

A klímaváltozás egészségi hatásai - az adaptáció fő célkitűzései

Páldy Anna, Bobvos János

Országos Környezetegészségügyi Intézet

Az éghajlatváltozással kapcsolatos fő problémák globális szinten az IPCC IV. és V. jelentése alapján

- alultápláltság;
- **hőhullámok, árvizek, viharok, tűzesetek és aszályok miatti megnövekedett halandóság, betegségek és sérülések;**
- **a gastrointestinális megbetegedések számának növekedése;**
- a malária kórokozójának és vektorának elterjedését érintő, ellentétes irányú hatások megjelenése Afrikában;
- a szív- és érrendszeri megbetegedések gyakoribbá válása az éghajlatváltozással összefüggő felszínközeli ózonkoncentráció növekedésének következtében;
- **néhány fertőző betegség vektorainak megváltozott térbeli terjedése;**
- **Az allergén növények térbeli és időbeni megjelenésének megváltozása: a virágzási szezon megnyúlása, illetve új, invazív fajok megjelenése adott területeken.**

Megfelelő indikátorok kialakításának szükségessége



Klímaspecifikus indikátorok - CEHAPIS project

Téma	Indikátorok			
	Állapot	Expozíció	Egészségi hatás	Akciók
Extrém időjárási helyzetek				
Hőhullámok		Hőhullámok - Populációs expozíció	Hőhullámok - többlet halálozás	A hőhullámok egészségi hatásait csökkentő szakpolitikák
Árvizek és szárazság		Populációs expozíció - aktuális árvizek		Biztonságos vízellátást biztosító intézkedések
		Árvíz veszélynek kitett lakosság		
Levegőminőség				
Kültéri levegőminőség		Ózon expozíció -városi lakosság	Szív-érrendszeri betegségek miatti halálozás	
Légtéri biológiai allergének	Allergén növények virágzása	Éger, nyír és fűpollen expozíció	Allergia - ellenes szabad forgalmú gyógyszerek havi adatai	
		Parlagfű pollen expozíció		
Fertőző betegségek				
Élelmiszerrel terjedő betegségek			Salmonellosis incidencia és szezonális	A fertőző betegségek előfordulását megelőző intézkedések
Vízzel terjedő betegségek			Cryptosporidiasis incidencia és szezonális	
Vektorok által terjesztett betegségek		Lyme borreliosis, a vektor előfordulása	Lyme borreliosis incidencia	

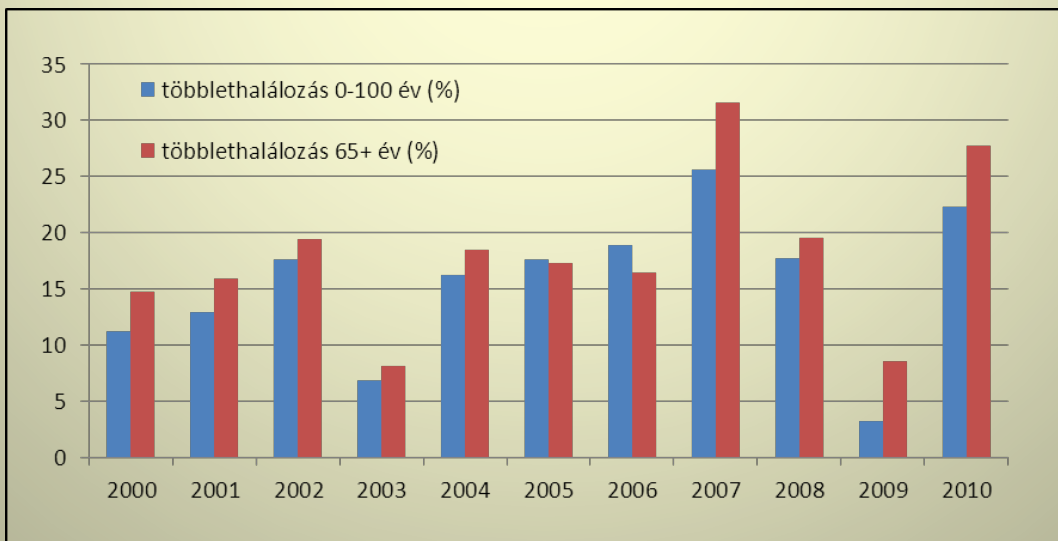
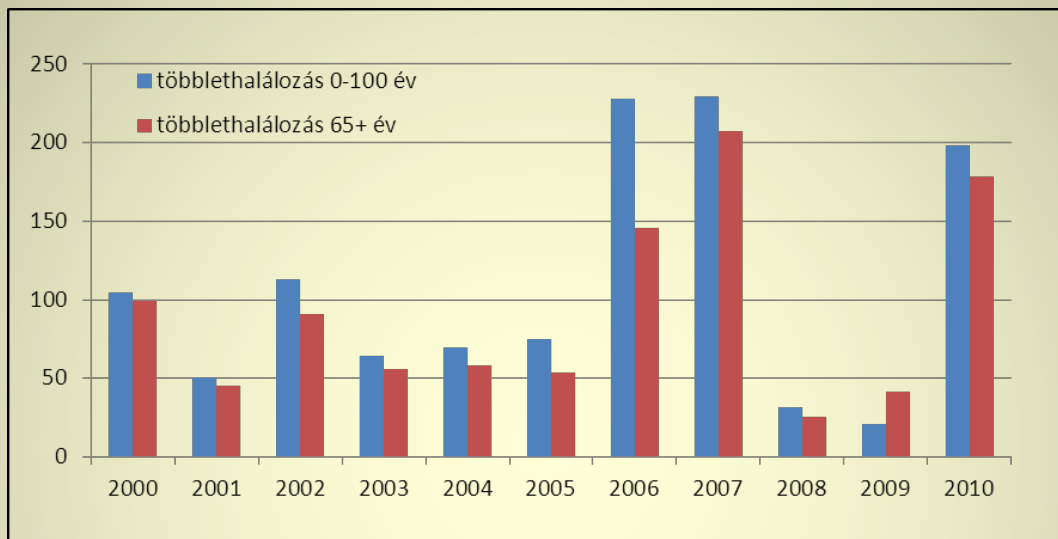
WHO, 2011: Tools for the monitoring of Parma Conference commitments. Report of the meeting 25-26 November 2010

Forrás: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0019/134380/e94788.pdf

Hőhullám indikátor

- A hőmérséklet változásának követésére egy 10 éves hőmérsékleti referencia időszakot (1990-1999) jelöltek ki;
- A hőségnapok azonosítására a napi átlaghőmérséklet eloszlásának 90%-os gyakorisági értékét (25°C) használták;
- Hőhullámnak az ezen küszöbértéket három, vagy több napig meghaladó időszakot tekintették;
- A hőhullámok napi halálózásra gyakorolt hatását a hőhullámok alatti napi halálozás és a várható átlagos halálozás különbségeként definiált, többlethalálozás segítségével mutatták ki;
- Az adott évben várható halálozást a megelőző öt év átlaghalálozásából számították olyan módon, hogy a hőhullámos napok halálozását kihagyták.

A hőhullámok alatti többlethalálozás (esetszám, %) Budapest teljes és 65 év feletti lakossága körében, 2000-2010



A többlethalálózás becslése különböző klímamodellek alapján

- A különböző globális klímamodellek (**GCM**) alapján képzett regionális klímamodelleket (**RCM**) az ENSEMBLES projekt* honlapjáról származnak. A modellek kiválasztása azonos emisszió-szenárió (**SRES**), azonos térbeli felbontás alapján történt. A vizsgálatban a hőség indikátorként a modellek budapesti rácspontjához tartozó napi átlaghőmérséklet adatait használták a referencia 1961-1990, valamint a szenárió 2021-2050 időszakokban.
- Regional Climate Model database of ENSEMBES project
*<http://www.ensembles-eu.org/>

Klímaszcenáriók

Model #	GCM	SRES	RCM	Resolution	Time interval
A	ECHAM5	A1B	C4IRCA3	25 km	1961-1990, 2021-2050
B	ARPEGE	A1B	CNRM-RM5,1	25 km	1961-1990, 2021-2050
C	ARPEGE	A1B	DMI-HIRHAM5	25 km	1961-1990, 2021-2050
D	ECHAM5	A1B	DMI-HIRHAM5	25 km	1961-1990, 2021-2050
E	BCM	A1B	DMI-HIRHAM5	25 km	1961-1990, 2021-2050
F	HadCM3Q0	A1B	ETHZ_CLM	25 km	1961-1990, 2021-2050
G	ECHAM5	A1B	ICTP-REGCM3	25 km	1961-1990, 2021-2050
H	ECHAM5	A1B	KNMI-RACMO2	25 km	1961-1990, 2021-2050
I	BCM	A1B	METNOHIRHAM	25 km	1961-1990, 2021-2050
J	ECHAM5	A1B	METNOHIRHAM	25 km	1961-1990, 2021-2050
K	HadCM3Q0	A1B	METO-HC	25 km	1961-1990, 2021-2050
L	HadCM3Q16	A1B	METO-HC	25 km	1961-1990, 2021-2050
M	HadCM3Q3	A1B	METO-HC	25 km	1961-1990, 2021-2050
N	ECHAM5	A1B	MPI-M-REMO	25 km	1961-1990, 2021-2050
O	CGCM3	A1B	OURANOSMRCC4,2,1	25 km	1961-1990, 2021-2050
P	BCM	A1B	SMHIRCA	25 km	1961-1990, 2021-2050
Q	ECHAM5	A1B	SMHIRCA	25 km	1961-1990, 2021-2050
R	HadCM3Q3	A1B	SMHIRCA	25 km	1961-1990, 2021-2050
S	HadCM3Q0	A1B	UCLM-PROMES	25 km	1961-1990, 2021-2050
T	HadCM3Q0	A1B	VMGO-RRCM	25 km	1961-1990, 2021-2050

Módszer

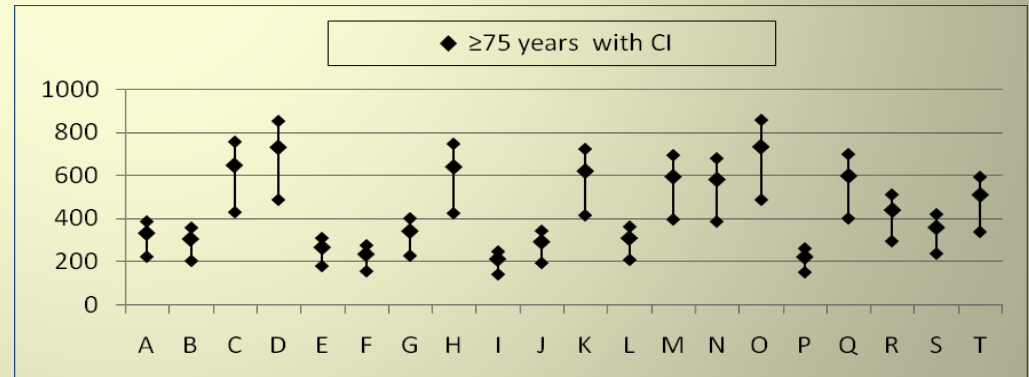
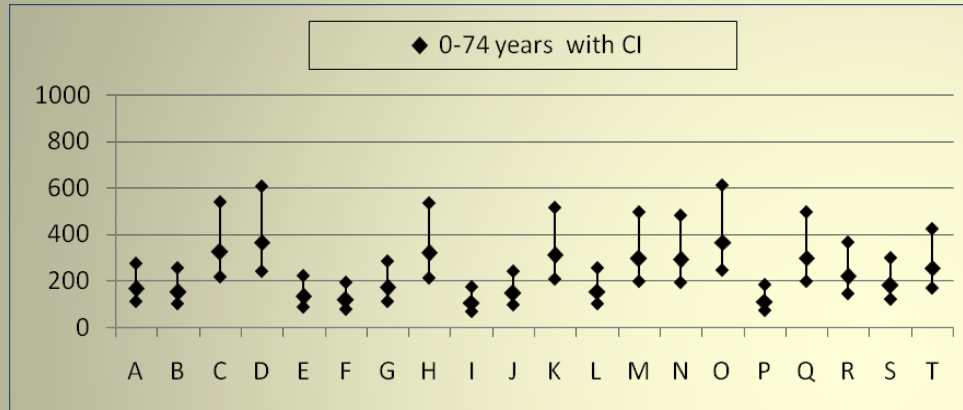
- A klímamodellek múltra vonatkozó eloszlási adatai általában eltérnek a mért adatok adatoktól. Az eltérések értékelése, különböző illesztő eljárások alkalmazása jelenti a validációt.
- A elemzett módszerek kidolgozása a hatás - a halálozás szempontjából effektív napok eloszlása - alapján történt.
- Négy számítási eljárást alkalmaztak, a klímaváltozás okozta hatást a többlethalálozás esetszámaival és a növekedés %-os értékeivel is jellemezték.

Eredmények

- Három modellben (**O,I,Q**) a referencia időszak 95%-os gyakoriságú küszöbhőmérséklete magasabb, mint a mért, valós adatok napi átlaghőmérsékleti maximuma. Két modellben (**M,K**) a scenáriók maximum hőmérséklete alacsonyabb, mint a mért adatok maximum hőmérséklete.
- A mért adatsorok gyakorisági eloszlása alapján a 23,9 °C feletti hőmérsékletek okoztak többlet-halálozást, amely 548 hőségnapot jelentett 1961-1990 között.
- A 20 klímamodell esetében ezen napok száma - az eloszlás görbék relatív helyzete szerint - 49 és 2304 között változott, jelentős mértékben befolyásolva a várható többlethalálozás értékeit.

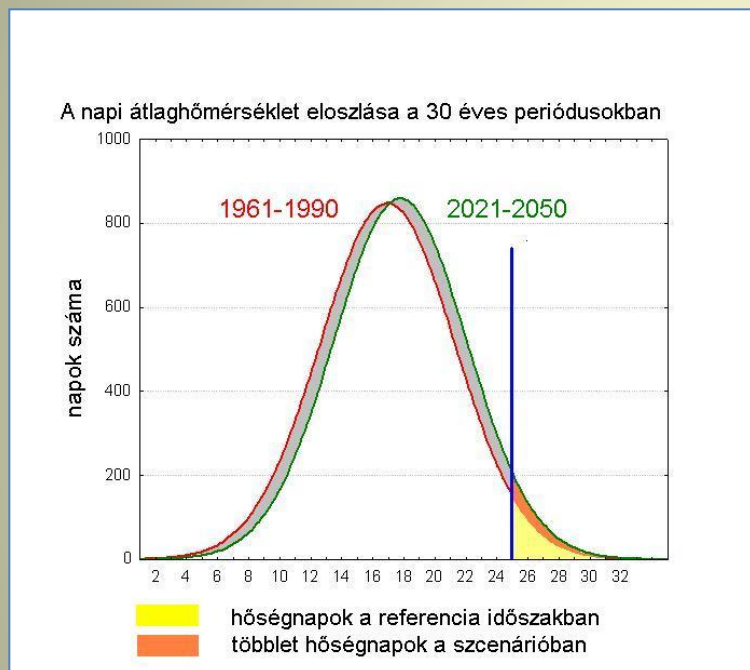
- A Szenárió okozta többlethalálozás éves értékei néhány módszer esetében jelentős szisztematikus eltérést mutatnak a gyakoriság görbék relatív helyzete szerint. A pozitív hőmérsékleti tartományban elhelyezkedő modellek esetében a többlethalálozás jelentősen emelkedik. Egy módszer alkalmazása esetén még negatív hatás is kimutatható.
- Az eltérések a gyakorisági görbék eltérő alakjától, a hőség napok varianciájától függnének az egyes klímamodellekben, amelyet csak néhány módszerek tud megfelelően figyelembe venni. A klímaváltozásnak tulajdonítható többlethalálozás növekedés 16-780%, 7-680% , 21-314%, 21-320% az egyes módszereknél.

Az elemzés alapján a hőséghez kapcsolódó többlethalálozást 87 (CI: 58-145), ill. 174 (CI: 116-203) eset/év értékekre becsüli 1961-1990 között a 0-74, ill. ≥ 75 évesek körében.

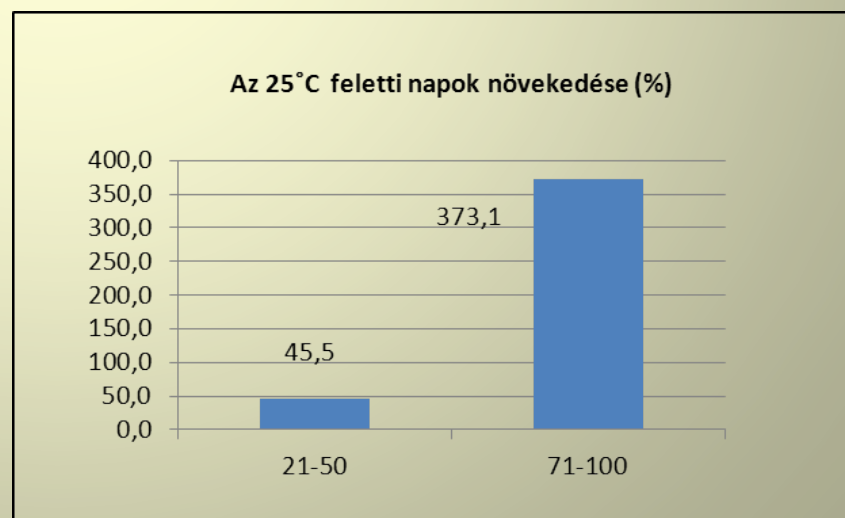
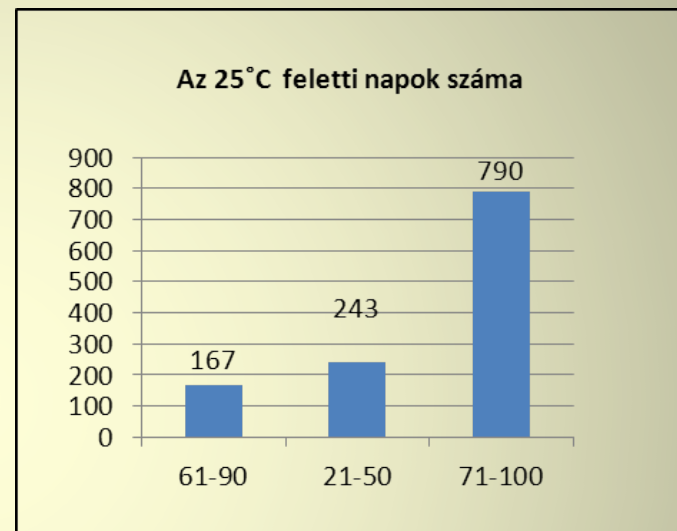


A különböző klímamodellek szerint az éves többlethalálozás 106-366 (I,O modell) esetszámmal, illetve 212-733 esetszámmal nő a 0-74, illetve ≥ 75 évesek körében 2021 és 2051 között.

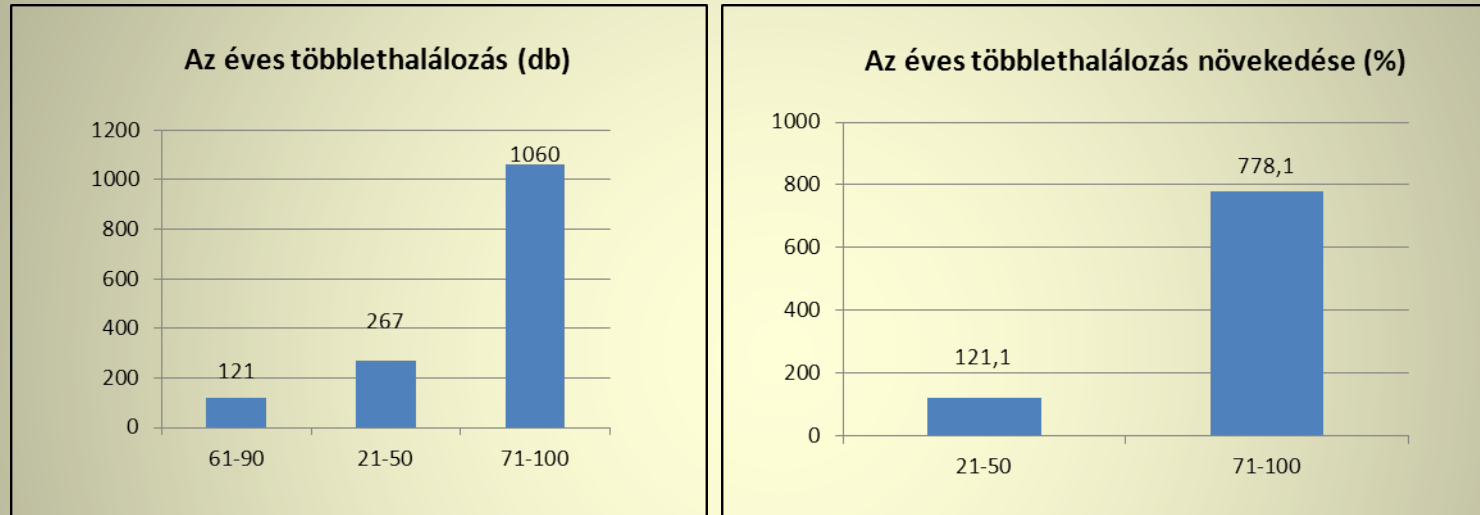
Az országos napi átlaghőmérsékletek gyakoriság eloszlás görbéi és a 25°C feletti átlaghőmérsékletű napok aránya a RegCM modell alapján



Forrás: Paldy A. et Bobvos J. (2011): Predicted Impact of Climate Change on Daily Excess Mortality and Emergency Ambulance calls between 2021-2050 and 2071-2100. Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine Vol.17:1-445-68

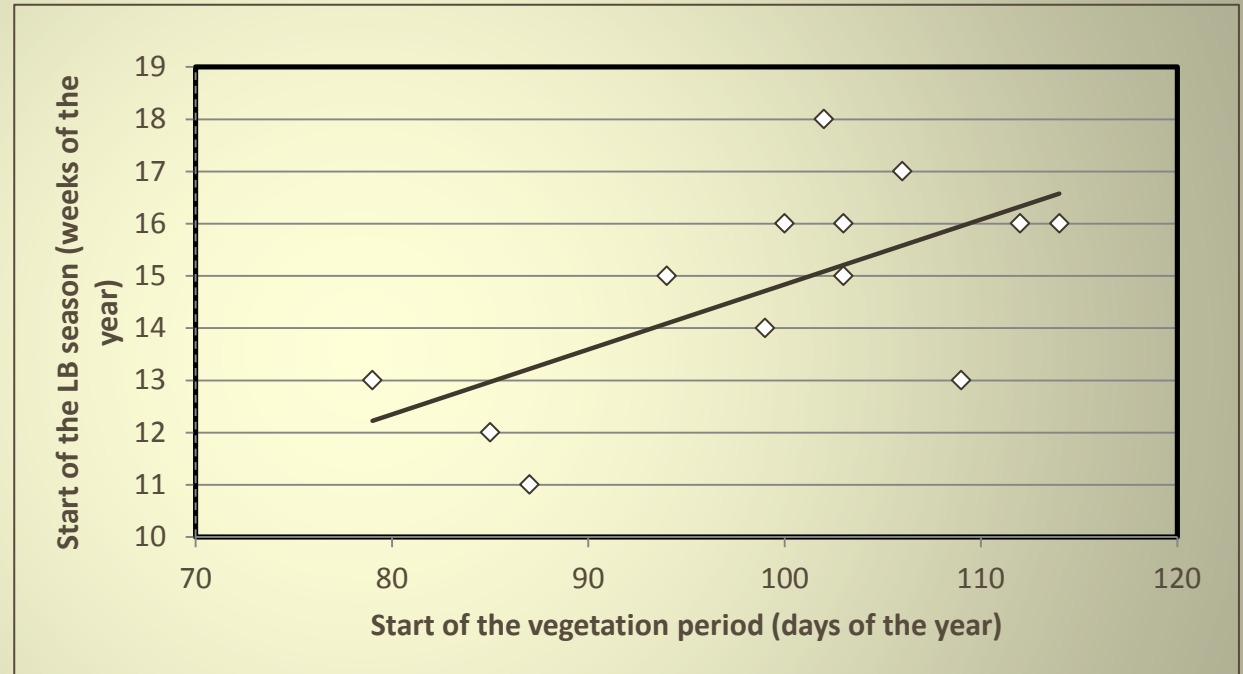


Az éves többlethalálozás becslése a RegCM modell alapján



A RegCM klímamodell alapján a referencia időszakban éves szinten átlagosan 121 esetszám 2021-2050 között mintegy 121%-al 267 esetszámmra emelkedik, 2071-2100 között a növekedés 778%-os szintet ér el ami évi 1060 esetszámot feltételez.

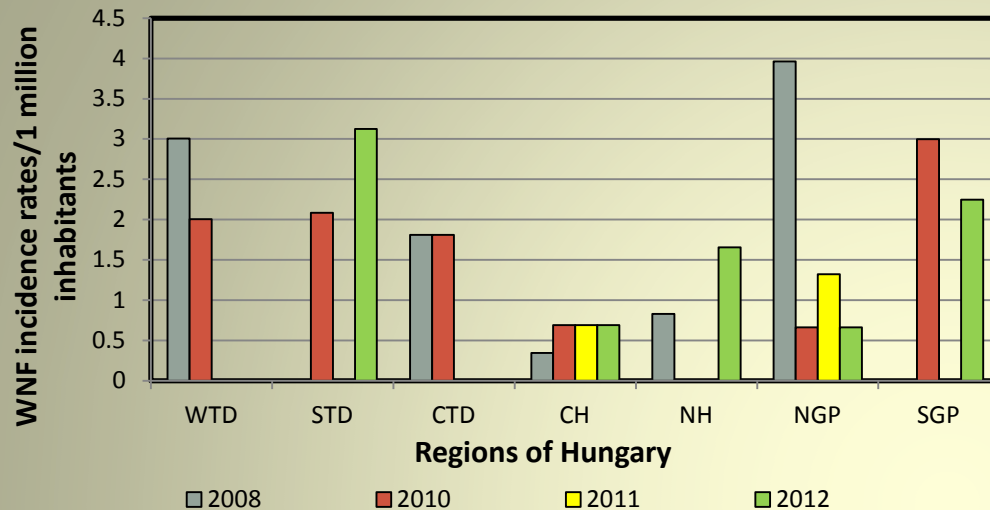
A tavaszkezdet és a *Lyme borreliosis* szezon közötti összefüggés Magyarországon, 1998-2010



- Szignifikáns kapcsolat van a vegetációs periódus és az LB szezon kezdete között ($p=0,0177$).

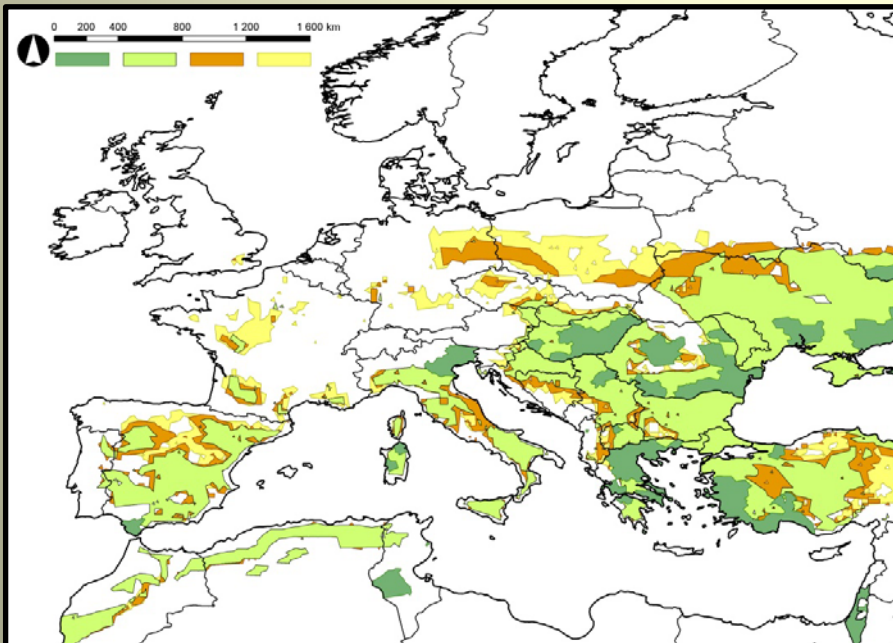
Forrás: Trájer AJ; Bobvos J; Krisztalovics K; Páldy A (2013) : Association between incidence of Lyme disease and spring-early summer season temperature changes in Hungary – 1998–2010. ANNALS OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE No2: 245-251.

A Nyugat-nílusi láz előfordulása

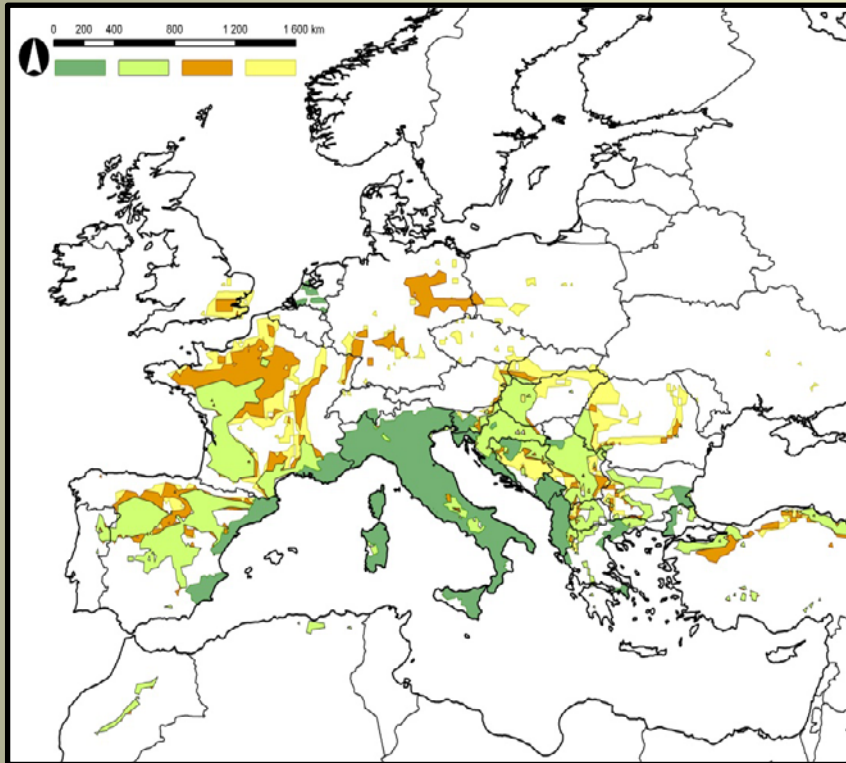


- Terjesztői: *Culex* fajok;
- A 2008, 2010, 2011 és 2012-es évek adatai alapján a betegség nem mutatott „stabil” térbeli előfordulási mintázatot Magyarországon, a folyók áradásával függött össze;
- Ennek egyik fő oka lehet, hogy a madarak évről-évre be kell, hogy hurcolják a betegséget;
- A Nyugat-nílusi láz potenciális elterjedése a kontinentális Európára terjed ki;
- A madarak vándorlási útvonalai is erőteljesen alakíthatják a jelen elterjedést.

Forrás: Trájer A, Bede-Fazekas Á, Bobvos J, Páldy A. (2014) Seasonality and geographical occurrence of West Nile fever and distribution of Asian tiger mosquito. *Időjárás - Quarterly journal of the Hungarian Meteorological Service*, 118: 19–40.



Az *Ae. albopictus* (tigrisszúnyog) várható elterjedése

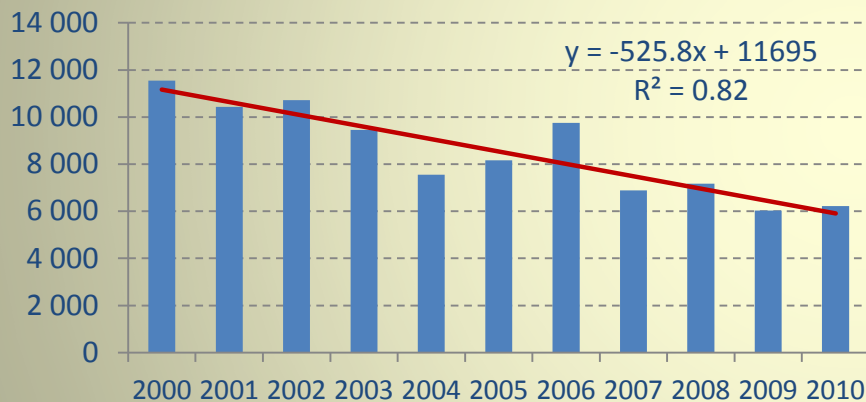


Forrás: Trájer A, Bede-Fazekas Á, Bobvos J, Páldy A. (2014) Seasonality and geographical occurrence of West Nile fever and distribution of Asian tiger mosquito. *Időjárás- Quarterly journal of the Hungarian Meteorological Service*, 118: 19–40.

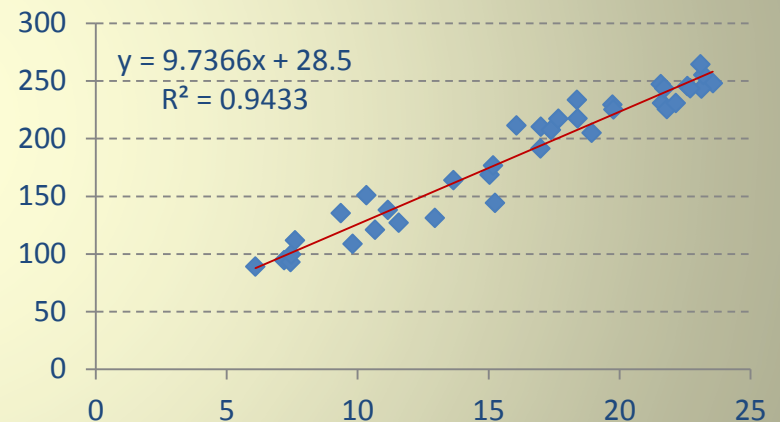
- Az *Ae. albopictus* terjeszti a Chikungunya lázat és a Dengue kórt;
- jelen elterjedése alapján egy viszonylag melegkedvelő fajnak tűnik, melynek potenciális elterjedési területébe beletartozik a Dunántúl jelentős része;
- Mivel jelenlegi előfordulása a határos Horvátországot is magába foglalja, feltehető, hogy délnyugati határmegyékben várható a vektor első megjelenése, akár a jelenben is;
- A 2070-es évekig a REMO modell alapján a szúnyog megjelenése nagyon valószínű Magyarországon, mivel a referencia időszakhoz képest még várhatóan nőni is fog a szúnyog által potenciálisan benépesíthető terület a Kárpát-medence nyugati területein.

Élelmiszerrel és ivóvízzel terjedő fertőzések - Salmonellosis incidencia Magyarországon 2000-2010; Az esetek és a hőmérséklet összefüggése

Reported cases of Salmonellosis in Hungary
2000-2010



Number of cases - daily mean
temperature



Forrás: Páldy A et al.(2012): A klímaváltozás várható hatásának becslése a salmonella fertőzésekre, valamint a napi halálozásra és sürgősségi mentőhívásokra 2021-2050 és 2071-2100 között. TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005. Jelentés

Klímaspecifikus növényindikátorok

- A WHO Környezetegészségügyi Irodájával közösen az OKI indikátorokat fejlesztett ki a klímaváltozás és a pollenszezon változásának nyomonkövetésére;
- 4 indikátor növényfaj jellemzi az éves pollenszezont:

Éger



Nyír



fűfélék



Parlagfű



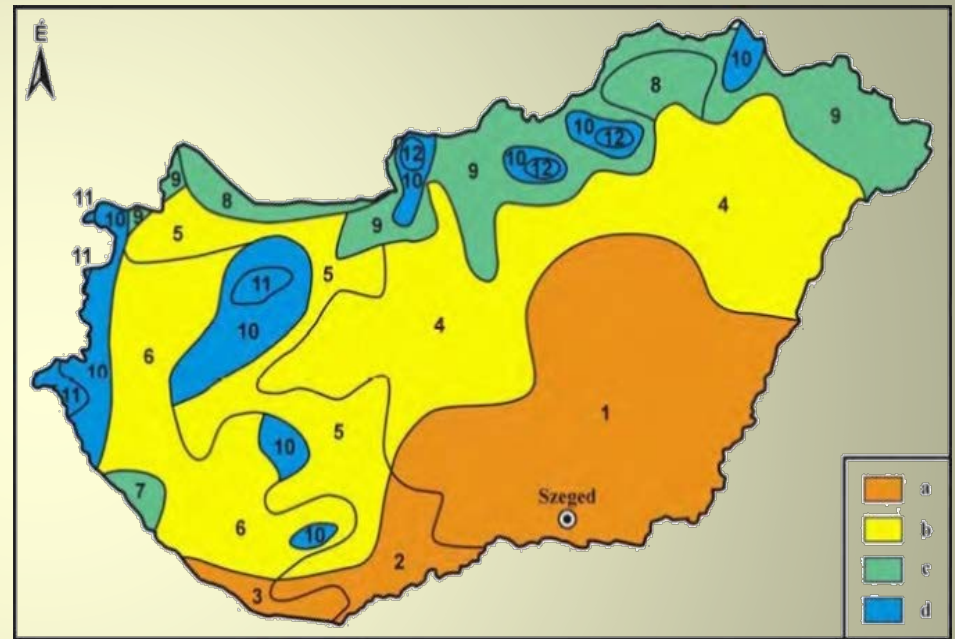
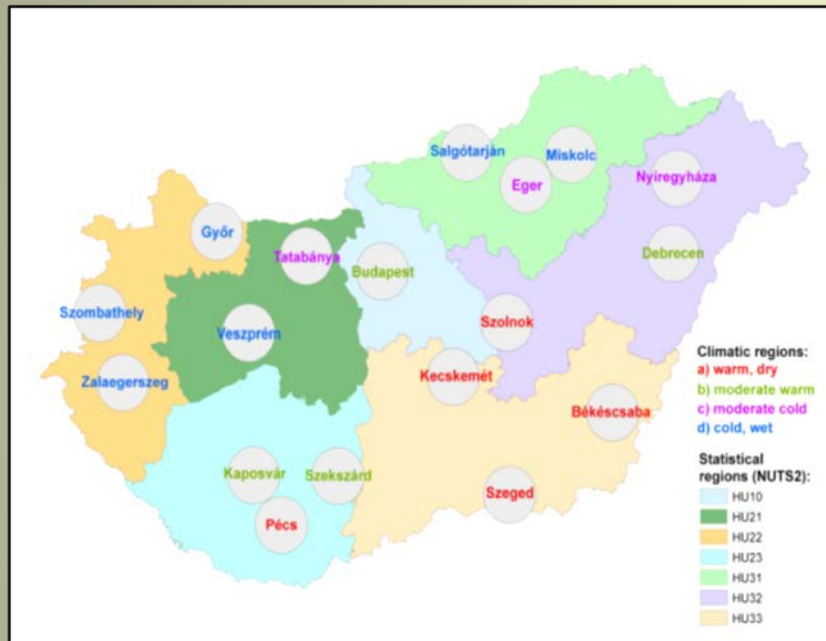
Az indikátorok meghatározása

- Szezonkezdet (nap - DOY);
- Szezonvég (nap - DOY);
- Szezonhossz (Napok);
- Éves összpollen szám (pollen db/m³);
- A napi maximum koncentráció (pollen db/m³);
- A napi átlagkoncentráció pollen db/m³);
- Az allergiás tüneteket okozó küszöbkoncentráció (>30 db/m³/nap) feletti napok száma.

Populációval súlyozott indikátorok a humán expozíció becslésére

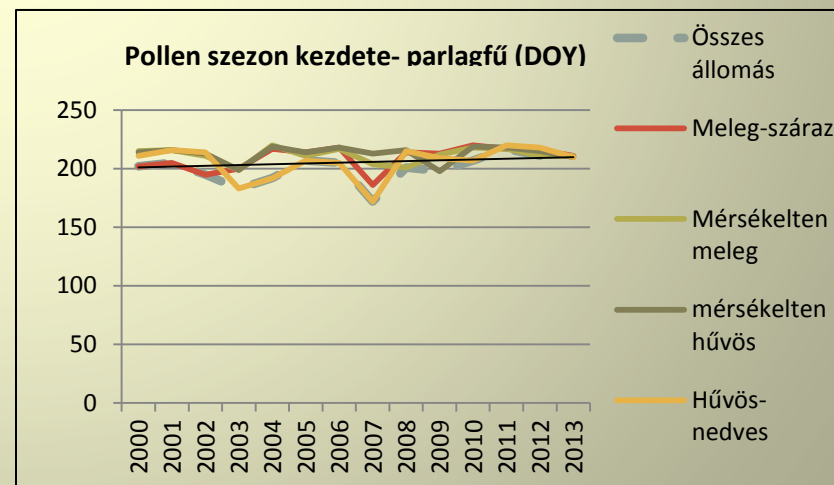
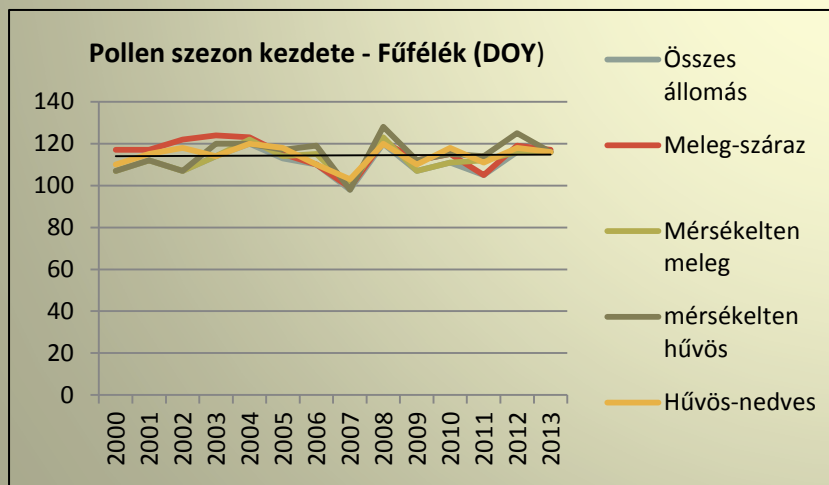
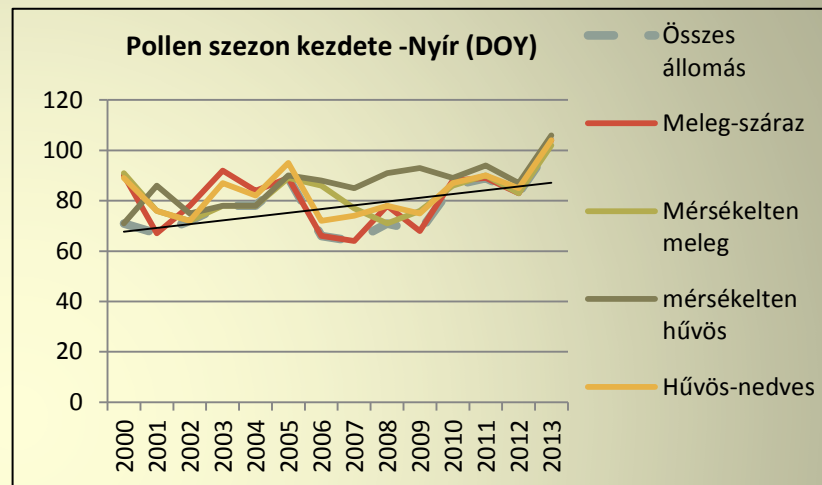
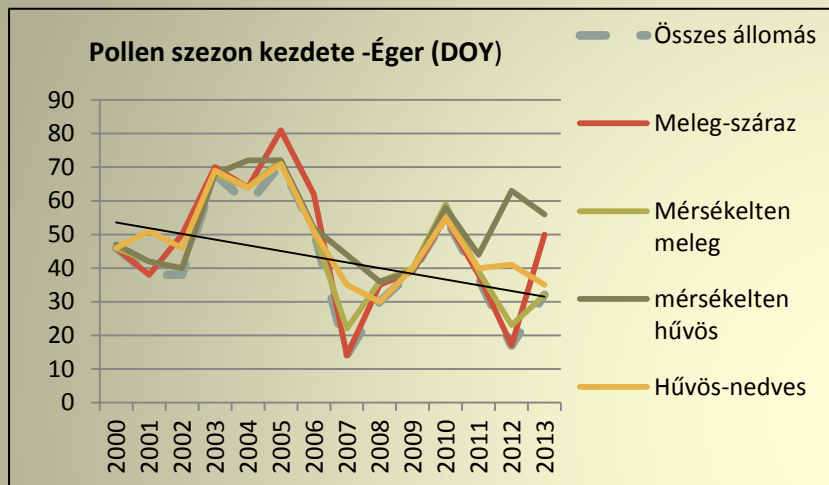
- Átlagos pollenkoncentráció (pollen db/m³);
- A küszöbkoncentráció feletti napok aránya a pollenszezonban (%);
- A pollenszezon hossza (nap).

Az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózat állomásai statisztikai és klíma régiók szerint (*Péczely 1979.*)

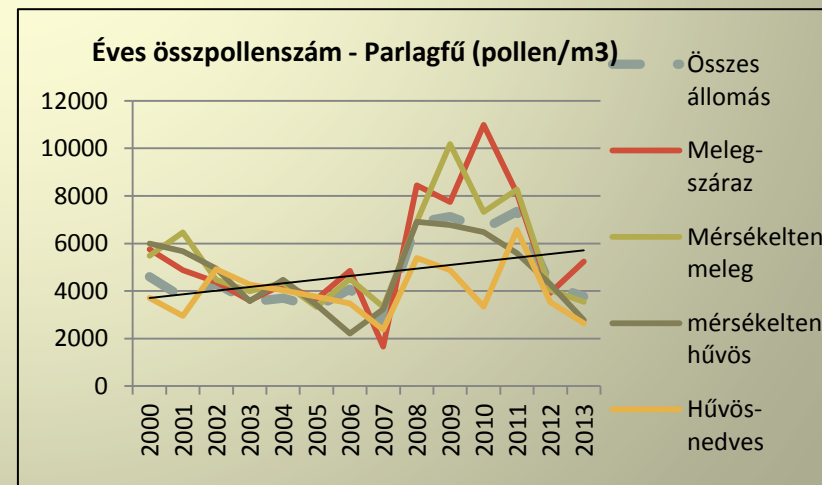
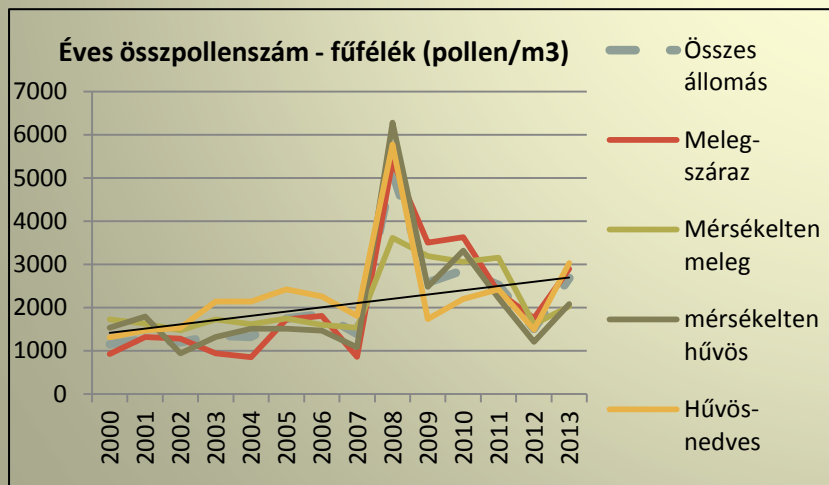
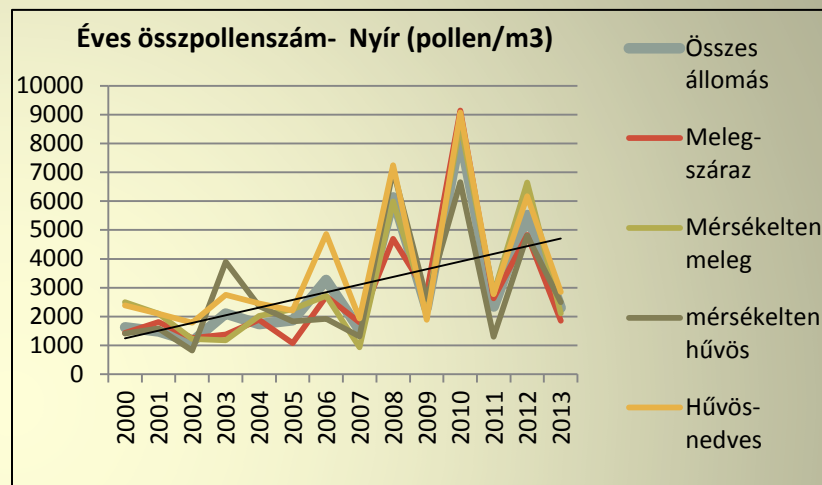
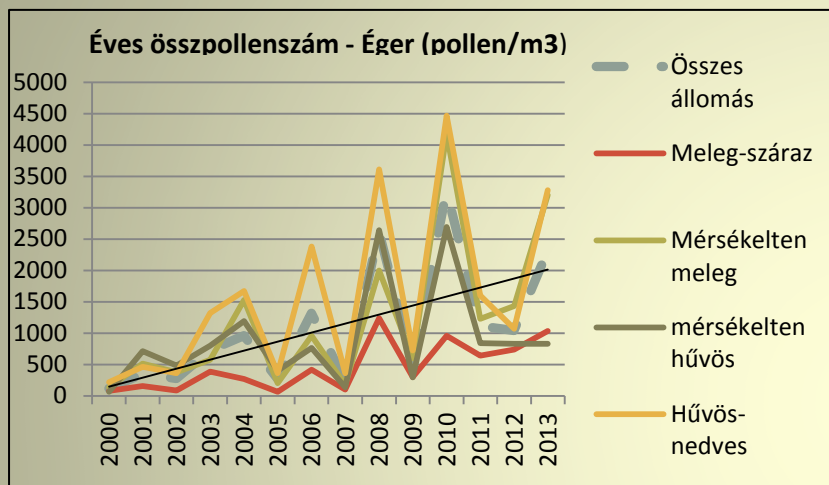


Klímarégiók:	nagyon meleg, száraz:	piros - barna
	közepesen meleg:	zöld - sárga
	közepesen hűvös:	lila - zöld
	hideg, nedves:	kék

Szezonkezdet klímarégiók szerint az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózat adatai alapján, 2000-2013



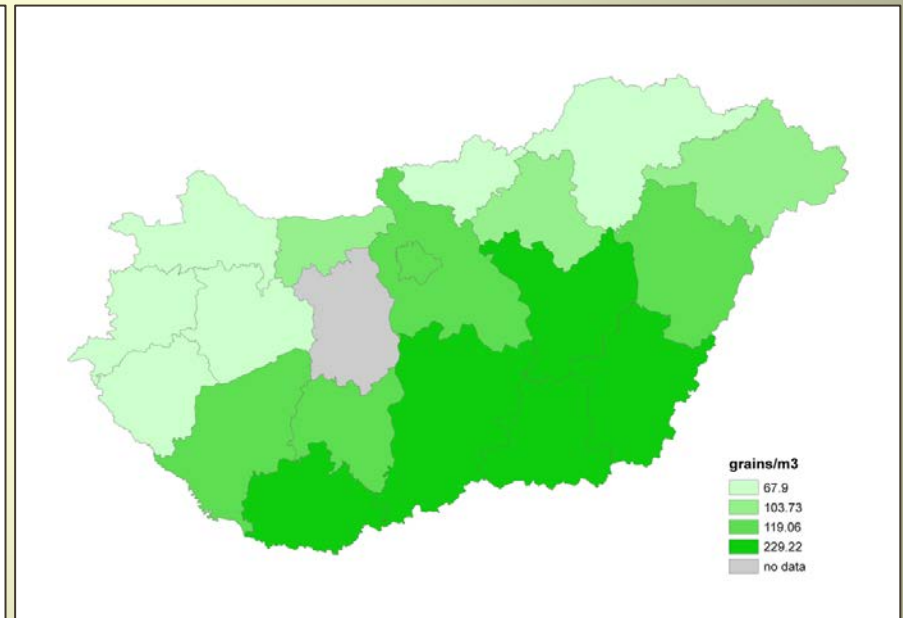
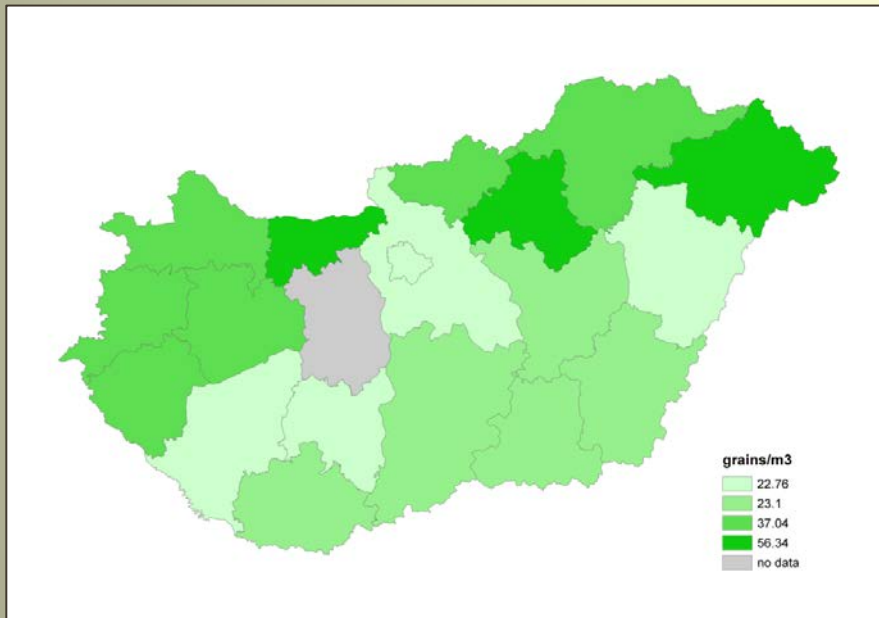
Éves összpollen terhelés klímarégiók szerint az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózat adatai alapján, 2000-2013



Parlagfű: populációval súlyozott átlag pollenkoncentráció (db/m³) klimatikus régiók szerint, 2007 és 2010

2007: extrém száraz, meleg nyár

2010: extrém csapadékos nyár



Mi várható a jövőben?

- A klímaváltozásnak tulajdonítható betegségteher növekedése; (hőhullámok okozta halálozások, megbetegedések, mentőhívások);
- Új vektorok által terjesztett fertőző betegségek megjelenése pl. leishmaniasis, Nyugat-Nilusi láz, Hanta virus fertőzés, Chikungunya, Dengue, behurcolt malária estek;
- Új allergének megjelenése, az allergiás betegek számának növekedése.

Stratégiai célkitűzések a közegészségügyben a WHO ajánlása alapján

- Egészségügyi ellátó rendszerek megerősítése, felkészítése a klímaváltozásból eredő veszélyekre:
 - az extrém időjárási helyzetekre;
 - és a megfelelő gyors közegészségügyi válaszadásra;
 - Az egészségügyi rendszer zöldítése;
- Interszektoriális együttműködés:
 - Rövid távú: katasztrófavédelem;
 - Közép-hosszútávú: épületek tervezése, működtetése;
 - "low carbon" szolgáltatások igénybevétele;
- Folyamatos finanszírozás lehetőségeinek megteremtése.

További célok

- Vektorok kezelése, a közegészségügyi védelem és a betegségek surveillance rendszerének fejlesztése;
 - Fel kell készülni az eddig kevésbé fontosnak tartott trópusi betegségek kontrollálására, az egészség környezeti és szociális determinánsainak javítására a tiszta ivóvíztől kiindulva a nők jobb egészségi állapotáig;
- A klímaváltozás hatásaként számolni kell az allergén növények elterjedésének térbeli és időbeli megváltozásával, ami az allergiás betegek számának változásával és a tünetek súlyosbodásával járhat - erre megfelelő preventív stratégiát kell kidolgozni interszektoriális alapon;
- Oktatás, egészségügyi ellátó személyzet specifikus képzése.

Köszönöm a figyelmet!