

Pokročilá analýza lesních polomů pomocí GIS

Tomáš Mikita¹, Jaromír Kolečka², Martin Klimánek¹

¹ Ústav geoinformačních technologií, Lesnická a dřevařská fakulta MZLU v Brně, Zemědělská 3, 613 00, Brno, Česká republika, ²Katedra geografie, Pedagogická fakulta MU, Poříčí 7, 603 00 Brno
tomas@mikita.cz, kolecika@ped.muni.cz, klimanek@mendelu.cz

Abstrakt. V lednu 2007 poškodil orkán Kyrill rozsáhlé plochy lesa v příhraniční oblasti sousedících národních parků NP Šumava v ČR a NP Bavorský les v Německu. Z historických dokumentů jsou lesní polomy jednou z nejčastějších disturbancí, které ovlivňují území Šumavy. S častějšími výskyty vichřic v současnosti rostou škody na lesních porostech a klesají tak nejen přírodní hodnoty území, ale také ekonomické přínosy, které les poskytuje v podobě trvalé produkce dřeva a turistické atraktivity. Příspěvek se proto zabývá geografickou analýzou vzniku těchto polomů především s ohledem na vliv jednotlivých faktorů reliéfu a lesních porostů na rozsah škod. Z výsledků analýz jednotlivých faktorů a následné pokročilé analýzy s využitím vážených hodnot je zřejmý prokazatelný vliv konfigurace reliéfu a role druhové, prostorové i věkové skladby lesních porostů na vznik polomů.

Klíčová slova: lesní polomy, GIS, bořivý vítr, multikriteriální analýza

Abstract. Advanced analysis of forest windthrows using GIS. Forest damages caused by storm winds are very common event in Šumava Mts. since written history. Growing number of hurricanes here has been followed by large windthrows and endangered local economy, nature protection, human lives and recreation activities. The Kyrill hurricane has heavily damaged forest stands in summit areas of the Šumava Mts. (Western-Bohemia, Czech-Bavarian border area) in January 2007. In the course of research a set of hypotheses was completed and consequently assessed by geodata analyses. The results of study are presented in this paper. Geographical analysis using GIS was applied especially to identify the impact level of factors influencing the location and size of damages. Results of separate factor analysis and consequent weighted integrated area risk analysis support the ideas about the certain participation of abiotic natural conditions and the important role of forest stand features from the viewpoint of forest sensitivity to strong wind impact.

Keywords: windthrows, GIS, destructive wind, multi-criteria analysis

1 Úvod

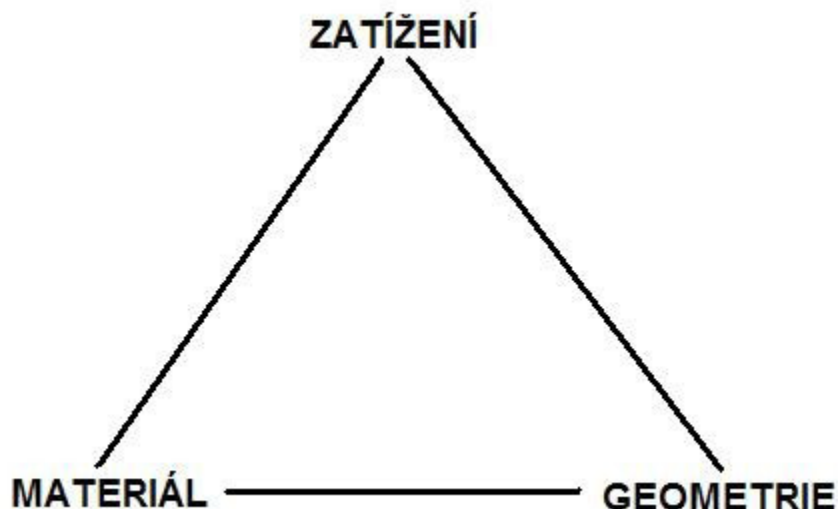
Je všeobecně známo, že polomy na Šumavě se opakují, a že postihují, i když nepříliš pravidelně, konkrétní území [Jelínek, 1985]. Snad pravidelnější je intenzita vichřic a velikost způsobených škod. Lze předpokládat, že některá území s konkrétními přírodními (a lesohospodářskými) parametry jsou náchylnější k výskytu polomů. V případě Šumavy nakonec tyto původně meteorologické hazardy přecházejí v hazardy biotické, neboť polomy mívají často za následek kůrovcové kalamity. Výzkumná hypotéza předpokládá, že výskyt polomů, množství způsobených škod a náklady na jejich zmírnění podléhají zákonitému spolupůsobení přírodních faktorů území a předchozích lesohospodářských zásahů do krajiny. Je nepochybné, že reliéf, jeho konfigurace a charakter aktivního povrchu hrají rozhodující roli v modifikaci směru a rychlosti větru, a tím i v jeho bořivé schopnosti, ale v konkrétních místech ani směr větru nemusí odpovídat údajům z meteorologických stanic.

2 Stabilita lesních porostů

Stabilitu stromu je nutné vnímat jako součást ekofyziologických charakteristik jedince [Praus, 2006]. V případě geoinformační analýzy lesních polomů je však nutné tuto stabilitu (respektive labilitu) chápat ve smyslu skupin stromů a lesních porostů komplexněji s ohledem na celou šíři přírodního prostředí. Přesto je možné částečně přenést charakteristiky stability jedince na celé lesní porosty.

V případě jedince rozlišujeme dva možné typy poškození stromu; zlom a vývrát. Odolnost vůči zlomu stromu je definována materiálem, z něhož je strom „sestaven“, tedy dřevem, a jeho množstvím a rozložením v prostoru, tedy velikostí a tvarem kmene a větví. Odolnost vůči vyvrácení je limitována mechanickou pevností ukotvení stromu, a ta je definována množstvím kořenů, prostorovým

uspořádáním kořenového systému a vlastnostmi půdy [Praus, 2006]. Graficky lze souhrn těchto vlastností vyjádřit pomocí tzv. trojúhelníku stability.



Obr. č. 1. Schéma trojúhelníku stability [WESSOLLY, ERB, 1998].

Z dosavadních výzkumů stability jedince vyplývá, že hlavními faktory majícími vliv na jeho stabilitu je velikost a četnost extrémů, vitalita jedince (zdravotní stav, kmen bez defektů) a dále také rychlost změn v bezprostředním okolí jedince (zastínění, uvolnění, intenzita výchovných zásahů) [Praus, 2006].

V případě stability lesních porostů je nutné nahradit geometrii jedince celkovým prostorovým rozložením stromů (věk, zakmenění, výška porostu), materiál stromu celkovou stabilitou jedince a zatížení lze nahradit kombinací vlivů přírodního prostředí (především s ohledem na změny rychlosti a směru proudění větru daného reliéfem).

Lesní porosty však jsou na rozdíl od jedince ovlivňovány faktory s proměnlivými účinky s vysokou heterogenitou v prostoru i čase. Kromě velikosti a četnosti extrémů je stěžejní také ovlivnění reliéfem a porostem samotným, celková stabilita lesních porostů (přírodě blízká druhová, věková i prostorová skladba) a způsob hospodaření a intenzita hospodářských zásahů provedených v nedávné minulosti. V případě širší analýzy polomů je proto nejdříve nutné přesně definovat nejpravděpodobnější kombinace faktorů s největším vlivem na stabilitu lesních porostů.

3 Zájmové území Prášílsko

Studium dopadů orkánu Kyrill na krajinu Šumavy bylo provedeno na území Prášílska v západní části NP Šumava. Oblast náleží do české části moldanubika. Západní polovina příhraničního pásma a střed území jsou budované migmatity a pararulami. Jihovýchodním směrem navazuje horninový masív tvořený svorovými rulami, místně až svory a fylitovými svory [Vejnar, 1991, Pelc, 1994], do vnitrozemí jsou lemovány intruzemi granodioritů a žul šumavského plutonu. Mladší substráty jsou zastoupeny až kvarténními sedimenty a zvětralinami (glacigenní sedimenty, kamenité až balvanovité svahové sedimenty, rozsáhlá rašeliniště, štěrko-písčité uloženiny podél vodních toků).

Vrchovinný až hornatinný terén vybraného území představuje pohraniční pásmo Šumavy. Klenbovité vrcholy tohoto pásma přesahují nadmořskou výšku 1300 metrů v několika kótách. K severu se oblé hřbet svažuje do sníženiny okolo řeky Křemelné protékající od západu k východu. Nadmořské výšky zde klesají až na 718 m. Snížena má místy takřka rovinný reliéf s četnými rašeliništi.

Území je položeno na hlavním evropském rozvodí. Malé území okolo Železné Rudy (severozápadní výběžek území) je součástí povodí Dunaje, zbytek v povodí Labe. Zajímavostí jsou ledovcová jezera Laka a Prášílské.

Půdní pokryv reprezentují půdy vázané na rozmanité zvětraliny silikátových krystalických hornin od primitivních litozemí přes rankery a kambizemě po kryptopodzoly a podzoly ve vyšších chladnějších a vlhčích polohách. Hojně jsou rozšířené organozemě a gleje na údolních dnech.

Klima této části Šumavy je celkově drsné [Atlas podnebí Česka, 2007] a odpovídá mu potenciální vegetace. Nejnižší polohy s průměrnými ročními teplotami mezi 4,5-5,5 °C a srážkami 900-1050 mm/rok v nadmořských výškách 800-970 m patří do 6. smrko-bukového stupně. Střední polohy ve výškách 970-1210 m n. m. s teplotami 4,0-4,5 °C a srážkami 1050-1200 mm/rok zaujímá 7. buko-smrkový lesní vegetační stupeň. Nejvyšší polohy experimentálního území s průměrnými ročními teplotami od 2,5 do 4,0 °C a ročními srážkami nad 1200 mm patří do 8. smrkového stupně. V současnosti jsou porosty značně přeměněné hospodářskou preferencí smrku.

4 Popis datových zdrojů

Chování větru v přízemní vrstvě atmosféry ovlivňuje množství faktorů, z nichž pouze některé je možné exaktně definovat a pomocí nich částečně chování větru modelovat. Základním problémem je tedy stanovení faktorů, jež ovlivňují toto chování a s tím spojené stanovení základních datových zdrojů. Při volbě datových zdrojů pro analýzu lesních polomů byl kladen důraz na volbu takových datových vrstev, jež jsou obecně dostupné pro celé území z důvodu možnosti opakování vytvořených postupů na kterékoliv části území ČR.

Pro volbu datových zdrojů je zásadní stanovení faktorů majících vliv na změnu směru a rychlosti proudění vzduchu a také na stabilitu lesních porostů a jejich odolnost vůči větru. Základní datovou vrstvou, jež umožnila exaktní zhodnocení vlivu různých faktorů prostředí a charakteru lesních porostů na poškození bořivými větry, byla vrstva lesních polomů poskytnutá správou NP Šumava. Moderní technologie dálkového průzkumu Země (DPZ) umožňují snadnou detekci větrem poškozených lesních porostů, proto je od roku 2006 správou NP vedena databáze polomů ve formě ESRI shapefile souboru monitorující dopady vichřic. Bezprostředně po orkánu Kyrill bylo firmou Geodis Brno s.r.o. provedeno nové letecké snímání, na jehož základě byly přesně detekovány místa polomů a vyčísleny celkové škody na lesních porostech na území NP Šumava.

4.1 Faktory reliéfu

Dle dosavadních průzkumů patří mezi hlavní faktory, mající vliv na vznik polomů, kromě četnosti a síly větrných vichřic, především konfigurace reliéfu, celková stabilita lesních porostů daná jejich druhovou, věkovou a prostorovou skladbou a také intenzita hospodářských zásahů provedených v minulosti. Mezi základní faktory, které mají zásadní vliv na směr a rychlost větru zcela neodmyslitelně patří konfigurace reliéfu, především tedy nadmořská výška území, expozice vůči světovým stranám, sklon terénu a jeho zakřivení (jak ve vertikálním tak v horizontálním směru). Všechny tyto faktory je možné v rámci geoinformačních systémů vyjádřit pomocí digitálních modelů terénu. Digitální model terénu představuje interpretaci skutečného terénu určitého území v digitální podobě v různých datových formátech.

Digitální model terénu zájmového území byl vytvořen v softwaru ESRI ArcInfo 9.2 za použití nadstavby Spatial Analyst. Pro interpolaci DMT bylo použito nástroje Topo To Raster za použití vstupních dat vrstevnic ZABAGED s intervalem 5 metrů a vrcholových kót poskytnutých správou národního parku Šumava. Výsledný rastrový digitální model s velikostí pixelu 10 metrů byl výchozím podkladem pro tvorbu mapy expozic, sklonů terénu a jeho zakřivení. Kromě zmíněných vrstev generovaných přímo z vytvořeného rastrového DMT byla za výchozí analytickou vrstvu zvolena také vrstva vzdálenosti od rozvodnice vytvořená pomocí hydrologických nástrojů nadstavby Spatial Analyst.

4.2 Faktory stanoviště

Informace o lesním prostředí, zejména o stanovištích lesních porostů, jsou zpracovány v rámci celé ČR do podoby Oblastních plánů rozvoje lesa (dále jen OPRL). Z dat OPRL pro analýzu stanovišť je možné využít především datové vrstvy typologické mapy, udávajících mimo jiné také charakter podloží a půdní poměry, případně mapy lesních vegetačních stupňů udávajících diferenciaci ekosystémů

s ohledem na nadmořskou výšku a klima. Převodem jednotek lesních typů (LT), respektive souborů lesních typů (SLT) byly vytvořeny datové vrstvy mapy vlhkostních poměrů a mapy hloubky půdy.

4.3 Faktory lesních porostů

Údaje o lesních porostech, o jejich druhové, věkové i prostorové skladbě jsou v rámci ČR zpracovávány pro jednotlivé lesní hospodářské celky (dále jen LHC) v podobě tzv. lesních hospodářských plánů (LHP). LHP jsou zpracovávány na dobu 10 let a definují základní hospodářská doporučení pro jednotlivé lesní porosty v rámci LHC.

Data LHP je možné získat na základě souhlasu vlastníka lesa z datového skladu ÚHÚL (IDC ÚHÚL). Data zájmového území byla poskytnuta opět Správou NP a CHKO Šumava. Za stěžejní pro analýzu polomů byly vybrány údaje o zakmenění porostů, věku porostů, zastoupení dřevin (v rámci porostních skupin) a výška a tloušťka u celkově nejzastoupenější dřeviny smrku ztepilého (*Picea abies*). Datové vrstvy zakmenění a věku porostů vznikly jednoduchým převodem sloupce atributové tabulky vektorové vrstvy LHP do rastru. Pro vytvoření vrstvy přirozenosti lesních porostů bylo nutné vyseparovat druhové složení dřevin v rámci lesních porostů do podoby tzv. porostního typu. Na základě porovnání porostního typu aktuální dřevinné skladby s porostním typem skladby přirozené (vytvořené podle LT) byly lesní porosty rozděleny do celkem 6-ti tříd přirozenosti [Vyskot a kol., 1999].

Vrstva štíhlostního koeficientu (poměr mezi výškou stromu a stonásobkem tloušťky stromu ve výšce 1,3 metru) vznikla na základě podílu průměrné výšky porostní skupiny a výčetní tloušťky násobené stem. Nízký štíhlostní koeficient mají většinou stromy předrůstavé, vysoký štíhlostní koeficient mají stromy potlačované. Solitéry a okrajové stromy mají nižší štíhlostní koeficienty v důsledku zmenšení výškového růstu. Z hlediska stability lesních porostů jsou stromy s nižším štíhlostním koeficientem méně náchylné k vyvrácení z důvodu větší kořenové stabilizace a také odolnější vůči zlomům. Prostorovou distribuci stromů v rámci lesního porostu nejvíce vyjadřuje zakmenění porostu, kterým se rozumí desetinasobek poměru redukované a skutečné plochy zaokrouhlený na celé číslo. Redukovaná plocha je součtem podílů skutečné a tabulkové zásoby dřevin hlavního porostu na skutečné ploše. Redukovanou plochu lze odvodit obdobně i dle výčetní kruhové základny dřevin. Hodnota zakmenění 10 odpovídá plné tabulkové zásobě nebo kruhové základně taxačních nebo růstových tabulek schválených Ministerstvem zemědělství [Vyhláška č. 84/1996 Sb.].

4.4 Faktory směru a rychlosti větru

Datovými vrstvami, které nebyly zpracovány za použití běžně dostupných dat byly vrstvy směru a rychlosti větru vytvořené ve spolupráci s Ústavem fyziky atmosféry AV ČR v Praze (UFA AV ČR). Proudění vzduchu bylo vypočítáno pomocí 3-rozměrného nestacionárního modelu proudění nad komplexním terénem za použití meteorologických dat naměřených v průběhu orkánu Kyrill na stanicích Churáňov (1120 m, 18. leden 2007, 23:32, jihozápadní směr větru, rychlost 38 m/s) a Velký Javor (1467 m, 19. leden 2007, 0:12, západní směr větru, rychlost 47 m/s). Vlastnosti terénu byly určeny nadmořskou výškou převzatou z DMT a parametrem drsnosti převzatým z mapy krajinného pokryvu, doplněné o výšky lesních porostů. Tento model byl původně vyvinut v Ústavu fyziky atmosféry a nese název PIABLM [Svoboda, 2008].

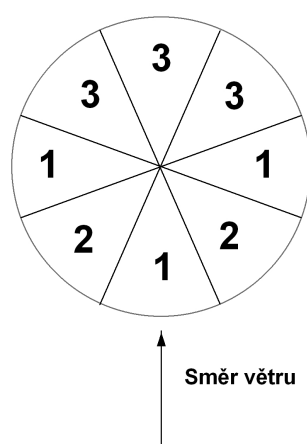
4.5 Faktor směru a vzdálenosti polomů od minulých holin

Jak při terénním průzkumu, tak při bližším vizuálním průzkumu mapy lesních porostů postižených orkánem Kyrill, jasně zaujme souvislost mezi výskytem těchto polomů a vzdáleností od holin vzniklých předchozími přírodními kalámitami či těžbou. Tento efekt je z hlediska stability lesních porostů snadno popsatelný, neboť vlivem předchozího těžebního zásahu nebo přírodní katastrofy v podobě vichřice či kůrovcové kalámity dojde k narušení porostních stěn, na které nejsou schopny lesní porosty (především ve vyšších věkových stupních) v krátkém časovém intervalu adekvátně reagovat a v případě výskytu extrémního jevu dochází k jejich dalšímu poškození. Z toho je zřejmá vyšší pravděpodobnost vzniku polomů v blízkosti stávajících holin.

Předchozí evidence holin před orkánem Kyrill v roce 2006 umožnila analyzovat také směr šíření polomů a vzdálenost od stávajících holin. Vyhodnocení vzdálenosti od holin bylo provedeno na

základě Eukleidovské vzdálenosti (Euclidean distance) vypočtené od holin z roku 2006 a reklasifikované do 5 kategorií. V případě směru šíření byla analýza složitější – nejprve bylo nutné vytvořit Eukleidovský směr (Euclidean direction) od holin z roku 2006. Tato vrstva byla kombinována s vrstvou směru větru a dále reklasifikována do kategorií na základě statistického vyhodnocení jednotlivých kombinací směru od polomů a směru větru v každém pixelu. Na základě reklasifikovaných Eukleidovských vzdáleností a směrů vypočtených od holin z roku 2006 bylo statisticky vyhodnoceno zastoupení v místech polomů po orkánu Kyrill a tyto výsledky zařazeny do výsledné syntézy ohrožení lesních porostů.

Z výsledků je patrný jasný vliv vzdálenosti od předchozích holin (nejmenší škody vznikají v blízkosti předchozích holin). V případě směru je však situace složitější – k největším škodám dochází ve směru působení větru, avšak pravděpodobně vlivem nárazu na porostní stěnu velké škody vznikají také ve směru blízkému směru opačnému a naopak nejmenší škody vznikají ve směru zcela opačném a ve směrech kolmých ku směru větru. Výsledky kombinace směru větru a směru šíření od holin dokumentuje obr. č.2 (čísla vyjadřují reklasifikované hodnoty pro jednotlivé kombinace).



Obr. č. 2. Reklasifikace kombinací směru větru a směru od polomů.

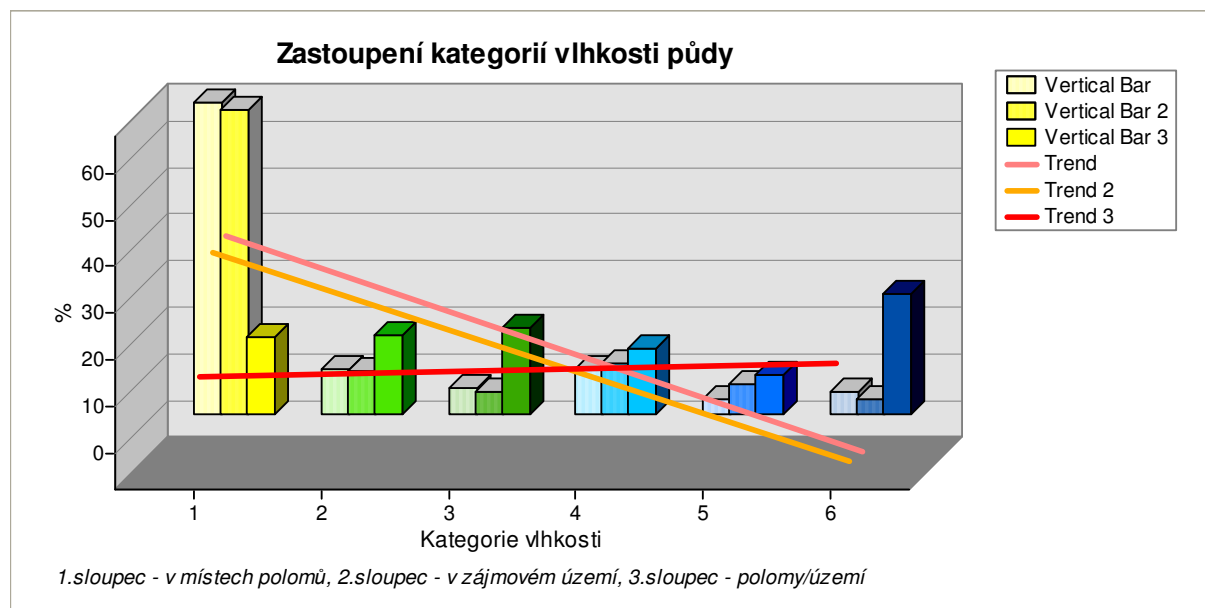
Přehled použitých datových vrstev je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1. Přehled datových vrstev a nástrojů použitých pro analýzu.

název vrstvy	zdrojová data	použitý nástroj ArcGIS 9.2
nadmořská výška	DMT	Topo To Raster
expozice svahů	DMT	Aspect
sklon svahů	DMT	Slope
zakřivení reliéfu	DMT	Curvature
vzdálenost od rozvodí	DMT	Flow Direction, Basin, Euclidean Distance
věk porostů	LHP	Feature To Raster
zakmenění	LHP	Feature To Raster
přirozenost lesních porostů	LHP	makro MS Excel
štíhlostní koeficient	LHP	výška/tloušťka u smrku, Field Calculator
směr větru	DMT, klim.	UFA AV ČR
rychlost větru	DMT, klim.	UFA AV ČR
směr od holin	DMT, klim.	Euclidean direction, Combine
vzdálenost od holin	DMT, klim.	Euclidean distance
vlhkost půdy	OPRL	Join, Dissolve
hloubka půdy	OPRL	Join, Dissolve

5 Statistické hodnocení polomů zájmového území

Průzkum vlivu jednotlivých faktorů na vznik polomů byl v prvním kroku proveden pomocí jednoduchého statistického vyhodnocení polomů v rámci jednotlivých datových vrstev. Vzhledem k velkému rozsahu hodnot bylo nutné každou vrstvu nejprve reklasifikovat do předem zvolených kategorií. V rámci každé datové vrstvy bylo nejprve provedeno celkové zastoupení kategorií v zájmovém území, poté zastoupení v místech polomů vzniklých orkánem Kyrill a na závěr poměrné zastoupení kategorií v místech polomů, vztahené vzhledem k zastoupení kategorie v celém území (viz. graf č. 1.).



Graf č. 1. Statistické vyhodnocení kategorií vlhkosti

5.1 Předběžná analýza lesních polomů

Z výsledků předběžné analýzy jednotlivých vrstev není možné jednoznačně určit převažující vliv některé z kategorií v rámci faktorů ani faktor s celkově zásadním vlivem na vznik polomů. Vliv větru na lesní porosty je nutno vnímat komplexně, neboť jeho působení a výsledný dopad jsou závislé na vzájemné kombinaci nejen všech námi hodnocených faktorů, ale i dalších, které není možno jednoduše v rámci našich obecných datových zdrojů pomocí GIS vyjádřit (např. vznik turbulencí, detekce porostních pláští, apod.).

Počáteční jednoduché celkové zhodnocení ohroženosti lesních porostů je možné získat pomocí mapové algebry. Klasifikací kategorií do 5 tříd podle jejich procentuálního zastoupení (1. malý vliv, 5. velký vliv) na vznik polomů a následným součtem všech reklasifikovaných rastrů získáme sumární vrstvu, jejíž opětovnou reklasifikací do 5 tříd vznikne výsledná mapa ohrožení lesních porostů. Zhodnocení přesnosti a pravděpodobnosti přístupů při analýze polomů bylo provedeno zpětným statistickým vyhodnocením zastoupení kategorií ohrožení v rámci vzniklých polomů. Při srovnání výsledků této analýzy se skutečnými polomy je možné vidět pouze velmi malou míru shody.

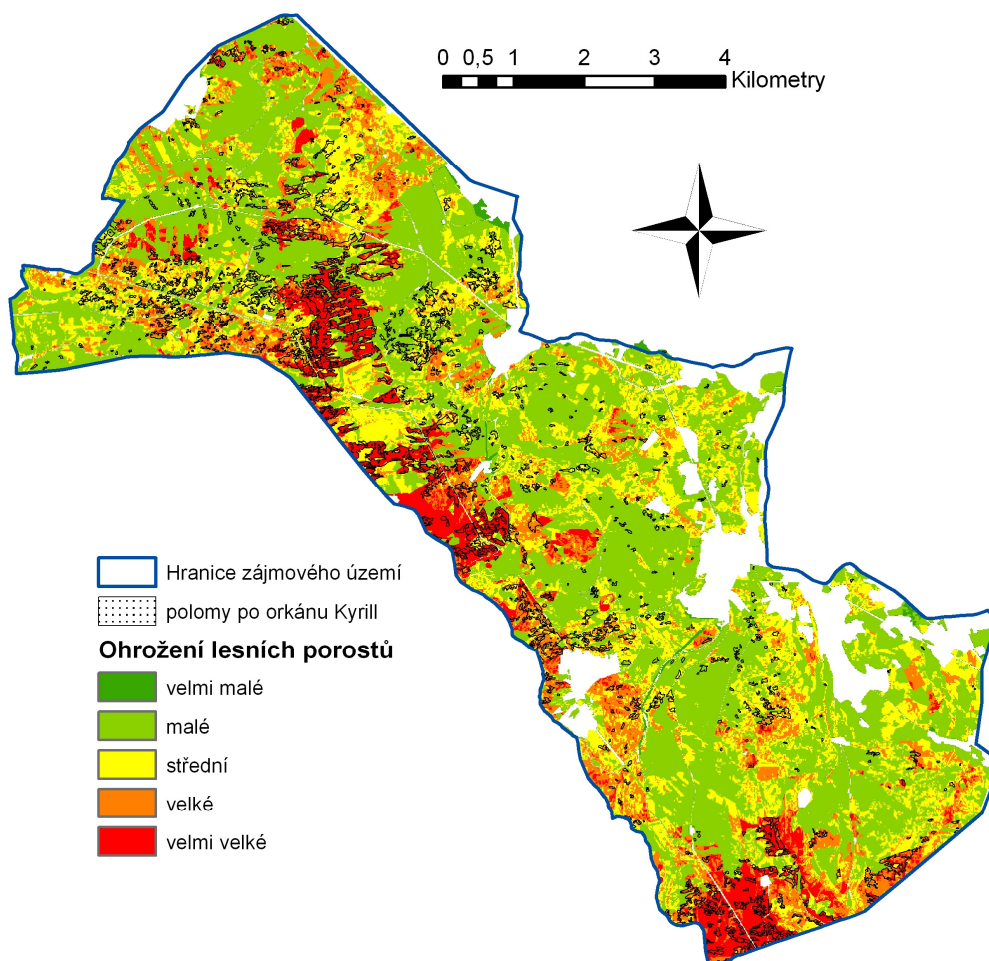
5.2 Analýza polomů pomocí vážených hodnot

Jak již bylo řečeno, vliv faktorů reliéfu, rychlosti i směru větru a charakteristik porostu na vznik polomu je různý a působí v daný okamžik výskytu extrému s rozdílnou intenzitou. V rámci GIS je tedy možné říci, že do analýzy vstupuje s různou váhou. Určení velikosti tohoto vlivu, potažmo velikost této váhy v GIS, je možné vyjádřit na základě popisné statistiky.

Celkovou váhu daného faktoru vyjadřuje rozkolísanost zastoupení jeho kategorií. U faktorů s vyšší rozkolísaností můžeme počítat s vyšším vlivem a naopak. Kolísání hodnot zastoupení dané veličiny vyjadřují nejlépe popisné charakteristiky směrodatné odchylky, případně koeficientu špičatosti. Rozdělením popisné charakteristiky (směrodatné odchylky, koeficientu špičatosti) jednotlivých faktorů do 3 tříd dle jejich celkové poměrné velikosti tak přímo získáme váhu faktoru na vznik polomu. Pokročilá analýza lesních polomů s využitím vah získaných na základě statistického vyhodnocení byla zpracována pomocí váženého součtu, případně váženého průměru, kdy vstupními rastry byly klasifikované kategorie zvolených faktorů zatížené zjištěnou vahou. Použitím tohoto přístupu bylo dosaženo výsledků s vyšší mírou shody s polomy skutečnými.

5.3 Pokročilá analýza polomů s využitím modulu Decision Wizard softwaru Idrisi

Pro detailní syntézu získaných statistických údajů o jednotlivých faktorech do podoby mapy ohrožení lesních porostů bylo použito nástroje Multi-Criteria/Multi-Objective Decision Wizard Softwaru Idrisi. Tento nástroj umožňuje standardizaci hodnot kategorií dané vrstvy pomocí fuzzy logiky do rozmezí hodnot 0 - 255 s možností volby typu standardizace (lineární, sigmoidní, křivka tvaru J) a také mezní hodnoty standardizace. Pro potřeby syntézy mapy ohrožení byla použita standardizace křivky tvaru J s nastavením počátku od nulové hodnoty. Vstupními rastry pro standardizaci byly rastry jednotlivých kategorií s hodnotou procentuálního zastoupení. K výpočtu ohrožení bylo následně použito modulu WEIGHT, který je přímo určen k výpočtu vah pro multikriteriální ocenění, a který nejenom vypočte výsledné váhy pro jednotlivé faktory, ale současně vypočte i poměr konzistence a naznačí, které párové váhy vybočují z celkového modelu. Na základě standardizovaných rastrů vážených dle hodnot získaných modelem WEIGHT vznikla výsledná mapa ohrožení v rozmezí hodnot 0 – 255, jenž byla následně reklasifikována do 5 kategorií z důvodu kategorizace ohrožení (viz. obr. č.3).

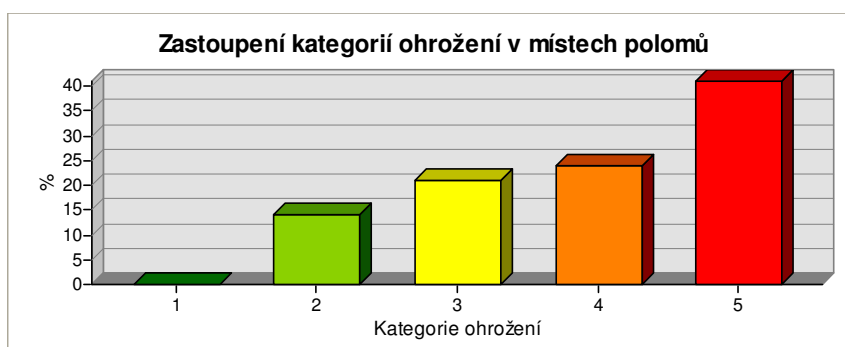


Obr. č. 3. Ohrožení lesních porostů větrem.

6 Výsledky

Přesnost výsledné mapy byla ověřena statistickým zhodnocením v místech polomů po orkánu Kyrill (viz. graf č.2). Jak je z výsledků patrné, více jak 40 % lesních porostů poškozených orkámem Kyrill spadá do nejhroženější kategorie a celkově více jak 85 % spadá do tří nejhroženějších kategorií. Relativně stále vysoké zastoupení kategorií 2 a 3 (malé a střední ohrožení) je dáno faktory, které není možné jednoduše v rámci GIS modelovat, například turbulencí větru. Správnost použitých postupů potvrzuje také evidence výskytu polomů z roku 2006, kde převážná část lesních porostů z nejhroženější kategorie již byla větrem poškozena. Z hlediska výsledků modulu WEIGHT, jímž byly zjištěny váhy jednotlivých faktorů, hraje největší roli při vzniku polomů hloubka půdy a přirozenost lesních porostů následované směrem a rychlostí větru, vzdáleností a směrem od holin a vlhkostí. Naopak zakřivení reliéfu či expozice hrají v celkovém hodnocení území relativně malou roli.

Nejvýraznější nedostatky modelu hodnocení ohrožení lesních porostů větrem je možné vidět ve standardizaci faktorů a výpočtu jejich vah. Proto bude v dalším výzkumu kladen důraz na další optimalizaci postupu hodnocení.



Graf č. 2. Zastoupení kategorií ohrožení lesních porostů větrem.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory programu INTERREG IIIB CADSES v rámci projektu STRIM pod číslem 5D008.

Reference

- Atlas podnebí Česka*. Praha/Olomouc, ČHMÚ/UP, 2007.
- JELÍNEK, J. *Větrná a kůrovcová kalamita na Šumavě z let 1868 až 1878*. Brandýs n.L., Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1985, 37 p.
- PELC, Z. (red.) *Geologická mapa ČR*. List 22–33 Kašperské Hory. M 1:50 000. Český geologický ústav, Praha, 1994.
- PRAUS, L. Mechanická stabilita stromů a metody jejího zjišťování. In *Plošné poškození lesů způsobené povětrnostními vlivy*. Kostelec nad Černými lesy: Česká lesnická společnost, 2006, s. 33--41. ISBN 80-02-01838-9.
- SVOBODA, J., MIKITA, T., KOLEJKA, J. Numerické modelování větru na Šumavě během orkánu Kyrill. In KLIMÁNEK, M. *Geoinformační podpora rozhodování v lesích postižených přírodními pohromami*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, s. 41--52. ISBN 978-80-7375-184-5.
- VEJNAR, Z. (red.) *Geologická mapa ČR*. List 21–44 Železná Ruda. M 1:50 000. Ústřední ústav geologický, Praha, 1991.
- Vyhledávková stránka č. 84/1996 Sb. O lesním hospodářském plánování, dostupná na adrese http://www.uhul.cz/legislativa/84_96/84_96.php
- VYSKOT, I. a kol. *Klasifikace lesů ČR podle významnosti celkového reálného potenciálu celospolečenských funkcí*. Praha: MŽP ČR, 1999. 18 s.
- WESSOLLY L., ERB M. 1998. *Handbuch der Baumstatik und Baumdiagnose*. Patzer Verlag Stuttgart.