



**Agronomická  
fakulta**

**Vítězslav Vlček**

# Hydropedologie

Mendelova  
univerzita  
v Brně



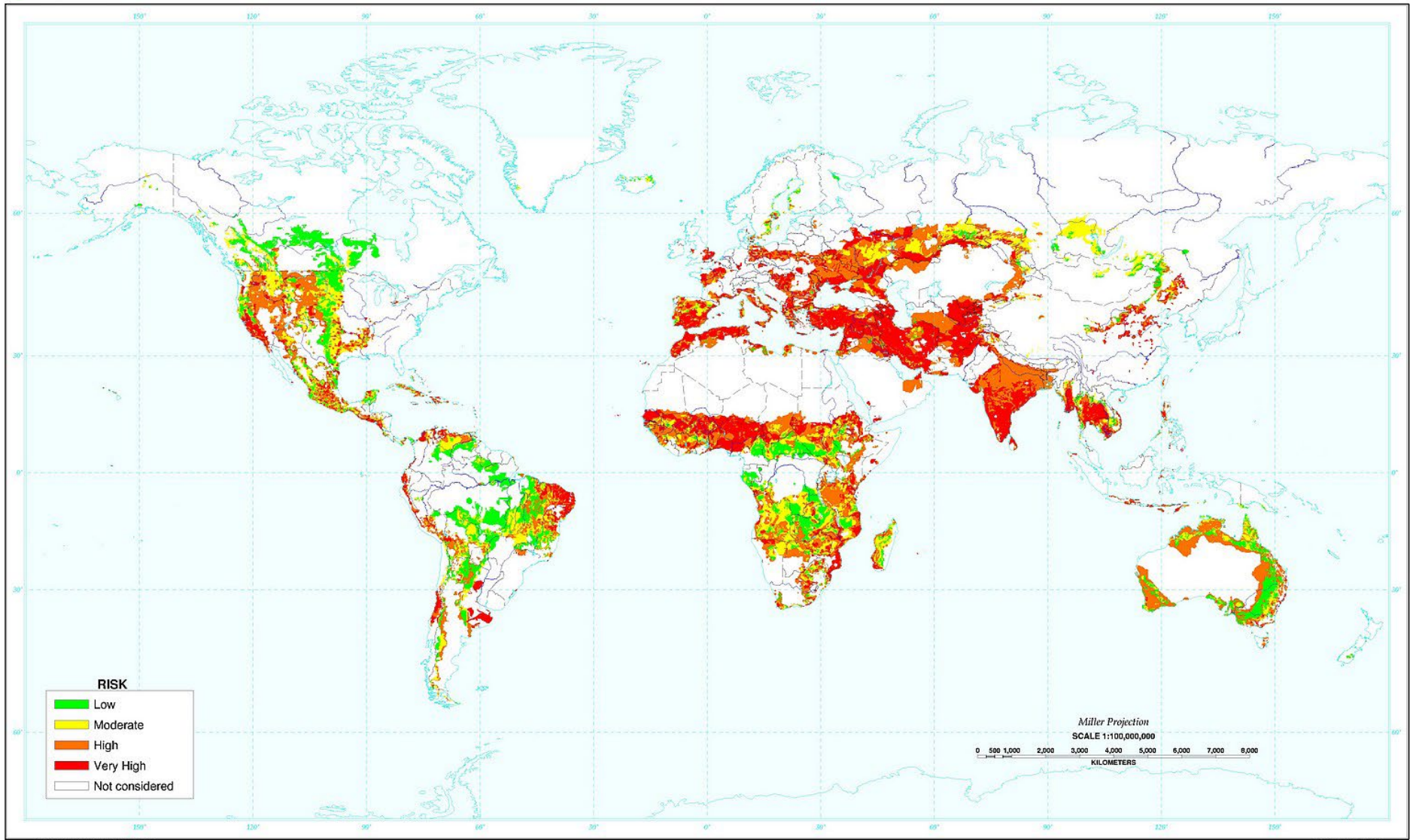
Ústav Agrochemie, půdoznalství,  
mikrobiologie a výživy rostlin



# **Jak mohou extrémní klimatické události ovlivnit půdu**

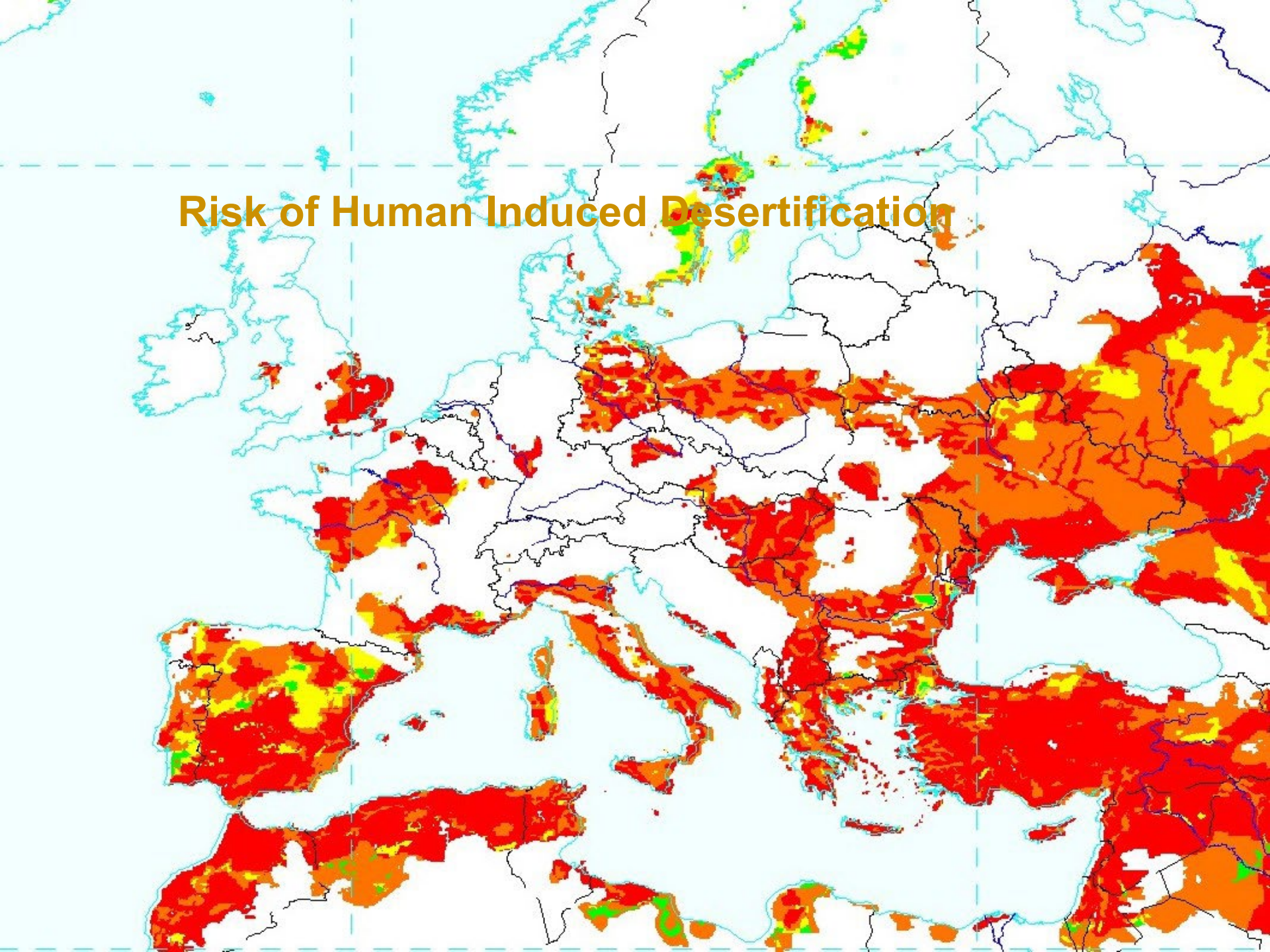


# Risk of Human Induced Desertification



Country boundaries are not authoritative.

## Risk of Human Induced Desertification



## Problémy s modelováním dopadu klimatické změny na vodní zdroje

- jako vstup do hydrologických modelů se využívají výstupy z GCM(s), které ale pracují s jiným časovým a prostorovým měřítkem (tzn. nutnost statistického downscalingu)
- Potřeba lepší porozumění toku energií mezi klimatickým a hydrologickým systémem
- Potřeba konstrukce realistických hydrologických modelů

# Dopady na hydrologický cyklus: srážky

- liší se podle použitého klimatického scénáře a také regionálně
- změny v sezónní rozkolísanosti jsou prostorově rozdílné a závisí na klimatu daného regionu
- změny v intenzitě srážek je těžké z modelů odvodit (s ohledem na velké prostorové měřítko)
- zvýšení teploty vzduchu povede ke snížení množství srážek ve formě sněhu

# Evapotranspirace a půdní vlhkost

- rostoucí teplota vzduchu povede k vyššímu výparu a také k tomu, že atmosféra bude schopna obsahovat větší množství vodní páry
- dopad změn v evapotranspiraci nebude na celém světě stejný, ale bude se lišit podle klimatu daného regionu a také složení vegetačního krytu, půdních typů

# Zdroje podzemní vody

- závislé na změně vodní bilance a teploty vzduchu a také na tom, jak dochází k akumulaci podzemní vody
- např. Tanzánie – zdrojem je dešťová voda – při odhadovaném poklesu srážek o 15 % ale při nezměněné teplotě vzduchu dojde k poklesu tvorby zásob podzemní vody o 50 %
- zvyšující se hladiny oceánů ohrozí zásoby pitné podzemní vody v oblastech největší koncentrace obyvatel, tedy na pobřeží a na plochých ostrovech – hlavně v Pacifiku



# Odtok a říční systémy

- odtok je přímo závislý na množství srážek
- v některých oblastech bude hrát roli i zvyšující se teplota vzduchu, což bude mít za následek menší podíl vody spadlé ve sněhu a posun maxima odtoku z jarních do zimních měsíců (vých. Evropa, Rusko atd.)
- Arnell (1999) modeloval změnu odtokového režimu v prostorovém měřítku  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  pro celý svět – jako vstup byl použit výpočet klim. modelu HadCM2, který předpokládá růst koncentrace ekvivalentního  $\text{CO}_2$  o 1 % za rok
- podle tohoto modelu odpovídá nárůstu srážek i nárůstu odtoku a naopak – v některých oblastech však s rostoucím množstvím srážek došlo k poklesu odtoku - to je zapříčiněno zvýšením výparu díky rostoucí teplotě vzduchu

- nejcitlivěji na klimatické změny reagují jezera, která nemají velký říční přítok - mohou sloužit jako zdroj paleoklimatických dat

## Změny v četnosti povodní a sucha

- tyto odhady nedokáže GCMs simulovat, řeší se tedy regionálními modely
- předpokládá se nárůst rizika vzniku povodní a to hlavně v oblastech, kde dojde ke zvýšení srážek v zimním období v podobě deště – studie např. pro Anglii – řeky Thames a Severn, nebo v monzunových oblastech

# Kvalita vody

- popisují ji chemické, biologické a fyzikální charakteristiky
- chemická kvalita vody závisí na množství chemických látek, které se do ní dostávají, teplotě vody a průtoku (resp. množství) – v případě nárůstu teploty vzduchu a množství srážek se změna kvality vody nemusí projevit, v opačném případě pak může dojít k poklesu množství O<sub>2</sub>, větší mineralizaci dusíku, s rostoucí teplotou vody roste i biologická aktivita sinic a řas
- růst teploty vzduchu bude mít také vliv na teplotní stratifikaci jezer hlavně v subtropických a subpolárních oblastech
- velkou roli bude hrát člověk – intenzivní zemědělství, rostoucí průmyslová výroba

# Ledovce a ledovcové štíty

- rostoucí teplota vzduchu bude způsobovat tání ledovců, proti tomuto procesu bude na druhou stranu působit růst množství srážek v zimním období, který ve vysokých nadmořských výškách a zeměpisných šířkách povede k vyšší akumulaci sněhu – Gregory a Oerlemans (1998) – v globální měřítku je působení teploty vzduchu významnější
- velmi ale záleží na hypsometrii ledovce
- pokud se neuvažuje nárůst srážek, pak by při vzestupu teploty o 0,4 °C zmizely sledované ledovce do roku 2100, pokud by teplota vzduchu stoupla jen o 0,1 °C došlo by ke zmenšení o 10 – 20%
- na růst teploty vzduchu jsou citlivější tropické ledovce než ty v středních zeměpisných šířkách
- tání ledovců bude mít také vliv na zvýšení průtoků v řekách, které z nich vytékají – nejdříve povede k růstu letních průtoků, až ledovec zcela roztaje, tak se maximální průtoky budou objevovat v jarních měsících a v létě budou minimální

# EVROPA?

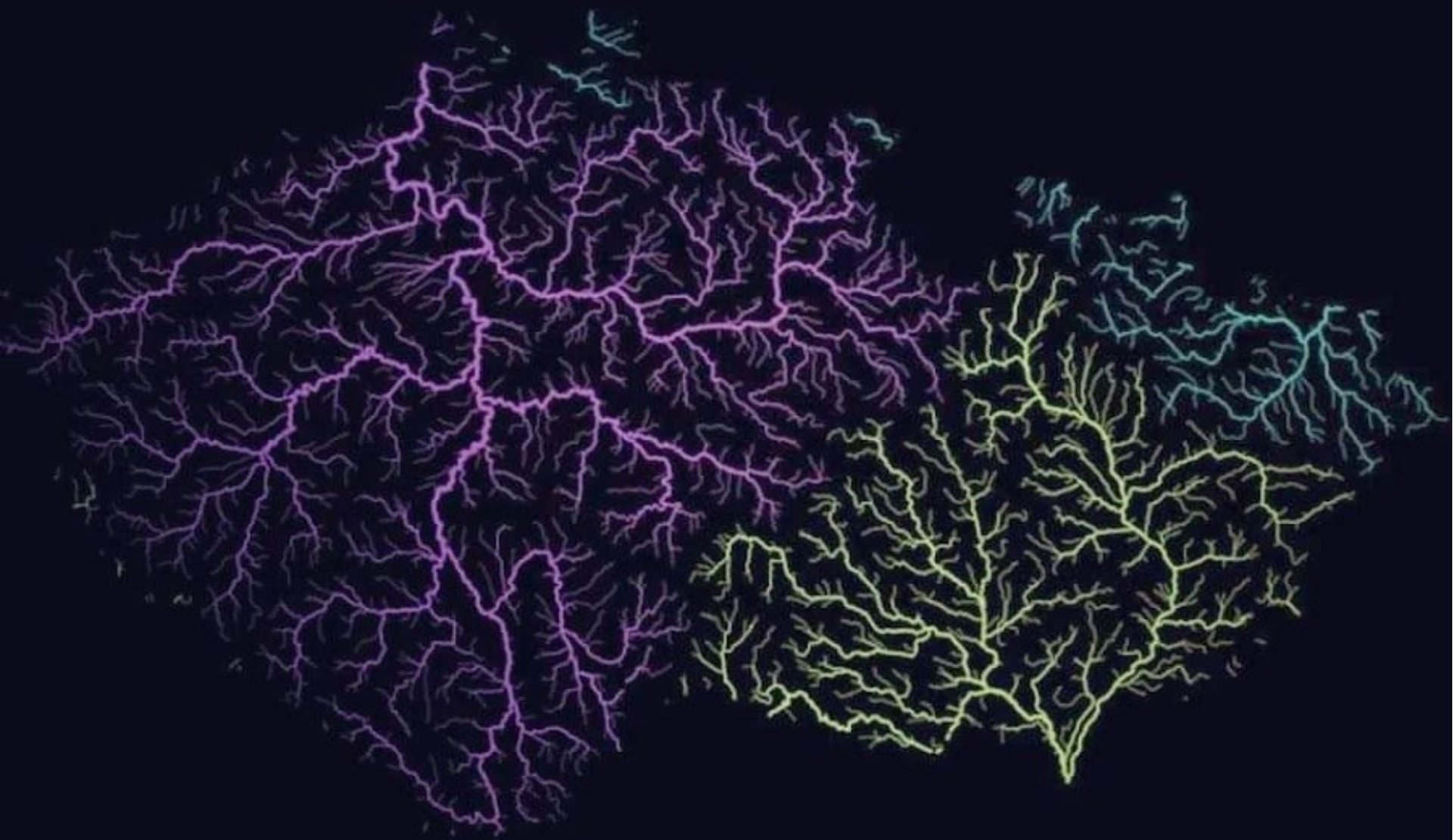
- v případě hodnocení dopadů změny klimatu na evropský kontinent ho lze rozdělit na dvě oblasti – oblast náchylnější (j. Evropa a evropská část Arktidy) a méně náchylné
- v důsledku klimatické změny se kladou vysoké nároky na vodní zdroje a jejich správu
- různorodost hydrologického prostředí (prostředí) v Evropě je především důsledkem klimatu a topografie.
- Jih Evropy (suchá, dlouhá léta) - významné výkyvy během roku
- Západ Evropy – méně extrémů (během roku zůstává víceméně stejné množství vody ve zvodních)
- Sever a Východ Evropy – větší podíl pevných srážek, odtékají ze sněhu na jaře

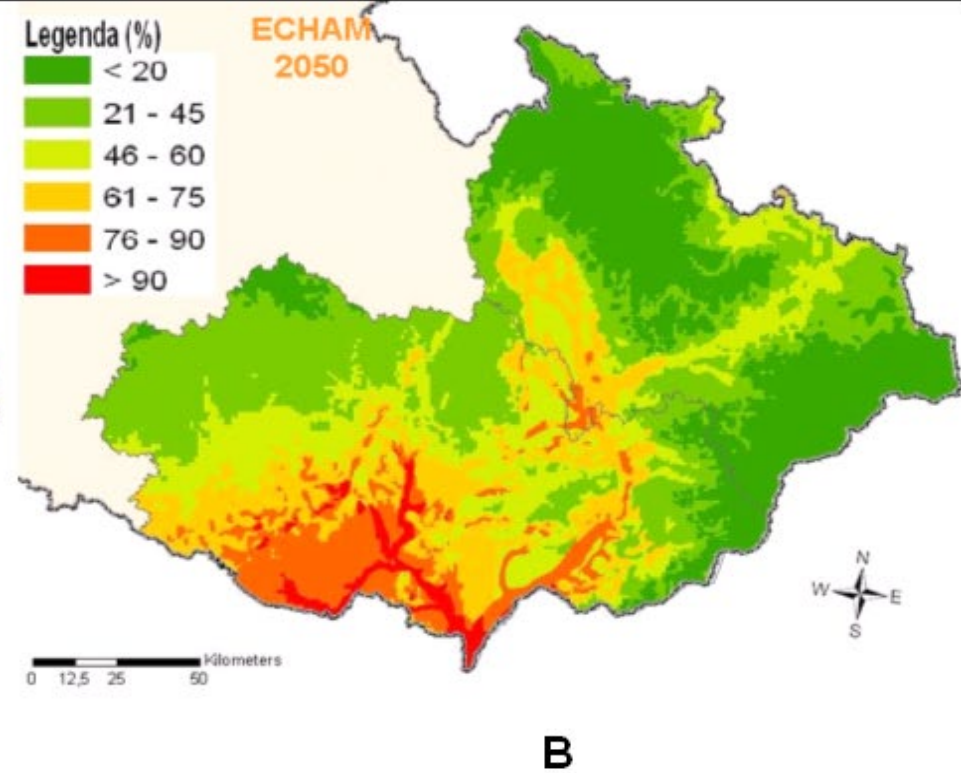
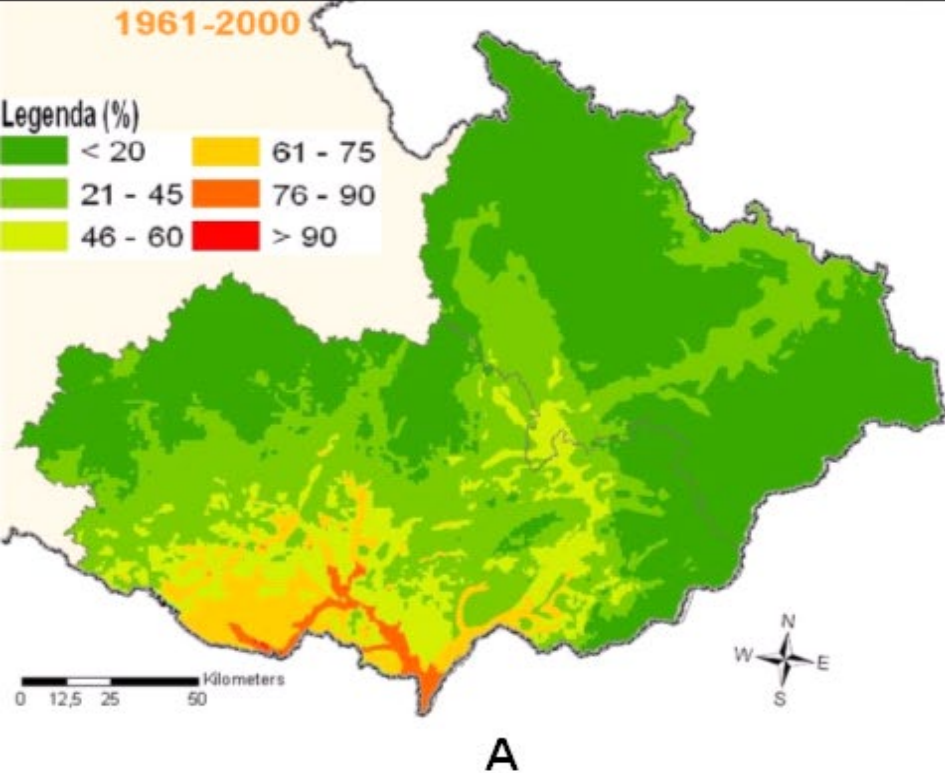
# Možné dopady změny klimatu v ČR

## Hydrologická bilance

projevy změn klimatu se v jednotlivých povodích liší, ale základní změny hydrologického procesu mají obdobný trend:

- nárůst srážek v zimních měsících, pokles v letních
- nárůst teploty vzduchu během celého roku
- zvyšuje se evapotranspirace, výpar (nejvíce v zimních měsících) a snižují se zásoby podzemní vody
- snižuje se celoroční množství odtoku – v případě měsíčních hodnot je nejvýznamnější pokles v srpnu a září a to až o 75 %
- velmi podstatný pokles sněhové pokrývky – od prosince do února od 81 % do 97 %, v březnu už se sněhová pokrývka nevyskytuje





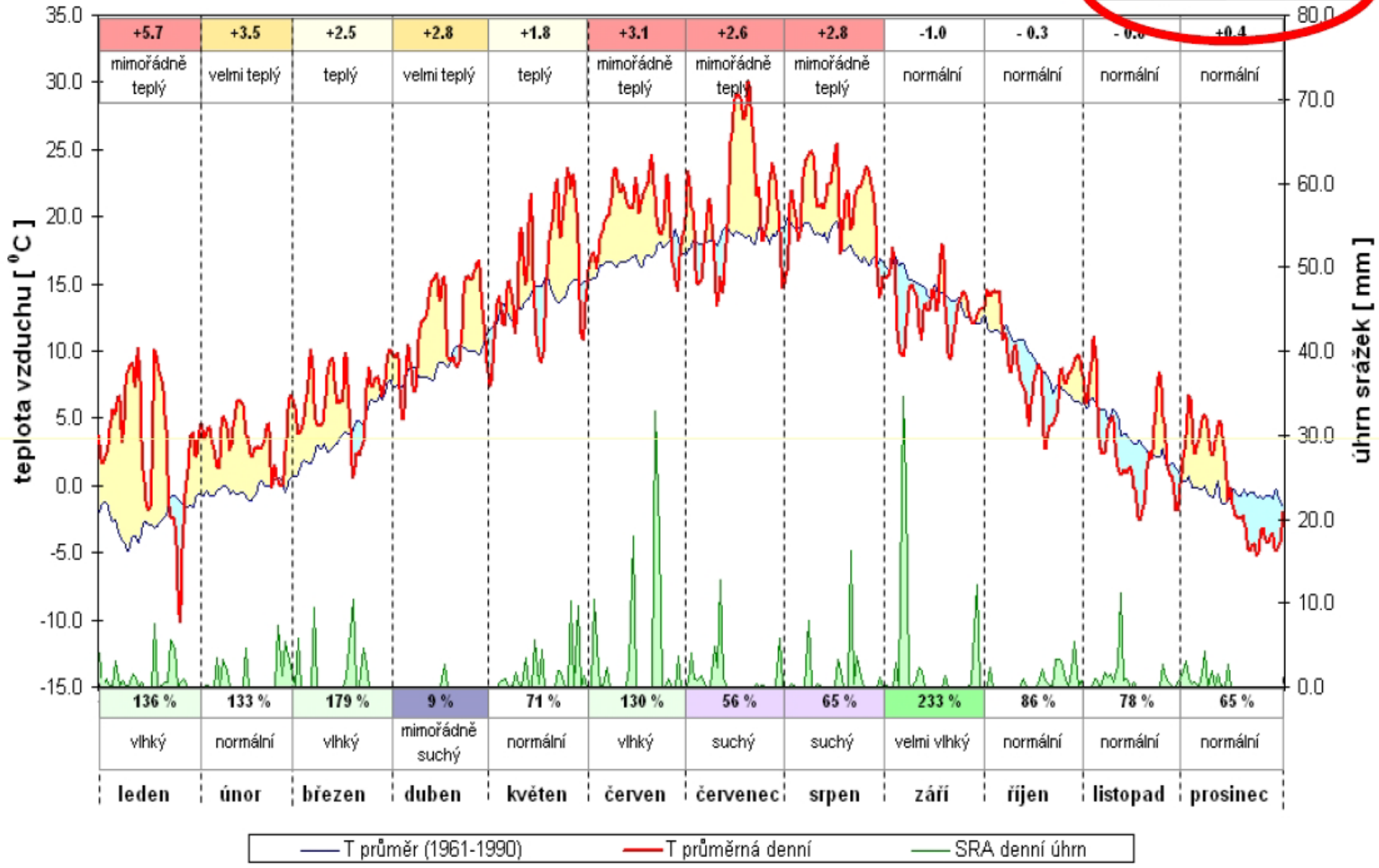
Z-index – procento měsíců zasažených suchou epizodou

**Komentář k legendě:** Oblasti s výskytem sucha <20 % lze označit jako oblast s nulovým až nízkým rizikem, >60 % jako oblasti s vysokým rizikem a >90 % jako oblasti s extrémně vysokým rizikem výskytu suchých epizod (Trnka 2006).



Průměrná denní teplota vzduchu a denní úhrn srážek na stanici **BRNO - TUŘANY** v roce 2007

<b>+1.9</b>	<b>98 %</b>
mimořádně teplý rok	srážkově normální rok



Zdroj: z přednášky RNDr. J.Rožnovského: *Podnebí ČR a výskyty sucha* 21.6.2010

**Případová studie: Hrubčice**  
**Polní exkurze konference CESTRO + Polní den Hrubčice**  
**(září 2022)**



## Výchozí předpoklady dle BPEJ:

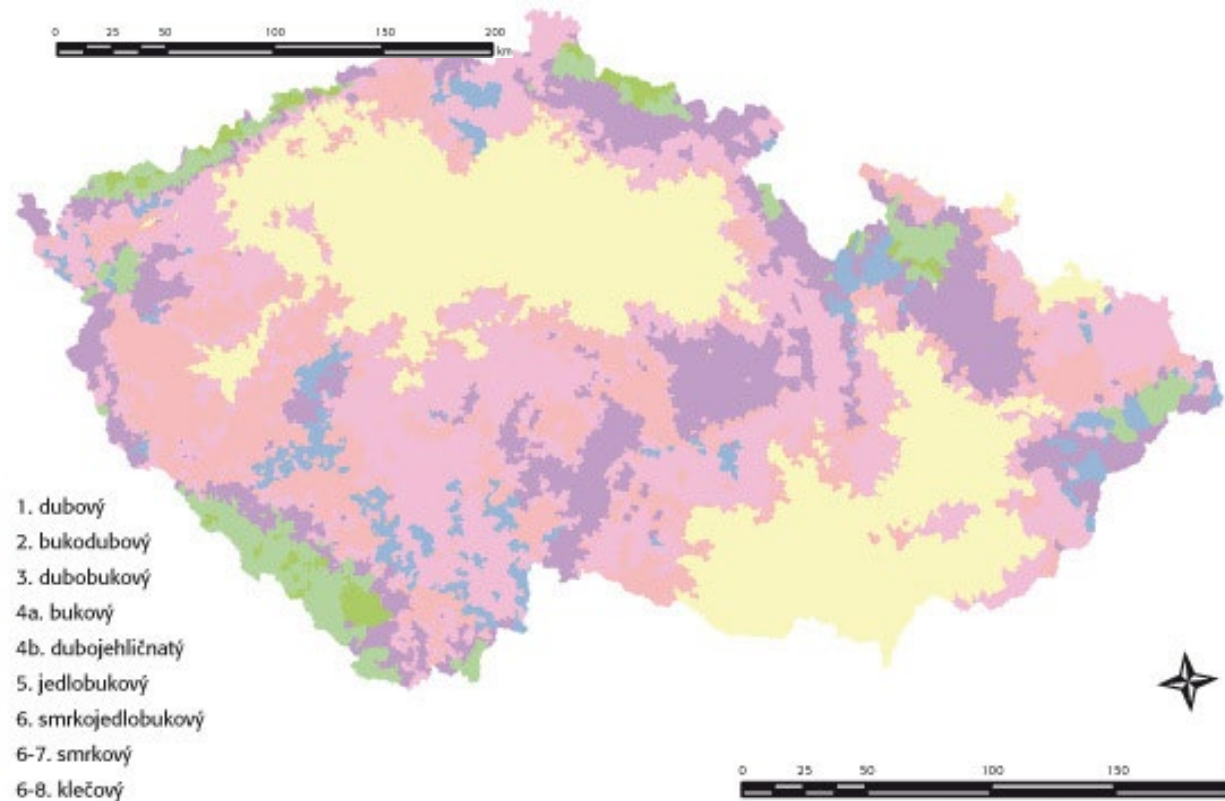
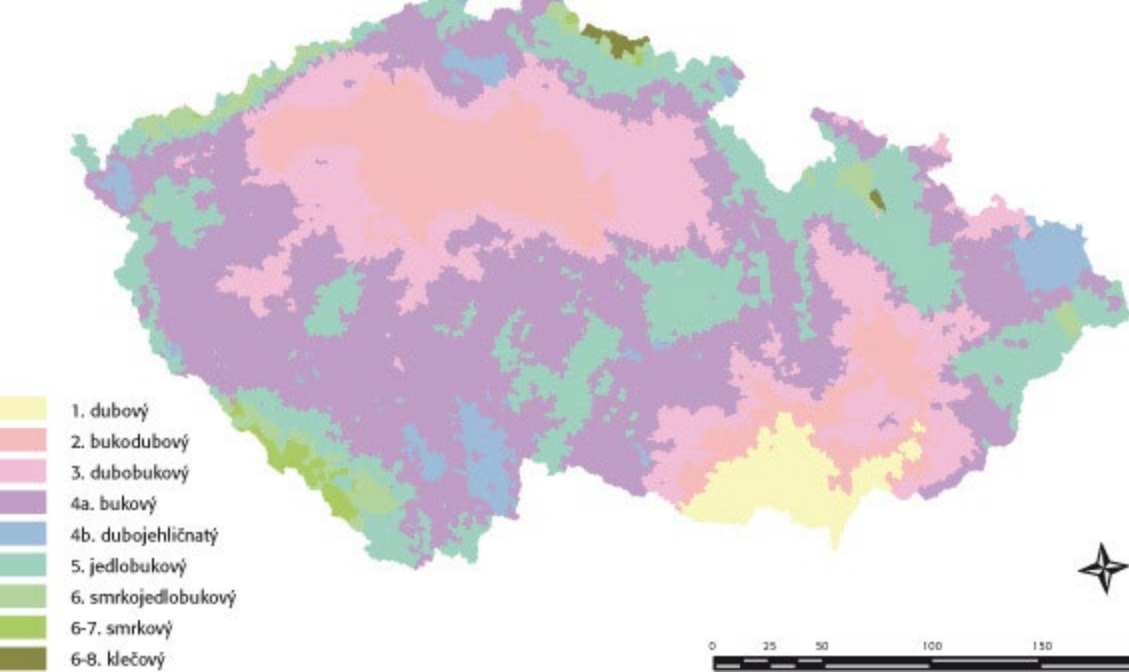
Klimatický region 3:

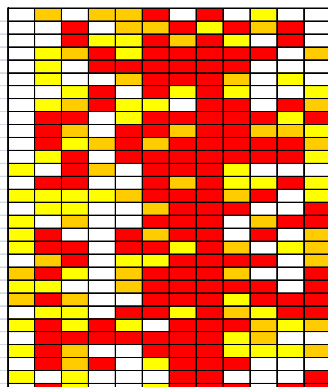
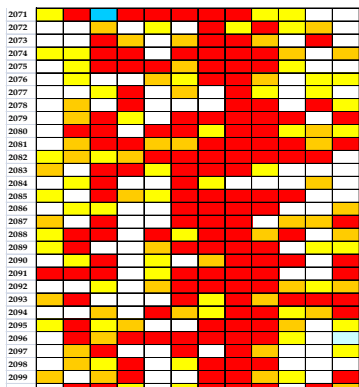
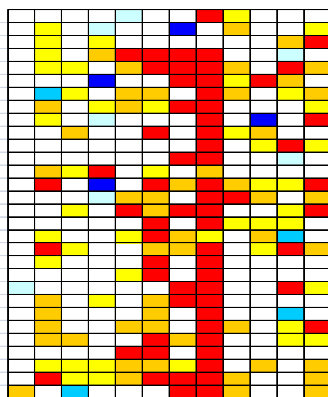
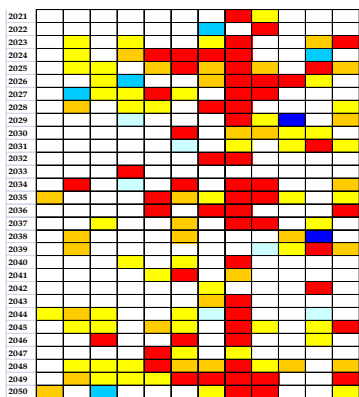
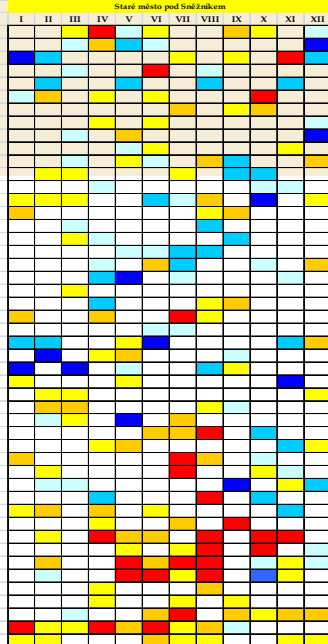
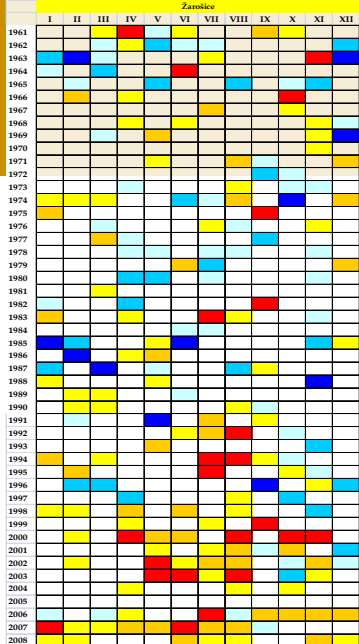
Průměrné roční srážky: 550–650  
(577)mm

Průměrná roční teplota: 8–9°C

Rok	teplota	srážky
2015	10,3	363
2016	9,8	462
2017	9,7	789
2018	11,1	-
2019	10,7	800
2020	10,2	660
2021	9,4	873

# Lesní vegetační stupně v České republice v roce 1990 a 2030





## Lokalita Žarošice:

*období 1961–1990:*

- roční průměrná teplota vzduchu je 9,1 °C.

*období 2021–2050*

- roční průměrná teplota vzduchu ve sledovaném období je 10,4 °C

*období 2071–2100*

- roční průměrná teplota vzduchu je 12,2°C (oproti období 1961–1990 se zvýšila o 3,1°C).

## Lokalita Staré Město pod Sněžníkem:

*období 1961–1990:*

- průměrná roční teplota vzduchu je 6,2°C.

*období 2021–2050*

- průměrná roční teplota vzduchu je 7,7 °C (oproti období 1961–1990 se zvýšila o 1,5°C).

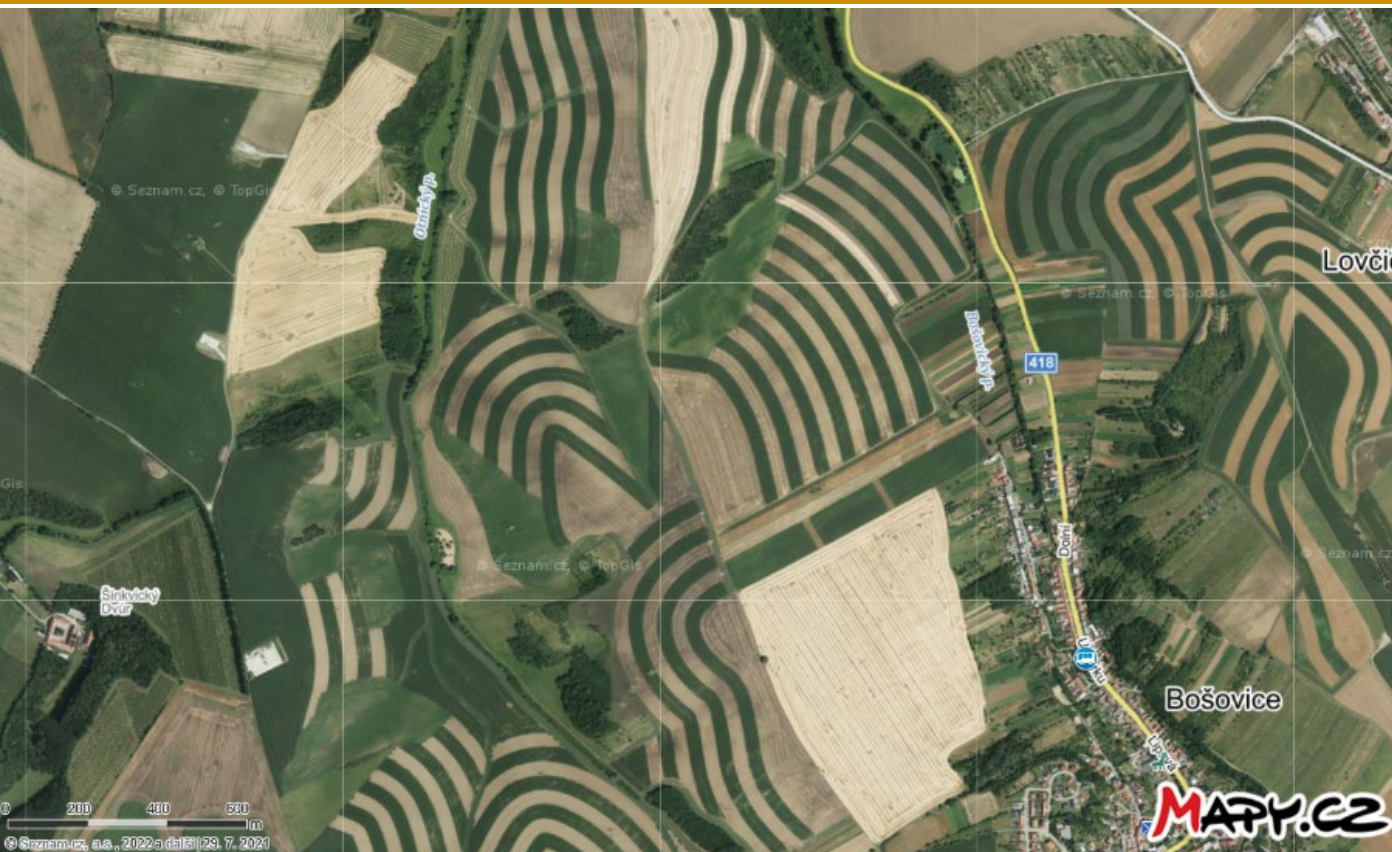
*období 2071–2100*

- průměrná roční teplota vzduchu je 9,3°C (oproti období 1961–1990 se

- zemědělské využití pozemků bez závlah bude pravděpodobně v nižších polohách omezené.
- lze očekávat nárůst rizika výskytu suchých epizod i během prvních měsíců vegetačního období
- lze predikovat i vyšší riziko eroze během extrémně suchých let v oblastech, které jsou již v současnosti tímto ohroženy.
- prodloužení vegetačního období
- **při posledním interglaciálu (Eem) bylo sice o 2–2,5°C tepleji než je v současnosti, ale nebylo třeba řešit dopady na zemědělství, ekonomiku, průmysl...**

**Případová studie:  
Plochy výzkumu projektu NAZV QK1810233**

# Bošovice



*Lokalita Bošovice* celkovou výměrou 120 ha, při průměrné sklonitosti 6,65°. Dle LPIS je u tohoto pozemku uváděno 61,23 ha jako erozně neohrožených, 54,73 ha jako mírně ohrožených a 3,88 ha jako silně ohrožených.



# Varianta kontrola – temena kopce



- Černozem karbonátová, antropická (CEca) hlinitá z eolického sedimentu spraš (B1, vlevo). H, SiL; pH akt. slabě alk., vým. neutrální. 3.6% karbonátů, 2.97 % humus. HK/FK 1,6.
- **a** Černozem karbonátová, antropická hlinitá z eolického sedimentu spraš (B2, vpravo). H, SiCL; pH akt. slabě alk., vým. neutrální. 0,5% karbonátů, 2.33 % humus. HK/FK 1,4.

# Erozní polohy

- Regozem karbonátová (RGc), hlinitá z eolického sedimentu spraš
- Regozem karbonátová, eubazická (RGce') písčitohlinitá až hlinitá z eolického sedimentu spraš.



H, SiL; pH akt. slabě alk.,  
vým. neutrální. 15%  
karbonátů, 1,9 % humus.  
HK/FK 0,69.

H, SiCL; pH akt. slabě alk.,  
vým. neutrální až slabě  
alkalická. 10-12% karbonátů,  
1,05 % humus. HK/FK 0,48-  
0,88.

# Akumulační (podsvahové) polohy

- Černozem karbonátová akumulovaná hlinitá. **(původní ornice 43 – 60 cm),**
- Koluvizem karbonátová, oglejená, eubazická (KOCge´), ze středně těžkých substrátů. **Původní ornice v hloubce od 70 cm,**

H, SiL; pH akt. slabě alk., vým. neutrální. 6-11% karbonátů, 2.19 % humus. HK/FK 1,28.

H, SiL; pH akt. slabě alk., vým. neutrální. 9-11% karbonátů, 1,85 % humus. HK/FK kolem 1.



## Lokalita Hrušky



výměra 50,42 ha, při průměrné sklonitosti  $5,98^\circ$ , Dle LPIS je u tohoto pozemku uváděno 24,65 ha jako erozně neohrožených; 24,91 ha jako mírně ohrožených a 0,86 ha jako silně ohrožených;

# Varianta kontrola – temeno kopce



- Černozem karbonátová, pelická (CEc'p)
- JH (50 %j.č.); CL; pH akt. slabě alkalická až alkalická, výměnné alkalická, 2,2 % karbonátů; 3,67 % humusu; HK/FK 1,24.

## Erozní poloha



Regozem karbonátová pelická (RGcp).

Patrné vrstvičky karbonátů

JH (50 %j.č.); SiCL; pH akt. I výměnná alkalická, 2,2-10 % karbonátů; 2,11 % humusu; HK/FK menší než 1.

# Akumulační (podsvahové) polohy



Koluvizem karbonátová, pelická, eubazická.

Původní terén v 70 cm

JH (50%j.č.) od 70 cm H; pH akt. slabě alkalická, výměnné alkalické, 11-13 % karbonátů; 3,29 % humusu; HK/FK menší než 1.

# Přijatelnost některých živin, Bošovice

Prvek (výměnná forma) mg/kg	Erozní plochy	Akumulační plochy
K	132	226
Mg	541	377
P	21	65
Ca	21 271	11 894
celkový N (%)	0,13	0,19

# Přijatelnost některých živin, Hrušky

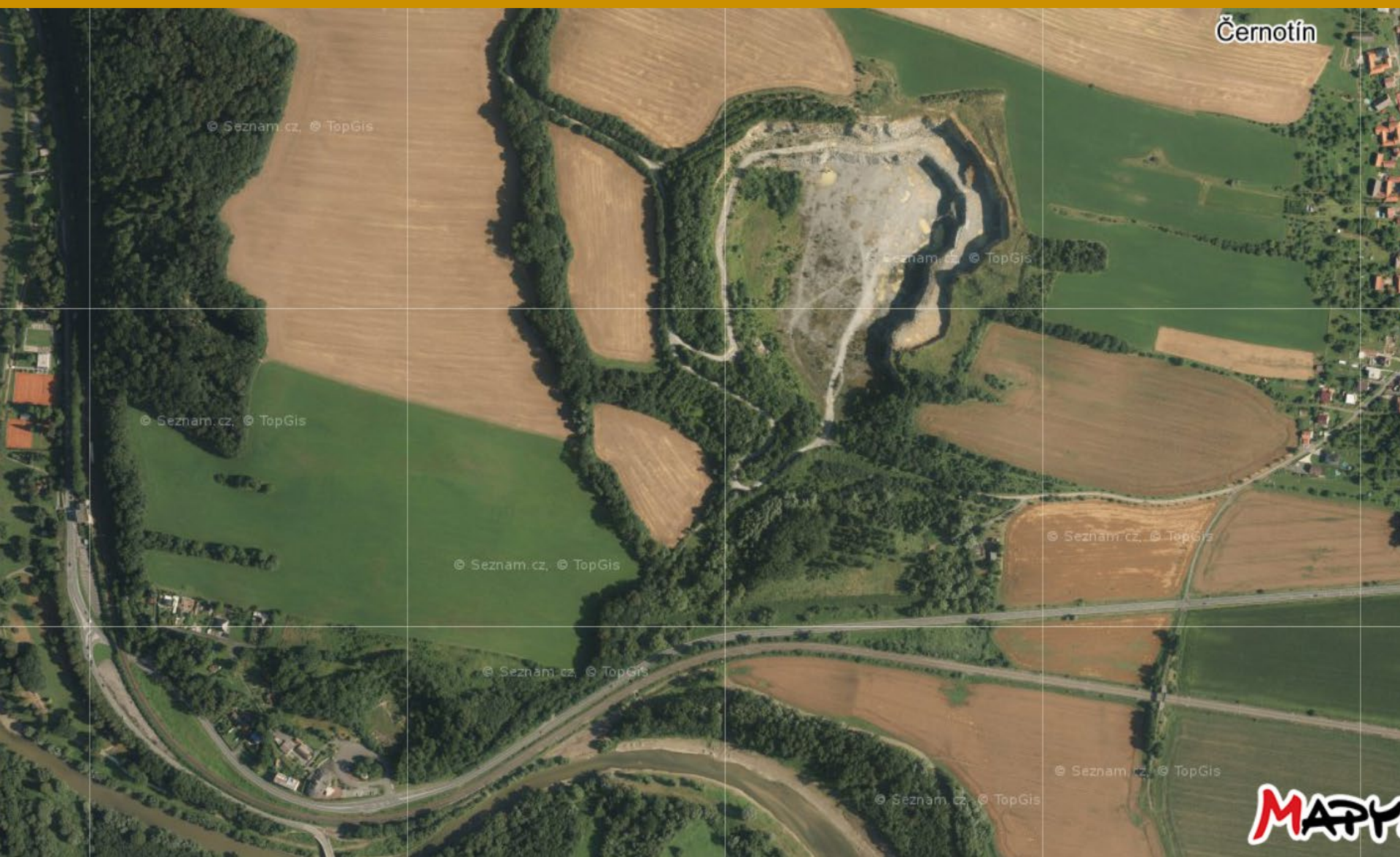
Prvek (výměnná forma) mg/kg	Erozní plochy	Akumulační plochy
K	223	624
Mg	723	334
P	11	133
Ca	24478	15540
celkový N (%)	0,19	0,23



**Případová studie číslo 2, Hranický kras, projekt Gregora  
Johanna Mendela (2021-2024): Krajina vcelku a krajina v  
detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu.**



Černotín



**MAPPY**

- MENDELU
- Agronomická
- fakulta
-

Popis	Sonda 1.
Hospodářský obvod:	Černotín (náhled)
Název sondy:	V001-001 (náhled)
Klasifikace půdy: <input type="checkbox"/>	<a href="#">IPg illimerizovaná půda c</a>
Půdotvorný substrát: <input type="checkbox"/>	57 sprašové hlíny-bez ur
Erozní forma: <input type="checkbox"/>	smytá (sm)
Hloubka půdy: <input type="checkbox"/>	velmi hluboká
Zrnitost: <input type="checkbox"/>	H/JH hlinitá/jílovitohlinitá
Skeletovitost: <input type="checkbox"/>	-
Uhličitany [cm]: <input type="checkbox"/>	ne
Podzemní voda [cm]: <input type="checkbox"/>	ne
Provedené meliorace: <input type="checkbox"/>	ne
Datum průzkumu: <input type="checkbox"/>	1983
Rostlinný kryt v době průzkumu: <input type="checkbox"/>	ostatní







0 100 200 300  
m

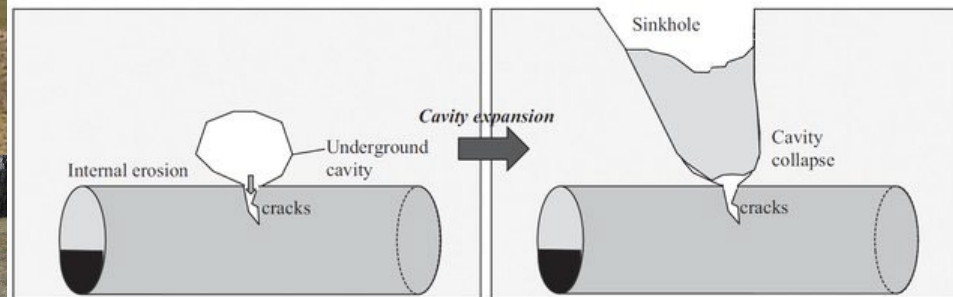
© Seznam.cz, a.s. a další | 2004-2006

Čer

**MAPY.CZ**

• Rakůta  
•



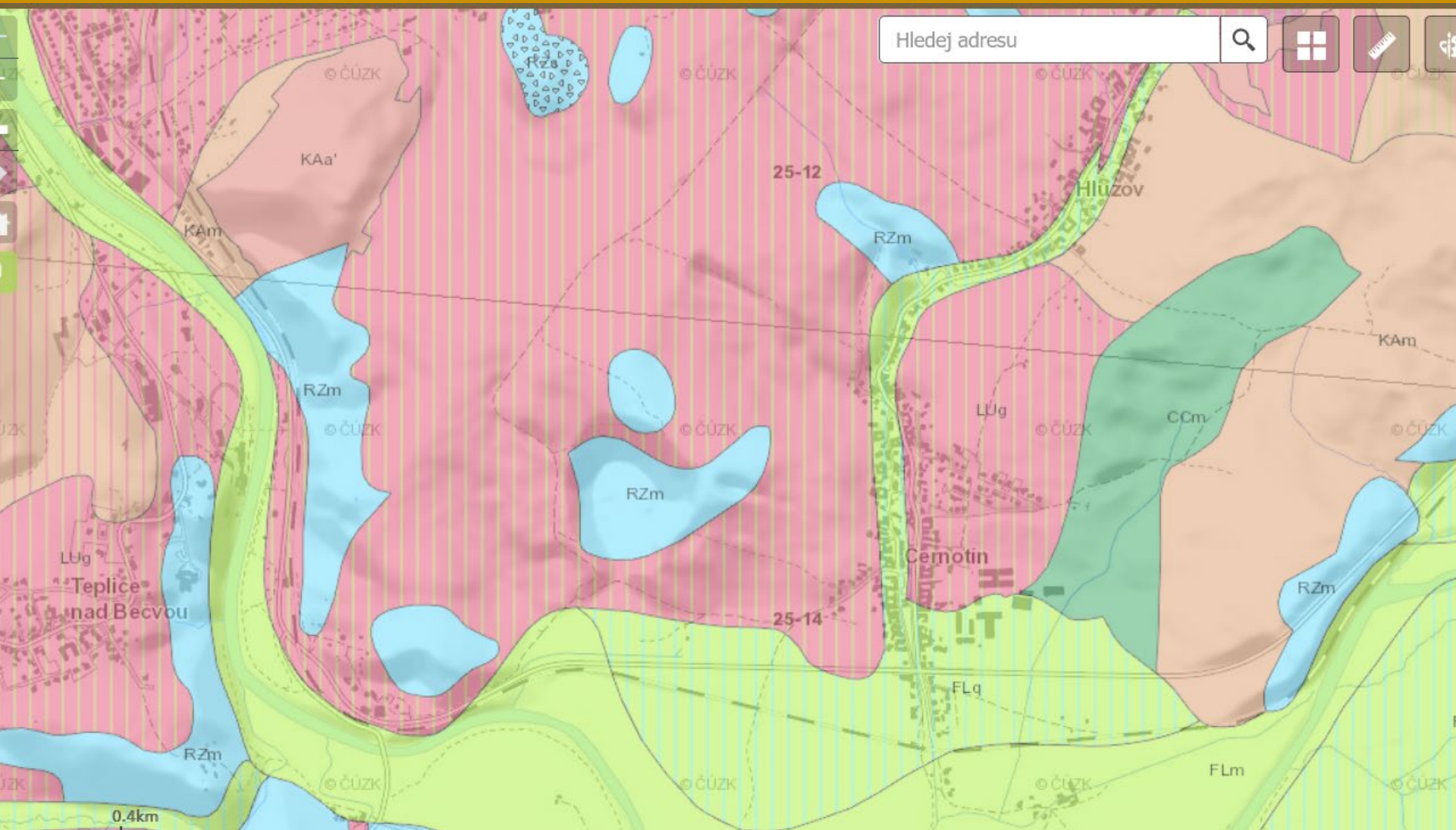


(Obrázek Karoui et al)



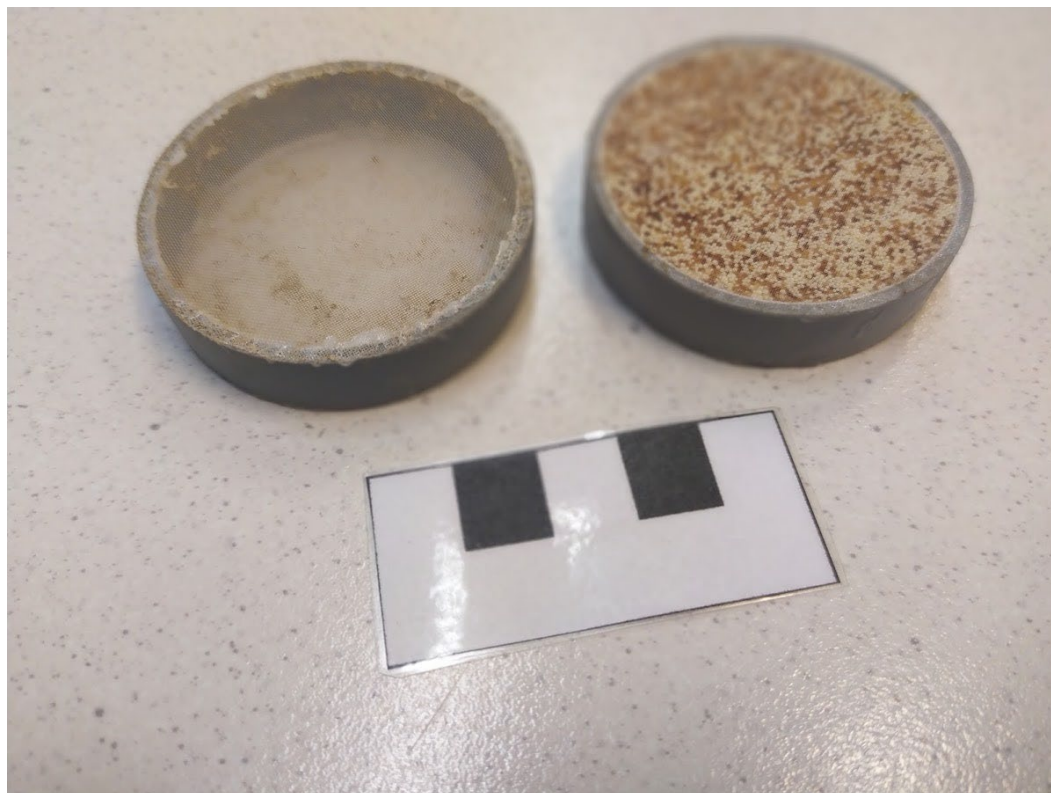






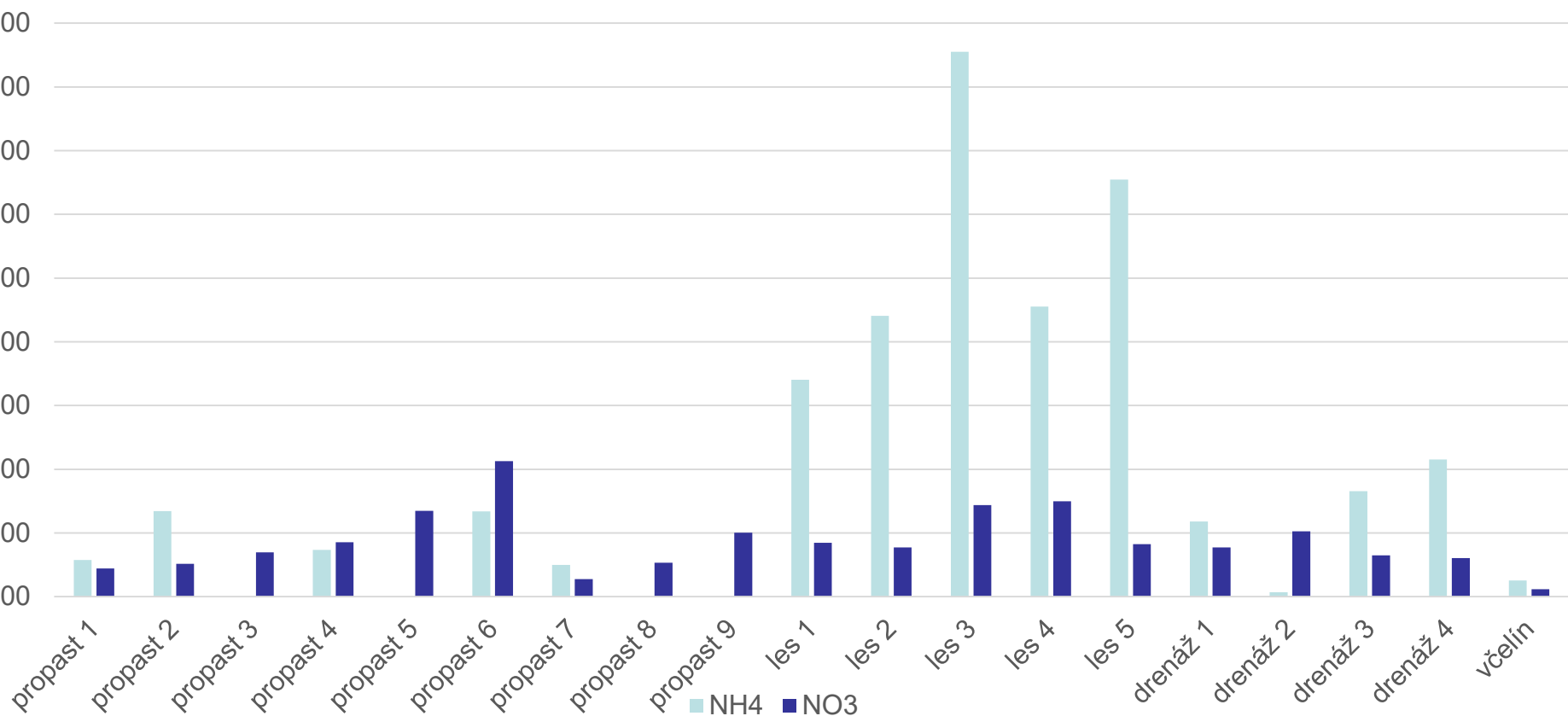
- MENDELU
- Agronomická
- fakulta
-

# iontoměniče



# Iontoměniče (N na plochu iontoměniče po 3. měsíční expozici)

r



# **Půdní klasifikace**

# Taxonomické kategorie klasifikačního systému

## Referenční třídy půd:

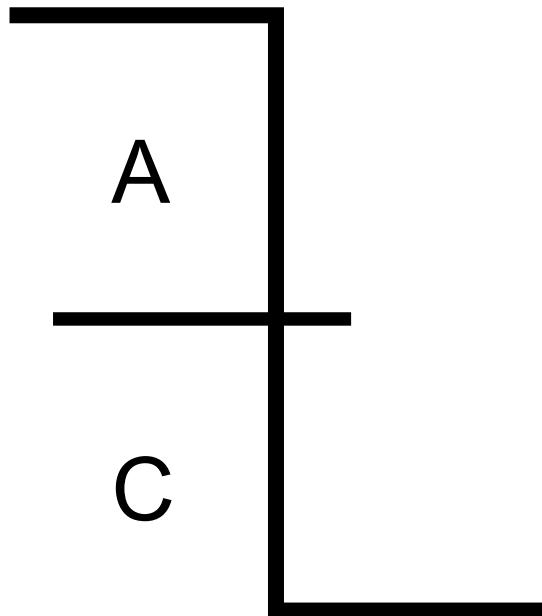
velké skupiny půd, které jsou seskupovány podle hlavních rysů jejich geneze. Užíváme pro ně koncovku – sol.

## Půdní typy:

hlavní jednotky klasifikačního systému, charakterizované v případě slabě vyvinutých půd diagnostickými znaky a v případě plně vyvinutých půd určitými diagnostickými horizonty a jejich sekvencemi. Jejich název je podstatné jméno s tradičními koncovkami (např. glej, rendzina, podzol) či s koncovkou -zem, nikdy však nekončí na -sol.

Symbol půdního typu je tvořen dvěma velkými písmeny (např. CE, KA).

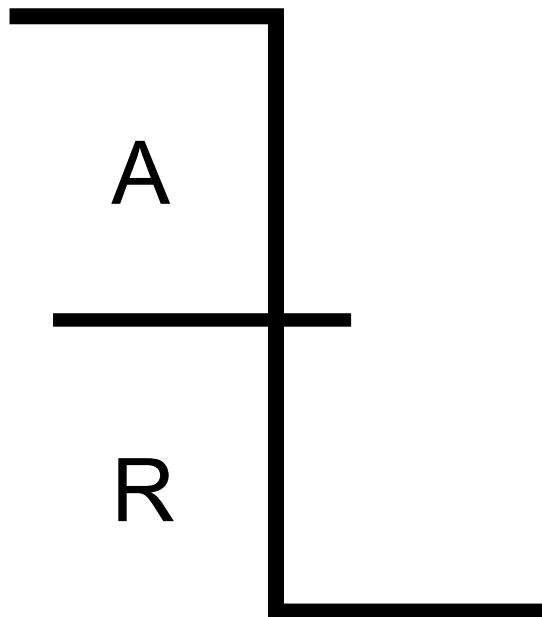
# Půdní horizonty



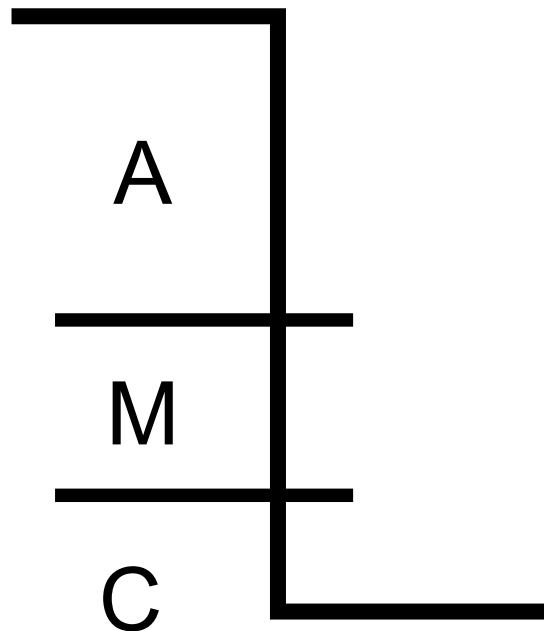
POZOR: rozdíly zemědělské vs. lesní půdy, indexy u „A“ horizontu (Ap, Ah, Ad, Ac...)



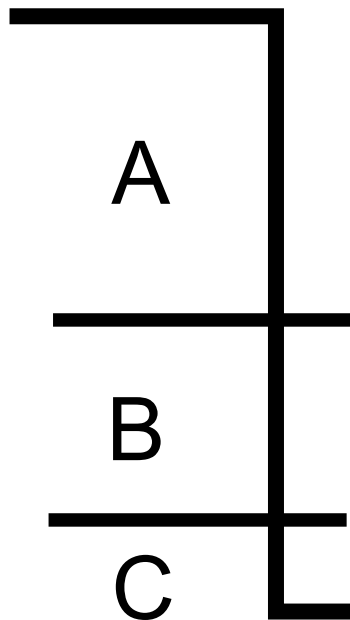
# Půdní horizonty



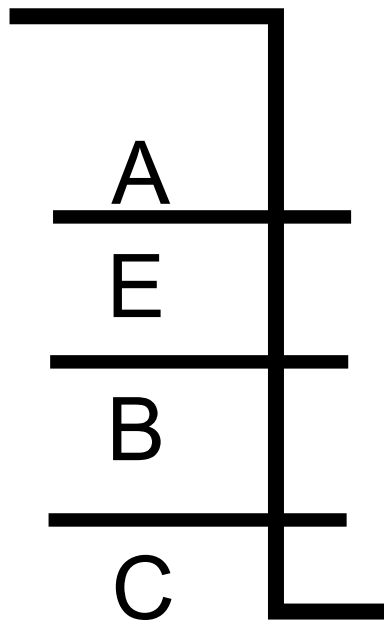
# Půdní horizonty



# Půdní horizonty například HN, KA, PG



# Půdní horizonty



## Zjednodušené shrnutí značení (diagnostických) horizontů

- **O** (horizont opadanky – viz kapitola o vrstvách nadložního humusu L+F+H) *pouze lesní půdy*
- **A** svrchní horizont akumulace organických látek, Ap, Ac, Am, Ad, Ah.....
- **E** eluviální horizont (něco se odtud přemístilo – různými ději), Ep, El, En...
- **B** vnitropůdní horizont – došlo k nějaké změně (barevné ale i kvalitativní, opět různé děje), Bt, Bv, Bs
- **G** podpovrchový diagnostický horizont u glejů
- **M** půdní sediment (jako půdotvorný substrát)
- **C** půdotvorný substrát
- **R** pevná hornina
- **D** podložní hornina (odlišná od substrátu)
- **T** rašelina

## **Leptosoly, regosoly a fluvisoly**

představují půdy jejichž společným znakem je **slabý stupeň vývoje půdního profilu.**

### **LEPTOSOLY**

- Gr. Leptos = mělký, tenký
- slabě vyvinuté minerální půdy
- vytváří se **z rozpadů pevných či zpevněných hornin** nebo jejich bazálních souvrství
- výrazná skeletovitost a mělkost profilu

Půdní typy:

**LITAZEM (LI)**

**RANKER (RN)**

**RENDZINA (RZ)**

**PARARENDZINA (PR)**

## LITIZEM – LI

- velmi slabě vyvinuté, mělké půdy
- kompaktní skála do 0,1 m

**Výskyt:** Je omezen na vrcholové plošiny a hřebeny pahorkatina a hornatin, v nižších polohách se nachází na obtížně zvětrávajících matečných horninách. Pokrývají 1 % LPF.



Hydrologická skupina	0.05 - 0.1 mm.min <sup>-1</sup>	<b>C</b> - půdy s nízkou rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0.05 - 0.10 mm.min <sup>-1</sup>	nižší střední
Retenční vodní kapacita	do 100 l.m <sup>-2</sup>	nízká
Využitelná vodní kapacita	do 79 l.m <sup>-2</sup>	nízká
Trvale zamokřená půda	ne	
Periodicky zamokřená půda	ne	
Vysychavá půda	ne	
Vhodnost k zatravnění	nevhodná	
Vhodnost k zalesnění	velmi vhodná	



## RANKER - RN

- půdy vyvinuté ze skeletovitých rozpadů nekarbonátových hornin
- více než 50 % skeletu
- pahorkatiny a hornatiny

**Další vlastnosti:** Vzhledem k značné skeletovitosti jsou to půdy extrémně provzdušněné. Proto zvláště v polohách do 500 m n. m. se projevuje nedostatek vody v letních měsících. Především lesní půdy.

**Výskyt:** Malý, rozptýleně po celém území pahorkatin a hornatin. Tvoří 0,7 % LPF.



Hydrologická skupina	0.1 - 0.2 mm.min <sup>-1</sup>	<b>B</b> - půdy se střední rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0.15 - 0.20 mm.min <sup>-1</sup>	vyšší střední
Retenční vodní kapacita	do 100 l.m <sup>-2</sup>	nízká
Využitelná vodní kapacita	do 79 l.m <sup>-2</sup>	nízká
Trvale zamokřená půda	ne	
Periodicky zamokřená půda	ne	
Vysychavá půda	ne	
Vhodnost k zatravnění	vhodná	
Vhodnost k zalesnění	nevhodná	

## RENDZINA – RZ

- půdy vyvinuté ze skeletovitých rozpadů karbonátových hornin (vápence, dolomity)

### **Další vlastnosti:**

Skeletovité (zpravidla více než 30 % skeletu), mělké, na vápencích jílovitohlinité až jílovité půdy ale dobře propustné pro vodu.



Hydrologická skupina	0.1 - 0.2 mm.min <sup>-1</sup>	<b>B</b> - půdy se střední rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0.05 - 0.10 mm.min <sup>-1</sup>	nižší střední
Retenční vodní kapacita	100 - 160 l.m <sup>-2</sup>	nižší střední
Využitelná vodní kapacita	do 79 l.m <sup>-2</sup>	nízká
Trvale zamokřená půda	ne	
Periodicky zamokřená půda	ne	
Vysychavá půda	ne	
Vhodnost k zatravnění	nevhodná	
Vhodnost k zalesnění	nevhodná	

## PARARENDZINA - PR

půdy vyvinuté ze skeletovitých rozpadů a z **bazálních souvrství** zpevněných **karbonátovo–silikátových** hornin (vápnitých pískovců, opuk, vápnitých slepenců, brekcií, vápnitých břidlic apod.). Jsou to půdy středně hluboké až mělké, v hlavní rhizosféře mají skeletovitost  $< 30 \%$ , vyznačují se dobrým fyzikálním stavem. Ve srovnání s rendzinami se vyznačují vyšší schopností zadržovat půdní vláhu.

**Výskyt:** Lokálně v různých klimatických podmínkách, hlavně v oblastech křídových a flyšových zpevněných sedimentů.



## HPJ 19 a 20 PRm

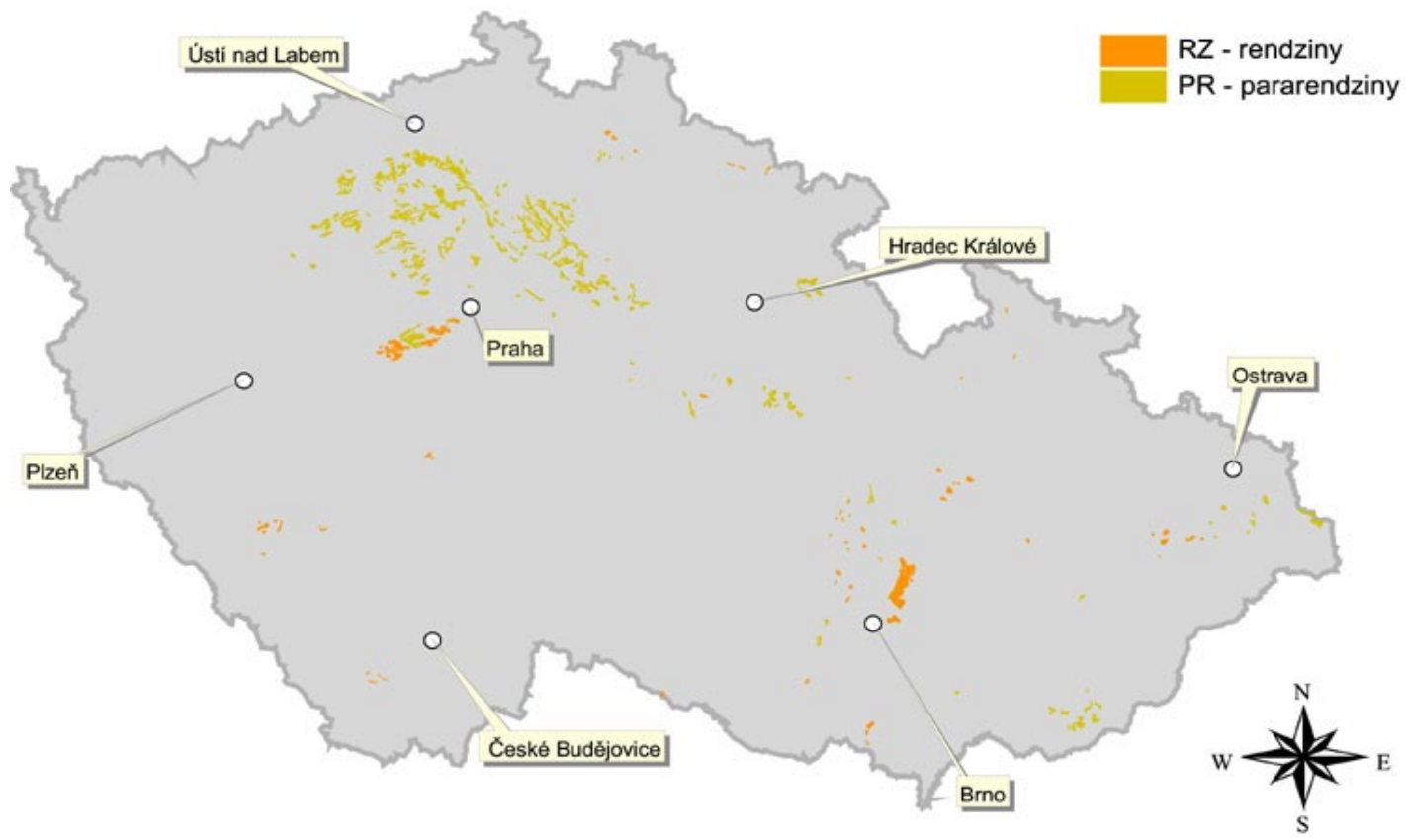
Hydrologická skupina	0.1 - 0.2 mm.min <sup>-1</sup>	<b>B</b> - půdy se střední rychlostí infiltrace (PRm)
Infiltrace a propustnost	0.10 - 0.15 mm.min <sup>-1</sup>	střední (PRm)
Retenční vodní kapacita	100 - 160 l.m <sup>-2</sup>	nižší střední (PRm)
Využitelná vodní kapacita	80 - 109 l.m <sup>-2</sup>	nižší střední (PRm)
Trvale zamokřená půda	ne	
Periodicky zamokřená půda	ne	
Vysychavá půda	ne	
Vhodnost k zatravnění	nevhodná	
Vhodnost k zalesnění	nevhodná	

**HPJ 49 PRg na usazeninách karpatského flyše; těžké až velmi těžké, bez štěrku až slabě štěrkovité, sklon k dočasnému zamokření**

Hydrologická skupina	do 0.05 mm.min <sup>-1</sup>	<b>D</b> - půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace (PRp+PRpq))
Infiltrace a propustnost	do 0.05 mm.min <sup>-1</sup>	nízká (PRp+PRpq)

**HPJ 48, pararendzina kambická oglejená (PRkg), pararendzina oglejená (PRg),**

Hydrologická skupina	0.05 - 0.1 mm.min <sup>-1</sup>	<b>C</b> - půdy s nízkou rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0.05 - 0.10 mm.min <sup>-1</sup>	nižší střední





## **REGOSOLY**

- půdy vzniklé z minerálně chudých nezpevněných sedimentů, zejména písků a štěrkopísků

Půdní typ:

### **REGOZEM (RG)**

**Další vlastnosti:** Schopnost zásobovat rostliny vodou, obsah živin obsah a kvalita humusu velmi kolísá v závislosti na půdotvorném substrátu, především jeho zrnitosti a minerální síle. Často jsou to půdy silně erodované. Nejnižší úrodností se vyznačují regozem pefitická a arenická, které jsou zpravidla pokryty lesem.



## HPJ 20, 21, 22, 23

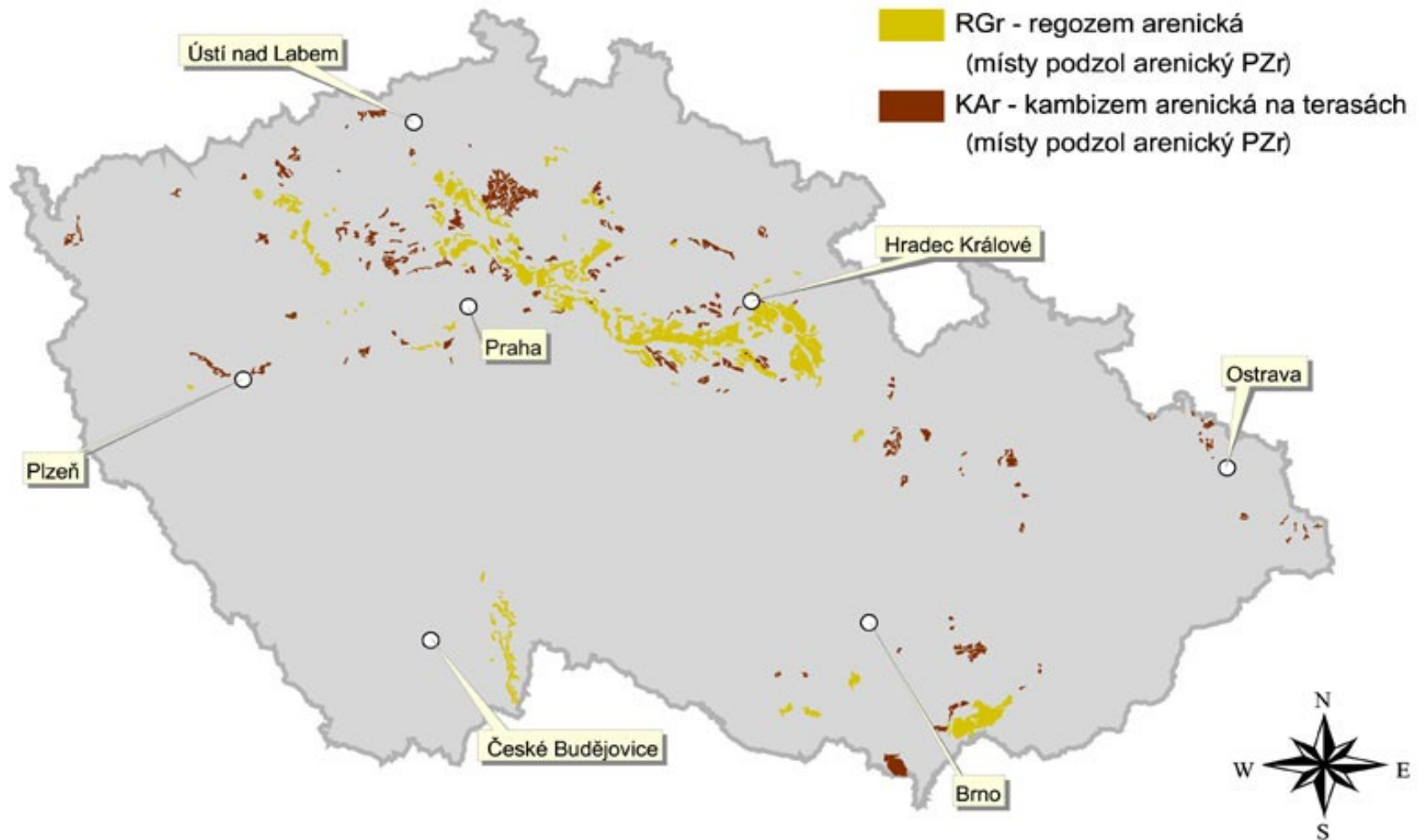
Hydrologická skupina	Pod 0.05 a nad 0.2 mm.min <sup>-1</sup>	<b>A – D (D, A,B,C)</b>
Retenční vodní kapacita	100 - 160 l.m <sup>-2</sup> , do 100, 100-160, 160-220	
Využitelná vodní kapacita	80 - 109 l.m <sup>-2</sup> , do 79, do 79, 110 – 149	
Trvale zamokřená půda	ne	
Periodicky zamokřená půda	ne	
Vysychavá půda	ne	
Vhodnost k zatravnění	nevhodná	
Vhodnost k zalesnění	nevhodná	

20: regozem pelická (RGp), regozem pelická slabě oglejená (RGpg´),

21: regozem arenická (RGr),

22: regozem modální (RGm), regozem dystrická (RGd), regozem psefitická (RGy)

23: regozem arenická slabě oglejená (RGr´), regozem slabě oglejená (RGg´)



**Výskyt:** Mozaikovitě na malých plochách na území celého státu, často v erozních polohách. Rozsáhlejší je výskyt regozemě psefitické a zvláště arenické v okresech Mělník, Pardubice, Hradec Králové a Hodonín. Představují 1 % ZPF.