

KÖPPEN ÉS HOLDRIDGE ÉGHAJLATI OSZTÁLYOZÁSÁNAK ÖSSZEHAJLÍTÓ VIZSGÁLATA EGY GLOBÁLIS LÉPTÉKŰ ADATBÁZISON

COMPARISON OF THE KÖPPEN'S AND HOLDRIDGE'S CLIMATE CLASSIFICATIONS USING A GLOBAL SCALE CLIMATE DATASET

Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Szelepcsényi Zoltán és Kozma Imre

ELTE, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
acs@caesar.elte.hu, bhajni@nimbus.elte.hu, szelep@vipmail.hu

Összefoglalás. Köppen és Holdridge éghajlat-osztályozási rendszerét hasonlítottuk egy globális adatbázison. Az adatbázis havi csapadék- és hőmérsékletadatokat tartalmaz. Az állomások területi eloszlása nem egyenletes, de a Föld összes klímáját lefedik. A klímaképletek viszonyát mind általános, mind speciális esetekben vizsgáltuk. Egyértelműen meggyőződhetünk arról, hogy Köppen osztályozása egyes esetekben igen goromba, és nem tükrözi hűen a helyszínen uralkodó nedvességi viszonyokat. A kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a Holdridge-féle rendszerrel kapott klímaleírás megbízhatóbb, mint a Köppené, annak ellenére, hogy a Köppen-féle rendszer népszerűbb és elterjedtebb.

Abstract. Köppen's and Holdridge's climate classification methods were compared using a global dataset. The dataset contains monthly values of precipitation and temperature of the stations. The areal distribution of stations is not uniform; in spite of this they cover all climate types of the Earth. The relationship between climate formulae is analyzed in both the general and special cases. On the base of the investigations we determined unequivocally that Köppen's climate classification is too crude and less accurate as Holdridge's one notwithstanding that Köppen's is much more popular and used in many classification.

Bevezetés. Köppen (1923) éghajlatosztályozása egyszerű és egzakt, így a mai klimatológiai (pl. Kottek és mtsai., 2006) és az éghajlatváltozással (pl. Rubel és Kottek, 2010) kapcsolatos vizsgálatokban is sokrétűen alkalmazzák. Köppen implicit módon számításba veszi a növényzet területi eloszlását a klímák rendszerezésében, de az egyik legfontosabb, növényzettel kapcsolatos mutatót, az evapotranszspirációt nem használja fel. Az evapotranszspiráció fontosságát a klímarendszerezésben elsők között Holdridge (1947) ismerte fel. Holdridge e tényező hatását a lehető legegyszerűbb módon, az évi potenciális evapotranszspiráció számításával értékelte. Az így kapott rendszerezés gyakorlatilag életformákban és az adott életformákhoz tartozó tipikus ökológiai egységekben gondolkodik. Ugyanúgy, mint Köppen (1923), a Holdridge-féle rendszerezés is egzakt és – tekintettel arra, hogy a Föld komplex ökoszisztémáját jellemzi – egyszerű. A rendszerezést az ún. Holdridge-féle háromszögdiagram (1. ábra) jeleníti meg. E tanulmány célja e két klímaosztályozás összehasonlító vizsgálata makroskálán. Az összehasonlítás során a kiválasztott hely klímájának minél pontosabb, valóságosabb megismerése a cél. E mellett persze meggyőződhetünk a klímaosztályozások előnyeiről és hátrányairól is, ami a klímarendszerezések jövőbeni oktatásában nem mellékes szempont. Összehasonlító vizsgálatainkban – ugyanúgy, mint az előző Köp-

pen–Thorntwaite-féle összehasonlítás során (Ács és mtsai., 2010) – vegetációképeket is fogunk használni. A képek használata érdekes vagy akár indokolt is, olyan szempontból, hogy a Holdridge-féle rendszerezés tipikus ökológiai egységekben és az adott egységekhez tartozó jellemző vegetációformákban gondolkodik. A képeket tehát egyfajta ellenőrzésként fogjuk használni összehasonlító elemzéseinkben.

Anyag és módszer. Vizsgálatainkhoz – ugyanúgy mint az előző Köppen–Thorntwaite-féle összehasonlítás során – a Lamb-féle adatbázist (Lamb, 1978) használtuk, ami 230 állomás havi csapadék- és hőmérsékletadatait tartalmazza. Ezért az adatbázist jellemző alapvető információk (az adatbázist alkotó mérőállomások sorszámai és területi eloszlásai, valamint az állomások évi csapadék- (P) és hőmérsékleti (T) adatait összefoglaló P(T) diagram) ismertetését ezúttal mellőzni fogjuk. Az elemzések során a kiválasztott helyszínek tipikus vegetációját a www.panoramio.com weboldalról letöltött vegetációképek segítségével szemléltettük. E vegetációképeket laikusként használtuk; összehasonlító vizsgálatainkban azonban szemléltető vagy bizonyító erejük vitathatatlan.

Köppen és Holdridge éghajlatleíró módszerének ismertetését ezúttal mellőznünk kell a cikk terjedelmi korlátai miatt. Ezek részletes leírása megtalálható Szelepcsényi és mtsai. (2009) munkájában.

góriái (trópusi, meleg-mérsékelt, hideg-mérsékelt, boreális, szubpoláris és poláris) az y -, míg a nedvességi kategóriái (szemiparched, szuperarid, periarid, arid, szemiarid, szubhumid, humid, perhumid és szuperhumid) az x -tengelyen vannak feltüntetve. Vegyük szemügyre előbb az *ET* (tundra) klímák eloszlását! E klímaképlet mutatja a legnagyobb szórást a Holdridge-féle rendszerben a kapott összes klímaképlet közül. Megtalálható nemcsak a poláris és a szubpoláris, hanem a boreális és a hideg-mérsékelt kategóriában is. A boreálisban négy, míg a hideg-mérsékelt kategóriában egy ilyen esetünk volt. A szórás a nedvességi kategóriák szerint valamelyest kisebb, mint a hőmérséklet esetében. Itt a szórás a humid és a szuperhumid kategóriák között figyelhető meg. Az *ET* képletek szórásához viszonyítottan a *D* (beleértve a *Df*-et, a *Dw*-t és a *Ds*-t) képletek szórása valamelyest kisebb. A biohőmérsékleti kategóriák tekintetében a szubpoláristól a hideg-mérsékeltig, míg a nedvességi kategóriák szerint a szubhumidtól a szuperhumidig szóródnak. Emeljük ki azonban, hogy a szubpoláris kategóriában mindössze egy *Df* és a szubhumid kategóriában is csak egy *Ds* képletünk volt. A *D* képletek zöme tehát a hideg-mérsékelt és boreális, valamint a humid és a szuperhumid kategóriák között van. A *C* (beleértve a

Cf-et, a *Cw*-t és a mediterráni *Cs*-t) képletek szórása már inkább a nedvességi kategóriák függvényében tapasztalható. Megfigyelhető, hogy sok-sok *C* képlet van a hideg-mérsékelt kategóriában is, de szóródásuk a nedvesség függvényében sokkal nagyobb: a szemiaridtól (itt a *Cs*-ek a jellemzők) a szuperhumidig (itt *Cf* található). A többi meleg klíma (*A*, *BS* és *BW*) esetében a szóródás már gyakorlatilag csak a nedvességi kategóriák függvényében történik. Egy igen szűk hőmérsékleti sávban – a trópusi és a meleg-mérsékelt hőmérsékleti kategóriák határánál – figyelhető meg a trópusi klímák eloszlása a szubhumid és a perhumid nedvességi kategóriák között. Ehhez képest a *BS* klímák szóródása nagyobb. Ezek értelemszerűen megtalálhatók a hideg-mérsékelt kategóriában is; a nedvességet illetően pedig az arid és a szubhumid tartományok között szóródnak. A *BW* klímák nedvességi kategóriák szerinti szóródása a *BS* klímákhoz képest még nagyobb. E szóródás négy tartományban, a szemiparched és az arid tartományok között figyelhető meg. Ugyanúgy, mint a *BS* klímák

esetében, a hideg-mérsékelt hőmérsékleti kategóriában is vannak *BW* klímák. A *BS* és a *BW* klímák területi eloszlása nem válik el élesen egymástól; átfedésük az arid nedvességi kategóriában figyelhető meg. Hasonló átfedés, érintkezési terület figyelhető meg a *BS* és a *Cs* klímák között a szemiarid nedvességi kategóriában.

A látottak alapján kijelenthetjük, hogy Köppen klímaképleteinek területi eloszlása a Holdridge-rendszer függvényében – az *ET* klímaképlet kivételével – a nedvességi kategóriák függvénye. Az *ET* klímák esetében e területi eloszlás a hőmérsékleti kategóriák függvénye.

Kiválasztott egyedi esetek. Egyedi esetek összehasonlítása során olyan állomásokat választottunk, amelyeknél Köppen képlete megegyezett, de a Holdridge-féle életforma-osztályozások között legalább egy életforma-osztályozás volt, azaz nem voltak egymásnak

közvetlen szomszédjai. Egy ilyen eset az *1. ábrán* pl. a trópusi sivatag és a trópusi tuskés bozót; a közöttük elhelyezkedő életforma rendszer a trópusi sivatagi bozót. Vizsgálataink során egy *ET*, egy *Cfa*, egy *Cfb*, egy *BW* és egy *Aw* típusú Köppen-féle klímát választottunk. Az adott esetekben a Holdridge-féle életforma-kategóriák

1. táblázat. Az esetvizsgálatokhoz kiválasztott állomások Köppen-féle klímaképletei és Holdridge-féle életforma kategóriái

Állomásnév	Köppen	Holdridge
Frobisher-öböl, Baffin-sziget	ET	Szubpoláris esős tundra
Falkland-szigetek, Stanley	ET	Boreális üde erdő
Kagoshima, Japán	Cfa	Meleg-mérsékelt nedves erdő
Buenos Aires, Argentína	Cfa	Meleg-mérsékelt száraz erdő
Bergen, Norvégia	Cfb	Hideg-mérsékelt esős erdő
Szimferopol, Ukrajna	Cfb	Hideg-mérsékelt füves puszta
Jodhpur, India	BWh	Trópusi tuskés bozót
Tamanrasset, Algéria	BWh	Szubtrópusi sivatag
Manila, Fülöp-szigetek	Aw	Trópusi üde erdő
Kiribati, Canton-sziget	Aw	Trópusi extra száraz erdő

észrevehetően különböztek. A kiválasztott esetek sorozatait, helyszíneit és klímaképleteit az *1. táblázatban* találjuk meg. Menjünk sorban a Köppen-féle klímaképletek szerint!

ET klíma (tundra klíma). Mind a Baffin-szigeten kiválasztott helyszín (kb. a 65° N földrajzi szélesség), mind pedig a Falkland-szigeteken kiválasztott helyszín (kb. a 52° S földrajzi szélesség) Köppen-féle klímaképlet alapján *ET*. A Holdridge-féle osztályozás szerint azonban a Baffin-szigeten szubpoláris esős tundra van, míg a Falkland-szigeteki Stanley-ben boreális üde erdő. Az előbbi leírás szerint a tipikus növényzet tundra, melynek vízellátottsága maximális (lásd az *3. ábrát*), azaz szuperhumid. Az utóbbi leírás szerint viszont a tipikus növényzetet fenyvesek alkotják, melyek vízellátottsága közepes, azaz humid. Nyilvánvaló, hogy a fenyvesek nagyobb hő- és vízellátottságot igényelnek, mint a tundrák. Ezért a Falkland-szigetek növényzetének jóval dúsabbnak kell lennie a Baffin-sziget növényzeténél, legalábbis a Holdridge-



3. ábra. A Baffin- (bal) és a Falkland-szigeteken (jobb) kiválasztott helyszínek növényzete (www.panoramio.com)



4. ábra. Kagoshima (bal) és Buenos Aires (jobb) környékének tipikus növényzete (www.panoramio.com)



5. ábra. Bergen (bal) és Szimferopol (jobb) környékének tipikus növényzete (www.panoramio.com)

féle osztályozás szerint. E következtetésünket a 3. ábra képei is igazolják. Látható, hogy Stanley közelében a növényzet sokkal dúsabb, mint a tipikus tundrai növényzet. Ugyanakkor az is látható, hogy Stanley környékén nincsenek fenyvesek. Ez nem meglepő, ugyanis a Holdridge-féle osztályozás a potenciális, klimatikus lehetséges növényzetben gondolkodik.

Cfa klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és forró nyárral). A Köppen-féle rendszer alapján Kagoshima (32° N földrajzi szélesség) és Buenos Aires (35° S földrajzi szélesség) klímája megegyezik és Cfa képlettel jellemezhető. Holdridge alapján azonban klímáik különböznek. Kagoshima klímájához tartozó tipikus vegetáció

a nedves erdő, míg Buenos Aireséhez a száraz erdő. Látható-e e különbség a képeken is esetleg (4. ábra)? Mindkét képen a növényzet dús. Buenos Aires környékén a vegetáció szinte ugyanolyan, mint Magyarország alföldi részein. Kagoshima környékén a látható növényzet azonban ettől az előbbi formától eltér: valamelyest dúsabb, a fás növényzet sűrűbb, és a kép alapján az a benyomásunk, hogy Kagoshima környékét nagyobb vízbőség jellemzi, mint Buenos Airesét. Ezt más képek is igazolják, de az elmondottak a földrajzi szélességek összevetéséből is következnek.



mérsékleti övben). E nedvességbeli különbség a 5. ábra képeiről is egyértelműen látható. E különbséget a Thornthwaite-féle képletek esetében is regisztráltuk. Persze e képeken is látható, hogy a szimferopoli táj kifejezettebben kultúrtáj (emberalakította terület), mint a bergeni.

BWh klíma (forró sivatagi klímák). Köppen szerint Jodhpur és Tamanrasset éghajlata megegyezőnek vehető, és *BWh* képlettel jellemezhető. Holdridge szerint azonban jelentős nedvességbeli különbség van közöttük: Jodhpurban a trópusi tüskés bozót, míg Ta-



6. ábra. Jodhpur (bal) és Tamanrasset (jobb) környéke



7. ábra. Manila környéke (bal) és a Kiribati szigetecsoport Canton-szigetének (jobb) tipikus vegetációja

Cfb klíma (meleg-mérsékelt klíma egyenletes éven belüli csapadékeloszlással és meleg nyárral). Bergen és Szimferopol esetét már a Köppen-Thornthwaite-féle összehasonlítás során elemeztük (Ács és mtsai., 2010). A helyszínpárost újból, röviden szemügyre vesszük a Holdridge-féle rendszer leírása alapján. Holdridge szerint mindkét helyszín mérsékeltlen hideg klímájú, de Bergen nedvessége szuperhumid (esős erdő életformarendszer a hideg mérsékelt hőmérsékleti övben), míg Szimferopolé szubhumid (füves puszta életformarendszer a hideg mérsékelt hő-

manrassetben a szubtrópusi sivatag a jellegzetes életforma rendszer. Az előbbi arid, míg az utóbbi perarid nedvességű, azaz az aridnál egy fokozattal szárazabb. Az 6. ábrán látható képek alapján e nedvességbeli különbség – a gyér vegetáció és a kősvatag képeiről – egyértelműen látható.

Aw (szavanna klíma). A szavanna klímák közötti nedvességbeli különbségek igen nagyok lehetnek. E különbségeket alapvetően a csapadékos vagy száraz évszak hossza határozza meg. E lehetséges nagy

különbségek szemléltetése végett Manila, a Fülöp-szigetek és a Kiribati szigetcsoport Canton-szigetének klímáját hasonlítottuk össze. Köppen szerint mindkét helyszín klímája A_w képlettel jellemezhető, azaz szavanna klímájúnak mondható. Holdridge szerint viszont a két helyszín életformarendszere jelentősen különbözik: Maniláé trópusi üde erdő, míg a Canton-szigeté trópusi extra száraz erdő. Az előbbi humid, míg az utóbbi szemiarid nedvességet jelent. A 7. ábra képei e markáns nedvességbeli különbséget gyönyörűen szemléltetik. A Manila környéki, rizsföldes kultúrtáj nagy nedvességére utal a rizskultúra nagy vízigénye is. Ezzel szemben az alacsony növéssű, bozotos jellegű növényzet hűen tükrözi az előbbihez képest gyéresebb nedvességi viszonyokat.

Befejezés. Köppen és Holdridge klímaosztályozásának összehasonlító vizsgálatát végeztük el a globális léptékű Lamb-féle adatbázison. Az elemzésünk kiterjedt az adatbázis összes állomására, de végeztünk összehasonlításokat az adatbázis egyes kiválasztott állomásaira is. Az összes állomásra vonatkozó összehasonlítás eredményeit a 2. ábra szemlélteti. Az ábra szerint a száraz klímák esetén (pl. BWh klíma) a Köppen-féle képletek eloszlása érzékeny a Holdridge-féle rendszerben felállított nedvességi kategóriákra. A nedvességi kategóriák közti szórás oka, az hogy a Köppen-féle osztályozás elsősorban a hőmérséklet alapján rendszerezi az éghajlatokat, és a nedvesség csak a képlet második betűjében mutatkozik meg. Kivételt képez ezen módszer alól a B klímák meghatározása, amely a rendkívül alacsony csapadékosság miatt kerül elkülönítésre. A hideg klí-

mákban (ET klíma) ez az eloszlás azonban a Holdridge-féle rendszer hőmérsékleti kategóriáira érzékeny. Az egyes kiválasztott állomásokra vonatkozó elemzéseinkhez mintegy „döntőbíróként” szolgáló vegetációképeket használtunk. A képek alapján egyértelműen meggyőződhetünk arról, hogy Köppen osztályozása egyes esetekben igen goromba, és nem tükrözi hűen a helyszínen uralkodó nedvességi viszonyokat. A kapott eredmények alapján a Holdridge-féle rendszerrel kapott klíma leírás megbízhatóbb, mint a Köppené, annak ellenére, hogy a Köppen-féle rendszer népszerűbb és elterjedtebb.

Irodalom

- Ács, F., Szelepcsényi, Z., és Breuer, H., 2010: Köppen és Thornthwaite klímájának összehasonlító vizsgálata egy globális léptékű adatbázison. *Léggör* (elfogadva)
- Holdridge, L. R., 1947: Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105, 367–368.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., and Rubel, F., 2006: World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15, 259–263.
- Köppen, W., 1923: *Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde.* Walter de Gruyter
- Lamb, H. H., 1978: *Climate, present, past and future. Volume 1, Fundamentals and climate now.* Methuen & Co Ltd, 613
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., Ács, F., & Kozma, I., 2009: Biofizikai klímaklasszifikációk (1. rész: a módszerek bemutatása). *Léggör* 54, 21–26.
- Thornthwaite, C. W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38, 5–94.
- Rubel, F., és Kottek, M., 2010: Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen–Geiger climate classification. *Meteorol. Z.* 19, 135–141.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KÖZLEMÉNYE

Az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke – a 6/2003. (IV. 28.) KvVM rendelet alapján – a Meteorológiai Világnap alkalmából, (2011. március 23.) **miniszteri elismerések** adományozására kíván előterjesztést tenni.

A meteorológia területén kimagasló tudományos kutatások és szakmai eredmények elismeréséül két Schenzl Guidó-díj, valamint négy Pro Meteorologia Emlékplakett adományozására kerülhet sor.

A Szolgálat elnöke felhívja a szakmai, tudományos és társadalmi szervezeteket, egyesületeket, kamarákat, gazdálkodó szervezeteket, intézményeket, önkormányzatokat, valamint a meteorológia iránt érdeklődést tanúsító magánszemélyeket, hogy az elismerésre tegyék meg javasolataikat.

A javaslatokat **2010. január hó 31.** napjáig kell az Országos Meteorológiai Szolgálat Elnöki Irodájára

1024 Budapest Kitaibel Pál utca 1,

saha.a@met.hu,

a személyügyi referensnek eljuttatni.

A javaslat tartalmazza a jelölt nevét, személyi adatait, munkahelyét, beosztását, tudományos fokozatát, korábbi kitüntetéseit, továbbá az indítványt megalapozó eredményeit is.

Az elismerések adományozására beérkezett javaslatokat az erre a célra alakult bizottság értékeli, amelyben a Szolgálaton kívül képviselteti magát a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, a Magyar Tudományos Akadémia, az ELTE Meteorológiai Tanszéke, valamint a Magyar Meteorológiai Társaság.

Az elismeréseket a miniszter vagy megbízottja a Meteorológiai Világnapon ünnepélyes keretek közt adja át.

Országos Meteorológiai Szolgálat