

Využití optické porosity ke klasifikaci větrolamů

The utilisation of optical density for classification of windbreaks

T. LITSCHMANN ⁽¹⁾, J. ROŽNOVSKÝ ⁽²⁾ and J. PODHRÁZSKÁ ⁽³⁾

⁽¹⁾ AMET, Žižkovská 1230, 691 02 Velké Bílovice, Česká republika (e-mail: amet@email.cz)

⁽²⁾ Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno, Česká republika (e-mail: roznovsky@chmi.cz)

⁽³⁾ Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., oddělení územního plánování Brno, Lidická 25/27, 602 00 Brno, Česká republika (e-mail: podhrazska@vumopbrno.cz)

Abstract The windbreaks are an indivisible component of agricultural landscape, especially in occurrence of soil erosion. The windbreaks modify air flow to decrease wind velocity and thereby at the same time modify other meteorological variables. Optical density is one of the instruments which characterize the transmissivity of windbreaks, and which becomes a part of the equations of air flow velocity in the individual points. This paper describes the use of optical density for classification of windbreaks. The advantage of the optical density is its technical modesty and operativeness with the use of digital photography and the ImageTool software. Optical density is thereby used to calculate the velocity profile through a particular windbreak. For the assessment of the influence of the particular windbreak on its surroundings, it is advisable to dispose of characteristics which would be able to express aerodynamic properties of this windbreak easily without immodest long-lasting measurements. Optical density determined with the use of digital photography can be one of those characteristics. In this way, it is possible to monitor rather easily development of optical density during the vegetation.

Key words: *classification of windbreak, optical density, agricultural landscape*

Úvod

Péče o půdu, kterou, jak každý ví, si půjčujeme od dětí, vyžaduje celou řadu opatření, jež mají zabránit její degradaci a ztrátě úrodnosti. K tomu přistupuje i snaha po dosahování co nejvyšších výnosů a návratnosti vložených investic zemědělce. Proto se v dnešní době prosazuje princip trvale udržitelného rozvoje, který je využitelný i v zemědělství, a to především při péči o půdu a její úrodnost. Jednou z možností, jak tomuto procesu pomoci, jsou i větrolamy. V současné době, kdy se stále zvyšuje extremita některých meteorologických jevů, ovlivňujících erozi půdy a výnosy plodin (častější výskyty sucha, vyšší rychlosti větru, snižování výskytu sněhové pokrývky apod.) je nutno se o to intenzivněji zabývat obnovou a údržbou stávajících větrolamů a případným vysazováním nových.

O vědeckém přístupu k problému a cílenému umísťování a zakládání větrolamů lze hovořit až v minulém století. Ve světě to bylo již v 1. pol. 20. stol., u nás nastal rozmach výsadeb větrolamů v 50.-60. letech. Popudem bylo jednak velké sucho v r. 1947, jednak probíhající kolektivizace po r. 1948, kdy byly rozorány meze a vytvořeny obrovské bloky půdy po vzoru sovětských celin. Bohužel, se všemi negativními dopady na půdu. Tak byly v zemědělských krajích vytvořeny celé sítě větrolamů. Přitom lze říci, že metodicky byly výsadby a rozmístění jednotlivých

větrolamů připraveny na velmi vysoké úrovni. I vlastní realizace proběhla poměrně úspěšně. Příkladem jsou sítě větrolamů na jižní Moravě (Znojemsko, Mikulovsko, Strážnicko atd.).

Vážným problémem současných větrolamů je jejich funkčnost. Jejich uspořádání bylo naplánováno podle určité předpokládané výšky, která spolu s propustností nejvíce určuje efekt větrolamu. Přitom se předpokládalo, že kultivary topolů jakožto rychlerostoucí dřeviny s krátkou obmětní dobou budou tvořit pouze dočasnou složku větrolamů, později uvolní místo dlouhověkým dřevinám. Bohužel se na to u většiny větrolamů při následné údržbě jaksi pozapomnělo a tak se i dnes můžeme setkat s těmito větrolamy, u nichž je stále ještě dominantní dřevinou některý z topolů. V současné době je průměrná výška topolů ve větrolamech 15-20 metrů, jasanů mají okolo 10 metrů a ostatní dřeviny jsou výrazně nižší.

Pro potřeby pozemkových úprav jsou u nás větrolamy děleny do tří základních typů:

Prodouvavý větrolam – jedná se o větrolam složený z jedné či dvou řad stromů, keřové patro není přítomno; od těchto větrolamů se většinou ustupuje z důvodů možnosti vzniku tryskového efektu v kmenovém prostoru aleje.

Neprodouvavý větrolam – prostor je složen z více řad, keřové patro je vytvořeno; na návětrné straně i závětrné straně dochází k vytvoření uzavřené stěny. Tímto typem větrolamu neprocházejí téměř žádné větrné masy, ty jej obtékají. U neprodouvavého typu pásů klesá rychlost větru podstatně více než u typu poloprodouvavého, ale na kratší vzdálenost. Účinnost pásů se vyjadřuje poměrem délky chráněného území k výšce pásu nebo násobkem výšky porostu a je dána vzdáleností, kde je snížena unášecí rychlost větru pod kritickou mez. U neprodouvavého větrolamu klesá rychlost na návětrné straně až na 60 % původní rychlosti, za pásmem poklesne na nulu, vznikne na krátkou vzdálenost tišina, pak však rychlost narůstá až na svou původní hodnotu, které dosahuje ve vzdálenosti 15-20 násobku výšky větrolamu.

Poloprodouvavý větrolam – je složen z více řad stromů, keřové patro je vyvinuto v menší míře nebo korunová vrstva má menší zapojení. Tento typ se udává jako nejhodnější, jelikož zde dochází jak k obtékání vzdušných mas přes větrolam, tak také k jejich prostupování porostem. Na závětrné straně dochází ke splývání proudnic jež obtékají větrolam přes vrchol s těmi, které jím procházejí. Výslednice obou proudů pak směřuje k povrchu půdy, ale ve větší vzdálenosti, než u větrolamu neprodouvavého.

Je však nutno si uvědomit, že zařazení do příslušného typu se v průběhu ročního období může pro konkrétní větrolam měnit, a to v závislosti na zastoupení jednotlivých druhů dřevin. U opadavých dřevin se v období vegetačního klidu může z poloprodouvavého větrolamu stát prodouvavý apod. Je proto vhodné tam, kde je požadována funkčnost větrolamu i v mimovegetačním období zařazovat do výsadeb větrolamů stále zelené jehličnany, např. borovici lesní a pod. Větrolamy totiž nejsou pouze prostředkem ke snižování větrné eroze půdy, lze je uplatnit i při ochraně objektů před silným větrem v zimním období a tím snížit ztráty tepla a tím i náklady na topení. S přimícháváním jehličnanů do větrolamů bude nutno uvažovat i v případě, pokud bude docházet ke zvyšování četnosti suchých a teplých zim bez sněhové pokrývky, kdy není povrch půdy po několik měsíců chráněn vegetací.

Podhrázská (2006) uvádí bodovou stupnici klasifikace větrolamů k usnadnění rozhodovacích procesů při navrhování nových funkčních prvků a při zakládání sledu investic do krajiny. Její doplnění o charakteristiku optické porosity ve vybraných obdobích roku lze poměrně nenáročnými prostředky stanovit funkčnost konkrétního větrolamu.

Cílem tohoto příspěvku je aplikovat hodnoty optické porosity na jednotlivé diskrétní části větrolamů a s použitím základních statistických charakteristik posoudit jeho funkčnost v průběhu roku a charakter modifikace proudění vzduchu.

Materiál a metodika

Strukturu větrolamu lze definovat jako množství a prostorové rozmístění rostlinných částí (kmeny, větve, listy) a volného prostoru mezi nimi. K tomuto účelu se velmi často používají dva parametry, kterými jsou výška větrolamu (h) a aerodynamická porosita. Oblast, v níž se projevují účinky větrolamu, bývá vymezována při kolmém proudění větru v rozsahu od -5h (návětrná strana) do 30 - 35h (závětrná strana). Minimum rychlosti větru se vyskytuje ve vzdálenostech 4 - 6H na závětrné straně.

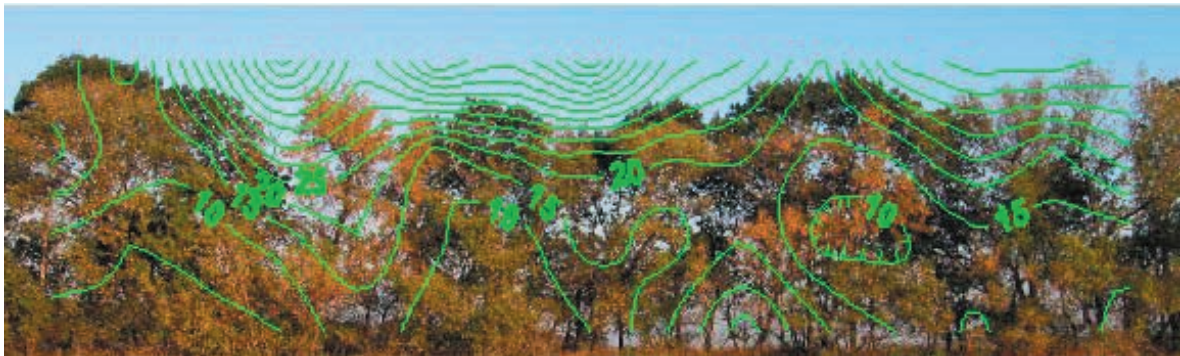
Aerodynamická porosita větrolamu udává poměr mezi množstvím vzduchu, který prochází skrz větrolam a množstvím, které je rozptýleno nad větrolamem. Při praktických výzkumech v terénu je fyzické stanovení aerodynamické porosity velmi obtížné, k jejímu vyjádření se proto často používá parametr nazývaný jako optická porosita (Vigiak a kol. 2003). Ve své práci definují Guan a kol. (2003) aerodynamickou porositu α jako poměr mezi průměrnou rychlostí větru naměřenou na závětrné straně větrolamu a průměrnou rychlostí na volném prostranství. Optická porosita β byla definována jako poměr mezi mezerami ve větrolamu k jeho celkové ploše. Postup, jak vyhodnocovat optickou porositu větrolamů byl poměrně podrobně popsán v práci Litschmann, Rožnovský (2005). Principem této metody je počítačové vyhodnocení snímku pořízeného digitálním fotoaparátem kolmo k linii větrolamu a jeho následné převedení na černé a bílé body a vyhodnocení jejich relativního zastoupení. V citované práci jsme prováděli vyhodnocení optické porosity daného větrolamu v jednotlivých vodorovných vrstvách a jejich následné zpracování, pro účely tohoto příspěvku jsme provedli další podrobnější členění plochy větrolamu na čtverce a pro každý s těchto čtverců byla stanovena zvlášť optická porosita. To umožňuje získat daleko podrobnější přehled o jednotlivých nehomogenitách v konkrétním větrolamu a po statistickém vyhodnocení posoudit jeho funkčnost. Na obr. 1. je ukázka takového rozčlenění větrolamu na čtverce, na obr. 2 pak tentýž větrolam s vykreslením izolinií optické porosity. Již tímto postupem lze poměrně přesně kvantifikovat jednotlivé části větrolamu z hlediska jejich působení na proudění vzduchu.

K ověření metodiky použití takto detailně stanovené optické porosity a jejího následného statistického zpracování k hodnocení větrolamů jsme použili snímky pořízené v různých ročních obdobích ze dvou větrolamů v katastrech obcí Micmanice na Znojemsku a Suchá Loz na Uherskohradištsku.

V případě Micmanic se jedná o nízký větrolam (odhadem 10-12 m), čtyřřadý, široký v korunách i v ploše asi 14 m; rozestup vnějších řad 8 m. Vegetace je druhově chudá. Stromové patro tvoří jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.) z 66 %, javor jasanolistý (*Acer negundo* L.) z 27%, javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.) z 5 % a vtroušené druhy jako moruše bílá (*Morus alba* L.) z 1 %, ořešák černý (*Juglans nigra* L.) a topol euroamerický (*Populus x euroamericana*). Keřové patro je sporadické (do 5 %), tvořené prakticky jen



Obr. 1 Ukázka rozčlenění plochy větrolamu na jednotlivé čtverce



Obr. 2 Větrolam z obr. 1 po vykreslení izoliníí optické porosity

čimišníkem stromovitým (*Caragana arborescens* Lam.); zanedbatelnou příměs tvoří ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare* L.). Spíše ojediněle je keřové patro zastoupeno pařezovými výmladky javoru jasanolistého. Větrolam je vcelku homogenní, jen místy (po 70.metr od severního konce) je trochu více čimišníků a klenů (až 10 %). Čimišník stromovitý byl vysazen do středu větrolamu, dnes zbylé keře jsou zastíněné a tím ztrácí vitalitu.

Středně vysoký, čtyřřadý, lipovo-topolový větrolam s řídkým keřovým patrem.

Zpracovaný větrolam v Suché Lozi je středně vysoký (odhadem 20 m) a zaujímá v polích pruh široký asi 12 m. Jeho stromy byly vysazeny ve čtyřech řadách, přičemž vnější řady mají odstup 9,5 m. Větrolamu dominuje topol euroamerický (*Populus x euroamericana*), který tvoří nejvyšší stromové patro. Střední stromové patro tvoří lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.) a pomístně se vyskytuje dub letní (*Quercus robur* L.) a vzácně jilm habrolistý (*Ulmus carpiniifolia* Gled.); tyto dřeviny dorůstají do poloviny výšky topolů. Druhové složení stromových pater bylo odhadnuto takto: topol 80 %, lípa 18 %, dub 2 %.

Keřové patro je celkově slaběji vyvinuto (na 10 - 20 % plochy větrolamu), je však nerovnoměrné. V západní a střední části větrolamu je řídké a tvoří ho převážně malé keře bezu černého (*Sambucus nigra* L.), 50 až 100 m východně od místa měření větru je keřové patro hustší a vzrostlejší a nad bezem převažuje svída krvavá (*Cornus sanguinea* L.), ve zbylé východní části větrolamu je keřové

patro řídké a převažuje bez černý. Místně se ve větrolamu vyskytuje příměs trnky (*Prunus spinosa* L.) a brslenu evropského (*Euonymus europaeus* L.), sporadicky též růže šípková (*Rosa canina* L.).

Stromová složka větrolamu je pěstebně zanedbaná – stromy rostou ve sponu téměř jako při založení. Na tomto exponovaném stanovišti lze předpokládat silné soupeření dřevin o vláhu.

V každém z těchto větrolamů byly pořízeny 2 snímky zachycující stejný úsek větrolamu v různých vegetačních fázích. Po rozčlenění snímků na čtverce o vhodné velikosti byla pro každý z nich stanovena optická porosita a pro všechny čtverce v příslušných vodorovných řadách vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a koeficient variace. Na základě těchto parametrů je možno posoudit průměrnou hustotu větrolamu a její změnu v průběhu roku, stejně tak jako i míru variability, t. j. mezerovitost vyvolanou chybějícími dřevinami a pod.

Osvědčilo se členění ve vodorovném směru přibližně na 15 úseků, ve vertikálním na cca 5 – 8. Při větším počtu čtverců jsou zachycovány menší úseky, v nichž nabývá porosita extrémnějších hodnot a tím i vzrůstá variabilita, navíc je zpracování většího počtu čtverců časově náročnější.

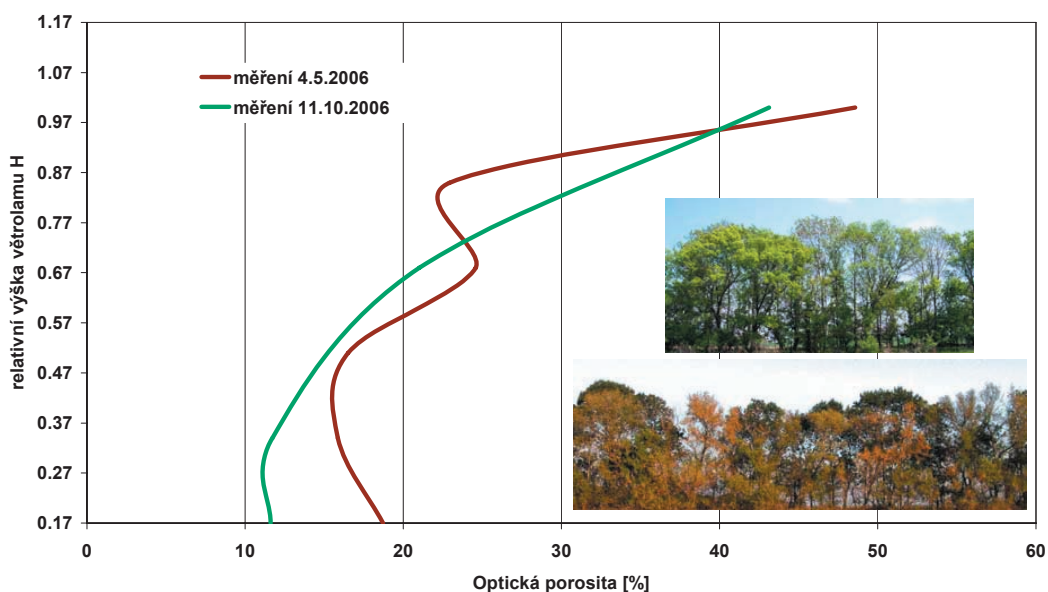
Výsledky a diskuse

Micmanice:

Byla zpracována dvě měření, jedno z jarního období ze dne 4.5.2006 a druhé z podzimního dne 11.10.2006. Na obr. 3 jsou znázorněny vertikální profily optické porosity pro tato dvě měření v celém rozsahu výšky větrolamu [H]. Přibližně horní dvě třetiny větrolamu mají shodný průběh hodnot, rozdíly ve spodní třetině jsou způsobeny opoždějším vývojem keřového patra v jarním období oproti některým

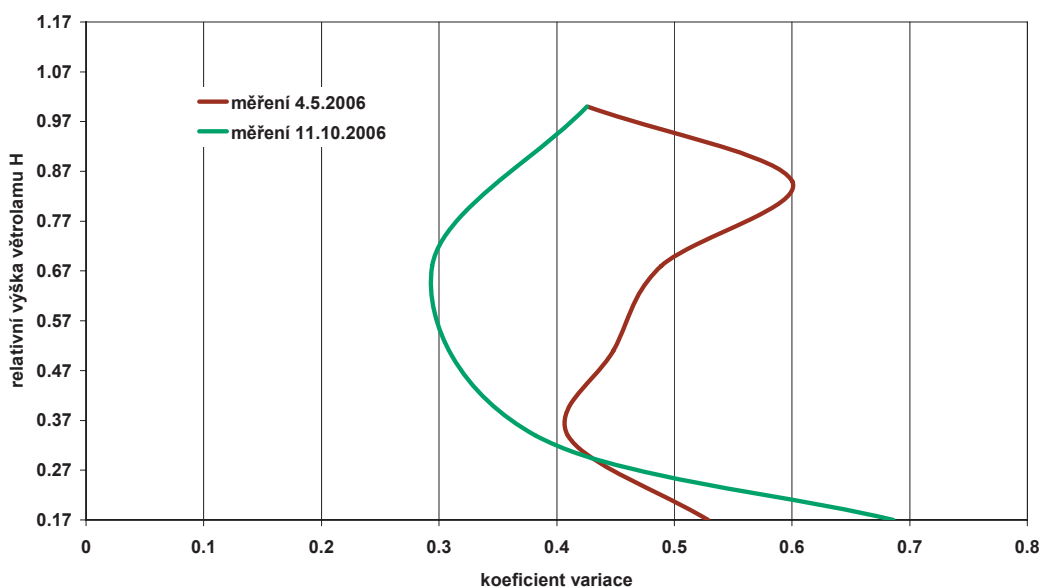
stromům. Proto jsou tam zjištěny vyšší hodnoty porosity. Rozdíly v jarním a podzimním aspektu tohoto větrolamu jsou zřejmé i ze zpracování průběhu variačního koeficientu s výškou, tak jak je prezentován na obr. 4. V jarním období je pozorována vyšší variabilita ve svrchním korunovém patře. V podzimním období má křivka variačních koeficientů rovnoměrnější průběh, vyšší variabilita v přízemních vrstvách signalizuje zvýšenou mezerovitost v kmenovém patře, vyvolanou nerovnoměrným zastoupením nižších dřevin.

Vertikální průběh optické porosity - Micmanice



Obr. 3

Vertikální průběh Cv optické porosity - Micmanice



Obr. 4

Suchá Loz:

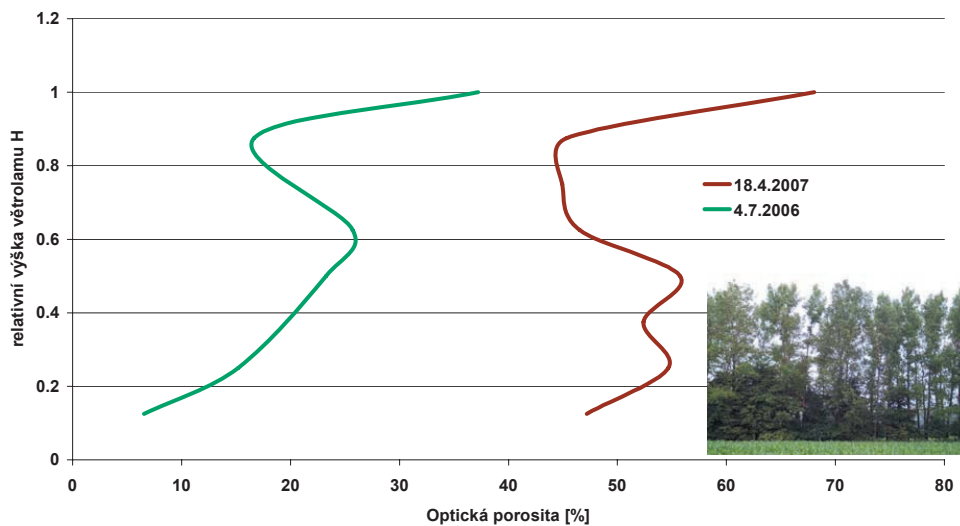
Jak již bylo uvedeno výše, jedná se o poměrně zanedbaný větrolam, v němž dominantní složku tvoří především topol euroamerický, vyznačující se poměrně štíhlým tvarem korun.

Byla vyhodnocena dvě měření, jedno v jarním termínu (18.4.2007), kdy stromy teprve začínaly rašit, druhé pak z letního období (4.7.2006) s plným vývinem listové plochy. Na obr. 5 jsou vykresleny vertikální profily optické porosity, u nichž je již na první pohled zřetelný poměrně velký rozdíl mezi jarním a letním aspektem. V létě, kdy jsou stromy olistěny, jsou hodnoty obdobné jako u větrolamu v Micmanicích, je zde však patrná poměrně ostrá horní hranice, na níž dochází k téměř skokové změně v hodnotách optické porosity.

V jarním a mimovegetačním období je tento větrolam poměrně značně prodouvaný, čímž dochází ke snížení některých jeho očekávaných funkcí, jako je zabránění odnosu sněhu z polí, popřípadě v období beze sněhu zabránění odnosu půdních částic. Hodnoty optické porosity jsou poměrně vysoké zejména v dolní polovině větrolamu, ve třetí čtvrtině, kde je více větví, porosita klesá.

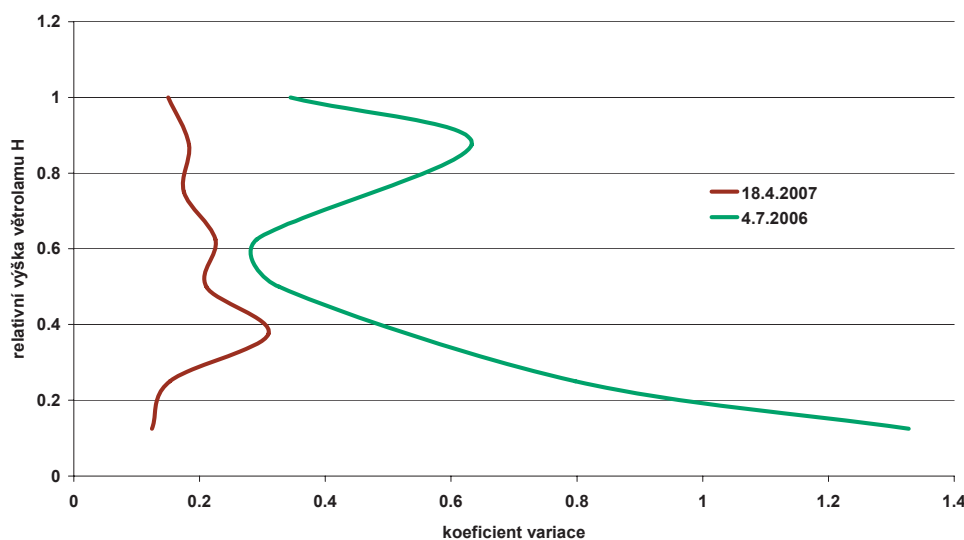
Ve vegetačním období se tento větrolam vyznačuje i nepříznivými hodnotami rozložení koeficientů variace, především opět ve spodní části, kde zvýšená mezerovitost, která se může projevovat nerovnoměrným prouděním vzduchu přes větrolam a tím i zvýšením rychlosti v některých úsecích.. Naproti tomu v období vegetačního klidu jsou jeho jednotlivé prvky rovnoměrně zastoupeny a proto jsou hodnoty variačních koeficientů nízké.

Vertikální průběh optické porosity - Suchá Loz



Obr. 5

Vertikální průběh Cv optické porosity - Suchá Loz



Obr. 6

Závěr

Použitá metoda vyhodnocení větrolamů pomocí statistického zpracování optické porosity umožňuje objektivně kvantifikovat zvolený větrolam z hlediska jeho funkčnosti v průběhu celého roku. Vysoké hodnoty porosity svědčí o tom, že se jedná o prodouvavý větrolam, důležitý je též i vertikální průběh parametrů optické porosity, svědčící o homogenitě větrolamu.

Oproti profilovým rychlostním měřením má použití optické porosity výhodu v tom, že lze snímky pořizovat prakticky kdykoliv bez ohledu na rychlost větru, zpracování je časově méně náročné, takže lze vyhodnotit více větrolamů v daném časovém úseku. Opakovaným snímkováním lze zachytit i vývoj větrolamů v delším časovém období.

Ukazuje se, že pro další rozšíření této metody bude zapotřebí posoudit vazby mezi optickou porositou a naměřenými rychlostmi větru, stejně tak jako zpracovat více typově odlišných větrolamů.

Poděkování

Výsledky byly získány při řešení výzkumného projektu Národní agentury zemědělského výzkumu IR 44027 „Optimalizace funkcí větrolamů v krajině, jejich využití v komplexních pozemkových úpravách“.

Literatura

Bayou, M.M. (1997): The effect of natural fencerow on local standardized windspeed, temperature and relative humidity. PhD thesis, University of Toronto, 59 s.

Brandle, J.R. et al.(1992): Field windbreaks: Are they economical? Journal of production agriculture, Vol. 5, no. 3, p. 393-398

Brandle, J.R. et al.(2004): Windbreaks in North American agricultural systems. Agroforestry systems 61: 65-78

Litschmann, T., Rožnovský, J. (2004): Vliv větrolamu na proudění vzduchu. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pŕda - rastlina - atmosféra. Bratislava, SAV 2004. CD ROM, ISBN 80-968480-4-6.

Litschmann, T., Rožnovský, J. (2005): Optická hustota větrolamu a její vliv na charakter proudění. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. - 14.9.2005, ISBN 80-86 690-31-08

Podhrázská, J., Macků, J.(2006): Systém hodnocení větrolamů pro průzkumné, návrhové a projekční účely v KPÚ. Pozemkové úpravy, č. 57, s. 14-16.

Rajnoch, M. (2006): Zásady výběru dřevin pro ochranné lesní pásy. Zahradnictví, č. 3, s 76-79.

Schmidt, R.A. et all. (1995): Windbreak shelters as a function of wind direction. In:Ninth symposium on meteorological observations & instrumentation, March 27-31, 1995, Charlotte, NC, p. 269-274

Vigiak, O. (2003) et all. (2003): Spatial modeling of wind speed around windbreaks. Catena, Vol 52, p. 273-288

Zhang, H. et all. (1995): A model to evaluate windbreakprotection efficiency. Agroforestry systems 29: 191-200

Zhang, H., Brandle, J. R. (1997): Leaf area development of corn as affected by windbreak shelter. Crop Sci. 37: 1253-1257

Zhou, X. H. et all. (2002): Estimation of the three-dimensional aerodynamic structure of a green ash shelterbelt. Agricultural and forest meteorology 111: 91-108

Zhou, X. H. et all. (2004): Three-dimensional aerodynamic structure of a tree shelterbelt: Definition, characterization and working models. Agroforestry systems 63: 133-147