



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

Hodnocení účinnosti a realizace větrolamů při projektování pozemkových úprav



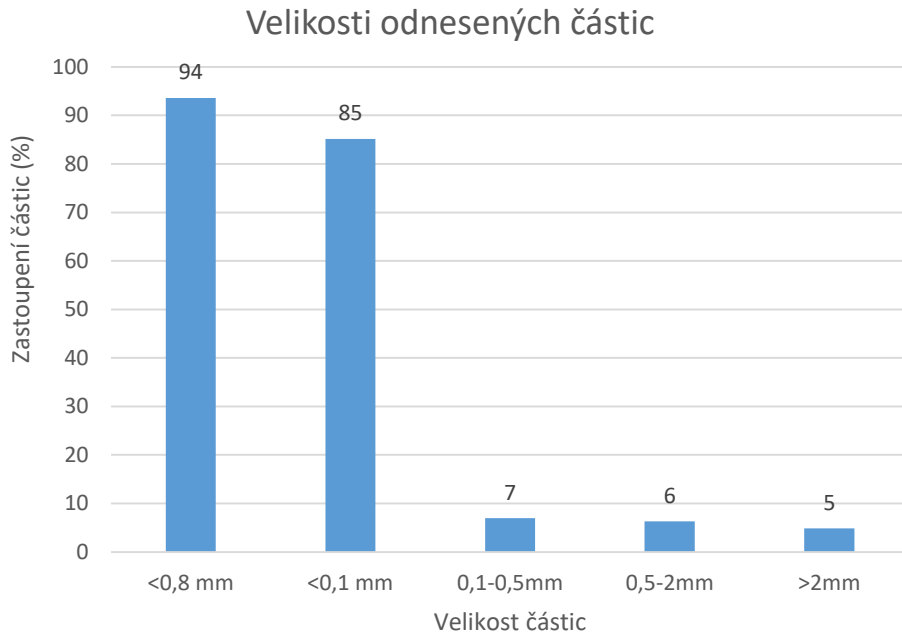
Ing. David Řeháček
rehacek.david@vumop.cz

Proč se větrnou erozí zabývat?

- Ztráta půdy
- Ztráta organické hmoty
- Abraze rostlin
- Škody na majetku
- Zhoršování kvality životního prostředí
- A další...

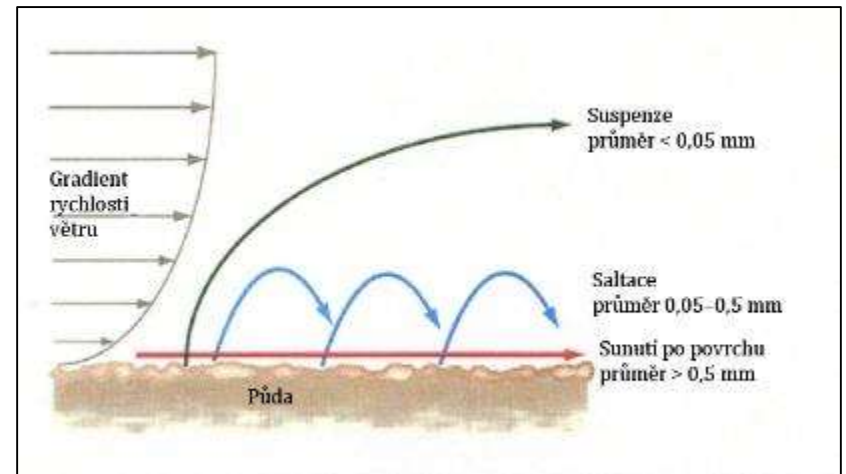


Erodatelnost půdy



<0,1 mm – suspenze
0,1 – 0,5 mm – saltace
0,5-2 mm – posun

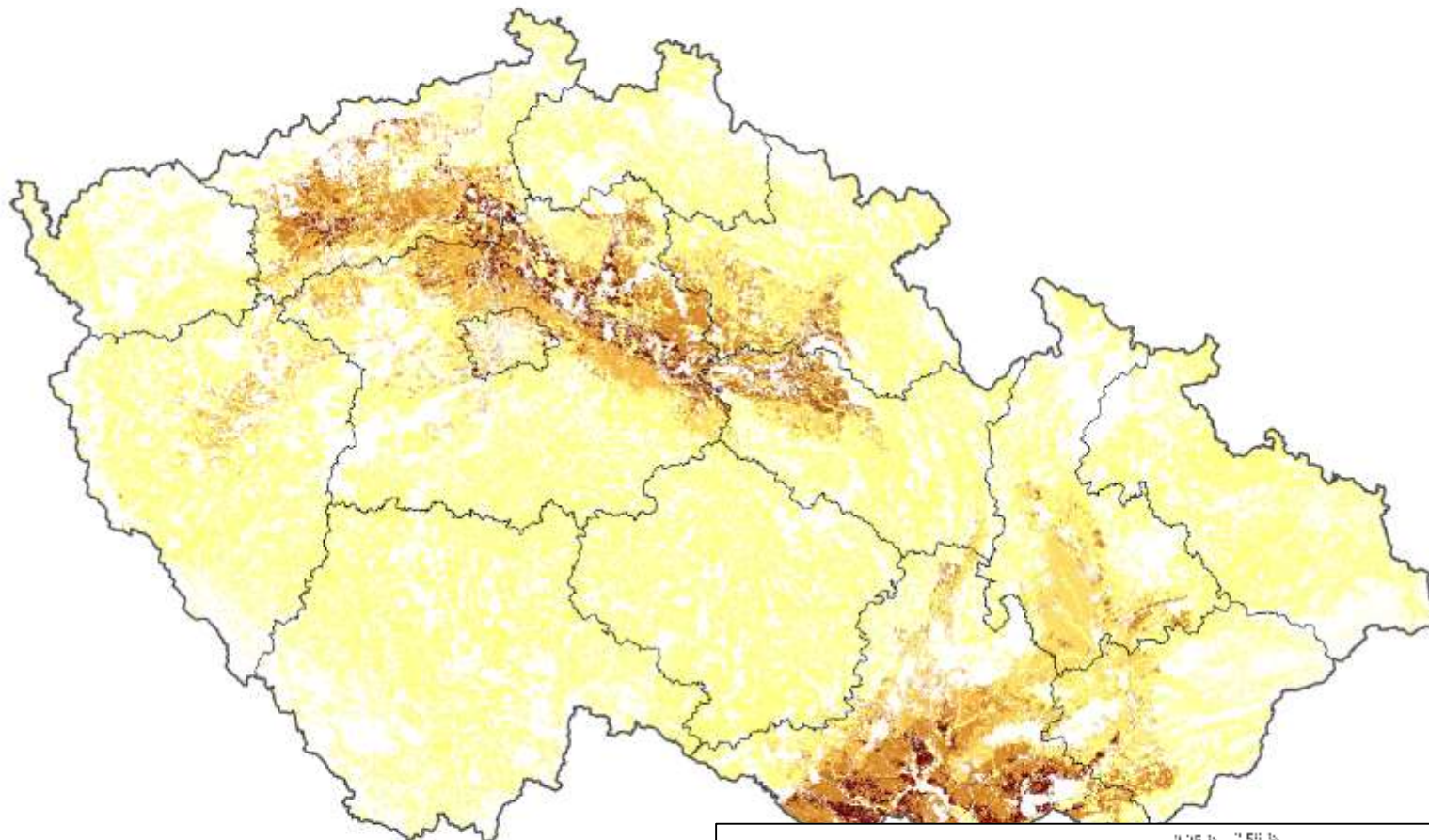
<0,8 mm – erodovatelné částice



Faktory ovlivňující náchylnost půdy k větrné erozi

Klima	Vlastnosti pozemku	Půdní charakteristiky	Využití půdy a management
• Rychlost větru, jeho trvání, směr a turbulence • Třecí rychlost větru • Srážky a teplota • Radiace a evaporace • Vlhkost vzduchu, viskozita a tlak • Zamrzání a tání	• Sklon pozemku • Délka, šířka a orientace pozemku • Drsnost povrchu • Neerodovatelný materiál (skály, kameny) • Orientace rostlinných zbytků (polehlé, stojící)	• Zrnitostní křivka částic a jejich specifická hmotnost • Velikostní rozdělení agregátů • Stabilita agregátů, jejich pevnost a hustota • Aktuální vlhkost • Objemová hmotnost, tvorba povrchové krusty • Obsah organické hmoty • Koncentrace CaCO_3	• Management rostlinných zbytků • Hospodářské využití krajiny (les, louka, pastvina) • Typ kultivace půdy (bezorebné obdělávání, orga, osevní postupy) • Půda holá nebo ležící ladem • Zalesnění nebo větrolamy

CELKOVÁ POTENCIÁLNÍ OHROŽENOST ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY VĚTRNOU EROZÍ

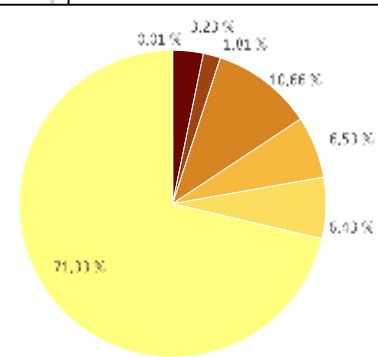
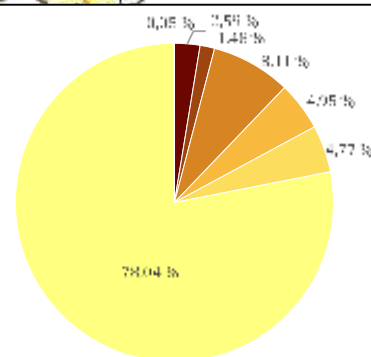


Kategorie celkové potenciální ohroženosti větrnou erozí

■ půdy nejohroženější
■ půdy silně ohrožené
■ půdy ohrožené
■ půdy mírně ohrožené
■ půdy nepatrně ohrožené
■ půdy bez ohrožení
■ nehodnoceno

— hranice krajů
— státní hranice

mapy.vumop.cz



Měření reálné ztráty půdy

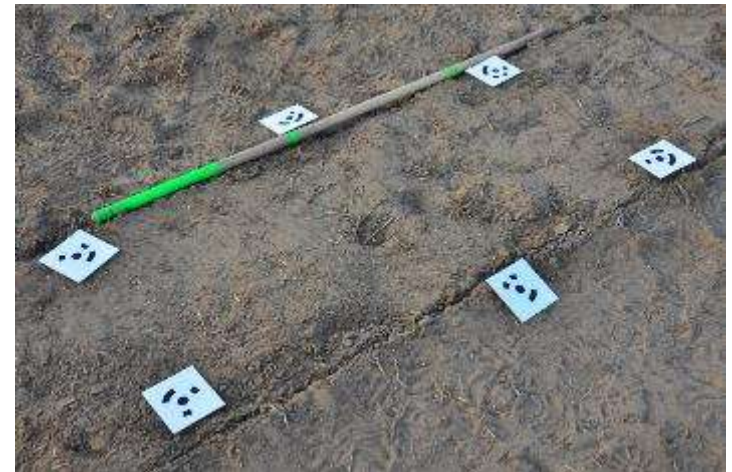


Měření větrným tunelem

Doba Měření	15 minut
Rychlost	9 m/s (32,4 km/hod)
Varianta I.	Přirozený půdní stav
Varianta II.	standardizace půdních podmínek



- Hodnocení půdních podmínek pozemku
- Popis stavu povrchu
- Hodnocení složení odneseného sedimentu





Černozem
modální
(degradovaná)



Regozem
arenická



Měření větrným tunelem

	přírozený	narušený
Min.	0,44	3,69
Medián	56,83	77,79
Průměr	307,80	379,10
Max.	1828,00	2046,00

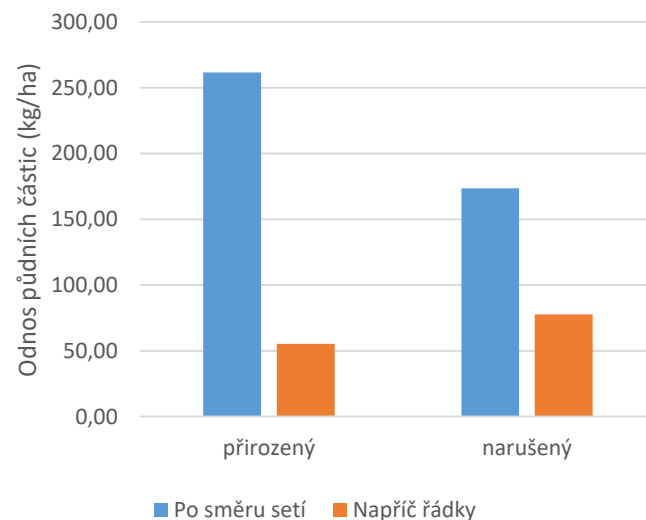
- Vliv zrnitosti půdy
- Vliv stability půdních agregátů
- Vliv půdní vlhkosti
- Vliv drsnosti povrchu (orientace „hrubosti“)

* *Odnos sedimentu v kg/ha/15min*

Po směru setí



Napříč řádky

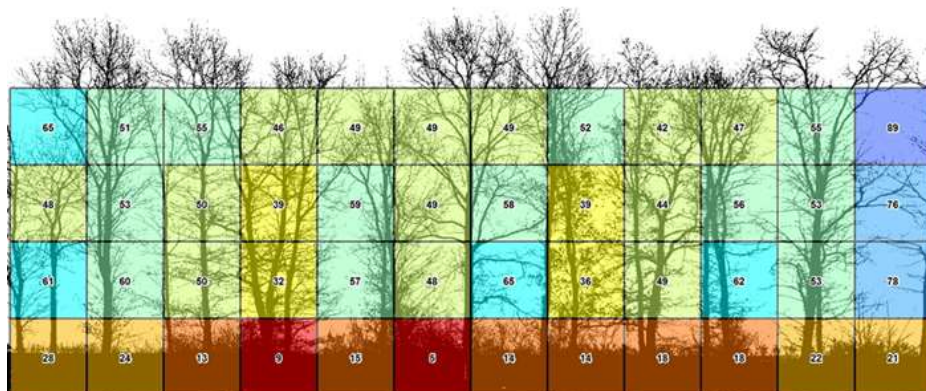
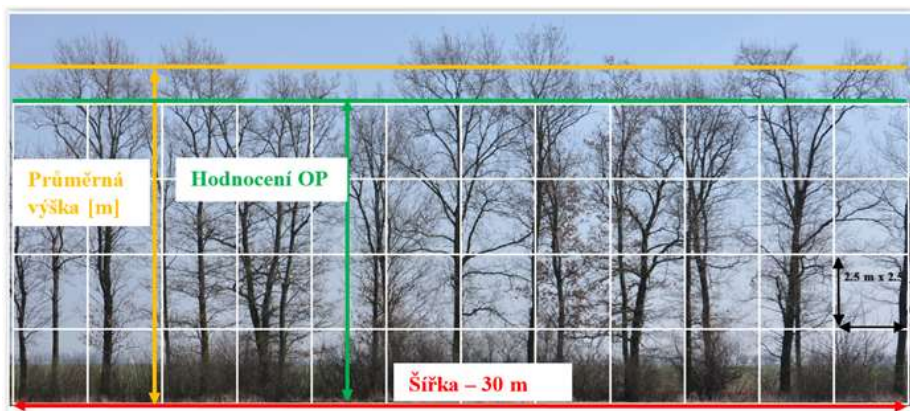


Stanovení OP větrolamů pozemní fotogrammetrickou metodou

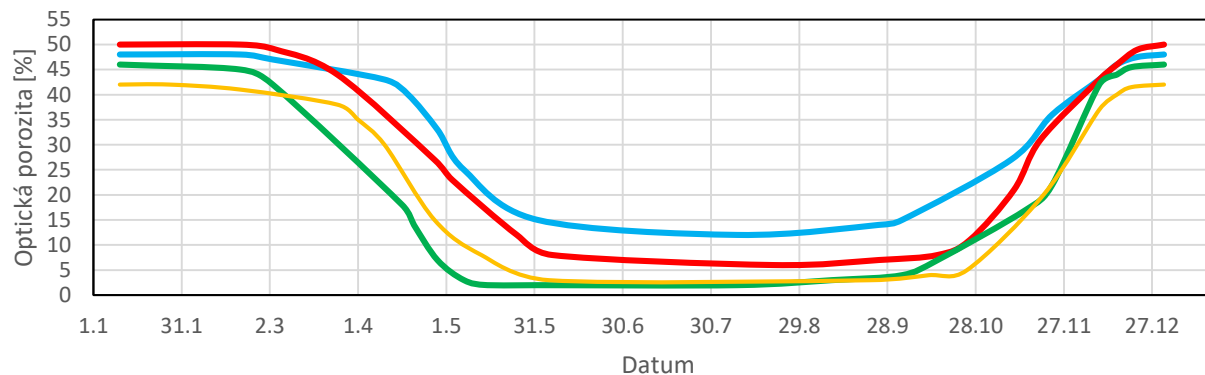
- hodnocení fotografie reprezentativního úseku větrolamu
- OP je brána jako podíl pozadí, viditelného z kolmého směru na větrolam

Postup hodnocení:

- 1) pořízení snímku
- 2) úprava snímku v grafickém SW (např. GIMP); cílem úpravy je barevně rozlišit porost - černá barva a pozadí - bílá barva
- 3) analýza černo-bílého snímku v prostředí ArcGIS for Desktop → OP reprezentativního úseku



Hodnocení prostorové struktury větrolamů





Dobrovíz: 16-18 m vysoký, 3-4 řadý větrolam;

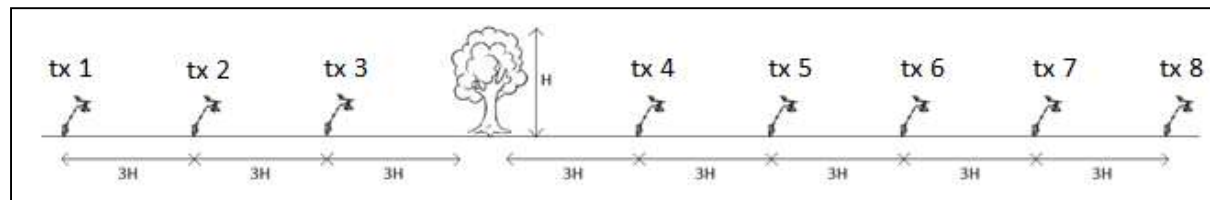
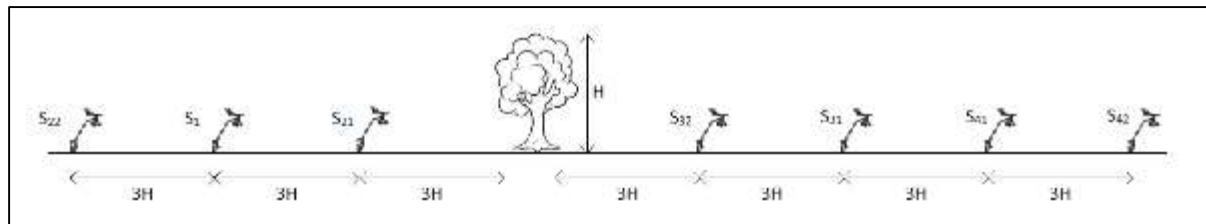
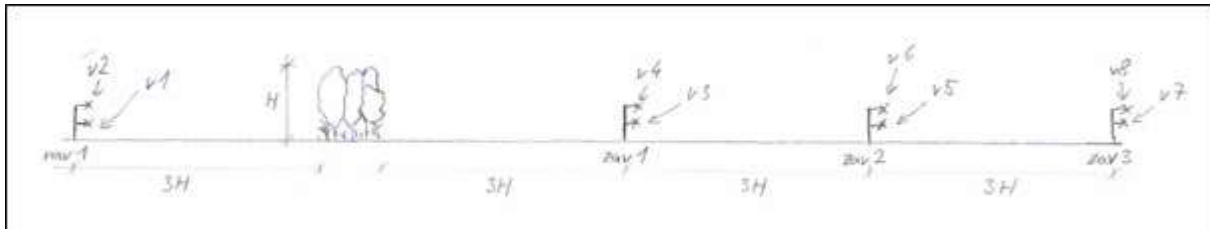


Středokluky: cca 11 m vysoký, 2-3 řadý větrolam;

Klapý: cca 22 m vysoký, 4-5 řadý větrolam;



Měření účinnosti větrolamů

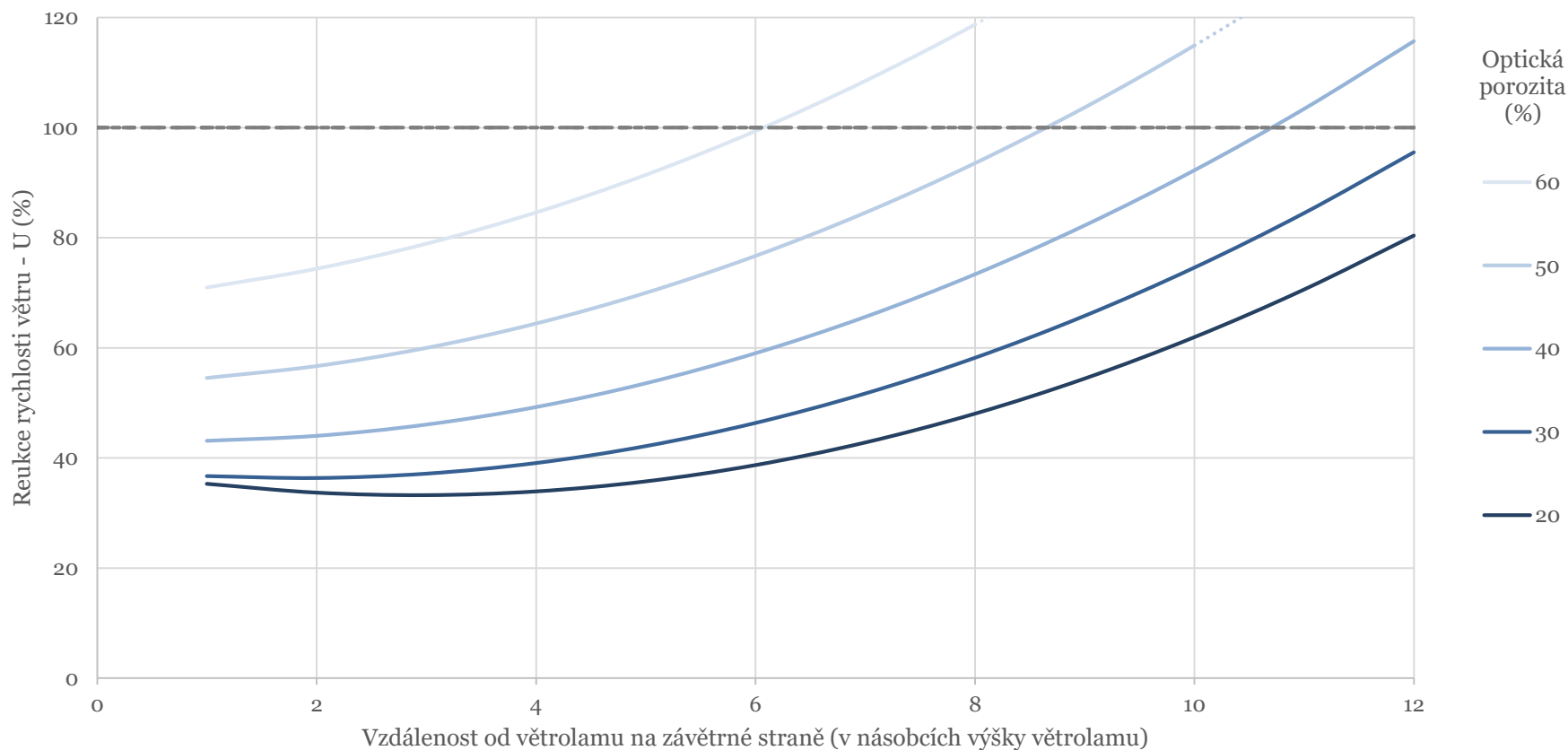


$$U = 52,80619 - 1,239010P - 5,80657 D + 0,12503 OP D + 0,56948 D^2 + 0,02507 OP^2$$

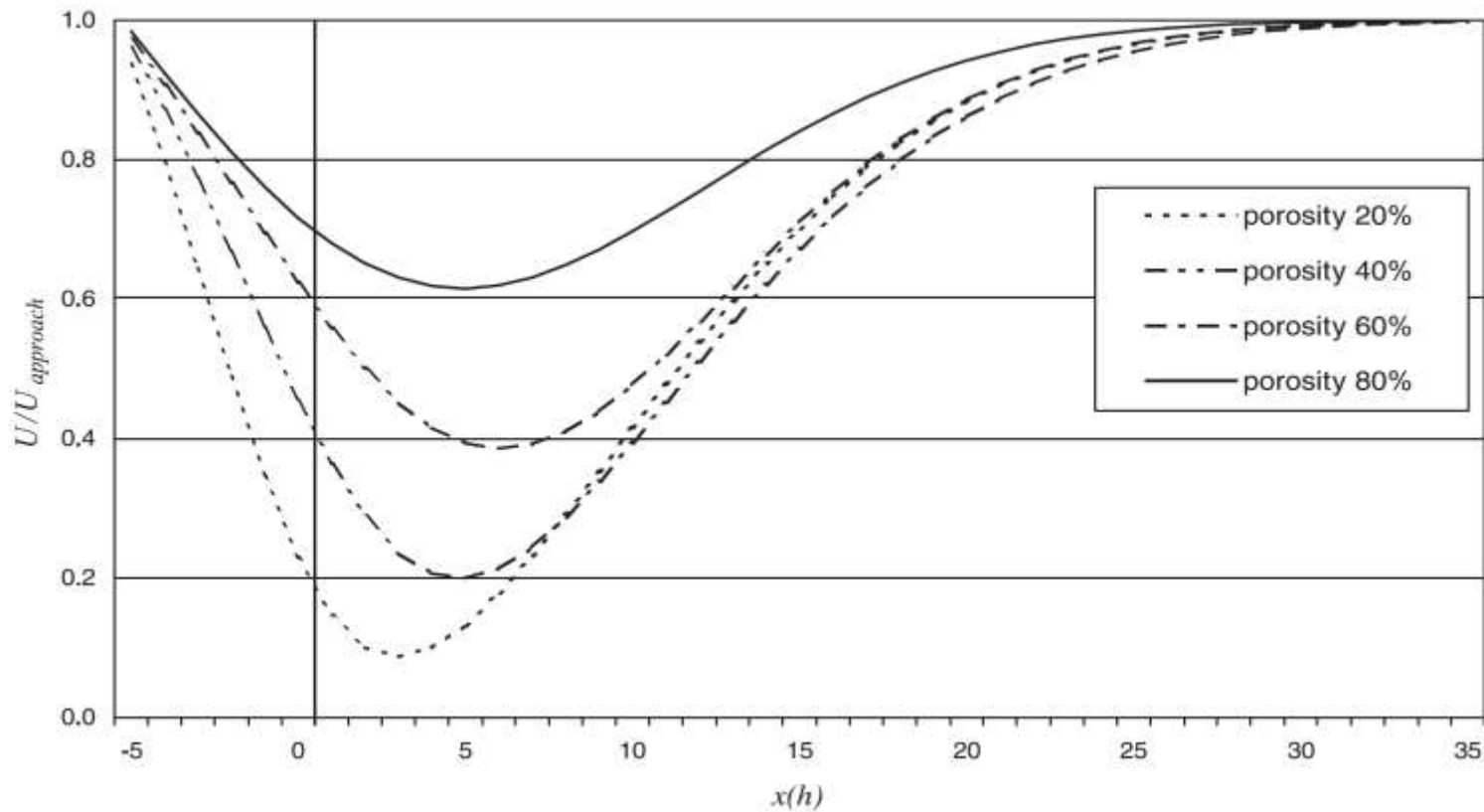
U účinnost větrolamu (v %)

OP hodnota optické porozity (v %)

D vzdálenost od větrolamu v násobcích jeho výšky (-)



Model WEPS – průběh rychlosti větru



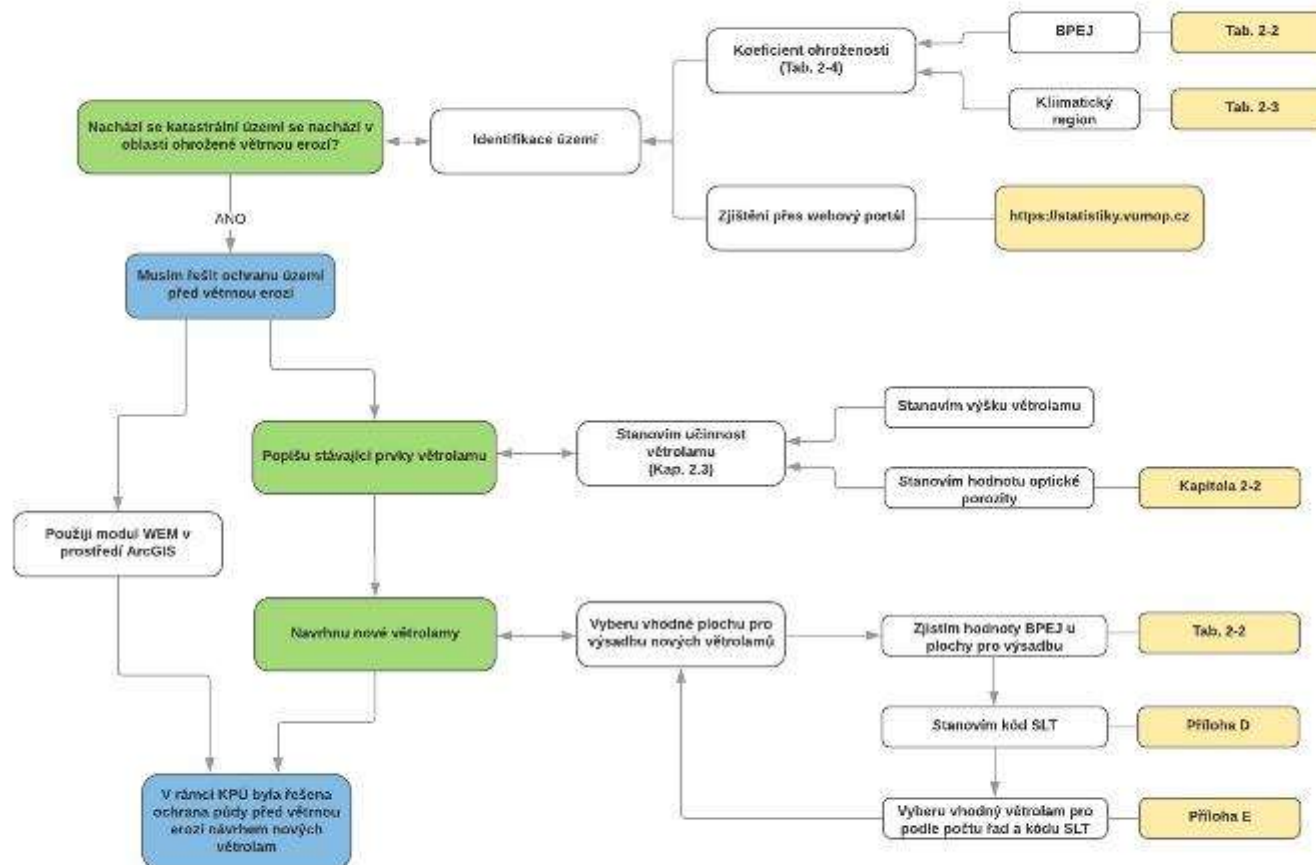
Khel, T., Řeháček, D., Kučera, J., Papaj, V., Vopravil, J., Vacek, S., Vacek, Z.
 (2017) **Metodika hodnocení účinnosti a realizace větrolamů v krajině jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí.** Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-87361-70-2. - Nmet

Obsah

I.	CÍL METODIKY	5
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY.....	5
	VĚTRNÁ EROZE	5
1.1	ŠKODY ZPŮSOBENÉ VĚTRNOU EROZÍ	6
1.2	OCHRANA PŮDY PŘED VĚTRNOU EROZÍ	7
1.3	VĚTROLAMY A JEJICH HODNOCENÍ	8
1.3.1	Stanovení hodnoty optické porozity.....	10
1.3.2	Sezónní změny optické porozity	12
1.4	POZEMKOVÉ ÚPRAVY A VĚTRNÁ EROZE	15
1.5	OBLASTI OHROŽENÉ VĚTRNOU EROZÍ	16
1.6	PŘÍRODNÍ LESNÍ OBLASTI A VĚTRNÁ EROZE	21
1.7	ZAKLÁDÁNÍ VĚTROLAMŮ	24
1.7.1	Výběr vhodných dřevin podle charakteru skupin lesních typů	24
1.7.2	Požadavky na dřeviny do větrolamů	24
1.7.3	Zásady skladby a mísení dřevin ve větrolamech	24
1.7.4	Sadební materiál pro větrolamy	24
1.7.5	Výsadba větrolamů	24
1.7.6	Péče o založené větrolamy	24
1.8	MODEL PRO HODNOCENÍ VĚTRNÉ EROZE.....	24
	2 METODICKÝ POSTUP HODNOCENÍ A REALIZACE VĚTROLAMŮ V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ	36
	2.1 IDENTIFIKACE POZEMKŮ OHROŽENÝCH VĚTRNOU EROZÍ.....	37
	2.1.1 Získání informace za pomoci kódu BPEJ.....	38
	2.1.2 Získání informace s využitím geoportálu.....	40
	2.2 STANOVENÍ HODNOTY OPTICKÉ POROZITY STÁVAJÍCÍCH VĚTROLAMŮ	43
	2.2.1 Stanovení optické porozity z katalogu větrolamů	43
	2.2.2 Stanovení optické porozity z tabulky.....	44
	2.3 STANOVENÍ OCHRANNÉHO PÁSMU STÁVAJÍCÍCH VĚTROLAMU	45
	2.3.1 Stanovení ochranného pásma větrolamů za pomoci optické porozity.....	45
	2.4 NÁVRHOVÉ SLOŽENÍ NOVĚ ZAKLÁDANÝCH VĚTROLAMŮ.....	46
	2.4.1 Přiřazení větrnou erozí ohrožených půd ke SLT.....	46
	2.4.2 Návrh struktury nově vysázených větrolamů.....	46
A.	PŘÍLOHA – SEZNAM DŘEVIN	67
B.	PŘÍLOHA – MODELOVÁNÍ ÚČINNOSTI VĚTROLAMŮ.....	73
C.	PŘÍLOHA – KATALOG VĚTROLAMŮ	108
D.	PŘÍLOHA – PŘEVOD BPEJ NA SLT	108
E.	PŘÍLOHA - NÁVRHOVÉ SLOŽENÍ VĚTROLAMŮ	108
F.	PŘÍLOHA - NÁVRHOVÝ LIST K METODICE ZAKLÁDÁNÍ VĚTROLAMŮ	108

Ochrana půdy větrolamy

POSTUP PŘI NAVRHOVÁNÍ VĚTROLAMŮ

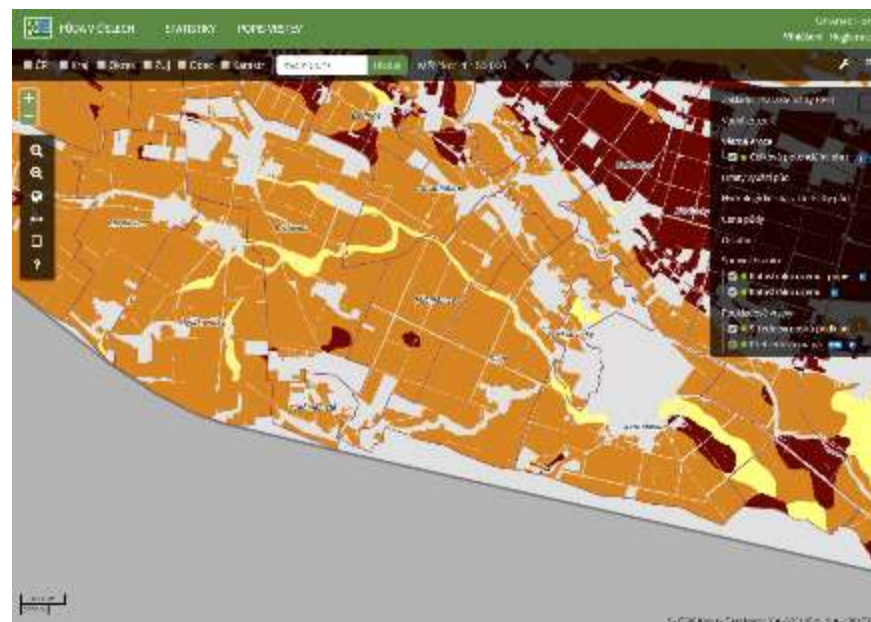


Identifikace pozemků ohrožených větrnou erozí

- **získání informace za pomoci kódu BPEJ** - ohroženost podle JANEČKA A KOL. (2000, 2005, 2012) a PODHRÁZSKÉ A KOL. (2012)
- **získání informace s využitím geoportálu** - geoportál SOWAC-GIS, aplikace Půda v číslech na <https://statistiky.vumop.cz>

HPJ (2. a 3. číslo kódu BPEJ)	Kód klimatického regionu (1. číslo kódu BPEJ)				
	0	1	2	3	4
05	24	20	16	12	8
06	14	14	14	14	14
07	14	14	14	14	14
08	12	10	8	6	4
09	12	10	8	6	4

kategorie	koefficient ohroženosti	stupeň ohroženosti
1	≤ 4	bez ohrožení
2	4,1 - 7,0	půdy náchylné
3	7,1 - 11,0	půdy mírně ohrožené
4	11,1 - 17,0	půdy ohrožené
5	17,1 - 23,0	půdy silně ohrožené
6	$>23,0$	půdy nejohroženější



Stanovení optické porosity stávajících větrolamů

- OP z tabulky

počet řad stromů	1—2			3—4			5 a více řad		
rozmezí	max	prům	min	max	prům	min	max	prům	min
OP zima (%)	58	44	36	45	36	30	34	31	26
OP léto (%)	14	7	3	5	3	1	1	1	0
OP Ø (%)	36	26	20	25	20	16	18	16	13

Keře	
OP zima (%)	6
OP léto (%)	0
OP Ø k (%)	3

$$\emptyset OP = \frac{(H - h) \times \emptyset OP_s + h \times \emptyset OP_k}{H}$$

Kde:

ØOP	Hodnota optické porosity větrolamu (%)
ØOP _s	Hodnota optické porosity stromové části větrolamu (%)
ØOP _k	Hodnota optické porosity keřové části větrolamu (%) = 3 %
H	Průměrná výška větrolamu (m)
h	Průměrná výška keřového patra (m)

- OP z katalogu větrolamů

C. PŘÍLOHA – Katalog větrolamů

Katalog větrolamů

Větrolam 1—2 řadů

Počet řad stromů: 1
Keřové patro: ano
Výška: 15 m
Šířka: 6 m
OP bez olistění: 44 %
OP plně olistění: 7 %
OP průměr za celé období: 25,5 %



Větrolam bez olistění (25 března) – OP = 44 %



Větrolam s plným olistěním (20 srpna) – OP = 7 %

Stanovení ochranného pásma stávajících větrolamu

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

- Využitím OP stávajícího větrolamu lze po dosazení do rovnice určit ochranný vliv
- Návaznost na metodiku kolegů týkající se využití modelu WEM při návrhu a optimalizaci rozmístění větrolamů v krajině

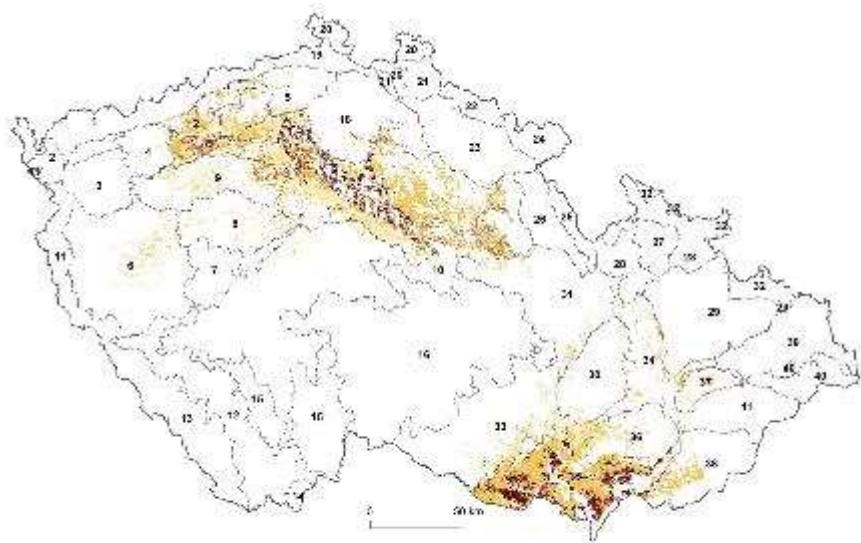
Papaj, V., Novotný, I., Skokanová, E., Petrus, D., Lang, J., Khel, T., Řeháček, D., Kučera, J. (2017). Využití modelu WEM (Windbreak Efficiency Model) při ochraně zemědělské půdy před větrnou erozí. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 978-80-87361-74-0.

Návrhové složení nově zakládáných větrolamů

- Přiřazení větrnou erozí ohrožených půd ke skupinám lesních typů (SLT)

D. PŘÍLOHA – Převod BPEJ na SLT

Převod větrnou erozí ohrožených bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) na skupiny lesních typů (SLT).



Kategorie celkového potenciálu ohrožení větrnou erozí

žlutá - nízký potenciál
oranžová - střední potenciál
červená - vysoký potenciál

černá - hranice států
červená - hranice krajů

Číslo mapy: 1/2018
Vydáno: 1/2018
Měřítko: 1:100 000

0.01.00	1H	0.29.41	1B	<u>1.10.12</u>	1H	1.28.41	1B
.0	1H	0.29.44	1B	1.13.00	1H	1.28.44	1B
.2	1H	0.29.51	1B	1.13.10	1H	1.28.51	1B
0	1H	0.29.54	1B	1.21.10	1S	1.28.54	1B
01	1B	0.32.01	1S	1.21.12	1S	1.29.01	1B
.1	1B	0.32.04	1S	1.21.13	1S	1.29.41	1B
01	1H	0.32.21	1S	1.21.42	1S	1.29.44	1B
.1	1H	0.32.24	1S	1.21.43	1S	1.29.51	1B
0	1H	0.32.31	1S	1.21.52	1S	1.29.54	1B
.0	1H	0.32.34	1S	1.21.53	1S	1.30.01	1B
0	1H	0.32.41	1S	1.22.10	1S	1.30.04	1B
0	1H	0.32.44	1S	1.22.12	1S	1.30.11	1B
.1	1H	0.32.51	1S	1.22.13	1S	1.30.14	1B
01	1H	0.32.54	1S	1.22.42	1S	1.30.41	1B
04	1H	0.40.67	1C	1.22.43	1S	1.30.44	1B
.1	1H	0.40.89	1C	1.22.52	1S	1.30.51	1B
.4	1H	0.41.77	1S	1.22.53	1S	1.30.54	1B
01	1H	0.41.89	1C	1.23.10	1S	1.31.01	1S
04	1H	0.77.69	1D	1.23.12	1S	1.31.04	1S
01	1H	0.77.89	1D	1.23.13	1S	1.31.11	1S
04	1H	0.78.69	1D	1.25.01	1B	1.31.14	1S
.0	1S	0.78.89	1D	1.25.04	1B	1.31.21	1S
0.21.12	1S	<u>1.01.00</u>	1H	1.25.11	1B	1.31.24	1S
0.21.13	1S	1.01.10	1H	1.25.12	1B	1.31.25	1S

• Návrh struktury nově vysázených větrolamů

E. PŘÍLOHA - Návrhové složení větrolamů

Návrhové složení větrolamů je členěno podle počtu řad:

Větrolamy dvouřadé.....	73
Větrolamy třířadé	82
Větrolamy čtyřřadé.....	93

Větrolamy dvouřadé

SLT 1K

Rozestup stromovitých dřevin v řadě 1,5 m, rozestup mezi řadami 2 m, vytvářet trojúhelníkový spon. Mezi stromovitými dřevinami v řadě vysadit vždy 2 keře (TO, KO) v rozestupu 0,5 m. Mezi řadami stromovitých dřevin vysadit vždy 3 keře (TO, KO, HJ, případně i SK) v rozestupu 0,5 m. I u keřů vytvářet trojúhelníkový spon.

DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ
DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ

DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ
DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ	DBZ

Místo LPM* je možné též použít BO.

DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ
DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ	LPM*	DBZ

Místo LPM* je možné též použít BO.

DBZ	DBZ	LPM	DBZ	DBZ	LPM	DBZ	DBZ	LPM
BO	DBZ	DBZ	LPM	BO	DBZ	DBZ	LPM	BO

SLT 2K

Rozestup stromovitých dřevin v řadě 1,5 m, rozestup mezi řadami 2 m, vytvářet trojúhelníkový spon. Mezi stromovitými dřevinami v řadě vysadit vždy 2 keře (TO, KO) v rozestupu 0,5 m. Mezi řadami

1) BPEJ v šíři navrhovaného větrolamu

BPEJ	zestoupení* (m ² /odhad % plochy)	SLT (příloha D)

4) požadavky na šíř pozemků pro návrh (m)

požadavky na šíř větrolamu podle schématu****	
další požadavky (pícnice, cesty):	
celkem potřeba šíře pozemku:	

*při jedné z možností

**dřeviny u keře uvádět zkratkou - příloha A; do

pořádku schématu vepřít zkratku dřeviny

***mezi stromovitými dřevinami v řadě vysadit 2 keře

v rozestupu 0,5 m; mezi řadami stromovitých dřevin

vysadit 3 keře v rozestupu 0,5 m; u keřů vytvářet

trojúhelníkový spon

****nutné upravit 2 m odstup od zemědělnického

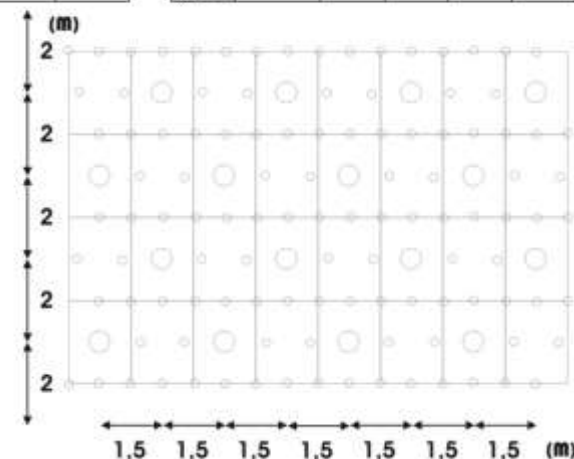
pozemku

2) Převažující BPEJ/SLT

BPEJ	SLT

3) Schéma navrhovaného větrolamu (příloha E)**

keře***	ano** / ne	zkratka druhu keře



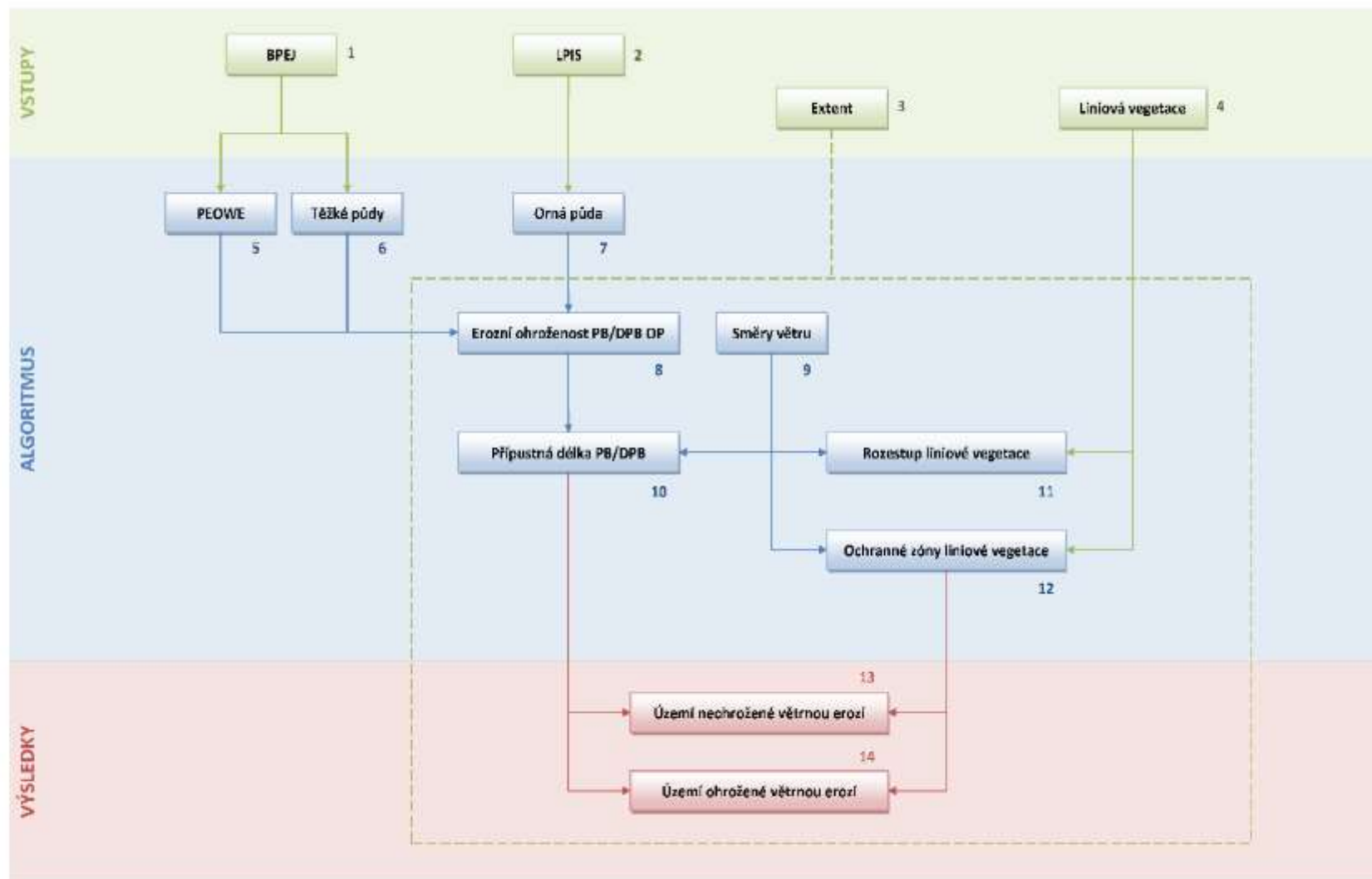


Modelu WEM (Windbreak efficiency model)

Model WEM je:

- Model pro hodnocení účinnosti větrolamů a ohroženosti území větrnou erozí
- Vyvíjen ve VÚMOP, v.v.i. od roku 2010 v rámci výzkumné činnosti (QH82099 a QJ1330121).
- Interaktivní model implementovaný v prostředí GIS.
- Založený na metodice potenciální ohroženosti lehkých (Janeček, 2000) a těžkých půd (Podhrázská 2011), **které doplňuje o další relevantní faktory** (parametry větrů, větrolamů a pozemků).

Model pro hodnocení účinnosti větrolamů – Windbreak efficiency model (WEM) – konceptuální model



Rozvoj modelu WEM v rámci řešení projektu

- Implementace modulu pro detailní vyhodnocení účinnosti části větrolamu,
- Implementace zrnitosti a vlhkosti půdy
- Implementace 2 funkcí závislosti účinnosti větrolamu na jeho parametrech (OP, výška)
- Implementace směrů a rychlostí větrů
- Implementace neostrých množin při hodnocení přípustných délek pozemků

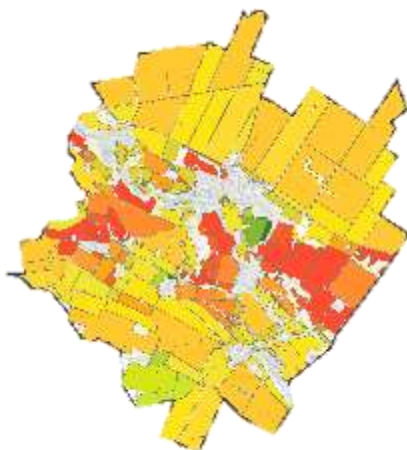


Ukázka vyhodnocení účinnosti části větrolamu (Dobrovíz)

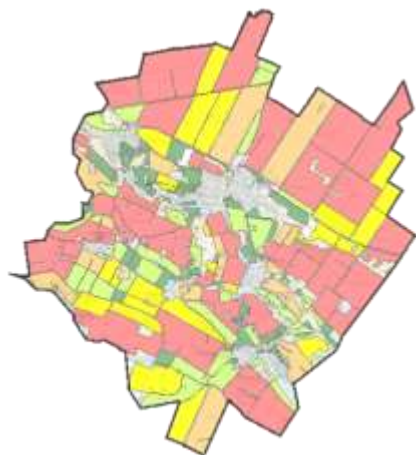
Ukázky z modelu WEM



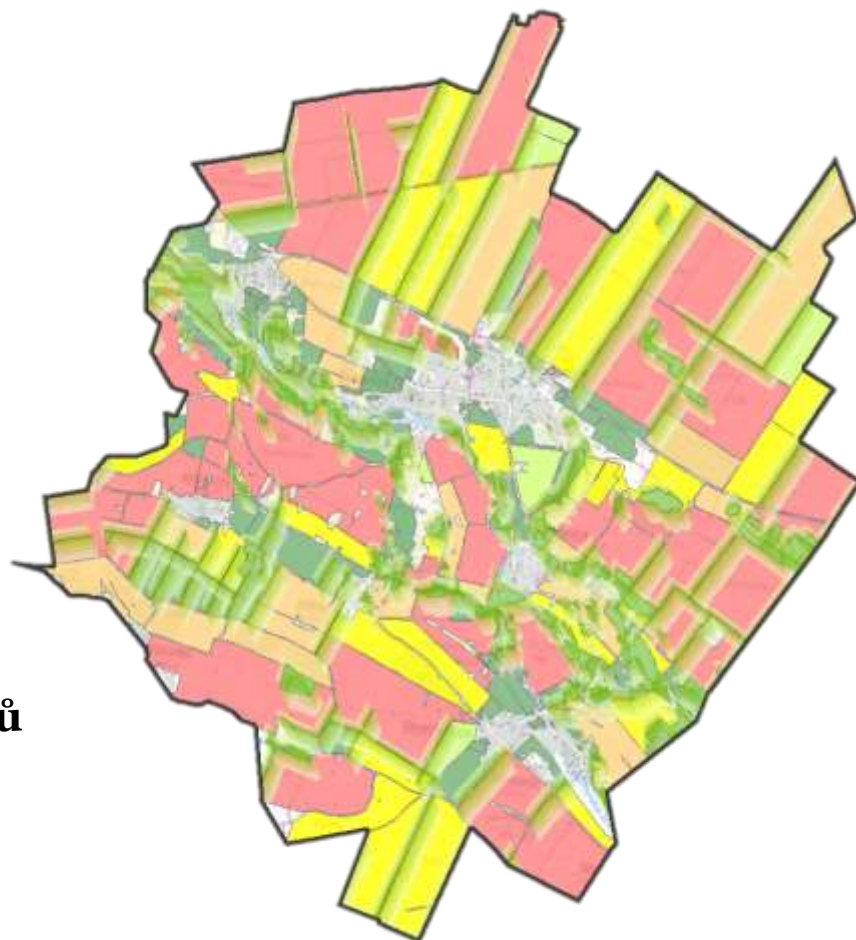
**Vstupní data (BPEJ,
LPIS, Větrolamy)**



**Ohroženost pozemků
podle BPEJ**



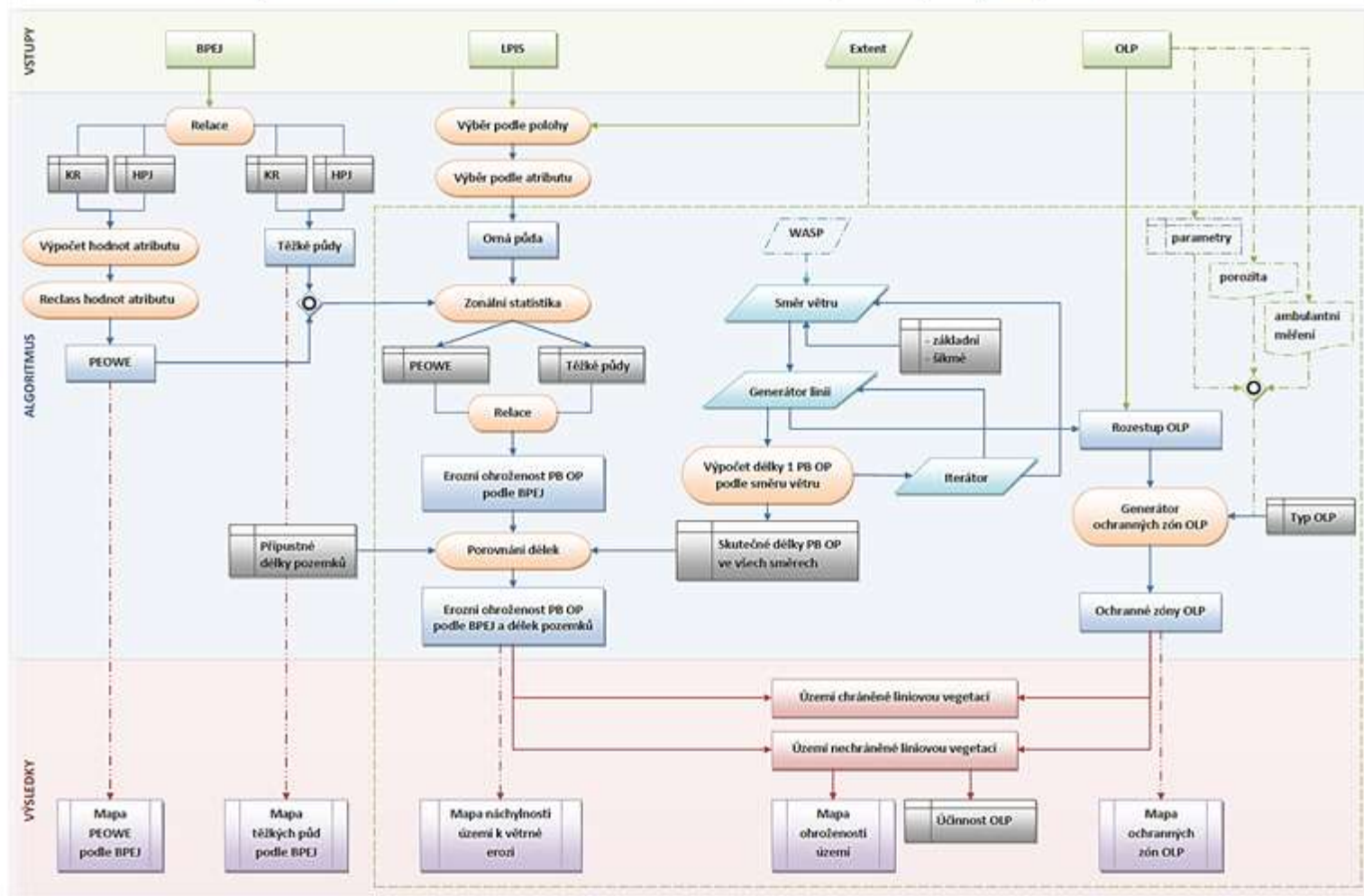
**Ohroženost pozemků
podle přípustných délek**



**Výsledky vyhodnocení ohroženosti území
větrnou erozí a ochranné zóny větrolamů**

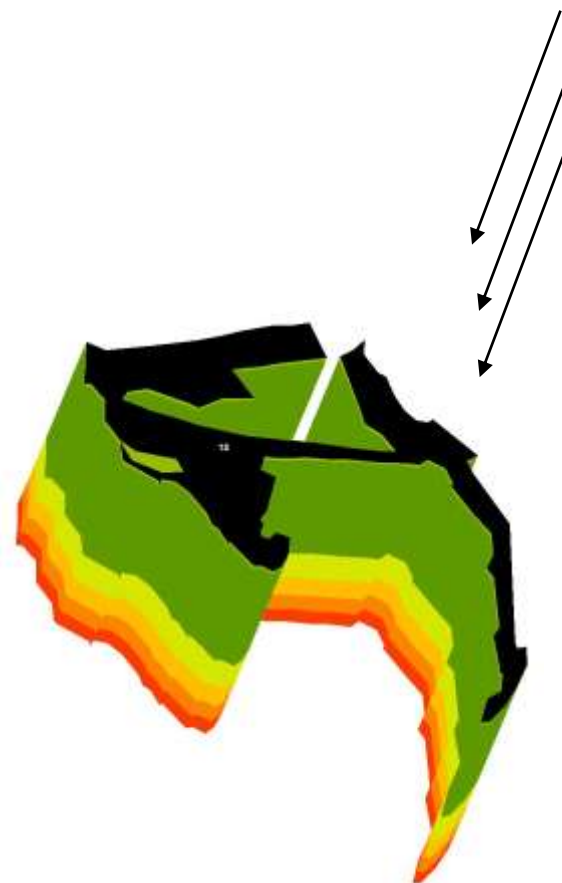
- Dostupnost modelu WEM:
 - Aktuálně po konzultaci s VÚMOP, v.v.i. – individuální případy
 - Interaktivní webová aplikace na geoportálu VÚMOP, v.v.i.
 - 2019 – první spuštění, testování
 - 2020 – oficiální spuštění interaktivního nástroje
- Model Atlas: na podkladě modelu WEM (2021?)
- Metody výpočtu potencionální ohroženosti pozemků:
 - Dle Janečka (2000)
 - Dle Podhrázké (2007) – vliv těžkých a lehkých půd
 - Dle nových poznatků
- Metody výpočtu ochranných zón okolo větrolamů
 - Dle Janečka (2005)
 - Dle Středové (2011)
 - Dle Řeháčka (2017)
 - Dle nových poznatků

Model pro hodnocení účinnosti větrolamů – Windbreak efficiency model (WEM) – implementace v GIS

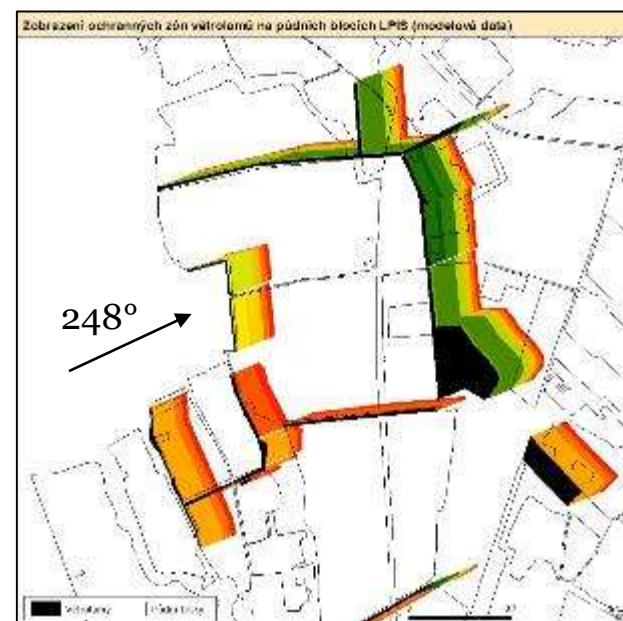
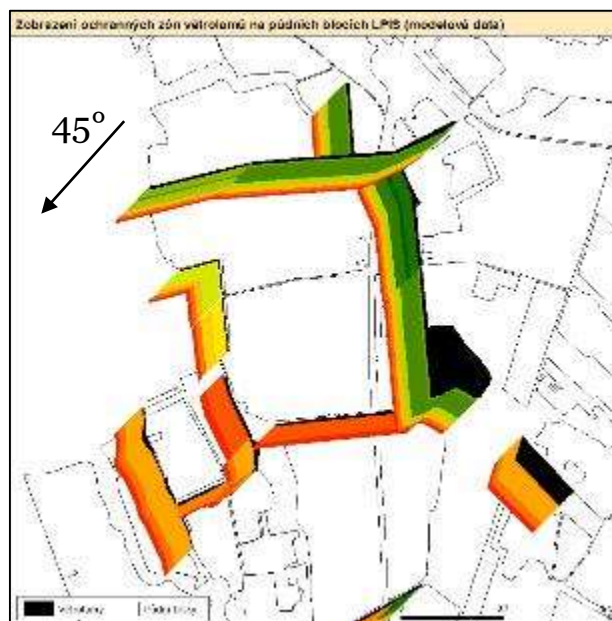
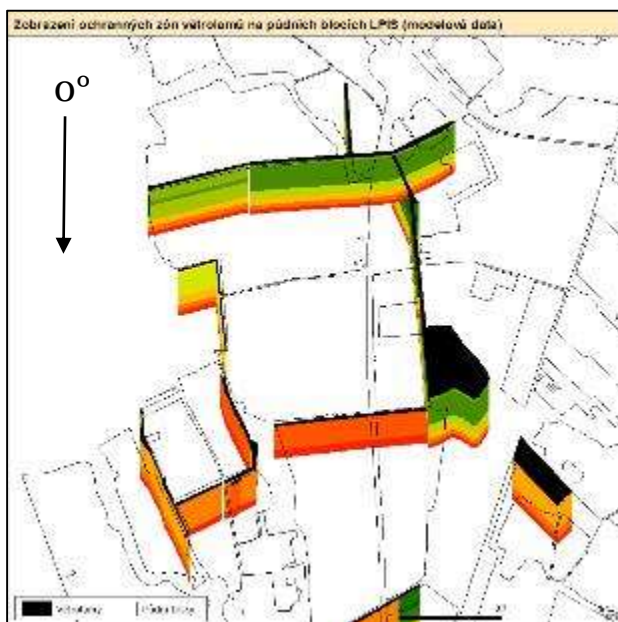


Generování ochranných zón větrolamů

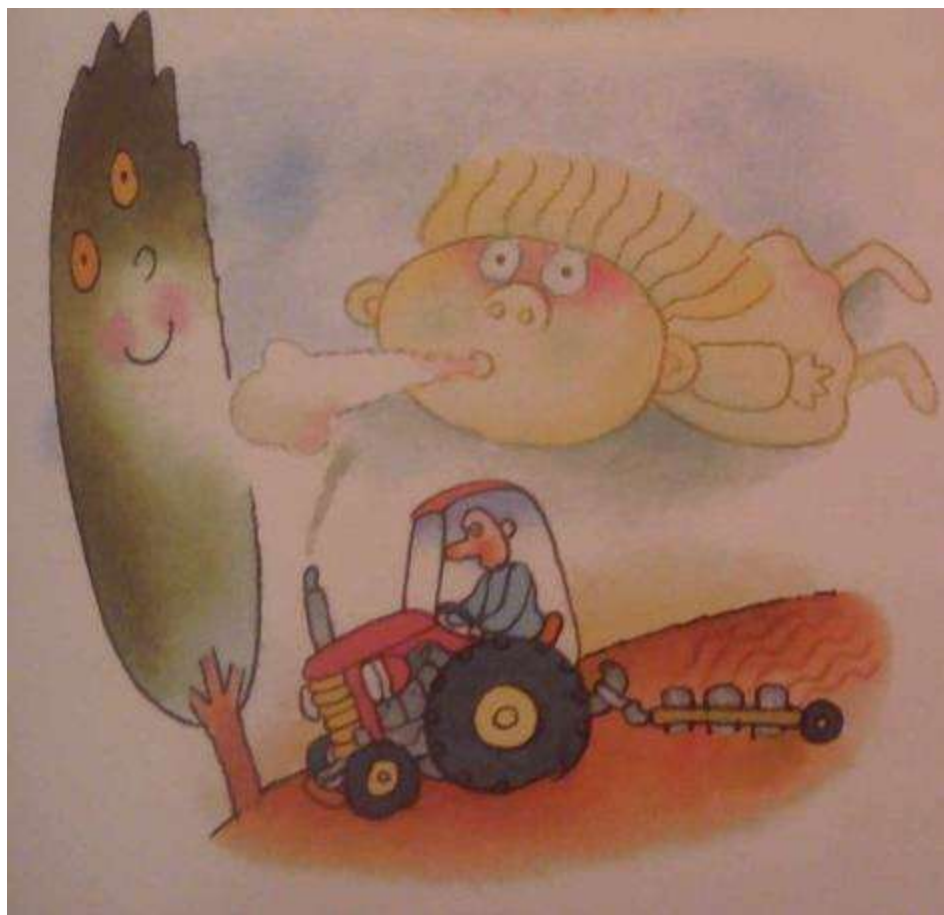
- Za pomoci modelu WEM prostřednictvím kombinovaných regresních rovnic
- Větrolamu se stanoví tzv. optická porostia, což je měřitelný ekvivalent prodouvavosti
- Na porositě závisí počet zón, jejich účinnost a délka



Zobrazení účinnosti větrolamů – různé směry a porosity



Děkuji Vám za pozornost.



Topol

Stojí topol v pozoru,
dívá se až k obzoru.
V poli stojí na stráži
a všem větrům překáží.

ČERNÍK, M., FILCÍK, G.
(2014). Knížka pro děti od
dvou do pěti. Knižní klub. 96
s. ISBN 978-80-242-4392-4.
– **výsledek typu „O“**



rehacek.david@vumop.cz