

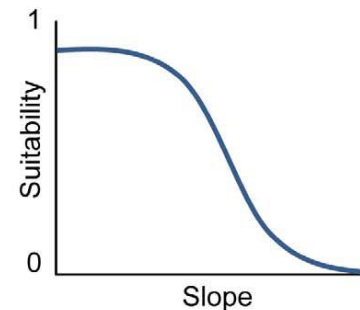
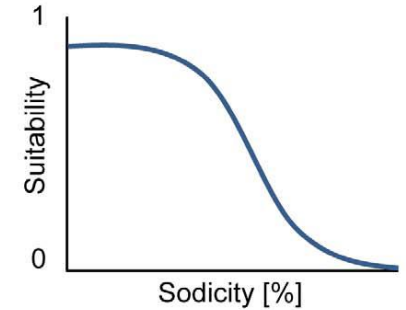
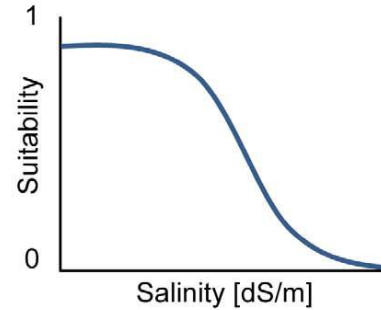
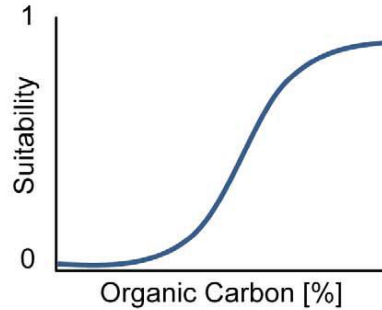
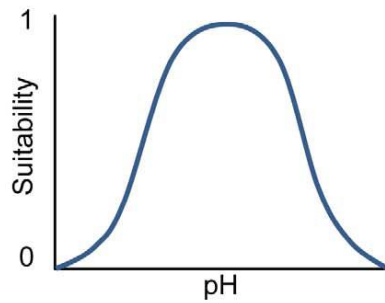
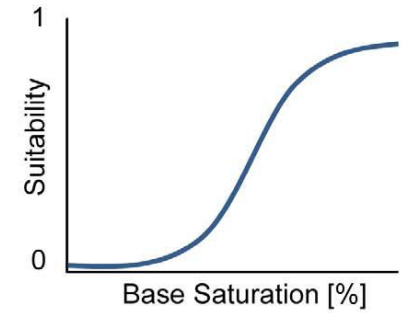
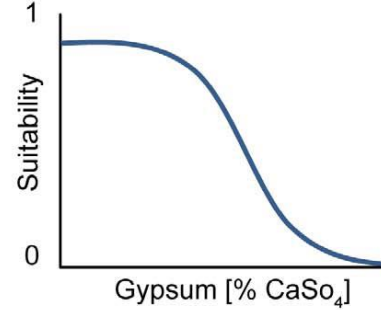
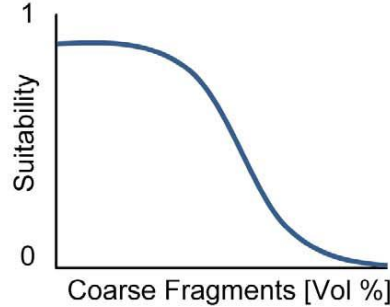
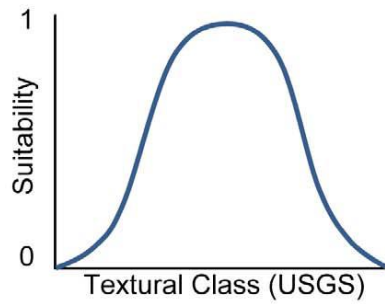
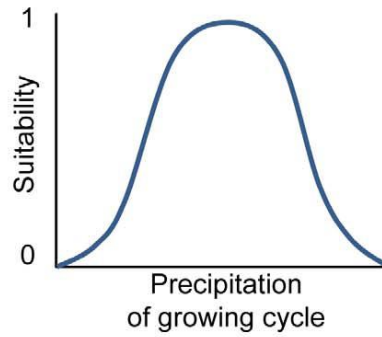
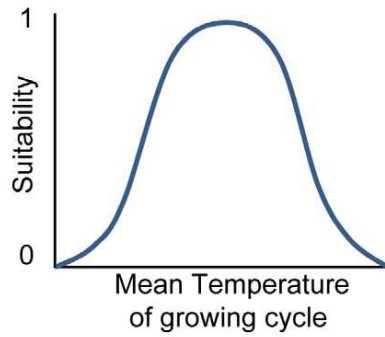


Znaczenie jakości gleb, zasoby glebowe i efektywność użytkowania, współczesne zagrożenia i wyzwania

dr hab. inż. **C. Kaźmierowski**, prof. UAM
cezark@amu.edu.pl



Przydatność rolnicza w funkcji czynników glebowych i klimatycznych



Jakość gleb

zaledwie 11-13% powierzchni lądów stanowią gleby przydatne do uprawy bez wykonywania zabiegów „ulepszających” lub wymagających większych nakładów

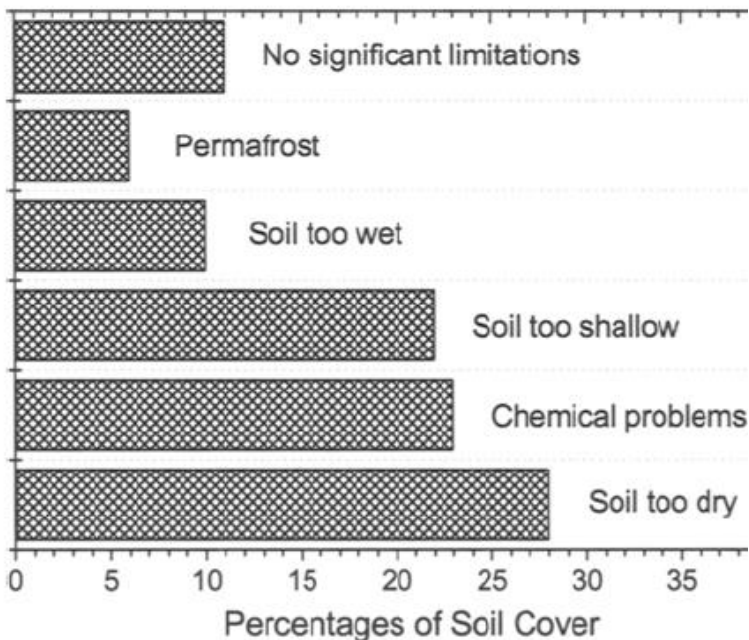


Table 13.1. Land quality distribution in the world (Source: Eswaran *et al.*, 1999).

Land quality class	Properties	Area (million km ²)	Per cent of global land surface
Prime	Soils are highly productive with few management-related constraints.	4.09	3
Good	Productive soils with few management constraints for production. Soils are typically more susceptible to degradation than prime soils or need more inputs to become productive.	12.42	10
Marginal	Owing to marginal productivity or susceptibility to degradation, these soils should only be used for crop production with continuous monitoring of soil degradation. Soil conservation and nutrient management plans are very important to sustain productivity.	43.68	33
Very marginal	These soils should preferably not be used for crop production owing to inherent constraints.	11.65	9
Unsuitable	These soils belong to very fragile ecosystems such as deserts and boreal forests that are not suited for crop production.	58.74	45

Gleba a zasoby glebowe

- Gleba jest definiowana jako nagromadzenie części mineralnych i organicznych, pochodzących z wietrzenia lub akumulacji, naturalnej lub antropogenicznej, które ma zdolność zaopatrywania organizmów żywych w wodę i składniki pokarmowe, będące częścią litosfery lub trwale powiązane z litosferą za pośrednictwem budynków lub budowli,
- **Zasoby glebowe** - powierzchnia skalowana wielkością plonu lub wskaźnikiem produktywności - średni plon i łączna produkcja
- **wskaźnik produktywności (Pi)** – sumowany dla kolejnych poziomów w strefie korzenienia roślin (Eswaran i in. 1999, zmodyfikowane) :

$$PI = \sum_i (SK_{AWCi} \times SK_{BDi} \times SD_{pHi} \times SK_{TEBi} * waga_i)$$

Wielkości opisujące dostateczność czynników wzrostu (skalowane)

SK_{AWCi} – skalowana retencja wody dostępnej (z uwzgl. opadów)

SK_{BDi} – skalowana wielkość zagęszczenia gleby

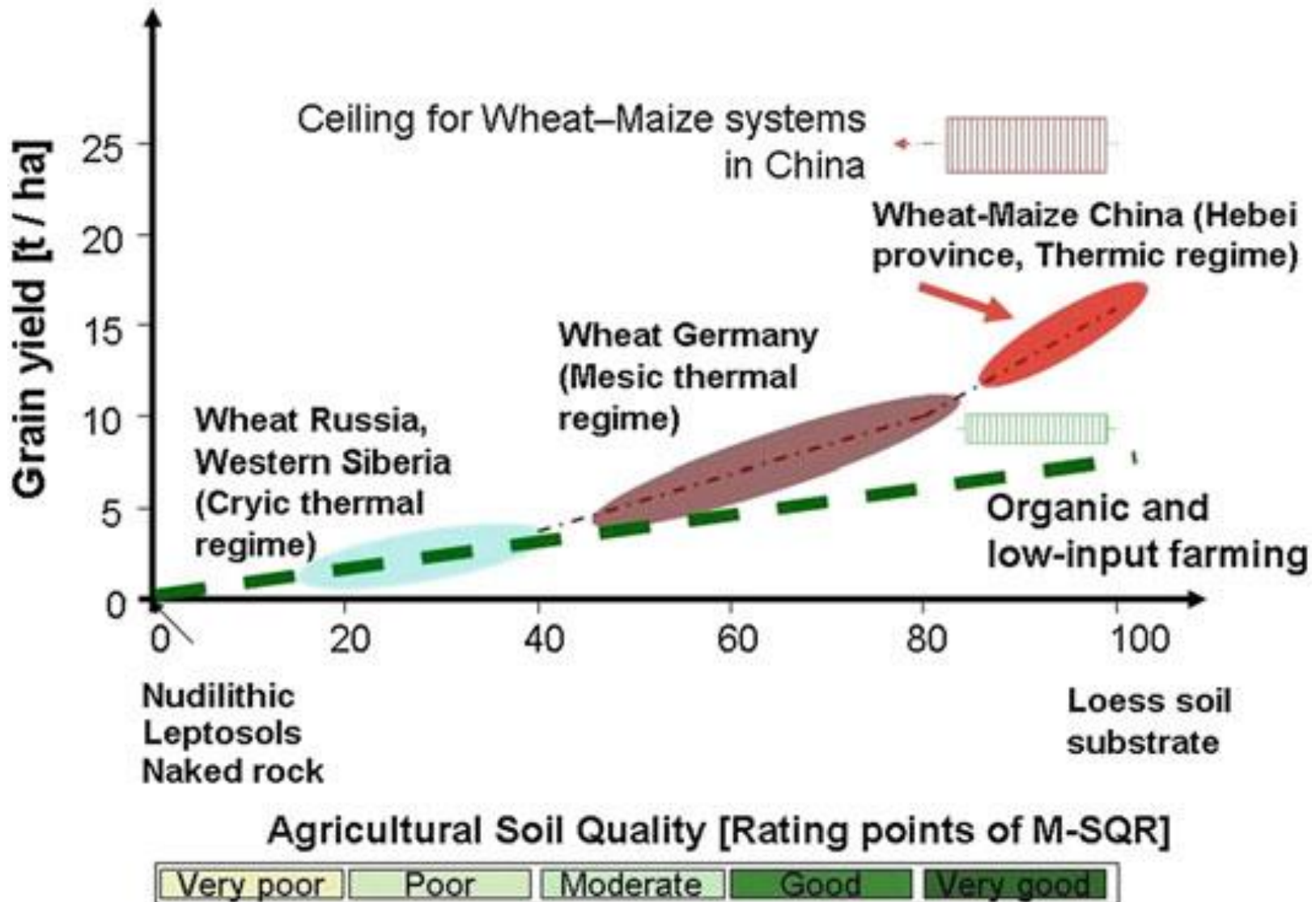
SK_{pHi} - skalowana wielkość odczynu

SK_{TEBi} – skalowana wielkość zasobności składników odżywczych

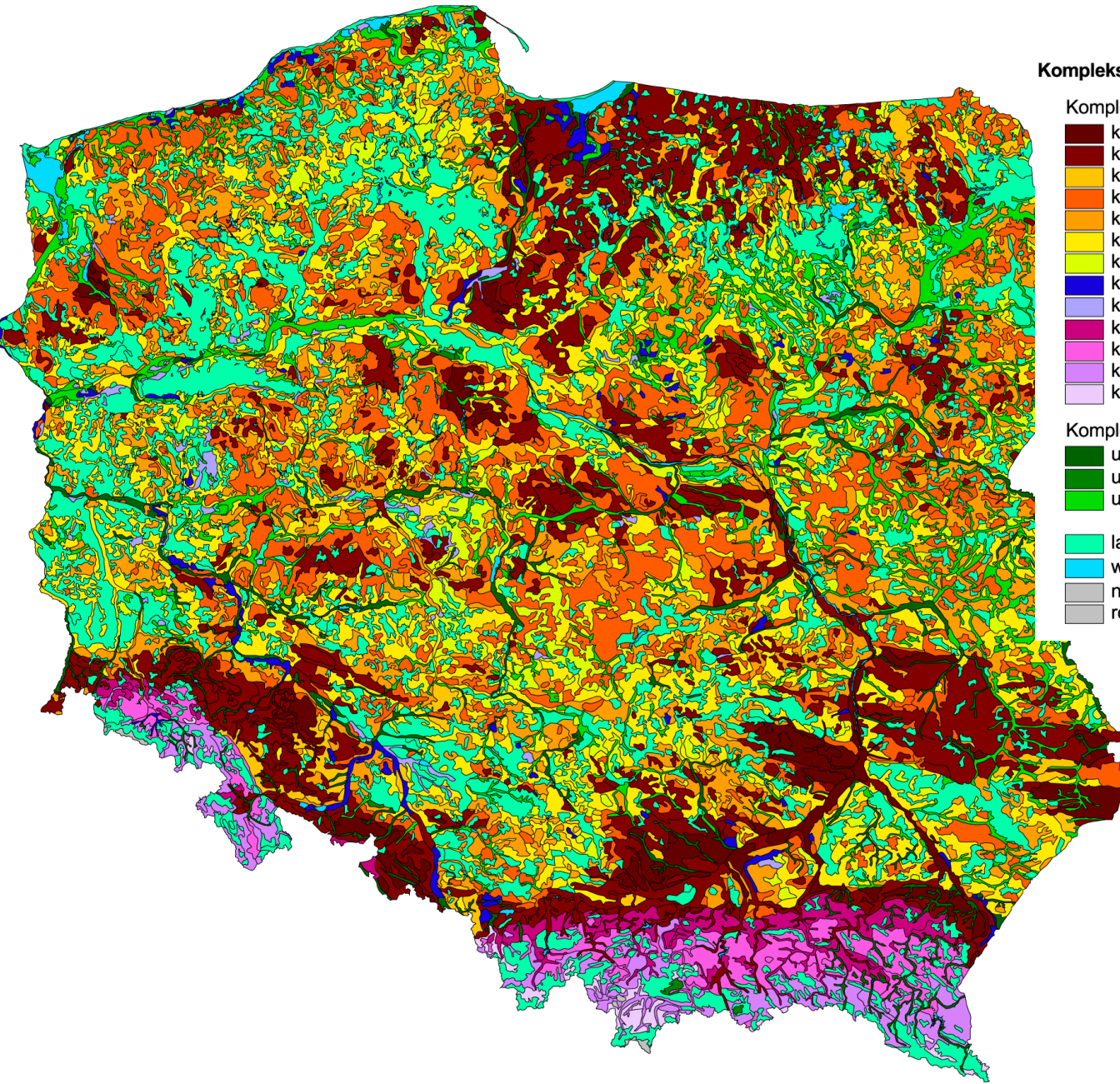
$waga_i$ - wsp. skalujący

Utrata powierzchni gleb uprawnych oraz obniżenie ich produktywności (degradacja) powodują zmniejszenie zasobów glebowych i zdolności do wyżywienia populacji, począwszy od skali lokalnej, przez regionalną do globalnej. Gdy produktywność maleje stanowią zasób nieodnawialny

Wielkość zasobów glebowych kształtowana jest przez produktywność - zależną od jakości gleb, warunków klimatycznych i agrotechniki (Mueller i in. 2014)



Mapa glebowo rolnicza Polski (1:6 mln) IUNG Puławy



Kompleksy rolniczej przydatności gleb

Kompleksy gleb użytków ornych

- kompleks pszenney bardzo dobry
- kompleks pszenney dobry
- kompleks pszenney wadliwy
- kompleks żytni bardzo dobry
- kompleks żytni dobry
- kompleks żytni słaby
- kompleks żytnio-tubinowy
- kompleks zbożowo-pastewny mocny
- kompleks zbożowo-pastewny słaby
- kompleks pszenney górski
- kompleks zbożowy górski
- kompleks owsiano-ziemniaczany górski
- kompleks owsiano-pastewny górski

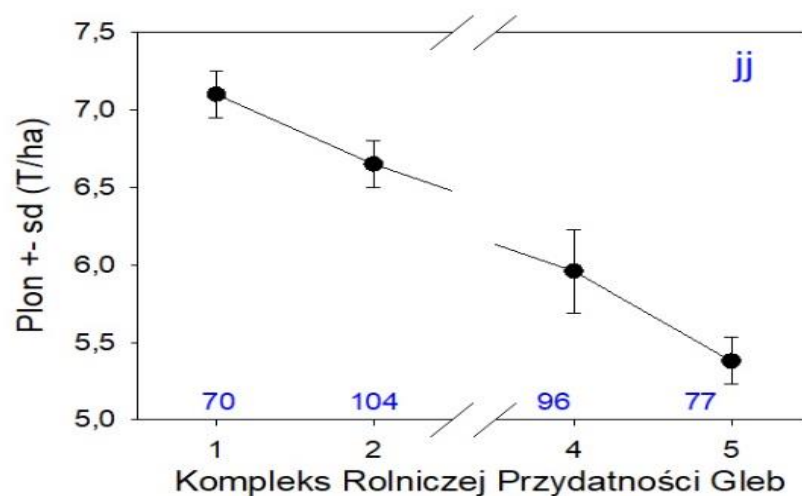
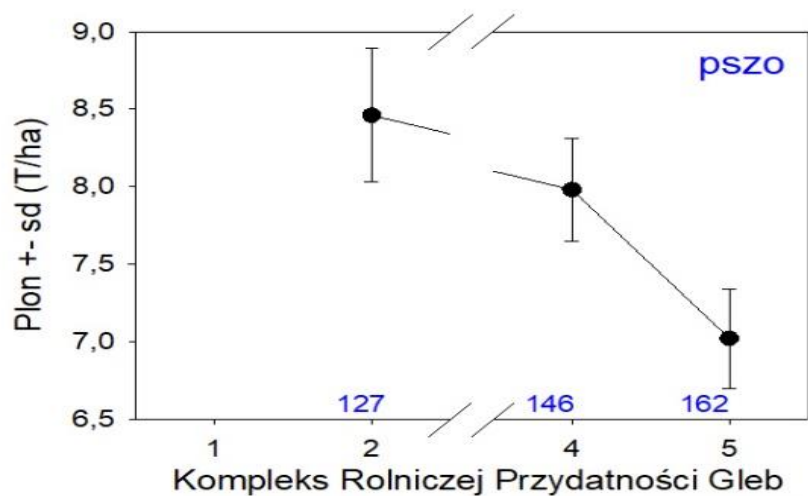
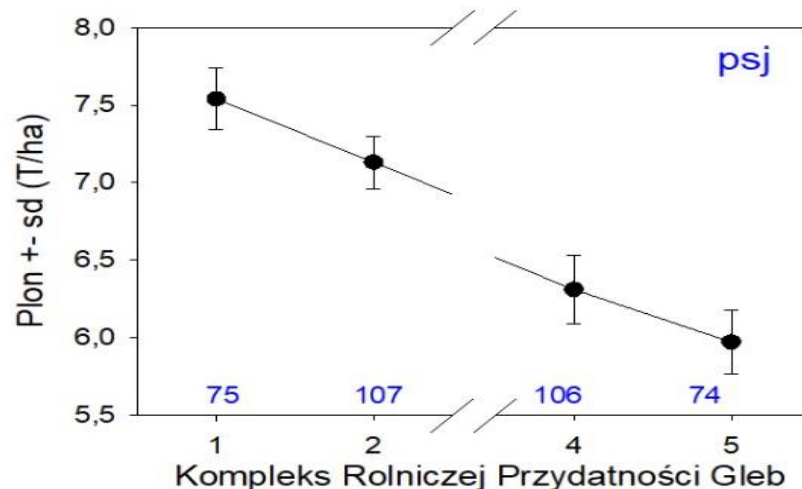
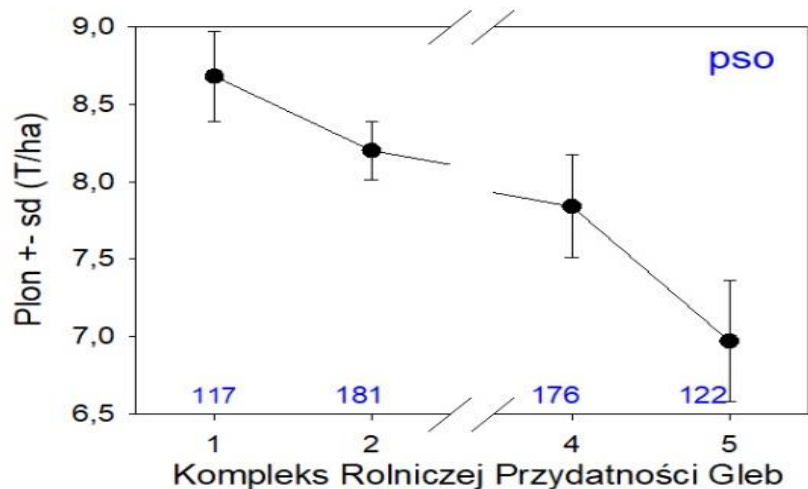
Kompleksy trwałych użytków zielonych

- użytki zielone dobre i bardzo dobre
- użytki zielone średniej jakości
- użytki zielone bagienne i pobagienne słabe i bardzo słabe

- lasy
- wody
- nieużytki
- rolnicze nieużytki

Wpływ jakości gleb (KRP) na plony zbóż

(średnia \pm sd, kolorem niebieskim oznaczono liczbę doświadczeń polowych)



Opracowanie własne, Kaźmierowski 2020, na podstawie danych IUNG: Noworolnik 2015; Noworolnik i Sułek 2017; Noworolnik i Podolska 2017; Noworolnik i Jaśkiewicz 2018),)

Klasy jakości gleb w relacji do produktywności i sprężystości

	Sprężystość (zdol. regeneracji po degradacji)		
	Niska	średnia	Wysoka
Produktywność			
Niska	IX	VIII	VI
Średnia	VII	V	III
Wysoka	IV	II	I

Teoretyczna zdolność do wyżywienia ludności (os/ha)

Nakłady	I	II	III	IV	V	VI
Niskie	4	3,5	3	2	1,5	1
Średnie	6	5	4	3	2	1,5
Wysokie	10	9	8	7	6	5

0,07-0,1 ha najlepszej gleby w najlepszych warunkach dla wyżywienia jednej osoby

Populacja wyżywiana na bazie kolejnych klas produktywności gleb z uwzględnieniem nakładów

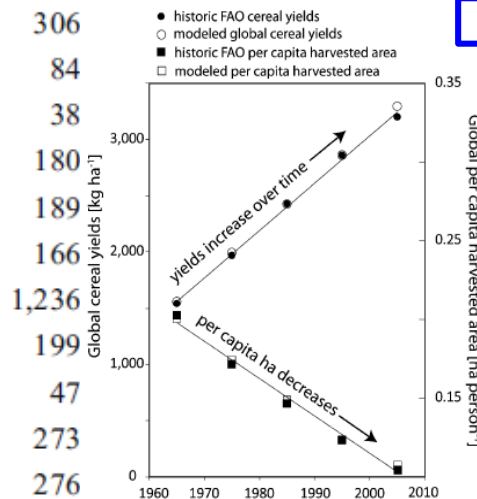
Land Class	Low-Level Input		Medium-Level Input		High-Level Input	
	Optimal population supporting capacity	Cumulative population supporting capacity	Optimal population supporting capacity	Cumulative population supporting capacity	Optimal population supporting capacity	Cumulative population supporting capacity
	No. Persons (billions)					
I	0.982	0.982	1.472	1.472	2.45	2.45
II	1.371	2.353	1.959	3.431	2.351	4.801
III	0.884	3.237	1.178	4.609	2.695	7.496
IV	0.460	3.697	0.689	5.298	1.610	9.106
V	1.601	5.298	2.135	7.433	6.405	15.511
VI	0.861	6.159	1.292	8.725	4.305	19.816

Table 4 Global and regional projections of per capita cereal production (Eq. 1) and theoretical food balance (Eq. 5) statistics. These values were based on 2030 estimates of yields and per capita

harvested area. Overall, and on average for the world, there will be 48 kg less of cereal production per person per year in 2030, a 14% reduction over the 354 kg per person produced in 2007

Funk i Brown, 2009
DOI 10.1007/s12571-009-0026-y

Units	2030 per capita cereal production ^a [kg person ⁻¹]	Change in annual per capita production (2030–2007)		2030 food balance [Millions] ^d
		[kg person ⁻¹] ^b	[%] ^c	
World	306	-48	-14	4,833
Eastern Africa	84	-47	-36	-277
Middle Africa	38	-24	-38	-166
Northern Africa	180	-10	-5	-18
Southern Africa	189	8	4	-1
Western Africa	166	-23	-12	-61
N. America	1,236	-138	-10	2,168
Cent. America	199	-44	-18	6
Caribbean	47	-4	-9	-34
South America	273	-76	-22	203
Eastern Asia	276	-37	-12	716
Southern Asia	193	-38	-17	5
S-Eastern Asia	356	-12	-3	594
Western Asia	160	-44	-22	-54
Eastern Europe	542	-64	-11	468
N. Europe	618	146	31	227
S. Europe	396	-20	-5	145
W. Europe	771	176	30	569
Oceania	1,158	484	72	213



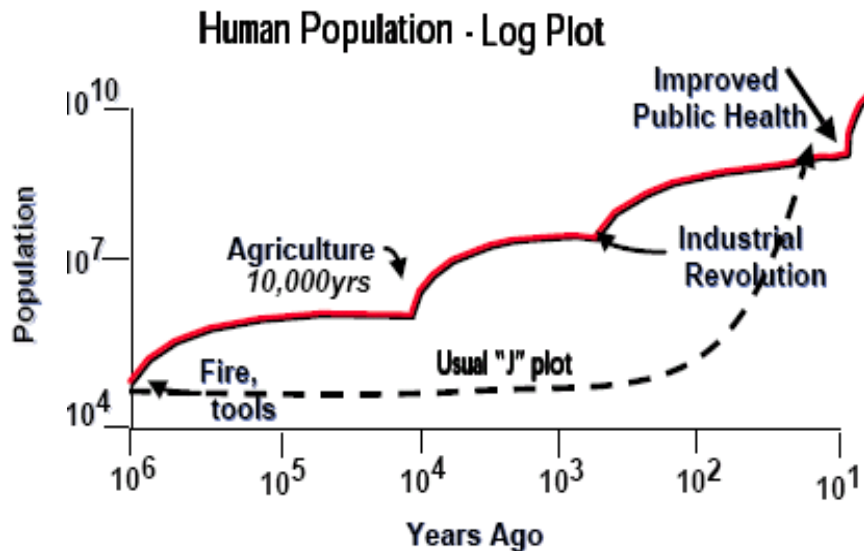
^a 2030 yields and per capita harvested area were estimated based on 1960–2007 trends (Eqs. 2, 3, 4 and 5), and used to derive estimates of 2030 per capita cereal production (Eq. 1)

^b The difference, in kilograms per person, between projected 2030 and observed 2007 per capita cereal production

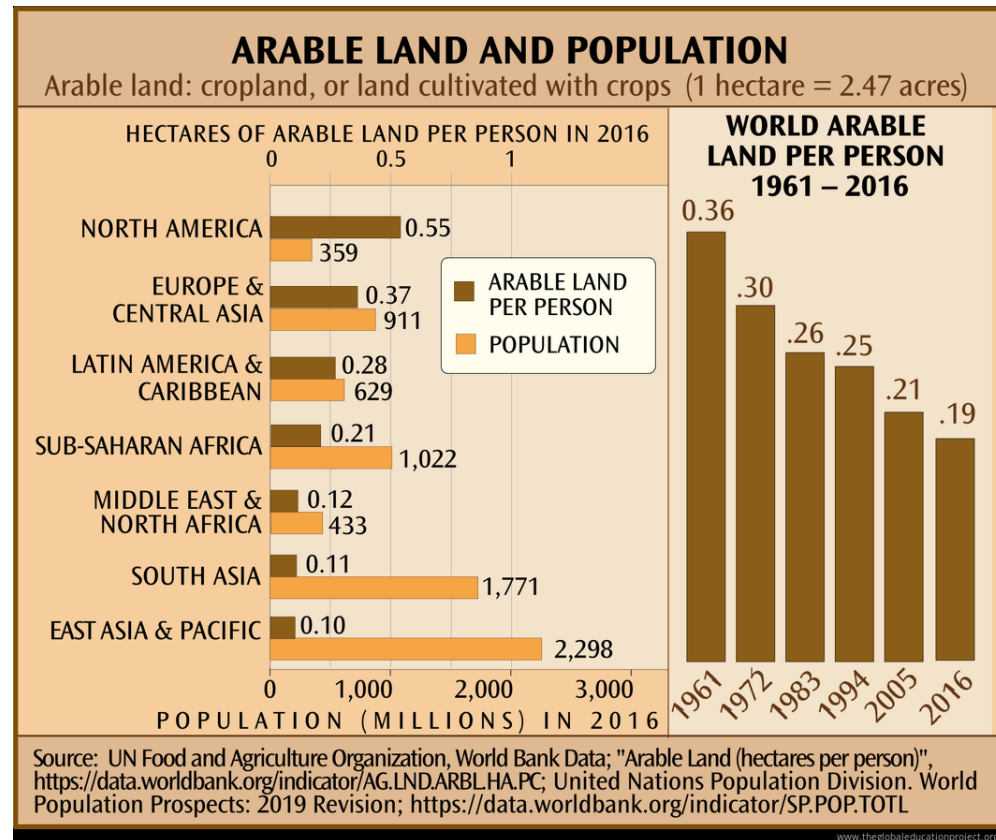
^c The difference, expressed as a percentage change, between projected 2030 and observed 2007 per capita cereal production

^d Theoretical food balance (Eq. 2) for 2030, expressed in millions of people, based on an annual cereal requirement of 190 kg person⁻¹ year⁻¹

Trend spadku powierzchni upraw na osobę



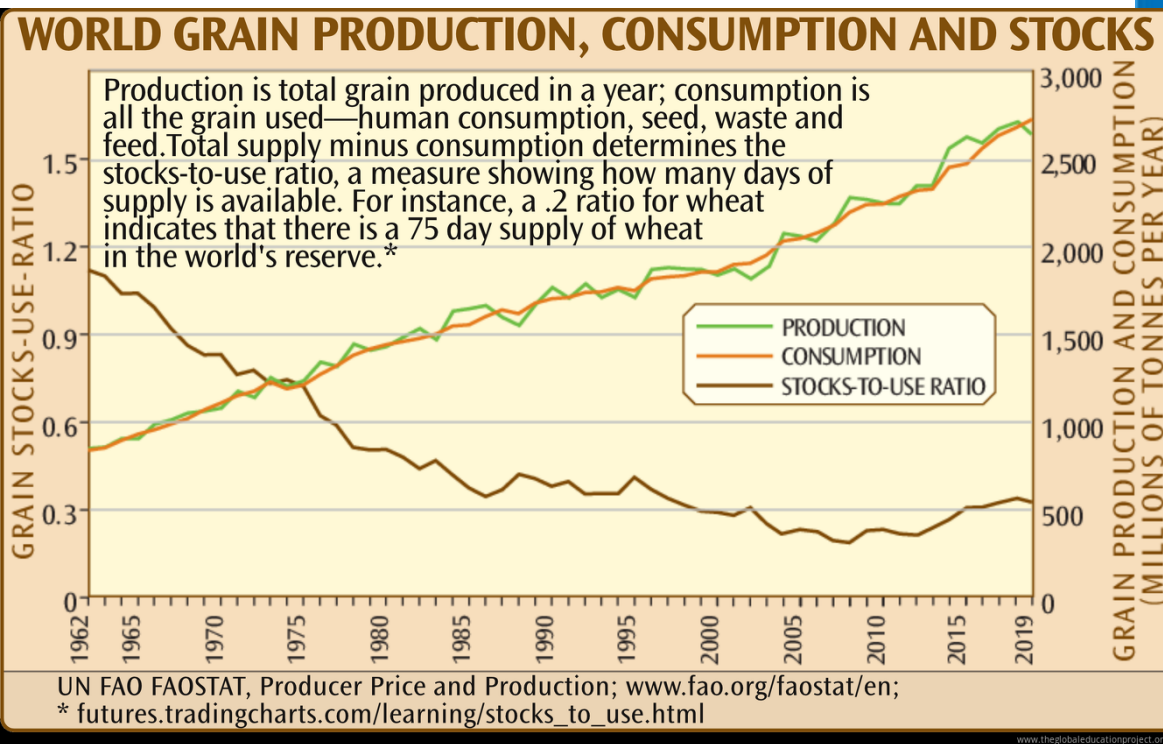
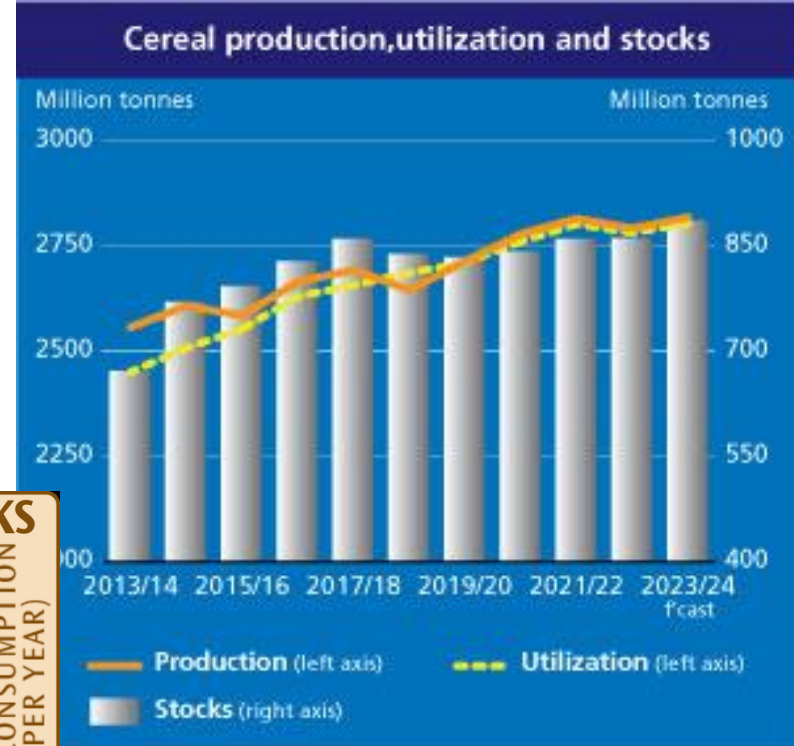
(cyt. za Keating 2003)



dane Banku Światowego 2019, cyt. za:
www.theglobaleducationproject.org

W skali globalnej gleby uprawne – 0,19 ha/osobę
Polska – 0,29 ha/osobę

Pomimo wzrostu globalnej produkcji zbóż rezerwy są coraz mniejsze
stosunek rezerw do spożycia w roku 1962 – 1,15
obecnie zaledwie 0,3



<https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>

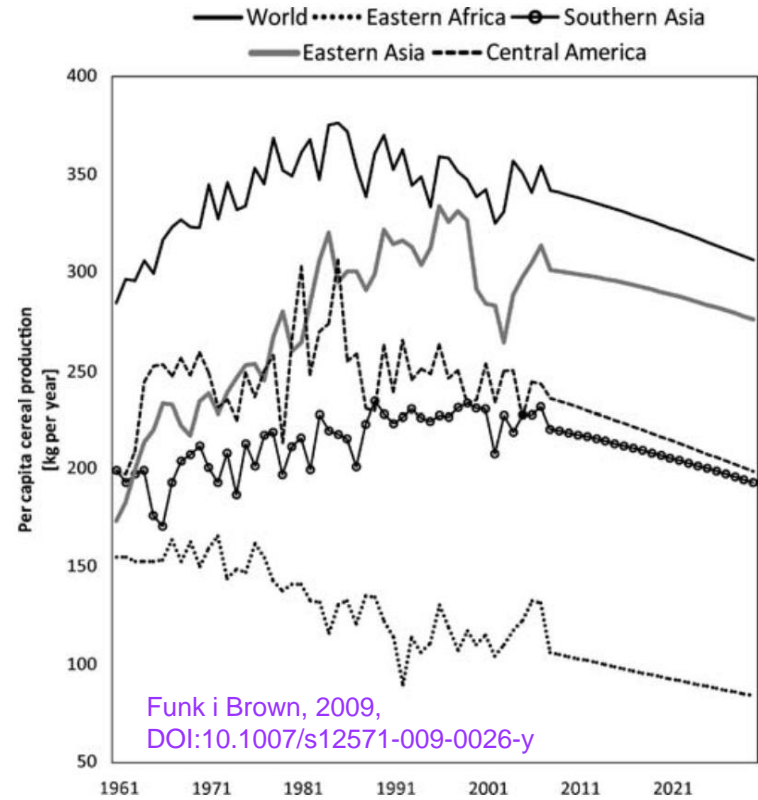
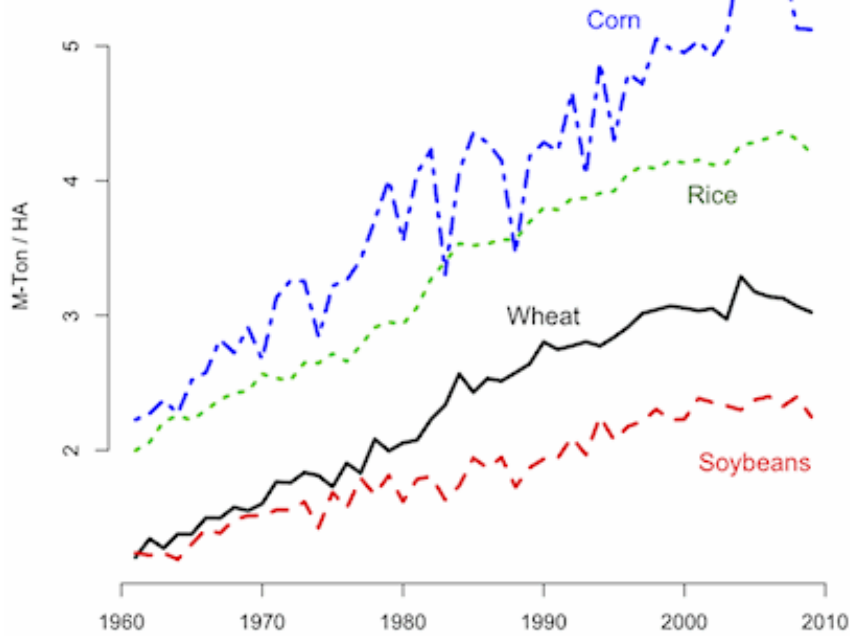
$$\frac{\text{Beginning Stock} + \text{Total Production} - \text{Total Use}}{\text{Total Use}}$$

www.theglobaleducationproject.org/earth/food-and-soil.php

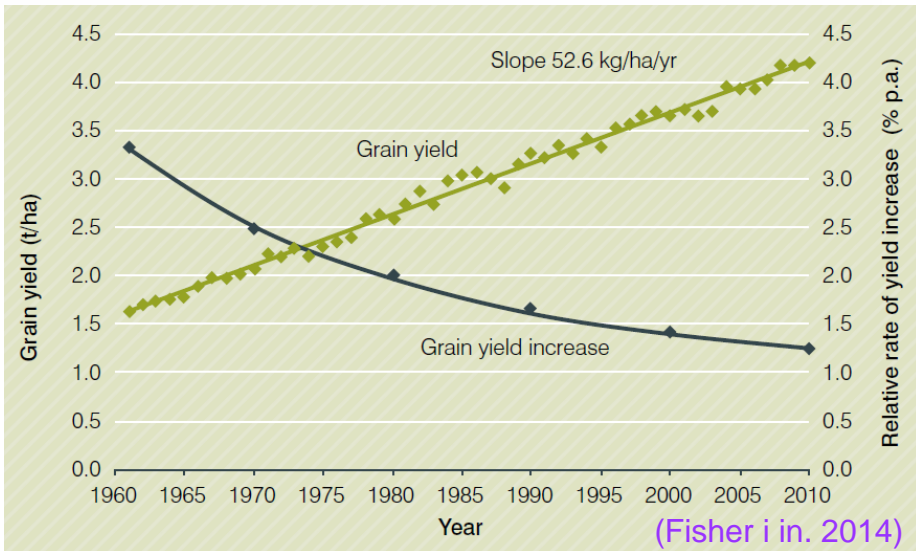
Wartość 0,2 (tj. 20%) oznacza pokrycie zapotrzebowania na 75 dni

World Yields of Staple Food Crops

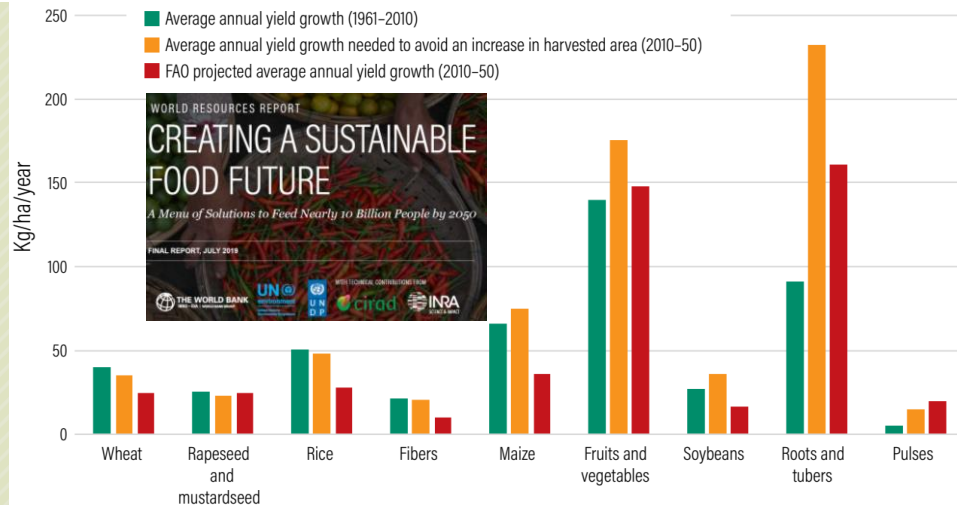
<https://economistsview.typepad.com/economistsview/2011/05/declining-crop-yields-.html>



Funk i Brown, 2009,
DOI:10.1007/s12571-009-0026-y



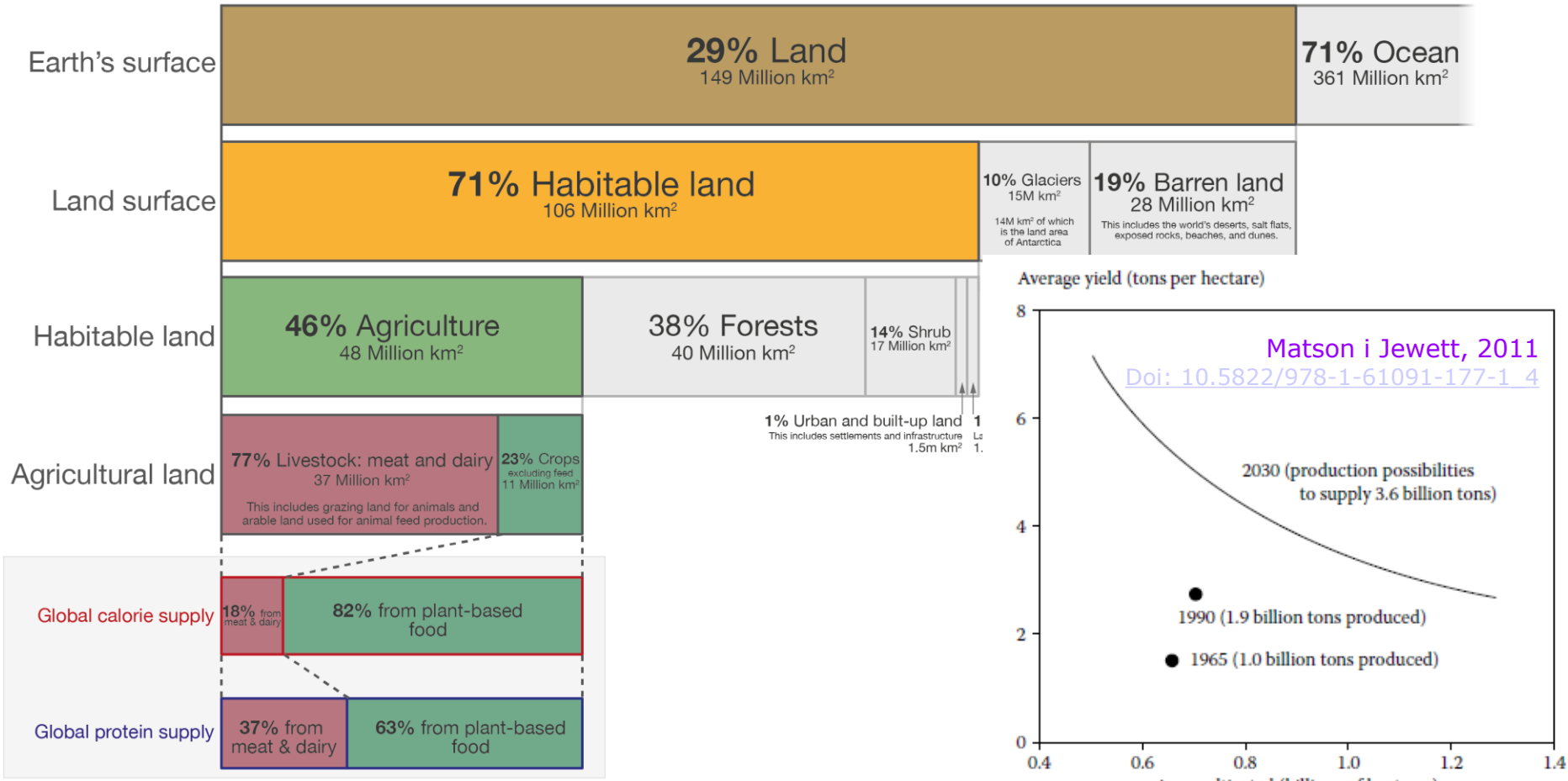
(Fisher i in. 2014)



Source: GlobAgri-WRR model, WRI and ACE analysis based on Alexandros and Bruinsma (2012).

World Res. Inst, 2019

Global land use for food production



Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

<https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture>, 2019

Nowe obszary upraw (naturalne) zagrażają zapewnieniu usług ekosystemów podtrzymujących życie. Wzrost intensywności produkcji (plonów) wywołuje problemy związane produkcją i transportem nawozów i pestycydów, degradacją gleb i wód gruntowych (Churchman i Landa, 2014)

Założenia do planu wyżywienia ludzkości (Foley 2014)

1. Nie zwiększanie negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko

Większość gruntów leśnych przeznaczanych pod rolnictwo w tropikach nie służy bezpośrednio zaspokajaniu potrzeb żywnościowych ludzi, lecz jest wykorzystywana do chowu bydła, uprawy roślin paszowych, produkcji drewna i oleju palmowego.

2. Zwiększenie produkcji żywności z gospodarstw już istniejących

Istnieje „luka wydajnościowa” między produkcją potencjalną i aktualną, nowoczesne, precyzyjne metody uprawy, korzystanie z osiągnięć techniki i doświadczeń rolnictwa ekologicznego to potencjalny wzrost plonów (nawet o kilkaset procent)

3. Efektywniejsze wykorzystanie zasobów

wody i środków chemicznych produkowanych na z użyciem paliw kopalnych, marnotrawstwo nawozów i pestycydów – wprowadzenie technik precyzyjnego rolnictwa

4. Zmiana przyzwyczajeń żywieniowych

Redukcja spożycia mięsa, przeznaczenie zbiorów na produkcję żywności dla ludzi; ze 100 kalorii w ziarnie dla zwierząt otrzymujemy 40 kal w mleku, 22 kal w jajkach, 12 kal w drobiu, 10 kal w wieprzowinie i tylko 3 kal w wołowie.

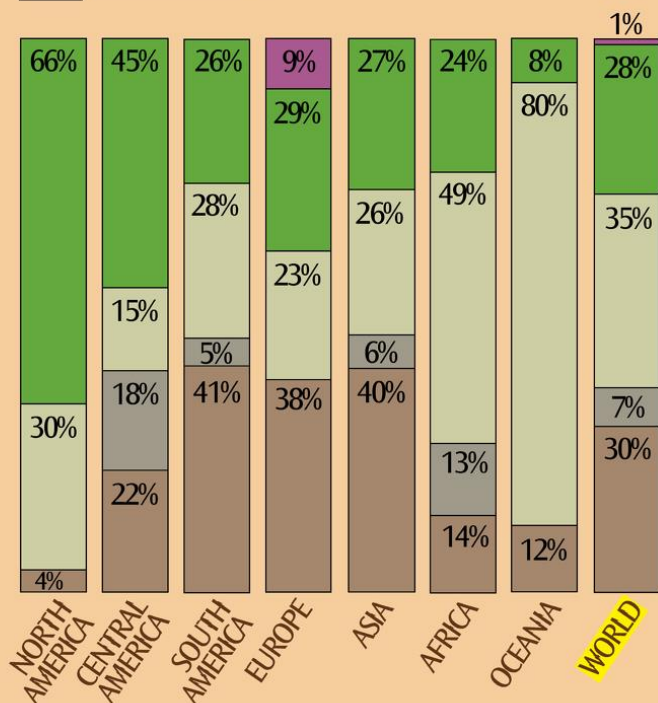
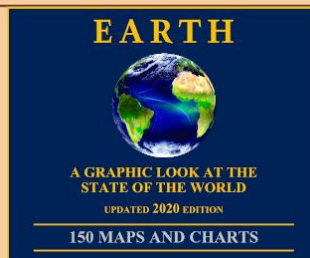
5. Zmniejszenie strat

Okolo 25 proc. wszystkich kalorii w żywności i blisko 50 proc. całkowitej masy jest marnowane – technika zbiorów, obróbki i transportu, planowanie zakupów, lepsze przechowywanie, dzienne zapotrzebowanie, wielkość porcji.

Zmniejszenie strat jest najskuteczniejszą metodą zwiększenia ilości dostępnej żywności.

1. Nie zwiększanie negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko

PRINCIPLE CAUSES OF SOIL DEGRADATION



The main drivers of land degradation and associated biodiversity loss are: expansion of crop and grazing lands, replacing native vegetation; unsustainable agricultural and forestry practices; climate change; urban expansion; infrastructure development; and extractive industry (e.g. oil and gas extraction, mining, dredging and quarrying).

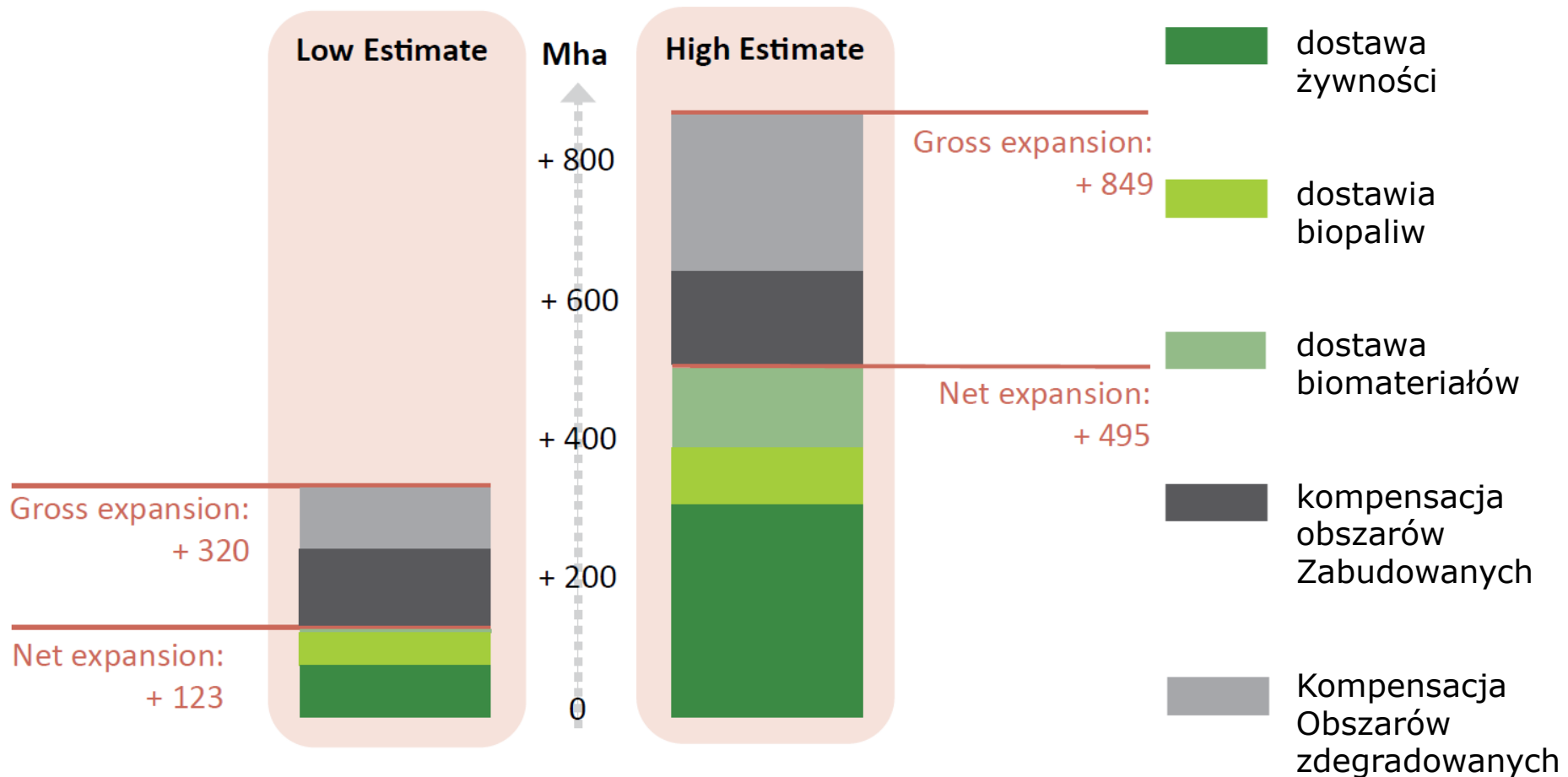
(Categories not shown in a region represent less than 1%)

Chart: International Soil Reference and Information Centre, <http://www.isric.nl>; Text: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES. ipbes.net/assessment-reports/ldr

- ok. 2 miliony ha gruntów rolnych jest traconych z produkcji każdego roku z powodu poważnej degradacji gruntów, wśród innych czynników,
- Potrzeba około 500 lat, aby odtworzyć 25mm (1 cal) wierzchniej warstwy gleby utraconej w wyniku erozji.
- Minimalna głębokość gleby do produkcji rolnej wynosi 150 mm.
- Z tej perspektywy produktywna, żyzna gleba jest zasobem nieodnawialnym, zagrożonym ekosystemem

Potrzeby wzrostu areału gleb uprawnych od 2005 do 2050 dla zaspokojenia zapotrzebowania na żywność i kompensację strat gleb przez zabudowę lub degradację według **UNEP (2015)**

<http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/50244/publications/Poster1-LandUse-FinalScreen.pdf>



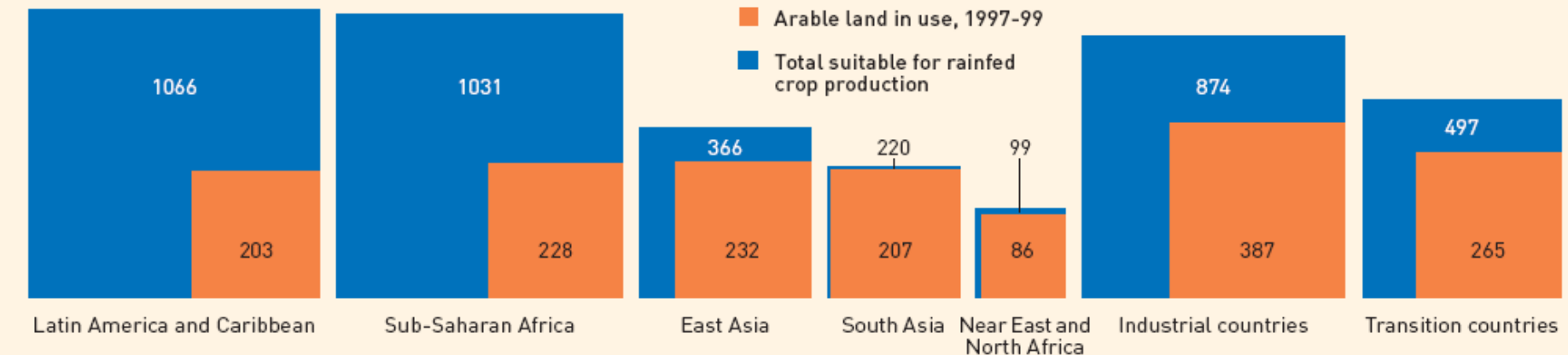
Możliwości zwiększenia powierzchni upraw

największe areały gleb potencjalnie przydatnych do uprawy:

Ameryka Łacińska, Afryka subsacharyjska oraz kraje przemysłowe (możliwość wylesień lub zag. nieużytków, itp.)

najmniejsze rezerwy: **Azji pld. i Ameryce pln.** – gdzie uprawiane są niemal wszystkie nadające się do tego gleby

Cropland in use and total suitable land (million ha)



FAO 2002, <https://www.fao.org/3/y3557e/y3557e.pdf>

Sources: FAO data and Fischer et al. (2000)

Globalnie według FAO – ok. 2 ha pól/minutę są zabudowywane

W Polsce – niemal cały obszar kraju to gleby potencjalnie nadające się do uprawy, jednak areał gleb uprawnych sukcesywnie maleje:

w latach 1960-1979 z produkcji rolnej wypadło około **20 tys. ha/rok**

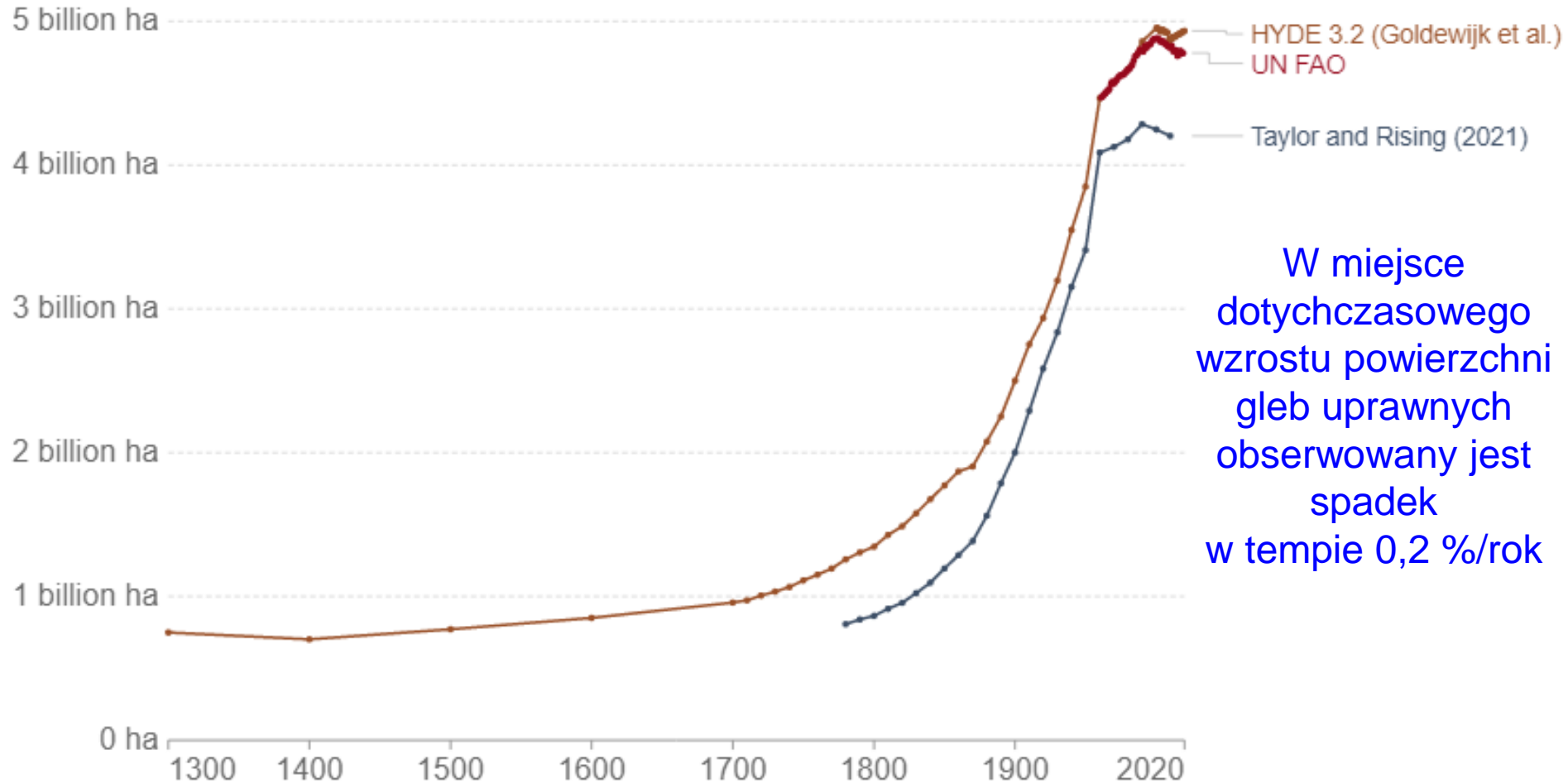
w latach 1980-2005 wypadło łącznie **3 mln ha, ~117,5 tys. ha/rok = 13 ha/godz.**
(z przeznaczeniem na zalesienia, infrastrukturę, urbanistykę, rekreację).

W latach 2003-2020, wyłączono ok. 65,4 tyś. ha, tj. **0,44 ha/godz (10,5 ha/dobę)**

Has the world passed peak agricultural land?

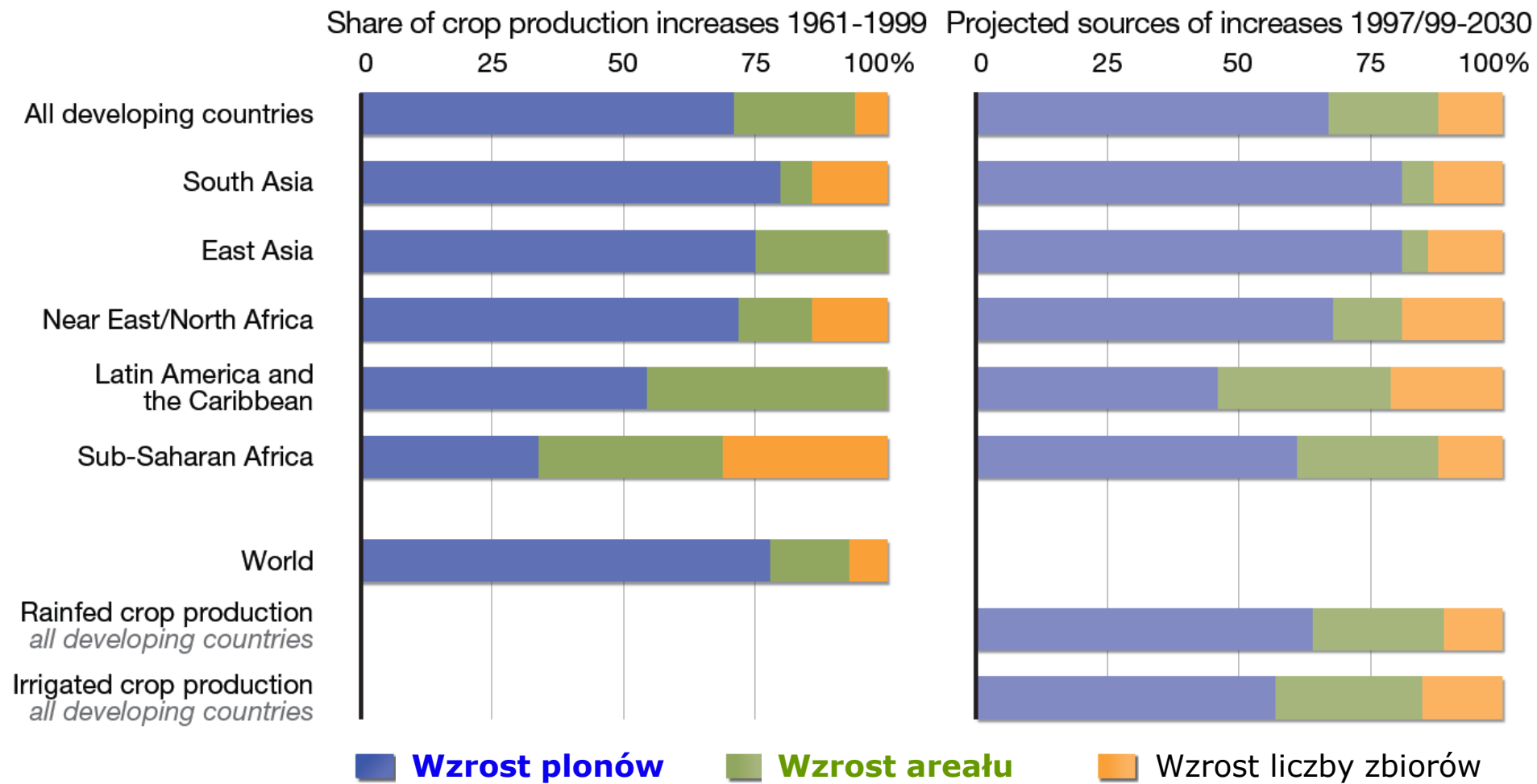
Agricultural land is the sum of cropland and pasture used for grazing livestock.

This is shown for three sources, which use different methods of estimation. While they disagree on how much land is used for agriculture, and the exact date that it peaked, they do all agree that we have passed the peak.

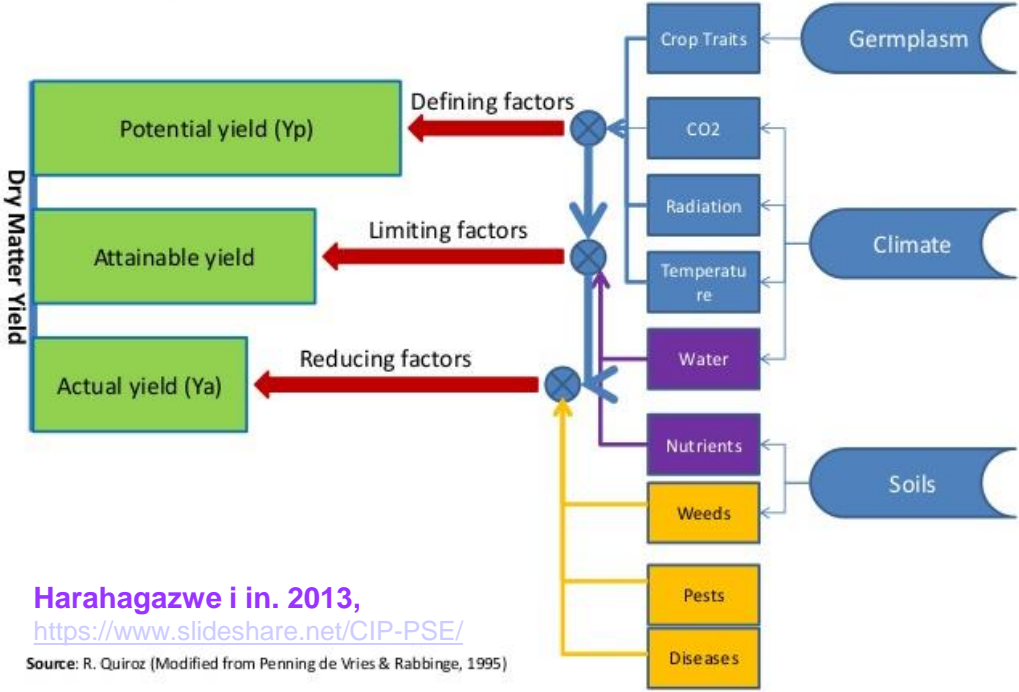


Source: Taylor & Rising (2021); Food and Agriculture Organization of the United Nations; Goldewijk et al. (2017)
OurWorldInData.org/land-use • CC BY

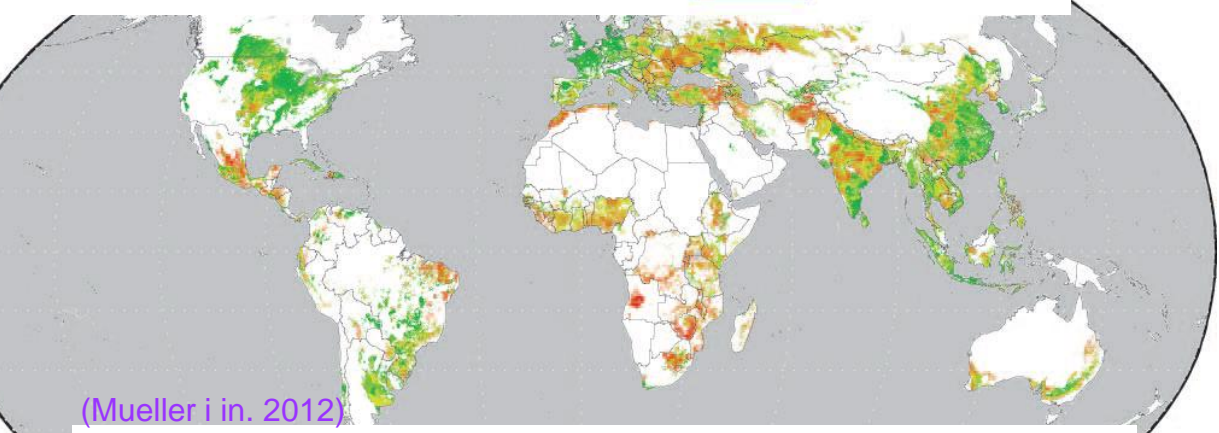
Jednak nie wzrost areału upraw lecz **wzrost wydajności** (plonów) decyduje o wzroście globalnej produkcji żywności



2. Zwiększenie produkcji żywności z gospodarstw już istniejących - jakości gleb, agrotechnika, nawożenie



Harahagazwe i in. 2013, <https://www.slideshare.net/CIP-PSE/>
 Source: R. Quiroz (Modified from Penning de Vries & Rabbinge, 1995)



(Mueller i in. 2012)
 Major cereals: attainable yield achieved (%)
 0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Nieosiągnięte plony (Tan i in. 2005, Pierzyński 2017)

Country category	Average yield loss ¹		
	N	P	K
	kg ha ⁻¹ yr ⁻¹		
Developed	-575	-1074	-24
Developing	-706	-1108	-1401
Least Developed	-796	-1061	-1157
Global Mean	-670	-1093	-1372

¹based on equivalent rice grain yield

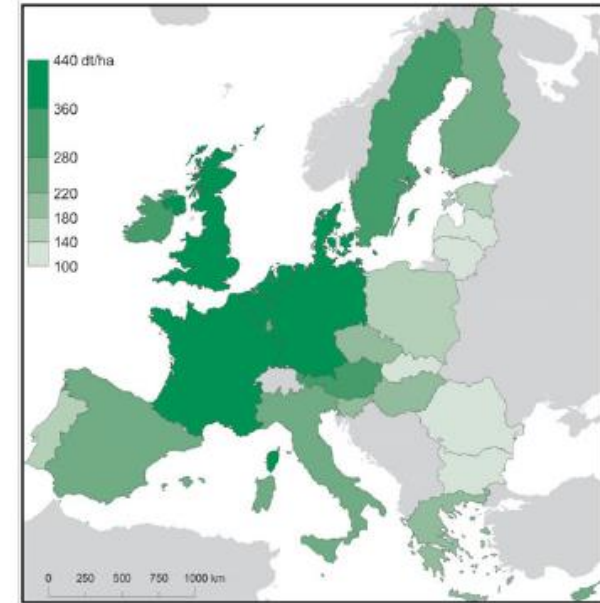
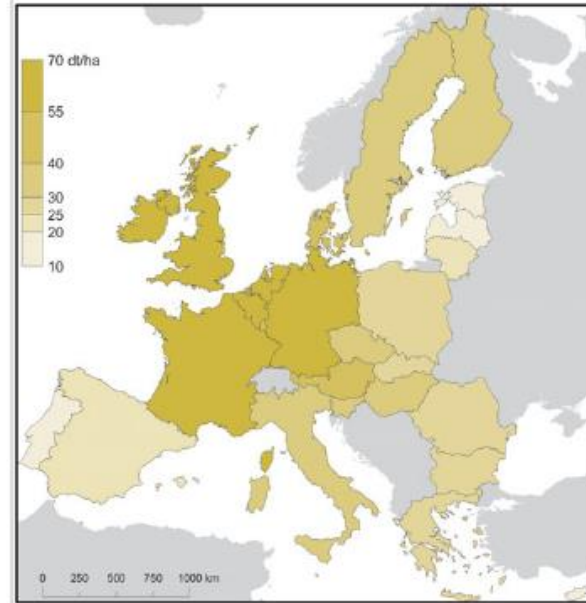
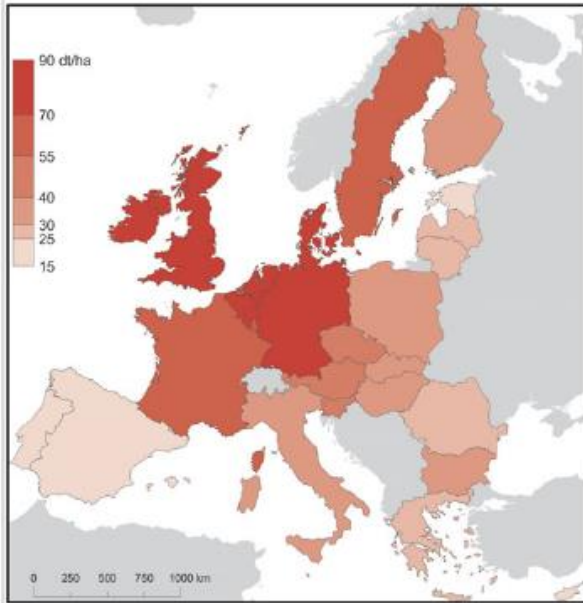
Country category	Total production loss ¹		
	N	P	K
	Tg yr ⁻¹		
Developed	-61.9	-162.5	-0.03
Developing	-123.6	-295.8	-397.0
Least Developed	-25.0	-33.8	-36.5
Global Mean	-210.6	-491.5	-433.4

Exploitable yield gaps for wheat: actual versus obtainable yield



World Agriculture, FAO 2002

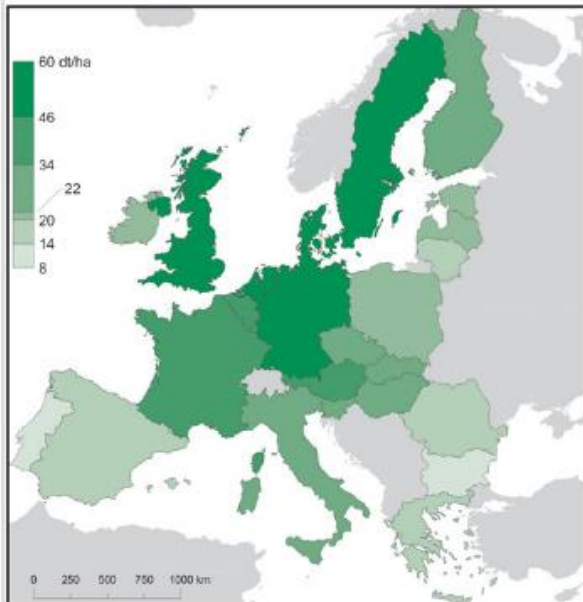
Średnie plony upraw w UE 1995-2006 (Bański 2010, Atlas Rol. Polski, r.1)



Średnie plony pszenicy w krajach Unii Europejskiej, 1995-2006
Average wheat yields in the countries of the European Union, 1995-2006

Średnie plony jęczmienia w krajach Unii Europejskiej, 1995-2006
Average barley yields in the countries of the European Union, 1995-2006

Średnie plony ziemniaków w krajach Unii Europejskiej, 1995-2006
Average potato yields in the countries of the European Union, 1995-2006

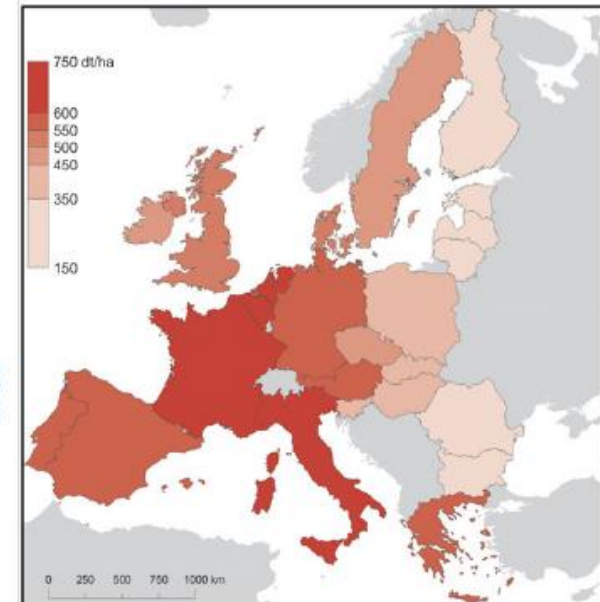


Średnie plony żyta w krajach Unii Europejskiej, 1995-2006
Average rye yields in the countries of the European Union, 1995-2006

Powody:

- zakwaszenie
- nawożenie
- uziarnienie i retencja
- opady

Średnie plony buraków cukrowych w krajach Unii Europejskiej, 1995-2006
Average sugar beet yields in the countries of the European Union, 1995-2006



Odczyn gleb ornych Polski

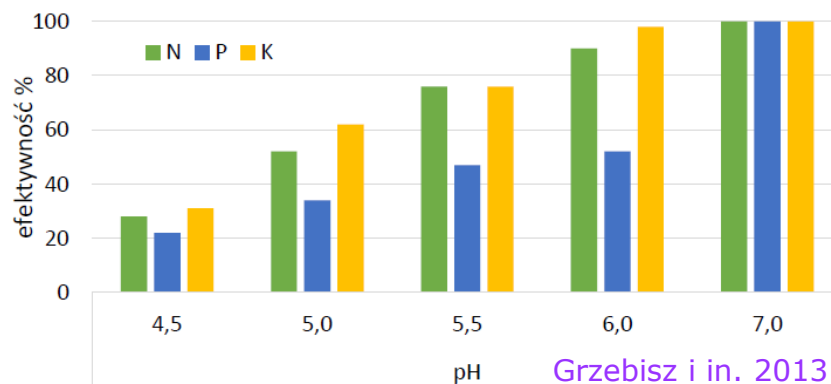
Odczyn	pH _{KCl}	Procent gruntów ornych	Procentowa redukcja plonu (Grzebisz i in. 2008)
bardzo. kwaśne	<4,5		25
kwaśne	4,5-5,5	45	15
Lekko kwaśne	5,6-6,5	30	5
obojętne	>6,6	25	1

Skutki zakwaszenia gleb Polski (Kopiński in. 2013)

Po akcesji do UE w latach 2006-2011 zużycie nawozów mineralnych w Polsce wzrosło o **31%** (do 215 kg NPK/ha), a produkcja roślinna o **5%** (do 36,t j. zb/ha UR).

Produkcja roślinna potencjalnie utracona z powodu kwaśnego odczynu gleb **stanowi 11,7% średniej produkcji** i jest dwukrotnie większa niż straty z powodu warunków pogodowych.

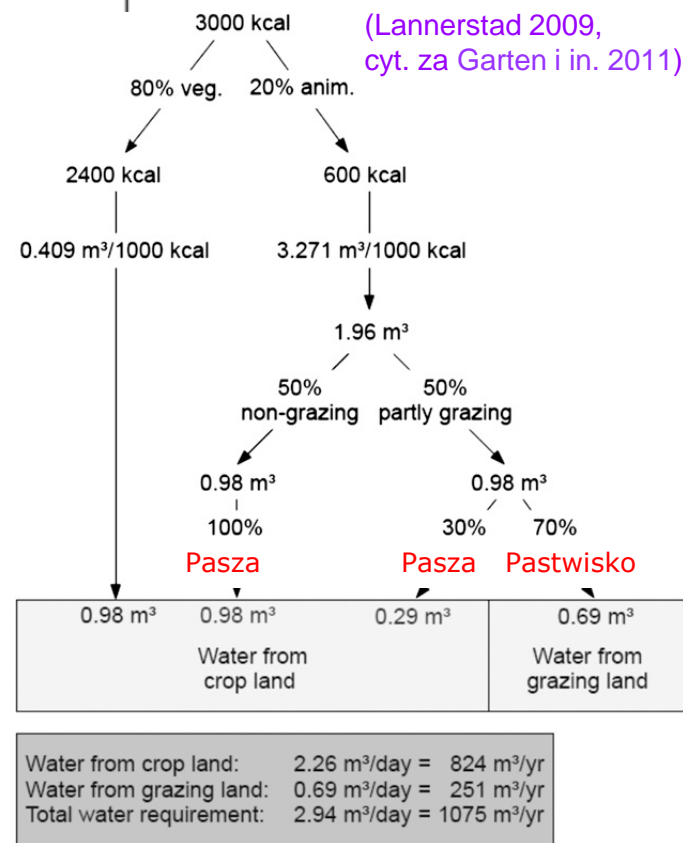
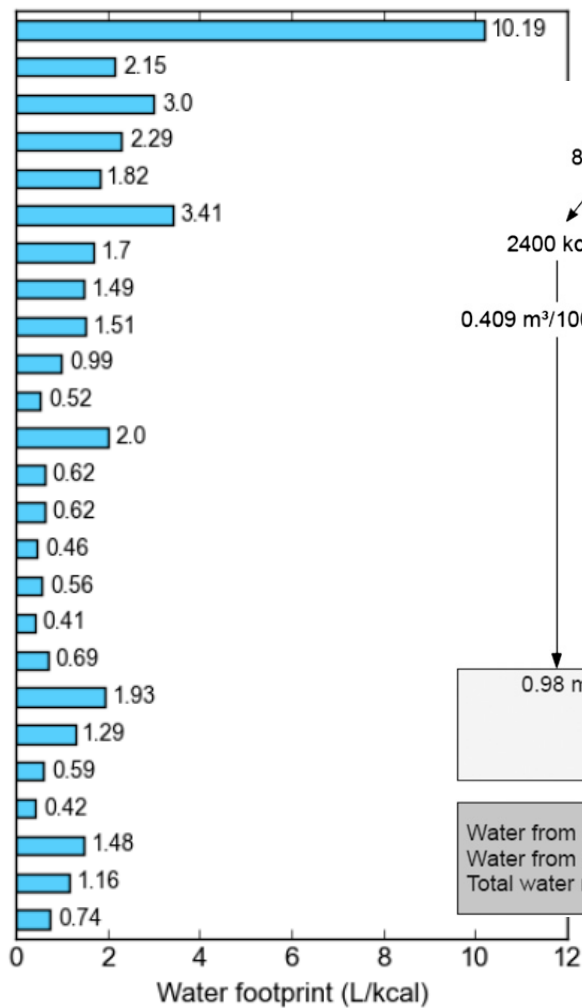
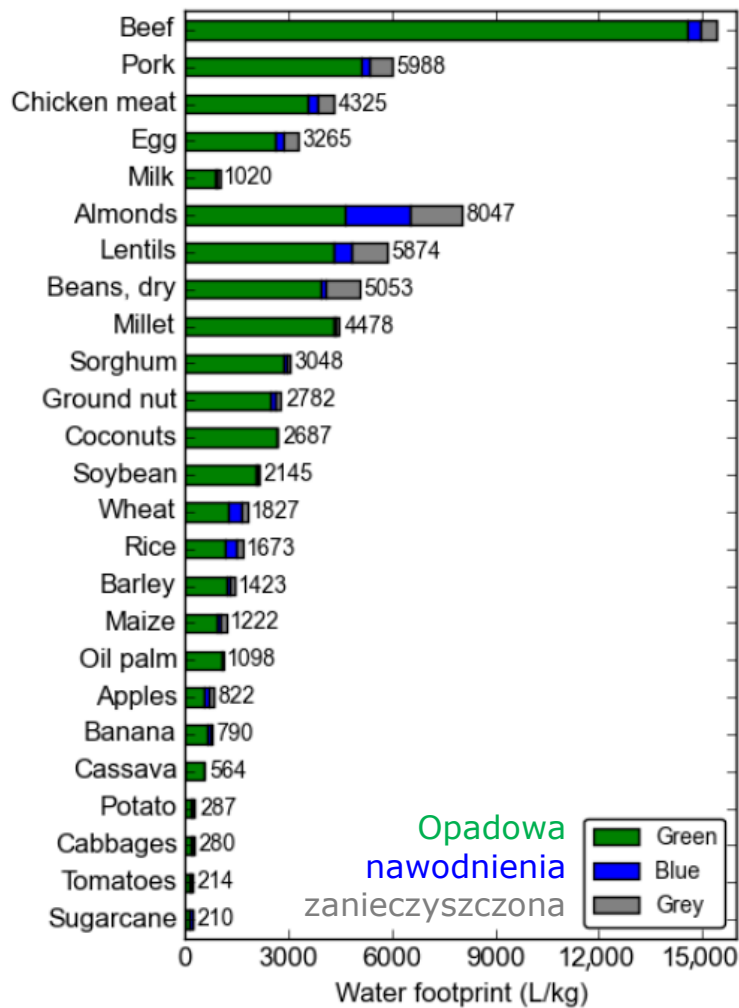
Ograniczenie plonów roślin może powodować straty składników nawozowych o łącznej wielkości 37kg NPK/ha UR (tj. **17,2% średniego zużycia**).



W celu regulacji odczynu gleb należałoby przeprowadzić systemowe wapnowanie gleb

3. Efektywniejsze wykorzystanie zasobów wody

Ślad wodny produktów spożywczych w przeliczeniu na masę i kalorie



Mekonnen i Gerbens-Leenes, 2020

4. Zmiana struktury spożycia – redukcja udziału mięsa w diecie

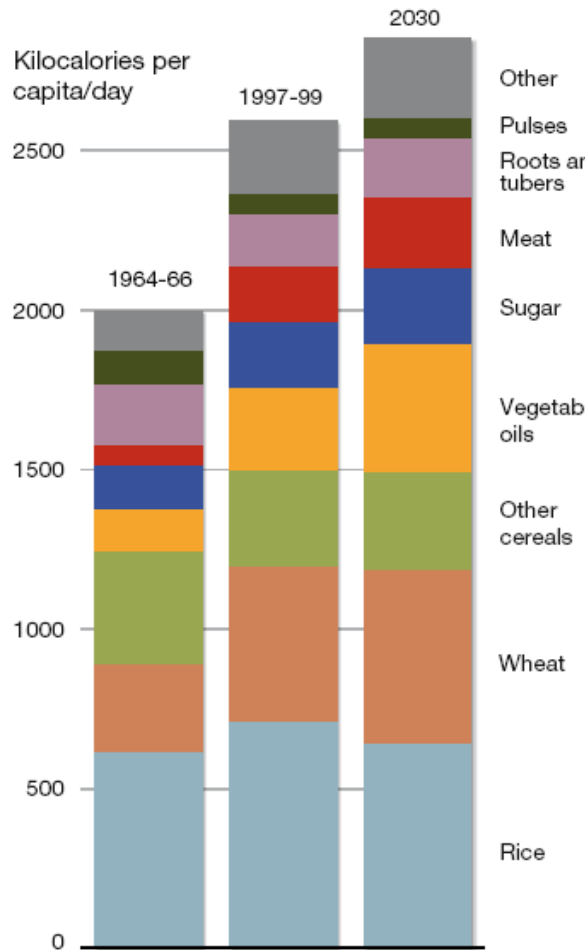
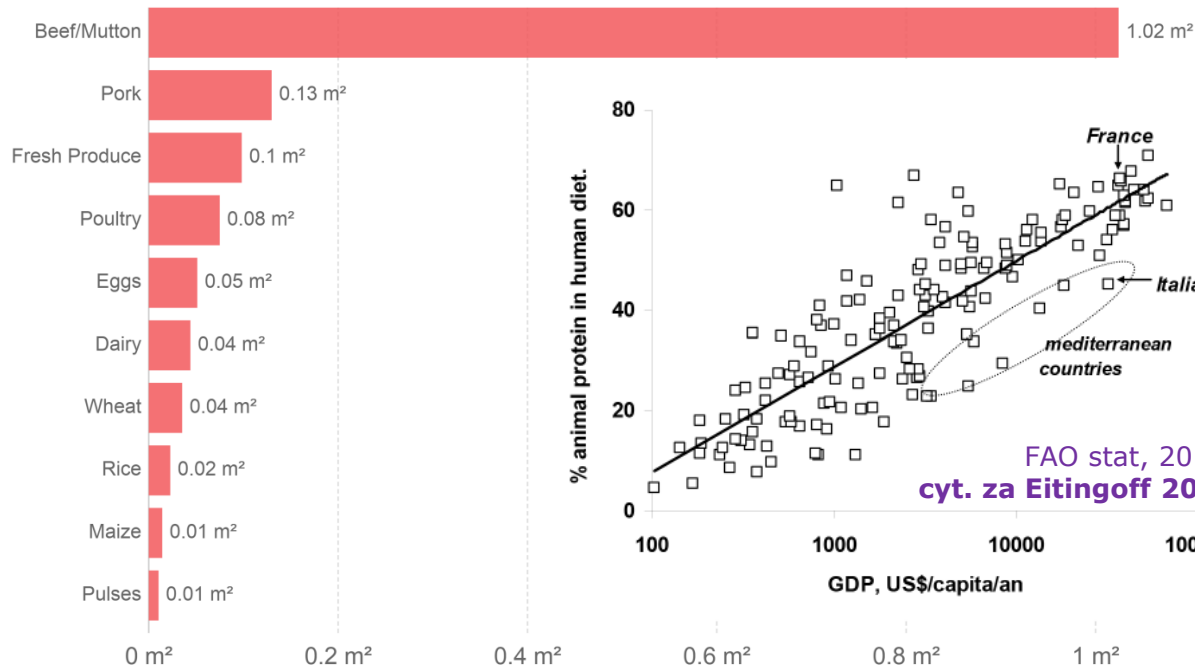


Figure 6: Changes in historic and projected composition of human diet and the nutritional value. (Source: FAO, 2008; FAOSTAT, 2009).

Land use per gram of protein, by food type

Average land use area needed to produce one unit of protein by food type, measured in metres squared (m²) per gram of protein over a crop's annual cycle or the average animal's lifetime. Average values are based on a meta-analysis of studies across 742 agricultural systems and over 90 unique foods.

OurWorld
in Data



Source: Environmental footprint by food type (protein) - Clark & Tilman (2017) OurWorldInData.org/yields-and-land-use-in-agriculture/ • CC BY-SA

- 1 kaloria w mięsie to zużycie 11-17 kg paszy (zależnie od zwierząt),
- 1 kaloria wołowiny to zużycie 33% więcej energii w porównaniu do kalorii z ziemiaka,
- 95 % plonów soi zjadają zwierzęta,
- 70% leków przeciwbakteryjnych w USA przeznaczane jest dla zwierząt hodowlanych,
- 16 % globalnej emisji metanu pochodzi z przewodów pokarmowych zwierząt.

„Raport o stanie świata 2004”, Worldwatch Institute 2004

Nellemann i in. 2009.

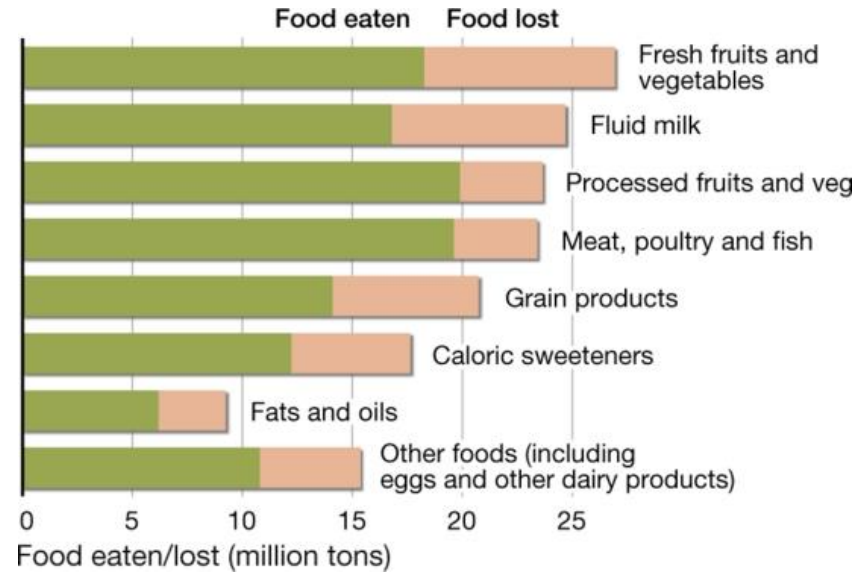
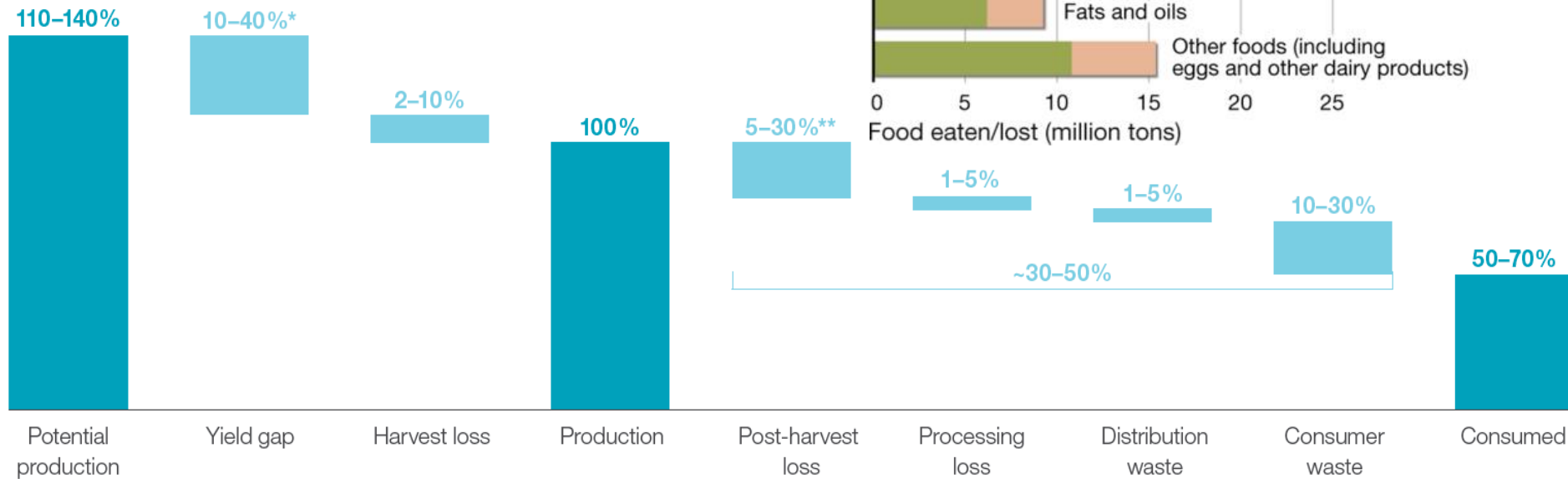
The environmental food crisis.

UNEP, GRID-Arendal, www.grida.no

5. Ograniczenie strat żywności - około 1,3 mld T/rocznie

An estimated 30–50% of food is lost or wasted in the chain (around 1.3 billion tons annually)

Estimated range of avoidable losses and waste by stage globally



*Up to 100% possible if all technologies are implemented together, based on selected crop and country combinations

**Represents average range, certain crop and location combinations may see up to 50% post-harvest loss

- Dziękuję za uwagę

Globalne statystyki

(Aleksandratos i Bruinsma , 2012)

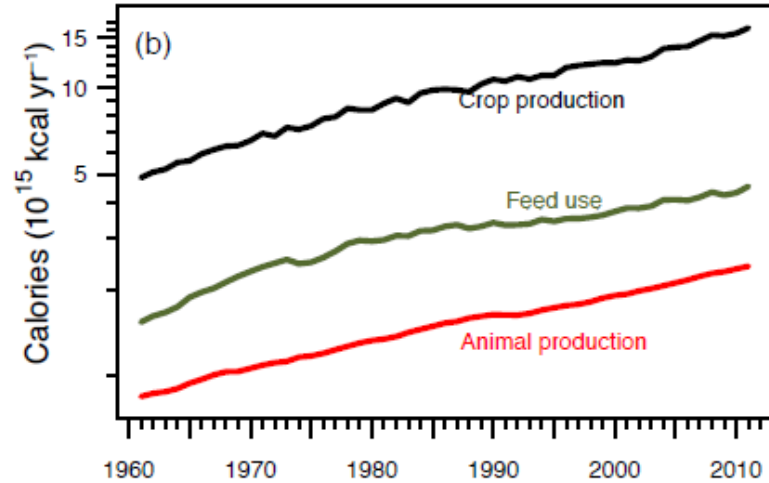
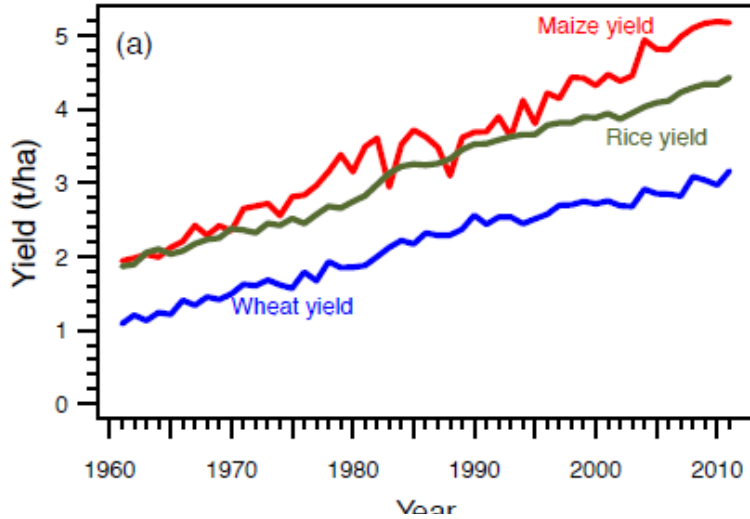
	2005/2007	2050	2080	2100
Population (million)- UN 2008 Revision	6 592	9 150	9 414	9 202
<i>Population (million)- UN 2010 Revision</i>	<i>6 584</i>	<i>9 306</i>	<i>9 969</i>	<i>10 125</i>
kcal/person/day	2 772	3 070	3 200	
Cereals, food (kg/capita)	158	160	161	
Cereals, all uses (kg/capita)	314	330	339	
Meat, food (kg/capita)	38.7	49.4	55.4	
Oilcrops (oil. equiv.), Food (kg/cap)	12.1	16.2	16.9	
Oilcrops (oil. equiv.), all uses (kg/cap)	21.9	30.5	33.8	
Cereals, production (million tonnes)	2 068	3 009	3 182	
Meat, production (million tonnes)	258	455	524	
Cereal yields (tonnes/ha; rice paddy)	3.32	4.30	4.83	
Arable land area (million ha)	1 592	1 661	1 630	
Areal upraw na osobę (ha/os)	0,24	0,18 ???	0,16 ???	

0,07 ha/osobę – niezbędna dla bezpieczeństwa żywnościowego powierzchnia upraw na glebach o dobrej jakości !!! (Buringh i in. 1976)

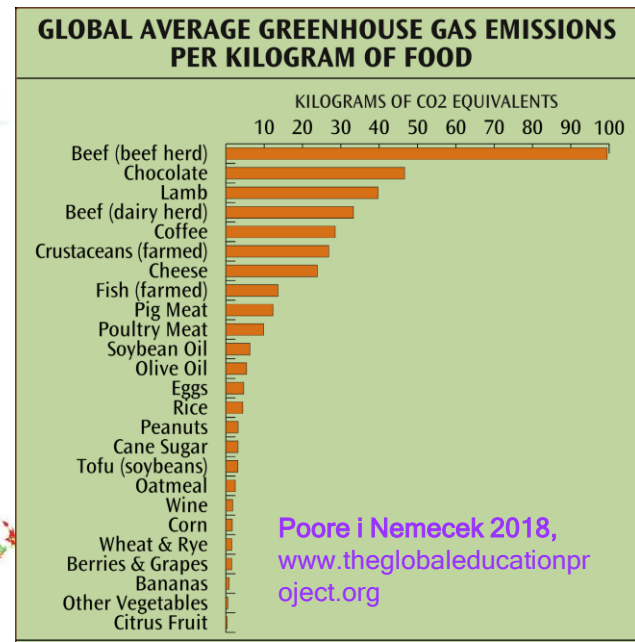
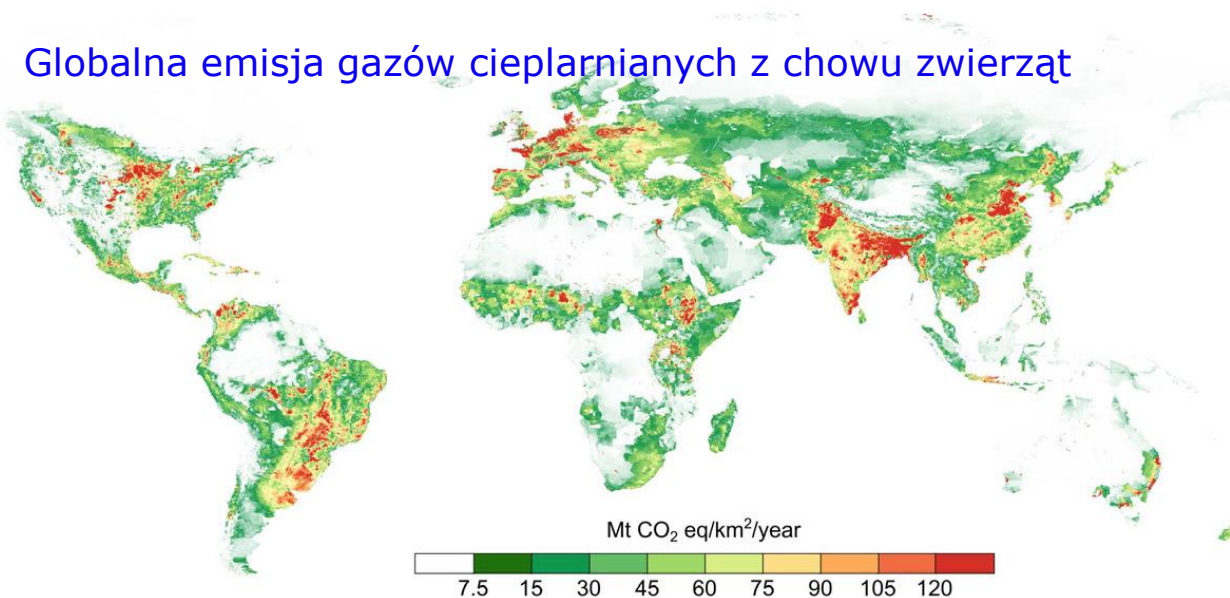
Potencjał wzrostu produkcji żywności

Stopień wykorzystania potencjalnej produktywności	Przyrost zbiorów * mld Ton	Przyrost Zbirów * %	Globalne zbiory * mld Ton	Globalne zbiory * kcal	Produkcja żywności kcal
Obecna struktura wykorzystania zbiorów (żywność 62%, pasze 35%, biopaliwa 3%)					
Aktualny (174 rośliny uprawne)	-	-	3,97	1,00 x10 ¹⁶	0,63 x10¹⁶
75% (dla 16 głównych roślin)	1,1	28	5,06	1,29 x10 ¹⁶	0,80 x10 ¹⁶
95 % (dla 16 głównych roślin)	2,3	58	6,65	1,51 x10 ¹⁶	0,94 x10 ¹⁶
Uprawa 16 podstawowych roślin w 100% na żywność dla ludzi					
16 głównych roślin, 100% dla ludzi	>1 0,31×10 ¹⁶ kcal	28	4,97	1,31 x10¹⁶	

Wzrastające plony w większości służą do skarmiania zwierząt,
 - kalorie mięsne stanowią ok. 10% ogólnej produkcji żywności jednak intensywnie wpływają na emisję gazów cieplarnianych



Globalna emisja gazów cieplarnianych z chowu zwierząt



Poore i Nemecek 2018,
www.theglobaleducationproject.org

Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, Poore, J., & Nemecek, T. (2018); cited at our world in data, ourworldindata.org/grapher/ghg-per-kg-poorer

Intensyfikacja uprawy nasila emisję gazów cieplarnianych

(poniżej bez uwzględnienia strat węgla organicznego i deforestacji)

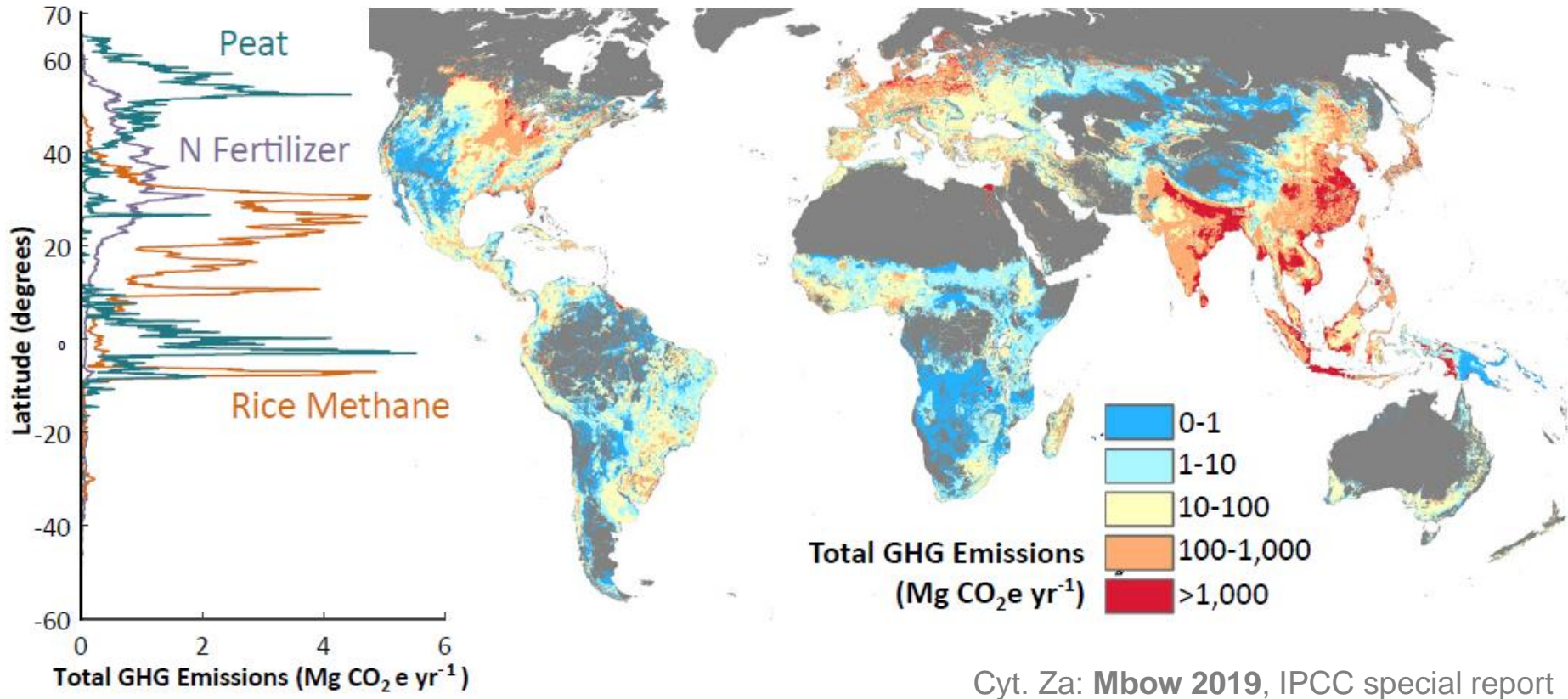
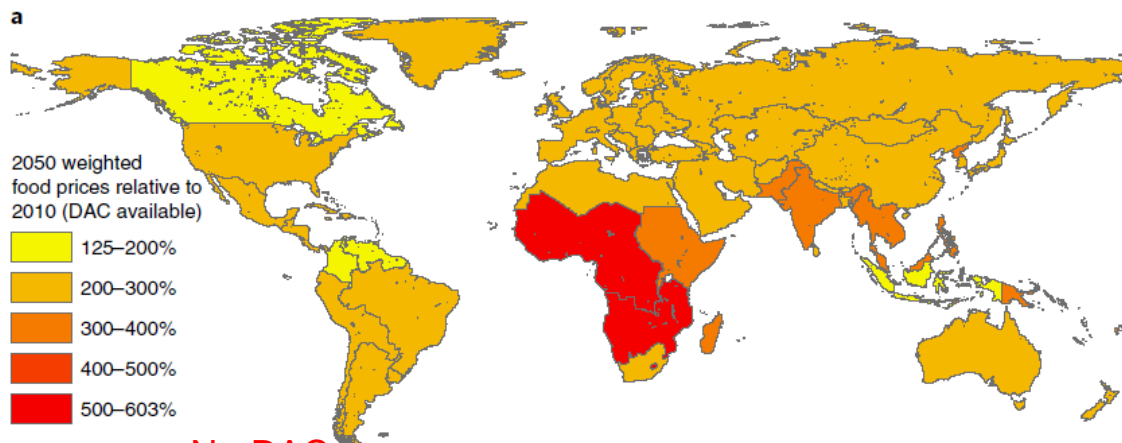


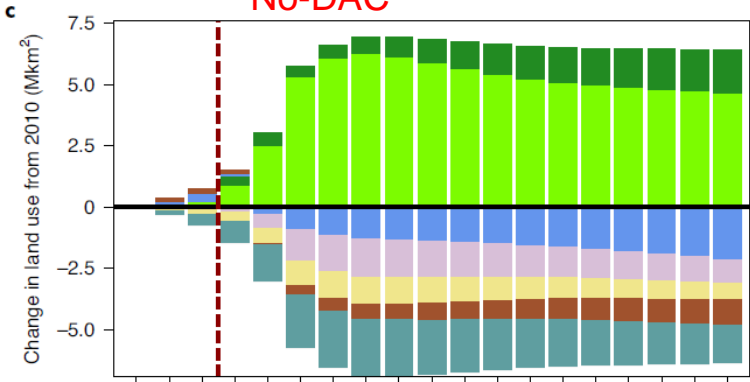
Figure 5.9 | Cropland GHGs consist of CH₄ from rice cultivation, CO₂, N₂O, and CH₄ from peatland draining, and N₂O from N fertiliser application. Total emissions from each grid cell are concentrated in Asia, and are distinct from patterns of production intensity (Carlson et al. 2017).

W latach 2010-2016 emisja rolnicza wynosiła 3.6 ± 1.2 Gt CO₂ /rok (FAOSTAT 2018), tego 2/3 z powodu degradacji torfowisk (Tubiello 2019).

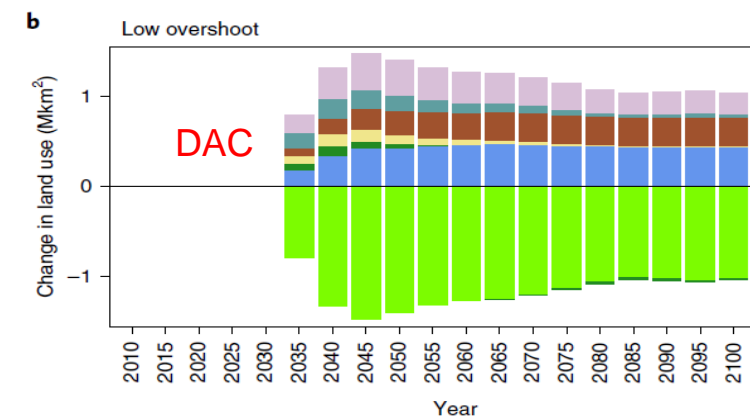
Konsekwencje zastąpienia paliw kopalnych przez uprawy roślin bioenergetycznych w celu ograniczenia wzrostu temperatur poniżej +1,5 °C



DAC - bezpośrednie wychwytywanie powietrza przez sorbenty wodne lub aminowe do usuwania CO₂, Sprężanie i wtłaczanie do zbiorników geologicznych. Wzrosty cen żywności- częściowo związane z redukcją areалу gleb użytkowanych do produkcji żywności i bioenergii. Przy mniejszej redukcji takich gleb, wzrost cen żywności byłby mniej dotkliwy w obu scenariuszach (DAC i no-DAC), ale kosztem większej skali przekształcanie terenów naturalnych w produkcję rolną



No-DAC Redukcja wykorzystania paliw kopalnych, konieczność wiązania CO₂ w biomase może spowodować wzrost powierzchni upraw roślin przeznaczonych na bioenergię do ponad 5 mln km² (> 25% światowych zasobów pól uprawnych)



Różnica użytkowana gruntów DAC i no-DAC. **Tanie technologie DAC mogą zmniejszyć obszar upraw bioenergetycznych o około 1 mln km² w 2050 r. i uwalniać większy obszar gleb do produkcji żywności, to może złagodzić skutki przewidywanego wzrostu cen żywności.**

Stan obecny i perspektywy (Foley i in. 2011)

- Rolnictwo zajmuje 38% wolnej od powierzchni łądów
- grunty rolne (12% łądów) - 1,52 mld ha,
- pastwiska (26% łądów) - 3,38 mld ha,
- 75% gruntów rolnych (3,38 mld ha pastwisk i 0,35 mld ha upraw) służy hodowli zwierząt
- w latach 1985-2005 produkcja rolna wzrosła o 28%, z tego 2,4% przez wzrost powierzchni gruntów rolnych o ok. 150 mln ha, a 25% przez wzrost plonów). W tym okresie o 7% wzrosła powierzchnia samych gleb uprawnych (ornych), przez co globalny wzrost plonów wyniósł 20%, tj. plony rosą średnio o 1% rocznie.
- wcześniej w okresie od 1965 do 1985, wzrost produkcji wynosił 56 %, obecnie obserwowany wzrost średnich plonów jest znacznie wolniejszy,
- 16 głównych roślin uprawnych wymaga średnio 0,3 litra wody na kcal (bez uwzględnienia strat),
- 365 mln ha jest nawadniane, zużywa się tu 2800 km³ wody i produkuje 34% produktów rolnych,
- bez nawodnień globalne zbiory zbóż zmalały by o 20%,
- 80% nawadnianych upraw wymaga $\leq 0,4\text{L/kcal}$, pozostałe 20% $\geq 0,7\text{L/kcal}$.