



## Kvalita půdy a její ohrožení

Jakub Hofman

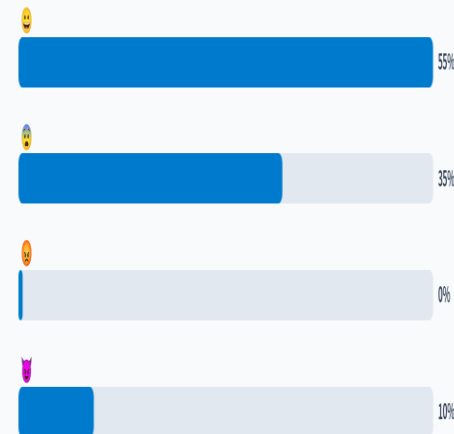


[http://soils.usda.gov/education/jan\\_lang/](http://soils.usda.gov/education/jan_lang/)



<http://forum.xcitefun.net/living-grass-people-grassy-people-art-t54497.html>

Jak se teď cítíte?

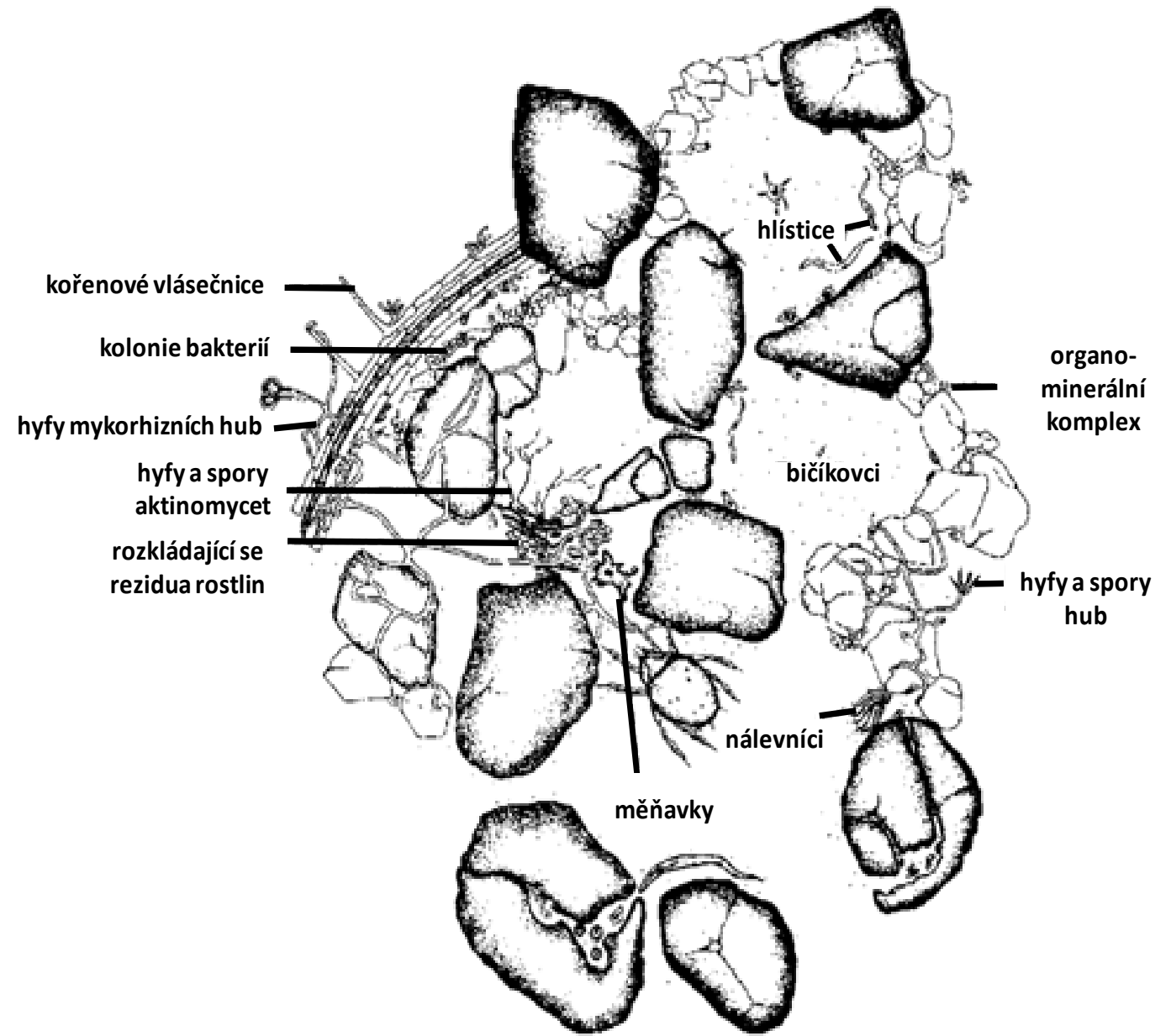






# Půdní struktura

- všechny složky jsou promíchané a propojené
- vytváří **novou kvalitu**  
**>> více než součet složek**
- struktura = agregáty
- pórovitost –  
provzdušnění a  
infiltrace vody





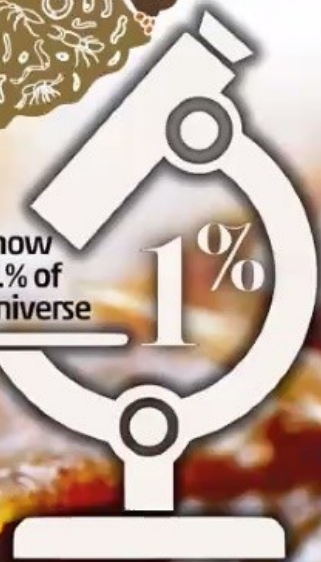


Food and Agriculture Organization of the United Nations

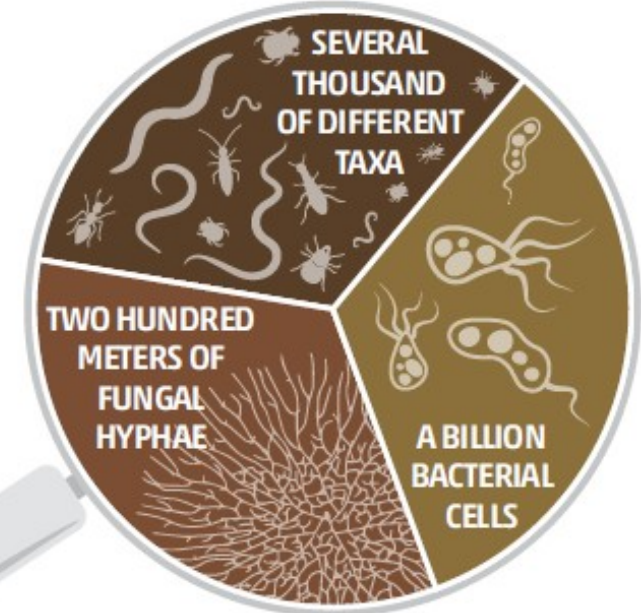


Soil is home to more than 25% of our planet's biodiversity  
**25%**

Yet, we know only 1% of this universe  
**1%**



# Půda je živá



ONE GRAM OF SOIL MAY CONTAIN

1 g = vlastně celý ekosystém



FAO, ITPS, GSBI, SCBD and EC. 2020. State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities, Report 2020. Rome, FAO.  
<https://doi.org/10.4060/cb1928en>

# Jak dlouho vzniká v našich klimatických podmínkách vznik úrodné půdy (cca 100 cm) z původní zvětralé horniny?

10 let

100 let

1000 let

10 000 let

100 000 let



Miko L. a kol. (2023): Život v půdě. Lipka <https://www.lipka.cz/zivot-v-pude?idk=zbozi82>

# Půda - neobnovitelný přírodní zdroj

Hornina	Autor údaje	Místo stanovení	Rychlost tvorby půd [mm·rok <sup>-1</sup> ]	Doba vzniku 1 cm půdy [roků]
Hydrické nezpevněné sedimenty	E. Z. Harrison – – A. L. Bloom, 1977	USA, Connecticut	2,0–6,6	1,5–5,0
Eolické písčité sedimenty	A. Bertrand, 1959	USA	1,75–2,5	4,0–5,7
Vrchovištní rašelina	E. Firbas	Švábsko	1,0–1,8	5,5–10,0
Morénové sedimenty	A. Bertrand, 1959	USA, Indiana	0,01–1,0	10,0–1000
Pyroklastika	J. Van Baren	Indonézie	0,7	14,3
Vulkanický popel	R. L. Hay, 1960	Indonézie	0,4	25,0
Jezerní sedimenty	Z. Kukał, 1990	Švédsko	0,2–0,4	25,0–50,0
Nezpevněné sedimenty (průměrná hodnota)	H. W. Menard, 1974	USA, Severní Karolina	0,26	38,5
Vápenec	V. V. Dokučajev, 1885	Rusko, Petrohradská oblast	0,13–0,16	62,5–76,9
Vápenec	J. G. Goodchild, 1890	Velká Británie	0,05– 0,1	100,0–200,0
Morénové sedimenty	H. Kohnke	USA	0,055	181,8
Žula	D. C. Barton, 1916	Egypt	0,001–0,002	5000,0–10 000,0
Žula	H. F. Garner, 1974	Výhodné klimatické podmínky	0,0015	6666,7
Průměrně příhodné substrátové poměry	E. Zeuner, 1958	Evropské mírné pásmo	0,1	100,0
Průměrně příhodné substrátové poměry	H. H. Bennet, 1955	USA	0,02–0,15	66,7–500,0
Průměrně příhodné substrátové poměry	Z. Kukał, 1984	Česká republika	0,1	100,0
Průměrně příhodné substrátové poměry	J. Drbal, 1965	Česká republika	0,125–0,2	50,0–80,0
Průměrně příhodné substrátové poměry	V. Veselý, 1970	Česká republika	0,05	200,0

Hauptman, I., Kukał, Z., Pošmourný, K. (2009): Půda v České republice. Ministerstvo životního prostředí ČR, Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 8090348246

# Proč zkoumat a chránit půdu?

komplexní a složitý ekosystém, **klíčová složka suchozemských ekosystémů** a **nenahraditelný zdroj pro člověka**, poskytuje **cenné ekosystémové služby**

Jaké funkce/role plní půda pro člověka či pro ekosystém?

Top

**Mahatmá Gándí:**  
"Zapomenout  
pečovat o půdu  
znamená  
zapomenout sami  
na sebe"



# Proč zkoumat a chránit půdu?

komplexní a složitý ekosystém, **klíčová složka suchozemských ekosystémů** a **nenahraditelný zdroj pro člověka**, poskytuje **cenné ekosystémové služby**

**Mahatmá Gándí:**  
"Zapomenout pečovat o půdu znamená zapomenout sami na sebe"

[1]

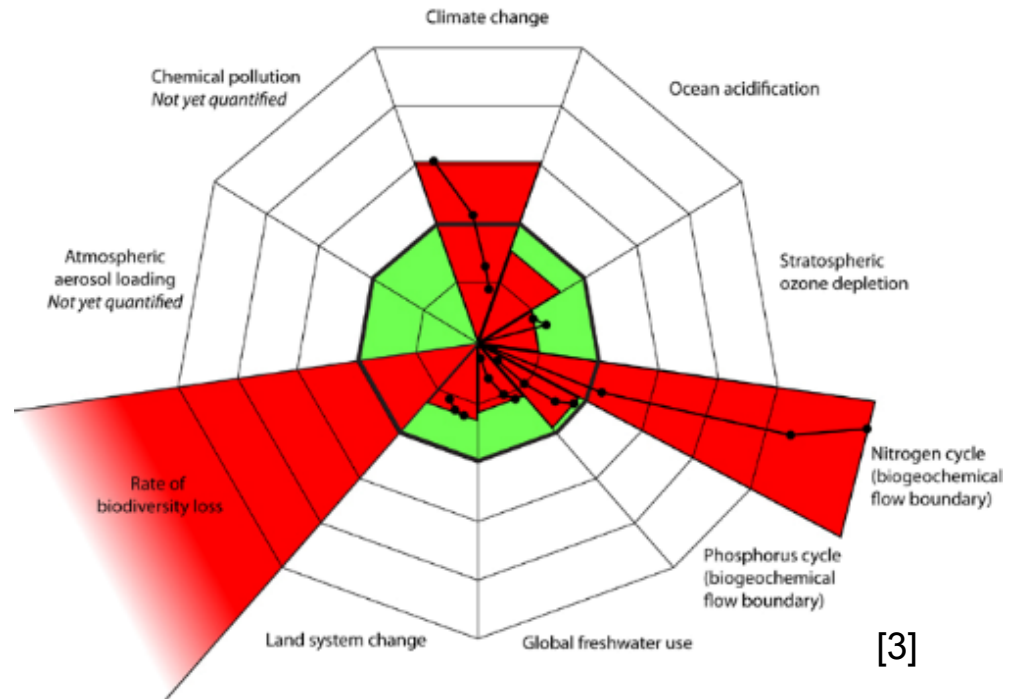
## Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth



# Proč zkoumat a chránit půdu?

součást **cílů udržitelného rozvoje** a **planetárních mezí**



[3]

např.

<https://www.osn.cz/sdg-2-vymytit-hlad-dosahnout-potravinove-bezpecnosti-a-zlepseni-vyzivy-prosazovat-udrzitelne-zemedelstvi/>

# Které PŘÍMO souvisí s kvalitou půdy



## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD





# Které NEPŘÍMO souvisí s kvalitou půdy

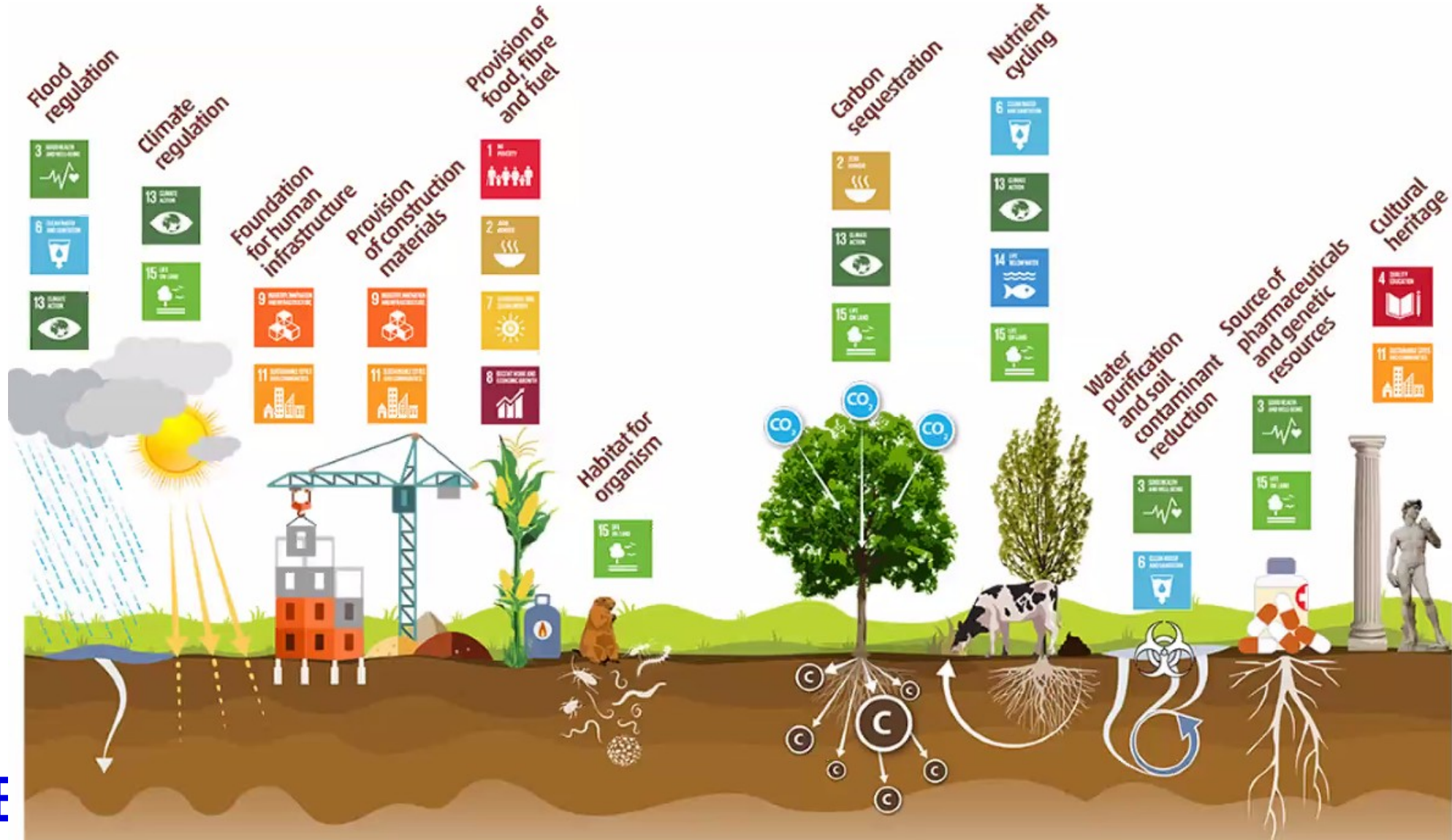
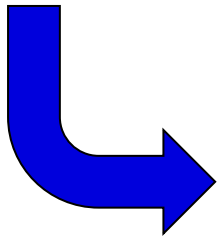


**SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**  
17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD





# Význam půdy











EEA (2020): The European environment - state and outlook 2020 - Knowledge for transition to a sustainable Europe. Chapter 05: Land and soil. ISBN 9789294800909.

<https://www.eea.europa.eu/soer/2020>



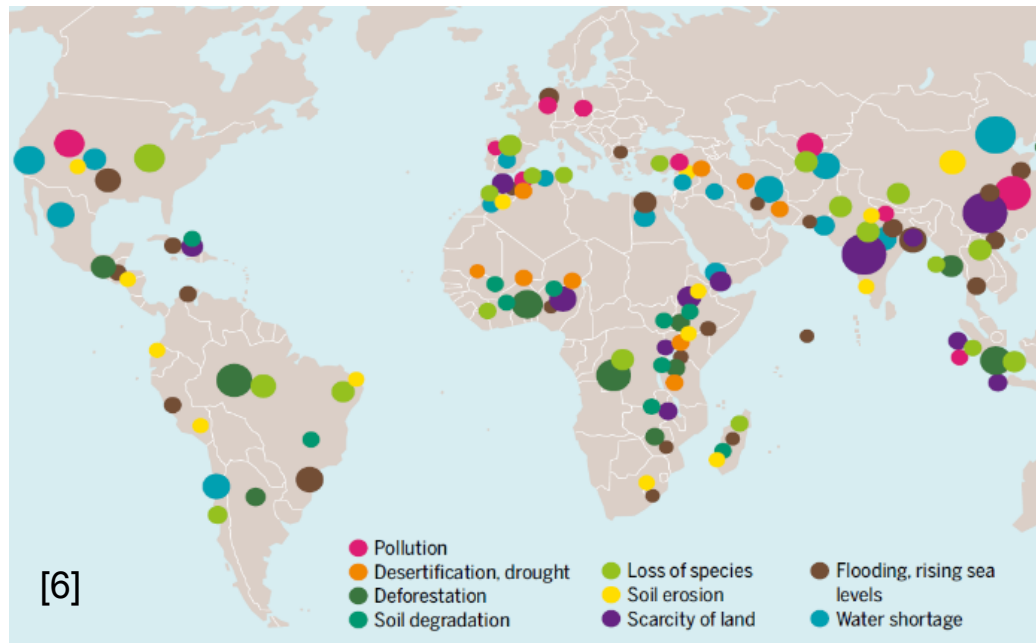


# Jakými degradačními faktory je půda ohrožena ?

Top

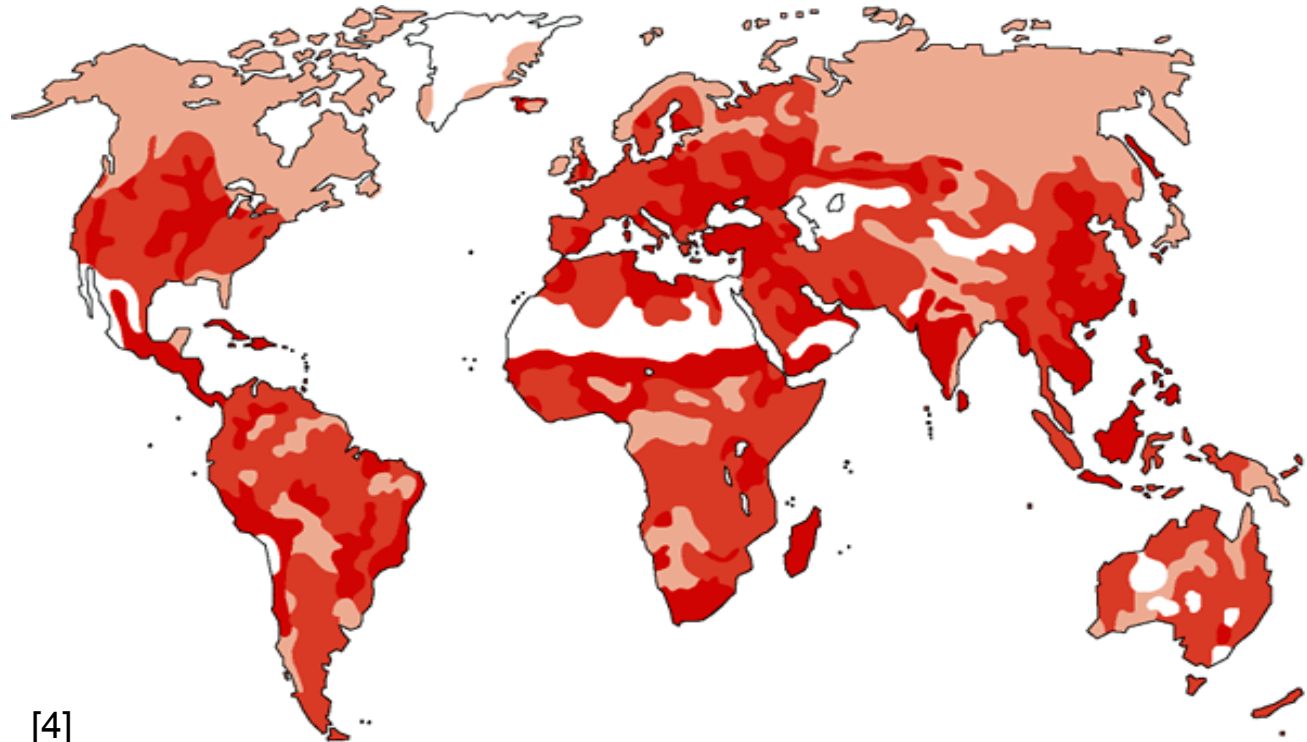


# Degradace půdy



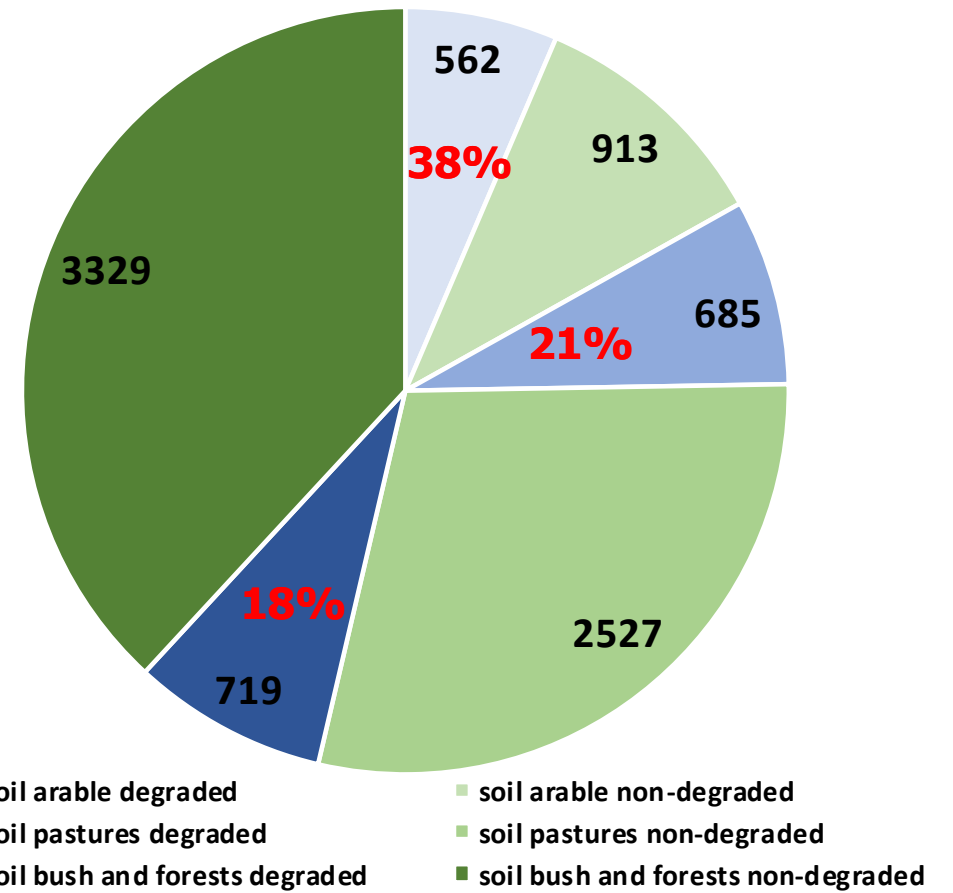
[1]

# Degradace půdy



[4]

■ Very degraded soil   
 ■ Degraded soil   
 ■ Stable soil   
  Without vegetation



world = 8 700 Mha soil  
 2 000 Mha degraded (23%)

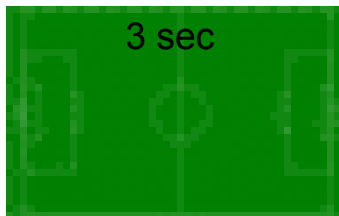
data dle [5]

# Globální degradace půdy

Za jaký časový úsek přijdeme o úrodnou půdu o velikosti fotbalového hřiště?



# Globální degradace půdy



ztráta půdy  
konzervativní odhad dle FAO  
2015  
(pouze eroze a zábory)



rychlost ztrát půdy (10 Mha/r) výrazně (5-57x, AU-CN) převyšuje její tvorbu/obnovu

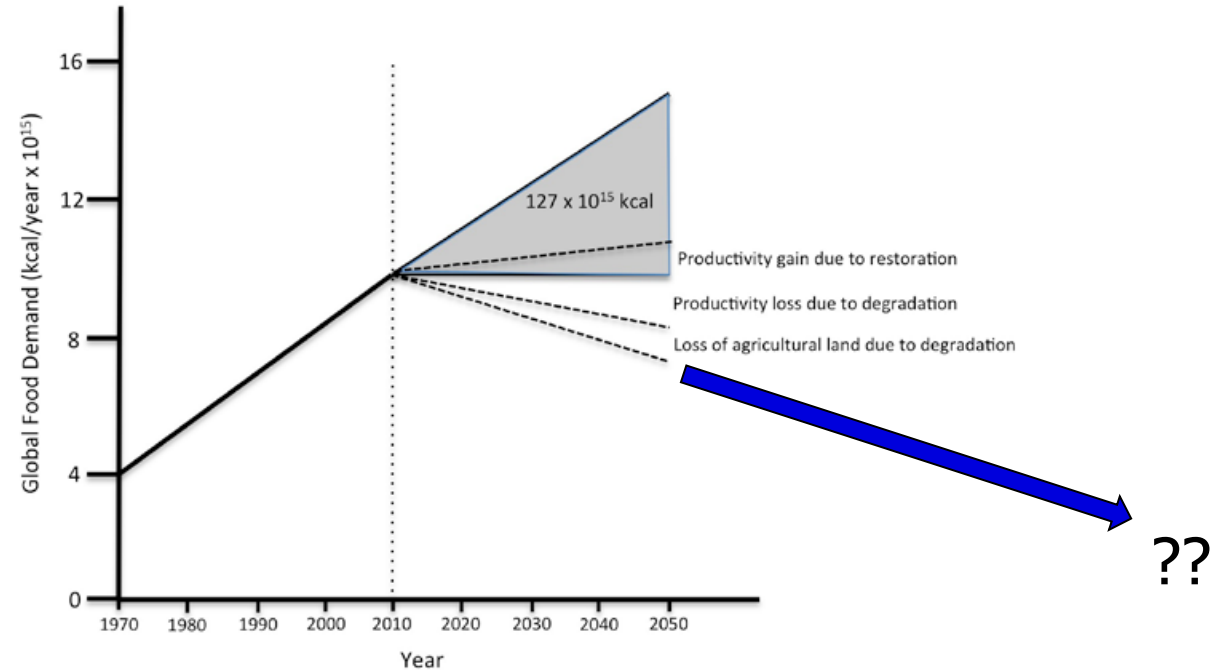
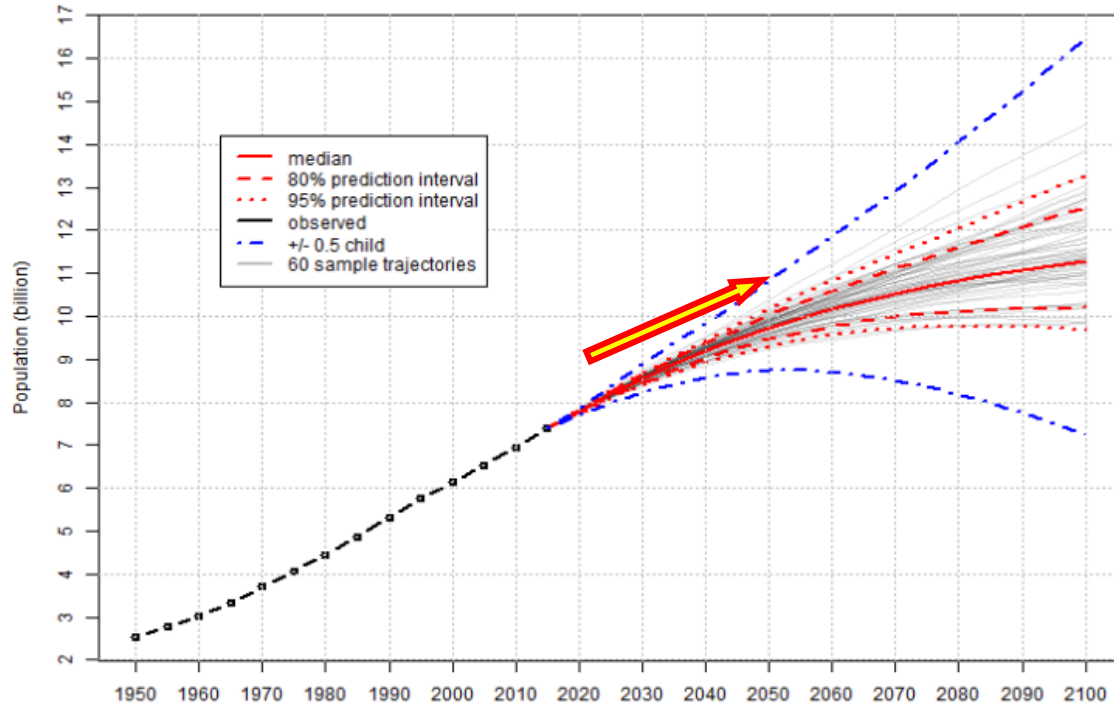
**→ za sto let na světě pravděpodobně nebude žádná zemědělská půda !!**

*total crop yield losses to 2050 - equivalent to removing 150 Mha from crop production – corresponds to all arable land in India*



# Food security

1. nárůst světové populace (cca 70 mil ročně) → 9.2 mld v 2050
2. degradace dostupných půd → pokles jejich produkční kapacity či rozlohy
3. zábory kvalitní půdy pro jiné účely



**Do roku 2050 musíme globálně zvýšit produkci potravin o 50-60% a v rozvojových zemích o 100% jen na pokrytí potřeby potravin (úbytek půdy není započítán)**

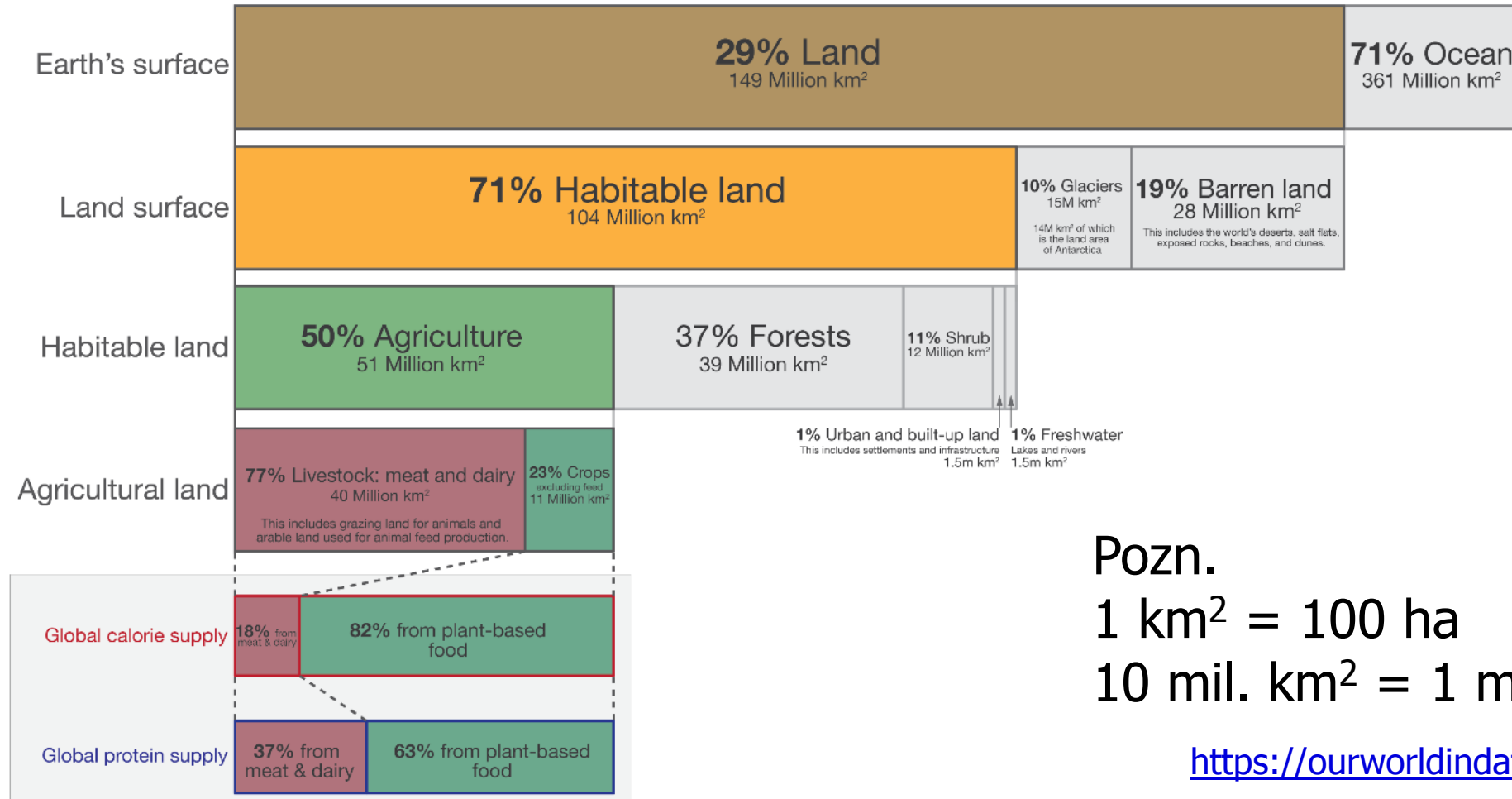
ale bude o 20-30% méně úrodné půdy =  
čelíme opravdu velkému problému

FAO and ITPS (2015): Status of the World's Soil Resources. ISBN 978-92-5-109004-6.

<http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>

# Kolik máme půdy ?

## Global land use for food production



Pozn.  
 1 km<sup>2</sup> = 100 ha  
 10 mil. km<sup>2</sup> = 1 mld. ha

<https://ourworldindata.org/land-use>

# Prognóza do roku 2050

- poptávka po potravinách (o 50% větší světové populace)
- na zemědělství převedeno  $10^9$  ha přírodních ekosystémů
- doprovázeno 2,4 - 2,7 -násobným nárůstem eutrofizace terestrických, sladkovodních a pobřežních mořských ekosystémů v důsledku používání N a P hnojiv
- nárůst použití pesticidů
- bezprecedentní degradace ekosystémů a ztráta ekosystémových služeb a vyhynutí druhů

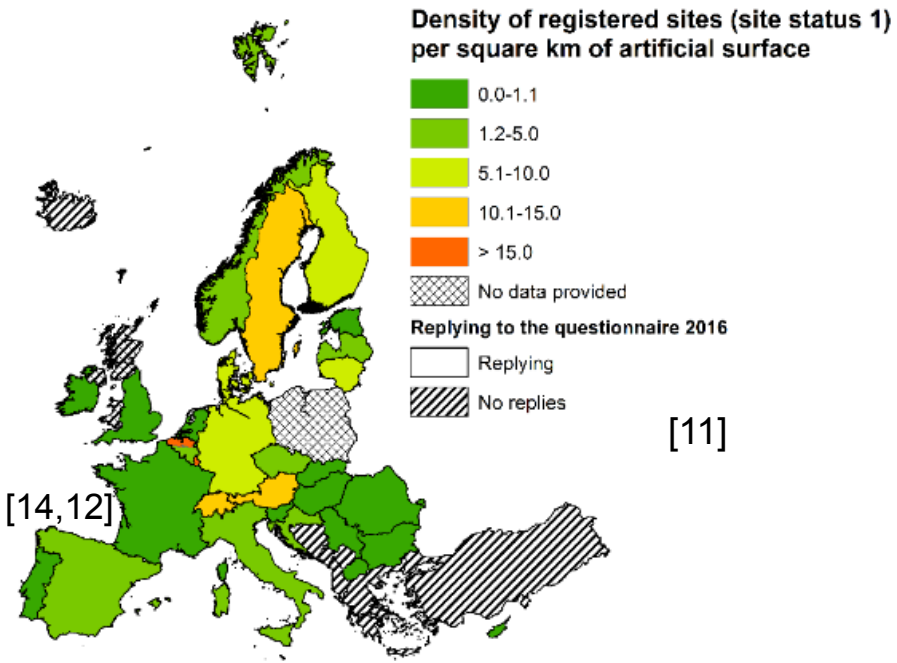
	Fertilizer ( $10^6$ MT)		Irrigated land ( $10^6$ ha)	Pesticide		Crop land ( $10^9$ ha)	Pasture land ( $10^9$ ha)
	N	P		Produced ( $10^6$ MT)	Imported ( $10^9$ 1996 U.S.\$)		
Value in 2000	87.0	34.3	280	3.75	11.8	1.54	3.47
	<i>Mean projections</i>						
Forecast 2020	135	47.6	367	6.55	18.5	1.66	3.67
Forecast 2050	236	83.7	529	10.1	32.2	1.89	4.01

Tilman D. et al. (2001): Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. Science 292: 281-84. DOI:[10.1126/science.1057544](https://doi.org/10.1126/science.1057544)

# Kontaminace půdy

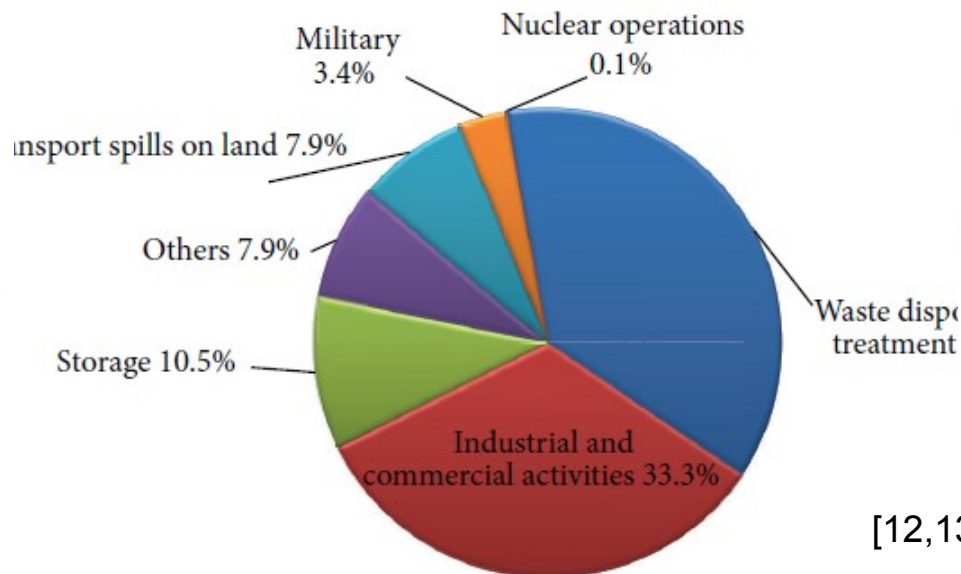
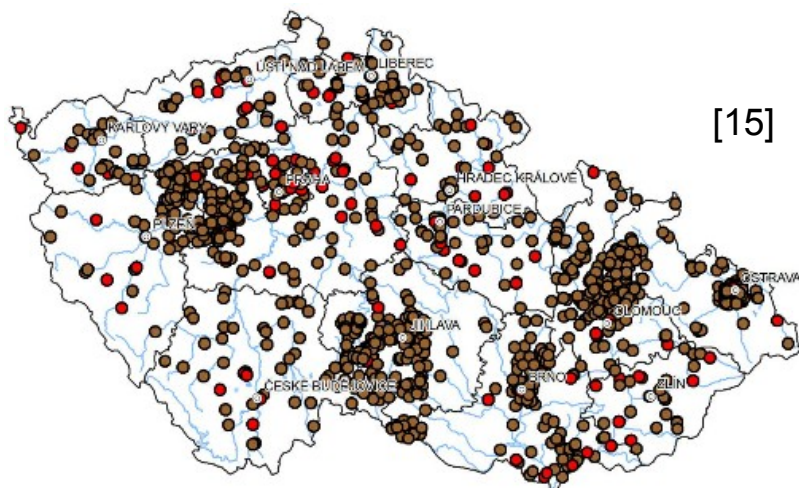
Evropa [10,11,12,13] :

- 2,5 – 3,5 mil. míst se znečišťujícími aktivitami
- 250 000 – 350 000 potřebuje remediaci
- náklady: 2,4-17,3 mld. EUR/r + 2 mld. EUR/r na remediaci [14,12]

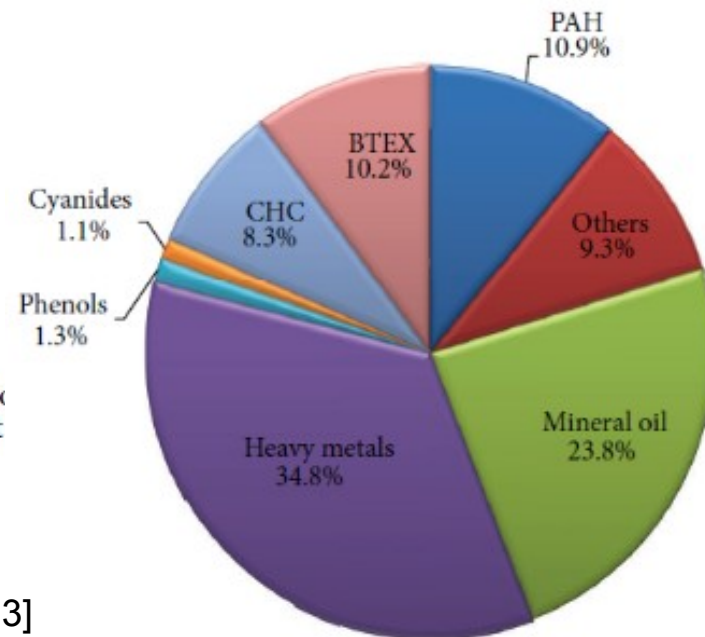


ČR [15]

- 7 000 - 10 000 kontaminovaných míst



Overview of contaminants affecting soil

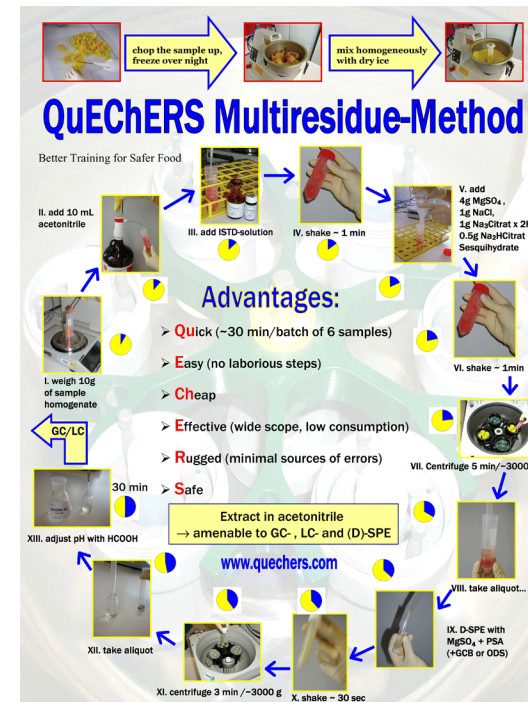
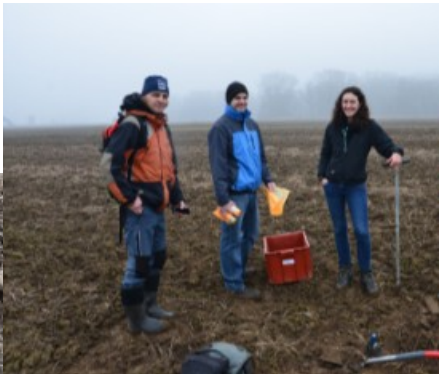
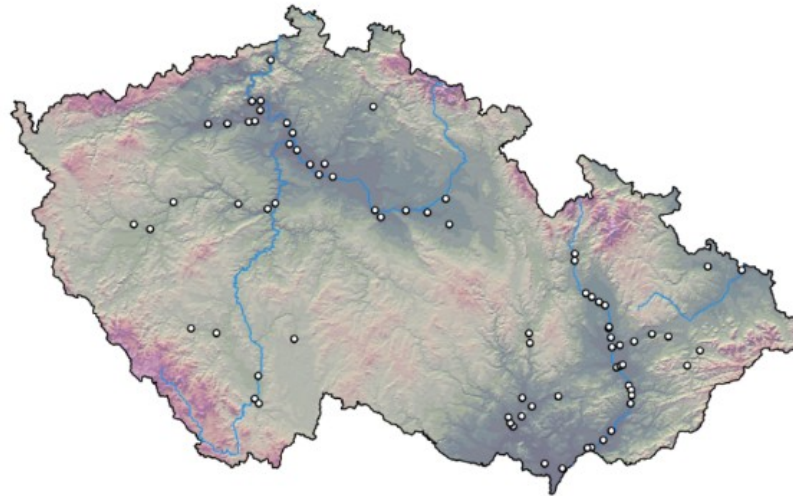


[12,13]



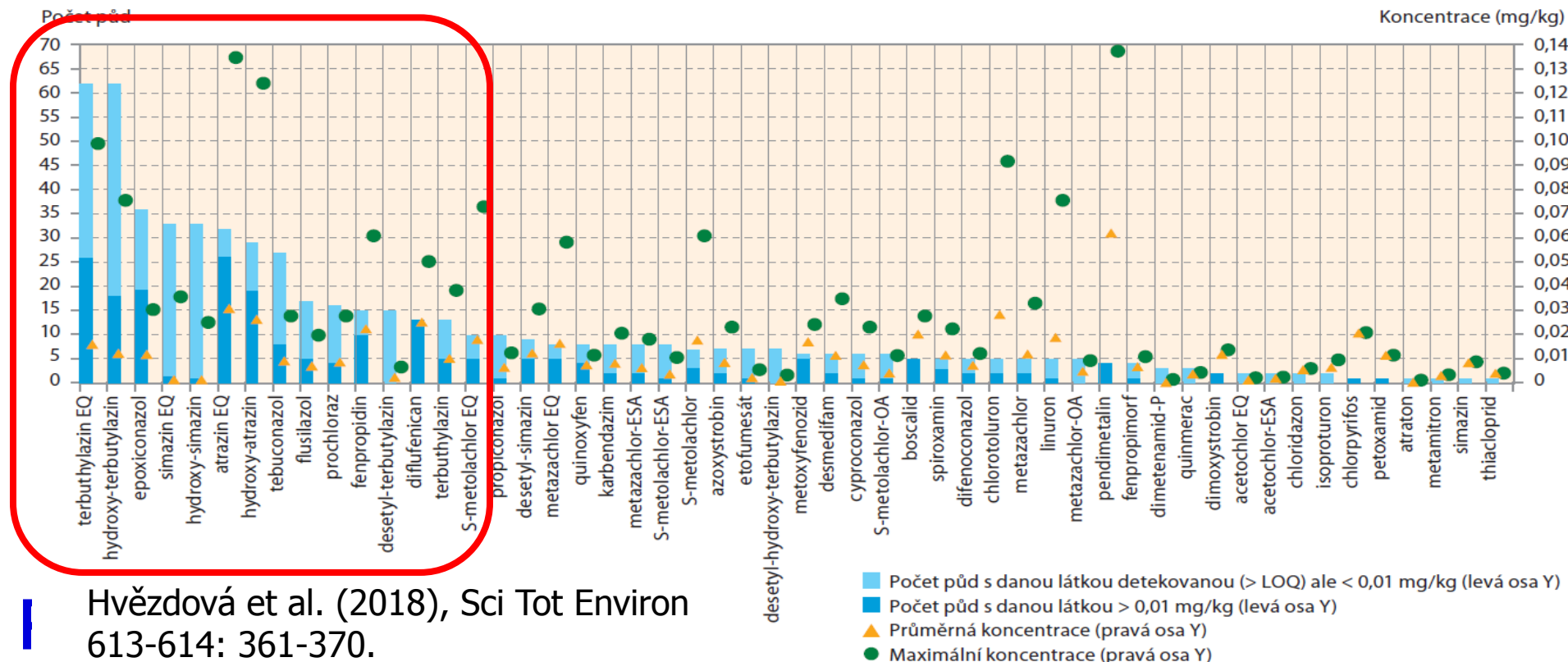
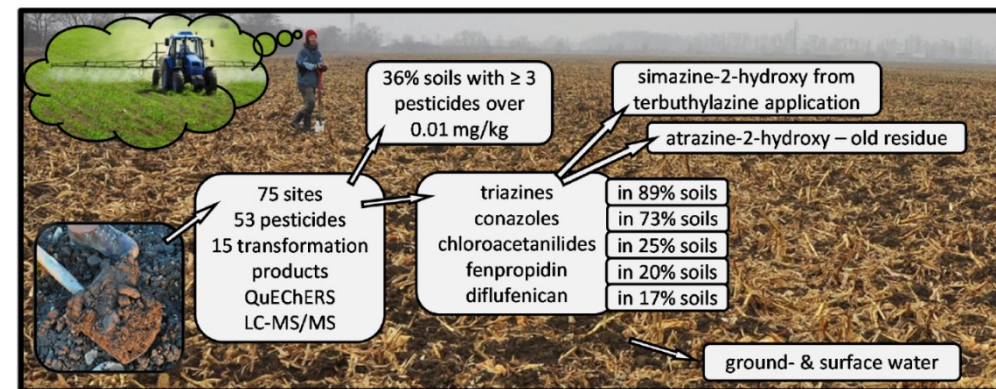
# Pesticidy v orné půdě ČR

- únor–březen 2015 = dlouhodobá rezidua CUPs
- 75 orných půd, 0-25 cm, vysušení, mělnění, přesátí, archivování, analýzy ...
- půdní vlastnosti (TOC, CEC, pH, textura, HA/FA ...)
- QuEChERS extrakce + LC/MS/MS analýza 53 CUPs a 15 TPů včetně 2 zakázaných t... tovaným výskytům ve vodách



# Pesticidy v orné půdě ČR

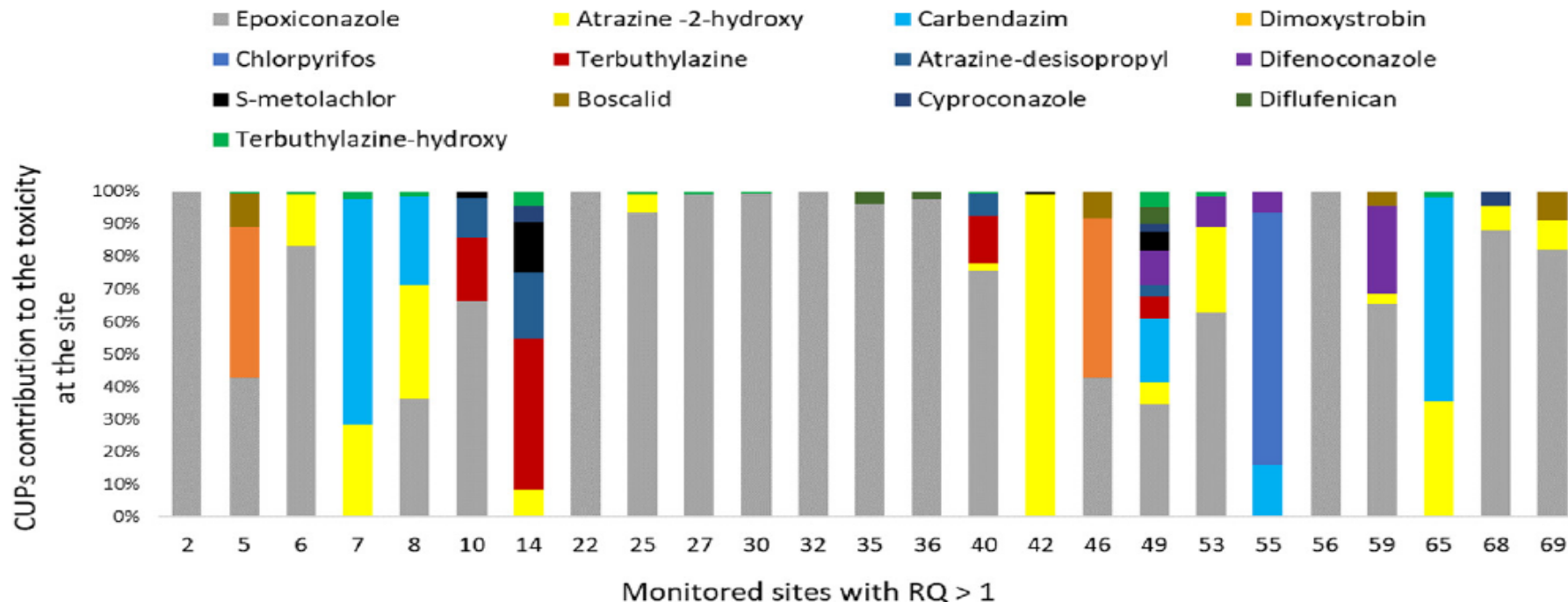
- 99% půd s alespoň jedním pesticidem > LOQ
- 51% půd s  $\geq 5$  pesticidy > LOQ
- **81% půd s alespoň jedním pesticidem nad 0.01 mg/kg**
- **36% půd s  $\geq 3$  pesticidy nad 0.01 mg/kg**



Hvězdová et al. (2018), Sci Tot Environ  
613-614: 361-370.

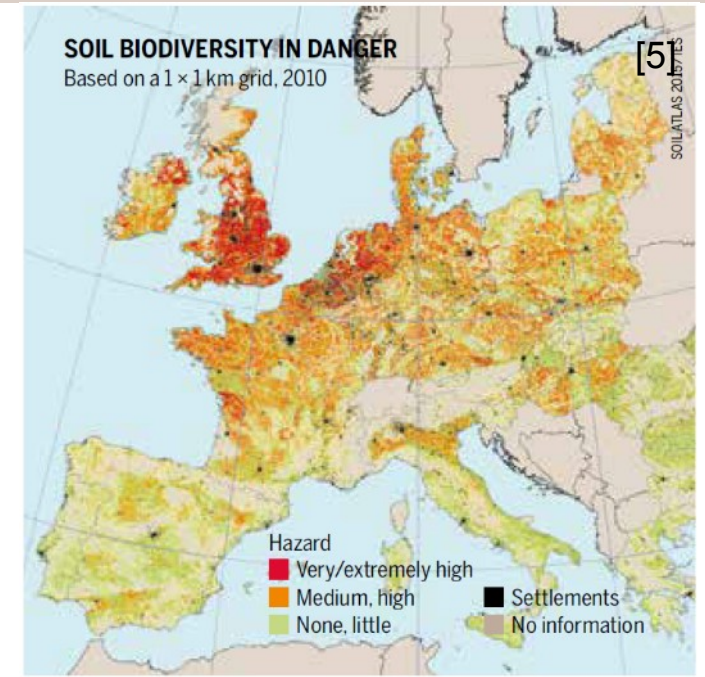
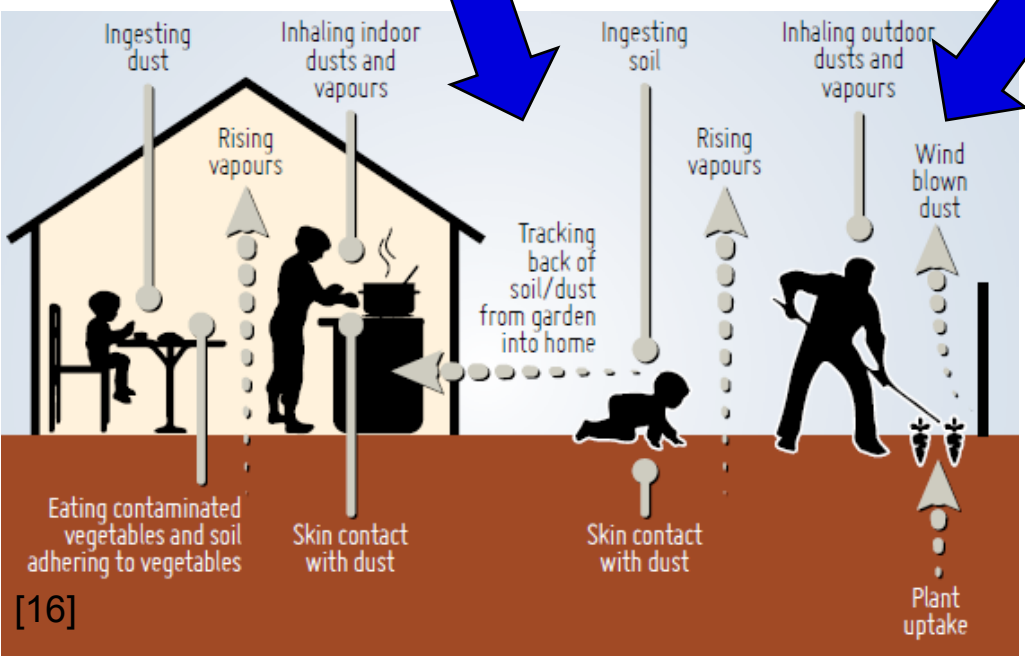
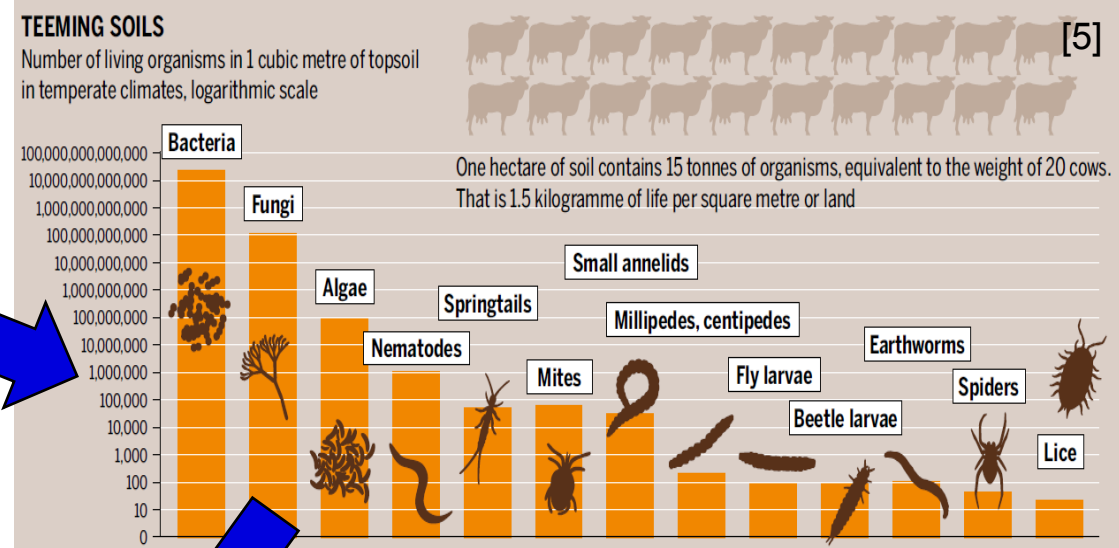
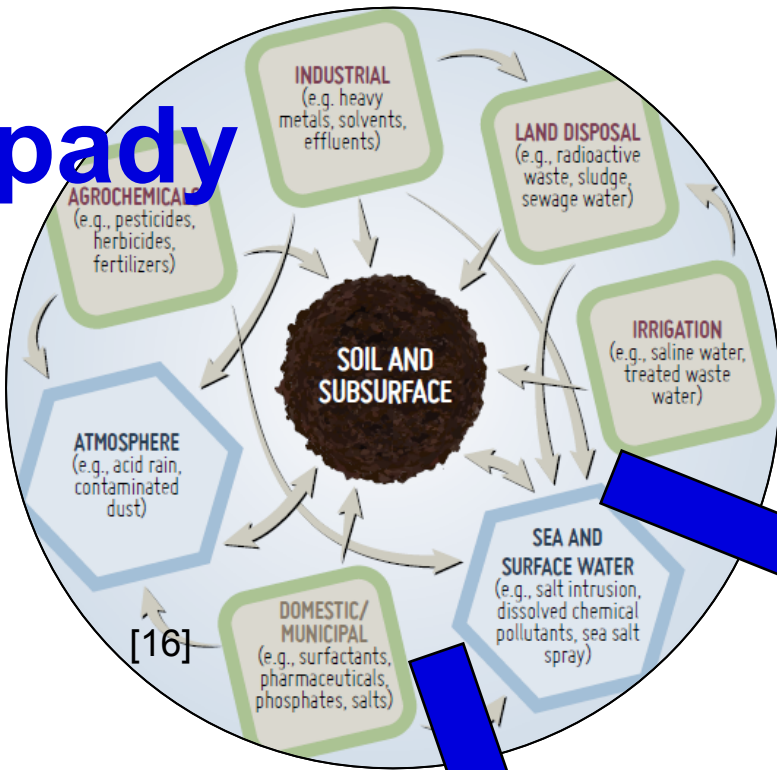
# Pesticidy v půdě ČR

- výsledky zaslouží pozornost z hlediska možných dopadů
  - dle provedené analýzy ekologických rizik je v **35% půd významné riziko pro půdní biotu** (RQ > 1)
  - také zahraniční limity založené na výpočtu rizik byly často překročeny





# Dopady





# Impact Assessment Report

- vyčíslení škod v EU-25 způsobených degradačními faktory (v těchto škodách nejsou zahrnuty škody na ekologických funkcích půdy)

Eroze	€0.7 – 14 mld
Ztráty organické hmoty	€3.4 – 5.6 mld
Zhutnění	Odhad není možný
Salinizace	€158 – 321 million
Sesuvy	až €1.2 mld na jeden případ
Kontaminace	€2.4 – 17.3 mld
Zábory	Odhad není možný
Ztráty na biodiverzitě	Odhad není možný

European Commission (2006c): Commission staff working document accompanying the communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Thematic strategy for soil protection. **Impact assessment of the thematic strategy on soil protection**. SEC (2006) 260. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:52006SC0620>

- tedy celkové náklady až 38 mld. ročně
- **GEO6**: globální roční ztráty na ekosystémových službách díky půdní degradaci 6300-10600 mld dolarů

# Pilíře ochrany půdy

- **politika**  
strategie, deklarace, charty ... národní, mezinárodní
- **legislativa**  
rámcová – ochrana půdy nebo určité půdy /ZPF/, konkrétní – limity, regulace procesů/dějů, hospodaření ...
- **ekonomické nástroje**  
dotace, poplatky, pokuty, daně
- **praktická opatření chránící půdu**  
před erozí, zábory, kontaminací; postupy hospodaření ...
- **výzkum a vývoj**  
monitoring, poznání dějů, vývoj nástrojů (vč. těch legislativních), jak na to ...
- **osvěta**  
vzdělávání, výchova, informace

# Hodně toho mohou ovlivnit zemědělci ...



# EU Missions: Soil Deal for Europe

- 60-70% of EU soils are unhealthy
- soil is fragile resource that needs protection for future generations
- the Mission leads the transition towards healthy soils by:
  - R&I programme
  - 100 living labs and lighthouses
  - harmonised soil monitoring
  - people's awareness

- **the 8 Mission objectives** → → →

<https://mission-soil-platform.ec.europa.eu/>

**MUNI | RECETOX**



*“75% of European soils as healthy or significantly improved by 2030”*

1. Reduce desertification

2. Conserve **soil organic carbon stocks**

3. Stop **soil sealing** and increase re-use of **urban soils**

4. Reduce **soil pollution** and enhance **restoration**

5. Prevent erosion

6. Improve soil structure to enhance **soil biodiversity**

7. Reduce the EU global footprint on soils

8. Improve **soil literacy** in society



# ABOUT SOIL AND THE WORLD

**1** Land and soil have a multitude of **SOCIAL, ECOLOGICAL, CULTURAL, SPIRITUAL AND ECONOMIC** functions worldwide.

**2** Fertile soil is vital. It forms just a thin layer on the Earth's surface. **IT TAKES 2,000 YEARS TO CREATE 10 CENTIMETRES OF TOPSOIL.**

**3** Millions of hectares of land are lost every year through inappropriate farming techniques, for the construction of cities and roads, and through deforestation. **CITIES EAT INTO FIELDS,** and fields expand at the expense of forest and pastureland.

**4** **WITHOUT PROTECTING THE SOIL, IT WILL BE IMPOSSIBLE TO FEED A GROWING WORLD POPULATION,** keep global warming below 2 degrees Celsius, or halt the loss of biodiversity.

**5** Land ownership is distributed inequitably – even more so than income. **ACCESS TO LAND IS FUNDAMENTAL IN THE FIGHT AGAINST HUNGER AND POVERTY.** In many countries, women are disadvantaged compared to men.

**6** **LAND PRICES ARE RISING ALMOST EVERYWHERE.** If individual or communal rights are not assured, local people are forced off the land.

**7** **COMPETITION FOR LAND IS GROWING.** The causes include the spread of fodder crops, and the growing use of crops to produce "green" biofuels.

Global trade has turned arable land into a mobile resource. **DEVELOPED AND EMERGING ECONOMIES ARE EXPORTING THEIR HUNGER FOR LAND TO THE DEVELOPING WORLD.** They import land in the form of products grown abroad.

**8** **9** Despite the fact that chemical fertilizer is being used, yields are not increasing as rapidly as expected. **ORGANIC FARMING STIMULATES SOIL ORGANISMS** and improves soil fertility in the long term – something that mineral fertilizers fail to do.

**10** **MODERN CITY PLANNING MUST INCLUDE SOIL CONSERVATION.** Infrastructure and housing must use less fertile land, especially in countries with declining populations.

**11** **AN INTERNATIONAL REGULATORY FRAMEWORK BASED ON HUMAN RIGHTS** must ensure that the distribution of land is equitable and that fertile soils are not monopolized by the rich.

**12** **Protecting the soil is a global task. BUT INDIVIDUALS CAN MAKE A SIGNIFICANT CONTRIBUTION** by purchasing local products and eating less meat.

Díky za pozornost

# Literatura

1. <http://www.fao.org/soils-2015/en>
2. Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tiftonell P.A., Putten W.H.v.d., Mol G., Jansen B., Fresco L.O. (2016): The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil* 2, 111-128.
3. Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin Iii F.S., Lambin E., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.J. (2009): Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society* 14
4. UNEP (2002): *Global Environment Outlook 3. Past, present and future perspectives*. United Nations Environmental Programme. ISBN 9280720872
5. Oldeman L.R. (1994): The global extent of land degradation. In Greenland D.J., Szabolcs I. (eds.): *Land resilience and sustainable land use*. p. 99–118. Wallingford: CAB
6. Heinrich-Böll-Stiftung, Institute for Advanced Sustainability Studies (2015): *Soil Atlas: Facts and figures about earth, land and fields*.
7. FAO and ITPS (2015): *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. ISBN ISBN 978-92-5-109004-6
8. <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/>
9. Český úřad zeměměřický a katastrální (2018): *Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky*. ISSN 1804-2422
10. EEA (2007): *CSI 015 - Progress in management of contaminated sites - Assessment published Aug 2007*. European Environmental Agency. [www.eea.eu](http://www.eea.eu)
11. Pérez A.P., Rodríguez Eugenio N. (2018): *Status of local soil contamination in Europe: Revision of the indicator "Progress in the management Contaminated Sites in Europe*, EUR 29124 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-80072-6.
12. Panagos P., Van Liedekerke M., Yigini Y., Montanarella L. (2013): *Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network*. *Journal of Environmental and Public Health* 2013:158764
13. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment>
14. European Commission (2006): *Commission staff working document accompanying the communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Thematic strategy for soil protection. Impact assessment of the thematic strategy on soil protection*. SEC (2006) 620.

# Literatura

15. MŽP (2016): Zpráva o životním prostředí České republiky. ISBN 978-80-87770-29-0
16. Rodríguez-Eugenio N., McLaughlin M., Pennock D. (2018): Soil Pollution: a hidden reality. FAO. 142 pp.
17. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
18. Popp J. & Hantos K. (2011) The impact of crop protection on agricultural production. Studies in Agricultural Economics 113: 47-66.
19. Oerke E.C. (2005) Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science 144: 31–43.
20. Pimentel, D., 1995. Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. J. Agric. Environ. Ethics 8, 17e29
21. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm>

Hvězdová, M., Kosubová, P., Košíková, M., Scherr, K.E., Šimek, Z., Brodský, L., Šudoma, M., Škulcová, L., Sáníka, M., Svobodová, M., Krkošková, L., Vašíčková, J., Neuwirthová, N., Bielská, L., Hofman, J. (2018): Currently and recently used pesticides in Central European arable soils. Science of The Total Environment 613-614: 361-370. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.049>

Vašíčková J., Hvězdová M., Kosubová P., Hofman J. (2019): Ecological risk assessment of pesticide residues in arable soils of the Czech Republic. Chemosphere 216, 479-487. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.158>

# Další odkazy

- <https://www.youtube.com/watch?v=Z5rMheOnaec>
- <http://www.casopisveronica.cz/obsahcisla.php?rok=2018&cislo=1>