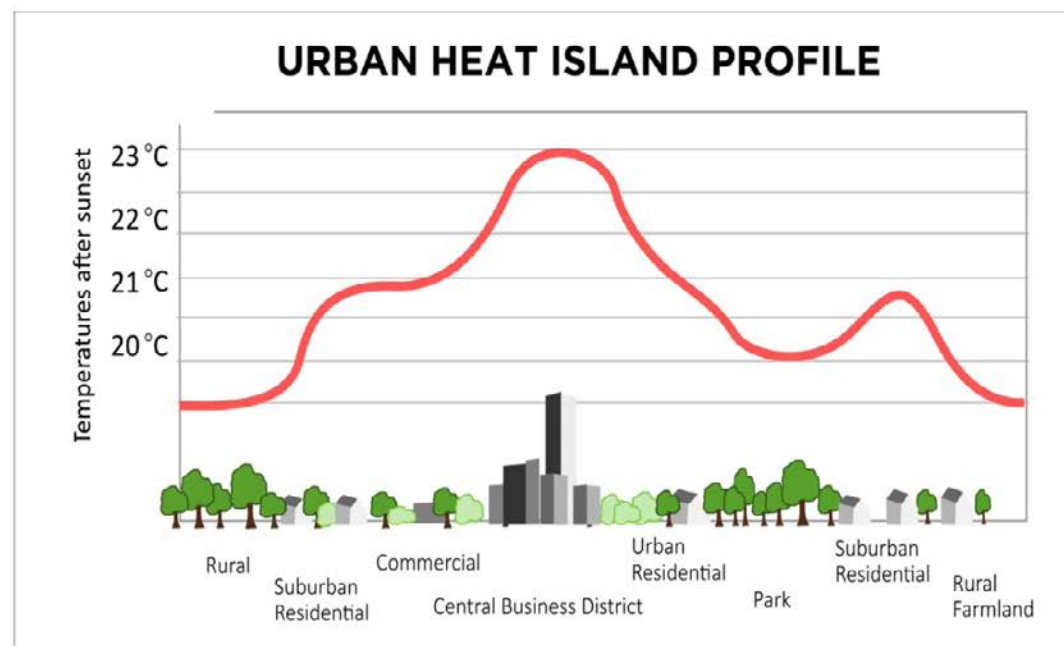
- Mezőgazdaság és erdőgazdálkodás: a hosszabb vegetációs időszak egyes növények számára kedvező lehet, ugyanakkor a hőstressz, az aszályok és az extrém időjárási események csökkenthetik a terméshozamot. Az erdőtüzek kockázata is növekszik.
- Infrastruktúra és épített környezet: a magas hőmérséklet és a fokozott páratartalom károsíthatja az épületeket és az utak burkolatát, növelve a karbantartási költségeket.
- Energiaigény: a melegedő éghajlat miatt nő a hűtési igény, míg a fűtési szükséglet csökken. Ez átrendezi az energiafelhasználási mintákat, és kihívásokat jelent az energiahálózatok számára.
- Egészségkockázatok: a hőhullámok súlyosbíthatják a meglévő egészségproblémákat, különösen az idősek és a krónikus betegségekkel élők esetében.

A változásokhoz való alkalmazkodás érdekében elengedhetetlen a megfelelő várostervezés, az energiahatékonyság növelése és az extrém időjárási eseményekre való felkészülés.

Városi hősziget

A városi környezetben a beton, az aszfalt és az egyéb mesterséges felületek több hőt nyelnek el és sugároznak vissza, mint a mesterséges burkolattal nem fedett területek.

Az emberi tevékenységek – például a közlekedés és az ipari termelés – tovább növelik a környezeti hőmérsékletet, ami a városi hősziget-hatás kialakulásához vezet.



Forrás: Royal Meteorological Society, UK, [www.metlink.org/fieldwork/resource/urban heat island introduction/](http://www.metlink.org/fieldwork/resource/urban%20heat%20island%20introduction/)

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- légszennyezettség növekedése, amely légzőszervi betegségeket válthat ki vagy súlyosbíthat;
- mentális egészségi problémák, például szorongás és alvászavarok.

→ A városi hőszigetek nemcsak az emberekre, hanem a környezetre is hatással vannak. A magasabb környezeti hőmérséklet miatt a légkondicionáló berendezések megnövekedett intenzitású használata növeli az energiafelhasználást, ami tovább súlyosbítja a légszennyezést és mindez hozzájárul az éghajlatváltozás folyamatának erősödéséhez.

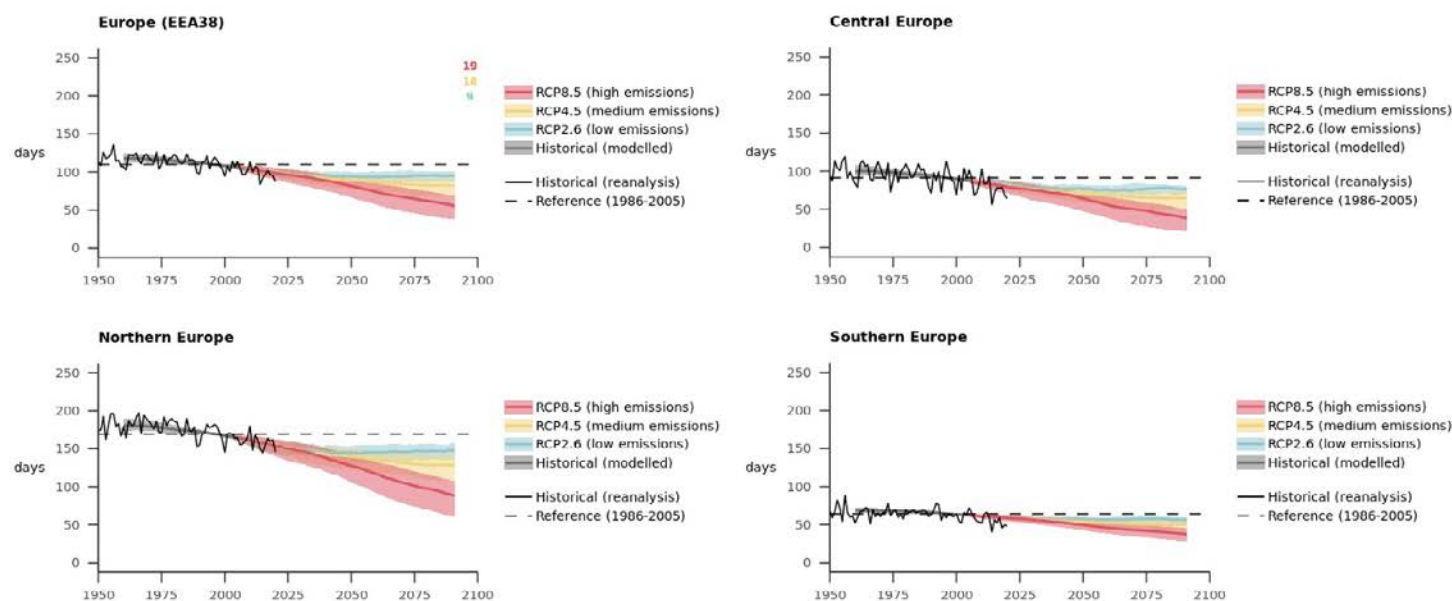
A városi hősziget-hatás jellemzői:

- A városi területek jelentősen melegebbek lehetnek, mint a környező vidéki térségek.
- A legnagyobb hőmérséklet-különbség általában éjszaka és szélcsendes időben figyelhető meg.
- A fokozott hőmérsékletnövekedés különösen a nyári hónapokban jelent komoly problémát, növelve a hőstressz és a hőexpozícióval összefüggő egyéb egészségkockázatokat.

Városi hősziget-hatás és az egészségkockázatok

- A városi hősziget-hatás jelentős egészségkockázatokat hordoz, mivel fokozza a hőhullámok hatásait, különösen a veszélyeztetett társadalmi csoportok, például az idősek, a krónikus betegségekkel élők és az alacsony jövedelmű egyének és családok esetében.
- A városi hősziget-hatás jellemző egészségkockázatai:
 - hőséguta és hőkimerültség fokozott kockázata;
 - szív- és érrendszeri betegségek súlyosbodása;

Évenkénti fagyos napok várható száma Európában régiók szerint



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

- A fagyos napok számának csökkenése Európa különböző ágazataira eltérő hatással van, amelyet az éghajlatváltozás tovább fokozhat. E változás lehetséges következményei a következők lehetnek:
- Mezőgazdaság: a hosszabb vegetációs időszak előnyös lehet egyes növények számára, de a kártevők és betegségek könnyebb túlélése miatt nőhet a terméshozam ingadozása. A tavaszi fagyok továbbra is veszélyeztethetik a korán virágzó növényeket.
- Ökoszisztémák: az enyhébb telek befolyásolhatják a természetes élőhelyeket, különösen azokat, amelyek hideghez alkalmazkodott fajoknak adnak otthont.

Egyes állatfajok túlélése veszélybe kerülhet, míg mások elterjedhetnek új régiókban.

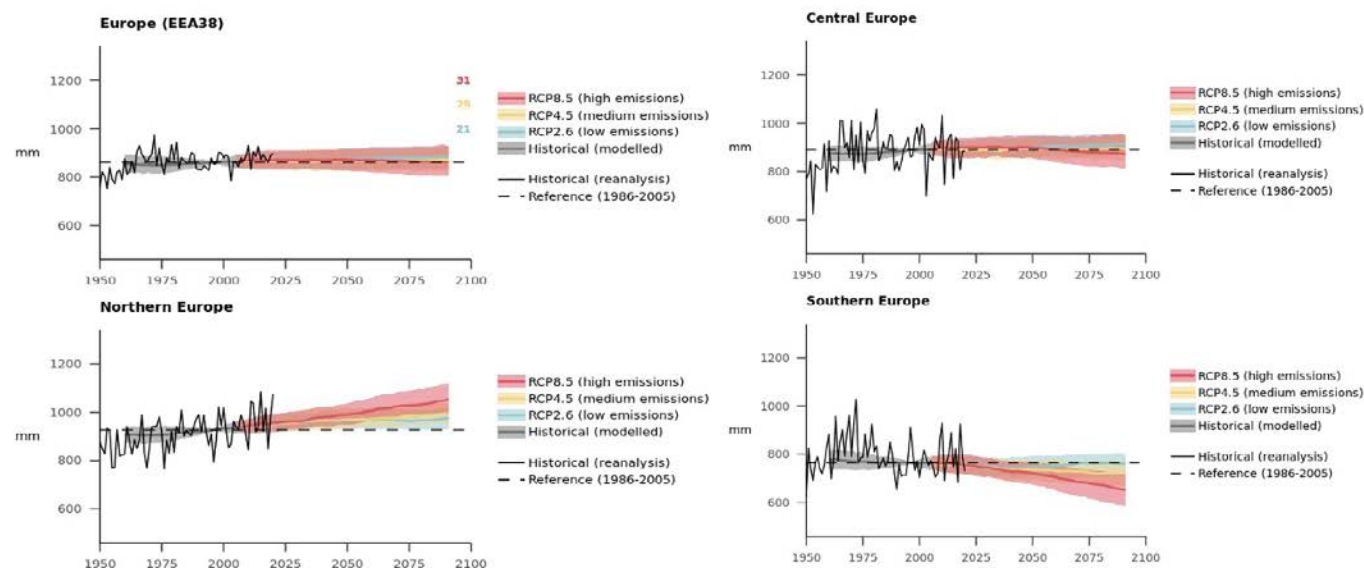
- Energiafelhasználás: a fűtési igény csökkenése mérsékelheti az energiafogyasztást télen, ugyanakkor a nyári hűtési igény növekedése ellensúlyozhatja ezt a hatást.
- Egészségkockázatok: a csökkenő téli hideg miatt mérséklődhetnek a hideg időjárással összefüggő halálesetek, de az enyhe telek elősegíthetik a vírusos betegségek terjedését, amely miatt az ezekkel a betegségekkel kapcsolatos mortalitás növekedhet.

Európában a gyümölcs- és zöldségtermesztést különösen érzékenyen érinti a fagy. Bár a fagyos napok száma összességében csökken, a vegetációs időszak kezdetének korábbra

tolódása növelheti a növekedési időszakban a fagykár kockázatát. A fagy megjelenésének időbeni változása jelentős hatással lehet a szezonális mezőgazdasági munkákra és a termesztési ciklusokra. Például a késő tavaszi fagyok súlyos károkat okozhatnak a gyümölcsfákban éppen a betakarítás előtt, míg bizonyos növényfajok esetében a téli fagy elengedhetetlen a virágzás elősegítéséhez.

A fagykár csökkentheti a friss zöldségek és gyümölcsök rendelkezésre állását, mivel ezek a termények különösen érzékenyek a fagypont alatti hőmérsékletre. Mindez a kínálat csökkenéséhez vezethet, ami befolyásolja az étrend változatosságát és tápértékét, hosszú távon pedig egészségkockázatot jelenthet. A csökkenő terméshozam és a termés kiesések miatt megnövekedő kereslet áremelkedéshez vezethet, ami különösen az alacsony társadalmi státuszú csoportok számára nehezítheti a megfelelő minőségű és tápanyagban gazdag élelmiszerekhez való hozzáférést.

Az éves csapadék várható mennyisége Európában régiók szerint



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás hatására az évi csapadék mennyisége várhatóan jelentősen változni fog Európa különböző régióiban és évszakaiban.

→ Észak-Európa: az előrejelzések szerint az éves csapadék mennyisége növekedhet, különösen a heves esőzések száma emelkedhet, míg az aszályok egyre ritkábbá válhatnak. A nyári csapadékmennyiség változása kiszámíthatatlan maradhat, míg az árvizek kockázata növekedhet.

→ Közép-Európa: a nyári időszakban várhatóan kevesebb csapadék hullik, miközben az időjárási szélsőségek – például erős viharok, folyami árvizek és aszályok – egyre gyakoribbá válhatnak. Az éves csapadékmennyiség változása térségenként eltérő lehet.

→ Dél-Európa: az éves és a nyári csapadékmennyiség csökkenése valószínű, miközben az aszályok és a tűzveszély egyre súlyosabb problémát jelenthetnek. Ugyanakkor a szélsőséges esőzések és a folyók áradásai is előfordulhatnak, amely helyzetek fokozhatják a vízgazdálkodási problémákat.

Villámárvizek

A villámárvizek gyors lefolyású, intenzív esőzések következtében alakulnak ki. Az árvizek rövid idő alatt nagy mennyiségű vizet zúdítanak le egy adott területen.

A városi környezetben kialakuló villámárvizek főként a nem megfelelő vízvezetés és az áthatolhatatlan burkolt felületek miatt alakulnak ki.

A városi villámárvizek megelőzése érdekében alapvető fontosságú a megfelelő csapadékvíz-elvezető rendszerek kiépítése, a vízáteresztő utcaburkolatok alkalmazása és a lakosság tájékoztatása a kockázatokról.



Brusselstimes.com, Árvizek Liège-ben, Belgium, 2021

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az utak, tetők, parkolók és járdák csökkentik a csapadék természetes elszívargását, így a víz gyorsan felgyülemlik, és jelentős károkat okozhat. Főbb veszélyek:

- A víz alatti akadályok, például járdaszegélyek, lépcsők vagy törmelékek növelik a botlás és csúszás kockázatát.
- A vízáradat magával sodorhatnak éles tárgyakat, üveg- és fémdarabokat, amelyek sérüléseket okozhatnak.
- A gyorsan áramló víz súlyosabb balesetekhez, akár fulladáshoz is vezethet.

A városi árvizek nemcsak anyagi károkat okozhatnak, hanem komoly egészségkockázatot is jelentenek a lakosság számára. Az elárasztott területeken a szennyezett víz, a sérülésveszély és a fertőzések terjedése fokozott problémát jelenthet.

Városi árvizek – egészségkockázatok

A főbb egészségkockázatok a következők:

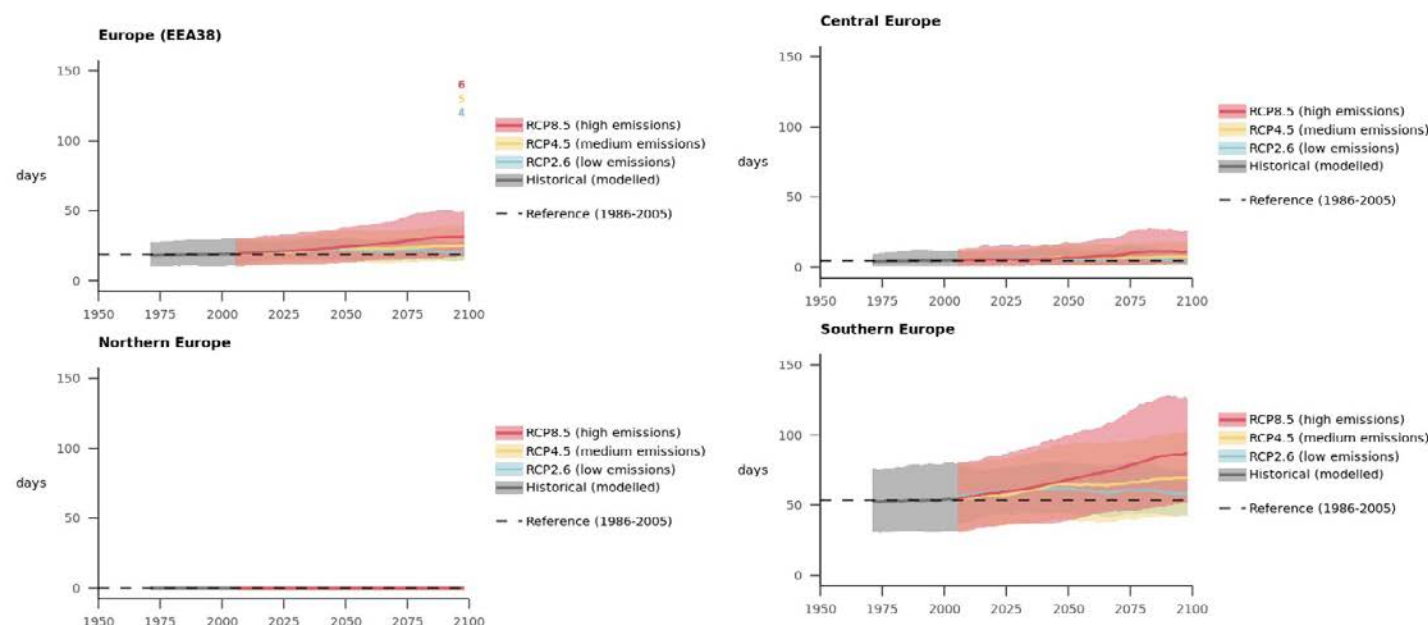
- Sebfertőzések és bőrproblémák: a villámárvizek szennyezett vizével való érintkezés növeli a sebfertőzések, dermatitisz és kötőhártyagyulladás kockázatát.
- Légzőszervi betegségek: az árvíz utáni párás környezet kedvez a penész és más allergén anyagok elszaporodásának, ami légúti problémákat okozhat.
- Mechanikai sérülések: az elárasztott utcák rejtett veszélyeket hordozhatnak, például kiálló éles tárgyakat, amelyeken vágásos vagy szúrt sebek keletkezhetnek.



Forrás: www.galvnews.com/news/free/flash-flood-warning-ends-rain-to-continue/article_9d9f8462-c052-5c4a-9afe-4b3677c65221.html

A villámárvizek vize gyakran keveredik szennyvízzel, amely fertőző betegségek kórokozóit, például E. coli baktériumokat vagy hepatitis A vírust tartalmazhat. A szennyezett esővíz elszennyezheti a lakóterületeket fokozva a járványveszélyt.

A fokozottan tűzveszélyes napok várható éves száma Európában régiók szerint



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Száraz időszakok

Az előrejelzések szerint a száraz időszakok Európa különböző régióiban eltérő intenzitással jelentkeznek: Dél-Európában az aszályok hosszabb ideig tarthatnak, akár 40 napig is, míg Észak- és Közép-Európában átlagosan 20 napos száraz időszakok lehetnek a jellemzők. Az egymást követő száraz napok maximális éves száma Európa-szerte az 1980-as évek óta viszonylag állandónak tekinthető.

A jövőben Észak-Európában várhatóan nem lesz jelentős változás sem a száraz időszakok gyakoriságában, sem az időtartamában. Közép-Európában a száraz időszakok időtartamának változását tekintve körülbelül 5 napos növekedés, míg Dél-Európában, akár 15 napos emelkedés várható – az RCP 8.5 forgatókönyv

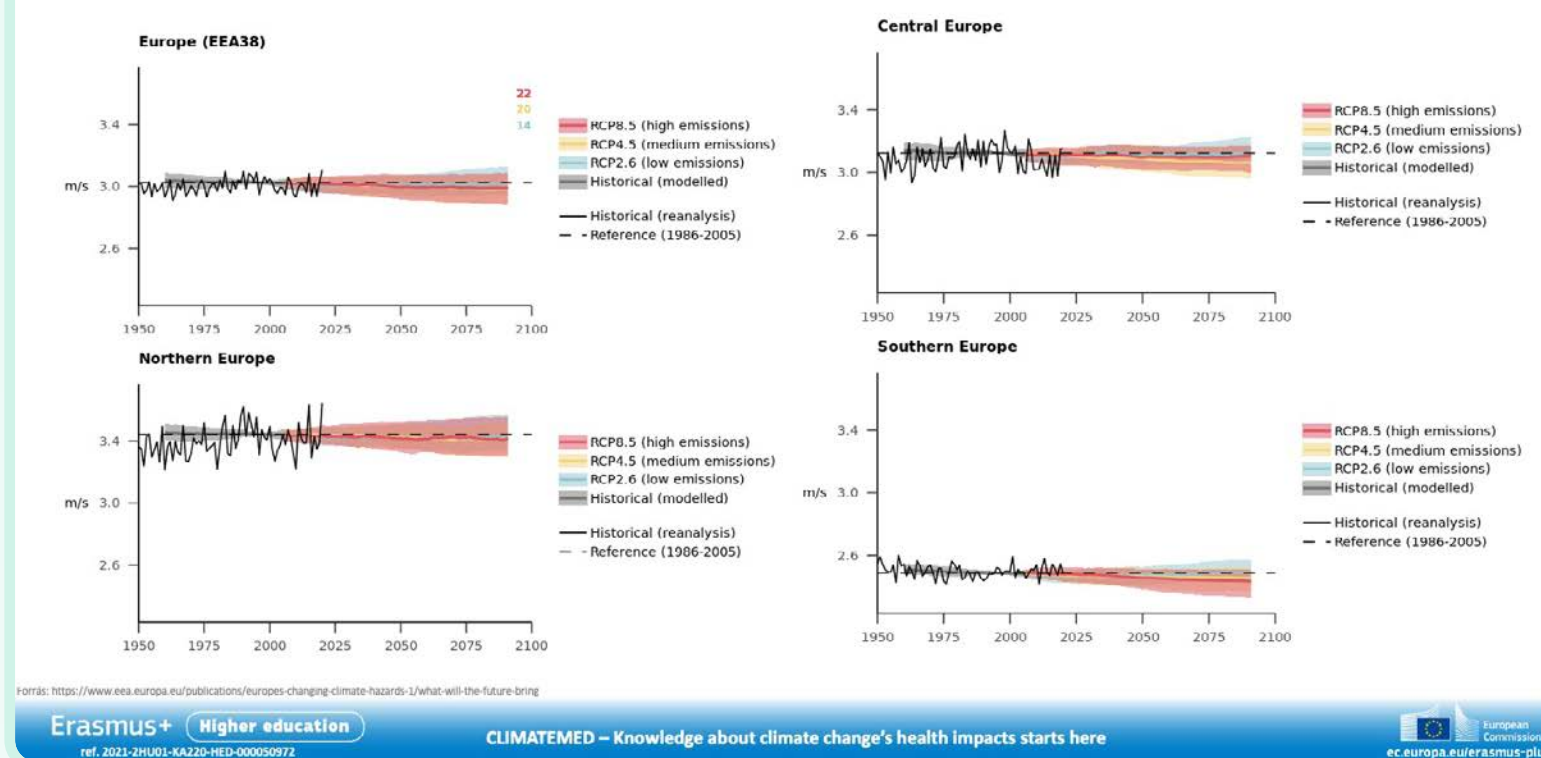
szerint. Az aszály egyre nagyobb kihívást jelent a vízellátás, a mezőgazdaság és az ökoszisztémák számára, ezért elengedhetetlen a fenntartható vízgazdálkodási és alkalmazkodási stratégiák kidolgozása.

Fokozottan tűzveszélyes napok számának növekedése Európában

Az előrejelzések szerint a fokozottan tűzveszélyes napok száma Európában növekedni fog, különösen a magasabb kibocsátási forgatókönyvekben szereplő becslések szerint. A tűzveszélyes napok számát illetően a legnagyobb növekedést Dél-Európában prognosztizálják, ahol a száraz és forró időjárás egyre kedvezőbb feltételeket

teremt az erdőtűzek kialakulásának. Közép-Európában tűzveszélyes napok számát illetően szintén növekedés várható, bár kisebb mértékben mint a kontinens déli részén. Észak-Európában az erdőtűzek előfordulása várhatóan továbbra is ritkább marad, annak ellenére, hogy az elmúlt években néhány jelentős tüzeset e régióban is történt. A tűzveszélyt befolyásoló tényezők közé tartozik a hőmérséklet emelkedése, a csapadékhiány és a száraz időszak meghosszabbodása.

A szélesebbesség várható változása Európában régióként



- Az átlagos szélesebbesség kulcsfontosságú tényező a szélenergia-termelés és az időjárási szélsőségek szempontjából. Még a kisebb változások is jelentős hatással lehetnek a megújuló energiaforrások rendelkezésre állására, az ipari termelésre és az emberek mindennapjaira.
- Az éves átlagos szélesebbesség jellemzően magasabb marad Észak-Európában és a partvidéki térségekben, míg Dél-Európában és a szárazföld belsejében alacsonyabb értékek várhatók.
- A viharok intenzitása valószínűleg növekedni fog Európa-szerte, bár a gyakoriságuk régióként eltérően alakulhat.

- Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) jelentése szerint a szélesebbesség csökkenése várható Dél- és Észak-Európában.
- A szélenergia-iparnak alkalmazkodnia kell ezekhez a változásokhoz, hogy a szélenergia továbbra is megbízható és hatékony energiaforrás maradjon.

A havazás gyakoriságának és a hőmennyiségnek a változása

- Az éves havazás mennyisége és a hótakaró kiterjedése már jelenleg is Európa-szerte csökkenő tendenciát mutat, különösen az tengerszint felett alacsonyabban fekvő területeken.
- Közép- és Dél-Európa tengerszint felett alacsonyabban fekvő régióiban a havazás gyakorisága és a hó mennyisége a következő évtizedekben jelentősen visszaeshet, egyes területeken akár teljesen el is tűnhet.
- Észak-, Nyugat- és Kelet-Európában a hószezon egyre rövidebbé válik, elsősorban a korábban kezdődő tavaszi hóolvadás miatt.
- Az előrejelzések szerint a hótakaró fennmaradásának időtartama a század végére több mint 100 nappal is lerövidülhet egyes régiókban.
- A havazás gyakoriságának és a hőmennyiségnek a csökkenése hatással van a vízkészletekre, a mezőgazdaságra, az ökoszisztémákra és a téli turizmusra, ezért fontos az érintett ágazatok alkalmazkodási stratégiáinak kidolgozása.

→ A hőmennyiség csökkenése és a rövidülő hószezon Európa számos régiójában jelentős társadalmi, gazdasági és környezeti következményekkel jár.

→ Vízellátás: a kevesebb havazás és a gyorsabb hóolvadás befolyásolja a vízkészleteket, különösen azokban a régiókban, ahol a hóolvadásból származó víz kulcsszerepet játszik ivóvíz-forrásként és az öntözőrendszerek üzemeltetése tekintetében.

→ Mezőgazdaság: a hó mennyiségének csökkenése és az egyenetlenebb vízellátás növelheti az aszályok kockázatát, ami kihívást jelenthet a mezőgazdasági termelők számára.

→ Ökoszisztémák: a rövidebb havas időszak megváltoztathatja az élővilág szezonális ciklusait, veszélyeztetve egyes hideghez alkalmazkodott fajok fennmaradását.

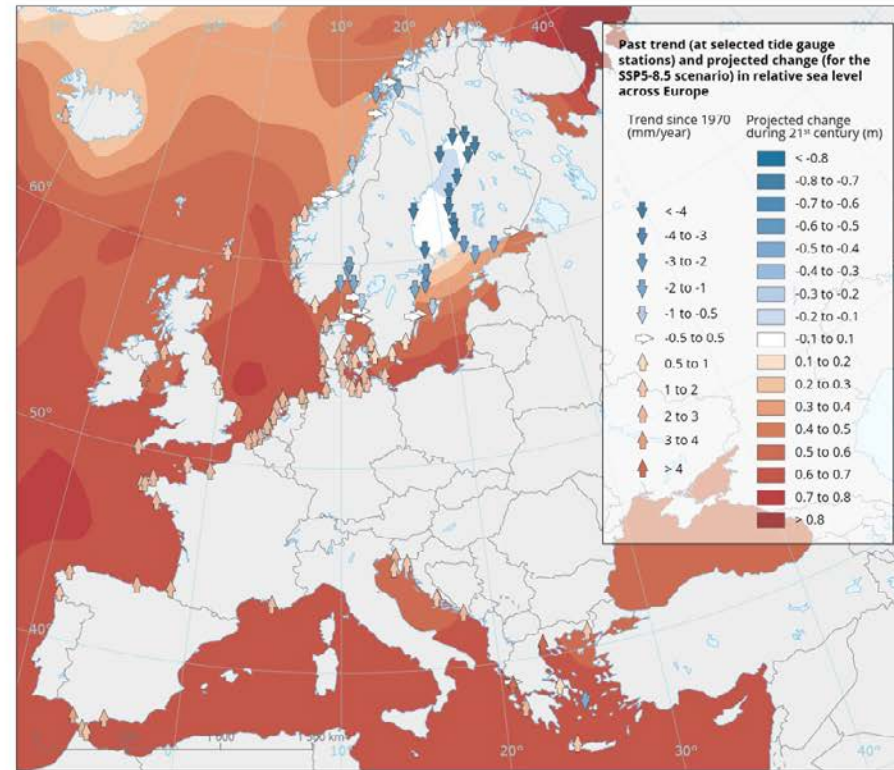
→ Turizmus: a téli sportokra épülő turizmus feltételeinek, különösen az alacsonyabb hegyeken található síközpontokat tekintve, rendelkezésre állása egyre bizonytalanabbá válnak, ami gazdasági visszaesést eredményezhet az érintett régiókban.

A tengerszint várható alakulása Európában

Az előrejelzések szerint a század végére a relatív tengerszint több tíz centiméterrel is növekedhet.

Az Északi-tenger térségében az emelkedés üteme gyorsabb lehet, míg a Földközi-tenger partvidékén az emelkedés és a part menti süllyedés együttes hatása növelheti az árvíz kockázatot.

Az ábrán látható nyilak a tengerszint relatív változását mutatják a kiválasztott európai árapály mérőállomásokon 1970 óta.



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

→ Tengeri ökoszisztémák változása: a vízhőmérséklet emelkedése befolyásolja a tengeri élővilágot, módosítva a fajok elterjedését és a biológiai sokféleséget.

→ Légköri hatások: a melegebb óceánok több vizgőzt bocsátanak a légkörbe, ami befolyásolhatja az időjárási rendszereket mind a tengeren, mind a szárazföldön.

→ Egészségi és gazdasági kockázatok: a part menti vizek felmelegedése algavirágzást és bizonyos baktériumok fokozott szaporodását idézheti elő, amelyek károsíthatják a tengeri élővilágot, veszélyt jelenthetnek az emberi egészségre, és negatívan befolyásolhatják a turizmust és a halászatot.

→ Óceáni savasodás: az európai tengerek kémiai összetétele is változik, egyre savasabbá válik, ami hosszú távon káros hatással lehet a korallokra, a kagylókra és más tengeri élőlényekre.

Az óceánok felmelegedésének mérséklése érdekében elengedhetetlen az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése.

Az elmúlt évszázadban a globális tengerszint-emelkedés átlagosan évi néhány milliméter volt, de az emelkedés üteme az utóbbi években felgyorsult.

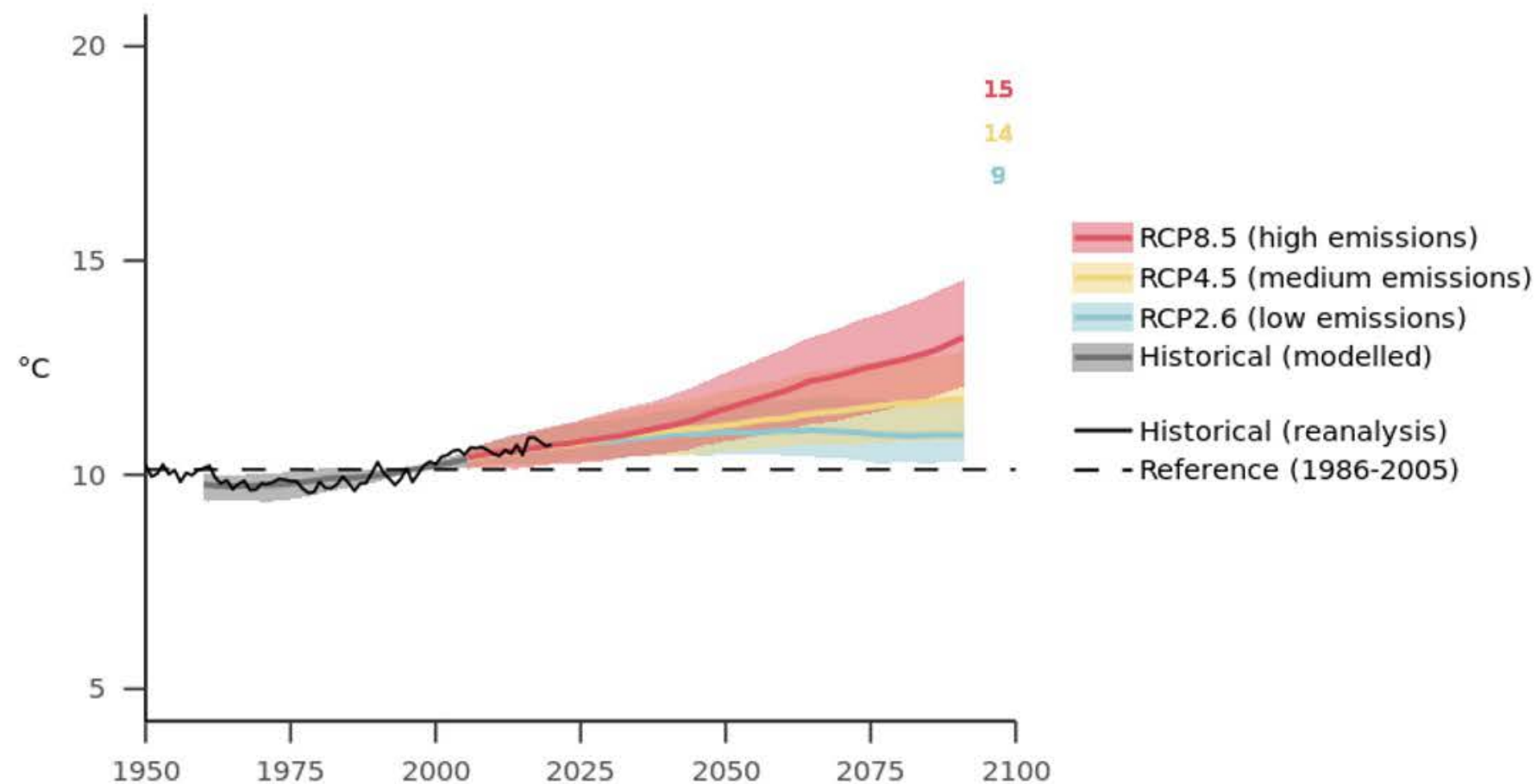
Európa lakosságának több mint egyharmada part menti területeken él, ahol az emelkedő tengerszint egyre nagyobb éghajlati veszélyt jelent. Az alacsonyan fekvő országok, szigetek és közösségek már tapasztalják ennek negatív hatásait. A magasabb tengerszint és az erősödő viharhullámok veszélyeztetik az ingatlanokat, az infrastruktúrát és az emberi életet.

A part menti erózió felgyorsulhat, míg a sós víz beszivárgása elszennyezheti a felszíni és felszín alatti vízkészleteket, ami hatással van a mezőgazdaságra és az ökoszisztémákra.

Az emberi tevékenységek, például a talajvíz kitermelése és az építkezések okozta talajtömörödés tovább súlyosbíthatják a helyi tengerszint-emelkedést. A tengerszint emelkedése nemcsak a part menti területek védelmét teszi szükségessé, hanem az infrastruktúra – például a közlekedési és energiagazdálkodási rendszerek – megerősítését is.

Az előrejelzések szerint Európa regionális tengerein a tengerfelszín hőmérséklete tovább emelkedik, és ezzel párhuzamosan gyakoribbá és intenzívebbé válnak a tengeri hőhullámok.

Az óceánok és tengerek felszíni hőmérsékletének várható változásai



Forrás: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Fő következtetések

- Az éghajlatváltozás következtében az erdőtüzek, aszályok, árvizek és viharok egyre nagyobb kihívást jelentenek. Ezek nemcsak a környezetre és a gazdaságra, hanem az emberi egészségre is komoly hatással vannak.
- A hőhullámok, légszennyezés és vízhiány súlyos egészségügyi problémákat okozhatnak, például légzőszervi és szív- és érrendszeri betegségeket, fertőzéseket és mentális egészségi problémákat.
- A szélsőséges időjárási események hatásainak csökkentése érdekében fontos a vészhelyzeti tervekben foglaltak követése, a közösségek összefogása, a helyi segélyhálózatok és védelmi rendszerek megerősítése.
- Az infrastruktúra megerősítése, az árvízvédelmi rendszerek fejlesztése és a megfelelő lakossági tájékoztatás mind hozzájárulhat a biztonság növeléséhez.
- A klímaváltozás hatásainak enyhítése érdekében a várostervezés, az egészségügyi rendszerek fejlesztése és az energiafelhasználás fenntarthatóbbá tétele elengedhetetlen. Az intézkedések nemcsak a jelenlegi kihívások kezelésére szolgálnak, hanem a jövő generációinak is hasznosak lehetnek.

Ellenőrizze tudását

1. Soroljon fel olyan egészség-kockázatokat, amelyek az erdőtüzekkel állhatnak összefüggésbe.
2. Mit jelent az "városi hősziget" jelenség?
3. Melyek a városi környezetben kialakuló villámárvizek okozta jellemző egészség-kockázatok?
4. Magyarázza el, miként befolyásolja az üvegházhatást okozó gázok különböző szintű kibocsátása a környezet-egészségi kockázatok alakulását.
5. Foglalja össze az aszályal kapcsolatos egészség-kockázatokat és az alkalmazkodás lehetséges stratégiáit.
6. Milyen környezeti jelenségek számítanak szélsőséges időjárási eseményeknek?

Ajánlott irodalom

- Filho et al. (2022) Handling the health impacts of extreme climate events <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00621-3>
- EEA (2022) Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>
- WHO (2011) Public Health Advice on Preventing Health Effects of Heat <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EURO-2011-2510-42266-58691>
- Chen et al. (2021) Mortality risk attributable to wildfire-related PM2.5 pollution: a global time series study in 749 locations DOI:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00200-X)
- What will the future bring when it comes to climate hazards? <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar –
Pécs, Magyarország



Egészség-, Testmozgás- és Sporttudományi Központ – Újvidék,
Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ – Budapest,
Magyarország



University College Cork – Ír Nemzeti Egyetem – Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinta si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures – Marosvásárhely, Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here



Az egészségügyi ellátórendszer környezettudatos működtetése, az esélyhátrányok csökkentésének és az alkalmazkodás lehetőségei

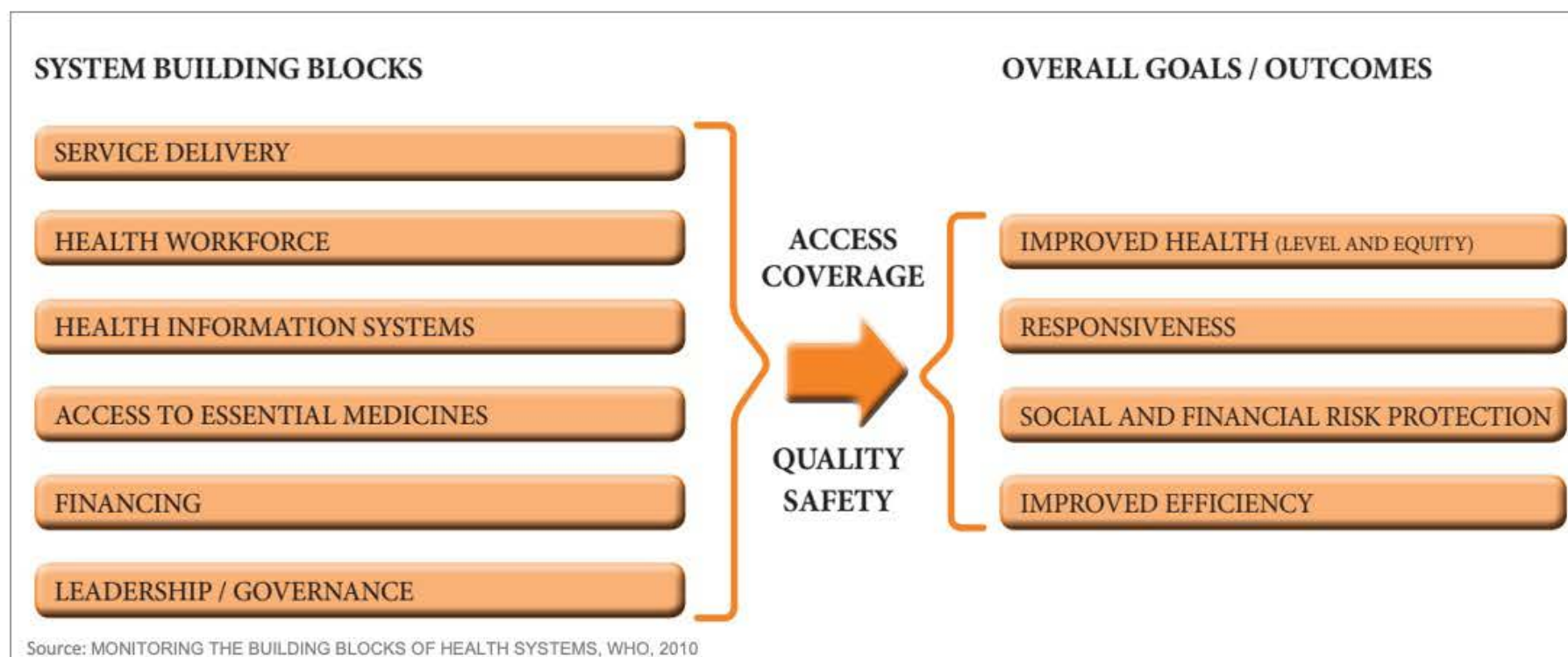
Az előadás segítségével megszerezhető ismeretek

A tananyag elsajátítása után a hallgatók képesek lesznek

- az ökológiai lábnyom, az alkalmazkodás (adaptation), az reagálóképesség (resilience), a klímaigazságosság (climate justice) fogalmainak értelmezésére
- a környezettudatosan működtetett egészségügyi rendszerek jellemzőit és az egészségügyi rendszerek szén-dioxid-kibocsátásának csökkentésére irányuló törekvések elméleti keretrendszerét bemutatni
- azonosítani azokat a meghatározó tényezőit az éghajlatváltozás egészségügyi hatásainak összefüggésében
- a szakirodalmi források felhasználásával, az éghajlatváltozás által okozott egészség-egyenlőtlenségek témájában naprakész ismeretek önálló felkutatására

Egészségügyi ágazat

A WHO meghatározása szerint az egészségügyi ágazat minden olyan szervezetet, intézményt és erőforrást magában foglal, amely az egészségügyi ellátásokkal kapcsolatos tevékenységek és intézkedések megvalósítását szolgálja.



Az egészségügyi intézkedések közé tartozik minden olyan erőfeszítés, amelynek célja az egészség javítása – legyen szó személyes egészségügyi ellátásról, közegészségügyi szolgáltatásokról vagy más ágazatokkal való együttműködésről.

Az egészségügyi ágazat és ellátórendszer „zöldítése”

Az éghajlatváltozás kettős kihívást jelent az egészségügyi ágazat és ellátórendszer számára:

1. Az éghajlatváltozás hatásai világszerte egyre nagyobb terhet rónak az amúgy is túlterhelt egészségügyi rendszerekre, amely feladatoknak való megfelelés a kapacitások bővítését, avagy a rendelkezésre álló erőforrások intenzív használatát igényli, ami az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának növekedésével jár.
2. A Párizsi Megállapodás célja az ÜHG kibocsátásának jelentős csökkentése, hogy a globális hőmérséklet-emelkedés ne haladja meg a 2 °C-ot.

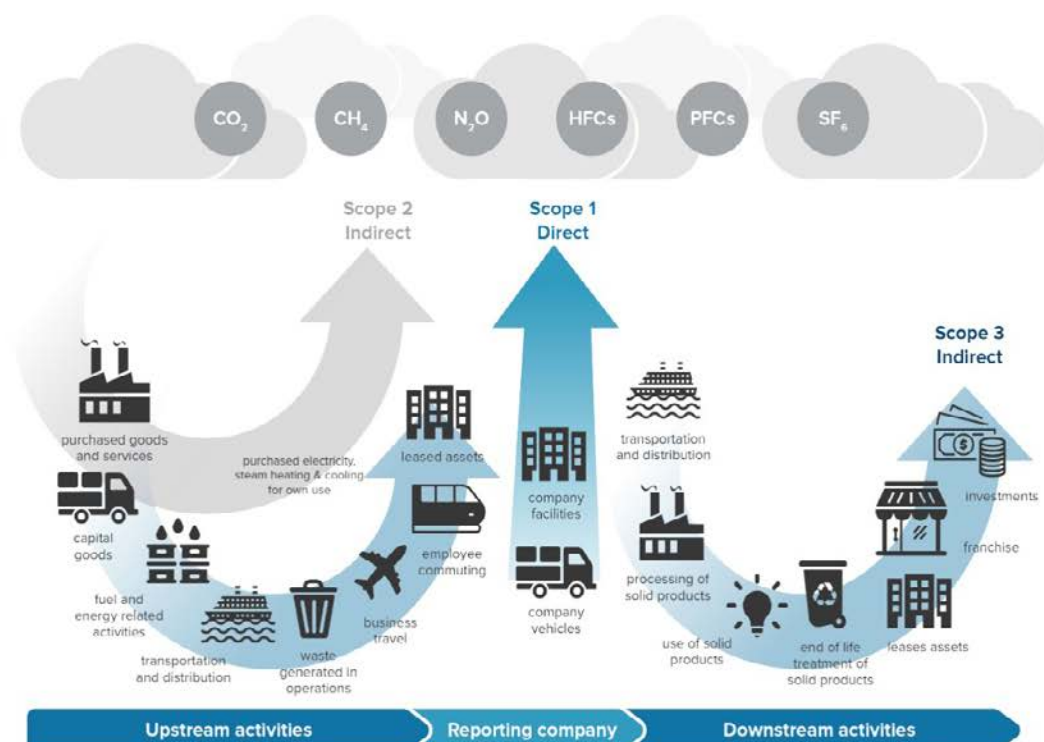
Bár az egészségügyi ágazat és ellátórendszer közvetlen kibocsátása alacsonyabb más iparágakhoz képest, az ellátási lánc mentén vásárolt termékek és szolgáltatások jelentős részét teszik ki a nemzeti szénlábnyomnak.

ÜHG-források hatókörök szerint

1. Hatókör (Scope 1):
Közvetlen energiaelőállítás- és felhasználás által kibocsátott ÜHG

2. Hatókör (Scope 2):
Közvetett energiahasználattal összefüggő ÜHG-kibocsátás

3. Hatókör (Scope 3):
Egyéb közvetett ÜHG-kibocsátások



Forrás: ISBN 978-1-56973-772-9

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

3. Hatókör (Scope 3): Egyéb közvetett ÜHG-kibocsátások

Ide azok a kibocsátások tartoznak, amelyek nem tartoznak az egészségügyi ágazat közvetlen (Scope 1) vagy az általa vásárolt energiához kapcsolódó (Scope 2) kibocsátások közé. Ezek a kibocsátások az ellátási láncban, az ágazat tevékenységéhez kapcsolódóan, de az ágazaton kívüli szereplők tevékenysége során keletkeznek:

- vásárolt termékek és szolgáltatások előállítása;
- szállítás, logisztika;
- hulladékkezelés és ártalmatlanítása;
- dolgozók munkába járása, üzleti utak bonyolítása.

Az ÜHG forrásai az egészségügyi ágazat ellátási láncában

1. Hatókör (Scope 1): Közvetlen energiaelőállítás- és felhasználás által kibocsátott ÜHG

Ide tartoznak azok a kibocsátások, amelyek forrásai közvetlenül az egészségügyi szolgáltatásokat biztosító intézmények működéséhez köthetők:

- Villamosenergia-, hő- vagy gőztermelés helyben történő tüzelőanyag-égetéssel
- Ipari folyamatok (pl. vegyi anyagok gyártása)
- Vállalati járművek üzemanyag-felhasználása
- Szivárgásokból eredő kibocsátások (pl. tömítések, kötések mentén)

2. Hatókör (Scope 2): Közvetett energiahasználattal összefüggő ÜHG-kibocsátás

Ide tartoznak azok a kibocsátások, amelyek forrásai nem közvetlenül az egészségügyi szolgáltatásokat biztosító intézmények működéséhez köthetők, hanem például a megvásárolt villamos energia vagy hő előállítása során keletkeznek.

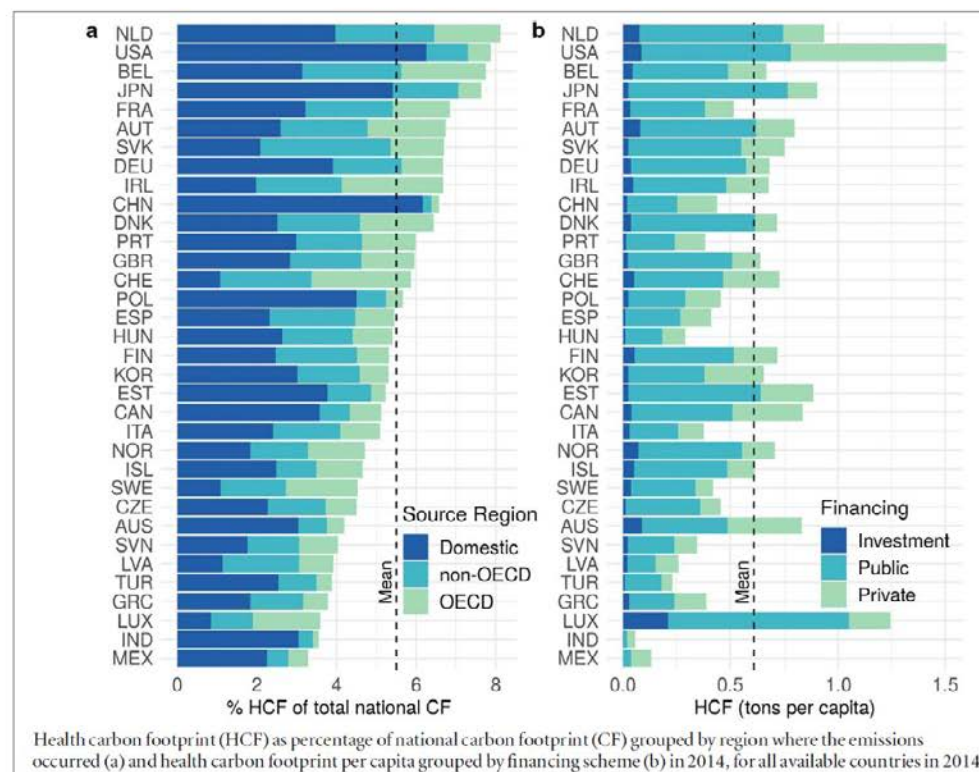
Bár a kibocsátás más cégek tevékenységéhez köthető, de felhasználás az egészségügyi ágazat intézményeiben történik.

Az egészségügyi ágazat szénlábnyoma

- Ha a globális egészségügyi ellátórendszer egy ország lenne, a világ ötödik legnagyobb szén-dioxid-kibocsátója lenne.
- A szén-dioxid kibocsátások megoszlása az egészségügyi szektorban hatókörök szerint:
 - 17% közvetlen kibocsátás (pl. egészségügyi létesítmények energiafelhasználása, fűtés, hűtés);
 - 12% közvetett kibocsátás (pl. vásárolt villamos energia, gőz, hűtési és fűtési rendszerek);
 - 71% az ellátási láncból eredő kibocsátás (pl. gyógyszerek és orvosi eszközök előállítása, szállítási és hulladékkezelési tevékenységek).
- A szektor szén-dioxid-kibocsátásának csökkentése kulcsfontosságú az éghajlatváltozás mérséklése és a fenntartható egészségügyi ellátás biztosítása érdekében.

Az egyes országok egészségügyi ágazatainak szénlábnyoma

A szénlábnyom kiszámítása lehetővé teszi az ágazatok számára, hogy számszerűsítsék és értelmezzék tevékenységeik környezeti hatását, továbbá, hogy meghatározzák azokat a stratégiákat, amelyek alkalmazásával a kibocsátások csökkenthetők lehetnek.



- klímatudatos hűtési technológiák alkalmazása;
- fenntartható hulladék-, vízgazdálkodás, alacsony kibocsátású szállítási technológiák alkalmazása;
- olyan altatógázok alkalmazása, amelyek nem eredményeznek ÜHG kibocsátást;
- decentralizált ellátási modellek (pl. telemedicina) alkalmazása;
- közösségi egészségvédelemi, és egészségfejlesztési tevékenységek megvalósítása az egyéni egészségi állapot megőrzésének támogatása érdekében.

2014-ben a globális egészségügyi szektor szén-dioxid-kibocsátása elérte a 2,0 GtCO₂e értéket, ami a világ teljes kibocsátásának 4,4%-át tette ki.

A szénlábnyom az egyes tevékenységek – például termékek előállítása, szolgáltatások nyújtása – során kibocsátott összes ÜHG-t foglalja magában.

A szénlábnyom számítási módszertana a nemcsak a közvetlen kibocsátásokat (1. hatókör), hanem a termékek, szolgáltatások és tevékenységek teljes életciklusához kapcsolódó közvetett kibocsátásokat is (2. és 3. hatókör) figyelembe veszi.

A szénlábnyom elemzése lehetővé teszi, hogy az egészségügyi ágazat jobban megértse környezeti hatását, és hatékony stratégiákat dolgozzon ki a kibocsátás csökkentésére.

Az ágazat szénlábnyoma csökkenthető az alacsony ÜHG kibocsátású technológiák és fenntartható megoldások bevezetésével, amely például a következők lehetnek:

- alacsony szén-dioxid-kibocsátású vagy nettó nulla kibocsátású épületek tervezése és építése;
- a megújuló energiaforrásokból származó energia használata és energiahatékonyságot növelő beruházások megvalósítása;

Decentralizált egészségügyi ellátás

A decentralizált egészségügyi ellátórendszer a változó igényekhez jól alkalmazkodó betegellátást biztosít. A központosított modellek helyett olyan helyi megoldásokat alkalmaz, amelyek gyorsabban és hatékonyabban képesek reagálni a közösségek sajátos, és olykor gyorsan változó szükségleteire.

- Rugalmasabb működés: az egészségügyi szolgáltatók a helyi igényekhez igazodva alakíthatják ki az ellátást.
- Célcsoportspecifikus kockázatbecslés: a helyi egészségkockázatok jobban azonosíthatók és kezelhetők.
- Hatékonyságnövelés: a ritkán használt vagy szükségtelen szolgáltatások csökkentése révén az erőforrás-felhasználás optimalizálható.
- Fenntarthatóság: a hatékonyságnövelés csökkenti az egészségügyi ellátások ökológiai lábnyomát és energiafelhasználását.

Egészség-egyenlőtlenségek

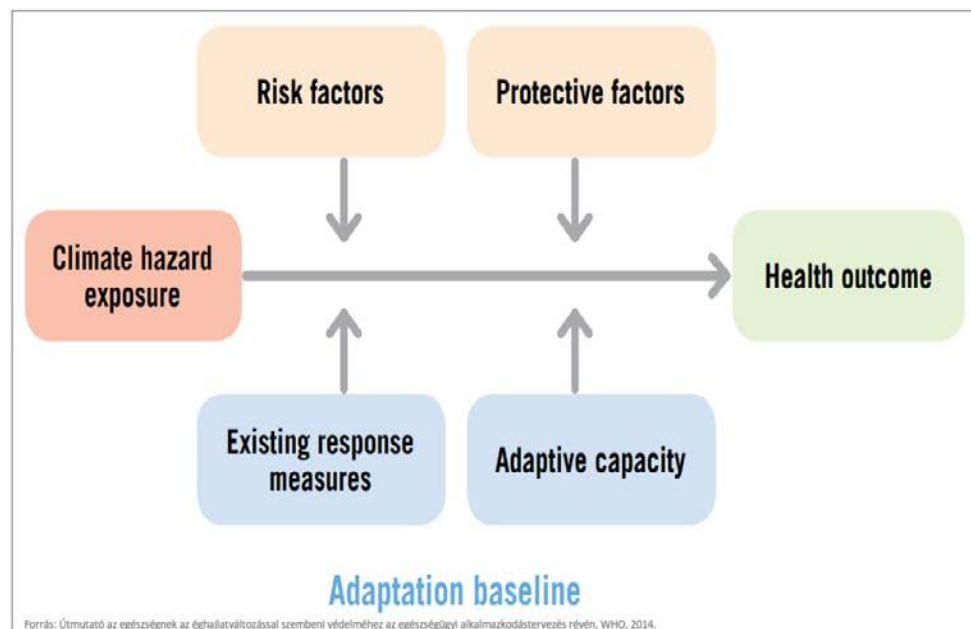
- Az egészség-egyenlőtlenségek azokat egyének közötti különbségeket jelentik, amelyek az egészségi állapot és az ellátáshoz való hozzáférés vonatkozásában azonosíthatók. Ezek a különbségek lehetnek:
 - rendszerszerűek – adott társadalmi helyzethez köthetők, nem véletlenszerűen alakulnak ki;
 - elkerülhetők – célzott intézkedésekkel csökkenthetők vagy megszüntethetők;
 - igazságtalanok – a társadalmi, gazdasági és környezeti tényezők okozzák, nem egyéni döntések következményei.
- Az egészség-egyenlőtlenségek hátterében olyan tényezők állhatnak, mint például:
 - szociális és gazdasági helyzet;
 - esélyhátrányok, és diszkrimináció (pl. etnikai, nemi, társadalmi);
 - az egészségügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférés hiánya
 - Környezeti tényezők, például a légszennyezés vagy az éghajlatváltozás
- Az éghajlatváltozás hatásai tovább fokozhatják az egészség-egyenlőtlenségeket, mivel az alacsonyabb jövedelmű társadalmi csoportok tagjai fokozottan ki vannak téve a szélsőséges időjárási jelenségekkel, a rossz levegőminőséggel és az élelmiszerellátás bizonytalanságával összefüggő egészségkockázatoknak.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni veszélyeztetettség

A veszélyeztetettség megmutatja, hogy egyes népességcsoportok milyen mértékben vannak kitéve az éghajlatváltozás negatív egészséghatásainak.

A veszélyeztetettség mértékét befolyásoló tényezők lehetnek:

- Fizikai kitettség
- Társadalmi-gazdasági helyzet
- Egészségi állapot



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

A veszélyeztetettség vizsgálatának célja, hogy az egészségügyi szakemberek és döntéshozók azonosítsák a legvesélyeztetettebb csoportokat és célzott alkalmazkodási intézkedéseket dolgozzanak ki a klímaváltozás egészségre gyakorolt hatásainak csökkentése érdekében.

A veszélyeztetettség mértékét befolyásoló tényezők lehetnek:

- Fizikai kitettség – milyen mértékben érintik az éghajlatváltozás hatásai az adott közösséget (pl. hőhullámok, árvizek, légszennyezés).
- Társadalmi-gazdasági helyzet – a szegénység, az oktatáshoz és egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés befolyásolja-e a védekezési lehetőségeket.
- Egészségi állapot – krónikus betegségek, idős kor vagy más, az egészséget meghatározó tényezők növelhetik a veszélyeztetettséget.

Az éghajlatváltozás a különböző népességcsoportokat eltérő módon érinti, és a leginkább veszélyeztetettek elsősorban az idősek és a társadalmi hátrányokkal küzdő csoportok tagjai.

Idősek és hőhullámok: az idősebb emberek szervezete kevésbé képes alkalmazkodni a magas környezeti hőmérsékletre. Gyakran krónikus betegségekkel küzdenek, amelyek a hőség hatására súlyosbodhatnak. A társadalmi elszigeteltség és a mozgás nehézségei megnehezíti a kockázatok csökkentését.

Légszennyezés és társadalmi egyenlőtlenségek: a hátrányos helyzetű közösségek gyakran olyan területeken élnek, ahol rosszabb a levegőminőség, mint a település más területein. A légszennyezés növeli a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a légzőszervi problémák kockázatát. Az egészségügyi ellátáshoz való korlátozott hozzáférés tovább súlyosbítja a problémát.

Élelmiszerbiztonság és alultápláltság: az éghajlatváltozás hatására csökkenhet a megtermelt élelmiszerek mennyisége, amely helyzet az alultápláltság kockázatát fokozza. Az alultápláltság gyengíti az immunrendszert, így növekszik a betegségek kockázata.

A veszélyeztetett társadalmi csoportok védelme érdekében olyan intézkedésekre van szükség, amelyek javítják az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférést, növelik a közösségi kohéziót, és csökkentik a környezeti kockázatokat.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni veszélyeztetettség

Az időseket veszélyeztető hatások hőhullámok idején

- Az idős emberek szervezete nehezebben kezeli a hőterhelést: gyengébb a hőszabályozásuk, gyakran több krónikus betegségben is szenvednek, és rendszeresen szednek olyan gyógyszereket, amelyek növelhetik a magas környezeti hőmérséklet okozta halálozás kockázatát.
- Az elszigeteltség, az információhiány, a korlátozott mozgásképesség tovább fokozhatja az egészségkockázatoknak való kitettségüket.
- Az éghajlatváltozás miatt a pollenszezon hosszabb lehet, és új allergén növények is megjelenhetnek. Az idősek számára ez különösen kockázatos mert gyakran szenvednek légzőszervi betegségekben. Az idősebb korosztályban ötször nagyobb az asztmával összefüggő halálozás esélye, különösen, ha egyéb egészségproblémák – például szív- és érrendszeri betegségek – is jelen vannak.
- Ezek a tényezők együtt súlyosbítják az idősek sebezhetőségét a klímaváltozás miatt gyakoribb hőhullámokkal szemben.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni veszélyeztetettség

Légszennyezés és társadalmi egyenlőtlenségek

- Az éghajlatváltozás miatt nő az ózon (O₃) és a finomrészcskék (PM) koncentrációja a levegőben. A hátrányos helyzetű és etnikai kisebbségekhez tartozó egyéneknek gyakran kevesebb lehetőségük van az egészségkockázatok elkerülésére, például nehezebben tudnak elköltözni szennyezett területekről.
- A fizikai munkát végző munkavállalók esetében ötször nagyobb a szív- és érrendszeri betegségek miatti halálozás, mint a vezető beosztású vagy szakmai munkát végző munkavállalók esetében, különösen az ipari területeken, ahol a légszennyezés tovább növeli a keringési problémák és a korai halálozás kockázatát.
- A hátrányos helyzetű társadalmi csoportok gyakran olyan városrészekben élnek, ahol magasabb a légszennyezettség a forgalom, ipari létesítmények vagy fűtési módok miatt. Ezeken a területeken az egészségkockázatok – például a légúti betegségek, a szív- és érrendszeri problémák és a korai halálozás – fokozottan jelentkeznek. Emellett az alacsonyabb jövedelem és a korlátozott egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés miatt a megelőzés és a kezelés is nehezebb számukra, ami tovább növeli a kiszolgáltatottságukat.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni veszélyeztetettség

Élelmiszerbiztonság és alultápláltság

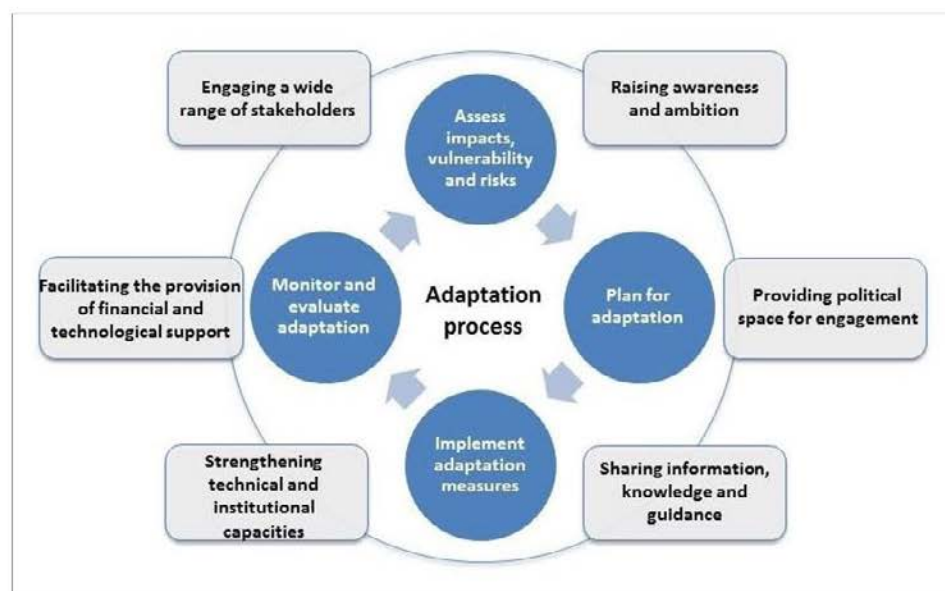
- A nem megfelelő higiéniai körülmények és a tiszta vízhez való korlátozott hozzáférés különösen a hátrányos helyzetű csoportoknál növeli az élelmiszer-eredetű betegségek kockázatát. Az áradások és a szárazságok súlyosbíthatják a higiéniai problémákat, elősegítve az enterális és egyéb fertőzések terjedését.
- A klímaváltozás nemcsak a higiéniai helyzetet rontja, hanem az élelmiszertermelésre is negatívan hat: a szélsőséges időjárás, a talajminőség romlása és a vízhiány csökkentheti a terméshozamokat, ami élelmiszerhiányhoz és az élelmiszerek drágulásához vezethet.
- Az alultápláltság miatt legyengült szervezet fogékonyabbá válik a fertőzésekre és más betegségekre, így az éghajlatváltozás hatásai miatt az élelmiszerbiztonság kérdése egyre jelentősebb egészségkockázatot jelent.

Klímaigazságosság

- Az éghajlatváltozás hatásai nem egyformán érintik a különböző társadalmi csoportokat: a hátrányos helyzetű közösségek fokozott egészségkockázatokkal szembesülnek, miközben kevesebb forrás áll rendelkezésükre az alkalmazkodáshoz.
- A klímaigazságosság célja, hogy az éghajlatváltozás mérséklése és az alkalmazkodás lehetőségei mindenki számára egyenlően elérhetőek legyenek és a döntéshozatali folyamatokban a leginkább érintett, de gyenge érdekérvényesítéssel rendelkező társadalmi csoportok érdekei is megjelenítésre kerüljenek.
- A megújuló energiaforrások használatára, a zöld munkahelyek és a gazdaság alacsony széndioxid-kibocsátású működésére történő átállás költségeit és előnyeit igazságosan kell elosztani, mivel gyakran azok szenvednek leginkább a negatív hatásoktól, akik a legkevésbé felelősek a probléma kialakulásáért.

Adaptáció

Az adaptáció olyan intézkedések és alkalmazkodási folyamatok összessége, amelyek célja, hogy a társadalom, a gazdaság és az ökoszisztéma mérsékelni tudja a klímaváltozás hatásait, illetve képes legyen azokhoz alkalmazkodni.



Forrás: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>

Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az éghajlatváltozás negatív egészséghatásainak csökkentése érdekében célzott alkalmazkodási intézkedésekre (adaptáció) van szükség. Ezek olyan proaktív megoldások lehetnek, amelyek az egyes közösségek, vállalkozások, intézmények vagy akár országok számára segítenek minimalizálni az éghajlatváltozás hatásaival összefüggő kockázatokat.

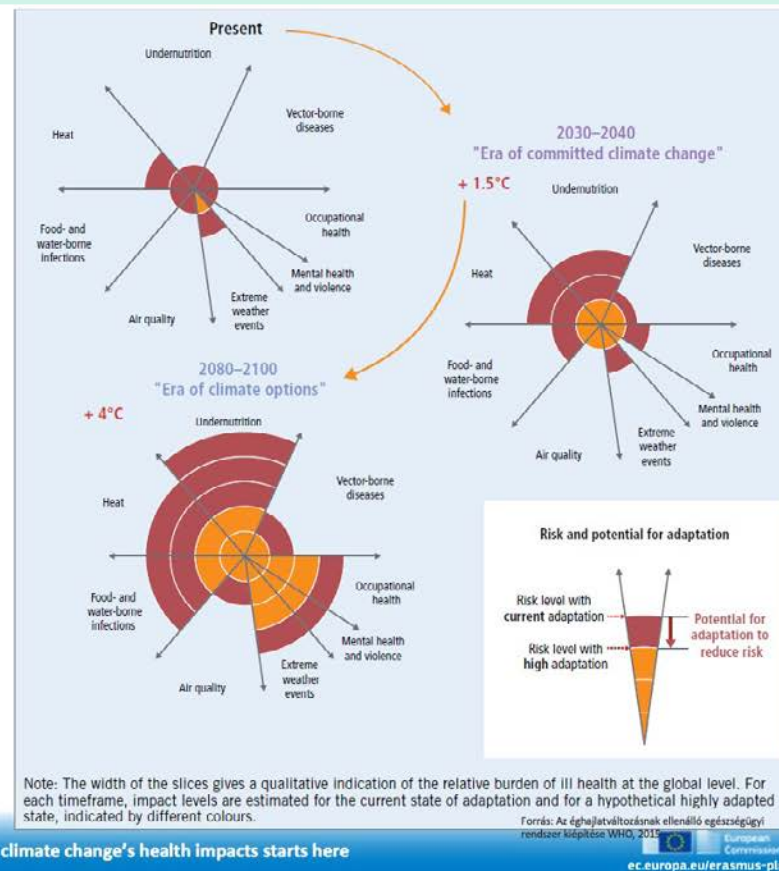
Az alkalmazkodási intézkedéseknek számos formája lehet, és nem létezik egyetlen, mindenre érvényes megoldás: az alkalmazkodási lépések közé tartozhatnak az árvízvédelmi rendszereknek, a szélsőséges időjárási események előrejelző rendszereinek a kiépítése, az aszálytűrő növényfajták telepítése, valamint az egészségügyi ellátórendszer és kormányzati struktúrák fejlesztése.

Az alkalmazkodási stratégiáknak a tudományos ismereteken, a helyi közösségek tapasztalati tudásán kell alapulniuk. Alapvető cél, hogy az adaptációs intézkedések a társadalmi-gazdasági és környezetvédelmi szakpolitikákban prioritásként érvénysüljenek.

Az egészségkockázatok mérséklésének eszköze: az alkalmazkodás

A globális hőmérséklet 2025-re már csaknem elérte 1,5°C-os emelkedést, amely változás már elkerülhetetlen egészségkockázatokat eredményez.

A diagramon látható az is, hogy az időben bevezetett alkalmazkodási intézkedések csökkenthetik a betegségek előfordulását és a klímaváltozás egészségre gyakorolt negatív hatásait.



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

ec.europa.eu/erasmus-plus

Az ábra azt szemlélteti, hogy az éghajlatváltozás következményei hogyan hathatnak az egészségre a következő évtizedekben.

Ha nem történik jelentős kibocsátáscsökkentés, a felmelegedés 2080-2100 között elérheti a 4 °C-ot, ami drasztikusan növeli a negatív egészséghatásokat.

Az éghajlatváltozás egészség hatásaihoz való alkalmazkodás lehetőségei

- Korai figyelmeztető rendszerek létrehozása a hőhullámok előrejelzésére
- Hővédelmi intézkedési tervek kidolgozása
- Tájékoztató kampányok a lakosság számára a hőstressz veszélyeiről és az egyéni védekezési lehetőségekről

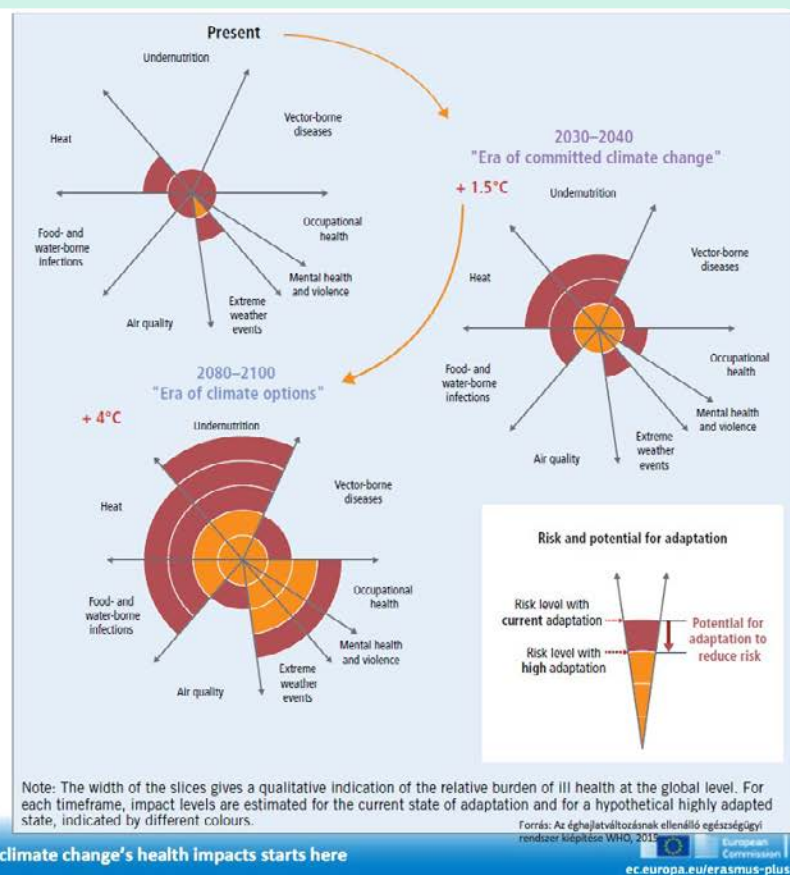
- Hőhullámok időszakában bárki által használható légkondicionált közösségi terek biztosítása (pl. könyvtárak, bevásárlóközpontok, közösségi központok)
- Lakossági szemléletformálás az éghajlatváltozás hatásairól és az egészségmegőrzési lehetőségekről
- A veszélyeztetett csoportok – idősök, betegek, szociálisan hátrányos helyzetűek – célzott támogatása megfelelő hűtési eszközökkel és tanácsadással
- A vektorok (pl. szúnyogok) és víz által terjesztett fertőzések folyamatos monitorozása
- Gyors és hatékony beavatkozási stratégiák kidolgozása a járványok megelőzésére

- Szoros együttműködés az egészségügyi, meteorológiai és környezettudományi kutatási intézmények között
- A meteorológiai és egészségügyi adatok összekapcsolása a pontosabb előrejelzések érdekében
- Az egészségügyi intézmények megerősítése a szélsőséges időjárási eseményekkel szemben
- Egészségügyi dolgozók képzése az éghajlatváltozás okozta betegségek felismerésére és kezelésére
- Az egészségügyi intézmények energiaellátását vészhelyzetekben is megbízhatóan biztosító rendszerek kiépítése
- A vízellátási és szennyvízkezelési rendszerek modernizálása az időjárási szélsőségekre való felkészülés érdekében
- Part menti védművek kiépítése és fejlesztése a tengerszint-emelkedés és viharok hatásainak csökkentésére
- A kommunikációs és információs rendszerek megerősítése a gyors vészhelyzeti reagálás biztosítása érdekében
- A helyi kistermelők támogatása és az élelmiszerforrások változatosságának növelése érdekében

Az egészségkockázatok mérséklésének eszköze: az alkalmazkodás

A globális hőmérséklet 2025-re már csaknem elérte 1,5°C-os emelkedést, amely változás már elkerülhetetlen egészségkockázatokat eredményez.

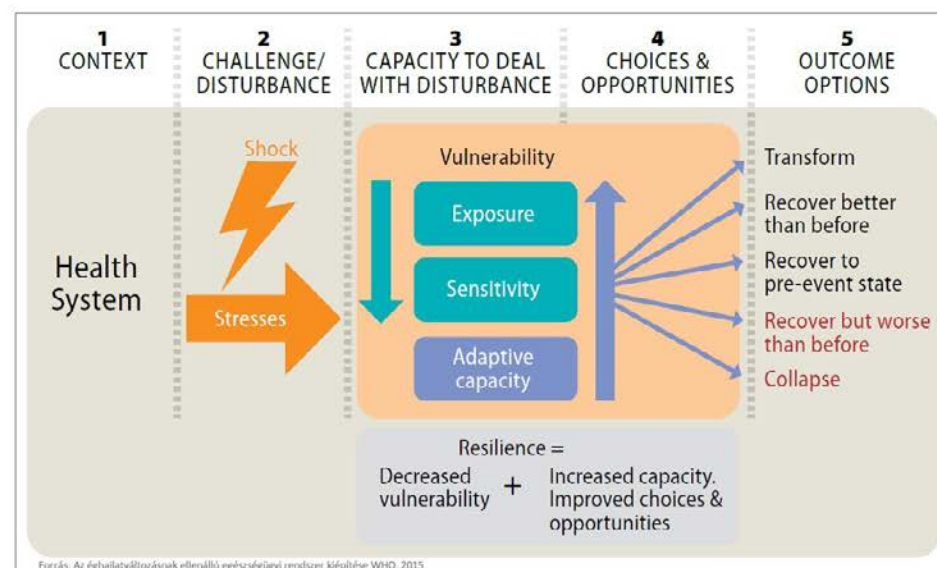
A diagramon látható az is, hogy az időben bevezetett alkalmazkodási intézkedések csökkenthetik a betegségek előfordulását és a klímaváltozás egészségre gyakorolt negatív hatásait.



- Klímareziliens mezőgazdasági technológiák alkalmazása a termékbiztonság érdekében
- Korszerű öntözési rendszerek kiépítése és szárazságtűrő növények termesztése
- A fenntartható földhasználati gyakorlatok támogatása a talajromlás, az erózió és a termőképesség csökkenésének mérséklése érdekében. Mindez magában foglalja az agrárerdészet, a természetvédelmi mezőgazdaság, a teraszos művelés és az erdőtelepítési törekvéseket is.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni ellenállóképesség fokozása

Az ellenállóképesség lényege a rugalmasság, az alkalmazkodóképesség és a gyors reagálás képessége, amely lehetővé teszi az egészségügyi rendszerek számára, hogy hatékonyan kezeljék a klímaváltozás kihívásait.



Erasmus+ Higher education
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

European Commission
ec.europa.eu/erasmus-plus

Az ellenállóképesség (reziliencia) az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás során meghatározó tényező.

- A reziliens egészségügyi ellátórendszer kialakítása érdekében az ágazatok közötti együttműködés elengedhetetlen.
- Az egészségügyi ellátórendszer felkészülési és vészhelyzeti stratégiáinak kidolgozása során a gazdasági szereplők, a civil szervezetek, a közösségi csoportok, a kutatóintézetek és veszélyeztetett lakossági csoportok bevonása kiemelten fontos.
- A reziliencia hosszú távú feltételeinek biztosítása érdekében az ellenállóképességet erősítő koncepcionális alapelveknek minden ágazati politikákba történő beépítése

elengedhetetlen, mivel ezek az alapelvek biztosíthatják azt a lehetőséget, hogy szükség esetén összehangolt és átfogó válaszlépések történhessenek meg bármely érintett területen.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni ellenállóképesség fokozása

Az ellenállóképesség egyik kulcseleme a hosszú távú szemléletmód, amely lehetővé teszi az éghajlatváltozás egészséghatásainak előrelátó kezelését. A gyakorlatban mindez azt jelenti, hogy az egészségügyi ellátórendszerek mindennapi tevékenységeinek és a jövőbeni működésének tervezés során:

- figyelembe kell venni az éghajlatváltozás várható hatásait prognosztizáló forráskönyvek megállapításait;
- az ellátórendszer egységeit érintő tervezett változtatások esetén el kell végezni a kapcsolódó egészséghatás-vizsgálatokat és környezeti kockázatelemzéseket;
- az éghajlatváltozással és annak mindennemű hatásaival kapcsolatos új tudományos eredményeket és az aktualizált előrejelzéseket be kell építeni a fejlesztését megalapozó szakpolitikai koncepciókba és a tervezési módszertanokba.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni ellenállóképesség fokozása

A közösségek bevonása kulcsszerepet játszik az éghajlatváltozás egészségkockázatainak kezelésében. Ha az érintett közösségek tagjai aktívan részt vehetnek a döntésekben és közreműködhetnek a saját egészségük védelmét célzó intézkedések kidolgozásában és megvalósításában, jelentős hozzájárulást tesznek a rendszer egészének ellenállóképességét célzó intézkedésekhez. Mindehhez az szükséges, hogy

- az éghajlatváltozás egészséghatásainak a lakossági csoportok körében történő tudatosítása a célzott kommunikáció segítségével folyamatos legyen;
- a közösségek számára a reagáláshoz szükséges specifikus ismeretek átadása, és szükség szerint a tárgyi eszközök rendelkezésre bocsátása megtörténjen;
- az alkalmazkodás elősegítése érdekében a helyi szinten megvalósuló közösségi kezdeményezések ösztönzése a döntéshozók tevékenységének prioritásai között szerepeljen.

Az éghajlatváltozás egészséghatásaival szembeni ellenállóképesség fokozása

- Az ellenálló és befogadó közösségek kialakítása csak akkor lehetséges, ha megtörténik azoknak az alapvető veszélyeztető tényezőknek a kezelése, amelyek hatással vannak az emberek egészségére. Ehhez figyelembe kell venni az egészség társadalmi, gazdasági és környezeti determinánsait, amelyek a mindennapi életvezetést és életminőséget a vészhelyzetek időszakain kívül is jelen befolyásolják.
- Az egészség társadalmi, gazdasági és környezeti determinánsait célzó kezdeményezéseknek olyan problémákra kell hatásos választ adniuk, mint a szegénység, a társadalmi kirekesztettség, az esélyhátrányok, az elégtelen lakhatási körülmények, valamint az egészségügyi ellátáshoz való korlátozott hozzáférés.
- Az ezekhez az egészség-determinánsokhoz kapcsolódó specifikus kockázatokat az éghajlatváltozása hatásai tovább erősítik, különösen a veszélyeztetett csoportok esetében. Ebből következően a kockázatcsökkentés holisztikus szemlélet alkalmazását szükségelteti.

Fő megállapítások

- Amennyiben a jelenleg működő globális egészségügyi ellátórendszer egyetlen ország lenne, akkor a világ ötödik legnagyobb szén-dioxid-kibocsátója lenne.
- Az ágazat kibocsátásainak döntő része (71%) a tevékenységek során felhasznált áruk és szolgáltatások gyártásához, szállításához, használatához és hulladékkezeléséhez kapcsolódik.
- Az éghajlatváltozás felerősíti azoknak a társadalmi tényezőknek – például a szegénységet, a diszkriminációt vagy az erőforrásokhoz való egyenlőtlen hozzáférést – a negatív egészséghatásait, amelyek már most is hátrányosan befolyásolják a lakosság egészségét. Ezek különösen sebezhetővé teszik a veszélyeztetett csoportokat a klímaváltozás egészségkockázataival szemben.
- Az alkalmazkodás aktív lépések megtételét jelenti: ide tartoznak a korai figyelmeztető rendszerek, felkészültségi tervek és infrastruktúra-fejlesztések, amelyek célja a sérülékenység csökkentése. Az ellenálló és befogadó közösségek kialakításához foglalkozni kell az egészséget befolyásoló társadalmi, gazdasági és környezeti tényezőkkel.
- Az ellenállóképesség fokozása érdekében az éghajlatváltozással és annak minden hatásával kapcsolatos legfrissebb tudományos eredményeket és előrejelzéseket be kell építeni a szakpolitikai koncepciókba és a fejlesztési tervek kidolgozását meghatározó tervezési módszerekbe.

Ellenőrizze tudását

- Mit jelent az a kijelentés, hogy „az éghajlatváltozás kettős kihívás elé állítja az egészségügyi ágazatot”?
- Melyek az üvegházhatású gázok emissziójával összefüggésben az elsődleges, másodlagos és harmadlagos kibocsátási rendszerek?
- Mit jelent az "egészség-egyenlőtlenség" kifejezés?
- Melyek az egészségügyi ellátórendszer által kibocsátott üvegházhatású gázok fő forrásai?
- Mi a különbség a mérséklés (mitigáció) és az alkalmazkodás (adaptáció) között?
- Értelmezze a "klímaigazságosság" fogalmát.
- Hogyan segíthetik az egészségügyi surveillance-rendszerek az éghajlatváltozás egészséghatásaihoz történő alkalmazkodást?
- Melyek a környezettudatosan működtetett egészségügyi ellátórendszerek jellemzői?

Ajánlott irodalom

- WHO (2020) guidance for climate resilient and environmentally sustainable health care facilities <https://www.who.int/publications/i/item/9789240012226>
- Paavola (2017) Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0328-z>
- WHO (2015) Operational framework for building climate resilient health systems <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565073>
- WHO (2014) Guidance to protect health from climate change through health adaptation planning <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508001>
- United Nations Climate Change – Adaptation and resilience <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>

Köszönjük a figyelmet!

Az előadást az Európai Unió Erasmus+ programja által támogatott CLIMATEMED projekt szakértői dolgozták ki.



Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kar - Pécs,
Magyarország



Center for Health, Exercise and Sport Science - Újvidék, Szerbia



Nemzeti Népegészségügyi Központ - Budapest,
Magyarország



University College Cork - Írország Nemzeti Egyetem - Cork, Írország



Universitatea de Medicina, Farmacie, Stiinte si Tehnologie
George Emil Palade din Tirgu Mures - Marosvásárhely Románia

Erasmus+ **Higher education**
ref. 2021-2HU01-KA220-HED-000050972

CLIMATEMED – Knowledge about climate change's health impacts starts here

