

Az évenkénti hőstresszes napok számának változása Magyarországon a klímaváltozás függvényében

Solymosi Norbert¹, Torma Csaba^{1,2}, Kern Anikó^{1,2},
Maróti-Agóts Ákos³, Barcza Zoltán², Könyves László³, Reiczigel Jenő³

¹Alkalmazkodás a Klímaváltozáshoz Kutatócsoport, MTA-BCE

²Meteorológiai Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem

³Állatorvos-tudományi Kar, Szent István Egyetem

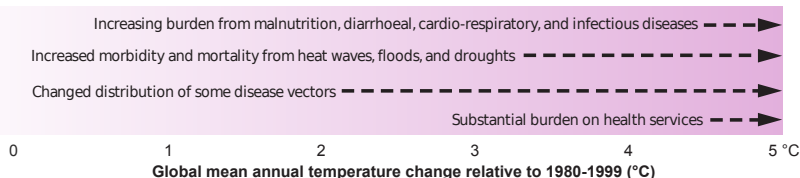
Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében

36. Meteorológiai Tudományos Napok

Magyar Tudományos Akadémia

2010. november 18-19.

IPCC Report 2007:



Gazdasági haszonállatok:

- Fertőző betegségek elterjedtségi mintázata (vektorok)
- Hőstressz
- Takarmánynövények termelhetősége
- Élelmiszer-biztonság (FAO)
- Mérsékelt égöv

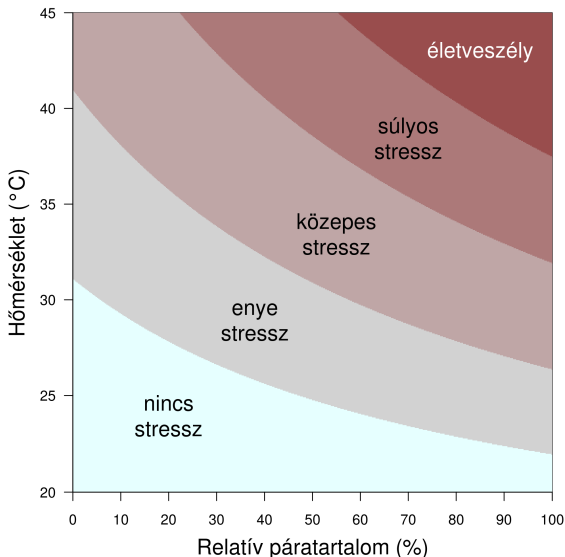
Hőstressz - szarvasmarha

Hatások:

- Szárazanyag-felvétel
- Tejtermelés
- Szaporodásbiológiai mutatók

Kérdések:

- Mérték?
- Múltbeli trend?
- Mi várható?



Hőérzetet befolyásoló tényezők:

- Hőmérséklet, páratartalom, légmozgás, napsugárzás
- Fajta, tartási mód, klimatizálás

Mérték:

- Hőmérséklet-Páratartalom Index (Temperature-Humidity Index – THI)

$$THI_1 = (0.15 \times T_{db} + 0.85 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32$$

$$THI_2 = (0.35 \times T_{db} + 0.65 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32$$

$$THI_3 = [0.4 \times (T_{db} + T_{wb})] \times 1.8 + 32 + 15$$

$$THI_4 = (0.55 \times T_{db} + 0.2 \times T_{dp}) \times 1.8 + 32 + 17.5$$

$$THI_5 = (T_{db} + T_{wb}) \times 0.72 + 40.6$$

$$THI_6 = T_{db} + 0.36 \times T_{dp} + 41.2$$

T_{db} : száraz hőmérséklet (°C)

T_{wb} : nedves hőmérséklet (°C)

T_{dp} : harmatpont (°C)

Hőstressz – THI-határértékek

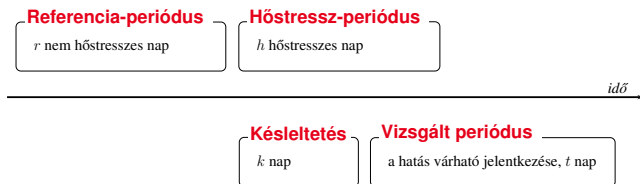
	Hőstressz	Intervallum	Bohmanova		T_{wb}/T_{db}
			Magas RH	Száraz	
THI_1			68	73	5.7
THI_2			69	74	1.9
THI_3			78	83	1.0
	enyhe stressz	70 – 74			
	közepes stressz	75 – 79			
	súlyos stressz	80 ≤			
THI_4			79	82	1.2
THI_5			72	75	1.0
THI_6			71	74	1.2
	veszélyes	79 – 83			
	életveszélyes	84 ≤			
THI					
	enyhe stressz	72 – 79			
	közepes stressz	80 – 89			
	súlyos stressz	90 ≤			

Bohmanova, J., I. Misztal, J. B. Cole (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science* 90(4):1947–1956.



Hőstressz – THI-határérték

- Kiscséripuszta (Enyingi Agrár Zrt.)
- Napi tejtermelési adatok 2001. 10. 01. és 2004. 03. 16. között
- Legalább 600 nap termelés ($n = 1007$)
- Siófoki meteorológiai adatok (National Climatic Data Center, NOAA)
- Módszer:

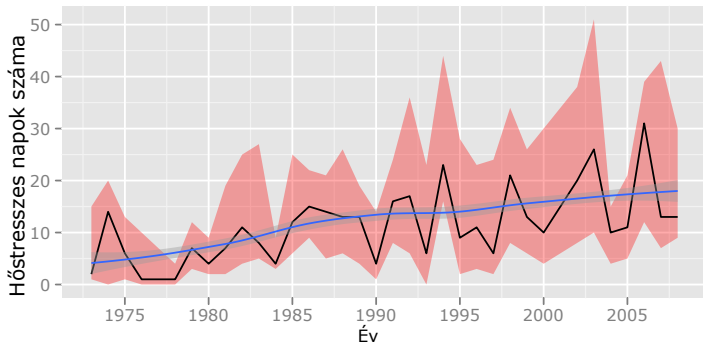


- Eredmény:
 - $THI_1 > 68$
 - $THI_2 > 69$
 - 1.5 – 2 l/tehén/nap átlagos csökkenés

Reiczigel, J., Solymosi, N., Könyves, L., Maróti-Agóts, A., Kern, A., Bartyik, J., 2009. A hőstressz okozta tejtermelés-kiesés vizsgálata hőmérséklet-páratartalom indexek alkalmazásával. *Magyar Állatorvosok Lapja* 131(3):137–144.

Hőstresszes napok száma – múltban

- 1973–2008 (National Climatic Data Center, NOAA)
- Határérték feletti ($THI_1 > 68$) napok évenkénti száma
- Bayes-i binomiális-normál modell, multilevel (MCMC)
- Átlagos 4.1%-os évenkénti növekedés



Solymosi, N., Torma, C., Kern, A., Maróti-Agóts, A., Barcza, Z., Könyves, L., Berke, O., Reiczigel, J., 2010. Changing climate in Hungary and trends in the annual number of heat stress days. *International Journal of Biometeorology*, 54(4):423–431.

Hőstresszes napok száma – RCM-ek alapján

- ENSEMBLES, ELTE
- 1961–1990 és 2021–2050 időszakok különbsége (δ)
- Modellen belüli összehasonlítás
- Területi heterogenitás

GCM	Modell GHG RCM	Intézmény	Térbeli felbontás	Idő intervallum
ARPEGE	A1B HIRHAM	Danish Meteorological Institute	25 km	1951-2100
BCM	A1B HIRHAM	Norwegian Meteorological Institute	25 km	1951-2050
BCM	A1B RCA	Swedish Meteorological and Hydrological Institute	25 km	1961-2100
ECHAM5	A1B RAMCO	Royal Netherlands Meteorological Institute	25 km	1950-2100
ECHAM5	A1B RCA	Community Climate Change Consortium for Ireland	25 km	1951-2099
ECHAM5	A2 RCA	Community Climate Change Consortium for Ireland	25 km	1951-2050
ECHAM5	A1B RegCM	Eötvös Loránd Tudományegyetem	10 km	1961-1990 2021-2050 2071-2100
ECHAM5	A1B REMO	Max Planck Institute	25 km	1951-2100
HadCM3Q0	A1B CLM	Swiss Federal Institute of Technology	25 km	1951-2099

1961–1990 és 2021–2050

GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

Solymosi, N., Torma, C., Kern, A., Maróti-Agóts, A., Barcza, Z., Könyves, L., Berke, O., Reiczigel, J., 2010. Changing climate in Hungary and trends in the annual number of heat stress days. *International Journal of Biometeorology*, 54(4):423–431.

1961–1990 és 2021–2050

GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

Nagy variabilitás

1961–1990 és 2021–2050

GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

4 napos emelkedés: az ország legalább 80%-án 7 modell

1961–1990 és 2021–2050

GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

8 napos emelkedés: az ország legalább 50%-án 5 modell

1961–1990 és 2021–2050

GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

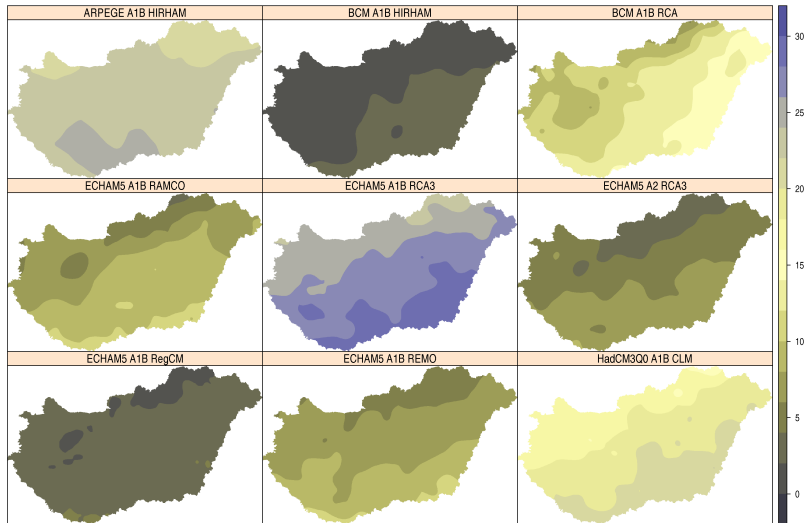
3 hetes emelkedés

1961–1990 és 2021–2050

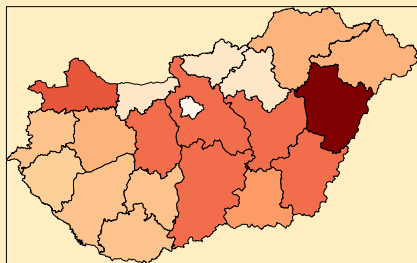
GCM	Modell		Átlagos növekedés nap	Az ország területének %-a érintett				
	GHG	RCM		1	4	8	21	28
ARPEGE	A1B	HIRHAM	22.95	100	100	100	100	
BCM	A1B	HIRHAM	1.69	86				
BCM	A1B	RCA	11.97	100	100	99		
ECHAM5	A1B	RAMCO	8.03	100	99	53		
ECHAM5	A1B	RCA	26.63	100	100	100	100	21
ECHAM5	A2	RCA	5.41	100	84			
ECHAM5	A1B	RegCM	2.92	100	1			
ECHAM5	A1B	REMO	7.38	100	100	32		
HadCM3Q0	A1B	CLM	18.92	100	100	100	27	

4 hetes emelkedés

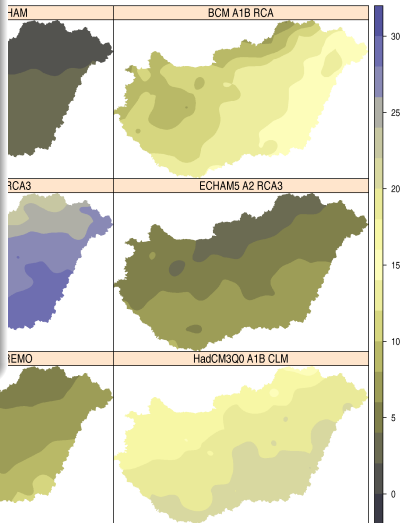
1961–1990 és 2021–2050



Szarvasmarha-létszám



10000 20000 30000 40000 50000 60000 70000 80000



Eredmények:

- A THI_1 és THI_2 alkalmazható magyarországi vizsgálatokban
- A határértékek és a tejtermelés-csökkenés mértéke a nemzetközi tapasztalattal egyezik
- A múltban a hőstresszes napok száma növekedett
- A jövőben a hőstresszes napok számának növekedése várható

Folytatás:

- Lokális hőmérsékleti és páratartalom mérések
- Tartástechnológiai lehetőségek vizsgálata
- Hőstressz-érzékenység genetikai vizsgálata

National Climatic Data Center (NOAA)
CECILIA projekt (European Union Nr. 6 program)
EU FP6 Integrated Project ENSEMBLES

Köszönöm a figyelmet!