

## ÖSSZEFOGLALÓ

A hótakaró lényeges szerepet játszik a Föld éghajlati rendszerében, hiszen befolyásolja a felszíni energiaháztartást magas albedóján keresztül, hatással van a lefolyásra, a talajnedvességre, a párolgásra, az ivóvíz-ellátásra, valamint a talajhőmérséklet szempontjából is meghatározó tényező lehet. A havazás sokrétű szerepe miatt fontos, hogy elemezzük a jövőben valószínűsíthető változásait és annak hatásait. Kutatásunkban a hőmérsékletet, a csapadékot, a hóborítottság arányát, a hóvastagságot, a felszíni olvadási és a lefolyást vizsgáltuk CORDEX-szimulációk (Jacob *et al.*, 2014) alapján az 1971–2009 időszakra. A bizonytalanság számszerűsítésének érdekében öt klímamodel-szimulációt elemeztünk, amelyek mindhárom RCP forgatókönyv (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5; Moss *et al.*, 2010) figyelembe vételével is rendelkezésre álltak. Az elemzés során nyolc európai, különböző éghajlattal (óceáni, kontinentális, boreális) jellemezhető régióra vonatkozóan határoztuk meg a meteorológiai változók területi átlagait. A kiszámított értékeket három 30 éves periódusra (1971–2000, 2021–2050, 2069–2098) átlagoltuk és a relatív változásokat is meghatároztuk. A bizonytalansági faktorok szerepét egymáshoz képest is értékeltük. Eredményeink azt mutatják, hogy a klímamodel megválasztása, valamint a belső változékonyság hangsúlyosabb a szcenárió megválasztásához képest. A múltbeli időszakra validációs vizsgálatot végeztünk, amelyhez az ERA-20C adatbázist (Poli *et al.*, 2016) használtuk fel referenciaként. Eredményeink szerint (az éghajlati projekciók multimodell átlaga alapján) az évi átlaghőmérséklet és az évi átlagos csapadékösszeg is növekedni fog a kiválasztott régiókban. A legtöbb területen a hóolvadás korábbra tolódására és a hótakarós időszak rövidülésére lehet számítani (minél pesszimistább a szcenárió, annál nagyobb mértékű a csökkenés), amely a téli turizmusra is óriási hatást gyakorolhat.

## HIVATKOZÁSOK

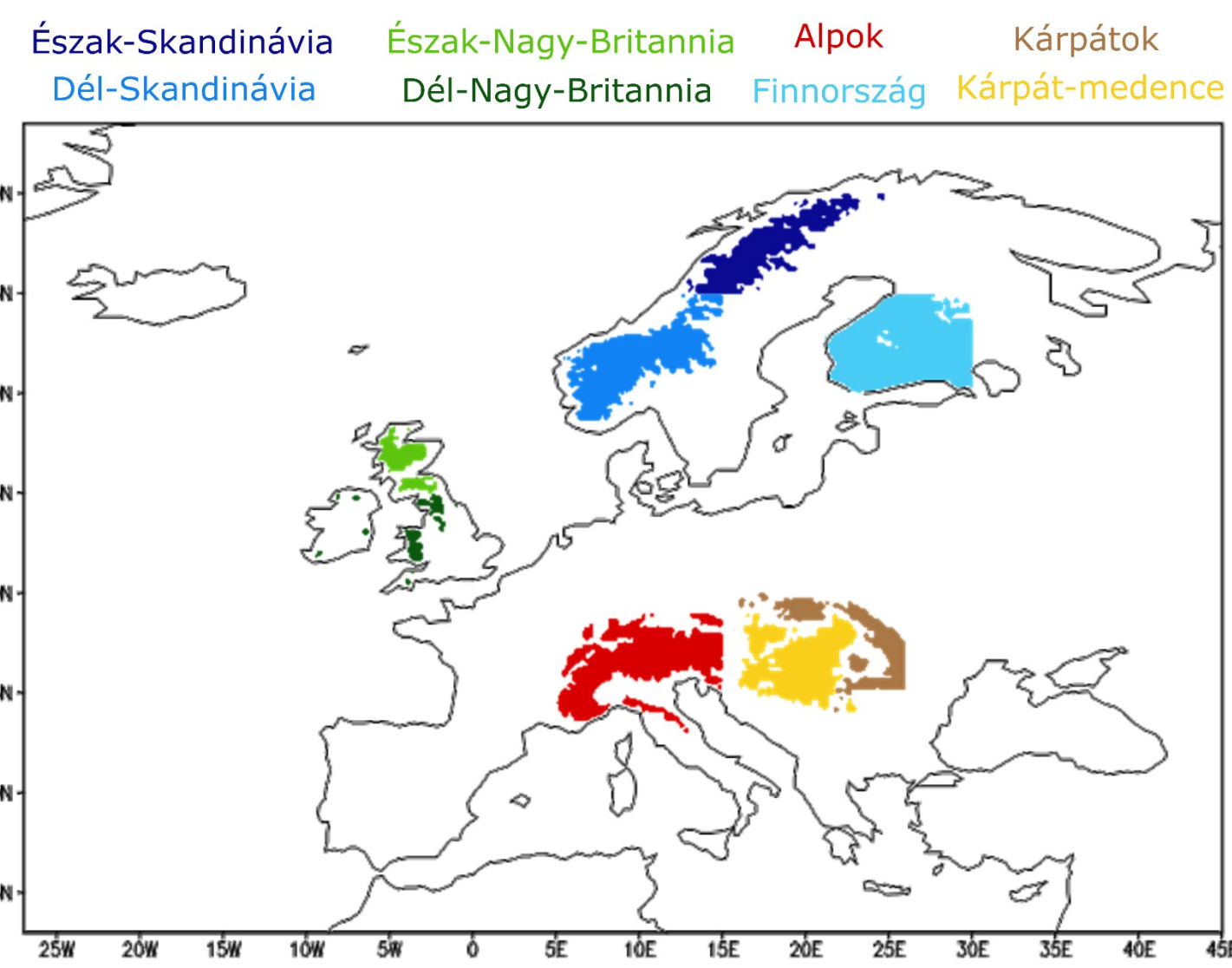
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O.B., Bouwer, L.M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., Kröner, N., Kotlarski, S., Kriegsmann, A., Martin, E., van Meijgaard, E., Moseley, C., Pfeifer, S., Preussmann, S., Radermacher, K., Radtke, K., Reichid, D., Rounsevell, M., Samuelsson, P., Somot, S., Soussana, J.-F., Teichmann, C., Valentini, R., Vautard, R., Weber, B., Yiou, P., 2014: EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg. Environ. Change*, 14: 563–578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>
- Kis, A., Pongrácz, R.: The role of temperature and the NAO index in the changing snow-related variables in European regions in the period 1900–2010. *Hungarian Geographical Bulletin*. (elfogadva)
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., van Vuuren, D.P., Carter, T.E., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F.B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P., Wilbanks, T.J., 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463: 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Poli, P., Hersbach, H., Dee, D.P., Berrisford, P., Simmons, A.J., Vitart, F., Lalouaux, P., Tan D.G.H., Peubey, C., Thépaut, J.-N., Trémolet, Y., Hólm, E.V., Bonavita, M., Isaksen, L., Fisher, M., 2016: ERA-20C: An Atmospheric Reanalysis of the Twentieth Century. *J. Climate*, 29(11): 4083–4097. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0556.1>

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet az adatokért a CORDEX-programnak. Kutatásainkat a PD-138023 és a K-129162 projektek támogatták.



## ADATOK



### Célterületek:

#### Nyolc különböző régió:

- Észak-Skandinávia: hegyvidék (> 500 m), boreális éghajlat
- Dél-Skandinávia: hegyvidék (> 500 m), boreális éghajlat
- Finnország: síkság (< 200 m), boreális éghajlat
- Észak-Nagy-Britannia: dombosság (> 200 m), óceáni éghajlat
- Dél-Nagy-Britannia: dombosság (> 200 m), óceáni éghajlat
- Alpok: hegyvidék (> 500 m), kontinentális éghajlat
- Kárpátok: hegyvidék (> 500 m), kontinentális éghajlat
- Kárpát-medence: síkság (< 200 m), kontinentális éghajlat

A vizsgálathoz felhasznált jövőre (2006–2100) vonatkozó regionális klímamodel (RCM) szimulációk és az azokat meghajtó globális éghajlati modellek (GCM-ek)

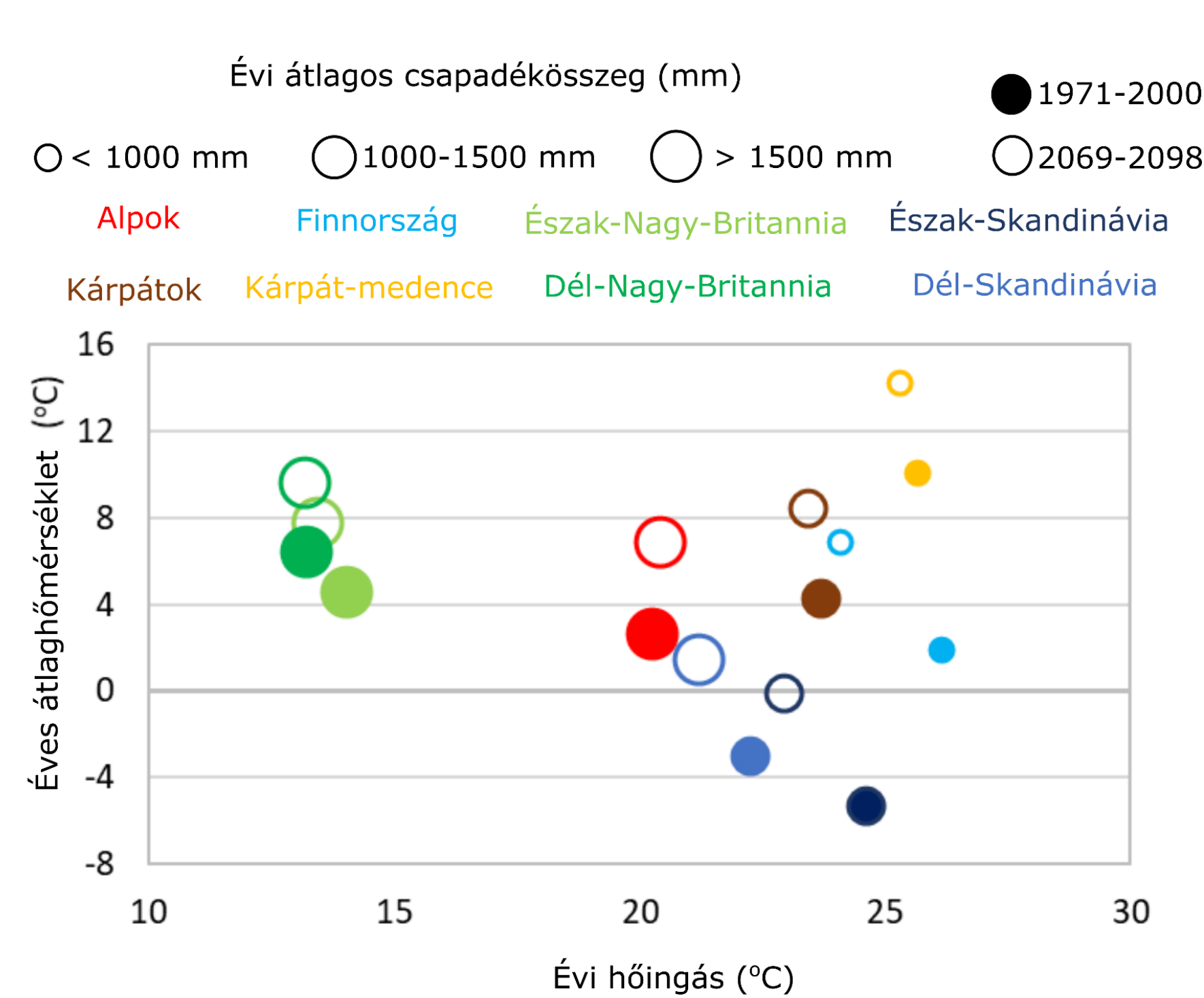
Három különböző forgatókönyv:

- RCP2.6 vs. HIST
- RCP4.5 vs. HIST
- RCP8.5 vs. HIST

GCM/RCM	RACMO22E	CCLM4-8-17	ALADIN63	RCA4
MOHC-HadGEM2-ES	X			
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	X		X	
ICHEC-EC-EARTH		X		
NCC-NorESM1-M				X

## EREDMÉNYEK

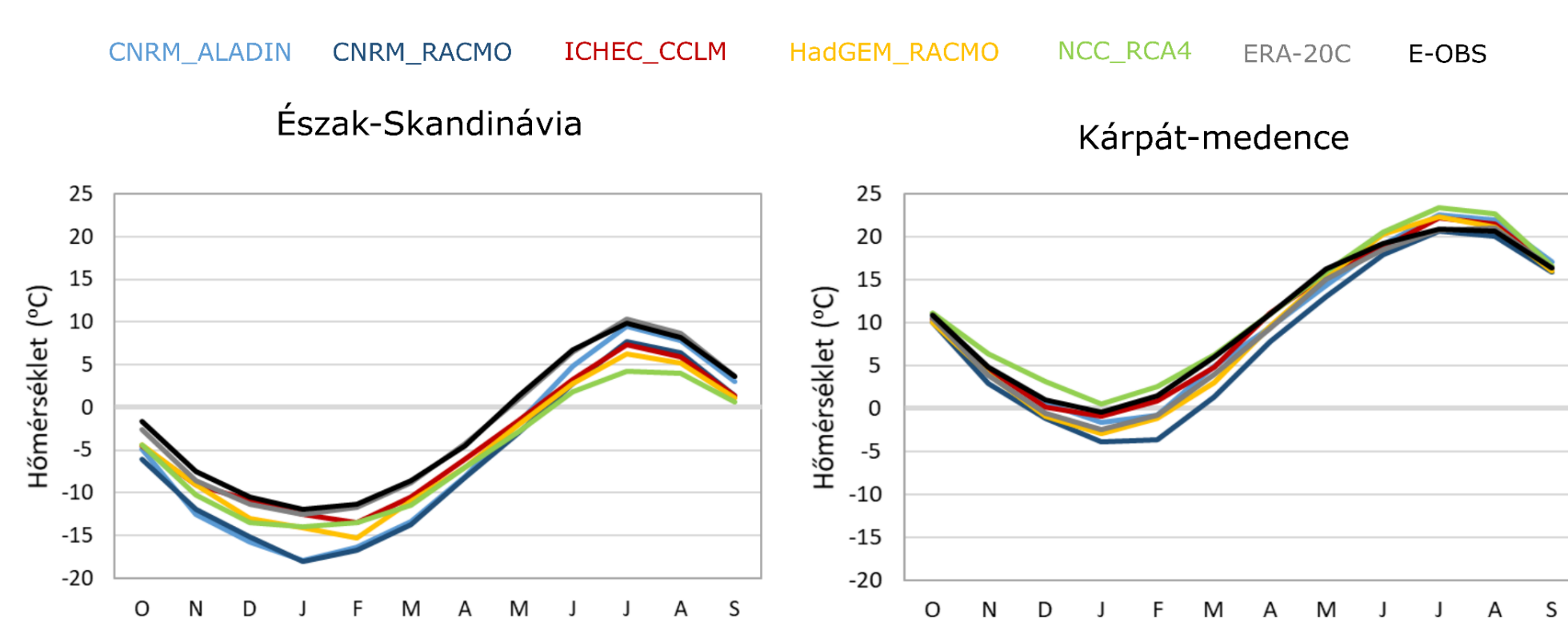
### HŐMÉRSÉKLET- ÉS CSAPADÉKVÁLTOZÁS



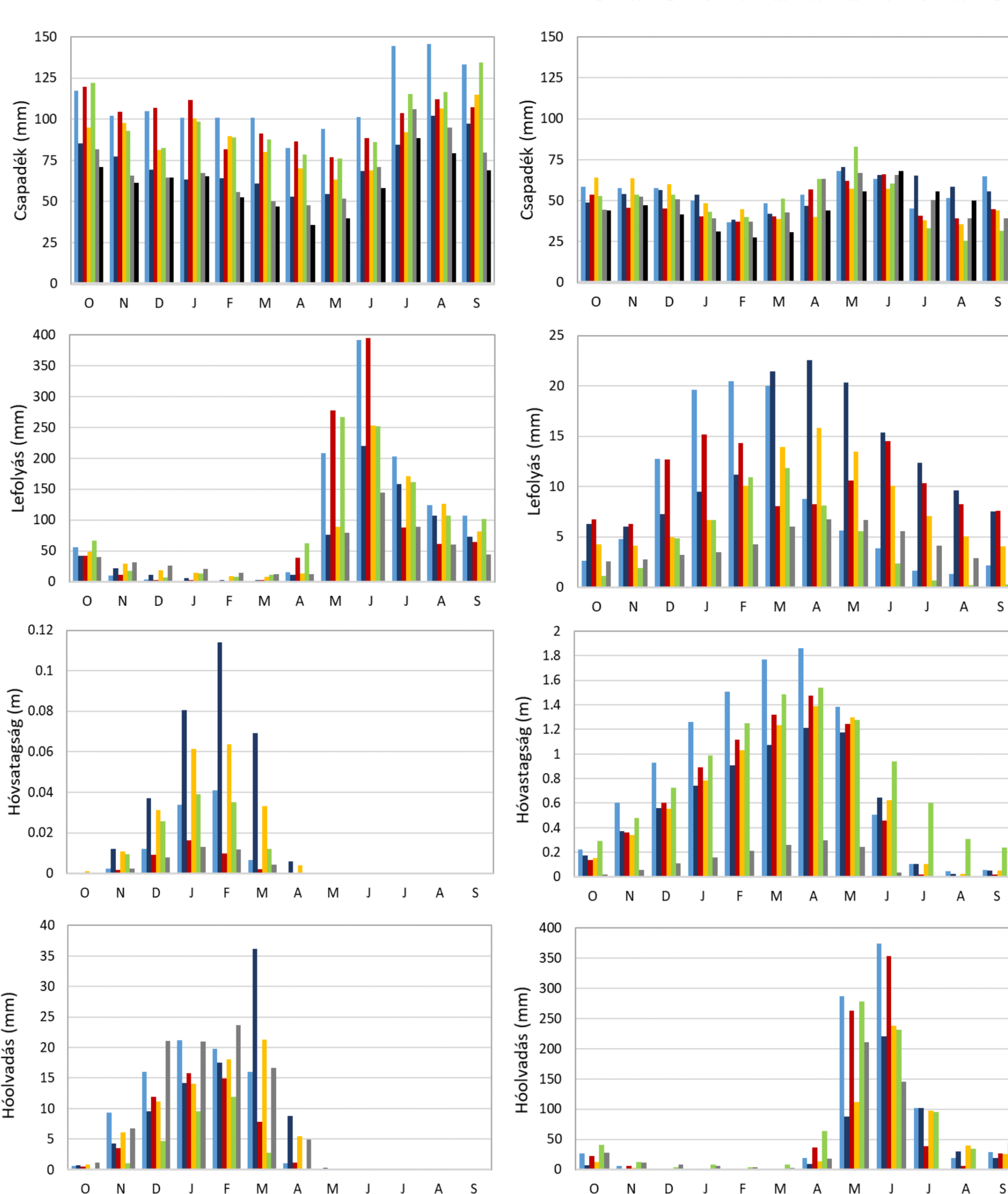
- Évi átlaghőmérséklet: emelkedés várható minden régióban
- Évi hőingás: valószínűsíthető csökkenés az északi területeken
- Csapadék: kisebb mértékű változások; az északi régiókban általánosságban növekedés valószínűsíthető

- Hőmérséklet: évi menet jó reprodukciója, de egyes modellek alulbecsülnek
- Csapadék, lefolyás, hóvastagság: évi menet jó egyezést mutat a referenciával, viszont jelentős a modellek felülbecslése

### VALIDÁCIÓ: 1971-2000 (Referencia adatok: ERA-20C)



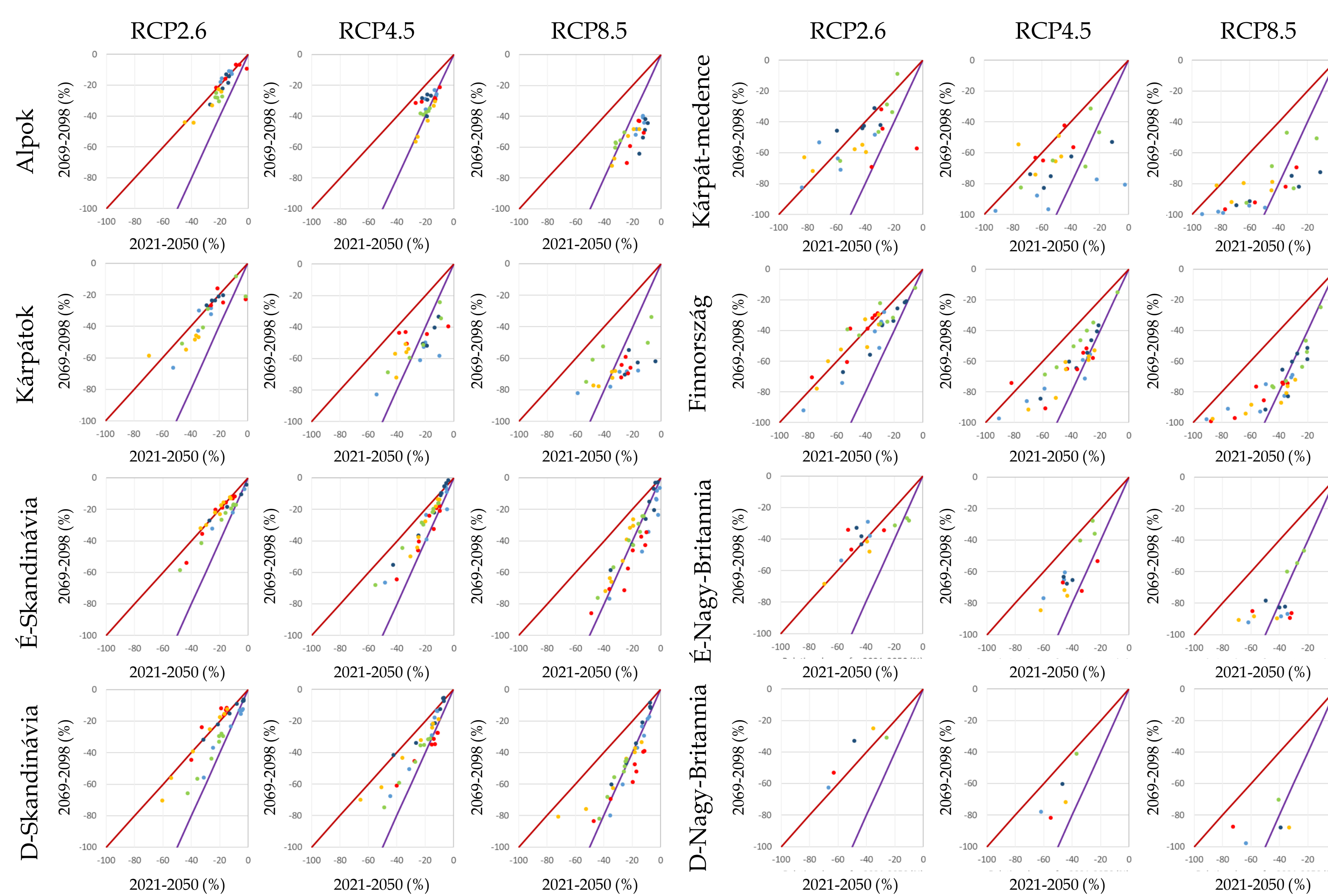
- Hóolvadás: a legtöbb modell - szimuláció viszonylag jó egyezést mutat az ERA-20C adatokkal



- Hóvastagság: szinte minden modellszimuláció szerint minden régióban csökkenés várható a XXI. század során
- Minél pesszimistább a szcenárió, annál nagyobb a csökkenés mértéke
- A változás nem lineáris: a 2069-2098-as időszakra vonatkozóan nagyobb mértékű a csökkenés, mint 2021-2050-re
- 20%-ot meghaladó csökkenés szinte minden modell szerint a Brit-régiókban és a Kárpát-medencében
- A modellek közti legkisebb szórás az Alpokban jellemző, a csökkenés 80% alatt marad

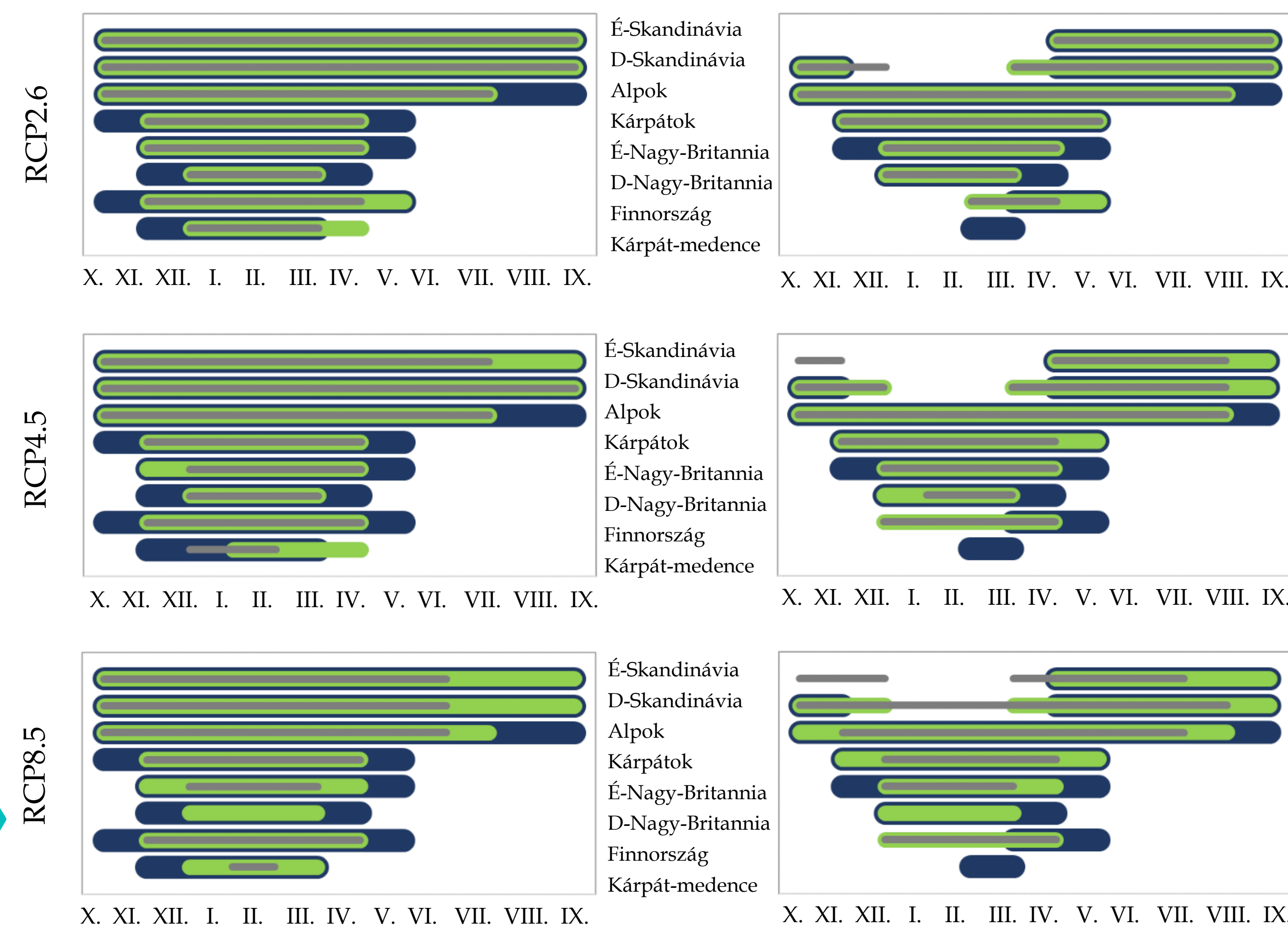
- Hóborítottság: egyre rövidebb periódusra korlátozódik, ahogyan haladunk előre az időben, különösen a pesszimistább forgatókönyv esetén
- Hóborított időszak: a zsugorodás mellett egyes régiókban időbeli eltolódás is valószínűsíthető: például a Kárpát-medence területén a közeli jövőben várhatóan későbbre tolódik a periódus kezdete, de egy hónappal tovább is tart az RCP4.5 forgatókönyv esetén
- Hóolvadás: a Skandináv területeken a referencia időszakban nem fordult elő a november és március közötti hónapokban, azonban az évszázad végére előfordulhat, hogy csak a január és a február lesz olvadási-mentes
- Összefüggés az általános, melegedő tendenciával: már korábban elkezdődhet az olvadási folyamat a magasabb hőmérsékleti értékek miatt

### A HÓVASTAGSÁG RELATÍV VÁLTOZÁSA



### HÓBORÍTOTSÁG (> 5%)

1971-2000  
2021-2050  
2069-2098



### HÓOLVADÁS (> 15 mm)

