

Problematika větrné eroze v oblastech postižených suchem

Josef Kučera
Jana Podhrázká



**Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.**



QK1710197

OPTIMALIZACE METOD HODNOCENÍ OHROŽENOSTI ÚZEMÍ VĚTRNOU EROZÍ A NÁVRHŮ OCHRANNÝCH
OPATŘENÍ V ZEMĚDĚLSKY INTENZIVNĚ VYUŽÍVANÉ KRAJINĚ

Faktory ovlivňující větrnou erozi

- ***Půdní charakteristiky***

obecně: čím vyšší podíl jílnatých částic < 0,01 mm, tím méně ohrožené

- ***Klimatické charakteristiky***

Obecně: vlhké a chladné regiony neohrožené (KR 5-9)

- ***Povětrnostní podmínky***

obecně

Druh půdy	Kritická rychlost větru (m.s ⁻¹)*	
	Suchá	Vlhká
Písčitá	3,3	8,0
Hlinitopísčitá	3,3	20,0
Písčitohlinitá	6,4	11,3
Hlinitá	22,0	22,0

*ČHMÚ uvádí rychlost větru v 10 m . Přizemní rychlost větru je cca třetinová až poloviční oproti rychlosti větru v 10 m. Rychlost 3,3 m.s⁻¹ (a větší) je potom minimální vlečná rychlost pro půdní částice na suché lehké půdě.

Podmínky vzniku, ochrana

- **Obecně lze definovat dvě hlavní podmínky pro vznik větrné eroze, kterými jsou:**
 - suché půdy s průměrným ročním srážkovým úhrnem 250 až 300 mm,
 - převládající stálé větry (obecně).

- **Ochrana před větrnou erozí je potřebná v oblastech:**
 - s četnými větry,
 - s průměrným ročním srážkovým úhrnem nižším než 500 mm,
 - s lesnatostí menší než 20 %,
 - s lehkými písčitými a hlinitopísčitými půdami,
 - s jemnozrnnými jílovitými půdami, došlo-li před erozní událostí k jejich vyschnutí

Matematické vztahy

Potenciální erodovatelnost půdy větrem (Pasák):

Dle obsahu jílnatých částic

- Výzkum v aerodynamickém tunelu – odnos půdy (15 min, 15 m.s⁻¹)

$$E = 875,52 \cdot 10^{-0,0787M}$$

- E = erodovatelnost půdy větrem (t.ha⁻¹.rok⁻¹),
- M = obsah jílnatých částic v půdě (%)

Dle obsahu neerodovatelných částic

$$E = 2,105 \cdot 10^2 \cdot 10^{-0,0358P}$$

- E = erodovatelnost půdy větrem (g.m⁻²)
- P = obsah neerodovatelných částic v půdě - >0,8 mm (%),

Dle vlhkosti půdy v % obj.

$$E = 4,65 \cdot 10^2 \cdot 10^{-0,122V}$$

- E = erodovatelnost půdy větrem (g.m⁻²)
- V = vlhkost půdy v % obj

Matematické vztahy

Aktuální erodovatelnost půdy větrem – nutné měření přímo v terénu

$$E = 22,02 - 0,72P - 1,69V + 2,64R$$

- E = erodovatelnost půdy větrem ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$),
- P = obsah neerodovatelných částic v půdě - $>0,8$ mm (%),
- $P = (p/c) \cdot 100$
- p - hmotnost vzorku po prosetí sítem o velikosti ok $0,8$ mm (g); c - hmotnost vzorku na vzduchu vyschlého před prosetím
- V = poměrná vlhkost půdy (% hmotnostní),
 $V = V_0/V_n$;
 V_0 = okamžitá vlhkost
 V_n – nepřístupná voda: $V_n = o/2,4$; o = obsah jílnatých částic ($<0,01$ mm);
- R = rychlost větru při povrchu půdy ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Míra erozního ohrožení (MEO)

$$MEO = v \cdot s^{-1} \cdot 100$$

- v = rychlost větru ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
- s = suchost území; kde $s = H-12$;
- H – absolutní vodní kapacita: $H = \sqrt{(M+18) \cdot 20}$; M = obsah půdních částic $<0,01$ mm
- MEO – hodnoty 30 (ojedinělé ohrožení) - 100 a více (velmi silné ohrožení)

Matematické vztahy

- **Komplexní rovnice intenzity eroze WEQ (Woodruff- Chapil)**

$$E = \int (IKCLV)$$

E = potenciální ztráta půdy větrnou erozí (t.ha⁻¹.rok⁻¹)

I - faktor erodibility půdy (závisí na % neerodovatelných částic v půdě)

K - faktor drsnosti půdního povrchu (výšky nerovností v cm)

C - klimatický faktor

L - faktor délky pozemku (dle trvalých bariér)

V - faktor vegetačního krytu

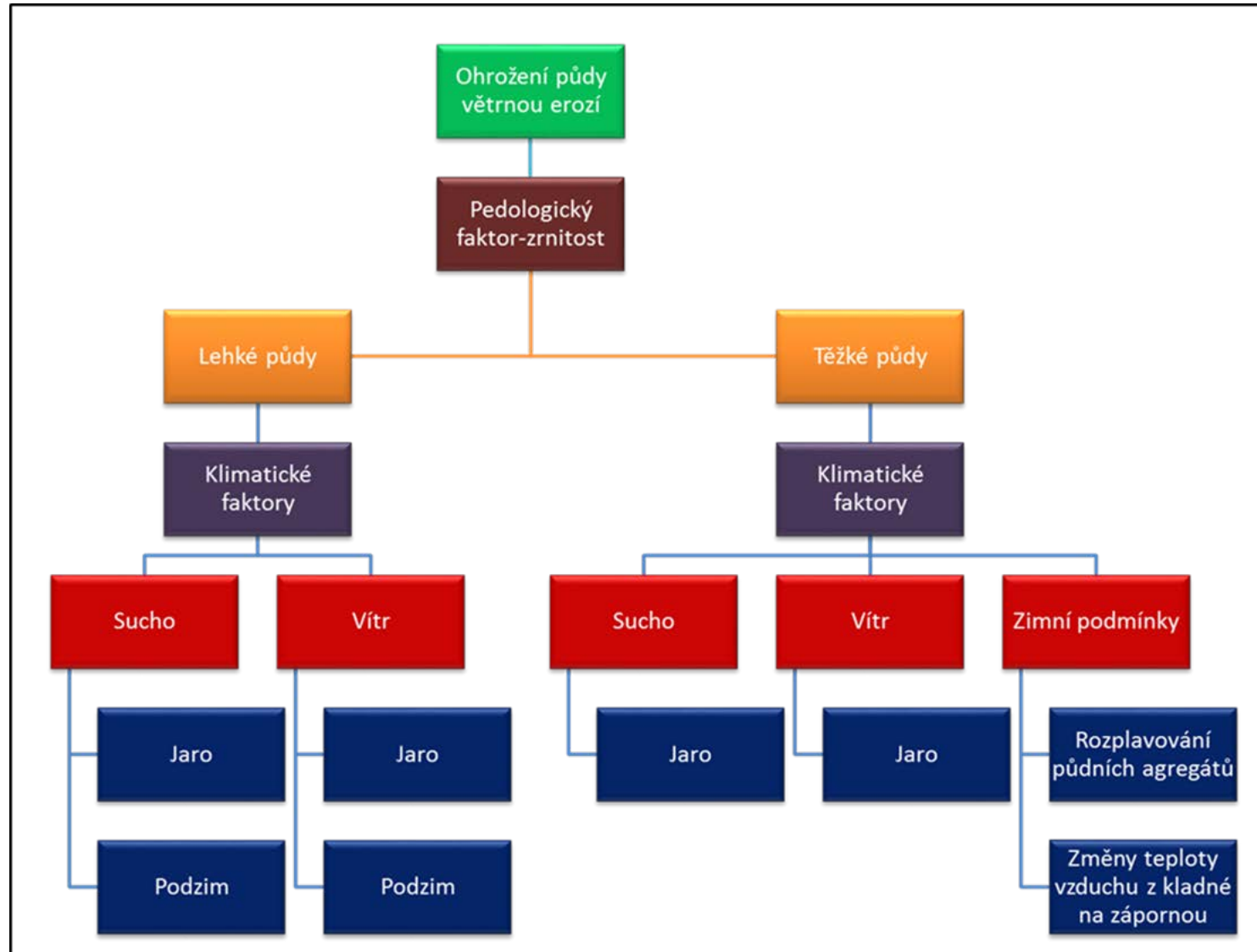
Potenciální ohroženost území větrnou erozí

- Komplexní hodnocení podmínek pro rozvoj větrné eroze
- Spojení metodik stanovení ohroženosti půd
- Vytvoření mapy území, ohrožovaných větrnou erozí jak z hlediska

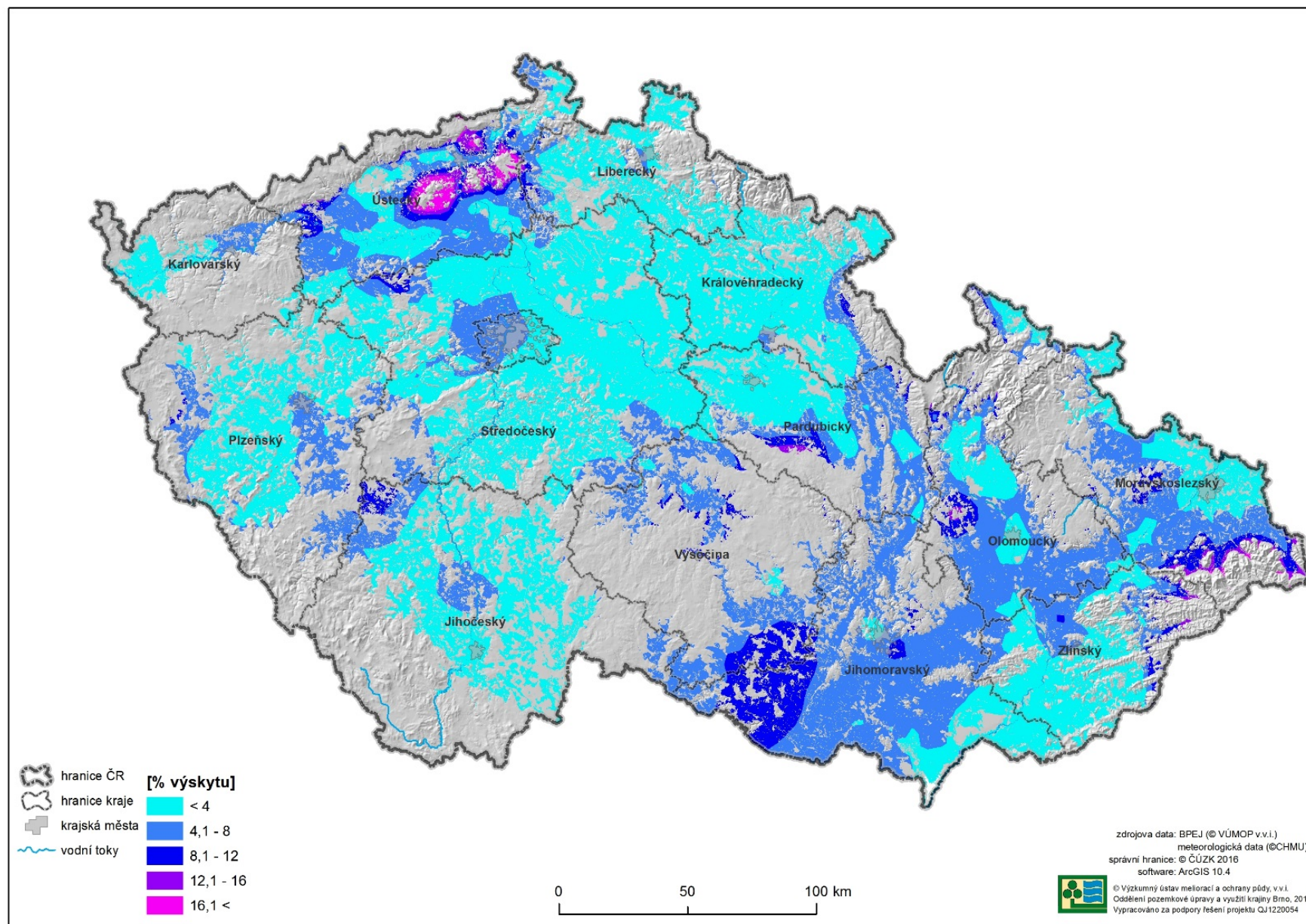
vlivu klimatických činitelů ovlivňujících rozvoj větrné eroze, tak z hlediska

zranitelnosti půd na základě jejich vlastností (obsah jílnatých částic u půd lehkých nestrukturních a rozpad agregátů v zimním období u půd těžkých)

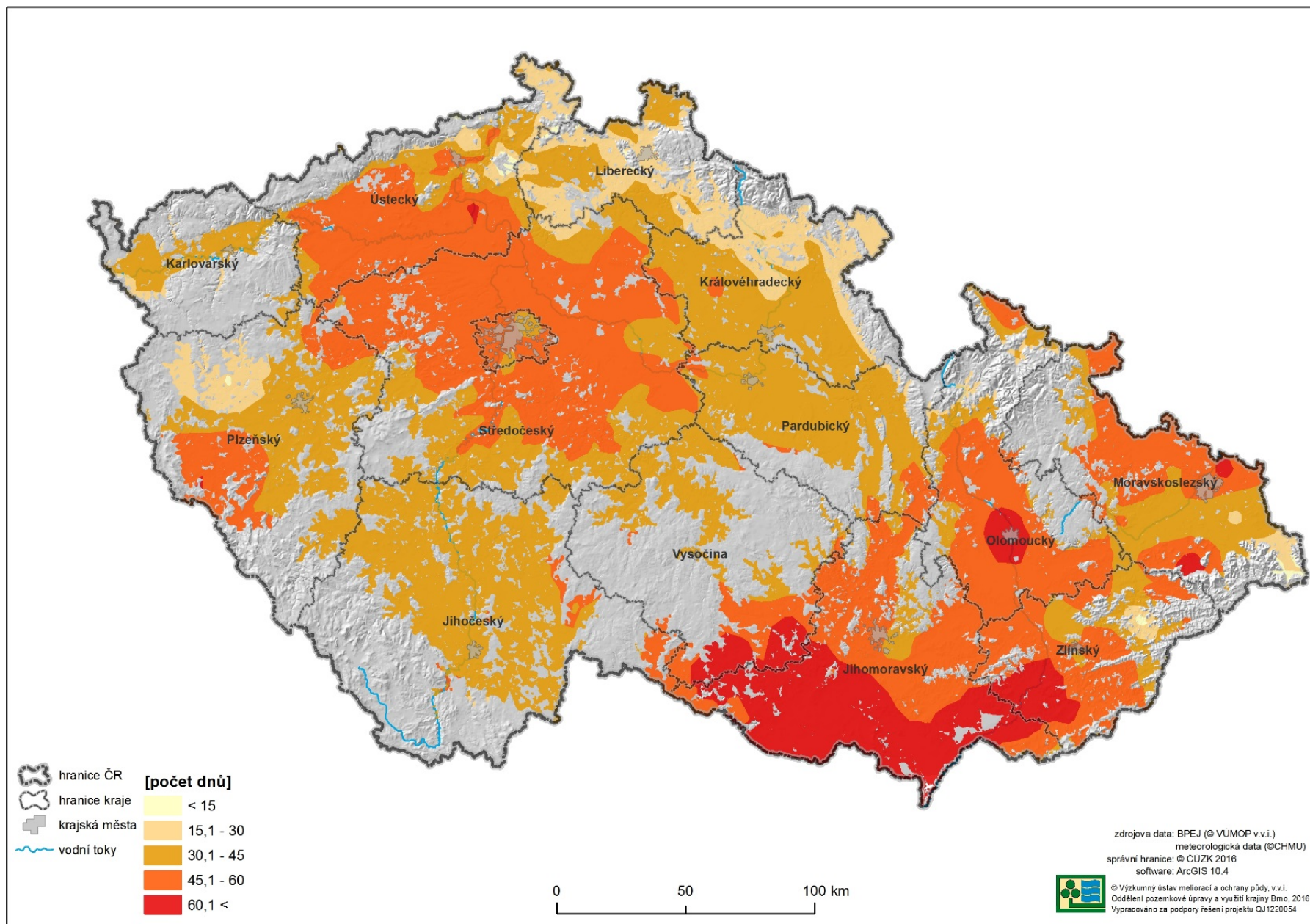
Schéma hodnocení náchylnosti půd k větrné erozi (lehké i těžké půdy)



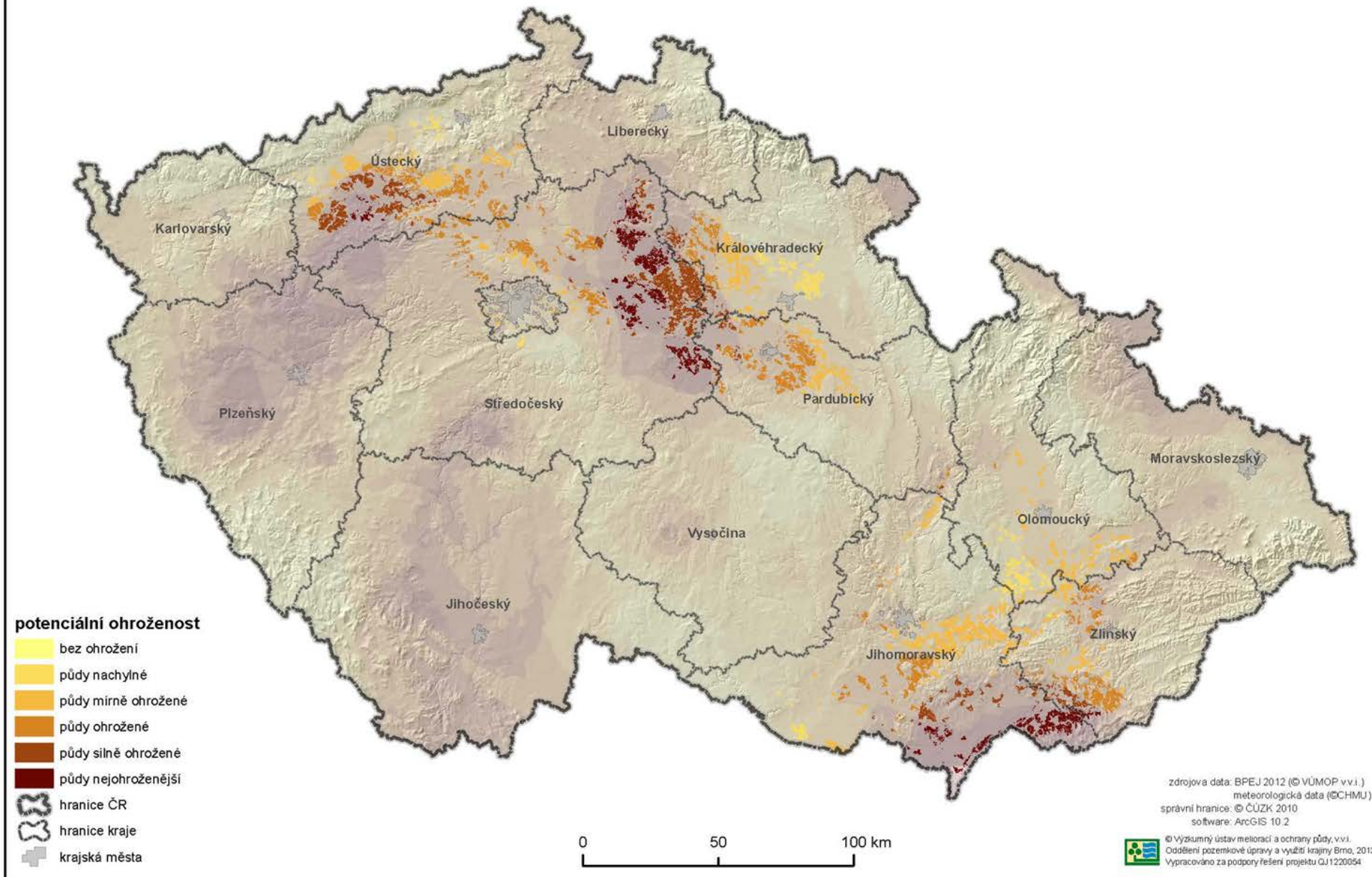
Prostorové vymezení lokalit s výskytem erozně nebezpečných větrů



Prostorové vymezení lokalit s rizikem přisušků



**Mapa potenciálního rizika ohrožení těžkých půd větrnou erozí
- na základě meteorologických podmínek v zimním období**

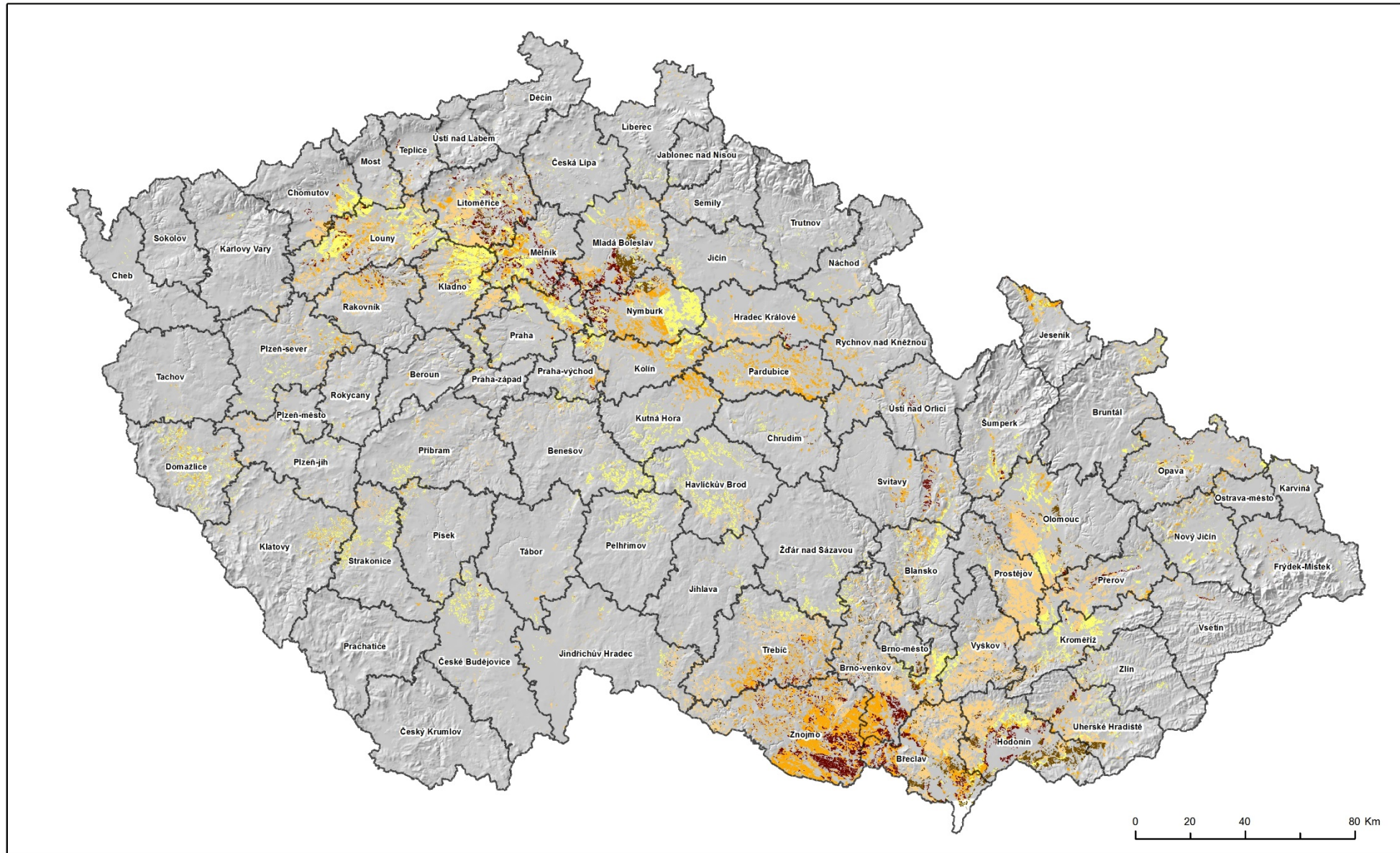









VĚTRNÁ EROZE NA TĚŽKÝCH PŮDÁCH

- Specifické půdně klimatické podmínky (jaro, podzim)
 - Rozpad půdních agregátů
 - Snížení množství nerodovatelných částic
- Výskyt zejména:
 - podhůří Bílých Karpat, Litoměřicko
 - silné** přepadavé **větry**
 - rozpad** půdních **agregátů** vlivem **nízkých teplot**
(zmrznání–rozmrznání půdy, vysušení půdy mrazem)
(velikost nerodovatelné frakce půdy posunuta na 2 mm)



Mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně-klimatických faktorů



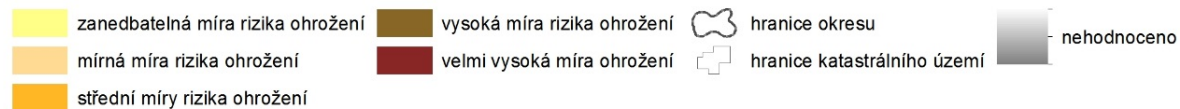
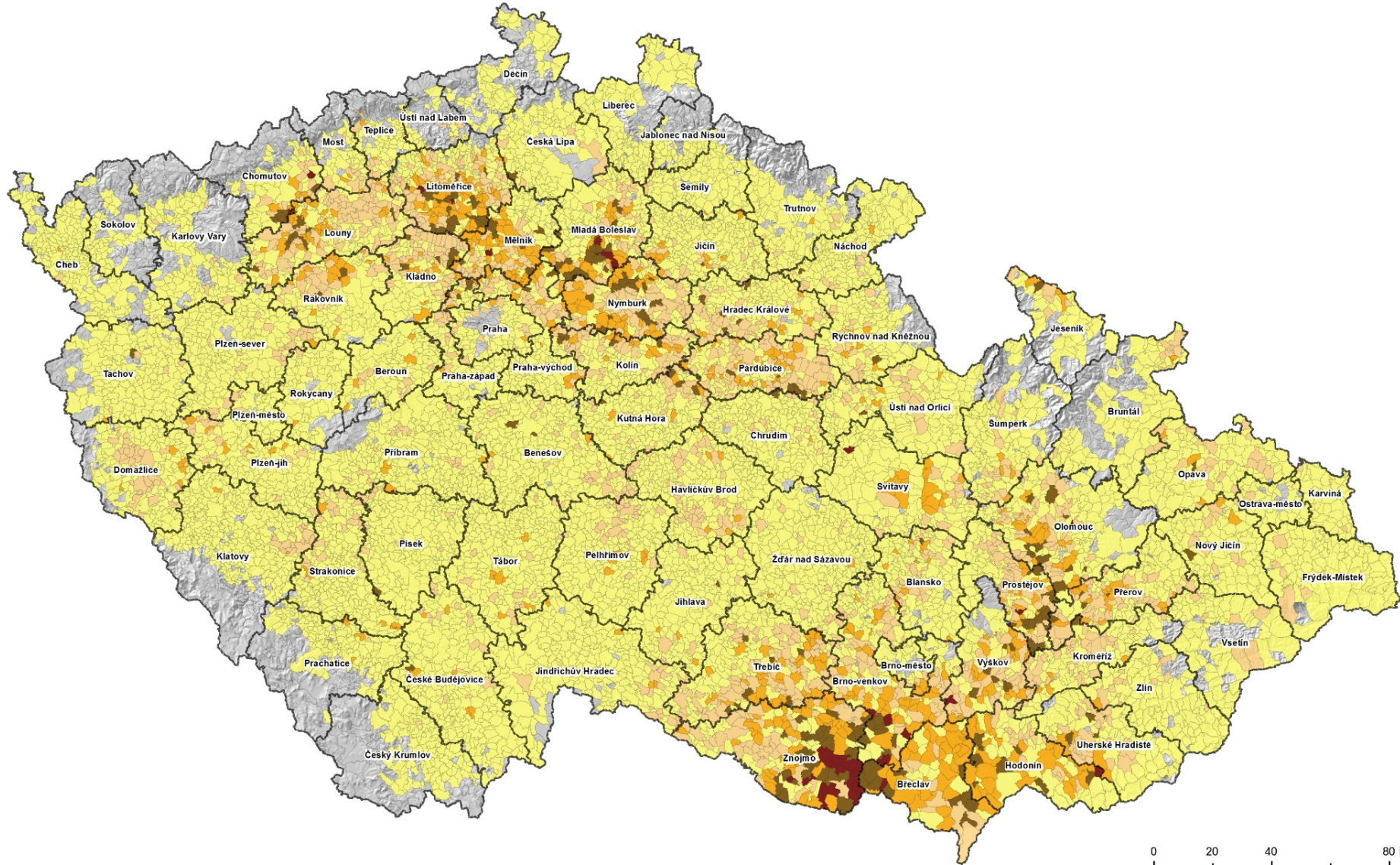
- | | | | |
|---|---|--|---|
| bez ohrožení (nehodnoceno) |  půdy ohrožené |  hranice okresu |  neremědělská ostatní půda |
|  půdy nachylné |  půdy silně ohrožené | | |
|  půdy mírně ohrožené |  půdy nejohroženější | | |

zdrojova data: BPEJ (© VÚMOP v.v.i.)
 meteorologická data (©CHMU)
 správní hranice: © ČÚZK 2016
 software: ArcGIS 10.4



© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
 Vypracováno za podpory řešení projektu QJ1220054
<http://www.vumop.cz>, <http://geoportal.vumop.cz>,
data@vumop.cz

Mapa rizika ohrožení orné půdy větrnou erozí podle katastrů









zdrojová data: BPEJ (© VÚMOP v.v.i.)
meteorologická data (©CHMU)
správní hranice: © ČÚZK 2016
software: ArcGIS 10.4

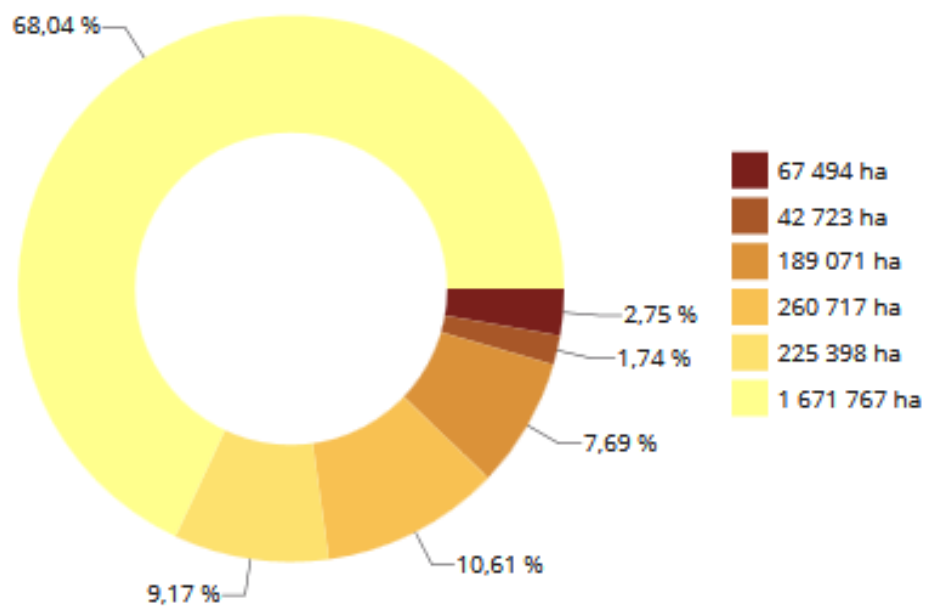


© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Vypracováno za podpory řešení projektu QJ1220054
<http://www.vumop.cz>, <http://geoportal.vumop.cz>,
data@vumop.cz



Potencionálně ohrožené oblasti větrnou erozí - od roku 2019

Potencionálně ohrožené oblasti větrnou erozí - od roku 2019	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
 půdy nejohroženější	2,75	67 494,16
 půdy silně ohrožené	1,74	42 723,24
 půdy ohrožené	7,69	189 070,99
 půdy mírně ohrožené	10,61	260 717,37
 půdy náchylné	9,17	225 397,58
 bez ohrožení	68,04	1 671 767,47
celkem	100,00	2 457 170,82



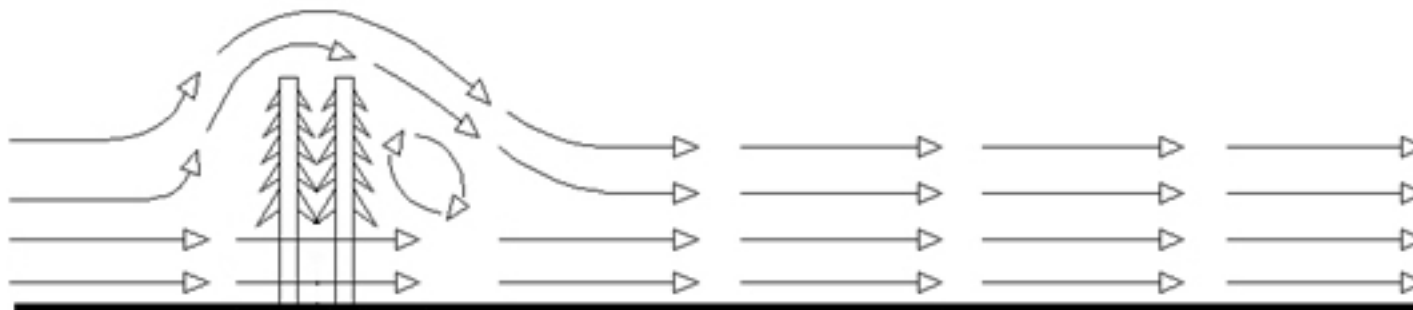
Opatření proti větrné erozi

- Organizační
 - *tvar a velikost pozemku (Lfak)*
 - *změna osevní struktury (Cfak)*
- Agrotechnická
 - *mulč, strniště, vláhové poměry*
- Biotechnická
 - *větrné bariéry (Lfak)*

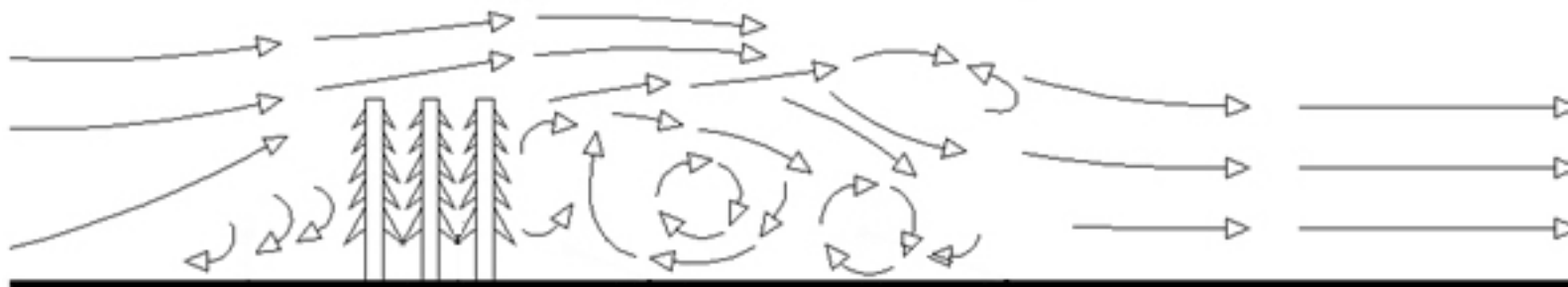


OCHRANNÉ LESNÍ PÁSY

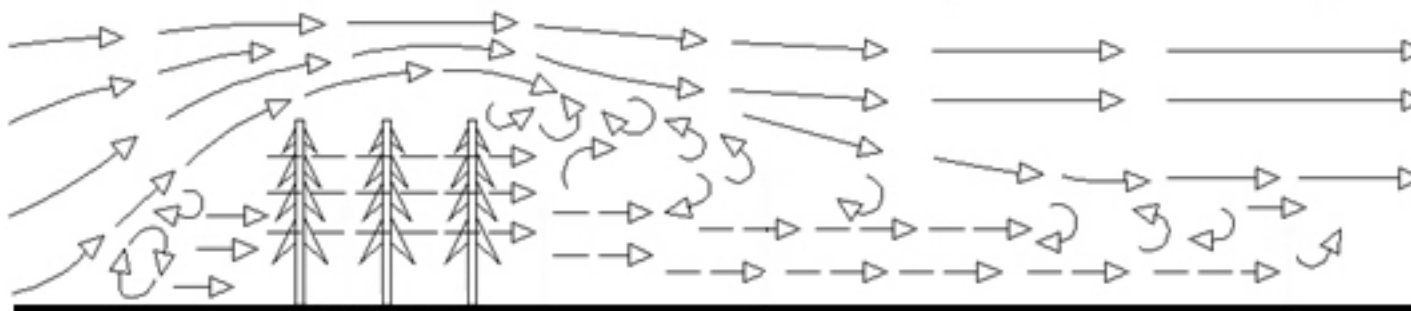
- **Prodouvané** - Venturiho (tryskový) efekt



- **Neprodouvané** - Kamanovy víry



- **Poloprodouvané**



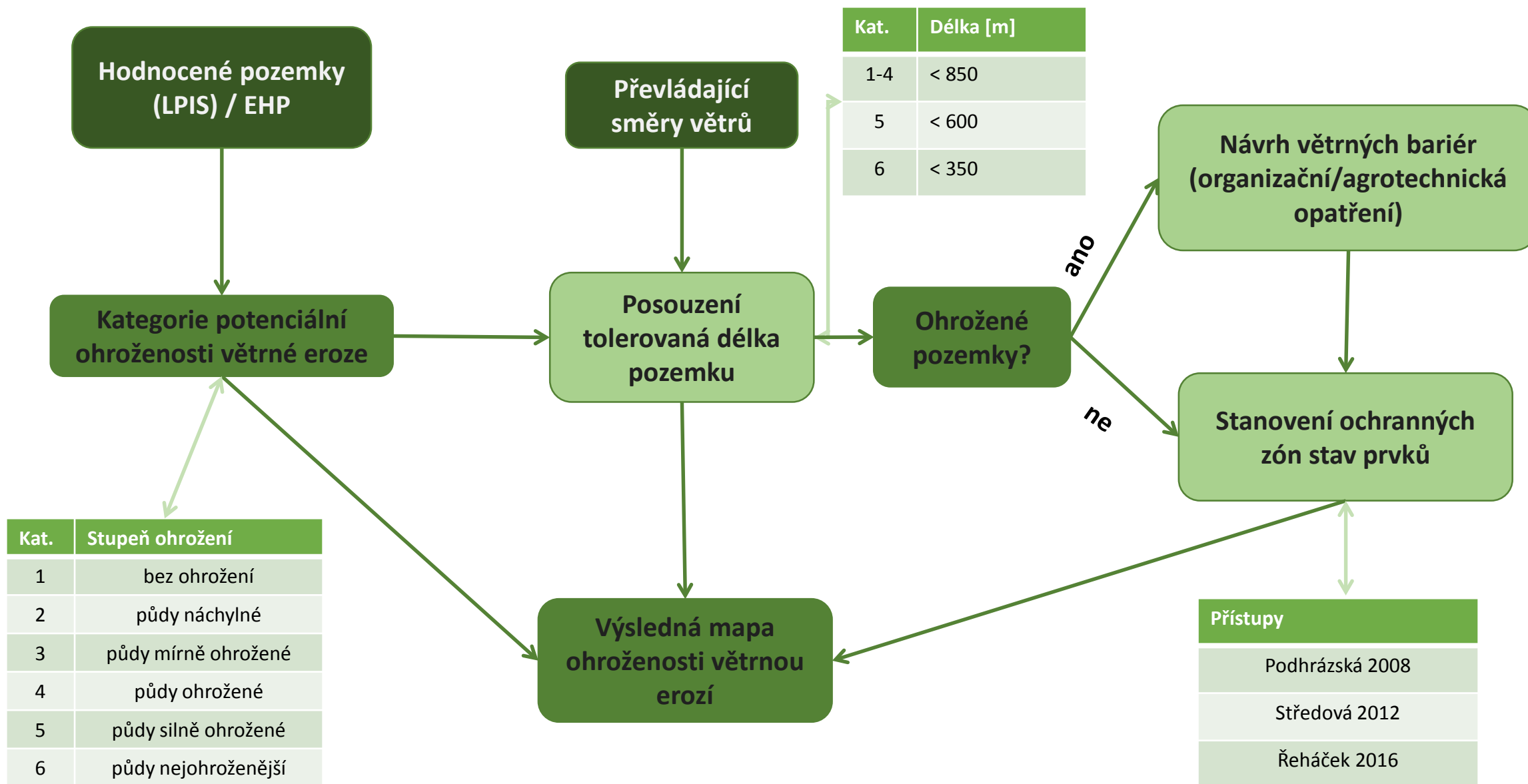
Účinnost

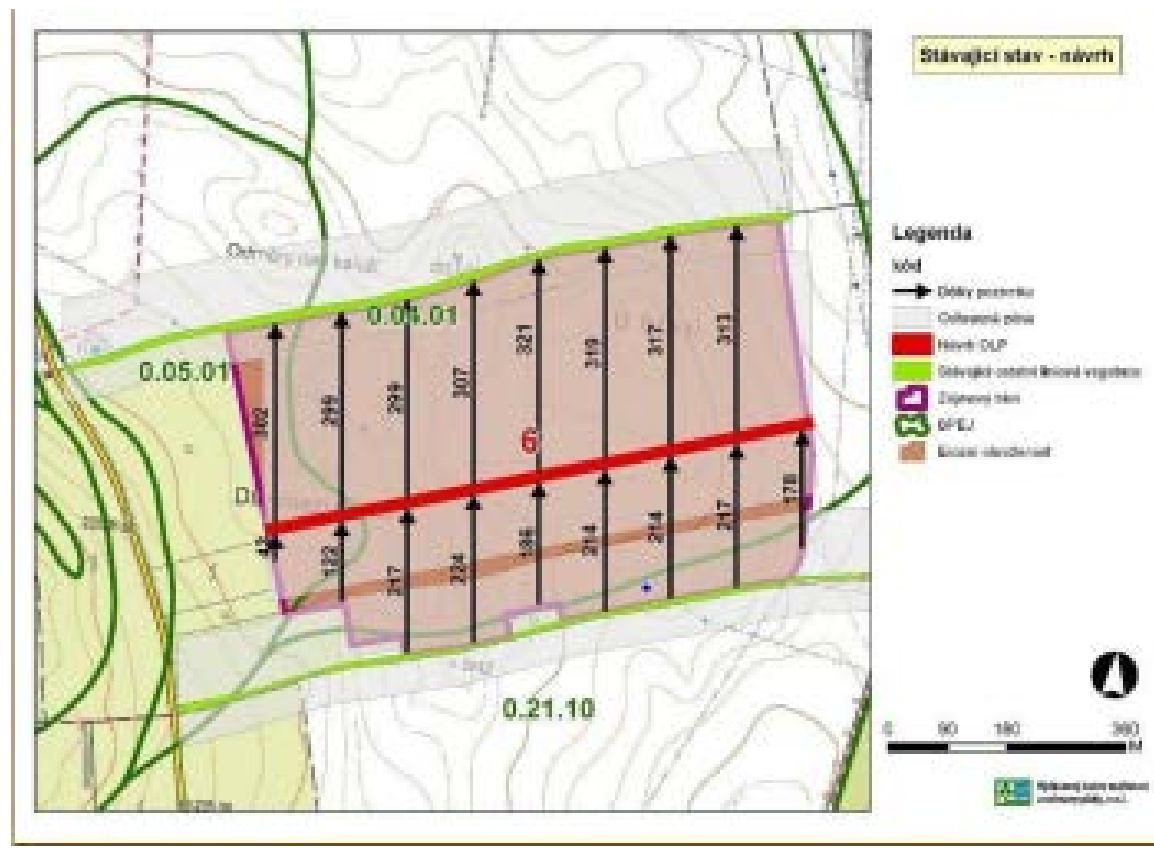
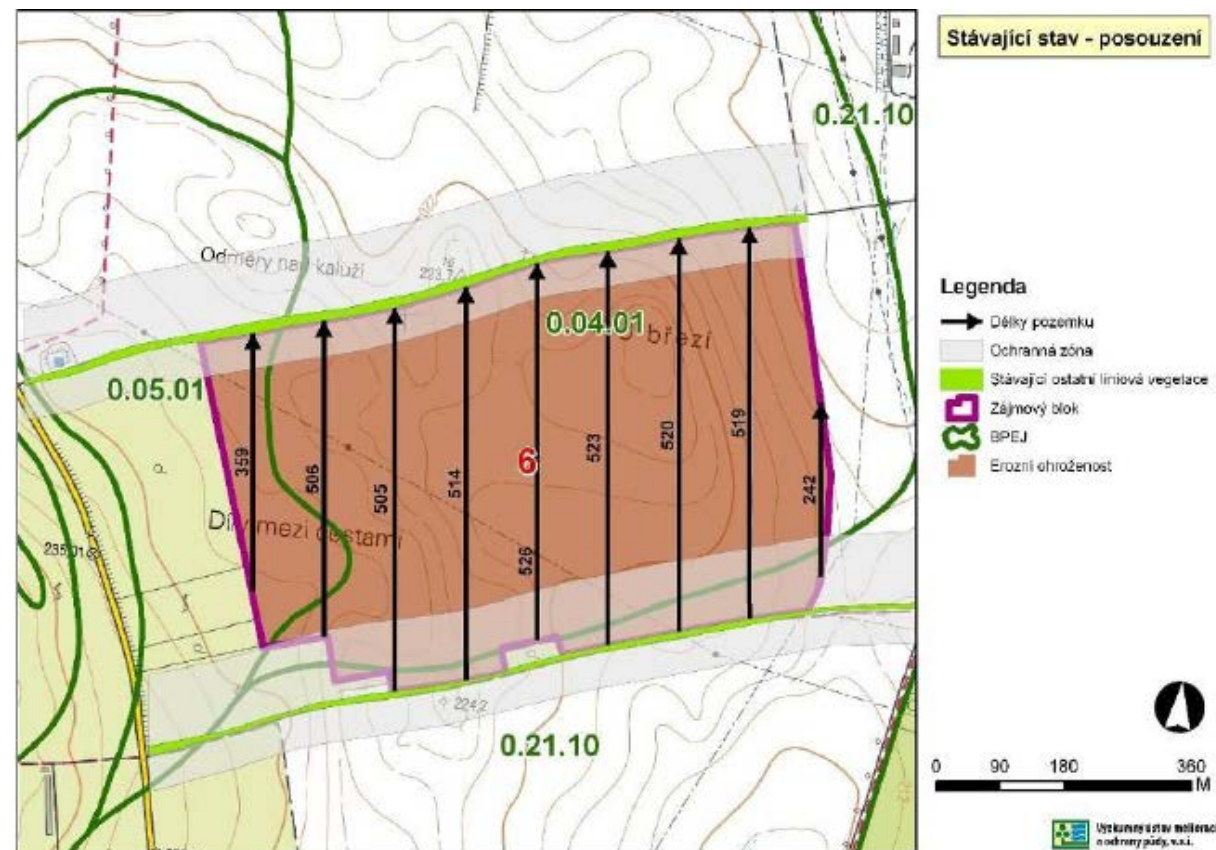


směr větru



Stanovení ohroženosti území větrnou erozí

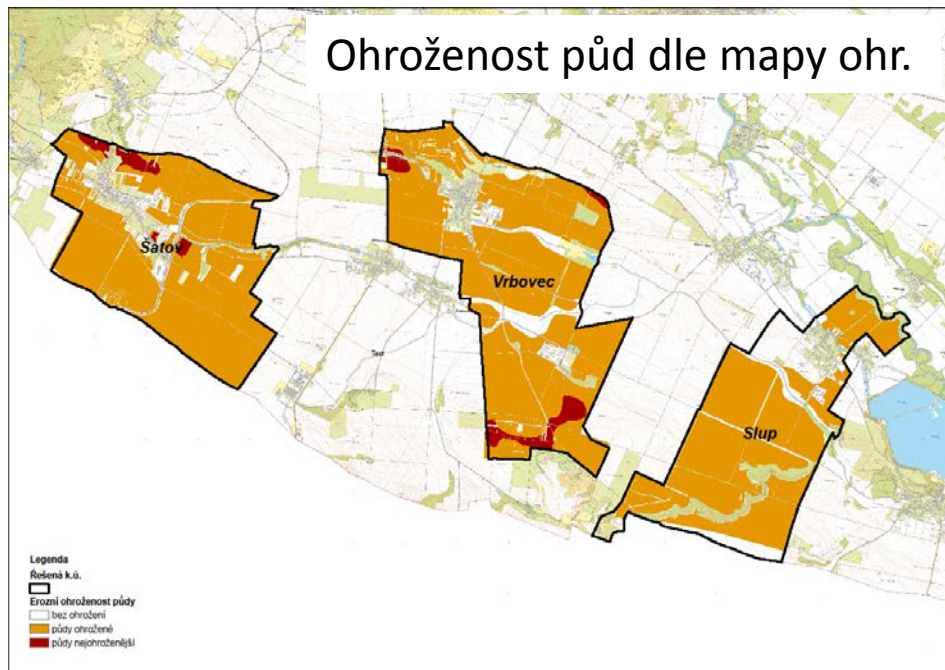




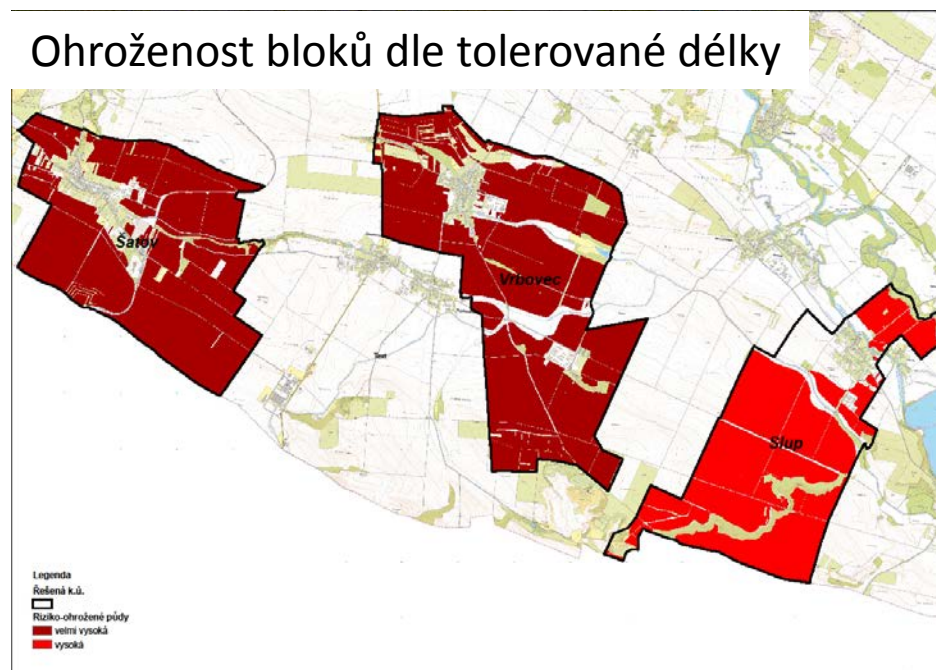
Ukázkový díl půdního bloku s vyznačeným převládajícím směrem větru a stanovenou maximální délkou pozemku (černé šipky s uvedením délky)

Ukázkový díl půdního bloku s návrhem OLP (červená linie) a ochrannými zónami na návětrné a závětrné straně OLP (světlejší barva)

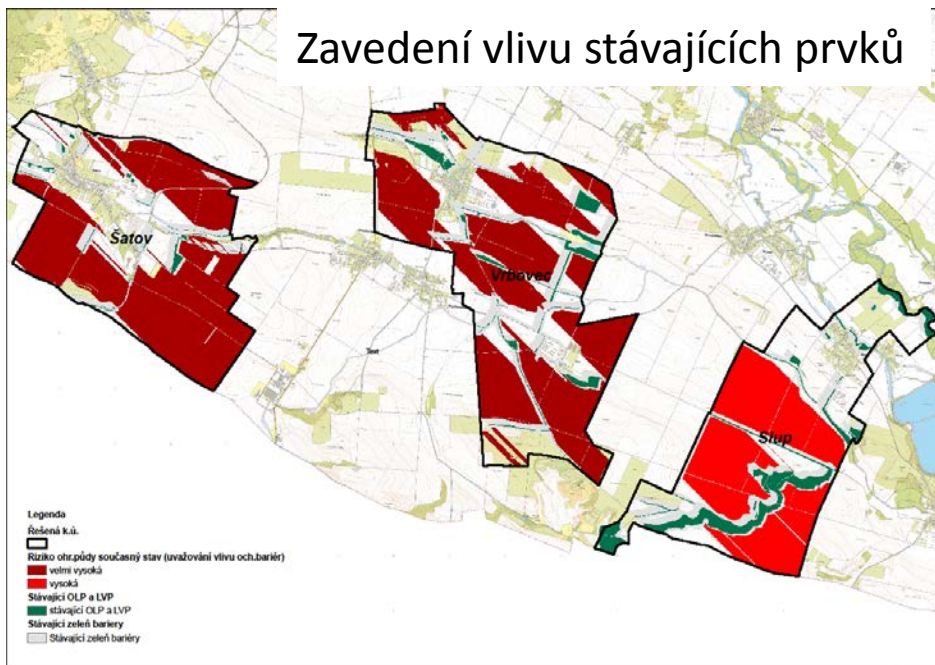
Ohroženost půd dle mapy ohr.



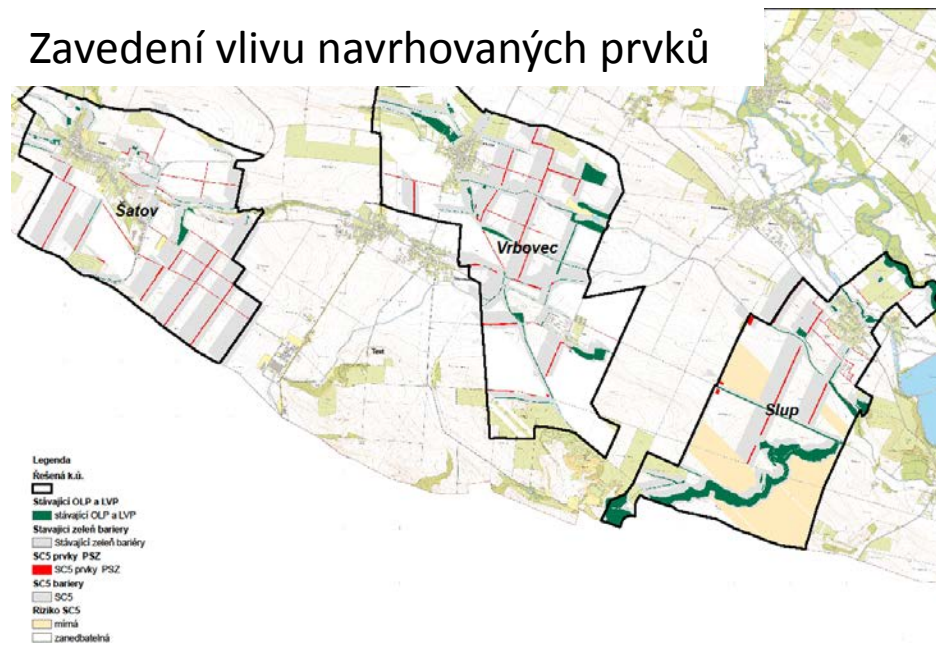
Ohroženost bloků dle tolerované délky



Zavedení vlivu stávajících prvků



Zavedení vlivu navrhovaných prvků



Hodnocení ochranných zón větrných bariér (OLP, LVP)

Metody stanovení ochranné zóny větrných bariér:

Podhrázská 2008

První přístup byl z metodiky Podhrázská a kol. (2008), kde byla pevná ochranná zóna pro větrolamy (ochranné lesní pásy) stanovena jako pevná hodnota ochranné zóny na závětrné straně 300 metrů a na návětrné 100 metrů. U těchto hodnot bylo vycházeno s předpokladu hodnocení větrolamu s optimální prostorové a druhové skladby větrolamu s průměrnou výškou 15 metrů. V tomto přístupu tedy nebyly využity získané parametry větrolamů.

Typ bariéry	Závětrná strana [m]	Návětrná strana [m]
OLP	300	100
Ostatní LVP	150	50

Hodnocení ochranných zón větrných bariér (OLP, LVP)

Středová 2012 (Metodika Doležal 2017)

Předpoklad průměrné výšky větrných bariér 15 m

Vstupní parametr (y) optická porozita [%]

(x) Vzdálenost od větrolamu [m]

(z) účinnost větrolamu – snížení rychlosti na závětrné straně větrolamu

$$z = a * \exp(-\exp(-(x-b)/c) - (x-b)/c + 1) + d * \exp(-\exp(-(y-f)/g) - (y-f)/g + 1)$$

Koeficienty:

a = 4.1417551362956196E+01

b = 6.9845535425079362E+01

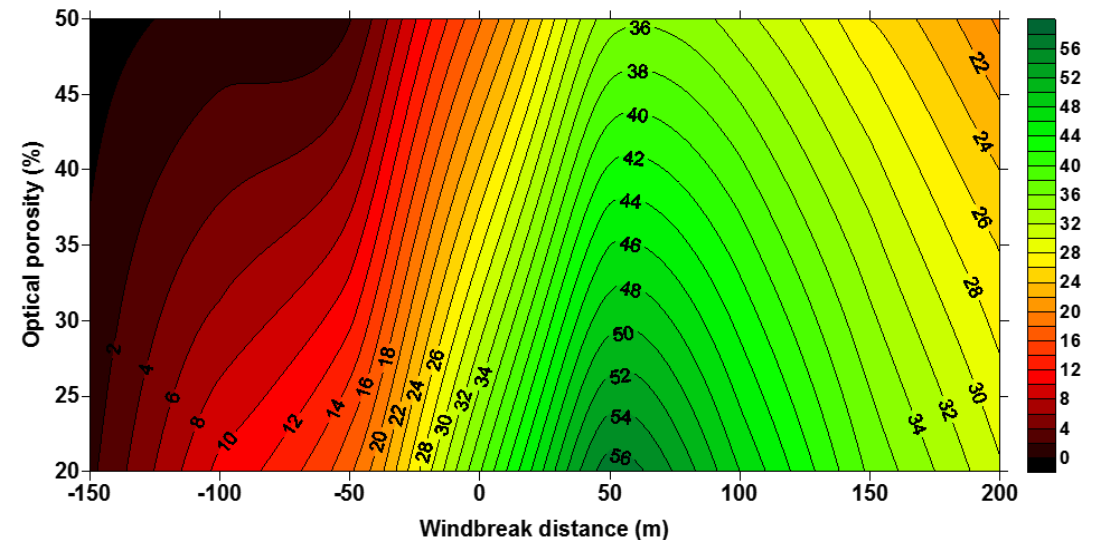
c = 8.2090132918982135E+01

d = 1.0073376683165979E+01

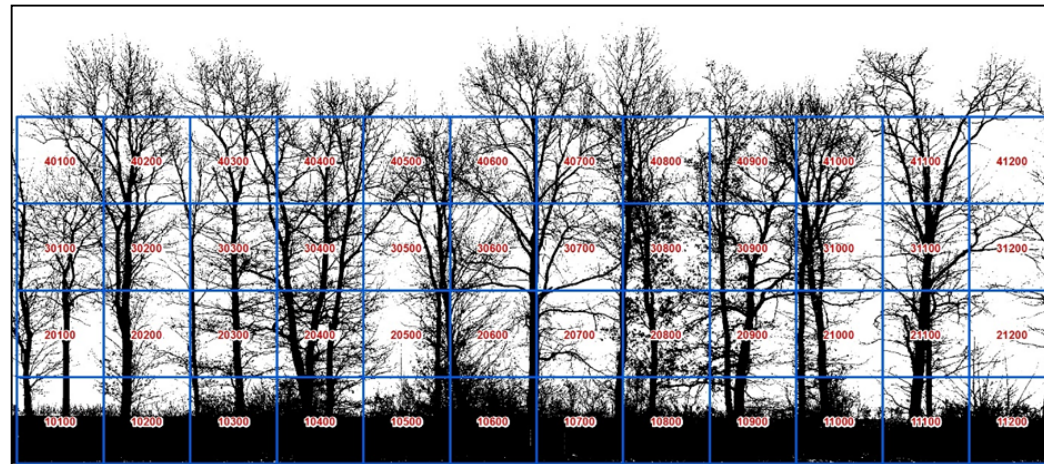
f = 2.0979890320903436E+01

g = 6.6089573586774133E+00

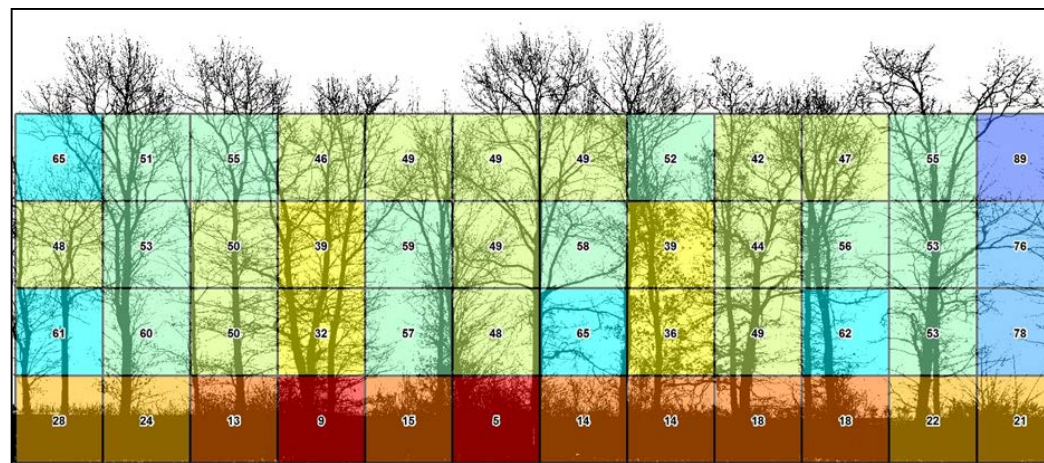
Základem je závislost mezi optickou porositou a účinností větrolamu. Funkce udává podíl snížení rychlosti větru na závětrné i návětrné straně větrolamu oproti rychlosti větru na návětrné straně.



Stanovení optické porozity



Popisky řádků	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Průměr
4	65	51	55	46	49	49	49	52	42	47	55	89	54
3	48	53	50	39	59	49	58	39	44	56	53	76	52
2	61	60	50	32	57	48	65	36	49	62	53	78	54
1	28	24	13	9	15	5	14	14	18	18	22	21	17
Průměr 1-6	48	50	46	34	43	43	50	40	41	47	48	65	46
Výška porostu	11,9	12	12	11	11	12	13	12	12	12	12	12	11,9



Hodnocení ochranných zón větrných bariér (OLP, LVP)

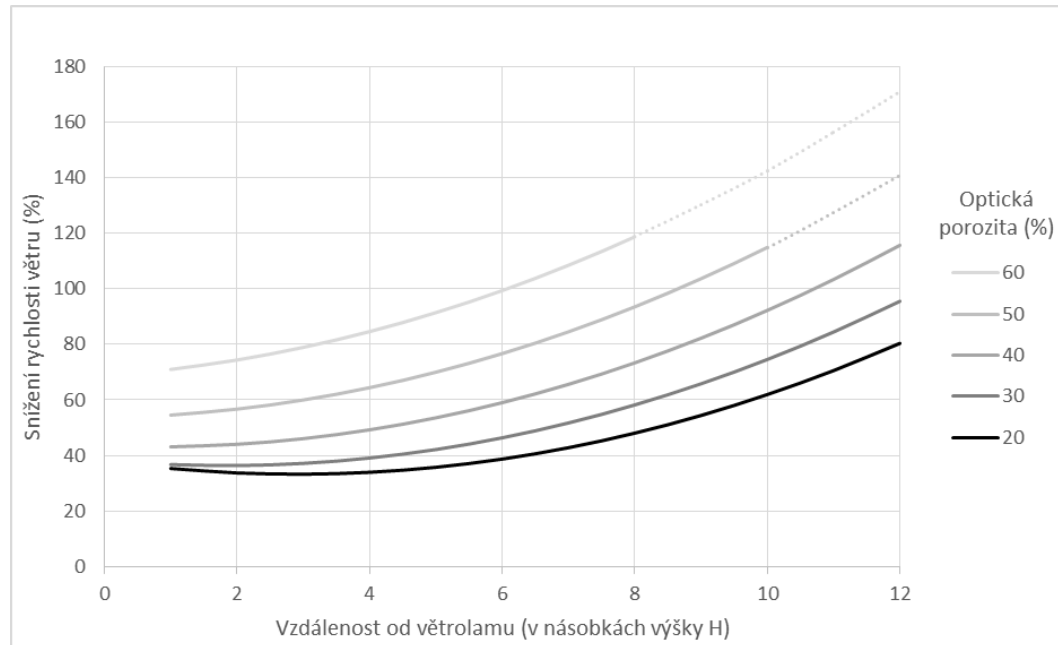
Řeháček 2016

$$U = 52.80619 - 1.23901.OP - 5.80657.D + 0.12503.OP.D + 0.56948.D^2 + 0.02507.OP^2$$

U – účinnost větrolamu – snížení rychlosti na závětrné straně větrolamu (%)








OP – optická porozita (%)

D – vzdálenost od větrolamu (v násobcích výšky větrolamu H)



Za ochrannou oblast větrolamu je považována vzdálenost, při které je rychlost větru závětrné strany nižší oproti návětrné straně ($U < 100\%$).

Úvod O geoportálu Aplikace WMS G+ f in

eKatalog BPEJ Určení BPEJ na pozemcích, rozklíčování hodnot BPEJ a návazné předpisy	ReStEP Interaktivní mapa OZE pro regionální udržitelné plánování v energetice	IS melioračních staveb Dostupné informace o melioračních stavbách: odvodnění, závlahy, protierozní opatření	Bilance uhlíku Výpočet a informace o vlivu hospodaření na obsah organické hmoty v půdě
 Zranitelnost podzemních vod Mapa zobrazující míru rizika vyplavování látek do podzemních vod	 Povodí řeky Jihlavy Výstupy studie zaměřené na ochranu půdy a vody v povodí Jihlavy	 Čistírenské kaly Poznátky o produkci kalů ČOV, zpracování a ploch aplikace	 Povodí Vltavy Atlas plošného zemědělského znečištění v povodí Vltavy
 Řízení rizika větrné eroze Mapové podklady pro podporu hodnocení rizik větrné eroze v ČR	 Encyklopedie Internetová encyklopedie o ochraně půdy a erozi	 Metadatový katalog VÚMOP Metadatový katalog umožňující vyhledávání informací o datových zdrojích	




Problematika větrná eroze


Předkládaný projekt si klade za cíl vyhodnotit všechny faktory mající vliv na ohroženost větrnou erozí v podmínkách ČR, na základě shromáždění všech dostupných podkladů, využití nejnovějších poznatků a metod z oblasti větrné eroze, včetně zahrnutí scénářů rozvoje větrné eroze v ČR vzhledem k předpokládaným změnám klimatických činitelů, majících vliv na větrnou erozi. Pro účely hodnocení opatření ke snížení účinků větrné eroze na zemědělské půdě bude mimo jiné využito výsledků komplexních pozemkových úprav do celkového hodnocení účinnosti ochranných bariér.


Mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně-klimatických faktorů

Mapové dílo vzniklo na základě nových poznatků o půdních faktorech ohroženosti těžkých půd větrnou erozí a nových klimatických poznatků napomáhající výskytu větrné eroze. Pro stanovení faktoru ohroženosti těžkých půd byl zohledněn specifický vliv meteorologických podmínek v chladných obdobích roku. Jsou to zejména počet cyklů rozmrazání a následného zamrznání půdního povrchu (střídání teplot nad a pod bodem mrazu) a dále období, kdy je povrch půdy v určitém stupni vlhkosti (Mapa certifikovaná v roce 2014 v rámci projektu QJ1220054 - Mapa potenciálního rizika ohrožení těžkých půd větrnou erozí na základě meteorologických podmínek v zimním období). Půdní faktor ohroženosti lehkých půd byl převzat z metodiky Podhrázká 2008). U klimatických údajů byly využity nové poznatky o riziku výskytu přísušků a větrných podmínkách na území ČR. Klimatické údaje byly sestaveny z účelové databáze relevantních dat z vybraných meteorologických stanic, která byla poté regionalizována a syntetizována do jedné vrstvy. Syntézou vrstvy faktorů půdních a klimatických byla vytvořena nová mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně - klimatických faktorů.

Odkaz na novou metodiku hodnocení rizika větrné eroze Doležal 2017 

Související metodiky

Khel 2017 (Metodika hodnocení účinnosti a realizace větrolamů b krajinně jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí 

Podhrázká 2011 (Hodnocení účinnosti trvalých vegetačních bariér v ochraně proti větrné erozi) 

Podhrázká 2008 (Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajinně) 



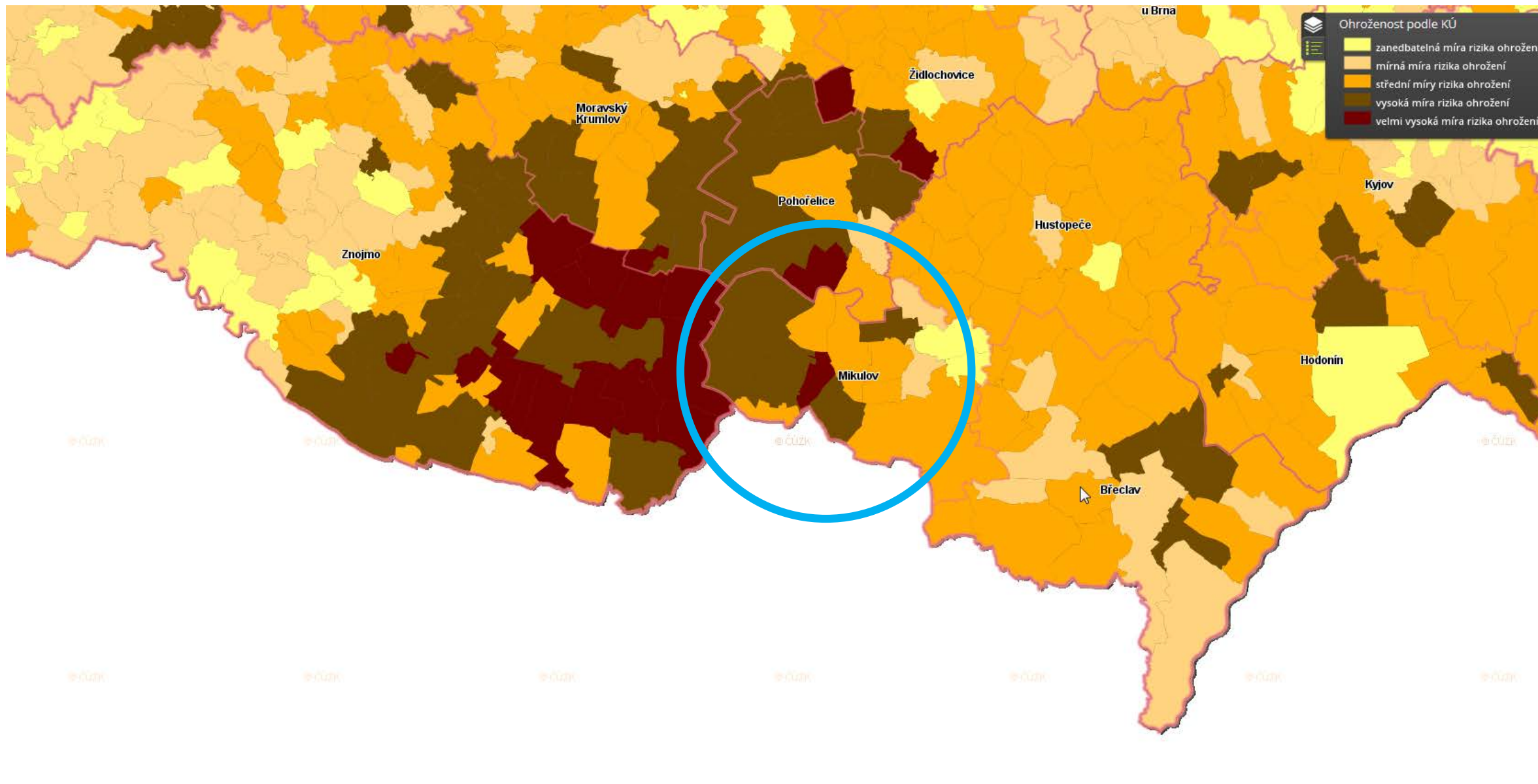
Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.



AGROPROJEKT PSO s.r.o.



Monitoring větrné eroze





1: 20 000

mikulov

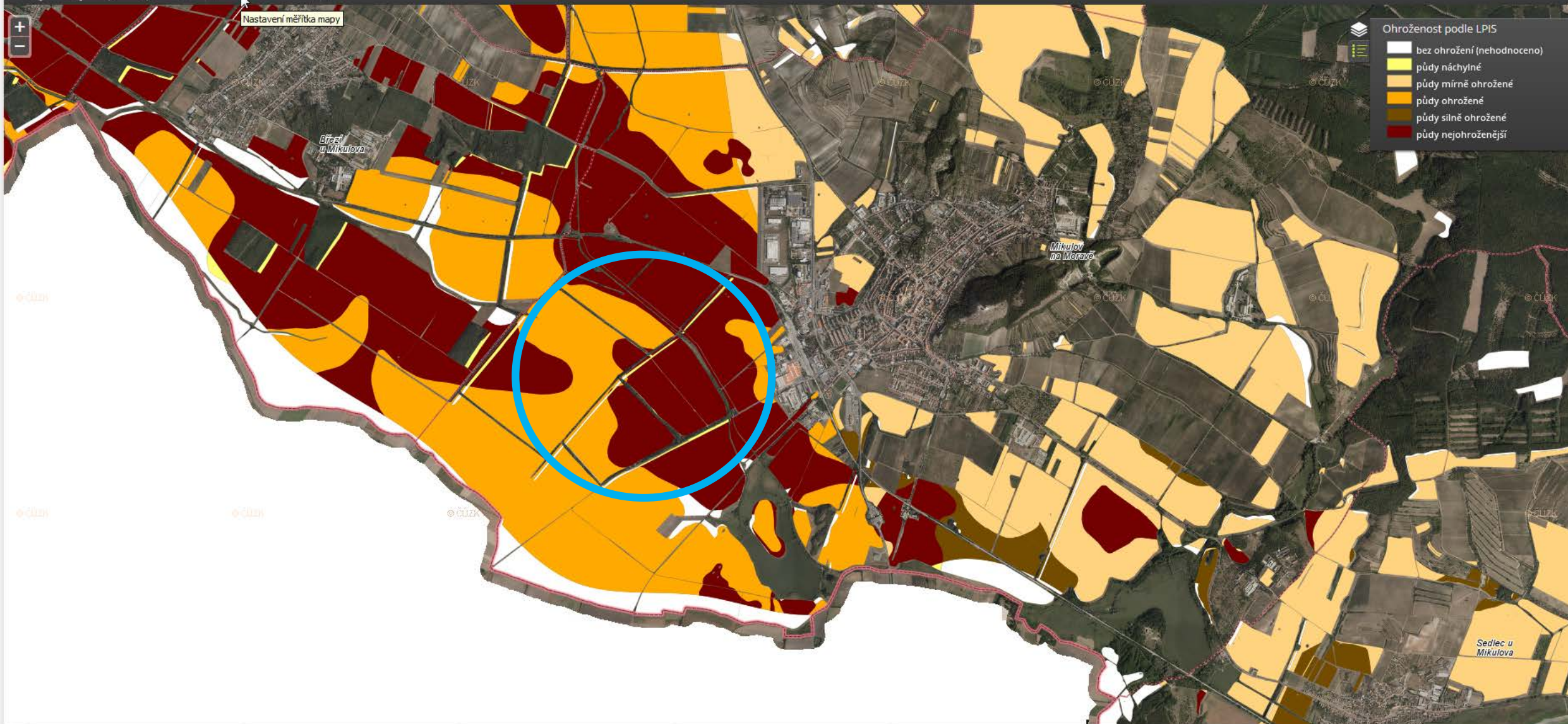


Nastavení měřítka mapy



Ohroženost podle LPIS

- bez ohrožení (nehodnoceno)
- půdy náchylné
- půdy mírně ohrožené
- půdy ohrožené
- půdy silně ohrožené
- půdy nejohroženější







Výzkumný ústav lesnictví
a ochrany půdy v.v.i.



**Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.**



**Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.**



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.





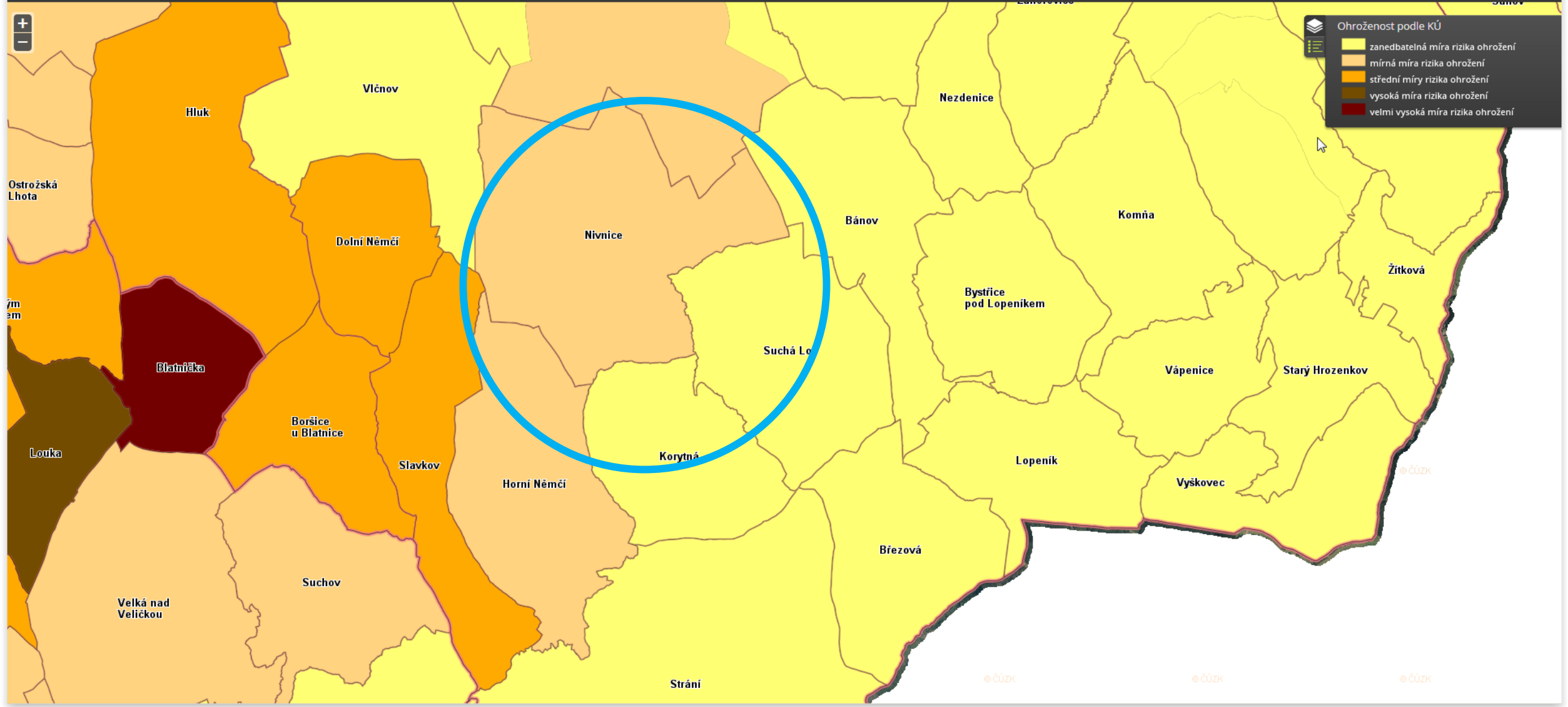
Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.







Vzhromoujst av ntelioraci
ochranyprirody v.v.i.



Ohroženost podle KÚ

- zanedbatelná míra rizika ohrožení
- mírná míra rizika ohrožení
- střední míry rizika ohrožení
- vysoká míra rizika ohrožení
- velmi vysoká míra rizika ohrožení



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.





Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy v.v.i.



Vzťahujeme sa k Vám
ako k ľuďom.



Děkujeme za pozornost

kucera.josef.jr@vumop.cz

<https://youtu.be/2oOUjlbk-AM>