

A PM10 FORRÁSAI ÉS TULAJDONSÁGAI HŐHULLÁMOS IDŐSZAKOKBAN MAGYARORSZÁGON

IMRE KORNÉLIA¹, HOFFER ANDRÁS¹, TÓTH ÁDÁM², JANCSEK-TURÓCZI BEATRIX², MOLNÁR ÁGNES¹, KISS GYULA¹, FERENCZI ZITA³, GELENCSÉR ANDRÁS²

¹ MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport, Veszprém

² Pannon Egyetem, Föld- és Környezettudományi Intézeti Tanszék, Veszprém

³ Országos Meteorológia Szolgálat, Budapest

BEVEZETŐ

Az elmúlt két évtized tapasztalatai alapján az éghajlatváltozás napjainkban is érzékelhető megnyilvánulása az időjárási szélsőségek, ezen belül a hőhullámok számának és időtartamának jelentős mértékű növekedése. Az emberi szervezetet önmagában is erősen megterhelő tartós hőség rendszerint rendkívül rossz levegőminőséggel párosul:

a hőhullámok kialakulásának meteorológiai feltételei módfelett kedveznek a fotokémiai (másként Los Angeles-típusú) szmog kialakulásának. A nagy területekre kiterjedő, szinte kivédhetetlen szmog összetevői egészségkárosító hatásuk révén súlyosbítják a hőség által okozott panaszokat, és felelőssé tehető az ilyenkor nagy számban bekövetkező többlet halálesetek egy részéért is.

Mivel a jövőben nagy valószínűséggel a hőhullámok további erősödésére számíthatunk, nem árt, ha tisztában vagyunk annak társult veszélyeivel is.

KITEKINTÉS HŐHULLÁMOK ÉS HATÁSAIK

Az éghajlatváltozás kérdése, akár az éghajlat múlt- vagy jövőbeli változásáról, akár annak következményeiről legyen szó, korábban élesen elkülönült a levegőminőség problémakörétől.

A szélsőséges időjárási események az ökoszisztémákra, a mezőgazdaságra és magára az emberre

is lényegesen nagyobb negatív hatást gyakorolnak, mint a meteorológiai paraméterek fokozatos, de lassú változásai. A szélsőséges időjárási események közül elsődlegesen a hőségnapok számának és a nappali maximum hőmérséklet értékének a növekedése, valamint az aszályos időszakok hossza hordozza magában a levegőminőség jelentős romlásának lehetőségét. E meteorológiai jelenségeket a közvélemény elsődlegesen a hőhullám fogalmával azonosítja.

A 2003-AS EURÓPAI HŐHULLÁM

Európa nagy részét két rendkívüli hőhullám sújtotta, júniusban és augusztus első felében. Ez a szélsőségesen forró időszak ízelítő lehetett azokból a nyaraból, amelyek az évszázad végére a modellek előrejelzése szerint már megszokottak fognak számítani.

- * Európában a nyári átlaghőmérséklet 1,9 °C-kal haladta meg az 1961-1990 referencia értéket
- * Dél-Európában 4-5,5 °C-kal is magasabb átlaghőmérsékletet regisztráltak
- * a napi maximum hőmérséklet Spanyolországban és Portugáliában a 40 Franciaországban a 36-38 °C-ot is meghaladta, ami a jellemző maximumnál 7-12 °C-kal magasabb
- * csak az augusztusi hőhullám 35 ezer többlet halálesetet okozott Európa szerte
- * A 75 évnél idősebbek között a halálozási ráta növekedése 70 %-os volt, de a 45-74 év közötti korcsoportban is elérte a 30 %-ot
- * Portugáliában az ország területének 5%-a vált az erdőtüzek révén a lángok martalékává
- * Franciaországban a hőség miatt az atomerőművek termelését korlátozni kellett
- * Az Alpokban példátlan módon a fagyhatár 10 napig 4500 m fölé került, melynek következtében a gleccserek jégtömege 5-10 %-kal csökkent

A HŐHULLÁMOK ÉS A LEVEGŐSZENNYEZÉS MAGYARORSZÁGON

Hőhullámként definiáltuk azokat az időszakokat amikor 3 egymást követő napon a napi átlag hőmérséklet elérte vagy meghaladta a 25°C-ot. Minden extrém időszak előtti néhány napot referencia időszaknak jelöltük ki, a légszennyező anyagok koncentrációjának változását azok referencia időszakban mért átlagához viszonyítottuk (lásd 1. ábra).

A hőhullámok kialakulásához szükséges meteorológiai feltételek sajnálatos módon különösen kedveznek a levegőszennyezés egy fajtája a szmog kialakulásának és súlyosbodásának is.

A fotokémiai szmog képződés kulcsszereplői:

- * napsugárzás
- * gyenge légmozgás (anticiklonális helyzet)
- * egymást követő csapadékmentes napok (CDD)
- * szénhidrogének, a tökéletlen égés melléktermékeként az el nem égett üzemanyagból és a kenőolajból
- * a nitrogén-monoxid, amely a nagyhőmérsékletű égés során belsőégésű motorokból és erőművekből, valamint a biomassza égés.

Ezekben az időszakokban a különböző forrásokból kibocsátott és intenzíven képződő légszennyező anyagok egyaránt feldúsulnak, és a hőhullám egészségkárosító hatását jelentősen súlyosbító tartós és kiterjedt fotokémiai szmogot hoznak létre.

A hőhullám idején szerepet játszó meteorológiai elemek hatásának jelentőségét az 2. ábrán figyelhetjük meg. Jól látszik, hogy a csapadékmentes napok száma (kimosódás nélküli időszakok hossza) illetve a napi maximum hőmérséklet egyértelmű függvénykapcsolatban van a PM10 szennyezettség (koncentráció) mértékével. Minél magasabb a hőmérséklet, és minél több nap telt el csapadék nélkül, annál nagyobb lesz a PM10 koncentráció értéke, azaz annál rosszabb lesz a levegő minősége. Megjegyzendő, hogy PM10 esetében 50 µg/m³ koncentráció az egészségügyi határérték, amit hőhullámos helyzetben sokszor jelentősen meghalad a mért koncentráció.

Hasonló összefüggés figyelhető meg az hőhullám-ózon kapcsolatában is (1. táblázat).

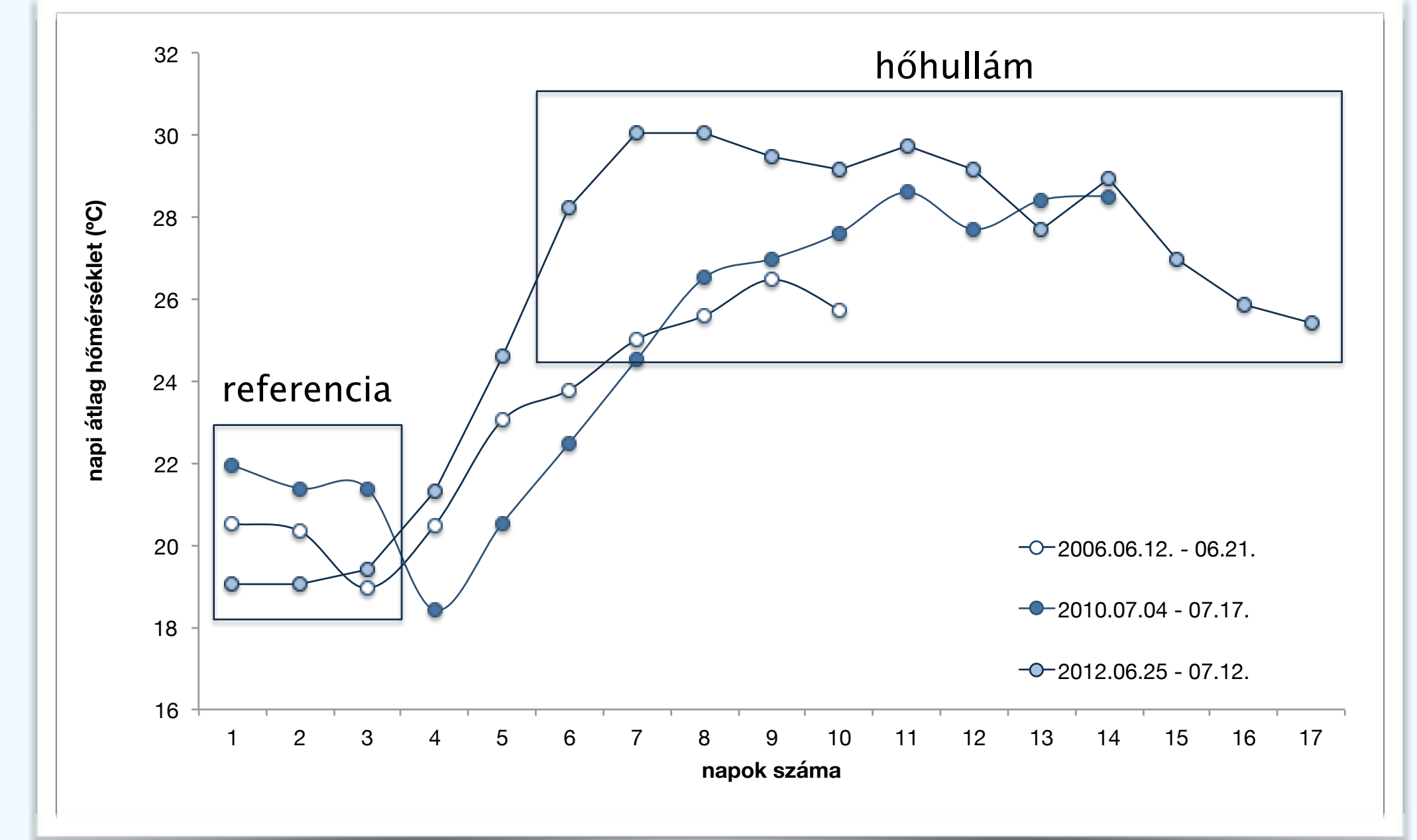
1. táblázat Budapest 2004 óta előforduló hőhullámok időszakára (összesen 110 nap) és az azon kívüli nyári időszakokra (676 nap) átlagolt mért napi átlagos PM10 és 8 órás átlagos maximum ózon koncentrációk és napi középhőmérsékletek.

	PM10 koncentráció [µg/m ³]	Ózon [µg/m ³]	Napi átlag hőmérséklet [°C]
Hőhullám	34,2	84,2	27,2
Nyár	22,6	64,0	20,7

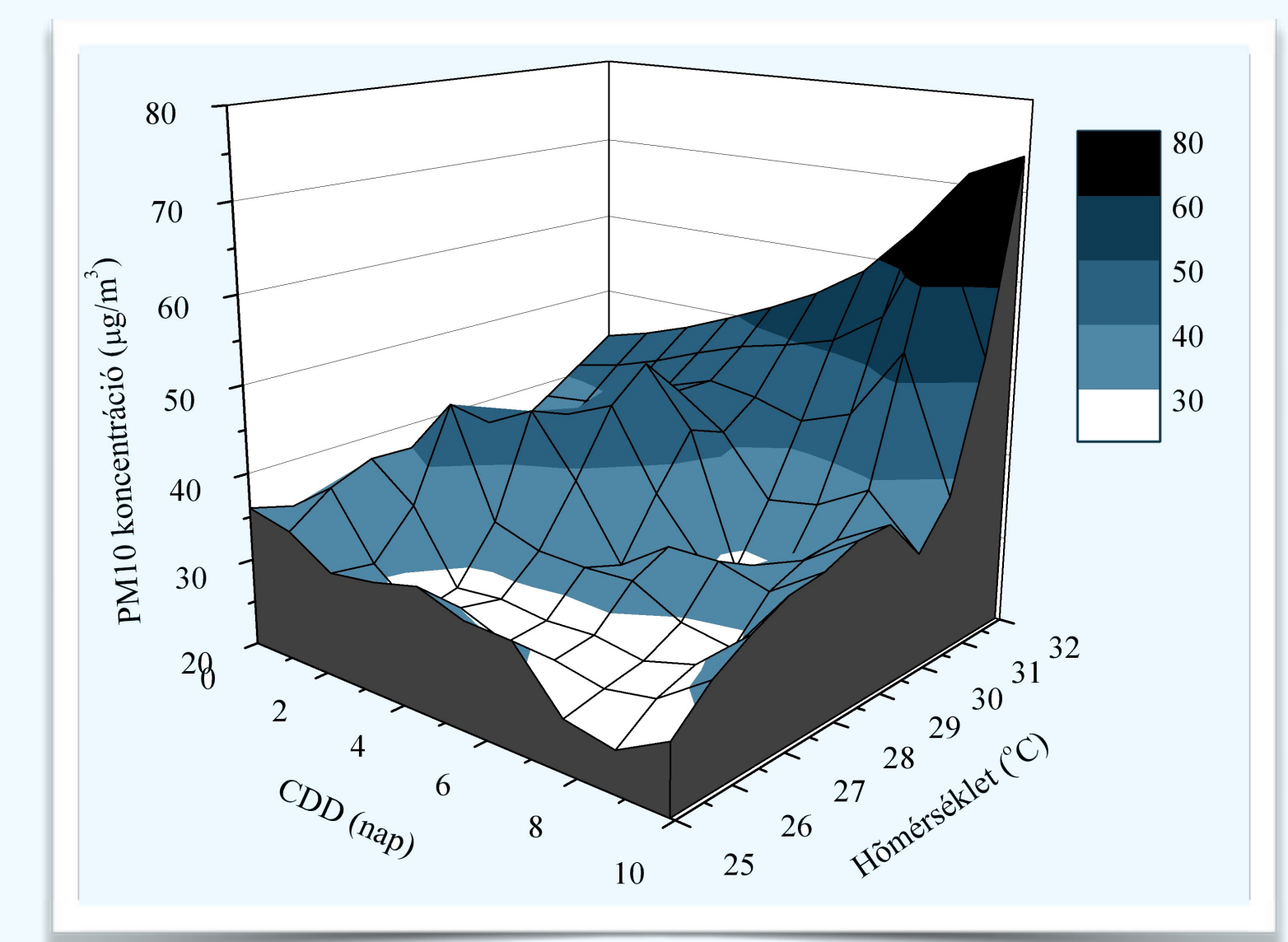
Hőhullámos időszakokban Budapesten a napi PM10 koncentráció akár 20-30 µg/m³-rel is nagyobb lehet, mint a hőhullámot megelőző időszakokra jellemző érték. Ezekben az időszakokban az ózon koncentrációja ~30 %-kal növekszik a nyári átlagos értékhez képest (3. ábra). Megfigyelhető, hogy ezekben az időszakokban a fotokémiai folyamatok hatására a PM10 napi tömegkoncentrációja jól követi az ózon napi menetét. Az óras felbontásban jól látható, hogy délutáni órákra a fotokémiai folyamatoknak köszönhetően a PM10 tömegkoncentráció kisebb-nagyobb mértékű növekedése következik be.

A meteorológiai feltételek (anticiklonális helyzetek) esetében a fotokémiai hatások felerősödhetnek, azonban a lokális, regionális források szerepe is jelentőssé válhat a PM10 tömegkoncentrációjának alakulásában. Ebben a helyzetben a PM10 tömegkoncentrációja a CO, NOx és egyéb szennyező vegyületek menetét követi (4. ábra). Azokban a helyzetekben, amikor a lokális szennyező anyag kibocsátás mellé ráadásul nagyon alacsony keveredési magasság társul (pl. 2009. július 15. az éjszakai órákban a keveredési réteg 70 m) a PM10 tömegkoncentrációja akár a 2,5-szörösére is megnövekedhet.

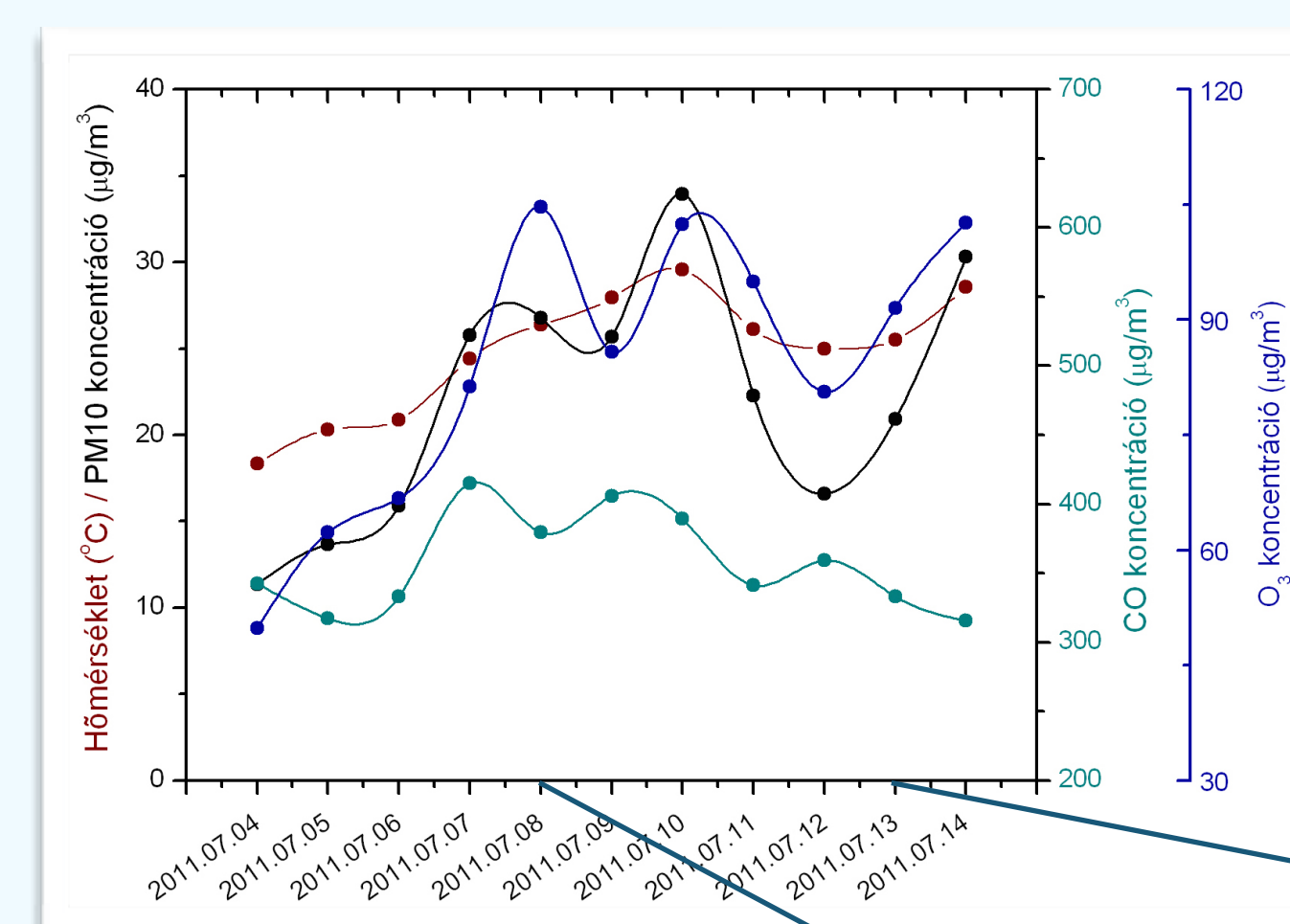
Megállapítható, hogy ezekben az időszakokban a levegőminőség a fent részletezett tényezők együttes hatására jelentős mértékben romlik, az egészségügyi határértéket meghaladó koncentrációértékek is kialakulnak. A helyzet azért különösen aggasztó, mert a hőhullámok eddig feltárt egészségügyi kockázatain felül számos tanulmány mutatott ki közvetlen kapcsolatot a napi halálesetek száma és az ózon valamint a PM10 koncentráció értéke között.



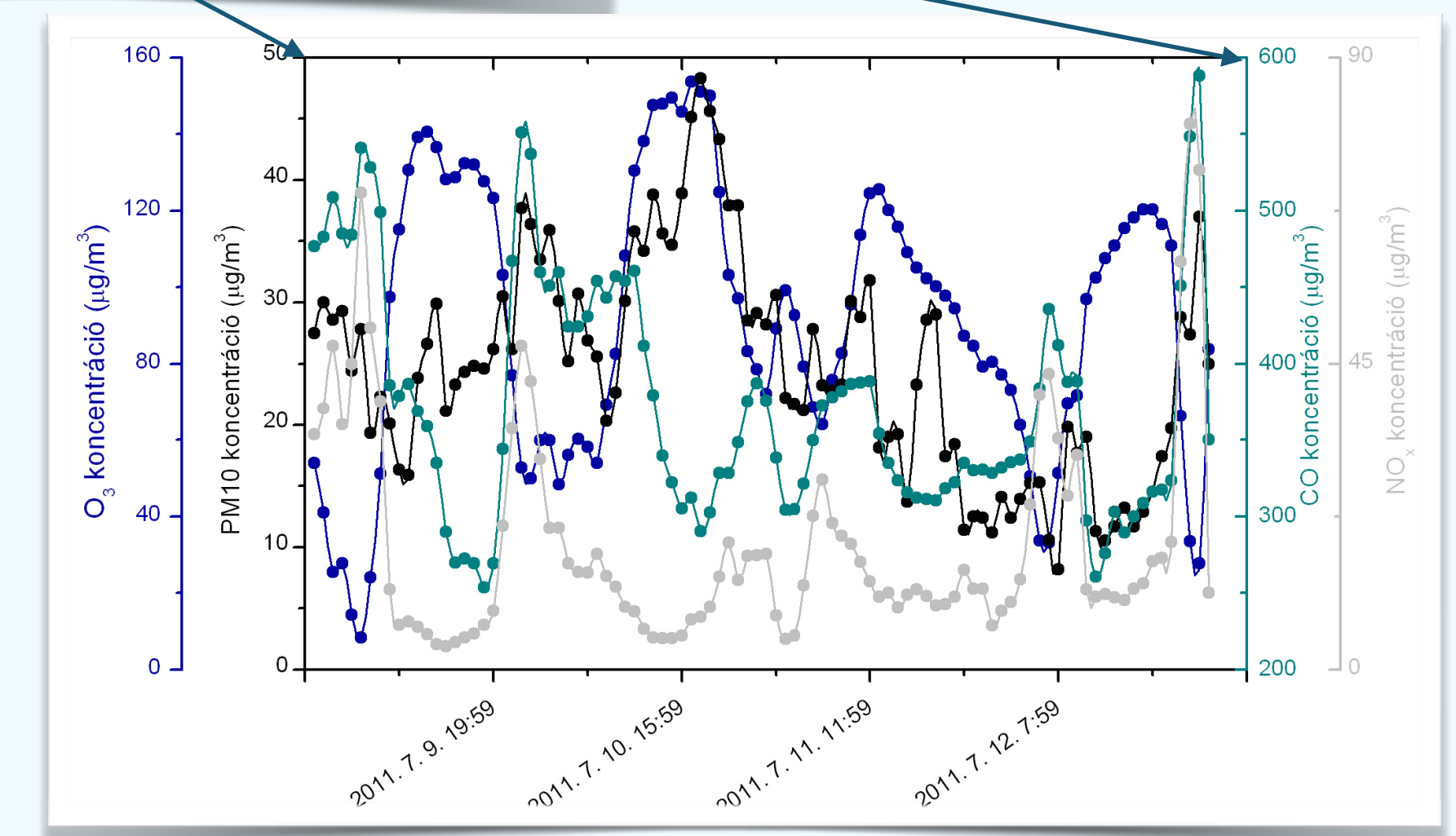
1. ábra. A napi átlag hőmérséklet alakulása a hőhullám és azt megelőző referencia időszakokban.



2. ábra. A napi átlagos PM10 koncentráció alakulása hőhullámos időszakokban Budapesten 2004. óta a napi maximum hőmérséklet és megelőző



3. ábra. A PM10 és az egyéb szennyező anyagok napi és óras változása fotokémiai szmog esetében egy kiemelt hőhullám idején



4. ábra A lokális és regionális források hatása egy kiemelt hőhullám idején.

