

**Lesnícky deň PRO SILVA
Mestské lesy Košice a.s.**



**Obnova lesných porastov poškodených
kalamitami na území košických lesov**

pod odbornou záštitou
prof. Ing. Milana Sanigu, DrSc.

**Ružín, Košická Belá
8.10.2015**



Úvod

Podiel náhodných ťažieb na území Mestských lesov Košice od roku 1994 možno rozdeliť do dvoch výrazne odlišných období. V deväťdesiatych rokoch minulého storočia, v období po prevzatí lesného majetku do správy Mestských lesov Košice prevažovali náhodné ťažby imisného charakteru s následným poškodením podkôrnym hmyzom. Po roku 2000 dochádza k zmene charakteru poškodenia lesných porastov a častému striedaniu výskytu kalamít hlavne vplyvom vetra.. Zvýšený podiel kalamitných ťažieb bol zaznamenaný v rokoch 2001-20%, 2005-21%, 2008-24%, 2010-2011 38-41 %, 2014 - 65 %, 2015 - 42%.

1. Vývoj podielu náhodných ťažieb na území Slovenska a Košického kraja

Výsledný stav lesných ekosystémov závisí popri vlastnostiach stanovišťa a spôsobe využívania lesa aj na tretej skupine faktorov – na tzv. škodlivých činiteľoch, nazývaných aj nepriaznivé faktory. Tradične sa delia na:

Abiotické (napr. vietor, námraza, sucho, mráz)

- **Vietor** - Zo samostatne pôsobiacich činiteľov každoročne najväčšie škody na lesných porastoch spôsobuje **vietor**. Zvyčajne ide o prepadavý typ vetra a dýzový efekt zrýchleného vzdušného prúdu. Na rýchlosť vetra teda vplýva nielen pohyb vzdušných mäs s výrazne rozdielnym tlakom vzduchu, ale aj orografia terénu. Stromy sú vyvrátené s koreňmi alebo zlomené v rôznej časti kmeňa.
- **Sneh** - v zimnom období sú predovšetkým ihličnaté porasty do 50 rokov ohrozené ťažkým mokrým **snehom**. Poškodené stromy majú zlomené vrcholce v 2-3m. dĺžke; kalamita je zvyčajne rozptýlená, čo sťažuje vyhľadávanie takýchto stromov a ich následné spracovávanie.
- **Mráz** - skorým mrazom (ešte v jeseni) sú ohrozené predovšetkým tie stromy, u ktorých najmladšie pletivá výhonkov nevyzreli a teplota niekoľko stupňov pod nulou môže nenávratne poškodiť takéto bunky. Príčiny **neskorého mrazu** vznikajú v jarnom období v čase rašenia stromov. Poškodené sú kvetné a listové púčiky, podkôrne pletivá zostávajú zvyčajne bez poškodenia a stromy sú schopné ešte raz vyrašiť. Ohrozené sú najmä stromy v údoliach.
- **Námraza** vzniká namrznutím vodnej pary na konáriky stromov, pri niekoľko centimetrových vrstvách ľadu vzniká ľadovica, konáriky sú nadmieru zaťažené, ohýňajú sa a lámu.
- **Sucho** pri deficite zrážok a ochladenia, ktoré môže byť prirodzene rôzne v nížinách a v horskom prostredí, stromy trpia **suchom**. Jemné koreňky uschýňajú spolu s mykorrhízovými hubami a baktériami, príznaky sa prejavujú na korune vädnutím asimilačných orgánov, ich hnednutím a predčasným opadom. Niektoré skupiny hmyzu a húb, ktoré dané sucho prežívajú bez väčších problémov, stávajú sa za týchto podmienok vážnymi škodcami fyziologicky oslabených stromov. Pri opakovaní sa suchého obdobia v priebehu niekoľkých rokov môžu biotické škodlivé činitele posilňovať svoje populácie a boj s nimi je následne veľmi komplikovaný.
- **Kórna spála** - porasty sú zvyčajne komplexy zapojených stromov. Z okrajov tento zápoj vytvárajú nižšie stromy, kry alebo konáre okrajových stromov so živými asimilačnými orgánmi (ide o tzv. porastový plášť). Pri odstránení porastového plášťa sú priamemu slnečnému žiareniu vystavené kmene stromov, ktorých takéto vysušenie oslabuje a potom sú náchylnejšie na

ostatné biotické škodlivé činitele, alebo kôru stromov nenávratne poškodia vysoké teploty na povrchu kôry, kôra následne opadáva a prestáva plniť ochranné funkcie. Hovoríme o **kôrnej spále**, alebo **úpale kôry**.

- **Záplavy** - pri nadmernom množstve vody v pôde resp. aj na povrchu pôdy v čase **záplav** dochádza k deficitu kyslíka v pôde a korene odumierajú. Poškodenie sa prejavuje vädnutím asimilačných orgánov, ich hneďnutím a predčasným opadom. Korene sú častokrát nenávratne poškodené a stromy už nezregenerujú.

Biotické (napr. listožravý a podkôrný hmyz, baktérie, vírusy, niektoré stavovce)

- Podkôrný a drevokazný hmyz je najvýznamnejšou skupinou biotickým škodlivým činiteľom v lesoch Slovenska, za posledných päť rokov je dokonca najvýznamnejšou skupinou škodlivých činiteľov vôbec. Do začiatku 21. storočia spôsobovali najvyššie škody abiotické činitele, najmä vietor. Podkôrný a drevokazný hmyz poškodzuje predovšetkým smrečiny. V roku 2012 bolo spracovaných na Slovensku 1,9 mil. m³ dreva napadnutého podkôrnym a drevokazným hmyzom.
- Súčasný zdravotný stav smrečín je odrazom sledu udalostí a vývoja škodlivých činiteľov za posledných 10 – 15 rokov. Spolupôsobenie viacerých negatívnych faktorov spôsobilo kalamitné premnoženie podkôrneho hmyzu takmer vo všetkých smrekových oblastiach Slovenska. Trend zvyšovania objemu náhodných ťažieb v dôsledku vplyvu podkôrneho hmyzu je zrejmý najmä po roku 2002. Súvisí to s viacerými faktormi, medzi ktoré môžeme zaradiť faktory objektívne, ako aj faktory subjektívne. V porastoch zostáva každoročne obrovské množstvo nespracovanej hmoty, ktorá je „zásobárňou“ lykožrútov. Už v roku 2007 zostalo v porastoch prvýkrát nadmerné množstvo nespracovanej kalamitnej hmoty naletenej podkôrnym hmyzom (480 tis. m³). V nasledujúcich rokoch bol práve tento faktor najvýznamnejšie pôsobiaci na nárast napadnutia porastov podkôrnym hmyzom. O veľmi zlej situácii hovorí aj fakt, že za posledných 10 rokov (2003-2012) bolo spracovaných 2-násobné množstvo dreva naleteného lykožrútom smrekovým (16,4 mil. m³) ako za predchádzajúce 30 ročné obdobie (1978-2002). Táto posledná gradácia lykožrúta smrekového nemá obdobu v celej histórii lesníctva na Slovensku.

Antropogénne (napr. imisie, priame ničenie porastov alebo stromov človekom, nevhodné formy hospodárenia)

- keďže škodlivé činitele len zriedka pôsobia izolovane, stále častejšie hovorí o komplexných škodlivých činiteľoch (napr. chradnutí jedle, viacerých typoch odumierania smreka) hranice medzi týmito skupinami nie sú vždy ostré, napr. imisie sú abiotický antropogénny škodlivý činiteľ

2. Podľa spôsobu pôsobenia na stromy alebo porasty delíme škodlivé činitele na:

- **mechanicky pôsobiace** (s vyššie uvedených sú to vietor, námraza, časť stavovcov alebo priame ničenie stromov a porastov)
- **fyziológicky pôsobiace** (sucho, mráz, baktérie, vírusy, podkôrný hmyz, imisie) hranica medzi týmito skupinami nie je ostrá, – napr. hmyz spôsobuje v podstate najmä mechanické poškodenie (listov, lyka), problémom sú však fyziologické následky takéhoto poškodenia

Škodlivé činitele nie sú nijako striktne oddelené od predchádzajúcich dvoch skupín faktorov ovplyvňujúcich les (vlastnostiach stanovišťa a spôsobu využívania lesa). Väčšina abiotických škodlivých činiteľov je normálnou súčasťou prostredia lesných ekosystémov, „nenormálna“ je len ich intenzita, doba výskytu prípadne ďalšie okolnosti. Vedľajšie účinky rôznych spôsobov využívania lesa (nechcené dopady využívania funkcií lesa) možno zas zväčša zahrnúť medzi antropogénne škodlivé činitele. Väčšina biotických škodlivých činiteľov je takisto normálnou súčasťou lesných ekosystémov, ich „nenormálne“ správanie je spôsobené buď zmenou podmienok prostredia alebo nevhodným pôsobením človeka. Mnohé z tradične uznávaných škodlivých činiteľov v podstate ani lesným ekosystémom neškodia, poškodzujú len ekonomické záujmy človeka, prípadne mu sťažujú udržiavanie porastov v určitom, často neprirodzenom, stave. Inak sú tieto faktory (tzv. prírodné disturbancie) bežnou súčasťou prírody a často od nich závisí to či sa vyvinie tá či oná biocenóza a alebo či niektoré organizmy budú schopné v biocenóze existovať. To, že ich nazývame škodlivými, je len dôsledkom nášho antropocentrického pohľadu na prírodu. Na druhej strane sme do tejto kapitoly zaradili niekoľko škodlivých činiteľov, ktorými sa ochrana lesa nezaobera, pretože nemajú vplyv na produkčnú funkciu lesa, výrazne však ovplyvňujú (poškodzujú) niektoré ďalšie vlastnosti lesa, napr. biodiverzitu.

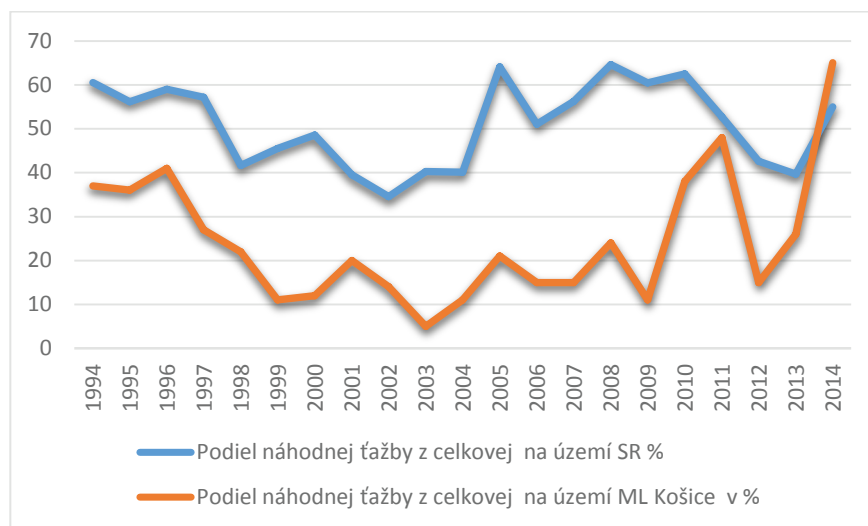
Kalamitou nazývame rozsiahle poškodenie porastov alebo celých lesných komplexov jedným alebo niekoľkými škodlivými činiteľmi. Vyskytujú sa prípady, keď prvotná kalamita spôsobená jedným činiteľom, napr. vetrom, postupne prerastie do následnej kalamity spôsobenej ďalšími činiteľmi, napr. podkôrnym hmyzom, čím sa pôvodný rozsah dokáže niekoľkonásobne zväčšiť. Lesný hospodár sa preto snaží spracovať a včas ošetriť postihnuté stromy, aby predišiel vzniku následných kalamít. Kalamita vždy znamená zvýšené nároky na technické a organizačné zvládnutie ťažieb, spôsobuje problémy s bezpečnosťou práce, zvyšuje riziko požiarov a vyvoláva nestabilitu na trhu s drevom. Rozoznávame kalamity sústredené, pri ktorých vznikajú súvislé plochy poškodených alebo mŕtvych stromov, a roztrúsené, pri ktorých sú jednotlivé poškodené stromy rozptýlené po veľkej ploche. Okrem toho kalamity delíme podľa škodlivého činiteľa, hovoríme napr. o kalamitách vetrových, snehových, o kalamitných premnoženiach škodcov a pod



Obr.1 – Pohľad na kalamitnú plochu Páleniska LC Košická Belá v čase vzniku 05/2014 a po spracovaní kalamity 04/2015

3. Podiel náhodnej ťažby na celkovej ťažbe v Mestských lesoch Košice

V deväťdesiatych rokoch minulého storočia, v období po prevzatí lesného majetku do správy Mestských lesov Košice prevažovali náhodné ťažby imisného charakteru s následným poškodením podkôrnym hmyzom. Postihnuté boli hlavne smrekové lesné porasty v hrebeňových častiach Slovenského rudohoria, v oblasti Lesných správ Kojšov, Opátka a Čermeľ a dubové porasty v okolí košickej magnezitky. Zvýšený podiel kalamít tohto charakteru do určitej miery súvisel s prechodným obdobím reštitúcií, keď pôvodný užívateľ majetku nebol motivovaný dôsledne likvidovať poškodené časti porastov. Postupné spracovanie kalamity v týchto lokalitách trvalo od roku 1994 až do roku 1997. Výška náhodných ťažieb sa v týchto rokoch pohybovala v rozmedzí 36-41% z celkovej ročnej ťažby. Pribežným každoročným spracovaním kalamity, a postupným odkrývaním plôch došlo k prirodzenej obnove na plochách a ich postupnému zabezpečeniu v kombinácii s umelou obnovou hlavne bukcom, jedľou a smrekovcom. Vzniknuté následné porasty majú charakter zmiešaných porastov. Poškodenie po roku 2000 sa presúva do prevažujúceho podielu listnatých porastov, hlavne s dominanciou buka. Opakované kalamity tohto charakteru sa vyskytli v priebehu rokov 2000- 2015 päťkrát. V porovnaní s údajmi o náhodných ťažbách na Slovensku, Mestské lesy Košice dosahujú síce výrazne nižšie pomery kalamitných ťažieb, ale zvyšujúca sa frekvencia a rozsah vetrových poškodení po roku 2000 ich postupne zaraďuje k priemerným slovenským podmienkam (obr.2).

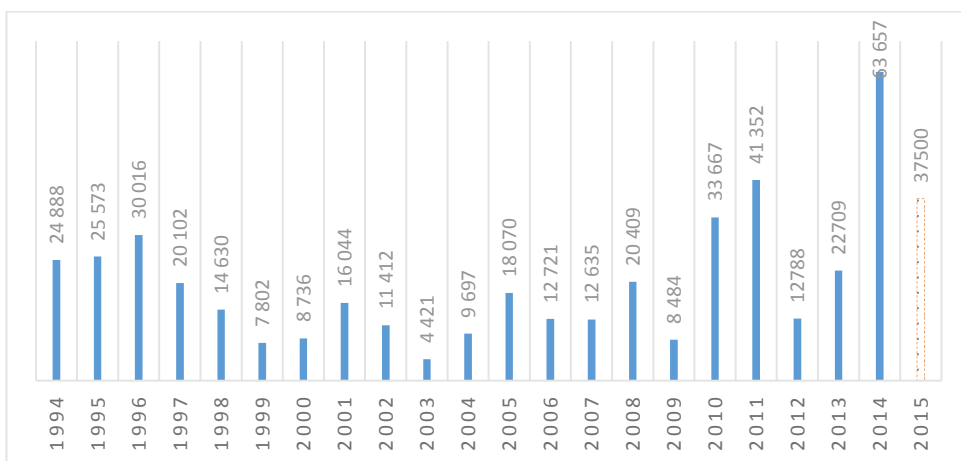


Obr.2 – Porovnanie podielu náhodných ťažieb na území SR a Mestských lesov Košice

4. Trendy podielu jednotlivých škodlivých činiteľov na náhodných ťažbách

Najvýznamnejším škodlivým činiteľom v období rokov 1994-2000 sa javí imisné poškodenie smrekových porastov v oblasti Kojšova, Opátka a Vyšného Klatova. V kombinácii s následným rozšírením podkôrneho hmyzu a podpřovky, boli takmer úplne zmenené porasty v smrekovom pásme. V súčasnosti sú tieto plochy zabezpečené vo forme nárastov a mladín.

Pre obdobie po roku 2000 je dominantným škodlivým činiteľom vietor. V určitých obdobiach a lokalitách pôsobí spolu so snehom a hmyzom. Prehľad objemu náhodných ťažieb za roky 1994-2015 je na obr.3.



Obr.3 – Prehľad objemu náhodných ťažieb v rokoch 1994 – 2015 v m³

Pre ilustráciu kalamitnej situácie na území Mestských lesov Košice uvádzame aj detailnejšie informácie o objeme náhodných ťažieb a hlavných škodlivých činiteľoch od roku 2008.

V roku 2008 vzrástol objem náhodných ťažieb z 15% v r. 2007 na 24 % a najvýraznejším škodlivým činiteľom bol vietor – 77%, druhým podkôrny hmyz – 15%. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 66% objemu náhodných ťažieb, smrek – 19%, u ktorého sa prejavujú poškodenia podkôrnym hmyzom, imisiami a snehom. Necelých 6% z objemu kalamitnej hmoty má jedľa a dub, u ktorých prevláda poškodenie vetrom, resp. grafióza u duba. Z ostatných drevín má ešte výraznejšie zastúpenie v náhodných ťažbách borovica a jaseň. Najväčší rozsah hynutia mladín bol zaznamenaný u dreviny jaseň, kde bolo potrebné pristúpiť k rekonštrukcii porastov na LS Opátka a Malá Lodina na výmere 0,73 ha.

V roku 2009 bol objem náhodných ťažieb 8 484 m³ t. z. 10% ťažieb. Najvýznamnejšími škodlivými činiteľmi boli vietor – 45% objemu náhodných ťažieb, podkôrny hmyz – 23%, sneh a námraza 18 %, tracheomykózne a hubové ochorenia 5%, ostatné škodlivé činitele 9 %. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 72% objemu, smrek – 13% objemu - poškodenia podkôrnym hmyzom, snehom, námrazami, imísiami a jaseň -5% - poškodený tracheomykózou. V náhodných ťažbách mali zastúpenie aj dreviny jedľa, dub, breza, duglaska a javor.

V roku 2010 bol zaznamenaný priemerný výskyt náhodných ťažieb - 33 668 m³ t. z. 38% z celkového objemu . Najvýznamnejším škodlivým činiteľom bol vietor, ktorý zapríčinil až 72% náhodných ťažieb. Podkôrny hmyz zapríčinil 17% , tracheomykózy a ostatné hubové ochorenia – 9%, ostatné činitele, vrátane krádeží 2% náhodných ťažieb. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 37% objemu, jedľa - 26%, smrek – 22%, dub 9%, jaseň – 5% , ostatné dreviny 1% .

V roku 2011 bol evidovaný doposiaľ najvyšší objem náhodných ťažieb - 41 352 m³ t. z. 48 % z celkového objemu ťažieb. V prvom polroku bola spracovávaná kalamita z leta 2010 na polesiach Opátka a Kojšov, v júli sa vyskytla ďalšia vetrová kalamita. Najviac boli postihnuté polesia Čermeľ, Jahodná a Ružín. Najvýznamnejším škodlivým činiteľom bol vietor, ktorý zapríčinil až 94 % náhodných ťažieb. Podkôrny hmyz zapríčinil 5% ,ostatné činitele 1 % náhodných ťažieb. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 61 % objemu, jedľa - 21 %, smrek – 11%, dub 4%, ostatné dreviny 3% .Následky sa nepodarilo odstrániť v plnom rozsahu do konca roka, časť hmoty ostala v porastoch nespracovaná. Pretože kalamitou boli postihnuté aj územia prírodných rezervácií a súhlas na jej spracovanie nám KÚ ŽP nedal, ostáva ponechaná hmota v porastoch a naša spoločnosť si v zmysle platnej legislatívy uplatňuje ujmu za obmedzenie hospodárenia.

V roku 2012 bol zaznamenaný priemerný výskyt náhodných ťažieb - 12 788 m³ t. z. 15% z celkového objemu ťažby . V prvom polroku pokračovalo spracovanie kalamity z roku 2011 na polesiach Čermeľ a Jahodná . Najvýznamnejším škodlivým činiteľom bol vietor, ktorý zapríčinil až 72% náhodných ťažieb. Podkôrny hmyz zapríčinil 17% , tracheomykózy a ostatné hubové ochorenia – 9%, ostatné činitele, vrátane krádeží 2% náhodných ťažieb. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 37% objemu, jedľa - 26%, smrek – 22%, dub 9%, jaseň – 5% , ostatné dreviny 1%.

V priebehu roka 2013 sa najvýraznejšie prejavili škody vetrom a snehom. Objem náhodnej ťažby oproti roku 2012 vzrástol 2-násobne. Príčinou bola snehová kalamita spojená so silným vetrom koncom zimy. U podkôrneho hmyzu na smreku sa početnosť znižuje, ale začína sa aktivovať podkôrny hmyz v borovicových a jaseňových porastoch. Z ostatných sledovaných škodlivých činiteľov je stále významné hynutie a chradnutie jaseňov všetkých vekových stupňov vplyvom patogénnych húb, výskyt kôrovník na smreku, jedli a smrekovci a poškodenie dubín tracheomykózami. V roku 2013 bolo

spracovaných 22 709 m³ náhodných ťažieb - 26 % z celkového objemu ťažieb . Vietor zapríčinil až 60 % náhodných ťažieb, sneh 27 %, podkôrny hmyz 6 % , tracheomykózy a ostatné hubové ochorenia – 3 %, imisie -3 % ostatné činitele 1% náhodných ťažieb. Najviac postihnutou drevinou, prevažne vetrovou kalamitou bol buk – 50 % objemu, jedľa - 20 %, smrek – 10 %, dub a hrab po 5 %,borovica- 4 %, jaseň – 3 % , ostatné dreviny 3%.

K dramatickému nárastu podielu náhodných ťažieb došlo na území Mestských lesov Košice v roku 2014. V tomto roku sa prejavila vetrová kalamita , ktorá vznikla v máji na Žofiu, preto v lesníckych kruhoch dostala toto pomenovanie. Prvotné odhady jej rozsahu porastoch boli 50 – 70 000 m³ drevnej hmoty, v skutočnosti je jej rozsah ešte väčší. Mnohé ešte stojace stromy mali narušenú koreňovú sústavu a postupne padali .O značnej sile víchrice svedčí aj zvýšený podiel poškodených starých porastov jedle a duba. Objem spracovanej náhodnej ťažby 63 657 m³ je najvyšší počas existencie Mestských lesov. Kalamitou vzniklo 79,86 ha nových holín. Odhadovaná výška zostávajúcej kalamitnej ťažby na spracovanie v roku 2015 je 37500 m³.Zastúpenie drevín vyťažených na kalamitných plochách z roku 2014 predstavuje buk 73 %, jedľa 7 %, smrek 6%, dub 3%.

5. Obdobia a lokality výskytu kalamít

Podľa už spomínaných údajov v deväťdesiatych rokoch bol výskyt kalamít lokalizovaný do vrcholových častí Slovenského rudohoria v oblasti Lesných správ Kojšov, Opátka a Čermel'. Postihnuté boli hlavne ihličnaté porasty smreka. Pôvodnou príčinou bolo silné poškodenie týchto lokalít imisným spádom fabriek Stredného Spiša v Rudňanoch a Krompachoch. V osemdesiatych rokoch tu bola vyhlásená oblasť ohrozenia lesných porastov imisnými vplyvmi. Následne bol v týchto lokalitách rozšírený podkôrny hmyz, čo spôsobilo postupné odumieranie ihličnatých porastov.

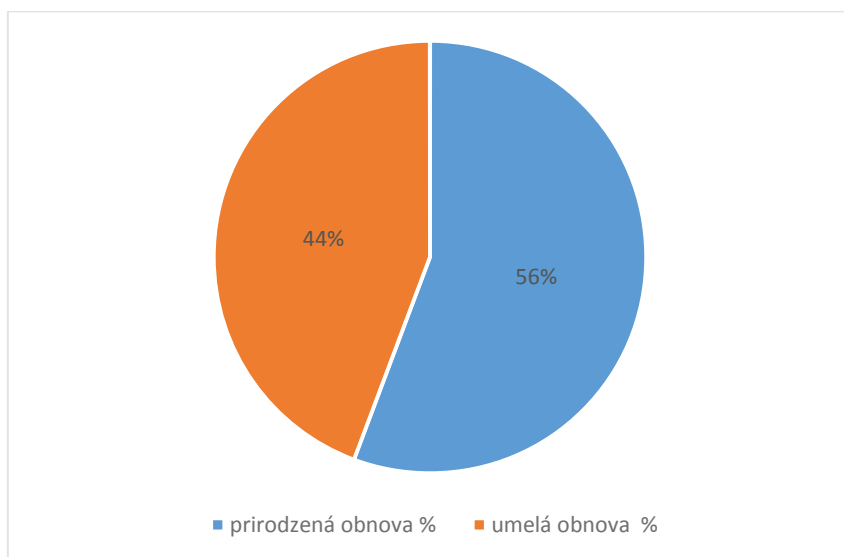
Kalamitná situácia po roku 2000 sa prejavuje zmenou dominantného škodlivého činiteľa , stal sa ním vietor. Škody tohto charakteru sa prejavujú už hlavne v listnatých a zmiešaných lesných porastoch . Najviac sa prejavili vplyvy vetra v oblasti Železnej- Páleniská, Zlámaného jarku a Spišiaka na Lesnej správe Opátka. Na Lesnej správe Lodina boli postihnuté lokality v oblasti Šivca , Malého a Veľkého Ružínka. Na Lesnej správe Čermel' bola vetrová kalamita sústredená do lokalít Vysoký vrch, záver Bieleho jarku, a Jahodnej. Rozsiahlé a opakované poškodenie bolo zaznamenané v NPR Šivec , Bokšov, Bujanovská dubina a PR Vysoký vrch .Postihnuté boli zvyčajne okrajové časti prírodných rezervácií ,v ktorých bezzásahový režim nastúpil po hospodárskom využívaní týchto častí rezervácií. V prevažujúcom zastúpení buka vo fáze výchovy tak vznikli nestabilné, preštiehnené porasty, ktoré boli následne rozvrátené vetrovými kalamitami. Najčastejším obdobím vzniku vetrových kalamít je obdobie po nástupe vegetácie , často spojené s dlhotrvajúcim

zrážkovým obdobím a následným prechodom atmosferických frontov s vetrom sily víchrice. Lokálne poškodenie vetrom sa vyskytlo tiež v období intenzívnej búrkovej činnosti v priebehu júna až augusta.

Špecifickým škodlivým činiteľom na území Košických lesov je požiar. Výskyt plôch poškodených požiarom je lokalizovaný do prímestskej časti Lesoparku. S intenzívnym využívaním lesa pre krátkodobú rekreáciu úzko súvisí zvýšené požiarne nebezpečenstvo z dôvodu zakladania ohňa a neopatrnosti nakladania s otvoreným ohňom návštevníkmi lesa. Rozsiahle požiare sa vyskytli v NPR Humenec (1994) a Bokšov (1993) boli spôsobené neopatrnosťou pri vypaľovaní trávy na spodnom okraji rezervácii prípadne prevádzkou na železničnej trati v prípade Bokšova.

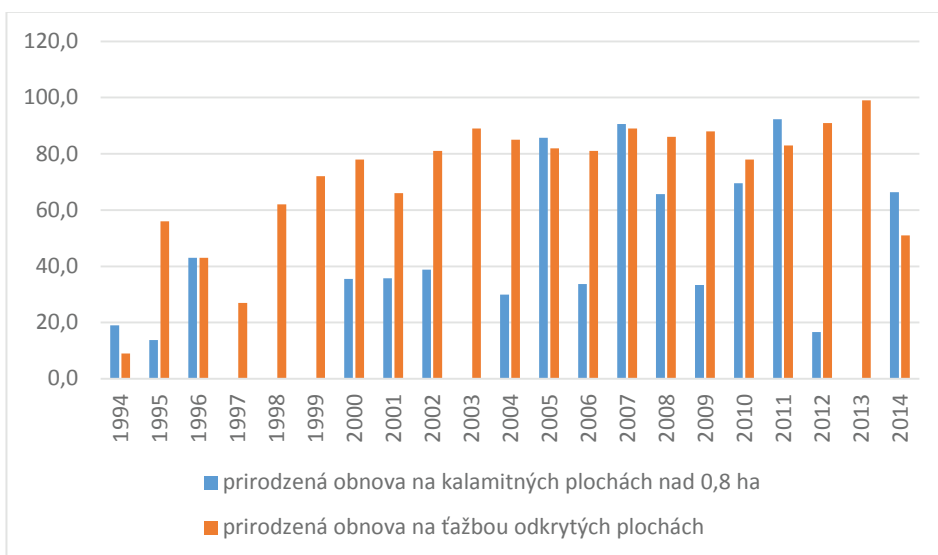
6. Podiel umelej a prirodzenej obnovy lesných porastov na kalamitných plochách v rokoch 1994-2015

Z pohľadu lesnej prevádzky a ekonomických dopadov je obnova kalamitných plôch dôležitým faktorom pre trvalosť lesnej produkcie i ekonomickú stabilitu lesného podniku. Pre porovnanie podielu prirodzenej a umelej obnovy na kalamitných plochách boli vybraté plochy, ktoré vznikli pôsobením škodlivých činiteľov v období rokov 1994-2014 na území jednotlivých lesných celkov. Hraničnou pre porovnanie bola stanovená plocha o výmery 0,8 ha. Na menších plochách, hlavne do výmery 0,5 ha, sa predpokladá, že ich obnova nastala prevažne prirodzeným spôsobom.

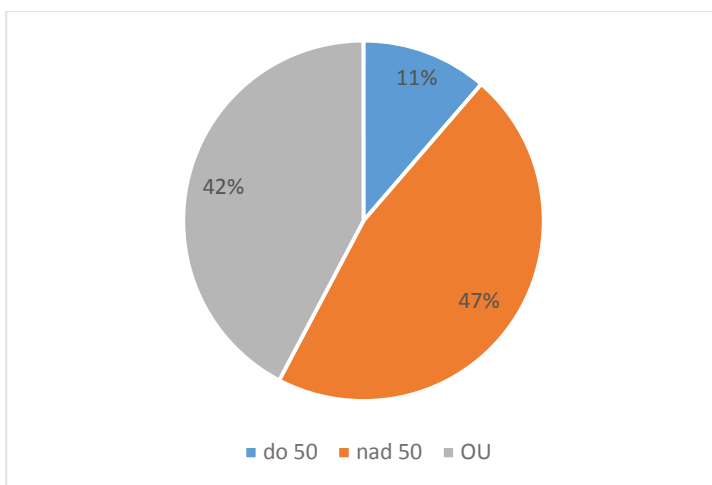


Obr.4 Podiel obnovy na kalamitných plochách nad 0,8 ha za roky 1994 - 2014

Celkový priemerný podiel prirodzenej obnovy v sledovanom období rokov 1994-2014 na sledovaných plochách je 56 % (obr.4). Z celkovej výmery 193 ha kalamitných plôch bolo prirodzeným zmladením obnovené 108 ha. Pri štandardných postupoch podrastového a účelového hospodárskeho spôsobu , ktoré dominujú v Mestských lesoch Košice, je dosahovaný v priemere 80-90 % podiel prirodzenej obnovy. Podiel prirodzenej obnovy na kalamitných plochách je teda nižší oproti štandardu hospodárenia rádovo o 25-30 % (obr. 5).Výnimku tvoria roky 2005,2007,2011 a 2014, v ktorých podiel prirodzenej obnovy na sledovaných plochách je vyšší ako celkovo dosahovaný podiel na všetkých ťažbou odkrytých plochách. V týchto rokoch je evidovaná nízka výmera sledovaných kalamitných plôch, 2005-3,5 ha, 2007- 7,36 ha, 2011- 9,98 ha, pričom podiel prirodzenej obnovy na nich presahuje ročný podiel na všetkých ťažbou odkrytých plochách. Rok 2014 nemožno považovať za reprezentatívny pretože OLH vykázali prirodzené zmladenie na všetkých spracovaných kalamitných plochách, pričom na ostatných kalamitných plochách využijú dvojročnú zákonnú lehotu na zalesnenie plôch. Výskyt kalamít rozdelený podľa plánovaných druhov ťažby (obr.6) dokumentuje najvyšší podiel výskytu kalamitných plôch v porastoch vo fáze výchovy nad 50 rokov(47%) a mierne nižší v porastoch, kde už začala obnova (42 %).

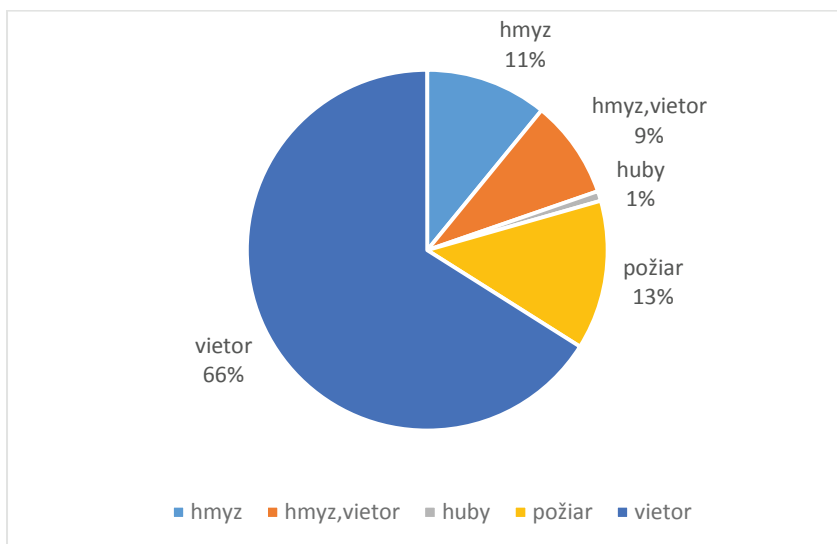


Obr.5 Podiel prirodzenej obnovy na kalamitných plochách nad 0,8 ha k podielu prirodzenej obnovy na ťažbou odkrytých plochách celkom v jednotlivých rokoch



Obr.6 - Podiel kalamít na plochách nad 0,8 ha za roky 1994 – 2014, podľa druhu ťažieb

Zo škodlivých činiteľov na sledovaných plochách dominuje vietor 66 %, hmyz v kombinácii s vetrom 9% a pomerne vysoké zastúpenie plôch poškodených požiarom 13% (obr.7). V ekonomickom vyjadrení zvýšený podiel umelej obnovy znamená vyššie náklady na obnovu kalamitných plôch v porovnaní so štandardným spôsobom hospodárenia.



Obr.7 - Podiel škodlivých činiteľov na kalamitných plochách nad 0,8 ha v rokoch 1994-2014

7. Modelové príklady obnovy kalamitných plôch na polesiach Košická Belá a Ružín

Pre modelové posúdenie priebehu obnovy kalamitou postihnutých plôch boli vybrané lokality prevažne v bukovom lesnom vegetačnom stupni. Na polesí Ružín sa jedná o kalamitnú plochu v NPR Šivec v lesnom dielci 384 20 a na polesí Košická Belá sa jedná o komplex lesných dielcov 309,310, 311,316. V oboch prípadoch sú to lesné porasty vo fáze výchovy vo veku 80-85 rokov.

Aktuálny vek obnovovaných plôch je 1- 13 rokov. Na vybraných plochách boli vytvorené kruhové pokusné plochy o výmere 1ár. Vyhodnotené boli počty životaschopných jedincov podľa drevín a výškových kategórií a podľa spôsobu vzniku na prirodzené zmladenie a umelú obnovu. Osobitosť lokalít vyplýva hlavne z rozdielneho hospodárskeho prístupu. V lokalite Ružín sa jedná čiastočne alebo úplne bezzásahový režim v NPR Šivec. Na Polesí Košická Belá patrí lokalita do kategórie hospodárskych lesov.

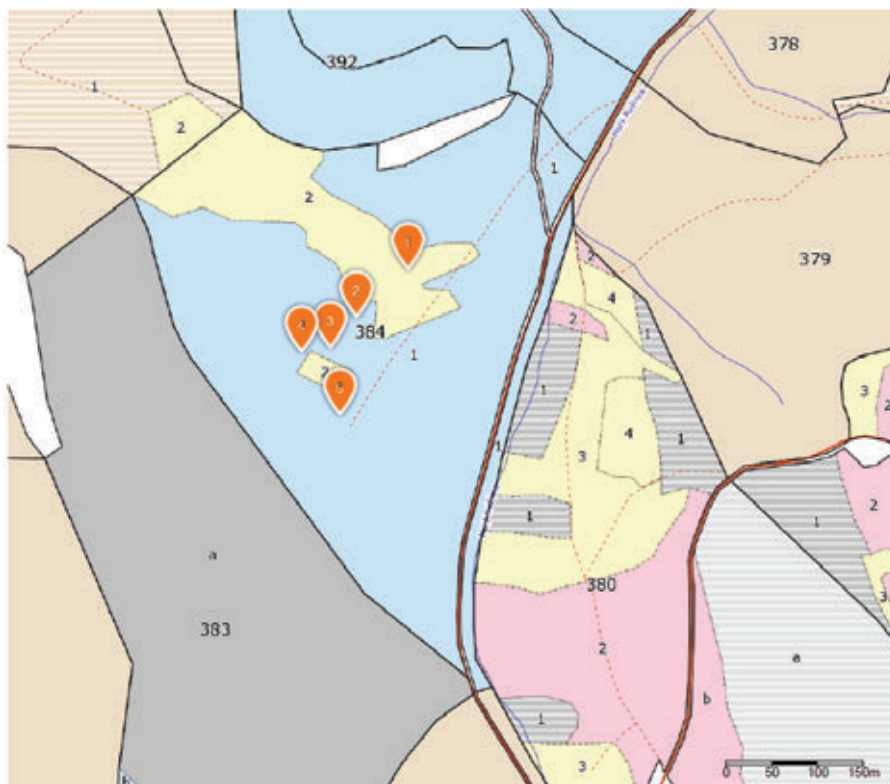


Obr. 8 – Detailne meranie výskytu jedincov obnovy na pokusnej ploche 5 KB, LC Košická Belá, Páleniská.

Pokusné plochy 1R-5R (prílohy) na Lesnom celku Ružín boli založené na kalamitnej ploche s vekom 13-9 rokov. Počet životaschopných jedincov z umelej a prirodzenej obnovy je v rozpätí 32900-7700 ks/ha . Umelá obnova buka je evidovaná len na ploche 1R , v súčasnosti však už nie je možné rozlíšiť pôvod jedincov na ploche. Táto plocha je najvyspelejšou v skúmanej lokalite , pričom dominujú jedince buka, miestami brezy ,od výšky 50 cm po priemernú hrúbku jedincov 3,1-4,0 cm. V spodnej vrstve sa vyskytuje jaseň ,ktorý je silne poškodzovaný zverou vo forme bonsajov. Ostatné plochy sú na časti , ktorá vznikla pred 9-timi rokmi, kde bolo kalamitné drevo čiastočne odstránené.

Evidované zásahy v podobe spracovania kalamity, čiastočného spracovania kalamity a umelej obnovy plôch bolo vykonané na základe povolenia výnimky z bezzásahového režimu podľa zákona o ochrane prírody a krajiny v danom čase.

Vo vzťahu k stabilite a pripravenosti lesných porastov na prirodzenú obnovu je dôležitý fakt, že tieto porasty sú od 60.-tych rokov minulého storočia nevychované, silne preštíhlené a tak veľmi nestabilné. Veľké kalamitné plochy sa vyskytujú okolo celej jadrovej zóny NPR Šivec v častiach , ktoré boli predtým hospodársky využívané.



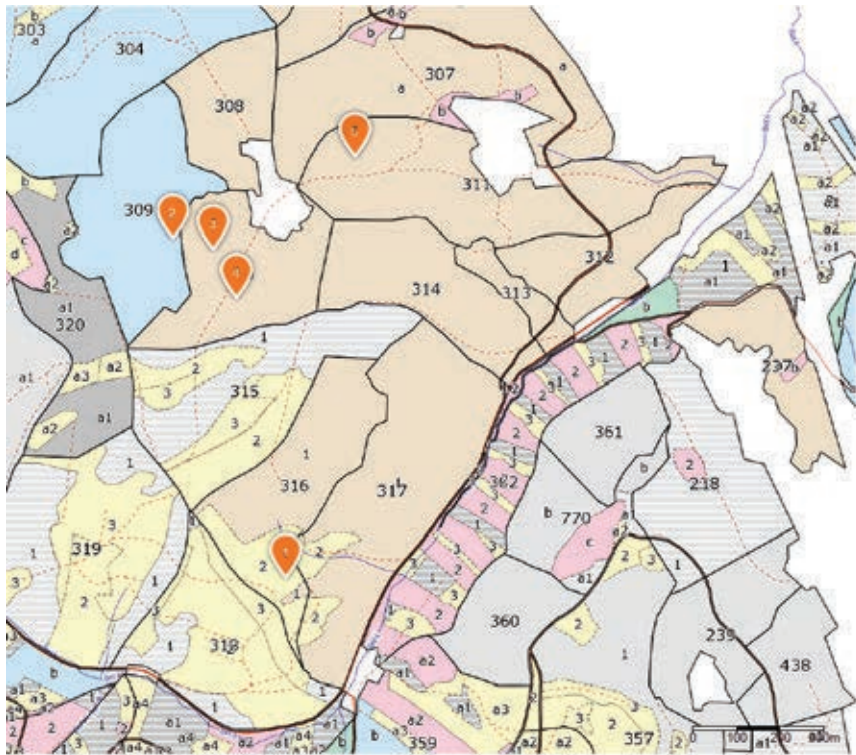
Obr. 9 Schéma umiestnenie pokusných plôch a pohľad na kalamitnú plochu na LC Ružín, NPR Šivec

Pôvod jedincov buka a jaseňa je z prirodzenej obnovy. Primiešané sú javor horský, hrab, breza a lipa. Rozmiestnenie jedincov prirodzenej obnovy je zväčša v skupinách a v hlúčikoch v počtoch 32700-7700 ks/ha. Na väčšine plochy je jaseň silne poškodený zverou. Najvyššia početnosť jedincov je vo výškovej kategórii 50- 130 cm. Výnimočnou sa javí pokusná plocha 4R a 5R kde sa na ploche nachádza nespracovaná drevná hmota. Sťažný prístup zveri umožnil na týchto plochách odrásť prirodzenej obnove jaseňa do hornej vrstvy a nejaví známky poškodenia. Lesný porast v HSLT svieže vápencové bučiny, na východnej expozícii, so sklonom 75%, ochranného charakteru, ma priaznivé predpoklady pre prirodzenú obnovu buka a primiešaných drevín. Problematickou sa javí prirodzená obnova jaseňa, ktorý je neúmerne atakovaný ohryzom a obhryzom jeleňou zverou. Jeho budúci vývoj je v ohrození aj ohľadom na častý výskyt hubových a tracheomykóznych ochorení. Vzhľadom na odľahlosť a ochranný charakter lokality je obnova jaseňa v tejto lokalite veľmi problematická.

Pokusné plochy 1KB-5KB na Lesnom celku Košická Belá (prílohy) sa nachádzajú v dvoch lokalitách. V dieľci 316 sa nachádza pokusná plocha č.KB1 s vekom porastu 13 rokov. Tohoto času je plocha po prečistke v mladine s prevažným zastúpením buka s hrúbkou 5,1-7,0 cm. V podraze sa nachádzajú jedince hraba, javora a jaseňa so silným vplyvom poškodenia zverou.



Obr.10 – Pokusná plocha 4R, LC Ružín NPR Šivec



Obr. 11 Schéma umiestnenie pokusných plôch LC Košická Belá, Spáleniska.

Aj keď bola plocha v čase vzniku doplňovaná zalesňovaním bukom , jedľou, smrekom a smrekovcom, tohto času ich nie je možné odlíšiť, prípadne sa živoriace ihličnaté jedince vyskytujú len v spodnej vrstve. Pokusné plochy č.KB2- KB5 sa nachádzajú v časti Spáleniská, v dielcoch 309,310,311 na kalamitnej ploche z roku 2014.Na plochách v priebehu rokov 2014 a 2015 bola odstránená kalamitná drewná hmota. Lesný hospodár na jar 2014 vykonal na niektorých častiach zalesňovanie. Inventarizáciou jedincov obnovy bolo zistené ,že na ploche č.KB2 sa nachádza prirodzená obnova jaseňa, javora a buka vo výškovej kategórii od 20-50 cm v počte 50400 ks ha. Umelá obnova na tejto ploche nebola realizovaná. Na plochách č.KB3- KB5 bola obnova vykonaná kombinovane s doplnením o umelú obnovu. Aj na týchto plochách prevažujú výškové kategórie od 20-50cm.Počet jedincov obnovy na týchto plochách činí 7700-14400 ks/ha . Doplnenie jedincov umelej obnovy na ploche č. KB 3 je v pomere 3100ks smrekovca zo 7700ks /ha , na ploche č.KB4 5400ks jedle zo 14400 ks/ ha a na ploche č. KB5 3700 ks buka zo 12100 ks/ha. Vo vzťahu k výchove , zabezpečeniu stability a pripravenosti porastov na obnovu možno konštatovať, že výchovné zásahy v decéniu 1999- 2008 boli vykonané vo forme prebierok veľmi nízkej intenzity s prebierkovým percentom 3- 6%.

V kombinácii s roztrúsenou kalamitou a možným zákonným navýšením o 15 % bolo dosiahnuté prebierkové percento 5- 7%.Plánované prebierkové percento v decéniu 2009- 2018 v predmetných porastoch 309, 310, 311 dosahuje hodnotu 7,5- 9 %.V porastoch 310 a 311 bolo na základe pestovnej potreby požiadané v roku 2012 o navýšenie intenzity výchovného zásahu na 12, resp. 16,5 %.Následne boli v roku 2013 realizované výchovné zásahy povolenej intenzity.

Predmetné lesné porasty v HSLT svieže bučiny, živné bučiny a sutinové lipové bučiny, ich sklonové pomery a juhovýchodná expozícia umožňujú odklad umelej obnovy. Následný efekt úspešnej prirodzenej obnovy možno očakávať aj s predpokladom dobrej úrody semien buka, javora a jedle v roku 2015.V tomto konkrétnom prípade možno doplnenie plochy sadbou už v prvom roku pokladať za predčasné a odborný hospodár by mal využiť odklad zalesňovania v zákonnej lehote 2 roky. Otázkou ostáva či pri veľkosti kalamitnej plochy viac ako 7 ha, je možné dosiahnuť prirodzenú obnovu z okolitých stojacich stromov. Vzhľadom na hospodársky charakter predmetných porastov je potrebné v priebehu zabezpečenia kalamitnej plochy uvažovať s ochranou prirodzeného zmladenia jaseňa a jedle použitím repelentov prípadne maloplošných oplôtkov.



Obr. 12 – Pohľad na kalamitnú plochu 3 KB, LC Košická Belá, Páleniská.

8. Skúsenosti a odporúčania pre obnovu lesných porastov poškodených kalamitami s prihliadnutím na zásady prírody blízkych spôsobov hospodárenia

Obnova lesa patrí k základným článkom lesníckej výroby a je kľúčovou úlohou pestovateľskej činnosti. Svoje zvýraznenie nachádza pri obnove porastov poškodených kalamitami, kde jednorazovo, prípadne v krátkom

časovom slede dôjde k odstráneniu materského porastu. Dôležitá je pritom včasnosť, optimalizácia drevinového zloženia vrátane vhodnej genetiky a kvalitne vykonaná obnova. Obnovu je možné vykonať prirodzeným spôsobom – prirodzeným zmladením porastov, alebo umelou obnovou - zalesnením sadbou alebo sejbou, prípadne ich kombináciou. Odborný prístup lesného hospodára, jeho praktické skúsenosti a dokonalé poznanie stanovištných podmienok sú hlavné predpoklady úspešného zvládnutia obnovy porastov. Spôsob vykonania obnovy má pritom podstatný vplyv na výšku nákladov potrebných na obnovu, ale aj následných nákladov potrebných až do fázy zabezpečenia mladého lesného porastu. Keďže obnova lesných porastov patrí k najnákladnejším výkonom pestovateľskej činnosti, jej optimalizácia a racionalizácia výrazne vplyva na znižovanie nákladov pestovnej činnosti.

Priemerné výsledky prirodzenej obnovy porastov v Mestských lesoch Košice dosahujú hodnotu cez 80% všetkých obnovovaných plôch, vrátane kalamitných plôch. Na osobitne posudzovaných kalamitných plochách o jednotlivjej výmere cez 0,8 ha sa tento podiel znižuje na 56%. S tým úzko súvisí aj zvýšenie nákladov na obnovu kalamitných plôch formou umelej obnovy. Pri priemerných nákladoch na zalesňovanie 1800 €/ha boli v roku 2014 potrebné zvýšené náklady na obnovu kalamitných plôch o 450 €/ha.



Obr. 13 – Detail obnovy na ploche 4 KB, LC Košická Belá, Spáleniská. Výskyt jedincov javora, buka je z prirodzenej obnovy, jedľa z umelej obnovy.

Osobitosť prístupu k obnove kalamitných plôch je daná aj vekom porastov v ktorých kalamita vznikla. V zásade je možné plochy rozdeliť na časti, ktoré vznikli v obnovovaných „rubne zrelých porastoch a v porastoch v rôznych fázach výchovy. Využívaním podrastového a účelového hospodárskeho spôsobu v obnovovaných porastoch je v prípade vzniku kalamitnej plochy táto viac pripravená na obnovu prirodzeným zmladením. V porastoch vo fáze

výchovy je dôležitý časový faktor od vykonania poslednej prebierky a jej intenzita. Pritom výskyt kalamitných plôch v tejto fáze výchovy na skúmaných plochách dosahuje až 48 %.

Doterajšia prax nízkej intenzity prebierok väčšinou nezabezpečuje naštartovanie vzniku prirodzeného zmladenia pod materským porastom. Svedčí o tom aj príklad v lokalite Páleniská na LC Košická Belá. V lesných porastoch 309, 310, 311 bolo plánované prebierkové percento v predchádzajúcom decéniu v rozsahu 3- 6 %, realizované prebierkové percento vrátane spracovania roztrúsenej kalamity je 5- 7 %.V súčasnom decéniu 2009- 2018 bolo plánované prebierkové percento v rozsahu 7,5 -9 %,realizované prebierkové percento po povolení zmeny predpisu je v rozsahu 12- 16,5 %. Následne rok po realizácii prebierky boli porasty rozvrátené počas víchrice Žofia. Výskyt prirodzenej obnovy na skúmaných plochách je v prevážnej miere vo výškovej kategórii do 20 cm a iba čiastočne do 50 cm. Na časti plôch nedosahujú počty jedincov dostatočné pokrytie plochy a preto bolo prirodzené zmladenie dopĺňované o sadenice umelej obnovy. Dôležitým faktorom pre úspešnosť obnovy sa preto javí aj čas od realizovaného výchovného zásahu.

Z praktických poznatkov na kalamitných plochách , napr. aj na ploche 1KB,možno vyvodit' záver , že je takmer nemožné dopestovať jedince umelej obnovy v prípade, ak netvorí minimálne hlúčik alebo skupinu. Doplnenie jedincov umelej obnovy v jednotlivom spone medzi prirodzeným zmladením vedie k ich postupnému zániku , prípadne ich živoreniu a utlačaniu jedincami prirodzenej obnovy. Obzvlášť je tento postup bez reálneho výsledku ak sú vysádzané drevisy atraktívne pre zver.

Pre úspešnú prirodzenú obnovu kalamitných plôch je vhodné ponechanie výstavkov- solitérov jednotlivých stromov na ploche. Táto zásada platí aj v prípade miernej nestability, či poškodenia stojacich stromov, hlavne ak sa jedná kvalitné jedince hlavných drevín porastu. Za predpokladu fruktifikácie spĺnia svoju úlohu pri obnove plochy aj v prípade, že postupne z porastu vypadnú.

Dôležitým momentom pre rozhodovanie o úspešnosti prirodzenej obnovy a potrebe skorého začatia umelej obnovy je poznanie stanovišťa z pohľadu výskytu vysokých bylín a tráv, napr. černičia, malinčia či smlzu, prípadne krov, v danej lokalite hlavne bazy a liesky. Omeškanie vhodnej doby na prirodzenú obnovu , či zalesňovanie , môže spôsobiť zaburinenie plochy a predĺženie doby či zvýšené náklady obnovy.

Zásadnou otázkou pri obnove kalamitných plôch je nakoľko je možné zvýšiť podiel prirodzenej obnovy. Podľa BRUCHÁNKA,(2010) možnosti zvyšovania podielu prirodzenej obnovy je treba hľadať v oblasti využitia biologických poznatkov, v legislatívnej oblasti, a v administratívnej oblasti.

V obnovovaných porastoch biologickou cestou môže lesný hospodár postupne pripraviť porasty na zvýšenie podielu prirodzenej obnovy uplatňovaním vhodných obnovno –clonných postupov .Aj v tomto prípade je dôležitá dĺžka obnovnej doby a optimálny čas jej začatia z pohľadu fruktifikácie hlavných drevín. Po vzniku kalamitnej plochy , za predpokladu úrody semien

lesných drevín, hlavne prípravou pôdy pre zlepšenie podmienok klíčenia a odrastania semenáčikov. Na živných stanovištiach je pre podporu prirodzeného zmladenia je potrebné už v prvých rokoch po jeho vzniku plánovať a realizovať pestovné opatrenia na ochranu prirodzeného zmladenia repelentami, prípadne oplôtkami (jedľa). Z poznatkov lesníckej praxe v Mestských lesoch Košice sa osvedčila prax úpravy ťažbou a približovaním poškodeného prirodzeného zmladenia formou odstránenia poškodenej časti nad posledným živým púčikom listnatých drevín.

Zákomom stanovená dvojročná doba na obnovu lesa je krátka pre vývoj prirodzenej obnovy. Lesný hospodár preto v primeranej miere požaduje výnimku zákonom stanovenú na ďalšie dva roky. Prirodzené zmladenie často potrebuje pre odrastanie do evidenčne požadovanej veľkosti viac ako zákonom stanovenú dvojročnú lehotu. Lesný hospodár neodhadne vývoj zmladenia, nechce mať problém so splnením zákonnej povinnosti a obáva sa zaburinenia plochy a preto navrhuje umelú obnovu už v prvom roku vzniku holiny. Praktické skúsenosti však ukazujú že popri umelej kultúre zdarne odrastá aj prirodzené zmladenie a často sa stáva, že sa na kalamitnej ploche sa presadia jedince z prirodzenej obnovy. Jedince umelej obnovy sú častejšie poškodzované zverou a inými škodlivými činiteľmi. Podľa pozorovaní uvádzaných v literatúre v prípade holín na kalamitných plochách sa obnova presadí väčšinou v štvrtom a piatom roku po vzniku holiny. Využitie možnosti o predĺženie lehoty na obnovu porastov , so súhlasom štátnej správy, je však v podmienkach Mestských lesov Košice málo využívané.

Administratívnym spôsobom je možné zmeniť pomer medzi umelou a prirodzenou obnovou a hlavne predísť zbytočnému zalesňovaniu tam , kde to vykoná príroda. Pre plochy vzniknuté po kalamitách tu patrí hlavne, správna evidencia prirodzeného zmladenia pod porastom po presvetlení, prípadne roztrúsenej kalamite. Nesprávne plánované zalesňovanie bez dôsledného zistenia stavu prirodzenej obnovy na ploche, nadhodnotenie podielu poškodeného prirodzeného zmladenia a plánovanie výsadby v prehustenom spone zvyšujú potrebu umelej obnovy.

Ak aj napriek týmto opatreniam nie je možné dosiahnuť úplnú prirodzenú obnovu na celej ploche , je potrebné na častiach s umelou obnovou dodržať hlavne tieto racionalizačné opatrenia:

- Optimalizácia hektárového počtu sadeníc
- Úprava spotreby sadeníc na kalamitnej ploche o nezalesniteľné miesta - uhádzané poťažbové zvyšky, vývraty a pne, cesty ,zväžnice, rozčleňovacie linky
- Neceloplošné zalesňovanie v hlúčikoch , pruhoch a skupinách
- Voliť vhodný spôsob zalesňovania -štrbinová, jamková sadba
- Správna voľba zalesňovacieho materiálu -využitie sejby, obalovaných sadeníc, semenáčikov z náletu
- Použitie kvalitného sadbového materiálu a správna manipulácia so sadbovým materiálom
- Vhodný agrotechnický termín

Literatúra

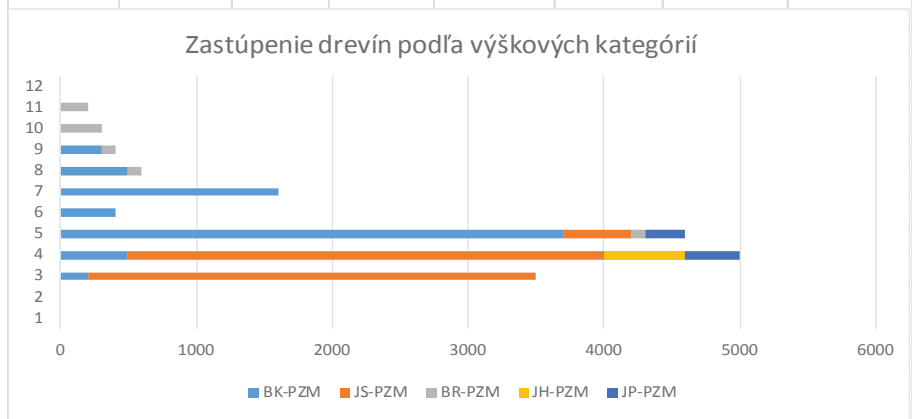
- BRUCHÁNIK,R.,2010,Nízkonákladové pestovanie lesa. NLC Zvolen,141 s.
- KAMENSKÝ,M.,ŠTEFANČIK,I.,2010a:Neceloplošné výsadby -prírode blízka metóda rekonštrukcií drevinovo nevhodných porastov. NLC Zvolen,104-110
- KOLEKTÍV,1994-2014, Rozbor hospodárenia Mestské lesy Košice. Mestské lesy Košice a.s.,
- KOLEKTÍV,2008-2013,Správa o lesnom hospodárstve v SR 2008-2013.Ministerstvo pôdohospodárstva SR, Bratislava,
- KORPEL,Š.,SANIGA,M.,1995:Prírode blízke pestovanie lesa. LF TU Zvolen,158 s.
- KUNCA,A.,A KOL.,2009:Aktuálne problémy v ochrane lesa, Zborník referátov, NLC Zvolen , 126 s.
- SANIGA,M.,BRUCHÁNIK,R.,2009:Prírode blízke obhospodarovanie lesa. NLC Zvolen,103 s.

Adresa autorov:

Ing. Tibor Róth, Ing. Julian Tomašík, PhD., Ing. Bc .Martin Matúš, Mestské lesy Košice a.s. ,Južná trieda 11, 040 01 Košice

email: troth@meleskosice.sk, juliantomastik@meleskosice.sk,
mmatus@meleskosice.sk

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
1R	Ružin	384/20	7,75	80	13	48° 50.922'	21° 06.343'
výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK-PZM	JS-PZM	BR-PZM	JH-PZM	JP-PZM		spolu
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	200	3300	0	0	0	0	3500
4	500	3500	0	600	400	0	5000
5	3700	500	100	0	300	0	4600
6	400	0	0	0	0	0	400
7	1600	0	0	0	0	0	1600
8	500	0	100	0	0	0	600
9	300	0	100	0	0	0	400
10	0	0	300	0	0	0	300
11	0	0	200	0	0	0	200
12	0	0	0	0	0	0	0
spolu	7200	7300	800	600	700	0	16600



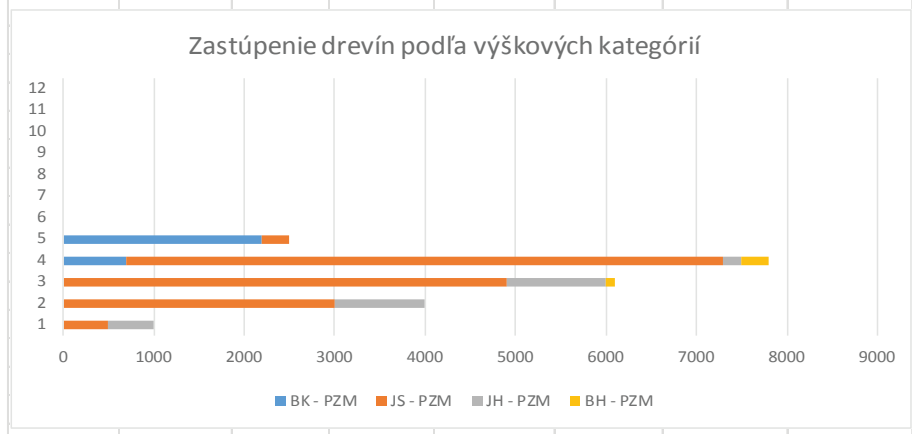
Poznámky:

- mladina, plocha po kalamite z roku 2002, kalamitná hmota spracovaná na výmere 3,6 ha, 1853 m³
- zalesňovanie bukom na ploche 1,5 ha v roku 2003, jedince umelej obnovy sa nedali identifikovať
- v hornej vrstve prevažné zastúpenie buka, ojedinele breza, prechod k dokonalému zápoju, vidieť znaky autoredukcie
- v spodnej vrstve jaseň - silne poškodený zverou
- podrast Swida sanguinea, Acer campestre, Rubus fruticosus

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
2R	Ružín	384/20	7,75	85	9	48° 50.840'	21° 06.322'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK - PZM	JS - PZM	JH - PZM	BH - PZM			
1	0	500	500	0			1000
2	0	3000	1000	0			4000
3	0	4900	1100	100			6100
4	700	6600	200	300			7800
5	2200	300	0	0			2500
6	0	0	0	0			0
7	0	0	0	0			0
8	0	0	0	0			0
9	0	0	0	0			0
10	0	0	0	0			0
11	0	0	0	0			0
12	0	0	0	0			0
spolu	2900	15300	2800	400	0	0	21400



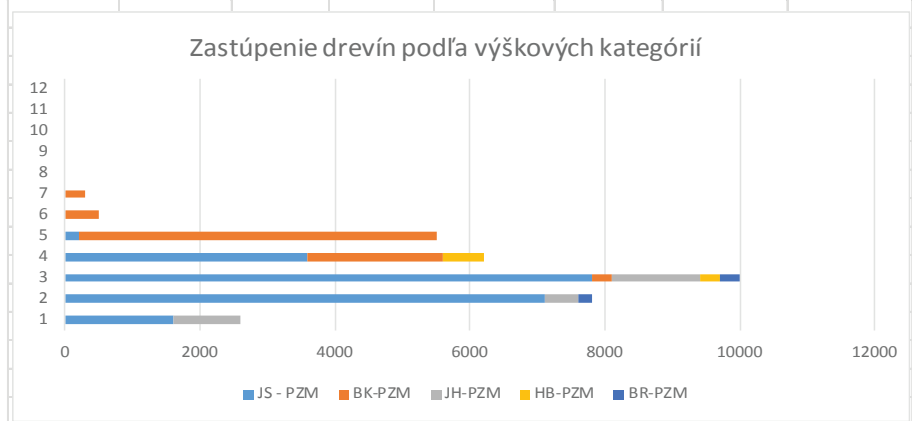
Poznámky:

- nárast, plocha po kalamite z roku 2006, kalamitná hmota bola spracovaná na ploche 1,96 ha, 677 m³, ponechané 70 m³
- bez zalesňovania PZM, viac ako 2/3 nárastu tvorí jaseň, ktorý je silne poškodzovaný zverou, výškovo ho predbieha buk
- silné zaburinenie: urtica dioica, Rubus fruticosus, Rubus idaeus,

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
3R	Ružín	384/20	7,75	85	9	48° 50.821'	21° 06.321'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	JS - PZM	BK-PZM	JH-PZM	HB-PZM	BR-PZM	spolu	
1	1600	0	1000	0	0	0	2600
2	7100	0	500	0	200	0	7800
3	7800	300	1300	300	300	0	10000
4	3600	2000	0	600	0	0	6200
5	200	5300	0	0	0	0	5500
6	0	500	0	0	0	0	500
7	0	300	0	0	0	0	300
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
spolu	20300	8400	2800	900	500	0	32900



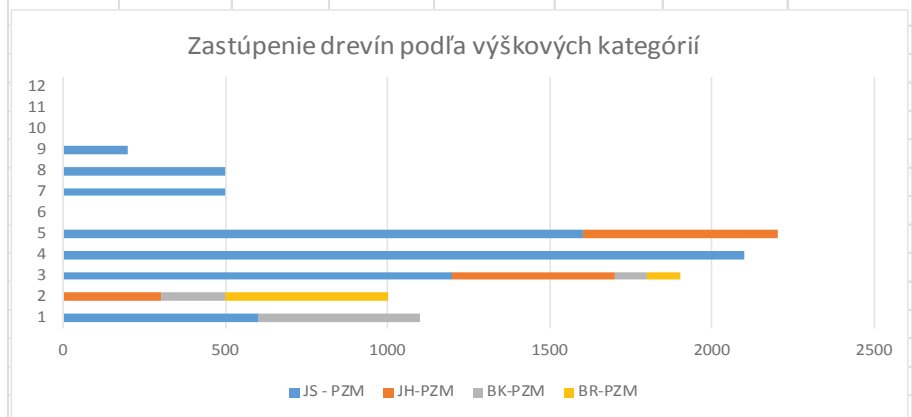
Poznámky:

- nárast, plocha po kalamite z roku 2006, kalamitná hmota bola spracovaná na ploche 1,96 ha, 677 m³, ponechané 70 m³
- bez zalesňovania PZM, viac ako 1/2 nárastu tvorí jaseň, ktorý je silne poškodzovaný zverou, výškovo ho predbieha buk
- silné zaburinenie: urtica dioica, Rubus fruticosus, Rubus idaeus,

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
4R	Ružín	384/20	7,75	85	9	48° 50.805'	21° 06.305'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	JS - PZM	JH-PZM	BK-PZM	BR-PZM			
1	600	0	500	500			1100
2	0	300	200	500			1000
3	1200	500	100	100			1900
4	2100	0	0	0			2100
5	1600	600	0	0			2200
6	0	0	0	0			0
7	500	0	0	0			500
8	500	0	0	0			500
9	200	0	0	0			200
10	0	0	0	0			0
11	0	0	0	0			0
12	0	0	0	0			0
spolu	6700	1400	800	600	0	0	9500



Poznámky:

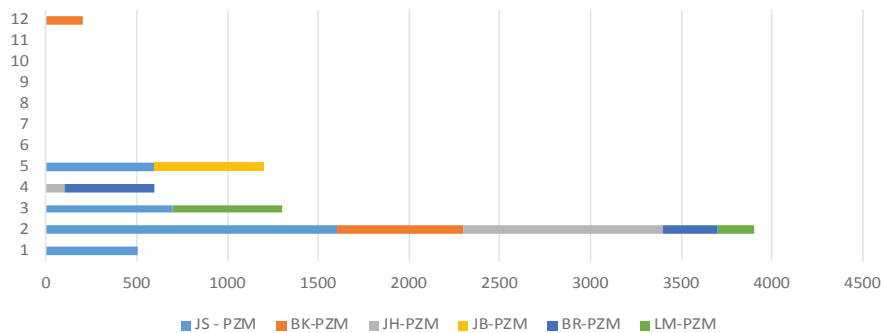
- nárast (mladina), plocha po kalamite z roku 2006, kalamitná hmota bola spracovaná na ploche 1,96 ha, 677 m3, ponechané 70 m3
- bez zalesňovania PZM, **stanovisko sa nachádza ploche kde bola ponechaná nespracovaná kalamitná hmota, sťažený prístup zveri, jaseň v hornej vrstve, (nepoškodzovaný zverou)**
- silné zaburinenie: urtica dioica, Rubus fruticosus, Rubus idaeus,

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 -3 cm	7	hrúbka od 3,1 4 cm	8	hrúbka od 4,1-5 cm
9	hrúbka od 5,1-6 cm	10	hrúbka od 6,1 -7 cm	11	hrúbka od 7,1 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
5R	Ružín	384/20	7,75	85	9	48° 50.780'	21° 06.348'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	JS - PZM	BK-PZM	JH-PZM	JB-PZM	BR-PZM	LM-PZM	spolu
1	500	0	0	0	0	0	500
2	1600	700	1100	0	300	200	3900
3	700	0	0	0	0	600	1300
4	0	0	100	0	500	0	600
5	600	0	0	600	0	0	1200
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	200	0	0	0	0	200
spolu	3400	900	1200	600	800	800	7700

Zastúpenie drevín podľa výškových kategórií



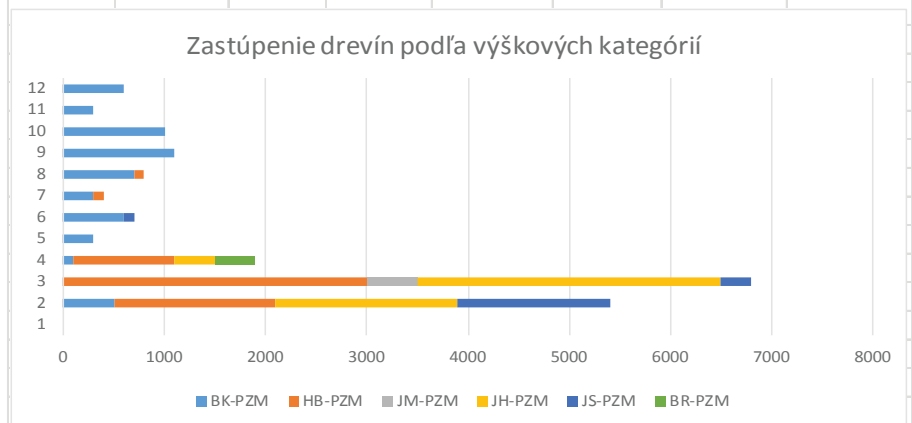
Poznámky:

- nárast (mladina), plocha po kalamite z roku 2006, kalamitná hmota bola spracovaná na ploche 1,96 ha, 677 m³, ponechané 70 m³
- bez zalesňovania PZM, stanovisko sa nachádza na ploche kde bolo ponechané veľké množstvo nespracovanej drevnej hmoty, na stanovisku sa nachádzajú 2 ks buka materského porastu
- silné zaburinenie: urtica dioica, Rubus fruticosus, Rubus idaeus, Sambucus nigra,

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 -3 cm	7	hrúbka od 3,1 -4 cm	8	hrúbka od 4,1-5 cm
9	hrúbka od 5,1-6 cm	10	hrúbka od 6,1 -7 cm	11	hrúbka od 7,1-8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
1KB	K. Belá	316	2,98	85	13	48° 46.444'	21° 06.644'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK-PZM	HB-PZM	JM-PZM	JH-PZM	JS-PZM	BR-PZM	spolu
1	0	0	0	0	0	0	0
2	500	1600	0	1800	1500	0	5400
3	0	3000	500	3000	300	0	6800
4	100	1000	0	400	0	400	1900
5	300	0	0	0	0	0	300
6	600	0	0	0	100	0	700
7	300	100	0	0	0	0	400
8	700	100	0	0	0	0	800
9	1100	0	0	0	0	0	1100
10	1000	0	0	0	0	0	1000
11	300	0	0	0	0	0	300
12	600	0	0	0	0	0	600
spolu	5500	5800	500	5200	1900	400	19300



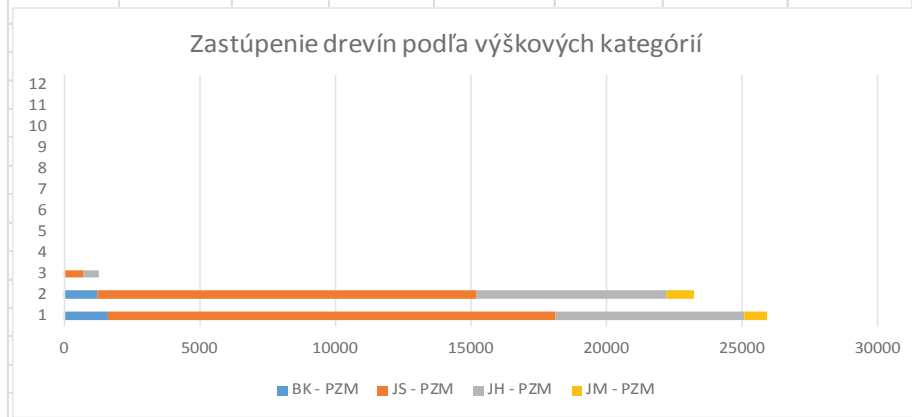
Poznámky:

- mladina, porast po prečistke v roku 2013 na ploche 1,48ha
- v hornej vrstve nad 1,30 m na 99% zastúpený buk
- podrast hrab, javor horský, jaseň (silne poškodzovaný zverou)
- dátum meranie 2.6.2015

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
2KB	K. Belá	309	11,69	80	1	48° 46.830'	21° 06.432'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK - PZM	JS - PZM	JH - PZM	JM - PZM			
1	1600	16500	7000	800			25900
2	1200	14000	7000	1000			23200
3	0	700	600	0			1300
4	0	0	0	0			0
5	0	0	0	0			0
6	0	0	0	0			0
7	0	0	0	0			0
8	0	0	0	0			0
9	0	0	0	0			0
10	0	0	0	0			0
11	0	0	0	0			0
12	0	0	0	0			0
spolu	2800	31200	14600	1800	0	0	50400



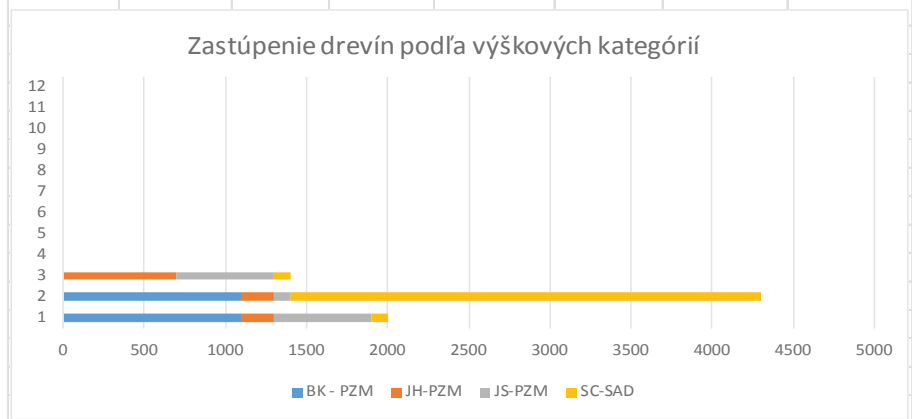
Poznámky:

- nálet, plocha bez zalesňovania
- jaseň poškodzovaný zverou
- bilinná zložka - zaburinenie *Urtica dioica*, *Mercurialis perennis*, *Dentaria bulbifera*
- dátum meranie 2.6.2015

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
3KB	K. Belá	310	9,59	85	1	48° 46.768'	21° 06.478'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK - PZM	JH-PZM	JS-PZM	SC-SAD			
1	1100	200	600	100			2000
2	1100	200	100	2900			4300
3	0	700	600	100			1400
4	0	0	0	0			0
5	0	0	0	0			0
6	0	0	0	0			0
7	0	0	0	0			0
8	0	0	0	0			0
9	0	0	0	0			0
10	0	0	0	0			0
11	0	0	0	0			0
12	0	0	0	0			0
spolu	2200	1100	1300	3100	0	0	7700



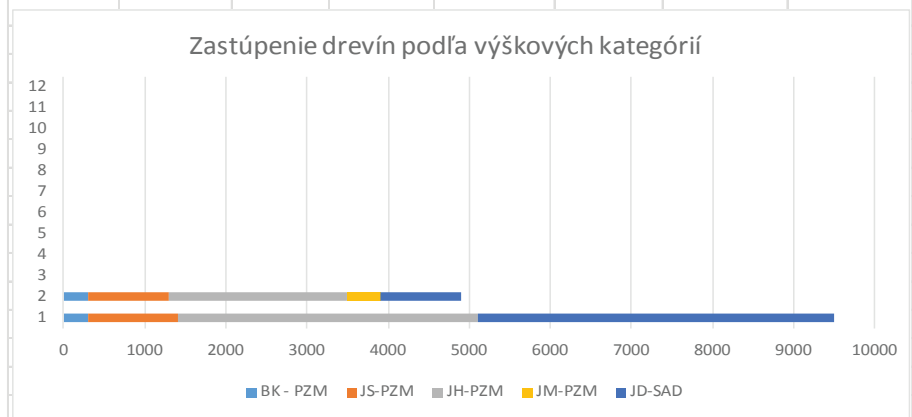
Poznámky:

- nálet, plocha zalesňovaná smrekovcom (marec 2015)
- slnné stanovište, v strede kalamitnej plochy
- zaburinenie slabé, bilinná zložka - Mercurialis pennis, Dentaria bulbifera
- dátum meranie 2.6.2015

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
4KB	K. Belá	310	9,59	85	1	48° 46.772'	21° 06.539'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK - PZM	JS-PZM	JH-PZM	JM-PZM	JD-SAD	spolu	
1	300	1100	3700	0	4400	9500	
2	300	1000	2200	400	1000	4900	
3	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	
spolu	600	2100	5900	400	5400	0	14400



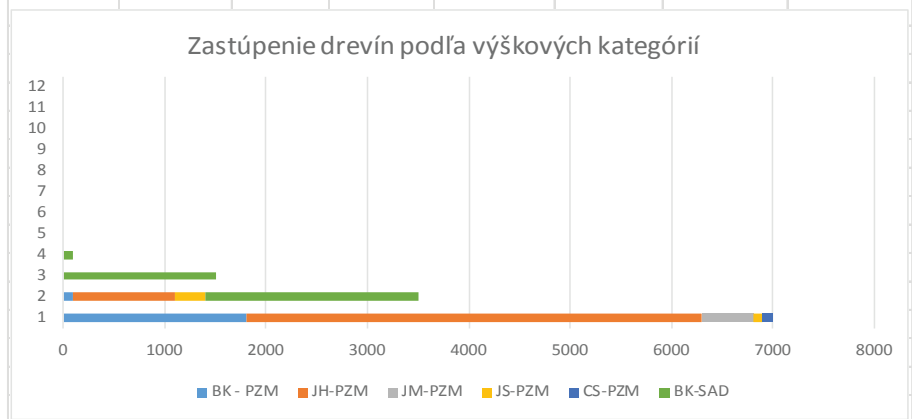
Poznámky:

- nálet, plocha zalesňovaná jedľov (marec 2015)
- okrajová časť kalamitiska, materský porast BK, JD
- zaburinenie slabé, bilinná zložka - Mercurialis perennis, Dentaria bulbifera
- dátum meranie 2.6.2015

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 - 3 cm	7	hrúbka od 3,1 - 4 cm	8	hrúbka od 4,1 - 5 cm
9	hrúbka od 5,1 - 6 cm	10	hrúbka od 6,1 - 7 cm	11	hrúbka od 7,1 - 8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Popis pokusnej plochy							
Číslo pokusnej plochy	Lesný celok	Dielec číslo	výmera	Vek porastu v čase kalamity	Aktuálny vek porastu	GPS súradnice v. plochy	
						Zem. Šírka	Zem. Dĺžka
5KB	K. Belá	311	15,16	85	1	48° 46.960'	21° 06.684'

výšková kategória	Drevina						Počet jedincov na 1 ha
	PZM - prirodzené zmladenie, SAD - sadba, umelá obnova						
	BK - PZM	JH-PZM	JM-PZM	JS-PZM	CS-PZM	BK-SAD	spolu
1	1800	4500	500	100	100	0	7000
2	100	1000	0	300	0	2100	3500
3	0	0	0	0	0	1500	1500
4	0	0	0	0	0	100	100
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
spolu	1900	5500	500	400	100	3700	12100



Poznámky:

- nálet, plocha zalesňovaná bukom (marec 2015)
- zaburinenie, bilinná zložka - Mercurialis pennis, Dentaria bulbifera
- dátum meranie 2.6.2015

výškové kategórie							
1	do 20 cm	2	21-50 cm	3	51-80 cm	4	81-130 cm
5	nad 130 cm do hrúbky 2,0 cm	6	hrúbka od 2,1 -3 cm	7	hrúbka od 3,1 -4 cm	8	hrúbka od 4,1-5 cm
9	hrúbka od 5,1-6 cm	10	hrúbka od 6,1-7 cm	11	hrúbka od 7,1-8 cm	12	hrúbka od 8,1 cm

Zhodnotenie smartfónov ako pomôcky lesného hospodára pri získavaní operatívnych priestorových údajov o lesnom prostredí

Úvod

Víchrice Žofia spôsobila 14. a 15. mája 2014 veľké škody na lesných porastoch v Slovenskej Republike. Podľa predbežných hlásení bol objem poškodeného dreva 4072000 m³ (GUBKA ET AL, 2014). Takýto veľký objem kalamity a blížiac sa letné obdobie, ktoré urýchlilo znehodnotenie najmä bukového dreva, postavili lesníkov pred ťažké rozhodnutia. V prípade, že vznikne holina väčšia ako 0,5ha, prípadne roztrúsená kalamita predstavuje 20% zásoby lesného porastu, musí lesný hospodár podľa na Slovensku platnej legislatívy nahlásiť vznik kalamity do 30 dní od jej vzniku. Predmetom hlásenia je výmera a objem kalamity podľa jednotlivých lesných porastov. Základnou úlohou pri súvislej kalamite je teda určiť správne výmeru, nakoľko objem sa následne dá určiť podľa hektárových zásob, uvedených v plánoch starostlivosti o les. Okulárny odhad môže byť v podmienkach tesne po kalamite veľmi náročný najmä pri väčších výmerách kalamitných plôch, pretože v počítačových fázach ho veľmi komplikuje neprehľadnosť a neprístupnosť terénu. Je preto žiadúce použiť presnejšiu metódu zistenia priestorových informácií. Odhliadnuc od klasických geodetických metód, je možné použiť metódy diaľkového prieskumu Zeme (DPZ), prípadne meranie pomocou globálnych navigačných satelitných systémov (GNSS), z ktorých sú v súčasnosti najpoužívanejšie americký NAVSTAR GPS a ruský GLONASS. Malé množstvo lesníckych subjektov je schopné zabezpečiť získanie a spracovanie materiálov DPZ v krátkom čase, preto je práve meranie pomocou GNSS najčastejšie používanou metódou získavania presnejších priestorových údajov. Používané ručné GPS prijímače nedosahujú presnosť profesionálnych geodetických GNSS prijímačov, ale napriek nižšej presnosti môžu byť vhodným nástrojom pre podporu rozhodovania. Zároveň lesné prostredie výrazne vplýva na presnosť určenia polohy pomocou GNSS, čo je v súčasnosti napriek pokroku v technológii a marketingovým snahám niektorých výrobcov stále nevyriešené.

Meranie pomocou GNSS

Meranie na území Mestských lesov Košice sa vykonalo v júli 2014, keď boli práce na odstraňovaní následkov kalamity na začiatku. Cieľom bolo s vyššou presnosťou určiť výmery súvislých kalamitných plôch, ktoré boli v zákonnej lehote zhodnotených okulárnym odhadom. Boli vybrané dve lokality s väčším rozsahom poškodenia – „Potoky“ a „Krigrund“. Pri meraní boli použité dva smartfóny: ZTE Blade a LG G2. ZTE Blade je smartfón s operačným systémom Android, uvedený v roku 2010, kde použitá technológia pre príjem GNSS signálu umožňovala iba príjem signálu zo systému NAVSTAR GPS. Smartfón LG G2 bol uvedený v roku 2013 a taktiež používa operačný systém Android. Použitá technológia v tomto prípade umožňovala súbežný príjem signálov NAVSTAR GPS aj GLONASS, čo je pri súčasnej generácii smartfónov už poväčšine štandardom. Tieto dva smartfóny boli použité kvôli poukázaniu na vývoj v oblasti určovania polohy pomocou smartfónov a zároveň s ohľadom na dostupnosť pre autorov. Nakoľko v súčasnosti sú zrejme

najrozšírenejšou pomôckou pre operatívne určovanie polohy v lese ručné GIS GNSS prijímače, pre účely porovnania bol použitý aj prístroj Trimble Nomad 900GLE. Ten používa operačný systém Windows Mobile v6.1 a SiRFstar III GNSS processing chip, ktorý umožňuje príjem signálu NAVSTAR GPS. Pre meranie pomocou Android smartfónov bola použitá aplikácia Locus Pro. Tá bola vybraná na základe pozitívnych skúseností s meraním línií a bodov pomocou GNSS v tejto aplikácii. Handheld GPS Nomad používa predinštalovanú aplikáciu Terrasync, umožňujúcu meranie bodov, línií alebo polygónov. Meranie obvodu kalamitných plôch bolo zrealizované všetkými tromi zariadeniami súčasne, pričom obvod bol zameraný vo forme polygónu. Záznam polohy hraničných bodov bol realizovaný každé 3 sekundy, nakoľko aj takto hustý interval záznamu nepredstavuje pri súčasných zariadeniach výraznejší problém s ohľadom na kapacitu úložného priestoru.

Následne prebehlo aj štandardné testovanie presnosti na pevných geodetických bodoch. To bolo realizované na 74 bodoch v lesnom prostredí a 17 bodoch na otvorenom priestranstve na území Vysokoškolského lesníckeho podniku TU Žvolen, kde bolo takéto bodové pole založené práve pre účely testovania presnosti rôznych meračských metód v lesnom prostredí. Toto testovanie bolo vykonané kvôli lepšej možnosti zovšeobecnenia výsledkov, nakoľko presnosť merania odvodených prvkov (napr. línie predstavujúce obvod kalamitnej plochy), je vždy závislá od primárne zisťovanej polohy jednotlivých lomových bodov.



Obr. 1 Priebeg okrajov súvislých kalamitných plôch zameraných GNSS zariadeniami v lokalite Potoky (ZTE Blade, LG G2, Trimble Nomad 900)



Obr. 2 Priebeg okrajov súvislých kalamitných plôch zameraných GNSS zariadeniami v lokalite Krigrund (ZTE Blade, LG G2, Trimble Nomad 900)

Pri zhodnotení uvedených výsledkov je zaujímavých niekoľko skutočností. Okulárny odhad bol vo väčšine prípadov podhodnotený oproti skutočnosti. Výnimkou sú JPRL 374a a 392 I. V prípade porastu 374a bol zistený nesúlad lesníckej mapy s hranicou JPRL vyznačenou v teréne. Ako vidieť na obrázku 2, plocha, ktorá mala podľa priebehu hranice v teréne patriť celá do porastu 374a, je podľa lesníckej mapy predelená. Bolo to spôsobené prítomnosťou dvoch lesných ciest, kde podľa jednej z nich bola vytvorená hranica v mape alebo druhou viedla hranica v teréne. Aj takýto poznatok, vyplývajúci z precíznejšieho zisťovania priestorových údajov, môže lesníkovi pomôcť napríklad pri tvorbe a obnove lesníckych máp v súčinnosti s taxátorom. Pri poraste 392 I sa jednalo o najmenšiu z meraných plôch, kde bolo aj na leteckých snímkach problematické určiť výmeru. Veľmi dôležité je zistenie veľkých rozdielov (až viac ako 40%) na najväčších kalamitných plochách. Tieto vysoké chyby boli spôsobené neprehľadnou situáciou tesne po vetrovej kalamite, v súčinnosti s členitým terénom, kde v lokalite Potoky bolo na tejto ploche prevýšenie viac ako 100m. Určiť výmeru plôch tejto veľkosti je bez možnosti použitia aspoň základných orientačných bodov veľmi obtiažné a závislé na skúsenostiach lesníka. Práve kvôli obtiažnosti okulárneho odhadu a zároveň značnej otvorenosti takto poškodeného lesného prostredia pre signál GNSS sa ako riešenie ponúka meranie pomocou GNSS. Pri použití skúmaných smartfónov a ručného GNSS prijímača Nomad bola v rozpore s okulárnym odhadom určená plocha vo väčšine prípadov nadhodnotená. To bolo zväčša spôsobené nutnosťou obchádzať časti, ktoré boli nepriechodné kvôli vysokej koncentrácii ležiacich kmeňov stromov. Je to zrejme aj z obrázkov 1 a 2, kde najvýraznejšie rozdiely medzi okrajmi plôch evidentnými na satelitných snímkach a určenými meraním GNSS zariadeniami sú na južných a západných okrajoch kalamitných plôch. To zodpovedá smeru vetra a teda aj spadnutých stromov. V prípade praktického merania je možné do výmery určenej pomocou GNSS zaviesť opravu, zohľadňujúcu práve vplyv takýchto nedostupných častí, prípadne merať iba lomové body na miestach s dobrou dostupnosťou, čo by ale vyžadovalo následné spracovanie. Taktiež väčšina GNSS zariadení umožňuje aj počas merania línie alebo polygónu ukladať samostatné body záujmu, ktoré by následne mohli slúžiť na spravenie určených prvkov. Samozrejme, z pohľadu určenia výmery by bolo najvhodnejšie zamerať kalamitné plochy až po ich vyčistení. Vzhľadom na v súčasnosti platný lesný zákon na Slovensku je ale možné náhodnú ťažbu zrealizovať najskôr 3 dni od nahlásenia jej vzniku, pričom pri sústredenej náhodnej ťažbe je súčasťou hlásenia už aj odhad výmery vzniknutých holín nad 0,5ha.

Na určenie výmery súvislých kalamitných plôch nadväzuje aj určenie objemu spadnutých stromov. Súčasťou plánov starostlivosti o les na Slovensku sú aj hektárové zásoby pre jednotlivé JPRL. Jednoduchým násobením tejto hektárovej zásoby určenou výmerou je možné určiť objem dreva na celej ploche. Lesník samozrejme môže zohľadniť zostávajúce životaschopné stromy, rozsah roztrúsenej náhodnej ťažby a podobne. Rozdeliť reálne spracovanú náhodnú ťažbu do jednotlivých JPRL je veľmi náročné v prípadoch, že sa jedná o väčšie plochy, kde pri kalamite došlo k zániku hraníc medzi jednotlivými JPRL. Aj keď použité pomôcky pre meranie pomocou GNSS nemožno považovať za absolútne presné, môže presnejšia

lokalizácia s ich pomocou výrazne priblížiť určené výmery a objemy dreva k skutočnosti.

Použitá relatívne vysoká frekvencia záznamu meraní (každé 3 sekundy) bola zvolená jednak s ohľadom na dostatočnú úložnú kapacitu použitých zariadení, ale najmä kvôli chybám, ktoré sa pri meraní vyskytujú. Pokiaľ sa jedná iba o náhodné chyby, ich vplyv sa znižuje so zvyšovaním počtu meraní. Okrem frekvencie meraní je dôležitá aj veľkosť meranej plochy. Ako ukázali aj dosiahnuté výsledky, pri súčasnom stave technológie nie je vhodné zisťovať výmeru malých plôch (cca pod 0,5 hektára). Významnú úlohu tu má aj otvorenosť prostredia pre príjem signálu, kde pri najväčších plochách sa už viacmenej jednalo o meranie na vonkajšom okraji lesného prostredia. Ani veľký počet meraní neodstráni systematickú chybu. Ak sa ale jedná iba o výmeru uzavretých polygónov, pričom nie je rozhodujúca ich presná lokalizácia, ani systematická chyba určenia polohy meraných bodov nemusí byť problémom. Meraný polygón síce bude posunutý oproti jeho skutočnej polohe, ale výmera ostáva nezmenená. Pri požiadavke na správnu lokalizáciu by riešením mohlo byť napr. použitie kontrolných bodov, čo by ale zvýšilo prácnosť merania a zároveň následného spracovania, pričom efekt je danej presnosti skúmaných zariadení otázky.

Cieľom druhej časti experimentu porovnať primárne určované súradnice a následne polohu bodov s meraniami, vykonanými rádovo presnejšími pomôckami. Okrem zariadení použitých v prvej časti experimentu bol pre účely porovnania použitý aj profesionálny geodetický GNSS prijímač. Zistené minimá, maximá a priemerné hodnoty polohových odchýlok medzi správnou polohou bodu a polohou určenou pomocou GNSS sú v tabuľke 1.

Tab. 1 Základné štatistické charakteristiky polohových odchýlok Δp (in meters) podľa vegetačného obdobia a použitých pomôcok

			ZTE Blade	LG G2	Trimble Nomad	Topcon HiperGGD
s olistením	Δp	minimum	1,59	0,79	1,11	0,08
		maximum	47,84	30,97	44,55	7,85
		priemer	12,51	11,11	11,71	1,51
bez olistenia	Δp	minimum	0,80	0,00	0,77	0,06
		maximum	48,58	13,37	22,51	5,66
		priemer	7,05	5,59	7,00	1,15
voľná plocha	Δp	minimum	0,07	0,60	0,78	0,05
		maximum	5,58	8,21	3,93	0,13
		priemer	2,84	2,41	2,11	0,08

Uvedené výsledky potvrdili niektoré existujúce a zároveň priniesli nové poznatky. Pri porovnaní použitých mobilných a handheld GNSS prijímačov s geodetickým prijímačom je v oboch prípadoch evidentný niekoľkonásobný rozdiel. Je to spôsobené kvalitatívnym rozdielom samotných GNSS prijímačov, ale aj použitím technológie diferenciálneho GNSS v prípade prístroja Topcon HiperGGD. V tomto prípade sú údaje zisťované jedným prijímačom spresňované pomocou korekčných údajov získaných iným prijímačom. Je preto potrebné mať 2 navzájom komunikujúce GNSS prijímače, ktoré podporujú túto technológiu. V súčasnom období je tento problém najčastejšie riešený cez národné, prípadne súkromné permanentné observačné služby, ktoré s použitím prijímačom komunikujú najčastejšie s využitím siete Internet a mobilného prenosu dát. Tieto služby sú vo väčšine prípadov spoplatňované, čo má vplyv na finančnú náročnosť meračských prác. Z uvedených výsledkov je zrejмый aj výrazný vplyv lesného prostredia na meranie pomocou GNSS, ako bolo potvrdené aj inými autormi (napr. TRAJKOVSKI ET AL 2010, RODRÍGUEZ-PÉREZ ET AL 2007). Stredná chyba geodetického GNSS prijímača Topcon je v prípade lesného prostredia väčšia ako 1 meter, pričom na voľnej ploche sa jedná o hodnoty rádovo niekoľko centimetrov (8 cm pri predmetnom experimente). Presnosť by bolo možné zvýšením observačnej doby a teda priemerovaním väčšieho počtu meraní, čo ale nepriaznivo vplyva na časovú náročnosť merania. V prípade potreby sú aj pre mobilné zariadenia dostupné aplikácie, ktoré umožňujú priemerovanie viacerých meraní. Jedná sa ale o meranie bodových prvkov, pri potrebe merania línií a polygónov je nutný postprocessing. V nadväznosti na prvú fázu experimentu bola z meraní vo vegetačnom období samostatne vyhodnotená skupina bodov, ktoré predstavovali hranicu medzi lesnom a bezlesím. Tieto výsledky potvrdili, že pri meraní väčších otvorených plôch je dosiahnuteľná vyššia presnosť a tiež fakt, že prechodom do vnútra lesného porastu prudko klesá presnosť GNSS meraní.

Ďalším jednoznačným poznatkom je rozdiel v presnosti pri použití skúmaných mobilných a handheld GNSS prijímačov vo vegetačnom období a mimo vegetačného obdobia. V podmienkach predmetného experimentálneho bodového poľa došlo pri použití smartfónov a Trimble Nomad k zlepšeniu o 41 až 51%. V okolitých porastoch bol podiel zastúpenia ihličnatých drevín cca 30%. So zmenou pomeru zastúpenia ihličnatých a listnatých drevín sa bude meniť aj vplyv vegetačného obdobia na presnosť merania pomocou GNSS.

Pri praktickom meraní nemožno presnosť udávanú smartfónom brať ako spoľahlivé kritérium presnosti. Napríklad pri použití smartfónu LG G2 sa pri udávanej presnosti 10 metrov reálny polohový posun pohyboval v rozmedzí od 1,93 do 19,82 metra, pri udávanej presnosti 11 metrov bol reálny posun 2,84 až 30,97 metrov a podobne. Napriek tomu je najmä pri meraní v lesnom prostredí túto hodnotu príležitostne skontrolovať, nakoľko vysoké hodnoty indikujú prítomnosť hrubej chyby, spravidla spôsobenej nedostatočným príjmom GNSS signálu. Taktiež je vhodné podľa možnosti kontrolovať presnosť podľa dostupných mapových podkladov.

Výsledky zisťovania presnosti merania pomocou GNSS v lesnom prostredí je veľmi obtiažne zovšeobecniť, nakoľko presnosť sa mení nie len s ohľadom na podmienky stanoviska, ale aj s ohľadom na čas merania (HOFMANN-WELLENHOF et al 2008). Nebolo by teda správne absolútne hodnoty dosiahnutých presností považovať

za všeobecne platné. Dôležitý je ale poznatok, že najmä smartfóny novších generácií môžu z hľadiska presnosti konkurovať handheld GNSS prijímačom, ktoré používajú staršiu technológiu pre príjem GNSS signálu. Aj keď počet typov smartfónov je na súčasnom trhu veľmi veľký, používajú obmedzený počet technologických riešení pre príjem signálu GNSS. Je možné predpokladať, že ak smartfóny používajú rovnaký chipset, resp. rovnakú technológiu príjmu GNSS signálu, ich presnosť bude rámcovo rovnaká. Presnosť ale okrem hardverových súčastí môže byť ovplyvnená aj použitým operačným systémom a aplikáciou pre zber dát (BAUER 2013). Novšia generácia ručných GIS GNSS prijímačov (napr. Topcon GRS-1, Stonex S7) už poskytuje kvalitnejší prijímač, možnosť príjmu signálu GLONASS a použiteľnosť diferenciálnych korekcií, avšak cena je rádovo niekoľko tisíc Eur. Cena zariadenia môže byť pre koncového užívateľa často rozhodujúca. V čase prípravy článku bola orientačná cena použitých zariadení nasledovná: ZTE blade menej ako 100 Eur, LG G2 menej ako 300 Eur a Trimble Nomad 900G cca 2000 Eur. Výber zariadenia ostáva samozrejme na koncovom užívateľovi, pričom treba zväziť požiadavky na presnosť, zaobstarávaciu cenu, prevádzkové náklady (najmä pri používaní diferenciálnych korekcií), prípadne iné požiadavky (napr. vodeodolnosť, nárazuvzdornosť a pod.).

Záver

Mobilné technológie (smartfóny, tablety) sú v súčasnej dobe jedným z najdynamickejšie sa rozvíjajúcich odvetví. Široká dostupnosť a rozšírenosť týchto zariadení viedla k zámeru zhodnotiť možnosti ich využitia ako nástroja pre získanie operatívnych priestorových údajov v lesnom prostredí. Pri porovnaní s okulárnym odhadom sa v prvej časti experimentu ukázali ako veľmi prínosné pri mapovaní väčších otvorených plôch. Pri zhodnotení presnosti určovania jednotlivých bodov bola presnosť určovania polohy pomocou skúmaných smartfónov preukázateľne porovnateľná, ak nie lepšia, ako pri použití siete staršieho, ale stále predávaného a niekoľkonásobne drahšieho handheld GIS GNSS prijímača.

S ohľadom na dosiahnuté výsledky a všeobecne známe fakty je možné pri použití smartfónov v porovnaní s handheld GIS prijímačmi zhrnúť nasledovné klady a zápory.

Klady:

- Presnosť porovnateľná s handheld prijímačmi staršej generácie
- Otvorenosť pre vývoj aplikácií podľa potrieb užívateľa
- Cena a rozšírenosť
- Pri high-end zariadeniach výborné hardvérové parametre, dôležité najmä pri práci s komplexnými mapovými podkladmi

Zápory:

- Zatiaľ nemožnosť použitia diferenciálnych korekcií
- Iba niektoré zariadenia sú vode a prachu odolné, odolné voči pádu a pod.

Napriek technologickému pokroku a marketingovým snahám niektorých výrobcov je meranie pomocou GNSS v lesnom prostredí stále menej presné ako

v podmienkach s bezproblémovým príjmom signálu. Napriek tomu je GNSS meranie v porovnaní s klasickými geodetickými metódami veľmi efektívne. Aj keď s ohľadom na prísne kritériá zatiaľ nie je možné smartfóny použiť pri tvorbe máp, môžu byť vhodnou pomôckou lesného hospodára pri predbežnom zisťovaní priebehu línií, polohy bodov, zisťovaní výmer a umiestnenia lesných pozemkov, pri navigácii pod clonou porastu a podobne.

Použitá literatúra

Bauer Ch. 2013. On the (In-)Accuracy of GPS Measures of Smartphones: A Study of Running Tracking Applications. In *Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia (MoMM '13)*. ACM, New York, NY, USA, , Pages 335 , 7 pages. DOI=10.1145/2536853.2536893 <http://doi.acm.org/10.1145/2536853.2536893>

Gubka, A., Kunca, A., Longauerová, V., Maľová, M., Vakula, J., Galko, J., Nikolov, Ch., Rell, S., Zúbrik, M., Leontovyč, R., 2014: Vetrová kalamita Žofia z 15. 5. 2014. Usmernenie Lesníckej ochrannárskej služby Banská Štiavnica č. 8/2014, Národné lesnícke centrum, Zvolen, 8 str.

Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. 2008. GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. Springer Vienna. ISBN: 978-3-211-73012-6 (Print) 978-3-211-73017-1 (Online), 518 p. doi: 10.1007/978-3-211-73017-1

Rodríguez-Pérez, J., Álvarez, M., and Sanz-Ablanedo, E. (2007). "Assessment of Low-Cost GPS Receiver Accuracy and Precision in Forest Environments." *J. Surv. Eng.*, 133(4), 159–167

Trajkovski KK, Sterle O, Stopar B. Sturdy Positioning with High Sensitivity GPS Sensors Under Adverse Conditions. *Sensors (Basel, Switzerland)* 2010;10(9):8332-8347. doi:10.3390/s100908332

Autori:

Ing. Julián Tomašík, PhD.

Mestské lesy Košice, a.s. , Južná trieda č. 11, 04001 Košice, e-mail: juliantomastik@meleskosice.sk

Ing. Julián Tomašík ml., PhD.

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Katedra HÚL a geodézie, T.G. Masaryka 24, 96053 Zvolen, e-mail: tomastik@tuzvo.sk

POZNÁMKY

