

# A hőség napi halálózásra kifejtett hatása budapesti adatok alapján (2000-2011)

Páldy Anna, Bobvos János, Fazekas Balázs  
Országos Környezetegészségügyi Intézet

## Bevezetés

A klímaváltozás hazánkat is érintő várható hatásai között a felmelegedés és szélsőséges időjárás helyzetek gyakoriságának növekedését prognosztizálják a szakértők. A korábbi hazai elemzések megalapozták a hőségrisztási rendszer 2005-től történő bevezetését. Felmerült az igény egy olyan egyszerű módszer kidolgozására, amely a felmelegedés mellett a hőség napi halálózásra gyakorolt hatásait is értékeli.

## Az elemzéshez használt adatok és módszer

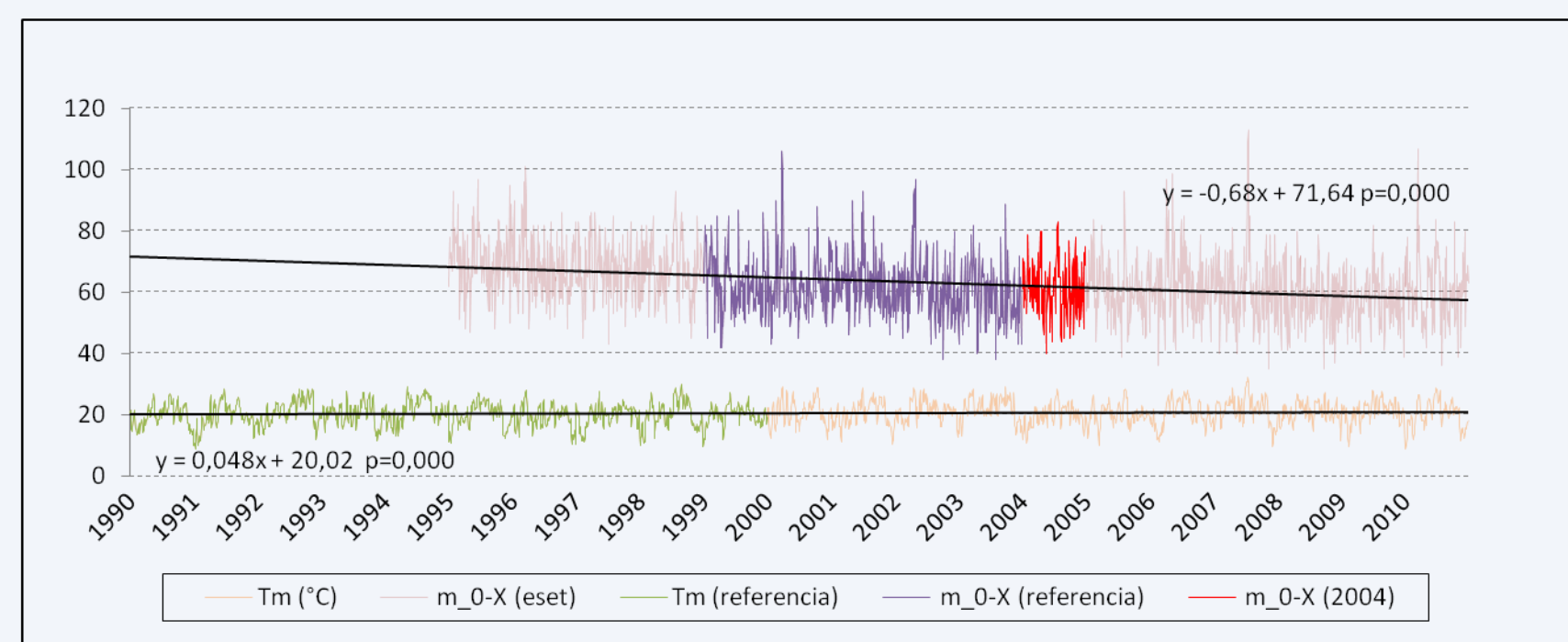
A vizsgálathoz, amelyben Budapest 2000-2010 közötti nyári időszakát (máj. 15. - szept. 15.) elemezték, a napi halálózási adatokat a Központi Statisztikai Hivatal, míg a szükséges meteorológiai paramétereket a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) adatbázisa biztosította. A halálózás jellemzésére a napi összhálózást (**m\_0-X**) és a 65 évnél idősebbek napi halálózását (**m\_65+**), a hőség indikátorok előállításához a pestszentlőrinci mérőállomás adatait használták.

A napi hőmérséklet jellemzésére négy indikátort választottak:

- Napi átlaghőmérséklet (**Tm**)
- Napi maximum hőmérséklet (**Tx**)
- Napi átlagos látszólagos-apparent hőmérséklet (**ATm**)
- Napi maximum apparent hőmérséklet (**ATx**)

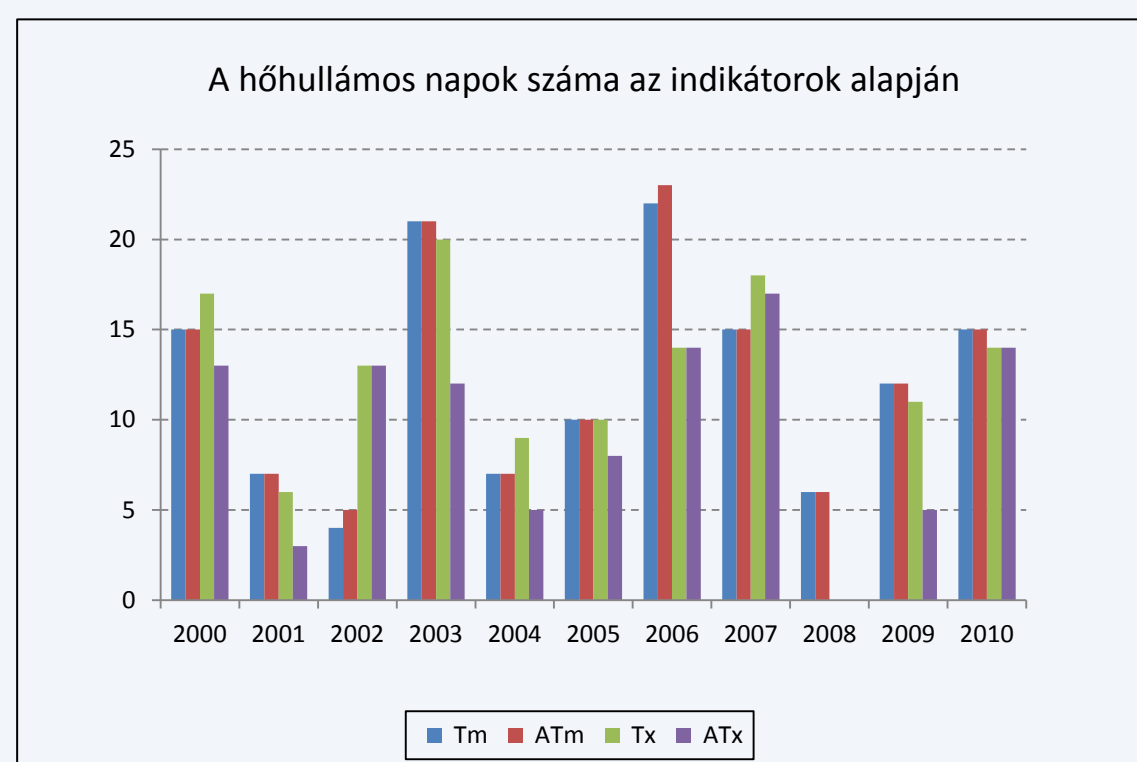
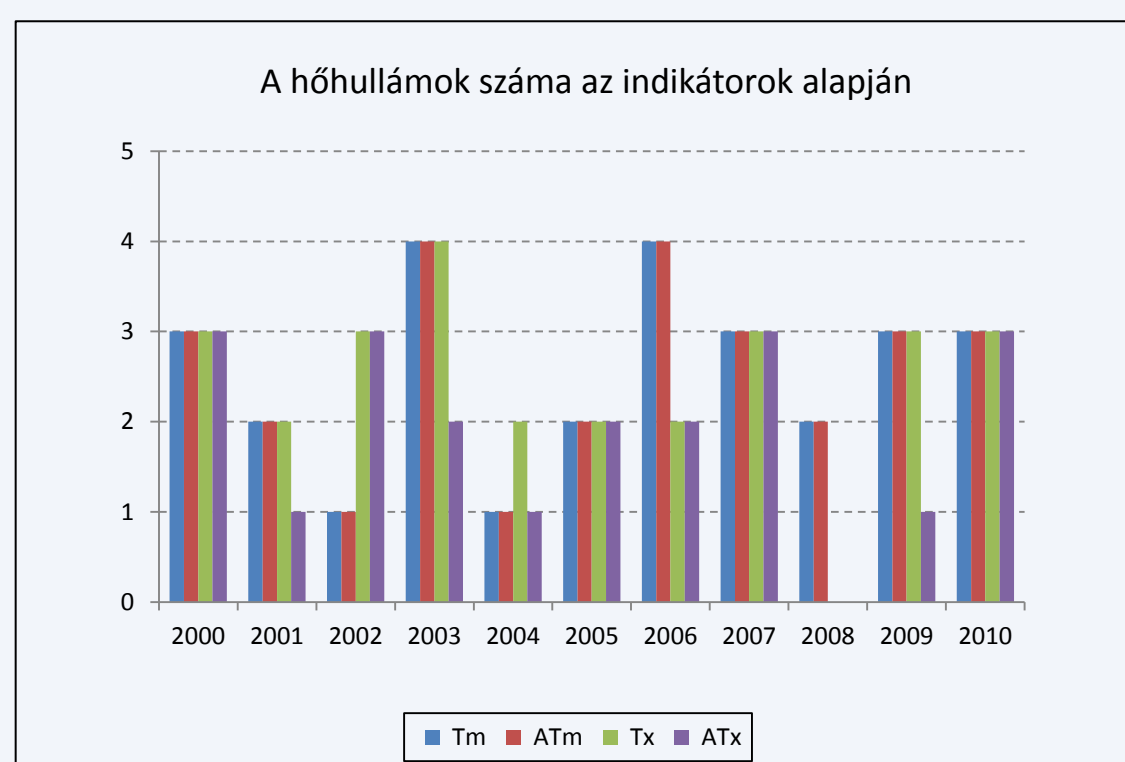
A hőmérséklet változásának követésére egy 10 éves referencia időszakot - jelen esetben 1990-1999 - jelöltek ki, a **hőségnapok** azonosítására a hőmérsékleti indikátorok gyakorisági eloszlásainak 90%-os értékeit (napi átlaghőmérséklet 25°C, a hőségrisztás küszöbértéke) választották. **Hőhullámnak** az ezen küszöbértékeket három, vagy több napig meghaladó időszakot tekintették.

A hőhullámok napi halálózásra gyakorolt hatását a hőhullámok alatti napi halálózás és az átlagos, **várható halálózás** különbségeként definiált, a hőhullámoknak tulajdonítható **többlethalálózás** segítségével mutatják ki. Az adott évben várható halálózást a megelőző öt év átlaghalálózásából számítják olyan módon, hogy a hőhullámos napok halálózását kihagyják.



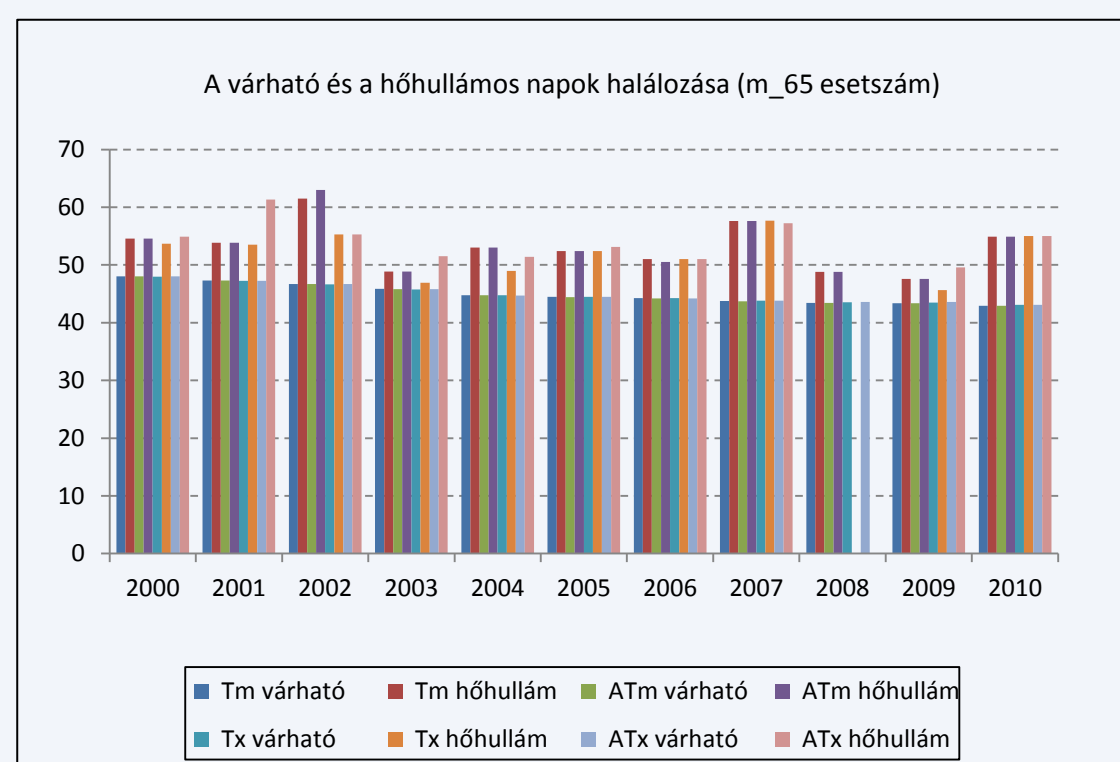
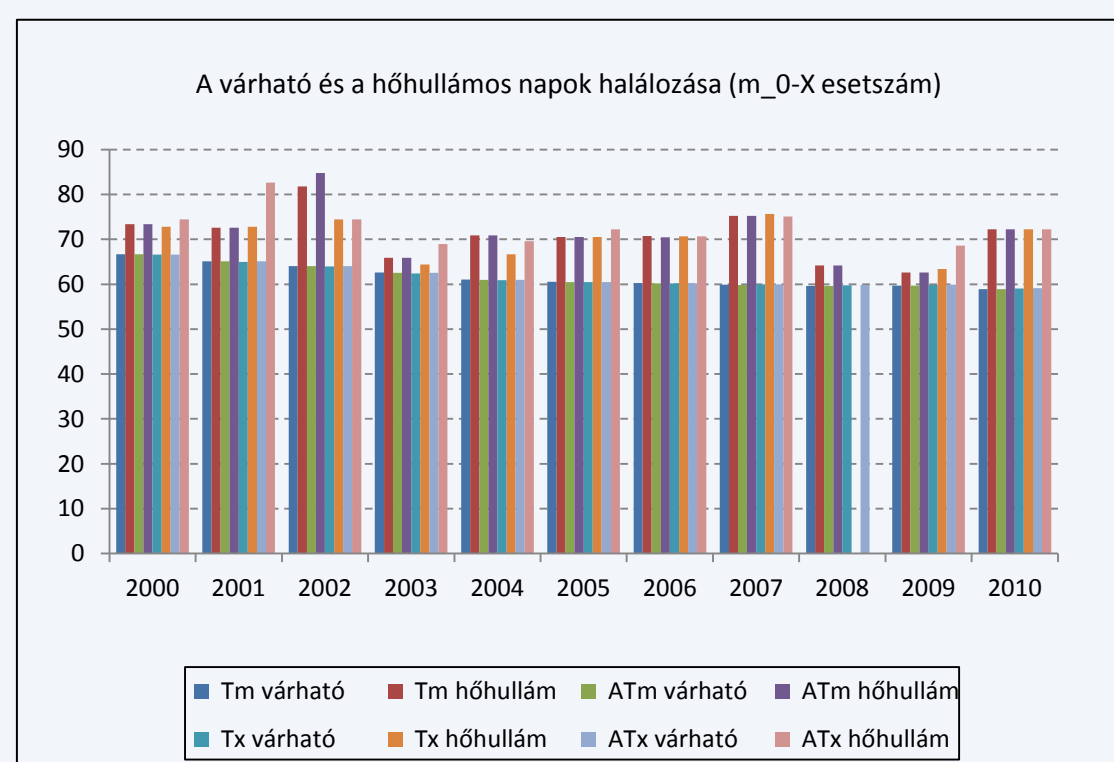
Például, a 2004 évre a várható halálózást a megelőző öt év (1999-2003) napi halálózási adatai alapján, az 1990-1999 évek közötti referencia időszakban meghatározott küszöbérték (90%) feletti hőhullámos napok kihagyásával állapítják meg.

A négy hőmérsékleti indikátor 90%-os gyakoriságához tartozó hőhullámok száma nem mutat szignifikáns változást az évek függvényében. A napi átlaghőmérséklet és a napi apparent átlaghőmérséklet hasonló számú évi 1-4 hőhullámot jelöl ki. A napi maximumokat használó indikátorok esetében néhány évben eltérések tapasztalhatók.



A hőhullámos napok számai nagyobb variációt mutatnak, ebben az esetben is a napi átlagokat használó indikátorok egyeznek meg jobban egymással. A vizsgált időszakban két évben érte el az évi 15 napot, két évben a 20 napot is meghaladta. Szignifikáns változást a hőhullámos napok számainál sem lehet kimutatni.

A halálózási referencia időszakok alapján számított várható napi halálózás csökkenő tendenciát mutat az évek függvényében. Az adott év hőhullámos napjai alatt történt halálózás minden esetben magasabb értékeket mutat, minden évben többlethalálózással kellett számolni. Jelentősebb növekedés 2002-ben, 2007-ben és 2010-ben volt tapasztalható a várható értékekhez képest.



Hasonlóan alakultak a halálózási viszonyok az idősebb korosztály esetében is. A szinte megegyező mintázatot mutató halálózási különbségek arányait tekintve kissé nagyobbak a teljes halálózáshoz képest. 2008-ban a maximum hőmérsékleteken alapuló indikátorok hőhullámot nem definiáltak, ezért itt nincsenek értékek. A magasabb mértékű halálózás növekedés is ugyanazon éveknél tapasztalható.

## Összefoglalás

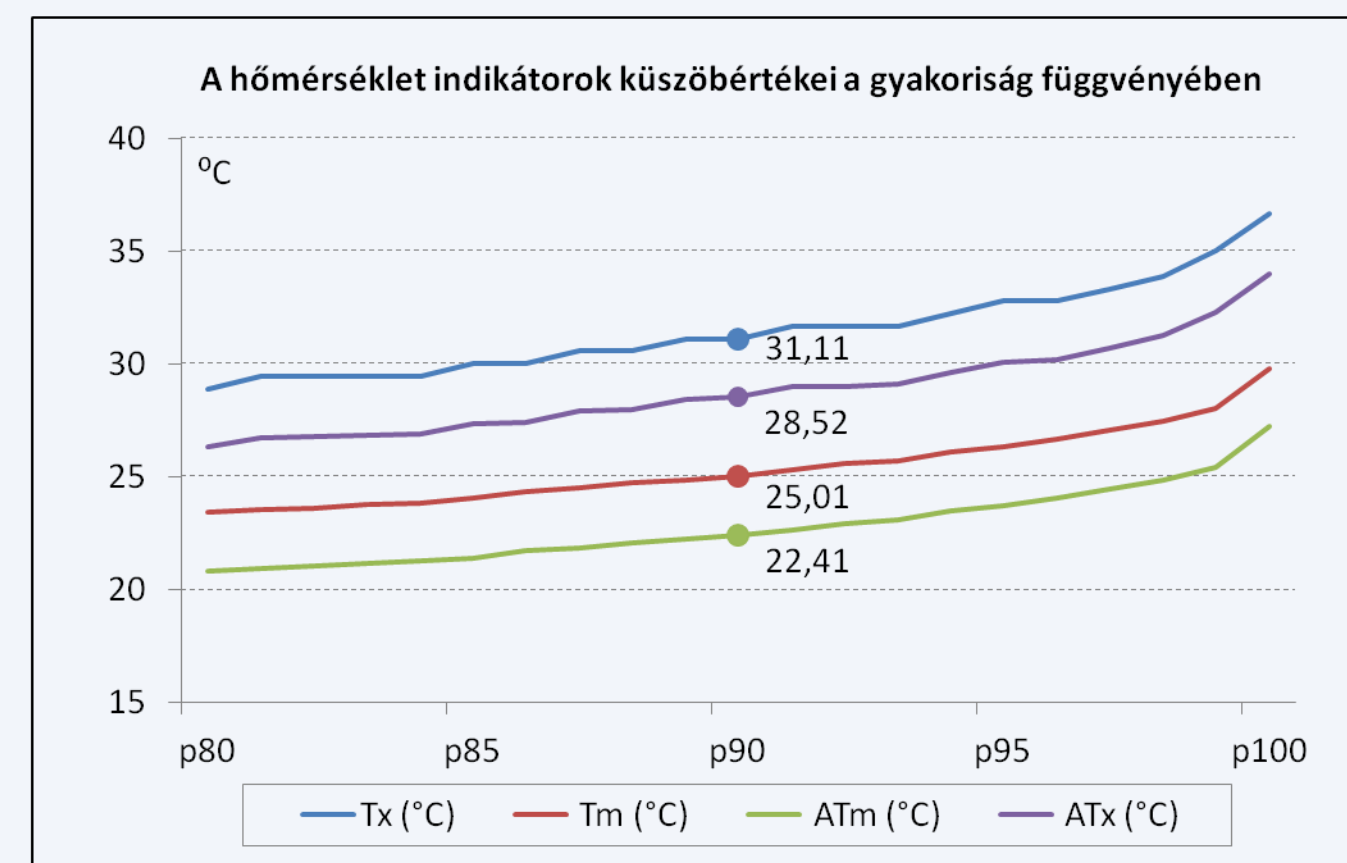
A fejlesztés célja az volt, hogy az idősor analízisnél egyszerűbb módszert találjanak a hőségnak tulajdonítható többlethalálózás meghatározására. A kidolgozott módszer hosszabb időtávon alkalmas a hőmérsékleti viszonyok változásának mérésére, a hőség napi halálózásra kifejtett hatásainak vizsgálatára. Az eredmények összhangban vannak a korábbi elemzések megállapításaival. A hőségrisztási rendszer bevezetése ellenére a hőhullámok halálózásra gyakorolt hatása továbbra is jelentős maradt.

## Eredmények

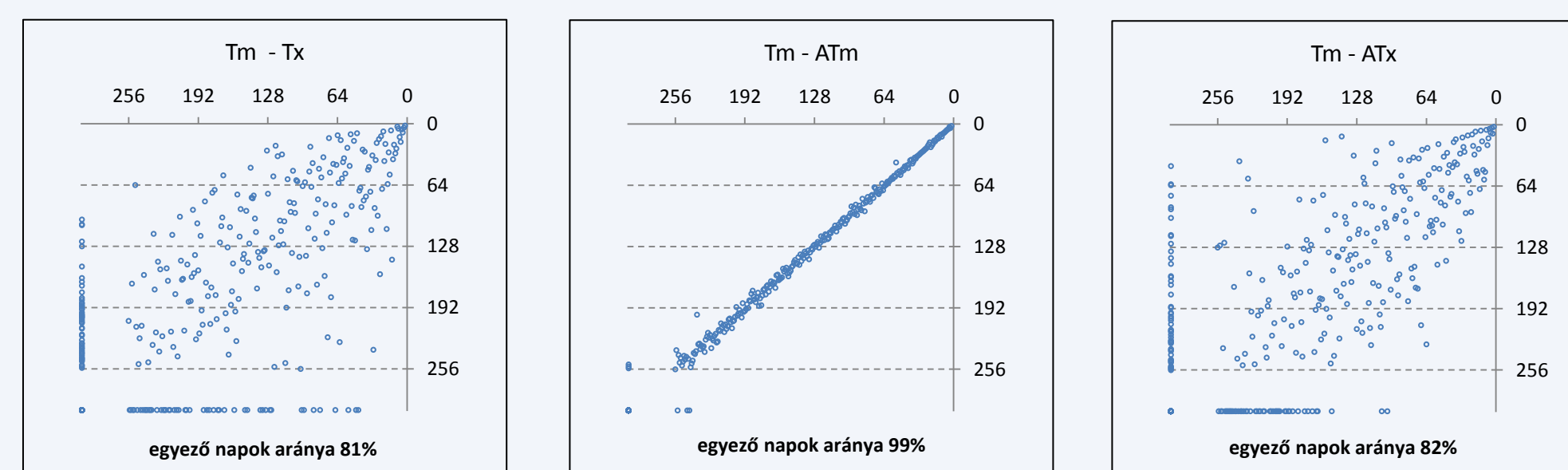
A vizsgált időszakban Budapesten a nyári halálózás (máj. 15. - szept. 15.) szignifikáns csökkenést mutat. Évente átlagosan 0,68 esetszámmal csökken a halálózás. A populációs és a halálózási arányok változása is indokolja az alkalmazott módszerben használt mozgó referencia időszak alkalmazását.

A napi átlaghőmérsékletek alapján a nyári hőmérséklet kismértékű szignifikáns, évi átlagosan 0,048 °C-os növekedést mutat.

A hőmérséklet referencia időszakában (1990-1999) a hőmérséklet indikátorok gyakorisági eloszlása eltérő mintázatot mutat. A különböző percentilis értékekhez tartozó küszöb hőmérsékleti értékek apparent hőmérsékletek esetén 2-3 °C-al alacsonyabbak az egyszerű hőmérsékleti értékekhez képest. Az ábrán a 90%-os gyakorisághoz tartozó értékek vannak feltüntetve.

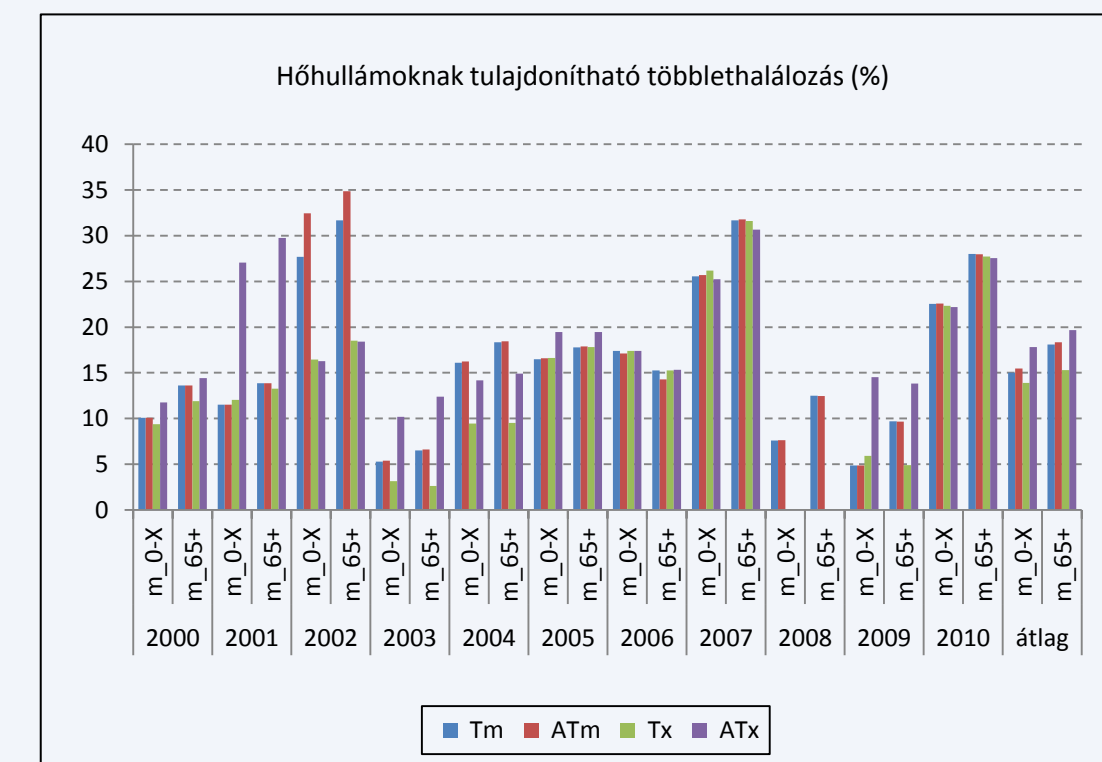
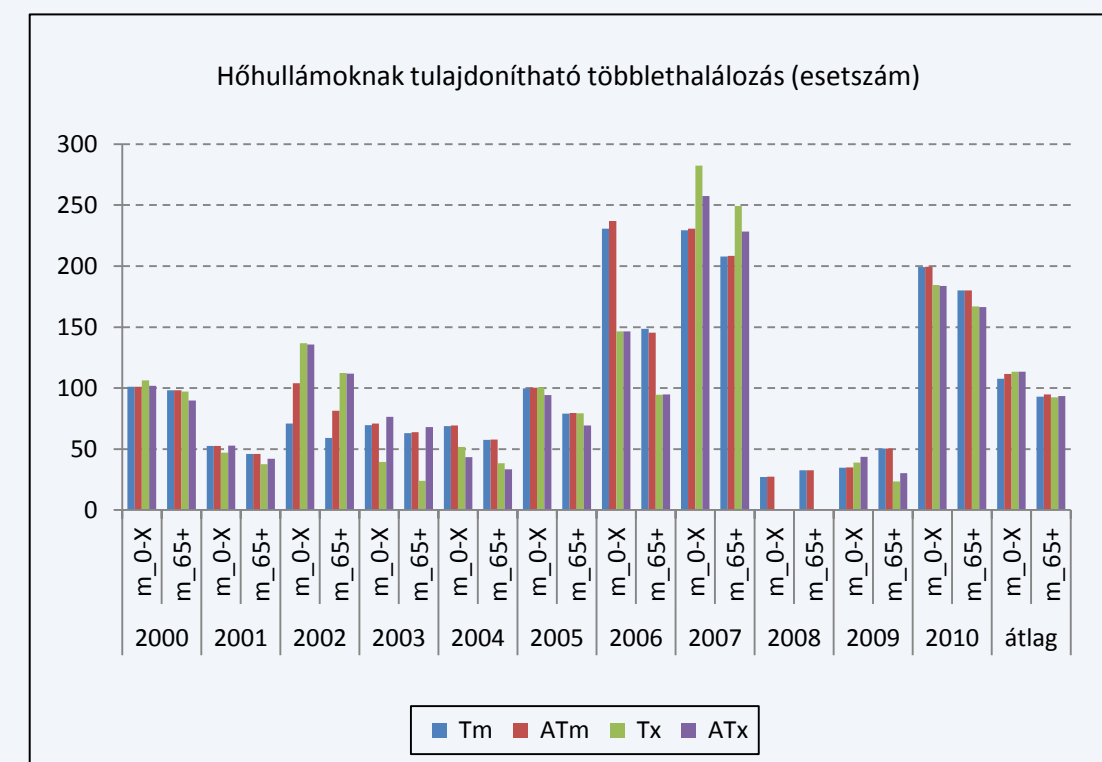


A 90%-os gyakoriság felett a hőmérséklet indikátorok nem ugyanazon napokat jelölik ki. A legmelegebb 256 napot 1-től 256-ig jelölve (1 - a legmelegebb nap), rangszámot hozzárendelve megállapítható, hogy az egyes indikátorok hogyan azonosítják az extrém meleg napokat.



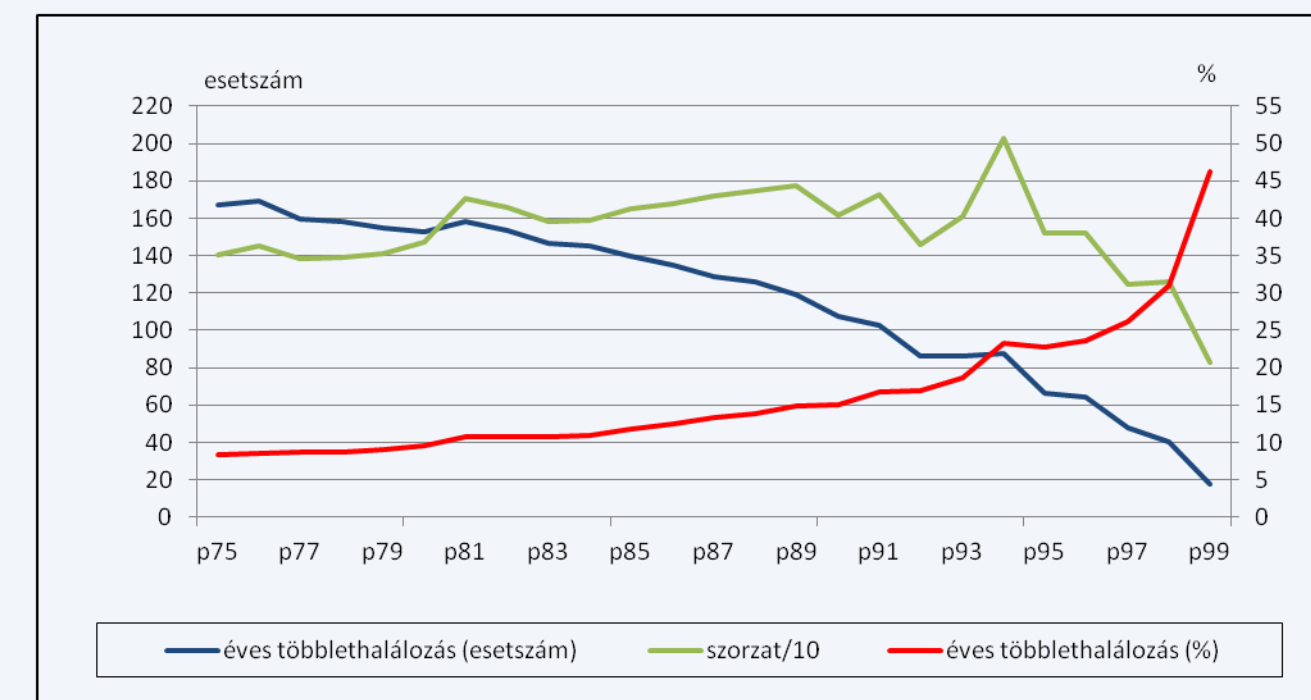
Az ábrákon a 256-nál nagyobb értékek jelentik a nem egyező napokat. A napi átlaghőmérséklet és a napi apparent átlaghőmérséklet 99%-ban ugyanazon napokat jelöl ki extrém melegként, azonban a maximum hőmérsékletek szerinti extrém meleg napoknál az egyezés csak 81-82%-os.

A hőhullámoknak tulajdonítható többlethalálózás éves esetszámjai jelentős eltéréseket mutatnak. Legkevesebb többlethalálózási eset 2008-ban történt, a két 3-napos hőhullám alatt 27 illetve 32 többlet esetet lehetett regisztrálni. Igen alacsony volt a többlethalálózás 2009-ben és 2001-ben is. Legtöbb többlethalálózás 2007-ben, az eddig regisztrált legnagyobb hőhullám következtében történt. A teljes lakosság körében 230 haláleset, az idősekénél 208 haláleset tulajdonítható a 15 hőhullámos napnak. Igen magas halálózás növekedés tapasztalható 2006-ban és 2010-ben is. A vizsgált időszakban évente átlagosan 108-110 többlet haláleset tulajdonítható a hőhullámoknak.



A hőségnapok alatti százalékos növekedés átlagosan 15-18%-os értékeket mutat, egy-két évben azonban a 30%-ot is meghaladja. Azokban az években, amikor a hőmérséklet indikátorok lényegesen eltérő számú hőségnapot definiáltak (pl. 2002, 2003, 2006) nagy különbségeket láthatunk mind az esetszámok, mind a százalékos értékek esetében is.

A napi átlaghőmérséklet alapján számított éves átlagos többlethalálózás a hőmérsékleti küszöbérték növelésével egyre csökken, ahogy a kijelölt hőségnapok száma egyre csökken. Az egyre melegebb napokon azonban a többlethalálózás egyre nő. A megfelelő küszöbérték kiválasztásában a két görbe összetartozó értékeinek szorzatát használhatjuk fel, melynek maximuma környékén a két görbe ellentétes irányú folyamat egyformán érvényesül. Úgy tűnik, hogy a 86%-os és a 95%-os percentilis közötti tartomány felel meg leginkább a kritériumnak. A korábbi elemzések kapcsán kiválasztott 25°C-os küszöbérték, amely a napi átlagérték 90%-os percentilise, a görbét is figyelembe véve megfelelőnek tekinthető.



Az apparent hőmérsékletek használata az eredményeket érdemben nem változtatja meg, előrejelzésük nehezebb, ezért a napi átlaghőmérséklet, mint hőség indikátor használata továbbra is javasolt. A küszöbértékek részletesebb vizsgálata hosszabb idősorokon, esetleg más városok adatait is felhasználva indokoltnak tűnik. Együtt arra is választ kaphatunk, hogy a napi átlaghőmérséklet értékeken alapuló módszer általánosítható-e. Az elemzéshez az Országos Környezetegészségügyi Intézet a WHO Európai Központjának felkérésére egy már működő célszoftvert fejlesztett, amelyet a végső tesztelés után szabad felhasználásra kívánja felajánlani.