

A Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek objektív osztályozásának alapjai

SZAKDOLGOZAT
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK
METEOROLÓGUS SZAKIRÁNY



Készítette:

Vaszkó András Imre

Témavezető:

**Mészáros Róbert, egyetemi docens,
ELTE Meteorológiai Tanszék**

**Leelőssy Ádám, tudományos segédmunkatárs,
ELTE Meteorológiai Tanszék**

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Földrajz- és Földtudományi Intézet

Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2015

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Légtömegek, nagytérségű időjárási helyzetek makroszinoptikus osztályozása	4
3. A Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek osztályozása.....	7
4. A Molnár-féle “félautomatikus” osztályozás alapjai	21
5. A felhasznált adatok	23
5.1. Péczely-kódok adatsora	23
5.2. A Péczely-féle osztályozás jelentősebb problémái	23
6. Eredmények.....	28
6.1. Az önmagukat követő típusok gyakorisága	28
6.2. Különböző típusú kódok követési gyakorisága	30
6.3. Háromnapos gyakoriság elemzése.....	31
6.4. Szubjektív osztályozás, hibamátrix létrehozása, összehasonlítás a Károssy-féle tipizálással	32
6.5. A Károssy-féle tipizálás összehasonlítása a Molnár-féle ciklonossági indexszel	33
7. Összefoglalás.....	33
Köszönetnyilvánítás	34
Irodalomjegyzék.....	35

1. Bevezetés

Az egyes régiók időjárását nagymértékben határozzák meg a nagy kiterjedésű, különböző tulajdonságokkal rendelkező légtömegek. A legelső, légtömegek szerinti osztályozások már a XIX. század végén megjelentek, de ezek inkább csak a ciklonpályákkal foglalkoztak. Az első, ténylegesen a makroszinoptikus helyzetekre vonatkozó osztályozást több, mint 70 évvel ezelőtt hozták létre Bauer és társai (1944), melyet Hess és Brezowsky 1952-ben dolgozott át. Ez utóbbi osztályozás alapján egyre több országban készültek el egyedi, szubjektív makroszinoptikus osztályozások.

Magyarországon az első szubjektív makrocirkulációs osztályozást Péczely György végezte el 1957-ben (Péczely, 1957). Péczely, a Kárpát-medence időjárását jellemző 13 típust különböztetett meg, elsősorban a tengerszintre átszámított légnyomásértékek alapján. A ciklonális és anticiklonális típusok elkülönítéséhez az 1015 hPa-t tekintette küszöbértéknek. Osztályozásában kategóriánként vizsgálta a szélirányok gyakoriságát, valamint figyelembe vette a Kárpát-medence orográfiai sajátosságait is. A Péczely-féle osztályozást elterjedten használják különböző tanulmányokban, de számos előnye mellett ezen osztályozásnak is vannak korlátai, hibái.

Szakdolgozatom célja, hogy áttekintse a Péczely-féle makroszinoptikus osztályozás rendszerét, statisztikáit, illetve megteremtse az alapot a tipizálás objektívvá tételéhez kapcsolódó további kutatásokhoz, ami kiküszöbölheti a szubjektív meghatározások során előforduló esetleges hibákat. Az elemzésekhez meteorológiai térképeket, különböző meteorológiai mezőket, illetve a tengerszintre átszámított légnyomási adatokat használunk fel, továbbá megvizsgáltuk a Molnár József által készített félautomatikus osztályozást is.

2. Légtömegek, nagytérségű időjárási helyzetek makroszinoptikus osztályozása

A mérsékelt övben a troposzféra alsóbb rétegeiben kialakuló alacsony- illetve magasnyomású képződmények mind horizontálisan, mint vertikálisan cellás szerkezetben mozognak. Kialakulásuk általában egy jól körülhatárolt mérsékelt övi térségben történik. Azokat a térségeket, melyeknél ezek a centrumok a legnagyobb gyakorisággal jönnek létre, akciócentrumoknak nevezzük. Ezen akciócentrumok jelenléte, erőssége határozza meg akár hosszabb távra is egy nagyobb térség, kontinens időjárásának jellegét.

Európában négy fő akciócentrumot különböztettek meg, melyek a következők (Károssy, 1999):

1. Izlandi alacsonynyomású minimum: Minden évszakban megfigyelhető, de ősszel, télen a legerősebb. Őszi erősségében meghatározó szerepe van az Atlanti-óceán felett, az alacsony szélességek mentén kialakuló trópusi ciklonoknak, melyek a mérsékelt övezet magasabb szélességei felé haladva erős mérsékelt övi ciklonokként folytatják útjukat, kelet felé haladva. Ha ez az akciócentrum jelen van, és erős is, erőteljes nyugat-keleties, zonális áramlás jön létre a kontinens legnagyobb részén, mely óceáni eredetű, enyhe levegőt szállít kelet felé. Ilyenkor a Kárpát-medencében télen az átlagosnál magasabb, nyáron alacsonyabb a hőmérséklet.

2. Azori magasnyomású maximum: Ez az akciócentrum is megfigyelhető az év minden szakaszában, de ez is télen az erősebb. Felhőoszlató hatású, nagy kiterjedésű magasnyomású légköri képződmény. Általában hidegfrontok után érezteti hatását a kontinens középső térségében, nyáron lehüléssel jár. Gyakori, hogy egy időben erős az izlandi minimummal, ez esetben nagy a bárikus gradiens a kontinens nagyobb részén, az anticiklon csak kelet felé tud terjeszkedni. Télen ez nagyon gyakran változékony, az átlagosnál melegebb időt jelent Közép-Európában. Ha erős azori anticiklon mellett az Atlanti-óceán északi felével összevetve kicsi a bárikus gradiens, anticiklon-híd alakul ki az óceánon, meridionálissá téve az áramlást. Ebben az esetben a kontinens felett alacsonynyomású teknő alakul ki, melynek hatására erőteljes lehülés következik be a Kárpát-medencében.

3. Perzsa-öböli alacsonynyomású minimum: Kizárólag nyáron alakul ki. Magának az alacsonynyomásnak a centrumában és környezetében többnyire száraz, derült, meleg az idő. Ugyanakkor ez a centrum szívóhatást fejt ki, felerősítve a nyugati szeleket, melynek következtében az időjárási frontok mélyebbre, keletebbre tudnak behatolni a kontinensen. Jelenléte nálunk változékony időjárást hoz, gyakoriak a záporok, zivatarok, lehülés

kíséretében. Éppen ezért „európai monszunnak” is nevezik.

4. Szibériai magasnyomású képződmény: Kizárólag télen alakul ki, ekkor viszont nagyon erős. Az őszi időszakban a vastag hótakaró fölött leszálló, szétáramló légmozgások alakulnak ki Szibéria területén. Az anticiklon jelentősen megerősödik a hótakaró felett, és nyugat felé terjeszkedik („hűtőszekrény-effektus”). A Kárpát-medencébe igen erőteljes lehűlést hoz magával kelet-északkelet felől. Azon múlik Közép-Európa telének anomáliája, hogy ez az akciócentrum, vagy az izlandi minimum tudja-e jobban kifejteni hatását a térségre.

A légtömegek, makroszinoptikus helyzetek osztályozásának meghatározó alapjai a fent tárgyalt akciócentrumok.

Első alkalommal Van Bebber végzett légtömegek szerinti tipizálást (1891), ő azonban csak a ciklonpályákkal foglalkozott. A tényleges makroszinoptikus helyzetek osztályozásának első létrehozói Bauer és munkatársai (1944), akik tengerszinti légnyomásmezők eloszlása alapján különböztettek meg akciócentrumokat, szám szerint 21-et. 1950-ben Jerome Namias is foglalkozott a makroszinoptikus helyzetekkel (Namias, 1950), ő azonban nem a pillanatnyi szituációkat osztályozta, hanem a hemiszférikus cirkulációt osztotta négy fázisra, melyek ugyan szabálytalan időtartamúak, de nem cserélődnek egymással, így lehet következtetni egyes fázisok megjelenésénél az időjárás jellegére. 1952-ben Hess és Brezowsky átdolgozták a Bauer-féle osztályozást, ők már a különböző magasságú légrétegek nyomási viszonyait is vizsgálták (Hess és Brezowsky, 1952). Munkájukban 29 típust alkottak meg Közép-Európára, németországi középponttal. A későbbiekben ezen osztályozásukat továbbfejlesztették (Hess és Brezowsky, 1969, Hess és Brezowsky, 1977, Gerstengarbe et al., 1993). Hess és Brezowsky hatására a kontinensen egyre több ország hozott létre a saját országára makroszinoptikus osztályozást (pl. Brádka, Csehország, 1961; illetve Lamb, Brit-szigetek, 1972; Lauscher, Ausztria 1972; Schüepp, 1968, Svájc).

Magyarországon először Péczely György osztályozta a nagy térségű időjárási helyzeteket a Kárpát-medencére értelmezve az „Áramlási viszonyok Magyarországon különböző makroszinoptikus helyzetekben” c. munkájában (Péczely, 1957), melyet felhasználva Budapest légszennyezettségét vizsgálta a maga által osztályozott szituációkban (1959), valamint az egyes típusokat éghajlati szempontból is jellemezte (1961). Halála előtt létrehozott egy katalógust a magyarországi makroszinoptikus helyzetekről (1983). Ezt követően Bodolainé (1983) is készített egy szinoptikus osztályozást a Kárpát-medencére, 100 éves adatsort felhasználva, mely a dunai és a tiszai árhullámokat gerjesztő csapadékos

időszakokat vizsgálta. Hat típust különböztetett meg a tengerszinti légnyomás, az 500 hPa-os geopotenciál magasság, az 500/1000-es relatív topográfia és a potenciálisan kihullható vízmennyiség mezőit felhasználva. A téli magyarországi nagy csapadékos helyzeteket Babolcsai és Hirsch dolgozta fel, részletesebben osztályozták a csapadékos helyzeteket kiváltó ciklonok pályáit Babolcsai emellett még vizsgálta a budapesti nagyobb havazással járó helyzeteket is, ezekre az esetekre sajátos makroszinoptikus típusokat alkotott a havazás idejére vonatkozó átlagos tengerszintre átszámított légnyomási kép alapján (Babolcsai and Hirsch 2006).

A fentebb felsoroltak mind szubjektív tipizálások (egy, vagy több személy alakítja ki a típusokat és osztályozza ezek alapján a különböző időjárási helyzeteket), de létrehoztak objektív eljárásokat is, melyek valamilyen algoritmus felhasználásával segítik a besorolást. Ambróczy P. (1983), valamint Bartholy és Kaba (1987) megteremtették a Hess-Brezowsky típusok objektív módon történő osztályozását. Bissoli és Dittmann (2001) a Német Meteorológiai Szolgálat által operatíván alkalmazott osztályozását a 700 hPa-os szintre jellemző légtömegadvekciónak, valamint a légkör ciklonalitási és nedvességi karakterisztikáinak felhasználásával hozta létre. Busch és Heimann (2001) regionális klímamodell időbeli extrapolációjához használták fel a klaszter analízist. Ezzel a technikával osztályozta Hirsch is a nagy csapadékos helyzeteket (Hirsch, 2005). A mai napig foglalkoznak a makrocirkulációs típusok osztályozásával, osztályozási módszerek létrehozásával. A XXI. század első évtizedében is több újfajta, vagy egy régebbit továbbfejlesztő osztályozás jelent meg (pl.: Esteban et al., 2006; Philipp, 2008; Anagnostopoulou et al., 2009; Casado et al., 2009; Michailidou et al., 2009; Wetterhall et al., 2009). Sőt, emellett több olyan tanulmány is készült, melyek egyes ilyen osztályozási módszereket hasonlítanak össze (pl.: Cahynová and Huth, 2009a; Philipp, 2009; Stehlík and Bárdossy, 2009).

Péczy György 1957-es munkájában 13 típust hozott létre, melyeket 5 kategóriába sorolt be (zonális, meridionális áramlások; centrumhelyzetek alapján). Ezeket a típusokat széles körben használják lokális és regionális környezettudományi publikációkban, mert hibái ellenére az egész Kárpát-medencére alkalmazható minden évszakban. Az elmúlt évtizedekben Fehér and Járai-Komlódi (1996) a pollenkoncentráció vizsgálataikhoz használta fel a Péczy-féle kódokat, Makra et al. (2007) a szegedi légszennyezettség és a Péczy által osztályozott típusok között kereste az összefüggéseket, Mészáros et al. (2012) a Péczy osztályozás alapján becsülte egy pontforrásból származó szennyezőanyagok térbeli eloszlását.

Péczely az osztályozást az 500 hPa-os geopotenciál magasság, illetve a tengerszinti nyomási mezők alapján végezte, emellett a szélirányok gyakoriságát vizsgálta, mindazonáltal figyelembe vette a Kárpát-medence orografikus sajátosságokból eredő speciális hatásokat is. Minden alkalommal a 00 GMT-időpontban mért légnyomási adatokat vizsgálta. Módszere az időjárási helyzeteket 24 óráig tekinti érvényesnek, és a ciklonális, illetve anticiklonális jelleg megválasztásánál az 1015 hPa-t tekinti küszöbértéknek. Ugyanakkor az osztályozásnak többfajta alapvető problémája van, melyekre a 13 típus ismertetése után részletesen kitérünk.

3. A Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek osztályozása

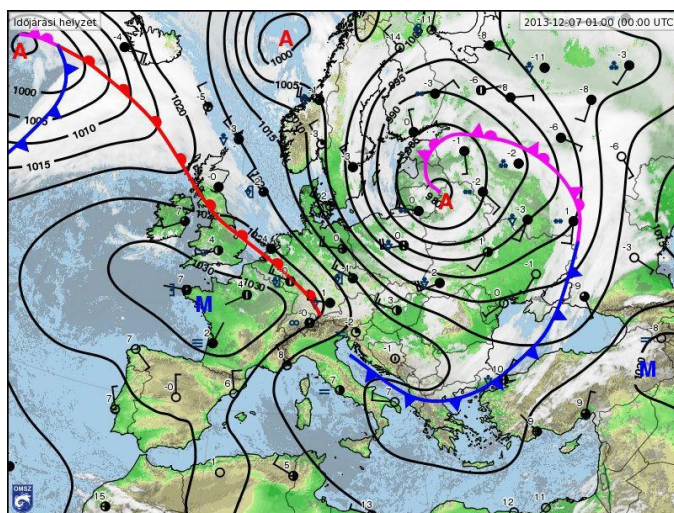
Az alábbiakban bemutatom az egyes kategóriák jellegzetességeit az eredeti leírásokat átdolgozva, azokat kiegészítve. A makroszinoptikus helyzeteket bemutató példákat az 1015 hPa-os küszöbérték alapján választottam ki (ábrák forrása: Országos Meteorológiai Szolgálat Napijelentés kiadványa).

Meridionális irányítású helyzetek északias áramlással

1. P1. (mCc) – Ciklon hátoldali áramlásrendszere:

Meridionális helyzet a kontinensen. Európa nyugati része, vagy az Atlanti óceán feletti középponttal anticiklon helyezkedik el (gyakori az azori-grönlandi blocking anticiklon, mely blokkolja a nyugatias áramlást), Közép-Európától északkeletre-keletre pedig ciklon mozog észak-északnyugatról dél-délkelet felé, középpontja általában a Kelet-Európai-síkság felett van. A Kárpát-medence ennek a ciklonnak az áramlási rendszerében helyezkedik el (*1. ábra*), ennek megfelelően ebben a helyzetben változékony, csapadékos az időjárás. Fennállásakor front vonul át térségünk felett (általában hidegfront), a felhőzet gyorsan változik, gyakran szakadozott. A csapadék jellege általában záporos, góciókban jelenik meg, a tartós, nagyobb területű csapadékhullás ritka. Ennek megfelelően nyáron intenzív zivatarok, télen záporok, hózáporok (hódarazáporok, jégdarazáporok, havas eső-záporok, graupelzáporok) fordulnak elő, markáns lehűlés kíséretében. Az mCc helyzetben érkező frontoknál jelentkezni szokott az Északnyugati-Kárpátok akadályozó hatása, melynek következtében gyakran az ország délnyugati illetve keleti-északkeleti részén hullik jelentősebb csapadék. Érdekesség, hogy nagyon gyakran markáns hőmérsékleti kontraszt jelenik meg hazánkban Nyugat-

Magyarország és a keletebbi területek között, melyben meghatározó szerepet játszik az Alpok előterében kialakuló főn jelensége. A főn jellegű szél ebben a helyzetben északias áramlással a környezetéhez képest igen enyhe levegőt szállít magával, így ott gyakran semmi jele a lehülésnek. A szél iránya általában északi-északnyugati, de a Nyírségben és a Hajdúságban a délnyugati szeleknek is nagy a gyakorisága, illetve a Tiszántúlon is nyugatias irányba térülnek el. A szél sebessége a nagy bárikus gradiens hatására jellegzetesen erős, gyakran viharos, különösen a Mosonmagyaróvár–Szeged között kialakuló északnyugat-délkeleti szélcsatornában (emiat ez a sáv gyakran szárazon marad frontátvonuláskor). Ennek következtében a levegő tisztább, a látástávolság nagyobb, a légszennyezettség mértéke igen alacsony. Stabilis hőmérsékleti rétegzettség jellemzi, talajszinten magasabb hőmérséklettel, inverzióra, s így a ködre kicsi a hajlam.

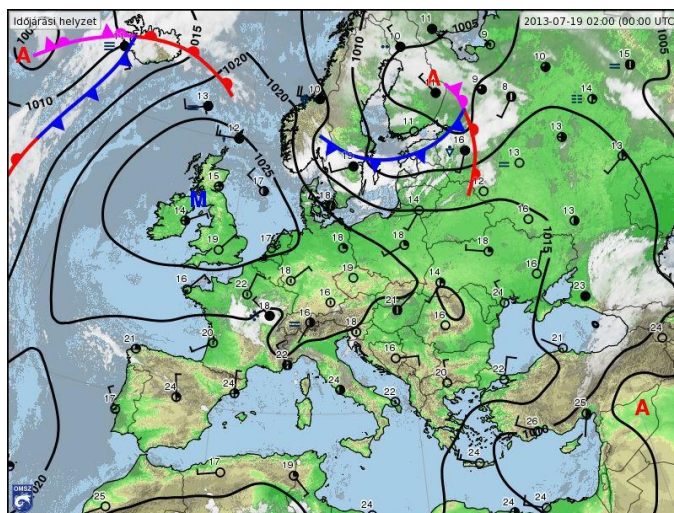


1. ábra: P1. (mCc) 2013. december 7-én

2. P2. (AB) – Anticiklon a Brit-szigetek felett:

A Brit-szigetek, vagy az Északi-tenger térségében egy anticiklon épül ki, melynek nyúlványa a kontinens belseje felé terjeszkedik, így a Kárpát-medence időjárására is hatást gyakorol, általában hidegfront átvonulása után (2. ábra). Kialakulása után képes hosszabb ideig is fennállni, ebben az esetben igen kicsi a bárikus gradiens. Hazánkban ez a makroszinoptikus helyzet északias-északnyugatias áramlást hoz létre, és mivel poláris levegőt szállít térségünkbe, a látástávolság viszonylag nagy, az anticiklonális helyzetek közül ennél a típusnál a legkisebb a légszennyezettség mértéke. Abban az esetben, ha a nyúlvány Lengyelország felé terjeszkedik, az északias áramlás gyakran északkeletire térül, elsősorban a

Tiszántúlon, annak is különösen az északi részén. Hőmérsékleti szempontból nagyon ritkák a szélsőségek, télen kissé fagyos, nyáron mérsékelt meleg, átlagos felhőzettségű, száraz idő a jellemző. Az őszi-téli időszakban jelentkezik némi ködhajlam, különösen télen, de ennek mértéke nem ér fel a többi anticiklonális helyzethez. Az anticiklon peremén tőlünk északkeletre frontok vonulnak el, melyek azonban az Északkeleti-Kárpátok orografikus akadályai miatt nem tudnak behatolni a Kárpát-medencébe, csak érintik a területet, elsősorban a Tiszántúlon kissé megélénkítve a légmozgást.

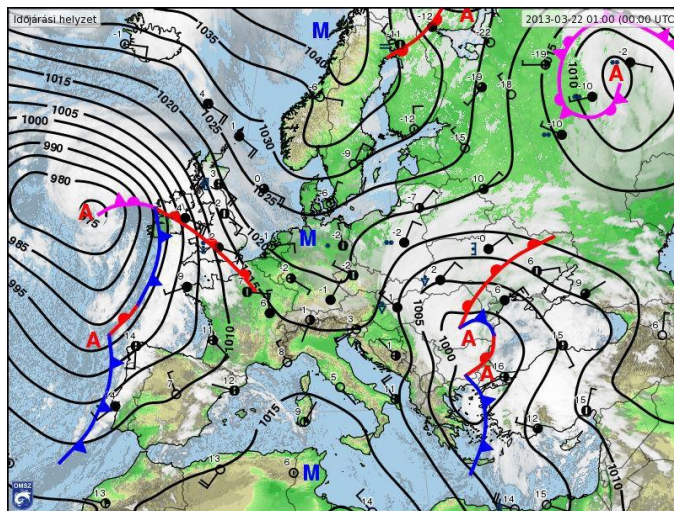


2. ábra: P2. (AB) 2013. július 20-án

3. P3. (CMc) – Mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere:

A második legritkább gyakoriságú típus. Az időjárási helyzet oly módon jön létre, hogy egy délnyugatról északkeleti irányba mozgó mediterrán ciklon középpontja hazánktól délre, délkeletre halad el (3. ábra). A felhőzettség általában nagy, összefüggő, de főként az ország nyugati részén, az Alpokalján előfordulnak napos területek is. A csapadék mennyisége is általában igen nagy, de gyakran jelentős különbségek mutatkoznak országunk északnyugati és délkeleti területei között, a legkisebb mennyiség szinte kivétel nélkül az előbbi vidékeken hullik. Gyakori a nagy területű, kitartó, jelentős mennyiségű csapadékhullás, az Alföldön ebben a helyzetben fordulnak elő leggyakrabban a kiadós havazások, a ciklon okklúziós frontjának hatására. Tavaszi és nyári jelenléte kiadós esőket, helyenként beágyazott zivatarokat hoz magával. Ugyanakkor, főleg a kevesebb felhővel borított vidékeken záporos csapadék is gyakran előfordul. A bárikus gradiens általában nagy. A légmozgás iránya északi-északkeleti, ennél a helyzetenél Kárpát-medence-szerte a legnagyobb a szélesebség, a Dunántúlon szinte kivétel nélkül eléri a viharos fokozatot, mely télen komoly hófúvásokat is okoz. A hőmérséklet napi menete gyakran a szokásossal ellentéte (aperiodikus), nappali

lehűlés is igen gyakori, ami általában gyorsan megy végbe. Az intenzív légmozgás, és a poláris légtömegek hatására a légszennyezettség mértéke, és a ködhajlam egyaránt kicsi.

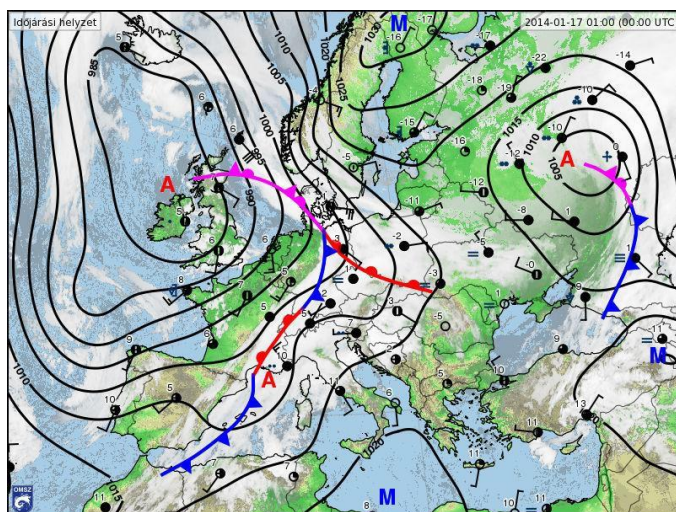


3. ábra: P3.(CMc) 2013. március 22-én

Meridionális irányítású helyzetek délies áramlással

4. P4. (mCw) – Ciklon előoldali áramlásrendszere:

Két változata van: Nyugat-Európa feletti középponttal egy mély, erős ciklon helyezkedik el, mely nem, vagy csak nagyon lassan tud továbbvonulni kelet felé, köszönhetően egy, általában a Kelet-Európai síkság, vagy a Kola-félsziget környéke felett elhelyezkedő anticiklonnak. A kétfajta képződmény között erőteljes délies áramlás alakul ki. A másik jellemző eset szerint egy északnyugatról délkelet felé haladó ciklon előoldalán alakul ki déli, délnyugati áramlás hazánk felett. A Kárpát-medence ekkor a ciklonnak a meleg szektorában helyezkedik el (4. ábra), jelentősen megenyhül az idő, az egész országot összefüggő felhőtakaró borítja, és nagy területen fordul elő kiadós csapadékhullás, emellett gyakran párák a levegő, ezért a látástávolság kicsi. Télen is általában eső a jellemző, de előtte gyakran kezdetben havazás, később ónos eső, fagyott eső is előfordul. A légmozgás az ország legnagyobb részén déli, az ország déli-délkeleti részén az Al-Duna völgye által képzett akadály miatt délkeletivé térül. Sebessége átlagos, erősebb szél csak az ország déli-délnyugati részén, valamint a Kisalföldön jellemző.

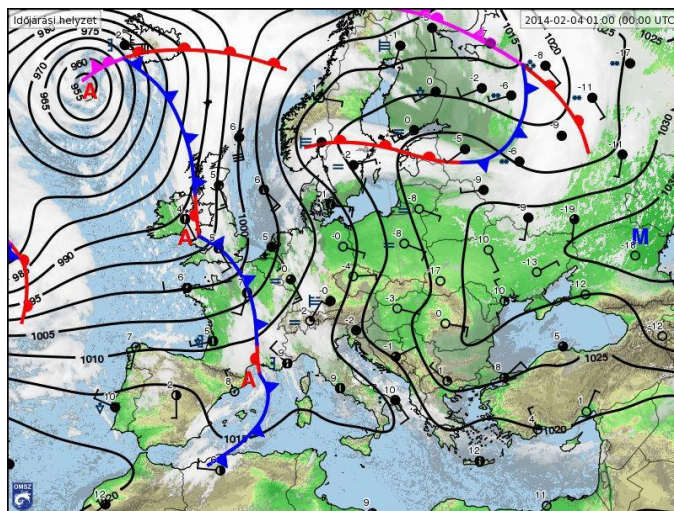


4. ábra: P4. (mCw) 2014. január 17-én

5. P5. (Ae) – Anticiklon Magyarországtól keletre:

Főként az őszi, téli időszakban igen gyakori típus a Kárpát-medencében. A Kelet-Európai síkság (általában Ukrajna, de erősebb anticiklon esetén Kaszpi-tenger környéke) fölötti középponttal rendelkező anticiklon áramlási rendszerében helyezkedik el hazánk, miközben a ciklonok és frontjaik tőlünk messze nyugatra húzódnak (5. ábra). Általában száraz idő jellemző, de télen előfordulhat csapadék, a felhőborítottság a legtöbb esetben kicsi. Nyáron mindig pozitív hőmérsékleti anomáliát okoz, ugyanakkor télen – elsősorban a havas időszakokban – a hóborította hideg felszín fölé a Déli-Kárpátok felől a magasban érkező légtömegek inverziót hoznak létre. Ez sűrű köd, illetve zúzmara képződését generálja, jelentősen rontva a látástávolságot, növelve a légszennyezettség mértékét, negatívba fordítva az anomáliát. Ilyen esetekben a Kárpátok módosítja az izobárok görbületét. Ilyenkor a talajkönyéki rétegekben a levegő három irányból érkezik: északnyugat felől a Dévényi-kapunál, északkeletről a Vereckei-hágó felől, illetve délkeletről az Al-Duna völgye felől. Télen az ilyen áramlás lassú, de tartós lehűlést hoz, nehezen enyhül meg az idő, még óceáni légtömegek hatására is csak lassan. A több oldalról érkező légtömegek gyakran erősebb összeáramlást gerjesztenek, s kellő nedvesség esetén gyakoriak a hosszan tartó havazások, melyek képesek akár területi átlagban is jelentős mennyiségű csapadékot okozni télen. A hőmérsékleti gradiens egyébként igen kicsi a talajközeli, illetve a magasabb légrétegek felett, gyakran nevezik az innen érkező légtömegeket ún. „lábas hideg” légtömegeknek. Tavasszal és ősszel nagy a napi hőingás, a meleg nappalok után jelentősen lehűlnek az éjszakák a kevés felhő miatti kisugárzás hatására. A légmozgás a legtöbb esetben gyenge, de a Dél-Alföldön gyakori a nagy területű erős, viharos délkeleti alapszél. Ennek oka a következő: a Déli-

Kárpátokat megkerülve érkező hideg levegő Al-Duna völgyében feltorlódik, ennek következtében fokozódik gyakran viharossá a szél. Ezt a típusú szelet nevezik Kossavának, mely leggyakrabban tél végén, kora tavasszal jelentkezik, és az alsóbb légrétegekben hideg levegőt szállít.

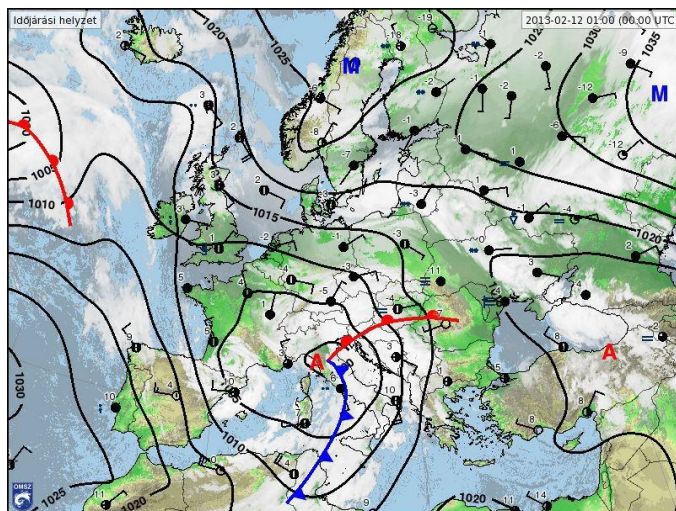


5. ábra: P5. (Ae) 2014. február 4-én

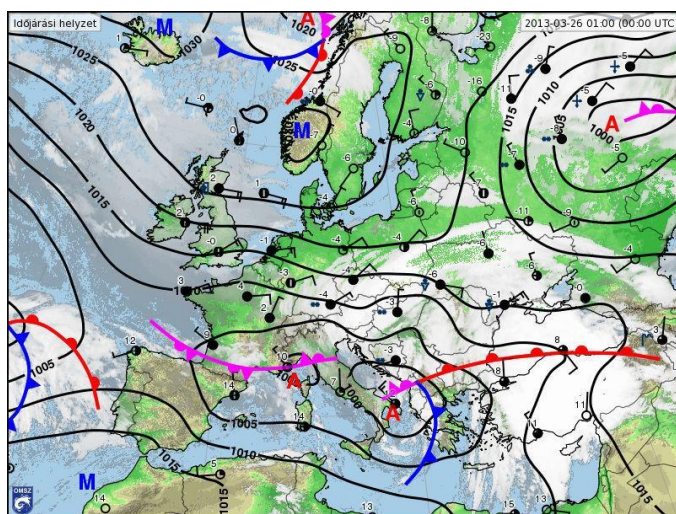
6. P6. (CMw) – Mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere:

Hazánktól délnyugatra levő középponttal egy mediterrán ciklon található, melynek melegfrontja, és a hozzá tartozó felhőrendszer határozza meg hazánk időjárását. Az ország legnagyobb részén összefüggő a felhőzet, és kiadós csapadék hullik, emellett gyakran párák a levegő, mely légszennyezettség szempontjából kedvezőtlen. A tavaszi, és a nyári időszakban a besugárzás hiánya miatt az átlagosnál hűvösebb az idő. Télen többfajta variáció létezik. Az egyik változata, mikor a melegfront részben, vagy egészen átvonul az ország felett (6. ábra). Átvonulását jelentős enyhülés kíséri, a havazást eső váltja fel. A hőmérséklet aperiodikussága itt a legszembetűnőbb, napközben nagyon gyakori az erőteljes, gyorsan végbemenő enyhülés, mely intenzív hóolvadáshoz vezethet. Részben átvonuló melegfront esetén főleg az ország északi és nyugati részén végig hó formájában hullik a csapadék. Az átvonuló melegfronti típus egy speciális változata, amikor a melegfront a magasban enyhülést hoz, de a talajközeli rétegek sokáig fagyosak, csak lassan enyhülnek. Ekkor a csapadék nagy területen ónos eső, fagyott eső formájában hullik, amely talán a legjobban tudja akadályozni az emberi tevékenységet. A másik változata, mikor a ciklon középpontjával együtt maga a melegfront is végig hazánktól délre húzódik, de a melegfronti felhőzet a Kárpát-medence fölé húzódik (7. ábra). Ekkor csak kismértékű enyhülés következik be, a meleg, nedves levegő keveredik a

hideg száraz levegővel. Ez a szituáció a leggyakoribb hordozója az országos méretű, kiadós havazásoknak. Általában keleties, délkeleties légmozgás a jellemző, az ország déli részén nagyobb, másutt kisebb az átlagnál a sebessége. A látástávolság igen kicsi, a ciklonális helyzetek közül ennél a típusnál a legnagyobb a légszennyezettség.



6. ábra: P6. (CMw) 2013. február 12-én (átvonuló melegfront)



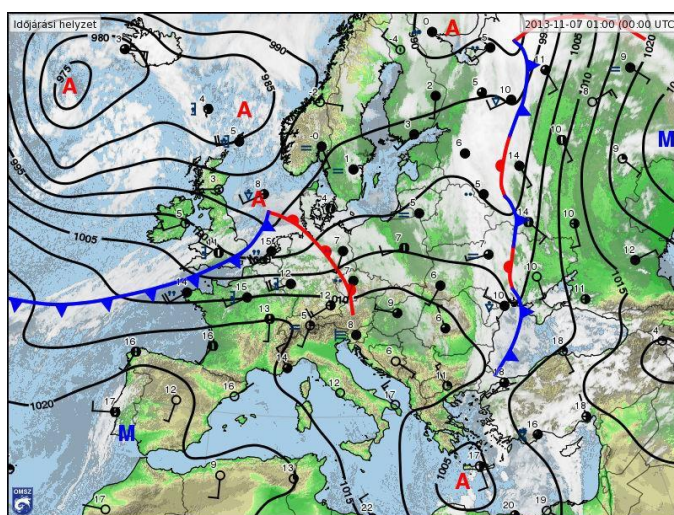
7. ábra: P6. (CMw) 2013. március 26-án (melegfront tőlünk délre)

Zonális nyugati áramlású helyzetek

7. P7.(Zc) – Zonális ciklonális áramlás:

A nyugat-keleties áramlási helyzet klasszikus típusa. Az éghajlati frontálzóna az 50° szélességi kör környékén húzódik. Észak-Európában egymást követik a ciklonok és időjárási frontjaik (akár egy nagy kiterjedésű cikloncsalád területén belül), melyek a Kárpát- medencén

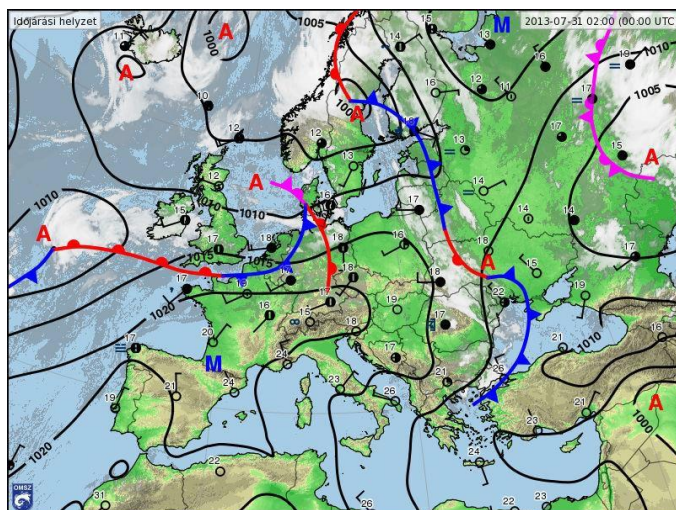
is átvonulnak (8. ábra). Enyhe, óceáni léghullámok érkeznek térségünkbe, melynek következtében télen jóval enyhébb, nyáron pedig hűvösebb az átlagosnál az idő. A bárikus gradiens gyakran igen nagy, ezért erősen szeles, változékony az időjárás. Gyorsan vonuló felhőzet jellemzi, így a borultság is gyorsan változik. Ősszel kellemetlen, hűvös, tavasszal kellemesen meleg hőmérsékletek jellemzik. Télen igen enyhe napokat tud hozni, az ún. álcázott hidegfront is, ami ebben a helyzetben jelenik meg. A front által a magasban hűvösebb levegő érkezik, ugyanakkor a talaj közelében enyhülés következik be, mert a hidegfront felszakítja az összefüggő ködtakarót, ami hidegen tartotta a talajközeli rétegeket. A csapadék elsősorban az őszi, téli időszakban számottevő. A légmozgás iránya nyugati, délnyugati, főként a Tiszántúlon fordulnak elő nagyobb szélsőségek. A látástávolság változó, hidegfrontok után nagy, melegfronti hatásnál kisebb. A légszennyezettség alacsony mértékű.



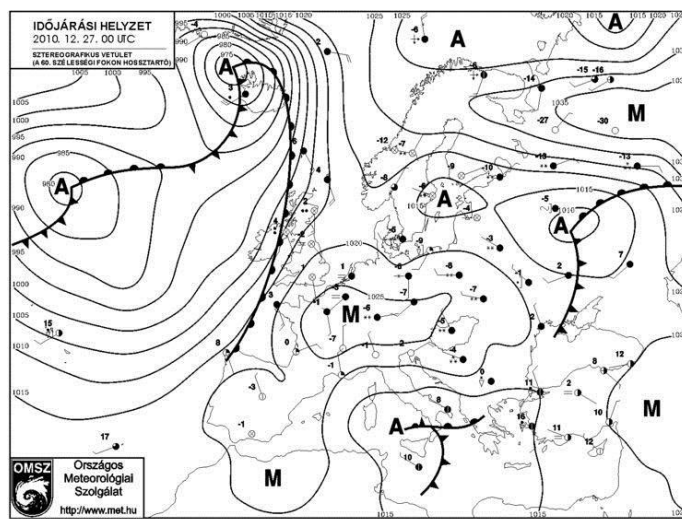
8. ábra: P7.(Zc) 2014. február 17-én

8. P8.(Aw) – Anticiklon Magyarországtól nyugatra, vagy nyugatról benyúló anticiklon:

Általában hidegfront után jelenik meg a Kárpát-medencében, az egyik leggyakoribb típus, különösen a nyári időszakban. Az Azori-anticiklon nyúlványa Közép-Európa felé húzódik, hosszan elnyúlva nyugat-keleti irányban (9. ábra). Ugyanakkor köztes anticiklon jelenlétekor is lehet érvényes a típus, mikor az Atlanti-óceán felett elhelyezkedő ciklonrendszereket és a Kelet-Európában örvénylő ciklonokat egy Nyugat-Európa feletti középponttal rendelkező magasnyomás választja el egymástól (10. ábra). Száraz időjárás a jellemző, átlagos felhőzettséggel. A légmozgás eleinte általában élénk, majd az érkező hűvösebb légtömegek nyugalomba jutásával gyengül, iránya nyugati, északnyugati. Mivel a hidegfront mögött poláris légtömegek érkeznek ebben az áramlási rendszerben, általában kicsi a légszennyezettség. Télen kissé enyhébb, nyáron hűvösebb az átlagos hőmérséklet.



9. ábra: P8. (Aw) 2013. július 31-én (nyugatról benyúló anticiklon)

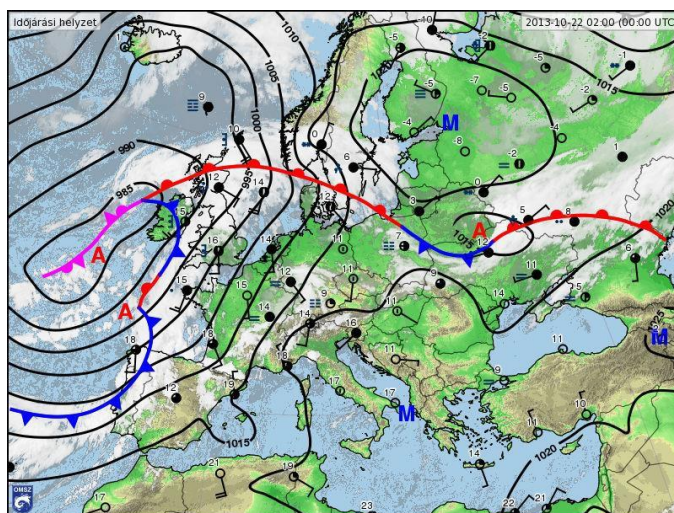


10. ábra: P8. (Aw) 2010. december 27-én (köztes anticiklon)

9. P9.(As) – Anticiklon Magyarországtól délre:

Zonális, nyugat-keleti áramlással jár, rengeteg a hasonlósága a Zc (P7) makroszinoptikus helyzettel. Ugyanakkor ezen típus előfordulásakor az időjárási frontok pályája kissé északabbra helyezkedik el az 50° szélességi körtől (11. ábra), így azok – a Zc típussal ellentétben – itt közvetlenül nem szólnak bele a Kárpát-medence időjárásába, bár gyakran alakul ki anticiklonnal közös áramlási rendszer Magyarország felett. Az anticiklon sokszor több kisebb középponttal rendelkezik a Földközi-tenger medencéjében, illetve a Balkán-félszigeten. Száraz idő a jellemző, a felhőzettség alacsony. A legmelegebb átlaghőmérséklettel járó eset, nyáron a tartósabban forró időszakok okozója, ilyenkor az éjszakák sem hoznak felfrissülést. A légmozgás általában gyenge; déli, délnyugati. Télen

gyakori ködképződéssel, nyirkos idővel jár, ősszel és tavasszal jellemzőbbek a derültebb napok, enyhe éjszakákkal. A légszennyezettség magas, nyáron gyakran opálos égre tekinthetünk fel ennél a típusnál, melyet a délnyugati szél által a magasban szállított afrikai eredetű por okoz.



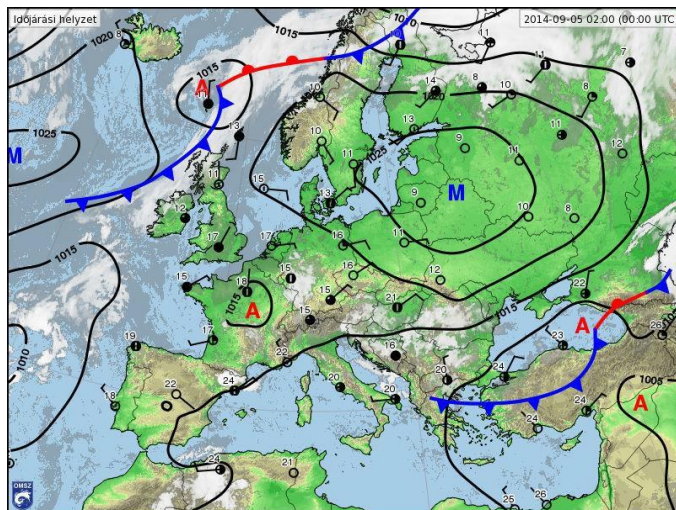
11. ábra: P9.(As) 2013. október 22-én

Azonális, keleti áramlású helyzetek

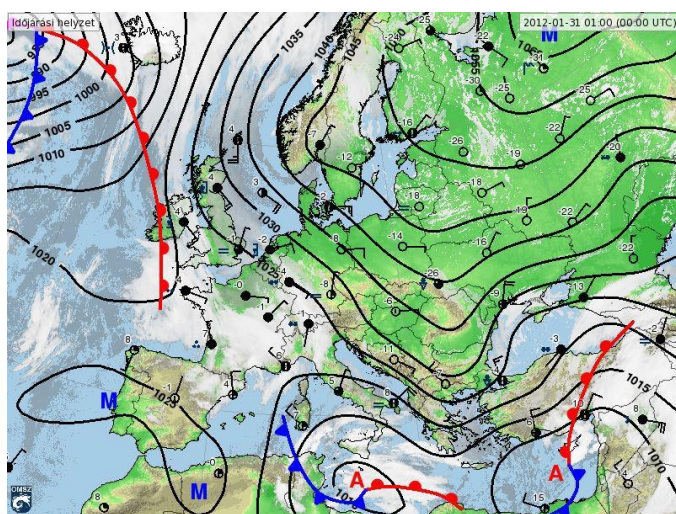
10. P10. (An) – Anticiklon Magyarországtól északra:

Keleties áramlás jellemző rá, úgynevezett azonális irányítottságú helyzet. A ciklon középpontja lehet akár Lengyelország, vagy messze Északnyugat-Oroszország felett is. Nyáron meleg, télen viszont nagyon hideg, gyakran zord hőmérsékletekkel jár. Ennél a helyzetenél is gyakran megfigyelhető a Kárpátok izobár-görbítő hatása. Éppen ezért a talajkönyéki rétegekben a hideg levegő ugyanúgy, a Kárpátokat több irányból megkerülve szivárog a Kárpát-medencébe, a **P5. (Ae)** típushoz hasonlóan, és szintén képes összeáramlást létrehozni, melynek következtében nagy területen csapadékosá válik az időjárás. Télen az ilyen áramlás lassú, de tartós lehűlést hoz, nehezen enyhül meg az idő még óceáni légtömegek hatására is a későbbiekben. A jellemző légmozgás északi, északkeleti, sebessége télen nagyobb, tavasszal, nyáron gyenge, éppen ezért ilyenkor az advektív folyamatok helyett gyakran a konvekció lép előtérbe. Ezen anticiklon peremén gyakran érkezik nedves, labilis levegő, mely kedvez a helyi záporok, zivatarok kialakulásának (12. ábra). Hőmérsékleti szempontból télen kicsi a gradiens a talajközeli és a magasabb rétegek között. Gyakori az inverziós rétegződés, ez esetben főként ősszel, télen gyakori a sűrű köd (kisebb eséllyel a

nyugati tájakon), és a légszennyezettség is magas. Erős hidegbeáramlás esetén viszont nagy gyakorisággal igen tiszta levegő érkezik, mely javítja a látástávolságot, és csökkenti a légszennyeződés mértékét (13. ábra).



12. ábra: P10.(An) 2014. szeptember 5-én (nyári helyzet)

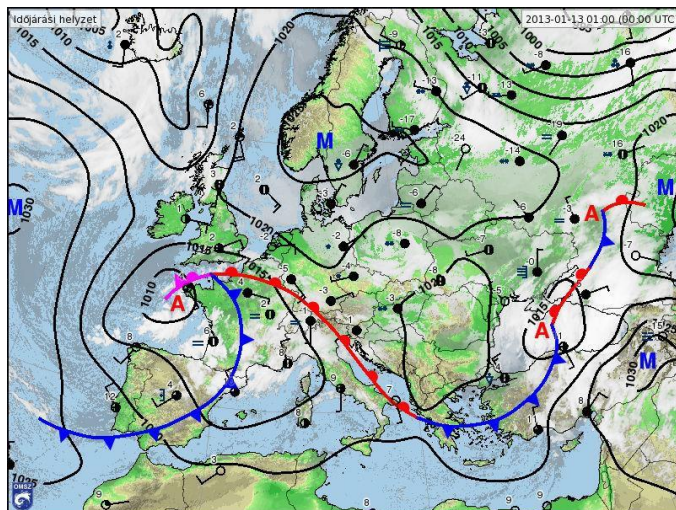


13. ábra: P10.(An) 2012. január 31-én (téli helyzet)

11. P11.(AF) – Anticiklon Fennoskandinávia térsége felett:

Szintén azonális helyzet, keleties irányítással. Létrejötté megszakítja a zonális nyugat-keleti áramlást, a beékelődő anticiklon miatt a tőle nyugatra levő ciklon már nem tud kelet felé haladni tovább, így nekiperéselődik a magasnyomásnak. Ennek az anticiklonnak a nyúlványa a Kárpát-medence felé terjeszkedik, jellegzetesen észak-déli tengelyű (14. ábra). Télen, tavasszal a gyors, markáns lehűlések okozója. Télen a zord hideg időjárás az **An** (P10) osztály mellett ennél a típusnál is jellemző, míg tavasszal (és ősszel) gyakoriak a talajmenti fagyok

éjszakánként. A hőmérsékleti ingás igen nagy, a kifejezetten hideg éjszakákat ősszel és tavasszal kellemes hőmérsékletű nappalok kísérik, de ennek ellenére az ilyen jellegű helyzetek fennállása esetén negatív a hőmérsékleti anomália. Általában kevés a felhő, száraz az idő, a látástávolság nagy, a ködgyakoriság kicsi, a légszennyezettség mértéke alacsony.



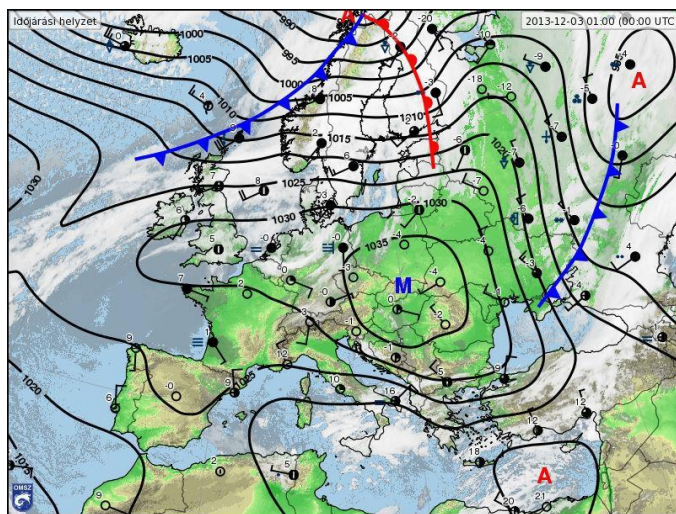
14. ábra: P11.(AF) 2013. január 13-án

Centrumhelyzetek

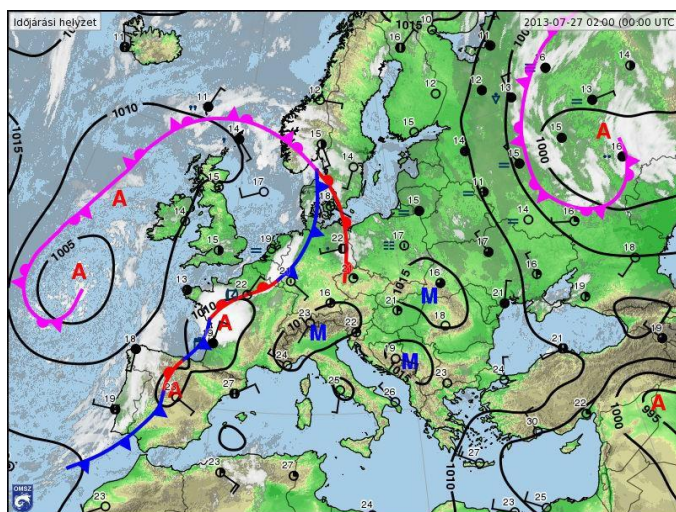
12. P12. (A) – Anticiklon a Kárpát-medence felett

Egyik kiemelkedő gyakorisággal rendelkező típusunk. Európa legnagyobb részének időjárását nagy kiterjedésű anticiklon alakítja, leszálló légmozgásokkal. Ezek lehetnek igen nagy, több ezer km-es kiterjedésű anticiklonok (télen jellemzőbbek, 15. ábra), és lehetnek frontálzónákat elválasztó, akár több kisebb középponttal rendelkező ún. köztes anticiklonok is (nyáron gyakoribbak, 16. ábra). Utóbbi esetben általában csak átmeneti jelleggel tartózkodik felettünk, ugyanakkor előbbi fennállásakor nagyon gyakran 6–7 napig, sőt időnként akár több mint egy hétig is a Kárpát-medence felett marad. Oka: a ciklonok pályája a sarkkör mentéig tolódik, arrafelé nyugat-keleti irányba mozdulnak, nem tudnak az igen erős magasnyomás miatt délebbre helyeződni. A légmozgás elhanyagolható, változó irányú. Ennek következtében nyáron nagy a fülledtség, a konvekció kerül előtérbe, helyenként lokális zivatarok is előfordulnak, de általában száraz idő a jellemző erőteljes besugárzással, gyakran kánikulával. Télen ez a helyzet kedvez leginkább a hideg légpárnának, mely az egyik legtartósabban fennálló időjárási helyzet a Kárpát-medencében, ködös, zúzmarás, hideg időjárást biztosítva, amikor nagyon kicsi az ingás a hőmérséklet napi menetében. A légszennyezettség mértéke a legnagyobb az összes típus közül, köd esetén nagyon kicsi a látástávolság. Ősszel és tavasszal

kellemesen meleg, ilyenkor nagy a napi hőmérsékleti ingás.



15. ábra: P12. (A) 2013. december 3-án (nagy kiterjedésű anticiklon)

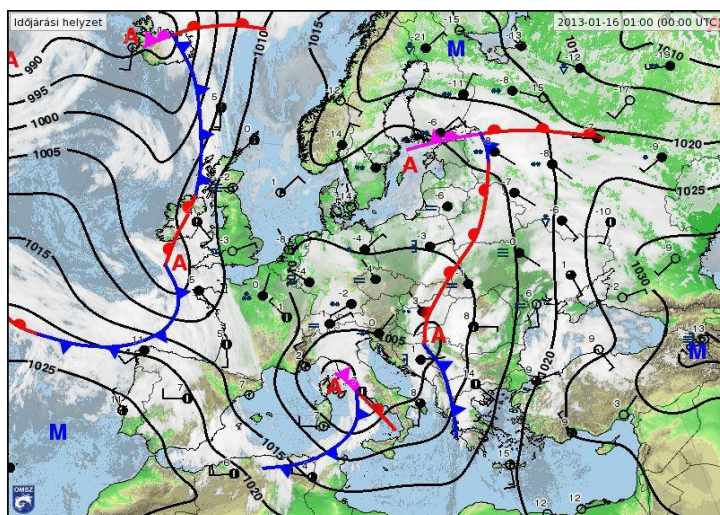


16. ábra: P12. (A) 2013. július 27-én (köztes anticiklon)

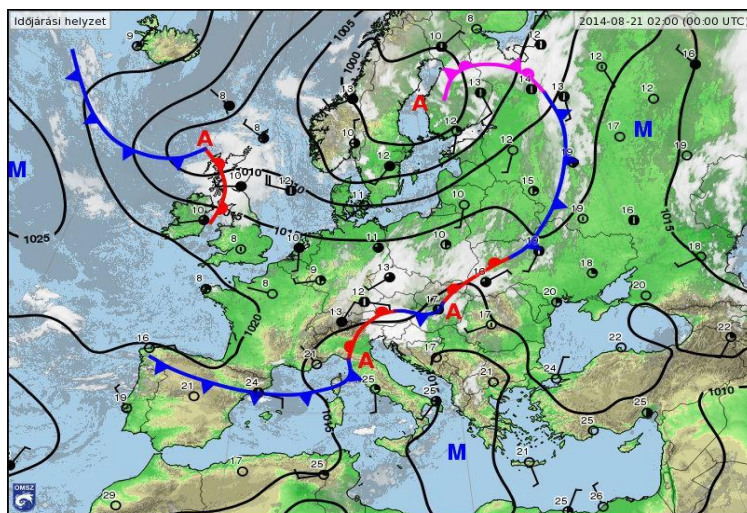
13. P13. (C) – Cikloncentrum a Kárpát-medence felett

A másik centrumhelyzet a legritkább gyakorisággal fordul elő a Kárpát-medencében. A ciklon középpontja a Kárpát-medence felett helyezkedik el. Általában mediterrán ciklon átvonulásakor keletkezik ez a helyzet, de főként nyáron gyakoriak a hullámvetések mentén felettünk kialakuló ciklonális középpontok is, ebben meghatározó szerepe van a minket körülvevő hegykoszorúnak is. Mivel nagyobb az átlagosnál a bárikus gradiens, ezért erőteljes, nagy sebességű az áramlás, azonban nem alakul ki egységes irány: a Dunántúl általában a hátoldalon helyezkedik el, éppen ezért ott északi-északnyugati, míg a többnyire előoldalon elhelyezkedő Tiszántúlon és a Keleti-Kárpátok térségében a déli-délnyugati légáramlás a

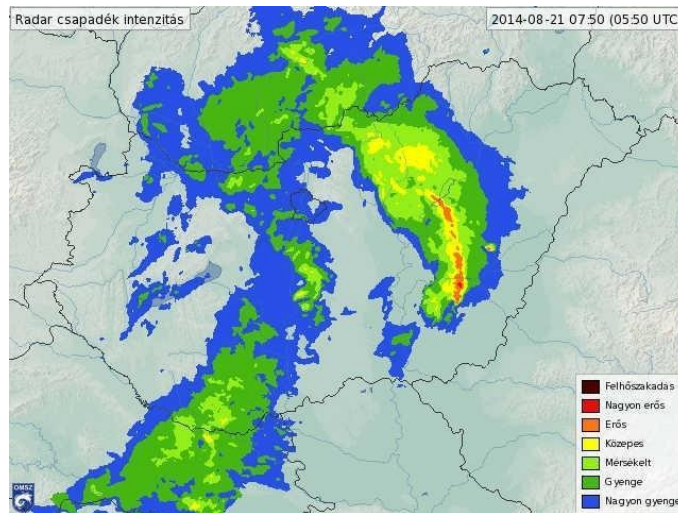
jellemző. A borultság általában nagy, télen valamelyest kisebb. Minden évszakban jelentős csapadék kíséri, tavasszal és ősszel kiadós eső, télen a hátoldalon elhelyezkedő területeken jelentős havazás (17. ábra). Nyáron a front hullámvetésének, és a gyakran ellentétes áramlásnak következtében markáns összeáramlások alakulnak ki széles sávban, melyek jelentős, intenzív csapadékot adó zivatarláncokat, akár Mezőleptékű Konvektív Rendszereket (MKR) is létrehozhatnak (18., 19. ábra). Ugyan kicsi a légszennyezettség, de a csapadékos időjárás miatt kicsi a látástávolság. Gyakran éles hőmérsékleti kontrasztokat idéz elő az országon belül, télen-nyáron egyaránt. Télen gyakori, hogy míg az ország nyugati részén intenzíven havazik, a Tiszántúlon szinte tavaszias jellegű a hőmérséklet, gyakran még a nap is kisüt. Nyáron pedig ugyanígy gyakori, hogy míg nyugaton a hűvös időben tartósan esik az eső, keleten addig sok a napsütés, fülledt az idő.



17. ábra: P13.(C) 2013. január 16.-án (mediterrán ciklon)



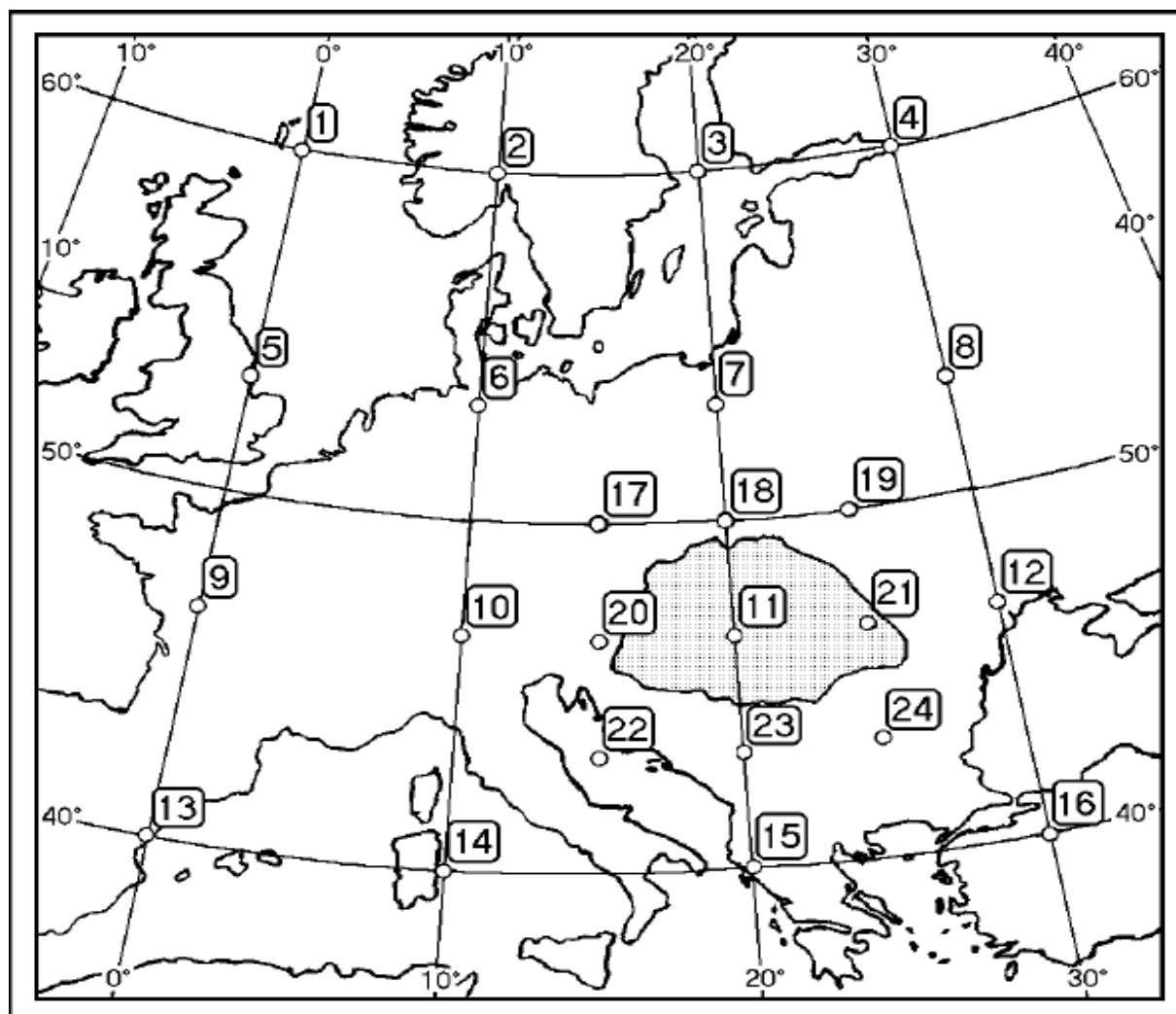
18. ábra: P13. (C) 2014. augusztus 21-én (hullámzó frontálzóna)



19.ábra: Mezőléptékű Konvektív Rendszer (MKR) a Tiszántúlon, 2014. augusztus 21-én, 5:50 UTC-kor (Forrás: <http://www.met.hu>)

4. A Molnár-féle “félaautomatikus” osztályozás alapjai

Molnár József doktori értekezésében (2003) a légnyomási mező szerkezetét és módosulását vizsgálta a Kárpát-medence térségében, melyhez felhasználta a Péczely-féle tipizálást. Ehhez egy 24 pontból álló rácspontból álló vetületet hozott létre, melyet nyugatról a 0° , keletről a k.h. 30° , északról az é.sz. 60° , délről pedig az é.sz. 40° határol (20. ábra). Ez egy tágabban értelmezett Közép-Európára vonatkozó rácsháló, a Kárpát-medence viszont ennek a hálónak nem a közepén helyezkedik el. Ennek oka pedig az, hogy a medencétől északi és nyugati irányban nagyobb távolságokra is zajlanak olyan folyamatok, amelyek jelentősebben befolyásolják a terület időjárását. A rácspontok felállításánál hangsúlyt fektetett arra, hogy a 4x4-es alaprács középpontja a Kárpát-medencére kerüljön, valamint törekedett a térbeli izotrópiára, azaz arra, hogy minimalizálja a szomszédos rácspontok észak-déli és kelet-nyugati irányú távolságokat (I. táblázat). A kisebb területű, de a Kárpát-medencét meghatározó légköri rendszerek detektálására ezen az alaprácson belül létrehozott egy 3x3-as hálót, melynek középpontja az alaprácséval megegyezik.



20. ábra: A rácspontok elhelyezkedése a felállított 4x4-es rácshálóban, benne a Kárpát-medencére kialakított 3x3-as hálóval (Molnár, 2003)

Sor-szám	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság	Sor-szám	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság
1	é. sz. 60°	0°	13	é. sz. 40°	0°
2	é. sz. 60°	k. h. 10°	14	é. sz. 40°	k. h. 10°
3	é. sz. 60°	k. h. 20°	15	é. sz. 40°	k. h. 20°
4	é. sz. 60°	k. h. 30°	16	é. sz. 40°	k. h. 30°
5	é. sz. 53° 20'	0°	17	é. sz. 50°	k. h. 15°
6	é. sz. 53° 20'	k. h. 10°	18	é. sz. 50°	k. h. 20°
7	é. sz. 53° 20'	k. h. 20°	19	é. sz. 50°	k. h. 25°
8	é. sz. 53° 20'	k. h. 30°	20	é. sz. 46° 40'	k. h. 15°
9	é. sz. 46° 40'	0°	21	é. sz. 46° 40'	k. h. 25°
10	é. sz. 46° 40'	k. h. 10°	22	é. sz. 43° 20'	k. h. 15°
11	é. sz. 46° 40'	k. h. 20°	23	é. sz. 43° 20'	k. h. 20°
12	é. sz. 46° 40'	k. h. 30°	24	é. sz. 43° 20'	k. h. 25°

I.táblázat: A rácspontok hosszúsági és szélességi értékei

A légnyomási mező jellemzésére zonális (ZI), meridionális (MI) és ciklonossági (CI) indexet hozott létre. A zonális index (1) értéke két szélességi kör (az é.sz. 40° és 53°20') a k.h. 10° és 30° közötti szakaszai átlagos légnyomásának, míg a meridionális index (2) értéke a k.h. 10° és 30° mentén húzódó hosszúsági körök é.sz. 40° és 53°20' közé eső szakaszai légnyomási átlagának különbségével egyenlő. Pozitív zonális index esetén az áramlás nyugatias, negatív esetén keleties, míg a MI értéke északias áramlásnál pozitív, déliesnél negatív. A ciklonossági index (3) értékét is a Kárpát-medencét körülvevő rácspontok adataiból számolta, itt is a nagyobb térséget lefedő rácspontokat vette figyelembe. Pozitív CI esetén az index az izobárok ciklonális, negatív esetén pedig azok anticiklonális görbületei a meghatározóak a Kárpát-medencében, azaz előbbi érték alatt ciklonális, utóbbi alatt pedig anticiklonális hatások a meghatározók a területen.

$$ZI = \frac{P_{14} + P_{15} + P_{16}}{3} - \frac{P_6 + P_7 + P_8}{3} \quad (1)$$

$$MI = \frac{P_6 + P_{10} + P_{14}}{3} - \frac{P_8 + P_{12} + P_{16}}{3} \quad (2)$$

$$CI = \frac{P_6 + P_7 + P_8 + P_{10} + P_{12} + P_{14} + P_{15} + P_{16}}{8} - P_{11} \quad (3)$$

5. A felhasznált adatok

5.1. Péczy-kódok adatsora

Dolgozatom során az elemzéshez nagy segítséget jelentett számunkra Dr. Károssy Csaba munkája, aki 1881-től egészen 2010-ig minden egyes napra meghatározta a Péczy-kódot a 00 UTC-s felszíni meteorológiai térképek alapján. Munkánk során a 130 éves, 1881–2010 közötti adatsort használtuk fel, a referenciaévnak pedig a 2011-et tekintettük. A 130 éves adatsorból hiányoztak a 2010. november 24. és 2010. december 31. közötti időszak kódjai, ezeket szubjektíven osztályoztuk.

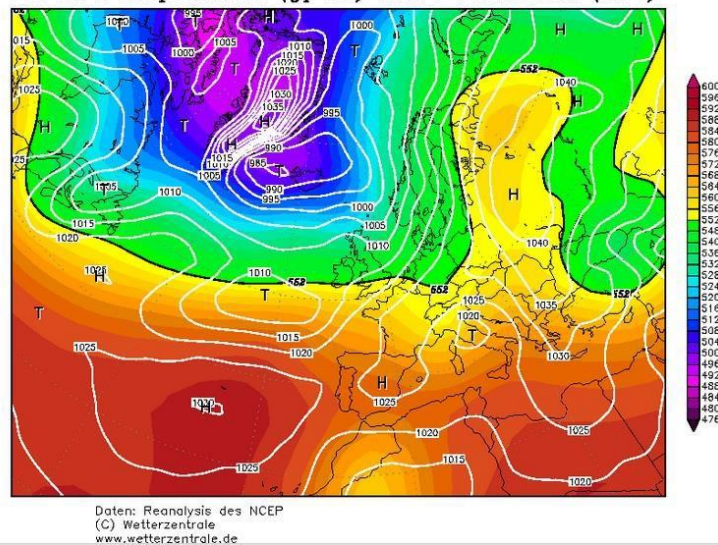
5.2. A Péczy-féle osztályozás jelentősebb problémái

Az osztályozás végzésénél gyakran alapvető korlátokba lehet ütközni. Ugyan 24 óráig érvényes, de csupán a légkör aktuális, pillanatnyi állapotát veszi figyelembe. Emiatt gyakran pontatlanul osztályozható az adott nap időjárási helyzete, mediterrán ciklonok befolyása esetén a cikloncentrum helyzet csak átmeneti, illetve néhány óra alatt válthat **P6. CMw**-ből **P3. CMc**-be. Gyorsmozgású hidegfrontok esetén is néhány óra leforgása alatt teljesen más makroszinoptikus helyzet alakulhat ki, könnyen át tud billenni a helyzet például **P1. mCc**-ből **P2. AB**-be, vagy **P7. zC**-ből **P8. Aw**-be.

A másik alapvető probléma az 1015 hPa-os küszöbérték meghatározásával akad. Rengeteg olyan makroszinoptikus helyzet fordul elő ugyanis, amelynél az osztályozottal ellentétben teljesen más időjárási helyzet fordul elő. Gyakori eset, hogy a Kárpát-medence felett magasabb a légnyomás 1015 hPa-nál, így anticiklonális típusként van osztályozva az adott makroszinoptikus kép, de mégis erőteljes ciklonális hatások alakítják Magyarország időjárását. Szemléltetésképpen néhány példa részletezése következik (ábrák forrása: OMSZ).

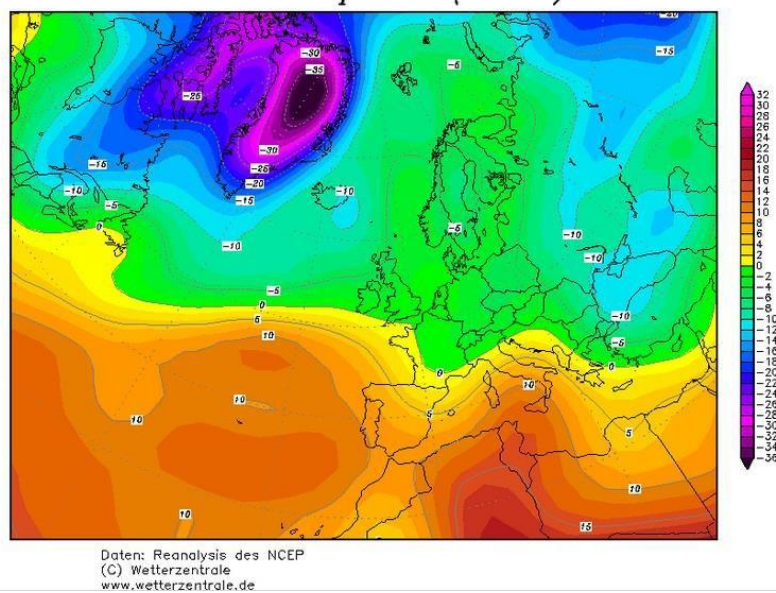
1.) 1993. november 13-án a 00 UTC-időpontban mért adatok szerint magas légnyomás alakult ki a Kárpát-medence felett (1025–1035 hPa között). Nyugat-Európában egy többközéppontú ciklonrendszer örvénylett, mely nem tudott keleti irányba haladni a Kelet-Európai síkság feletti középponttal rendelkező nagy kiterjedésű magasnyomás miatt (21. ábra). Az anticiklon áramlási rendszerében fagyos levegő árasztotta el Magyarországot is (22. ábra), mely keveredett a Földközi-tenger térségében lévő meleg, nedves levegővel. Ennek hatására egy sekély mediterrán ciklon alakult ki, mely országszerte jelentős havazást okozott november 12-én és 13-án (23.; 24. ábra). 14-e reggel a hótakaró vastagsága többfelé meghaladta a 20 centimétert, sőt délnyugaton helyenként a 30 centimétert is (25. ábra). Az egyértelmű ciklonális hatások ellenére az említett időpontot **P5. An** típusba sorolták be a nálunk mért magas légnyomási értékek, illetve a Kelet-Európai síkság felett elhelyezkedő anticiklon miatt.

13NOV1993 00Z
500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

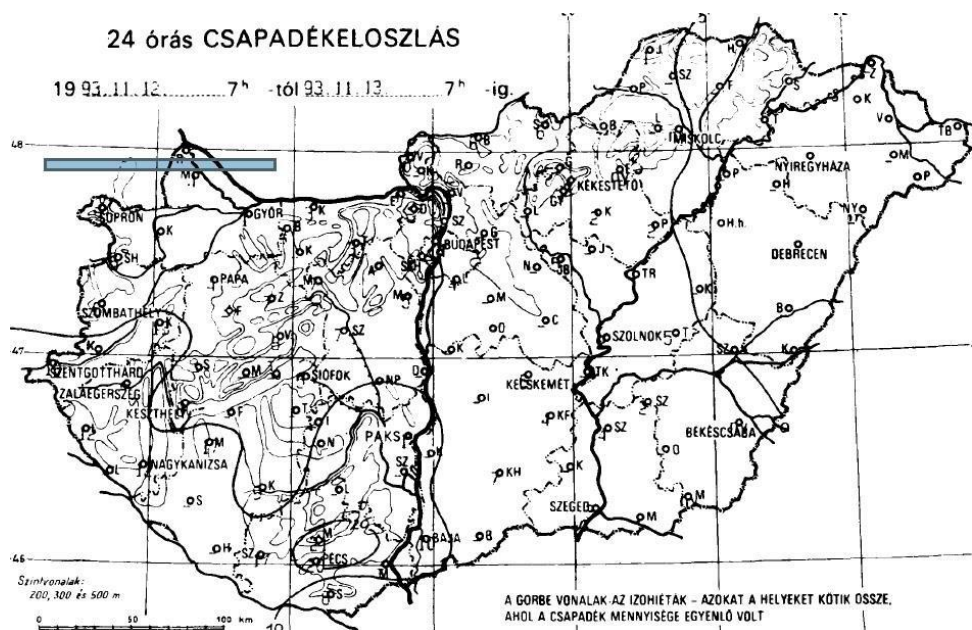


21. ábra: Tengersiz légnymási, és 500 hPa-os geopotenciál eloszlás 1993. november 13. 00 UTC

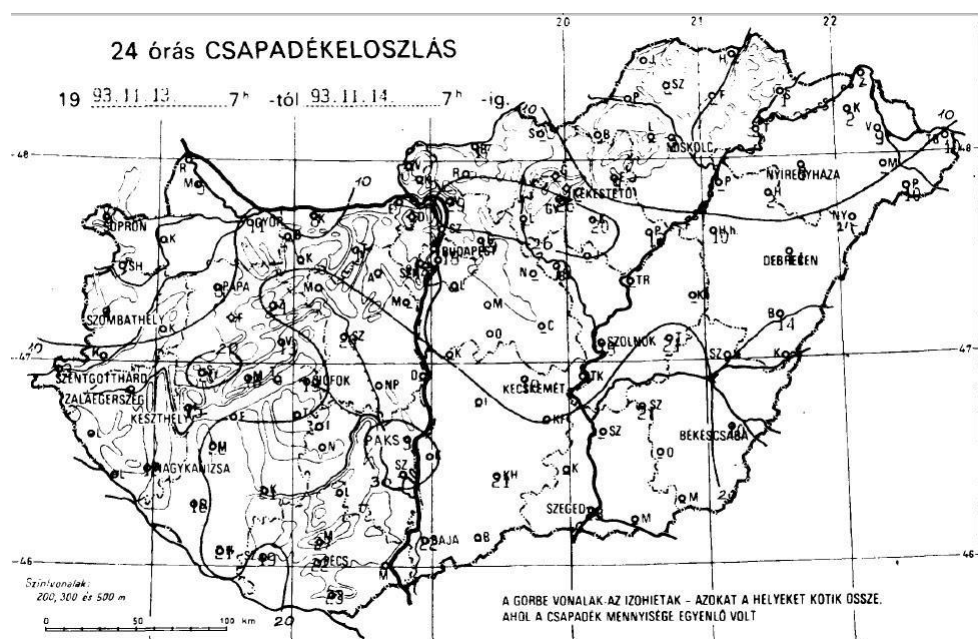
13NOV1993 00Z
850 hPa Temperatur (Grad C)



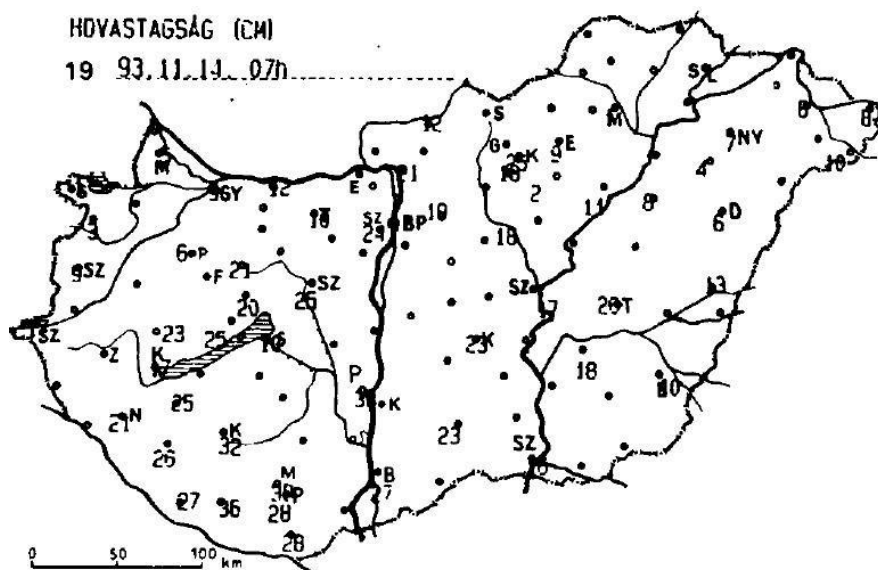
22. ábra: 850 hPa-os hőmérsékleti eloszlás 1993. november 13. 00 UTC



23. ábra: 1993. november 12-e 7h és 1993. november 13-a 7h között lehullott csapadékmennyiség



24. ábra: 1993. november 13-a 7h és 1993. november 14.-e 7h között lehullott csapadékmennyiség

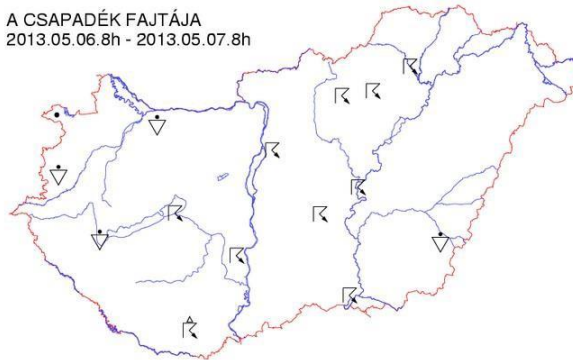


2.) 2013. május 7-én a 00 UTC-időpontban mért adatok szerint a légnyomás országszerte 1015 hPa felett volt (26. ábra), tehát anticiklonális típusba sorolandó helyzet a Péczy-féle osztályozás szerint. A legközelebb a **P5. (Ae)** típushoz áll, hiszen a Kelet-európai-síkság feletti középponttal anticiklon helyezkedett el. Ugyanakkor az Adriai-tenger feletti középponttal egy sekély mediterrán ciklon alakult ki, mely meleg, ám nedves, labilis légtömegeket szállítva május 5-e délutántól hatással volt Magyarország időjárására. Áramlási rendszerében több hullámban érkeztek dél felől záporok, zivatarok; éppen 6-a estétől 7-e hajnalig egy zivatarrendszer okozott főképpen a középső országrészben jelentős mennyiségű, 20–30 mm-nyi csapadékot (27., 28. ábra). Tehát a Péczy-féle osztályozáshoz képest teljesen más volt az időjárási helyzet ebben az esetben is, sokkal inkább hasonlított egy ciklonális **P6. (CMw)**-re.

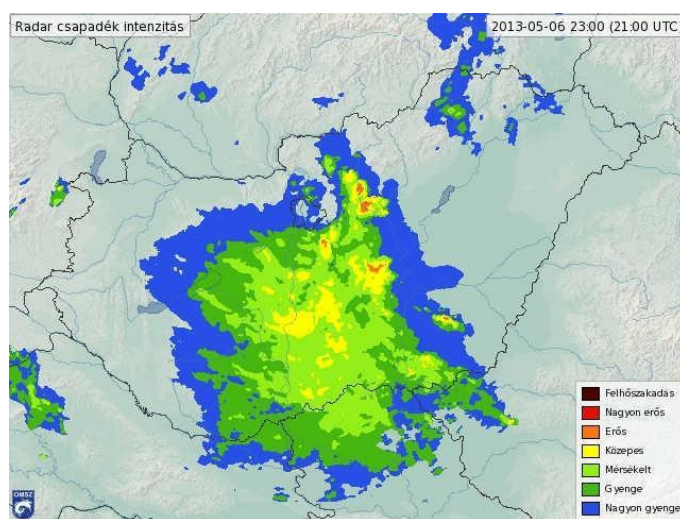
24 ÓRÁS CSAPADÉKÖSSZEG (mm)
2013.05.06.8h - 2013.05.07.8h



A CSAPADÉK FAJTÁJA
2013.05.06.8h - 2013.05.07.8h



27. ábra: A 2013. május 6-a 8 h és 2013. május 7-e 8 h között lehullott csapadék mennyisége (bal oldal), illetve a csapadék fajtája (jobb oldal)



28. ábra: Zivatarrendszer helyzete 2013. május 6-án, 21:00 UTC-kor
(Forrás: <http://www.met.hu>)

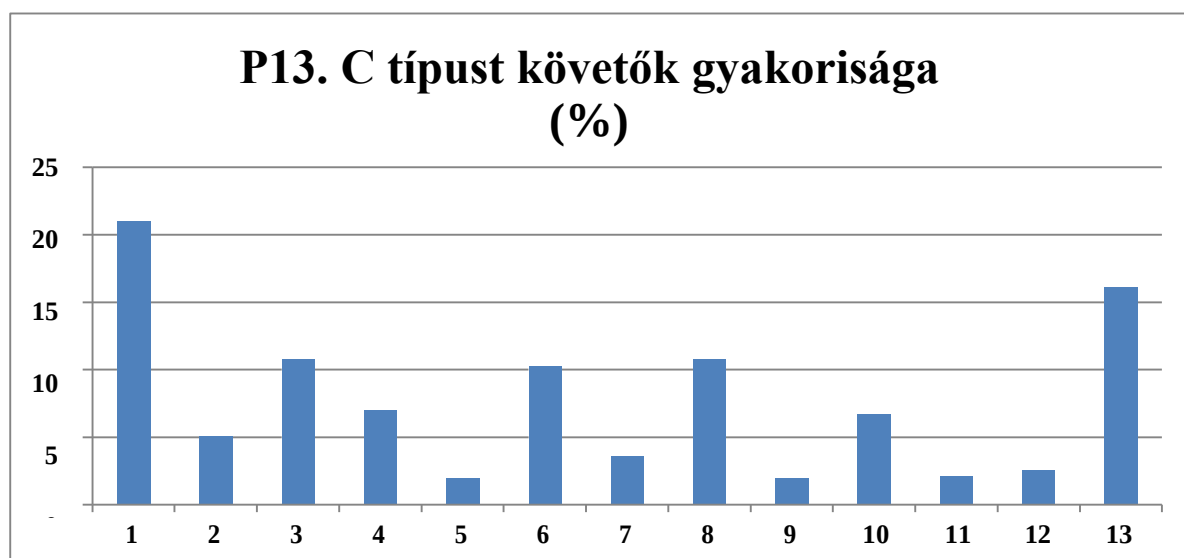
6. Eredmények

Kutatásaink során megvizsgáltuk az egyes típusok sokéves gyakoriságát, valamint az egyes típusokat követő kódok gyakoriságát kettő, valamint három egymás utáni napra. Ezen kívül szubjektíven osztályoztuk a 2011-es évet, melyet összehasonlítottunk egy szintén szubjektív hibamátrix alapján a Péczely-féle osztályozással.

6.1. Az önmagukat követő típusok gyakorisága

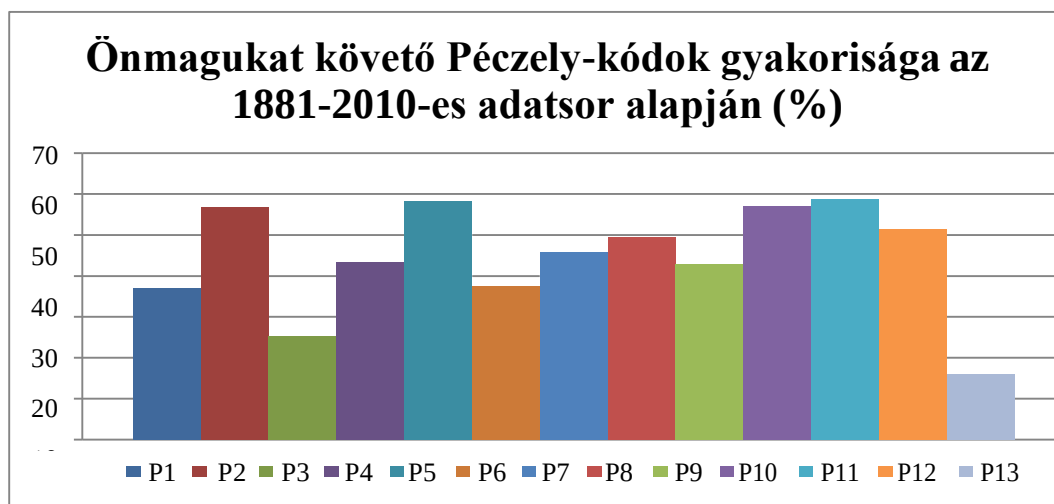
A sokéves átlagok elemzése után mindegyik kódra megvizsgáltuk, hogy egy adott típust milyen gyakorisággal követi a 13 típus valamelyike. Az eredmények szerint szinte mindegyik kódot azonos típus követi a legnagyobb gyakorisággal, egyet kivéve, ez a **P13. C** típus (29.

ábra), ezután azonos kód csak a második legnagyobb gyakorisággal fordul elő (16,07%), ennél gyakoribb követő a **P1. mCc** (ciklon hátoldali áramlási rendszere, 21%). Ez két indokkal is magyarázható: egyrészt maga a **P13. C** a legritkább gyakorisággal fordul elő a sokéves átlagok alapján, ahogy fentebb említettük, ennek következtében nem túl gyakori a cikloncentrumok hosszabb ideig való tartózkodása a Kárpát-medence fölött. Másrészt az, hogy a **P1. mCc** gyakoribb követő, makroszinoptikus szempontból teljesen logikusan magyarázható, hiszen ciklonközéppont után ciklon hátoldal következik, és ezt vizsgálataink is alátámasztják.



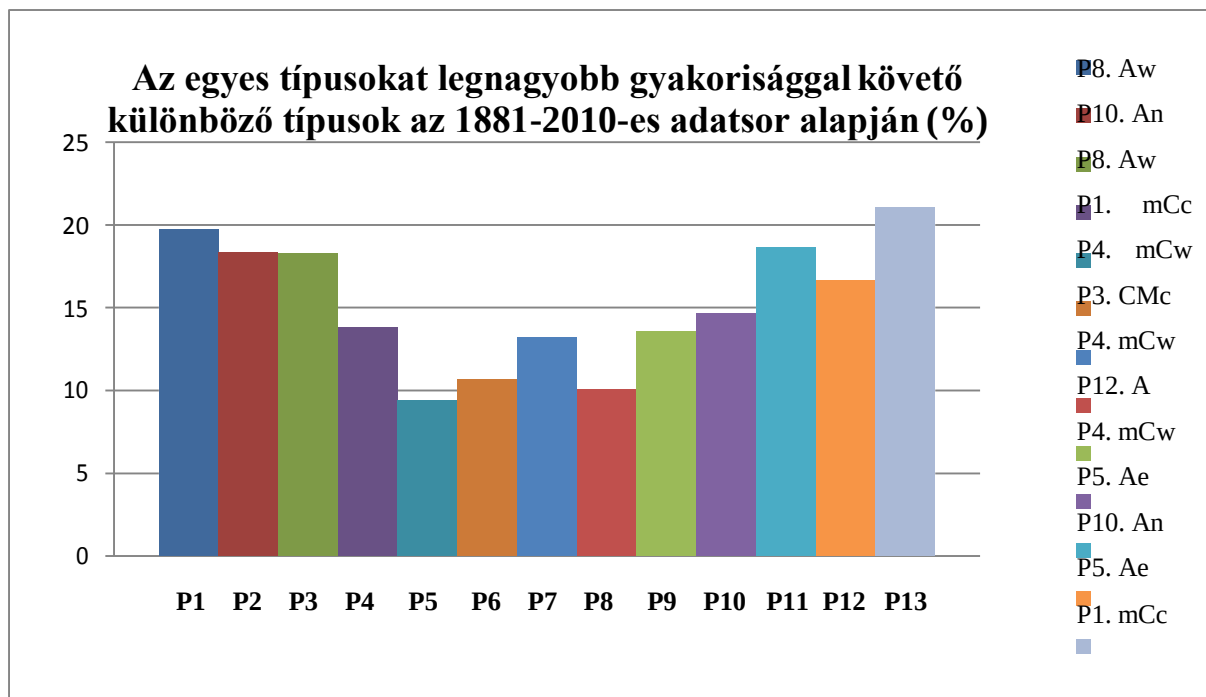
29. ábra: A P13 (C) típust követő kódok gyakorisága (a típust a leggyakrabban nem önmaga, hanem a P1. mCc típus követi)

Az pedig, hogy az adott kódot azonos kód milyen százalékos gyakorisággal követi, megmutatja azt, hogy mekkora a hajlama annak, hogy egy adott makroszinoptikus helyzet két napon keresztül fennálljon. Az eredmények szerint az anticiklonális típusoknál (P2, P5, P8, P9, P10, P11, P12) erre nagyobb a hajlam (30. ábra).



6.2. Különböző típusú kódok követési gyakorisága

Ezt követően megvizsgáltuk azt, hogy melyik az az adottól különböző típus, mely a legnagyobb gyakorisággal követi az adott kódot. Ez a **P13. C** esetében a leggyakoribb, a többi kód esetében pedig a második leggyakoribb követő (31. ábra).



31. ábra: Az egyes kódokat legnagyobb gyakorisággal követő eltérő típusok

Az elemzés során megfigyelhetünk néhány összefüggést. A ciklonális hátoldali áramlási rendszereket rendszerint a **P8. Aw** követi, amely szerint a csapadékosabb időjárást okozó helyzetek után általában nyugat felől érkezik szárazabb levegő a Kárpát-medencébe. A ciklonális előoldali áramlási rendszereket, valamint a ciklon centrumhelyezetet hátoldali áramlási rendszerek követik, ezek makroszinoptikailag teljesen logikus folyamatok. A **P4. mCw** típus következik a legtöbb esetben akkor, ha előtte anticiklon helyezkedik el tőlünk délre, vagy keletre, valamint zonális ciklonális időjárási helyzet után is. Mind a kettő a nyugati áramlással hozható kapcsolatba, az anticiklonális helyzeteknél nyugat felől jóval nedvesebb léghullámok érkeznek a ciklonok előoldalán, a zonális típus után pedig ciklon előoldali és hátoldali rendszerek váltják egymást. A **P2. AB**-t és a **P11. AF** típusát a leggyakrabban **P10. An** követi; a Brit-szigetek feletti anticiklon, valamint a Skandináv-

félsziget felett levő magasnyomás sincs messze a követő típusától makroszinoptikus elrendeződés szempontjából. A **P10. An** és a **P12. A** után általában **P5. Ae** típusa következik, egyik esetben sincs nagy különbség a két típus között. Az pedig, hogy a **P8. Aw** típust anticiklon centrumhelyzet követi, a nyugati áramlással hozható kapcsolatba.

6.3. Háromnapos gyakoriság elemzése

A továbbiakban azt vizsgáltuk meg, hogy egy adott kétnapos kódkombinációt milyen gyakorisággal követi a 13 típus. Mivel 169 kódkombináció van, egy 169*13-as mátrix jött létre Ezekből már fel lehetett fedezni azt, hogy egyes kódhármasok valószínűsége 130 év alapján egyenlő nullával, valamint azt is meg lehetett figyelni, hogy egyes típusok, folyamatok milyen hosszú időtávon keresztül képesek fennmaradni, hatást gyakorolni az időjárásunkra.

Csak négy kombináció haladja meg a 2%-os gyakoriságot, ám ezek közül mindegyik bőven meghaladja a 3%-ot is. Az 1%-ot 10 kombináció, de a 0,5%-ot is mindössze csak 30 kombináció haladja meg. A tíz leggyakoribb kódhármas a II. táblázatban soroltuk fel.

Gyakoriság sorrendje	Első nap kódja	Második nap kódja	Harmadik nap kódja	Százalékos arány
1	P5.	P5.	P5.	4,41%
2	P10.	P10.	P10.	3,56%
3	P12.	P12.	P12.	3,49%
4	P8.	P8.	P8.	3,28%
5	P2.	P2.	P2.	1,94%
6	P4.	P4.	P4.	1,84%
7	P11.	P11.	P11.	1,45%
8	P8.	P12.	P12.	1,27%
9	P8.	P8.	P12.	1,15%
10	P1.	P1.	P1.	1,09%

II. táblázat34. ábra: A 10 leggyakoribb kódkombináció

A II. táblázat alapján is látható, hogy a kiugró típusok anticiklonális esetek, továbbá az is feltűnő, hogy a 10 esetből 8 alkalommal mindhárom nap ugyanazon kód fordul elő. Ezek olyan időjárási helyzetek, amelyek a 130 éves adatsor alapján nagy százalékban képesek fennmaradni hosszabb távon, egyes típusok akár egy héten keresztül is. Ciklonális helyzetekből a ciklon előoldali és hátoldali áramlási helyzete képes nagyobb arányban meghatározni a Kárpát-medence időjárását. A 8. és a 9. helyen álló kódkombináció a két kivétel, de a három kódból kettő itt is ugyanaz, valamint a folyamat is: a P8-ast a P12.-es kód váltja. Makroszinoptikus szempontból ez is teljesen logikus: A nyugat felől érkező anticiklon

Közép-Európa fölé helyeződik középpontjával.

6.4. Szubjektív osztályozás, hibamátrix létrehozása, összehasonlítás a Károssy-féle tipizálással

A Péczely-féle osztályozás jelentősebb problémáinak kiküszöböléséhez egy 0 ponttól 6 pontig terjedő hibamátrixot állítottunk fel (III. táblázat), mely megmutatja, mekkora a különbség a Károssy-féle kód és a szubjektív kódunk által vázolt makroszinoptikus időjárási helyzetek között. Ezt követően a felállított hibamátrix felhasználásával osztályoztuk le a 2011-es év Károssy-féle besorolásait: minden egyes leosztályozott napot lepontoztuk a III. táblázat alapján. Ezt követően átlagoltuk a hibapontok összegéből az egy napra jutó hibapontok számát, valamint megszámoltuk a telitalálatok számát. Telitalálatok alatt azokat a besorolásokat értjük, melyek az adott napra vonatkozó makroszinoptikus helyzethez viszonyítva mindegyik általunk felállított szempontnak megfelelnek. Ezek a szempontok a következők:

- 1) az eredeti és a kapott érték áramlási viszonyai mennyire térnek el (90° esetén 1 hibapont, 180° esetén 2 hibapont, centrumhelyzet esetén 1 pont (kivétel, ha az eredeti és a kapott érték ellentétes centrumhelyzet, ekkor 2 hibapont))
- 2) ciklonális helyett anticiklonális (és fordítva): 2 hibapont
- 3) a Kárpát-medencéhez viszonyítva az adott típusokat meghatározó pontok légnyomási anomáliái egyértelműen ellentétes irányúak (ha kettő, vagy több ilyen van: 2 hibapont; ha csak egy: 1 hibapont)

	P1.	P2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
P1. mCc	0	2	1	3	5	4	2	3	4	5	3	3	1
P2. AB	2	0	2	5	4	5	4	1	3	2	2	3	4
P3. CMc	1	2	0	3	3	4	3	3	5	3	3	4	1
P4. mCw	3	5	3	0	2	2	2	5	3	4	3	3	2
P5. Ae	5	4	3	2	0	2	3	3	3	1	2	1	4
P6. CMw	4	5	4	2	2	0	3	5	4	3	3	4	1
P7. zC	2	4	3	2	3	3	0	2	2	5	4	4	3
P8. Aw	2	1	3	5	3	5	2	0	2	3	3	3	4
P9. As	4	3	5	3	3	4	2	2	0	4	3	1	5
P10. An	5	2	3	4	1	3	5	3	4	0	1	2	5
P11. AF	3	2	3	3	2	3	4	3	3	1	0	2	5
P12. A	3	3	4	3	1	4	4	3	1	2	2	0	6
P13. C	1	4	1	2	4	1	3	4	5	5	5	6	0

III. táblázat: Szubjektíven felállított hibamátrix

A 3) szempont meghatározásához meteorológiai térképeket használtunk fel. A vizsgálat eredményei: 190 telitalálat, valamint egy napra átlagosan 1,18 hibapont jut. Ha a telitalálatos napokat nem vesszük figyelembe, akkor egy napra már jóval több, mint a dupláját, 2.46 hibapontot lehet számolni. A 190 telitalálat nagy része a hosszú ideig fennmaradó tartósabb időjárási helyzetekből adódott, a legtöbb ilyen helyzet anticiklonális helyzet volt. Összességében ez alapján megállapítható, hogy a hosszan fennmaradó típusokra, folyamatokra nagyon jól használható az osztályozás, de a vizsgálat a módszer hibáit is megmutatta.

6.5. A Károssy-féle tipizálás összehasonlítása a Molnár-féle ciklonossági indexszel

A Molnár-féle cirkulációs indexek közül mi a ciklonossági indexet vizsgáltuk. Felmértük, hogy a 2011-es évben mennyire egyeztek az index értékei a Károssy-féle osztályozással. Egyelőre csak azt vizsgáltuk, hogy a félautomatikus osztályozás milyen mértékben ad azonos eredményt a szubjektív osztályozással besorolt ciklonális helyzetekhez képest.

A vizsgálatokhoz a GFS globális hidrosztatikus modell tengerszintre átszámított légnyomási adatait használtuk fel a Molnár József által meghatározott 24 rácspontra. Ezekből az adatokból megkaptuk minden egyes napra a ciklonossági index értékét, mely megmutatja, hogy a Kárpát-medencében az adott időpillanatban ciklonális, avagy anticiklonális jellegű hatások uralkodnak, így meg tudtuk határozni, hogy az adott nap időjárása ciklonális vagy anticiklonális jellegű. Az adott napra kapott jellegeket összevetettük az adott napra vonatkozó Károssy-féle besorolással, megvizsgáltuk, hogy az adott nap időjárási jellege és az ugyanazon napra vonatkozó kód ciklonális, vagy anticiklonális jellege megegyezik-e. A kapott eredmények azt mutatták, hogy az esetek 75,068%-ában az adott napra vonatkozó besorolás jellege megfelel az ugyanazon időpontra vonatkozó adatokból megkapott cirkulációs index által kimutatott időjárási jellegnek a Kárpát-medencében (a 365 vizsgált napból 274 esetben).

7. Összefoglalás

A dolgozatban a Péczely-féle makroszinoptikus osztályozás általános bemutatása után megvizsgáltuk, és elemeztük a 13 Péczely-kód követési gyakoriságát. Mivel egy kivétellel önmagával azonos típusú kód a leggyakoribb követő a típusoknál, megvizsgáltuk minden egyes típusra a leggyakoribb eltérő típusú követőket. Ezt követően nem csak egyenként a kódokra, hanem az összes kódparra is megvizsgáltuk a 13 típus követési gyakoriságát. A

vizsgálatok eredményei makroszínóptikus szempontból logikusan magyarázhatók. Az elemzések után létrehoztunk egy szubjektív hibamátrixot is. A hibamátrix segítségével a követési gyakoriság alapján előállított perzisztencia-, illetve statisztikai prognózisok ugyanúgy számszerűen validálhatók, mint más objektív vagy szubjektív módon előállított előrejelzések. Emellett egy korábban előállított ciklonossági indexszel felmértük, hogy a Károssy-féle besorolás általi adott napi ciklonális vagy anticiklonális jelleg mennyire egyezik a Molnár-féle cirkulációs index értékével. A statisztikai elemzések és a Péczely-kód meghatározására szolgáló módszerek kvantitatív összehasonlítása hozzájárulhatnak objektív osztályozási algoritmusok kifejlesztéséhez.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni dr. Károssy Csabának, hogy a munkánkhoz rendelkezésre bocsátotta a Péczely-kódok adatbázisát, illetve dr. Molnár Józsefnek, akinek köszönhetően rendelkezésre állhattak számunkra az általa a Péczely-kódok alapján felállított adatbázisok, valamint az előállított cirkulációs indexek. Továbbá külön köszönöm témavezetőimnek, dr. Mészáros Róbertnek és Leelőssy Ádámnak a határtalan türelmüket és lelkes segítőkészségüket.

Irodalomjegyzék

- Ambrózy, P., Bartholy, J., Gulyás, O., 1983: Évszakos bontású makroszinoptikus típusok kialakítása cluster-analízissel az atlanti-európai térségre. Meteorológiai tanulmányok, No.39.
- Anagnostopoulou C, Tolika K, Maheras P, 2009: Classification of circulation types: a new flexible automated approach applicable to NCEP and GCM datasets. Theor Appl Climatol 96: 3–15.
- Babolcsai, Gy. és Hirsch, T., 2006: Characteristics and synoptic classification of heavy snowfall events in Budapest for the period 1953-2003, Part II. Időjárás, Vol. 110, No. 2, April-June 2006, pp. 155–173.
- Bartholy, J. és Kaba, M., 1987: A Hess-Brezowsky-féle makroszinoptikus típusok meteorológiai statisztikai elemzése és korrekciója. Meteorológiai tanulmányok, No.57.
- Baur, F., Hess, P., Nagel, H., 1944: Kalender der Grosswetterlagen Europas 1881-1939. BadHomburg 35.pp
- Bebber, W. J. van 1891. Die Zugstrassen der barometrischen Minimanach den Bahnenkarten der Deutschen Seewartefür den Zeitraum von 1870-1890. Meteorol. Zeitschrift 8. pp.
- Bissoli, P. és Dittmann, E., 2001: The objective weather type classification of the German Weather Service and its possibilities of application to environmental and meteorological investigations. Meteorol. Zeitschrift, 10, pp. 253–260.
- Bodolainé, J. E., 1983: Mennyiségi csapadék előrejelzés a Duna és a Tisza vízgyűjtő területére a csapadékot létrehozó folyamatok találkozási modellje alapján. Kézirat.
- Brádka J, Dřevíkovský A, Gregor Z, Kolesár J, 1961: Weatheron the territory of Bohemia and Moravia intypical weather situations (in Czech) Hydrometeorological Institute, Prague, 32 pp.
- Busch, U. és Heimann, D., 2001: Statistical-dynamical extrapolation of a nestedregionalclimatesimulation. Clim.Res., Vol.19, pp. 1–13.
- Cahynová M, Huth R, 2009a: Enhanced lifetime of atmospheric circulation types over Europe: fact or fiction? Tellus 61A: 407–416.
- Cahynová M, Huth R, 2009b: Changes of atmospheric circulation in central Europe and their influence on climatic trends in the Czech Republic. Theor Appl Climatol 96: 57–68.

- Casado MJ, Pastor MA, Doblas-Reyes FJ, 2009: Euro-Atlantic circulation types and modes of variability in winter. *Theor Appl Climatol* 96: 17–29.
- Esteban P, Martin-Vide J, Mases M, 2006: Daily atmospheric circulation catalogue for Western Europe using multivariate techniques. *Int. J. Climatol.* 26: 1501–1515.
- Fehér Z, Járαι-Komlódi M (1996) Relationship between Airborne Ragweed Pollen concentration and the Macrosynoptic Weather Types in Budapest, Hungary. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996 3: 121–126.
- Hess, P., Brezowsky, H., 1952: Katalog der Grosswetterlagen Europas. Bibliothek des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone 33, 39pp.
- Hess, P., Brezowsky, H., 1969: Katalog der Grosswetterlagen Europas. 2. neu bearb. u. erg. Aufl.. Ber. Dt. Wetterd. 15 (113).
- Hess, P., Brezowsky, H., 1977: Katalog der Grosswetterlagen Europas 1881-1976. 3. verb. u. erg. Aufl.. Ber. Dt. Wetterd. 15 (113).
- Hirsch, T., 2005: Objective classification of weather systems causing heavy precipitation in winter in Hungary using ERA40 data. *Proceedings of the 7th European Conference on Applications of Meteorology, ECAM 2005*, 12-16 September 2005, Utrecht, Netherlands.
- Károssy Cs. 1998: A Kárpát-medence Péczely-féle makroszinoptikus helyzeteinek katalógusa (1983-1995) Földrajzi kaleidoszkop. Tanulmányok Krajkó Gyula professzor 70. Születésnapjára. JPTE-JATE. Pécs-Szeged. 330-340.
- Károssy, Cs. 1999: Légkörtan I. – Általános meteorológia
- Károssy Cs. 1999: Adatok a Kárpát-medence Péczely-féle időjárási helyzeteinek statisztikai jellemzőiről. Kézirat. 094/1997 K+F pályázati beszámoló
- Lamb HH, 1972: British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation patterns 1861–1971. *Geophysical Memoirs* 116: 85.
- Lauscher, F., 1972: 25 Jahre mit täglicher Klassifikation der Wetterlage in den Ostalpenländern. *Wetter und Leben*, 24.
- Makra L, Mika J, Bartzokas A, Sümeghy Z 2007: Relationship between the Péczely's large-scale weather types and air pollution levels in Szeged, southern Hungary. *Fresenius Environmental Bulletin* 16 (6): 660–673.
- Michailidou C, Maheras P, Arseni-Papadimitriou A, Kolyva-Machera F, Anagnostopoulou C, 2009: A study of weather types at Athens and Thessaloniki and their relationship to circulation types for the cold-wet period, part I: two-step cluster analysis. *Theor Appl*

Climatol 97: 163–177.

Molnár J 2003: A légnyomási mező szerkezete és módosulása a Kárpát-medence térségében.

Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, Debrecen, 166 old.

Namias, J. 1950: The index cycle and its role in the general circulation. *Journal Meteorology*, 7, 130-139.

Mészáros R, Leelőssy Á, Vincze Cs, Szűcs M, Kovács T, Lagzi I 2012: Estimation of the dispersion of an accidental release of radionuclides and toxic materials based on weather type classification. *Theor Appl Climatol* (2012) 107:375–387.

Péczely Gy 1957: Áramlási helyzetek Magyarországon különböző makroszinoptikus helyzetekben. *Időjárás* 61: 408

Péczely Gy. 1959b: Budapest légszennyeződése különböző makroszinoptikus helyzetekben. [Air pollution in Budapest in different macrosynoptic situations. (in Hungarian)] *Időjárás* 63(1):19–27

Péczely Gy (1961a) Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek éghajlati jellemzése. [The climatological characterisation of the macrosynoptic situations in Hungary. (in Hungarian)] 32. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Péczely Gy (1983a) Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek katalógusa (1881-1983). [A catalogue of the macrosynoptic situations of Hungary. (in Hungarian)] *Meteorológiai Tanulmányok* 53. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Philipp A, 2009: Comparison of principal component and cluster analysis for classifying circulation pattern sequences for the European domain. *Theor Appl Climatol* 96: 31–41.

Schüepp, M., 1968: Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 - 1967 im zentralen Alpengebiet. Veröff. SMA Zürich, 11.

Stehlik J, Bárdossy A, 2003: Statistical comparison of European circulation patterns and development of a continental scale classification. *Theor. Appl. Climatol.* 76: 31–46.

Wetterhall F, Bárdossy A, Chen D, Halldin S, Chong-yu Xu, 2009: Statistical downscaling of daily precipitation over Sweden using GCM output. *Theor Appl Climatol* 96: 95–103.

Internetes hivatkozás:

http://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/

http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_hungary.html