

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Helena Sýkorová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Katedra biotechnických úprav krajiny



**Výskyt větrné eroze v ČR a přehled opatření na
ochranu před větrnou erozí**
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Ing. Miloslav Janeček, DrSc.

Bakalant: Helena Sýkorová

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sýkorová Helena

Územní technická a správní služba - kombinované Praha

Název práce

Výskyt větrné eroze v ČR a přehled opatření na ochranu před větrnou erozí

Anglický název

Occurrence of wind erosion in the Czech Republic and a overview of measures to protect against wind erosion

Cíle práce

Cílem práce je v rámci literární rešerše získat ucelený přehled o výskytu větrné eroze v ČR a o opatřeních používaných na ochranu před větrnou erozí. Dále shrnout historický vývoj boje proti větrné erozi a také uvést projevy tohoto jevu ve světě a zejména v USA.

Metodika

1. Úvod do problematiky větrné eroze - pojem větrná eroze, příčiny vzniku, projevy, následky
2. Výskyt větrné eroze ve světě se zaměřením na USA
3. Historie boje proti větrné erozi
4. Výskyt větrné eroze v ČR
5. Opatření používaná na ochranu před větrnou erozí
6. Větrolamy ve středních Čechách

Harmonogram zpracování

Rešeršní práce, sběr informací - červen - říjen 2012

Zpracování dat, informací, textové části - listopad 2012 - únor 2013

Finalizace práce - březen - duben 2013

Rozsah textové části

60 stran

Klíčová slova

Větrná eroze, opatření proti větrné erozi, historie boje proti erozi v USA, větrolamy

Doporučené zdroje informací

HOLÝ, M., 1994: Eroze a životní prostředí. ČVUT, Praha

HOLÝ, M., 1978: Protierozní ochrana. SNTL/ALFA, Praha

JANEČEK, M. a kol., 2005: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV, Praha

JANEČEK, M. a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. VÚMOP, v.v.i., Praha

JANEČEK, M. a kol., 2008: Základy erodologie. ČZU v Praze, Praha

PODHRÁZSKÁ, J. a kol., 2008: Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině. Metodika. VÚMOP, v.v.i., Brno

ŠVEHLÍK, R., 1985: Větrná eroze půdy na Jihovýchodní Moravě. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

Vedoucí práce

Janeček Miloslav, prof. Ing., DrSc.


prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 20.6.2012


prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 2.4.2013

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce prof. Ing. Miloslavu Janečkovi, DrSc. za vedení práce, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Milanu Novotnému z Pozemkového úřadu Kutná Hora za poskytnutí informací o projektu výsadby větrolamu v k. ú. Habrkovice a celé své rodině za trpělivost a podporu při zpracování této práce.

V Praze dne 2.4.2013

.....

podpis autora

Abstrakt

Cílem této práce rešeršního charakteru je získání uceleného přehledu o výskytu větrné eroze v České republice a o opatřeních používaných na ochranu před větrnou erozí. Dále je zde uveden historický vývoj v boji proti větrné erozi a výskyt tohoto jevu ve světě, zejména v USA.

Práce je rozčleněna do šesti kapitol. První kapitola obsahuje úvod do problematiky větrné eroze – pojem větrné eroze, příčiny vzniku, projevy, následky. Ve druhé kapitole je uveden výskyt tohoto jevu ve světě, zejména v USA. Třetí kapitola zmiňuje historii boje proti větrné erozi. Čtvrtá kapitola je zaměřena na výskyt větrné eroze v ČR. Další, pátá kapitola, je přehledem opatření používaných na ochranu před větrnou erozí. Poslední kapitola, věnovaná větrolamům ve středních Čechách, obsahuje vlastní příspěvek k řešení problematice – fotografie a základní informace o vybraných větrolamech.

Klíčová slova

Větrná eroze, opatření proti větrné erozi, historie boje proti větrné erozi v USA, větrolamy.

Occurrence of wind erosion in the Czech Republic and an overview of measures to protect against wind erosion

Abstract

The aim of this exploration of facts thesis is to obtain comprehensive overview of the occurrence of wind erosion in the Czech Republic and the measures used to protect against wind erosion. There is also a historical development in the fight against wind erosion and the occurrence of this phenomenon in the world, especially in the U.S.A.

The work is divided into six chapters. The first charter contains an introduction to the problems of wind erosion – the concept of wind erosion, causes, symptoms, consequences. The second chapter shows the incidence of this phenomenon in the

world, especially in the U.S.A. The third chapter refers to the history of the fight against wind erosion. The fourth chapter focuses on the wind erosion in the Czech Republic. Next, the fifth chapter is an overview of measures used to protect against wind erosion. The last chapter, devoted to windbreaks in central Bohemia, contains the author's own contribution to the solved problem – photographs and basic information about the selected windbreaks.

Keywords

Wind erosion, measures against wind erosion, history of fight against wind erosion in the U.S.A., windbreaks.

Obsah

Úvod.....	9
Cíle práce a metodika.....	10
1. Úvod do problematiky větrné eroze.....	10
1.1 Pojem větrné eroze a pohyb půdních částic.....	10
1.2 Příčiny vzniku větrné eroze.....	13
1.3 Projevy a následky větrné eroze.....	15
2. Výskyt větrné eroze ve světě.....	16
2.1 Evropa.....	18
2.2 Území bývalého SSSR.....	19
2.3 Čína a Mongolsko.....	19
2.4 Sahel.....	20
2.5 USA.....	21
3. Historie boje proti větrné erozi.....	24
3.1 Historie boje proti větrné erozi v USA – problematika Dust Bowl.....	24
3.2 Historie boje proti větrné erozi v ČR.....	28
3.3 Historie větrolamů.....	29
4. Výskyt větrné eroze v ČR.....	31
4.1 Výskyt větrné eroze v Čechách.....	34
4.2 Výskyt větrné eroze na Moravě.....	35
4.2.1 Prašné bouře na Moravě.....	37

5.	Opatření používaná na ochranu před větrnou erozí	39
5.1	Organizační opatření	41
5.1.1	Uspořádání pozemků	41
5.1.2	Protierozní rozmísťování plodin	41
5.1.3	Pásové střídání plodin	42
5.2	Agrotechnická opatření	43
5.2.1	Udržování trvale strukturního stavu půdy	43
5.2.2	Zvyšování vlhkosti půdy	44
5.2.3	Ochranné obdělávání půdy	44
5.3	Technická (biotechnická) opatření	47
5.3.1	Umělé překážky proti větru	47
5.3.2	Přírozené překážky proti větru – větrolamy	48
6.	Větrolamy ve středních Čechách	52
6.1	Charakteristika území	53
6.2	Ohroženost území větrnou erozí	55
6.3	Větrolamy	56
6.3.1	Stávající větrolamy	56
6.3.2	Nově vysazené větrolamy	59
	Diskuze	65
	Závěr	68
	Seznam literatury a použitých zdrojů	69
	Další zdroje	75
	Seznam obrázků	75
	Seznam fotografií	77
	Seznam tabulek	77
	Přílohy	77
1.	Výčet použitých druhů stromů a keřů (větrolam v k. ú. Habrkovice):	77
2.	Přehledná situace C1 – 1:10 000 – k. ú. Habrkovice	79
3.	Podrobná situace C2 – 1:5 000 (schéma rozmístění dřevin a keřů) – větrolam v k. ú. Habrkovice	80
4.	Zkratky názvů jednotlivých druhů stromů a keřů použitých při výsadbě větrolamu v k. ú. Habrkovice	81
5.	Druhové složení jednotlivých částí větrolamu (A, B, C) v k. ú. Habrkovice	82

Úvod

Půda patří k nejcennějším přírodním zdrojům, a proto je nutné ji chránit a předcházet její degradaci. Vodní a větrná eroze jsou dva nejvýznamnější faktory způsobující degradaci půdy. Na světě jsou podle údajů FAO až 2 miliardy hektarů půdy degradovaných, z toho 56 % vodní erozí a 28 % erozí větrnou. Odhaduje se, že v Evropské unii je vodní erozí ohroženo 26 milionů hektarů půdy a erozí větrnou asi jeden milion hektarů (Ilavská et al., 2005).

Tato práce se zabývá problematikou větrné neboli eolické eroze, která působí nemalé škody především na zemědělských pozemcích. Větrnou erozi můžeme charakterizovat jako přírodní proces, při kterém dochází k rozrušování povrchu půdy působením větru, k odnášení částic půdy na různou vzdálenost a nakonec k jejich usazování na místě jiném.

Jedná se o celosvětový problém projevující se nejvýrazněji v aridních a semiaridních oblastech, ale s větrnou erozí se setkáváme i v humidních zemích, především v sušších oblastech na půdách s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi a bez vegetačního pokryvu (Holý, 1978). V některých zemích, i přes podmínky příznivé pro působení větrné eroze, umějí proti tomuto jevu účinně bojovat. Velké zkušenosti s bojem proti větrné erozi mají v USA. Zde po ničivých účincích prашných bouří z třicátých let minulého století došlo ke zlomu v chápání větrné eroze. Lidé i vláda si začali uvědomovat nutnost změn ve způsobech hospodaření na erozně ohrožených půdách, byly věnovány značné prostředky na výzkum eroze a došlo ke zřízení institucí věnujících se problematice eroze. Poté zde ke katastrofě takových rozměrů již nedošlo.

Přestože u nás nedosahují následky větrné eroze tak ničivých rozměrů, způsobuje v určitých oblastech eolická eroze značné škody. Jde především o oblast Polabí a jižní Moravy, což jsou naše nejúrodnější oblasti. Proto je nutno se tomuto problému věnovat a půdu chránit před účinky větru. Jak zmiňuje Pivcová (1998), k výraznému zvýšení větrné eroze v ČR došlo v období socialistické intenzifikace zemědělské výroby v padesátých letech, kdy vytvářením rozsáhlých celků a likvidací zeleně v krajině, byly vytvořeny příznivé podmínky pro erozní účinnost větru. A jak uvádí Janeček et al. (1999), k předpokládanému zlepšení nedošlo ani po roce 1989, neboť

zemědělské podniky stále hospodaří na velkých půdních celcích a z ekonomických důvodů nerespektují základní principy ochrany půdy.

Velký význam v ochraně před větrnou erozí mají větrolamy, vegetační překážky, sloužící ke snížení rychlosti větru. Lidé v různých částech světa využívali jejich účinků již v dávné minulosti. V ČR byly větrolamy vysazovány především v letech 1947-1956 (Janeček et Pivcová, 2000). Impulzem k zakládání větrolamů u nás bylo sucho v roce 1947 a hlavně scelování honů po roce 1948. V zemědělských oblastech (např. Mikulovsko, Znojensko, Strážnicko) byly vytvořeny celé sítě větrolamů. Tyto větrolamy však přestaly být udržovány a jejich účinnost se stala diskutabilní. Závažným problémem současných větrolamů je tedy jejich funkčnost (Podhrázká et al., 2011). Přitom tyto větrolamy plní i další významné funkce: mikroklimatickou, ekologickou, krajnotvornou a estetickou. Proto by se jejich údržbě a rekonstrukci měla věnovat náležitá pozornost (Janeček et Pivcová, 2000).

Cíle práce a metodika

Cílem této práce je v rámci literární rešerše získat ucelený přehled o výskytu větrné eroze v ČR a o opatřeních používaných na ochranu před větrnou erozí. Dále bude uveden historický vývoj v boji proti větrné erozi a působení tohoto jevu ve světě, zejména v USA.

Práce bude vypracována na základě studia odborné literatury, která se zabývá tímto tématem.

1. Úvod do problematiky větrné eroze

1.1 Pojem větrné eroze a pohyb půdních částic

Větrná (eolická) eroze půdy spočívá v rozrušování půdního povrchu mechanickou silou větru (abraze), v odnášení půdních částic větrem (deflace) a v jejich ukládání na jiném místě (akumulace) (Pasák, 1970).

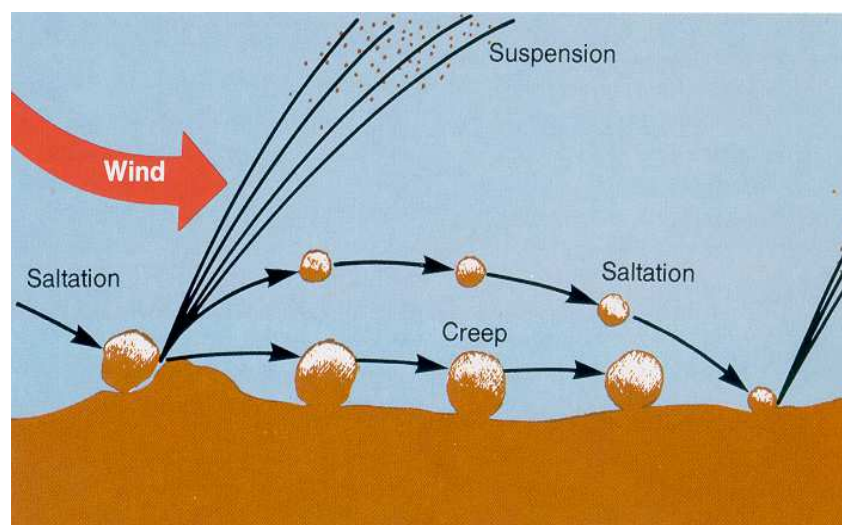
Proces větrné eroze lze tedy rozdělit na tři fáze:

- uvedení půdních částic do pohybu,
- transport půdních částic,
- ukládání půdních částic.

K prvním dvěma fázím dochází působením turbulentního proudu přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic, třetí fáze nastává při poklesu energie větru pod uvedenou mez (Holý, 1994).

Holý (1978) uvádí, že dochází k trojímu druhu pohybu půdních částic (obr. č. 1) podle jejich velikosti:

- pohyb ve formě suspenze,
- pohyb skokem (saltací),
- pohyb sunutím po povrchu.



OBRÁZEK č. 1 Pohyb půdních částic (WERU, 2012)

Ve formě vzdušné suspenze se pohybují velmi jemné částice o průměru $< 0,1$ mm. Velkým množstvím jemných suspendovaných částic se vyznačují prашné bouře, které mohou přemístit jejich značné množství na velké vzdálenosti. V severním Německu, Velké Británii a Skandinávii byl pozorován jemný prach ze Sahary, tj. ze vzdálenosti více než 3000 km. Prach z Kansasu v USA byl zjištěn v New Yorku vzdáleném 2000

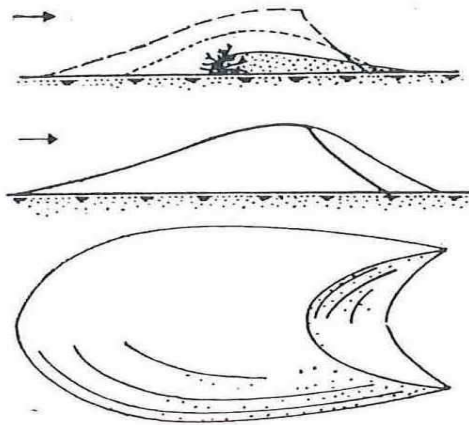
km. Spráše vzniklé navátím jemného prachu, dosahují v povodí Chuang-Che v Číně mocnosti až 100 m. Nejvýznamnější je pohyb půdních částic skokem, při němž dochází k přemístování největšího množství půdní hmoty. Tomuto pohybu podléhají částice střední velikosti, tj. 0,05 až 0,5 mm, nejčastěji 0,1 až 0,15 mm. Sunutím po povrchu se pohybují částice o průměru od 0,5 do 1 až 2 mm, ale teoreticky horní hranice neexistuje (Holý, 1978).

Vzdálenost přenosu těchto půdních částic závisí na jejich velikosti a druhu pohybu (tab. č. 1) (Holý, 1978).

Průměr půdních částic (mm)	Vzdálenost přenosu
>1	jen několik metrů
1 – 0,125	1 až 1,5 km
0,125 – 0,0625	několik kilometrů
0,0625 – 0,0312	přes 300 km
0,0312 – 0,0156	přes 1500 km
pod 0,0156	neomezená

TABULKA č. 1 Vzdálenost přenosu půdních částic větrem (Holý, 1978)

Pokud energie větru poklesne natolik, že vzdušný proud nemůže nadále unést půdní částice, dochází k ukládání půdní hmoty. Nejmenšími útvary jsou čeřiny, které připomínají zvlněnou vodní hladinu. Dalším druhem jsou plošné závěje, o malé síle vrstvy, kdy dochází k vyrovnávání brázd, řádků plodin apod. Závěje a návěje mohou dosahovat výšky 2 až 3 m a mají různé tvary (bochníkovité, vřetenovité). Vytvářejí se kolem překážek, jako jsou travní trsy, křoví, stromy, příkopy. Největším útvarem jsou barchany (obr. č. 2), mají tvar koňského kopyta a na návětrné straně je jejich sklon mírný, na závětrné příkřejší. Tyto barchany se vyskytují i u nás. Na mořských pobřežích se vytvářejí duny (Švehlík, 1985).



OBRÁZEK č. 2 Vznik a tvar barchanu (Holý, 1978)

1.2 Příčiny vzniku větrné eroze

Janeček et al. (2005) uvádí tyto faktory ovlivňující větrnou erozi:

1. Klimatické – hlavně intenzita, směr a četnost větrů a vlhkost území
2. Půdní – struktura a druh půdy, drsnost půdního povrchu a vlhkost půdy
3. Morfologické – délka území a orientace k převládajícím směrům větru
4. Vegetační – hustota a délka trvání vegetačního krytu
5. Způsoby hospodaření na půdě – směr obdělávání pozemků k převládajícím směrům větru, způsoby kultivace půdy, bezorebné setí, střídání výškově rozdílných plodin.

Rozhodující složkou při eolizaci je vítr, jeho trvání, četnost, směr a unášecí síla, která je závislá na rychlosti větrného proudu. K pohybu půdních částic postačují někdy i malé rychlosti větru, ale nejsilnější erozní a korazní účinky nastávají při silných dlouhotrvajících větrech (Švehlík, 2002). Minimální rychlost větru, při které dochází k větrné erozi, se nazývá kritická rychlost a pohybuje se v rozmezí 21 – 48 km/h. Rozhodující pro erozní účinky větru je směr působení a rychlost při zemi. Pokud je směr vzdušného proudu rovnoběžný s povrchem půdy, dochází k erozi půdy nejintenzivněji (Pivcová, 1998).

K větrné erozi nejčastěji dochází na půdě bez vegetačního pokryvu při nízkém obsahu jílnatých částic (< 0,001 mm) a při nízké vlhkosti půdy (Janeček et al., 2008). Větrná eroze se vyskytuje především tam, kde je půda bez rostlinstva, nebo tam, kde je tato vegetační pokrývka málo vyvinuta. Kořeny rostlin vážou půdu a nadzemní

části tvoří překážku větru. Stromy a keře jsou velice efektivní ochranou před větrnou erozí tím, že vytvářejí závětrří (Pasák, 1964).

Z půdních faktorů ovlivňuje větrnou erozi zejména struktura půdy. Vítr odnáší nejvíce půdní částice o velikosti 0,25 – 0,4 mm. S vyšším obsahem jílovitých částic v půdě se snižuje náchylnost půd k erozi. Nejohroženější jsou lehké půdy (písčité a hlinitopísčité), výrazně méně jsou ohrožené půdy středně těžké (písčitohlinité, hlinité) a nejméně půdy těžké (jílovitohlinité, jílovité a jíly). Horní mez velikosti erodovatelných částic půdy je v rozmezí od 0,8 mm u půd lehkých do 2,0 mm u půd těžkých (Pivcová, 1998). Částice větší než 0,8 mm se dají označit jako erozi odolné, tedy neerodovatelné. Z tohoto vyplývá, že se stoupajícím obsahem částic o velikosti větší než 0,8 mm, klesá množství půdních částic odnášených větrem. Zastoupení těchto částic v suché půdě je tedy možno považovat za rozhodující kritérium pro posouzení potenciální erodovatelnosti půdy větrem (Pasák et al., 1984). Podle pozorování vítr odnáší při rychlosti větru 5 m/s částice půdy o velikosti 0,25 mm, při rychlosti 9 m/s částice velikosti 0,75 mm a při rychlosti 12 m/s částice velké až 1,5 mm. Zaznamenán byl pohyb půdních částic o velikosti 4 až 5 mm (Švehlík, 2002).

Další velmi významný faktor působící při procesu eolické eroze je vlhkost půdy. Holý (1994) považuje vlhkost půdy za jeden ze základních činitelů, který působí na intenzitu deflace a uvádí, že vlhká půda je stálejší než půda suchá a to vlivem koheze částic půdy. Kromě toho vlhkost půdy ovlivňuje erodovatelnost půdy větrem nepřímo tím, že působí na hrudovitost a tvorbu povrchové kůry (Pasák et al., 1984). Vlhkost půdy závisí na množství a rozdělení srážek a na výparu, který je ovlivněn teplotou, vlhkostí ovzduší a větrem (Janeček et al., 2008).

Také délka nechráněného pozemku hraje velice důležitou roli při procesu větrné eroze, neboť čím delší je erodovaná plocha, tím více půdních částic se uvolňuje. Po jisté vzdálenosti ale množství těchto částic dosáhne maximální hodnoty a dále již zůstává množství odnášených částic stálé (Janeček et al., 2008).

Větrnou erozi tedy ovlivňují především faktory meteorologické a půdní, které jsou buď tlumeny, nebo zesilovány přímými zásahy člověka (Pivcová, 1998), a přestože se může vyskytovat během celého roku, největší škody působí na jaře, které přichází po suché, na sních chudé zimě (Hůla et al., 2003).

1.3 Projevy a následky větrné eroze

Větrná eroze působí značné škody zejména na zemědělské půdě. Vítr odnáší částice půdy, hnojiva i semena a obnažuje kořínky rostlin, jinde zanáší příkopy, silnice, železniční tratě, vodní zdroje, vytváří návěje (Pasák, 1964). Odvívání částic půdy větrem způsobuje zeslabování vrstvy ornice a tím se snižuje její úrodnost. Po snížení rychlosti větru dochází k usazování těchto částic, což má za následek zavátí polních kultur, které poté hynou zadušením (Švehlík, 1985). Větrná eroze často ničí celé plochy mladých kultur, které se poté musí zaorat a znovu založit (Pasák, 1964). Nejvíce jsou ohrožovány vzcházející plochy cukrovky, kterou v tomto raném období ničí zrnka písku odnášená větrem (Hůla et al., 2003).

Dále dochází ke znečišťování ovzduší, kdy nejjemnější částice půdy se dostávají do ovzduší, někdy vznikají i tzv. prašné bouře a tento prach vniká do místností, způsobuje onemocnění plic a poškozuje stroje (Janeček et al., 2005). Životní prostředí je negativně ovlivněno také snižováním hodnoty krajiny po stránce hygienické, estetické, kulturní, rekreační a produkční. Deflavovaná ornice obsahuje chemické látky (hnojiva, pesticidy aj.), jejichž účinky jsou pro zdraví lidí a živočichů škodlivé a omezují do jisté míry využívání přírodních zdrojů (Švehlík, 2002).

Při větrné erozi vznikají jednak škody, které jsou viditelné - deflace půdních částic, prašné bouře a ukládání těchto částic, na straně druhé dlouhodobě působící proces větrné eroze způsobuje škody na první pohled neznatelné - změny půdních vlastností. Jedná se o změny fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Z fyzikálních vlastností jde zejména o zrnitostní složení půdy. Půdní částice se rozdělují podle velikosti na skelet ($> 2,0$ mm) a jemnozem ($< 2,0$ mm). Zrnitostní složení půdy má vliv téměř na všechny ostatní půdní vlastnosti a je tudíž jednou z nejdůležitějších půdních charakteristik. Při procesu eolizace jsou jemnější částice odnášeny a na místě zůstávají pouze hrubozrnné a kamenité vrstvy, a tím dochází ke zhoršení fyzikálních vlastností půd, které vede k tzv. skeletování. Ukládání částic půdy může však být i prospěšné, pokud přispěje k úrodnosti půdy usazováním nejjemnějších a nejúrodnějších vrstev. Biologické vlastnosti půdy jsou negativně ovlivněny tím, že organická hmota má nízkou specifickou hmotnost a vítr ji snadno z nechráněné půdy odvívá. Na chemické vlastnosti půdy působí hlavně měnící se

obsah minerálních živin v půdě, které jsou odnášeny větrem a v místech akumulace zase ukládány, a tím dochází k jejich nerovnoměrné koncentraci (Janeček et al., 1998).

Ztráta půdy odvětráním se posuzuje množstvím půdních částic odvětrávaných větrem z jednotky plochy za určitý čas a zpravidla se uvádí v m³/ha za jeden rok nebo lze vyjádřit erozní výškou v mm, tj. výškou orniční vrstvy odnesené z určitého území za rok (Švehlík, 1985).

V této souvislosti je nutno rozlišovat erozi normální a erozi zrychlenou. Normální eroze je taková, při níž jsou ztráty půdy dostatečně nahrazovány půdotvorným procesem. Naopak u eroze zrychlené jsou ztráty půdy větší, než mohou být při těchto procesech vytvořeny. Normální a zrychlená eroze jsou souhrnně označovány jako eroze soudobá, na rozdíl od eroze pravěké (historické), jejíž činnost spadá do minulých geologických období, kdy se účastnila utváření zemského povrchu. Soudobá a zejména zrychlená eroze byla již dříve podmíněna různými zásahy člověka, které narušily i zničily přírodní vegetační pokryv půdního povrchu. Proti vzniku a vývoji útvarů soudobé eroze je tedy třeba bojovat všemi prostředky, neboť poškozují úrodnost půd a znehodnocují je pro zemědělské využití (Cablík et Jůva, 1963). Švehlík (2002) upozorňuje dále na erozi utajenou, což je málo intenzivní eroze, která probíhá skrytě a je tudíž velmi nebezpečná.

2. Výskyt větrné eroze ve světě

Větrná eroze je závažným problémem v mnoha částech světa a můžeme se s ní setkat prakticky všude, ale v jistých oblastech se projevuje intenzivněji. Jedná se o oblasti aridní a semiaridní, kde dosahuje značných rozměrů. Pokud jde o humidní oblasti, zde větrná eroze působí také, ale v menší míře a zejména v sušších místech na půdách s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi a nekryté vegetací (Holý, 1978).

Největší území ohrožená větrnou erozí jsou v severní části USA (Great Plains), poušť Sahara a Kalahari v Africe, střední Asie (zejména stepi bývalého SSSR) a střední Austrálie (Holý, 1978). Dále je nutno připomenout, že větrná eroze působí

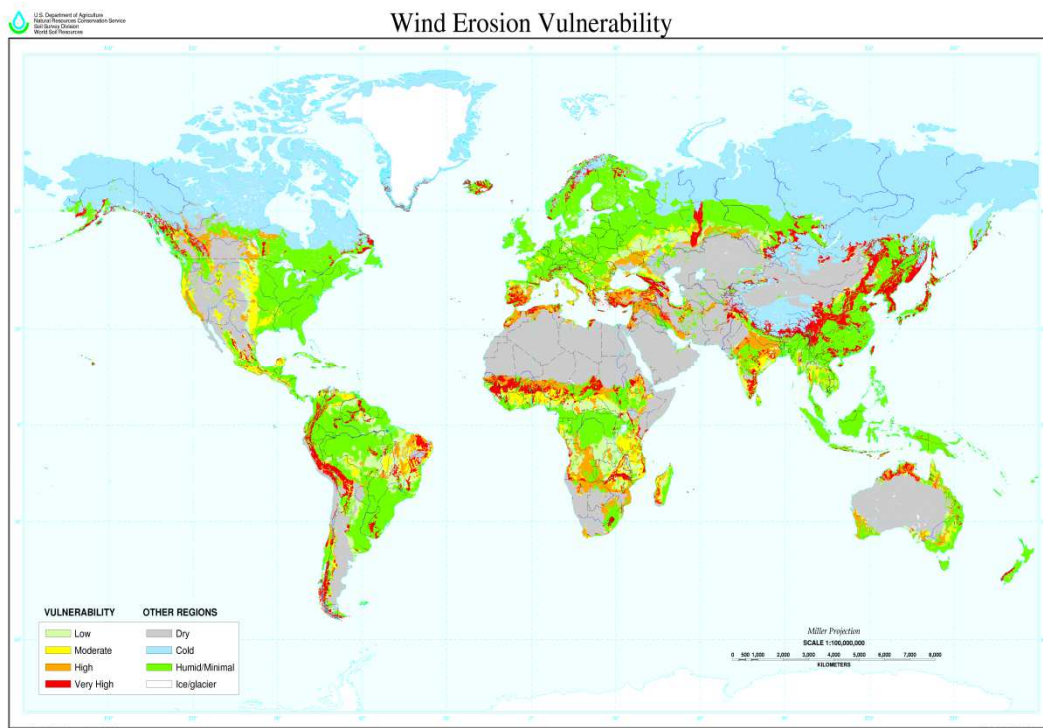
velké škody na rozsáhlých rovinách Kanady a Číny, v Iránu, Afghánistánu, Indii a v mnoha dalších zemích (Švehlík, 1985).

548 milionů hektarů půdy je ve světě ohroženo větrnou erozí, rozdělení podle jednotlivých kontinentů je uvedeno v tabulce č. 2 (Oldeman et al., 1991).

Světadí	Větrná eroze (mil. ha)
Asie	222,2
Afrika	186,5
Jižní Amerika	41,9
Střední Amerika	4,6
Severní Amerika	34,6
Evropa	42,2
Austrálie	16,4
Celkem ve světě	548,4

TABULKA č. 2 Rozsah ploch půd ohrožených větrnou erozí (Oldeman et al., 1991)

USDA-NRCS (2012) uvádí mapu ohroženosti větrnou erozí ve světě (obr. č. 3), kde červená barva značí velmi vysokou, oranžová barva vysokou, žlutá střední a světle zelená nízkou náchylnost k větrné erozi.



OBRÁZEK č. 3 Mapa ohroženosti větrnou erozí ve světě (USDA-NRCS, 2012)

2.1 Evropa

Přestože Evropa nepatří k oblastem nejvíce ohrožovaných větrnou erozí, tak i zde dochází k nemalým škodám, zejména na intenzivně obdělávaných lehkých půdách. Oldeman et al. (1991) uvádí, že v Evropě je větrnou erozí ohroženo přibližně 42 milionů hektarů půdy, což jistě není nízké číslo. Takže také v Evropě, včetně České republiky, je potřeba tuto problematiku řešit.

Působením větrné eroze v severozápadní Evropě se ve své práci zabývá Riksen (2006). Objektem jeho zájmu je Velká Británie, Německo, Švédsko a Nizozemí, kde větrná eroze způsobuje závažnou degradaci půd zejména na severoevropských čtvrtohorních pláních.

Také Island má rozsáhlé oblasti s výskytem intenzivních eolických procesů, a to navzdory vlhkému prostředí. Thorarinsdottir et Arnalds (2012) měřili větrnou erozi na 110 km² písčitého území v blízkosti sopky Hekla na jihu Islandu. Tato oblast je jen řídce zarostlá a je pokryta vulkanickými materiály. Gisladdottir et al. (2005) se ve své studii věnuje výzkumu větrné eroze v oblasti jižního Islandu, poblíž ledovce

Langjökull a vlivem klimatických změn (oteplování klimatu), které bude způsobovat další degradaci půdy.

Ve Španělsku byl v letech 1996 až 1999 proveden koordinovaný evropský výzkumný projekt s názvem „Větrná eroze a ztráta půdních živin v semiaridním Španělsku“ (WELSONS). Tento projekt slouží k pochopení dopadů změn ve využívání půdy a ke snížení degradace půdy větrem v zemědělské oblasti střední Aragonie, semiaridním desertifikací ohroženém území v severovýchodním Španělsku. Tato studie uvádí účinky zemědělských postupů (konvenční oproti sníženému obdělávání) na větrnou erozi půdy a dochází k výsledku, že při sníženém obdělávání je erodovatelnost půdy nižší, než při konvenčních zemědělských postupech (Gomes et al., 2003).

2.2 Území bývalého SSSR

V bývalém SSSR se vyskytuje větrná eroze půdy ve stepní zóně na černozemích, v suchých stepích na kaštanových půdách, v polopouštích a pouštích na světle kaštanových, hnědých i šedých půdách. V suchých letech jsou postiženy i lesostepi. Nejvíce jsou ovšem postihovány plochy vátých písků, kde silné větry vytvářejí mohutné prašné bouře. Zejména od roku 1954 zde bylo přeměněno kolem 42 milionů hektarů půdy ležící ladem, v samotném Kazachstánu 25,5 milionů hektarů. Pěstování obilí a silná neregulovaná pastva v suché oblasti, převážně v asijské části bývalého SSSR, měly za následek silné odvátí půdy. Tyto události vedly k potřebě boje proti erozi a výzkumu faktorů působících erozi. Ve všech svazových republikách bývalého Sovětského svazu byly vydány zákony na ochranu přírody, byla zaváděna systematická opatření proti erozi a vypracována soustava protierozního hospodaření v jednotlivých oblastech (Pasák, 1970).

2.3 Čína a Mongolsko

Také Čína patří mezi země velmi sužované větrnou erozí. Čínské provincie Vnitřní Mongolsko, Gansu, Qinghai, Ningxia a Xinjiang, které již dříve trpěly nadměrnou orbou a spásáním, byly orány stále více po roce 1994, kdy čínská vláda rozhodla, že veškerá orná půda určená pro výstavbu bude kompenzována jinde (Yang et Li,

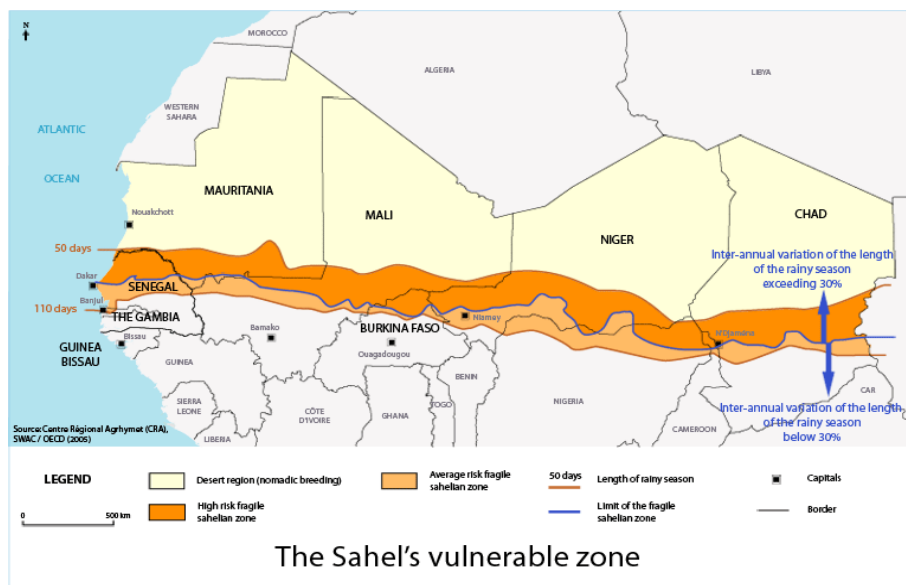
2000). V dubnu 2001 jedna z nejhorších prашných bouří zasáhla Peking, pak se stočila východně a nakonec přikryla území od Kanady po Arizonu vrstvou prachu. Podobné prашné bouře pokračují nadále. V sobotu 20. března 2010 další masívní písečná bouře přišla z vyprahlého území Vnitřního Mongolska do Číny. Žlutý prach snížil viditelnost a kvalitu ovzduší na úroveň potenciálně škodlivou, v Pekingu docházelo ke zdržení letů a prach vyvolal varování v Soulu, než se přesunul až na Taiwan a do Japonska (Baveye et al., 2011).

Shi et al. (2010) se ve své práci zabývá působením větrné eroze v oblasti Mongolských plání (Mongolian Plateau), která je zde vážným environmentálním problémem. Jedná se o rozsáhlou severovýchodní oblast velké náhorní plošiny střední Asie o rozloze asi 2,6 milionu km². Je rozdělena politicky a geograficky pouští Gobi na nezávislý stát Mongolsko (Vnější Mongolsko) na severu a Vnitřní Mongolsko, autonomní oblast Číny, na jihu. Tato oblast, zahrnující Gobi spolu s oblastí suché krátkostébelné stepi, se pohybuje ve výšce od 915 do 1525 m nad mořem (Britannica, 2012).

2.4 Sahel

Sahel (obr. č. 4) je název oblasti ležící v Africe mezi pouští Sahara na severu a subtropickou oblastí na jihu. Jde o 1000 km široký region ohrožený desertifikací (Legalplanet, 2012).

Toure et al. (2011) se ve své studii zabývá problematikou větrné eroze v této oblasti a jeho cílem je kvantifikovat skutečné množství rostlinných zbytků na polích a určit jejich dopad na větrnou erozi s odkazem na holé plochy v průběhu sezónního cyklu během několika let. V oblasti Sahelu s průměrným ročním úhrnem srážek 500 mm za rok se větrná eroze vyskytuje především na polích, kde se pěstuje proso. Tato pole jsou jen částečně pokryta rostlinnými zbytky. Minimální míra pokrytí 2% (100 kg/ha) se jeví pro snížení větrné eroze důležitá.



OBRÁZEK č. 4 Sahel – Afrika (Legalplanet, 2012)

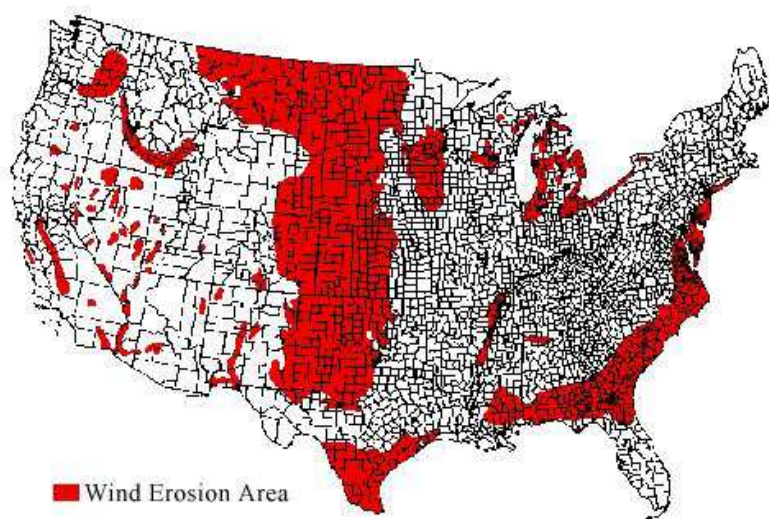
2.5 USA

Větrná eroze v USA je zodpovědná za přibližně polovinu z více než dvou miliard tun půdy, která se zde ročně ztrácí z orných ploch. Jen v oblasti Velkých rovin (Great Plains) (obr. č. 5) je asi pět milionů akrů půdy poškozováno středně těžkou až těžkou formou větrné eroze každý rok. Odhady nákladů na škody způsobené větrnou erozí překračují 20 miliard dolarů ročně (WERUa, 2012).



OBRÁZEK č. 5 Mapa oblasti Velkých rovin – USA (UNL, 2012)

Největší území orné půdy ohrožované větrnou erozí v USA (obr. č. 6) je oblast Velkých rovin sahající z Texasu až do Kanady. Vysoké rychlosti větru na jaře spolu se semiaridním podnebím činí tuto oblast obzvláště zranitelnou. Nicméně mnoho orných půd poblíž Velkých jezer (Great Lakes), vlhké pobřežní oblasti a zavlažované území na západě také podléhají větrné erozi. Písčité a organické půdy bez vegetace jsou v těchto oblastech větrnou erozí zasaženy nejvíce. Celkové roční poškození pozemků se pohybuje od půl milionu do více než 6 milionů hektarů (Hagen, 1994). Roviny u řeky Columbia jsou rovněž předmětem značné větrné eroze, dalšími postiženými regiony jsou povodí řeky Colorado a některé oblasti pacifického jihozápadu. Zdaleka největší škody působené erozí větrem jsou však v oblasti Velkých rovin (Chepil, 1957).



OBRÁZEK č. 6 Oblasti USA postižené větrnou erozí (WERUb, 2012)

Problém větrné eroze v oblasti Velkých rovin se týká území deseti států. Oblast pěti států (Montana, Severní Dakota, Wyoming, Jižní Dakota a Nebraska), je často nazývána Severní roviny. Hlavní plodinou těchto severních států je jarní pšenice. Colorado, Kansas, Nové Mexiko, Oklahoma a Texas tvoří skupinu s názvem Jižní roviny. Zde se pěstuje především ozimá pšenice, čirok a bavlna. Přibližně 25 % celkové desetistátové oblasti nebo 250 000 čtverečních mil podléhají středně těžkému až těžkému stupni větrné eroze (Zingg, 1954). Kdokoliv žil v oblasti Velkých rovin alespoň krátkou dobu, dobře ví, že je to větrné místo. Pokud se zde

vyskytne větrná eroze, prach drasticky a někdy až dramaticky působí na kvalitu životního prostředí. Kvůli geografické poloze je oblast Velkých rovin podrobena jak pouštním, tak stepním bouřím. Pouštní bouře, vznikající v suchých pánvích Nového Mexika, Arizony, Utahu a jižní Kalifornie, odnášejí prach někdy západně k Pacifiku, častěji však východně k území Velkých rovin. Stepní bouře se vyskytují v rámci území Velkých rovin. Větry způsobující erozi v této oblasti jsou obecně jižní a mají značnou kapacitu pro přesun zeminy, obzvláště ve střední části Velkých rovin. Silná větrná eroze a prašné bouře jsou v úzké souvislosti se suchem, proto je jejich opakování obtížné předvídat. Od roku 1854 do roku 1972 se hlavní písečné bouře vyskytly čtrnáctkrát. Frekvence výskytu se pohybuje v rozmezí 2 roky až 15 let, ale 7 ze 14 bouří se vyskytlo v přibližně desetiletých cyklech. Průměrné trvání bylo asi 2,4 roky (Woodruff et Hagen, 1972).

Větrná eroze v USA není omezena pouze na území Velkých rovin, ale i v jiných oblastech působí škody různého rozsahu. Výzkumem větrné eroze v poušti Mojave v Kalifornii a vlivem vojenského výcviku v této oblasti na degradaci půdy a následnou zvýšenou erozi větrem se zabývá van Donk et al. (2003). Cílem této studie bylo kvantifikovat míru větrné eroze. Vojenské výcvikové aktivity totiž snižují vegetační kryt, ruší půdní krustu a rozkládají půdní agregáty, takže půda je náchylnější k větrné erozi.

Území Velkých rovin je však v souvislosti s erozí půdy větrem a výskytem prašných bouří v povědomí nejvíce. A není to náhodou, protože právě tato oblast prošla v minulosti dramatickým vývojem a událostmi, které se staly environmentální, ale i lidskou tragédií, kdy ve třicátých letech minulého století došlo k sérii prašných bouří ohromného rozsahu. Toto období zvané někdy „Špinavá třicátá léta“ motivovalo mnoho autorů k napsání úchvatných literárních děl. Například známý americký spisovatel John Steinbeck, oceněný Nobelovou cenou za literaturu, vylíčil ve své knize „Hrozny hněvu“ osudy rodiny Joadových, která byla nucena opustit svoji farmu v Oklahomě a spolu s tisíci dalších rodin hledat práci jinde, především v Kalifornii.

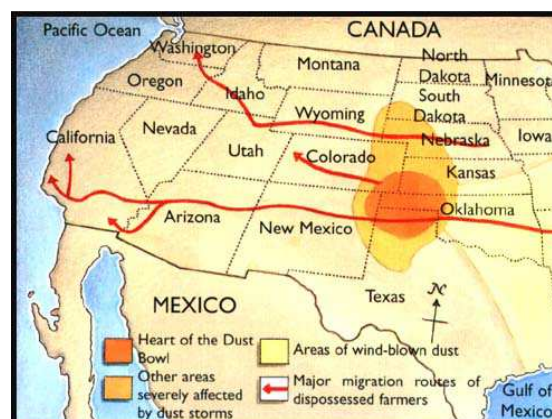
3. Historie boje proti větrné erozi

Rozhodující historickou epochou pro rozvoj zrychlené eroze byl přechod člověka od pastevectví k zemědělství, které znamenalo intenzivní využívání půdy, vedlo k narušení přirozeného vegetačního krytu půdy a vystavilo tak její povrch působení eroze (Holý, 1978). Příkladem takového intenzivního využívání půdy je severní Amerika a její kolonizace, kdy zejména v USA došlo k silné degradaci půdy větrnou erozí.

3.1 Historie boje proti větrné erozi v USA – problematika Dust Bowl

Bowl

V severní Americe byly od 17. století přeměňovány lesy a stepi na ornou půdu a pastviny. V USA byly za rychlé kolonizace bezohledně zničeny lesy ve velkém rozsahu a nastala rychlá devastace půdy na rozsáhlém území asi pětikrát větším než území naší republiky (ČSSR). Došlo k silnému porušení stability půdy a rozšíření větrné eroze. Ve třicátých letech 20. století poškodila větrná eroze miliony akrů půdy na Velkých rovinách a části této oblasti se změnila v písečnou pánev, zvanou Dust Bowl (Pasák, 1970). Oblast Dust Bowl (obr. č. 7) se nachází na území těchto států: Colorado, Kansas, Oklahoma, Texas a Nové Mexiko a zaujímá celkově asi 150 000 čtverečních mil (Browse info, 2012).



OBRÁZEK č. 7 Mapa území Dust Bowl (Spartacus.schoolnet, 2012)

Prvními obyvateli Velkých rovin byly Indiáni, kteří kočovali a půdu neobdělávali. Byli to lovci, lovili hlavně bizony. Trávy byly převážně krátkostébelné na území aridním až semiaridním a dlouhostébelné v subhumidní oblasti východní části regionu. Osadníci z východních Spojených států a Evropy, obojí rančeři a farmáři, obydleli region během pozdních desetiletí 19. století. Zemědělci s sebou přinesli nářadí, nástroje a metody, které používali ve své původní oblasti. Tráva byla zorána a země byla použita především pro pěstování obilnin. V letech s nadprůměrnými srážkami byla produkce plodin uspokojivá, celkově však tyto nástroje a metody byly nevhodné pro drsné prostředí Velkých rovin, vyznačující se nízkými srážkami a silnými větry (Unger et Skidmore, 1994).

Větrná eroze se v Rovinách běžně vyskytovala od doby, kdy bílí osadníci poprvé přišli do této oblasti a pravděpodobně ještě dříve. Existuje mnoho důkazů, že prašné bouře se zde vyskytovaly dříve, než došlo ke kultivaci půdy. Záznamy počasí v Dodge City v Kansasu indikují přítomnost prašných bouří v tomto regionu již v roce 1890. K větrné erozi zde docházelo téměř každý rok od doby, kdy bylo osídlení dokončeno. Období nejrozsáhlejší a závažné eroze se vyskytlo ve třicátých letech 20. století. V průběhu tohoto období bylo ovlivněno celé území Velkých rovin. Mnoho pozemků ztratilo až 30 cm ornice. Některá písčítá území byla přeměněna na písečné duny. Mnoho zemědělců opustilo své farmy a území Rovin (Chepil, 1957). Tyto události ještě zhoršily ekonomický dopad Velké hospodářské krize, která v té době území Spojených států sužovala.

V nejranější době osídlení bílými lidmi bylo hlavním důvodem těžké větrné eroze půdy ničení vegetačního pokryvu préríjnými požáry. Mnohé oblasti byly do roku 1885 přeplněny. Prašné bouře se staly vážným problémem v devadesátých letech 19. století. Orba travních porostů bez znalostí nebo zohlednění konečných důsledků se staly hlavní příčinou dalších prašných bouří. Mezi lety 1910 a 1920, například jen v Severní Dakotě bylo zoráno 10 milionů akrů travních porostů. V tomto raném období dějin zemědělství se zdálo, že zde neexistovalo žádné uznání významu vegetace a vegetačních zbytků pro ochranu půdy proti větrné erozi. Pro obdělávání půdy byly používány nástroje a techniky (pluhy, disky, vlečné brány) více přizpůsobené vlhkým oblastem. Rostlinné zbytky byly zaorány a povrch půdy byl ponechán hladký, volný a jemný. Toto nachystalo stadium vážných prašných bouří ve třicátých letech 20. století (Chepil, 1957).

Dne 11. listopadu 1933 byla velmi silná prašná bouře předzvěstí mnoha „černých vánic“. Přehnal se přes Jižní Dakotu, kde způsobila na některých farmách ztrátu veškeré ornice za jediný den. Příští ráno obloha v této oblasti zůstala tmavá až do poledne. Šest měsíců poté, 9. května 1934, se silný vítr přehnal přes zoraná pole a pastviny v Montaně a Wyomingu. V Dakotě bouře zvedla odhadem 300 milionů tun ornice a pokračovala v pohybu východně způsobující dušení lidí, ničení plodin a úhyn hospodářských zvířat. Další den Buffalo v západním New Yorku padlo v poledne do tmy. Za rozbřesku dne 11. května 1934 se velké množství prachu usadilo v New Yorku, Bostonu a Washingtonu, DC. Následující jaro se vichřice znovu řítila vyprahlými poli v Kansasu, Texasu, Coloradu, Oklahomě a Nebrasce. Když 2. dubna 1935 Senát veřejného pozemkového výboru (Senate Public Lands Committee) na Capitol Hill zvažoval potřebu programu národní ochrany půdy, obrovská bouře se přihnala z Velkých rovin a způsobila zatmění oblohy uprostřed dne. Nedlouho poté, 14. dubna 1935, den známý jako „černá neděle“, největší zaznamenaná prašná bouře přešla přes pět států, z Dakoty do Amarilla v Texasu. Lidé stojící pár metrů od sebe se neviděli (Egan, 2006). Prašné vánice (obr. č. 8) ustaly po roce 1936, ale menší bouře se v určitých oblastech vyskytovaly až do roku 1940 (Baveye et al., 2011).



OBRÁZEK č. 8 Prašná bouře blížící se do Stratfordu ve státě Texas dne 18. dubna 1935

(NOAA Photo Library, 2012)

V roce 1940 nastalo klidnější počasí s vyššími srážkami, což vydrželo až do konce desetiletí. Některé prašné bouře se ve čtyřicátých letech vyskytly, ale byly místní a

mírné ve srovnání s těmi předchozími. Mnoho osadníků přišlo do oblasti Rovin a obsadilo farmy opuštěné ve třicátých letech, nebo se usadilo na nové půdě na sušších a písčitéjších okrajích území starého Dust Bowl. Závažné a rozsáhlé sucho a prašné bouře se vrátily do Velkých rovin v brzkých padesátých letech a trvaly do roku 1956 (Chepil, 1957). Díky uplatněným ochranným opatřením však nebyly následky větrné eroze tak katastrofální, jak tomu bylo v letech třicátých.

Největší sucho ve třicátých letech ve spojení s intenzivními větrnými bouřemi jasně prokázalo naléhavou potřebu pro rozvoj postupů vhodných k životnímu prostředí Velkých rovin. Výsledek těžké devastace půdy, ke kterému v průběhu třicátých let došlo, byl hlavním důvodem pro vývoj dnešního ochranného zpracování půdy (Unger et Skidmore, 1994).

V srpnu 1933 byla pod Ministerstvem vnitra založena Služba boje proti erozi půdy (Soil Erosion Service) s H. H. Bennettem jako šéfem, která byla v roce 1935 převedena a reorganizována pod Ministerstvo zemědělství a přejmenovaná na Službu na ochranu půdy (Soil Conservation Service, dále jen SCS). Vytvoření SCS představovala vyvrcholení snah H. H. Bennetta, „otce ochrany půdy“ a prvního šéfa SCS, probudit zájem veřejnosti o problematiku eroze půdy. V roce 1994 byla SCS přejmenovaná na Službu na ochranu přírodních zdrojů (Natural Resources Conservation Service) a pod tímto názvem funguje dodnes (NRCS-history, 2012).

V roce 1935 začala v oblasti Velkých rovin rozsáhlá výsadba větrolamů jako reakce na období prašných bouří z počátku třicátých let. Mezi lety 1935 a 1943 bylo vysazeno 200 milionů stromů a keřů v 18 600 mílích větrolamů na asi 30 000 jednotlivých farmách ve východní části Velkých rovin (Baer, 1989).

Dne 18. listopadu 1936, jen tři roky po velké prašné bouři, byla vytvořena Americká pedologická společnost (Baveye et al., 2011).

Je zřejmé, že po katastrofických událostech z třicátých let si mnoho lidí, jak z řad veřejnosti, tak vládních činitelů, uvědomilo nutnost věnovat velkou pozornost ochraně půdy před erozí a tudíž investovat značné prostředky na její výzkum.

V roce 1947 zahájilo Ministerstvo zemědělství Spojených států intenzivní výzkumný program větrné eroze v Manhattanu v Kansasu ve spolupráci s Kansaskou státní univerzitou. Tento program začal pod vedením dvou kompetentních vědců, A.

W. Zingga a W. S. Chepila, který je považován za průkopníka výzkumu větrné eroze v Kanadě. Další výzkumy byly prováděny v Big Spring a v Bushlandu v Texasu, ve Woosteru v Ohiu, Madisonu ve Wisconsinu a jinde (Woodruff, 1975).

Po dlouholeté usilovné výzkumné práci a používáním jejích výsledků v praxi ztráty způsobené erozí větrem v této oblasti již rok od roku klesají, i když meteorologické podmínky vyvolávající větrnou erozi stále trvají. Snížení škod je výsledkem lepšího porozumění a ocenění problému, lepšího využívání půdy a zdokonalení zemědělských technologií, jejichž účinnost byla prokázána výzkumem. Převážnou část tohoto výzkumu prováděla Laboratoř pro studium větrné eroze Zemědělské výzkumné služby při Kansaské státní univerzitě v Manhattanu pod vedením dr. W. S. Chepila. Výsledky výzkumu jsou rychle přejímány techniky Služby na ochranu půdy a následně samotnými farmáři (Pasák, 1970).

Výzkum větrné eroze v Manhattanu v Kansasu má tedy dlouhou historii. Jedná se o první zemědělské zařízení na výzkum větrné eroze a nadále zaujímá ve světě čelní postavení.

3.2 Historie boje proti větrné erozi v ČR

Zrychlená eroze se u nás začíná objevovat od doby, kdy člověk započal s porušováním přirozeného pokryvu půdy, který na většině území tvořily lesy. Počátky využívání půdy pro zajištění obživy se v našich oblastech datuje do období mladší doby kamenné (neolitu) 5000 let př. n. l., kdy nastaly vhodné podmínky vyznačující se vlhkým a teplým podnebím (Janeček et al., 2005).

Jak uvádějí Lów et Míchal (2003), v mladší době kamenné se pod trvalý lidský tlak dostaly na celých sedm tisíciletí oblasti, které se i dnes vyznačují nejvyšší úrodností, protože zůstaly trvale osídlené a obhospodařované. V době bronzové (u nás zhruba od roku 2200 – 750 př. n. l.) můžeme taktéž pozorovat nastartování ještě nepodstatných, ale stále se zvyšujících erozních procesů. Zvýšenou erozi je proto nutné považovat za úzce spjatou s činnostmi člověka.

Na souvislost mezi rozšířením větrné eroze v současnosti a osídlením našeho území v době 2000 let př. n. l. upozorňuje Švehlík (1985). Uvádí, že osídlování začalo v našich nejurodnějších a nejproduktivnějších oblastech. Nebezpečí větrné

eroze se pak zvyšovalo postupným rozšiřováním zemědělské půdy a rozvojem zemědělství.

Ve 13. století se během tzv. velké kolonizace začíná využívat pluhu, osidlování postupuje do kopcovitých terénů podhůří a hor. Stále se zvětšující plochy orné půdy v nížinách, zejména na úrodných spraších, byly ohrožovány větrnou erozí (Janeček et al., 2005).

K nejzávažnějším a nejškodlivějším projevům větrné eroze v ČR došlo v období socialistické intenzifikace zemědělské výroby v padesátých letech. Docházelo k vytváření rozsáhlých půdních celků a zároveň k odstraňování krajinné zeleně, což vytvořilo vhodné podmínky pro erozi půdy. Větrná eroze zde existovala již dříve, ale na malých soukromých pozemcích, kde se střídaly plodiny, byl její rozsah podstatně nižší (Janeček et al., 2005).

Ani transformace zemědělství po roce 1989 neznamenal adekvátní zlepšení situace, neboť zemědělské podniky nadále hospodaří na velkých půdních celcích a z důvodu dosažení zisků nerespektují ochranná opatření proti větrné erozi půdy (Janeček et al., 1999).

Železnice jako první u nás upozornila na problém větrné eroze a nutnost boje proti ní zakládáním větrolamů, neboť docházelo k zanášení železničních tratí a tím se zvyšovaly náklady na údržbu (Janeček et al., 2005).

3.3 Historie větrolamů

Již v dávných dobách se lidé snažili bránit před účinky větru. V různých koutech světa byly vysazovány větrolamy k ochraně půdy a obydlí. V Číně sloužily větrolamy k ochraně polních kultur již před více než 3000 lety a dodnes můžeme podél Žluté řeky nalézt ochranné lesní pásy kolem vesnic. V Africe byly kolem vesnic vysazovány kruhové větrolamy. V Evropě Keltové odedávna vysazovali lesní pásy na pobřeží Normandie a Bretaně, které chránily pole před silnými mořskými větry. Podobné větrolamy lze dodnes nalézt na pobřeží Belgie, Holandska, Dánska a také v Anglii, Skotsku a Irsku. Ve Švýcarsku u Ženevského jezera jsou známy větrolamy ze 14. a 15. století. V Rusku již car Petr I. nechal založit dubový lesní pás v okolí Taganrogu (Janeček et Pivcová, 2000).

Na našem území byly ochranné lesní pásy vysazovány již kolem roku 1750. Například v Polabí u Kladrub sloužily k ochraně odvívání písčitých půd, dále se tyto lesy nacházely v Poohří a na jižní Moravě, zde však později zanikly díky nedostatku dřeva. Hlavní období výsadby větrolamů v ČR spadá do let 1947 - 1956. Kromě kolektivizace v padesátých letech a inspirace Sovětským svazem bylo hlavním podnětem k zakládání větrolamů katastrofální sucho v roce 1947. Bylo vysázeno 1754 ha větrolamových lesních pásů, téměř 67 % rozlohy připadlo na Jihomoravský kraj. Projekty těchto lesních pásů byly připraveny na základě stanovištních průzkumů a tehdejších znalostí o krajině, estetické a ekologické hledisko nebylo důležité. Větrolamy byly utvářeny většinou podle sovětského vzoru a tvořily v zemědělské krajině ucelené sítě. Problémy však nastaly s jejich údržbou a obnovou. Údržba byla prováděna nedostatečně nebo ve většině případů vůbec. Větrolamy byly tvořeny z velké části rychle rostoucími dřevinami, hlavně topoly, a to z důvodu jejich brzkého účinku. Topoly měly být postupně nahrazovány kosterními dřevinami, jako jsou duby, jasany, lípy a jilmy. Po výsadbě měly být větrolamy v užívání JZD nebo státních statků, ale od tohoto záměru se ustoupilo a větrolamy připadly správě služeb lesotechnických meliorací. Počátkem šedesátých let byla však tato služba zrušena, větrolamy byly z větší části převedeny do lesní půdy a starali se o ně lesní závody. Jelikož byly větrolamy zařazeny do kategorie lesů ochranných, nebyly včas odstraněny rychle rostoucí dřeviny (topoly), které pak bránily růstu cílových dřevin a postupným odumíráním a padáním poškodily nižší patra větrolamů. Dle lesnické terminologie spadají ochranné lesní pásy do kategorie lesů ochranných, subkategorie lesů potřebných k zajištění ochrany půdy. Od počátku devadesátých let patří větrolamy pod Správu lesů ČR, kde se jim nevěnuje velká pozornost. Dalším problémem je neřešené vypořádání se soukromými vlastníky pozemků. Péče o pásy je tedy nedostatečná, v důsledku toho větrolamy uvnitř prosychají a odumírají, na okrajích se naopak nekontrolovaně rozšiřují na úkor zemědělské půdy a v konečném důsledku neplní funkci protierozní, ekologickou ani krajinotvornou (Janeček et Pivcová, 2000, Podhrázská et al., 2008).

4. Výskyt větrné eroze v ČR

Přestože se u nás výrazněji projevuje eroze vodní než větrná, tak eroze půdy větrem způsobuje taktéž značné škody. V současnosti je u nás větrnou erozí ohroženo 430 tisíc hektarů zemědělské půdy, poškozeno je 6 tisíc hektarů (Vopravil et al., 2010). V Čechách je větrnou erozí ohroženo 22,8 % zemědělské půdy, na Moravě 40,7 %. Větrná eroze se nejvíce projevuje v kraji Jihomoravském a Východočeském (Pasák et al., 1984).

Holý (1978) uvádí, že v Čechách je větrnou erozí ohroženo 26 % a na Moravě 45 % zemědělské půdy. Cablík et Jůva (1963) upozorňují, že v ČR je třeba chránit půdy proti větrné erozi v těch oblastech, ve kterých je průměrný roční srážkový úhrn pod 550 mm a zároveň je lesnatost menší než 20 %. Jedná se o území značně chudá na srážky a při nízké lesnatosti otevřená větrům. Jejich lehké písčité a hlinitopísčité půdy pak lehce podléhají odnosu větrem, a toto nebezpečí je nejvyšší v polohách, kde vanou silné větry v období, kdy jsou pole nejméně chráněna porostem nebo jsou zcela holá, tedy od podzimu do konce dubna.

Janeček et al. (2000) využívá pro určení stupně potenciální ohroženosti půd větrnou erozí údajů z databáze o BPEJ (Bonitované půdně ekologické jednotky), především klimatické regionalizace (první číslo kódu BPEJ) a charakteristik hlavních půdních jednotek (druhé a třetí místo kódu BPEJ). Podle těchto kritérií je v ČR větrnou erozí potenciálně ohroženo 7,5 % zemědělských půd, z toho 0,3 % stupněm nejvyšším.

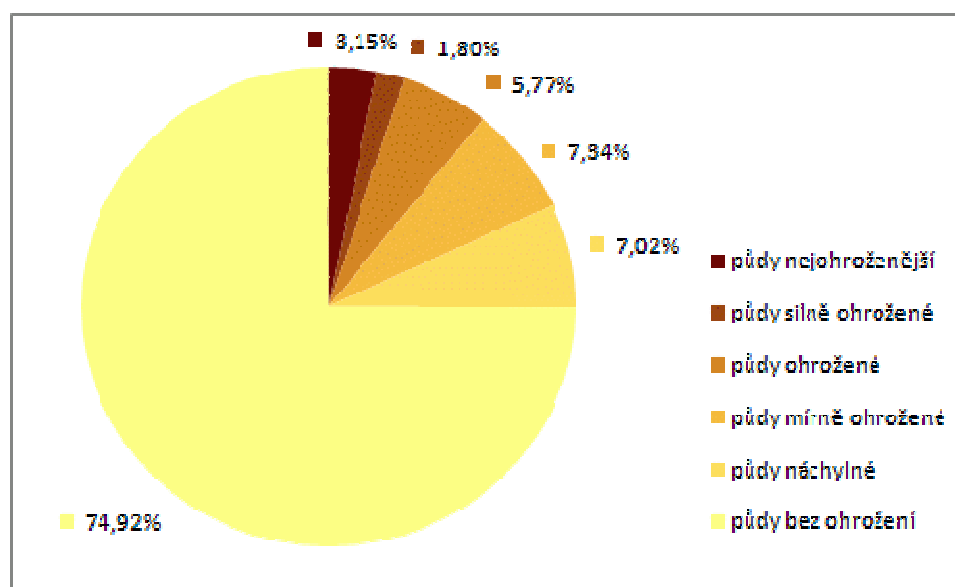
Nyní je vhodné vysvětlit termín potenciální ohroženost neboli erodovatelnost půd větrnou erozí. Potenciální erodovatelnost je taková, která je pro dané území s určitými podmínkami charakteristická. Na rozdíl od erodovatelnosti skutečné, kterou lze přímo v terénu pozorovat a měřit.

Při hodnocení potenciální ohroženosti půd ČR vodní a větrnou erozí bylo použito platných údajů z databáze BPEJ, která byla vytvořena v letech 1965 – 1980. V některých územích již potenciální ohroženost neodpovídá současnému ohrožení z důvodu odvodnění pozemků nebo působením vodní a větrné eroze. Například v k.ú. Klapý v okrese Litoměřice došlo k odvodnění, jehož důsledkem je zvýšené ohrožení větrnou erozí, kdežto podle podkladů z počátku šedesátých let je toto území větrnou erozí neohrožené. Z toho vyplývá potřeba aktualizace těchto podkladů tak,

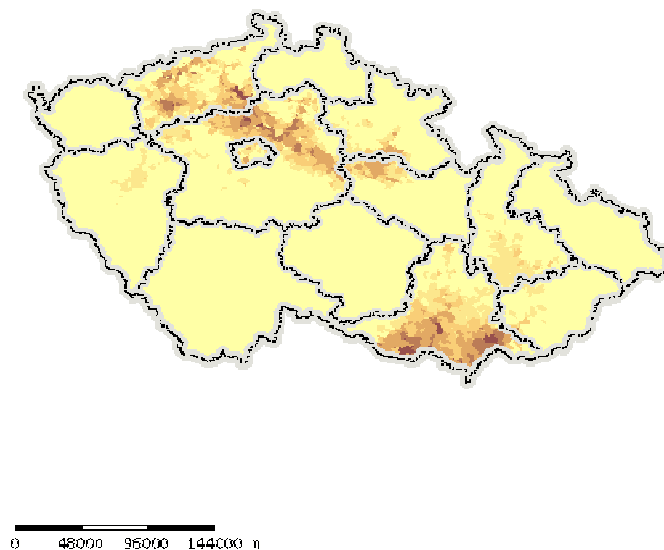
aby odpovídaly současnému stavu (Janeček et al., 2000). Aktualizace BPEJ se řeší od roku 1985 na základě požadavků vlastníků a uživatelů půd a od roku 1995 jako trvalá činnost řízená Ústředním pozemkovým úřadem. Například v roce 2012 bylo aktualizováno 37 260 ha. Výměra roční aktualizace je ovšem nedostatečná, ke zrychlení by bylo třeba zajistit potřebné finanční prostředky. Současně se systém BPEJ pod záštitou Ministerstva zemědělství průběžně modernizuje a přizpůsobuje moderním trendům hodnocení půd v zahraničí (EAGRI, 2013).

V říjnu 2008 byl do provozu uveden projekt „Vodní a větrná eroze půd ČR“, který mapuje ohroženost zemědělského půdního fondu (dále jen ZPF) ČR vodní a větrnou erozí. Tento projekt vyvinul Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd (VÚMOP) a jedná se o geografický informační systém o půdě (SOWAC GIS). Tématická skupina Větrná eroze půd ČR obsahuje v současné době čtyři mapové vrstvy (SOWAC-GIS, 2012):

1. Potenciální ohroženost orné půdy větrnou erozí (obr. č. 9)
2. Potenciální ohroženost orné půdy větrnou erozí na katastry
3. Potenciální ohroženost ZPF větrnou erozí
4. Potenciální ohroženost ZPF větrnou erozí na katastry (obr. č. 10).



OBRÁZEK č. 9 Potenciální ohroženost orné půdy větrnou erozí (SOWAC-GIS, 2012)



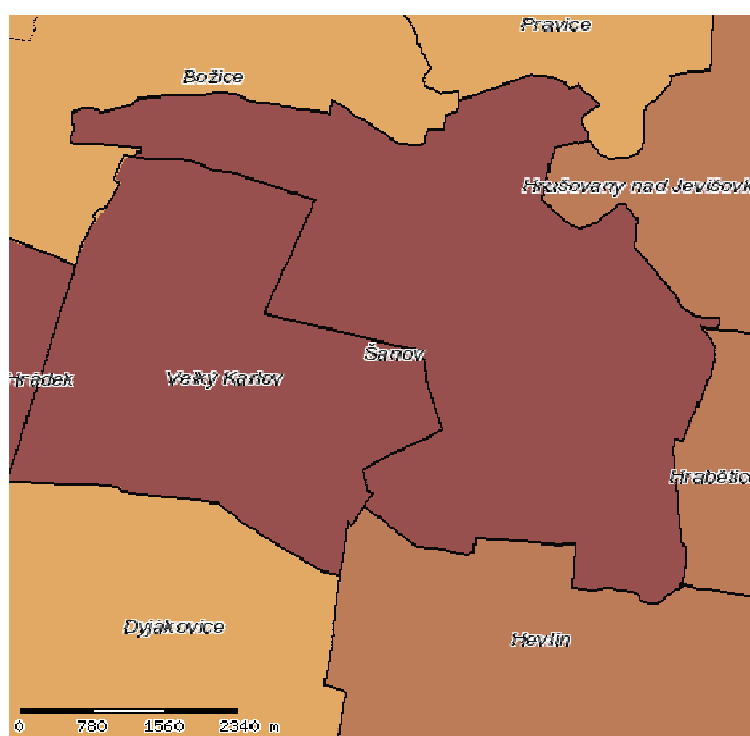
OBRÁZEK č. 10 Mapa ČR - ohroženost ZPF větrnou erozí na katastry (SOWAC-GIS, 2012)

Také zde bylo ke stanovení potenciální ohroženosti orné půdy větrnou erozí využito pedologické databáze BPEJ, konkrétně údajů o klimatických regionech a údajů o hlavních půdních jednotkách, tedy faktorů, které větrnou erozi přímo ovlivňují. Tyto údaje byly odstupňovány podle náchylnosti k větrné erozi a byl jim přiřazen faktor náchylnosti, kde nejnižší číslo znamená nejnižší náchylnost k erozi větrem. Rozlišuje se šest kategorií ohroženosti větrnou erozí (Janeček et al., 2005):

Kategorie	Koeficient ohroženosti	Stupeň ohroženosti
1	< = 4	Bez ohrožení
2	4,1 – 7,0	Půdy náchylné
3	7,1 – 11,0	Půdy mírně ohrožené
4	11,1 – 17,0	Půdy ohrožené
5	17,1 – 23,0	Půdy silně ohrožené
6	> 23,0	Půdy nejohroženější

TABULKA č. 3 Kategorie ohroženosti půd větrnou erozí (Janeček et al., 2005)

Díky tomuto mapovému projektu si tedy každý může snadno vyhledat konkrétní území a zjistit potenciální ohroženost větrnou erozí. Obrázek č. 11 znázorňuje ukázkou mapy ohroženosti orné půdy větrnou erozí na katastry v okrese Znojmo v Jihomoravském kraji. Na první pohled je zřejmé, že v katastrálních územích Velký Karlov a Šanov nad Jevišovkou se jedná o půdy větrnou erozí nejohroženější. V katastrálním území Hevlín jsou půdy silně ohrožené a v k.ú. Dyjákovice půdy ohrožené.



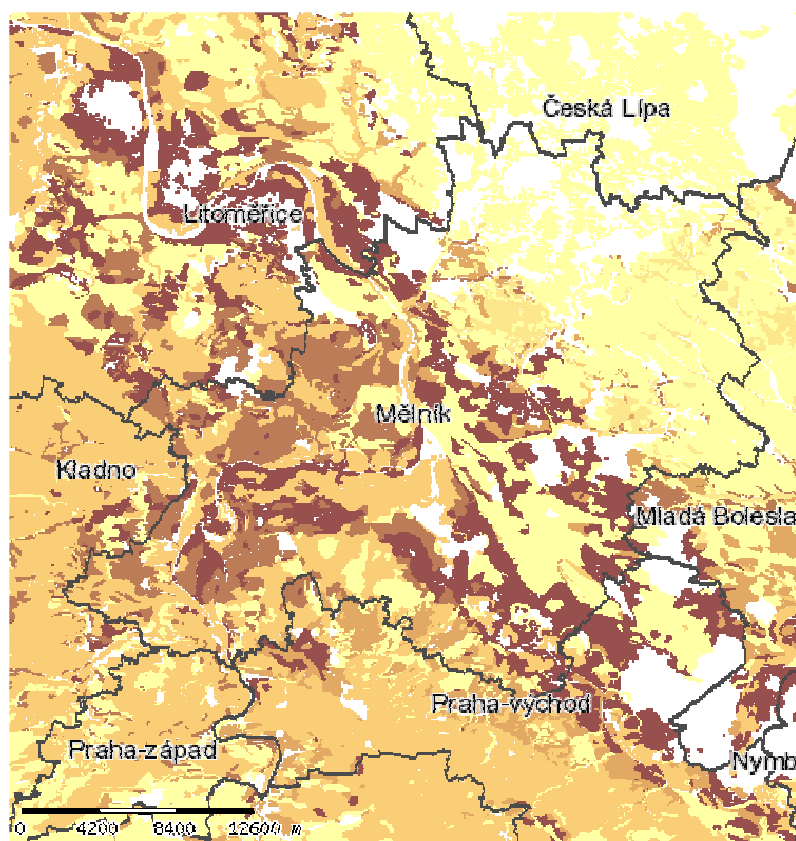
OBRÁZEK č. 11 Mapa ohroženosti orné půdy větrnou erozí na katastry (SOWAC-GIS, 2012)

4.1 Výskyt větrné eroze v Čechách

V Čechách trpí výsušnými větry a odvíváním prsti zejména oblast Poohří, středočeská nížina a východočeská oblast. V oblasti Poohří jsou větrnou erozí obzvláště ohrožovány okresy Kadaň, Žatec a Louny v pruhu podél Ohře. Ve středočeské nížině se jedná především o okres Brandýs nad Labem (Stará Boleslav, Kostelec nad Labem, Kozly, Neratovice). V oblasti východočeské podléhají deflaci hlavně půdy v polabském pruhu okresů Nymburk, Poděbrady, Kolín a Pardubice.

Kromě těchto území je větrnou erozí postihována také oblast plzeňská v povodí Berounky a dále poměrně suchá a větrná oblast jihočeská (Cablík et Jůva, 1963).

Vyjádřeno z celkové plochy zemědělské půdy v okrese, mezi větrnou erozí potenciálně nejvíce ohrožené okresy patří Mělník. V okrese Mělník (obr. č. 12) je ohroženo 60,32 % (28.423,63 ha) plochy zemědělské půdy. Půdy potenciálně ohrožené šestým stupněm, tedy stupněm nejvyšším, se nachází v katastrálních územích Libiš a Dušníky nad Vltavou. Jde tudíž o půdy větrnou erozí nejohroženější (Janeček et al., 2000).



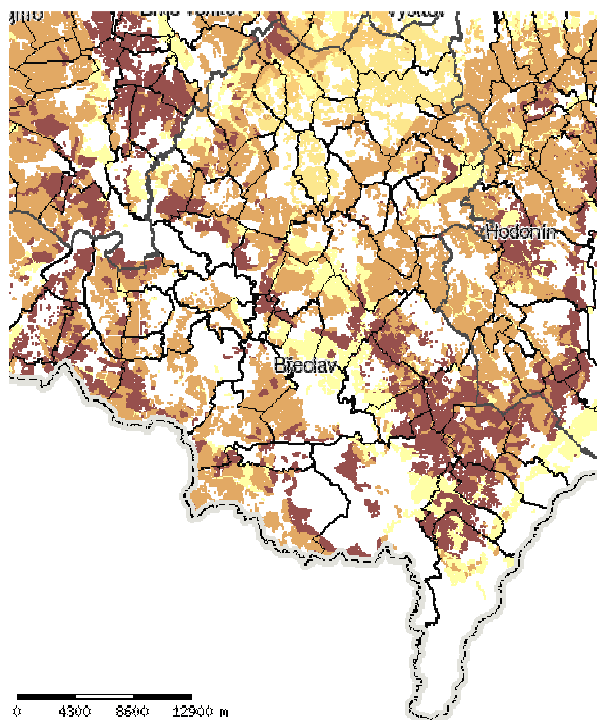
OBRÁZEK č. 12 Potenciální ohroženost ZPF větrnou erozí – okres Mělník (SOWAC-GIS, 2012)

4.2 Výskyt větrné eroze na Moravě

Na Moravě je erozí půdy ohroženo 45 % výměry zemědělské půdy (Holý, 1978), z čehož vyplývá, že jde o území větrem značně ohrožované. Cablík et Jůva (1963) uvádí hlavní oblasti trpící odnosem půdy větrem: oblast Znojma a Mikulova,

Dolnomoravský a Dyjsko-svratecký úval. Znojensko-mikulovská oblast je postihována zejména v zimě a na jaře severozápadními větry, ke kterým se pak připojují i teplé větry jihovýchodní a východní i jihozápadní fénové větry alpské. Místně zde vznikají určité krajinné větrné proudnice (kolem Znojma nebo v okolí Miroslavi) vyvolávající silný odnos prsti. Dolnomoravský a Dyjsko-svratecký úval je území napadané pravidelně a soustavně vzdušnými proudy, které silně vysoušejí půdu a způsobují odnos prsti i v písečných bouřích. Příčinou toho jsou hlné proudnice Bílých Karpat tvořící celý systém v čáře Strážnice, Uherský Brod, Bojkovice.

Podle celkové plochy potenciálně ohrožené zemědělské půdy větrnou erozí je na prvním místě okres Břeclav (obr. č. 13), dále Znojmo a Hodonín. Určitá anomálie výskytu větrné eroze u nás je na těžkých půdách v oblasti pod Bílými Karpatami (Bánov, Suchá Loz). Tyto půdy by neměly být větrnou erozí ohroženy, ale během zimy, při střídání zmrznutí a rozmrznutí, se povrch půdy rozpadá na velmi jemné prachové částice, které pak snadno podléhají odnosu větrem. Jihovýchodní vítr má v této oblasti fohnový charakter, který je zesilovaný Bílými Karpatami (Janeček et al., 2000).



OBRÁZEK č. 13 Mapa potenciální ohroženosti orné půdy – okres Břeclav (SOWAC-GIS, 2012)

Švehlík (2002) ve své studii upozorňuje, že za 40 let pozorování, v letech 1957 – 1996, se větrná eroze v oblasti jihovýchodní Moravy projevila ve všech stupních intenzity. Nejsilnější eroze byla zaznamenána v roce 1972 v k.ú. Bánov, v trati Záskalčí, o průměrné intenzitě 193 m³ z hektaru za rok. V některých částech honu dosáhla hodnoty přes 200 m³, což představuje velmi silnou až katastrofální erozi. Znamená to, že průměrně byla za jednu prašnou bouři odnesena vrstva ornice o síle 2 cm. Vysokých hodnot dosáhla intenzita větrné eroze v letech 1957, 1960, 1962, 1965, 1968, 1971, 1972, 1976, 1983, 1984, 1987 a 1992. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány v letech 1979, 1981 a 1988. V letech 1958 a 1993 k větrné erozi nedošlo, což ve čtyřicetileté řadě činí pouze dva roky.

Dále Švehlík (2002) uvádí příklady působení eroze půdy větrem na jihovýchodní Moravě: v roce 1957 bylo z honu na Bařinách v Bánově odneseno 2.246 m³ ornice, v roce 1968 zmizelo z pole JZD Bánov o výměře 115 ha na 6.900 m³ ornice, z honu na Záskalčí téhož JZD bylo v roce 1972 odváto 3.512 m³ a z honu Vavříkovice 1.609 m³ ornice. Z výsledků pozorování lze konstatovat, že na jihovýchodní Moravě v blízkosti Bílých Karpat, dochází téměř každoročně důsledkem větrné eroze na erodovaných plochách ke snížení povrchu půdy o 4 až 5 mm. Při prašných bouřích dochází k vyfoukání ornice do hloubky 1 až 2 cm. V širším pásmu eroze dochází k průměrnému odnosu 0,4 mm ornice. Pod Bílými Karpaty trpí větrnou erozí asi 40.000 ha orné půdy, z toho 50 % erozí výraznou, a pokud předpokládáme, že se vrstva ornice sníží o 0,3 až 0,4 mm, pak vítr zvedá 60.000 až 80.000 m³ ornice ročně. Toto potvrzuje, že problém větrné eroze na moravské straně Bílých Karpat je velmi živý i v současnosti a dokládá dlouhodobé značné ztráty ornice, které není možno doplnit půdotvornými procesy. Půdotvorné procesy produkují asi 1 cm za 100 let a tento 1 cm ornice stačí často zničit jediná prašná bouře během dvou až tří hodin.

4.2.1 Prašné bouře na Moravě

Prašné bouře se u nás vyskytují každoročně a i v našich krajích můžeme pozorovat oblaka prachu, která vítr odnáší do značných vzdáleností. Prašné bouře jsou považovány za vrcholný a nejnebezpečnější projev eolizace půdy. V zimním období se prašné bouře často prolínají se sněhovými vánicemi. Prašné bouře vyskytující se u

nás postihují nejúrodnější půdy a časově jsou omezeny na mimovegetační období. Někde se vyskytují každoročně, jinde občasně. Znamé jsou hlavně na jižní a jihovýchodní Moravě, ale i v úvalech Vyškovské a Moravské brány. V jednotlivých oblastech se vyskytují ustálené proudnice větru, které tyto prашné bouře způsobují (Švehlík, 2002).

Švehlík (2002) upozorňuje na tyto oblasti, v nichž se prашné bouře vyskytují:

- **Oblast znojensko-mikulovská**, zahrnující jižní část Dyjsko-svrateckého úvalu mezi západním úpatím Českomoravské vrchoviny a Pavlovskými vrchy.
- **Oblast Dyjsko-svrateckého úvalu**, ohraničená úpatím Bobravské vrchoviny na severozápadě až po Brno a úpatím Dražanské vrchoviny na severu.
- **Ostrůvky erozních ploch** v podhůří Českomoravské vrchoviny v okolí Velkého Meziříčí a Třebíče.
- **Oblast Dolnomoravského úvalu** s přilehlým územím vátých písků mezi Bzencem a Hodonínem (Hodonínská Sahara) a podhůřím Chřibů.
- **Podhůří Bílých Karpat** od Strážnice až po Bojkovice.
- **Vyškovská brána** s úpatím Dražanské vrchoviny a s přilehlými částmi Litenčické vrchoviny.
- **Hornomoravský úval** až po úpatí Jeseníků na severu a východě, podhůří Dražanské vrchoviny na západě.
- **Oblast severní Moravy** na Bruntálsku, Opavsku a Krnovsku, s ostrovy v okolí Javorníku a Osoblažském výběžku.

Znamé jsou prашné bouře v podhůří Bílých Karpat z let 1940 až 1941, kdy prudce vanoucí vítr strhával zmrzlý sníh i s půdou a u Blanice pod Sv. Ant. Vytvořil osmimetrové závěje sněhu, po jehož roztátí zde zůstaly až dva metry tlusté závěje ornice (Švehlík, 2002).

V dubnu 1949 na jižní Moravě mezi Znojmem a Mikulovem prашná bouře během deseti hodin úplně zničila jen v obvodu srážkoměrné stanice v Jaroslavicích 30 ha polí a dalších 50 ha bylo silně poškozeno. Na jaře v roce 1960 bylo v území Suchá Loz zničeno 229 ha ozimé pšenice a žita a tyto škody byly odhadnuty na 456.000 Kčs (Pasák, 1970).

V roce 1972 na jaře na k.ú. Bánov, v trati Záskalčí, bylo větrem odneseno 203 m³/ha, což znamená katastrofální erozi a jde o dosud největší naměřenou intenzitu odnosu půdy větrem. Ve dnech 4. – 5.4.1987 došlo k prašné bouři v podhůří Bílých Karpat na Uherskobrodsku (Nivnice-Suchá Loz-Bánov). V roce 1992 jsme mohli v denním tisku sledovat zprávy o prašné bouři ve Vyškovské bráně (Švehlík, 2002).

Z těchto příkladů je zřejmé, že prašné bouře se objevují na nejúrodnějších půdách Moravy a působí zde velké škody. Nebezpečí eolizace půdy ještě zvětšuje nevhodné obdělávání půdy a skladba kultur a dochází tak k neustálému rozšiřování erozních ploch (Švehlík, 2002).

Půda jako jeden z nejcennějších přírodních zdrojů je nezbytná pro výživu lidí, a proto bychom měli mít neustále na paměti její ochranu. Půdu již erozí degradovanou je velmi obtížné vrátit do původního stavu. Musíme se tedy snažit procesům zrychlené eroze předcházet nebo je alespoň výrazně snižovat a k tomu využívat veškerých dostupných prostředků.

5. Opatření používaná na ochranu před větrnou erozí

Jednotlivá opatření proti větrné erozi je potřeba volit podle místních podmínek a podle stupně ohroženosti půdy. Základním opatřením je vždy správná organizace půdního fondu, která umožňuje kultivaci půdy kolmo na převládající směr větru a systematické střídání kultur vertikálně různě členěných a odolných i méně odolných proti větrné erozi. Nejúčinnějším a nejlevnějším opatřením je pak nepěstovat ohrožené plodiny, zejména cukrovku, na ohrožených velkých pozemcích s lehkými půdami. Největší ochranu proti větrné erozi poskytují víceleté porosty (směsky luskovinoobilné, jetelotravní, travní, dále i ozimé kultury). Okopaniny, zejména v prvním období vzrůstu, chrání povrch půdy před odnosem větrem jen slabě. Důležité je také zlepšování fyzikálních vlastností půd. Půda musí být zpracována tak, aby dobře vsakovala vodu a tvořily se půdní drobtý (Pasák, 1970, Pasák, 1978).

Efektivní využívání půdního fondu je nutno řešit komplexně tak, aby při vysokém výrobním efektu byly vytvořeny optimální podmínky pro ochranu půdy a životního prostředí. Proto je nutné, aby intenzivní velkovýrobní využívání půdního fondu bylo

podloženo rozborem erozních faktorů a jejich celkovým hodnocením. O uplatnění jednotlivých způsobů ochrany půdy nerozhoduje jen jejich účinnost, ale také vhodnost pro zemědělskou velkovýrobu (Pasák et al., 1984).

Švehlík (1985) rozděluje opatření, která mají zásadní význam pro zmírnění škod větrnou erozí, na technická, lesnická, zemědělská a vodohospodářská. Technická opatření spočívají zejména v zodpovědné organizaci půdního fondu. Zásadní význam v boji proti větrné erozi pak mají zemědělská opatření. Jde především o správné polohové rozmístění kultur, správné obhospodařování půdy a využití, popř. zachování vegetačního krytu k ochraně povrchu půdy. Tato agrotechnická opatření se nerealizují, ačkoliv právě tyto zásahy jsou rychle účinné, neboť se dají provádět v rámci výrobního plánu zemědělského podniku. Lesnická opatření mají své opodstatnění v polohách vystavených silnému působení prudkých výsušných větrů. Patří k nim zalesnění holých ploch, vybudování účelné sítě větrolamů, zákaz škodlivého mýcení břehových porostů, skupin stromů atd. Vodohospodářská opatření se využívají při nedostatku srážek, kdy je možno doplnit vláhový deficit v půdě závlahami. Doporučuje se budovat zemědělské vodní nádrže, které příznivě ovlivňují mikroklima krajiny a využít závlahových zařízení k nárazovému momentálnímu zvýšení vlhkosti půdy, která zabraňuje deflaci.

Větrná eroze je podmíněna intenzitou a četností větrů a odolností povrchu půdy k účinkům větru. Účinky větrné eroze je tedy možno snižovat dvěma základními způsoby:

1. Zvýšením odolnosti půdy před větrem.
2. Snižením rychlosti větru při povrchu půdy.

Opatření ke snížení rychlosti větru můžeme dále rozdělit do tří kategorií:

- a. Ochrana před větrnou erozí pomocí tzv. pěstitelských metod (pásové pěstování výškově členěných plodin)
- b. Ochrana před větrem umělými větrnými zábranami (ploty z rákosy, prken, folií apod.)
- c. Ochrana před větrem trvalými porosty – ochrannými lesními pásy

Největšího efektu v ochraně půdy před větrnou erozí lze dosáhnout kombinací několika způsobů ochrany podle stupně ohrožení (Pasák, 1978).

Mnoho autorů (Středanský, 1993; Dumbrovský et al., 1995; Pivcová, 1998; Janeček et al., 2005; Dufková, 2007; Janeček et al., 2008) člení opatření na ochranu před větrnou erozí na opatření organizační, agrotechnická a technická. Toto členění odpovídá normě ČSN 75 4500 – Protierozní ochrana zemědělské půdy z roku 1996.

Opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru se navrhují na základě určení intenzity větrné eroze a vyhodnocení terénních šetření (Janeček et al., 2005).

5.1 Organizační opatření

5.1.1 Uspořádání pozemků

Uspořádání pozemků je považováno za základ organizačního řešení protierozní ochrany. Pozemky by měly mít obdélníkový tvar s delší stranou kolmo na směr převládajícího směru větru, aby veškerá kultivační a protierozní opatření byla vedena kolmo na převládající směr větru. Šířka pozemku ve směru převládajících větrů by neměla na půdách písčitých nechráněných vegetací přesahovat 50 m (Janeček et al., 2005).

K vytváření nových půdních celků slouží pozemkové úpravy, jimiž je možno pozemky uspořádat, scelovat a dělit a to vše při respektování veškerých požadavků na ochranu a utváření krajiny i nároků vlastníků pozemků. Pozemky se situují delší stranou kolmo k převládajícím směrům větru a jejich šířka se volí taková, aby umožňovala založení dostatečného počtu a šířky pásů při pásovém střídání plodin. Limitní rozměry pozemků jsou určeny podle způsobu hospodaření (používání ochranných agrotechnologií) a existence trvalých větrných bariér (ochranné lesní pásy, aleje, budovy), které vytvářejí jejich přirozené hranice (Janeček et al., 2008).

5.1.2 Protierozní rozmístování plodin

Při protierozním pěstování plodin je využíváno přirozené odolnosti určitých plodin vůči erozi. Tyto plodiny můžeme rozdělit do tří skupin:

1. plodiny odolné – travní porosty, víceleté píce, ozimé obiloviny,

2. plodiny středně odolné – jarní obiloviny, řepka ozimá,
3. plodiny málo odolné – okopaniny, slunečnice, kukuřice, zelenina, speciální plodiny (majoránka, kmín apod.).

Nejúčinnějším opatřením na ochranu půdy před větrnou erozí jsou trvalé porosty. Trvalé travní porosty chrání půdu před účinky větru a udržují půdní vlhkost, a proto je na půdách silně ohrožených větrnou erozí založení trvalých porostů nejvhodnější. Víceleté pícniny (trávy a jeteloviny) a ozimé obilniny se zařazují do osevních postupů na půdách k erozi velmi náchylných, také ozimé meziplodiny značně zvyšují ochranu půdy před erozí (Janeček et al., 2005, 2008).

5.1.3 Pásové střídání plodin

Pásové střídání plodin (obr. č. 14) patří mezi základní způsoby ochrany před větrnou erozí. Do pěstované erozně ohrožené plodiny se vkládají různě široké pásy plodin proti erozi odolných ve směru kolmém k převládajícímu směru větru. V oblastech s vysokou intenzitou eolické eroze se střídají pásy orné půdy s pásy trvale zatravněnými. V méně ohrožených oblastech se plodiny vůči větru odolnější střídají s plodinami méně odolnými. Zpravidla se navrhuje pásy široké od 40 – 50 do 100 – 200 m. Na půdách hlinitých by měly být širší než na půdách písčitéch. Vyššího účinku tohoto opatření lze dosáhnout pěstováním výškově rozdílných plodin. Například střídáním úzkých pásů kulisových plodin (např. 4 řádky kukuřice) se chrání málo odolné plodiny (zelenina, cukrovka). Úzké pásy vyšších rostlin se zakládají na jaře a ponechávají se i přes zimu až do založení nových pásů. Tyto pásy kulisových plodin ochraňují sousední plochy do vzdálenosti 20ti násobku své výšky v závětrí a 10ti násobku výšky v návětrí (Janeček et al., 2005, 2008).



OBRÁZEK č. 14 Pásové střídání plodin, kukuřice a vojtěška, severovýchodní Iowa, USA
(NRCS-photo, 2012)

5.2 Agrotechnická opatření

Jak uvádí Janeček et al. (2008), agrotechnická opatření jsou finančně i časově náročnější z důvodu nutnosti použití speciálních strojů, herbicidů, nákladů na osivo a výsev mezplodin atd. Oproti tomu Pivcová (1998) zmiňuje hlavní výhodu agrotechnických opatření, která spočívá v tom, že při správné aplikaci nevyžadují vysoké náklady při dosažení poměrně vysokého účinku. Mezi agrotechnická opatření patří zejména ochranné obdělávání půdy, dále je vhodné udržovat trvale strukturní stav půdy a zvyšovat její vlhkost.

5.2.1 Udržování trvale strukturního stavu půdy

Odolnost půdy proti erozi je třeba zvyšovat udržováním trvalého strukturního stavu s dostatečnou vlhkostí, a to závlahou, hnojením a především vnášením organických látek, zvyšováním obsahu jílnatých částic, aplikací strukturotvorných látek atd. (Janeček et al., 2008).

Při kultivaci větrnou erozí ohrožených půd se mají používat stroje, které půdu nerozprašují, ale vytvářejí hroudy. Kultivace půd náchylných k větrné erozi má být

prováděna pouze při takové vlhkosti, kdy dochází k vytváření dostatečného množství druhotných agregátů (hrud), které zdrsňují povrch půdy. Půdy silně náchylné k erozi větrem nemají být orány vůbec. Na nestrukturních písčítých půdách lze použít strukturotvorné látky (sypké jílovité nebo hlinité zeminy, příp. slíny a opuky, rybniční bahno, cukrovarnické kaly a komposty s větším obsahem jílnatých částic v použitých zeminách, rašelina a betonit), které vytvářejí na povrchu půdy druhotné agregáty (Janeček et al., 2005).

5.2.2 Zvyšování vlhkosti půdy

Jelikož u nás větrná eroze působí nejsilněji na jaře, kdy půda není dostatečně kryta vegetací, jsou zde vhodná veškerá opatření ke zvýšení vlhkosti půdy. K tomuto účelu lze použít šachovnicové rozmístování zásněžek po poli sloužící k zadržení vody ze sněhu. Na jeden ha se počítá 100 až 200 zásněžek, které se musí během zimy přestavovat. Z důvodu nerovnoměrného roztávání se sníh posypává v pruzích tmavými látkami (popel, saze, rašelinná zemina). Tam, kde je zabudované závlahové zařízení, je možno jej taktéž využít ke zvýšení vlhkosti půdy (Janeček et al., 2005).

5.2.3 Ochranné obdělávání půdy

Při obdělávání půdy ohrožované větrnou erozí má být půda zpracována tak, aby se voda dobře vsakovala a hlavně, aby byla tlumena rychlost větru při povrchu. Směr kultivace, sázení, setí atd. musí být orientováno vždy kolmo na směr převládajícího větru, čímž se vytvoří větrná překážka. Kultivaci půd náchylných k erozi větrem je potřeba provádět pouze při dostatečné vlhkosti, obdělávání lehkých půd jen v mírně vlhkém stavu. Pro kultivaci písčité půdy ohrožované větrnou erozí je nejvhodnější nářadí s klínovými radličkami, které půdu nerozprašují (Pasák, 1970).

Půda nechráněná vegetací je nejvíce náchylná k odnosu větrem, proto by v oblastech ohrožených větrnou erozí měla být půda trvale kryta, čehož lze dosáhnout využíváním půdy s omezenou kultivací, kdy jsou na povrchu půdy ponechány posklizňové zbytky plodin. Toho je možno dosáhnout dvěma základními způsoby:

1. setí plodin do posklizňových zbytků ponechaných na půdním povrchu (obr. č. 15),
2. setí plodin do ochranných (krycích) meziplodin (Janeček et al., 2005).



OBRÁZEK č. 15 Kukuřice vysetá do posklizňových zbytků, New Mexico, USA (NRCS-photo, 2012)

Nejpoužívanější způsob ochrany půdy pomocí posklizňových zbytků je bezorebné setí plodin (obilovin a kukuřice) do stojícího strniště (obr. č. 16). Podmínkou však je podřezání vrchní vrstvy půdy (asi 10 cm) širokými noži klínového tvaru, aby došlo k přerušení kapilární vztlínivosti vody a k zaschnutí vyklíčených plevelů a výdrolů (strniště zůstává zachováno asi z 80 %). Poté se provádí výsev vlastního osiva speciálním secím strojem (např. Becher nebo Gaspardo), který půdu pod povrchem nakypří a osivo v půdě přitlačí (strniště zůstává zachováno asi ze 40 % a chrání povrch i klíčící rostliny) (Pivcová, 1998).



OBRÁZEK č. 16 Bezorebné setí kukuřice do strniště ječmene, Washington County, Virginia, USA (NRCS-photo, 2012)

Při druhém způsobu, tedy využití krycí meziplodiny, se provádí výsev ochranné meziplodiny časně na podzim, aby došlo k jejímu dobrému zapojení (vhodná je např. hořčice bílá nebo svazenka vratičolistá). Během zimy tato meziplodina vymrzne a na jaře se vysévá hlavní plodina. Použití herbicidů na likvidaci plevelů se při této technologii značně snižuje (Janeček et al., 2005).

Cukrovku pěstovanou na lehkých půdách ohrožených větrnou erozí je možno chránit následovně:

1. celoplošným výsevem krycí plodiny 3 – 4 týdny před setím cukrovky (krycí plodina se seje kolmo k budoucím řádkům cukrovky),
2. výsevem krycí plodiny mezi předpokládané řádky cukrovky také 3 – 4 týdny před setím cukrovky,
3. výsevem krycí plodiny mezi řádky současně s cukrovkou (nutná je úprava řepného secího stroje a nevýhodou je nižší protierozní efekt).

Jako krycí plodina se doporučuje ozimý ječmen nebo žito. Krycí plodina se v době, kdy už by začala konkurovat cukrovce (cukrovka ve stadiu čtyř listů), musí zničit

použitím selektivního herbicidu (Fusilade). Odumřelá krycí plodina pak působí jako mulč, čímž se prodlužuje doba ochrany (Janeček et al., 2005).

Mulčování písčitých půd je dalším významným způsobem ochrany půdy před působením větrné eroze, který obohacuje vrchní vrstvu půdy o humus a zlepšuje stabilitu půdních agregátů. Mulčování jako prostředek ke zmírnění eroze se začalo ve světě používat již počátkem 20. století (Janeček et al., 2005).

Ke zlepšení fyzikálně chemických vlastností písčitých půd, které podléhají větrné erozi, lze využít zeleného hnojení zařazovaného pravidelně do osevního postupu. Plodiny na zelené hnojení zařazené po sklizni hlavních plodin vytvářejí kryt půdy, čímž se snižuje rychlost větru při povrchu půdy a také dochází ke snížení výparu z povrchu půdy i její teploty (Pasák, 1964).

Protierozní technologie kultivace a setí je u nás potřeba především na jižní Moravě, tedy v oblasti lehkých půd, které jsou větrnou erozí nejohroženější. Na těžkých půdách silně podléhající větrné erozi (např. pod Bílými Karpatami) jsou ale vhodnější běžné technologie setí obilovin (Janeček et al., 2005).

5.3 Technická (biotechnická) opatření

Překážky proti větru zeslabují rychlost větru nebo je proud větru zdvíhám vzhůru nad povrch půdy. Rychlost větru by měla být snížena na hodnotu nižší než je kritická rychlost. Vzdálenost po směru větru, ve které se účinně sníží rychlost větru, dosti kolísá, a to podle výšky a propustnosti překážky (Pasák, 1970). Tyto překážky mohou být buď umělé, nebo přirozené.

5.3.1 Umělé překážky proti větru

Jako umělé větrné zábrany se používají např. ploty z rákosu, dřevěné ploty apod. a nejúčinněji rychlost větru snižuje síťové uspořádání zábran. Účinek těchto zábran je obdobný jako u rostlinných kulis. Občasné větrné překážky se umísťují tam, kde je potřeba dočasně chránit cenné kultury, např. zeleninu (Pasák, 1964).

5.3.2 Přirozené překážky proti větru – větrolamy

Základním trvalým opatřením na ochranu před větrnou erozí jsou ochranné pásy trvalé vegetace (větrolamy). Angloamerická literatura celkem striktně rozlišuje ochranné lesní pásy (shelterbelts), které plní v krajině celou řadu funkcí a větrolamy (windbreaks), s především protideflační funkcí. U nás se tyto pojmy prolínají a jedná se o různě široké pásy stromů a keřů, které jsou orientované kolmo na převládající směr větru a plní funkci protierozní a půdoochrannou (Podhrázká et al., 2011).

Pro trvalé vegetační zábrany proti větru jsou v praxi i v literatuře používány termíny liniový prvek, ochranný lesní pás a zejména větrolam. Podhrázká et al., (2008) uvádí význam těchto termínů takto:

- **Liniový prvek** – jakákoliv liniová dřevinná vegetace na lesní i nelesní půdě v krajině (biokoridory, břehové porosty, aleje, stromořadí atd.), která nebyla primárně určená k ochraně proti větrné erozi, může však mít druhotnou funkci protierozní.
- **Ochranný lesní pás (OLP)** – dřevinná vegetace, vysázená na pozemcích určených k plnění funkcí lesa (PUPFL), která slouží k ochraně proti větrné erozi a struktura dřevinné skladby, výsadba a parametry jsou prováděny odborníky.
- **Větrolam** – jakákoliv trvalá dřevinná vegetace liniového charakteru, někdy vysázená živelně a bez odborných znalostí, která slouží k ochraně proti větrné erozi (ochranný lesní pás, ale i aleje, stromořadí, keřové živé ploty apod. na lesní i nelesní půdě).

Holý (1994) charakterizuje větrolamy jako úzké pásy lesa, které jsou zakládány za účelem:

- ochrany území před odnosem ornice a ochrany kultur,
- ochrany území před odvíváním sněhové pokrývky,
- snížení výparu vody z půdy a její ztráty transpirací za zemědělských kultur.

Příznivý účinek větrolamů tkví ve snížení rychlosti větru v určité vzdálenosti před a za větrolamem a ve snížení turbulence vzdušných mas v přízemních vrstvách

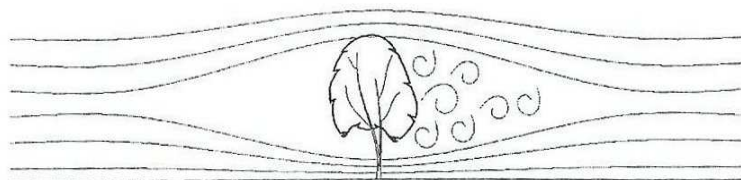
(Janeček et al., 2005). Cablík et Jůva (1963) shrnují působení a prospěšnost větrolamů následovně:

- podstatně mírní rychlost větru i odvívání par, čímž snižují půdní a transpirační výpar vláhy,
- hustěji založená síť větrolamů chrání půdu před deflací ornice,
- podporují rovnoměrnější ukládání sněhu na plochách mezi pásy a zpomalují jeho tání,
- chrání osení před vymrzáním (zamezují odvádění sněhové pokrývky),
- příznivě ovlivňují teplotu půdy v přízemní vrstvě (podporují tvorbu povrchové i půdní rosy),
- zvyšují vlhkost ovzduší,
- tyto účinky působí blahodárně na vývin zemědělských plodin a zvyšují jejich výnosy v suchých letech. U nás je možno v průměru zaznamenat zvýšení výnosů o 12 %.

Negativní působení větrolamů se projevuje na pozemcích podél větrolamu do vzdálenosti 1 – 2 jeho výšek odčerpáním živin a vláhy a zastíněním. Tyto části pozemků lze využít pro návrh polních cest (Pivcová et Dumbrovský, 1997).

O účinnosti větrolamů rozhoduje jejich šířka, výška, propustnost pro vítr a také druhová skladba dřevin. Z hlediska propustnosti a účinnosti lze větrolamy rozčlenit do tří skupin (Janeček et al., 2005):

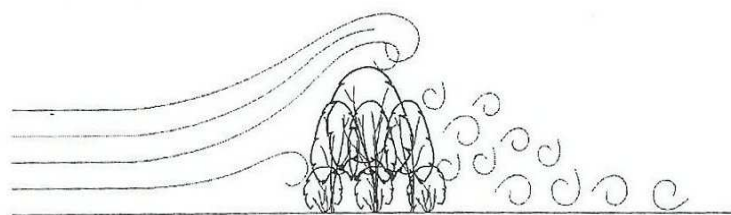
1. **Prodouvané** (propustné, obr. č. 17) – skládají se z jedné nebo dvou řad stromů bez přítomnosti keřového patra. Tento typ však není příliš vhodný, neboť v kmenovém prostoru hrozí vznik tryskového proudění,



prodouvaný ochranný lesní pás, M 1:200
vznik tryskového proudění do vzdálenosti 5-8
násobku výšky stromu

OBRÁZEK č. 17 Prodouvaný větrolam – tryskové proudění (Podhrázská et al., 2008)

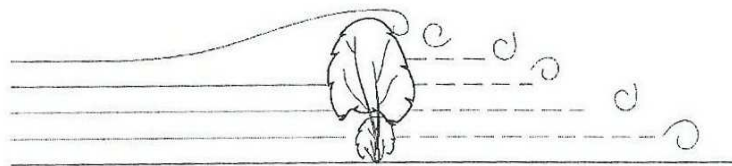
2. **Neprodouvavé** (nepropustné, obr. č. 18) – skládají se z více řad stromů s keřovým patrem, čímž vytvářejí pro vítr neprodyšnou stěnu. Vítr je značně tlumen v bezprostřední blízkosti větrolamu, ale své původní rychlosti dosahuje již v krátké vzdálenosti za větrolamem. Před i za větrolamem dochází navíc k turbulencím, které jsou nežádoucí. V těchto větrolamech se uvnitř pásů hromadí navátá zemina a sníh, v létě výrazně stoupá teplota na závětrné straně, což také působí negativně. Účinnost neprodouvavých větrolamů je 10 – 20 násobek jeho výšky,



neprodouvavý ochranný lesní pás, M 1:200
víření vzduchu do vzdálenosti až 5 násobku
výšky stromu

OBRÁZEK č. 18 Neprodouvavý větrolam – víření vzduchu (Podhrázská et al., 2008)

3. **Poloprodouvavé** (polopropustné, obr. č. 19) – jsou složeny z 1 – 2 řad stromů s keřovým patrem. Vítr tímto větrolamem částečně prochází a částečně jej obtéká a jeho optimální propustnost činí kolem 40 – 50 %. Účinnost je na návětrné straně 10 násobek výšky a na závětrné straně 20 – 25 násobek výšky větrolamu. Doporučovaná šířka větrolamu 3 – 6 m je dostatečná jak z hlediska účinnosti, tak nedochází ke zbytečnému záboru zemědělské půdy.



poloprodouvací ochranný lesní pás, M 1:200
zpomalení proudění větru proudění do
vzdálenosti 15-30 násobku výšky stromu

OBRÁZEK č. 19 Poloprodouvací větrolam – zpomalení proudění (Podhrázská et al., 2008)

V protierozní ochraně jsou tedy nejvýhodnější větrolamy tvořené 1 – 2 řadami stromů s keřovým patrem o šířce 3 – 6 m, které poskytují dostatečnou ochranu a zároveň nezabírají ornou půdu svou nadbytečnou šířkou (Janeček et al., 2005). Pivcová (1998) uvádí doporučovanou šířku polopropustných větrolamů 5 – 7 m.

Dalším důležitým parametrem větrolamů je vhodné druhové složení dřevin. Volí se takové dřeviny, které odpovídají přírodním podmínkám daného stanoviště a zároveň svými vlastnostmi umožňují správnou účinnost větrolamu, tj. dosahují určité výšky a zajišťují potřebnou propustnost. Aby bylo možno těchto podmínek dosáhnout, je nutné použít kombinaci několika dřevin. Každý větrolam by měl být tedy tvořen dřevinami základními, dočasnými, vedlejšími a keři. Základní dřeviny jsou dlouhověké, odolné a pevně zakotvené v půdě, ale většinou pomalu rostoucí dřeviny, jako je dub, lípa, javor, jasan, buk, ořešák a borovice. Dočasné dřeviny mají za úkol urychlení působení větrolamu. Jedná se o dřeviny, které rychle rostou a mají být z větrolamu odstraňovány, jakmile dřeviny hlavní dosáhnou správného účinku. Lze využít topoly, břízy, jeřáby, jilmy, olše, moruše a kaštiny. Vedlejší dřeviny slouží k doplnění dřevin základních, zajišťují optimální propustnost pod jejich korunami a z větrolamu se neodstraňují. Vhodné jsou jabloně, hrušně, třešně, višně, akáty, výjimečně i modřín a smrky. Velmi důležitou složkou větrolamů jsou keře, které mají mnoho důležitých funkcí: brání přízemnímu proudění, zadržují sníh a částice půdy, obohacují půdu a chrání ji před silným zahříváním a výparem, zabraňují vniknutí buřene do větrolamu. Používá se líska, hloh, růže, ptačí zob, dřín, kalina, brslen, svída, krušina, bez, šeřík, zimolez, tavolník a čičkašník (Janeček et al., 2005). Přehled jednotlivých dřevin, které jsou vhodné pro výsadbu a obnovu větrolamů,

včetně jejich ekologických nároků, uvádí ve své studii Janeček et Pivcová (2000). Ještě je třeba připomenout, že velmi vhodné je zařazení jehličnanů, a to z důvodu jejich působení i v zimním období.

Bez následné péče by vysazené větrolamy brzy ztratily svou funkčnost. Porosty je třeba v prvních 3 – 5 letech chránit především proti biotickým činitelům, jako je zvěř a buřeň a proti suchu. Větrolamy se oplocují, po zapojení se provádějí výchovné zásahy a dřeviny se zásobí vodou.

Aby byla zajištěna správná působnost větrolamů, měly by být založeny v organické soustavě rozložené po celém chráněném území a měly by tvořit uzavřené, přibližně pravoúhlé čtyřúhelníky. Jejich delší strany jsou tzv. větrolamy hlavní (podélné), umístované kolmo na převládající směr větru. Kratší strany neboli větrolamy vedlejší (příčné, pomocné) slouží k zachycení větrů bočních nebo vanoucích v mimovegetačním období (Cablík et Jůva, 1963). V členitém terénu se větrolamy situují na vyvýšená místa.

Síť větrolamů může být součástí územních systémů ekologické stability (dále jen ÚSES) a kromě ochrany půdy před větrnou erozí plnit také další funkce (ekologická, krajinnotvorná, klimatická, ochrana biodiverzity a estetická). Je však třeba počítat s nižší účinností těchto větrolamů, neboť metodika ÚSES udává nejmenší šířku biokoridoru 15m. Úzké polopropustné větrolamy je možno v systému ÚSES využít jako interakční prvky (Ilavská et al., 2005, Janeček et al., 2005).

6. Větrolamy ve středních Čechách

Větrolamy v ČR byly vysazovány nejvíce v 50. letech minulého století, některé i později, v 60. a 70. letech. Těmto větrolamům se však nedostávala dostatečná péče a značná část z nich není v dobrém stavu. Problémem jsou také nevypořádané vlastnické vztahy. Větrolamy se nacházejí na nevypoučených pozemcích jednotlivých vlastníků, což by bylo možno řešit pouze prostřednictvím pozemkových úprav a pozemky pod větrolamy převést na obce.

Větrolamy jako jediné prvky trvalé ochrany půdy před účinky větru jsou v oblastech větrnou erozí silně ohrožovaných nadmíru nezbytné, neboť dodržování

organizačních a agrotechnických opatření závisí doposud jen na ochotě vlastníků a uživatelů půdy (Pivcová, 1998). Navíc výsušné, silné větry přicházejí obzvláště v době, kdy půda není kryta vegetací, což si žádá trvalou ochranu půdy, tedy liniové porosty – větrolamy.

Pivcová (1998) dále upozorňuje, že údržba a rekonstrukce stávajících a zakládání nových větrolamů je záležitost časově, technicky i ekonomicky náročná. Realizace nových větrolamů je možná prakticky pouze na základě pozemkových úprav. Mnohé pozemkové úřady se již touto problematikou zabývají a ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí využívají finanční dotace na realizaci krajinné zeleně. Návrh protierozních opatření v krajině se tak stává nedílnou součástí komplexních pozemkových úprav (dále jen KPÚ).

Dumbrovský et al. (1995) uvádí následující postup při návrhu větrolamů při KPÚ:

1. Posouzení řešeného území z hlediska ohroženosti větrnou erozí (výpočet erodovatelnosti a zjištění půdních druhů).
2. Posouzení stávajících větrolamů (zjištění jejich zdravotního stavu a účinnosti včetně aktualizace jejich zákresu v mapách).
3. Na základě změn vlastnických a uživatelských vztahů posouzení možnosti využití organizačních a technologických opatření.
4. Návrh sítě nových větrolamů (na základě předchozích bodů umístit nově navržené větrolamy tak, aby bylo řešené území bezpečně chráněno před účinky větrné eroze).

V následujících dvou kapitolách je zpracovaná charakteristika a ohroženost řešeného území. Hranicí řešeného území byly stanoveny hranice Středočeského kraje.

6.1 Charakteristika území

Středočeský kraj se nachází uprostřed Čech a obepíná hlavní město Prahu. Jeho rozloha je 11.015 km² a zaujímá téměř 14 % území ČR. Územně patří k Českému masivu a jeho reliéf je poměrně málo členitý. Na jihu a jihozápadě převládají vrchoviny, na severu a východě jsou roviny. Území kraje je rozděleno do 12 okresů s 10 okresními městy. Největší rozlohu má okres Příbram (15 % rozlohy kraje),

nejmenší je okres Praha-západ (5 % rozlohy kraje). K 31.12.2010 měl Středočeský kraj 1.264.978 obyvatel. Nejlidnatější je okres Kladno, nejméně lidnatým je okres Rakovník. Kraj je charakteristický vysokým zastoupením obcí s počtem obyvatel do dvou tisíc (1.047 obcí), ve kterých žije 42 % obyvatel. Podíl městského obyvatelstva na celkovém počtu kraje činí 54 % a je nejnižší v celé ČR. Pro Středočeský kraj je dále charakteristická rozvinutá zemědělská i průmyslová výroba. Vynikající přírodní podmínky pro zemědělskou výrobu jsou v severovýchodní části kraje. Kraj vyniká především rostlinnou výrobou, pěstováním pšenice, ječmene, cukrovky, v příměstských částech pěstováním ovoce, zeleniny a květin (ČSÚ, 2012).

Správně se Středočeský kraj dělí do těchto 12 okresů: Benešov, Beroun, Kladno, Kolín, Kutná Hora, Mělník, Mladá Boleslav, Nymburk, Praha-východ, Praha-západ, Příbram a Rakovník (obr. č. 20). Podle údajů Českého úřadu zeměměřického a katastrálního byla k 31.12.2011 výměra zemědělské půdy na jednoho obyvatele kraje 0,5242 ha a výměra orné půdy na jednoho obyvatele činila 0,4350 ha. Celková výměra kraje je 1.101.529 ha. Zemědělská půda kraje činí 663.087 ha, z toho orná půda zaujímá 550.320 ha. Největší rozloha zemědělské půdy (90.716 ha) a také orné půdy (70.065 ha) se nachází v okrese Benešov (ČÚZK, 2012). Orná půda tedy tvoří téměř polovinu celkové výměry kraje.



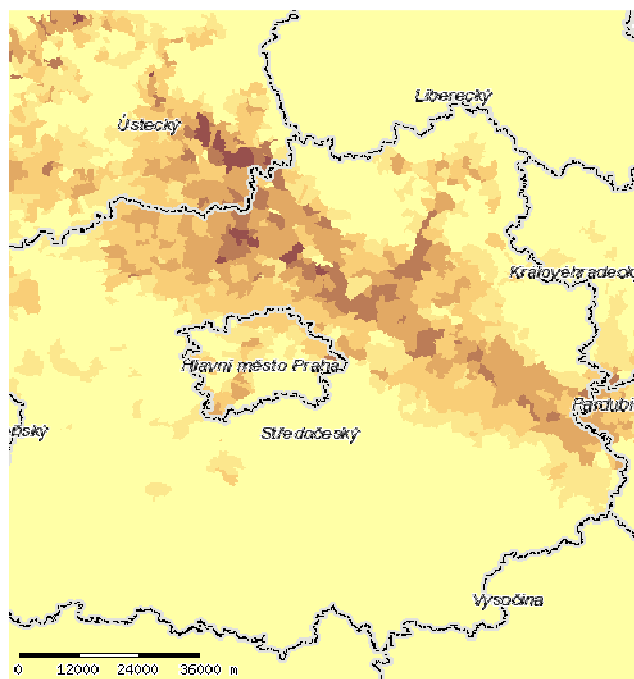
OBRÁZEK č. 20 Mapa Středočeského kraje – rozdělení dle okresů (ČSÚa, 2012)

6.2 Ohroženost území větrnou erozí

Janeček et al. (2000) uvádí následující údaje o plochách zemědělské půdy ohrožené větrnou erozí ve Středočeském kraji podle jednotlivých okresů:

- Benešov – 0
- Beroun – 0
- Kladno – 11.190,57 ha (23,7 %)
- Kolín – 10.818,62 ha (17,93 %)
- Kutná Hora – 3.882,9 ha (6,33 %)
- Mělník – 28.423,63 ha (60,32 %)
- Mladá Boleslav – 10.386,65 ha (15,61 %)
- Nymburk – 17.504,24 ha (28,57 %)
- Praha-východ – 6.592,27 ha (16,04 %)
- Praha-západ – 708,01 ha (2,03 %)
- Příbram – 0
- Rakovník – 0

Ve Středočeském kraji (obr. č. 21) je větrnou erozí ohroženo celkem 89.506,89 ha zemědělské půdy (14,21 %). Celkem v ČR je to 319.691,36 ha (Janeček et al., 2000), což znamená, že Středočeský kraj se podílí na ohroženosti větrnou erozí v ČR 28 %. Z toho je patrné, že Středočeský kraj patří mezi území větrnou erozí značně postihované. Na obrázku č. 21 si lze povšimnout, že se jedná především o úrodné oblasti v okolí toku Labe. Naopak některé oblasti nejsou ohrožené vůbec, jsou to okresy Benešov, Beroun, Příbram a Rakovník.



OBRÁZEK č. 21 Ohroženost ZPF větrnou erozí na katastry – Středočeský kraj (SOWAC-GIS, 2012)

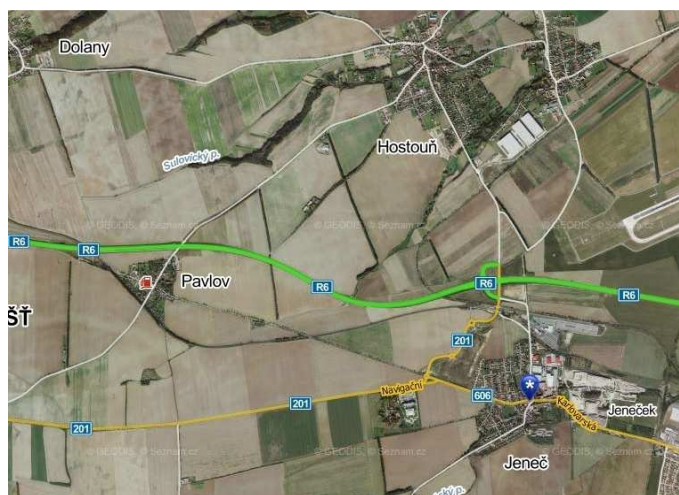
6.3 Větrolamy

Tato kapitola obsahuje vlastní příspěvek k řešené problematice. Během měsíců července až října 2012 byly navštíveny vybrané větrolamy, jak stávající, tak i nově vysazené, ve Středočeském kraji, byly pořízeny fotografie a zaznamenány základní informace o těchto větrolamech.

6.3.1 Stávající větrolamy

Jeneč - Pavlov – Hostouň (okres Kladno, Praha-západ)

Tato oblast se vyznačuje intenzivně využívanou zemědělskou půdou, jak si lze povšimnout z obrázku č. 22, takže větrolamy zde tvoří důležité krajinné prvky. Větrolamy se skládají především z těchto dřevin: duby, lípy, javory a z keřů hlavně bezy. Bohužel někteří lidé stále používají větrolamy jako skládky odpadu, jak je vidět na fotografii č. 1.



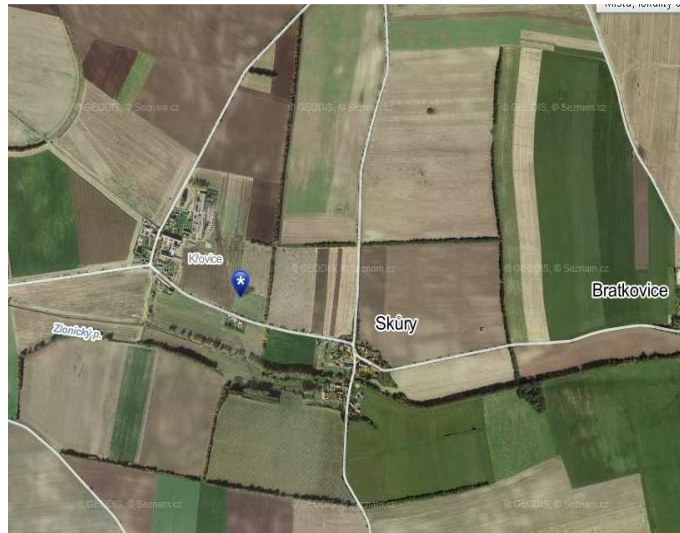
OBRÁZEK č. 22 Letecká mapa – Jeneč-Pavlov-Hostouň (Mapy.cz, 2012)



FOTOGRAFIE č. 1 Větrolam v k. ú. Hostouň u Prahy (foto: autorka)

Hobšovice – Skůry (k. ú. Skůry, okres Kladno)

Opět se jedná o území s půdami intenzivně zemědělsky využívanými (obr. č. 23). Větrolamy (foto. č. 2) jsou tvořeny zejména javory, lípami, duby a keři (bez, svída, hloh a pámelník).



OBRÁZEK č. 23 Letecká mapa – Skůry (Mapy.cz, 2012)



FOTOGRAFIE č. 2 Větrolam v k. ú. Skůry (foto: autorka)

Býkev – Jenišovice (k. ú. Jenišovice u Mělníka, okres Mělník)

Převážnou část této oblasti tvoří orná půda, takže jde opět o území s intenzivním zemědělstvím (obr. č. 24). Neudržovaný větrolam (foto. č. 3) se nachází v části zvané „Za větrolamem“ a je složený zejména z javorů, jasanů a bezu.



OBRÁZEK č. 24 Letecká mapa – Jenišovice u Mělníka (Mapy.cz, 2012)



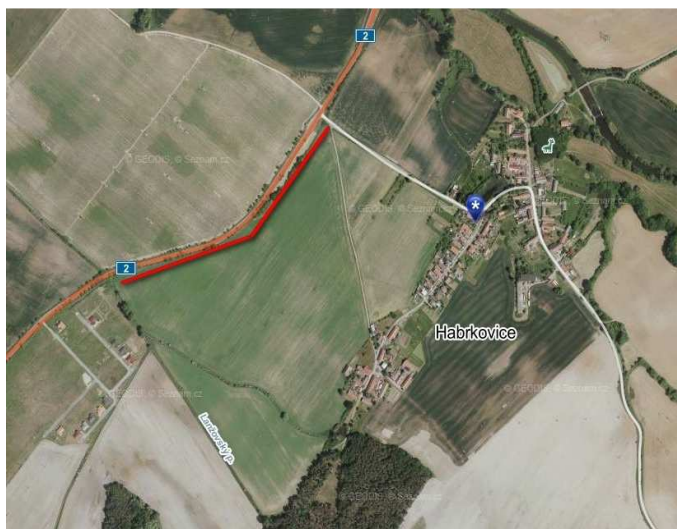
FOTOGRAFIE č. 3 Větrolam v k. ú. Jenišovice u Mělníka (foto: autorka)

6.3.2 Nově vysazené větrolamy

Větrolam v k. ú. Habrkovice (obec Záboří nad Labem, okres Kutná Hora)

K. ú. Habrkovice (obr. č. 25) má ornou půdu silně ohroženou větrnou erozí (SOWAC-GIS, 2012). Větrolam (foto. č. 4) zde vznikl v roce 2012 na parcele č.

1242, jejímž vlastníkem je obec Záboří nad Labem, na základě návrhu KPÚ. Investorem byla ČR, Ministerstvo zemědělství, pozemkový úřad Kutná Hora. Jedná se o poloprodouvací větrolam složený ze tří řad stromů a dvou řad keřů. Stromy jsou zastoupeny zejména duby, javory, jasany, habry a lípy. Z keřů jsou přítomny hlavně svída krvavá, brslen evropský, ptačí zob obecný, hlohy a lísky. Ochrana před okusem je zajištěna oplocením a dřeviny jsou ukotveny kůly a úvazkem. Podrobnosti o projektu výstavby tohoto větrolamu jsou uvedeny v rámci diskuze.



OBRÁZEK č. 25 Letecká mapa – Habrkovice (Mapy.cz, 2012)



FOTOGRAFIE č. 4 Větrolam v k. ú. Habrkovice (foto: autorka)

Větrolam s polní cestou C2 v k. ú. Bobnice (okres Nymburk)

Většinu rozlohy k. ú. Bobnice (obr. č. 26) tvoří orná půda, jde tudíž o intenzivně zemědělsky využívané území. I zde je větrolam (foto. č. 5) součástí KPÚ a iniciátorem byla obec a pozemkový úřad. Větrolam se skládá ze tří řad stromů (dub, javor, habr, lípa, jasan) a dvou řad keřů (svída krvavá, brslen evropský, ptačí zob obecný, trnka). Také tento větrolam je chráněn oplocením a dřeviny zajištěny pomocí kůlů a úvazků.



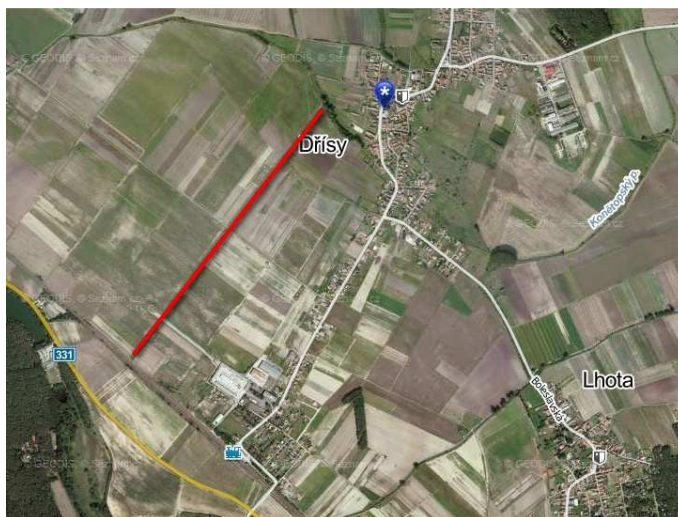
OBRÁZEK č. 26 Letecká mapa – Bobnice (Mapy.cz, 2012)



FOTOGRAFIE č. 5 Větrolam s polní cestou v k. ú. Bobnice (foto: autorka)

Větrolam v k. ú. Dřísy, část v k. ú. Křenek (okres Praha-východ)

Půda v k. ú. Dřísy (obr. č. 27) je silně ohrožena větrnou erozí (SOWAC-GIS, 2012). Větrolam (foto. č. 6) zde byl realizován v rámci KPÚ, zadavatelem bylo Ministerstvo zemědělství, pozemkový úřad Mělník. Tento projekt vycházel z požadavku snížení větrné eroze, která působila hlavně na vzcházejících kulturách (v okolí větrolamu se pěstuje převážně zelenina). Založením větrolamu došlo k trvalému rozčlenění krajiny a tím i k omezení větrné eroze. Větrolam navazuje na stávající prvky ÚSESu, čímž je zajištěna polyfunkčnost projektu (EAGRI, 2012). Větrolam je složený ze tří řad dřevin (lípa, javor, habr) a dvou řad keřů (brslen evropský) a je opět chráněn oplocením a dřeviny ukotveny kůly a úvazkem. Projekt větrolamu byl spolufinancován Evropskou unií z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova.



OBRÁZEK č. 27 Letecká mapa – Dřísy (Mapy.cz, 2012)

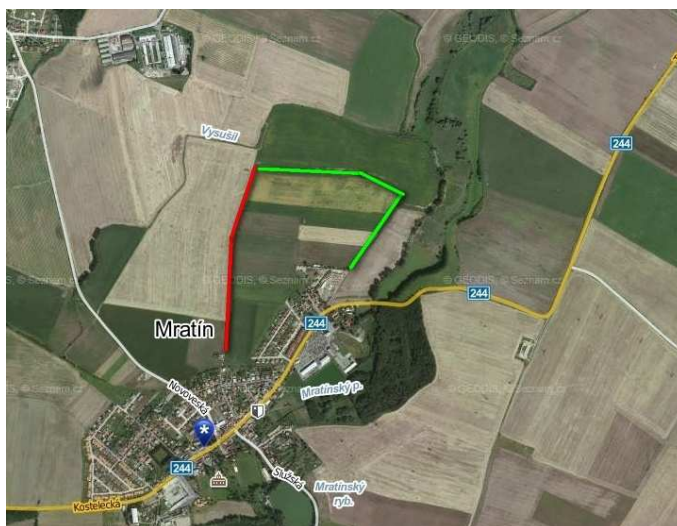


FOTOGRAFIE č. 6 Větrolam v k. ú. Dřísy (foto: autorka)

Polní cesty 4A a 5A v k. ú. Mratín včetně větrolamu a liniové zeleně (okres Praha-východ)

Převážná část území k. ú. Mratín je tvořena ornou půdou. Půdy v tomto k. ú. jsou klasifikovány jako větrnou erozí ohrožené (SOWAC-GIS, 2012). Na obrázku č. 28 je červenou čarou znázorněna polní cesta 4A, kde na jedné straně se nachází větrolam a

na straně druhé liniová zeleň. Zelená čára znázorňuje polní cestu 5A s liniovou zelení po obou stranách této cesty. Větrolam (foto. č. 7) je jednořadý (duby, lísky, hlohy) a je chráněn oplocením a jednotlivé dřeviny jsou upevněny kůlem a úvazkem. Zadavatelem tohoto projektu bylo Ministerstvo zemědělství, pozemkový úřad Praha-východ a je také spolufinancován Evropskou unií z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova.



OBRÁZEK č. 28 Letecká mapa – Mratín (Mapy.cz, 2012)



FOTOGRAFIE č. 7 Jednořadý větrolam v k. ú. Mratín (foto: autorka)

Diskuze

Větrná eroze působí nejintenzivněji v aridních oblastech. V České republice se věnuje větší pozornost erozi vodní, která ohrožuje rozsáhlejší území. Přesto škody působené větrnou erozí u nás nejsou zanedbatelné a ochranou před jejími účinky je třeba se zabývat.

Na ochranu před větrnou erozí se používají opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru. Nejlepších výsledků lze dosáhnout pouze kombinací všech těchto opatření. Využíváním jen některého z uvedených opatření se dosahuje pouze částečného účinku.

Významným nástrojem v boji s erozí půdy by se měla stát nová „protierozní“ vyhláška k zákonu č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Částečně je problematika protierozní ochrany řešena standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC), jedná se o opatření na ochranu půd na svažitéch pozemcích nad 7° a zásady pěstování určitých plodin na silně erozně ohrožených pozemcích (EAGRIa, 2013). Bez zakotvení v právních předpisech jsou protierozní opatření uvedená v normě ČSN 75 4500 – Protierozní ochrana zemědělské půdy z června 1996 pouze doporučená. Opatření proti erozi obsahuje nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním plánu, a to konkrétně § 10 – Střídání plodin ve zranitelných oblastech (omezení eroze) a § 11 – Hospodaření na svažitéch zemědělských pozemcích. Protierozní opatření se však týkají právě jen zranitelných oblastí uvedených v příloze č.1 tohoto nařízení.

Výsadba větrolamů je sice technicky i ekonomicky náročná, ale jejich využití je velmi vhodné, neboť jako trvalé vegetační zábrany proti větru působí i v období, kdy půda není kryta vegetací. Důležitá je šířka a výška větrolamu a také druhové složení dřevin. Přestože jejich hlavní funkcí je funkce půdoochranná, zajišťují v krajině mnoho dalších funkcí (ekologická, krajinnotvorná, estetická, klimatická).

V současné době jsou navrhovány nové větrolamy v rámci komplexních pozemkových úprav, kdy pozemky pod větrolamy jsou převedeny na obce a tím odpadá otázka, kdo bude větrolamy udržovat, což je u větrolamů vysazovaných v minulosti velký problém, neboť nejsou vyřešeny majetkové vztahy k těmto pozemkům. V rámci projektů výsadby větrolamů je již dopředu řešena následná péče

o větrolamy. V následujícím textu je představen projekt realizace větrolamu v k. ú. Habrkovice. Informace o tomto projektu poskytl pan Ing. Milan Novotný z Pozemkového úřadu Kutná Hora.

Větrolam v k. ú. Habrkovice je vysazen na nové parcele č. 1242, jejímž vlastníkem je obec Záboří nad Labem a vznikla návrhem KPÚ. Pozemková úprava byla zahájena na základě žádosti vlastníků. Při zpracování KPÚ byly vymezeny lokality určené pro realizaci opatření na ochranu zemědělského půdního fondu. Plocha vytvořená pro větrolam tvoří pruh podél silnice I/2. Investici zajišťoval Pozemkový úřad Kutná Hora a projekt realizovala firma Agrostav projekce – Ing. Eva Tmějová z Litomyšle v roce 2012.

Stavba větrolamu byla rozčleněna na tři stavební objekty: SO 01 – výsadba; SO 02-1 – následná péče tříletá; SO 02-2 – následná péče jednoletá. Jedná se tedy o výsadbu větrolamu o celkové délce cca 610 m a šířce 7 m. Jako vhodný typ pro zájmové území byl navržen poloprodouvací větrolam složený ze tří řad stromů a dvou řad keřů. Krajní řady jsou osázeny keři, další řady z obou stran tvoří menší, rychleji rostoucí stromy a kostru stromy větší. Zájmové území patří do biotopu dubohabřiny a lipové doubravy – hercynská černýšová dubohabřina. Jsou to stinné dubohabřiny s dominantním dubem zimním, s častou příměsí lípy, dubu letního, jasanu, klenu, mléče a třešně ptačí. V keřovém patře převládá svída krvavá, líska obecná, zimolez pýřitý. S ohledem na tyto skutečnosti byly zvoleny jednotlivé druhy dřevin a keřů. Výčet druhů stromů a keřů použitých při výsadbě větrolamu je uveden v příloze č. 1 této práce. Příloha č. 2 obsahuje přehlednou situaci C.1 – 1:10 000. V příloze č. 3, 4 a 5 je umístěn schématický náčrt rozmístění jednotlivých sazenic (viz. Podrobná situace C.2 – 1:5 000), zkratky názvů dřevin a kombinace druhů dřevin v jednotlivých úsecích větrolamu.

K výsadbě byly použity sazenice kontejnerované: stromy – 125/150 cm, vzdálenost řad 1,5 m, vzdálenost sazenic 2m; stromy – nad 200 cm, solitéry na obou krajích větrolamu; keře – sazenice velikosti 40 – 60 cm, spon 1x1 m. Sazenice musejí být kvalitní, s dostatečně vyvinutým kořenovým systémem a jsou vysazovány do vykopaných jamek o rozměrech odpovídajících velikosti kořenového systému. Sazenice stromů jsou opatřeny kůly. K vysazeným keřům je zatlučen kolík pro označení sazenic při další údržbě. Sazenice jsou po vysazení důkladně zality a

přidáno je též hnojivo Silvamix. Ochrana před okusem je zajištěna oplocením, které je třeba ponechat na místě cca 7 – 10 let, které bude po uplynutí této doby zrušeno. Zarůstání buření je nutno zamezit důsledným vyžínáním okolo sazenic. Následná péče zahrnuje následující úkony: zálivka – dle potřeby; průklest – pouze dřeviny; opětovná výsadba uhynulých sazenic; ostatní úkony – vyžínání buřeně a oprava úvazků a oplocení.

V rámci tohoto projektu byla také řešena ochrana životního prostředí při výstavbě a vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí. Výsadba byla navržena tak, aby během provádění nedošlo k narušení stávajícího stavu mimo parcely přímo dotčené. Po dobu realizace došlo pouze k dočasnému zvýšení provozu motorových vozidel. Výsadba bude mít pozitivní vliv na životní prostředí, neboť dojde nejen ke snížení prašnosti v intravilánu obce, ale také vzhledem k tomu, že je k výsadbě použito více druhů, tak i ke zvýšení druhové diverzity a tím ke zvýšení ekologické stability území, které je intenzivně využíváno.

Dle sdělení Ing. Novotného z Pozemkového úřadu Kutná Hora probíhají v současné době komplexní pozemkové úpravy také v sousedním k. ú. Záboří nad Labem v okrese Kutná Hora. V rámci těchto KPÚ budou i zde větrolamy navrhovány, neboť se jedná o území větrnou erozí silně ohrožované.

Z výše uvedených informací je patrné, že negativní působení větrné eroze není ignorováno a jsou prováděna opatření na ochranu před erozí větrem. Je zde ale stále prostor pro zlepšování situace, neboť nejen větrolamy, ale také ostatní opatření proti větrné erozi (organizační a agrotechnická) musejí být používána, aby bylo dosaženo požadovaného účinku.

V posledních letech je také velmi diskutována problematika vlivu možných klimatických změn na větrnou erozi. Vopravil et al. (2010) uvádí, že mezi hlavní očekávané klimatické změny bude náležet kromě stále se zvyšujících průměrných ročních teplot, také častější výskyt extrémního počasí (sucho, záplavy, vichřice, extrémní teplotní výkyvy apod.). Problematika větrné eroze může být tedy vlivem očekávaných klimatických změn zesilována, neboť nejvíce bude pravděpodobně ovlivněna vlhkost půdy, která působí na soudržnost půdy a je důležitým faktorem působícím při větrné erozi. Větrná eroze může taktéž zesílit při pravděpodobné změně klimatu s kolísáním suchých a větrných období a týkat se bude hlavně jižní a

jihovýchodní Moravy, Polabí, ale i jiných míst ČR. Suchem ohrožené oblasti se rozšíří, největší úbytek srážek se očekává ve středních zeměpisných šířkách včetně ČR a v suchých tropech.

Vzhledem k možnému budoucímu rozšíření působení větrné eroze u nás je nutno již nyní k možnosti vlivu klimatických změn přihlížet a zvažovat vhodnost jednotlivých opatření tak, aby byla zajištěna ideální ochrana půdy nejen v současnosti, ale také v budoucnosti.

Závěr

Větrná eroze je sice přírodní proces, který na Zemi působil již v minulých geologických obdobích a podílel se na utváření povrchu Země, avšak tento proces byl narušen zásahy člověka a zintenzivnění zemědělské produkce vedlo k rozvinutí eroze zrychlené, při které již nelze ztráty půdy dostatečně nahrazovat půdotvorným procesem. A právě zrychlená eroze je problém, který je nutno řešit a který je třeba omezit na minimální možné hodnoty.

Bohužel lidé mnohdy začnou problém řešit, až když dojde k nějaké katastrofě, tak jako ve třicátých letech v USA, kdy prašné bouře způsobily doslova environmentální a lidskou tragédii. V USA poté vznikly organizace věnující se problematice větrné eroze a zejména výzkum větrné eroze v Manhattanu v Kansasu patří k nejlepším na světě.

V České republice působí větrná eroze škody zejména v Polabí a na jižní Moravě. Plošně se sice nejedná o takový rozsah jako u eroze vodní, ale vzhledem k tomu, že jde o naše nejúrodnější oblasti, je nezbytné se této problematice věnovat. Půda je jeden z nejcennějších přírodních zdrojů, který zajišťuje výživu lidí, a proto musíme co nejvíce předcházet její degradaci.

V územích ohrožených větrnou erozí je nutno používat protierozní opatření, sestávající z opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru. Pouze vhodnou kombinací všech těchto opatření lze dosáhnout nejlepších výsledků.

V ČR jsou velmi problematické větrolamy vysazované hromadně v padesátých (výjimečně v šedesátých a sedmdesátých) letech. Těmto větrolamům nebyla věnována náležitá péče a ani dnes z důvodu nevyřešených vlastnických vztahů není o tyto větrolamy správně pečováno, tudíž se stává diskutabilní jejich účinnost.

V současnosti jsou nové větrolamy navrhovány již v rámci komplexních pozemkových úprav, takže péče o ně je vyřešena již od počátku. Tato práce přináší fotografie a základní informace o čtyřech nově vysazených větrolamech a také o vybraných stávajících větrolamech ve Středočeském kraji. Tato část byla vypracována nad rámec cílů práce a slouží především pro možnou navazující diplomovou práci, která by se zabývala šetřením větrolamů ve Středočeském kraji.

Cíle této práce byly splněny dle zadání a byl vytvořen ucelený přehled o výskytu větrné eroze v České republice a o opatřeních používaných na ochranu před větrnou erozí. To celé v kontextu historického vývoje a výskytu tohoto jevu ve světě, zejména v USA. Práce tedy může sloužit jak odborné, tak i laické veřejnosti zajímající se o tuto problematiku.

Seznam literatury a použitých zdrojů

- BAER N. W., 1989: *Shelterbelts and windbreaks in the Great Plains*. Journal of Forestry, Vol. 87, No. 4, pp. 32-36.
- BAVEYE P. C., RANGEL D., JACOBSON A. R., LABA M., DARNAULT CH., OTTEN W., RADULOVICH R. et CAMARO F. A. O., 2011: *From Dust Bowl to Dust Bowl: Soils are Still Very Much a Frontier of Science*. Soil Science Society of America Journal, Vol. 75, No. 6, pp. 2037-2048.
- BRITANNICA, 2012: *Mongolian Plateau*. Encyclopaedia Britannica, on-line: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/389408/Mongolian-Plateau>, cit. 19.8.2012
- BROWSE INFO, 2012: *Dust Bowl*. Browse information (Geography), on-line: <http://www.browseinfo.net/dbowl.html>, cit. 17.6.2012.
- CABLÍK J. et JŮVA K., 1963: *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

- CHEPIL W. S., 1957: *Dust bowl: Causes and effects*. J. Soil and Water Conserv., Vol. 12, pp. 108-111.
- ČSÚ, 2012: *Krajská správa ČSÚ pro Středočeský kraj-charakteristika kraje*. Český statistický úřad, on-line: http://www.czso.cz/xs/redakce.nsf/i/charakteristika_kraje, cit. 25.10.2012.
- ČSÚa, 2012: *Krajská správa ČSÚ pro Středočeský kraj-okresy*. Český statistický úřad, on-line: <http://www.czso.cz/xs/redakce.nsf/i/okresy>, cit. 1.11.2012.
- ČÚZK, 2012: *Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí ČR, stav ke dni 31.12.2011*. Český úřad zeměměřický a katastrální, on-line: <http://www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=10-SOUHRN12>, cit. 25.10.2012.
- DUFKOVÁ J., 2007: *Krajinné inženýrství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- DUMBROVSKÝ M., PIVCOVÁ J., TIPPL M. et SPITZ P., 1995: *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav*. VÚMOP, Praha.
- EAGRI, 2012: *Soutěž společné zařízení roku - přihlášené projekty 2009*. Ministerstvo zemědělství, on-line: http://www.eagri.cz/public/app/soutez_nrsz/cz/prihlasene-projekty/rocnik-2009.html?kat=3, cit. 3.11.2012.
- EAGRI, 2013: *Situační a výhledová zpráva – půda, prosinec 2012*. Ministerstvo zemědělství, on-line: http://www.eagri.cz/public/web/file/181775/Zprava_Puda_kniha_web_1_.pdf, cit. 9.3.2013.
- EAGRIa, 2013: *Protierozní opatření*. Ministerstvo zemědělství, on-line: <http://www.eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-pudy/eroze-pudy/protierozni-opatreni>, cit. 9.3.2013.
- EGAN T., 2006: *The worst hard time: The untold story of those who survived the great American dust bowl*. Houghton Mifflin Company, New York.
- GISLADOTTIR F. O., ARNALDS O. et GISLADOTTIR G., 2005: *The effect of landscape and retreating glaciers on wind erosion in South Iceland*. Land Degradation&Development, Vol. 16, Issue 2, pp. 177-187.

- GOMES L., ARRUE J. L., LOPEZ M. V., STERK G., RICHARD D., GRACIA R., SABRE M., GAUDICHET A. et FRANGI J. P., 2003: *Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WELSONS project*. Catena, Vol. 52, Issues 3-4, pp. 235-256.
- HAGEN L. J., 1994: *Wind Erosion in the United States*. Wind Erosion Symposium, Poznan Agricultural University, Poznan, Poland, pp. 25-32.
- HOLÝ M., 1978: *Protierozní ochrana*. SNTL/ALFA, Praha.
- HOLÝ M., 1994: *Eroze a životní prostředí*. Vydavatelství ČVUT, Praha.
- HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P. et BOHUSLÁVEK J., 2003: *Agrotechnická protierozní opatření*. VÚMOP, Praha.
- ILAVSKÁ B., JAMBOR P. et LAZÚR R., 2005: *Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou a veternou eróziou a návrhy opatrení*. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava.
- JANEČEK M. et PIVCOVÁ J., 2000: *Způsoby omezení degradace půd erozí a systémy protierozní ochrany. Obnova a výsadba větrolamů*. NAZV EP 7057, Ministerstvo zemědělství, Praha.
- JANEČEK M., TIPPL M., PIVCOVÁ J. et VETIŠKOVÁ D., 2000: *Způsoby omezení degradace půd erozí a systémy protierozní ochrany. Mapy potenciální ohroženosti zemědělských půd České republiky vodní a větrnou erozí*. NAZV EP 7057, Ministerstvo zemědělství, Praha.
- JANEČEK M., PASÁK V., TIPPL M., PIVCOVÁ J., VÁŠKA J. et TOMAN F., 1999: *Nové směry v protierozní ochraně půdy*. Studijní zpráva. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- JANEČEK M., VÁŠKA J., TOMAN F., KUBÁTOVÁ E., PASÁK V., PIVCOVÁ J., TIPPL M. et BOHUSLÁVEK J., 1998: *Způsoby omezení degradace půd erozí a systémy protierozní ochrany. Vliv větrné eroze půdy v oblastech jižní Moravy na vybrané půdní vlastnosti*. NAZV EP 7057, Ministerstvo zemědělství, Praha.
- JANEČEK M., BOHUSLÁVEK J., DUMBROVSKÝ M., GERGEL J., HRÁDEK F., KOVÁŘ P., KUBÁTOVÁ E., PASÁK V., PIVCOVÁ J., TIPPL M., TOMAN F., TOMANOVÁ O. et VÁŠKA J., 2005: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. ISV nakladatelství, Praha.

- JANEČEK M. et al., 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, fakulta životního prostředí, Praha.
- LEGALPLANET, 2012: *Africa is Dying. The Sahel vulnerable zone*. Legalplanet, on-line: <http://www.legalplanet.wordpress.com/2010/06/21/africa-is-dying>, cit. 22.8.2012.
- LÖW J. et MÍCHAL I., 2003: *Krajinný ráz*. Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
- MAPY.CZ, 2012: *Letecké mapy*. Mapy.cz, on-line: <http://www.mapy.cz>, cit. 4.11.2012.
- NOAA PHOTO LIBRARY, 2012: *Dust storm approaching Stratford, Texas*. NOAA`s National Weather Service Collection, on-line: <http://www.photolib.noaa.gov/htmls/theb1365.htm>, cit. 17.6.2012.
- NRCS-HISTORY, 2012: *History of NRCS*. Natural Resources Conservation Service, US Department of Agriculture, on-line: <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/about/history>, cit. 17.6.2012.
- NRCS-PHOTO, 2012: *NRCS Photo Gallery*. Natural Resources Conservation Service, US Department of Agriculture, on-line: <http://www.photogallery.nrcs.usda.gov/res/sites/photogallery>, cit. 20.10.2012.
- OLDEMAN L. R., HAKKELING R. T. A. et SOMBROEK W. G., 1991: *World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note. Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD)*. ISRIC, Wageningen, The Netherlands.
- PASÁK V., 1964: *Ochrana půdy proti větrné erozi*. Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha.
- PASÁK V., 1970: *Větrná eroze půdy. Wind erosion on soils*. Výzkumný ústav meliorací, Zbraslav nad Vltavou.
- PASÁK V., 1978: *Větrná eroze půdy*. Autoreferát doktorské disertační práce. Výzkumný ústav meliorací, Praha.
- PASÁK V., JANEČEK M., DÝROVÁ E., HEJL R., ŠVEHLA F., TINTĚRA J., ASINGR J. et ŠROT R., 1984: *Ochrana půdy před erozí*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- PIVCOVÁ J., 1998: *Větrná eroze půdy*. VÚMOP, Praha.

- PIVCOVÁ J. et DUMBROVSKÝ M., 1997: *Biotechnické prvky v ochraně půdy před vodní a větrnou erozí. Výskyt, zdravotní stav a funkčnost biotechnických prvků PEO ve vybraných oblastech JV Moravy a Jihlavska*. VÚMOP Praha, oddělení pozemkových úprav, Brno.
- PODHRÁZSKÁ J., NOVOTNÝ I., ROŽNOVSKÝ J., HRADIL M., TOMAN F., DUFKOVÁ J., MACKŮ J., KREJČÍ J., POKLADNÍKOVÁ H. et STŘEDA T., 2008: *Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině*. Metodika. VÚMOP, v.v.i., Brno.
- PODHRÁZSKÁ J., LITSCHMANN T., HRADIL M., STŘEDA T., STŘEDOVÁ H., ROŽNOVSKÝ J., KOZLOVSKY DUFKOVÁ J., KOHUT M., NOVOTNÝ I. et JAREŠ V., 2011: *Hodnocení účinnosti trvalých vegetačních bariér v ochraně proti větrné erozi*. Metodika. VÚMOP, v.v.i., Brno.
- RIKSEN M., 2006: *Wind Born(e) Landscapes: The role of wind erosion in agricultural land management and nature development*. PhD. Thesis, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands.
- SHI H., GAO Q., QI Y., LIU J. et HU Y., 2010: *Wind erosion hazard assessment of the Mongolian Plateau using FCM and GIS techniques*. Environmental Earth Sciences, Vol. 61, No. 4, pp. 689-697.
- SOWAC-GIS, 2012: *Vodní a větrná eroze půd ČR, mapový projekt SOWAC-GIS*. VÚMOP, on-line: http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml_eroze/index.php?project=dhtml_eroze&, cit. 10.11.2012.
- SPARTACUS.SCHOOLNET, 2012: *The Dust Bowl (mapa oblasti Dust Bowl)*. Spartacus Educational, on-line: <http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/USAdust.htm>, cit. 13.9.2012.
- STREĎANSKÝ J., 1993: *Veterná erózia pôdy – ochranný účinok poľnohospodárskych plodín voči účinkom veternej erózie*. Ministertvo zemědělství ČR, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- ŠVEHLÍK R., 1985: *Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě*. Česká státní pojišťovna ve Státním zemědělském nakladatelství, Praha.
- ŠVEHLÍK R., 2002: *Větrná eroze na jihovýchodní Moravě v obrazech*. Sborník Přírodovědného klubu v Uherském Hradišti, Supplementum 8, 80 pp.
- THORARINSDOTTIR E. F. et ARNALDS O., 2012: *Wind erosion of volcanic materials in the Hekla area, South Iceland*. Aeolian Research, Vol. 4, pp. 39-50.

- TOURE A. A., RAJOT J. L., GARBA Z., MARTICORENA B., PETIT CH. et SEBAG D., 2011: *Impact of very low crop residues cover on wind erosion in the Sahel*. Catena, Vol. 85, Issue 3, pp. 205-214.
- UNGER P. W. et SKIDMORE E. L., 1994: *Conservation Tillage in the Southern United States Great Plains*. In: CARTER M. R. [ed.]: *Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, Chapter 14, pp. 329-356.
- UNL, 2012: *Map of the Great Plains*. Center for Great Plains Studies. University of Nebraska – Lincoln, on-line: <http://www.unl.edu/plains/about/map.shtml>, cit. 24.8.2012.
- USDA-NRCS, 2012: *Vulnerability to Wind Erosion Map*. US Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, on-line: <http://www.soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/eroswind.html>, cit. 8.11.2012.
- VAN DONK S. J., HUANG X., SKIDMORE E. L., ANDERSON A. B., DICK L. G., PREHODA V. E. et KELLOGG E. M., 2003: *Wind erosion from military training lands in the Mojave Desert California, U.S.A.* Journal of Arid Environments, Vol. 54, Issue 4, pp. 687-703.
- VOPRAVIL J., VRABCOVÁ T., KHEL T., NOVOTNÝ I. et BANÝROVÁ J., 2010: *Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu*. In: Rožnovský J. et Litschmann T. (eds): „Voda v krajině“, Lednice 31.5.-1.6.2010, pp. 23-30.
- WERU, 2012: *The Wind Erosion Prediction System (obrázek – pohyb půdních částic)*. Wind Erosion Research Unit, on-line: <http://www.weru.ksu.edu/weps/wepshome.html>, cit. 7.11.2012.
- WERUa, 2012: *About Wind Erosion Research*. Wind Erosion Research Unit, on-line: http://www.weru.ksu.edu/new_weru/about/about.shtml, cit. 10.11.2012.
- WERUb, 2012: *The Problem of Wind Erosion. Wind Erosion Area*. Wind Erosion Research Unit, on-line: http://www.weru.ksu.edu/new_weru/problem/problem.shtml, cit. 24.8.2012.
- WOODRUFF N. P., 1975: *Wind erosion research – past, present and future*. Proc. 30th Annual Mtg. Soil Conserv. Soc. Am., San Antonio, Texas, pp. 147-152.

- WOODRUFF N. P. et HAGEN L. J., 1972: *Dust in the Great Plains*. Great Plains Agricultural Council Pub., No. 60, pp. 241-258.
- YANG H. et LI X., 2000: *Cultivated land and food supply in China*. Land Use Policy, Vol. 17, No. 2, pp. 73-88.
- ZINGG A. W., 1954: *The wind erosion problem in the Great Plains*. Trans. Am. Geophys. Union, Vol. 35, No. 2, pp. 252-258.

Další zdroje

- Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním plánu
- Norma ČSN 75 4500 – Protierozní ochrana zemědělské půdy (červen 1996)
- Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

Seznam obrázků

OBRÁZEK č. 1 – Pohyb půdních částic (str. 11)

OBRÁZEK č. 2 – Vznik a tvar barchanu (str. 13)

OBRÁZEK č. 3 – Mapa ohroženosti větrnou erozí ve světě (str. 18)

OBRÁZEK č. 4 – Sahel – Afrika (str. 21)

OBRÁZEK č. 5 – Mapa oblasti Velkých rovin – USA (str. 21)

OBRÁZEK č. 6 – Oblasti USA postižené větrnou erozí (str. 22)

OBRÁZEK č. 7 – Mapa území Dust Bowl (str. 24)

OBRÁZEK č. 8 – Prašná bouře blížící se do Stratfordu ve státě Texas dne 18. dubna 1935 (str. 26)

OBRÁZEK č. 9 – Potenciální ohroženost orné půdy větrnou erozí (str. 32)

OBRÁZEK č. 10 – Mapa ohroženosti ZPF větrnou erozí na katastry (str. 33)

- OBRÁZEK č. 11** – Mapa ohroženosti orné půdy větrnou erozí na katastry (str. 34)
- OBRÁZEK č. 12** – Potenciální ohroženost ZPF větrnou erozí – okres Mělník (str. 35)
- OBRÁZEK č. 13** – Mapa potenciální ohroženosti orné půdy – okres Břeclav (str. 36)
- OBRÁZEK č. 14** – Pásové střídání plodin, kukuřice a vojtěška, severovýchodní Iowa, USA (str. 43)
- OBRÁZEK č. 15** – Kukuřice vysetá do posklizňových zbytků, New Mexico, USA (str. 45)
- OBRÁZEK č. 16** – Bezorebné setí kukuřice do strniště ječmene, Washington County, Virginia, USA (str. 46)
- OBRÁZEK č. 17** – Prodouvavý větrolam – tryskové proudění (str. 49)
- OBRÁZEK č. 18** – Neprodouvavý větrolam – víření vzduchu (str. 50)
- OBRÁZEK č. 19** – Poloprodouvavý větrolam – zpomalení proudění (str. 51)
- OBRÁZEK č. 20** – Mapa Středočeského kraje – rozdělení dle okresů (str. 54)
- OBRÁZEK č. 21** – Ohroženost ZPF větrnou erozí na katastry – Středočeský kraj (str. 56)
- OBRÁZEK č. 22** – Letecká mapa – Jeneč-Pavlov-Hostouň (str. 57)
- OBRÁZEK č. 23** – Letecká mapa – Skůry (str. 58)
- OBRÁZEK č. 24** – Letecká mapa – Jenišovice u Mělníka (str. 59)
- OBRÁZEK č. 25** – Letecká mapa – Habrkovice (str. 60)
- OBRÁZEK č. 26** – Letecká mapa – Bobnice (str. 61)
- OBRÁZEK č. 27** – Letecká mapa – Dřísy (str. 63)
- OBRÁZEK č. 28** – Letecká mapa – Mratín (str. 64)

Seznam fotografií

FOTOGRAFIE č. 1 – Větrolam v k. ú. Hostouň u Prahy (str. 57)

FOTOGRAFIE č. 2 – Větrolam v k. ú. Skůry (str. 58)

FOTOGRAFIE č. 3 – Větrolam v k. ú. Jenišovice u Mělníka (str. 59)

FOTOGRAFIE č. 4 – Větrolam v k. ú. Habrkovice (str. 60)

FOTOGRAFIE č. 5 – Větrolam s polní cestou v k. ú. Bobnice (str. 62)

FOTOGRAFIE č. 6 – Větrolam v k. ú. Dřísy (str. 63)

FOTOGRAFIE č. 7 – Jednořadý větrolam v k. ú. Mratín (str. 64)

Seznam tabulek

TABULKA č. 1 – Vzdálenost přenosu půdních částic větrem (str. 12)

TABULKA č. 2 – Rozsah ploch půd ohrožených větrnou erozí (str. 17)

TABULKA č. 3 – Kategorie ohroženosti půd větrnou erozí (str. 33)

Přílohy

1. Výčet použitých druhů stromů a keřů (větrolam v k. ú. Habrkovice):

stromy **ks**

dub letní (*Quercus robur*)

KTS 125/150 cm 75

KTS nad 200 cm 1

dub zimní (*Quercus petraea*)

KTS 125/150 cm 75

KTS nad 200 cm	1
habr obecný (<i>Carpinus betulus</i>)	88
javor mlíč (<i>Acer platanoides</i>)	75
javor babyka (<i>Acer campestre</i>)	91
lípa malolistá (<i>Tilia cordata</i>)	36
lípa velkolistá (<i>Tilia platyphyllos</i>)	39
jeřáb ptačí (<i>Sorbus aucuparia</i>)	90
jeřáb břek (<i>Sorbus torminalis</i>)	72
bříza bradavičnatá (<i>Betula verrucosa</i>)	72
jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	150
topol osika (<i>Populus tremula</i>)	57

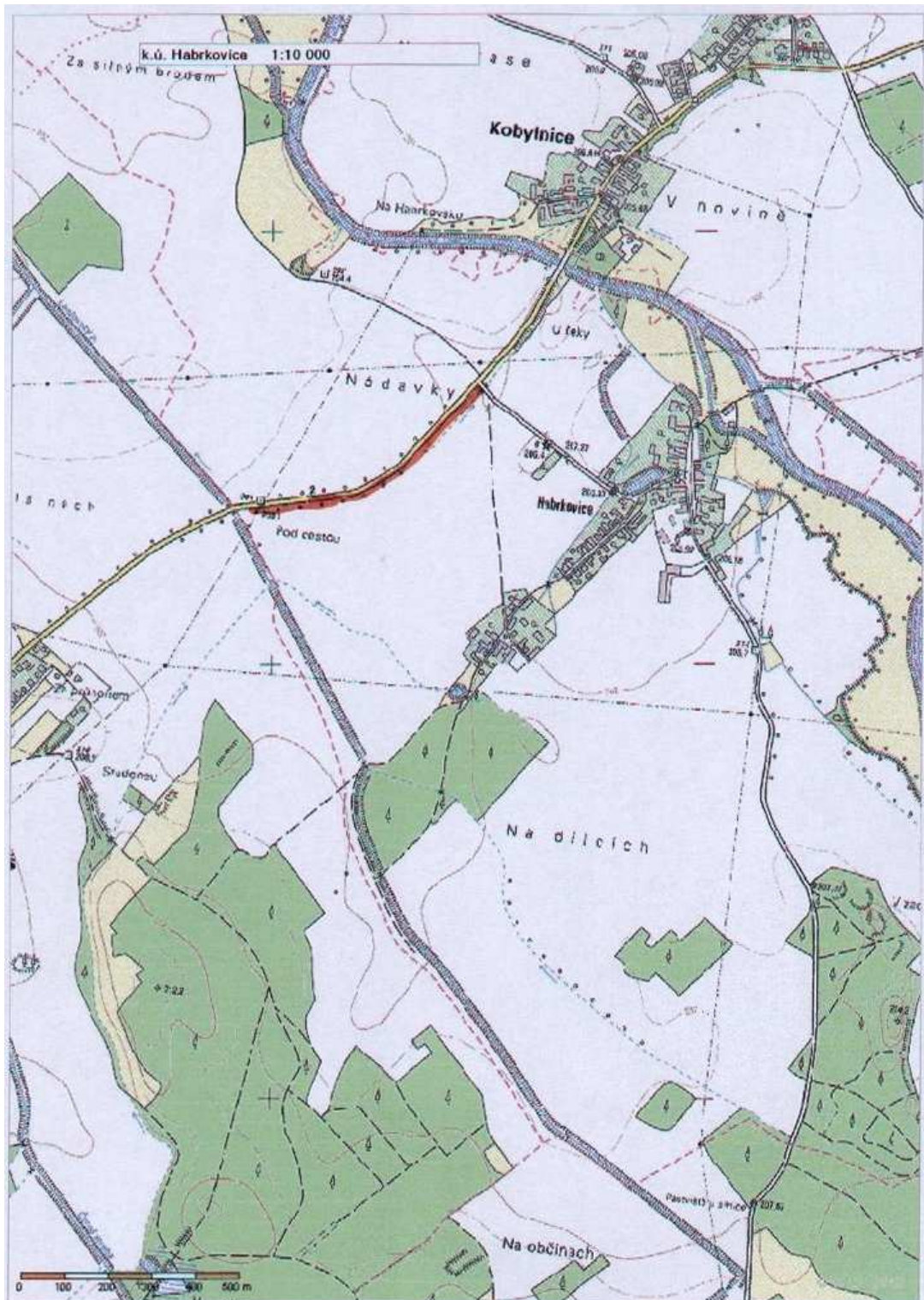
celkem **920 + 2**

keře **ks**

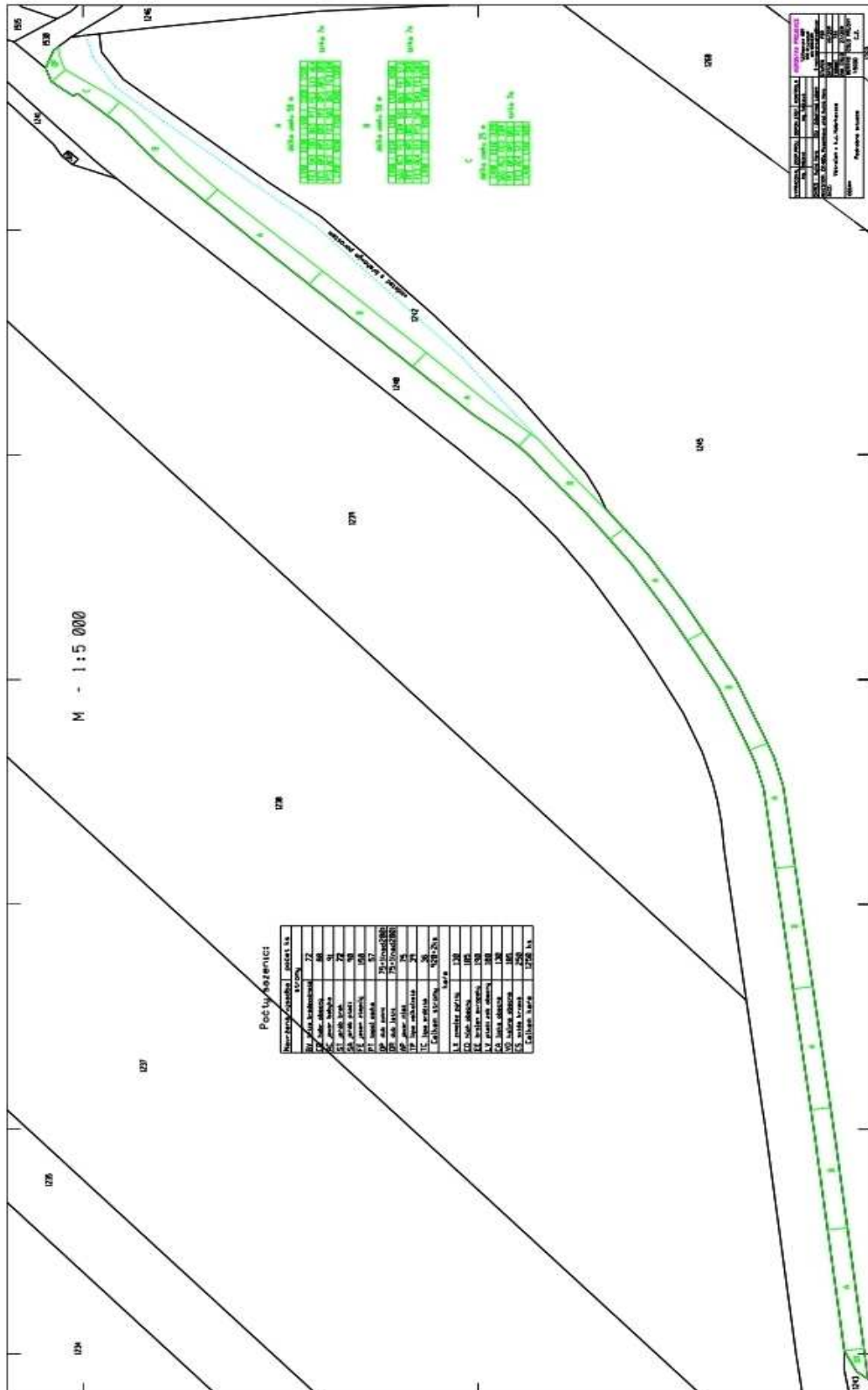
líška obecná (<i>Corylus avellana</i>)	130
brslen evropský (<i>Euonymus europaea</i>)	190
svída krvavá (<i>Cornus sanguinea</i>)	250
zimolez pýřitý (<i>Lonicera xylosteum</i>)	130
hloh obecný (<i>Crataegus oxyacantha</i>)	185
kalina obecná (<i>Viburnum opulus</i>)	185
ptačí zob obecný (<i>Ligustrum vulgare</i>)	180

celkem **1250**

2. Přehledná situace C1 – 1:10 000 – k. ú. Habrkovice



3. Podrobná situace C2 – 1:5 000 (schéma rozmístění dřevin a keřů) - větrolam v k. ú. Habrkovice



4. Zkratky názvů jednotlivých druhů stromů a keřů použitých při výsadbě větrolamu v k. ú. Habrkovice

STROMY	ZKRATKA
bříza bradavičnatá	BV
dub letní	QR
dub zimní	QP
habr obecný	CB
jasan ztepilý	FE
javor babyka	AC
javor mléč	AP
jeřáb břek	ST
jeřáb ptačí	SA
lípa velkolistá	TP
lípa srdčitá	TC
topol osika	PT
KEŘE	ZKRATKA
brslen evropský	EE
hloh obecný	CO
kalina obecná	VO
líska obecná	CA
ptačí zob obecný	LV
svída krvavá	CS
zimolez pýřitý	LX

5. Druhové složení jednotlivých částí větrolamu (A, B, C) v k. ú. Habrkovice

Ve větrolamu se střídají části A a B, pouze na jednom konci větrolamu je ještě část C. Oba okraje tvoří solitery (dub zimní a dub letní) – KTS nad 200 cm:

QR-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-C-QP.

A

délka úseku 50 m

LX10	EE10	LV10	CO10	CS10			
FE3	SA3	CB3	BV3	PT3	FE3	ST3	AC4
TC3	QP3	AP3	QR3	TP3	QP3	AP3	QR3
PT3	AC3	ST3	FE3	SA3	BV3	FE3	CB4
LV10	VO10	CS10	CA10	CO10			

šířka 7m

B

délka úseku 50 m

CA10	EE10	CO10	CS10	VO10			
SA3	AC3	FE3	CB4	SA3	BV3	FE3	ST3
TP3	QP3	AP3	QR3	TC3	QP3	AP3	QR3
FE3	AC4	ST3	PT3	SA3	BV3	FE3	CB3
LX10	CS10	VO10	LV10	EE10			

šířka 7m

C

délka úseku 25 m

CA10	EE10	CO5	
SA3	AC3	FE3	CB4
TP3	QP3	AP3	QR3
FE3	AC4	ST3	PT3
LX10	CS10	VO5	

šířka 7m