


Klíímaváltozás: mitigáció és adaptáció

Gyalai-Korpos Miklós



Zöld kémia előadások

1. Klímaváltozás - mi a klímaváltozás és mik a tünetek ?
2. Klímaváltozás – okok, kezelés (mitigáció és adaptáció), célok, stratégiák és kezdeményezések
3. Bioeconomy I – közlekedés/energia: biogáz, biodízel, hidrogén
4. Bioeconomy II – biofinomító



Miért változik?

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

2013/20/PR

IPCC PRESS RELEASE

27 September 2013

Human influence on climate clear, IPCC report says

STOCKHOLM, 27 September - **Human influence on the climate system is clear. This is evident in most regions of the globe, a new assessment by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) concludes.**

It is **extremely likely** that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century. The evidence for this has grown, thanks to more and better observations, an improved understanding of the climate system response and improved climate models.

Warming in the climate system is unequivocal and since 1950 many changes have been



Üvegházhatású gázok és szektorok

| Gáz | Szektor | Ok | CO ₂ ekvivalens |
|------------------|---|---|----------------------------|
| CO ₂ | Energiatermelés Közlekedés Épületek Ipar Mezőgazdaság | Fosszilis energiahordozó égetés Technológia | 1 |
| CH ₄ | Mezőgazdaság Hulladékkezelés Bányászat/energetika | Szerves vegyületek bomlása (biogáz) Fugitív | 21 |
| N ₂ O | Mezőgazdaság | Műtrágyázás | Kb. 300 |

Globális kibocsátások, 2010



Total emission worldwide (2010)

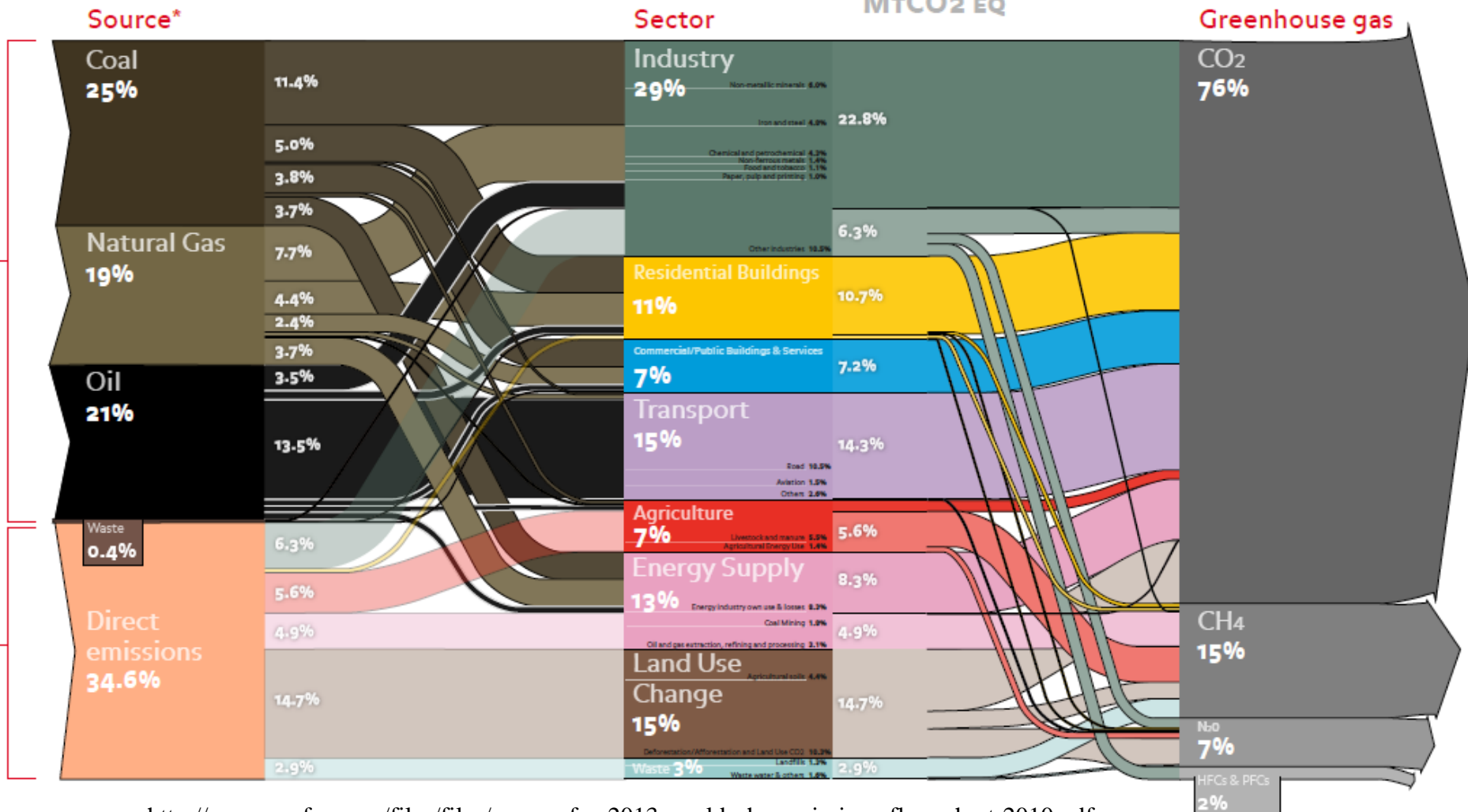
48 629

MTCO₂ EQ

ASN BANK

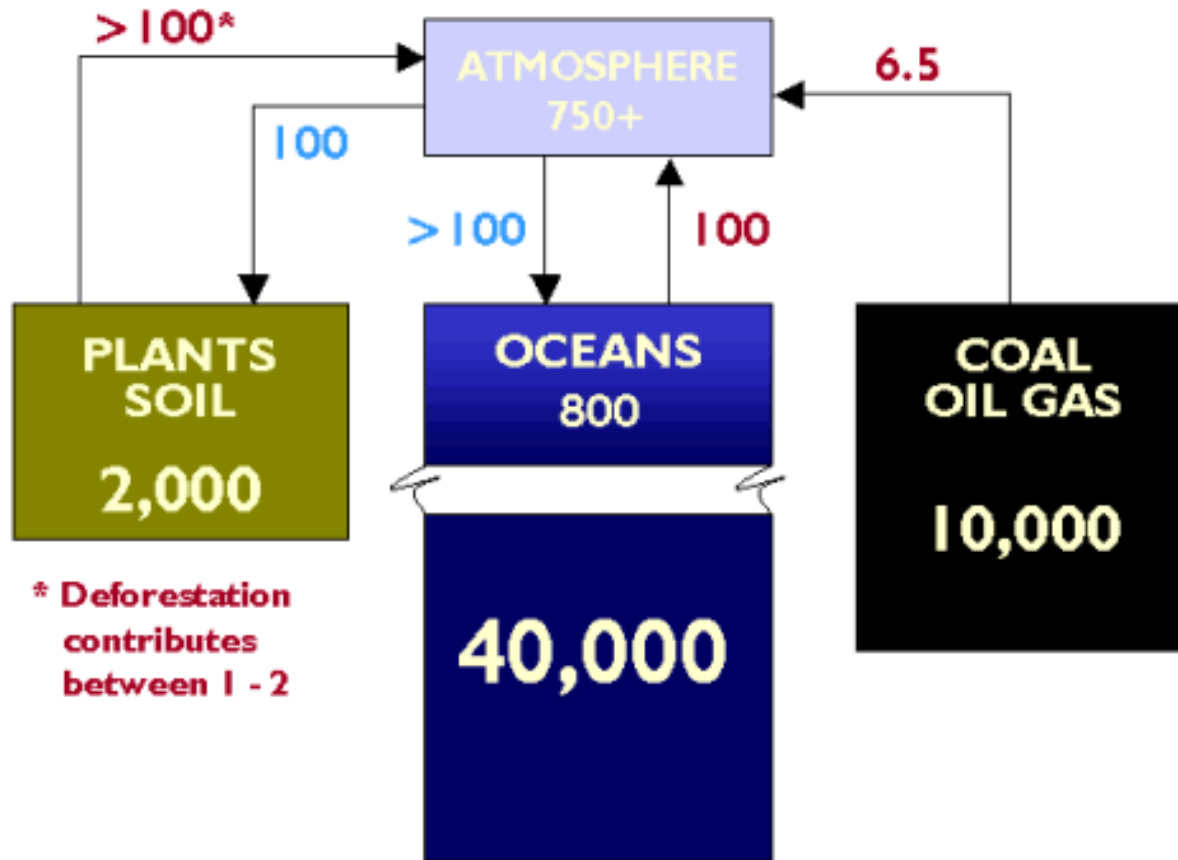
ECOFYS

ANALYSIS BY ECOFYS. ALL THE DATA ARE FOR 2010.



Globális szén körforgás

Global Flows of Carbon (Petagrams of Carbon/Year)



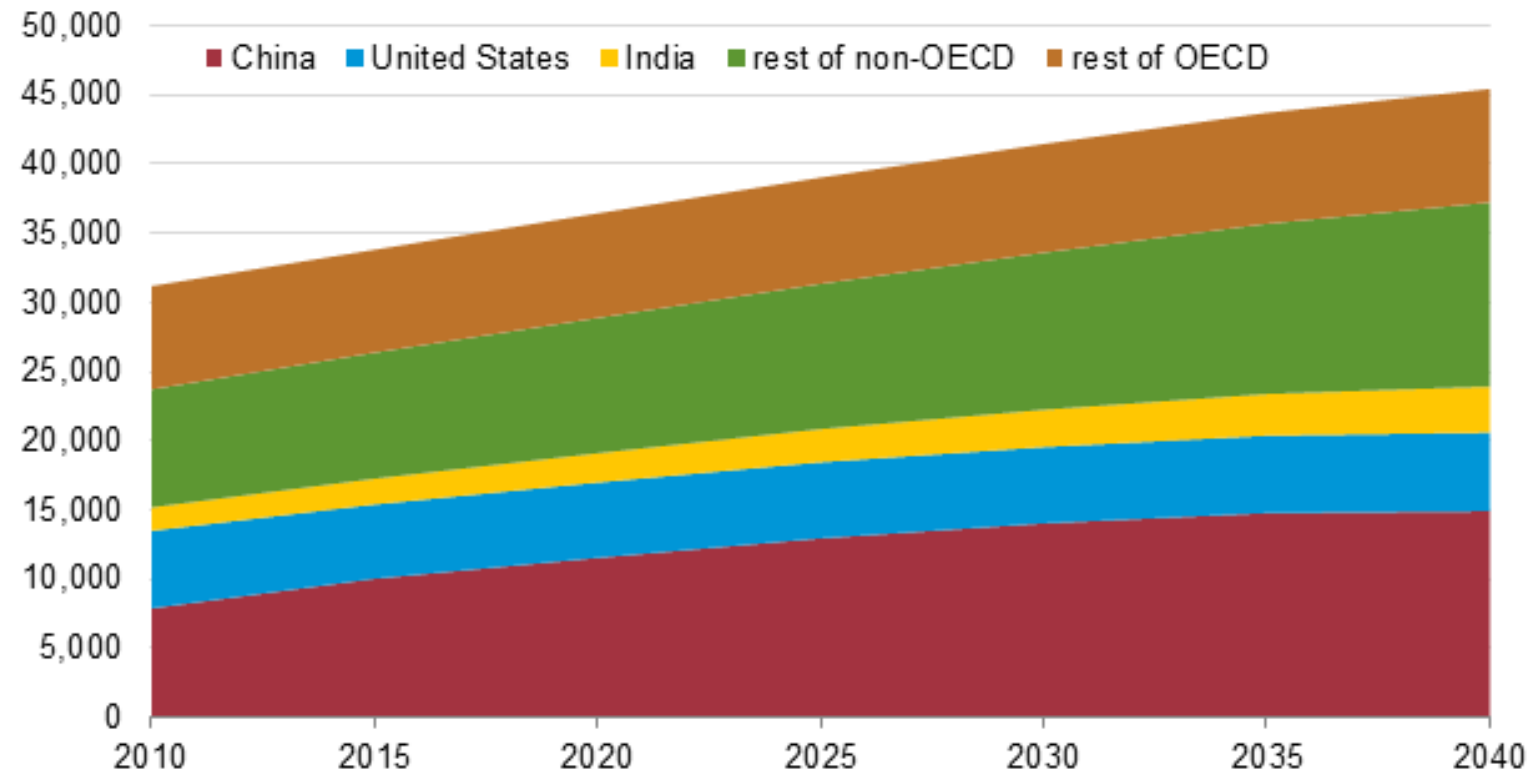
Pg: a unit of mass equal to 1,000,000,000,000,000 grams.



Fosszilis energiahordozók

Global energy-related carbon dioxide emissions

million metric tons

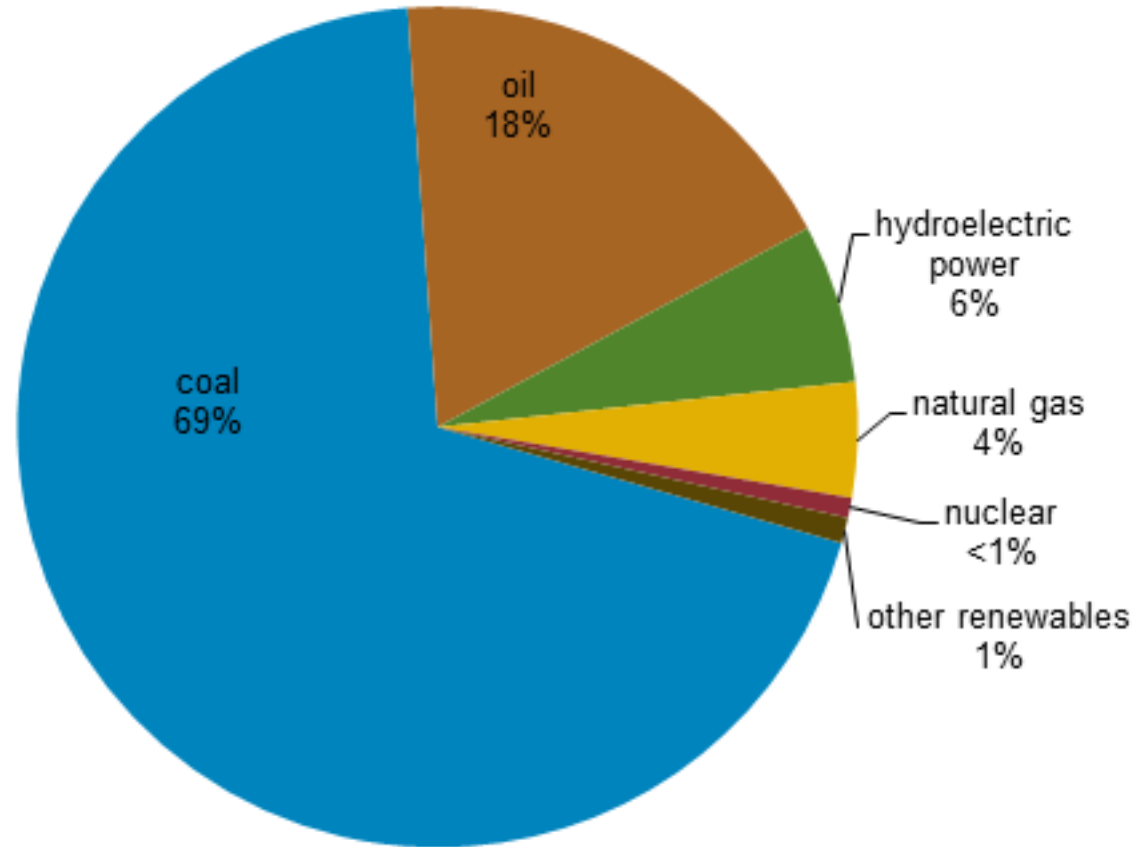


Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook*, 2013.



Fosszilis energiahordozók

Total energy consumption in China by type, 2011



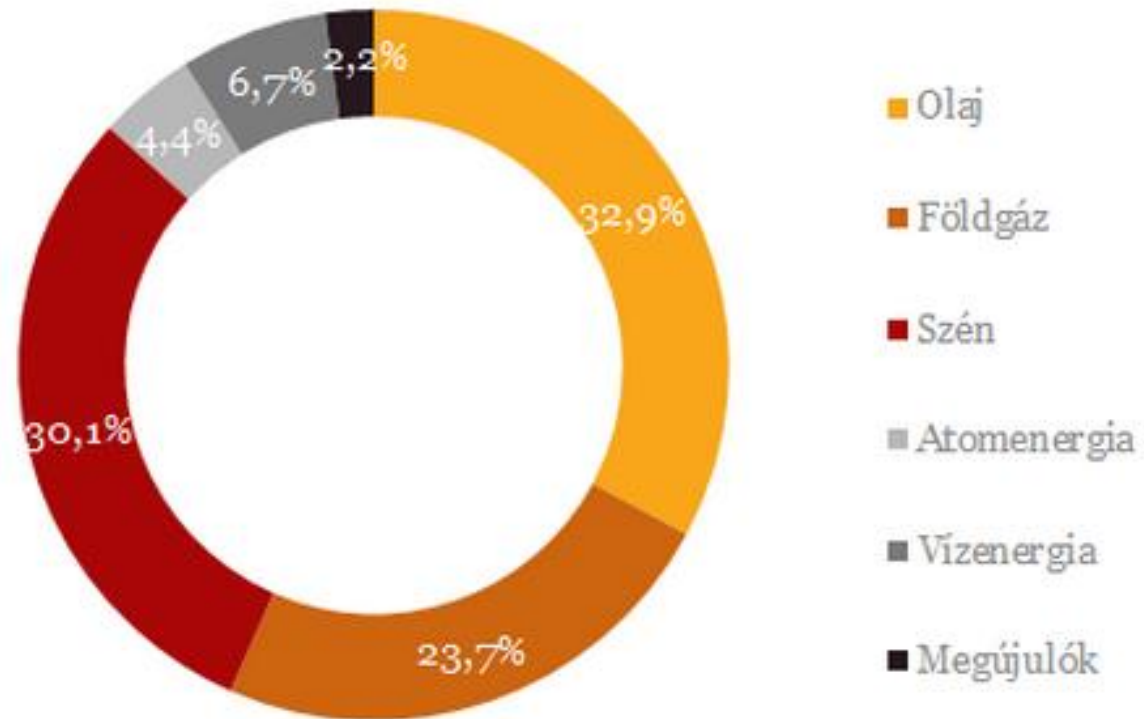
Note: Numbers may not add due to rounding.

Source: U.S. Energy Information Administration *International Energy Statistics*.



Fosszilis energiahordozók

A világ elsődleges energia--felhasználásának megoszlása 2013-ban

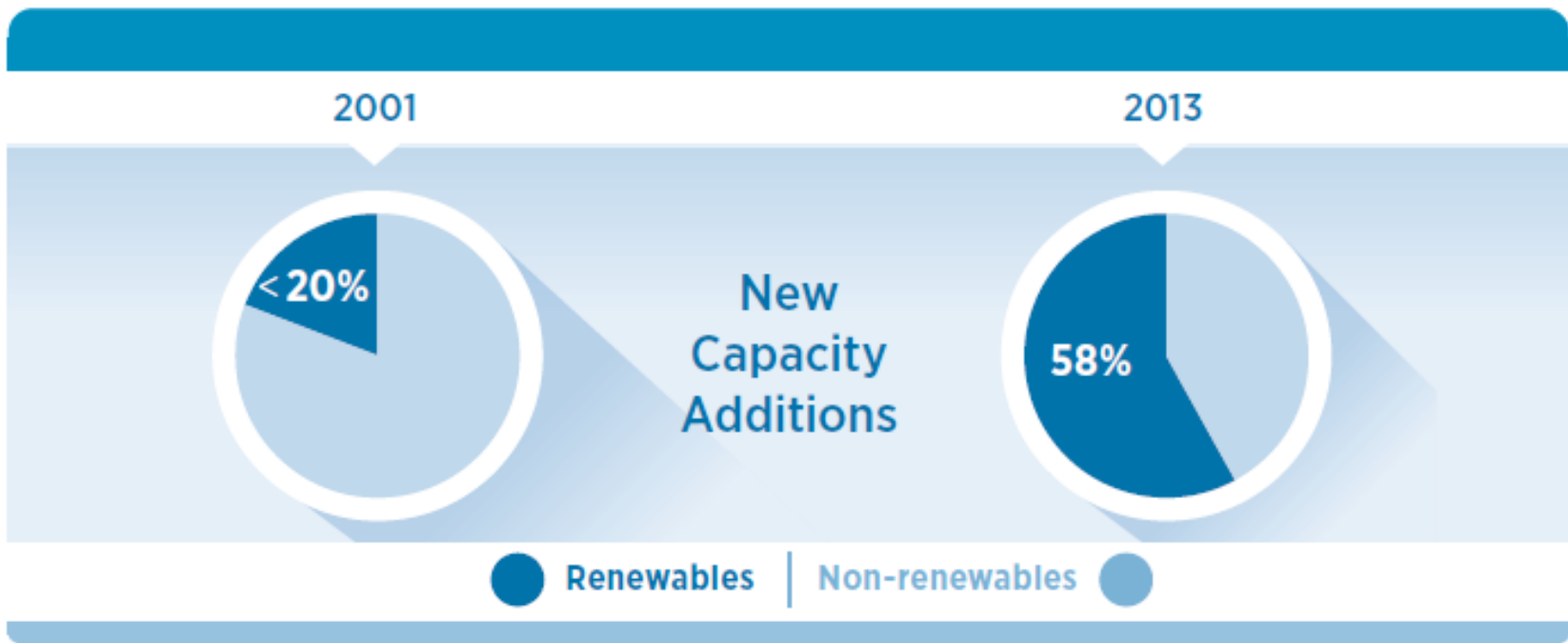


Forrás: BP, Portfolio



Megújulók

Figure 8: New power capacity additions (2001 and 2013)

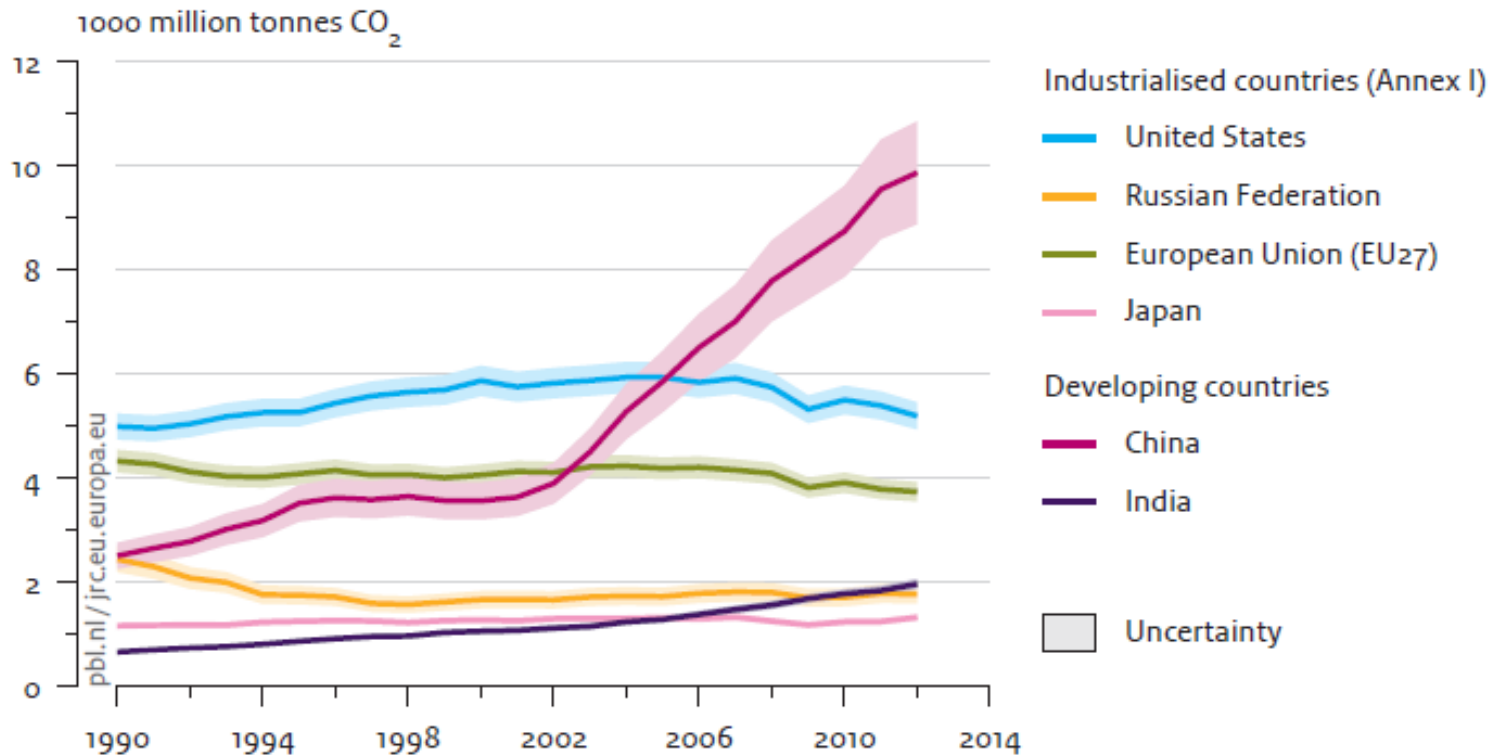


Source: IRENA database



Kibocsátások földrajzi eloszlása

CO₂ emissions from fossil-fuel use and cement production in the top 6 emitting countries and the EU

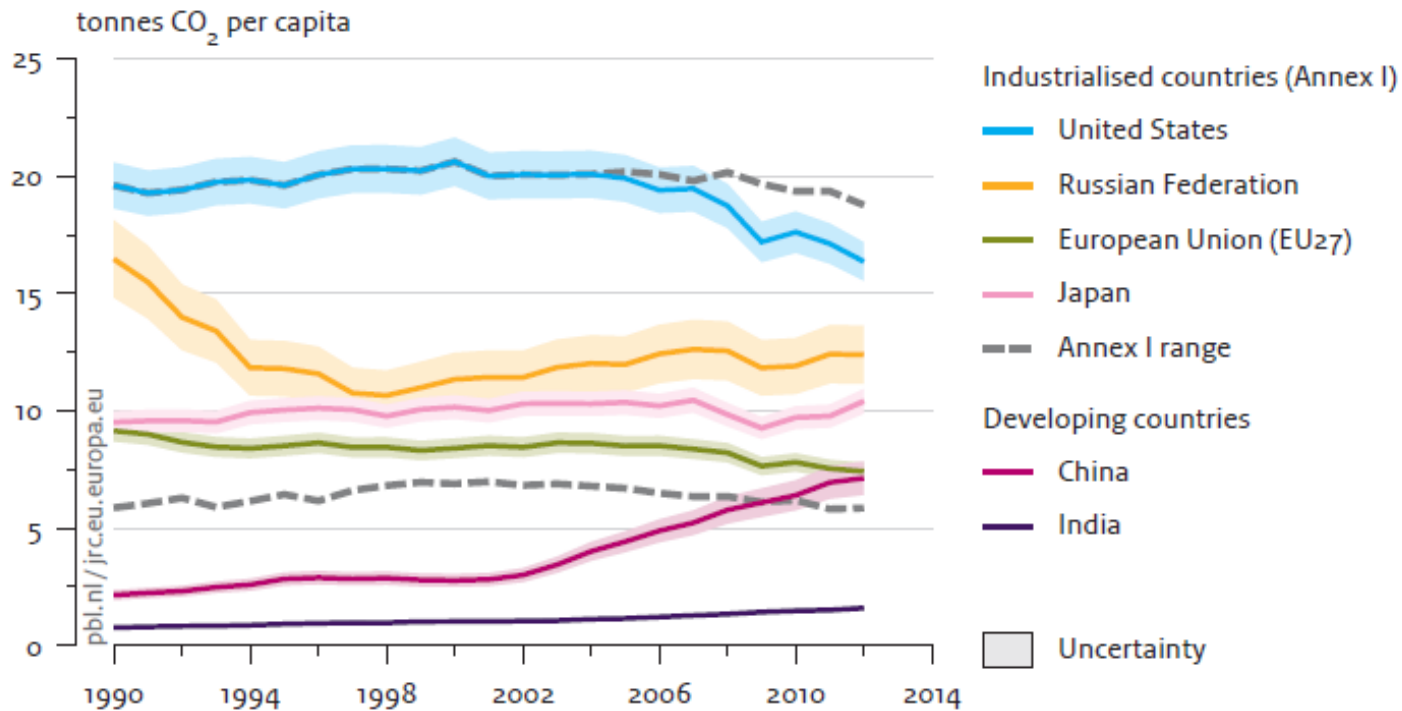


Source: EDGAR 4.2FT2010 (JRC/PBL, 2012); BP, 2013; NBS China, 2013; USGS, 2013; WSA, 2013; NOAA, 2012



Kibocsátások földrajzi eloszlása

CO₂ emissions per capita from fossil-fuel use and cement production in the top 6 emitting countries and the EU

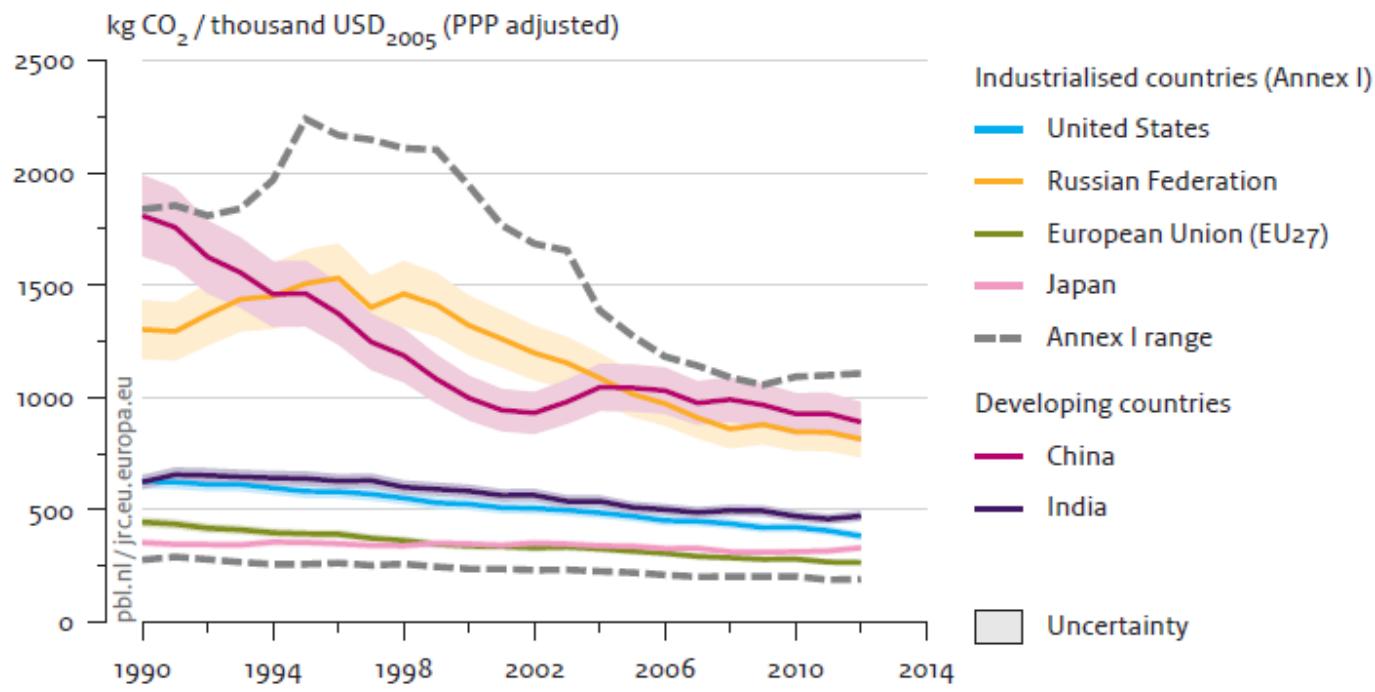


Source: EDGAR 4.2FT2010 (1990–2010); UNDP (WPP, Rev. 2013), 2013



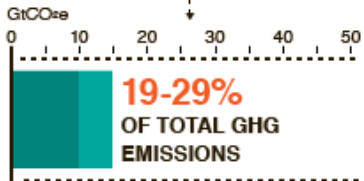
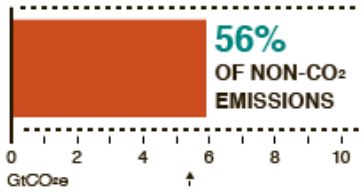
Kibocsátások földrajzi eloszlása

CO₂ emissions per unit of GDP from fossil-fuel use and cement production in the top 6 emitting countries and the EU



Source: EDGAR 4.2FT2010 (1990–2010); World Bank, 2013; IMF, 2013

Agriculture is the largest contributor of non-CO₂ GHGs.

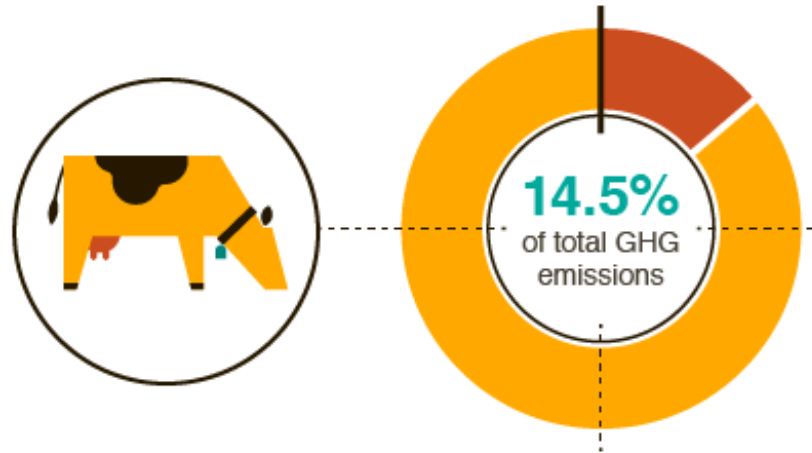


Food systems emissions contribute **19-29% OF TOTAL GHG EMISSIONS.**

Source: US-EPA, 2011 II Vermeulen et al., 2012

Mezőgazdaság

Livestock contributes **7,100 MtCO₂e/year** or **14.5%** of total global GHG emissions.



Source: Gerber et al., 2013

Big Facts
ccafs.cgiar.org/bigfacts

Gerber PJ, Steinfield H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Faluccci A & Tempio G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

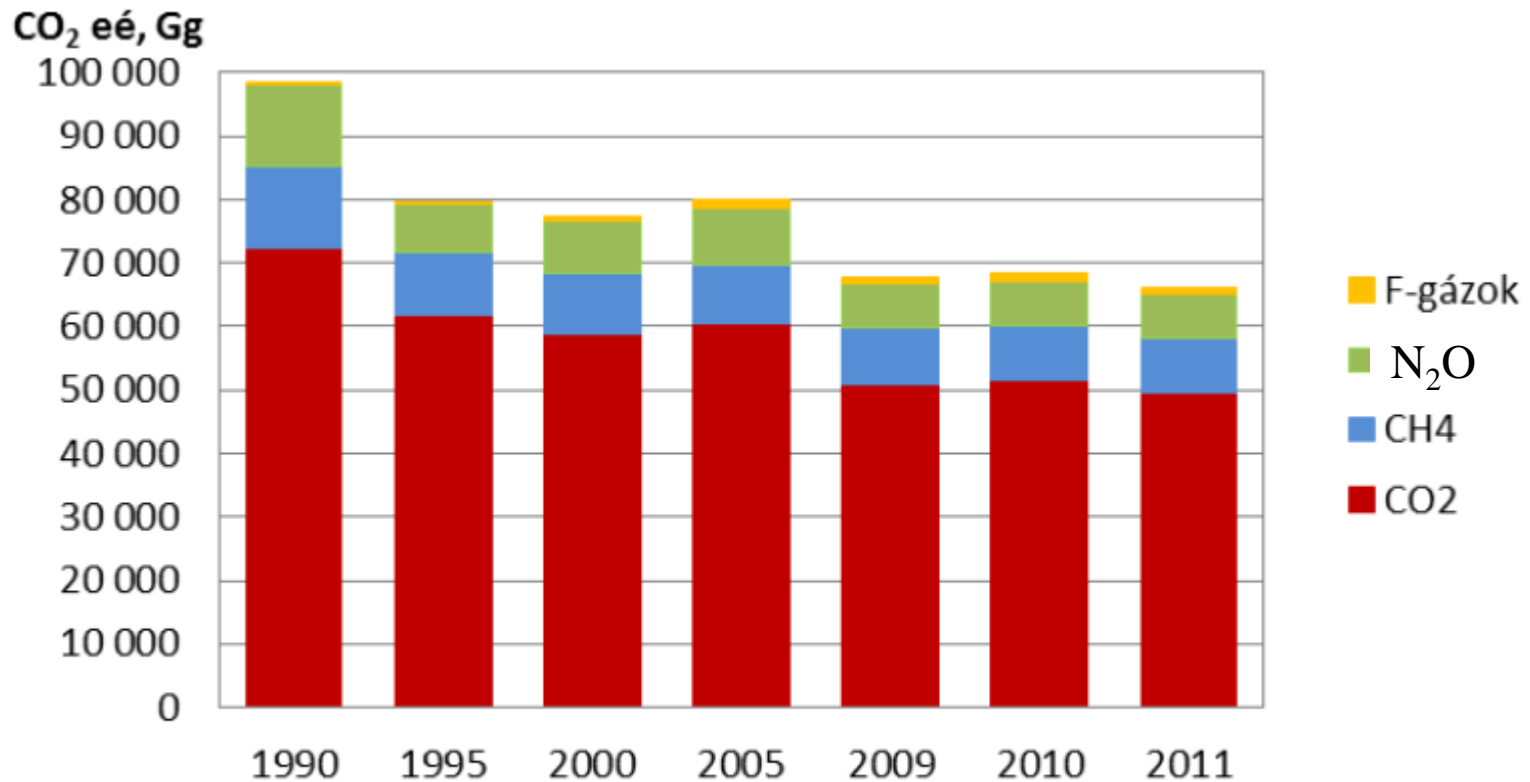
[US-EPA] United States Environmental Protection Agency. 2011. Global anthropogenic non-CO₂ greenhouse gas emissions: 1990 – 2030 EPA 430-D-11-003. (Draft.) Office of Atmospheric Programs, Climate Change Division. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. (<http://www.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/nonco2projections.html>)

Vermeulen SJ, Campbell BM, Ingram J SI. 2012. Climate change and food systems. Annual Review of Environmental Resources 37.

(<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-020411-130608>)



Magyarország



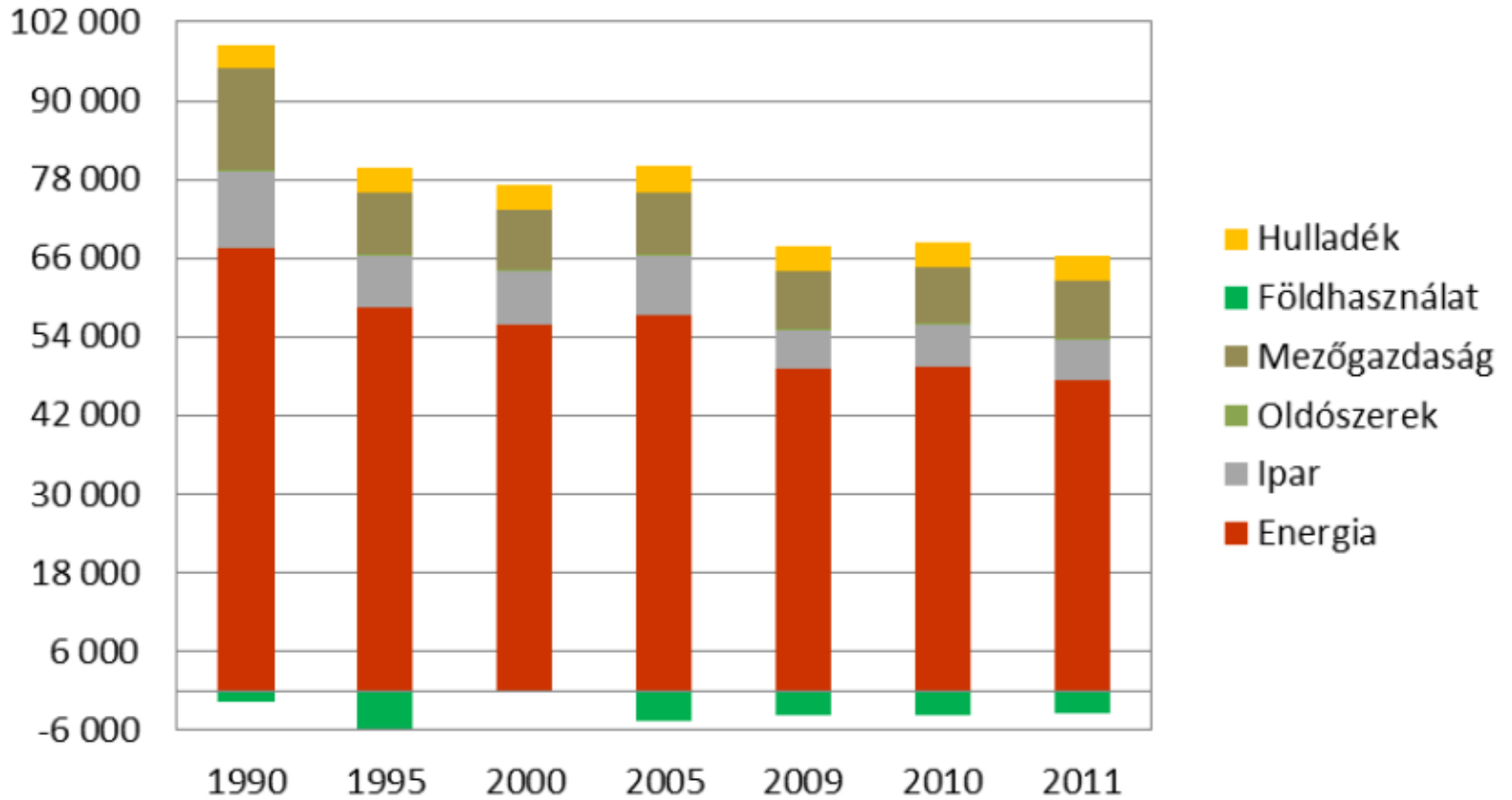
Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat⁷

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)



Magyarország

CO₂ eé, Gg



Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat⁸

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)

Magyarország: energiaszektor



CO₂ eé, Gg

80 000

70 000

60 000

50 000

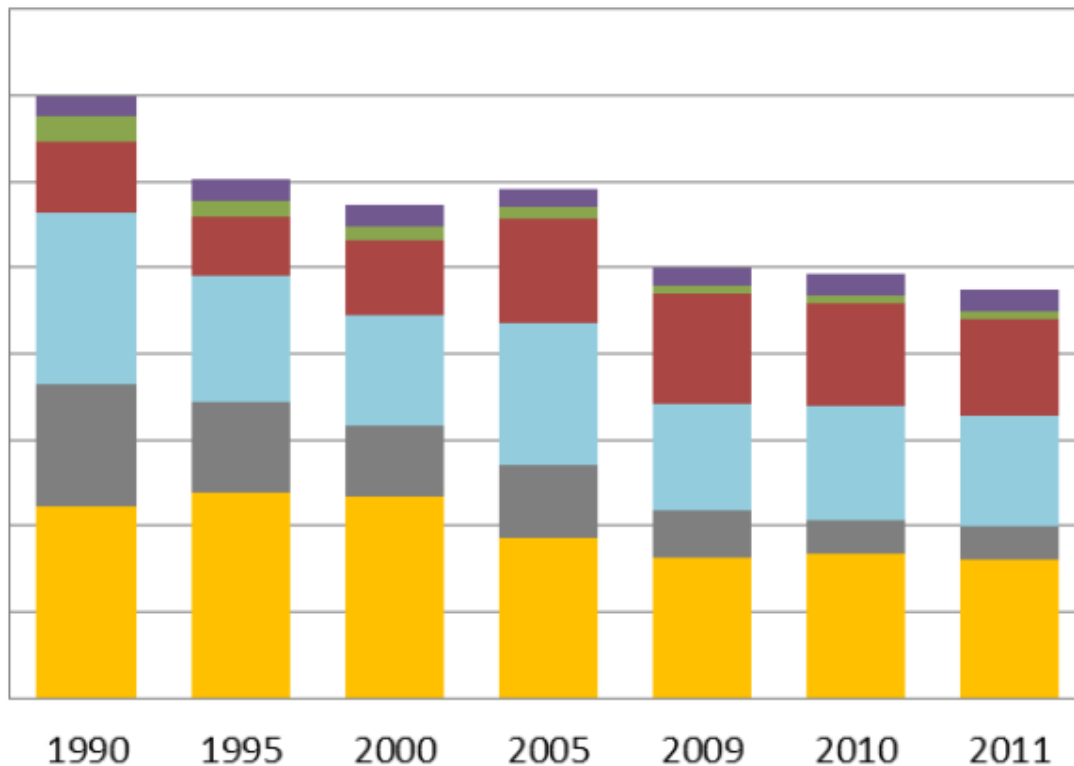
40 000

30 000

20 000

10 000

0



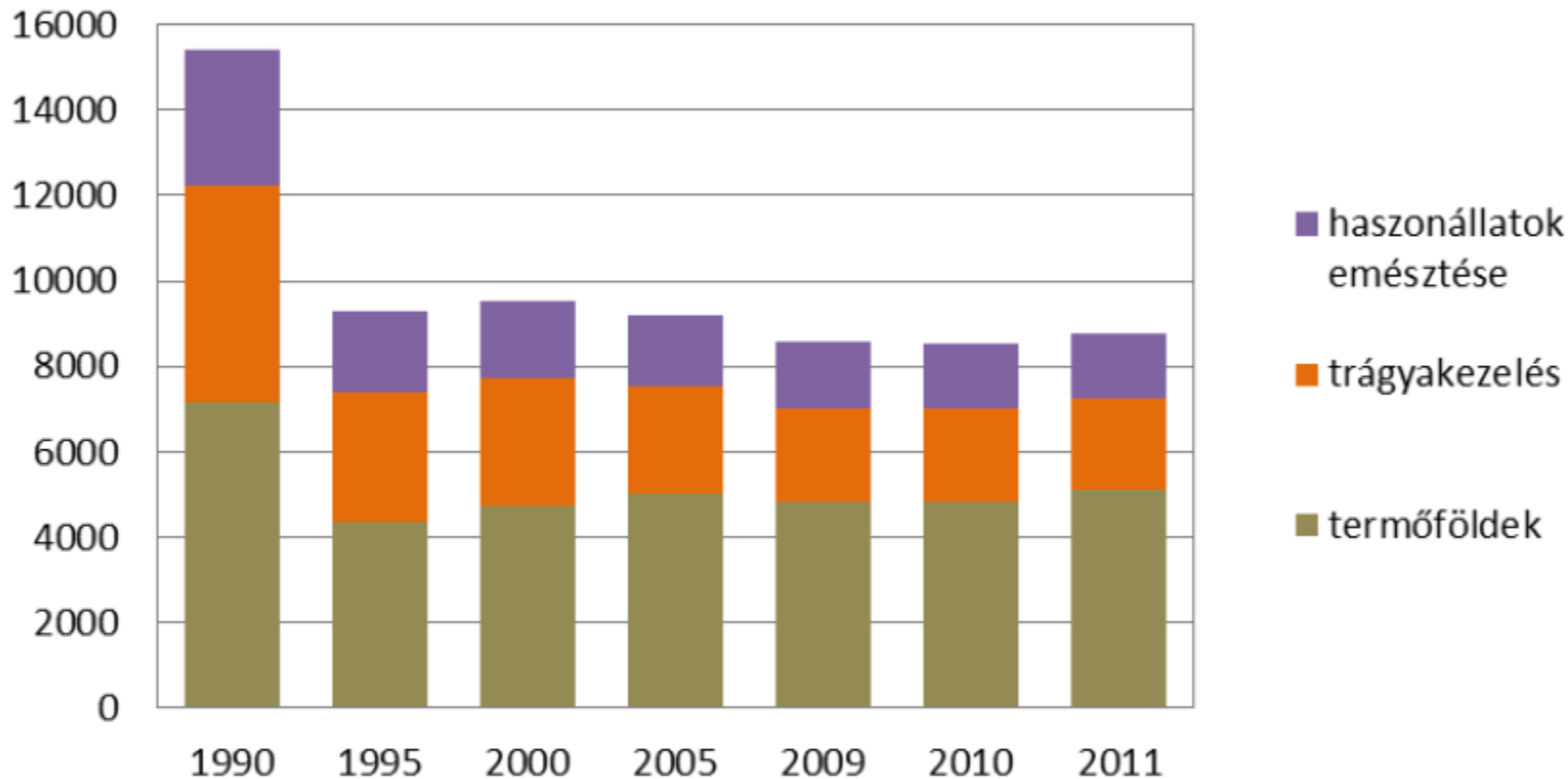
- fugitív
- mezőgazdaság
- közlekedés
- épületállomány
- ipar
- villamosenergia

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat⁹

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)

Magyarország: mezőgazdaság

CO₂ eé, Gg



Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat¹⁰

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)



ÜHG leltárok (inventory)

- EU EEA (European Environment Agency): **Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014**
<http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2014>
- UNFCCC: GHG inventory data
http://unfccc.int/ghg_data/items/3800.php
- Magyarország ÜHG leltára – OMSZ



United Nations
Framework Convention on
Climate Change



- ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, rövidebben FCCC)
- Rio de Janeiró, 1992 (Magyarország 1994-ben)
- Az aláírók elismerték, hogy az üvegházhatású gázok a Föld ökoszisztémáját megbontják.
- Cél: ÜHG légköri koncentráció stabilizálás, tájékoztatás, kutatás és monitoring/jelentés
- COP – Conference of Parties, idén COP21 (Párizs)



Kiotói jegyzőkönyv

- Nemzetközi kötelező kibocsátás csökkentési célokat tartalmaz
- Fejlett országok: 2008–2012-es időszakra átlagosan **5,2%-kal** csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását az 1990-es bázisévhez képest
- Országonként eltérő vállalások: Magyarország 6%-os csökkentést vállalt az 1985–1987-es időszak átlagos kibocsátásához képest
- Kiotó, 1997 (COP3) elfogadás
- 2005 hatályba lépés Oroszország belépésével (feltétele, hogy azt legalább 55 olyan ország ratifikálja, amelyek együttesen a fejlett országok 1990. évi kibocsátásának minimum 55 százalékát adják) Oroszország önmagában az 1990-es kibocsátási szint több mint 17 százalékát képviseli.
- Doha, 2012 (COP18) 2020-ig meghosszabbítás, 20%-os csökkentés (a 2°C-os, kritikusnak minősített hőmérséklet emelkedés megfékezése ennél jóval drasztikusabb kibocsátás csökkentést igényel)

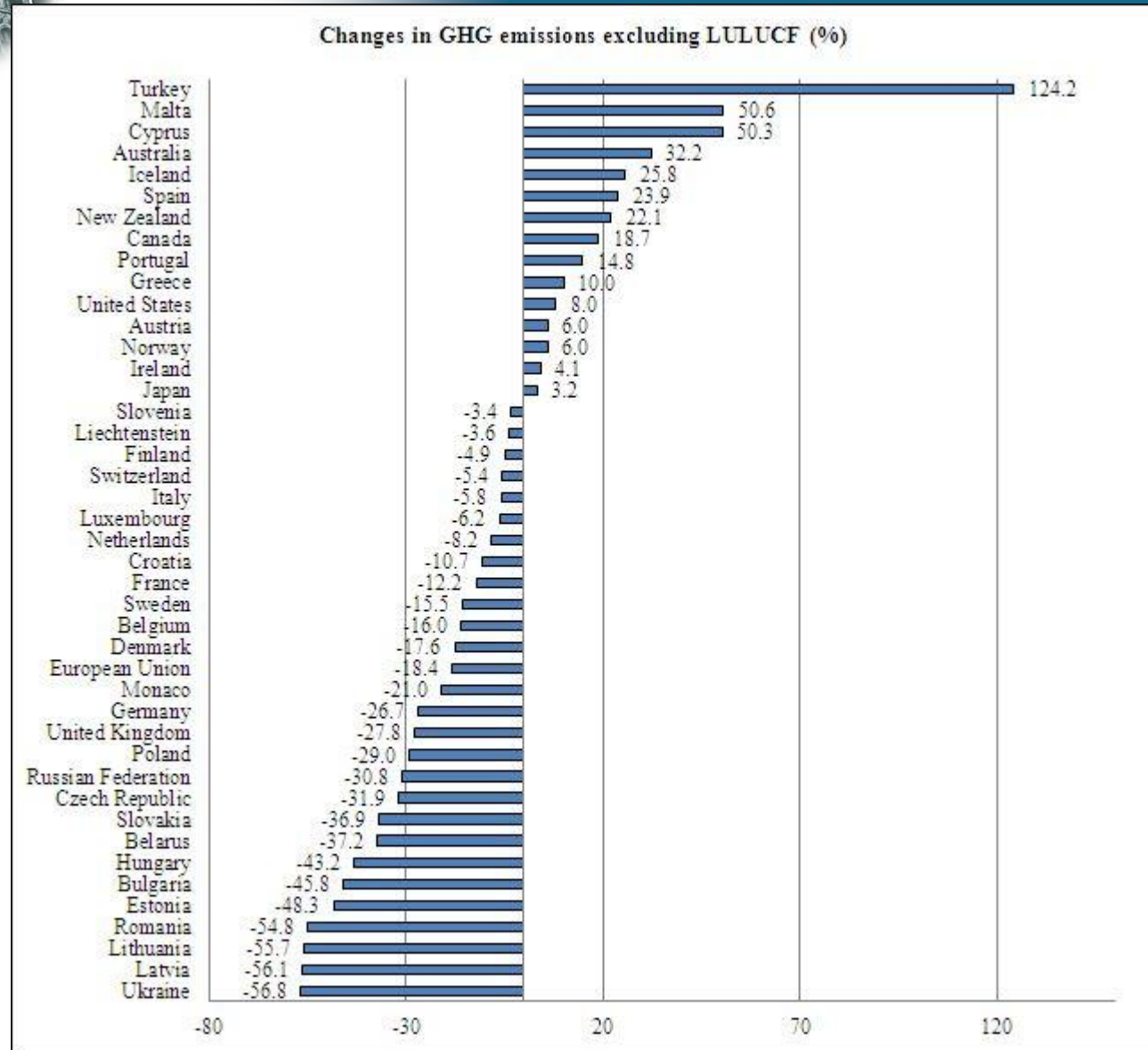


Kiotói jegyzőkönyv

- Finanszírozási mechanizmusok bevezetése: túlteljesítők a különbözettel kereskedhetnek, erre különféle mechanizmusok vannak. Magyarország több mint 40%-os csökkentést ért el, így eladóként vehetünk részt az üvegházgáz-kibocsátási jogosultságok nemzetközi kereskedelmében.



Kiotói jegyzőkönyv

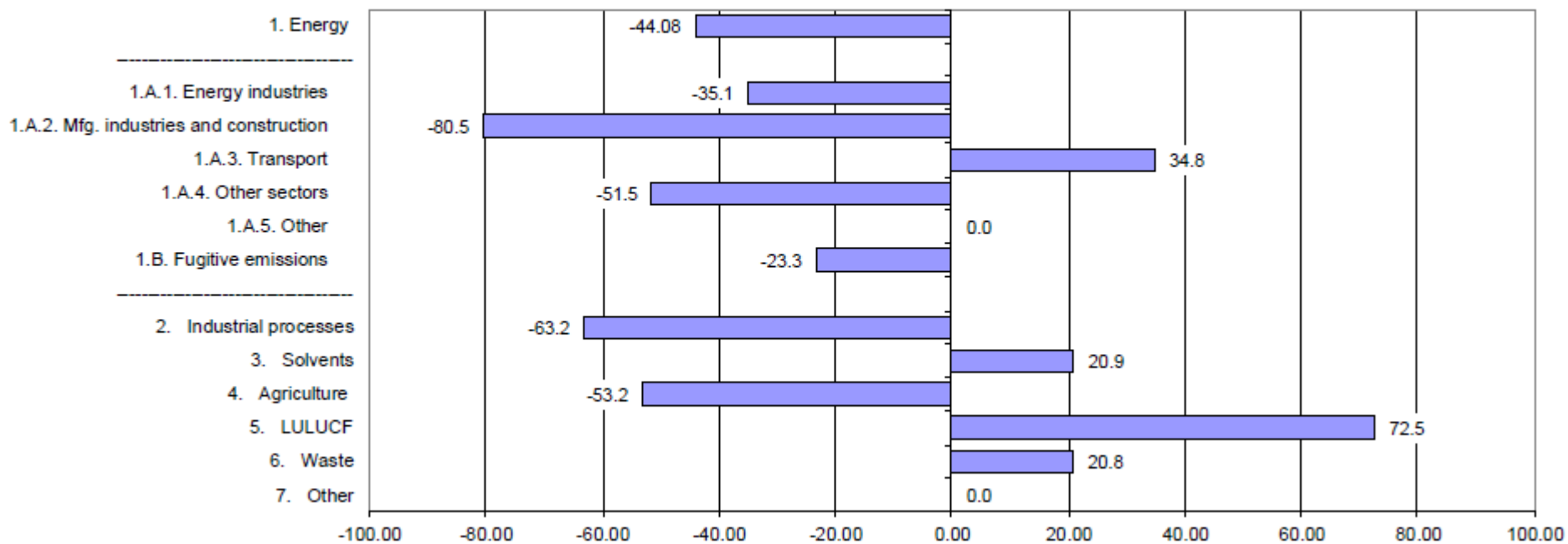


UNFCCC, Total aggregate greenhouse gas emissions of individual Annex I Parties, 1990-2011



Kiotói jegyzőkönyv – Magyarország

Change in GHG emissions/removals from 1985-87 to 2012, %



http://unfccc.int/files/ghg_emissions_data/application/pdf/hun_ghg_profile.pdf



EU Emissions Trading System (ETS)

- ,cap and trade' – EU szinten megállapított kibocsátható mennyiség, amely évről évre csökken (2005 – 2020 között 21%), a ,cap'-en belül a kibocsátók kereskedhetnek
- Az EU teljes kibocsátásának 45%-át érinti: CO₂ (energiatermelés, energia intenzív iparágak, kereskedelmi repülés), N₂O bizonyos iparágakból, PFC alumínium gyártásból
- A 2005 óta működő közösségi emisszió-kereskedelmi rendszerben (ETS 1-2 időszak) **tagállami** kötelezettséget jelentett a kibocsátási jogegységek mennyiségének megállapítása és kiosztása az érintett létesítmények számára.
- ETS-3 (2013-2020): jelentős központosítás – az összmennyiség mellett a kibocsátási egységek meghatározása is **uniós szinten** történik; évente csökkenő mennyiségek:
http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm
- 2020-ra a 2005-ös szinthez képest az Európai Unió szintjén összességében 10%-os kibocsátás-csökkentést kell elérni, tagállamokra bontott kötelezettségekkel.



EU ÜHG kibocsátási stratégiák

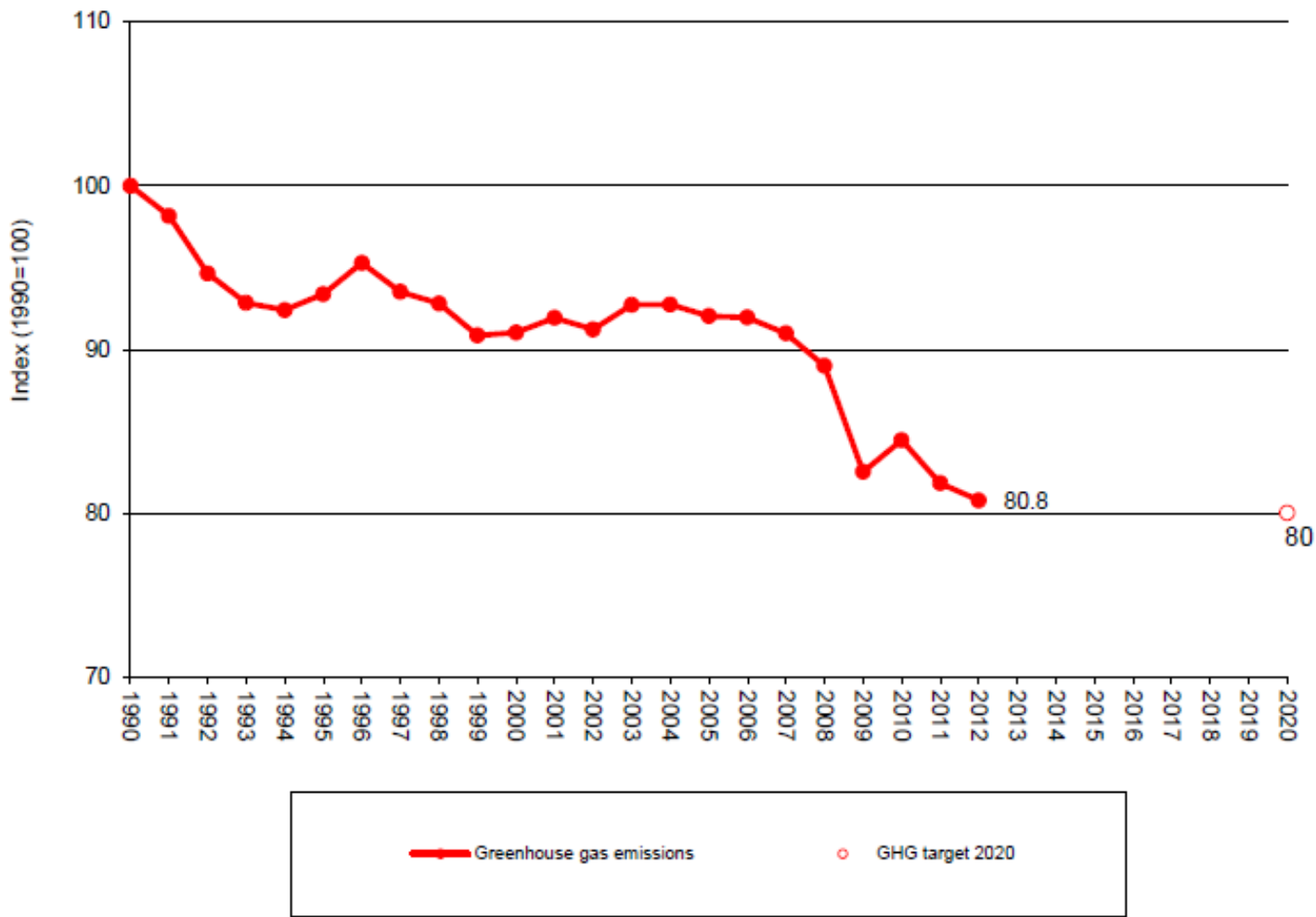
- 2020-as Klíma és Energiacsomag: 3x20%
 - 20% megújuló energia (átlag, tagállamonként eltérő, kötelező) Magyarország 13%
 - 20% energiahatékonyság javulás (nem kötelező)
 - 20% kibocsátás csökkentés (1990-hez, tagállamonként eltérő, Magyarország 2005-höz képest max. +10%)
- 2050-es vízió:
 - Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemterve (COM(2011) 112 végleges)
 - A 2050-ig szóló energiaügyi ütemterv (COM(2011) 885 végleges)
 - Fehér Könyv: Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás-hatékony közlekedési rendszer felé (COM(2011) 144 végleges)

EU ÜHG kibocsátási stratégiák

EU EEA (European Environment Agency): Annual European
Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory
report 2014



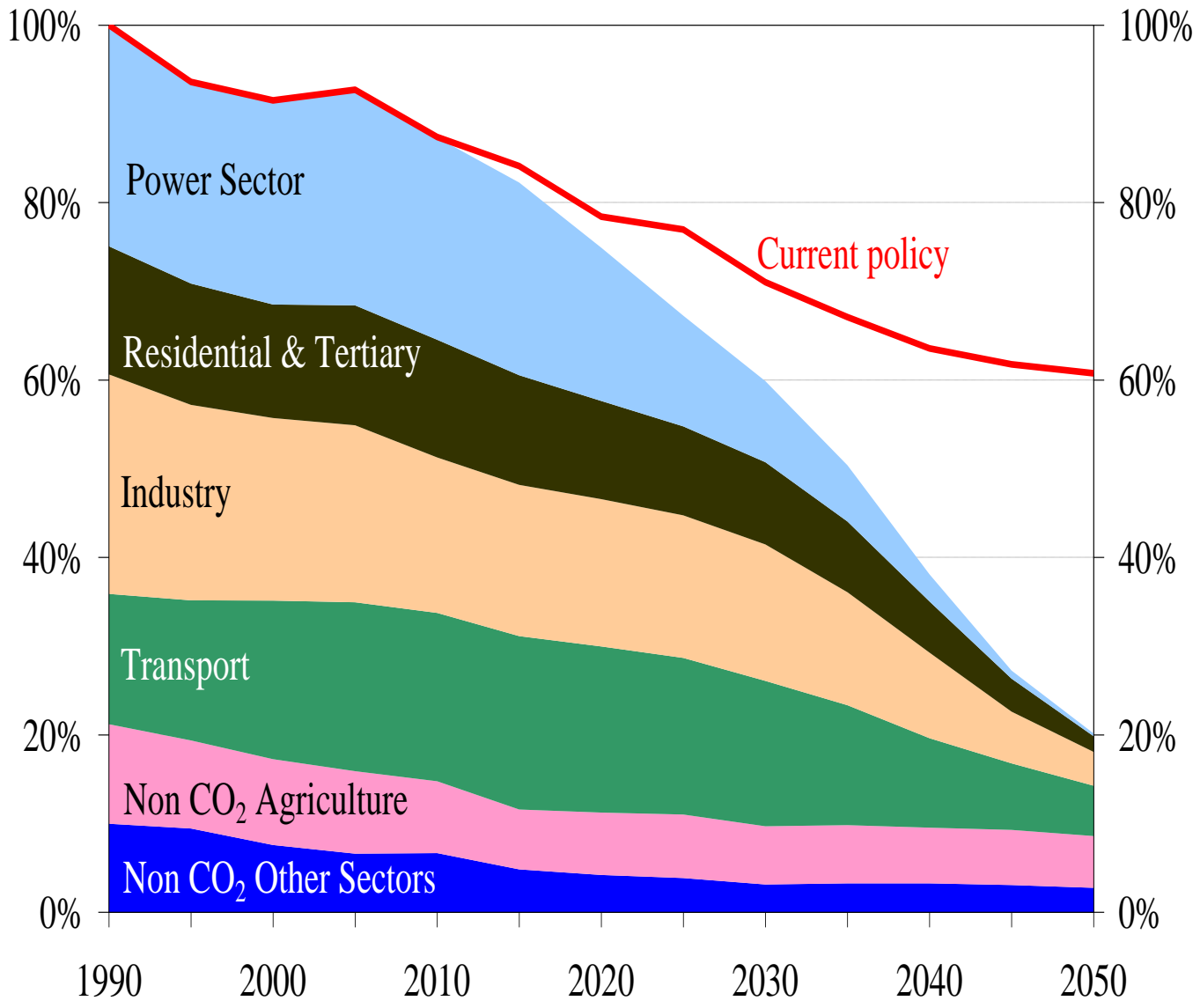
Figure ES.1 EU-28 GHG emissions 1990–2012 (excl. LULUCF)





EU vízió 2050

▪ Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemterve (COM(2011) 112 végleges)





Adaptáció – mitigáció

Dekarbonizáció: Cél az éghajlatváltozás hajtóerői elleni küzdelem keretében, a nemzetközi és EU tagságunkból adódó kötelezettségek figyelembevételével az alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaságra való áttérés az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, a természetes nyelő-kapacitások megerősítése és a szén geológiai közegben történő elnyelése és tározása révén.

Alkalmazkodás és felkészülés: Az éghajlati alkalmazkodás célja a nemzeti (természeti, humán, társadalmi és gazdasági) erőforrások készleteinek és minőségének megóvása, a változó külső feltételekhez való rugalmas (reziliens) természeti, társadalmi-gazdasági és szakpolitikai válaszok előmozdítása. Cél, hogy a felkészülés összehangolt választ adjon a klímabiztonság, az energiabiztonság, az élelmiszer- és vízbiztonság, valamint a kritikus infrastruktúra biztonság hosszútávon ható problémaköreire.



Mitigáció

- A fosszilis energiahordozók kiváltásának elősegítése, elsősorban a hő- és villamosenergia-termelés, az épületfűtés és a közlekedés területén.
- Az energiahatékonyság növelése és az energiatakarékosság előmozdítása.
- Azon technológiák, szolgáltatások és fogyasztói szokások elterjesztésének ösztönzése, melyek a természeti erőforrások (különösen az energiahordozók, nyersanyagok és víz) igénybevételének mérséklése révén és a zárt anyagforgalmú rendszerek alkalmazásával segítik a karbonszegény gazdaság felé való átmenetet.
- A dekarbonizáció zöldgazdaság-fejlesztési eszközként való megjelenése. A dekarbonizáció megvalósítását a hazai gazdaságfejlesztés keretrendszerébe kell helyezni.
- A szén-dioxid természetes nyelőkapacitásainak megerősítése, valamint elnyeletése, anyagában történő hasznosítása és a geológiai közegben történő megkötés technológiai lehetőségeinek vizsgálata.
- Kutatások, fejlesztések, innovációk, demonstrációs projektek támogatása.

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)

Saját forgatókönyved?

- DECC Carbon Calculator <http://2050-calculator-tool.decc.gov.uk/pathways>



Based on [excel version 3.4.6](#). The source code for this site is available under an open source licence from <http://github.com/decc/twenty-fifty>

Saját forgatókönyved?

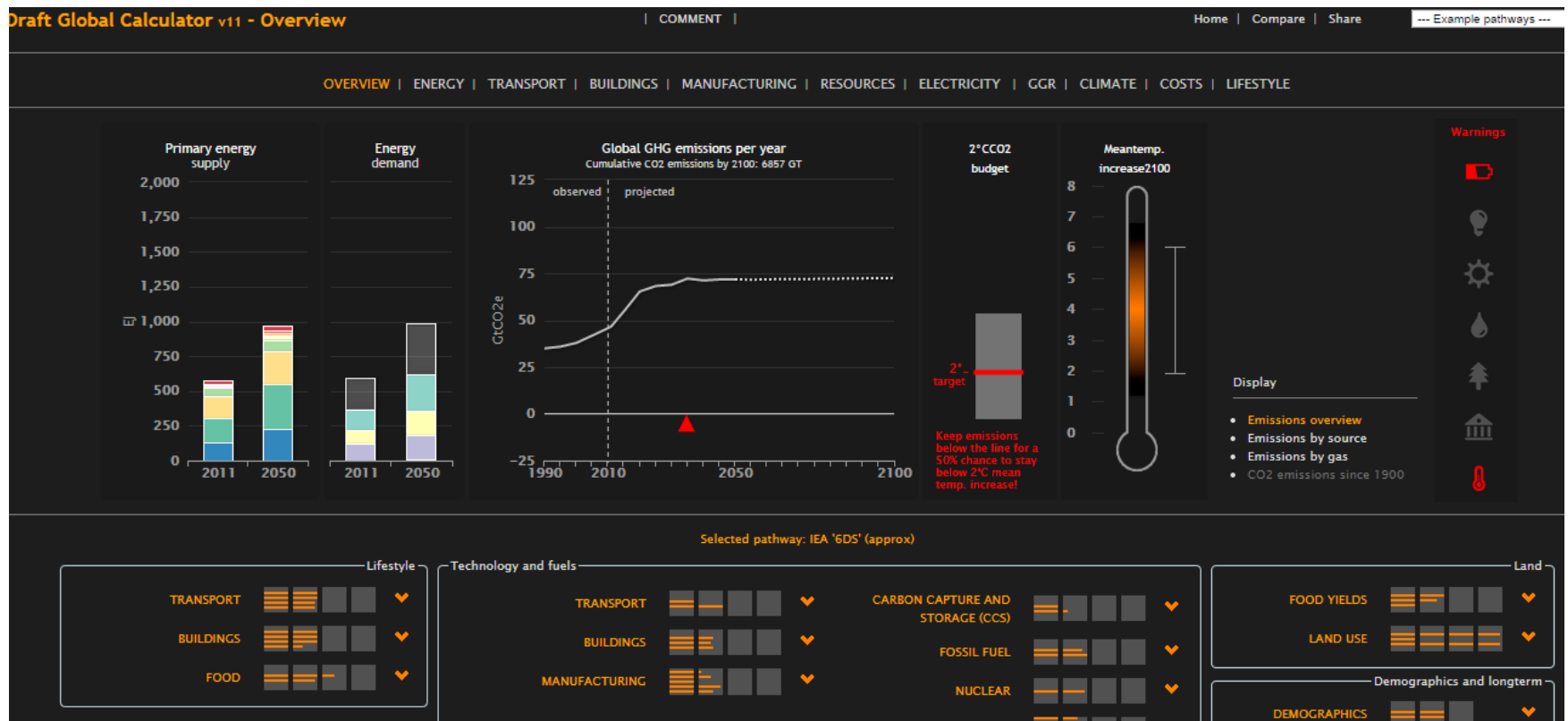
- DECC My2050 <http://my2050.decc.gov.uk/>





Saját forgatókönyved?

- Global calculator <http://tool.globalcalculator.org/>



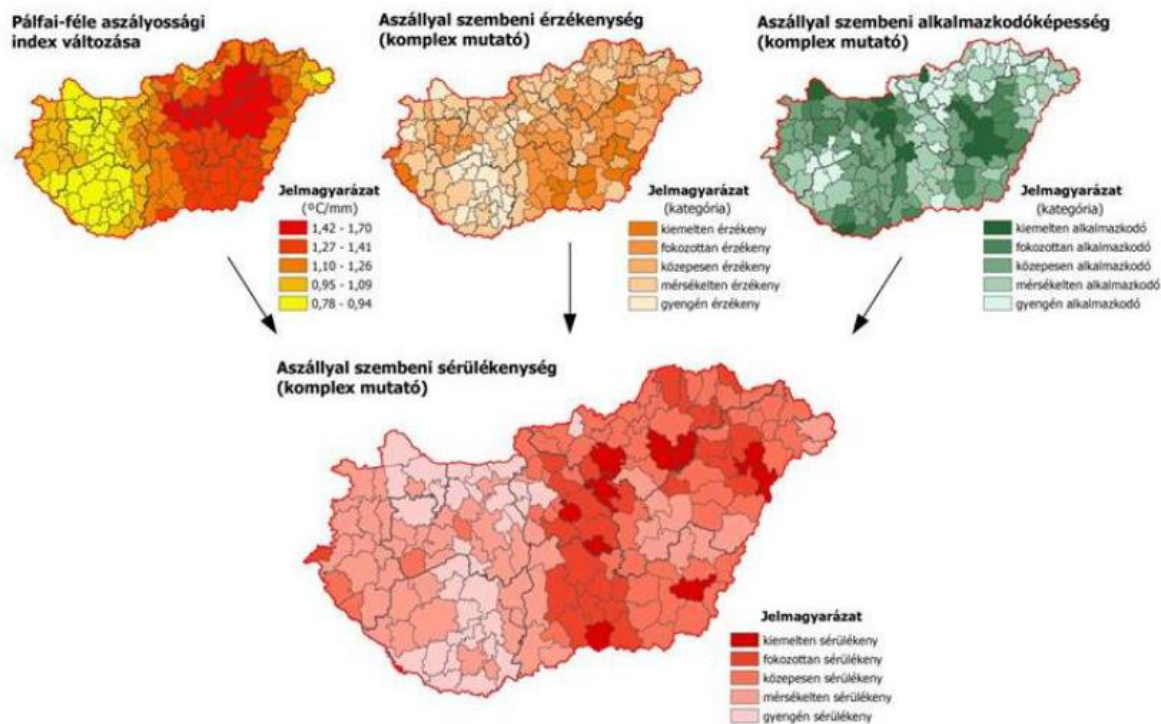


- A természeti erőforrások készleteinek és minőségének megőrzése
- Sérülékeny térségek alkalmazkodási lehetőségeinek támogatása; térség-specifikus alkalmazkodási stratégiai dokumentumok kidolgozása és integrálása a térségi fejlesztési tervekbe.
- Sérülékeny ágazatok (többek között turizmus, energetika, közlekedés, épületszektor, telekommunikáció, hírközlési rendszerek) rugalmas és innovatív alkalmazkodásának megvalósítása.
- Növekvő kockázatok kezelésére való felkészülés elősegítése, és az alkalmazkodás megvalósítása kiemelt nemzetstratégiai jelentőségű horizontális területeken (többek között katasztrófavédelem, kritikus infrastruktúra vízgazdálkodás, vidékfejlesztés területein).
- A klímaváltozás várható társadalmi hatásainak mérséklése és a társadalom alkalmazkodóképességének javítása, az alkalmazkodási lehetőségek a társadalom által történő megismertetésének elősegítése.
- Kutatások, innovációk támogatása

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási
Stratégia egyeztetési változata (2013. november)

Területi sérülékenység

- A (relatív) sérülékenység-vizsgálat célja annak feltárása, hogy az egyes térségek mennyire veszélyeztetettek az éghajlatváltozás hatásaival szemben.
- Térben differenciált jellemzők: kitettség -> érzékenység -> várható hatás -> alkalmazkodóképesség -> sérülékenység



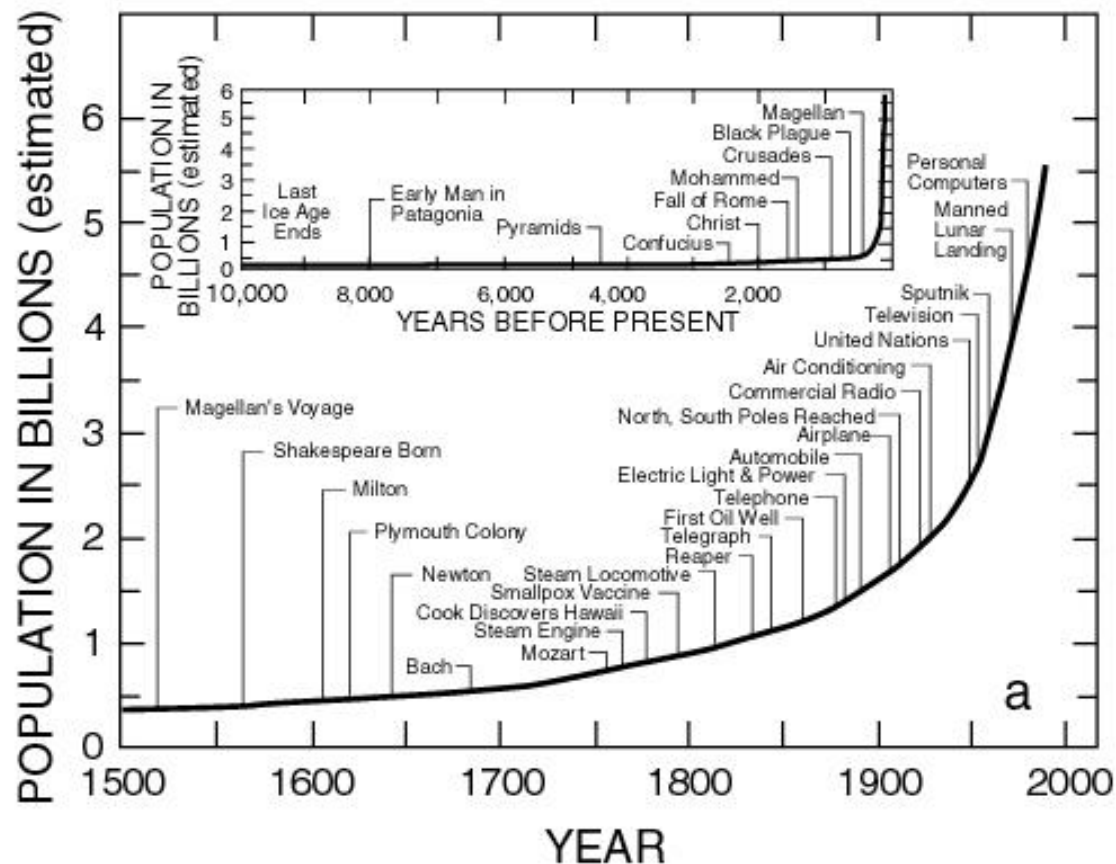
Forrás: saját szerkesztés

Forrás: Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia egyeztetési változata (2013. november)



Mezőgazdaság – helyezzük el!

- Richard M. Cruse, professzor Iowa State University előadása alapján

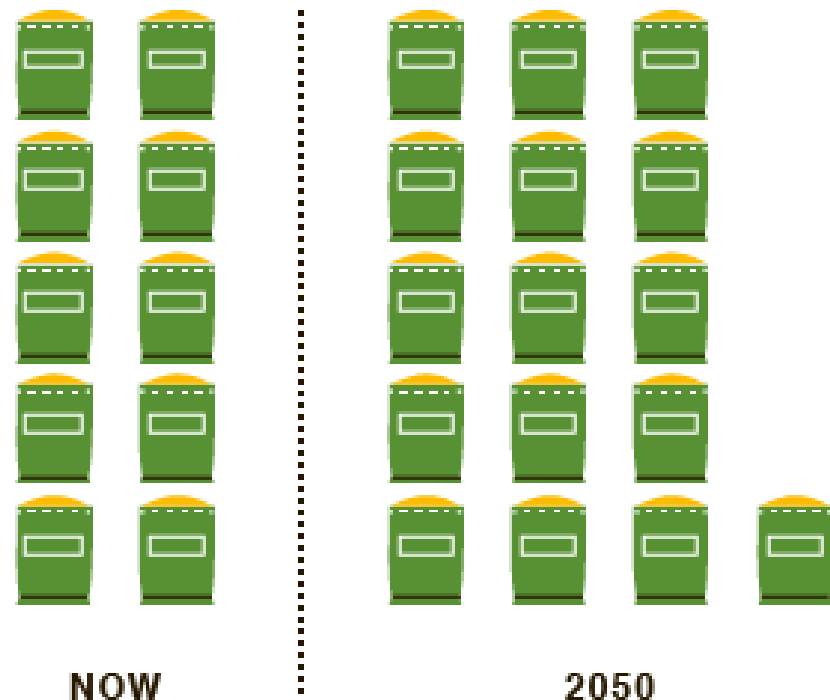




Élelmiszer igény

With current global trends in diets and population, **60% MORE FOOD** will be needed in 2050.

Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working Paper 12-03. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (Available from <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>)

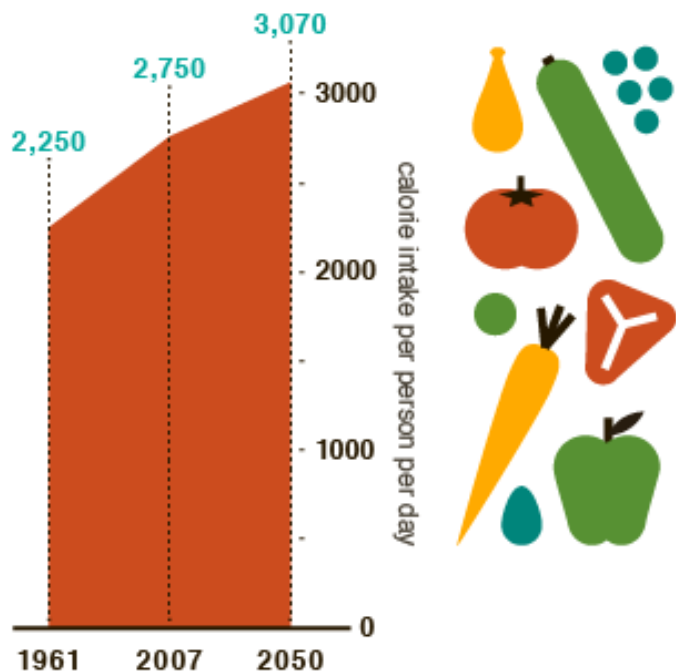


Source: Alexandratos and Bruinsma, 2012

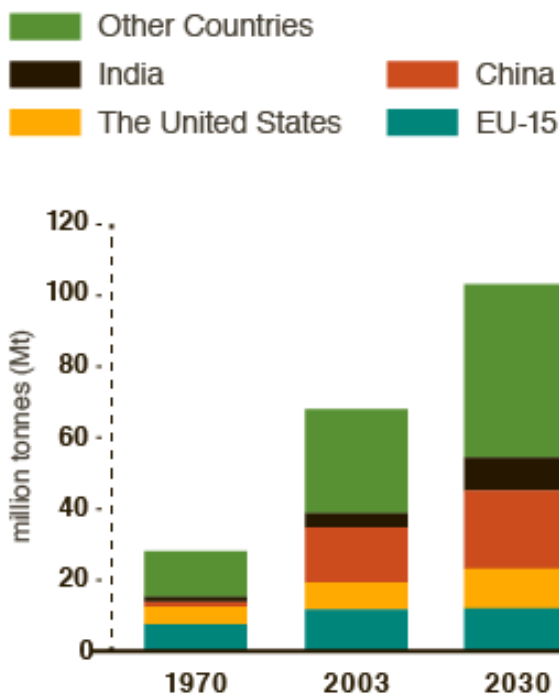


Jelenlegi étrend és trendek?

Average calorie consumption is rising.



Demand for animal protein is increasing.



Source: Alexandratos and Bruinsma, 2012

Big Facts
ccaafs.cgiar.org/bigfacts



Source: PBL, 2009

Big Facts
ccaafs.cgiar.org/bigfacts



[PBL] Planbureau voor de Leefomgeving. 2009. Milieubalans 2009. Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving. (Available from <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2009/milieubalans/>)

Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working Paper 12-03. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (Available from <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>)

Jelenlegi étrend és trendek?

- 3 milliárd ember → közép osztály (elkövetkező 20 évben)¹
- 73%-kal több hús 2050-re¹



6 – 8 kg



1 kg

¹United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability (2012). Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing. New York: United Nations.



Matek?

- 157 g hús/nap/fő – EU-ban¹
- Feltételezés: 3 milliárd fő eszik napi 100 g hús
- Igény: 300 000 000 kg hús/nap
- Szarvasmarha: 550 kg (kb. 300 kg hús)



1 000 000 állat/nap

FAOSTAT: 2013: 1494 millió szarvasmarha
1961: 942 millió



¹Kanerva, Minna. 2013. Meat consumption in Europe: Issues, trends and debates.
Artec-paper Nr. 187. ISSN 1613 4907. Universität Bremen.



Faktor 1: termőföld

- Termőföld vesztés



- 7%-kal kevesebb 2030-ra¹



¹FAO. 2002. World Agriculture: Towards 2015/2030. FAO, Rome.

Brazília – termőföld potenciál

- ~ 400,000,000 ha áll rendelkezésre
- ~ 15% veszteség infrastruktúra fejlesztésre
- ~ 340,000,000 ha terjeszkedés





Land use change?

Agriculture is responsible for **75% OF GLOBAL DEFORESTATION.**

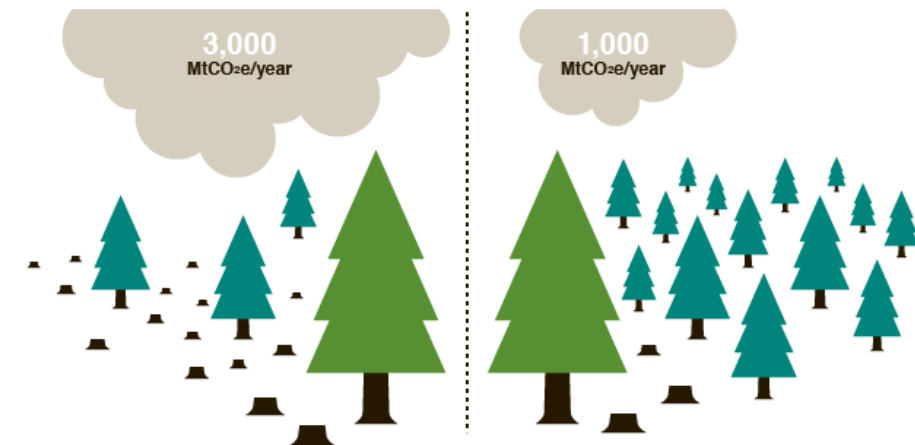


Blaser J, Robledo C. 2007. Analysis on the mitigation potential in the forestry sector. Report for the UNFCCC Secretariat. Bern: Intercooperation. (Available from http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/blaser.pdf)

Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. PNAS 108(50):20260–20264. (Available from www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1116437108)

If trends continue, **ABOUT 10 MILLION km² OF LAND** will likely be cleared by 2050 to meet food demand.

Alternative pathways would only require **ABOUT 2 MILLION km² OF LAND** be cleared.



Source: Blaser and Robledo, 2007 | Tilman et al., 2011



Faktor 2: talaj

- 25%-a mezőgazdasági talajoknak degradált



FAO. 2011. State of the world's land and water resources for food and agriculture.
Summary Report. FAO. Rome



05/29/2013 15:57



05/30/2013 17:40



05/29/2013 16:06



05/30/2013 1



IOWA - USA
2013

05/31/2013 16:00



05/31/2013 17:14



05/30/2013 1



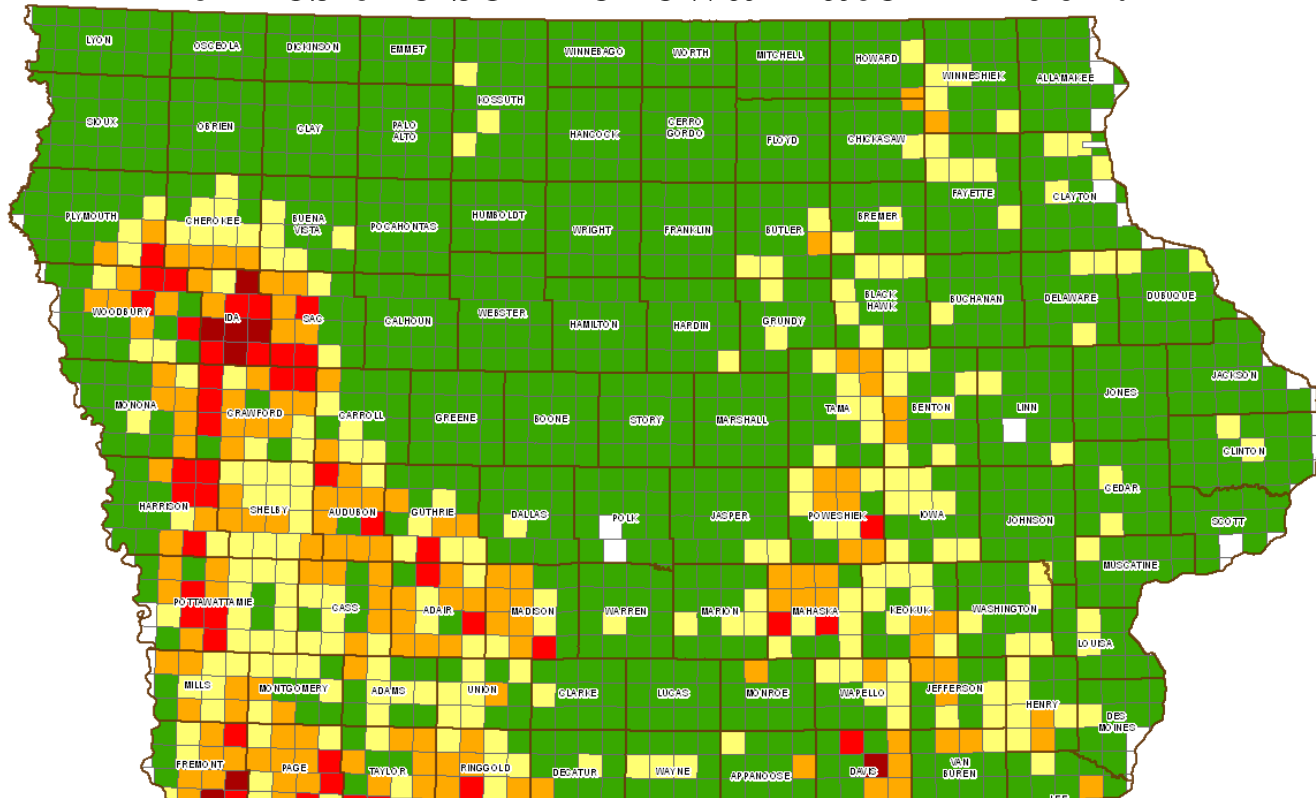
04/21/2013 10:31



05/11/2013 12:05



25% of Iowa's row crop hectares eroded at 20 – 100 times the soil renewal rate in 2007.

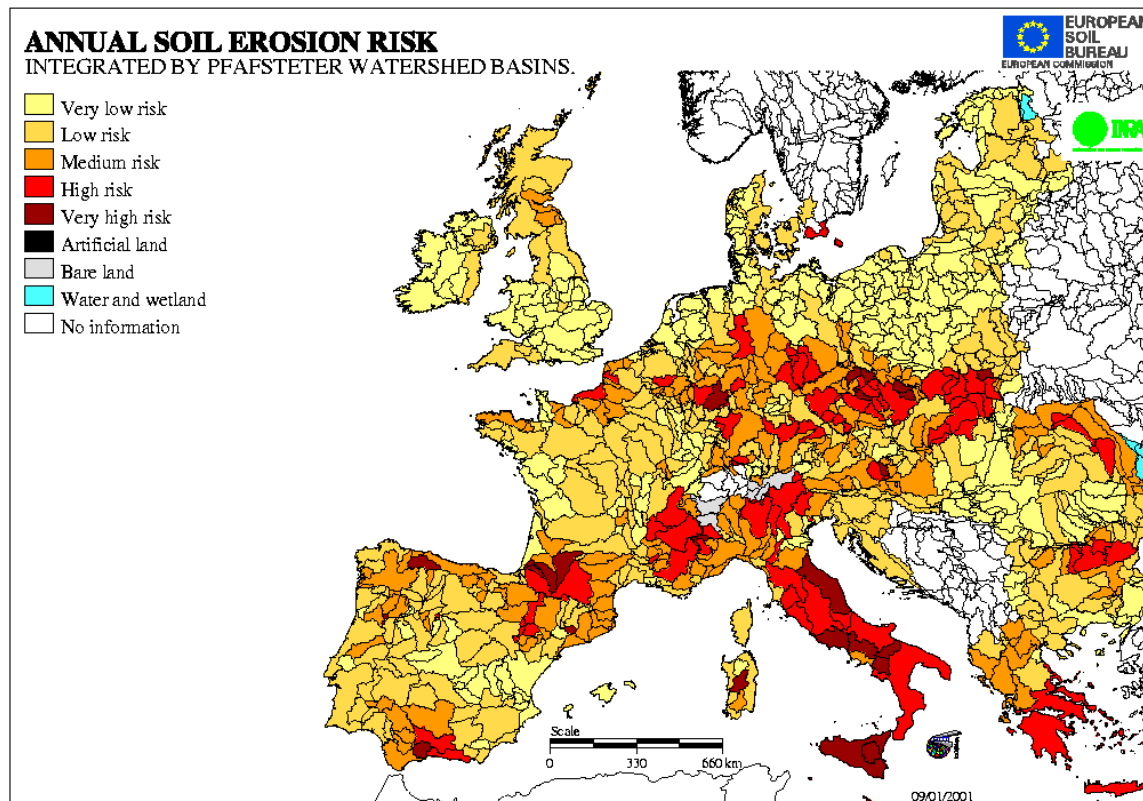


Average Soil Erosion (tons/acre)

○ No Data ● 0 - 5.0 ● 5.1 - 10.0 ● 10.1 - 20.0 ● 20.1 - 50.0 ● 50.1 - 100.0 ● Greater than 100

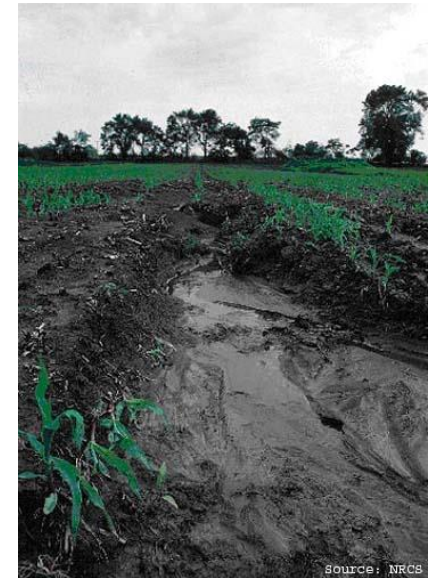
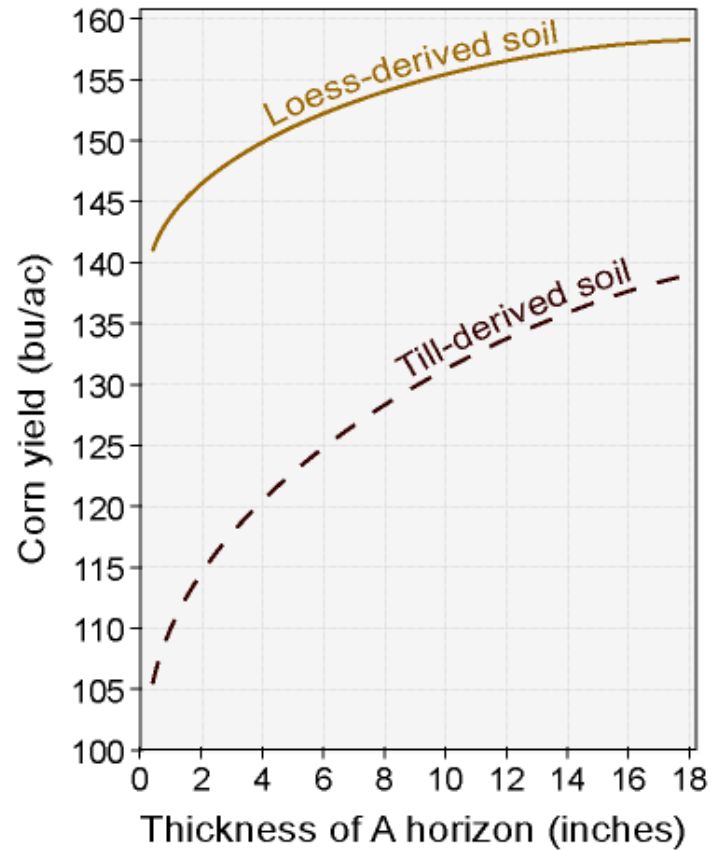
Cox, Craig, Andrew Hug, and Nils Bruzelius. 2011. Losing Ground. Environmental Working Group. Available at: http://static.ewg.org/reports/2010/losingground/pdf/losingground_report.pdf

Actual soil erosion rates for tilled, arable land in Europe are, on average, 3 to 40 times greater than the upper limit of tolerable soil erosion.¹



¹F.G.A Verheijen, R.J.A. Jones, R.J. Rickson, and C.J Smith. 2009. Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe. *Earth Science Reviews*. 94:23-38.

Erózió és termelékenység



Kazemi, Masoud, L.C. Dumenil, and T.E. Fenton. 1990. Effects of accelerated erosion on corn yields of loess-derived and till-derived soils in Iowa. Final report for Soil Conservation Service, Agreement No. 68-6114-0-8, Des Moines, IA.



Faktor 3: Öntözés

- Globálisan az élelmiszer $\sim 40\%$ a terület 18% -áról származik¹
 - India $3/5$ -e a gabona termésnek
 - Kína $4/5$ -e a gabona termésnek
- Water Scarcity Index

Human Fresh Water Consumption Renewable Fresh Water

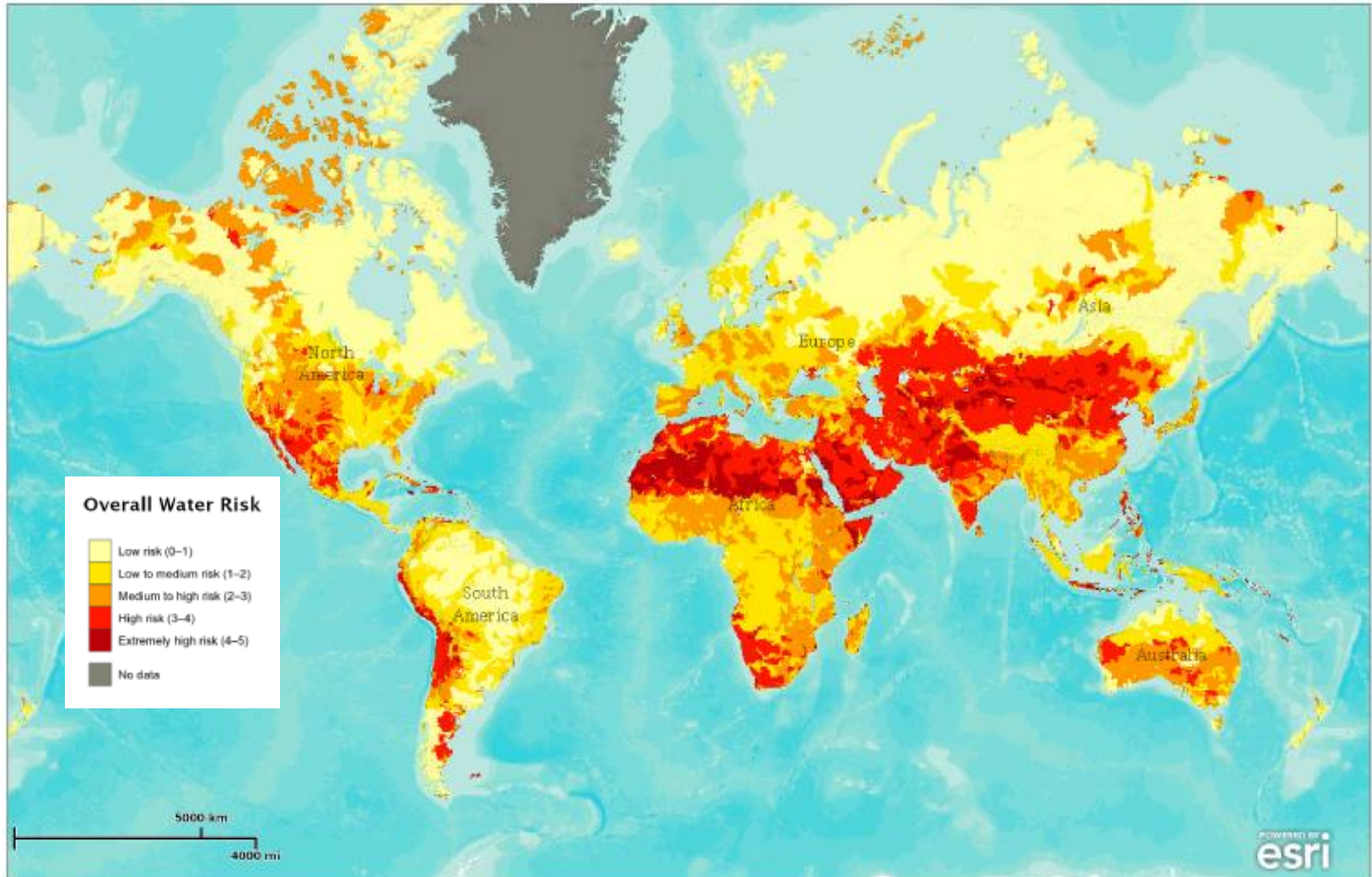
¹W Danielle Nierenberg, Linda Starke and Erik Assadourian. 2007
State of the World – 2006. World Watch Institute.



Víz kockázat

 **AQUEDUCT**

Overall Water Risk
Default



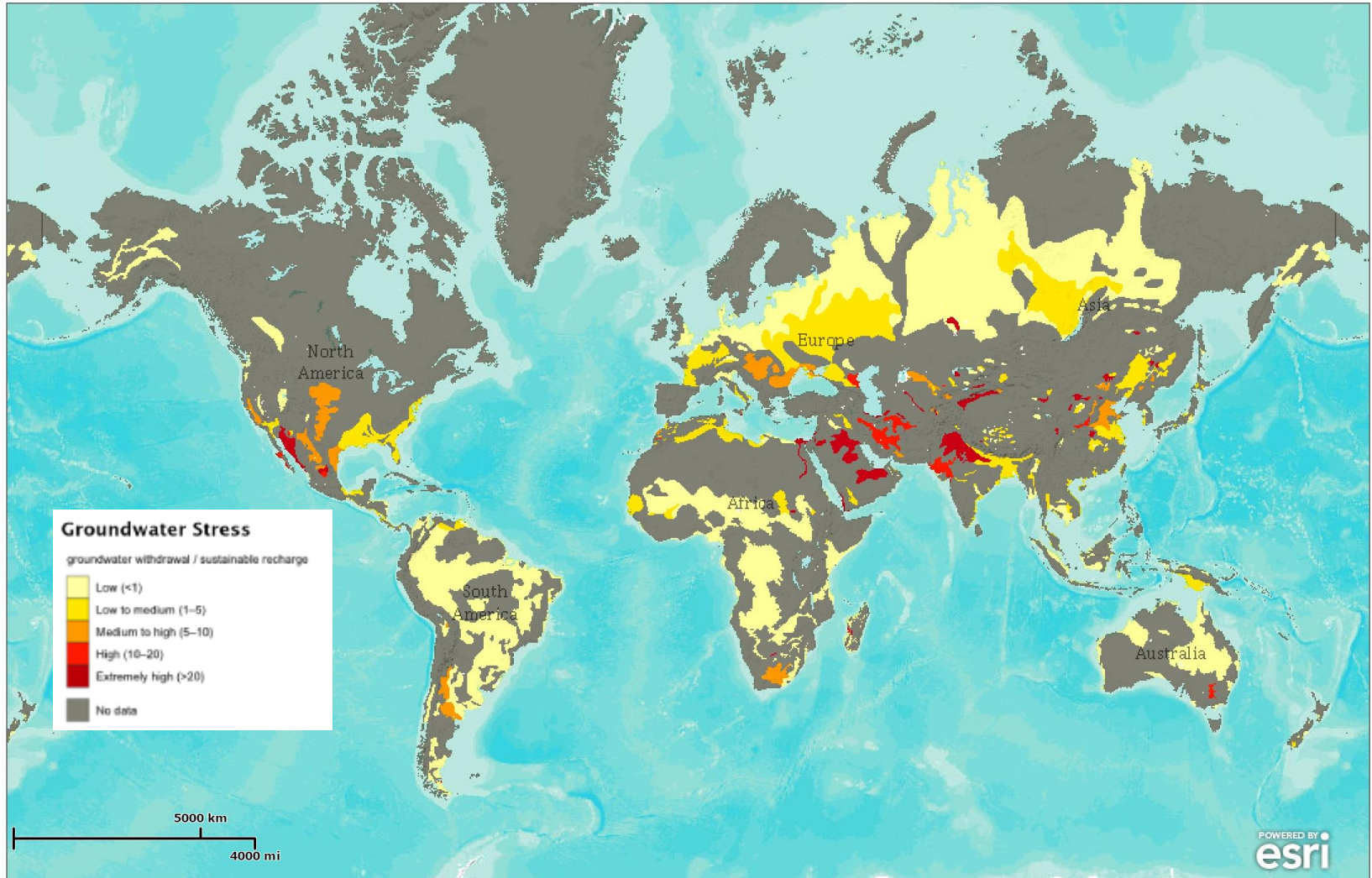
Data provided by:  **WORLD RESOURCES INSTITUTE**

September 15, 2014

Föld alatti vízkészletek



Groundwater Stress



Data provided by:  WORLD RESOURCES INSTITUTE

September 15, 2014

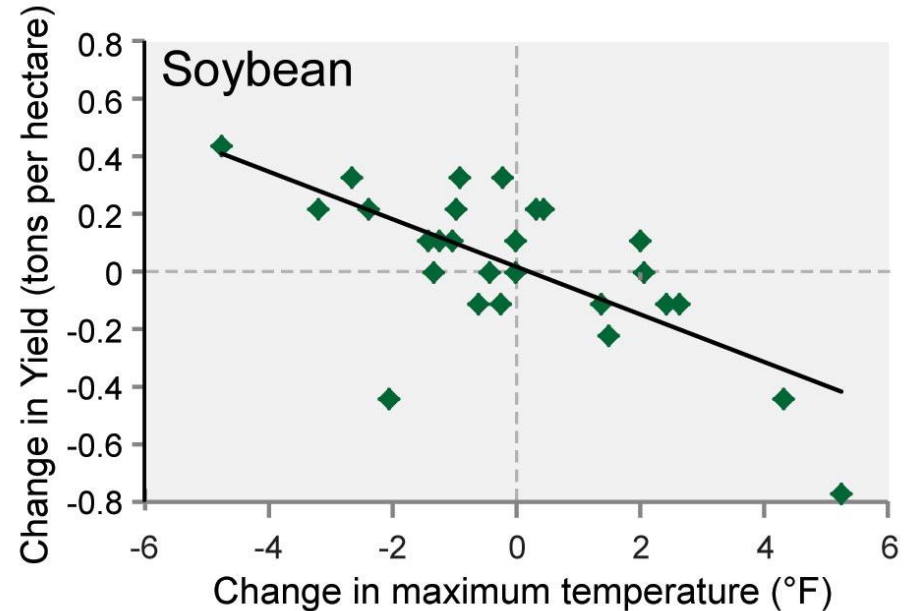
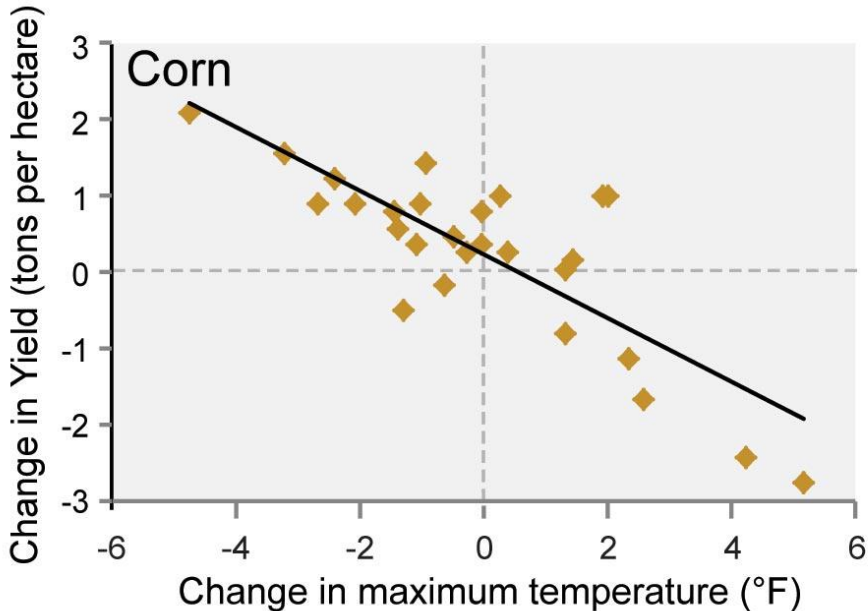


Faktor 4: Klímaváltozás

- Klímaváltozás 1980 - 2008¹
 - Búza termelés 5.5%-kal csökkent
 - Kukorica termelés 3.8 %-kal csökkent
- Csapadék mennyiség és eloszlás, hőmérséklet

¹David B. Lobell, Wolfram Schlenker, and Justin Costa-Roberts. 2011. Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. Published online 5 May 2011 [DOI:10.1126/science.1204531].

Hőmérséklet és hozamok



Harvests in Illinois and Indiana, two major producers, were lower in years with average maximum summer (June, July, and August) temperatures that were higher than the 1980-2007 average.

12 experimental watersheds, 0.5 to 3.5 ha each, Neal Smith National Wildlife Refuge, Prairie City, IA



Four treatments:

100% crop (no-till)

10% buffer, toe slope

10% buffer, contour strips

20% buffer, contour strips

Photo: Matt Liebman

Experimental Watershed Treatments Neal Smith NWR, Prairie City, IA

(n = 3)



100%
row crops



10%
perennial,
bottom



10%
perennial,
strips



20%
perennial,
strips



= corn and
soybean row crops



= perennial
vegetation

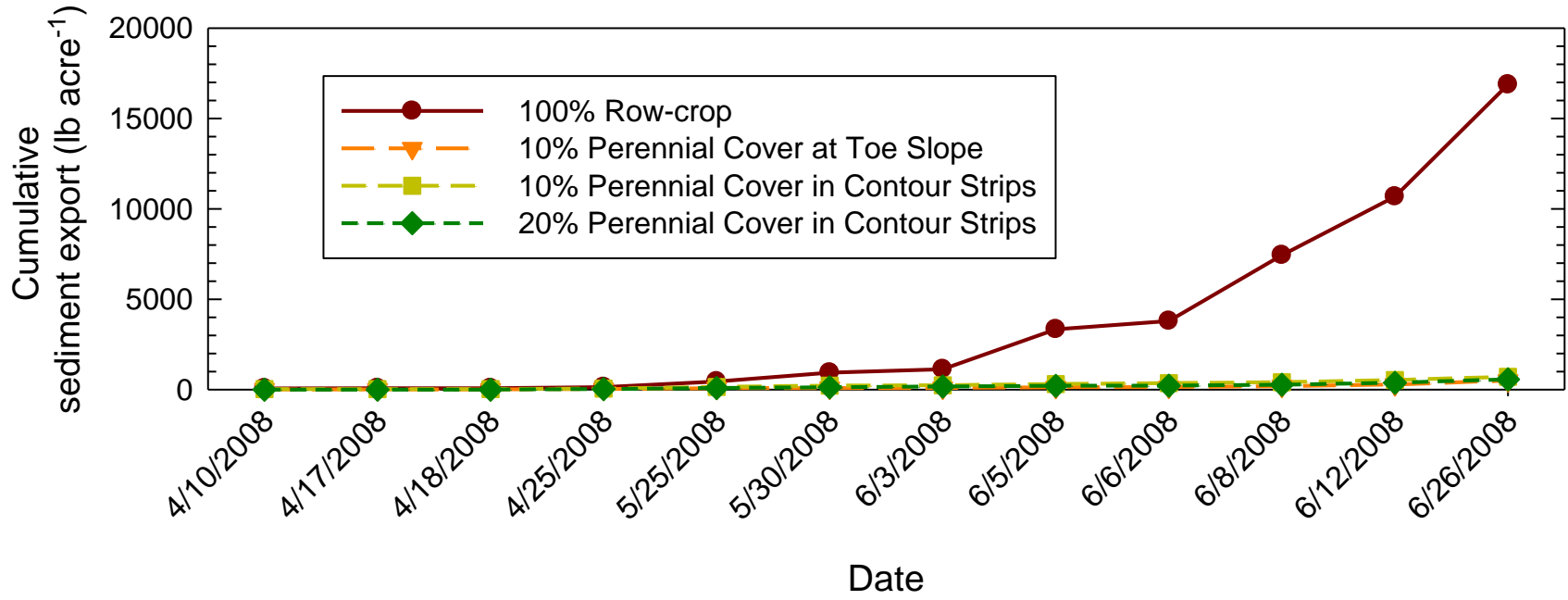
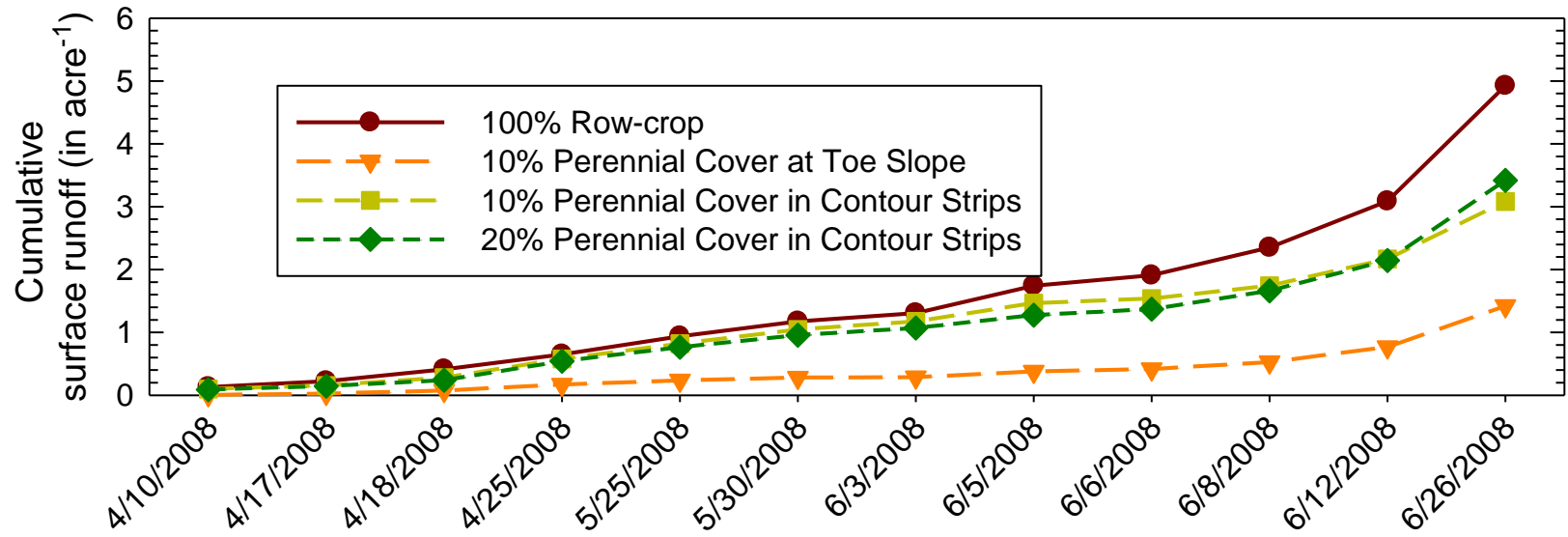
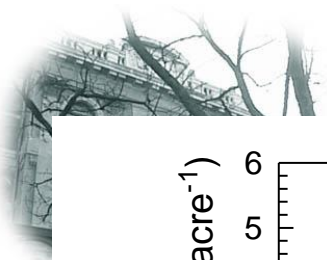
Talajveszteség



100% ültetvény



10% évelő borítás



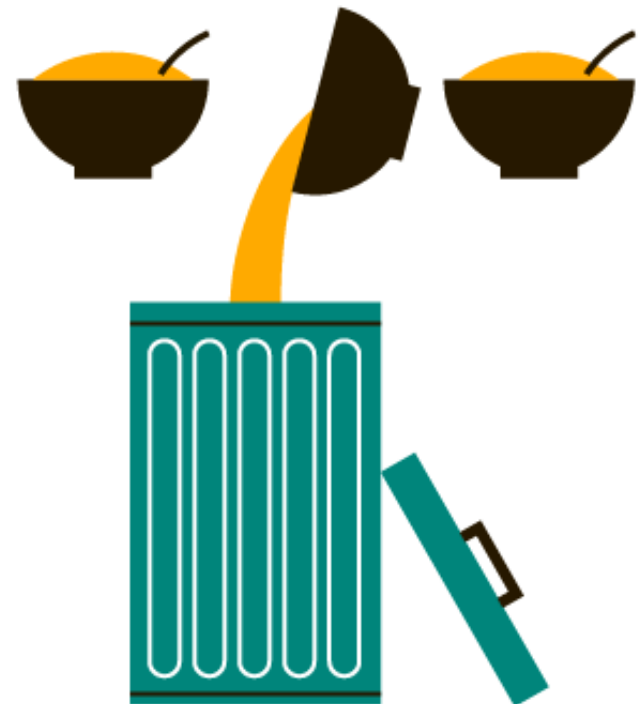
DE: élelmiszer pazarlás



A total of 1.4 billion ha of land—28% of the world's agricultural area—is used annually to produce food that is lost or wasted. This is equivalent to the areas of Canada and India put together, and dwarfed globally only by the size of Russia (1.7 billion ha).

[FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013b. Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Summary Report. Rome, Italy: FAO (Available from <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>).

ALMOST A BILLION PEOPLE
are going hungry, while we waste
1/3 OF THE FOOD WE PRODUCE.



Source: FAO, 2013

Big Facts
ccafs.cgiar.org/bigfacts



RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security





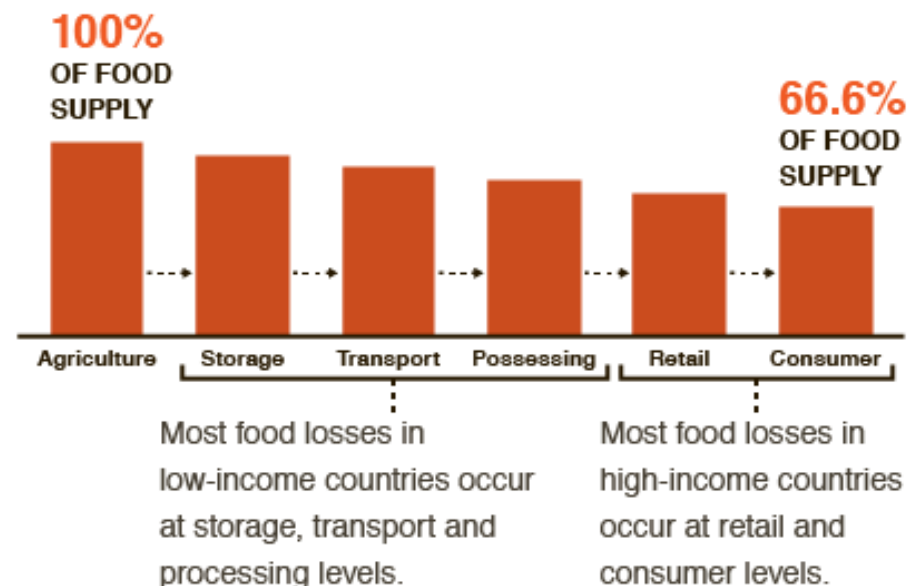
Összegzés

Hasonló a helyzet a többi iparágban (pl. energetikában) is:

- növekvő igény,
- pazarlás (technikai, magatartásbeli: kényelem/megszokás)
- nem fenntartható praktikák/megoldások.

Sokszor józan paraszti ész és „low tech” megoldások is segíthetnek. Hosszú távú gazdasági szempontok érvényesítése?

About a third of all food produced is lost in the food supply chain.



Source: FAO, 2013

Big Facts
ccaafs.cgiar.org/bigfacts



RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security

