

## ZMENY V ŠTRUKTÚRE LESA AKO ODPOVEĎ NA VARIABILITU KLÍMY A MANAŽMENT LESA

Čaboun Vladimír, Priwitzer Tibor, Pavlenda Pavel

Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene, T.G.Masryka 22, 96092 Zvolen, Slovensko

**Abstract.** Priority issues of forest research in European countries are currently sustainable multifunctional utilization, management and protection of forest ecosystems, monitoring of long-term development and changes in ecosystems, protection of biodiversity and assessment of threats. Opposite to traditionally applied forest science disciplines, forest research is increasingly more focused on ecosystem research with a complex assessment of processing going on in forest ecosystems. Time factor plays an extremely important role from the viewpoint of possibilities of the assessment of development of ecosystems components, their interrelations and possibilities of adaptation to changes. The issue of monitoring the development of forest ecosystems on monitoring research plots in a long-term is considered abroad the most effective ecosystem approach to the solution of more and more global and local environmental problems (Puumalainen et. al. 2003). Principal objective of the project is obtaining and assessment of basic scientific knowledge on long-term dynamics of the development of chosen forest ecosystems from the viewpoint of influencing factors, ongoing processes, structure, diversity and ecological interactions on the basis of data obtained from research plots monitored for a long-term under changing ecological conditions and various management. In addition to PMP of II level also a set of plots at Research area (VÚO) Komárnik will be the locality for the investigation in the project. This object was established already in 1957 and it can be considered from the viewpoint of its aim and purpose an incomparable area not only in context of Slovakia but whole Europe. An important issue is currently in Slovakia as well as abroad optimization of management in forest ecosystems in a way to be stable and to be able to fulfil own functions in a long-term. Combination of long-term results of research from monitoring plots and more than 50-year old data from VÚO Komárnik creates a precondition for obtaining unique information on long-term dynamics of the development, diversity and interactions in the Carpathian forests not only from the viewpoint of changing ecological conditions but also from the viewpoint of close to nature methods of the management of forests. The obtained results will enrich and enhance significantly the knowledge on regularities of the development and growth of stands managed for a long period in sense of close to nature principles, and their effect on individual components of ecosystems, what is, regarding application of these

ways of management, inevitable. The result and outcome of the project will be new knowledge on the state and long-term development of ecosystems, their vulnerability and adaptability to climate change and other environmental impacts.

### Úvod

Systematicky získavané informácie o stave lesov sú v lesnícky vyspelých krajinách už desaťročia vnímané nielen ako nevyhnutný predpoklad pre hodnotenie lesných zdrojov, ale aj ako podklad pre rozhodovanie a plánovanie v lesníctve. Prakticky vo všetkých európskych krajinách existujú dva základné typy systematických výberových zisťovaní: národné inventarizácie lesov (spočiatku zamerané najmä na inventarizácie lesných zdrojov, resp. drevných zásob a základných charakteristík lesov) a monitoring stavu lesov (so zameraním na indikátory zdravotného stavu lesov a faktory – antropogénne aj prírodné – ktoré stav lesov ovplyvňujú). Monitoring stavu lesných ekosystémov začal v Európe v roku 1985 ako Medzinárodný kooperatívny program monitorovania a hodnotenia vplyvu znečisteného ovzdušia na lesy (International Co-operative Programme on Monitoring and Assessment of Air Pollution Effect on Forests - ICP Forests) vo väzbe na konvenciu o diaľkovom znečistení ovzdušia presahujúcom hranice štátov. Na Slovensku sa tento monitoring realizuje od roku 1987, pričom koordináčnym pracoviskom je Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene (od roku 2006 ako súčasť Národného lesníckeho centra). Popri medzinárodnom zapojení je národný program monitoringu lesa, spolu s ďalšími deviatimi čiastkovými monitorovacími systémami (ČMS) v gescii MŽP SR a MP SR, od roku 1992 súčasťou komplexného monitorovacieho a informačného systému životného prostredia Slovenskej republiky.

Kým informácie z plôch prvej úrovne monitoringu slúžia najmä pre reprezentatívne prehľady a hodnotenie rozdielov stavu a vývoja lesov v priestore, plochy druhej úrovne slúžia pre detailné monitorovanie vývoja zložiek lesných ekosystémov a rôznych faktorov s možným účinkom na stav lesa a pre analýzu vzťahov. Hlavným cieľom intenzívneho monitoringu je najmä poskytnúť údaje a informácie k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi stavom lesných ekosystémov a stresovými faktormi. V priebehu svojho vývoja sa program monitoringu, ktorého základom je ICP Forests, vyvinul do rozsiahleho unikátneho systému biomonitoringu,

ktorý poskytuje informácie o lesoch v širších environmentálnych súvislostiach vrátane problematiky vplyvu klimatickej zmeny na lesy a biologickej diverzity lesov.

## Metódy a materiál

Plochy intenzívneho monitoringu lesov boli na Slovensku zakladané postupne od roku 1995 (len plocha Poľana – Hukavský grúň existovala už od roku 1991 a až následne sa zahrnula do programu). Tieto plochy boli vybraté tak, aby reprezentovali typické lesné ekosystémy Slovenska z hľadiska stanovišťa a drevinového zloženia. V súčasnosti existuje 9 takýchto plôch, lokalizovaných v nadmorských výškach od 225 m do 1250 m. Z hľadiska drevinového zloženia sú v nich zastúpené prevažne rovnorodé porasty s dubom cerovým, dubom zimným, bukom lesným a smrekom obyčajným, ale aj porasty zmiešané s bukovo-smrekovo-jedľovým zastúpením s prímiesou cenných listnáčov (javor, jaseň).

Výskum sa zameria na vyhodnotenie procesov prebiehajúcich v reprezentatívnych ekosystémoch s existujúcimi čo najdlhšími časovými radmi pre veličiny charakterizujúce jednotlivé zložky a pôsobiace ekologické faktory (vrátane potenciálnych stresových faktorov). Zároveň sa zameria na vyhodnotenie zmien stavu a štruktúry lesov na VÚO Komárnik, kde možno porovnať ich vývoj v bezzásahovom režime (prírodná rezervácia) a rôznych typoch obhospodarovania.

Vzhľadom na zameranie projektu budú využité metódy z oblasti fyziológie rastlín, pedológie, ekológie lesa, obehu prvkov v ekosystéme, dendrometrie a produktivity ekosystému, fytoecológie a ekológie rastlín, sekvestrácie uhlíka, hodnotenia štruktúry, ekologickej stability a funkčnosti lesného ekosystému ako aj jeho jednotlivých zložiek v podmienkach meniacej sa klímy, extrémnych prejavov počasia a ostatných environmentálnych dopadov.

Podstatnú časť hodnotení plánujeme realizovať s využitím existujúcich údajov na ôsmich trvalých monitorovacích plochách (TMP) úrovne II.: Čifáre, Poľana - Hukavský grúň, Lomnístá dolina, Grónik, Žibritov, Železnô, Turová a Svetlice. Lokalizácia a základné stanovištno-produkčné charakteristiky uvedených plôch sú uvedené v práci Pavlenda a kol. (2009). Plochy reprezentujú typické lesné ekosystémy Slovenska z hľadiska stanovišťa a drevinového zloženia. Na TMP Poľana – Hukavský grúň a v limitovanom rozsahu podľa technického vybavenia a špecifických cieľov aj na ďalších plochách budú pokračovať merania aj v rámci samotného projektu. Na uvedených plochách bude zhodnotený najmä vývoj nasledovných charakteristík drevinovej zložky a faktorov prostredia: stav korún (defoliácia, zmena

sfarbenia) a poškodenia stromov, hrúbkový rast drevín, kvalita ovzdušia (najmä koncentrácie troposférického ozónu), meteorológia, fenológia, vstupy atmosférickej depozície, úroveň výživy, opad, vlastnosti pôdy a pôdneho roztoku, prízemná vegetácia.

Dynamika hrúbkového rastu bude skúmaná prostredníctvom dendrometrov. Celkovo je nainštalovaných cca 40 ks dendrometrov na každej TMP. Dendrometre DB20 českého výrobcu EMS Brno zaznamenávajú kontinuálne rast stromu počas roka. Ich odčítanie je manuálne s presnosťou 0,1 mm. Prírastky sa odčítavajú v 2-týždenných intervaloch. Pri analýze dynamiky hrúbkového prírastku sa zameriame na vyhodnotenie prírastkových a rastových kriviek v jednotlivých mesiacoch za obdobie rokov 2000-2013 a ich závislosť od priemerných teplôt a úhrnov zrážok. Hodnoty úhrnov zrážok budú z priamych meraní na TMP, chýbajúce priemerné teploty budú doplnené z najbližších meteorologických staníc.

Dendrochronologické analýzy sa vykonajú na 3 TMP (Žibritov, Železnô a Grónik II). Vývrty pre účely letokruhových analýz budú odobraté metódou štandardne používanou v rámci ICP Forests ([www.icp-forest.org](http://www.icp-forest.org)). Bude vybraných 24 úrovňových stromov bez poškodenia kmeňa s hrúbkou blízkou strednej hrúbke porastu, z ktorých sa odoberú dva vývrty v smere po svahu a proti svahu. Letokruhová séria pre daný strom bude vypočítaná ako aritmetický priemer z príslušných dvoch vývrto. Vývrty budú vybrúsené a šírky letokruhov zmerané s presnosťou na 0,01 mm pomocou digitálneho poziciometra Kutschenreiter. Výpočet funkcie odzvyv tzv. response function sa vykoná použitím radov meteorologických prvkov. Jedná sa o mnohonásobnú regresiu, kde vstupnými parametrami sú indexovaná šírka letokruhu v danom roku, priemerné mesačné teploty a mesačné úhrny zrážok.

Kvantita a kvalita atmosférickej depozície bude meraná prostredníctvom vzorkovačov na zachytávanie zrážok, ktoré sú lokalizované v lesných porastoch – 10 ks (depozícia v poraste – throughfall deposition) a na blízkych voľných plochách bez zápoja lesných drevín – 3 ks (zmiešaná depozícia – bulk deposition). Bude vyhodnotená depozícia síry vo forme síranov (S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), dusíka v amoniakálnej (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) aj nitrátovej forme (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a depozícia bázických kationov K, Ca, Mg. Spracovanie a analýza dlhodobých údajov o chemizme zrážok a výpočet depozície (bulk, throughfall) sa uskutoční na základe štandardnej metodiky a manuálov ICP Forests. Hodnotenie kvality ovzdušia bude zamerané najmä na vyhodnotenie vplyvu prízemného ozónu na lesné ekosystémy ako jedného z najvýznamnejších plynných polutantov v súčasnosti. Na základe výsledkov meraní, ktoré boli v predchádzajúcich rokoch realizované na jednotlivých pochách

pomocou kontinuálneho analyzátora a pasívnymi metódami sa vyhodnotí prekračovanie kritických úrovní a imisných limitov pre lesné ekosystémy vo vzťahu k výskytu viditeľného poškodenia ozónom, prírastku a stavu korún (defoliácia, zmeny sfarbenia). Na vybraných plochách sa bude pokračovať v meraní koncentrácií ozónu pomocou prenosných analyzátorov. Na doplnenie informácie o bilancii dusíka v poraste sa na vybraných plochách budú monitorovať koncentrácie NO<sub>x</sub> a NH<sub>3</sub> pomocou pasívnych snímačov. Zrealizuje sa aj hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom.

Hodnotenie fenologických prejavov lesných drevín a porastov sa bude realizovať prostredníctvom fenologických pozorovaní na vybratých TMP. Pri pozorovaniach sa pozornosť koncentruje na nasledovné fenofázy: začiatok pučania, zalistovanie, prvé májové výhonky, júnske výhonky, letné a jesenné žltnutie listov, opad listov. Fenofázy drevín budú hodnotené podľa metodiky ICP Forests. Pozorovania sa budú vykonávať v pravidelných intervaloch, na 10 úrovňových jedincoch na každej ploche. Do sledovania budú zahrnuté nasledovné dreviny: buk lesný, javor horský, jaseň štíhly, duby, smrek obyčajný.

**Tab. 1.** Základné informácie o trvalých výskumných plochách na výskumnom objekte Nižný Komárnik

Kraj Východoslovenský

Okres: Svidník

Katastrálne územie: Nižný Komárnik

Historický región: Šariš

Geologický podklad: Karpatský flyš

Najbližšia meteorologická stanica: Svidník

Klimatické rozhranie medzi panónskou a baltickou oblasťou

Priemerná teplota: 7,7 °C      Ročná suma zrážok: 770 mm

Poloha: Severná časť Nízkych Beskýd v blízkosti hranice s Poľskom

Rok založenia 1957 (pl. 1, 2, 3, 4), 1958 (pl. 5, ), 1962 (pl. 6, 7), 1964 (pl. 8, 9, 10, 11, 12, 13)

Vek je uvedený v čase založenia plochy

Plocha	Tvar pl.	Vek	Drevinové zloženie
1	100x50m	110	jd2, bk5, jv2, bth1
2	60x60m	110	jd2, bk5, jv1, js1, bth1, vtr. hb
3	70x70m	130	jd1, bk7, jv1, js1
4	60x80m	130	jd3, bk6, jv1
5	40x50m	130	jd2, bk5, bth1, jv2
6	70x70m	130	jd1, bk3, bth5, jv1
7	60x40m	130	jd2, bk6, bth2, vtr. jv
8	100x100	130	jd4, bk5, jv+bth1
9	50x50m	120	jd6, bk4
10	100x50m	130	jd6, bk4
11	100x50m	120	jd3, bk5, jv1, bth1
12	100x50m	110	jd5, bk3, jv1, ost. 1
13	100x50m	120	jd5, bk5, vtr. jv

## Výsledky a diskusia

Základné poznatky sú každoročne publikované na úrovni celého programu (Lorenz et al. 2008) i na národnej úrovni (Pavlenda a kol. 2009). Získané údaje sú tiež priebežne vedecky analyzované a vyhodnocované, čím prinášajú významné poznatky k jednotlivým hodnoteným témam zodpovedajúcim jednotlivým prieskumom (napr. vývoj depozičných vstupov, kontaminácia, acidifikácia a eutrofikácia pôd, meteorologické extremity, vplyv prízemného ozónu, poruchy vo výžive drevín, rastové procesy, vegetácia a biodiverzita spoločenstiev), ale najmä poznatky o vzájomných väzbách a vplyvoch rôznych faktorov na vitalitu drevín a vývoj lesných ekosystémov (Hansen et al 2007, Paoletti et al. 2007, Seidling 2001, Seidling 2007, Klap et al. 2000, Ferretti et al 2007, Van Dobben, De Vries 2010). Údaje sú tiež využívané pre rôzne typy modelov a hodnotení v oblasti kritických úrovní a záťažii lesných ekosystémov (napr. Waldner et al. 2007).

Hlavným zámerom riešenia predkladaného projektu je analyzovať a vyhodnotiť vývoj hlavných procesov v modelových lesných ekosystémoch Slovenska, a to najmä z hľadiska výskytu a pôsobenia potenciálnych stresových faktorov a reakcie produkčných schopností a vitality drevín na aktuálne podmienky prostredia. Na tento účel plánujeme využiť kombináciu existujúcich a priebežne meraných údajov z TMP II. úrovne.

Očakávaným prínosom projektu bude získanie, vyhodnotenie a interpretácia výsledkov a zovšeobecnenie aplikovateľných poznatkov pre lesnícku prax. K tomuto sa využijú nielen časové rady získané pre dané veličiny počas doby existencie plôch (napr. depozičné vstupy), ale tam, kde to umožnia technické možnosti (napr. vývrty z kmeňov stromov pre dendrochronologické analýzy) sa bude vývoj niektorých veličín hodnotiť aj spätne v dlhšom časovom rade.

Lokalitou pre výskum v rámci riešenia projektu bude popri TMP II. úrovne aj súbor plôch na Výskumno - účelovom objekte (VÚO) Komárnik, ktorý bol založený už v roku 1949 a ktorý možno z hľadiska jeho zamerania a účelu považovať za jedinečný objekt nie len z hľadiska Slovenska, ale aj Európy. Významnou otázkou súčasnosti u nás i v zahraničí je optimalizácia hospodárenia v lesných ekosystémoch tak, aby tieto boli dlhodobo stabilné a aby dlhodobo plnili svoje funkcie. Prepojenie dlhoročných výsledkov výskumu z monitorovacích plôch a viac ako 50 ročných údajov z VÚO Komárnik, dáva predpoklad pre získanie jedinečných informácií o dlhodobej dynamike vývoja, diverzity a interakčných vzťahov v karpatských lesoch nielen z hľadiska meniacich sa ekologických podmienok, ale aj z hľadiska prírody blízkych spôsobov obhospodarovania lesa. Dosiahnuté výsledky

významne obohatia a rozšíria poznatky o zákonitostiach vývoja a rastu porastov dlhodobo obhospodarovaných v zmysle prírody blízkeho princípu a ich vplyvy na jednotlivé zložky ekosystémov, čo je z hľadiska aplikácie týchto spôsobov hospodárenia nevyhnutné.

V rámci riešenia sa uskutoční analýza vývoja klímy vybraných lokalít za sledované obdobie na základe klimatických indexov hodnotiacich zmeny v teplotnom a zrážkovom režime. Pre klimatické analýzy a spracovanie meteorologických dát bude využité prostredie ProClimDB (Štěpánek 2008) vyvinuté Českým hydrometeorologickým ústavom. Toto prostredie ponúka širokú škálu prostriedkov na správu a analýzu rozsiahlych databáz meteorologických údajov a ponúka prepojenie na geografické informačné systémy.

Pre hodnotenie pôdných vlastností v kontexte cieľov projektu sa využijú aj existujúce údaje z plôch I. úrovne monitoringu, ktoré sa získali počas trvania programu monitoringu vrátane údajov získaných počas riešenia európskeho projektu BioSioL.

Druhá časť výskumu, zameraná najmä na štruktúru a rastové procesy v podmienkach rôzneho manažmentu lesa a len v obmedzenom aj na ekologické faktory, sa uskutoční na VÚO Komárník, ktorý sa nachádza v severnej časti Nízkych Beskýd v oblasti Duklianskeho priesmyku. V objekte sa nachádza celkovo 13 trvalých výskumných plôch s rôznou vekovou, výškovou a porastovou štruktúrou, s rôznymi vývojovými fázami a stanovištnými podmienkami.

V rámci zisťovania a zhodnotenia výskumu štruktúry a rastových procesov na VÚO Komárník sa vykoná aj porovnanie kvantitatívnej a kvalitatívnej produkcie, resp. ich zmien za obdobie vyše 50 rokov v porastoch, v ktorých sa dlhodobo uplatňovali prírodné blízke spôsoby obhospodarovania lesa, a to výberkový hospodársky spôsob a podrastový hospodársky spôsob. Okrem toho sa vykoná zhodnotenie zmien štruktúry porastov (drevinovej, hrúbkovej, výškovej, priestorovej) vplyvom uvedeného obhospodarovania a zhodnotenie zdravotného stavu lesných porastov. Syntézou tejto časti výskumu bude vyhodnotenie pestovno-produkčných vzťahov podľa štandardných metód pestovnej analýzy (Assmann 1968, Vyskot a kol. 1971, Šmelko, Wenk, Antanaitis 1992).

Merania meteorologických parametrov na tomto objekte zabezpečia porovnanie mikroklímy porastov s voľnou plochou a voľnej plochy s meteostanicami pre presnejšiu interpretáciu dát meteorologických staníc.

Vplyv hospodárskeho spôsobu na druhovú skladbu a diverzitu vegetácie bude hodnotený na základe porovnania paralelných údajov z obhospodarovaných porastov (VÚO Komárník)

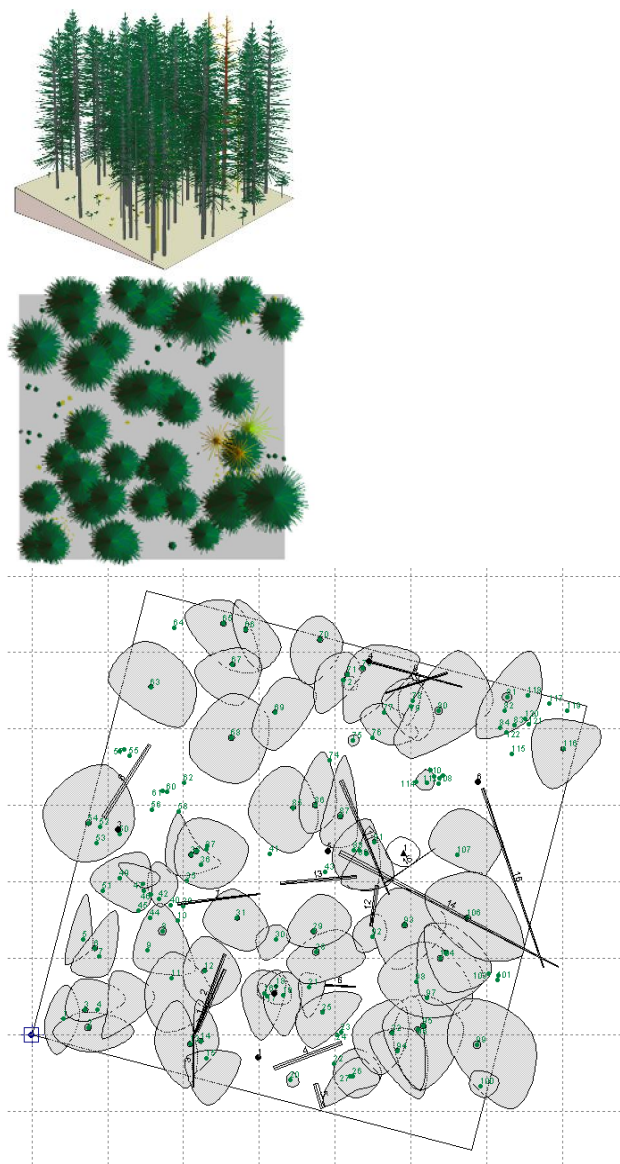
a porastov v rezervácii NPR Komárnická jedlina. Druhá skladba bude zaznamenávaná na plochách zachytávajúcich rôzne mikrostanovištné podmienky, ktoré formuje najmä stav porastu (rôzne vývojové, resp. vekové štádiá, spôsob manažmentu). Okrem druhej skladby budú zaznamenávané aj vlastnosti prostredia (svetelné pomery, porastové charakteristiky a pod.). Využitie budú aj porastové charakteristiky odvodené z meraní porastu technológiou FieldMap. Diverzita a zloženie vegetácie budú štatistickými metódami hodnotené vo vzťahu ku odlišnému manažmentu a odlišným stanovištným a porastovým podmienkam. Analýzy budú realizované v programoch Statistica 7.1 (StatSoft 2005), Canoco (Ter Braak and Šmilauer 2002), Juice (Tichý 2002).

Súčasťou riešenia na tomto objekte je tiež kvantifikácia uhlíkových zásob, sekvestrácia uhlíka v biomase porastov, sledovanie vývoja a dynamiky alelopacie a vnútroekosystémových vzťahov, hodnotenie ekologickej stability a funkčnosti jednotlivých ekosystémov a možností ich využitia z hľadiska očakávaných ekologickej zmien.

Pri sledovaní problematiky alelopacie a vnútroekosystémových vzťahov vychádzame z metodických prístupov uvedených v prácach Čaboun 2002, 2006, 2009. Pre oblasť ekologickej stability bude využitá metodika uvedená v prácach Čaboun 2002, 2007 a pre problematiku funkcií lesov a možnosti zníženia dopadov očakávaných zmien sa využijú metodické postupy uvedené v záverečných prácach Čaboun 2009, Čaboun a kol. 2008, Čaboun a kol. 2010.

E 01: Spracovanie dostupných údajov a vytvorenie databázy projektu a základnej poznatkovej bázy

V tejto etape riešenia projektu sa budú získavať a spracovávať údaje doteraz namerané na dlhodobo sledovaných objektoch NLC – TMP II. úrovne a VÚO Komárník. Základným materiálom budú doteraz publikované výskumné a odborné správy, terénne zápisníky a dostupné údajové databázy, ktoré sú archivované na NLC vo Zvolene. V rámci riešenia je plánované aj digitálne spracovanie starších nameraných údajov, ktoré sa nachádzajú len v písomnej podobe. Všetky uvedené aktivity vyústia do vytvorenia údajovej a poznatkovej databázy o dlhodobom vývoji lesných ekosystémov. Okrem už uvedeného sa uskutoční aj zameranie a zdokumentovanie pokusných plôch a to s využitím technológie Field-Map.



**Obr. 1.** Príklad zobrazenia štruktúry porastu metódou SVS a Field-map.

E 02: Analýza, získavanie a zhodnotenie poznatkov o vývoji lesných ekosystémov na sledovaných výskumných objektoch

V tejto etape riešenia projektu sa uskutoční spracovanie, analýza a zhodnotenie výsledkov získaných za celé obdobie realizácie intenzívneho monitoringu lesov. Pri riešení bude pozornosť zameraná na hodnotenie vývoja ekologických faktorov (najmä potenciálne stresových faktorov pre lesné ekosystémy), veličín charakterizujúcich vývoj drevín a analýzu vzťahov medzi danými veličinami. V tejto etape sa budú tiež kontinuálne získavať doplnkové údaje (prostredníctvom priamych meraní) na TMP II úrovne, čím sa ukončí kompletizácia údajovej a poznatkovej databázy.

V rámci riešenia na VÚO Komárnik sa uskutoční analýza všetkých získaných údajov a zhodnotia sa

všetky doterajšie poznatky získané zo záujmového územia.

#### E 03: Syntéza získaných poznatkov

V tejto etape riešenia sa uskutoční syntéza doteraz získaných poznatkov o dlhodobej dynamike vývoja, diverzite, procesoch a ekologických interakčných vzťahoch v monitorovaných lesných ekosystémoch a dynamicky sa meniacich ekologických podmienkach. Na záver riešenia sa spracujú, sformulujú a pripraví na publikovanie získané vedecké poznatky a vypracuje sa záverečná správa riešenia projektu.

Realnosť dosiahnutia vytýčených cieľov umocňuje skutočnosť, že všetky existujúce plochy sú dostatočne vybavené zberačmi na príslušné vzorky a technikou pre meranie a záznam príslušných údajov. Okrem toho budú využité medzinárodne validované manuály pre vzorkovanie a meranie definovaných veličín, čím je možné od začiatku riešenia projektu v plnom rozsahu zabezpečovať odbery vzoriek a merania na monitorovacích plochách. V prípade výskumných prác na VÚO Komárnik budú využívané postupy umožňujúce porovnateľnosť s výsledkami meraní spred niekoľkých desaťročí.

#### Závery

Hlavným cieľom projektu je získať a zhodnotiť základné vedecké poznatky o dlhodobej dynamike vývoja vybraných lesných ekosystémov z hľadiska pôsobiacich faktorov, prebiehajúcich procesov, štruktúry, diverzity a ekologických interakčných vzťahov na základe údajov získaných na dlhodobo sledovaných objektoch NLC v meniacich sa ekologických podmienkach a pri rôznom manažmente.

Čiastkové ciele a ich riešenie boli sformulované do troch etáp:

1: Spracovanie dostupných údajov a vytvorenie databázy projektu a základnej poznatkovej bázy

- Vytvoriť údajovú a poznatkovú databázu s využitím údajov z vybraných TMP intenzívneho monitoringu
- Rekonštruovať pokusné plochy na VÚO Komárnik a vytvoriť údajovú a poznatkovú databázu o dlhodobom (60-ročnom) vývoji lesných ekosystémov na tomto objekte
- Zamerať a zdokumentovať pokusné plochy technológiou Field-Map

2 Analýza, získavanie a zhodnotenie poznatkov o vývoji lesných ekosystémov na sledovaných výskumných objektoch

- Realizovať merania na vybraných TMP
- Analyzovať a zhodnotiť namerané údaje získané na dlhodobo sledovaných plochách intenzívneho monitoringu

- Systematicky doplňovať poznatky a údaje z vybraných TMP a VÚO Komárnik – kompletizácia údajovej a poznatkovej databázy
- Analyzovať a zhodnotiť doterajšie poznatky a údaje na VÚO Komárnik  
3 Syntéza získaných poznatkov
- Syntetizovať poznatky o dlhodobej dynamike vývoja vybraných lesných ekosystémov z hľadiska pôsobiacich faktorov, prebiehajúcich procesov, štruktúry, diverzity?, a ekologických interakčných vzťahov

Vypracovať návrh aplikácie poznatkov o dlhodobej dynamike vývoja lesných ekosystémov pre potreby manažmentu lesných ekosystémov.

Výsledkom a výstupom projektu budú nové poznatky o stave a dlhodobom vývoji ekosystémov, ich zraniteľnosti a adaptabilite na zmeny klímy a ostatné environmentálne záťaž, ktoré budú publikované vo vedeckých a odborných časopisoch. Výsledkom bude tiež zavedenie nových metodických prístupov a v neposlednom rade integrácia pracoviska v rámci európskeho výskumného priestoru čím sa zvýši kvalita príspevku SR do medzinárodnej vedeckej spolupráce. Získané poznatky sa budú tiež uplatňovať vo vzdelávaní študentov na všetkých stupňoch štúdia, vrátane vysokoškolského a doktorandského štúdia.

Očakávané výsledky projektu:

- vytvorenie kompletnej údajovej a poznatkovej databázy doterajších výsledkov, údajov a poznatkov získaných na dlhodobu sledovaných objektoch NLC
- analýza a zhodnotenie doterajších poznatkov získaných na dlhodobu sledovaných objektoch NLC
- analýza a zhodnotenie doterajších poznatkov a údajov získaných na VÚO Komárnik
- syntéza doterajších poznatkov o dlhodobej dynamike vývoja, diverzity, procesoch a ekologických interakčných vzťahoch vo vybraných lesných ekosystémov v krajine na základe údajov získaných na dlhodobu sledovaných objektoch NLC v dynamicky sa meniacich ekologických a sociálno-ekonomických podmienkach

Projekt zlepši informovanosť štátnych aj súkromných vlastníkov lesov v možnostiach prírody blízkeho obhospodarovania lesných ekosystémov, čím prispeje k zlepšeniu trvalo udržateľného využívania krajiny a prírody a môže stimulovať ekologizáciu ekonomických aktivít a šetrnejšie využívanie prírodných zdrojov. Riešenie projektu prispeje tiež k lepšej integrácii a kooperácii NLC s medzinárodnými sieťami lokalít dlhodobého ekologického výskumu v Európe (LTER Europe) i vo svete (ILTER).

## Podakovanie:

Tento príspevok vznikol vďaka projektu APVV-0608-10 Výskum vývoja lesných ekosystémov na vybraných dlhodobu sledovaných výskumných objektoch Národného lesníckeho centra.

## Literatúra

- Assmann, E., 1968: Náuka o výnose lesa. Bratislava, Príroda, 488 s.
- Braslavská, O., Kamenský, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava, 22 s.
- Čaboun, V., 2002: Systém ukazovateľov ekologickej stability lesa a jej klasifikácia. Zb. medzinárodného vedeckého sympózia Nové trendy v zisťovaní a monitorovaní stavu lesa, TU Zvolen, s. 116 – 135.
- Čaboun, V., 2006: Tree-tree allelopathic interactions in middle European Forests. Allelopathy journal, vol.17, number (1): p.17 – 32.
- Čaboun, V., 2007: Assessment of ecological stability of forest ecosystems on the example of the model area in the Nízke Tatry Mts. 6.4. Territorial System of Ecological Stability and Biodiversity (p.427-430). In: Kozová, M., Hrnčiarová, T., Drdoš, J., Finka, M., Hreško, J., Izakovičová, Z., Oťaheľ, J., Ružička, M., Žigrai, F. (eds.), 2007: Landscape Ecology in Slovakia. Development, Current State, and Perspectives. Chosen Chapters. Ministry of the Environment of the Slovak Republic, Slovak Association for Landscape Ecology – IALE-SK, Bratislava, CD, 541 p. ISBN 978-80-969801-0-9
- Čaboun, V., 2009: Opatrenia na zmiernenie negatívnych vplyvov klimatickej zmeny v lesníctve. Zborník z národného pracovného seminára v spolupráci s FAO: Dopady prognózovanej klimatickej zmeny na poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka SR, MP SR, VÚPOP Bratislava, s. 101 - 118
- Čaboun, V., Tutka, J., Moravčík, M., 2010: Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesa v krajine. Správe pre záverečnú oponentúru úlohy výskumu a vývoja. NLC - LVÚ Zvolen, 267 s. + prílohy a realizačné výstupy.
- Čaboun, V., Mindáš, J., Priwitzer, T., Zúbrik, M., Moravčík, M., 2008: Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska. Správe pre záverečnú oponentúru úlohy výskumu a vývoja. NLC - LVÚ Zvolen, 306 s. + prílohy a realizačné výstupy.
- Ferretti, M., Bussotti, F., Schaub, M. (Eds.), 2007: Ozone and forests in South-Western Europe Environmental Pollution 145, Special issue section, p. 617-655.
- Hansen, K., Vesterdal, L., Bastrup-Birk, A., Bille-Hansen, J., 2007: Are Indicators for Critical Load Exceedance Related to Forest Condition? Water Air and Soil Pollution 183, p. 293-308.
- Klap, J.M., Voshaar, J.H.O., de Vries, W., Erisman, J.W., 2000: Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part IV: statistical analysis of relationships. Water, Air, Soil Pollut. 119, p. 387-420.
- Lorenz, M., Fischer, R., Becher, G., Granke, O., Seidling, W., Ferretti, M., Schaub, M., Calatayud, V., Bacaro, G., Gerosa, G., Rocchini, D., Sanz, M., 2008: Forest Condition in Europe 2008. Technical Report of ICP Forests. UNECE, vTI, Hamburg, 108 pp.
- Mindáš, J., Škvarenina, J., 1998: Stanovenie depozície elementov ako podklad pre výpočet kritických záťaží lesných pôd. In: Lesy a lesnícky výskum pre tretie tisícročie. Medzinárodná vedecká konferencia, 11.-14. 10. 1998, LVÚ, s 341 – 345

- Paoletti, E., Bytnerowicz, A., Schaub, M., 2007: Key Studies on Air Pollution and Climate Change Impacts on Forests: An Introduction. Environmental Monitoring and Assessment 128, p. 1-3.
- Pavlenda, P., Bucha, T., Ďurkovičová, J., Ištoňa, J., Krupová, D., Leontovyč, R., Pajčík, J., Pavlendová, H., Priwitzer, T., Stančíková, A., Tóthová, S., Vodálová A.: Monitoring lesov Slovenska: Forest Focus, ČMS Lesy, FutMon 2008. Zvolen, NLC-LVÚ Zvolen, 2009, 113 s.
- Preushler, T., 1999: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part IX, Phenological Observation. UNECE, 35 p.
- Puumalainen, J., Kennedy, P., Folving, S., 2003: Monitoring forest biodiversity: a European perspective with reference to temperate and boreal forest zone. Journal of Environmental Management, Volume 67, Issue 1, p. 5-14.
- StatSoft, Inc. 2005: Statistica 7.1, StatSoft Inc., Tulsa
- Seidling W., 2001: Integrative Studies on Forest Ecosystem Conditions. Multivariate Evaluations on Tree Crown Condition for two Areas with distinct Deposition Gradients. UN/ECE, European Commission, Flemish Community. Geneva, Brussels, Gent., 88 p.
- Seidling, W., 2007: Signals of summer drought in crown condition data from the German Level I network. Eur. J. Forest Res. 126, p. 529-544.
- Šmelko, Š., Wenk, G., Antanaitis, V., 1992: Rast, štruktúra a produkcia lesa. Bratislava, Príroda, 344 s.
- Šmelko, Š., Šebeň, V., Bošela, M., Merganič, J., 2008: Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2005-2006. Základná koncepcia a výber zo súhrnných informácií. NLC-LVÚ Zvolen, Zvolen, 15 s.
- Štěpánek, P., 2008: ProClimDB – software for processing climatological datasets. CHMI, Brno.
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P., 2002: CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Ithaca, Microcomputer Power
- Tichý, L., 2002.: JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, vol. 13, p. 451-453.
- Van Dobben, H., De Vries, W., 2010: Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scales. Environmental Pollution 158, p. 921–933.
- Vyskot, M. a kol., 1971: Základy růstu a produkce lesů. Praha, SZN, 440 s.
- Waldner, P., Schaub, M., Pannatier, E., Schmitt, M., Thimonier, A., Walther, L., 2007: Atmospheric Deposition and Ozone Levels in Swiss Forests: Are Critical Values Exceeded? Environmental Monitoring and Assessment 128, p. 5–17.