

# Szezonális éghajlati attribúció Magyarországon

Szabó Péter, Pongrácz Rita, Mráz Anna,  
Barna Zsófia, Bokros Kinga

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,  
Meteorológiai Tanszék, Budapest

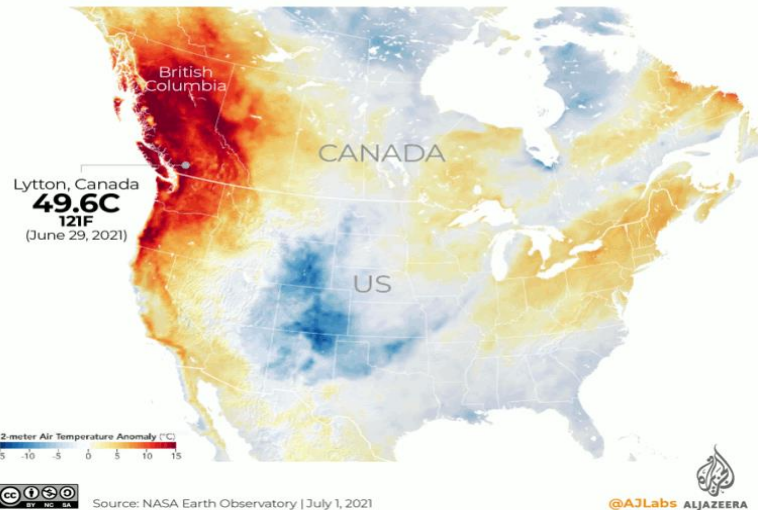


# Motiváció

## WEATHER

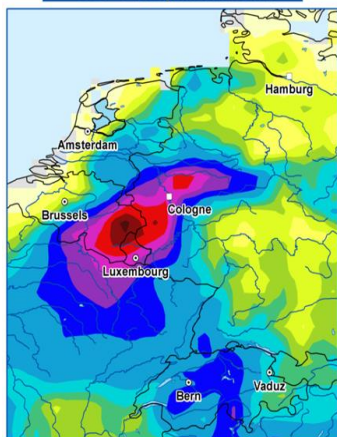
### 100s dead in North America heatwave

At least **486 sudden deaths were recorded** in British Columbia, Canada over the past week as temperatures soared to nearly 50C (122F).



- A globális felmelegedés egy változó átlagát, szórását vagy mindkettőt megváltoztathatja  
→ egyre több extrém esemény, érték
- Sok eseményért az emberi tevékenység a felelős (de nem mindegyikért)  
→ 2021: kanadai hóhullám, német-belga áradás
- Hazánkban alacsonyabb a klímatudatosság és klímafélelem Nyugathoz képest (GDP arányosan jó) Kevesebb és főleg eseti éghajlati tanulmányok készültek  
→ 2021. szeptember: koordinált klímaattribúciós projekt
- Folyamat:  
→ mi érdekli az embereket, a sajtót?  
→ éghajlati indikátorok elemzése  
→ könnyen értelmezhető ábrák és szöveg  
→ időjárási esemény bekövetkezésére várni  
→ eredmények publikálása egy online felületen és a közösségi média felületén (<https://masfelfok.hu>)

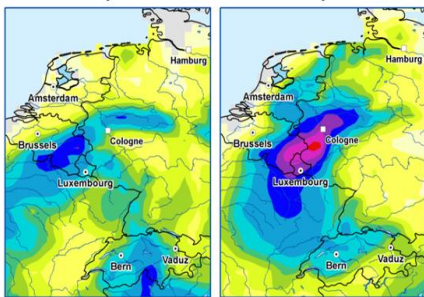
### 48h - Precipitation sum



### 24h - Precipitation sums

13 July 2021

14 July 2021



Precipitation sum [mm]

0.1 1 5 10 15 20 30 50 75 100 125 150 175

# Adatok és módszertan 1.

- **Éves/évszakos indikátorok napi adatokból**
- **Megfigyelések:**
  - HUCLIM  $\Rightarrow 0,1^\circ$  ( $\sim 10$  km) felbontású, homogenizált & rácsra interpolált (valódi) megfigyelések Magyarországra, 1971-től (OMSZ)
  - ERA5  $\Rightarrow 0,28^\circ$ , reanalízis, hazánkon kívülre is elérhető amikor a HUCLIM nem használható, 1981-től (ECMWF)
- **Szimulációk:**
  - CMIP6 globális klímamodellek  $\Rightarrow \sim 1^\circ$ , kétféle szimuláció ( $\times 10$  modell): csak természetes kényszerekkel és az emberi tevékenység figyelembevételével is (=historikus kényszerek), 1900/1960-2014
  - Euro-CORDEX regionális klímamodellek  $\Rightarrow 0,11^\circ$ , historikus szimulációk a múltra & kétféle, „optimista” RCP4.5 és pesszimista RCP8.5 forgatókönyv figyelembevétele ( $\times 6$  modell), 1971-2100

# Adatok és módszertan 2.

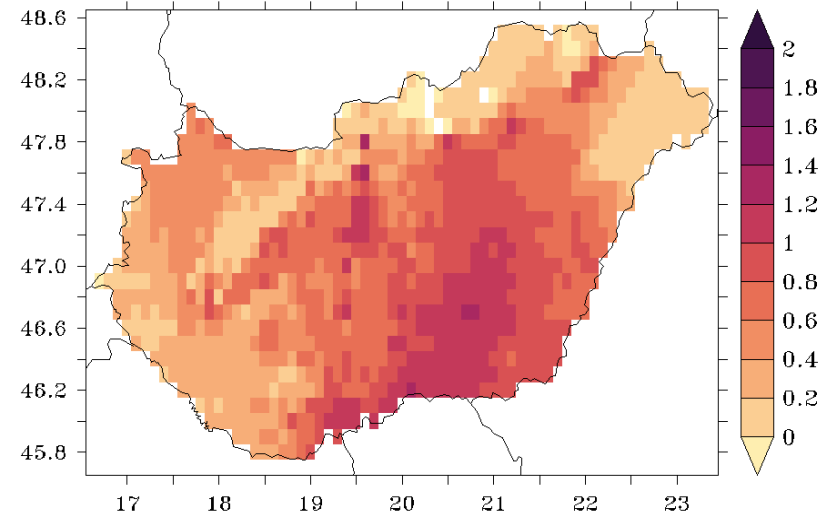
- **Szezonális indexek** (melyeket publikáltunk egy év alatt):

Tél	Fagyos nap	$T_{\min} < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Extrém hideg	$\min_{\text{éves}}(T_{\min})$ , visszatérési érték
	Havazás	hóban hulló csapadék $> 1 \text{ mm}$
	Jelentős havazás	hóban hulló csapadék $> 10 \text{ mm}$
Tavaszi	Vegetációs időszak (hidegtűrő)	első nap, amikor 5 napig $T_{\text{átlag}} > 5 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Vegetációs időszak (melegigényes)	első nap, amikor 5 napig $T_{\text{átlag}} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Késői fagy	utolsó nap júniusig, amikor $T_{\min} < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Fagykáros időszak	utolsó fagy - vegetációs időszak kezdete
	Nagycsapadék (május-szeptember)	$\text{Prec} > 20 \text{ mm}$
Nyár	Tartós hőhullám	3 napig $T_{\text{átlag}} > 27 \text{ } ^\circ\text{C}$
	Extrém meleg	$\max_{\text{éves}}(T_{\max})$ , visszatérési érték
	Súlyos aszály	tavaszi és nyári száraz napok száma medián feletti értéke ( $\text{Prec} < 1 \text{ mm}$ )
	De Martonne index, Erdészeti aszályindex	*lásd poszter (Kis et al.)

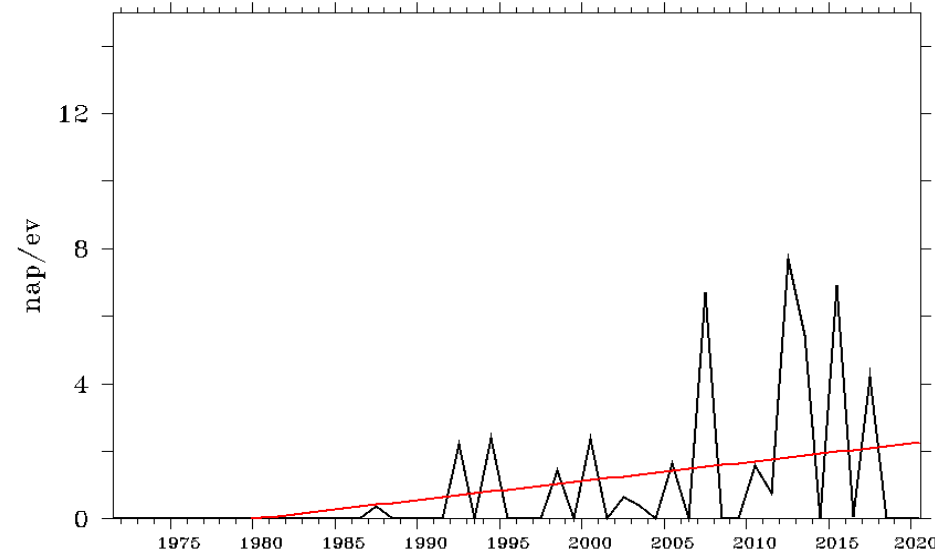
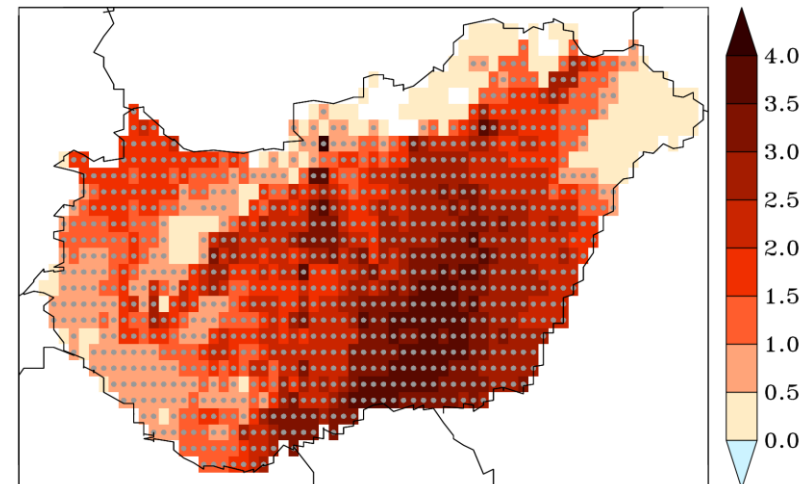
# Tartós hőhullám – megfigyelés

- 3 napig  $T_{\text{átlag}} > 27\text{ °C}$
- Országos átlag: egyértelműen növekvő trend
- Lineáris trend 1971 és 2020 között, inkább exponenciális  $\Rightarrow$  változás két időszak között
- Szignifikanciavizsgálat 0,95 szinten

trend 1971 és 2020 között (nap/évtized)

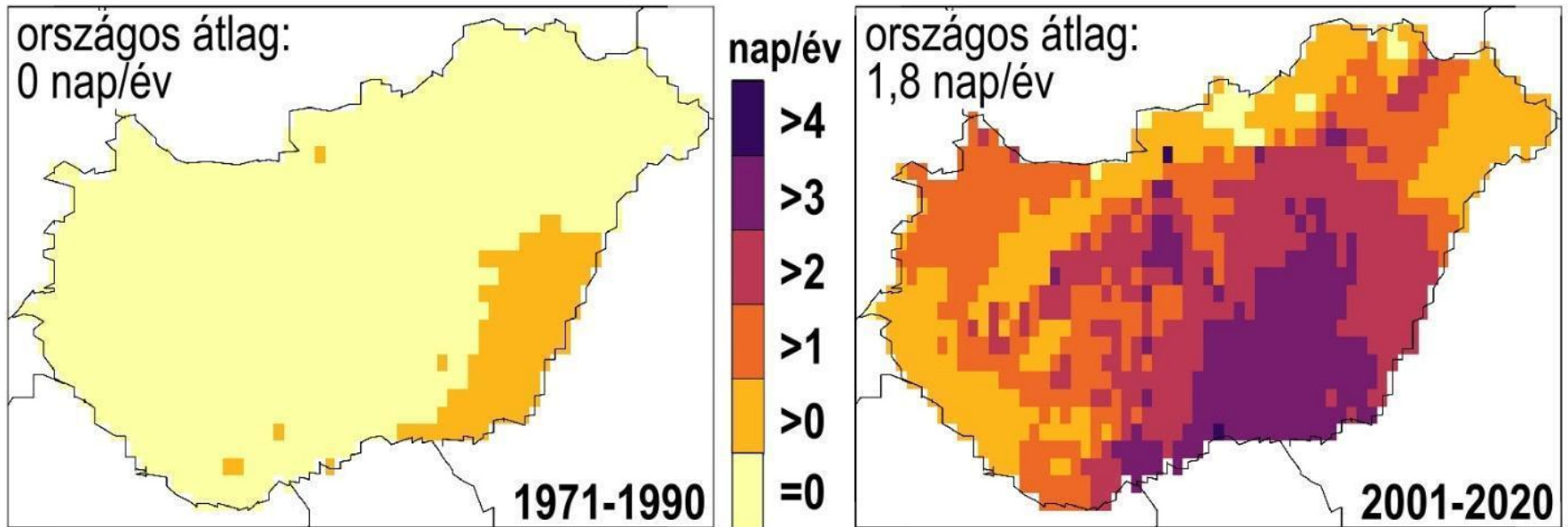


változás 1971-1990 és 2001-2020 között (nap/év)



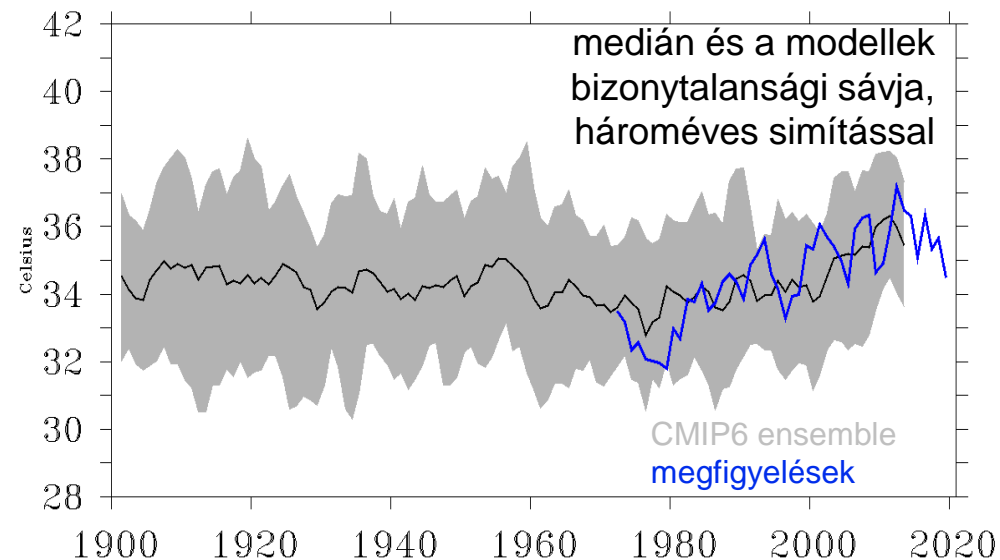
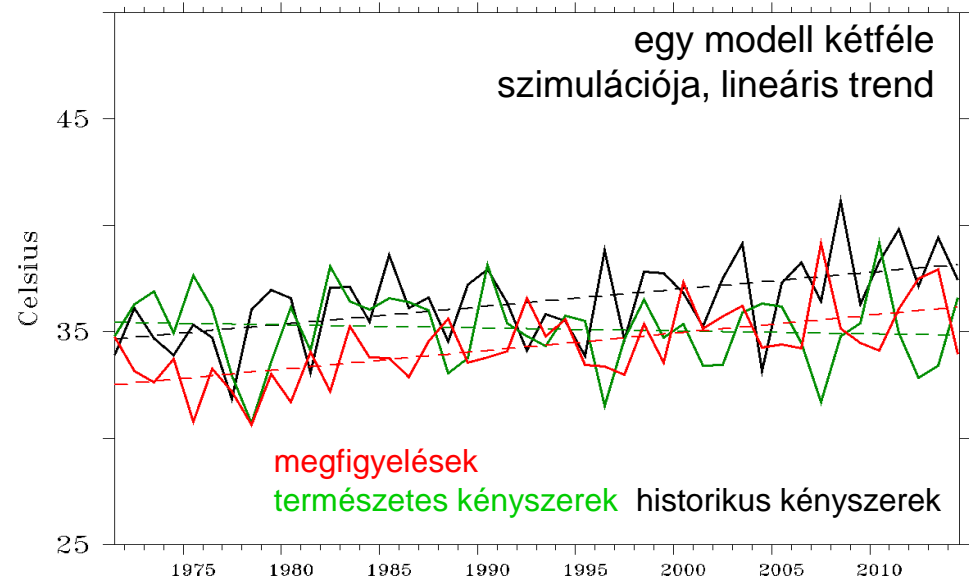
# Tartós hóhullám – megfigyelés

- Nehéz értelmezni, de legyen látványos és fenyegető: húszéves átlagok 1971-1990-re és 2001-2020-ra
- 0 nap/év  $\Rightarrow$  2 nap/év (Alföldön 3-4), nagy területen megjelennek a tartós hóhullámok



# Extrém meleg – attribúció

- $\max\_éves(T_{\max})$
- Természetes és historikus kényszerekkel meghajtott szimulációk
- Trendillesztés (lineáris trend, esetleg Mann-Kendall teszt): historikus kényszerekkel szimulált trend megegyezik a megfigyeléssel és szignifikánsan különbözik a természetes kényszerektől?
- 8 modellből 5 esetében van eltérés, azaz 60%-ban az emberiség felelős az extrém meleg növekedéséért – elégséges?
- Standardizálás (hibakorrekció) a kevésbé pontos szimulációkra

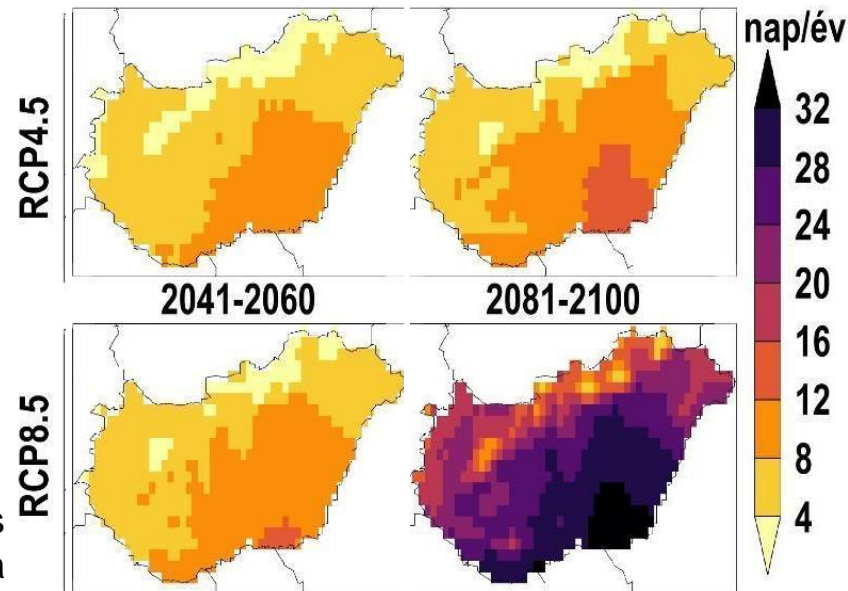
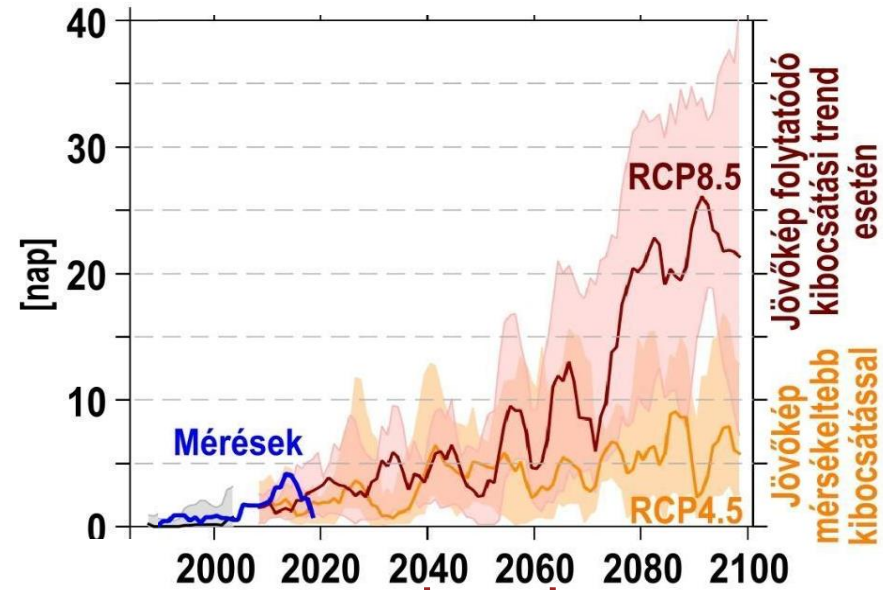




# Tartós hóhullám – jövő

medián és a modellek bizonytalansági sávja, ötéves simítással

- Validáció: regionális klímamodellek elemzése a múltra (1971-2020)
- Standardizálás (hibakorrekció) a jövőre – ennek ellenére továbbra is bizonytalanság a modelleredményekben
- Jövőbeli trend (kétféle forgatókönyv): a pesszimista forgatókönyv trendje megegyezik a jelenlegi megfigyelt trenddel – a jelenlegi éves átlagnál 12× több lehet a század végére, zöldebb forgatókönyv szerint csak 3×
- Országos átlag mellett térbeli változás is: a század közepe és vége kiemelt időszakok – század közepéig nincs különbség a két forgatókönyv között, század végére a pesszimista forgatókönyv szerint az Alföld DK-i részén átlagosan 30 nap/év



modellátlagok húszéves átlaga



# Eredmények

	Index	Megfigyelt trend: 1971-	Antropogén okok miatt változott?	RCP4.5	RCP8.5
<b>Tél</b>	Fagyos nap	---	Igen, 80%	---	----
	Extrém hideg	0	Nem	-	--
	Havazás	-0	Nem	-	--
	Jelentős havazás	-0	Nem	0	-
<b>Tavaszi</b>	Vegetációs időszak – hidegtűrő növények	--	Igen, 70%	-	--
	Vegetációs időszak – melegigényes növények	0	Nem	-	--
	Késői fagy	-	Igen, 70%	-	--
	Fagykáros időszak	+		+0	++
	Nagycsapadék (május-szeptember)	+0	Nem	0	0
<b>Nyár</b>	Tartós hóhullám	+++	Igen, 90%	+	+++
	Extrém meleg	+++	60%, igen?	+	+++
	Súlyos aszály	+	Nem	-	+

# Összefoglalás

- „Megfigyelések: a számoknak higgyünk, ne a személyes emlékezetnek!”
- „Attribúció: az emberi tevékenység nem minden indikátornál mutatható ki, de fontos hangsúlyozni az ember szerepét!”
- „Jövő: a trendek fenyegetőek  $\Rightarrow$  mi lesz, ha nem cselekszünk?”
  
- Könnyen értelmezhető, látványos ábrák, szöveg segíti az oktatást
- Közelebb visszük a tudományt az átlagemberhez (szélesebb körnek publikáció)
  
- Terv:
  - újabb indikátorok vizsgálata
  - nagyobb adatbázis, bővített módszertan
  - további szakemberek bevonása
  - hatásvizsgálatok vagy más szakterületekről meglévő tanulmányok csatolása

Köszönöm a figyelmet!

[szabo.p.elte@gmail.com](mailto:szabo.p.elte@gmail.com)