

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Földrajz- és Földtudományi Intézet

Meteorológiai Tanszék

# **Különböző halálozási okok időjárásfüggésének vizsgálata statisztikai módszerekkel**

DIPLOMAMUNKA



Készítette:

**Farkas Judit**

Meteorológus mesterszak,

Éghajlat kutató szakirány

Témavezető:

**Fülöp Andrea**

Országos Meteorológiai Szolgálat

Belső konzulens:

**Dr. Matyasovszky István**

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2015.

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Irodalmi áttekintés .....	5
3. Adatsorok.....	9
3.1. Halálozási adatsor.....	9
3.2. Meteorológiai adatsor .....	11
4. Statisztikai vizsgálati módszerek .....	12
4.1. Átlagok .....	12
4.2. Típusválasztás.....	12
4.3. Relatív gyakoriság .....	13
4.4. Próba.....	14
4.5. Korreláció .....	15
4.6. Küszöbhőmérséklet .....	15
5. Eredmények .....	17
5.1. Átlagok .....	17
5.2. Évszakos átlagok .....	21
5.3. Típusválasztás.....	22
5.4. Relatív gyakoriság .....	24
5.5. Korreláció a Péczely-féle típusok alapján .....	26
5.6. Korreláció a fronttípusok csoportosítása alapján.....	31
5.7. Küszöbhőmérséklet .....	45
6. Összefoglalás .....	47
7. Irodalomjegyzék .....	49
8. Köszönetnyilvánítás.....	51

## 1. Bevezetés

Már az ókori gondolkodók is összefüggéseket kerestek az időjárás alakulása és az emberi egészség között. Hippokratész (Kr. e. 400) fogalmazta meg ezt először, ő úgy vélte, az emberek alkata a széljárástól függ, vagyis ott, ahol meleg szelek fújnak, a lakosok szervezete gyenge ellenálló képességű, ahol pedig hideg szelek jellemzőek, ott az emberek erős szervezettel rendelkeznek. Úgy gondolta, a betegségek az évszakok változásával mutatnak összefüggést (Rosen, 1979). Napjainkban ennél már sokkal többet meg tudunk állapítani az időjárás és az emberek egészségi állapotának kapcsolatáról. Tudjuk, hogy bizonyos időjárási események fokozhatják például a reumatikus fájdalmakat, fejfájást okozhatnak, hangulatingadozásokat idézhetnek elő (Guedj, Weinberger, 1990; Strusberg et al., 2002; Prince et al., 2004). Ezek előrejelzése ma már rutinszerű feladat, amely a napi jelentésekben mindig szerepel, így az arra érzékenyek előre felkészülhetnek a jelentkező hatásokkal szemben. Ezek mellett azonban a súlyos betegségben szenvedőkre is hatással van az időjárás. Egy éven belül jól látszik a különböző halálokok szezonálisitása, amelyet sokéves átlagok kirajzolásával mutathatunk meg. A halálozások száma télen általában magasabb, mint nyáron (Becker et al., 2007, Alcoforado et al., 2015). Bizonyos kórcsoportokban a halálozások számának átmeneti megemelkedését tapasztalhatjuk, melynek oka bizonyíthatóan egy-egy meteorológiai paraméter. Az utóbbi évtizedekben egyre több kutatás kezdett ezzel a témával foglalkozni, hiszen fontos feladat, hogy a megnövekedő számú – és az egészségügyet jelentősen megterhelő - halálozást okozó időjárási körülmények ellen hatékonyan védekezni tudjunk (Anderson, Bell, 2009; Curriero et al., 2002; Analitis et al., 2008).

Diplomamunkám célja egy olyan vizsgálat, amely statisztikai módszerek segítségével keres összefüggéseket az időjárási események és különböző gyakori okok miatt bekövetkező halálozások száma között. Ezáltal a következő kérdésekre keresem a választ:

- milyen típusú betegség esetén bír nagyobb befolyással az időjárás a halálozások számára;
- milyen mértékű eltérés figyelhető meg a budapesti és az egész országra vonatkozó halálozások száma és időjárásfüggése között;

- milyen mértékű kapcsolat figyelhető meg a halálozások száma és az egyes meteorológiai paraméterek között a kiemelt típusban;
- a nyári/téli évszakban milyen maximum-/minimumhőmérséklet felett/alatt növekszik meg szignifikánsan a halálozások száma a kiemelt típusban?

Az előzetes feltételezéseink szerint, amelyeket a korábbi kutatások eredményei alapján tehetünk (*Zhang et al.*, 2013), a napi halálozási szám leginkább a hőmérséklettel hozható összefüggésbe, valamint a légnyomás alakulása fejthet ki negatív hatást az emberi egészségre, ezáltal az elhunytak számára (*González et al.*, 2000). Szintén feltételezhető, hogy eltérés mutatkozik az országos és a budapesti adatsorra elvégzett számítások között, erősebb összefüggésekkel a budapesti adatsor és a meteorológiai állapothatározók között. Ezt *Clarke* (1972) munkájából eredően következtethetjük, ugyanis szerinte a városokban bekövetkező halálozások száma erősebb kapcsolatot mutat az extrém időjárási körülményekkel (hőhullámok, téli lehülés), mint a vidéki halálozásoké.

## 2. Irodalmi áttekintés

Számos, a közelmúltban folytatott kutatás foglalkozik az időjárás és a halálozások közötti összefüggések vizsgálatával, de ilyen tág témán belül a specifikus vizsgálatok céljai eltérőek (*Baker-Blocker*, 1982; *Kunst et al.*, 1993; *Saez et al.*, 1995; *Donaldson, Keatinge*, 1997; *Petkova*, 2014). Az időjárás és az emberi egészség kapcsolatának vizsgálata rengeteg irányból megközelíthető, és az alkalmazott módszerek skálája is roppant széles.

Az egyik legkorábbi kutatás 1967-ben zajlott Chicagóban, és a szív- és érrendszer megbetegedéseiből, főként a szívkoszorúér-megbetegedésből származó halálozás, valamint az időjárás összefüggéseit vizsgálta (*Rogot*, 1974). A szív- és érrendszeri megbetegedések a stroke (agyvérzés) kivételével egyértelműen fordított arányosságot mutattak a napi átlaghőmérséklettel: alacsonyabb érték mellett nagyobb volt a halálozások száma, mint magasabb hőmérséklet esetén. Erre az eredményre jutottak egy magyarországi kutatásban is (*Mika et al.*, 2014). A stroke esetén nem volt megállapítható ilyen egyértelmű kapcsolat. Ennél a nemek szerinti bontásban végzett vizsgálatnál csak a férfiak esetén volt jól látható az együttjárás, a nők esetén nem volt jellegzetes az összefüggés. A legnagyobb számú, szívkoszorúér-betegségből eredő napi halálozás egy hóvihár első napján következett be (83 halott), és a vihar második napján is 60 halálozás történt (kiemelkedik az átlagból), tehát az extrém események hatása sem elhanyagolható. A leghosszabb összefüggő periódus egy 15 napos időszak volt decemberben, amikor 40%-kal több halálozás történt az átlagosnál. A havazásos napokon magasabb volt a halálozások száma, mint a száraz napokon. Összefoglalva tehát a kutatás igazolta, hogy van összefüggés a szív- és érrendszeri megbetegedésekből eredő halálozások száma és az átlaghőmérséklet, valamint a csapadék között.

A következő kutatás, amelyet itt kiemelnék, 1989-ben zajlott, szintén az Egyesült Államokban (*Kalkstein, Davis*, 1989). Ebben az esetben az időjárás és a halálozások közötti kapcsolatot évszakokra bontva, 48 városra nézve vizsgálták, tehát az esetleges évszakai és regionális eltérésekről kaptak képet. A halálozási okok szerteágazóak voltak, nem csak egy fő kategóriát érintettek, mint az előbbi kutatás esetében. Minden esetben, minden városra megállapítottak egy-egy hőmérsékleti küszöbértéket, amely alatt (télen) és felett (nyáron) megnövekszik a halálozások száma (például New York esetén nyáron ez az érték 33°C). Ezt a módszert a statisztikai

vizsgálatok során jelen dolgozatban is alkalmaztuk. A küszöbértékek regionálisan eltértek, nyáron északról délre haladva növekvő (télen csökkenő) tendenciát mutattak. Az adott időjárási körülmény megváltozása és az ezután bekövetkező halálozás között nyáron rövid idő telt el, általában nem több mint 1 nap. Megállapították, hogy az idősebb korosztály sokkal inkább veszélynek van kitéve az időjárás változása során, mint a fiatalabb korcsoportok, mivel ők kevésbé tudnak alkalmazkodni a kialakuló új helyzethez. Ezt több későbbi kutatás is igazolta (*Saez et al.*, 1995; *Petkova et al.* 2014). Az is kiderült, hogy az adott időjárási esemény időtartama fontosabb a veszély szempontjából, mint az intenzitása. Azokon a területeken, ahol extrém időjárási helyzet gyakran előfordul, az emberek reakciója (így a halálozások száma is) kevésbé drasztikus, mint ott, ahol ritkán fordulnak elő extrém esetek (tehát valamiféle alkalmazkodási mechanizmus lép fel). Télen magasabb a halálozások száma általában véve, de a halálozás és az időjárás között gyengébb a kapcsolat, mint a nyári hónapokban. A téli hónapokban az időjárási esemény fellépése és a halálozás bekövetkezése között eltelt időszak hosszabb, mint a nyári esetekben, ekkor akár 3 nap is eltelhet a beteg haláláig.

Egy másik kutatás, amely során más irányból közelítették meg a témát, szintén az Egyesült Államokban folyt 2009-ben (*Deschênes, Moretti*, 2009). Ez az előzőektől, és némileg a témától eltérően az időjárás és halálozás összefüggései mellett az extrém időjárási helyzetek várható életkorra kifejtett, és migrációra gyakorolt hatását is vizsgálta. A kutatás fő területe az extrém időjárási helyzetek halálozásra gyakorolt hatása, nem foglalkozik az átlagostól csak kismértékben eltérő esetekkel. Ebben az esetben az összefüggéseket árnyaltabban vizsgálták. Nem csupán azt állapították meg, hogy a halálozások száma az extrém időjárási körülmény fellépése után megnő, mint ahogy a korábbi kutatásokban tették (*Kalkstein, Davis*, 1989), hanem különválasztották a kiemelt eseteket. Hiszen egy extrém helyzet kialakulása az első nap megemelheti a halottak számát, ekkor a veszélyeztetett csoportokban (idősek, súlyos betegek) növekszik a halálozások száma, de az utána következő néhány napban kialakulhat egy kompenzáló hatás, hiszen lehet, hogy akik az első nap elhunytak, az extrém körülmény nélkül is néhány napon belül meghaltak volna. Ez egy dinamikus hatás. Tehát lehet, hogy az extrém időjárás csak a halál napját hozta előbbre, de nem növelte meg a halálozások átlagos számát - ezért ezt külön kezelték a kutatásban. A szív- és érrendszeri megbetegedésből, a légzőszervi megbetegedésekből eredő halálokokat

tekintették kiemelteknek, amelyeket leginkább befolyásol az időjárás. Az időjárási állapotathatározók közül a napi átlaghőmérsékletet és a csapadékot vizsgálták. Megállapították, hogy a hőhullám azonnal és nagymértékben megemeli a halálozások számát, az előbb leírt dinamikus hatással együtt vizsgálva is, de a hatás nagyjából 3 nap alatt lecseng. Az extrém hideg fellépése után ettől eltérően eltolt hatás figyelhető meg: a hirtelen sokk kisebb mértékű, és a növekvő halálozási szám csak 2-3 nap múlva jelentkezik. Ezeket a hatásokat vizsgálták nemek szerinti és korcsoportok szerinti bontásban is. A kutatás eredménye arra helyezte a hangsúlyt, hogy az extrém hideg hatása hosszantartó. Ezzel ellentétben a tartósan fennmaradó hőhullám károsabb hatású lehet az emberi egészségre, mint a hirtelen fellépő, de hirtelen alább is hagyó extrém hőség.

A mindennapi időjárás változékonyságának vizsgálata mellett tehát az extrém időjárási körülmények egészségre gyakorolt hatásainak megértése is fontos feladat. A globális felmelegedés hozzájárul az ilyen események gyakoribbá válásához (IPCC, 2013). A jövőben a Föld olyan területein is számítani kell extrém hőhullámok fellépésére, ahol eddig ezekre nem volt példa, így a lakosság sincs felkészülve rá, a szervezetük nehezebben viseli majd el az új körülményeket (Keatinge, 2003). A hőhullámos helyzetek az idősebb korosztályt érintik leginkább negatívan, közöttük is elsősorban a szív- és érrendszeri megbetegedésben szenvedők vannak leginkább veszélyeztetve (Curriero et al., 2002).

A hőmérséklet és csapadék mellett további meteorológiai állapotathatározókkal is próbálták a halálozások számát összefüggésbe hozni. Ilyenek a szélesebesség, a légnyomás, a felhőborítottság, a látástávolság (Analitis et al., 2008), a relatív páratartalom, a harmatpont (Curriero et al., 2002; Anderson, Bell, 2009), valamint a légszennyező anyagok és üvegházhatású gázok koncentrációja (Saez et al., 1995; Becker et al., 2007; Anderson, Bell, 2009). Analitis et al. (2008) kutatásában a látszólagos hőmérsékletet (Marton Annamária, 2010) választották a fő meteorológiai állapotathatározónak, amely az angol apparent temperature kifejezésből származik. Ez egy számított érték, amelyhez a levegő átlaghőmérsékletét és a harmatpontot kell felhasználni. Ez a kalkulált állapotathatározó egyaránt tartalmazza a hőmérséklet és a nedvességtartalom állapotjelzőjét, amellyel így jellemezhető az emberek komfortérzete. Ez erősebb kapcsolatot mutat a halálozással. Ehelyett ha külön-külön vizsgáljuk az

összefüggéseket a hőmérséklet és a halálózások száma, valamint a nedvességtartalom (vagy harmatpont) és a halálózások száma között, akkor nem jutunk ilyen eredményre, ugyanis a nedvességtartalom önmagában kis szerepet játszik az elhalálózások számának változásában (*Braga et al.*, 2002). A kutatások eredményei azt igazolták, hogy a legjobb állapothatározó a látszólagos hőmérséklet, ha ez nem kerül alkalmazásra, akkor mindenképpen valamilyen hőmérsékleti állapothatározót érdemes kiválasztani (*Zhang et al.*, 2014). A felhőborítottság, a látástávolság csekély szerepet játszanak a halálózási szám befolyásolásában (*Analitis et al.*, 2008). A légszennyező anyagok szerepe elsősorban közvetetten jelentkezik az elhunytak számának változásában, a hőmérséklet értékét módosítják, ezáltal némileg hatva a halálózások számára (*Anderson, Bell*, 2009).



### 3. Adatsorok

A kitűzött feladatokhoz szükséges halálozási adatsort a Központi Statisztikai Hivatal bocsátotta rendelkezésünkre. Az adatsor az 1971 és 2012 közötti 42 éves időszakra tartalmazza minden napra az elhalálozottak számát több kiemelt halálozási okra, külön országos bontásban és Budapestre vonatkozóan is. A típusok, amelyek szerepelnek az adatsorban a következők: idegrendszer betegségei, keringési rendszer betegségei, légzőrendszer betegségei, perinatális szakban keletkező állapotok, erőszakos okok, szállítási balesetek, öngyilkosság, összes halálozás. Minden esetben a betegség következtében megtörtént halálozás száma szerepel az adatsorban. Az öngyilkosság kategóriájában egy évre (2005) hiányoznak az adatok, ennek pótlására nem volt lehetőség. Az adatsor nem tartalmazza a meghaltak nemét és életkorát, és azonosításra nem alkalmas.

#### 3.1. Halálozási adatsor

Az adatsorban elkülönített típusok a **Betegségek Nemzetközi Osztályozására** szolgáló kódrendszer (BNO) alapján kerültek szétválogatásra. Ez a kódrendszer a nemzetközi szakirodalomban a **The International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD)** nevet viseli. A kódrendszer segítséget nyújt abban, hogy az egyes országokban megbetegedő, vagy megsérülő páciensek diagnózisait egységes kódokkal lehessen ellátni, amely ezáltal megkönnyíti az országok közötti statisztikai alapú összehasonlításokat, valamint leegyszerűsíti a kommunikációt az egészségügyi dolgozók között. Tehát az általános elnevezésű kategóriák jól behatároltan jelölik az egyes olyan betegségeket, amelyek az adott típusba tartoznak. Ezek a kategóriák hivatalosan az Egészségügyi Világszervezet (WHO) honlapján keresztül érhetők el [*I – who.int*]. 21 főosztályba csoportosíthatók a betegségek, ezek mellett egy plusz kategória tartalmazhatja az egyéb speciális betegségeket, amelyek a 21 főosztály egyikébe sem sorolhatók. Ezen fő kategóriák közé tartoznak az adatsorban is szereplő elnevezések: idegrendszer betegségei (G00-G99), keringési rendszer betegségei (I00-I99), légzőrendszer betegségei (J00-J99), perinatális szakban keletkező állapotok (P00-P96), erőszakos okok (V01-Y98), valamint ennek két alkategóriája, a szállítási balesetek (V01-V98), és az öngyilkosság (X60-X84, Y87). Az összes halálozás száma tartalmazza az adott napon bekövetkezett összes halálozást Magyarországon, tekintet nélkül a kategóriák szerinti besorolásra.

Az alábbi 1. táblázatban a 42 éves időszak halálozási adatainak összefoglalása látható.

Betegség típusa	Országos (fő)	Budapest (fő)
Idegrendszer betegségei (G00–G99)	60 844	13 618
Keringési rendszer betegségei (I00–I99)	2 996 899	620 754
Légzőrendszer betegségei (J00–J99)	274 435	54 029
Perinatális szakban keletkező állapotok (P00–P96)	57 440	17 968
Erőszakos okok (V01–Y98)	446 986	90 821
Szállítási balesetek (V01–V99)	82 062	14 336
Öngyilkosság (X60–X84, Y87.0)	152 744	2 607
Összes halálozás	5 782 051	1 299 658

*1. táblázat: Az elhunytak száma kategóriánként az 1971-2012 időszakban*

A következő felsorolásban olvasható néhány olyan betegség, amely az egyes kategóriákba sorolható, így az általános kategória-elnevezések árnyaltabbá válnak.

Az idegrendszer betegségei közé tartoznak a következő gyakrabban előforduló megbetegedések: az agyhártyagyulladás, a gerincvelői izomsorvadás, a Parkinson-kór, az Alzheimer-kór, a Sclerosis multiplex, az epilepszia, migrén, fejfájásos megbetegedések, agyi érszindrómák (stroke), izombetegségek, agyi bénulás. A keringési rendszer betegségei közé sorolhatók: idült reumás szívbetegségek, magas vérnyomás betegségek, ischaemiás szívbetegség (szívizomelhalás), tüdőkeringés betegségei (pl. tüdőembólia), szívburok betegségei, szívmegállás, egyéb szívritmuszavarok, szívelégtelenség, agyi infarktus, az artériák és hajszálerek betegségei (pl. embólia, thrombosis), alsó végtagok visszértágulatai. A légzőrendszer betegségeihez tartoznak az alábbiak: felső légúti fertőzések, influenza, tüdőgyulladás, hörghurut, asthma, mellhártya betegségei (pl. légmell). A perinatális szakban keletkező állapotokhoz sorolhatók a magzatot érintő, a születés ideje körül kialakult bármilyen rendellenességek. Az erőszakos okok közé tartoznak a közlekedési balesetek, baleseti sérülések, testi sértések, a szándékos önártalom, az orvosi ellátás szövődményei, mérgezések, törvényes beavatkozások és háborús cselekmények.

### 3.2. Meteorológiai adatsor

Ehhez az adatsorhoz illesztettük a naponta elvégzett Péczely-féle osztályok szerinti besorolás kódszámait, majd a meteorológiai változók adatsorait. Ezek az adatok az Országos Meteorológiai Szolgálatól (OMSZ) származnak. A Péczely-féle osztályozás 13 kategóriát különít el az országunk időjárását meghatározó makroszinoptikus helyzetek egyszerűbb jellemzésére (Péczely, 1979). Az osztályozás naponta zajlik a ciklonok és anticiklonok kontinensen való elhelyezkedése alapján, középpontja a Kárpát-medence. Az egyes típusok a mérsékelt övben megfigyelhető alaphelyzetekből (zonális nyugati, meridionális, zonális keleti) származtathatók, de a földrajzi viszonyok okozta speciális lokális módosulásokat is figyelembe veszik. A kategóriák 5 fő alaptípusba sorolhatók: meridionális irányítású helyzetek északias áramlással (1-3), meridionális irányítású helyzetek délies áramlással (4-6), zonális nyugati áramlás helyzetei (7-9), zonális keleti áramlás helyzetei (10, 11), valamint centrum helyzetek (12, 13). Ezeken belül 6 kategória a ciklonok (1, 3, 4, 6, 7, 13), 7 kategória az anticiklonok (2, 5, 8-12) pozícióját jelöli meg.

A ciklonális és anticiklonális helyzetek százalékos megoszlása az időszakban 34,6% és 65,4% volt. Az egyes Péczely-kódok megoszlása az időszak alatt változó volt, leggyakrabban a 8-as kódú anticiklonális helyzet fordult elő az esetek 14,6%-ában, a legritkábban pedig a 3-as kódú ciklonális rendszer állt fenn, ez csupán az egész időszak 3%-ában fordult elő.

A meteorológiai állapotatórózók, amelyeket felhasználtunk a vizsgálatokhoz, a következők: napi átlaghőmérséklet, napi maximumhőmérséklet (előző nap 19 órától 19 óráig), napi minimumhőmérséklet (előző nap 19 órától 19 óráig), relatív nedvesség napi átlaga, tengerszinti légnyomás napi átlaga, szinoptikus szél napi átlaga, összfelhőzet napi átlaga, napi napfénytartam összege. A budapesti halálózási adatok esetén a meteorológiai állapotatórózók az OMSZ pestszentlőrinci állomására vonatkoznak, az országos adatsor esetén az egész országra vonatkozó napi átlagokkal számoltunk.

A frontkódok adatsora az 1990 és 2012 közötti időszakra állt rendelkezésünkre, tehát az ezzel kapcsolatos vizsgálatokat nem a teljes adatsorra, hanem annak egy rövidebb időszakára végeztük el.

## 4. Statisztikai vizsgálati módszerek

### 4.1. Átlagok

A statisztikai vizsgálatokat a Microsoft Office Excel program segítségével végeztük el. Első lépésként mindegyik halálozási kategória országos adatainak heti, egész évre, majd az egész vizsgált időszakra vonatkozó átlagos meneteinek kirajzolásával kezdtük a vizsgálatot. Ezekre trendvonalat illesztettünk, majd a kapott  $R^2$ -érték felhasználásával szignifikancia-vizsgálatot végeztünk. Az  $R^2$ -érték négyzetgyökének számításával kapott korreláció  $r$  értékét az alábbi képlet segítségével kapott új változóval ellenőriztük:

$$x = \sqrt{(n-3)} \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}, \quad (1)$$

ahol  $n$  az esetek száma,  $r$  a korreláció értéke. Ez a formula a korreláció értékének transzformálásával a gyakorlatban könnyebbé teszi a szignifikancia-vizsgálatot (Dévényi, Gulyás, 1988). A nullhipotézis ebben az esetben az a feltételezés, hogy a korreláció értéke a valóságban nem különbözik 0-tól. Ha a kiszámított  $x$  érték meghaladja az adott szignifikancia értékhez tartozó kritikus értéket, elvethetjük a nullhipotézist, vagyis a korreláció értéke szignifikánsan különbözik 0-tól. Az adott szabadsági fokhoz tartozó kritikus értékek esetünkben: 95%-os szignifikanciához 1,96, 99%-os szignifikanciához 2,58.

Kiszámoltuk évszakos bontásban a Péczely-kategóriák szerinti, valamint a frontkódok szerinti csoportokban bekövetkező átlagos halálozási számokat az egyes BNO-kódokra is.

### 4.2. Típusválasztás

Mivel a halálozási adatsorban összesen 7 halálozási nemre szerepelnek a napi adatok, és a további statisztikai vizsgálatok elvégzése az összes kategóriára túlmutatna e dolgozat keretein, ezen kategóriák között meghatároztuk azt az egy halálozási típust, amely a legnagyobb mértékű összefüggést mutatja az időjárással. Ehhez szintén a Péczely-féle osztályozás kódszámait használtuk fel. A 42 éves időszak minden napját a 13 kategória szerint csoportokra bontottuk attól függően, hogy az adott napra melyik osztálytípus volt érvényes. Így tehát az adott napi halálozási adatok mellé az időjárás

szinoptikus skálájú alakulását is illesztettük. Ezek után az alábbi kalkulációt végeztük el mindegyik halálozási kategóriára éves és évszakos bontásban is:

$$q_{ij} = \frac{m_i - m_j}{s} \sqrt{\frac{n_i n_j}{n_i + n_j}}, \quad (2)$$

$$q_i = \frac{1}{K-1} \sum_{j=1}^K |q_{ij}|, \quad (3)$$

$$Q = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K q_i, \quad (4)$$

$$l_i = \frac{1}{K-1} \sum_{j=1}^K I(|q_{ij}| > 1,96), \quad (5)$$

$$I(z) = \begin{cases} 0, & \text{ha } z \text{ reláció nem igaz} \\ 1, & \text{ha } z \text{ reláció igaz} \end{cases} \quad (6)$$

$$L = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K l_i, \quad (7)$$

ahol  $m_i$ : az  $i$ -edik Péczely-kategóriához tartozó átlagos halálozási szám,  $n_i$ : az  $i$ -edik Péczely-kategória esetén bekövetkezett halálozási szám,  $s$ : az egyes halálozási kategória Péczely-kategóriától független szórása,  $K$ : a Péczely-kategóriák száma.

Az eredményül kapott  $Q$  és  $L$  értékeket, amelyek az egyes halálozási kategóriákat jellemzik, nagyság szerint sorrendbe rendeztük. A halálozási típusok közül az tekinthető az időjárással leginkább összefüggőnek, amelyik az éves és évszakos bontású esetekben is a legnagyobb  $Q$  és  $L$  értékeket veszi fel.

### 4.3. Relatív gyakoriság

Az egyes Péczely-kódok szerinti összes halálozások számának százalékos aránya követi a napi kódok százalékos arányának megoszlását, ezért relatív gyakoriságokat számoltunk Ódor Vidor (2014) munkája alapján. Ezt a frontkódok alapján kialakított csoportokra is elvégeztük. Az általa alkalmazott módszer lényege,

hogy a bekövetkezett halálozások számát megadjuk az adott csoportosítási kategóriák szerinti felosztásban. Ezek adják a megfigyelt értékeket, a várt értékeket pedig a meteorológiai adatokból számoljuk ki. Ehhez az összes bekövetkezett halálozások számát megszorozzuk az adott kategória relatív előfordulásával. Ez a szám fogja jelenteni az adott klimatológiai alapon várt halálozási számot. A kettő hányadosa adja a kockázati tényezőt.

$$\text{Kockázati tényező} = \frac{\text{megfigyelt esetek száma}}{\text{klimatológiai alapon várt esetek száma}}. \quad (8)$$

Ha a hányados értéke pontosan 1, akkor a bekövetkezett és a várt esetek száma megegyezik, tehát nem változik az esetek száma az adott körülmények között. Ha az érték kisebb, mint 1, akkor kockázatsökkenésről, ha nagyobb, kockázatonövekedésről beszélhetünk (Ódor Vidor, 2014).

#### 4.4. Próba

A szignifikancia-vizsgálatot, azaz annak ellenőrzését, hogy az előbbi két adatsor közötti különbség tényleges, vagy csak a véletlennek köszönhető,  $\chi^2$ -próba segítségével végeztük el. Ehhez próbastatisztikát számoltunk a következő képlettel:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(v_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (9)$$

ahol  $v_i$ : a tényleges gyakoriság az  $i$ -edik pontban,  $n$ : elemszám,  $p_i$ : várt valószínűség az  $i$ -edik pontban (Dévényi, Gulyás, 1988). A nullhipotézis az, hogy a bekövetkezett és a várt esetek száma megegyezik. Ha a próbastatisztika értéke nagyobb, mint a  $\chi^2$ -eloszlás táblázatában a választott szignifikancia szint mellett adott szabadsági fokhoz (kategóriák száma-1) tartozó kritikus érték, akkor elvethetjük a nullhipotézist, azaz a két adatsor szignifikánsan eltér egymástól (Dévényi, Gulyás, 1988).

Ehhez az Excel khi.eloszlás függvényét is használtuk, amely adott  $\chi^2$ -értékre és adott szabadsági fokra megadja a P valószínűség értékét. A P valószínűség egy 0 és 1 közötti szám, amelynél a 0 azt jelenti, hogy a két adatsor ténylegesen különböző, az 1 pedig azt, hogy 100%-os bizonyossággal állíthatjuk, hogy a két adatsor különbözősége

véletlen. A 0,05 alatti értékeket közel szignifikánsnak, a 0,01 alatti értékeket szignifikánsnak tekinthetjük (Ódor Vidor, 2014).

#### **4.5. Korrelációk**

A következő lépésben a keringési rendszer betegségei miatti halálozás adatsorával dolgoztunk. Hozzávettük a meteorológiai állapotathatózók adatsorát a halálozási adatokhoz, és a Péczely-kódok szerint 13 csoportra bontottuk őket. Ezekből egész évre és évszakos bontásban is korrelációt számoltunk a halálozási adatok és az adott meteorológiai állapotathatózók között az Excel korrel függvényének segítségével. Ezt elvégeztük az országos és a budapesti halálozási adatsorra is.

A kapott eredményeket statisztikai próbával ellenőriztük. Ehhez a korrelációk értékeiből kiszámoltuk a fent ismertetett (1) egyenlettel kifejezett  $x$  értéket, ahol ebben az esetben  $n$ : az adott Péczely-féle csoportba tartozó napok száma,  $r$ : a korreláció értéke. Ahol  $x$  mennyisége abszolút értékben meghaladja az adott szignifikancia szint mellett fennálló kritikus értéket, ott a korreláció szignifikánsan 0-tól különbözőnek vehető. A vizsgálatot 95%-os (kritikus érték: 1,96) és 99%-os (kritikus érték: 2,58) szignifikancia szint mellett is elvégeztük.

Az 1990 és 2012 közötti időszakra rendelkezésre álló napi frontkódok adatsorát is illesztettük külön az országos és a budapesti halálozási adatsorhoz. A napi frontkódok segítségével többféleképpen csoportosítottuk az adatokat, majd a meteorológiai állapotathatózók és a halálozási adatok között korrelációt számoltunk. A napi frontkódokat 3-3 nap eltolással is az adatsorhoz illesztettük, így 7 különböző csoportot hoztunk létre aszerint, hogy a front hatása adott nappal korábban vagy később lép fel. Az egész adatsort évszakonként csoportosítottuk. A kapott korrelációkra a fenti (1) transzformációval próbát végeztünk, a 95%-os és 99%-os szignifikancia szinthez tartozó kritikus értékek az előző feladatban is felhasznált értékek.

#### **4.6. Küszöbhőmérséklet**

Utolsó feladatként nyári és téli küszöbhőmérsékletek számítását tűztük ki. Ezek megmutatják, hogy a keringési rendszer betegségei miatt bekövetkező halálozás számában milyen hőmérséklet felett illetve alatt figyelhető meg szignifikáns emelkedés. Ehhez *Kalkstein és Davis* (1989) módszerét alkalmaztuk. Ők a kalkulációt a nyári évszakban a maximumhőmérsékletre, míg a téli évszakban a minimumhőmérsékletre

végezték el. A módszer lényege alapvetően az, hogy az átlagos halálozási arányt adott hőmérséklet alatt és fölött is meghatározzuk, majd ezek különbözőségéből számoljuk a küszöbhőmérsékletet.

A feladathoz a halálozási arányt a KSH adataiból határoztuk meg, a minden évre hivatalosan rögzített magyarországi népességszámból kiszámolva. Az értékek 100 000 főre kerültek meghatározásra. A hőmérsékleti értékeket egy tizedes jegy pontosságra kerekítettük az osztályozás megkönnyítése érdekében, és csak a nyári (június, július, augusztus), valamint a téli (december, január, február) hónapokkal dolgoztunk. Előzetes feltevéseink alapján a nyári maximumhőmérséklet esetén a halálozási arányt a 26°C és 39°C közötti intervallumon vizsgáltuk, az utóbbi volt az egész időszak alatt valaha mért legmagasabb hőmérsékleti érték. A téli minimumhőmérsékletek esetén a -23°C és +1°C közötti tartományban dolgoztunk.

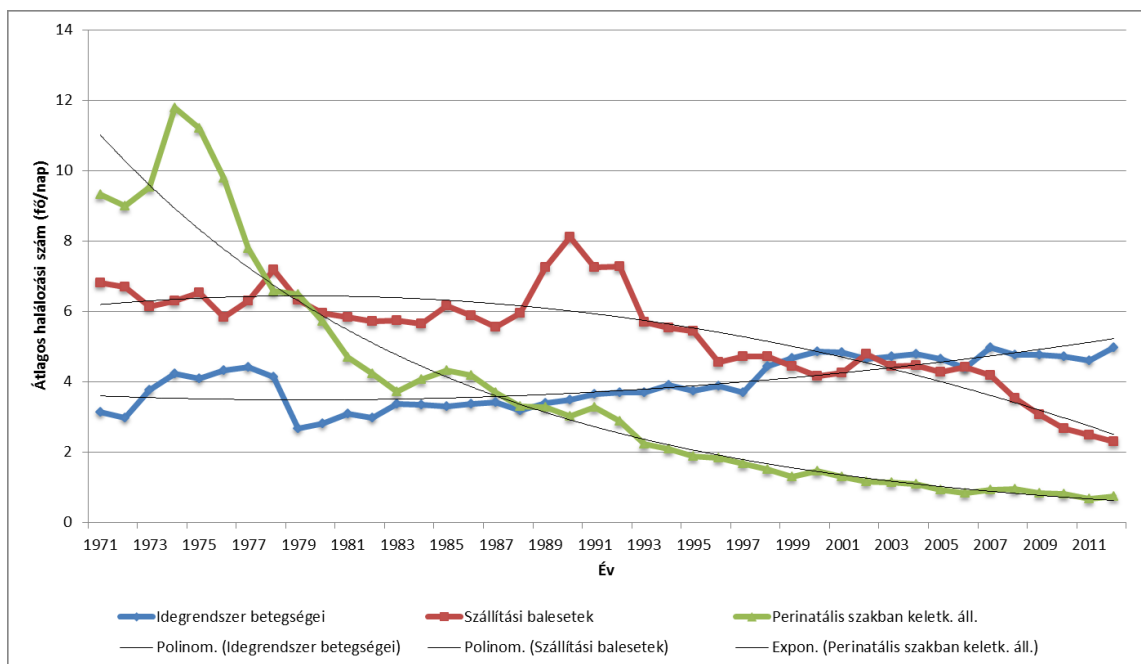
A módszerhez az első egész számú hőmérséklet esetén (26°C) külön osztályoztuk a napokat aszerint, hogy alacsonyabbak, vagy magasabbak voltak annál a napi maximumhőmérsékletek. Így kialakítottunk két csoportot. Ezekben a csoportokban külön-külön kiszámítottuk az átlagos halálozási arányt, majd ennek segítségével minden napra megadtuk a napi halálozási arány átlagostól való négyzetes eltérését. Ezeket összegeztük mindkét csoportra, majd a két csoport eredményét összeadtuk, így megkaptuk az adott hőmérsékletre vonatkozó teljes összeget. Ezt a lépéssorozatot elvégeztük a 26°C-39°C tartomány minden egész számú hőmérsékletére, így egy sort kaptunk a teljes összegekre. A teljes összegek között található legkisebb értékhez tartozó hőmérséklet adja a küszöbhőmérsékletet, mivel ez jelzi azt a pontot, ahol a csoportok közötti eltérés maximális, a csoporton belüli eltérés pedig minimális. Ugyanezeket a lépéseket végeztük el a téli minimumhőmérsékletek esetén is, az időszakban valaha mért legalacsonyabb értéktől, -23°C-tól +1°C-ig terjedő tartományban.



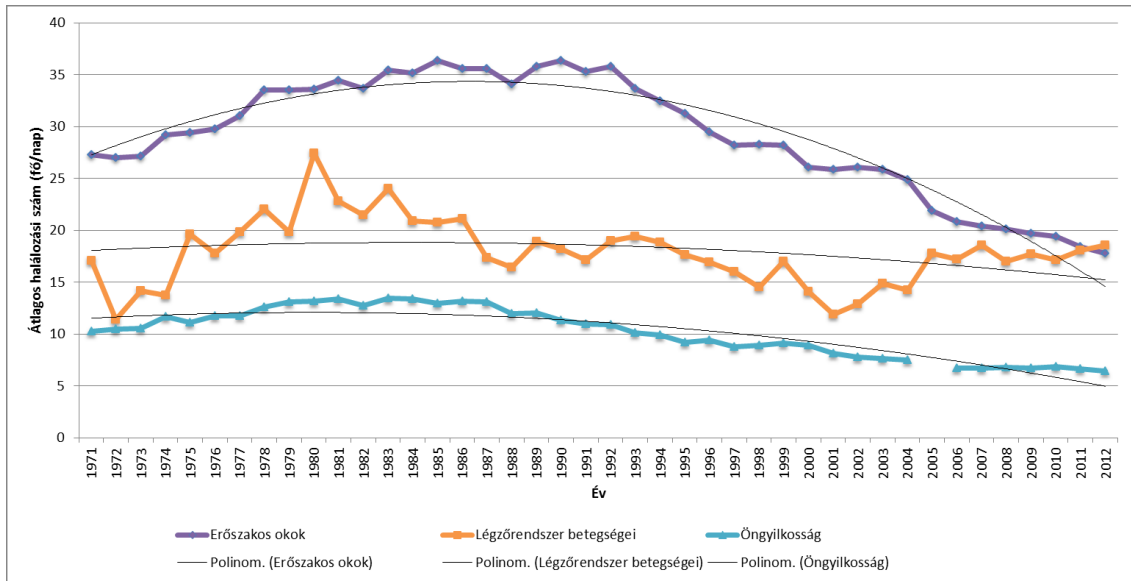
## 5. Eredmények

### 5.1. Átlagos menetek

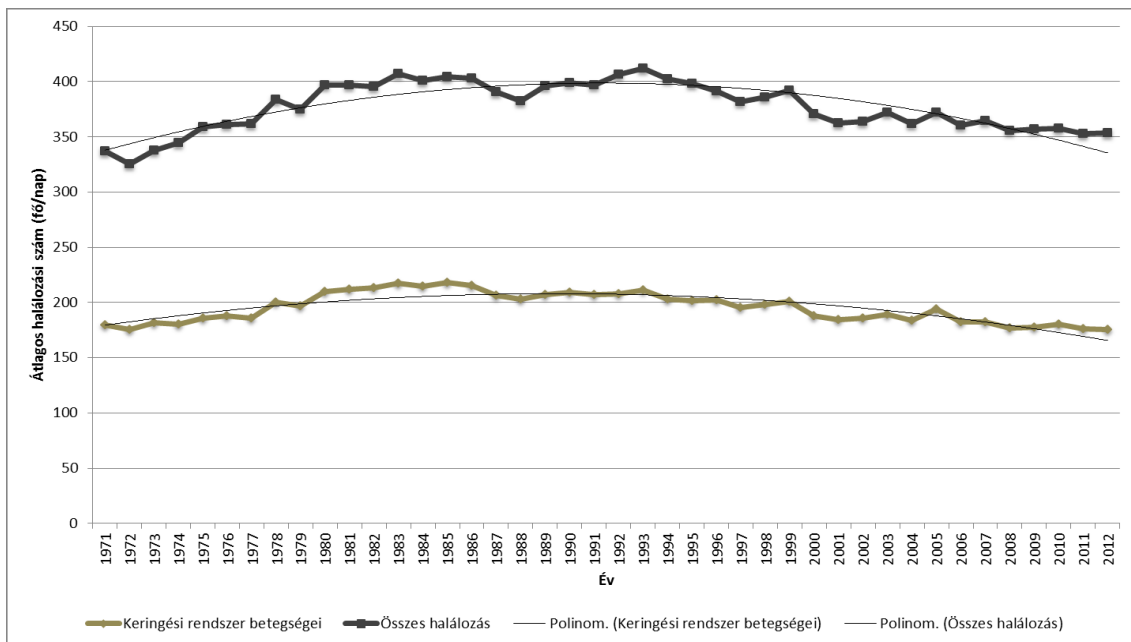
A 42 éves időszakra számított menetek esetén a perinatális szakban keletkező állapotokat kivéve – mely esetben exponenciális trendet alkalmaztunk – mindegyik típusra másodfokú polinomiális trendet illesztettünk (1-3. ábra). Ezek esetén volt a regressziós egyenes illeszkedése a legnagyobb az adatsorra. Az időszakra végzett számításokból kapott korrelációk értékére egy kategóriát kivéve (légzőrendszer betegségei) 99%-os valószínűséggel állítható, hogy a korrelációk értéke 0-tól különböző, abban az egy kategóriában pedig mindez 95%-os bizonyosságú. Ezeket az eredményeket szignifikánsnak tekinthetjük. Az egész időszak halálozási adatait áttekintve látható, hogy az idegrendszer betegségeiből következő halálozási események száma egy enyhe csökkenés után 1988-tól folyamatosan emelkedő tendenciát mutat (1. ábra).



1. ábra: Az átlagos halálozási szám az idegrendszer betegségei, a szállítási balesetek és a perinatális szakban keletkező állapotok következtében az 1971-2012 időszakban



2. ábra: Az átlagos halálozási szám erőszakos okok, a légzőrendszer betegségei és öngyilkosság következtében az 1971-2012 időszakban. Az öngyilkosság adatsorában 2005-re hiányoznak az adatok.

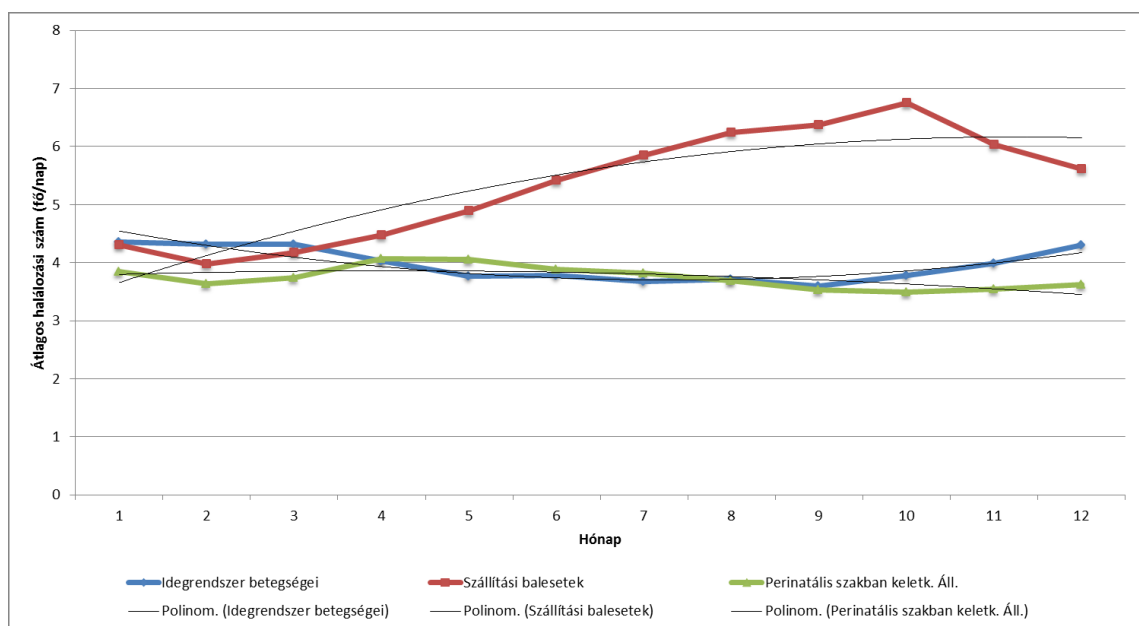


3. ábra: Az átlagos halálozási szám a keringési rendszer betegségei következtében, valamint az összes halálozás az 1971-2012 időszakban

A többi halálozási ok esetében éppen ellentétes folyamatot tapasztalhatunk: a kezdeti emelkedő halálozási számok után csökkenő értékeket láthatunk (1-3. ábra). A perinatális szak állapota miatti halálozások száma az időszak 4. évétől exponenciálisan lecsengő görbét követ (1. ábra), feltehetően az alaposabb egészségügyi ellátásnak és a csecsemők születési körülményei javulásának köszönhetően csökkent jelentősen a csecsemőhalandóság. Az országban bekövetkező összes halálozások száma azonban

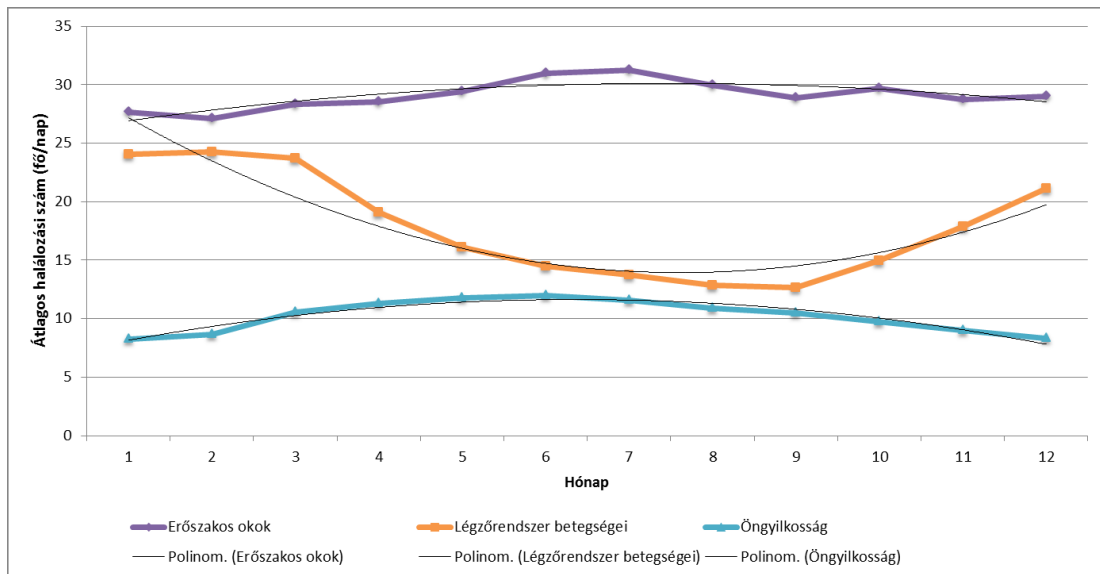
nem csökkent az évtizedek alatt, nagyjából a kezdeti érték körüli maradt az időszak végére (3. ábra).

Az egy éven belüli átlagos halálozási szám változását szintén kiszámoltuk az egyes halálokok szerint (4-6. ábra). Itt mindegyik halálozási ok esetén másodfokú polinomiális trendet illesztettünk a görbékre, illetve a próbát is elvégeztük az (1) transzformáció segítségével. A korrelációk értéke minden esetben szignifikánsan különbözik 0-tól, hét esetben (6 kategóriánál és az összes halálozás számánál) 99%-os valószínűséggel, a perinatális szak körül állapotok kategóriája esetén pedig 95%-os valószínűséggel. Az idegrendszer (4. ábra), a keringési rendszer (6. ábra), valamint a légzőrendszer (5. ábra) betegségei miatti halálozás, illetve az összes halálozás (6. ábra) átlagos száma télen éri el a maximumát. Ez megegyezik korábbi kutatások eredményeivel (Zeka et al., 2014). Az egyes kategóriák adatainak évi menetében megfigyelhető minimum- és maximumértékek legnagyobb különbsége a légzőrendszer betegségei miatti halálozás számában figyelhetők meg (5. ábra), ebben a csoportban télen a duplájára nő meg átlagosan az elhunytak száma a nyáron bekövetkező esetekhez képest. Ez a csoportba tartozó betegségek elsősorban téli évszakban való jelentkezése miatt van így. Az erőszakos okok miatt történő halálozások átlagos száma a nyári hónapokban éri el a maximumát (5. ábra), míg a szállítási balesetek miatti halálozási események száma februártól októberig fokozatosan emelkedik, majd ezután csökkenni

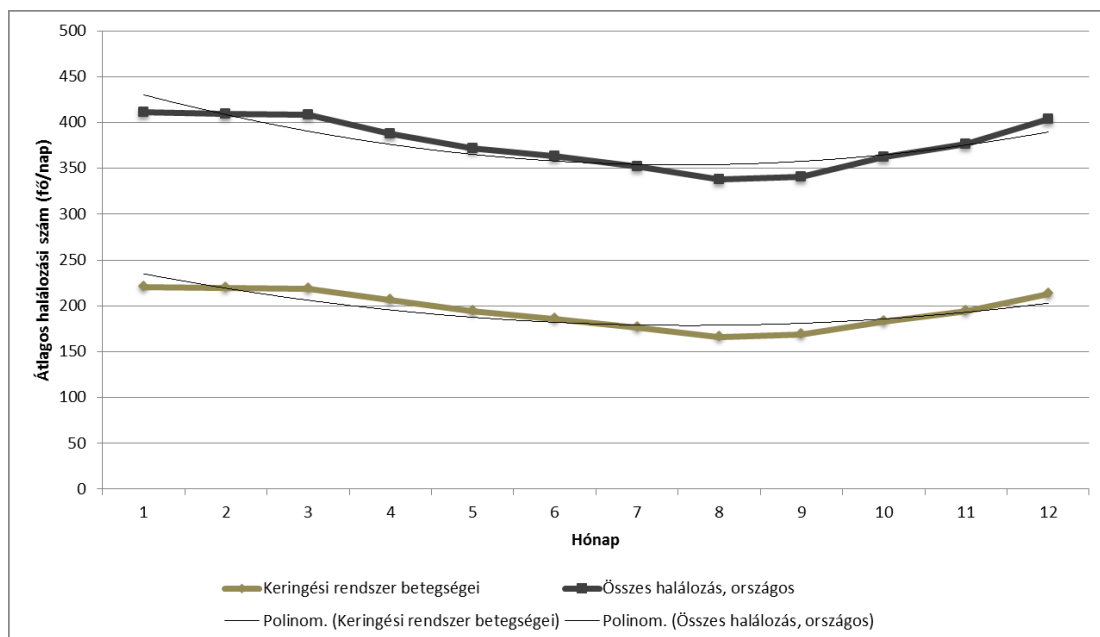


4. ábra: Az átlagos halálozási szám éven belüli változásai az idegrendszer betegségei, a szállítási balesetek és a perinatális szakban keletkező állapotok kategóriájában

kezd (4. ábra). Az öngyilkosságok száma a kora nyári hónapokban, májusban és júniusban a legmagasabb (5. ábra).

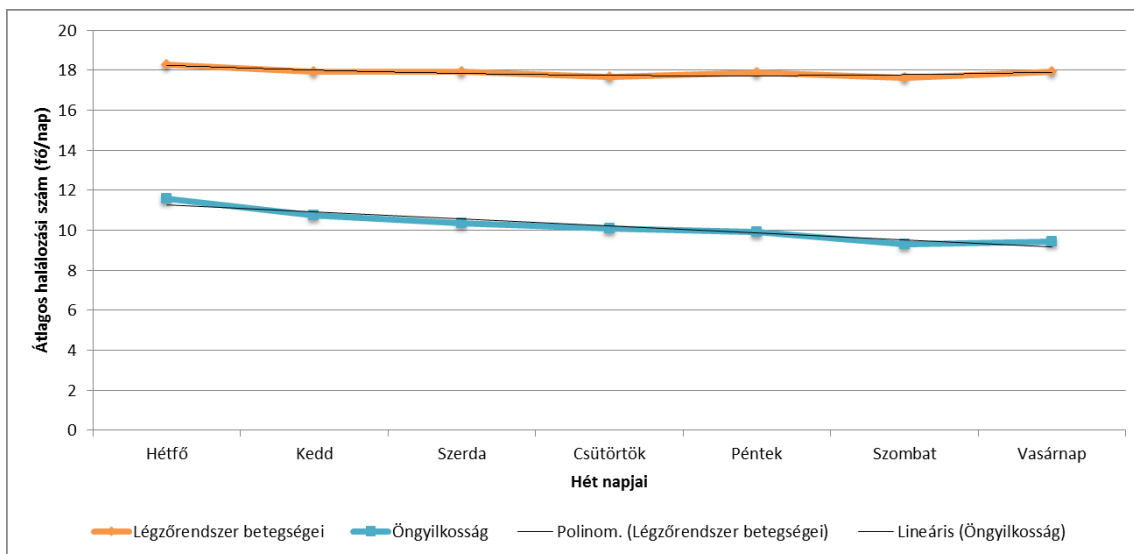


5. ábra: Az átlagos halálozási szám éven belüli változásai az erőszakos okok, a légzőrendszer betegségei és az öngyilkosság kategóriájában



6. ábra: Az átlagos halálozási szám éven belüli változásai a keringési rendszer betegségei és az összes halálozás kategóriájában

Heti átlagos meneteket is számoltunk az adatokból, ezek eredményei azonban nem minden kategória esetén értelmezhetőek egyértelműen. A légzőrendszer betegségei miatti halálozás, valamint az öngyilkosság esetén 99%-ban szignifikánsan eltér a korreláció értéke 0-tól. A többi kategória esetén nem állapítható meg ilyen összefüggés.



7. ábra: Az átlagos halálzási szám héten belüli változásai a légzőrendszer betegségei és az öngyilkosság kategóriájában

Az öngyilkosságok száma a hét kezdetén maximális, onnantól pedig csökkenő tendenciát mutat (7. ábra).

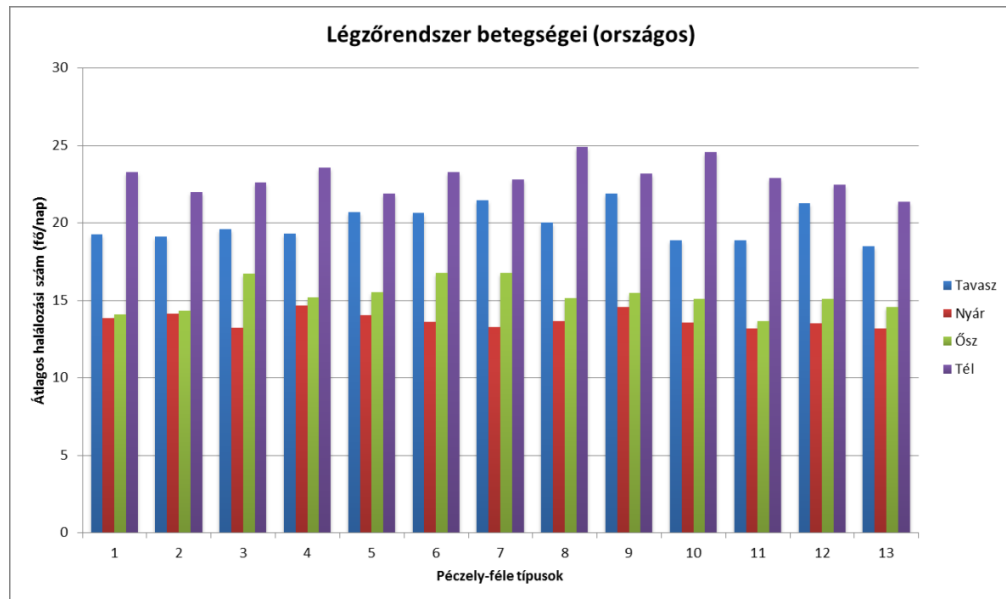
## 5.2. Évszakos átlagok

A különböző halálzási típusokban a Péczely-féle kategóriák és a fronttípusok esetén sem jelentek meg számottevő különbségek az elhunytak kategóriánkénti átlagos számában, azonban az évszakos különbségek jól elkülönülnek az egyes esetekben. A legszembetűnőbb eltérés a légzőrendszer betegségei, illetve a szállítási balesetek következtében történő halálzás esetén figyelhető meg (8-9. ábra). Ez a Péczely-féle osztályozás és a frontok szerinti osztályozás esetén is kirajzolódik.

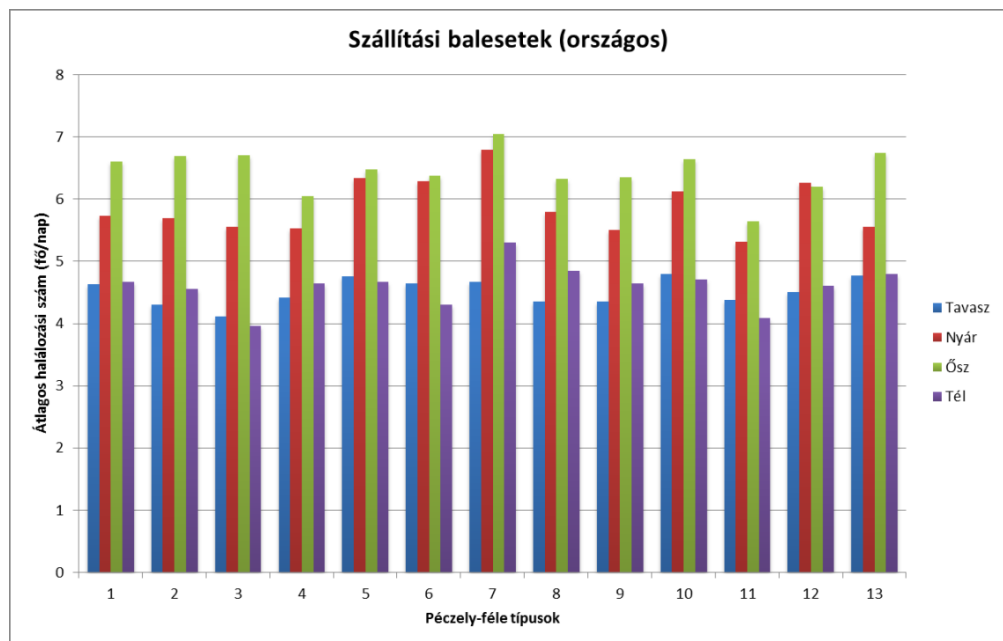
A légzőrendszer betegségei kategóriájában jól látható, hogy minden esetben téli maximuma van a halálzásnak, a második legkiemelkedőbb évszak pedig a tavasz (8. ábra). Ez a téli időszak megnövekedett számú légúti megbetegedéseivel, az influenza, tüdőgyulladás nagymértékű, járványszerű elterjedésével hozható összefüggésbe.

A szállítási balesetek következtében történő halálzás pont fordított képet mutat, ebben a helyzetben őszi maximumról, és nyári másodmaximumról beszélhetünk (9. ábra). Ebbe a kategóriába tartoznak a gyalogosok, kerékpárosok közlekedési balesetei is, akik nyáron és ősszel több időt töltenek a szabadban és az utakon, így feltehetőleg nagyobbá válik a gázolásos balesetek esélye, illetve az őszi, csapadékosabb,

borongósabb időjárás szintén megnövelheti a figyelmetlenségből eredő közúti balesetek esélyét.



8. ábra: A légzőrendszer betegségei miatti halálozás átlagos száma a Péczy-féle osztályok szerinti csoportosításban, évszakos bontásban



9. ábra: A szállítási balesetek miatti halálozás átlagos száma a Péczy-féle osztályok szerinti csoportosításban, évszakos bontásban

### 5.3. Típusválasztás

A leginkább időjárásfüggő halálozási típus kiválasztásakor olyan kategória nem jelent meg, amelyik minden évszakos és éves felosztásban is egyidejűleg az első helyen

szerepelt volna, azonban a keringési rendszer betegségei miatt bekövetkező halálozás kategóriája a téli évszakot kivéve minden esetben az első 3 hely (nyáron az első 4 hely) valamelyikén szerepelt. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza. Ezen a típuson kívül az országos összesített halálozási szám kategóriája került még az első 3 hely egyikére, e kettőn kívül a harmadik leginkább időjárásfüggő kategória minden évszakban különböző volt. Ezek alapján tehát a további statisztikai vizsgálatokat a keringési rendszer betegségei miatt bekövetkező halálozás kategóriának a halálozási adataival végeztük el. Ez az eredmény egyezik korábbi kutatások következtetéseivel, amelyek szerint a keringési rendszer betegségei, mint például a szívinfarktus, és az agyi infarktus nagymértékben függenek az időjárás alakulásától (Rogot, 1974).

<b><i>Q és L értékek az éves adatok alapján</i></b>			
<i>Éves</i>			
<i>Q</i>		<i>L</i>	
<b>Keringési</b>	<b>3,464</b>	<b>Keringési</b>	<b>0,705</b>
Országos	3,434	Országos	0,692
Perinatális	3,025	Légző	0,654
Légző	2,922	Perinatális	0,641
Erőszakos	2,866	Erőszakos	0,603
Szállítási	1,853	Szállítási	0,436
Öngyilkosság	1,686	Öngyilkosság	0,410
Idegrendszer	0,735	Idegrendszer	0,000
<i>Tavaszi</i>			
<i>Q</i>		<i>L</i>	
Erőszakos	2,251	Erőszakos	0,513
Országos	2,179	Országos	0,487
<b>Keringési</b>	<b>2,173</b>	<b>Keringési</b>	<b>0,462</b>
Perinatális	1,795	Öngyilkosság	0,385
Öngyilkosság	1,681	Perinatális	0,385
Légző	1,628	Légző	0,385
Szállítási	1,045	Szállítási	0,128
Idegrendszer	0,652	Idegrendszer	0,000
<i>Nyári</i>			
<i>Q</i>		<i>L</i>	
Országos	3,098	Országos	0,654
Perinatális	2,672	<b>Keringési</b>	<b>0,590</b>
Erőszakos	2,442	Perinatális	0,577
<b>Keringési</b>	<b>2,416</b>	Erőszakos	0,551
Öngyilkosság	1,664	Szállítási	0,346
Szállítási	1,582	Öngyilkosság	0,321
Idegrendszer	1,451	Idegrendszer	0,282
Légző	1,152	Légző	0,141

Ősz			
Q		L	
Országos	2,207	Légző	0,487
<b>Keringési</b>	<b>1,953</b>	Országos	0,474
Légző	1,830	<b>Keringési</b>	<b>0,449</b>
Perinatális	1,746	Perinatális	0,385
Erőszakos	1,434	Öngyilkosság	0,295
Öngyilkosság	1,433	Erőszakos	0,205
Szállítási	1,200	Szállítási	0,167
Idegrendszer	0,957	Idegrendszer	0,115
Tél			
Q		L	
Perinatális	1,907	Öngyilkosság	0,474
Öngyilkosság	1,789	Perinatális	0,397
Erőszakos	1,352	Szállítási	0,256
Szállítási	1,255	Erőszakos	0,244
Légző	1,242	Légző	0,192
Országos	0,939	Országos	0,115
Idegrendszer	0,810	Idegrendszer	0,064
Keringési	0,738	Keringési	0,038

2. táblázat: A főbb betegségtípusok időjárásfüggése vizsgálatának eredményei éves és évszakos bontásban. Q és L értékei a (4) és (7) egyenletek eredményei.

Az összes kategória közül a keringési rendszer betegségei következtében történt halálozások fordultak elő a legnagyobb esetszámban Budapesten és országos viszonylatban is. Az országos esetek 52%-át, a budapesti esetek 48%-át ez a kategória adja. Ebben a kategóriában a 42 éves időszak alatt összesen 2 996 899 elhunytat regisztráltak az országban, Budapesten összesen 620 754 főt.

#### 5.4. Relatív gyakoriságok

A Péczely-féle kategóriák analízise esetén a megfigyelt/várt esetek arányát kiszámítva vizsgáltuk a relatív gyakoriságukat. Az eredményeket, és a hozzájuk tartozó P valószínűségi értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

	Országos	Budapest
Péczely-féle kódszám	Megfigyelt/várt arány	Megfigyelt/várt arány
1	1,002	1,008
2	0,982	0,974
3	0,999	0,978
4	1,001	0,987
5	1,021	1,037
6	<b>1,032</b>	1,033



7	1,028	1,039
8	0,975	0,971
9	<b>1,035</b>	<b>1,052</b>
10	0,993	0,992
11	<b>0,962</b>	<b>0,947</b>
12	1,000	1,007
13	1,002	0,985
P	$8,34 \times 10^{-259}$	$2,19 \times 10^{-99}$

3. táblázat: A keringési rendszer betegségei következtében megfigyelt és várt halálozások aránya (relatív gyakorisága) az egyes Péczy-féle osztályok esetén, országosan és budapesti viszonylatban. A pirossal szedett értékek a legnagyobb kockázatnövekedést, a zölddel szedett értékek a legnagyobb kockázatcsökkenést mutató helyzeteket jelölik. Az utolsó sor az adatsorokhoz tartozó P valószínűségi értékeket tartalmazza.

Mindegyik esetben meghaladta a szignifikancia szintre vonatkozó kritikus értéket a próbastatisztika értéke, tehát a különbségek jelentősnek tekinthetők. Látható, hogy a P valószínűségi értékek minden esetben jelentősen meghaladják a határt, amely alatt szignifikánsnak tekinthetők a különbségek ( $P < 0,05$ ). Megfigyelhető, hogy 8 kategória esetén a kockázat növekszik a keringési rendszer betegségei általi halálozásban országos szinten (3. táblázat), budapesti viszonylatban 6 kategóriában figyelhető meg ez a tendencia. Legnagyobb mértéke 3,5% volt az országos, 5,2% a budapesti adatsorra, ami a 9-es típusú makroszinoptikus helyzet (anticiklon Magyarországtól délre) esetében adódott. 3,2%-os kockázatnövekedés jelentkezik a 6-os kódú helyzetben az országos adatokra, amely szerint mediterrán ciklon előoldali áramrendszere húzódik Magyarország fölött. Ekkor a ciklon melegfrontja halad át országunk területe fölött (Péczy, 1979).

	Országos	Budapest
<i>Frontkód szerinti osztályok</i>	<i>Megfigyelt/várt arány</i>	<i>Megfigyelt/várt arány</i>
0	0,984	0,976
1	<b>1,023</b>	<b>1,034</b>
2	1,000	0,997
3	<b>1,005</b>	<b>1,009</b>
P	$8,47 \times 10^{-74}$	$2,75 \times 10^{-33}$

4. táblázat: A keringési rendszer következtében megfigyelt és várt halálozások aránya (relatív gyakorisága) országos és budapesti viszonylatban az egyes fronttípusok alapján. 0 – nincs front, 1 – melegfront, 2 – hidegfront, 3 – kettősfront; a pirossal szedett értékek a legnagyobb kockázatnövekedést mutató helyzeteket jelölik.

Ezzel összekapcsolható a fronttípusok szerinti csoportosításra végzett analízis eredménye (4. táblázat), amely szerint melegfronti helyzetben az országos esetekben 2,3%-os, a budapesti esetekben 3,4%-os kockázatnövekedést figyelhetünk meg

( $P < 0,05$ ). Ezen kívül a kettősfronti helyzetekben szintén kockázattövedekedés jelentkezik, de sokkal kisebb mértékű, mint a melegfrontnál: az országos esetekben 0,5%-os, a budapesti esetekben 0,9%-os volt a növekedés.

A legnagyobb mértékű kockázatsökkenés a 11-es Péczely-féle kódú időjárási helyzetben várható a keringési rendszer betegségei miatti halálozás csoportjában (3. táblázat), ekkor országosan 3,7%-kal, Budapesten 5,3%-kal kevesebb haláleset adódik, mint a várt érték. Ebben az időjárási helyzetben a Skandináv-félsziget felett egy anticiklon tartózkodik (Péczely, 1979).

### 5.5. Korreláció a Péczely-féle típusok alapján

Általánosan elmondható, hogy a korreláció abszolút értékei szinte az összes csoportosítási esetben a háromféle hőmérsékleti adatsorra (napi átlag-, napi maximum-, napi minimumhőmérséklet) mutatkoztak a legnagyobbak a meteorológiai állapothatározók közül. Tehát a halálozási szám alakulása legnagyobb mértékben a hőmérséklettel hozható összefüggésbe. Ez megegyezik a korábbi kutatások eredményeivel (Zhang *et al.*, 2014). Az előzetes feltevésünk a légnyomás esetében azonban nem igazolódott be, az állapothatározó nem mutatott erős korrelációt a halálozási számokkal, a legnagyobb értéke 0,311 volt, amelyet az éves bontású vizsgálatban kaptunk (5. táblázat). A többi állapothatározóra (relatív nedvesség, felhőborítottság, napfénytartam) alacsonyabb korrelációs együtthatókat kaptunk, ezek általában nem mutattak erős kapcsolatot a halálozási adatokkal. Ez szintén tükrözi a szakirodalomban olvasottakat (Analitis *et al.*, 2008). Az egyes Péczely-kódok csoportjainak korreláció értékei között különbségek figyelhetők meg, tehát az időjárás szinoptikus helyzete mindenképpen befolyással van a halálzásra. Ugyanígy az egyes évszakokban számolt korreláció értékek között is adódtak különbségek. Ezek az eltérések számos okból fennállhatnak.

Éves, országos	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
<b>P01</b>	-0,436	-0,412	-0,456	0,108	-0,183	-0,121	0,117	-0,205
<b>P02</b>	-0,498	-0,489	-0,507	0,134	0,245	-0,043	0,079	-0,203
<b>P03</b>	-0,440	-0,399	-0,475	-0,101	-0,089	<b>-0,249</b>	-0,087	-0,031
<b>P04</b>	-0,446	-0,438	-0,443	0,154	-0,199	-0,189	<b>0,243</b>	-0,216
<b>P05</b>	-0,413	-0,407	-0,426	0,117	0,176	-0,207	0,187	-0,158
<b>P06</b>	<b>-0,520</b>	<b>-0,501</b>	<b>-0,531</b>	0,136	-0,093	-0,220	0,162	-0,191
<b>P07</b>	-0,489	-0,476	-0,495	0,183	-0,228	-0,182	0,186	<b>-0,301</b>

<b>P08</b>	<b>-0,544</b>	<b>-0,536</b>	<b>-0,547</b>	<b>0,239</b>	<b>0,311</b>	-0,168	0,133	-0,244
<b>P09</b>	-0,396	-0,392	-0,397	0,155	0,149	-0,245	0,199	-0,143
<b>P10</b>	-0,511	-0,510	-0,522	0,099	0,263	-0,111	0,095	-0,199
<b>P11</b>	<b>-0,588</b>	<b>-0,578</b>	<b>-0,598</b>	0,121	0,215	-0,157	0,135	-0,188
<b>P12</b>	-0,459	-0,456	-0,464	0,232	0,273	-0,213	0,229	-0,245
<b>P13</b>	-0,449	-0,413	-0,494	-0,010	-0,094	-0,204	-0,005	-0,070

5. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei az országos adatsorra a Péczely-féle osztályok szerint, évszakos bontás nélkül

Az éves viszonyokban számított korreláció értékek esetén az országos adatsorra abszolút értékben nagyobb értékeket kaptunk, mint a budapesti adatsorra. Néhány Péczely-féle kategória esetén a többi közül kiemelkedő magas értékeket láthatunk (5. táblázat), ezek a kategóriák az országos és a budapesti esetekben ugyanúgy megjelennek. Az abszolút értékben legnagyobb korrelációs együttható az országos adatsorra a 11-es kódú makroszinoptikus helyzet esetén, a maximumhőmérsékletre adódott (-0,598). A budapesti adatsorban is ez a Péczely-kategória volt a legkiemelkedőbb, a napi átlaghőmérsékletre számolt együttható értéke itt -0,467 volt. Ebben az időjárási helyzetben – ahogy a fentiekben már említésre került – a Skandináv-félsziget térségében tartózkodó anticiklon alakítja Magyarország időjárását, amely mellett a Földközi-tenger térségében ciklonképződés figyelhető meg (Péczely, 1979). Ez az időjárási helyzet mutatta tavasz és ősz esetén is (6-7. táblázat) a legerősebb korrelációt a halálzási szám és a hőmérsékletek között (-0,535 és -0,610). A korrelációs együttható mindegyik esetben negatív, vagyis a magasabb hőmérsékleti értékekhez alacsonyabb halálzási szám tartozik. A maximumhőmérsékletek esetén is ilyen irányú tendencia figyelhető meg, ami azt jelzi, hogy amikor a napi maximumhőmérséklet alacsonyabb volt, több halálzás következett be. Ez egy szélsőségesen hideg időjárási helyzet kialakulását feltételezi. Ez megegyezik Rogot (1974) eredményével, aki a szívinfarktus és az időjárás viszonyait vizsgálta, és szintén fordított kapcsolatot állapított meg a hőmérséklet és az elhunytak száma között.

A második legnagyobb érték a 8-as kódú helyzetre jelentkezett (az országos esetben -0,544, a budapesti esetben -0,429), amely szintén egy anticiklonális időjárási képet mutat, de ebben az esetben a magas nyomásközpontú képződmény nyugatról nyúlik be hazánk területére. Péczely (1979) szerint jellemzően hidegfront átvonulásával kapcsolatosan jelenik meg és élénk északnyugati áramlást eredményez. Ezzel párhuzamosan a légnyomás napi átlaga és a halálzási szám közötti korrelációs együttható is ebben a kategóriában a legnagyobb (0,238), azonban jelentős összefüggés

a szélsőséggel ekkor nem jelenik meg (0,129). A légnyomásra vonatkozó együttható értéke pozitív, azaz minél nagyobb a légnyomás értéke, annál magasabb a halálozások száma, tehát a hidegfront átvonulása és ezzel együtt a légnyomás emelkedése okozhatja az elhunytak számának növekedését.

E kettőn kívül kiemelkedett még az adatsorból a 6-os kódú makroszinoptikus helyzet (5. táblázat), amelyben egy mediterrán ciklon előoldali áramrendszere húzódik országunk fölé. Ekkor a ciklon melegfrontja halad át térségünk felett (Péczely, 1979). Ennél a kategóriánál a korreláció értékei -0,520 és -0,398 voltak az országos és a budapesti adatokra a napi átlaghőmérséklet esetén. A korreláció előjele alapján az alacsonyabb hőmérsékletekhez magasabb számú halálesetek társulnak. A relatív gyakoriságok számolásánál tapasztaltuk, hogy melegfront esetén kockázatnövekedésre számíthatunk, illetve ennél a Péczely-típusnál erős a kockázatnövekedés országos és budapesti viszonylatban is.

A 3-as kódú Péczely-típus esetén erős korreláció figyelhető meg a szélsőséggel és a halálozási szám között. Ez a legritkábban előforduló időjárási helyzet a 13 típusból, amely esetén Magyarország egy mediterrán ciklon hátoldali áramrendszerében található. Ilyenkor a légáramlás iránya északi-északkeleti, és sebessége elérheti a viharos fokozatot (Péczely, 1979), ezért érthető az erős kapcsolat a szélsőséggel.

Tavaszi	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
<b>P01</b>	-0,254	-0,223	-0,275	-0,002	<b>-0,223</b>	-0,112	0,103	<b>-0,168</b>
<b>P02</b>	-0,287	-0,279	-0,267	0,051	0,165	-0,127	0,053	-0,083
<b>P03</b>	-0,182	-0,157	-0,192	-0,067	-0,094	-0,332	-0,056	0,007
<b>P04</b>	-0,394	-0,399	-0,328	0,216	-0,126	-0,284	0,189	-0,158
<b>P05</b>	-0,339	-0,354	-0,286	<b>0,301</b>	0,162	-0,321	<b>0,210</b>	-0,137
<b>P06</b>	-0,388	-0,374	<b>-0,361</b>	0,189	0,034	-0,261	0,150	-0,141
<b>P07</b>	-0,192	-0,167	-0,205	0,027	-0,176	-0,296	-0,085	-0,004
<b>P08</b>	-0,310	-0,277	-0,318	0,086	0,155	-0,330	-0,030	-0,086
<b>P09</b>	-0,244	-0,227	-0,225	-0,036	0,156	-0,278	-0,021	0,007
<b>P10</b>	-0,333	-0,333	-0,315	0,131	0,206	-0,306	0,024	-0,027
<b>P11</b>	<b>-0,535</b>	<b>-0,531</b>	<b>-0,488</b>	<b>0,251</b>	0,006	<b>-0,342</b>	0,148	-0,081
<b>P12</b>	-0,281	-0,261	-0,263	0,115	0,085	-0,233	0,023	-0,091
<b>P13</b>	-0,113	-0,091	-0,176	-0,098	0,049	<b>-0,370</b>	-0,079	-0,013

6. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei az országos adatsorra a Péczely-féle osztályok szerint, tavasszal

Ősz	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
P01	-0,307	-0,297	-0,315	0,129	-0,194	-0,157	0,097	-0,241
P02	-0,554	-0,545	-0,520	0,274	0,194	-0,071	0,021	-0,216
P03	-0,411	-0,363	-0,434	0,163	-0,045	-0,165	-0,085	-0,039
P04	-0,323	-0,311	-0,297	0,149	-0,209	-0,181	0,134	-0,213
P05	-0,456	-0,444	-0,440	0,142	0,144	-0,214	0,135	-0,200
P06	-0,418	-0,422	-0,409	0,235	-0,117	-0,203	0,140	-0,196
P07	-0,312	-0,293	-0,339	-0,013	-0,069	-0,123	0,063	-0,195
P08	-0,477	-0,470	-0,459	0,218	0,140	-0,183	0,136	-0,222
P09	-0,398	-0,394	-0,373	0,371	0,232	<b>-0,361</b>	0,148	-0,162
P10	-0,448	-0,448	-0,423	0,086	0,147	0,014	0,092	-0,201
P11	<b>-0,610</b>	<b>-0,597</b>	<b>-0,593</b>	0,276	<b>0,259</b>	-0,285	0,100	-0,199
P12	-0,514	-0,517	-0,456	<b>0,403</b>	0,225	-0,259	<b>0,294</b>	<b>-0,319</b>
P13	-0,541	-0,493	-0,533	0,034	0,047	-0,226	-0,097	0,011

7. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei az országos adatsorra a Péczy-féle osztályok szerint, őszen

A tavaszi és őszi adatsorokban a 11-es Péczy-féle osztályozású időjárási helyzetben voltak a legmagasabbak a korreláció értékei a hőmérsékleti adatsorokra (6-7. táblázat). Az előjelek azt mutatják, hogy alacsonyabb hőmérsékleti értékekhez magasabb számú halálozás tartozik. Ez azt is jelenti, hogy ha a tél elhúzódik, több haláleset következik be. Az őszi vonatkozó értékek az egész vizsgálatban országos viszonylatban a megfigyelhető legerősebb korrelációkat mutatták (-0,610, -0,597, -0,593). Ebben a típusban volt tavasszal a szélsőséges és halálozások számának második legerősebb összefüggése (-0,342), őszen pedig a légnyomás és a halálozási szám összefüggésének legnagyobb mértéke (0,259). Érdekes, de megfigyelhető, hogy az őszi évszak legjelentősebb korreláció értékei mind anticiklonális helyzetű Péczy-féle típusokban jelentkeznek. A budapesti adatsorokra számolt korrelációk kevésbé kiemelkedőek.

Nyár	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
P01	0,193	0,221	0,148	0,007	-0,092	-0,260	-0,135	0,153
P02	0,217	0,212	0,153	-0,121	-0,094	-0,176	-0,158	0,159
P03	0,364	<b>0,448</b>	0,203	<b>-0,402</b>	0,064	-0,244	<b>-0,433</b>	0,309
P04	0,251	0,210	0,276	-0,209	0,001	0,013	-0,081	0,037
P05	<b>0,397</b>	<b>0,346</b>	<b>0,370</b>	-0,176	0,020	-0,146	-0,183	<b>0,340</b>
P06	0,044	0,092	-0,103	-0,303	-0,053	-0,333	-0,173	0,219
P07	0,072	0,040	0,016	0,055	-0,043	-0,263	-0,044	0,047
P08	0,215	0,206	0,149	-0,104	0,138	-0,232	-0,097	0,200
P09	0,208	0,155	0,249	0,042	-0,152	-0,360	-0,165	0,401
P10	0,289	0,255	0,169	-0,173	-0,030	-0,151	-0,166	0,290
P11	0,280	0,249	0,148	-0,163	0,026	-0,191	-0,144	0,189

<b>P12</b>	0,366	0,296	0,371	-0,122	-0,104	-0,222	0,035	0,217
<b>P13</b>	0,122	0,188	0,004	-0,262	0,011	-0,309	-0,234	0,256

8. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei az országos adatsorra a Péczy-féle osztályok szerint, nyáron

A nyári évszak Péczy-féle osztályai közül az 5-ös kódú helyzet emelkedik ki a korreláció értékeivel (8. táblázat). Ez a kód egy Magyarországtól keletre elhelyezkedő anticiklont jelöl, amelyhez nyáron derült, száraz, meleg időjárás tartozik (Péczy, 1979). A korreláció értékei a hőmérsékleti adatokra: 0,397, 0,346, 0,370. Az előző éves és évszagos felosztásban tapasztaltaktól eltérően itt pozitív korrelációs együtthatókat kaptunk, tehát a magasabb hőmérsékleti értékekhez magasabb számú halálozás társul. Ilyen irányú tendencia csupán ebben az évszakban fordul elő a hőmérsékletek esetén. Ebben a típusban nagyságrendjét tekintve összemérhető még a napsütéses órák számának együtthatója, amelynek értéke szintén pozitív, ez 0,340. Kiemelkedő még a felhőborítottság és a halálozási szám közötti korrelációs együttható a 3-as típusú helyzet esetén (-0,433). Az előjel jelzi, hogy a kisebb felhőborítottsághoz tartoznak nagyobb számú halálesetek. Ilyenkor Magyarország egy mediterrán ciklon hátoldali hidegfronti áramrendszerének hatása alá kerül (Péczy, 1979). Az ehhez az időjárási helyzethez tartozó együtthatók közül a maximumhőmérsékletéhez (0,448) és a relatív nedvességhez (-0,402) tartozó értékek is erősen korrelálnak a halálozások számával. A budapesti adatsor esetén a hőmérsékletek korrelációs együtthatói szintén ugyanennél a típusnál voltak a legnagyobbak, illetve a relatív nedvességen és a felhőborítottságon kívül a napfénytartam együtthatója is ebben a helyzetben volt maximális.

Tél	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
<b>P01</b>	-0,021	-0,015	-0,032	0,139	-0,133	-0,318	0,036	0,007
<b>P02</b>	-0,364	-0,343	-0,373	-0,007	0,065	-0,305	-0,010	0,005
<b>P03</b>	-0,109	-0,101	-0,114	<b>-0,206</b>	-0,085	-0,381	-0,059	0,048
<b>P04</b>	-0,181	-0,181	-0,168	-0,052	-0,231	-0,338	<b>0,122</b>	-0,094
<b>P05</b>	-0,264	-0,235	-0,272	-0,055	0,026	-0,214	-0,042	0,000
<b>P06</b>	-0,312	-0,319	-0,291	0,034	-0,096	-0,362	0,084	-0,059
<b>P07</b>	-0,167	-0,150	-0,177	0,072	<b>-0,279</b>	-0,342	0,118	<b>-0,115</b>
<b>P08</b>	-0,160	-0,162	-0,166	0,105	0,056	-0,261	0,026	-0,013
<b>P09</b>	-0,109	-0,114	-0,101	0,034	-0,007	-0,209	0,039	-0,035
<b>P10</b>	-0,202	-0,219	-0,207	-0,075	0,035	-0,284	-0,063	0,003
<b>P11</b>	-0,333	-0,334	-0,296	-0,034	-0,125	-0,189	0,103	-0,053
<b>P12</b>	-0,141	-0,080	-0,199	0,084	-0,019	-0,335	-0,040	0,022
<b>P13</b>	<b>-0,475</b>	<b>-0,451</b>	<b>-0,451</b>	-0,084	0,016	<b>-0,300</b>	-0,042	0,041

9. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei az országos adatsorra a Péczy-féle osztályok szerint, télen

Télen a hőmérsékleti értékek és a halálozási adatok közötti legerősebb korrelációt a 13-as kódú szinoptikus helyzet esetében tapasztaltuk (9. táblázat). Ez a típus egy Magyarország felett elhelyezkedő cikloncentrumot jelöl. Fennállásakor általában éles hőmérsékleti kontraszt alakul ki az ország területén, nyugaton alacsonyabb léghőmérsékletet eredményezve, mint a keleti országrészben (Péczely, 1979). Ekkor a korreláció értékei: -0,475, -0,451, -0,451. Az előjel jelzi, hogy az alacsonyabb hőmérsékleti értékhez magasabb számú halálozás tartozik. A többi állapothatározó közül a szélsőesség mutat némileg erősebb korrelációt a halálozási számmal ebben a típusban (-0,300), az előjel itt is negatív, tehát a kisebb szélsőességhez tartozik nagyobb számú haláleset.

Érdekes különbség figyelhető meg az országos és a budapesti adatsorra számított szélsőesség és halálozási szám közötti korrelációk számsoraiban. Míg az országos esetben minden esetben negatív előjelű együtthatókat kaptunk, addig a budapesti adatsorra 8-12 kategóriában (évszaktól függően) pozitív előjelű együtthatók adódtak, tehát ott a szélsőesség növekedésével nagyobb halálozási számokat kapunk. Ezek szerint a városban lakókat érzékenyebben érinti a szélsőesség emelkedése, mint a vidéken élőket.

Az (1) egyenlet segítségével elvégzett próba eredményeként tapasztaltuk, hogy a korrelációk értékei szignifikánsan eltérnek 0-tól (99%) a legtöbb esetben. A hőmérsékleti és szélsőesség adatok esetén szinte az összes Péczely-féle típusban megfigyelhető ez, a többi meteorológiai állapothatározóra azonban nagyobb változatosságot mutatnak az eredmények. Ezeknél sok esetben nem vethetjük el a nullhipotézist, tehát ott a korreláció értéke nem különbözik szignifikánsan 0-tól.

## **5.6. Korreláció a fronttípusok csoportosítása alapján**

Az OMSZ-tól kapott frontkód adatsort egyszerűsítettük, 4 csoportot alakítva ki: 0 – nincs front; 1 – melegfront; 2 – hidegfront; 3 – kettősfront jelölésekkel. Az OMSZ-ban végzett napi besorolás szubjektív módon történik, és esetenként egy napra több kód is kiadásra kerül. A számítások és az eredmények értelmezésének megkönnyítése érdekében alakítottuk ki az új kategóriákat. Ezek naponkénti eltolásával vizsgáltuk a frontok, vagy front nélküli helyzetek előre érezhető, vagy utólagos hatását a korrelációk számításával és azok különbségeinek elemzésével. Általánosan elmondható, hogy az eltolások csak kismértékű változást eredményeztek a korrelációk értékeiben, csupán

néhány kivételes esetben tapasztaltunk nagyobb eltérést az alapesettől. Az (1) egyenlet segítségével elvégeztük a transzformációt és szignifikancia-vizsgálatot a korrelációk értékeire.

A front nélküli időjárási helyzetek esetén a legerősebb kapcsolat a halálozási számok és a hőmérsékleti adatok (napi átlag-, napi maximum-, napi minimumhőmérséklet), valamint a halálozási adatok és a szélesebbesség között figyelhetők meg. E két meteorológiai paraméter esetén egyes őszi és téli csoportokat kivéve minden esetben 99%-os szignifikancia szint mellett állíthatjuk, hogy 0-tól különböznek a korreláció értékei.

<i>0 kód, tavasz</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n [okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	<b>-0,379</b>	<b>-0,357</b>	<b>-0,376</b>	0,024	0,189	<b>-0,330</b>	-0,023	0,047
Budapest	<b>-0,307</b>	<b>-0,304</b>	<b>-0,288</b>	0,087	0,154	<b>-0,396</b>	0,012	0,087
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,362	-0,341	-0,358	0,019	0,190	-0,361	-0,054	0,086
+1 nap Bp.	-0,284	-0,276	-0,273	0,039	0,169	-0,402	-0,056	0,118
+2 nap Orsz.	-0,358	-0,331	-0,366	0,020	0,191	-0,388	-0,061	0,055
+2 nap Bp.	-0,271	-0,256	-0,266	0,045	0,117	-0,402	-0,034	0,072
+3 nap Orsz.	-0,365	-0,335	-0,379	0,019	0,157	-0,375	-0,035	0,021
+3 nap Bp.	-0,245	-0,229	-0,254	0,030	0,108	-0,410	-0,017	0,072
-1 nap Orsz.	<b>-0,382</b>	-0,342	<b>-0,409</b>	-0,014	0,217	-0,343	-0,069	0,065
-1 nap Bp.	<b>-0,306</b>	-0,282	<b>-0,316</b>	0,048	0,177	-0,370	-0,035	0,107
-2 nap Orsz.	-0,358	-0,313	-0,393	-0,049	0,177	-0,324	-0,086	0,053
-2 nap Bp.	-0,249	-0,224	-0,257	0,020	0,119	-0,379	-0,032	0,089
-3 nap Orsz.	-0,373	-0,331	-0,407	0,005	0,163	-0,326	-0,081	0,041
-3 nap Bp.	-0,283	-0,262	-0,295	0,073	0,104	-0,360	-0,027	0,048

10. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 0 kód, tavasz.

Tavasz esetén negatív előjelű korrelációkat kaptunk, tehát a nagyobb hőmérsékleti értékekhez alacsonyabb halálozási számok társulnak (10. táblázat). Az eltolások eredménye az, hogy ha a frontmentes időjárás egy nappal korábbra tolódik, némileg erősebb az összefüggés a halálozási szám és a hőmérsékletek között, a további napokkal és a más irányú eltolások esetén gyengébb a kapcsolat.

Nyáron pozitív előjelű a korreláció a hőmérsékletek és a halálozások száma között (11. táblázat), azaz magasabb léghőmérséklet mellett nagyobb számú haláleset következett be.



<i>0 kód, nyár</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n [okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	<b>0,489</b>	<b>0,444</b>	<b>0,455</b>	<b>-0,205</b>	-0,048	-0,192	<b>-0,227</b>	0,204
Budapest	<b>0,380</b>	<b>0,351</b>	<b>0,351</b>	<b>-0,178</b>	-0,019	-0,285	<b>-0,199</b>	0,255
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	0,487	0,444	0,441	-0,241	-0,034	-0,159	-0,248	0,205
+1 nap Bp.	0,362	0,333	0,327	-0,193	0,007	-0,261	-0,177	0,253
+2 nap Orsz.	0,481	0,446	0,419	-0,280	-0,001	-0,175	-0,258	0,215
+2 nap Bp.	0,350	0,327	0,303	-0,231	0,007	-0,258	-0,197	0,218
+3 nap Orsz.	0,466	0,438	0,411	<b>-0,288</b>	-0,032	-0,195	-0,241	0,237
+3 nap Bp.	0,348	0,334	0,307	<b>-0,232</b>	-0,022	-0,272	-0,190	0,265
-1 nap Orsz.	0,467	0,435	0,375	-0,251	-0,004	<b>-0,228</b>	<b>-0,256</b>	0,236
-1 nap Bp.	0,360	0,342	0,296	-0,210	0,007	<b>-0,284</b>	-0,194	0,279
-2 nap Orsz.	0,461	0,430	0,396	-0,240	-0,003	<b>-0,235</b>	-0,242	0,239
-2 nap Bp.	0,359	0,340	0,318	-0,216	0,005	<b>-0,279</b>	-0,159	0,267
-3 nap Orsz.	0,440	0,405	0,385	-0,239	0,006	<b>-0,225</b>	-0,233	0,242
-3 nap Bp.	0,335	0,317	0,295	-0,217	0,009	<b>-0,269</b>	-0,179	0,271

11. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 0 kód, nyár.

Emellett számottevő a korreláció a relatív páratartalom és a felhőborítottság esetén is, valamint a szélsőségnél a korábbi napokra való eltolás esetén. Az eltolás a hőmérsékletekre számított korrelációk esetén csökkenő hatást eredményez mindkét irányban. A relatív páratartalom és a halálozás, valamint a szélsőségség és a halálozás kapcsolata erősödik a hatás eltolásával.

<i>0 kód, ősz</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n [okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	<b>-0,448</b>	<b>-0,439</b>	<b>-0,411</b>	0,270	0,062	<b>-0,281</b>	0,128	-0,132
Budapest	<b>-0,236</b>	<b>-0,238</b>	<b>-0,201</b>	0,151	0,006	<b>-0,368</b>	0,067	-0,054
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	<b>-0,466</b>	<b>-0,456</b>	<b>-0,439</b>	0,259	0,132	-0,275	0,130	-0,148
+1 nap Bp.	<b>-0,252</b>	<b>-0,249</b>	<b>-0,227</b>	0,145	0,090	-0,357	0,052	-0,046
+2 nap Orsz.	-0,440	-0,431	-0,421	0,275	0,043	-0,250	0,172	-0,199
+2 nap Bp.	-0,266	-0,255	-0,257	0,161	0,023	-0,342	0,063	-0,079
+3 nap Orsz.	-0,397	-0,390	-0,371	0,247	-0,019	-0,243	0,155	-0,168
+3 nap Bp.	-0,208	-0,202	-0,195	0,132	-0,036	-0,329	0,068	-0,078
-1 nap Orsz.	-0,437	-0,432	-0,394	0,288	0,069	-0,272	0,119	-0,141
-1 nap Bp.	-0,215	-0,219	-0,181	0,141	-0,035	-0,350	0,081	-0,058
-2 nap Orsz.	-0,444	-0,444	-0,394	0,275	0,033	-0,242	0,159	-0,178
-2 nap Bp.	-0,238	-0,236	-0,208	0,126	-0,008	-0,330	0,077	-0,070
-3 nap Orsz.	-0,428	-0,418	-0,397	0,239	0,050	-0,239	0,126	-0,141
-3 nap Bp.	-0,237	-0,235	-0,207	0,120	-0,024	-0,343	0,067	-0,058

12. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 0 kód, ősz.

Az őszi évszakban is a hőmérsékletek mutatnak erősebb összefüggést a halálózási számok alakulásával (12. táblázat). Az eltolások eredménye ebben az esetben az, hogy ha a frontmentes napokat jellemző időjárás egy nappal későbbre helyeződik, akkor minimális mértékben erősebb kapcsolatot állapíthatunk meg a hőmérséklet és az elhunytak száma között.

Télen az abszolút értékben legnagyobb korrelációs együtthatókat a szélsébség adatsora eredményezte (13. táblázat), a hőmérsékletekre annál jóval kisebb értékeket kaptunk.

<i>0 kód, tél</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n [okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	-0,132	-0,114	-0,149	-0,001	0,011	<b>-0,370</b>	-0,034	-0,006
Budapest	-0,040	-0,024	-0,053	0,017	-0,012	<b>-0,396</b>	-0,080	0,036
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,154	-0,132	-0,174	0,016	0,011	-0,377	-0,064	0,023
+1 nap Bp.	-0,042	-0,026	-0,055	0,038	0,003	-0,378	-0,094	0,044
+2 nap Orsz.	-0,154	-0,138	-0,170	0,038	0,034	-0,331	-0,034	0,004
+2 nap Bp.	-0,045	-0,029	-0,062	0,040	0,001	-0,343	-0,068	0,034
+3 nap Orsz.	-0,142	-0,135	-0,157	0,060	0,015	-0,313	0,002	-0,030
+3 nap Bp.	-0,018	-0,017	-0,024	0,062	-0,003	-0,336	-0,025	-0,012
-1 nap Orsz.	-0,102	-0,086	-0,125	-0,011	-0,002	-0,339	-0,051	0,029
-1 nap Bp.	-0,018	0,005	-0,045	0,022	0,002	-0,385	-0,092	0,057
-2 nap Orsz.	-0,105	-0,097	-0,115	0,016	-0,045	-0,329	-0,023	-0,009
-2 nap Bp.	-0,008	0,000	-0,020	0,013	-0,047	-0,350	-0,045	0,010
-3 nap Orsz.	-0,130	-0,123	-0,132	0,027	-0,061	-0,320	0,000	-0,024
-3 nap Bp.	-0,036	-0,020	-0,053	0,029	-0,070	-0,333	-0,058	0,019

13. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 0 kód, tél.

Mindkét irányú eltolás gyengébb kapcsolatot eredményezett a szélsébség és a halálózási számok között az országos és a budapesti adatsorban is. A budapesti adatsorban kisebb az összefüggés a meteorológiai állapotváltozók és az elhunytak száma között, kivéve a szélsébséget, amelynél erősebb korrelációs együtthatókat kaptunk a városra, mint az országos adatsorra.

A melegfrontos napok csoportjában hasonló eredményeket kaptunk, mint az előbbi, front nélküli helyzetek kategóriájában. Ugyanazok az állapotváltozók mutattak kiemelkedőbb összefüggéseket, azonban az eltolások hatása ezekben a helyzetekben (a téli évszakot kivéve) erősebben jelentkezik, mint az előző esetekben.

<i>l kód, tavasz</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n</i> <i>[okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	<b>-0,250</b>	<b>-0,232</b>	<b>-0,235</b>	0,028	0,051	<b>-0,282</b>	0,018	-0,043
Budapest	-0,079	-0,075	-0,066	0,003	-0,035	<b>-0,288</b>	0,007	0,037
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,285	-0,260	-0,305	-0,008	0,047	-0,271	0,013	-0,057
+1 nap Bp.	-0,150	-0,136	-0,154	-0,031	0,032	-0,287	0,019	0,014
+2 nap Orsz.	-0,298	-0,258	-0,335	0,009	0,021	-0,267	0,025	-0,032
+2 nap Bp.	-0,152	-0,133	-0,158	0,018	-0,035	-0,292	0,061	0,004
+3 nap Orsz.	-0,324	-0,283	-0,347	-0,017	0,055	-0,245	0,012	-0,008
+3 nap Bp.	-0,165	-0,145	-0,169	-0,029	0,014	-0,263	0,031	0,020
-1 nap Orsz.	-0,300	-0,275	-0,295	0,104	0,060	-0,257	0,058	-0,081
-1 nap Bp.	-0,134	-0,126	-0,138	0,038	0,049	<b>-0,335</b>	0,021	-0,007
-2 nap Orsz.	<b>-0,337</b>	<b>-0,306</b>	<b>-0,361</b>	0,046	0,115	<b>-0,289</b>	-0,034	-0,024
-2 nap Bp.	-0,210	-0,200	-0,204	0,049	0,079	-0,318	0,005	-0,008
-3 nap Orsz.	-0,299	-0,268	-0,326	-0,029	0,153	-0,252	-0,073	0,005
-3 nap Bp.	-0,169	-0,155	-0,184	-0,014	0,073	-0,304	0,005	0,029

14. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. *l kód, tavasz.*

Tavasz esetén a hőmérsékletekhez és a szélsébséghez tartozó korrelációs együtthatók is negatívak (14. táblázat), tehát alacsonyabb értékekhez nagyobb számú halálozás tartozik. Ezt úgy értelmezhetjük, hogy ha a tél elhúzódik, alacsonyabb napi hőmérsékleteket mérünk a tavaszi hónapokban, több haláleset következik be. Mindkét irányú eltolás abszolút értékben nagyobb korrelációs együtthatókat eredményezett a hőmérsékletekre, mint az eltolás nélküli eset. A kettő közül a fronthatás korábbra kerülése esetén mutatott erősebb összefüggést a hőmérséklet a halálozási számmal, a budapesti esetben pedig jóval jelentősebb kapcsolat mutatkozik közöttük a korábbra tolt melegfrontos napokon, mint a kiindulási helyzetben. E szerint a melegfront az átmeneti évszakban utólagos hatást fejthet ki a súlyos betegségben szenvedőkre. A szélsébség esetén nem tapasztaltunk nagy eltérést a korrelációs együtthatókban az alapeset és az eltolásos esetek között. A budapesti adatsorban gyengébb kapcsolatot mutattak a hőmérsékleti állapotjelölők és a halálozási számok, mint az országos adatsorban, a szélsébség esetén nincs számottevő különbség köztük.

<i>l kód, nyár</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n</i> <i>[okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	<b>0,350</b>	<b>0,317</b>	<b>0,345</b>	-0,167	0,087	<b>-0,332</b>	-0,184	<b>0,315</b>
Budapest	<b>0,316</b>	<b>0,288</b>	<b>0,355</b>	-0,136	0,094	<b>-0,353</b>	-0,127	<b>0,279</b>
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	0,382	0,364	0,325	-0,248	0,094	-0,312	-0,263	0,288
+1 nap Bp.	0,333	0,316	0,318	-0,222	0,057	-0,314	-0,230	0,267

+2 nap Orsz.	0,403	0,392	0,339	-0,227	0,016	-0,309	-0,235	0,318
+2 nap Bp.	0,347	0,340	0,298	-0,236	-0,010	-0,346	-0,214	0,310
+3 nap Orsz.	<b>0,440</b>	<b>0,408</b>	<b>0,402</b>	-0,231	0,033	-0,264	-0,257	0,288
+3 nap Bp.	<b>0,365</b>	<b>0,346</b>	0,349	-0,191	0,043	-0,318	-0,227	0,279
-1 nap Orsz.	0,297	0,264	0,309	-0,081	0,024	-0,325	-0,069	0,233
-1 nap Bp.	0,250	0,226	0,279	-0,049	0,026	-0,387	-0,053	0,232
-2 nap Orsz.	0,306	0,281	0,313	-0,106	0,042	-0,302	-0,116	0,222
-2 nap Bp.	0,277	0,268	0,268	-0,112	0,078	-0,327	-0,147	0,230
-3 nap Orsz.	0,357	0,338	0,314	-0,134	0,012	-0,345	-0,171	0,270
-3 nap Bp.	0,275	0,264	0,266	-0,081	-0,002	-0,323	-0,117	0,269

15. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 1 kód, nyár.

Nyáron a hőmérsékletek és szélsébség kategóriákon túl a napi napfénytartam összege is összemérhető nagyságrendű összefüggést mutatott az elhalálozottak számával (15. táblázat), tehát a borultság mértéke is fontos tényező. A hőmérsékletekhez tartozó korrelációs együtthatók pozitívak, míg a szélsébséghez és a napfénytartamhoz tartozóak negatívak. A melegfronthoz prefrontális és kiterjedt felhőzet társul, amelyeknek ezen keresztül mutatkozik hatása. Az eltolások csak a hőmérsékletek esetén okoztak jelentősebb változást az együtthatókban: a melegfrontos nap későbbre tolása erősebb kapcsolatot mutatott a hőmérséklet és a halálozási szám között, mint az alapesetben, tehát prefrontális hatást fejt ki. Az országoshoz képest a budapesti adatsorban kismértékben gyengébb összefüggést mutattak az állapotváltozók a halálozásokkal, de az eltolások hatása ahhoz hasonló.

1 kód, ősz	T [°C]	Tx [°C]	Tn [°C]	u [%]	p [hPa]	fs [m/s]	n [okta]	s [óra]
Országos	<b>-0,344</b>	<b>-0,363</b>	<b>-0,288</b>	<b>0,220</b>	-0,014	<b>-0,235</b>	<b>0,225</b>	<b>-0,282</b>
Budapest	<b>-0,152</b>	<b>-0,165</b>	<b>-0,130</b>	0,094	-0,037	<b>-0,268</b>	<b>0,123</b>	<b>-0,139</b>
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,273	-0,281	-0,250	0,187	-0,109	-0,219	0,194	-0,238
+1 nap Bp.	-0,084	-0,084	-0,086	0,044	-0,111	-0,271	0,076	-0,095
+2 nap Orsz.	-0,306	-0,306	-0,275	0,191	-0,121	-0,197	0,154	-0,230
+2 nap Bp.	-0,062	-0,064	-0,044	0,006	-0,088	-0,301	0,054	-0,088
+3 nap Orsz.	-0,315	-0,321	-0,278	0,221	-0,072	-0,248	0,156	-0,236
+3 nap Bp.	-0,158	-0,173	-0,121	0,130	-0,089	-0,297	0,121	-0,150
-1 nap Orsz.	-0,406	-0,405	-0,362	0,246	0,010	-0,216	0,227	-0,276
-1 nap Bp.	-0,130	-0,126	-0,119	0,080	0,015	-0,309	0,057	-0,087
-2 nap Orsz.	-0,419	-0,409	-0,397	0,209	0,031	-0,202	0,172	-0,244
-2 nap Bp.	-0,141	-0,127	-0,145	0,036	-0,009	-0,267	0,007	-0,050
-3 nap Orsz.	<b>-0,436</b>	<b>-0,431</b>	<b>-0,400</b>	0,187	0,054	-0,199	0,132	-0,215
-3 nap Bp.	<b>-0,173</b>	<b>-0,169</b>	<b>-0,158</b>	0,054	0,015	-0,210	0,035	-0,089

16. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 1 kód, ősz.

Ősszel a hőmérsékletek és a szélesebbesség mellett a relatív páratartalom, a napi összfelhőzet átlaga és a napi napfénytartam összege mutatott nagyobb összefüggést a halálózási számmal. Tehát ha köd, vagy párák, tipikusan őszi időjárás figyelhető meg, erősebb kapcsolatot állapíthatunk meg az elhunytak számával. Az eltolások esetén azonban a budapesti esetben már nem kaptunk 0-tól szignifikánsan különböző korrelációs együtthatókat ( $P < 0,05$ ) az utóbbi három állapotjelzőre. Az együtthatók előjele a hőmérsékletek, a szélesebbesség és a napfénytartam összege esetén negatív, a relatív páratartalom és az összfelhőzet átlaga esetén pozitív. Az országos adatsorra a hőmérsékletek esetén a prefrontális hatás abszolút értékben nagyobb korrelációs együtthatókat eredményezett, a szélesebbesség esetén kisebbeket. A relatív páratartalom, az összfelhőzet átlaga és a napfénytartam összege esetén az eltolás az együtthatók értékében nem produkált nagy változást.

<i>l kód, tél</i>	<i>T [°C]</i>	<i>Tx [°C]</i>	<i>Tn [°C]</i>	<i>u [%]</i>	<i>p [hPa]</i>	<i>fs [m/s]</i>	<i>n [okta]</i>	<i>s [óra]</i>
Országos	-0,200	-0,204	-0,200	0,061	-0,022	<b>-0,350</b>	0,023	-0,048
Budapest	-0,123	-0,141	-0,091	0,108	0,014	<b>-0,363</b>	0,006	-0,050
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,202	-0,182	-0,205	0,000	-0,018	-0,289	-0,033	-0,016
+1 nap Bp.	-0,197	-0,187	-0,179	0,076	0,048	-0,341	-0,020	-0,060
+2 nap Orsz.	-0,221	-0,197	-0,228	0,027	-0,047	-0,298	-0,016	-0,012
+2 nap Bp.	-0,181	-0,166	-0,176	0,060	-0,004	-0,342	-0,023	-0,029
+3 nap Orsz.	-0,174	-0,149	-0,179	-0,007	-0,069	-0,279	-0,047	0,028
+3 nap Bp.	-0,158	-0,133	-0,153	0,028	0,022	-0,353	-0,084	0,025
-1 nap Orsz.	-0,204	-0,208	-0,197	0,072	-0,017	-0,284	0,092	-0,142
-1 nap Bp.	-0,097	-0,104	-0,084	0,093	-0,010	-0,328	0,046	-0,117
-2 nap Orsz.	-0,204	-0,200	-0,211	0,021	0,053	-0,348	0,022	-0,050
-2 nap Bp.	-0,101	-0,103	-0,100	0,065	0,062	-0,365	-0,030	-0,032
-3 nap Orsz.	-0,203	-0,189	-0,211	-0,052	0,059	-0,359	-0,033	0,004
-3 nap Bp.	-0,064	-0,060	-0,062	-0,024	0,061	-0,362	-0,038	0,014

17. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronttérés 3-3 nappal történő eltolásával együtt. *l kód, tél.*

A téli évszakban a hőmérsékletek és a szélesebbesség eredményeztek 0-tól szignifikánsan eltérő korrelációs együtthatókat (17. táblázat), azonban ebben az évszakban a szélesebbesség jóval erősebb kapcsolatot mutatott a halálózások számával, mint a hőmérsékleti állapotjelzők. Az eltolásoknak nem volt jelentős hatása, csupán kismértékű változások figyelhetők meg a korrelációs együtthatók értékeiben. A budapesti adatsorban a hőmérsékleti állapotjelzők és a halálózások száma kisebb mértékben függ össze, mint az országos esetben, a szélesebbesség esetén nem figyelhető

meg ilyen különbség. A korrelációs együtthatók előjele a kiemelt meteorológiai állapotathatózók esetén negatív, azaz a magasabb hőmérsékleti és szélsébség értékekhez alacsonyabb halálozási számok tartoznak. Ez érthető, hiszen az általános tapasztalat is mutatja, hogy a melegfront időjárási helyzetében nem figyelhetünk meg nagy szélsébség értékeket.

A hidegfrontos napok csoportjaiban szintén a hőmérsékletek és a szélsébség voltak azok az állapotathatózók, amelyek mindegyik évszakban 0-tól szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) eltérő korrelációs együtthatókat eredményeztek. Ezeken kívül egyes évszakokban a relatív páratartalom és a napi napfénytartam összege produkált még hasonlóan szignifikáns eredményeket. Az eltolások hatása évszakonként igen különböző.

2 kód, tavasz	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n$ [okta]	$s$ [óra]
Országos	<b>-0,413</b>	<b>-0,370</b>	<b>-0,441</b>	-0,047	0,106	<b>-0,333</b>	-0,079	0,015
Budapest	<b>-0,315</b>	<b>-0,284</b>	<b>-0,324</b>	-0,013	0,038	<b>-0,354</b>	-0,027	0,001
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	<b>-0,436</b>	<b>-0,395</b>	<b>-0,443</b>	-0,008	0,102	-0,302	-0,011	-0,016
+1 nap Bp.	-0,299	-0,278	-0,294	0,038	0,051	-0,351	0,041	0,007
+2 nap Orsz.	-0,410	-0,372	-0,414	0,001	0,087	-0,277	0,025	-0,032
+2 nap Bp.	-0,283	-0,266	-0,281	0,030	0,054	-0,349	0,042	0,007
+3 nap Orsz.	-0,360	-0,330	-0,357	0,027	0,096	-0,275	0,000	-0,021
+3 nap Bp.	-0,252	-0,244	-0,234	0,089	0,040	-0,345	0,046	-0,005
-1 nap Orsz.	-0,335	-0,298	-0,359	-0,114	0,090	-0,316	-0,062	0,044
-1 nap Bp.	-0,260	-0,240	-0,251	-0,029	0,025	-0,362	0,008	0,012
-2 nap Orsz.	-0,353	-0,331	-0,332	0,022	-0,001	-0,285	0,060	-0,027
-2 nap Bp.	-0,299	-0,291	-0,276	0,070	-0,029	-0,302	0,069	-0,042
-3 nap Orsz.	-0,334	-0,309	-0,311	0,064	0,004	-0,307	0,096	-0,042
-3 nap Bp.	-0,235	-0,230	-0,208	0,067	-0,019	-0,338	0,086	0,005

18. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 2 kód, tavasz.

Tavasszal a hőmérsékletek és a szélsébség emelkedtek ki az állapotathatózók közül a korrelációs együtthatókat tekintve (18. táblázat). Ezeknél erős kapcsolat figyelhető meg a halálozási számok és a mért értékek között. Az együtthatók előjele mindegyik kiemelt állapotathatózó esetén negatív, azaz a magasabb mért értékekhez alacsonyabb számú halálozás tartozik. Az eltolások a hőmérsékletek esetén gyengébb kapcsolatokat eredményeztek az 1 nappal későbbre helyezést kivéve, amely esetben erősödött az összefüggés, ami a hidegfront prefrontális hatását mutatja. A szélsébségre szintén gyengülő kapcsolatok mutatkoztak a fronthatás eltolásával. A

budapesti adatsorra számított korrelációs együtthatók abszolút értékben kisebbek a hőmérsékleti adatsorokra, a szélsébség adatsorában nem figyelhető meg ilyen különbség.

2 kód, nyár	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n$ [okta]	$s$ [óra]
Országos	<b>0,317</b>	<b>0,334</b>	<b>0,206</b>	<b>-0,324</b>	0,034	<b>-0,180</b>	<b>-0,260</b>	<b>0,238</b>
Budapest	<b>0,183</b>	<b>0,200</b>	0,115	<b>-0,212</b>	0,017	<b>-0,211</b>	<b>-0,146</b>	<b>0,210</b>
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	0,167	0,160	0,117	-0,160	-0,001	-0,248	-0,089	0,235
+1 nap Bp.	0,102	0,103	0,094	-0,081	-0,024	-0,280	-0,048	0,209
+2 nap Orsz.	0,192	0,174	0,149	-0,165	-0,015	-0,247	-0,118	0,245
+2 nap Bp.	0,172	0,168	0,154	-0,102	0,010	-0,261	-0,075	0,266
+3 nap Orsz.	0,237	0,238	0,161	-0,176	0,081	<b>-0,277</b>	-0,152	<b>0,267</b>
+3 nap Bp.	0,205	0,205	0,159	-0,139	0,044	<b>-0,304</b>	-0,110	<b>0,262</b>
-1 nap Orsz.	0,408	0,393	0,395	<b>-0,339</b>	-0,003	-0,117	-0,258	0,245
-1 nap Bp.	0,267	0,258	0,270	<b>-0,250</b>	0,011	-0,211	-0,188	0,217
-2 nap Orsz.	0,424	0,398	0,394	-0,295	-0,047	-0,144	-0,206	0,205
-2 nap Bp.	0,268	0,244	0,291	-0,166	-0,061	-0,191	-0,125	0,185
-3 nap Orsz.	<b>0,457</b>	<b>0,436</b>	<b>0,425</b>	-0,285	-0,048	-0,114	-0,214	0,169
-3 nap Bp.	<b>0,316</b>	<b>0,298</b>	<b>0,303</b>	-0,213	-0,029	-0,220	-0,150	0,164

19. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 2 kód, nyár.

A nyári évszakban a hőmérsékletek és a szélsébség mellett a relatív páratartalom, az összfelhőzet átlaga és a napi napfénytartam összege is abszolút értékben nagyobb korrelációs együtthatókat eredményezett a halálzási adatokkal (19. táblázat). A budapesti adatsor esetén az együtthatók értékei gyengébb összefüggést jeleznek, mint az országos esetben a szélsébség adatsorát kivéve, amely esetében erősebb a kapcsolat a városi adatokra. A hőmérsékletek és a napfénytartam összegének adatsorára pozitívak az együtthatók, tehát a magasabb értékekhez nagyobb számú halálzás tartozik. A többi meteorológiai állapotjelző esetén negatívak a korreláció értékei. A fronthatás későbbre tolása a hőmérsékletek, a relatív páratartalom és a felhőborítottság esetén csökkenő hatást mutat, a szélsébség esetében erősebb kapcsolatot jelez, a napfénytartam összegében nem produkál jelentős különbséget. A fronthatás korábbi napokra tolása erősebb hatású a hőmérsékletek adatsorai esetén. A relatív páratartalom és a szélsébség esetén csak minimális növekedés figyelhető meg a korrelációs együtthatók értékeiben az egynapos eltolásnál, a többi állapotjelző esetén pedig gyengülő hatást tapasztalhatunk.

2 kód, ősz	$T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_x$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_n$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$u$ [%]	$p$ [hPa]	$f_s$ [m/s]	$n$ [okta]	$s$ [óra]
Országos	<b>-0,473</b>	<b>-0,458</b>	<b>-0,446</b>	<b>0,212</b>	0,023	<b>-0,242</b>	0,096	<b>-0,221</b>
Budapest	<b>-0,250</b>	<b>-0,242</b>	<b>-0,233</b>	0,118	-0,032	<b>-0,338</b>	0,069	<b>-0,126</b>
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	<b>-0,488</b>	<b>-0,483</b>	-0,440	0,223	0,047	-0,201	0,101	-0,195
+1 nap Bp.	<b>-0,296</b>	<b>-0,299</b>	<b>-0,257</b>	0,157	-0,017	-0,314	0,103	-0,140
+2 nap Orsz.	-0,466	-0,455	-0,430	0,176	0,110	-0,250	0,068	-0,129
+2 nap Bp.	-0,217	-0,225	-0,185	0,083	0,008	-0,324	0,079	-0,073
+3 nap Orsz.	-0,481	-0,480	-0,435	0,249	0,091	-0,228	0,152	-0,224
+3 nap Bp.	-0,211	-0,215	-0,182	0,095	0,012	-0,281	0,083	-0,071
-1 nap Orsz.	-0,400	-0,391	-0,369	0,155	-0,041	-0,216	0,140	-0,221
-1 nap Bp.	-0,245	-0,239	-0,211	0,071	-0,084	-0,260	0,073	-0,118
-2 nap Orsz.	-0,355	-0,374	-0,300	<b>0,263</b>	-0,100	<b>-0,255</b>	0,191	<b>-0,247</b>
-2 nap Bp.	-0,219	-0,251	-0,154	<b>0,206</b>	-0,082	-0,315	0,183	<b>-0,201</b>
-3 nap Orsz.	-0,344	-0,349	-0,296	0,262	-0,054	-0,237	0,152	-0,220
-3 nap Bp.	-0,189	-0,205	-0,145	0,168	-0,069	-0,286	0,123	-0,149

20. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 2 kód, ősz.

Az őszi hónapok adatsoraiban a hőmérsékletek, a relatív páratartalom, a szélsébség és a napi napfénytartam összege eredményezett 0-tól szignifikánsan különböző korrelációs együtthatókat (20. táblázat). A legkiemelkedőbbek ezek közül a hőmérsékleti adatsorokra kapott eredmények. Az együtthatók előjele a hőmérsékletek és a szélsébség esetén negatív, a többi állapotváltozó esetén pozitív. A budapesti adatsorra ennél az évszaknál is a szélsébséget kivéve abszolút értékben alacsonyabb értékeket kaptunk, mint az országos esetre. Az eltolások hatása a meteorológiai állapotváltozóktól függően különböző. A hőmérsékletek a fronthatás későbbre tolása esetén némileg erősebb kapcsolatot mutatnak a halálózások számával. Ez azért fontos, mert tudjuk, hogy a hidegfront érkezése előtt nagy labilitás és hőmérsékleti kontraszt alakulhat ki, amit így a korrelációs együtthatók értéke is tükröz. A korábbi napokra tolás esetén határozottan gyengébb kapcsolatot figyelhetünk meg az elhalálózottak számával. A relatív páratartalom, a szélsébség és a napi napfénytartam összege esetén a két nappal korábbra helyezés eredményezte a legnagyobb korrelációs együtthatókat (abszolút értékben), tehát a hidegfront hatása akár 2 napig is érezhető. Kivételt képez ez alól a szélsébség Budapestre vonatkozó adatsora, amelynél az eltolások mindkét irányba csökkenő mértékű összefüggést adtak eredményül.



2 kód, tél	T [°C]	Tx [°C]	Tn [°C]	u [%]	p [hPa]	fs [m/s]	n [okta]	s [óra]
Országos	<b>-0,210</b>	<b>-0,206</b>	<b>-0,188</b>	0,031	-0,109	<b>-0,327</b>	0,087	-0,091
Budapest	-0,118	-0,114	-0,098	0,016	-0,033	<b>-0,345</b>	0,061	-0,067
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,202	-0,213	-0,183	0,058	-0,102	-0,324	0,088	-0,088
+1 nap Bp.	-0,125	-0,130	-0,104	0,068	-0,032	-0,360	0,024	-0,051
+2 nap Orsz.	-0,189	-0,199	-0,176	-0,012	-0,087	-0,305	0,026	-0,054
+2 nap Bp.	-0,087	-0,104	-0,060	0,046	-0,035	-0,341	0,010	-0,040
+3 nap Orsz.	-0,189	-0,186	-0,195	-0,014	-0,065	-0,327	-0,002	-0,021
+3 nap Bp.	-0,105	-0,106	-0,101	0,045	-0,053	-0,320	-0,002	-0,030
-1 nap Orsz.	<b>-0,226</b>	<b>-0,220</b>	<b>-0,210</b>	0,017	-0,093	<b>-0,341</b>	0,032	-0,035
-1 nap Bp.	-0,173	-0,173	-0,148	0,012	-0,031	-0,354	0,031	-0,035
-2 nap Orsz.	-0,217	-0,213	-0,197	-0,005	-0,102	-0,325	0,029	-0,043
-2 nap Bp.	-0,162	-0,168	-0,127	0,034	-0,027	-0,355	0,023	-0,040
-3 nap Orsz.	-0,187	-0,179	-0,184	0,014	-0,073	-0,332	0,032	-0,050
-3 nap Bp.	-0,160	-0,163	-0,128	0,074	-0,008	<b>-0,363</b>	0,027	-0,080

21. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 2 kód, tél.

Télen mutatták a hőmérsékleti értékek a leggyengébb kapcsolatot a halálozással a 4 évszak közül, a szélsébség korrelációs együtthatói abszolút értékben ezeknél nagyobbak voltak (21. táblázat). Mind a négy állapotjelző korrelációs együtthatói negatívak, azaz az alacsonyabb mért értékekhez magasabb halálozási szám társul. A többi meteorológiai állapotjelző esetében nem különböztek szignifikánsan 0-tól a korrelációs együtthatók értékei. Ennél az évszagnál is megfigyelhető volt az a tendencia, hogy a budapesti adatsorok és a halálozási számok kevésbé függték össze, kivéve a szélsébséget, amelynél erősebb kapcsolatot állapíthatunk meg a város adatai és az elhunytak száma között. Az eltolások eredménye hasonló a kiemelt meteorológiai állapotjelzőkre. Mindegyiknél az egy nappal korábbra helyezés – tehát a posztfonális hatás - eredményezett erősebb kapcsolatot az alapesetnél, a további napokkal való eltolás fokozatosan kisebb értékeket produkált. Kivételt képez ez alól a szélsébség budapesti adatsora, amelynél a korábbra tolás hatása a további napokkal egyre erősebbé vált, ugyan csak nagyon kis mértékben, de ez éppen prefrontális hatást jelez.

A kettősfronti helyzetekben is elsősorban a hőmérséklet és a szélsébség adatsorára kaptunk 0-tól szignifikánsan ( $P < 0,01$ ) eltérő korrelációs együtthatókat, ezek mellett a relatív páratartalom, az összfelhőzet napi átlaga és a napsütéses órák száma

mutatott bizonyos esetekben némileg erősebb összefüggést a halálzási számokkal. A kettősfront napja eltolásának hatása eltérő az egyes évszakokban.

3 kód, tavasz	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n$ [okta]	$s [óra]$
Országos	<b>-0,314</b>	<b>-0,268</b>	<b>-0,338</b>	-0,040	0,047	<b>-0,313</b>	-0,017	-0,046
Budapest	<b>-0,237</b>	<b>-0,206</b>	<b>-0,260</b>	-0,027	0,107	<b>-0,350</b>	0,012	-0,020
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,337	-0,303	-0,347	0,002	0,015	-0,304	0,054	-0,094
+1 nap Bp.	-0,235	-0,213	-0,246	0,038	-0,041	-0,329	0,080	-0,081
+2 nap Orsz.	-0,333	-0,316	-0,320	-0,030	0,022	-0,286	0,028	-0,052
+2 nap Bp.	-0,261	-0,252	-0,236	0,021	0,056	-0,306	0,054	-0,026
+3 nap Orsz.	-0,316	-0,290	-0,317	-0,033	0,008	-0,343	0,025	-0,028
+3 nap Bp.	-0,317	-0,298	-0,296	0,018	0,023	-0,329	0,050	-0,030
-1 nap Orsz.	-0,313	-0,286	-0,317	0,040	0,048	-0,346	-0,008	-0,060
-1 nap Bp.	-0,225	-0,205	-0,228	0,006	0,060	-0,325	0,002	-0,007
-2 nap Orsz.	-0,300	-0,276	-0,283	0,035	0,119	-0,363	0,068	-0,061
-2 nap Bp.	-0,184	-0,165	-0,183	-0,031	0,122	-0,373	0,039	0,033
-3 nap Orsz.	-0,337	-0,315	-0,324	-0,025	0,033	<b>-0,372</b>	0,075	-0,068
-3 nap Bp.	-0,263	-0,244	-0,235	-0,019	0,064	<b>-0,379</b>	0,053	-0,026

22. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 3 kód, tavasz.

Tavasszal a hőmérsékletek és a szélsébség adatsoraira számolt korrelációs együtthatók tértek el szignifikánsan 0-tól ( $P < 0,01$ ), és ennél a típusnál is megfigyelhető, hogy a budapesti adatsorra abszolút értékben kisebb értékeket kaptunk, mint az országos adatokra, kivéve a szélsébséget (22. táblázat). Mindegyik állapothatározó esetén negatív előjelű értékeket kaptunk, tehát az alacsonyabb mérési adatokhoz magasabb halálzási szám tartozik. Az eltolások hatása csekély mértékű, legerősebben a szélsébség adatsorában a korábbra helyezéseknél jelentkezik, ekkor fokozatosan növekvő összefüggést tapasztalhatunk az állapothatározó és az elhunytak száma között az eltolt napok számának növelésével.

3 kód, nyár	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n$ [okta]	$s [óra]$
Országos	<b>0,309</b>	<b>0,341</b>	0,168	<b>-0,360</b>	0,048	<b>-0,215</b>	<b>-0,348</b>	<b>0,267</b>
Budapest	0,191	0,226	0,092	<b>-0,267</b>	-0,006	<b>-0,254</b>	<b>-0,240</b>	<b>0,201</b>
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	0,239	0,279	0,083	-0,324	0,071	-0,245	-0,245	0,257
+1 nap Bp.	0,094	0,131	-0,002	-0,236	0,048	-0,246	-0,143	0,183
+2 nap Orsz.	0,193	0,212	0,079	-0,232	0,037	<b>-0,299</b>	-0,153	0,197
+2 nap Bp.	0,090	0,105	0,055	-0,129	0,028	<b>-0,311</b>	-0,080	0,187
+3 nap Orsz.	0,226	0,224	0,148	-0,183	-0,066	-0,267	-0,147	0,194
+3 nap Bp.	0,107	0,108	0,070	-0,131	-0,038	-0,254	-0,065	0,148

-1 nap Orsz.	<b>0,327</b>	0,337	0,222	-0,280	0,078	-0,288	-0,323	0,291
-1 nap Bp.	<b>0,239</b>	0,248	0,180	-0,203	0,018	-0,275	-0,222	0,228
-2 nap Orsz.	0,312	0,316	0,197	-0,255	0,046	-0,237	-0,267	<b>0,304</b>
-2 nap Bp.	0,230	0,236	0,144	-0,183	0,035	-0,324	-0,224	<b>0,262</b>
-3 nap Orsz.	0,296	0,294	0,197	-0,242	0,024	-0,251	-0,236	0,292
-3 nap Bp.	0,248	0,247	0,179	-0,172	0,030	-0,315	-0,198	0,257

23. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 3 kód, nyár.

A nyári évszakban az előző esetekhez hasonlóan a hőmérsékleti és szélsébség adatok mellett a relatív páratartalom, az összfelhőzet napi átlaga és a napi napfénytartam összege esetén is 0-tól szignifikánsan eltérő ( $P < 0,05$ ) korrelációs együtthatókat kaptunk eredményül (23. táblázat). A budapesti adatsorban megfigyelhető a korábbi trend: a szélsébség adatsorát kivéve mindegyik meteorológiai változó esetén gyengébb kapcsolatot tapasztalhatunk a halálzási adatokkal, mint az országos esetben. Ebben az évszakban meglepő módon a relatív páratartalom eredményezte a legerősebb összefüggést az elhunytak számával, ezt követik a hőmérsékletek és a felhőborítottság adatai. A front eltolása különböző hatású az egyes paraméterekre. A hőmérsékletek esetén a kettősfrontú nap későbbre tolása gyengébb, korábbra helyezése némileg erősebb kapcsolatot eredményezett, mint az alapeset, tehát a hatás posztfrontális. A relatív páratartalom adataira mindkét irányú eltolás gyengébb összefüggést eredményezett. A szélsébség adatsorai és a halálzási szám közötti korrelációs együtthatók az eltolások esetén abszolút értékben növekedtek, főként a budapesti esetben. Az összfelhőzet napi átlaga a kettősfront áthelyezésével kisebb összefüggést mutatott az elhunytak számával, míg a napi napfénytartam összege a front későbbre tolásával gyengébb, korábbra helyezésével erősebb kapcsolatot adott eredményül. A hőmérsékleti adatok és a napfénytartam esetén pozitív korrelációs együtthatókat kaptunk, tehát a magasabb mért értékekhez magasabb számú halálzás tartozik. Ez nyáron érthető, hiszen a hőhullámok szélsőségesen meleg helyzeteket generálhatnak. A relatív páratartalom, a szélsébség és az összfelhőzet esetén ellentétes irányú a tendencia.

3 kód, ősz	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n$ [okta]	$s [óra]$
Országos	<b>-0,363</b>	<b>-0,339</b>	<b>-0,369</b>	0,158	0,044	<b>-0,269</b>	0,053	-0,138
Budapest	-0,188	-0,163	-0,198	0,029	0,000	<b>-0,308</b>	-0,070	0,003
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	<b>-0,441</b>	<b>-0,416</b>	<b>-0,444</b>	0,179	-0,008	-0,313	0,090	-0,186
+1 nap Bp.	-0,185	-0,173	-0,203	0,048	-0,106	-0,336	0,021	-0,064

+2 nap Orsz.	-0,402	-0,416	-0,353	0,264	-0,049	-0,317	0,209	-0,246
+2 nap Bp.	-0,237	-0,259	-0,202	0,210	-0,166	-0,292	0,175	-0,179
+3 nap Orsz.	-0,418	-0,416	-0,382	0,216	-0,014	-0,305	0,155	-0,195
+3 nap Bp.	<b>-0,252</b>	<b>-0,262</b>	<b>-0,223</b>	0,132	-0,096	-0,391	0,128	-0,144
-1 nap Orsz.	-0,372	-0,364	-0,367	0,220	0,048	-0,313	0,072	-0,153
-1 nap Bp.	-0,235	-0,240	-0,225	0,186	0,034	-0,366	0,063	-0,125
-2 nap Orsz.	-0,378	-0,349	-0,376	0,158	0,110	-0,304	0,011	-0,102
-2 nap Bp.	-0,176	-0,167	-0,172	0,112	-0,037	-0,336	0,028	-0,058
-3 nap Orsz.	-0,393	-0,402	-0,353	<b>0,279</b>	-0,021	-0,299	0,221	-0,276
-3 nap Bp.	-0,188	-0,196	-0,171	<b>0,181</b>	-0,048	<b>-0,405</b>	0,145	-0,136

24. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 3 kód, ősz.

Ősszel a hőmérsékleti és szélesebbesség adatok, valamint némely esetet leszámítva (budapesti adatsor alapeset és 1 nappal későbbre tolás) a relatív páratartalom adatai eredményeztek 0-tól szignifikánsan eltérő korrelációs együtthatókat (24. táblázat). A budapesti adatsor a szélesebbességet kivéve abszolút értékben kisebb eredményeket adott, ahogy a korábbi csoportoknál is megfigyelhető volt. Az előjelek a hőmérsékletek és a szélesebbesség esetén negatívak, a relatív páratartalom esetén pozitívak, tehát a nagyobb páratartalom-értékekhez kisebb számú halálozás tartozik. Ez ismételten a párás, tipikus őszi időjárás hatását igazolja. Ezen évszakban mindegyik kiemelt meteorológiai állapotjelző esetén a fronthatás áthelyezése mindkét irányba erősödő kapcsolatokat eredményezett. Ez a megelőző hidegpárna hatását mutathatja, ekkor a magassági melegadvekciónak még inkább lezárja a kialakult helyzetet. A hőmérséklet esetén a későbbre tolás volt az erőteljesebb hatású. A relatív páratartalom budapesti adatsorral számolt korrelációja az alapesetben nem, de az eltolásos helyzetekben szignifikánsan különbözött 0-tól ( $P < 0,05$ ).

3 kód, tél	$T [^{\circ}C]$	$T_x [^{\circ}C]$	$T_n [^{\circ}C]$	$u [\%]$	$p [hPa]$	$f_s [m/s]$	$n [okta]$	$s [óra]$
Országos	<b>-0,165</b>	<b>-0,131</b>	<b>-0,180</b>	-0,046	-0,003	<b>-0,322</b>	-0,055	0,040
Budapest	-0,090	-0,065	-0,105	0,012	0,042	<b>-0,376</b>	-0,046	-0,021
<i>Eltolás mértéke</i>								
+1 nap Orsz.	-0,142	-0,140	-0,138	-0,069	-0,030	-0,330	0,056	-0,040
+1 nap Bp.	0,039	0,026	0,047	-0,080	-0,040	-0,348	0,055	-0,029
+2 nap Orsz.	-0,117	-0,106	-0,116	-0,020	-0,052	-0,379	0,066	-0,067
+2 nap Bp.	-0,017	-0,014	-0,006	-0,012	0,028	-0,387	0,025	-0,070
+3 nap Orsz.	-0,155	-0,159	-0,117	0,016	-0,043	<b>-0,408</b>	0,102	-0,130
+3 nap Bp.	-0,044	-0,054	-0,017	0,007	0,003	<b>-0,411</b>	0,049	-0,080
-1 nap Orsz.	<b>-0,191</b>	<b>-0,157</b>	<b>-0,193</b>	-0,027	0,025	-0,362	-0,056	0,025
-1 nap Bp.	-0,070	-0,067	-0,045	0,044	0,075	-0,354	-0,051	-0,007
-2 nap Orsz.	-0,187	-0,151	-0,197	0,040	0,030	-0,309	-0,011	-0,017
-2 nap Bp.	-0,072	-0,044	-0,073	0,074	0,039	-0,340	-0,026	-0,031

-3 nap Orsz.	-0,172	-0,168	-0,171	0,082	-0,023	-0,292	0,016	-0,051
-3 nap Bp.	-0,076	-0,082	-0,061	0,106	0,044	-0,352	0,005	-0,048

25. táblázat: A korrelációs együtthatók értékei a frontok csoportosítása szerint, az országos és budapesti adatsorra, a fronthatás 3-3 nappal történő eltolásával együtt. 3 kód, tél.

A téli évszak eredményei az előzőektől eltérnek (25. táblázat). Mindkét adatsorra 0-tól szignifikánsan különböző korrelációs együtthatókat csupán a szélsébség esetén kaptunk ( $P < 0,05$ ), a hőmérsékletek ebben az évszakban csak az országos adatsorra feleltek meg ennek a kritériumnak, de akkor is gyengébb az összefüggés, mint a korábbi esetekben. A többi meteorológiai állapothatározó nem adott szignifikáns eredményt. A kiemelt paraméterek együtthatói negatívak, tehát az alacsonyabb mérési adathoz magasabb számú halálozás tartozik. Az eltolások hatása különböző: a hőmérsékletek esetén a fronthatás korábbra tolása eredményezett némileg erősebb összefüggést a halálozási számmal az országos esetben, a szélsébség esetén pedig a későbbre tolás mutatott fokozatosan emelkedő korrelációs együttható értékeket.

### 5.7. Küszöbhőmérséklet

*Kalkstein és Davis* (1989) módszere alapján számítottuk a küszöbhőmérsékletet a nyári maximum- és a téli minimumhőmérsékletekből. Ez a hőmérsékleti érték a nyári évszakra a 30°C-os érték (26. táblázat), tehát azt mondhatjuk, hogy e fölött a hőmérsékleti érték fölött növekszik meg szignifikánsan a keringési rendszer betegségei miatti halálozások száma Magyarországon.

Hőmérséklet	Teljes összeg
26 °C	194,828
27 °C	192,393
28 °C	190,227
29 °C	187,596
30 °C	<b>185,720</b>
31 °C	186,948
32 °C	187,249
33 °C	190,716
34 °C	195,517
35 °C	199,181
36 °C	200,322
37 °C	202,544
38 °C	202,934
39 °C	202,934

26. táblázat: Az egyes maximumhőmérsékleti értékekhez tartozó teljes összegek nyáron.

A téli esetben a legkisebb teljes összegnek a  $-3^{\circ}\text{C}$  minimumhőmérsékletéhez tartozó érték mutatkozott (27. táblázat), ez tehát a téli évszak küszöbhőmérséklete. Ebben az esetben a kapott küszöbhőmérséklet alatti hőmérsékletek esetén növekszik meg szignifikánsan a halálozások száma a keringési rendszer betegségei következtében.

Hőmérséklet	Teljes összeg	Hőmérséklet	Teljes összeg
$-23^{\circ}\text{C}$	266,083	$-10^{\circ}\text{C}$	263,383
$-22^{\circ}\text{C}$	266,388	$-9^{\circ}\text{C}$	263,351
$-21^{\circ}\text{C}$	266,264	$-8^{\circ}\text{C}$	261,636
$-20^{\circ}\text{C}$	266,268	$-7^{\circ}\text{C}$	261,955
$-19^{\circ}\text{C}$	266,068	$-6^{\circ}\text{C}$	260,740
$-18^{\circ}\text{C}$	266,236	$-5^{\circ}\text{C}$	260,801
$-17^{\circ}\text{C}$	266,010	$-4^{\circ}\text{C}$	260,163
$-16^{\circ}\text{C}$	265,396	$-3^{\circ}\text{C}$	<b>259,346</b>
$-15^{\circ}\text{C}$	264,819	$-2^{\circ}\text{C}$	260,951
$-14^{\circ}\text{C}$	265,165	$-1^{\circ}\text{C}$	260,950
$-13^{\circ}\text{C}$	264,534	$0^{\circ}\text{C}$	262,593
$-12^{\circ}\text{C}$	264,176	$1^{\circ}\text{C}$	263,002
$-11^{\circ}\text{C}$	263,954		

27. táblázat: Az egyes minimumhőmérsékletekhez tartozó teljes összegek télen.

## 6. Összefoglalás

A dolgozatban Magyarországra és Budapestre vonatkozó halálozási adatsorok elemzésével foglalkoztunk. A 42 éves időszakra rendelkezésre álló adatokhoz a Péczely-féle osztályozás napi kódszámait és meteorológiai paraméterek napi méréseiből rendelkezésre álló adatait illesztettük. Az 1990-2012 időszakra a napi frontkódok osztályait is felhasználtuk a vizsgálatokhoz. A kétféle kód szerinti osztályokat éves és évszakos bontásban is elemeztük. A kiemelt halálokok szerinti elhalálozások csoportjai közül meghatároztuk azt, amelyik a leginkább időjárásfüggőnek tekinthető. Erre a kiemelt csoportra a meteorológiai állapotjelzők és a halálozási adatok közötti összefüggéseket vizsgáltuk, amelyeket statisztikai próbával ellenőriztünk. A vizsgálatot a fent említett különböző csoportosítások szerint végeztük el. A kiemelt halálozási adatsorra küszöbhőmérsékletek számítását is elvégeztük: meghatároztuk azt a nyári maximum-/téli minimumhőmérsékleti értéket, amely felett/alatt szignifikánsan megnő a halálozások száma.

Az eredmények megegyeznek a korábbi kutatásokban kapott főbb következtetésekkel. A gyakori okok szerinti elhalálozások közül a keringési rendszer betegségei következtében történő esetekre van legnagyobb befolyással az időjárás alakulása az országot uraló makroszinoptikus helyzeteken keresztül. E kiemelt csoport meteorológiai állapotjelzőkkel való összefüggésének vizsgálatakor tapasztaltuk a megelőző kutatások eredményeit: a hőmérséklet (napi átlag, minimum, maximum) mutat szorosabb kapcsolatot a halálozási számok alakulásával, ezen kívül bizonyos évszakokban a szélsőségek, a relatív páratartalom és a napi napfénytartam összege is erősebb összefüggést jeleznek. Az előzetes feltevésünk, mely szerint a légnyomás és az elhalálozottak száma közötti korreláció jelentős lehet, nem igazolódott be. A légnyomás adatsorára kapott korrelációs együtthatók néhány kivételes esettől eltekintve nem vehetők 0-tól szignifikánsan különbözőnek.

Az országos és budapesti adatsorok vizsgálatakor megfigyeltünk közöttük különbségeket. A fronttípusok szerinti csoportosításban a szélsőségek és a halálozási számok között erősebb kapcsolat tapasztalható a város adatsorára nézve, míg a többi meteorológiai állapotjelző az országos esetben mutat szorosabb összefüggést az elhalálozottak számával. Ez azt jelzi, hogy a városban élőket érzékenyebben érinti a szélsőségek változása, mint a vidéken lakókat.

A relatív gyakoriságok számításánál megkaptuk, hogy a melegfront és a kettősfront fennállása jár kockázatnövekedéssel a halálozások számában. A Péczy-típusok vizsgálata is alátámasztotta ezt azzal, hogy a Magyarország felett elhelyezkedő melegfront időjárási helyzetei erősebb összefüggéseket teremtettek a meteorológiai állapotjelzőkkel. A front nélküli napok és a hidegfront esetében kockázatsökkenésről beszélhetünk.

A vizsgálatainkból kiderült, hogy a keringési rendszer betegségeiből származó halálozás mellett, hogy az egyik vezető halálozási ok Magyarországon, az időjárás által leginkább befolyásolt is. Rávilágítottunk arra is, hogy a halálozási adatok legnagyobb mértékben a hőmérséklettel hozhatók kapcsolatba. Tehát érdemes lehet figyelmet fordítani az egyes extrém időjárási körülmények (hőhullám, extrém hideg) kialakulásakor arra, hogy a hőmérsékletváltozásból eredő diszkomfort enyhítésével talán csökkenthető a bekövetkező halálozások száma.

Az adatsor részletessége további elemzések folytatását is lehetővé teszi. A keringési rendszer betegségeiből eredő halálozások száma mellett rendelkezésre álló további adatsorokra is célszerű lehet elvégezni a korrelációk vizsgálatát, amellyel így az időjárás egyéb halálozási okokat befolyásoló hatására is fény derülhet.



## 7. Irodalomjegyzék

*Analitis, A., Katsouyanni, A., Biggeri, A., Baccini, M., Forsberg, B., Bisanti, L., Kirchmayer, U., Ballester, F., Cadum, E., Goodman, P. G., Hojs, A., Sunyer, J., Tiittanen, P., Michelozzi, P., 2008: Effects of Cold Weather on Mortality: Results from 15 European Cities Within the PHEWE Project, American Journal of Epidemiology, 168, 1397-1408.*

*Alcoforado, M. J., Marques, D., Garcia, R. A. C., Canário, P., Nunes, M. d. F., Nogueira, H., Cravosa, A.: Weather and Climate versus Mortality in Lisbon (Portugal) since the 19th Century, 2015, Applied Geography, 57, 133-141.*

*Anderson, B. G., Bell, M. L., 2009: Weather-Related Mortality: How Heat, Cold, and Heat Waves Affect Mortality in the United States, Epidemiology, 20, 205-213.*

*Baker-Blocker, A., 1982: Winter Weather and Cardiovascular Mortality in Minneapolis-St. Paul, American Journal Of Public Health, 72, 261-265.*

*Becker, P., Bucher, K., Jendritzky, G., Kaminski, U., Koppe, C., Laschewski, G., 2007: Gesundheitsrisiken durch Klimawandel, Promet, 33, 140-147.*

*Braga, A. L. F., Zanobetti, A., Schwartz, J., 2002: The Effect of Weather on Respiratory and Cardiovascular Deaths in 12 U. S. Cities, Environmental Health Perspectives, 110, 859-863.*

*Curriero, F. C., Heiner, K. S., Samet, J. M., Zeger, S. L., Strug, L., Patz, J. A., 2002: Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States, American Journal of Epidemiology, 155, 80-87.*

*Clarke, J. F., 1972: Some Effects of the Urban Structure on Heat Mortality, Environmental Research, 5, 93-104.*

*Deschênes, O., Moretti, E., 2009: Extreme Weather Events, Mortality, and Migration, The Review of Economics And Statistics, 91, 659-681.*

*Dévényi, D., Gulyás, O., 1988: Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában, Tankönyvkiadó, Budapest, 181-182.*

*Donaldson, G. C., Keatinge, W. R., 1997: Early Increases in Ischaemic Heart Disease Mortality Dissociated from and Later Changes Associated with Respiratory Mortality After Cold Weather in South East England, Journal of Epidemiology And Community Health, 51, 643-648.*

*González, S. Díaz, J., Pajares, M. S., Alberdi, J. C., Otero, A., López, C., 2001: Relationship Between Atmospheric Pressure and Mortality in the Madrid Autonomous Region: A Time-Series Study, International Journal of Biometeorology, 45, 34-40.*

*Guedj, D., Weinberger, A., 1990: Effect of Weather Conditions on Rheumatic Patients, Annals of The Rheumatic Diseases, 49, 158-159.*

*Intergovernmental Panel On Climate Change, 2013: The Physical Science Basis*

*Kalkstein, L. S., Davis, R. E., 1989: Weather and Human Mortality: An Evaluation of Demographic and Interregional Responses in the United States, Annals of The Association of American Geographers, 79, 44-64.*

*Keatinge, W. R., 2003: Death in Heat Waves, British Medical Journal, 327, 512-513.*

*Kunst, A. E., Looman, C. W. N., Mackenbach, J. P., 1993: Outdoor Air Temperature and Mortality in The Netherlands: A Time-Series Analysis, American Journal of Epidemiology, 137, 331-341.*

*Marton. A., 2010: Hőhullámok vizsgálata Budapesten bioklimaindexek felhasználásával, Szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest (témavezetők: Dr. Páldy Anna, Németh Ákos), 55 p.*

*Mika, J., Fülöp, A., Dunkel, Z., 2014: Statistical Influence of Local Weather on Cardiovascular Mortality in Hungary, Riscuri Şi Catastrofe, 15, 35-44.*

*Ódor, V., 2014: Különböző időjárási elemek és helyzetek hatása a stroke kialakulására, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest (témavezetők: Fülöp Andrea, dr. Breuer Hajnalka), 39 p.*

*Péczely, Gy., 1979: Éghajlattan, Tankönyvkiadó, Budapest, 238-284.*

*Petkova, E. P., Gasparrini, A., Kinney, P. L., 2014: Heat and Mortality in New York City since the Beginning of the 20th Century, Epidemiology, 25, 554-560.*

*Prince, P. B., Rapoport, A. M., Sheftell, F. D., Tepper, S. J., Bigal, M. E., 2004: The Effect of Weather on Headache, 44, 596-602.*

*Rogot, E., 1974: Associations Between Coronary Mortality and the Weather, Chicago, 1967, Public Health Reports, 89, 330-338.*

*Rosen, S., 1979: Weathering: How the Atmosphere Conditions Your Body, Your Mind, Your Moods and Your Health, M. Evans & Co., 367 p.*

*Saez, M., Sunyer, J., Castellsagué, J., Murillo, C., Antó, J. M., 1995: Relationship Between Weather Temperature and Mortality: A Time Series Analysis Approach in Barcelona, International Journal of Epidemiology, 24, 576-582.*

*Strusberg, I., Mendelberg, R. C., Serra, H. A., Strusberg, A. M., 2002: Influence of Weather Conditions on Rheumatic Pain, The Journal of Rheumatology, 29, 335-338.*

*Zeka, A., Browne, S., McAvoy, H., Goodman, P., 2014: The Association of Cold Weather and All-Cause and Cause-Specific Mortality in the Island of Ireland Between 1984 and 2007, Environmental Health, 13:104.*

*Zhang, K., Li, Y., Schwartz, J. D., O'Neill, M. S., 2014: What Weather Variables Are Important in Predicting Heat-Related Mortality? A New Application of Statistical Learning Methods, Environmental Research, 132, 350-359.*

[1 – who.int]: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2015/en>

## **8. Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Fülöp Andreának, aki értékes tanácsaival és szakmai hozzáértésével segített abban, hogy a dolgozat elkészülhessen. Gyakorlati tapasztalatait megosztotta velem, ami nagy segítségemre volt a kapott eredmények értelmezésében. Közvetlensége megkönnyítette közös munkánkat.

Köszönöm tanszéki konzulensem, Dr. Matyasovszky István segítségét is, aki a statisztikai elemzésekben útmutatást adott és az eredményeket ellenőrizte. Szakmai segítsége nagymértékben elősegítette a dolgozat elkészülését.