

Zakládání a údržba větrolamů ve zhoršených pedoklimatických podmínkách





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

Lidická 25/27, 602 00 Brno

e-mail:

<https://www.vumop.cz>

<https://geoportal.vumop.cz>

Zpracoval:

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

Doc. Ing. Jana Podhrázká Ph.D.

Ing. Josef Kučera

Ing. Vladimír Papaj, Ph.D.

Mgr. Matěj Janoušek

Ing. Jan Lang

Ing. Ivan Novotný

AgroprojektPSO, s.r.o.:

Ing. Daniel Doubrava

doc. Dr. Ing. Petr Doležal

Mendelova univerzita v Brně:

prof. Ing. Miloš Pejchal, CSc.

Doc. Ing. Hana Středová Ph.D.

Doc. Ing. Tomáš Středa Ph.D.

Ing. Petra Fukalová, Ph.D.

Oponenti:

RNDr. Tomáš Litschmann, Ph.D. – AMET - sdružení Litschmann & Suchý

Ing. František Pavlík, Ph.D. – Pracovník odboru orgánu státní správy; Státní pozemkový úřad České republiky

Poděkování:

Pracovníkům firmy AtlasDMT za spolupráci na vývoji modulu „Větrná eroze“. Poděkování patří zejména panu Ing. Petru Křížkovi.

Dedikace:

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QK1710197 „Optimalizace metod hodnocení ohroženosti území větrnou erozí a návrhů ochranných opatření v zemědělsky intenzivně využívané krajině“ (80 %) a výzkumného záměru MZe č. RO0218 (20 %).

Metodika byla certifikována Odborem zemědělských registrů Ministerstva zemědělství ČR vydáním osvědčení č. 1/2022SPU/O ze dne 18.1.2022

© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2021

ISBN: 978-80-88323-68-6 (PDF)

Obsah

ÚVOD	5
CÍL 6	
1 Východiska metodiky	7
1.1 Teoretický základ větrné eroze	7
1.2 Stanovení intenzity větrné eroze	7
1.3 Následky větrné eroze	8
1.4 Větrná eroze v kontextu vývoje klimatu	10
1.5 Metodické uchopení problematiky větrné eroze v ČR	12
2 Novost metodiky	13
2.1 Stanovení erozní ohroženosti a navrhování protierozních opatření	13
2.1.1 Příprava podkladů / vstupní vrstvy	14
2.1.1.1 Mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně-klimatických faktorů	14
2.1.1.2 Celorepubliková databáze vegetačních bariér (Identifikace trvalých vegetačních bariér)	15
2.1.1.3 Oblasti vymezující působení nejvýraznějších erozně nebezpečných větrů	16
2.1.1.4 Erozně hodnocené plochy (LPIS – veřejný registr půdy)	17
2.1.2 Syntéza faktorů	18
2.1.2.1 Vyhodnocení vlivu ochranných zón vegetačních bariér na potenciální ohroženost větrnou erozí	18
2.1.2.2 Vyhodnocení tolerovaných délek erozně hodnocených pozemků	19
2.1.3 Softwarový modul větrné eroze v programu AtlasDMT	20
2.1.3.1 Grafické prostředí	21
2.1.3.2 Vybrané obecné objekty používané v aplikaci	21
2.1.3.3 Obecné principy ovládání	22
2.1.3.4 Vstupní data	22
2.1.4 Interaktivní webová mapová aplikace na geoportálu SOWAC-GIS	31
2.2 Druhá skladba větrolamů a metody jejich projektování v měnících se klimatických podmínkách	35
2.2.1 Zásady pro použití dřevin v podmínkách možných změn klimatu	35
2.2.2 Stávající větrolamy a potřeba jejich obnovy	37
2.2.3 Metody rekonstrukce/obnovy větrolamu	41
2.2.4 Metody založení nového větrolamu	42
2.3 Zakládání a údržba větrolamů - praktické návody	44

2.3.1	Předprojektová příprava.....	44
2.3.2	Projektování včetně projednání, příprava pro realizaci	44
2.3.3	Realizace včetně dozorování	45
2.4	Zakládání větrolamů jako vegetačních prvků s výraznou autoregulací – vzorový projekt.....	45
2.4.1	Založení větrolamu	49
2.4.2	Zajištění porostů	51
3	Srovnání novosti postupů.....	52
4	Popis uplatnění certifikované metodiky	53
5	Ekonomické aspekty	54
6	Seznam použité literatury	55
7	Seznam publikací, které předcházely metodice	59
	Seznam obrázků	61
	Seznam tabulek	62

ÚVOD

Předkládaná publikace má pomoci jejím uživatelům reagovat na měnící se klimatické podmínky a jejich možné dopady na zemědělskou krajinu, zejména tam, kde je potřeba chránit půdu před degradací a projevy eroze. Nejvhodnějšími prvky ochrany proti větrné erozi vždy byly a jsou větrolamy, plnicí v krajině i jiné ekosystémové služby. Historicky byly zakládány na lesních půdách a obhospodařovány lesnický. Při zakládání či obnově větrolamů na lesním pozemku nelze opominout vazbu na lesnickou legislativu (lesní zákon č. 285/1995 Sb., a prováděcí vyhlášky č. 83 a 84/1996 Sb.), z které vyplývají postupy zakládání a údržby lesa na pozemcích určených k plnění funkce lesa (PUPFL). Obnovou lesa i specifických větrolamů – ochranných lesních pásů (OLP) se zabývají dosti podrobně Ústav pro hospodářskou obnovu lesa (ÚHÚL) a některé lesní správy Lesů ČR. V současné době je však velké množství nově zakládaných větrolamů umisťováno na zemědělské (orné) půdě, na pozemcích většinou vymezených v rámci pozemkových úprav nebo jiných krajinnotvorných projektů. Takto zakládané prvky tedy mají zcela odlišné nároky na stanoviště, druhovou skladbu, následnou pěstební péči. Podrobněji se tedy tato metodika zabývá zakládáním a údržbou větrolamů na pozemcích mimo PUPFL v kontextu klimatické změny.

V úvodních částech metodiky je krom základních informací o problematice větrné eroze provedeno stručné shrnutí dosavadních publikovaných metodických postupů a návodů pro praxi užívaných v rámci České republiky. Cílem bylo jednak zachovat v určitých tématech kontinuitu, jednak vymezit odlišnosti v zaměření zpracovávaných metodik.

Aby nově zakládané i stávající větrolamy plnily svoji funkci jak jednotlivě, tak v systému, jsou v publikaci popsány postupy ke stanovení erozní ohroženosti území větrnou erozí a k návrhům optimálního prostorového a funkčního umístění protierozních opatření. Pro tyto potřeby byl vyvinut SW modul větrné eroze v desktopové aplikaci ATLAS DMT. Postup modelování a navrhování scénářů, představený v této publikaci, umožňuje projektantům rychle připravit optimální řešení. Rovněž je zde představena webová aplikace modelu WEM, sloužící širší skupině uživatelů k orientačním návrhům liniových prvků a jejich ochranných zón.

Stěžejní částí metodiky je akcent na potřebu reagovat na vývoj klimatu výběrem vhodné taxonomické skladby navrhovaných prvků a praktické návody na zakládání a údržbu adaptabilních větrolamů na zemědělské půdě. Výsledky vycházejí z výsledků analýz řady větrolamů, prováděných odborníky z výzkumné a projekční praxe i z dlouholeté praxe v projektování a výstavbě prvků liniové trvalé vegetace.

CÍL

Cílem metodiky je zprostředkování informací o nových poznatcích v problematice větrné eroze s akcentem na návrhy adaptačních opatření v souvislosti se změnou klimatu. Metodika poskytuje návody k zakládání a údržbě adaptabilních větrolamů, k výběru vhodné druhové skladby v nepříznivých podmínkách a jejich optimálního prostorového a funkčního umístění v síti krajiny.

Rovněž poskytuje informace o metodách stanovení erozní ohroženosti území a provádění návrhů ochranných opatření pomocí nově vyvinutých softwarových nástrojů, určených především projektantům pozemkových úprav, popřípadě zpracovatelům dalších krajinotvorných opatření.

1 Východiska metodiky

1.1 Teoretický základ větrné eroze

Intenzita větrné eroze je ovlivňována mnoha činiteli. Mezi ně patří klimatické podmínky (rychlost a směr větru, úhrn srážek, teplota a vlhkost vzduchu), půdní a geologické faktory (povaha horninového substrátu, půdní druh a typ, velikost a tvar půdních částic, drsnost půdního povrchu), faktory vegetační (pokryv půdy rostlinami či rostlinnými zbytky), zohlednit se musí i geomorfologie (tvar a rozložení svahů, výskyty plání a závětrných míst). Důležitý je i vliv člověka, tedy antropogenního faktoru (délka a orientace pozemku k převládajícímu směru větru, způsob hospodaření na pozemku, možnost závlahy půdy). Různá antropogenní a přírodní narušení krajiny mohou zvýšit rizika větrné eroze, která může být se suchem zesílena. Již nyní lze předpokládat, že větrná eroze bude v budoucnu ještě závažnější z důvodu nižšího obsahu půdní vlhkosti.

K oblastem nejvíce ohroženým větrnou erozí v České republice patří Polabí a jižní Morava. Jistou anomálií představuje jihovýchodní Morava pod Bílými Karpatami, protože v této oblasti se vyskytují převážně těžké půdy, které zpravidla nebývají náchylné k větrné erozi. Za určitých povětrnostních podmínek a při nevhodném způsobu hospodaření však větrná eroze působí značné škody i na půdách těžkých, kdy zásadní roli hraje průběh meteorologických prvků v průběhu zimy.

1.2 Stanovení intenzity větrné eroze

Intenzita větrné eroze se dá zkoumat pomocí různých metod, které je v základu možno dělit na reálné měření erozních projevů anebo jejich modelování.

Terénní metody měření intenzity větrné eroze zahrnují široké spektrum různých přístupů (vegetační, pedologický, nivelační, morfologický, volumetrický, fotogrammetrický, historický), avšak jako nejvhodnější se jeví metoda tunelová a deflametrická. Tunelová metoda se používá především v laboratorních podmínkách. Prostřednictvím aerodynamického tunelu se napodobují větrné podmínky působící v terénu na půdní povrch. Při pokusech v aerodynamickém tunelu bylo zjištěno, že v odneseném materiálu převládají částice určitých velikostí. Odnosu větrem nejvíce podléhají částice půdy o velikosti 0,25–0,40 mm. Čím je vyšší obsah jílovitých částic v půdě (částic menších než 0,01 mm), tím je vyšší odolnost těchto půd vůči erozi, neboť tyto částice se shlukují do agregátů, které odolávají náporu větru (WANG ET AL., 2019). CHEPIL (1958) na základě výzkumů v aerodynamickém tunelu, stanovil hranici mezi půdními částicemi, které jsou náchylné k odnosu větrem (tzv. erodovatelnými) a půdními částicemi odolnými (tzv. neerodovatelnými) na velikost 0,84 mm (a označil ji jako tzv. kritické minimum). Při deflametrické metodě se používá zařízení zvané deflametr, který slouží k odchytu větrem unášených půdních částic. Kromě deflametrů, využívaných přímo v terénu, existují i konstrukce používané při experimentech v laboratořích. Existuje celá řada různých deflametrů o různých konstrukcích.

Modelování větrné eroze začalo počátkem šedesátých let pro semikvantitativní odhad ztrát půdy – standardně se uvažuje s metodou „WEQ“ (WOODRUFF AND SIDDOWAY, 1965). Tato metoda se celosvětově používá pro výpočet potenciálního rizika větrné eroze – např. RIZGALLA (2014) v Súdánu, KLIK (2004) v Rakousku atd. Naopak některé přesné modely větrné eroze založené na GIS, např. „WEELS“ (Větrná eroze na evropských lehkých půdách), jsou velmi náročné na data a jejich

praktická aplikace je takto omezená. Pro kvantifikaci půdního rizika se často používají modely založené na fyzikálních procesech (WEQ, WEPS, RWEQ) v kombinaci s metodami GIS. Tyto modely však byly vyvinuty především pro agroekologické podmínky Severní Ameriky. Jsou primárně použitelné na relativně malé oblasti, o kterých je známo, že jsou náchylné k větrné erozi (WEBB ET AL., 2006; LEYS, 1999). V Německu byl použit kompromisní způsob odhadu rizika větru. Jedná se o normu DIN 19706:2013-02 „Kvalita – Stanovení rizika eroze půdy způsobené větrem“. Mapa „Potenciální riziko větrné eroze na orných půdách v Německu“ vychází z pedologických (kategorie půdy, obsah humusu) a klimatických faktorů (průměrná roční rychlost větru ve výšce 10 metrů nad zemí); informace o využití půdy jsou odvozeny z datového souboru krajinného pokryvu CORINE. Podobný koncept pro hodnocení větrné eroze v Íránu (data vegetačního pokryvu založená na dálkovém průzkumu z MODIS NDVI, základní mapa textur půdy a data o rychlosti větru z meteorologických stanic) použil MIRMOSAVI (2016).

1.3 Následky větrné eroze

Větrná eroze působí škody na zemědělské půdě nejen odnosem půdních částic, hnojiv a prostředků na ochranu rostlin, ale i obnažováním kořinek rostlin a přesekáváním jemných stonků mladých rostlin větrem unášenými zrny zeminy. Usazováním nesených půdních částic vznikají škody na budovách, dochází k zanášení silnic, železnic, příkopů a nepříznivé účinky se projevují také na stromech a keřích. Jemné prachové částice jsou unášeny do značné vzdálenosti a jejich vysoké koncentrace způsobují jednak plicní a oční onemocnění lidí a hospodářských zvířat, jednak se dostávají do motorů strojů a automobilů a snižují jejich životnost. Současně dochází také ke znečištění ovzduší zvyšováním obsahu chemických látek z odnášených aplikovaných hnojiv a v dnešní době se do popředí zájmu dostává také znečištění ovzduší mikroplasty s doposud neznámým vlivem na lidské zdraví (REZAEI ET AL., 2019) Na problematiku mikroplastů v souvislosti s větrem a dopady na životní prostředí a zdraví poukazuje také WRIGHT (2020). Rostoucí tlaky na využívání půdy vedou k emisím prachu a znečištění atmosféry PM částicemi. Jeho hlavním zdrojem na venkově je samozřejmě provoz na nezpevněných cestách. XI ET SOKOLIK (2016) kvantifikovali antropogenní prachové emise ze zemědělské půdy v aridních podmínkách. Jejich výsledky prokázaly závislost antropogenního prachu na půdním pokryvu na zemědělské půdě. YULEVITCH ET AL (2020) identifikovali rychlost větru spouštějící emise prachu ze sprašových půd jako $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Procesy emisí prachu mají velké důsledky pro ztrátu půdy a vystavení člověka znečištění ovzduší. KATRA (2020) studoval dopady narušení půdy lidskou činností na agregaci půdy a pohyb prachových částic PM10. Jemné suspendované částice v atmosféře také způsobují narušení provozu letadel a vozidel a představují zdravotní riziko (HUDSON ET CARY, 1999; NEL, 2005).

Škody způsobené větrnou erozí rozlišujeme na on-site a off-site. Škody on-site vznikají deflací nejjemnějších půdních částic a organické hmoty z vrchní části půdy a tím dochází nejenom ke snižování hloubky půdního profilu, ale také ke ztrátám člověkem vnesených živin. Škody off-site nevznikají přímo v oblasti působení větrné bouře, ale mohou se projevit i ve značné vzdálenosti od centra větrné eroze. Jedná se zejména o akumulaci pevných částic jemných frakcí půdy včetně na ně vázaných chemických látek (hnojiva, pesticidy, herbicidy atd.) na okolních polích a mohou způsobovat i znečištění povrchových vod. Není možné jednoznačně konstatovat, které ze škod převládají. I když se názory rozcházejí, je zřejmé, že obě přinášejí vysoké ekonomické ztráty a musí se vynakládat velké finanční náklady na likvidaci škod po větrné erozi. Podrobně jsou tyto škody popsány v KHEL A KOL. (2017).



Obr. 1-1 Zavátí komunikace po prašné bouři na těžkých půdách u obce Suchá Loz (foto: J. Kučera, jaro 2018)



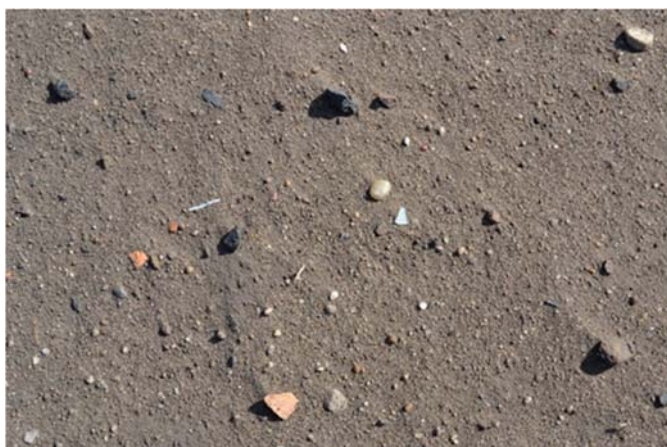
Obr. 1-2: Zavátí komunikace u Mikulova (foto: J. Kučera, 2018)



Obr. 1-4: Prašná bouře u Břeclavi (foto: J. Kučera, 2017)



Obr. 1-3: Zarovnávání hrubé brázdy (planace) u Hodonína (foto: J. Kučera, 2014)



Obr. 1-5: Skeletizace půdy působením větrné eroze u Hodonína (foto: J. Kučera, 2014)

1.4 Větrná eroze v kontextu vývoje klimatu

V klimatickém systému probíhá obrovské množství rozmanitých, vzájemně provázaných procesů a jeho stabilita dlouhodobě ovlivňuje fungování lidské společnosti. K pedogenetickým procesům dochází ve svrchní části větralinového pláště a jejich průběh závisí, kromě typu a struktury horniny, expozici reliéfu, charakteru organismů, přítomnosti organických a anorganických kyselin a podzemní vody, především na podnebí. Na pozadí přirozené variability klimatu dochází k jeho změnám v důsledku zvýšení koncentrace skleníkových plynů. Tyto změny lze s určitou mírou spolehlivosti předpovídat s využitím emisních scénářů a globálních klimatických modelů, které jsou určitou analogií numerických modelů používaných v předpovědi počasí. V 5. hodnotící zprávě IPCC (AR5) byly pro nové simulace pomocí klimatických modelů, provedené v rámci projektu CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) Světového programu výzkumu klimatu (WCRP), použity nové scénáře – RCP (Representative Concentration Pathways). Ve všech scénářích RCP jsou koncentrace CO₂ v roce 2100 vyšší než v současnosti, a to v důsledku dalšího nárůstu kumulativních emisí CO₂ do atmosféry v 21. století. Mezivládní Panel pro změnu klimatu uvádí ve své poslední zprávě (IPCC, 2021), že se oproti letům 1850-1900 velmi pravděpodobně průměr globální povrchové teploty v letech 2081-2100 zvýší o: 1,0 až 1,8 °C – scénář velmi nízkých emisí skleníkových plynů; 2,1 až 3,5 °C – střední scénář; 3,3 až 5,7 °C – scénář velmi vysokých emisí skleníkových plynů. V minulém století se průměrná teplota vzduchu při zemském povrchu zvýšila celosvětově o 0,7 °C, v Evropě dokonce o 0,95 °C (JESSEL, 2009).

V porovnání s obdobím 1850-1900 je i v České republice průměrná teplota vyšší o 2 °C. Vyšší teplota znamená vyšší výpar, což i při průměrných srážkách znamená, že v krajině začíná dlouhodobě chybět voda (ČHMÚ, 2021). Do budoucna se s velkou pravděpodobností na našem území dají předpokládat následující nepříznivé účinky klimatické změny, jak je již v minulosti identifikoval Český hydrometeorologický ústav (Stanovisko, 2007):

- (1) Nárůst četnosti a intenzity výskytu extrémních povětrnostních jevů:
 - a) Nebezpečné mohou být povodně způsobené dlouhodobými srážkami i náhlé záplavy vyvolané místními bouřkami a přivalovými dešti.
 - b) Ostatní typy extrémních povětrnostních jevů (vítr, bouřky, vlny velmi nízkých teplot, rostoucí počet malých tornád atd.) budou patrně čtenější.
 - c) Prodlouží se délky a zvýší se četnost výskytu vln vysokých letních teplot.
- (2) Nejvýznamnější změny nastanou v dlouhodobém rozložení teplot a srážek:
 - a) Zvýší se průměrné teploty, dojde k posunu maximálních a minimálních teplot.
 - b) Změní se rozložení srážek – méně jich bude v létě a na jaře, více pak v pozdním podzimu a v zimě.
 - c) Nastanou změny v délce a trvání sněhové pokrývky – bude méně dnů se sněžením, sněhová pokrývky se bude posouvat do vyšších nadmořských výšek.
 - d) Častěji budou nastávat relativně delší období sucha v pozdním jaru, v létě či v časném podzimu.

Souhrnně je možno uvést, že z hlediska negativních dopadů změny klimatu představuje i pro ČR jednu z největších hrozeb zvýšený výskyt extrémních meteorologických situací, k nimž patří i výskyt sucha, silného větru a teplotní výkyvy, které se paralelně s probíhajícími změnami ve využití krajiny v konečném důsledku projevují i zvýšeným rizikem výskytu větrné eroze půdy. Uvedené meteorologické situace vedou k vyšší genezi sucha ve svrchní vrstvě půdy, která je z hlediska rozvoje větrné eroze zásadněji než obecné hodnocení průměrných klimatických poměrů. Tuto skutečnost

potvrzují i údaje z meteorologického monitoringu v České republice od počátku šedesátých let. Z nich sice vyplývá, že ačkoli rychlost větru na našem území se ve sledovaném období nezvyšuje, svou roli sehrává zvyšování teploty prostředí, které potvrzuje rostoucí lineární trend průměrných měsíčních teplot vzduchu u všech analyzovaných klimatologických stanic. Dle informací Ministerstva zemědělství je tedy zřejmé, že dopad očekávané klimatické změny se projeví na výrazném rozšíření půd ohrožených větrnou erozí. Podle empirického modelu pro simulaci ztráty půdy erozí zvýšení teploty vzduchu o 1 °C zvýší větrnou erozi v průměru o 31 t.km⁻².rok⁻¹, ale zároveň sníží odnos půdy vodou v průměru o 5 t.km⁻².rok⁻¹. Hodnoty erozně klimatického faktoru během sledovaného období 1961 až 2003 rostou, což teoreticky znamená zvýšení potenciální ohroženosti půdy větrnou erozí. Rostoucí trend je nejvíce patrný u stanic v teplých, suchých oblastech. Také scénáře klimatické změny predikují zvýšení hodnot erozně klimatického faktoru.

Změna klimatu se dotýká také biologických opatření proti větrné erozi, a sice větrolamů. Ve vztahu ke dřevinám má základní význam skutečnost, že se (1) zvýší stres z nedostatku vody v letním období a (2) i když se zvýší průměrné teploty v zimě a klesne počet arktických dnů (ROŽNOVSKÝ AJ., 2010), dají se i nadále předpokládat výrazné mrazy a/nebo dlouhé zimy (ROLOFF, MEYER, 2008). Je též důležité, že časnější nástup podmínek pro vegetaci neznamena automaticky, že se odpovídajícím způsobem posune i konec období s nebezpečím pozdních mrazů. Proto je pravděpodobná delší perioda ohrožení dřevin tímto způsobem (ROLOFF, MEYER, 2008; ROLOFF, GILLNER, BONN, 2008; ZMĚNA, 2011). Extrémní povětrnostní výkyvy zvyšují riziko zlomů a vývrátů (ROLOFF, MEYER, 2008), spekuluje se i o tom, že vlhčí zimy by mohly zvýšit pravděpodobnost sněhových polomů stálezelených jehličnanů ve vyšších polohách (GRABL, 2008). Z možného oteplení atmosféry a zvětšení výskytu klimatických extrémů lze odvodit nejen zvýšené vystavení dřevin stresovým faktorům abiotického původu, ale i změnu biotických složek prostředí. Lze tak očekávat, mimo jiné, významný nárůst fytopatologických problémů způsobených chorobami a škůdci, velmi pravděpodobně se však bude zvyšovat i rozsah chřadnutí bez jednoznačně určitého škodlivého faktoru. Poznání reakce dřevin na změnu klimatu komplikuje řada skutečností. ROLOFF A MEYER (2008) v této souvislosti uvádí, že dopad těchto změn není okamžitě viditelný. Jejich účinky totiž překrývají nebo doplňují další antropogenní vlivy, jako jsou škodlivé imise, přehnojení, ovlivnění hladiny podzemní vody, fragmentace krajiny a rostoucí význam škodlivých organismů, ať už domácích či cizích, jejichž přítomnost a rostoucí agresivita často se změnami klimatu přímo či nepřímo souvisí. Změna klimatu působí spolu s těmito lokálně velmi rozdílnými vlivy selekční tlak na dřeviny, jejichž reakční schopnost prostřednictvím genetických přizpůsobení, respektive na úrovni populací, je i u lesnický nejvýznamnějších dřevin na počátku vědeckého zkoumání. Důvodem této situace je vedle problémů „technického“ rázu jistě i dlouhý reprodukční cyklus mnohých dřevin. Za dostatečně vědecky prokázaný považují výše uvedení autoři vliv změny klimatu na *Populus nigra* L. a *P. × canadensis* Moench, které jsou znevýhodněné náchylností na suchem podmíněné vzduchové embolie při vedení vody ve dřevě. Jako další příklad uvádí tyto autoři též *Quercus robur* L., jež ukazuje – ve srovnání s *Q. petraea* (Matt.) Liebl. – za současných změn klimatu silnější symptomy poškození.

V zásadě mohou nastat tři základní situace: taxon je ke změnám klimatu indiferentní, jeho vitalita se snižuje, nebo naopak zvyšuje. V posledním případě může dojít i k jeho invazi či expanzi; viz např. PLEŠNÍK (2010), PYŠEK ET AL. (2012), SÁDLO ET AL (2020, 2021).

1.5 Metodické uchopení problematiky větrné eroze v ČR

Průkopníkem výzkumu větrné eroze v českých zemích byl doc. Vlastimil Pasák, který formuloval závislosti intenzity větrné eroze na půdně klimatických faktorech a na základě experimentů ve větrném tunelu vypracoval rovnice, určující tyto závislosti. Zastřešujícím metodickým podkladem pro problematiku eroze půdy v České republice je řada metodik kolektivu autorů pod vedením prof. Janečka. V současnosti je platná metodika JANEČEK A KOL. (2012) „Ochrana zemědělské půdy před erozí“. Tato metodika však fenomén větrné eroze řeší jen jako součást širšího komplexu řešení rizika eroze, a to prostřednictvím stručně samostatné kapitoly zabývající se výpočtem erodovatelnosti půdy větrem a typy opatření proti větrné erozi.

S větrnou erozí v metodické a metodologické rovině v podmínkách České republiky pracuje podrobněji následující pětice certifikovaných metodik, kdy každá přistupuje k této problematice z jiné perspektivy. Těžištěm je problematika opatření proti větrné erozi, jmenovitě otázka větrolamů.

Metodika „Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině“ (PODHRÁZSKÁ A KOL., 2008) je zaměřena na optimalizaci konstrukce větrolamů, jejich optimální druhové skladby, péče a situování směru a zapojení v síti. Důležité jsou také návrhy na jejich doplnění, rekonstrukci a obnovy tak, aby působily integrovaně. Návrh sítě větrolamů je nutno podpořit objektivními hledisky, odůvodňujícími směr a způsob výsadby, doporučené parametry (délka, výška, šířka) větrolamů a jejich prostorové rozložení v krajině. Návrhu by měla předcházet analýza erozních rizik v území, hodnocení účinnosti stávajících prvků protierozní ochrany a hodnocení účinnosti navrhovaných opatření. Za tímto účelem byl v metodice vypracován postup, umožňující analýzu území z hlediska ohroženosti pozemků větrnou erozí a následný návrh na optimální uspořádání sítě větrolamů včetně návodu na rekonstrukci a obnovu stávajících.

Cílem metodiky „Hodnocení účinnosti trvalých vegetačních bariér v ochraně proti větrné erozi“ (PODHRÁZSKÁ A KOL. 2011) je stanovit a popsat metody a postupy pro určení propustnosti (porozity) trvalých vegetačních bariér. Metodika umožňuje určit míru snížení rychlosti vzdušných mas protékajících bariérami a tím určit jejich účinnost proti škodlivým účinkům větrné eroze. Metodika se zabývá zejména porozitou větrolamů a modely k predikci větrných podmínek (WASP - Wind Atlas Analysis and Application Program a WEng - WASP Engineering).

Text „Metodiky hodnocení účinnosti a realizace větrolamů v krajině jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí“ (KHEL A KOL., 2017) se věnuje problematice větrné eroze v České republice a možnostem hodnocení, či návrhu opatření ke zmírnění jejích negativních dopadů na půdu. Metodika je členěna na dvě části – část teoretickou a metodickou. Svým způsobem navazuje na předchozí metodické postupy v hodnocení erozních rizik a efektivitu větrolamů, je však soustředěna více na lesnickou problematiku vymezování rizikových oblastí a návrhu nových prvků ochrany proti větrné erozi. Je zde provedeno vymezení přírodních lesních oblastí a navržen výběr vhodných dřevin podle charakteru skupin lesních typů (SLT). Praktická část metodiky poskytuje návod na převod BPEJ na SLT a podrobně popisuje návrhové složení větrolamů dle SLT.

Cílem certifikovaná metodiky „Řízení rizika větrné eroze“ (DOLEŽAL A KOL., 2017) je analyzovat, vyhodnotit a popsat možnosti zmírnění rizika větrné eroze v podmínkách České republiky na zemědělsky obdělávaných pozemcích. Zaměřuje se především na definici postupů hodnocení rizika větrné eroze na základě analýzy procesu větrné eroze a analýzy jednotlivých faktorů; definování oblastí potenciálních závažných projevů větrné eroze a navrhování postupů řízení rizika opatřeními

2.1.1 Příprava podkladů / vstupní vrstvy

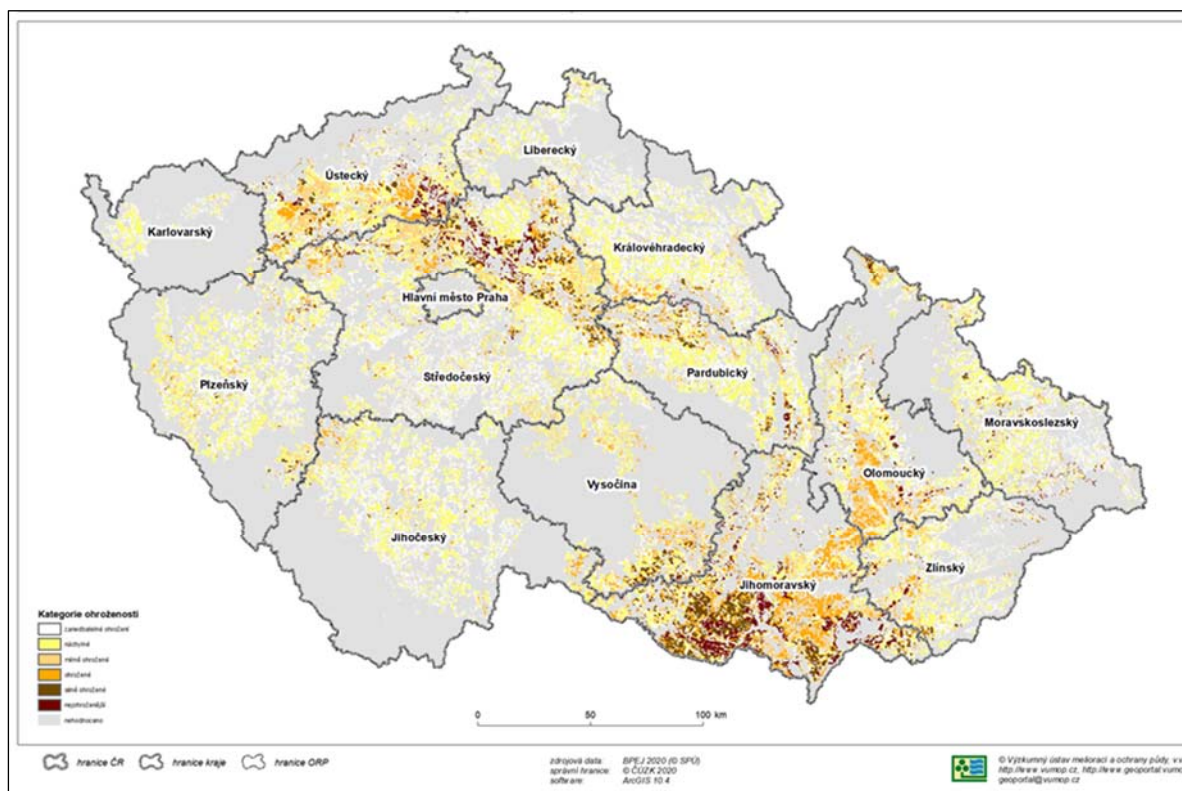
Kapitola popisuje využití datové podklady a stručné postupy tvorby těchto podkladů.

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

Pro vymezení oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí byly využity mapové vrstvy, vytvořené na základě informací o erodibilitě zemědělských půd a o klimatických charakteristikách (povětrnostní, teplotní a vlhkostní podmínky). Syntézou vrstvy faktorů půdních a klimatických byla vytvořena mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně – klimatických faktorů (Obr. 2-2) v šesti kategoriích ohroženosti (Tab. 2-1). Postup tvorby tohoto mapového díla je uveden v metodice DOLEŽAL A KOL. 2017 a mapa je nyní přístupná online na geoportálu SOWACGIS VUMOP. Mapu je dále možné stáhnout (v různých datových formátech) z portálu AgriGIS (Tematická stránka půda). Aktuální informace o dostupnosti datových vrstev budou vždy dostupné na geoportálu SOWACGIS VUMOP (Aplikace „Řízení rizika větrné eroze“).

Tab. 2-1: Popis kategorií ohroženosti větrnou erozí

Kategorie ohroženosti	Název kategorie	RGB kód kategorie
1	bez ohrožení	255,255,255
2	půdy náchylné	255,255,115
3	půdy mírně ohrožené	255,211,127
4	půdy ohrožené	255,170,0
5	půdy silně ohrožené	115,76,0
6	půdy nejohroženější	115,0,0



Obr. 2-2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí vyjádřená v kategoriích erozní ohroženosti

2.1.1.2 Celorepubliková databáze vegetačních bariér (Identifikace trvalých vegetačních bariér)

Trvalé vegetační liniové prvky patří k neúčinnějším opatřením proti větrné erozi. V dnešní době se stále více dostává do popředí i jejich ekologický význam. Jsou náhradou za zlikvidovanou roztroušenou zeleň při vytváření velkých půdních celků, ovlivňují mikroklima lokality, mají význam estetický a krajnotvorný.

Míru jejich ochrany půdy v lokálním měřítku je možné popsat pomocí jejich potenciální účinnosti. Aby bylo možné zahrnout tento faktor i v rámci regionalizace půd ohrožených větrnou erozí a upřesnit rozsah půd ohrožených erozí podle mapy na obr. 2-2, byla vytvořena celostátní databáze trvalých vegetačních bariér. Pro tvorbu databáze vegetačních bariér byly využity dostupné databáze Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů, Lesů České republiky, Ministerstva zemědělství ČR (LPIS), Ministerstva životního prostředí a Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Pro potřeby kategorizace prvků byl vytvořen klasifikační algoritmus v prostředí GIS, který zatřídil prvky v databázi, dle zvolených kritérií. Kritéria pro kategorizaci byla následující:

- Větrolam (včetně OLP)¹ – poměr délky k šířce prvku je min. 4:1; šířka prvku max. 30 m (lokálně max. 50 m).
- Ostatní liniové vegetační bariéry (Stromořadí, břehový porost) – poměr délky ku šířce prvku je min. 4:1; šířka prvku max. 6 m.
- Malé lesní celky – menší než 15 ha (lokálně 30 ha).

Pro naplnění účelu databáze byly identifikovány i prvky ostatních trvalých liniových vegetačních bariér (OVB), které svým účinkem zkracují nechráněnou délku pozemku.

Po dokončení klasifikačního algoritmu bylo provedeno časově náročné ověření správnosti zatřídění prvků. Ověření bylo provedeno nad aktuální ortofotomapou (2020_02_11 - Obr. 2-3). Ověření bylo provedeno pro katastrální území (dále jen k.ú.), v kategoriích ohroženosti 5 (velmi vysoká míra rizika ohrožení), 4 (vysoká míra rizika ohrožení). Současně s ověřováním správnosti provedené klasifikace byla prováděna digitalizace prvků, které nebyly zahrnuty v dostupných databázích. Dále byla provedena korekce prostorového umístění prvků z dostupných databází.

Pro výsledné modelování ochranných zón byly zatříděny identifikované trvalé vegetační bariéry (viz Tab. 2-2).

¹ Pro identifikaci ochranných lesních pásů (OLP) bylo využito kategorizace lesů z lesních hospodářských plánů (databáze ÚHÚL). Z této databáze, lze identifikovat lesy zvláštního určení v subkategorii les se zvýšenou funkcí půdoochrannou, vodochrannou, klimatickou nebo krajinnou (kód 32e). Jako větrolamy pak byly definovány všechny další liniové prvky s primární funkcí půdoochrannou, splňující daná kritéria, mimo lesní půdu.



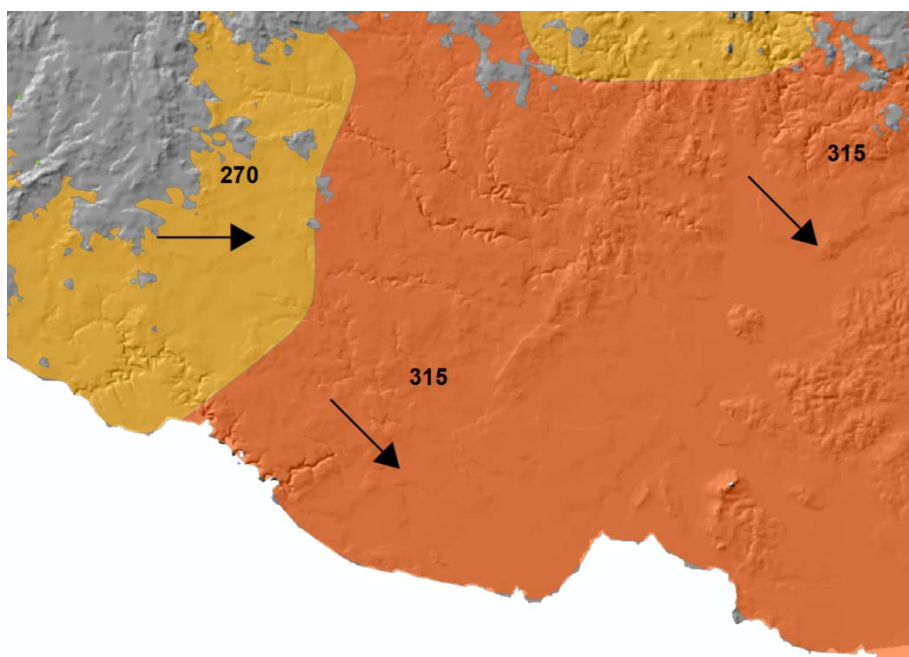
Obr. 2-3: Příklad provedené korekce prostorového umístění OLP z databáze ÚHÚL. Fialové prvky před korekcí a oranžové prvky po korekci nad aktuální ortofotomapou (Vlevo). Doplnění větrolamů (hnědá barva) mimo databázi ÚHÚL (vpravo).

Tab. 2-2: Kategorizace prvků v databázi vegetačních bariér pro potřeby modelování ochranných zón

KÓD	Název	Popiska	Charakter prvku	Ochranná zóna
1	Větrolam	V	Liniový	Ano
2	Stromořadí	S	Liniový	Ano
3	Břehový porost	BP	Liniový	Ano
4	Malé lesní celky	MLC	Plošný	Ne
5	Les	L	Plošný	Ne
6	Ochranný lesní pás	OLP	Liniový	Ano

2.1.1.3 Oblasti vymežující působení nejvýraznějších erozně nebezpečných větrů

Pro modelování ochranných zón vegetačních bariér je nutné znát převládající směry erozně účinných větrů v okolí hodnocených větrolamů. Za tímto účelem byly zkonstruovány větrné růžice (ČHMÚ). Konstrukce větrných růžic se týkala zásadně prvku Dmax/Fmax, tedy maximálního nárazu větru a jeho směru za 2 nebo 1 sekundu. Byl stanoven procentický podíl 15minutovek, respektive 10minutovek s nárazem větru nad 10 m.s^{-1} . Prahová hodnota rychlosti větru 10 m.s^{-1} (měřeno ve výšce 10 m nad povrchem) vyplývá ze závěrů předchozích měření týmu, kdy bylo zjištěno, že přízemní rychlost větru je cca třetinová až poloviční oproti rychlosti větru v 10 m. Rychlost $3,3 \text{ m.s}^{-1}$ (a větší) je potom minimální vlečná rychlost pro půdní částice na suché lehké půdě. Výsledný směr větrů byl dán výraznějším směrem větrů vybraného z jarního a podzimního období pro danou stanic. Výsledný nejvýraznější směr byl vztažen k oblasti, které charakterizovala příslušnost k dané stanici. Pro stanovení oblastí bylo využito interpolačních nástrojů (kriging a metoda nejbližšího souseda) v prostředí ArcGIS Desktop. Jako podkladové vrstvy byly využity lokace stanic ČHMÚ a digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G, © ČÚZK).



Obr. 2-4: Ukázka oblastí vymezující působení nejvýraznějších erozně nebezpečných větrů (Na obrázku jsou znázorněny dvě barevně rozlišené oblasti). Šípky na obrázku ukazují, kam vítr vane.

2.1.1.4 Erozně hodnocené plochy (LPIS – veřejný registr půdy)

Pro plošné vymezení erozně hodnocených ploch z hlediska větrné eroze byly využity půdní bloky (dále jen PB) z databáze LPIS (<https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>).

Z definice v LPIS půdní blok představuje:

- a) **Souvislou plochu zemědělsky obhospodařované půdy, která je v terénu zřetelně oddělena (např. lesním porostem, zpevněnou komunikací apod.).**
- b) Souvislou vodní plochu využívanou pro účely chovu ryb.
- c) Souvislou plochu zalesněné půdy.
- d) Ekologicky významný prvek.

Půdní blok je základní jednotkou evidence půdy LPIS o minimální výměře 0,01 ha (100 m²). Důvodem výběru PB jako ploch pro aktualizaci vrstvy ohroženosti větrem je skutečnost, že jsou zřetelně odděleny od okolních terénních prvků. To znamená, že mezi sousedními PB je např. krajinný prvek, les, zastavěné území, silnice (se stromořadím), vodní tok nebo vodní plocha (s břehovým porostem). To jsou prvky, které mohou mít poměrně výrazný vliv na vznik a průběh větrné eroze. U dílu půdních bloků (DPB) toto pravidlo neplatí, takže mezi sousedními bloky nemusí existovat žádná překážka, která by mohla mít vliv na vznik větrné eroze. To by způsobovalo problémy při výpočtu délky pozemků a vyhodnocení překročení maximálních tolerovaných délek pozemků. Pokud není možné použít přímo polygony PB, je nutno vytvořit polygon erozně hodnocené plochy (EHP), která může zahrnovat více PB (DPB) nebo naopak. Vždy je nutné pečlivě vyhodnotit, zda hranice PB je účinná proti větrné erozi (například u komunikace nebo vodního toku bez doprovodné trvalé vegetace toto neplatí).

2.1.2 Syntéza faktorů

Tato kapitola se věnuje popisu syntézy vrstev pro zohlednění ochranných zón vegetačních bariér a tolerovaných délek pozemků na podkladě *Mapy oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí na podkladu půdně-klimatických faktorů*.

2.1.2.1 Vyhodnocení vlivu ochranných zón vegetačních bariér na potenciální ohroženost větrnou erozí

Vstupní vrstvy:

- Oblasti potenciálně ohrožené větrnou erozí (Mapa)
- Erozně hodnocené plocha (EHP)/ (PB) – zemědělská půda
- Ochranné zóny vegetačních bariér

Ke každé větrné bariéře lze vytvořit ochranou zónu v převládajícím směru větru, která představuje plochu chráněnou před účinky větrné eroze a dělí se na závětrnou a návětrnou stranu. Šířku takové zóny lze určit na základě více přístupů (PASÁK A KOL. 1984, JANEČEK A KOL. 2005, PODHRÁZSKÁ A KOL. 2008, STŘEDOVÁ A KOL. 2012, ŘEHÁČEK A KOL. 2016 atd).

Pro potřeby modelování v našem případě byla zvolena metoda pevně stanovených zón dle kategorie vegetačního prvku viz Obr. 2-3 (PODHRÁZSKÁ A KOL. 2008) popřípadě lze využít metodu stanovené optické porozity větrolamu (blíže STŘEDOVÁ A KOL. 2012, též publikováno v metodice DOLEŽAL A KOL. 2017).

Tab. 2-3: Ochranné zóny větrných bariér (PODHRÁZSKÁ, J. A KOL. (2008) Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině, metodika VÚMOP, v.v.i.)

Potenciální ohroženost pozemku (kód)	Závětrná strana [m]	Návětrná strana [m]
Větrolam (1, 6)	300	100
Ostatní vegetační bariéry (2, 3)	150	50
Male lesní celky (4) a les (5)	nehodnoceno	Nehodnoceno

Uvažovaný vliv vegetačních bariér se ve výsledné vrstvě projeví změnou kategorie potenciální ohroženosti na základě Tab. 2-4. Tzn. část pozemku, která je chráněna vegetační bariérou nabyde kategorii (stupeň) ohroženosti 1. Vegetační bariéry tedy snižují ohroženost v ochranné zóně na nejnižší možný stupeň. Na nechráněné části pozemku se ohroženost nemění.

Tab. 2-4: Schéma pro uvažování vlivu vegetačních bariér na potenciální ohroženost větrnou erozí

Kategorie potenciální ohroženosti	Kategorie potenciální ohroženosti části plochy pozemku s výskytem ochranné zóny	Kategorie potenciální ohroženosti zbývající plochy pozemku bez výskytu ochranné zóny
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	1	4
5	1	5
6	1	6

2.1.2.2 Vyhodnocení tolerovaných délek erozně hodnocených pozemků

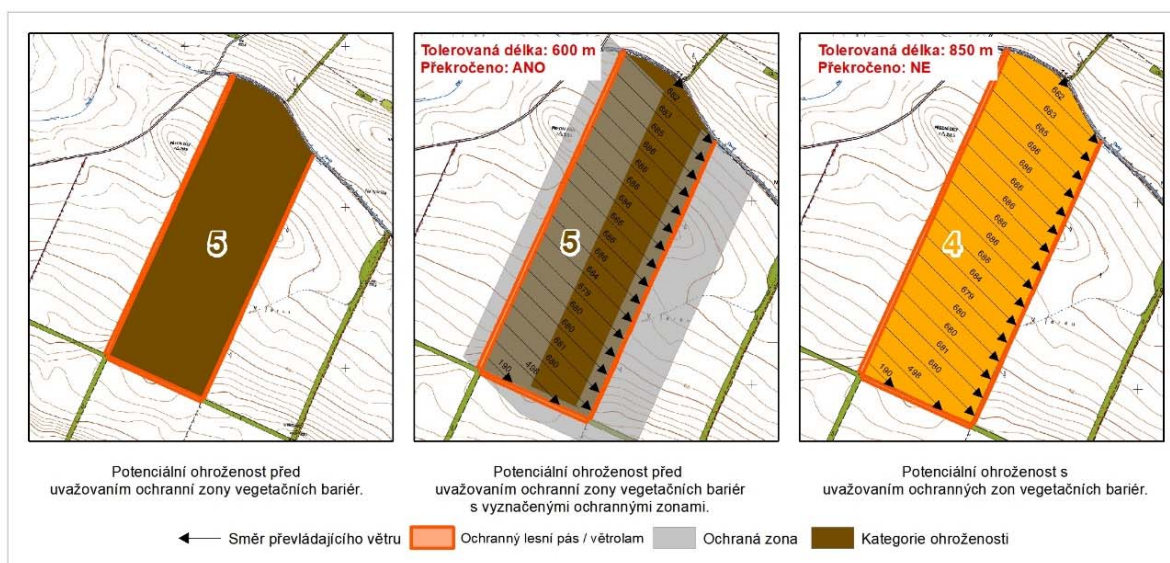
Vstupní vrstvy:

- Směry a rozsahy působení nejvýraznějších erozně nebezpečných větrů
- EHP s kategorií ohroženosti s uvažovanou ochrannou zónou vegetačních bariér

Tab. 2-5: Maximální tolerovaná délka pozemku – PODHRÁZSKÁ, J. A KOL. (2008)

Kategorie potenciální ohroženosti pozemku	Tolerovaná délka [m]
1 – 4	850
5	600
6	350

Po zahrnutí vlivu vegetačních bariér do vrstvy potenciální ohroženosti větrnou erozí na podkladu půdně-klimatických faktorů se přehodnotí stupeň ohroženosti šetřeného EHP/PB (Tab. 2-4). Výsledná kategorie potenciální ohroženosti se stanoví jako převládající hodnota kategorie ohroženosti (majority/modus). Toto přehodnocení je důležité pro konečné stanovení tolerované délky pozemku. Pokud například pozemek v kategorii ohroženosti 6 je přehodnocen vzhledem k vlivu ochranné zóny vegetační bariéry do kategorie 5, tolerovaná délka pozemku se změní z 350 na 600 m viz Tab. 2-5.



Obr. 2-5: Ukázka přehodnocení kategorie erozní ohroženosti na půdním bloku (EHP) při zahrnutí vlivu vegetačních bariér (maximální šířka pozemku ve směru převládajícího větru je 686 m)

Do výstupní mapy potenciální ohroženosti bylo hodnocení tolerovaných délek pozemků zaneseno, dle kódového označení uvedeného v Tab. 2-6. Tato tabulka ukazuje zatřídění jednotlivých kódových označení do konečné kategorizace potenciální ohroženosti pozemku vyjádřeného ve dvanácti stupních ohroženosti. Důvodem zavedení kódového označení je možnost rozlišení, který faktor způsobuje ohroženost území větrnou erozí. Z kódového označení je na první pohled zřejmé, jak je území ohroženo a proč tomu tak je. Např. kód 10 znamená, že území je neohroženo, nebo se nachází v ochranné zóně

vegetační bariery. Kód 30 znamená, že území je mírně ohroženo z hlediska půdy a klimatu, není chráněno vegetační bariérou, ale z hlediska délky je v limitu (není překročena maximální tolerovaná délka). A nakonec kód 61 znamená, že na daném území jsou z hlediska větrné eroze všechny faktory nepříznivé. Území je nejohroženější z hlediska půdních a klimatických faktorů, není chráněno větrnou bariérou, a navíc je příliš dlouhé ve směru působení větru (maximální tolerovaná délka je překročena).

Tab. 2-6: Kódové vyjádření stupně ohroženosti s rozlišením nepřekročené a překročené tolerované délky pozemků

Kategorie potenciální ohroženosti pozemku	Stupeň ohroženosti	
	Nepřekročeno	Překročeno
1	10	11
2	20	21
3	30	31
4	40	41
5	50	51
6	60	61

Výsledkem těchto postupných kroků je mapa, v níž je zohledněn vliv existujících vegetačních bariér formou redukce stupně ohroženosti dané lokality větrnou erozí.

Mapa je přístupná online na geoportálu SOWACGIS. V celorepublikovém měřítku bylo nutno datové podklady o vegetačních bariérách a převládajících směrech větrů do určité míry generalizovat. Při práci v lokálním měřítku, například při pozemkové úpravě, je potřebné tyto datové podklady zpřesnit, dle informací z terénního průzkumu, zaměření současného stavu a aktuálních údajů o povětrnostních podmínkách. Zmíněná certifikovaná mapa tedy slouží jako vodítko pro bližší specifikaci nejvíce ohrožených území větrnou erozí.

Následující kapitola vysvětluje, jakým způsobem lze tyto algoritmy automatizovaně využít při řešení konkrétní lokality například v pozemkové úpravě prostřednictvím SW modulu v programu ATLAS DMT

2.1.3 Softwarový modul větrné eroze v programu AtlasDMT

Program Atlas DMT, vyvíjený kolektivem autorů z firmy Atlas, byl zpočátku koncipován hlavně jako nástroj pro vytváření digitálního modelu terénu (DMT) z výškopisných dat pocházejících z různých zdrojů (geodetická měření, fotogrammetrie). Atlas DMT umožňuje tvořit z těchto dat základní grafické a početní výstupy (vrstevnice, řezy, kubatury, 3D pohledy). Postupem doby byly jednotlivé funkční moduly programu integrovány do grafického prostředí, které má obdobné rysy jako jiné systémy (typu CAD, GIS), jež projektanti používají ve své praxi.

Modul **Větrná eroze**, i když přímo nepracuje s výškopisnými údaji, je plně začleněn do grafického prostředí programu **Atlas DMT**. Tím má uživatel při práci s tímto modulem k dispozici vedle specializovaných funkcí i všechny nástroje programu Atlas DMT pro import dat, tvorbu výstupů a export výsledků, včetně vytváření tiskových sestav.

2.1.3.1 Grafické prostředí

V systému Atlas DMT uživatel pracuje především s grafickým programem, který mu za pomoci systému menu a ikon předkládá nástroje pro vytvoření podoby výstupu, kresbu a ovládání aplikací do tohoto prostředí integrovaných. Vytváří při tom dokument (výkres) složený z jednoho nebo více listů a obsahující vektorovou i rastrovou kresbu.

Grafické prostředí programu **Atlas DMT** je objektivě orientované, tzn. že základním stavebním prvkem dokumentu je objekt, který nese určitou jemu příslušnou informaci, jež může být grafická i negrafická. Objekty v dokumentu mají stromovou strukturu podobnou struktuře adresářů (složek) na disku počítače. Podobně jako vkládáme podadresář do jiného adresáře, v dokumentu **Atlas DMT** vkládáme objekt tak, že jej připojíme jako podobjekt k jinému objektu. Kmenovým objektem celého stromu je právě objekt dokumentu, ke kterému jsou připojeny objekty jednotlivých listů a další postupně vkládané objekty. Stromové uspořádání umožňuje nejen orientaci v datech, ale také efektivní práci se souřadnými soustavami platnými v rámci jednotlivých objektů nebo jejich skupin.

V tomto grafickém prostředí se většinou pracuje se dvěma typy souřadných systémů, výkresovým (milimetry na listu výkresu) a modelovým (geodetické souřadnice v půdorysné situaci).

Program podporuje i systém hladin, jež můžeme tvořit a objekty do nich zařazovat nezávisle na stromové struktuře. Hladiny mohou též určovat grafické vlastnosti objektů. Uživatel tak má další nástroj pro zobrazování a organizaci prvků dokumentu.

Pokud se objeví potřeba perspektivního zobrazení ve 3D, je v systému k dispozici k tomu určený modul, který umožňuje vizualizaci trojrozměrné plochy, bodových mračen, případně speciálních plošných či bodových objektů.

2.1.3.2 Vybrané obecné objekty používané v aplikaci

Z výše uvedeného popisu grafického prostředí programu Atlas DMT vyplývá, že vytvářené dokumenty (základní datové soubory, s nimiž uživatel pracuje) v sobě zahrnují hierarchickou strukturu různých objektů, kterou lze doplnit systémem pojmenovaných hladin.

Pokud pomineme, že grafický dokument může obsahovat více "Listů" ("List" v hierarchii představuje nejvýše položený objekt), je pro modul **Atlas - Větrná eroze** nezbytný objekt "Půdorys". Vyhodnocení eroze chceme aplikovat na území lokalizovaném určitými, zpravidla geodetickými souřadnicemi, a právě objekt "Půdorys" definuje vztah mezi reálnou geodetickou souřadnou soustavou a souřadnou soustavou daného **dokumentu** (výkresu). Pokud je "Půdorys" ustaven ve standardním souřadném systému (v naší projekční praxi většinou S-JTSK), je možné do zobrazeného výřezu vykreslit pomocí služby WMS (Web Map Service) zvolenou informační vrstvu (např. ortofoto, základní mapu, správní hranice), která je dostupná na vybraném serveru.

V aplikacích, které pracují s výškopisem, se do "Půdorysu" jako podobjekt vkládá objekt "DMT" (digitální model terénu). Ten se může vyskytovat ve třech podobách, jako trojúhelníkový (model plochy v podobě trojúhelníkové sítě - TIN), bodový (u jednotlivých bodů pouze souřadnice z) a rastrový (u jednotlivých bodů rastru – gridu - pouze souřadnice z). Jak již bylo zmíněno, popisovaný modul Větrné eroze výškopis nevyužívá, trojúhelníkový model je tu však použit, z uživatelského hlediska skrytě, pro definování rozsahu řešené oblasti. V rastrové (gridové) formě pak objekt modelu terénu slouží k pracovnímu záznamu a výstupnímu zobrazení plošného rozložení několika typů importovaných či programem stanovených hodnot.

Kromě toho mohou projektanti využít funkční aparát digitálního modelu terénu například k souvisejícímu modelování vegetačních bariér, pokud mají k dispozici příslušná bodová mračna či data modelu povrchu pořízená laserovým skenováním.

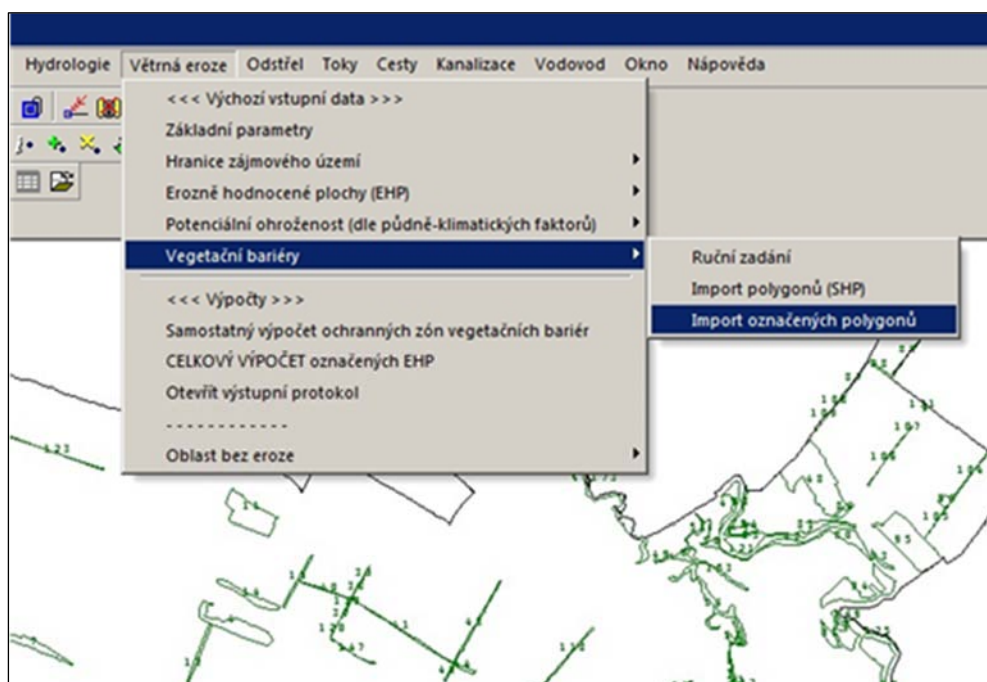
Uživatel se dále hojně setká s objekty odvozenými od základního typu "**Polygon**" (import či ruční zadávání hranic ploch) nebo objekty typu "**Text**" (jakýkoliv popis).

Pro efektivní práci s modulem **Atlas - Větrná eroze** je nezbytné, aby se uživatel seznámil s obecnými informacemi a principy ovládání, jež jsou dostupné v základním manuálu programu **Atlas DMT**.

2.1.3.3 Obecné principy ovládání

Podobně jako u jiných aplikací v prostředí Atlas DMT je základem ovládání menu, případně ikony pro vybrané akce, které jsou umístěné na nástrojové liště programu. Struktura menu modulu Větrná eroze (Obr. 2-6) byla navržena tak, aby logicky vycházela z předpokládaného postupu práce. Položky menu odkazují na dialogová okna nebo se s jejich pomocí zahajuje import či zadávání dat nebo spouští výpočty.

U některých objektů je umožněno zadání nebo modifikace specifických hodnot využitím plovoucího kontextového menu. Jedná se například o vyvolání dialogu databázových atributů importovaných či programem vytvořených polygonových vrstev.



Obr. 2-6: Menu "Větrná eroze"

2.1.3.4 Vstupní data

Základním vstupním údajem pro práci s tímto softwarovým modulem je **hranice řešeného zájmového území**. Dále pak jsou to polohopisně lokalizované oblasti s určitým stupněm **potenciálního ohrožení větrnou erozí**, trvalé vegetační bariéry, informace o **převládajícím směru větrů** a hranice **erozně hodnocených ploch**. Průběh analýzy území lze ovlivnit zadáním **oblastí bez eroze**. Fixní číselné

hodnoty, volby týkající se použitých výpočetních metod a směřování výstupů může uživatel vložit v dialogu **Základních parametrů**.

Hranice zájmového území

Tuto hranici je třeba definovat objektem "Polygon" modelového typu, jenž je podobektem "Půdorysu" a je zadán tak, aby zachycoval celou řešenou oblast. Může být buď importován (textový soubor, soubor SHP - ESRI Shapefile), nebo jej lze zadat ručně.

Oblasti potenciálně ohrožené větrnou erozí

Na základě syntézy půdních a klimatických faktorů byla vytvořena mapa oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí. Tato mapa pokrývá relevantní plochy v rámci celého území České republiky a je k dispozici ve formátu SHP (ESRI Shapefile). Jako taková bude základním datovým zdrojem pro vytvoření příslušné podkladové vrstvy. Vedle možnosti importovat soubor SHP je k dispozici ruční zadání dílčích ploch nebo import objektů typu "Polygon", vybraných uživatelem v "Půdorysu". Hlavním databázovým atributem ploch v takto vzniklé polygonové vrstvě je kategorie potenciální ohroženosti, nabývající hodnot 1 až 6 viz kapitola 2.1.1.1.

Barevně standardizovanou výplň ploch odpovídající jednotlivým kategoriím je možné přidat, jakmile dojde v dále popsaných krocích pracovního postupu k vygenerování rastrového (gridového) modelu potenciální ohroženosti.



Obr. 2-7: Vrstva potenciální ohroženosti větrnou erozí v prostředí AtlasDMT

Dostupnost datových podkladů:

- online na geoportálu SOWACGIS VUMOP. Mapu je dále možné stáhnout (v různých datových formátech) z portálu AgriGIS (Tématická stránka půda – <https://hub.agrigis.cz/pages/puda>). Další možností je získání datových podkladů na vyžádání na MZe. **Aktuální informace o**

dostupnosti datových vrstev budou vždy dostupné na geoportálu SOWACGIS VUMOP (Aplikace „Řízení rizika větrné eroze“).

Trvalé vegetační bariéry

Hlavním podkladem pro tuto vstupní vrstvu je celorepubliková databáze trvalých vegetačních bariér. Kromě geometrického určení polohy a tvaru je podstatná kategorizace prvků v ní obsažených podle druhu bariéry a z něho vyplývající využitelnosti při modelování ochranných zón (kód, název typu prvku, kategorie, optická porozita, výška porostu). Předpokládá se, že nejčastějším způsobem zadávání dat bude i zde import souboru SHP (ESRI Shapefile). Pro doplnění aktuálního stavu a vložení nově navrhovaných prvků (např. **návrh PSZ**) je však důležitá též možnost ručního zadání hranic bariér a importu polygonů označených v situaci. Bližší popis charakteristik vegetačních bariér viz 2.1.1.2. V následující Obr. 2-8 je uvedena standardizovaná tabulka požadovaná jako vstup pro správnou funkci SW.

	opticka_po	vyska_poro	identifika	identifi_1	zony_kateg	shape_leng	shape_area	sirka_m	o
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	766.967	26060.781	109.537	2
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	1672.32	57928.284	89.471	6
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	1308.251	28838.135	46.643	6
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	374.92	7286.072	45.829	1
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	412.012	6123.417	56.286	1
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	2093.09	93826.926	104.06	9
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	1245.827	76732.272	172.869	4
	0	0	6	Ochranný le...	OLP	1516.754	15000.6	20.257	7
	0	0	6	Ochranný le...	OLP	487.092	4518.736	19.691	2
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	1195.467	25059.047	44.075	5
	0	0	6	Ochranný le...	OLP	1002.798	9473.308	19.482	4
	38	13.5	6	Ochranný le...	OLP	1445.944	15375.704	21.788	7
	0	0	6	Ochranný le...	OLP	1469.139	9229.496	13.128	7
	0	0	4	Malé lesní c...	OVB	556.484	13101.887	58.395	2

Filtrovat
 podmínka:
 Filtrovaných: 149 / 149

Zoom na označené

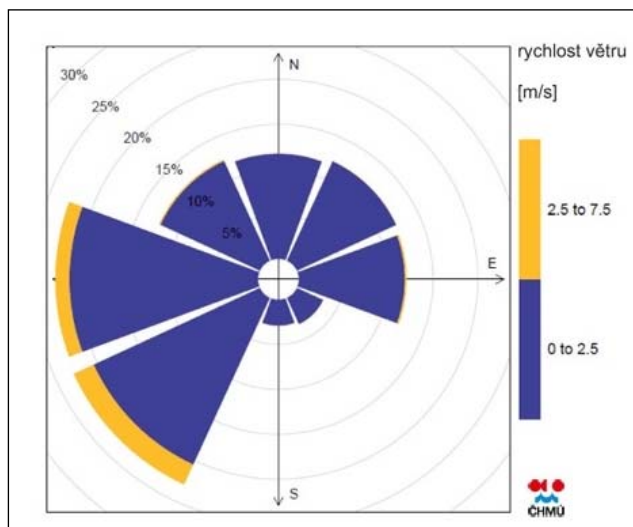
Obr. 2-8: Atributová tabulka vrstvy vegetačních bariér

Dostupnost datových podkladů:

- Vytvoří uživatel – terénní průzkum + datové podklady MZE, MŽP
- online na geoportálu SOWACGIS VUMOP

Převládající směr větrů

Tato informace se většinou udává v úhlových stupních (1° - 360°). Rozumí se tím směr, odkud vítr vane. Zadání se provede v dialogu Základních parametrů aplikace. Zdrojem mohou být data ČHMÚ (v grafické nebo tabelární podobě), VÚMOP (mapa) nebo přímý průzkum (dotazování) v zájmové lokalitě. Zadaná hodnota může být provázána s grafickým objektem ve tvaru šipky, která v situaci aktuální směr větru ukazuje (Obr. 2-9).



Obr. 2-9: Větrná růžice

Dostupnost datových podkladů:

- ČHMÚ (větrná růžice, tabelární data)

Erozně hodnocené plochy

Další důležitou polygonovou vrstvou, nad níž jsou prováděny vlastní výpočetní analýzy, je vrstva erozně hodnocených ploch (EHP). K jejímu vymezení mohou být využity půdní bloky importované z databáze LPIS nebo jednotlivé uživatelem vytvořené EHP. Uplatní se zde tedy rovněž funkce umožňující načtení souborů SHP (ESRI Shapefile) pro LPIS i ruční zadávání nebo import označených polygonů v případě uživatelsky definovaných ploch. Podobně jako u dalších polygonových vrstev patří také zde k jednotlivým plochám databázové informace. Atributová tabulka tak obsahuje vedle základních identifikačních údajů plochy sloupce, které se naplní hodnotami až během prováděných výpočtů.

Tab. 2-7: Příklad atributové tabulky EHP, včetně analyzovaných hodnot parametrů (finální atributová tabulka)

EHP	Popiska EHP	Kategorie ohroženosti	Tolerovaná délka pozemku [m]	Překročená přípustná délka [ano/ne]	Proc. zastoupení překročených linií [%]	Byla provedena a úprava linií [ano/ne]	Plocha ochranné půdy [ha]
1	EHP 1	1 až 6					
N prvků							

Dostupnost datových podkladů:

- Vytvoří uživatel
- MZe – databáze PB v LPIS (případně databáze DPB v LPIS)

Oblast bez eroze

Vložením tohoto pomocného objektu lze zohlednit například existenci trvalého travního porostu (TTP) na části EHP. K větrné erozi v tomto území nedochází, ale vítr přes ně může přejít a působit škody za ním. Takto určená oblast je brána jako lokalita bez ohrožení větrnou erozí (Kategorie 1). Oblast bez eroze lze definovat ručně zadaným polygonem nebo polygonem označeným v situaci.

Základní parametry (dialog)

Otevřením tohoto dialogového okna dostává uživatel přístup k některým základním údajům a volbám vztaheným k právě zpracovávanému projektu. Zadaný obsah se přímo váže na řešenou oblast, jež musí být definována už před vstupem do tohoto dialogu.

Jak již bylo uvedeno dříve, číselně se zde vkládá převládající směr větru a je možno uložit také odkaz na zdroje dat o větru (tabelární, grafické) příslušné k hodnocené lokalitě.

Dále je tu možné nastavit, jaké metody se budou používat při výpočtu ochranných zón vegetačních bariér. Tyto volby se při výpočtu konkrétní zóny zohledňují též v závislosti na kategorii bariéry a dostupnosti dat, která jednotlivé metody vyžadují (PODHRÁZSKÁ A KOL. 2008, STŘEDOVÁ A KOL. 2012 - optická porozita).

Skupina údajů v dialogovém okně se týká též nastavení výstupů aplikace. Je doporučeno organizovat data do složky, v níž je uložen pracovní dokument, z jehož názvu vychází jméno modelu řešené oblasti a k němu příslušných podsložek, do kterých program v průběhu práce ukládá výstupní a pomocné soubory.

Výše již bylo zmíněno, že aplikace vytváří a využívá rastrové (gridové) modely. Rozlišení (krok) rastrů může uživatel v tomto dialogu měnit, a tím ovlivňovat podrobnost výpočtu a kvalitu některých grafických výstupů.

Na následujícím Obr. 2-10 je ukázka aplikace v prostředí AtlasDMT.

Základní parametry

Převládající směr větrů

Směr [°]: 315 (odkud vítr vane) Větrná růžice, tabulka

Stanovení ochranných zón vegetačních bariér

Podhrázská a kol. (2008) - větrolamy, ostatní vegetační bariéry

Při volbě následujících přístupů musí být v attributech příslušných typů vegetačních bariér zadány požadované parametry.

Středová a kol. (2012) - větrolamy (optická porozita)

Řeháček a kol. (2016) - větrolamy (optická porozita, výška větrolamu)

Výstup

Složka základních výstupních souborů :

C:\Test_vitr\Tst_WER_DEF_AR_WER

Rozlišení výstupních rastrů : 4

Storno OK

Obr. 2-10: Ukázka nastavení základních parametru pro stanovení ochranných zón vegetačních bariér v prostředí AtlasDMT

Příprava na další využití webových služeb

Webové služby obecně umožňují přes standardní protokol HTTP(S) spouštět na vzdálených serverech výpočty a stahovat data. V programu Atlas DMT lze již delší dobu na pozadí výkresů

zobrazovat dostupné mapové podklady a ortofoto pomocí služby WMS (Web Map Service). Pro získávání srážkových dat byla v minulosti implementována služba WPS (Web Processing Service), a to s využitím multiplatformní open source Python knihovny OWSLib. Do prostředí Atlasu je též začleněna stahovací služba WFS (Web Feature Service), poskytující vektorová data, konkrétně BPEJ.

Pokud budou na příslušných serverech v budoucnu k dispozici data použitelná v procesu hodnocení větrné eroze, počítá se s nasazením webových služeb i v této aplikaci.

Výstupy

Hlavním grafickým výstupem je vlastní dokument, vytvářený během vyhodnocování erozní ohroženosti a návrhu opatření v zájmové oblasti. Zobrazovací aparát programu Atlas DMT umožňuje v jedné nebo více půdorysných situacích vykreslovat souřadnicově lokalizované vstupní i programem vytvořené mapové vrstvy (vektorové, rastrové) a související speciální objekty. Lze určovat pořadí kresby těchto kresebných prvků, podkládat je obsahem nabízeným webovými mapovými službami (WMS/WMTS) a finalizovat výstup pomocí textů a obecných grafických nástrojů. Díky vazbě mezi půdorysem a trojrozměrným perspektivním zobrazením je možné, pokud existuje model terénu daného území, výstup doplnit exportovanými 3D pohledy, obsahujícími kresbu ze situace namapovanou na povrch terénu a případně kombinovanou s dalšími 3D objekty, např. bodovými mračky pořízenými laserovým skenováním.

Obsah grafického dokumentu, tj. jeho jednotlivé listy nebo vybrané prvky, lze exportovat do rastrové podoby či vytisknout na výstupním zařízení připojeném k počítači.

Protokol o výpočtu erozně hodnocených ploch (EHP) se ukládá do souboru ve formátu MS Excel.

Průběh řešení

Následující kapitoly popisují jednotlivé fáze vyhodnocení z hlediska navazujících činností, které musí uživatel v jeho průběhu provádět.

Postup výpočtu v základních krocích:

Práci s aplikací lze rámcově shrnout do následujících kroků, které stručně popisují postup vyhodnocení větrné eroze.

1. – založení nového dokumentu
2. – určení rozsahu řešené oblasti a vložení tomu odpovídajícího objektu "Půdorysu"
3. – definování "Polygonu" hranice zájmového území
4. – zadání základních parametrů
5. – ruční zadání nebo import EHP
6. – import mapy oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí
7. – vložení hranic trvalých vegetačních bariér
8. – výpočet ochranných zón vegetačních bariér
9. – výpočet označených EHP se zahrnutím vlivu ochranných zón
10. – případné individuální řešení jednotlivých EHP (vložení oblastí bez eroze, redukce počtu linií délky pozemku)
11. – případný nový přepočítání označených EHP

12. – zhodnocení, kontrola výstupního protokolu, a pokud je vše v pořádku, tvorba finálního výstupu

Založení nového dokumentu

Nový dokument lze v programu Atlas DMT založit v nabídce hned po jeho startu nebo pomocí příslušné položky v menu "Soubory", nacházejícím se na hlavní liště programu. Bezprostředně po založení je třeba dokument pojmenovat a uložit. Na základě jeho jména a složky jsou pak v průběhu práce organizovány výstupy a pracovní data. Pro přehlednost se doporučuje řešit každou oblast (i varianty) v samostatné složce.

Určení rozsahu řešené oblasti

Pro řešení je třeba připravit objekt "Půdorys", jehož obdélníkový výřez musí pokrývat danou oblast s vhodně zvoleným přesahem. Lze to provést přímo číselným zadáním, nástroji pro import polygonů či souborů SHP (ESRI Shapefile) nebo podkreslením mapy nabízené webovou službou WMS/WMTS a následným interaktivním výběrem zvoleného regionu.

Definování hranice zájmového území

V založené půdorysné situaci uživatel definuje pomocí objektu typu "Polygon" hranici pracovního plošného modelu zájmového území. Ta musí být navržena tak, aby všechny potenciální erozně hodnocené plochy (EHP) ležely uvnitř tohoto polygonu. Zadání se provádí ručně nebo importem (text, SHP).

Zadání základních parametrů

S pracovním modelem zájmového území jsou svázány základní údaje vkládané v dialogu k tomu určeném. Jak již bylo výše popsáno, jedná se o převládající směr větrů (zadaná hodnota se v situaci projevuje natočením grafického objektu šipky), metody stanovení ochranných zón větrných bariér (přístupy dle jednotlivých vybraných autorů), specifikaci složky pro ukládání výstupů a rozlišení (krok) rastrových modelů vytvářených během výpočtu.

Erozně hodnocené plochy

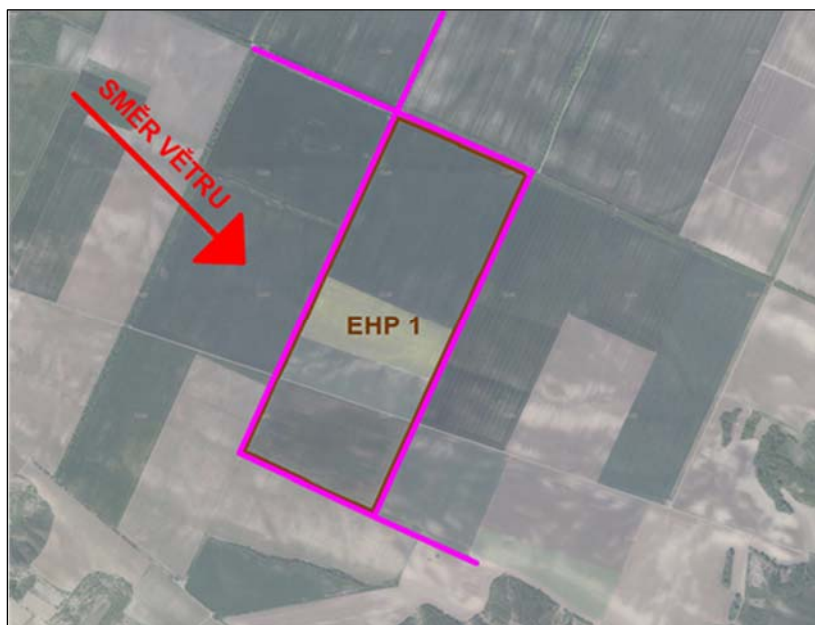
Erozně hodnocené plochy (EHP) jsou základními územními jednotkami řešenými v aplikaci. Při vytváření této polygonové vrstvy může uživatel volit ze tří způsobů vkládání - ruční zadání polygonu, import polygonů (SHP) a import označených polygonů. Vzniká při tom soubor databázových atributů, odkazující na jednotlivé plochy. Databázové atributy jsou pak během výpočtu naplněny číselnými hodnotami.

Import mapy oblastí potenciálně ohrožených větrnou erozí

S touto polygonovou vrstvou se do řešení dostává plošné rozložení erozní ohroženosti území, stanovené na základě půdně-klimatických faktorů. Primární formou zadání je v tomto případě import polygonů (SHP) a základními databázovými atributy jsou kategorie ohroženosti.

Vložení hranic trvalých vegetačních bariér

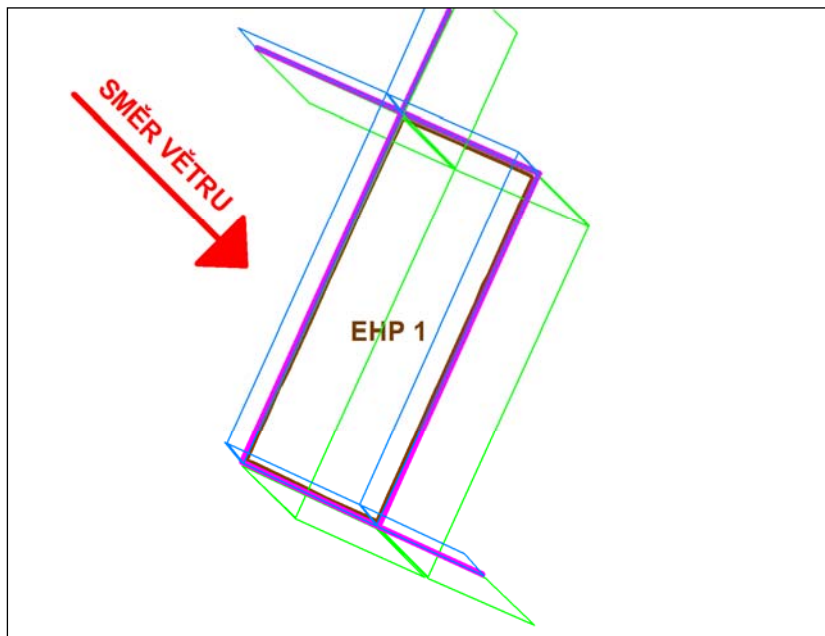
Vzhledem k existenci celorepublikové databáze trvalých vegetačních bariér je jednou z možností vstupu import polygonů (SHP). Počítá se však i s naplněním této vrstvy uživatelem, takže je nabízeno též ruční zadání a import v situaci označených polygonů. V databázových atributech se vedle číslování, kódů a kategorizace prvků objevuje též optická porozita a výška porostu.



Obr. 2-11: EHP a vegetační bariéry

Výpočet ochranných zón vegetačních bariér

Ochranné zóny označených vegetačních bariér se vyhodnocují v samostatném výpočetním kroku na základě zadaného směru větru, typu bariéry, zvolené metody (PODHRÁZSKÁ A KOL. 2008, STŘEDOVÁ A KOL. 2012 - optická porozita) a dostupnosti dat odpovídajících zvolené metodě. Při výpočtu se generuje rastrový model ploch ochranných zón, který bude použit následně při zpracování jednotlivých EHP, kde bude v daných lokalitách představovat plochy bez ohrožení.



Obr. 2-12: Ochranné zóny vegetačních bariér (modrá – návětrná zóna, zelená – závětrná zóna)

Výpočet označených EHP se zahrnutím vlivu ochranných zón

Při komplexním výpočtu erozně hodnocených ploch (EHP) se vrstva potenciální erozní ohroženosti (na základě půdně-klimatických faktorů) převedená do rastrové podoby kombinuje s rastrovým modelem ochranných zón vegetačních bariér. Oblast, v níž do hodnocené plochy zasahuje ochranná zóna vegetační bariéry, se považuje za erozně neohroženou (kategorie 1) a váženým průměrem se zbytkem hodnocené plochy se stanoví nová kategorie pro danou EHP. K ní se určí tolerovaná délka pozemku a s pomocí linií vedených přes pozemek ve směru větru se zjišťuje, zda a na jakém procentu linií je tolerovaná délka překročena. Počet linií je v odůvodněných případech možno též uživatelsky korigovat.

Další možností, jak dále ovlivnit kategorii ohroženosti EHP větrnou erozí, je vložení polygonových objektů oblasti bez eroze, např. v místech trvalého travního porostu. Tyto plochy, řazené opět do kategorie 1, mohou podobně jako ochranné zóny vegetačních bariér snížit průměrnou hodnotu ohroženosti EHP.

Po individuálním zhodnocení jednotlivých ploch a případném provedení výše zmíněných úprav je možné přistoupit k finálnímu výpočtu s výstupem databázových atributů EHP do protokolu ve formátu MS Excel a k tvorbě grafických příloh.



Obr. 2-13: Linie délky pozemku ve směru větru

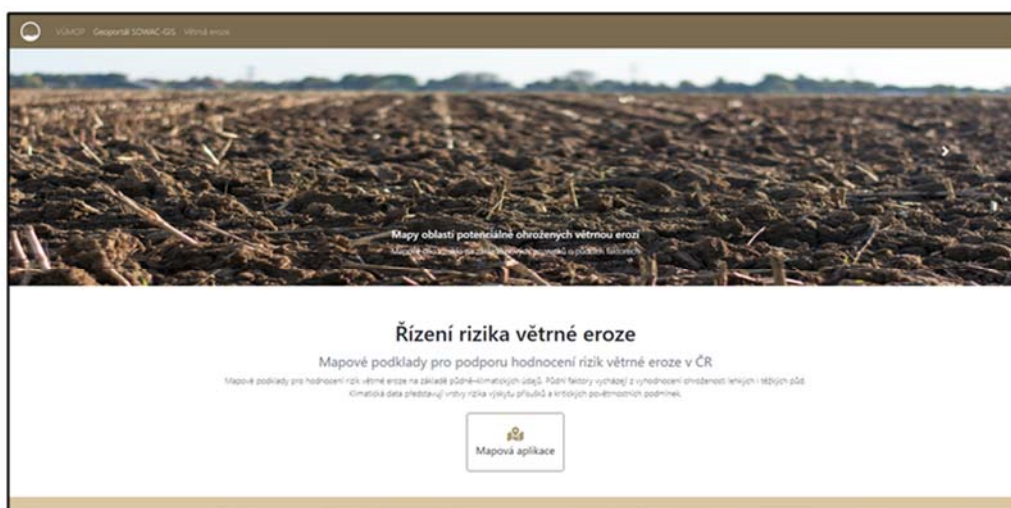
2.1.4 Interaktivní webová mapová aplikace na geoportálu SOWAC-GIS

Na Geoportálu SOWAC-GIS (<https://geoportal.vumop.cz>) je přístupná webová prezentace podkladů pro podporu hodnocení rizik větrné eroze v ČR. Aplikace je přístupná veřejnosti na adrese <https://geoportal.vumop.cz/vetrnaeroze>).



Obr. 2-14: Grafika vstupního panelu na geoportálu SOWAC-GIS

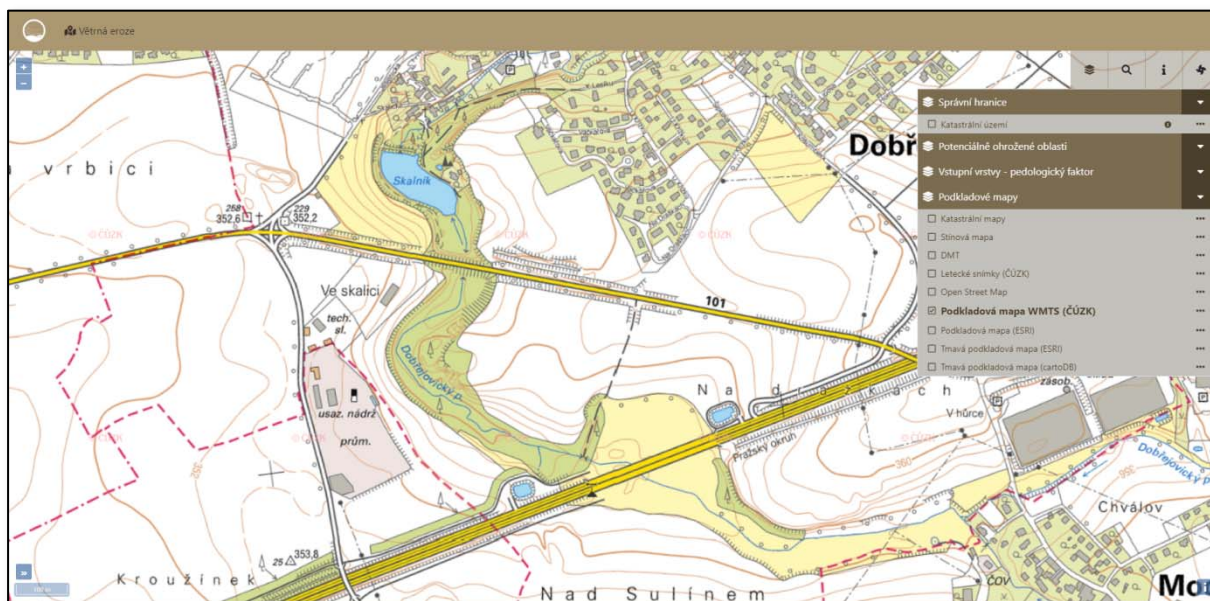
V rámci dřívějších projektů zaměřených na řešení větrné eroze byl ve VÚMOP vyvíjen modul WEM (Wind Erosion Model). První verze nástroje WEM vznikla jako samostatný toolbox pro software ArcGIS (ESRI). Jejím cílem bylo navrhnout, implementovat a otestovat nový výpočtový modul pro hodnocení účinnosti větrných bariér (větrolamů). Byla tedy určena zejména pro potřeby vývojového a řešitelského týmu výzkumného projektu. V poslední době ale význam větrné eroze sílí. Proto vznikla i potřeba zpřístupnit modul WEM odborné veřejnosti a projektantům činným v protierozní ochraně. Funkcionalita WEM je proto implementována do webové mapové aplikace Řízení rizika větrné eroze (Obr. 2-15), do které jsou postupně doplňovány výstupy projektu a všechny relevantní informace k problematice větrné eroze.



Obr. 2-15: Úvodní stránka se vstupem do mapové aplikace

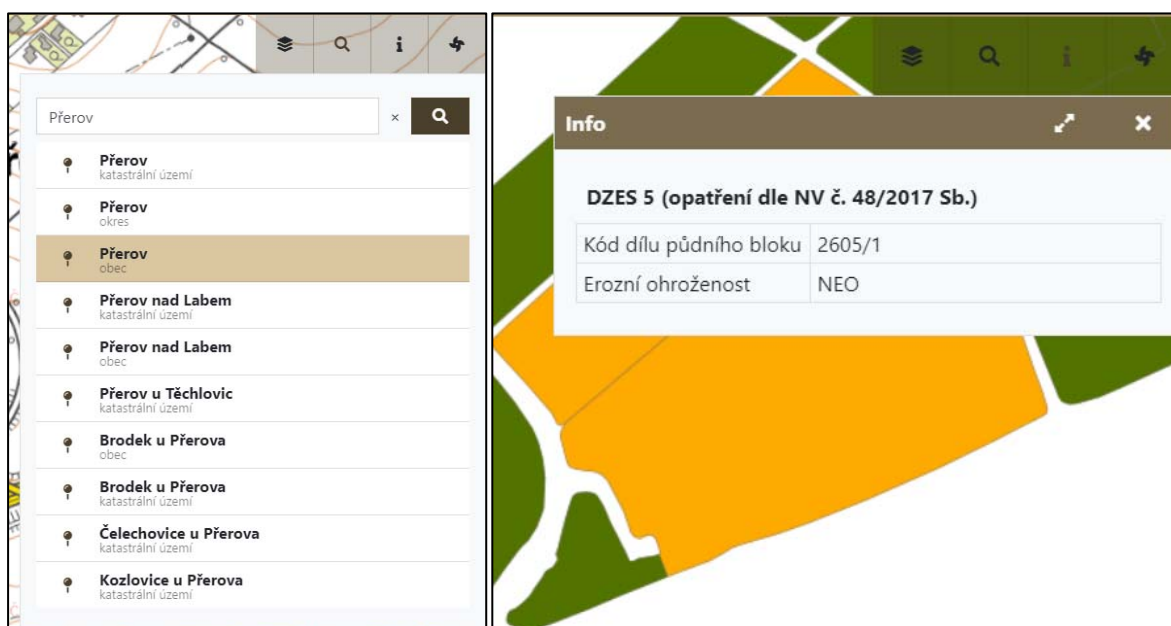
Mapová aplikace

Po vstupu do aplikace se uživatel dostane do mapového rozhraní (Obr. 2-16). V pravé části mapového okna se nachází ovládací panel se čtyřmi záložkami. V první záložce je strom mapových vrstev. Zde si uživatel může zobrazovat mapové vrstvy a seznámit se z jejich odborným obsahem. Vrstvy jsou pro vyšší přehlednost rozděleny do tematických skupin.



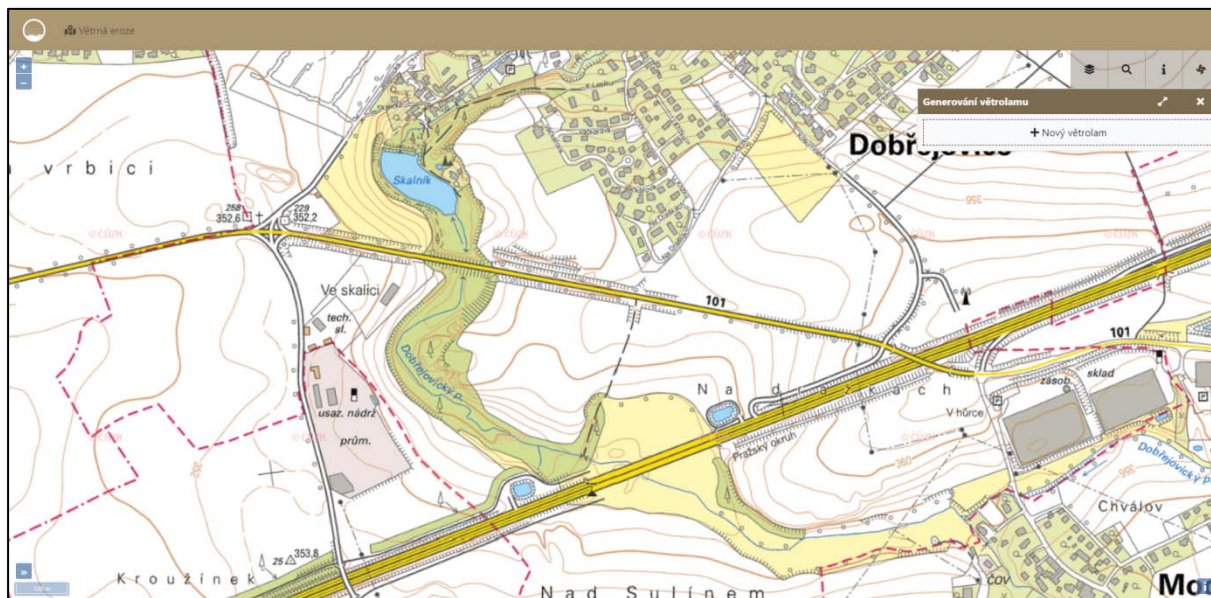
Obr. 2-16: Mapová aplikace – panel vrstev

Na druhé záložce je vyhledávání, které umožňuje vyhledávat správní jednotky. Na třetí záložce se zobrazují výsledky prostorového dotazování, které umožňuje zjistit bližší informace o vybraném objektu v případě, že je vrstva dotazovatelná viz Obr. 2-17.



Obr. 2-17: Ukázka panelu vyhledávání (vlevo), ukázka výsledku dotazu (vpravo)

Na poslední (čtvrté) záložce se nachází pilotní verze modulu WEM. Aktuální implementace umožňuje uživateli nakreslit vlastní větrolam, definovat směr převládajícího větru a nastavit jeho parametry. Na základě těchto vstupů uživatele pak modul vygeneruje příslušné ochranné zóny.



Obr. 2-18: Počáteční stav záložky generování větrolamu

Generování větrolamu

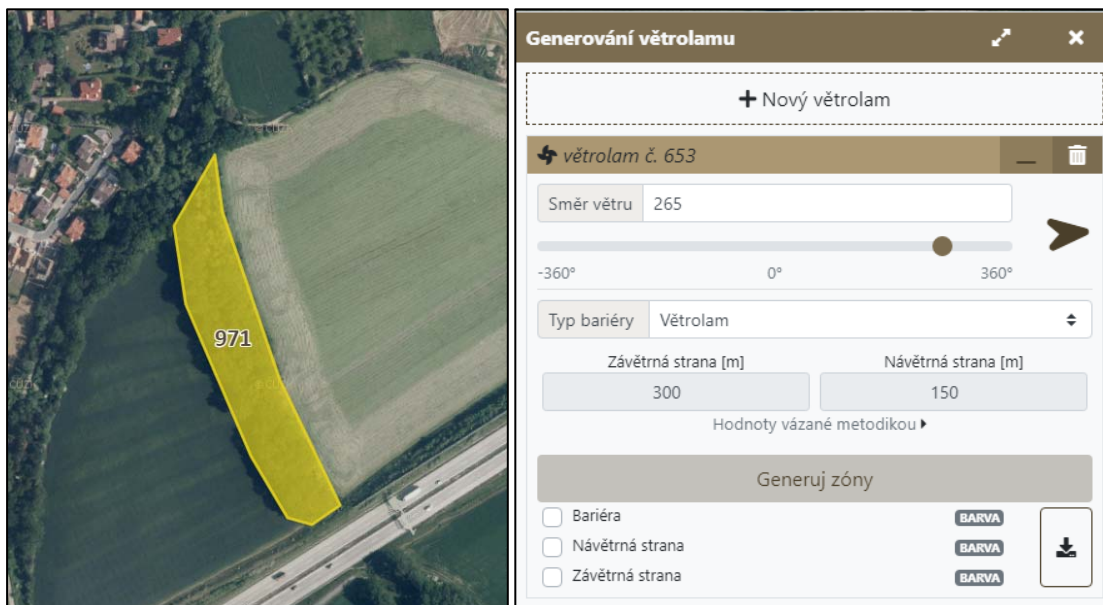
Po kliknutí na tlačítko „+ Nový větrolam“ se aktivuje editace, která uživateli umožní nakreslit do mapy vlastní větrolam. Editace se ukončuje dvojklikem. Vytvořenému polygonu je přiřazen identifikátor a v bočním panelu se zobrazí možnosti zadání parametrů. Do kolonky „směr větru“ uživatel definuje převládající směr větru. Hodnotu lze rovněž navolit pomocí slideru pod textovým polem. Šipka vpravo rovnou indikuje směr větru podle zadané hodnoty, pro lepší přívětivost.

Dalším nastavitelným parametrem je typ větrné bariéry. Zde jsou uživateli k dispozici tři možnosti: „větrolam“, „ostatní vegetační bariéry“ nebo „vlastní nastavení“. Volbou typu větrné bariéry uživatel přímo ovlivní délku ochranné zóny na závětrné a návětrné straně větrolamu. Současná verze modelu WEM obsažená ve webové aplikaci generuje ochranné zóny podle metodiky Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině, metodika VÚMOP, v.v.i. (PODHRÁZSKÁ A KOL. 2008) a dle metody STŘEDOVIČKA A KOL., 2012, prezentované rovněž v Metodice VÚMOP, v.v.i. Řízení rizika větrné eroze (DOLEŽAL A KOL. 2017).

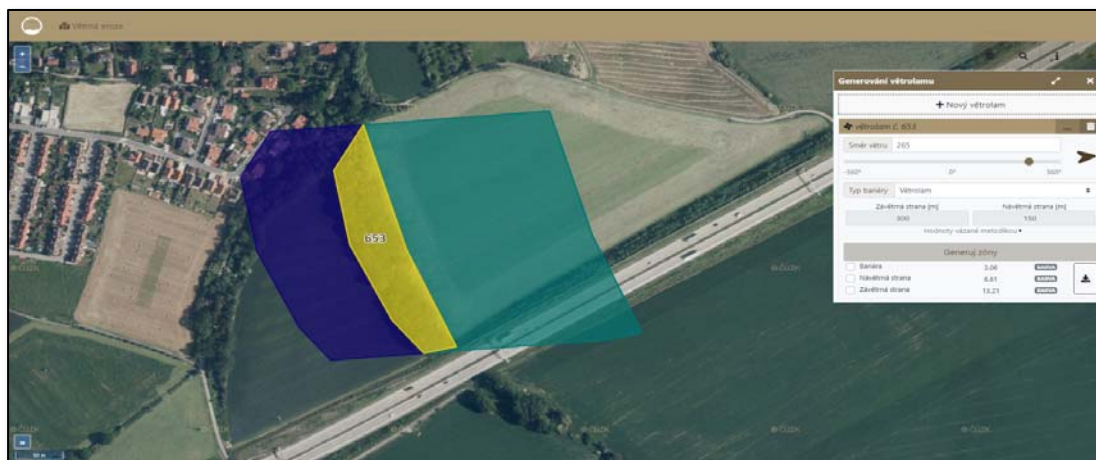
Po zadání uvedených parametrů modul WEM vygeneruje ochranné zóny uživatelského větrolamu a zobrazí je v mapě. Uživatel si může navolit barvu vygenerovaných ochranných zón. Zóny se vygenerují stisknutím tlačítka „Generuj zóny“. Po vytvoření zón je možné stáhnout geometrii výsledných polygonů.

Uživatel může vytvářet více než jeden větrolam a každému z nich nastavit jiné parametry. Větrolamy je také možné v bočním panelu minimalizovat pro lepší přehlednost v případě, že uživatel vytváří

větrolamů více. Také je možné větrolamy mazat pomocí tlačítka s ikonou koše vpravo od názvu větrolamu.



Obr. 2-19: Ukázka vytvořeného větrolamu a rozhraní s parametry



Obr. 2-20: Větrolamy s vypočtenými ochrannými zónami

Interaktivní webová mapová aplikace Řízení rizika větrné eroze umožňuje operativní vizualizace navrhovaných opatření a jejich účinnosti, neumožňuje však další práci s datovými vrstvami tak, jako SW modul ATLAS DMT.

2.2 Druhá skladba větrolamů a metody jejich projektování v měnících se klimatických podmínkách

2.2.1 Zásady pro použití dřevin v podmínkách možných změn klimatu

Komplikovanost problematiky je dána nutností kontinuálně vysazovat prostorotvorné dřeviny (především stromy), ze kterých i ty označované jako krátkověké mají potenciální délku života příliš dlouhou na to, aby pro ni byly za současného stavu poznání předpověděny klimatické změny s potřebnou přesností. Žádná hotová řešení tedy nejsou k dispozici, je možné pouze realizovat určitá doporučení, jež pravděpodobně mohou zmírnit předpokládané budoucí problémy. Těmi jsou níže uvedená doporučení:

- Používat dřeviny, které mají:
 - a) Předpoklady dobré prosperity na daném stanovišti v současnosti a blízké budoucnosti, včetně dostatečné zimovzdornosti.
 - b) Současně mají předpoklad dostatečné adaptace na možné změny klimatu (viz dále).
- Usilovat o co nejvyšší možnou (prakticky uplatnitelnou) diverzifikaci taxonomické struktury jednotlivých větrolamů a tím snižovat dopad možného selhání některého z taxonů.
- Usilovat o co nejvyšší možnou diverzifikaci věkové struktury větrolamů na daném území a tím zvýšit jejich kontinuální účinnost v dané krajině.
- Nevylučovat uplatnění (relativně) krátkověkých taxonů stromů; během jejich života nelze očekávat tak výrazné změny klimatu jako u dlouhověkých.
- Brát do úvahy požadavky ochrany přírody, především:
 - a) Předpokládané změny klimatu mohou vyvolat či zesílit schopnost samovolného rozšiřování u nepůvodních a expanzivnost u taxonů původních v ČR.
 - b) V rámci možností upřednostňovat místní populace dřevin původních v ČR a minimalizovat tak genetickou erozi.
 - c) V rámci možností respektovat, že některé dřeviny jsou u nás původní jen na omezeném území.
- Nepoužívat sazenice zbytečně vyspělé a vypěstované v nadměrně příznivých podmínkách, protože se hůře adaptují na nepříznivé podmínky trvalého stanoviště.
- Upřesňovat kontinuálně úroveň poznání jak o klimatických změnách, tak o reakci dřevin na ně. Nové poznatky co nejdříve uvádět do praxe.

Výběr dřevin

Při výběru dřevin je nutno zohlednit řadu aspektů, především:

- Vlastnosti stanoviště a jeho předpokládané změny,
- požadovaná funkce dřevin,
- předpokládaný způsob zakládání a údržby,
- dostupnost taxonů,

- fytopatologická situace
- ekonomika,
- právní předpisy,
- možné negativní působení dřevin.

Pokud jde o vlastnosti stanoviště a jeho předpokládané změny v souvislosti s klimatickou změnou, lze výběr rozdělit do dvou kroků:

(1) Výběr dle stávajících znalostí o nárocích jednotlivých dřevin na stanoviště

Existuje řada pramenů, které lze využít. Doporučit lze např. „Ellenbergovské indikační hodnoty“ (CHYTRÝ ET AL., 2018), zpracované – mimo jiné – pro dřeviny květeny ČR a dostupné i v databázi Pladias. Dalším pramenem je publikace „Dřeviny České republiky“ (ÚRADNÍČEK ET AL., 2009), ve které jsou podmínky stanoviště přirozeného výskytu dřevin vyjádřeny geobiocenologickými jednotkami.

(2) Výběr dle odhadovaného potenciálu jednotlivých dřevin přizpůsobit se klimatické změně

Odhad tohoto potenciálu vychází z kritického přehodnocení výsledků, ke kterým dospěli němečtí autoři (ROLOFF, MEYER, 2008; ROLOFF, GILLNER, BONN, 2008; ROLOFF, BONN, GILLNER, 2008, ROLOFF ET AL., 2021). V jimi vytvořené tzv. klimatické **matici** druhů se jako rozhodující kritéria použily suchovzdornost a zimovzdornost (**včetně odolnosti vůči pozdním mrazíkům**), vždy ve 4 stupních. Klesající tolerance dřevin vůči oběma těmto faktorům (změnám klimatu) se tak dvojdimensionálně odstupňovala v 16 kategoriích. Kategorie „1.1“ (suchovzdornost.zimovzdornost) tak představuje taxony s nejvyšším potenciálem a kategorie „4.4“ se zcela nedostatečným potenciálem se přizpůsobit. Klimatickou **matici** druhů **představuje** Obr. 2-21: Klimatická matice druhů (upraveno dle ROLOFF, BONN a GILLNER, 2008; ROLOFF et al., 2021)

zimovzdornost

		.1	.2	.3	.4
suchovzdornost	1.	velmi vhodný	vhodný	problematický	velmi problematický
	2.	vhodný	vhodný	problematický	velmi problematický
	3.	problematický	problematický	velmi problematický	velmi problematický
	4.	velmi problematický	velmi problematický	velmi problematický	nevhodný

Obr. 2-21: Klimatická matice druhů (upraveno dle ROLOFF, BONN a GILLNER, 2008; ROLOFF et al., 2021)

Přehled doporučených taxonů

Odhad potenciálu vybraných původních a zdomácnělých dřevin (archofytů) přizpůsobit se předpokládaným změnám klimatu uvádí Tab. 2-8. Jedná se o druhy použitelné mimo sídelní útvary.

Tab. 2-8: Odhad potenciálu vybraných dřevin přizpůsobit se předpokládaným změnám klimatu

1.1 velmi vhodný . velmi vhodný	
<i>Acer campestre</i> L.	<i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.
<i>Cornus mas</i> L.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Sorbus aria</i> (L) Crantz
<i>Juniperus communis</i> L. var. <i>communis</i>	<i>Sorbus × thuringiaca</i> (Nyman) C. Fritsch ²⁾
1.2 velmi vhodný . vhodný	
<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
<i>Quercus cerris</i> L. ²⁾	<i>Sorbus domestica</i> L.
<i>Quercus frainetto</i> Ten. ^{2, 3)}	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
2.1 vhodný . velmi vhodný	
<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Prunus avium</i> (L.) L.
<i>Alnus incana</i> (L) Moench	<i>Prunus padus</i> L. subsp. <i>padus</i>
<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Pyrus communis</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Quercus robur</i> L.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Salix caprea</i> L.
<i>Populus × canescens</i> (Aiton) Sm.	<i>Tilia cordata</i> Mill.
<i>Populus tremula</i> L.	
2.2 vhodný . vhodný	
<i>Mespilus germanica</i> L.	<i>Populus alba</i> L.

Vysvětlivky:

tučně uvedeny původní taxony

2.2.2 Stávající větrolamy a potřeba jejich obnovy

Pro potřeby koncepčních řešení v oblasti zlepšení a udržení stability zemědělské krajiny je nutné znát a objektivně hodnotit stav konkrétních prvků – větrolamů. V letech 2017-2021 probíhal podrobný průzkum a hodnocení funkčního stavu větrolamů v cílem verifikovat a aktualizovat postup hodnocení uvedený v metodice PODHRÁZSKÁ A KOL. (2008) viz Tab. 2-9.

²⁾ původnost v ČR není jednoznačná

³⁾ v ČR velmi omezený přirozený areál

Tab. 2-9: Hodnocení funkčního stavu větrolemů

A. Kategorizace liniového prvku:		
A-1 Parametry prostorové (kvantitativní úroveň), kritérium – typ prvku		
A-1.1.	1-2 linie dřevin (keřů), šířka do 7 m	1
A-1.2.	více liniový šířka nad 15 m	2
A-1.3.	více liniový šířka do 15 m	3
A-2 Parametry zastoupení druhů dřevin a keřů ⁴		
A-2.1.	zastoupení základních a doplňkových dřevin do 30 %	1
A-2.2.	zastoupení základních a doplňkových dřevin 50 – 31 %	2
A-2.3.	zastoupení základních a doplňkových dřevin nad 51 %	3
A-3 Parametry horizontálního uspořádání dřevin a keřů ⁵		
A-3.1.	mezernatost (nefunkčnost) porostu přesahuje 50 % plochy	1
A-3.2.	mezernatost (nefunkčnost) porostu do 30 % plochy	2
A-3.3.	mezernatost (nefunkčnost) porostu do 10 % plochy	3
A-4 Parametry vertikálního uspořádání dřevin a keřů		
A-4.1.	funkční dřevinné patro zastoupeno do 50 %	1
A-4.2.	funkční 1 etážové dřevinné patro zastoupeno více jak 50 %	2
A-4.3.	funkční etážová struktura více jak 50 %	3
A-5 Parametry stavu prvku a jeho vhodnost na daném stanovišti		
A-5.1.	neperspektivní - porost na stanovišti nevhodný	1
A-5.2.	krátkodobě perspektivní - porost na stanovišti dočasně udržitelný	2
A-5.3.	dlouhodobě perspektivní, na stanovišti udržitelný v	3
B. Kategorizace systému OLP v krajině		
B-1 Parametry vymezující vzdálenosti rozmístění prvků v systému ⁶		
B-1.1.	prvky nejsou uspořádány v systému	1
B-1.2.	prvky jsou uspořádány v systému neodpovídající optimu nad 50 %	2
B-1.3.	prvky jsou uspořádány v systému neodpovídající optimu do 30 %	3
B-2 Parametry začlenění prvků do terénu ⁷		
B-2.1.	umístění prvků z více než 50 % není v souladu s morfologií terénu a směry větru	1
B-2.2.	umístění prvků z 31 – 50 % jsou vhodně začleněny do terénu a vazbu na směry větru	2
B-2.3.	umístění prvků je z více než 50 % optimálně situováno	3
B-3 Parametry krajinně-ekologické		
B-3.1.	prvky nemají parametry LBK do 30 %	1
B-3.2.	prvky mají z 31 - 50 % parametry LBK	2
B-3.3.	prvky mají z více jak 51 % parametry LBK	3

⁴ (kvalitativní úroveň) – druhová skladba, struktura porostních typů, stupeň odlišnosti liniového prvku od modelu

⁵ funkční typ liniového prvku (prodouvací, neprodouvací, poloprodouvací)

⁶ Kritéria odstupu prvků zpravidla v obdélníkovém schématu od 350 – 600 m, na těžkých půdách až 850 m, vedlejší pásy v ideálním poměru 1 : 4, kdy se dosahuje max. ekotonového efektu.

⁷ Neopominutelným podkladem je digitální model terénu a znalosti o směrech větru

Průzkum stávajících větrolamů potvrdil všeobecně známou skutečnost, a to vysoký podíl krátkověkých a rychlerostoucích dřevin v porostech (převážně topoly). Při výsadbě měly svou funkci a předpokládala se v dalších letech úprava takového porostu (často byly použity jako přípravné respektive pionýrské dřeviny). Tyto dřeviny jsou v mnoha případech aktuálně přestárlé a rozpadající se. Předpokladem při výsadbě takových dřevin (především topolů) byla jejich dočasnost a uvažovalo se o jejich následném nahrazení dlouhověkými dřevinami v rámci plánovaných pěstebních zásahů. Ve zkoumaných lokalitách víme, že k takto uvažovaných pěstebním zásahům prakticky nedošlo. Pokud ano, šlo většinou právě o likvidaci rozpadajících se topolů (bez náhrady). Následná pěstební péče byla jednoznačně zanedbána. V důsledku prakticky totožné doby založení a chybějící péče, probírek a dosadeb, nejsou věkově diverzifikovány jednotlivé větrolamy, ale velmi často ani samotné porosty u jednotlivých větrolamů, až na výjimky se totiž jedná o porosty se stejnověkými kosterními dřevinami. Pokud jsou kosterními dřevinami zkoumaných větrolamů topoly přiměřené vitality, perspektiva jejich dalšího bezpečného setrvání na stanoviště je krátkodobá, maximálně v řádu několika desetiletí. To je potřeba v úvahách o obnově, či doplnění sítě větrolamů v okolí zohlednit. V případě druhové skladby nelze nezmínit velmi intenzivně až invazivně se do okolí šířící javor jasanolistý, který je v některých lokalitách v hodnocených porostech silně zastoupen. Silně se zmlazuje a vytlačuje keřové patro a podrost. Velmi intenzivně se šíří do okolí.

Na základě výsledků provedeného průzkumu 117 stávajících větrolamů a 74 nově založených prvků v podmínkách převážně jižní Moravy byla tedy dosavadní metoda hodnocení větrolamů pro potřeby jejich doplnění, rekonstrukce či obnovy doplněna o další parametry, které vycházejí ze standardních dendrologických postupů pro hodnocení jednotlivých dřevin.

Došlo k rozšíření hodnotících kritérií o věkové stádium, vitalitu a perspektivu. Tyto údaje vychází ze standardního hodnocení stromů užívaného pro soupis stromů či dendrologický průzkum (SPPK A01 001 Hodnocení stavu stromů – Standardy péče o přírodu a krajinu, AOPK ČR), avšak byly zjednodušeny takovým způsobem, aby je bylo možné vztáhnout k hodnocení kosterních dřevin v porostu větrolamu jako celku. Hodnocení je do určité míry subjektivní a vyžaduje zkušenost a nadhled hodnotitele.

Věkové stádium

Jedná se o hodnocení fyziologického stáří převažující části kosterních dřevin ve větrolamu. V původním hodnocení se hodnotil pouze věk. Odhad věku je většinou zatížen značnou chybou a přesné určení věku je možné pouze s využitím laboratorních metod nebo ze záznamů o výsadbě. Věkové stádium je rozděleno do 5 kategorií:

1. Mladé stromy ve fázi aklimatizace - Semenáče s výškou do 1 m odrůstající konkurenci trav a keřů nebo nově vysazené stromy ve fázi procesu ujímání.
2. Aklimatizované mladé stromy - Mladé ujaté stromy ve fázi utváření architektury koruny do doby ukončení provádění výchovného řezu.
3. Dospívající stromy - Dospívající jedinci s trvajícím preferencí výškového přírůstu.
4. Dospělé stromy - Dospělé stromy s většinou ukončenou fází zřetelného výškového přírůstu.
5. Senescentní stromy - Stromy vykazující známky senescence, obvodové odumírání korun s nahrazováním asimilačního aparátu vývojem sekundárních obrostů níže v korunách, patrné

známky osídlení dalšími organismy, podíl odumřelého a rozkládajícího se dřeva v korunách a častá přítomnost prvků se zvýšeným biologickým potenciálem.

Vitalita

Dalším přidaným hodnotícím kritériem je vitalita. Vitalita stromu charakterizuje jedince z pohledu dynamiky průběhu jeho fyziologických funkcí. Vitalita je dynamický parametr a může se měnit v průběhu vegetace, a to oběma směry. Je vztažena opět na převažující část kosterních dřevin ve větrolamu. Vitalita je rozdělena do 5 kategorií.

1. Výborná až mírně snížená (hustě olistěné kompaktní koruny bez známek prosychání).
2. Zřetelně snížená (stagnace růstu, prosychání korun na jejich periferních).
3. Výrazně snížená (začínající ústup korun, odumřelé vrcholy korun).
4. Zbytková vitalita (větší část koruny odumřelá).
5. Suché stromy (zcela odumřelí jedinci).

Perspektiva

Dalším novým hodnotícím prvkem je perspektiva. Tento parametr udává souhrn dvou pohledů na strom. Jedná se o jeho stav a jeho vhodnost na daném stanovišti. Charakterizuje zjednodušeně délku svojí existence na daném stanovišti.

Perspektiva se hodnotí podle 3 kategorií:

1. Dlouhodobě perspektivní – porost na stanovišti je vhodný a udržitelný v horizontu desetiletí.
2. Krátkodobě perspektivní – porost na stanovišti je dočasně udržitelný, případně ve stavu, kdy nelze očekávat dlouhodobou perspektivu.
3. Neperspektivní – porost na stanovišti je nevhodný, případně s velmi krátkou předpokládanou dobou přežití.

S využitím těchto údajů lze snáze a zodpovědněji definovat a členit naléhavost potřeby obnovy či ošetření stávajících větrolamů, které vzhledem k téměř jednotné době založení, ale i druhové skladbě jsou aktuálně často již neperspektivní a ve stadiu rozpadu kosterních dřevin. Dosavadní hodnotící tabulka byla proto doplněna o funkční parametr A-5 – perspektiva, kterým lze při určitém zjednodušení hodnotit celkový zdravotní stav větrolamu a jeho další předpokládaný vývoj. V závislosti na tom byla provedena aktualizace použitého postupu a upraveno bodové hodnocení viz Tab. 2-10.

Tab. 2-10: Upravené bodové hodnocení liniových prvků

Bodovací systém		Kategorizace	
		A. liniového prvku	B. systému OLP v krajině
3	funkční (doporučené)	12 – 15	8 – 9
2	podmíněně funkční	8 – 10	5 – 7
1	převážně nefunkční	5 – 7	3 – 4

Rekonstrukci, obnovu či zakládání větrolamů na lesním pozemku, což je u stávajících větrolamů převládající stav, je nutno provádět s vazbou na lesnickou legislativu (lesní zákon č. 285/1995 Sb., a prováděcí vyhlášky č. 83 a 84/1996 Sb.), z které vyplývají postupy zakládání a údržby lesa.

2.2.3 Metody rekonstrukce/obnovy větrolamu

Až do roku 2007 obnova větrolamů prakticky neprobíhala. Možnost podpory v OPŽP 2007 - 2013 iniciovala projekty obnovy kriticky ohrožených větrolamů. Za programové období (2007-2013) bylo obnoveno na jižní Moravě 60 ha větrolamů v nejhorším stavu. Obnova byla zaměřena na změnu druhové skladby, kdy základní dřevinou hlavního patra byl stanoven dub zimní. Do středního a keřového patra byly zvoleny vhodné druhy původních dřevin. Obnova je proces nahrazování starého porostu za nový. Při obnovování je vhodné vyhodnotit, jestli předchozí porost byl vhodný pro dané stanoviště, plnil správnou funkci a na základě toho navrhnout nový. Obnovit větrolam lze:

Vykácením celého prvku (holosečná obnova) a vysazením úplně nového. Takový způsob je nejjednodušší a vhodný, když většina dřevin prvku je silně poškozených a není důvod je ponechávat. V některých případech lze zachovat a řezem zmladit druhově vhodné keřové pásy po okrajích porostu. Obnovy větrolamů na lesní půdě provádí nejčastěji příslušná Lesní správa. Po odstranění porostu je nejčastěji provedeno frézování kořenů a pařezů se zapravením štěpky do půdy. Následně je provedena výsadba.

Rekonstrukcí (postupné nahrazení jednotlivých částí, či jednotlivých dřevin vedoucí k opětovnému nabytí ztracené funkčnosti prvku). V případech, kdy část větrolamu je zdravá s vysokou vitalitou a perspektivou a část je poškozená s nízkou vitalitou není nutná obnova celého prvku. V takovém případě je vhodné zjistit důvod proč tomu tak je, a obnovit pouze poškozenou část. V případě rekonstrukce celého prvku, který má alespoň krátkodobou perspektivu, je možné prvek nahrazovat buď plošně postupně po dílčích úsecích (úsek cca 20-50 m) v několika etapách, nebo v případě prvků s dostatečnou šířkou a založením v dodnes patrných řadách provádět rekonstrukci výběrem a nahrazením jedné nebo více řad podle šířky řad a prvku. Další možný přístup rekonstrukce prvku výběrem je dosadba přímo ve stávajícím porostu. Principem je odstranit poškozené staré a neperspektivní dřeviny a ponechat dřeviny kvalitnější a perspektivní, zdravé a vitální, které budou tvořit ochranu novým sazenicím. Je třeba dbát na to, aby prostor vytvořený pro novou generaci dřevin poskytoval vhodné podmínky pro jejich existenci (dostatek světla, omezená kořenová konkurence stávajících dřevin). Při růstu nových sazenic je potřeba postupně uvolňovat prostor a vždy po nějakém čase odstranit dřeviny, u kterých se zhoršil stav nebo které omezují růst mladých kvalitních stromů. Postupně tak vznikne prvek věkově diferencovaný se zastoupením všech etází. Jedná se o způsob obnovy časově a organizačně náročnější, ale nejpřírodnější a méně nákladný ve srovnání s plošnou obnovou, či se založením prvku nového.

Je třeba si uvědomit, že obnova funkčnosti větrolamu je kontinuální proces spočívající v dlouhodobé pěstební péči, což u velkého množství větrolamů bohužel není pravidlem. Větrolamy bez pravidelné, dlouhodobé pěstební péče často postrádají svoji hlavní funkci, jsou v krajině nevzhledné a pro volně žijící zvěř a člověka nebezpečné.

V případě všech výše uvedených způsobů zásahů do stávajících prvků je potřeba v případě plošných zásahů v rámci sítě větrolamů zvážit vhodný způsob etapizace, aby nedošlo k plošnému odstranění stávajících prvků naráz. Je vhodné postupovat mozaikovitě, aby vždy zůstala zachovaná část porostu,

kteřá bude „krýt“ odstraněnou část prvku optimálně v převládajícím směru větru. Postupné kácení/obnovu je nutno provádět v odstupech nejméně 5-10 let. Takový postup s vhodným časovým odstupem má význam pro zachování, alespoň omezené funkčnosti systému větrolamů, či jednotlivých částí prvků.

2.2.4 Metody založení nového větrolamu

Základním předpokladem pro funkčnost vegetačního prvku jako odpovídající větrné bariéry jsou jeho prostorové možnosti a ty jsou mimo jiné dány šířkou pozemku:

Pozemky šíře menší než cca 5-7 m (často interakční prvky – aleje u polních cest)

- Bariéra s omezenou nebo žádnou funkcí větrné bariéry

Pozemky šíře cca 7-20 a více m (často biokoridory, nebo interakční prvky typu větrolam)

- Bariéra typu „prodouvavý větrolam“ (často nevhodně založený prvek ÚSES)
- Bariéra typu „poloprodouvavý větrolam“ (záleží na dalším vývoji porostu, lze ovlivnit)
- Bariéra typu „neprodouvavý větrolam“ (záleží na dalším vývoji porostu, lze ovlivnit)

Jako nevhodná a potenciálně nefunkční větrná bariéra se jeví výsadba jedné či dvou řad stromů ve výsadbovém sponu 5 m a více na pozemcích o šířce 15 m. Nesprávný, unáhlený a jednotný, značně zjednodušený postup realizace vegetačních prvků, bez náležité péče věnované rozlišení a zohlednění požadovaných funkcí jednotlivých typů prvků, vede k realizaci vegetačních prvků, které neplní svou funkci a zatěžují obec nepřiměřenými požadavky na pěstební péči často bez požadovaného výsledného efektu. Vlastní větrolam by podle běžně uváděných doporučení měl být tvořen 4 až 8 řadami stromů a 2 - 4 řadami keřů (ideálně po dvou řadách na okrajích). Počet řad závisí na jejich vzájemné vzdálenosti. Rozmístění jednotlivých druhů dřevin by mělo být ve skupinách, tj. mezi dřeviny základní jsou začleňovány skupiny dřevin doplňkových. Jednotlivé druhy keřů jsou střídány po skupinách. Z prostorového hlediska je optimální jsou-li cílové, dlouhověké dřeviny ve středu větrolamu, okraje jsou tvořeny méně vzrůstnými stromy a keři. Vzdálenost mezi dřevinami jednořadého větrolamu by neměla být větší než 2 m, nejvhodnější rozstup je 1,5 m (výsadbový spon).

V případě výsadby nových větrolamů, převážně na stávající orné půdě a na základě provedeného hodnocení stávajících větrolamů a nově provedených výsadeb, doporučujeme pracovat s následujícími předpoklady:

- Velmi pravděpodobně nebudou po ukončení povýsadbové péče probíhat žádné pěstební zásahy v porostu,
- z téhož důvodu není vhodné používat přípravné, respektive pionýrské dřeviny s předpokladem jejich nahrazení,
- je velmi pravděpodobné, že zvolený spon výsadeb je v důsledku absence probírek fakticky cílovým sponem,
- nepracovat primárně s formou zohledňující propustnost větrolamu (to více ovlivní šířka pozemku a výsadby),
- pokud to šířka pozemku určeného k výsadbě větrolamu umožní, nevysazovat dřeviny blíže než 3 m od hranice sousedního pozemku,

- je nutné pracovat se znalostí stanoviště, znalostí dřevin a vlastností stanoviště a dřevin promítnout do koncepce řešení formou vhodného uspořádání s cílem minimalizace pěstebních zásahů při využití autoregulačních principů zakládání porostu,
- pracovat s pestrou druhovou skladbou zohledňující stanovištní podmínky – výběr dřevin odpovídající stanovišti přirozeného výskytu dřevin (doporučujeme zohledňovat geobiocenologické jednotky – STG), používat autochtonní materiál,
- pestrá druhová skladba porostu se promítne do přirozeného zastoupení jednotlivých etází, a také může mít pozitivní vliv na přirozený vývoj věkové heterogenity porostu.

Popisovaná doporučení a postupy se týkají zakládání nových větrolamů mimo lesní pozemky (v případě větrolamů na lesní půdě - OLP je situace odlišná, jak je popsáno výše). Vzhledem ke skutečnosti, že výsadby větrolamů jsou navrhovány a realizovány především v teplejších a sušších lokalitách rovinatých, intenzivně zemědělsky využívaných nížin, kde mohou možné klimatické změny nároky na dřeviny ještě zesílit, doporučujeme zohlednit další požadavky, a to především:

- Dosud intenzivně užívaná orná půda má jiné nároky na typ a formu použitých výpěstků pro výsadbu než lesní prostředí při obnově porostu,
- v prvních letech nezbytné povýsadbové péče je pravděpodobné a nutné uvažovat se zálivkou vysazených dřevin,
- stejně tak je nezbytné uvažovat o odplevelování výsadeb, kosení/ožínání,
- volba způsobu výsadeb a sponu výsadeb by měla zohlednit možnost minimalizace nákladné ruční práce nezbytnost zálivky a umožnit vjezd mechanizace do výsadeb.

Postup výsadbových prací na plochách dosud užívaných jako orná půda:

- Plošné odplevelení a následná příprava půdy (ideálně orba, smykování, vláčení),
- oplocení pletivem o výšce cca 160 cm, s přerušením po cca 200m (bariéra pro zvěř, pohyb mechanizace, přejezd větrolamu), brány vždy s přelezem,
- případná aplikace půdního kondicionéru (jeho účinnost není dlouhodobá, ale může výrazně omezit povýsadbový stres), lze použít i další látky (např. hydrosorbenty, mykorhizní preparáty),
- výsadba poloodrostků či odrostků a keřů dle schématu, výsadbového plánu,
- zálivka při a po výsadbě,
- kotvení stromů podle velikosti výpěstku (kůly ke všem stromům – též funkce signalizační při ožínání/kosení),
- ochrana proti okusu individuální (mechanicky nebo chemicky),
- mulčování výsadeb (kůrou, štěpkou),
- založení trávobylinného podrostu (základem je trávnik snášející sucho a mulčování – ponechání rozemleté travní hmoty na ploše po sečení).

Minimální pěstební péče v následujících třech letech:

- Lze doporučit dosadby neujatých dřevin,
- odplevelení, kosení/ožínání,

- zálivka podle potřeby, každý rok s klesající intenzitou.

2.3 Zakládání a údržba větrolamů - praktické návody

Optimálním způsobem řešení je návrh nového prvku (větrolamu) prostřednictvím Komplexních pozemkových úprav. Jinak je nutné vyřešit vlastnictví pozemku (oddělení pozemku vhodných parametrů geometrickým plánem a pozemek vykoupit), zahájit územní řízení (umísťování staveb, ochraně zájmů území, využití území a dělení a scelování pozemků) a získat územní rozhodnutí.

Základním krokem stavebníka (investora) je najít vhodný pozemek nebo prvek k rekonstrukci nezatížený nejrůznějšími problémy. Udělat si základní analýzu pro postup přípravy a jakým systémem budu prvek/prvky budovat nebo rekonstruovat. Zkompletovat dostupné podklady, zjistit jaké další si musím opatřit, např. od správců sítí, dotčených orgánů a organizací. Jakým způsobem si zajistím projekt, kdo provede nutné průzkumy, specifikaci spolupráce jiných profesí, ujasnit si, zda vše zařídím sám a nebo, zda si na vše, nebo jen na některé úkony najmu specializovanou firmu.

2.3.1 Předprojektová příprava

Základním krokem investora je najít vhodný pozemek nezatížený nejrůznějšími problémy. Provést analýzu pro postup přípravy a naplánovat jednotlivé kroky:

- Zkompletovat dostupné podklady,
- zjistit limity a kolize např. od správců sítí, dotčených orgánů a organizací.
- zajistit případné průzkumy, specifikovat požadavky na spolupráci jiných profesí,
- zjistit možnosti a podmínky financování,
- ujasnit si co lze zajistit vlastními silami a co zadat specializované firmě.

2.3.2 Projektování včetně projednání, příprava pro realizaci

- Příprava hrubé koncepce – zadání projektu. Jiné zadání je na LPF (podle lesního zákona) a jiné na ZPF,
- vypracování dokumentace k územnímu řízení (DÚR),
- po pozemkových úpravách – není třeba DÚR - příprava projektu pro provedení stavby (realizaci výsadeb),
- projednání případných limitů a kolizí např. od správců sítí, dotčených orgánů a organizací (ochranná pásma a podmínky výsadeb, kolize s odvodněnými plochami, závlahami),
- seznamy výkonů a položek, množství a popis materiálu, plán koordinace prací, odhad nákladů a podklad pro výběr dodavatele (soutěž prací a dodávek, slepý rozpočet)
- v případě financování z veřejných zdrojů zpracování žádosti a příprava příloh žádosti.

2.3.3 Realizace včetně dozorování

- Výběr dodavatele - zadávací dokumentace, výběr dodavatele,
- kontrola prací – technický dozor investora, autorský dozor,
- převzetí dokončeného díla, zahájení následné pěstební péče (minimálně 3 roky bývají sjednány podle podmínek financování), připravit plán péče a pěstebních zásahů po ukončení realizace a financování.

Zásadním problémem větrolamů je zanedbaná, nebo zcela vynechaná pěstební péče. Stav jednotlivých dřevin a následně i celého porostu, přímo závisí na vývoji celé porostní skupiny. Bez přiměřených zásahů do porostu ve formě prořezávek a probírek, bez případných dosadeb je úspěch založení prvku velmi nejistý ve všech případech. Je nutné kontrolovat a ovlivňovat vývoj na úrovni jedinců s cílem tvorby funkčního zdravého porostu. Předpoklad pravidelných probírek v pěti až desetiletých intervalech je tak pro zdravý vývoj porostu prakticky nezbytný zvláště v případech husté výsadby lesnického typu. Z toho plyne organizačně-technická a finanční náročnost této naprosto opomíjené rozvojové péče.

2.4 Zakládání větrolamů jako vegetačních prvků s výraznou autoregulací – vzorový projekt

Výsadbové schéma doporučené v následujícím textu přímo vychází z doporučení technických podmínek 99 (Silniční vývoj, spol. s r.o., 2004).

Do TP byly zapracovány aktuální poznatky z oboru a výsledky hodnocení vývoje porostů na modelových plochách realizovaných v letech 1983-85. Doporučené výsadbové schéma bylo na základě dlouhodobých zkušeností při užívání tohoto postupu v projekční praxi AGROPROJEKT PSO s.r.o. postupně upraveno do výsledné podoby. Na vývoji schématu se v Silničním vývoji, spol. s r.o. podílel i někdejší zaměstnanec Agroprojektu PSO s.r.o. Ing. David Mikolášek. Těmito technickými podmínkami doporučené uspořádání výsadeb v pásech (zejména v pásech trojřadých 3.09. a dvouřadých 3.08.) prakticky odpovídá požadavkům na výsadby liniových vegetačních prvků s extenzivní údržbou (minimalizovanou pěstební péčí). Podstatným znakem je i umístění stromů v cílovém sponu (nejsou nezbytné probírky).

Výsadbové schéma lze upravit podle plošného rozsahu výsadeb a lze pracovat buď se schématem založeným na použití tzv. dvojřad (nižší počet kusů dřevin na plochu – Obr. 2-22) u výsadeb plošně rozsáhlejších, nebo se schématem založeným na použití tzv. trojřad (vyšší počet kusů dřevin na plochu - Obr. 2-23) s ohledem na celkovou ekonomickou náročnost založení prvku.

Doporučené uspořádání výsadeb bylo upraveno, aby bylo možné v prvních letech při povýsadbové péči do výsadeb mezi mulčované řady vjíždět běžnou mechanizací. Mezi pásy zamulčovaných výsadeb zůstává pruh s pojezdnou šířkou cca 2 m. Mezi krajními liniemi výsadeb v pásech je 2,5 až 3 m podle toho, zda se jedná o dvojřady, nebo trojřady. Tento prostor umožňuje provádět strojní kosení a zálivku mechanizací, kterou může mít k dispozici nejen specializovaná zahradnická firma, ale i obvykle vybavená obec, která je nejčastějším vlastníkem pozemku s nově založeným porostem.

Vzdálenost v řadách byla z 1m prodloužena na 1,2m. Výsadbový spon je vhodné upravit, pokud to vyžadují specifika stanoviště, požadované funkce dřevinného prvku či použitého sortimentu dřevin.

Dále schéma lze upravit s ohledem na požadovanou funkci. Typicky vyšší (u větrolamů) nebo nižší počet stromů (u prvků ÚSES) na plochu z celkového počtu použitých dřevin. Zásadní možností doporučeného uspořádání z TP99 je snadná práce s jednotlivými druhy ve smyslu zakládání dřevinných vegetačních prvků s výraznou autoregulací v období rozvojové péče podle Pejchala (PEJCHAL 2010). Tento postup lze doporučit pro podmínky nejběžnějších typů lokalit s potřebou realizace opatření proti větrné erozi na orné půdě (mimo lesní pozemky) v podmínkách uvažovaných klimatických změn.

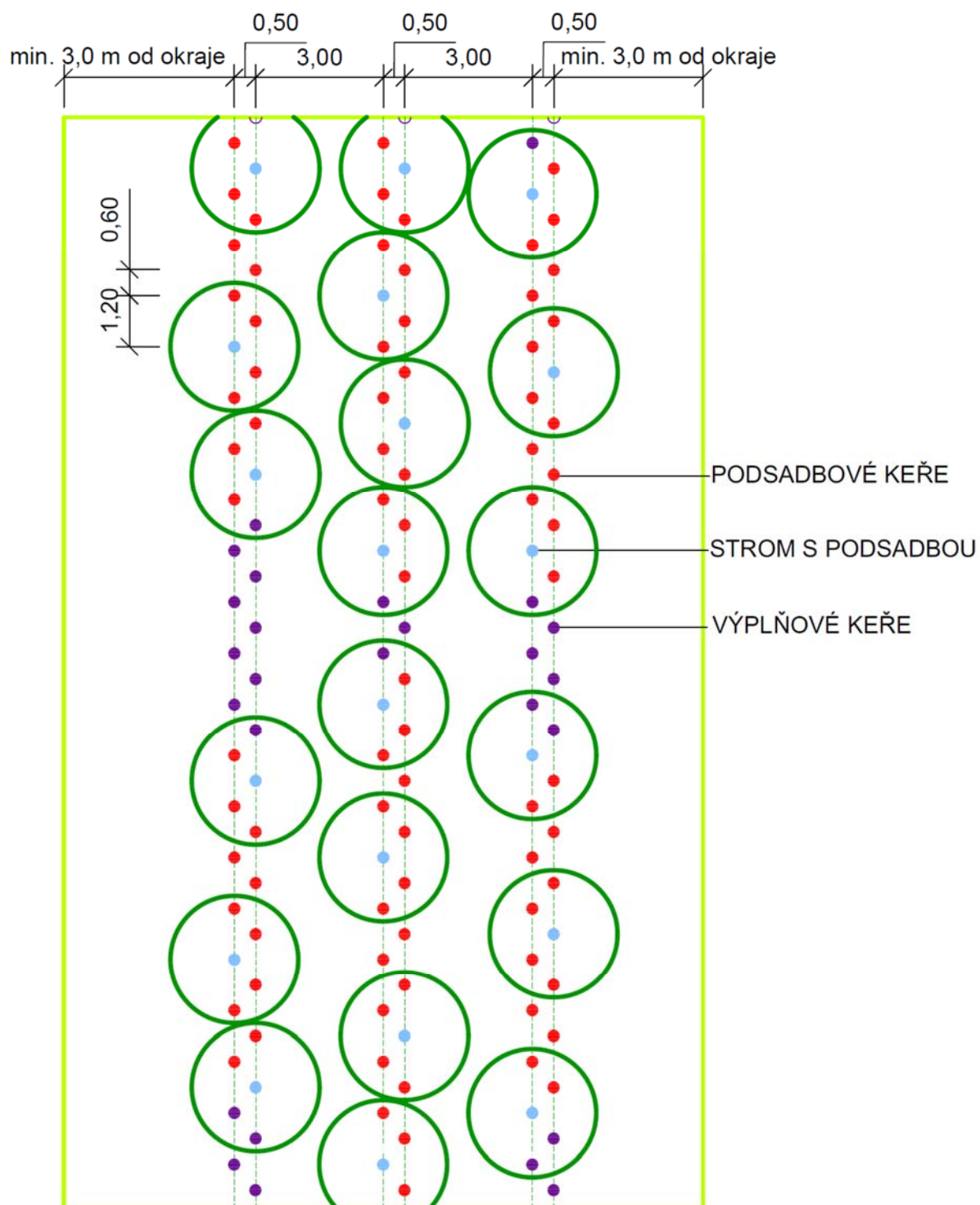
Doporučené uspořádání pracuje se třemi skupinami dřevin:

- Stromy, (stromovité keře),
- keře podsadbové,
- keře výplňové.

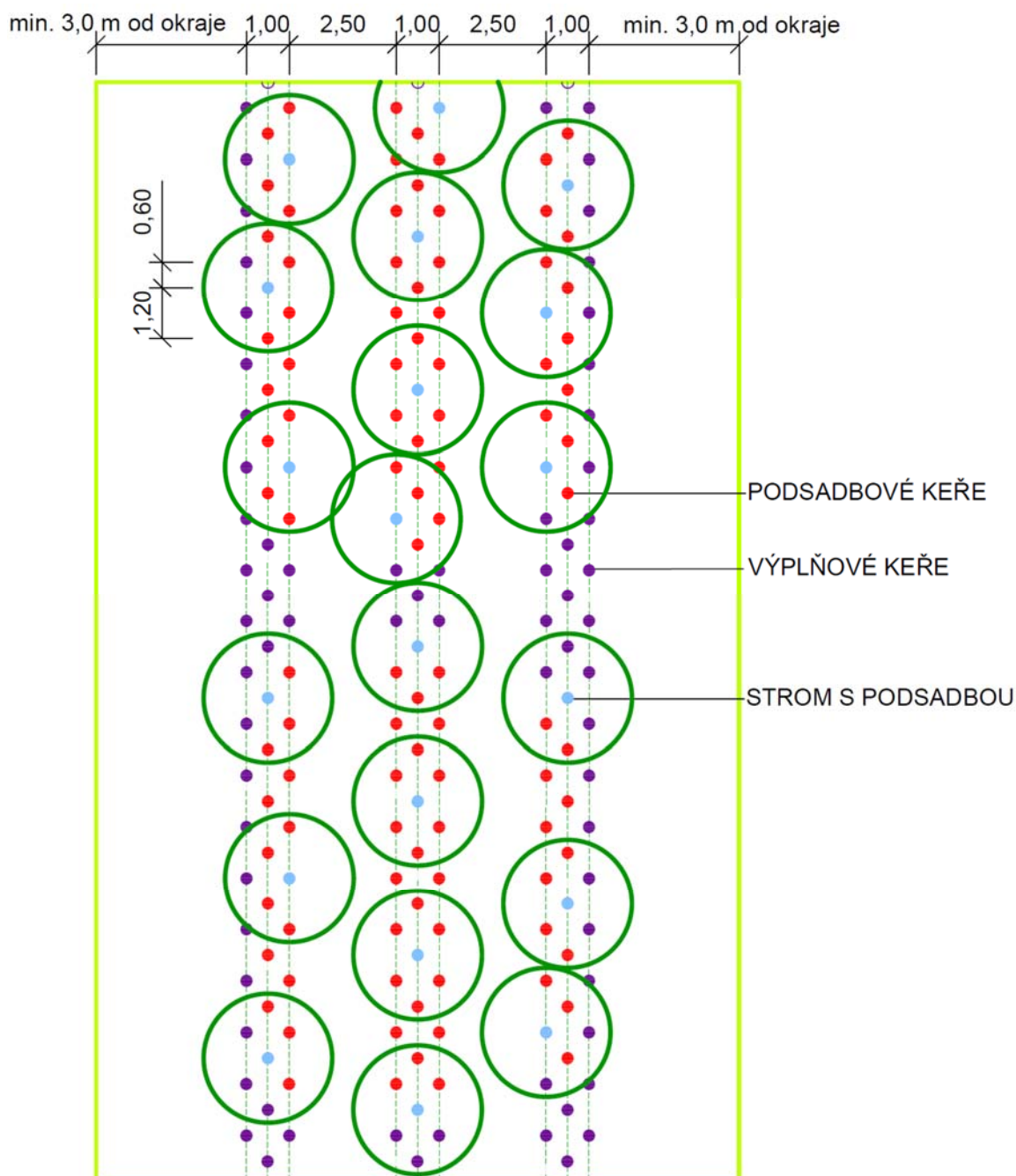
Takto pojaté uspořádání lze využít pro obvykle užívané kategorie dřevin používané ve zmíněných dřevinných vegetačních prvcích podle PEJCHALA (2018):

- Dřeviny hlavní – trvale tvoří kostru budoucího porostu,
- dřeviny plášťové – společně s ostatními kategoriemi dřevin je jejich úkolem co nejrychlejší zapojení porostu v přízemní vrstvě a vytváří plášť prvku,
- dřeviny podrostové – v prvních letech přispívají k vytvoření zápoje v přízemní vrstvě, později vytváří podrost,
- dřeviny sloužící – slouží k rychlému vytvoření zápoje v přízemní vrstvě, později jsou potlačovány konkurenčním tlakem dřevin z ostatních výše zmíněných kategorií.

Takto hustě vysazené pásy dřevin poměrně rychle začnou tvořit zápoj, který i díky mulčování vytváří přiměřené zastínění a tvoří poměrně rychle po výsadbě mikroklíma, díky němuž umožňuje dřevinám i suchých obdobích snáze a déle udržet dostatečnou půdní vlhkost a zároveň dochází k potlačení plevelů. Rovněž se doporučuje plošná aplikace půdních kondicionérů v pásích výsadeb. Autoregulační princip je dán využitím ekologických vlastností jednotlivých taxonů dřevin – zejména jejich konkurenceschopnosti. Upravené výsadbové schéma pracuje s jednotlivými druhy dřevin v párech, kdy ke každé skupině stromů konkrétního druhu (10 ks) je přiřazena skupina podsadbových keřů konkrétního druhu (40 – 50 ks podle požadované hustoty porostu), která má utvořit v prvních letech souvislý a zapojený porost s cílem podpořit díky vhodně zvolené druhové skladbě konkurenční vazby například pro podpoření tvorby vyššího kmene a vhodného tvaru koruny stromů, nebo stromovitých keřů. Po vytvoření zápoje korun stromů, lze očekávat vlivem konkurence (zastínění) úbytek podsadbových (sloužících) keřů (dřeviny sloužící), které však zároveň s keři výplňovými mohou na okraji porostu tvořit plášť porostu. Podle požadované hustoty porostu lze pracovat s dvouřadami, nebo trojřadami. V případě dvouřad je práce s výplňovými keři (dřeviny podrostové a plášťové) náročnější, u systému s trojřadami lze krajní řady využít pro výsadbu výplňových keřů, které budou plnit funkci pláště.



Obr. 2-22: Výsadbové schéma (Agroprojekt PSO s.r.o.) využívající systém dvouřad



Obr. 2-23: Výsadbové schéma (Agroprojekt PSO s.r.o.) využívající systém trojřad

Osazovací schéma, které zohledňuje výše uvedené předpoklady a potřeby na funkčnost výsledného prvku, je postaveno na principu dřevinných vegetačních prvků s výraznou autoregulací, které výrazně snižují náklady na ekonomickou náročnost v době rozvojové péče.

Výsadbové schéma (Obr. 2-22 a Obr. 2-23) pouze objasňuje způsob rozmístění funkčních typů dřevin v dvouřadách nebo trojřadách. Použití tohoto způsobu se předpokládá u rozsáhlejších liniových prvků. Tyto prvky je vhodné členit na samostatné výsadbové úseky o délce 100 m. Při využití systému dvojřad je v úseku 100 m s uvedeným sponem cca 480 ks dřevin, u trojřad je to cca 720 ks dřevin. Ve výsadbovém plánu je potřeba specifikovat množství jednotlivých dřevin rozmístěním stromů s podsadbovými keři podílem z celkového množství dřevin na úsek, teprve poté je možné stanovit

dostatečný podíl počtu zbylých pozic pro výplňové dřeviny (vhodná je cca ¼ až 1/5 z celkového počtu dřevin na úsek). Samotné rozmístění dřevin v rámci jednotlivých úseků se děje podle výsadbového plánu (Obr. 2-23) tento způsobu výsadeb ponechává určitou volnost dodavateli výsadeb. Definitivní rozmístění stanoveného množství a druhů sazenic na řešené ploše je tedy částečně na dodavateli výsadbových prací. Při realizaci výsadeb je tak potřeba mít na paměti požadovanou funkci prvku, jedná se o větrnou bariéru, která by měla být ideálně tvořena souvislým a zapojeným porostem. Rozhodující je proto pravidelné a souvislé rozmístění stromů bez mezer mezi skupinami ve sponu, který je blízký cílovému sponu.

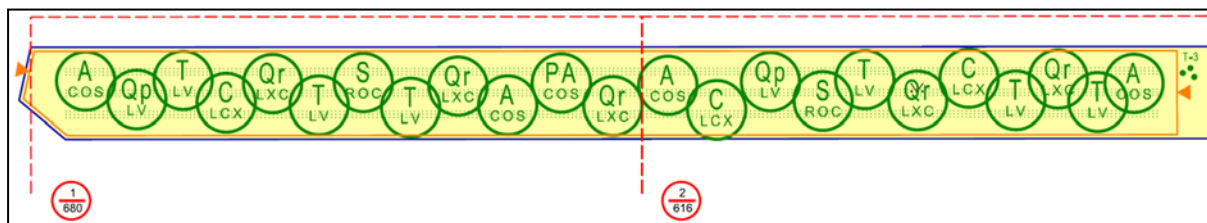
2.4.1 Založení větrolamu

Podstatnou část plochy řešeného prvku (větrolamu) má zaujímat v prvním období jeho existence druhově bohatý trávobylinný porost. Základem bylinného patra je krycí porost trav s převahou suchomilných až mezofilních druhů. Předpokládá se, že k vytvoření přírodě blízké skladby bylinného patra přispějí i uvolněné zdroje semen v kultivované půdě. Hlavním předpokladem vytvoření druhově bohatého a nezapleveleného trávobylinného porostu je však pravidelná péče spočívající především v kosení, alespoň v několika prvních letech po výsadbě. Jako základ pro založení bylinného patra v plochách s výsadbami či jejich okolí se doporučuje krajinná travní směs, která se používá např. do sadových meziřadí. Vytváří poměrně hustý pevný, a přitom málo vzrůstný drn, který velmi dobře snáší mulčování (ponechání rozemleté travní hmoty na ploše po sečení).

Výsadba stromů se provádí do připravené půdy nebo do pokoseného a vyhrabaného trávníku, či nezapleveleného trávobylinného porostu. Nejpřirozenější je použití prostokořenných výpěstků v době na konci vegetačního období, případně v době před zámrazem. Vždy musí být především zajištěny podmínky pro dobré zakořenění rostlin v půdě nepřeschlé a dostatečně teplé. Za sucha a mrazu je provádění výsadeb nevhodné. Ve vegetačním období musí být použity výpěstky dopěstované a expedované v obalech s pevným kořenovým (prokořeněným) balem a následně musí být opakovaně zajištěna dostatečná závlhka. Na základě opakovaných zkušeností je doporučeno vždy použití výpěstků v obalech s pevným kořenovým (prokořeněným) balem na podzim do předem připravených jamek.

Pro podporu a zabezpečení výsadeb v možném dlouhodobém období sucha ve vegetační době lze použít vhodný půdní kondicionér, či vhodný hydroabsorbent na bázi polymerů, či hydrogel, případně kombinaci obojího. V případě použití hydrogelu je vhodné aplikaci provádět bodově (s promícháním s půdou do jednotlivých výsadbových jam). Kondicionér je vhodnější aplikovat plošně v pásích dvojřad či trojřad.

Uspořádání výsadeb je navrženo tak, aby došlo k co nejrychlejšímu zapojení porostů dřevin v několika pásích každý tvořený řadou stromů s podsadbou 2 či 3 řad keřů. Na 10 stromů a (stromů menšího, či keřového vzrůstu) bude vždy vysazeno 40 podsadbových keřů (ve výsadbovém plánu jedna značka s uvedením druhu stromu a druhu podsadby, tedy znamená dohromady 50 ks dřevin rozmístěných v dvojřadách/trojřadách). Na ostatní místa a vnější okraje v dvojřadách/trojřadách budou vysazeny výplňové keře, které mohou tvořit část podrostu na okrajích pláště porostu (použití konkrétních druhů je podle toho nutno specifikovat). V případě většího množství ve skupinách max. po 20 až 50 ks v trojsponu. Vzdálenost rostlin v dvojřadách/trojřadách: v řadách 1,2 m, mezi řadami 0,5 m (Obr. 2-24) Počet rostlin je specifikován pro jednotlivě vyznačené úseky. Ukázkou druhového složení ve výsadbovém plánu prezentuje Tab. 2-11.



Obr. 2-24: Ukázka aplikace výsadbového schématu s využitím trojřad do výsadbového plánu (M 1:500) s vyznačením úseku 100 m

Tab. 2-11: Ukázka druhového složení ve výsadbovém plánu (zobrazené dva úseky)

SO-1	Větrolam VN2	č. úseku ve výkrese	1	2
Stromy listnaté s baly soliterní				
PA	<i>Prunus avium</i>	třešeň ptačí	0	3
T	<i>Tilia cordata</i>	lípa malolistá	0	3
celkem			0	6
Stromy listnaté s baly do skupin				
A	<i>Acer platanoides</i>	javor mlč	20	20
C	<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný	10	20
PA	<i>Prunus avium</i>	třešeň ptačí	10	0
Qp	<i>Quercus petraea</i>	dub zimní	10	10
Qr	<i>Quercus robur</i>	dub letní	30	20
S	<i>Sorbus torminalis</i>	jeřáb břek	10	10
T	<i>Tilia cordata</i>	lípa malolistá	30	30
celkem			120	110
Keře podsadbové				
COS	<i>Cornus sanguinea</i>	svída obecná	120	80
LCX	<i>Lonicera xylosteum</i>	zimolez obecný	160	160
LV	<i>Ligustrum vulgare</i>	ptačí zob	160	160
ROC	<i>Rosa canina</i>	růže šípková	40	40
celkem			480	440
Keře výplňové				
EU	<i>Evonymus verrucosa</i>	brslen bradavičnatý	50	30
VL	<i>Viburnum lantana</i>	kalina tušalaj	30	30
celkem			80	60
celkem dřevin v úseku			680	616

Pro potřeby použitého výsadbového schématu, jsou dřeviny děleny na několik skupin, kterými jsou: soliterní stromy, stromy a dřeviny s více kmeny (architekturou připomínající keř), které jsou však vyšší než vzrůstné keře, podsadbové a výplňové keře. Vysazovaný strom by měl být vždy umístěn minimálně 3 m od hranice přilehlého sousedního pozemku (nejčastěji orná půda) a mimo krajní řadu (dvojřady/trojřady). Uvedené odstupy od sousedního pozemku vychází z §1017 Nového občanského zákoníku 89/2012 sb. V lokalitách s nejvyšší potřebou řešení větrné eroze se často jedná se o suchou oblast, která představuje náročné podmínky na založení vegetačních prvků. Vhodné je tedy použít obalovaný materiál, s maximálním podílem rašelinového substrátu do 50 % objemu, který je schopný

udržet a přijímat vodu. Nejméně stejný podíl objemu balu by měly tvořit zúrodnitelné zeminy s vyšším podílem jílových částic. Rašelina je sice schopna poutat poměrně vysoký podíl objemu vody, je to však vysýchavý materiál a po úplném vyschnutí vodu zpět přijímá jen obtížně. Použití takových školkařských výpěstků umožní rostlinám co nejrychlejší prokořenění do rostlého terénu a zajistí tak jejich ujmutí a zvýšení odolnosti vůči nepřízní podnebí. Povrch půdy v pásech výsadeb by měl být chráněn proti vysychání a zaplevelování mulčem (kůra, štěpka) ve vrstvě silné nejméně 10 cm (Obr. 2-25). Vysazené stromy a stromovité keře se uvazují ke kůlu. Jejich kmeny se zakryjí ochrannými obaly proti okusu – samosvorná plastická síťovina nebo pletivo, u stromovitých keřů může být nahrazeno ošetřením repelentem. Keře se ošetřují repelentním nátěrem proti okusu.



Obr. 2-25: Uvedený příklad po realizaci. Větrolam VN2 v k.ú. Vrbovec v Jihomoravském kraji. (foto: SPÚ ČR 2020)

2.4.2 Zajištění porostů

V prvních letech po výsadbě je důležité zajistit závlahu, ochranu dřevin před okusem a před zaplevelením upravených ploch. Rozsah péče musí vždy odpovídat konkrétním klimatickým podmínkám. Po 3-5 letech by měl být proveden výchovný a zdravotní řez. Ve stejné době je možné provést odstranění opěrných kůlů, pokud však nebude účelné jejich další ponechání z důvodu ochrany stromů proti případné nešetrné údržbě trávobylinného porostu a jiným vlivům. Mulčování má hlavní funkci hlavně v prvních dvou letech po založení, z toho důvodu nepovažujeme jeho doplňování za opodstatněné. Ožínání/kosení výsadeb mezi pásy či řadami výsadeb doporučujeme provádět jen do doby, než se porost začne zapojovat. Zahušťování porostů nálety původních druhů dřevin je možné. Nálety akátů, pjasanů a javorů jasanolistých a dalších případných invazních druhů bylin musí být od počátku pravidelně likvidovány.

Základ založeného porostu dřevin tvoří stromy a stromovité keře. Tyto jsou vysazovány ve skupinách po deseti kusech s podsadbou keřů prakticky v cílovém sponu. Volné plochy ve dvojřadách/trojřadách mimo tyto skupiny jsou dle výsadbového schématu osazovány výplňovými keři. Podsadbové a výplňové keře jsou tedy dřeviny sloužící, které plní svou funkci v prvních letech po výsadbě. Jejich účelem je vytvořit zapojený porost v prvních letech, a bránit tak zaplevelování plochy, než začnou intenzivně růst a tvořit koruny stromy. Až stromy začnou tvořit koruny, které se začnou zapojovat minimálně v rámci skupin, budou tyto keře tvořit základ podrostu a předpokládá se postupné potlačení jejich růstu a lze předpokládat jejich úbytek.

Případné dosadby po ukončené tříleté péči nejsou nutné v případě, že se bude jednat o jednotlivé kusy stromů a stromovitých keřů (dále jen stromů) ve skupinách. Dosadby při úhynu stromů do 5-10% tedy nejsou nutné. Pouze v případě, že dojde k většímu výpadku v ucelené ploše nebo bude-li se jednat o plošný výpadek jednoho druhu nebo bude úhyn větší než 10 %, je vhodné provést dosadbu. Situaci je nutné vždy individuálně posoudit. V případě problémového ujmání konkrétního druhu, lze tento druh zaměnit druhem vhodnějším.

V případě úhynu podsadbových nebo výplňových keřů se dosadby nepředpokládají. Pokud dojde k vytvoření zapojeného porostu, v němž není úbytek jednotlivých keřů na osázených plochách na první pohled zřetelný a nejedná se o souvislé plochy bez dřevin, lze takový úbytek považovat za přirozený. Po deseti letech lze postupný úbytek keřů na úkor stromů očekávat. Dosadby při úhynu sazenic keřů do 20% nejsou nutné. Pouze v případě, že dojde k většímu výpadku v ucelené ploše nebo bude úhyn výrazně větší než 20%, lze uvažovat o dosadbě.

3 Srovnání novosti postupů

Tato metodika je souhrnným materiálem, představujícím ve stručnosti dosavadní publikované metodické návody zabývající se ochranou půdy před větrnou erozí, na něž navazuje a představuje nové výsledky aplikovaného výzkumu. Akcentuje přitom na potřebu adaptace na klimatickou změnu zejména při zpřesňování informací o vlivu klimatických činitelů na zemědělskou půdu a při výběru vhodných taxonů a postupů pro zakládání a údržby větrolamů. Zavádí nové postupy a nástroje využitelné pro posuzování potenciální ohroženosti větrnou erozí a posouzení účinnosti nově navrhovaných opatření. Byl vyvinut nový software a webová aplikace, která umožní zpracovatelům pozemkových úprav, odborné veřejnosti, zemědělským subjektům, investorům, ale i pracovníkům státní správy efektivně a automatizovaně provádět posouzení potenciální ohroženosti větrnou erozí a optimalizovat tak návrh protierozních opatření. Za nové je možné také považovat upřesnění vyhodnocení stávajících větrných bariér a jejich klasifikaci z pohledu věkového stádia, vitality a perspektivy.

4 Popis uplatnění certifikované metodiky

Metodika je primárně zacílena na projekční praxi, zabývající se problematikou ochrany a tvorby krajiny. Své uplatnění nalezne při návrzích ochranných opatření, kde umožní optimální návrh s využitím prezentovaných postupů a software. Zejména pak v procesu pozemkových úprav při návrhu a realizaci plánů společných zařízení. Představuje nové automatizované metody usnadňující identifikaci ohrožených území a návrhy ochranných opatření. Soustřeďuje se na současné potřeby adaptace výsadeb a obnovy větrolamů na klimatickou změnu, nabízí praktické návody na výběr vhodných taxonů a postupy při jejich zakládání a údržbě na orné půdě. Předkládané příklady návrhů, realizací a údržby větrolamů a dalších liniových prvků jsou užitečným materiálem i pro obce a státní správu. Své využití najde také ve státní správě při rozhodování o efektivním využití finančních prostředků na potlačení nepříznivých důsledků větrné eroze pro životní prostředí a zdraví populace. Postupy vymezené metodikou lze efektivně využít také při optimalizaci návrhů rekonstrukcí stávajících větrných bariér. Metodika a zejména nové postupy otevírají další prostor pro rozvoj poznání v oboru ochrany před nepříznivými důsledky větrné erozi. Může tak posloužit k dalšímu vývoji v rámci aplikovaného výzkumu.

5 Ekonomické aspekty

Metodika je zacílena na využití vhodných postupů při výběru řešeného území, na výběr vhodných taxonů dřevin, adaptabilních na měnící se klimatické podmínky, poskytuje i návody na jejich efektivní navrhování. Volbou vhodných adaptačních opatření, definováním nových postupů při zakládání a údržbě trvalých vegetačních prvků a výběrem odpovídající taxonomické skladby lze zajistit značnou úsporu investic z veřejných prostředků určených k posílení ekologické stability krajiny (prostředky vynakládané na realizaci prvků po pozemkových úpravách a jiných krajinnotvorných programech). Ekonomický efekt pro uživatele tkví v účelnějším vynakládání prostředků na realizaci a údržbu nově zakládaných větrných bariér, ale i na rekonstrukci stávajících. Významným aspektem je také zvýšení kvality poznání v oblasti ochrany před větrnou erozí a odborných znalostí, projektantů, investorů a pracovníků státní správy v této oblasti.

6 Seznam použité literatury

- DOLEŽAL, P., PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA, J., STŘEDOVÁ, H., STŘEDA, T., DOUBRAVA, D. (2017): ŘÍZENÍ RIZIKA VĚTRNÉ EROZE. CERTIFIKOVANÁ METODIKA. BRNO: VÚMOP, V.V.I.. CERTIFIKAČNÍ ORGAN: SPU, ČÍSLO OSVĚDČENÍ:2/2017 SPU/O
- GRAßL, H. KLIMAWANDEL – WORAUF MÜSSEN WIR UND IN DEUTSCHLAND EINSTELLEN? IN JAHRBUCH DER BAUMPFLERGE. 12. AUFL. BRAUNSCHWEIG: HYAMARKET MEDIA, 2008, S. 19 – 25. ISBN 978-3-87815-226-2.
- CHEPIL, W. S. (1958): SOIL CONDITIONS THAT INFLUENCE WIND EROSION. TECHNICAL BULLETIN., NO. 1185. U.S. DEPT. AGR., WASHINGTON.
- JANEČEK A KOL. OCHRANA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY PŘED EROZÍ. PRAHA: ISV, 2005. 195 S. ISBN 80-86632-38-0
- JANEČEK M., DOSTÁL T., KOZLOVSKY-DUFKOVÁ J., DUMBROVSKÝ M., HŮLA J., KADLEC V., KOVÁŘ P., KRÁSA T., KUBÁTOVÁ E., KOBZOVÁ D., KUDRNÁČOVÁ M., NOVOTNÝ I., PODHRÁZSKÁ J., PRAŽAN J., PROCHÁZKOVÁ E., STŘEDOVÁ I., TOMAN F., VOPRAVIL J., VLASÁK J. (2012): OCHRANA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY PŘED EROZÍ. ČZU. PRAHA. ISBN 978-80-87415-42-9
- JANEČEK, M. (1997): POTENCIÁLNÍ OHROŽENOST PŮD ČESKÉ REPUBLIKY VODNÍ A VĚTRNOU EROZÍ. VĚDECKÉ PRÁCE VÚMOP, Č. 9, S. 53–64.
- JANEČEK, M. A KOL. (2000): MAPY POTENCIÁLNÍ EROZNÍ OHROŽENOSTI ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD ČR VODNÍ A VĚTRNOU EROZÍ. IN: VÝSTUP Z PROJEKTU NAZV EP7057 ZPŮSOBY OMEZENÍ DEGRADACE PŮD EROZÍ A SYSTÉMY PROTIEROZNÍ OCHRANY, PRAHA: VÚMOP.
- JANEČEK, M. A KOL. (2005): OCHRANA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY PŘED EROZÍ. ISV NAKLADATELSTVÍ, PRAHA 2005. ISBN 80-86642-38-0
- JANEČEK, M. A KOL. (2012): OCHRANA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY PŘED EROZÍ, METODIKA, ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA PRAHA, PRAHA, 113 S., ISBN 978-80-87415-42-9.
- KATRA, I. SOIL EROSION BY WIND AND DUST EMISSION IN SEMI-ARID SOILS DUE TO AGRICULTURAL ACTIVITIES. AGRONOMY 2020, 10, 89, DOI:10.3390/AGRONOMY10010089.
- KLIK, A. (2004): WIND EROSION ASSESSMENT IN AUSTRIA USING WIND EROSION EQUATION AND GIS. IN: FRANCAVIGLIA, R. (ED.) AGRICULTURAL IMPACTS ON SOIL EROSION AND SOIL BIODIVERSITY: DEVELOPING INDICATORS FOR POLICY ANALYSIS, PROCEEDINGS FROM AN OECD EXPERT MEETING, ROME, ITALY, 145–154.
- KOZLOVSKY DUFKOVÁ J., PODHRÁZSKÁ J. (2012): REGIONALIZACE ERODOVATELNOSTI TĚŽKÝCH PŮD VĚTRNOU EROZÍ. ÚRODA 60(6):80–81, ISSN 0139-6013.
- LEYS, J.F. (1999): WIND EROSION ON AGRICULTURAL LAND. IN: A.S. GOUDIE, I. LIVINGSTONE, S. STOKES (EDS.), AEOLIAN ENVIRONMENTS, SEDIMENTS AND LANDFORMS, JOHN WILEY & SONS LTD., ENGLAND, PP. 143–166.

LI, J.; MA, X.; ZHANG, C. PREDICTING THE SPATIOTEMPORAL VARIATION IN SOIL WIND EROSION ACROSS CENTRAL ASIA IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE IN THE 21ST CENTURY. *SCI. TOTAL ENVIRON.* 2020, 709, 136060, DOI:10.1016/J.SCITOTENV.2019.136060.

MINISTERSTVO DOPRAVY (2005) TECHNICKÉ PODMÍNKY, VYSAZOVÁNÍ A OŠETŘOVÁNÍ SILNIČNÍ VEGETACE;; SCHVÁLENO MD – OPK ČJ. 571/04-120-RS/1 ZE DNE 17.12.2004 S ÚČINNOSTÍ OD 1. LEDNA 2005.

MIRMOUSAVI S.H. (2016): REGIONAL MODELING OF WIND EROSION IN THE NORTH WEST AND SOUTH WEST OF IRAN. *EURASIAN SOIL SCIENCE*, 49(8), 942–953.

NEL, A. (2005). AIR POLLUTION-RELATED ILLNESS: EFFECTS OF PARTICLES. *SCIENCE*, VOL. 308., NO 5723, PP. 804-806 DOI: 10.1126/SCIENCE.1108752

NOVÝ OBČANSKÝ ZÁKONÍK 89/2012 SB

PASÁK, V. A KOL. (1984) :OCHRANA PŮDY PŘED EROZÍ. STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÉ NAKLADATELSTVÍ PRAHA. 164 S.

PODHRÁZSKÁ, J. - DUFKOVÁ, J. PROTIEROZNÍ OCHRANA PŮDY. BRNO: MENDELU, 2005. 99 S. ISBN 80-7157-856-8.

PODHRÁZSKÁ, J. (2013): KRITERIA ROZVOJE VĚTRNÉ EROZE NA TĚŽKÝCH PŮDÁCH A MOŽNOSTI JEJÍHO OMEZENÍ BIOTECHNICKÝMI OPATŘENÍMI: ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA 2012 PROJEKTU QH82099. PRAHA: VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, 2013.

PODHRÁZSKÁ, J., KOZLOVSKY-DUFKOVÁ, J., KUČERA, J. POTENCIÁLNÍ NÁCHYLNOST TĚŽKÝCH PŮD K VĚTRNÉ EROZI: CERTIFIKOVANÁ MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM PROJEKTU QH82099. BRNO. VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ O OCHRANY PŮDY, V.V.I., 2012. ČÍSLO OSVĚDČENÍ: 16/2012-13300

PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA J., STŘEDA T., STŘEDOVÁ H. A CHUCHMA F. (2014). MAPA POTENCIONÁLNÍHO RIZIKA OHROŽENÍ TĚŽKÝCH PŮD VĚTRNOU EROZÍ NA ZÁKLADĚ METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK V ZIMNÍM OBDOBÍ: POTENCIAL RISK OF THE EXPOSURE OF HEAVY SOILS BASED ON METEOROLOGICAL CONDITIONS IN WINTER SEASON. CERTIFIKOVANÁ MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM. CERTIFIKAČNÍ ORGÁN: SPÚ, ČÍSLO OSVĚDČENÍ 13/2014.

PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA, J., CHUCHMA, F., STŘEDA, T., STŘEDOVÁ, H. (2013). EFFECT OF CHANGES IN SOME CLIMATIC FACTORS ON WIND EROSION RISKS – THE CASE STUDY OF SOUTH MORAVIA. *ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS* 6:1829–1837.

PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA, J., STŘEDA, T., STŘEDOVÁ, H., CHUCHMA, F. (2015): MAPA OBLASTÍ POTENCIÁLNĚ OHROŽENÝCH VĚTRNOU EROZÍ NA PODKLADU PŮDNĚ-KLIMATICKÝCH FAKTORŮ. ČÍSLO OSVĚDČENÍ 3/2016 SPU/O.

PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA, J., STŘEDOVÁ, H. (2015): THE METHODS OF LOCATING AREAS EXPOSED TO WIND EROSION IN THE SOUTH MORAVIA REGION. *ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS*, 62(1): 113-121. ISSN 1211-8516

- PODHRÁZSKÁ, J., LITSCHMANN T., HRADIL M., ET AL. (2011): HODNOCENÍ ÚČINNOSTI TRVALÝCH VEGETAČNÍCH BARIÉR V OCHRANĚ PROTI VĚTRNÉ EROZI. BRNO: VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY PRAHA, 2011. ISBN 978-80-87361-10-8.
- PODHRÁZSKÁ, J., NOVOTNÝ I., ROŽNOVSKÝ J., ET AL. (2008): OPTIMALIZACE FUNKCÍ VĚTROLAMŮ V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ: METODIKA. PRAHA: VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, 2008. ISBN 978-80-904027-1-3.
- PODHRÁZSKÁ, J., P., KUČERA, J., STŘEDOVÁ, H., STŘEDA, T. (2016): MAPA RIZIKA OHROŽENÍ ORNÉ PŮDY VĚTRNOU EROZÍ PODLE KATASTRŮ. VÚMOP, V.V.I.: BRNO, ČÍSLO OSVĚDČENÍ 1/2017 SPU/O
- PRETTL, J. (1963): MAPA OHROŽENÝCH PŮD ČSSR VĚTRNOU EROZÍ. VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ., 5, P. 165.
- REZAEI, M., RIKSEN, M. J. P.M., SIRJANI, M., SAMENI, A., GEISSEN, V., (2019). WIND EROSION AS A DRIVER FOR TRANSPORT OF LIGHT DENSITY MICROPLASTICS. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, VOL. 669, PP. 273-281 [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.SCITOTENV.2019.02.382](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.382)
- RIZGALLA, A. M. PREDICTION OF POTENTIAL WIND EROSION OF SOME FIELDS AROUND AL OBIED (NORTH KORDOFAN STATE-SUDAN) (2014). JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 4, NO. 12, PP. 795-802.
- ROLOFF, A., BONN, S., GILLNER, S. KONSEQUENZEN DES KLIMAWANDELS : VORSTELLUNG DER KLIMAARTEN-MATRIX (KLAM) ZUR AUSWAHL GEEIGNETER BAUMARTEN. STADT UND GRÜN, 58. JAHRGANG, 2008, H. 5, S. 53 – 60. ISSN: 0948-9770.
- ROLOFF, A., DRESSLER, A., KNIESEL, B., KRABEL, D. MING, L, PIETZARKA, U., SCHRADER, L. TROCKENSTRESS BEI BÄUMEN: URSACHEN, STRATEGIEN, PRAXIS. WIEBELSHEIM: QUELLE & MEYER VERLAG, 2021. ISBN 978-3-494-01858-4.
- ROLOFF, A., GILLNER, S., BONN, S. VORSTELLUNG DER KLIMAARTENMATRIX FÜR STADTBAUMARTEN (KLAM-STADT) : GEHÖLZARTENWAHL IM URBANEN RAUM UNTER DEM ASPEKT DES KLIMAWANDELS. GRÜN IST LEBEN, 2008, SONDERAUSGABE, S. 30 – 42. ISSN: 1861-7077.
- ROLOFF, A., MEYER, M. AUSWIRKUNGEN DES ZU ERWARTENDEN KLIMAWANDELS : EIGNUNG DER HEIMISCHEN UND MÖGLICHER NICHTHEIMISCHER GEHÖLZE IN DER LANDSCHAFT UND KONSEQUENZEN FÜR DIE VERWENDUNG. GRÜN IST LEBEN, 2008, SONDERAUSGABE, S. 4 – 29. ISSN: 1861-7077.
- STŘEDOVÁ, H., SPÁČILOVÁ, B., PODHRÁZSKÁ, J., CHUCHMA, F. (2015): A UNIVERSAL METEOROLOGICAL METHOD TO IDENTIFY POTENTIAL RISK OF WIND EROSION ON HEAVY-TEXTURED SOILS. MORAVIAN GEOGRAPHICAL REPORTS, 23(2): 56–62. DOI: 10.1515/MGR-2015-0011.
- TECHNICKÉ PODMÍNKY, VYSAZOVÁNÍ A OŠETŘOVÁNÍ SILNIČNÍ VEGETACE; MINISTERSTVO DOPRAVY; SCHVÁLENO MD – OPK ČJ. 571/04-120-RS/1 ZE DNE 17.12.2004 S ÚČINNOSTÍ OD 1. LEDNA 2005.
- WANG, R., LIA, Q., ZHOUB, N., CHANGC, C., GUOC, Z., LI, J. (2019). EFFECT OF WIND SPEED ON AGGREGATE SIZE DISTRIBUTION OF WINDBLOWN SEDIMENT. AEOLIAN RESEARCH 36:1–8. DOI: 10.1016/J.AEOLIA.2018.10.001

- WEBB, N.P., MCGOWAN, H.A., PHINN, S.R., MCTAINSH, G.H. (2006): AUSLEM (AUSTRALIAN LAND ERODIBILITY MODEL): A TOOL FOR IDENTIFYING WIND EROSION HAZARD IN AUSTRALIA. *GEOMORPHOLOGY*, 78(3–4): 179–200.
- WOODRUFF, N. P. AND F. H. SIDDOWNAY: 1965, 'A WIND EROSION EQUATION', *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA PROCEEDINGS*, 29, 602–608
- WRIGHT, S.L.; ULKE, J.; FONT, A.; CHAN, K.L.A.; KELLY, F.J. ATMOSPHERIC MICROPLASTIC DEPOSITION IN AN URBAN ENVIRONMENT AND AN EVALUATION OF TRANSPORT. *ENVIRON. INT.* 200, 136, 105411, DOI:10.1016/J.ENVINT.2019.105411
- XI, X.; SOKOLIK, I.N. QUANTIFYING THE ANTHROPOGENIC DUST EMISSION FROM AGRICULTURAL LAND USE AND DESICCATION OF THE ARAL SEA IN CENTRAL ASIA. *J. GEOPHYS. RES. ATMOS.* 2016, 121, 12270–12281, DOI:10.1002/2016JD025556.
- YULEVITCH, G.; DANON, M.; KRASOVITOV, B.; FOMINYKH, A.; SWET, N.; TSESARSKY, M.; KATRA, I. EVALUATION OF WIND-INDUCED DUST-PM EMISSION FROM UNPAVED ROADS VARYING IN SILT CONTENT BY EXPERIMENTAL RESULTS. *ATMOS. POLLUT. RES.* 2020, 11, 261–268, DOI:10.1016/J.APR.2019.10.010.

7 Seznam publikací, které předcházely metodice

- JANEČEK M., DOSTÁL T., KOZLOVSKY-DUFKOVÁ J., DUMBROVSKÝ M., HŮLA J., KADLEC V., KOVÁŘ P., KRÁSA T., KUBÁTOVÁ E., KOBZOVÁ D., KUDRNÁČOVÁ M., NOVOTNÝ I., PODHRÁZSKÁ J., PRAŽAN J., PROCHÁZKOVÁ E., STŘEDOVÁ I., TOMAN F., VOPRAVIL J., VLASÁK J. (2012): OCHRANA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY PŘED EROZÍ. ČZU. PRAHA. ISBN 978-80-87415-42-9
- JANEČEK, M. (1997): POTENCIÁLNÍ OHROŽENOST PŮD ČESKÉ REPUBLIKY VODNÍ A VĚTRNOU EROZÍ. VĚDECKÉ PRÁCE VÚMOP, Č. 9, S. 53–64.
- JANEČEK, M. A KOL. (2000): MAPY POTENCIÁLNÍ EROZNÍ OHROŽENOSTI ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD ČR VODNÍ A VĚTRNOU EROZÍ. IN: VÝSTUP Z PROJEKTU NAZV EP7057 ZPŮSOBY OMEZENÍ DEGRADACE PŮD EROZÍ A SYSTÉMY PROTIEROZNÍ OCHRANY, PRAHA: VÚMOP.
- KHEL, T., ŘEHÁČEK, D., KUČERA, J., PAPAJ, V., VOPRAVIL, J., VACEK, S., VACEK, Z., HAVELKOVÁ, L. (2017). METODIKA HODNOCENÍ ÚČINNOSTI A REALIZACE VĚTROLAMŮ V KRAJINĚ JAKO NÁSTROJ PRO OCHRANU PŮDY OHROŽENÉ VĚTRNOU EROZÍ. CERTIFIKOVANÁ METODIKA Č. 9/14130/MZE-2017, 111 S. VÚMOP, V.V.I. ISBN 978-80-87361-70-2.
- KUCERA, J., PODHRAZSKA, J. 2020. IDENTIFICATION OF VEGETATION BARRIERS TO MODEL THEIR INFLUENCE ON THE EFFECTS OF WIND EROSION IN THE CZECH REPUBLIC. IN PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL PHD STUDENTS CONFERENCE MENDELNET 2020 [ONLINE]. BRNO, CZECH REPUBLIC, 11 NOVEMBER, BRNO: MENDEL UNIVERSITY IN BRNO, FACULTY OF AGRONOMY, PP. 243–248. AVAILABLE AT: [HTTPS://MNET.MENDELU.CZ/MENDELNET2020/MNET_2020_FULL.PDF](https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2020/mnet_2020_full.pdf).
- KUCERA, J., PODHRAZSKA, J. STREDA, T., SZTURC. J. 2020. INFLUENCE OF WINDBREAK ON THE SURROUNDING ENVIRONMENT. IN PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL PHD STUDENTS CONFERENCE MENDELNET 2020 [ONLINE]. BRNO, CZECH REPUBLIC, 11 NOVEMBER, BRNO: MENDEL UNIVERSITY IN BRNO, FACULTY OF AGRONOMY, PP. 249–254. AVAILABLE AT: [HTTPS://MNET.MENDELU.CZ/MENDELNET2020/MNET_2020_FULL.PDF](https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2020/mnet_2020_full.pdf).
- KUČERA J., SZTURC J., PODHRÁZSKÁ J., POCHOP M. (2021) EVALUATION OF THE RISK OF WIND EROSION IN THE PROCES OF LAND CONSOLIDATION. IN FIALOVÁ J. (ED.) PUBLIC RECREATION AND LANDSCAPE PROTECTION – WITH SENSE HAND IN HAND! KŘTINY: MENDELU, 10.-11.5.2021, 198-201. ISBN 978-80-7509-779-8 (PRINT) ISBN 978-80-7509-780-4 (PDF).
- KUČERA, J., PODHRÁZSKÁ, J., KARÁSEK, P., PAPAJ, V. (2020). THE EFFECT OF WINDBREAK PARAMETERS ON THE WIND EROSION RISK ASSESSMENT IN AGRICULTURAL LANDSCAPE. JOURNAL OF ECOLOGICAL ENGINEERING, 21(2): 150-156.
- KUČERA, J., PODHRÁZSKÁ, J., POCHOP, M., KŘÍŽEK, P. (2020). ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF WINDBREAK PROPOSALS ON THE RISKS OF WIND EROSION IN THE TERRITORY OF SUDOMĚŘICE IN FIALOVÁ J. (ED.) PUBLIC RECREATION AND LANDSCAPE PROTECTION – WITH SENSE HAND IN HAND. KŘTINY: MENDELOVA UNIVERZITA, 11.-13.5.2020, 581-586. ISBN (PRINT) 978-80-7509-715-6, ISBN (ON LINE)
- KUČERA, J., PODHRÁZSKÁ, J., STŘEDA, T., STŘEDOVÁ, H., PAPAJ, V. (2019) VLIV VĚTROLAMŮ NA HODNOCENÍ RIZIKA VĚTRNÉ EROZE V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ. BRNO: VÚMOP, V.V.I. ČÍSLO OSVĚDČENÍ: 08/2019-SPU/O.

- NOVOTNÝ I., PODHRÁZSKÁ J., PAPA J., BANÝROVÁ J., PIRKOVÁ I., „POTENCIÁLNÍ OHROŽENOST ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY VĚTRNOU EROZÍ“, BŘEZEN 2010. [ONLINE]. AVAILABLE: [HTTP://GEOPORTAL.VUMOP.CZ](http://GEOPORTAL.VUMOP.CZ)
- PAPA J., KUČERA J., VOJTĚCHOVSKÝ T., PODHRÁZSKÁ J., NOVOTNÝ I., LANG J., JANOUŠEK M. (2020) ŘÍZENÍ RIZIKA VĚTRNÉ EROZE. WEBOVÁ APLIKACE S MODULEM WIND EROSION MODEL (WEM). DOSTUPNÝ Z: [HTTPS://GEOPORTAL.VUMOP.CZ/APPS/MAPOVNIK/VETRNA_EROZE_INDEX.PHP](https://GEOPORTAL.VUMOP.CZ/APPS/MAPOVNIK/VETRNA_EROZE_INDEX.PHP).
- PEJCHAL M. DŘEVINNÉ VEGETAČNÍ PRVKY S VÝRAZNOU AUTOREGULACÍ V OBDOBÍ TZV. ROZVOJOVÉ PÉČE. LEDNICE: MZLU V BRNĚ, ÚSTAV BIOTECHNIKY ZELENĚ, 2010. 10 S. (STUDIJNÍ MATERIÁL PRO PŘEDMĚT „POUŽITÍ ROSTLIN“).
- PODHRÁZSKÁ J.; KUČERA J.; DOUBRAVA D.; DOLEŽAL P. (2021) FUNCTIONS OF WINDBREAKS IN THE LANDSCAPE ECOLOGICAL NETWORK AND METHODS OF THEIR EVALUATION. FORESTS, 12(1), 67: 1-16. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/F12010067](https://doi.org/10.3390/F12010067)
- PODHRÁZSKÁ J. A KOL. HODNOCENÍ ÚČINNOSTI TRVALÝCH VEGETAČNÍCH BARIÉR V OCHRANĚ PROTI VĚTRNÉ EROZI. CERTIFIKOVANÁ METODIKA, VÚMOP, V.V.I., 2011. 34 S. ISBN 978-80-87361-10-8.
- PODHRÁZSKÁ J. A KOL.: OPTIMALIZACE FUNKCÍ VĚTROLAMŮ V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ: METODIKA. BRNO: [S.N.], 2008. 39 S., CD ROM. ISBN 978-80-904027-1-3.
- ROŽNOVSKÝ J., FUKALOVÁ P., POKLADNÍKOVÁ H. PREDIKCE KLIMATU JIŽNÍ MORAVY [ONLINE]. IN ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T. (ED.). VODA V KRAJINĚ : LEDNICE 31.5. – 1.6.2010, S. 57-67. ISBN 978-80-86690-79-7. [CIT 13.07.2011] <[HTTP://WWW.CBKS.CZ/SBORNIK10A/ROZNFUKALOVAPOKLADNIKOVA.PDF](http://www.cbks.cz/sbornik10a/roznfukalovapokladnikova.pdf)>.
- ŘEHÁČEK D., KHEL T., KUČERA J., VOPRAVIL J., PETERA M.: (2017): EFFECT OF WINDBREAKS ON WIND SPEED REDUCTION AND SOIL PROTECTION AGAINST WIND EROSION. SOIL & WATER RES., 12: 128-135.
- STŘEDA T., MALENOVÁ P., POKLADNÍKOVÁ H., ROŽNOVSKÝ J. (2008): THE EFFICIENCY OF WINDBREAKS ON THE BASIS OF WIND FIELD AND OPTICAL POROSITY MEASUREMENT. ACTA UNIV. AGRIC. ET SILVIC. MENDEL. BRUN. LVI, NO. 4, PP. 281-288.
- STŘEDOVÁ H., PODHRÁZSKÁ J., LITSCHMANN T., STŘEDA T., ROŽNOVSKÝ J. (2012). AERODYNAMIC PARAMETERS OF WINDBREAK BASED ON ITS OPTICAL POROSITY. CONTRIBUTIONS TO GEOPHYSICS AND GEODESY, 42: 2013–226.
- STŘEDOVÁ H., PODHRÁZSKÁ J., CHUCHMA F., STŘEDA T., KUČERA J., FUKALOVÁ P., BLECHA M. (2021): THE ROAD MAP TO CLASSIFY THE POTENTIAL RISK OF WIND EROSION. ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION. SV. 10, Č. 4, ISSN 2220-9964.
- TIPPL M., BOHUSLÁVEK J., KAČEK M. (2007): MĚŘENÍ ÚČINNOSTI VĚTROLAMŮ. VÝSTUP ETAPY 05 „ZMÍRNĚNÍ NEPŘÍZNIVÝCH VLIVŮ PŮSOBNÍ EROZE“ VÝZKUMNÉHO ZÁMĚRU MZE0002704901 „ZMÍRNĚNÍ NEPŘÍZNIVÝCH PŘÍRODNÍCH A ANTROPOGENNÍCH VLIVŮ NA PŮDU A VODU“. VÚMOP, V.V.I.
- VOPRAVIL J., PODHRÁZSKÝ V., HOLUBÍK O., VACEK S., BEITLEROVÁ H., VACEK Z.: PRINCIPY ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ NA BÝVALÉ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ V RÁMCI PLOCH VYMEZENÝCH K ZALESNĚNÍ. METODIKA PRO PRAXI. VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, V.V.I., PRAHA, 2017. ISBN 978-80-87361-69-6.

Seznam obrázků

Obr. 1-1: Zavátí komunikace po prašné bouři na těžkých půdách u obce Suchá Loz (foto: J. Kučera, jaro 2018).....	9
Obr. 1-2: Zavátí komunikace u Mikulova (foto: J. Kučera, 2018)	9
Obr. 1-3: Zarovňávání hrubé brázdy (planace) u Hodonína (foto:	9
Obr. 1-4: Prašná bouře u Břeclavi (foto: J. Kučera, 2017)	9
Obr. 1-5: Skeletizace půdy působením větrné eroze u Hodonína (foto: J. Kučera, 2014)	9
Obr. 2-1: Zjednodušené implementační schéma modelu pro hodnocení ohroženosti území větrnou erozí.....	13
Obr. 2-2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí vyjádřená v kategoriích erozní ohroženosti.....	14
Obr. 2-3: Příklad provedené korekce prostorového umístění OLP z databáze ÚHÚL. Fialové prvky před korekcí a oranžové prvky po korekci nad aktuální ortofotomapou (Vlevo). Doplnění větrolamů (hnědá barva) mimo databázi ÚHÚL (vpravo).	16
Obr. 2-4: Ukázka oblastí vymezující působení nejvýraznějších erozně nebezpečných větrů	17
Obr. 2-5: Ukázka přehodnocení kategorie erozní ohroženosti na půdním bloku (EHP) při zahrnutí vlivu vegetačních bariér (maximální šířka pozemku ve směru převládajícího větru je 686 m).....	19
Obr. 2-6: Menu "Větrná eroze"	22
Obr. 2-7: Vrstva potenciální ohroženosti větrnou erozí v prostředí AtlasDMT.....	23
Obr. 2-8: Atributová tabulka vrstvy vegetačních bariér	24
Obr. 2-9: Větrná růžice	25
Obr. 2-10: Ukázka nastavení základních parametru pro stanovení ochranných zón vegetačních bariér v prostředí AtlasDMT.....	26
Obr. 2-11: EHP a vegetační bariéry	29
Obr. 2-12: Ochranné zóny vegetačních bariér (modrá – návětrná zóna, zelená – závětrná zóna)	29
Obr. 2-13: Linie délky pozemku ve směru větru.....	30
Obr. 2-14: Grafika vstupního panelu na geoportálu SOWAC-GIS	31
Obr. 2-15: Úvodní stránka se vstupem do mapové aplikace.....	31
Obr. 2-16: Mapová aplikace – panel vrstev.....	32
Obr. 2-17: Ukázka panelu vyhledávání (vlevo), ukázka výsledku dotazu (vpravo).....	32
Obr. 2-18: Počáteční stav záložky generování větrolamu	33
Obr. 2-19: Ukázka vytvořeného větrolamu a rozhraní s parametry.....	34
Obr. 2-20: Větrolamy s vypočtenými ochrannými zónami.....	34
Obr. 2-21: Klimatická matice druhů (upraveno dle ROLOFF, BONN a GILLNER, 2008; ROLOFF et al., 2021).....	36
Obr. 2-22: Výsadbové schéma (Agroprojekt PSO s.r.o.) využívající systém dvouřad.....	47
Obr. 2-23: Výsadbové schéma (Agroprojekt PSO s.r.o.) využívající systém trojřad	48
Obr. 2-24: Ukázka aplikace výsadbového schématu s využitím trojřad do výsadbového plánu (M 1:500) s vyznačením úseku 100 m	50
Obr. 2-25: Uvedený příklad po realizaci. Větrolam VN2 v k.ú. Vrbovec v Jihomoravském kraji. (foto: SPÚ ČR 2020)	51

Seznam tabulek

Tab. 2-1: Popis kategorií ohroženosti větrnou erozí	14
Tab. 2-2: Kategorizace prvků v databázi vegetačních bariér pro potřeby modelování ochranných zón	16
Tab. 2-3: Ochranné zóny větrných bariér (PODHRÁZSKÁ, J. A KOL. (2008) Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině, metodika VÚMOP, v.v.i.).....	18
Tab. 2-4: Schéma pro uvažování vlivu vegetačních bariér na potenciální ohroženost větrnou erozí..	18
Tab. 2-5: Maximální tolerovaná délka pozemku – PODHRÁZSKÁ, J. A KOL. (2008)	19
Tab. 2-6: Kódové vyjádření stupně ohroženosti s rozlišením nepřekročené a překročené tolerované délky pozemků	20
Tab. 2-7: Příklad atributové tabulky EHP, včetně analyzovaných hodnot parametrů (finální atributová tabulka).....	25
Tab. 2-8: Odhad potenciálu vybraných dřevin přizpůsobit se předpokládaným změnám klimatu	37
Tab. 2-9: Hodnocení funkčního stavu větrolamů	38
Tab. 2-10: Upravené bodové hodnocení liniových prvků.....	40
Tab. 2-11: Ukázka druhového složení ve výsadbovém plánu (zobrazené dva úseky).....	50