



# MONITORING LESOV SLOVENSKA

ČMS Lesy, Projekt FutMon

2009



**NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM – LESNÍCKY VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVOLEN**

**MONITORING LESOV SLOVENSKA  
ČMS LESY, PROJEKT FUTMON  
2009**

---

**Zvolen 2010**

**Editori:** Ing. Pavel Pavlenda, PhD., Ing. Jozef Pajtk

**Autori:**

Ing. Peter Baláž, PhD.  
Mgr. Ivan Barka, PhD.  
Dr. Ing. Tomáš Bucha  
Ing. Jozef Capuliak, PhD.  
Ing. Jana Ďurkovičová  
Ing. Jozef Ištoňa  
Ing. Danica Krupová  
Ing. Roman Leontovyč, PhD.  
Ing. František Máliš, PhD.  
Ing. Jozef Pajtk  
Ing. Pavel Pavlenda, PhD.  
Ing. Hana Pavlendová, PhD.  
Ing. Tibor Priwitzer, PhD.  
Ing. Zuzana Sitková, PhD.  
Ing. Anna Stančíková  
RNDr. Slávka Tóthová, PhD.  
Ing. Tomáš Vida  
Ing. Anna Vodálová

**Autori fotografií:** Ing. Roman Leontovyč, PhD., Ing. Jozef Pajtk, Ing. Pavel Pavlenda, PhD.,  
Ing. Hana Pavlendová, PhD. , Ing. Zuzana Sitková. PhD., Ing. Slávka Tóthová, PhD.

**Pod'akovanie:** Realizácia monitoringu lesov na Slovensku v rokoch 2009 a 2010 je súčasťou riešenia medzinárodného projektu „Ďalší rozvoj a implementácia monitorovacieho systému lesov na úrovni EÚ - FutMon“ (LIFE ENV/D/000218) v rámci nástroja pre životné prostredie LIFE+, ktorý je spolufinancovaný Európskou komisiou a Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky. V správe sú spracované aj výsledky získané v predchádzajúcom období v rámci národného programu Forest Focus, ktorý bol spolufinancovaný Európskou komisiou. Čiastkový monitorovací systém Lesy financuje Ministerstvo pôdohospodárstva SR v rámci kontraktu s NLC.

Neprešlo jazykovou úpravou

© NLC – LVÚ Zvolen  
ISBN 978 - 80 - 8093 - 115 - 5

Pavlenda, P., Pajtík, J. *et al.* (2010): Monitoring lesov Slovenska. Správa za ČMS Lesy a projekt FutMon za rok 2009. Zvolen, NLC-LVÚ, 2010, 139 s.

**Anotácia:** V správe sú prezentované informácie o dlhodobom monitoringu lesných ekosystémov na Slovensku, prebiehajúcim od konca osemdesiatych rokov. Zhrnuté sú výsledky a poznatky z prieskumov defoliácie a zdravotného stavu drevín a výskytu škodlivých činiteľov na trvalých monitorovacích plochách I. úrovne. Popri údajoch z reprezentatívnej siete plôch (I. úroveň) sú analyzované údaje z plôch intenzívneho monitoringu (II. úroveň), týkajúce sa nielen defoliácie a zdravotného stavu drevín a stavu korún, ale aj ďalších prieskumov a zisťovaní v lesných ekosystémoch: kvality ovzdušia a atmosférickej depozície, pôdy a pôdneho roztoku, prírastku, prieskumov opadu, vegetácie, indikátorov biologickej diverzity, meteorologických meraní, fenologických pozorovaní a vlhkostného režimu pôd za rok 2009, resp. 2008, ako aj z nových prieskumov a zisťovaní v rámci demonštračných akcií projektu FutMon.

**Kľúčové slová:** lesný ekosystém, monitoring lesov, zdravotný stav, defoliácia, prírastok, škodlivé činitele, atmosférická depozícia, ozón, biodiverzita, pôda, ČMS Lesy



# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>7</b>
<b>2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>8</b>
<b>2.1 VÝCHODISKÁ, CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV V EURÓPE A NA SLOVENSKU</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>8</b>
<b>2.2 ŠTRUKTÚRA PROJEKTU FUTMON</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>10</b>
<b>2.3 PREHĽAD SLEDOVANÝCH VELIČÍN A UKAZOVATEĽOV</b> ( <i>P. PAVLENDÁ, J. PAJTÍK, A. STANČÍKOVÁ</i> )	<b>11</b>
<b>3. VÝSLEDKY</b>	<b>16</b>
<b>3.1 EXTENZÍVNY MONITORING</b>	<b>16</b>
3.1.1 Stav koruny ( <i>J. Pajtík</i> )	16
3.1.2 Vývoj zdravotného stavu lesa ( <i>J. Pajtík</i> )	21
3.1.3 Výskyt škodlivých činiteľov ( <i>R. Leontovyč</i> )	28
3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku ( <i>J. Pajtík</i> )	39
3.1.5 Európsky extenzívny monitoring - zhrnutie aktuálnych poznatkov ( <i>J. Pajtík</i> )	41
<b>3.2 INTENZÍVNY MONITORING</b>	<b>46</b>
3.2.1 Prehľad základných charakteristík ( <i>J. Pajtík</i> )	46
3.2.2 Stav korún ( <i>J. Pajtík</i> )	51
3.2.3 Prírastok ( <i>J. Pajtík</i> )	59
3.2.4 Depozície ( <i>S. Tóthová</i> )	69
3.2.5 Pôdny roztok ( <i>A. Stančíková, J. Capuliak, P. Pavlenda</i> )	75
3.2.6 Meteorologické merania ( <i>P. Baláž, T. Priwitzer, T. Vida</i> )	79
3.2.7 Hodnotenie vegetácie ( <i>F. Máliš, A. Vodálová</i> )	82
3.2.8 Fenologické pozorovania ( <i>T. Priwitzer</i> )	85
3.2.9 Kvalita ovzdušia a viditeľné poškodenie ozónom ( <i>H. Pavlendová</i> )	91
3.2.10 Opad ( <i>T. Priwitzer</i> )	97
3.2.11 Index listovej plochy ( <i>H. Pavlendová</i> )	105
3.2.12 Vlhkostný režim ( <i>J. Ištoňa</i> )	108
3.2.13 Intenzívny monitoring - zhrnutie poznatkov ( <i>P. Pavlenda</i> )	110
<b>3.3 DEMONŠTRAČNÉ PROJEKTY A AKCIE</b>	<b>111</b>
3.3.1 Prehľad výsledkov z prieskumu pôdy v rámci projektu BioSoil ( <i>P. Pavlenda</i> )	111
3.3.2 Prehľad výsledkov z prieskumu indikátorov biodiverzity v rámci projektu BioSoil ( <i>A. Vodálová, P. Pavlenda</i> )	117
3.3.3 Prehľad stavu riešenia demonštračných akcií D1, D2 a D3 ( <i>Z. Sitková, P. Pavlenda, T. Priwitzer</i> )	121
<b>3.4 ZABEZPEČENIE A RIADENIE KVALITY V CENTRÁLNO M LESNÍCKOM LABORATÓRIU</b> ( <i>A. Stančíková, D. Krúpová, J. Ďurkovičová</i> )	<b>126</b>
<b>3.5 HODNOTENIE POŠKODENIA SMREKOVÝCH PORASTOV S VYUŽITÍ M PROSTRIEDKOV A METÓD DPZ</b> ( <i>T. Bucha, I. Barka</i> )	<b>130</b>
<b>4. AKTUÁLNA MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA A ĎALŠIE ZÁMERY MONITOROVANIA LESOV V EURÓPE</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>132</b>
<b>5. ZÁVER</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	<b>135</b>
<b>6. LITERATÚRA</b>	<b>136</b>



## 1. ÚVOD

Systematicky získavané informácie o stave lesov sú v lesnícky vyspelých krajinách už desaťročia vnímané ako nevyhnutný predpoklad pre hodnotenie lesných zdrojov i 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 (CLRTAP). Na Slovensku monitoring realizuje 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.

Hoci priebežne dochádzalo k zmenám v legislatíve upravujúcej monitoring lesov v Európe a čiastočne sa zmenila aj súvisiaca domáca legislatíva, kontinuita monitoringu lesov bola zachovaná. Na programe monitoringu lesov v súčasnosti participuje 41 krajín. Európske výsledky sú spracovávané z údajov z viac než 6000 trvalých monitorovacích plôch (TMP) európskej siete veľkoplošného monitoringu (I. úroveň monitoringu) a vyše 800 TMP intenzívneho monitoringu (II. úroveň monitoringu). Dôležitou prednosťou národnej siete monitoringu lesov je teda metodické napojenie na unikátny rozsiahly a multifunkčný systém monitorovacích plôch v Európe, ktorý pokrýva vyše 200 mil. ha lesov. Prednosťou monitoringu stavu lesov v Európe je existencia veľkých súborov informácií z celej Európy a dlhodobých časových radov, ale najmä harmonizácia typov prieskumov, monitorovaných veličín a metód ich stanovenia. Dôležité je, že popri zisťovaní a meraní veličín charakterizujúcich stav lesa tvorí podstatnú časť aj monitoring faktorov prostredia.

V súčasnosti možno považovať monitorovacie siete I. a II. úrovne za základnú kostru zisťovania stavu lesov na Slovensku. V súčasnosti existuje na Slovensku 112 TMP v sieti 16x16 km (extenzívny monitoring, monitoring I. úrovne) a 9 TMP pre vybrané lesné ekosystémy (intenzívny monitoring, monitoring II. úrovne). Ako je zrejmé z vyššie uvedeného, obidve úrovne monitoringu sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch.

Kým v roku 2008 ešte dobiehala implementácia národných programov Forest Focus, v roku 2009 už bol hlavnou platformou pre realizáciu monitoringu lesov projekt FutMon (Ďalší rozvoj a implementácia monitorovacieho systému lesov na úrovni EÚ - Further development and implementation of an EU-level Forest Monitoring System) v rámci nástroja pre životné prostredia LIFE+. Tento projekt pokračuje v trende overovaní nových prvkov v monitoringu lesov súvisiacich s aktuálnymi environmentálnymi problémami a medzinárodnými dohovormi. Po realizácii demonštračných projektov BioSoil a ForestBiota v rámci schémy ForestFocus so zameraním na biologickú diverzitu a pôdy sú tak súčasťou projektu FutMon akcie zamerané na rozvoj problematiky klimatickej zmeny a adaptácie lesných ekosystémov.



## 2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE

### 2.1 VÝCHODISKÁ, CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV

Program monitoringu lesov na Slovensku sa vyvíjal, podobne ako v iných krajinách Európy, ako súčasť monitorovacieho programu **ICP Forests**. Kým v niektorých krajinách sa však v programe monitoringu zdravotného stavu lesa nadväzovalo na skúsenosti (prípadne aj existujúcu sieť plôch) národných inventarizácií lesov, na Slovensku bol tento typ výberového zisťovania nový a až o dvadsať rokov neskôr sa zaviedol nový systém inventarizácie lesov.

Počiatok programu ICP Forests siaha do 80-tych rokov minulého storočia. V súvislosti s prijatím Konvencie UN/ECE o diaľkovom cezhraničnom prenose znečisteného ovzdušia (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution - CLRTAP) bolo prijaté rozhodnutie o vzniku Medzinárodného kooperatívneho programu hodnotenia a monitorovania vplyvu znečistenia ovzdušia na lesy (International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests - ICP Forests) ako jedného z viacerých programov (ICP Vegetation, ICP Materials, ICP Modelling and Mapping, ICP Integrated Monitoring). Samotný program reálne odštartoval Nariadením č. 3528/86 (Council Regulation No 3528/86 of 17 November 1986 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution, OJ L326). Tým sa založil systematický monitoring v pravidelnej sieti (veľkoplošný extenzívny monitoring). V roku 1994 sa program rozšíril Nariadením č. 1091/94 o začiatku programu intenzívneho monitoringu a podrobnostiach pre založenie plôch a hodnotenie stavu koruny, pôd, asimilačných orgánov a depozície (Commission Regulation No. 1091/94 (EC) of 29 April 1994 laying down certain detailed rules for the implementation of Council Regulation (EEC) No 3528/86 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution, OJ L 125). V rokoch 2003-2006 bolo legislatívnym rámcom pre monitoring lesov v Európe Nariadenie (EC) č. 2152/2003 Európskeho parlamentu a Rady zo 17. novembra 2003 týkajúce sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií v Spoločenstve („Regulation (EC) No 2152/2003 of the European Parliament and the Council of 17 November 2003 concerning monitoring of forests and environmental interactions in the Community (**Forest Focus**)“).

Samotný program ICP Forests mal dva hlavné ciele:

- poskytovať periodický prehľad o priestorových rozdieloch a časových zmenách stavu lesa vo vzťahu k antropogénnym a prírodným stresovým faktorom (zvlášť vo vzťahu k znečisteniu ovzdušia) prostredníctvom reprezentatívneho monitoringu v systematickej sieti monitorovacích plôch;
- prispieť k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi stavom lesných ekosystémov a stresovými faktormi, hlavne znečistením ovzdušia, prostredníctvom intenzívneho monitoringu na vybraných trvalých výskumných plochách

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.

Národný systém monitoringu lesov (Čiastkový monitorovací systémy Lesy), rovnako ako európsky monitorovací systém, má dve základné zložky:

- monitoring I. úrovne – veľkoplošný extenzívny monitoring
- monitoring II. úrovne – intenzívny monitoring

Popri tom sú súčasťou systému aj aplikácie diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Na monitorovacie siete sú viazané aj ďalšie zisťovania, či už formou európskych demonštračných projektov (ForestBIOTA, BioSoil) alebo intenzívnejších výskumných aktivít na národnej alebo lokálnej úrovni.

V súlade s európskou legislatívou a projektom Čiastkového monitorovacieho systému Lesy sa na plochách I. úrovne každoročne uskutočňuje inventarizácia stavu korún (defoliácie, zmeny sfarbenia) a poškodenia stromov. Okrem toho sa tu realizovali jednorázovo alebo opakovane ďalšie rozsiahle zisťovania (pôdy, indikátory biodiverzity – v rámci projektu BioSoil).

Na všetkých plochách II. úrovne monitoringu sa vykonávajú nasledovné prieskumy:

- inventarizácia stavu korún (defoliácie, zmeny sfarbenia) a poškodenia stromov
- vykonanie odberov a analýz vzoriek listov a ihličia (minimálne každé dva roky),
- merania prírastkových zmien,
- merania kvantity a kvality atmosférickej depozície.

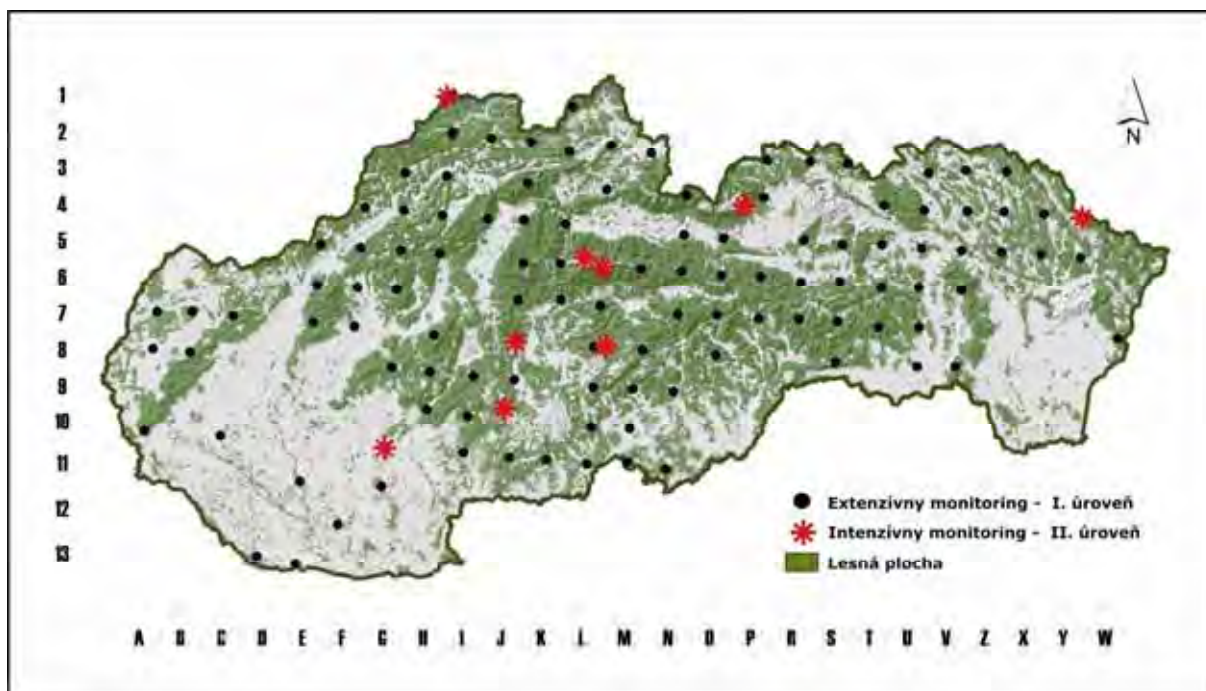
Aspoň na vybraných plochách intenzívneho monitoringu sa zabezpečujú:

- merania pôdneho roztoku,
- meteorologické merania,
- hodnotenie vegetácie,
- meranie a hodnotenie kvality ovzdušia,
- hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom,
- fenologické hodnotenia,
- kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu drevín.

Národná monitorovacia sieť I. úrovne bola založená v rokoch 1987 a 1988 na celom území Slovenskej republiky dvojstupňovým výberom (TMP - strom). Trvalé monitorovacie plochy (TMP) sú v rámci siete založené rovnomerne systematicky v rozstupe 16x16 km (obr. 2.1), je ich spolu 112. TMP majú tvar štvorca so stranami 50x50 m. Plochy v rámci jednotky priestorového rozdelenia lesa, do ktorej padli, sú vybrané tak, aby reprezentovali homogénnu časť lesa, a aby boli od okraja porastu vzdialené minimálne na vzdialenosť strednej výšky hlavnej dreviny. Medzi TMP sa nenachádzali porasty v štádiu mladín, v súčasnosti sú však už na niektorých plochách následné mladé porasty po vyťažení pôvodných porastov.

Plochy druhej úrovne sa zakladali postupne od roku 1995 (len plocha Poľana – Hukavský grúň existovala už od roku 1991 a až následne sa zahrnila do programu). Tieto plochy boli vybrané tak, aby zahrnuli typické lesné ekosystémy Slovenska z hľadiska stanovišťa a drevinového zloženia. V súčasnosti existujúce plochy sú lokalizované v nadmorských výškach od 225 m do 1250 m, z hľadiska drevinového zloženia sú zastúpené porasty s dubom cerovým, dubom zimným, bukom lesným, smrekom obyčajným a jedna plocha so zmiešaným bukovo-smrekovo-jedľovým porastom s prímiesou cenných listnáčov (javor, jaseň).

V súčasnosti prebieha diferenciacia plôch intenzívneho monitoringu na tzv. jadrové a ostatné (základné).



Obr. 2.1 Mapa trvalých monitorovacích plôch I. a II. úrovne

## 2.2 ŠTRUKTÚRA PROJEKTU FUTMON

Projekt **FutMon** („Ďalší rozvoj a implementácia systému monitorovania lesov na úrovni EÚ“, „Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System“) je ďalšou fázou realizácie monitoringu lesov v Európe i na Slovensku. Po vypršaní platnosti nariadenia „Forest Focus“ sa už nepripravil ďalší obdobný legislatívny rámec pre monitoring lesov v Európe, iba sa pripravili podmienky pre to, aby sa projekty týkajúce sa monitoringu lesov a informácií o lesoch mohli uchádzať o spolufinancovanie v rámci schémy LIFE+. Preto sa pripravil návrh projektu FutMon. Navrhovaný projekt bol úspešný, z pôvodne plánovanej doby riešenia (2009-2013) sa však musel upraviť len na dvojročný variant (realizuje sa len plánovaná prvá fáza projektu).

Koordinačným pracoviskom projektu FutMon je Johann Heinrich von Thünen-Institute (vTI), konkrétne tím na Inštitúte svetového lesníctva v Hamburgu, ktorý paralelne zabezpečuje funkciu Programového koordinačného centra (PCC) programu ICP Forests. Na realizácii projektu FutMon sa podieľa spolu 38 partnerov (príslušné pracoviská v jednotlivých krajinách EÚ, pre niektoré krajiny pracoviská v jednotlivých spolkových krajinách, resp. regiónoch). Ciele projektu a riešenie projektu FutMon samozrejme tesne nadväzujú na predchádzajúce monitorovacie aktivity a programy monitoringu lesa.

Po formálnej stránke je projekt rozčlenený na jednotlivé akcie, resp. skupiny akcií. Ide o akcie **M** (manažment projektu koordinátorom, manažment na národnej úrovni, validácia a archivácia údajov, príprava technických a odpočtových správ, propagácia informácií), akcie **C** (koordinácia jednotlivých prieskumov a akcií a zabezpečovanie kontroly kvality), akcie **A** (vedecká analýza a vyhodnotenie údajov), akcie **L** (veľkoplošný extenzívny monitoring – „large-scale monitoring“), akcie **IM** (intenzívny monitoring – „intensive monitoring“) a akcie **D** (demonštračné akcie – „demonstration actions“).

Z vecného hľadiska sú podstatné najmä nasledovné skupiny akcií, ktoré sa týkajú súborov plôch I. a II. úrovne monitoringu, čiastočne aj vybratých plôch národných inventarizácií lesov:

### **L1**

Analýza stavu a revízia systémov veľkoplošného monitoringu – synergia plôch I. úrovne monitoringu a plôch národných inventarizácií. Vytvorenie bázy pre poskytovanie hlavných údajov o lesoch z koordinovaných národných monitorovacích systémov.

### **L2**

Realizácia prieskumov a hodnotení na plochách extenzívneho monitoringu s cieľom zachovať kontinuitu časových radov. Testovanie referenčných metód a vývoj „premostovacích funkcií“ (bridging functions) pre harmonizáciu vybratých hlavných veličín zisťovaných v národných inventarizáciách v rámci EÚ.

### **IM1**

Realizácia prieskumov intenzívneho monitoringu na všetkých „základných plochách“ intenzívneho monitoringu, teda monitorovanie stavu korún, rastu, chemizmu asimilačných orgánov a opadu, vegetácie, pôd a pôdneho roztoku, depozícií, meteorológie a kvality ovzdušia. Výber budúcich „jadrových plôch“ intenzívneho monitoringu a monitorovaných parametrov.

Okrem toho sa na vybratých plochách intenzívneho monitoringu testujú nové prvky v monitoringu lesov:

### **D1 Vitalita a adaptácia stromov**

Hlavným cieľom tejto demonštračnej akcie je vyvinúť nové integrované kľúčové indikátory vitality stromov a poskytnúť tak nástroj pre monitoring vitality stromov na plochách európskeho monitoringu. Navrhuje sa integrovaný koncept indikátorov životnosti stromov (prežívanie), ich funkčnosti (rast, regenerácia) a odolnosti voči stresu (adaptabilita).

Realizácia akcie D1 vychádza z existujúcich prieskumov a zisťovaní na plochách II. úrovne: hodnotenia defoliácie a diskolorácie korún a prejavov poškodenia stromov, merania a hodnotenia rastových procesov, opadu a fenológie (vizuálne hodnotenie). K novým zložkám patrí využitie fotografických záznamov pre hodnotenie fenológie a meranie indexu listovej plochy (LAI – leaf area index).

## D2 Kolobeh živín a kritické záťaže

Hlavným cieľom je rozvoj a zdokonalenie metód monitorovania v oblasti kolobehu živín a kritických záťaží.

Kolobeh živín v lesoch, zahrňujúci najmä depozičné vstupy, príjem stromami a iným rastlinami, výstup z vegetácie vo forme opadu a vylúhovania (leaching) a procesy v pôde (zvetrávanie, výmena iónov, vylúhovanie) sú jedným z kľúčových procesov vo fungovaní ekosystémov. Kapacita ekosystémov odolať neprirodzeným vstupom živín a kyslej depozície je obmedzená a závisí od množstva faktorov. Z tohto hľadiska je akceptovaným prístupom pre hodnotenie rizika koncept kritických záťaží, ktorý umožňuje odhadovať účinky acidifikácie a eutrofizácie v daných stanovištných a porastových podmienkach. Cieľom je v rámci riešenia akcie získať z rôznych častí Európy relevantné informácie potrebné pre aplikácie konceptu kritických záťaží na veľké územia.

Realizácia akcie D2 vychádza z existujúcich prieskumov a zisťovaní na plochách II. úrovne: hodnotenia depozícií, pôdneho roztoku, opadu a detailnejších listových analýz. Novým prvkom je bilancia živín v prízemnej vegetácii.

## D3 Vodná bilancia

Hlavným cieľom je rozvoj a implementácia modelov vodnej bilancie na plochách intenzívneho monitoringu.

Voda v pôde je jedným z kľúčových faktorov ovplyvňujúcich vitalitu stromov a stav lesa. Určenie vodnej bilancie je veľmi významné vo vzťahu k fyziologickým procesom ako je príjem živín, rast či reakcia na biotické stresové faktory. Prístupnosť vody pre lesné dreviny a indikátory stresu suchom sú zároveň vysvetľujúcimi premennými pre rôzne odozvy drevín na suchu (rast, stav korún, ochorenia). V rámci akcie sa preto má testovať realizovateľnosť merania pôdnej vlhkosti. Na základe meraní sa otestujú rôzne modely vodnej bilancie a možnosť ich aplikácie v širšom rozsahu (napr. na plochy I. úrovne).

Realizácia akcie D3 je postavená na nových zisťovaniach (nezahrňuje „bežné aktivity“ intenzívneho monitoringu: meranie objemu vody v pôde (TDR merania), stanovenie retenčných funkcií (pF krivky), meranie porastových zrážok, pôdnej teploty a indexu listovej plochy (LAI).

## 2.3 PREHĽAD SLEDOVANÝCH VELIČÍN A UKAZOVATEĽOV

Prehľad monitorovacích aktivít a cyklus ich opakovania pre extenzívnu aj intenzívnu úroveň monitoringu, tak ako bol pôvodne navrhnutý, je uvedený v tabuľke 2.1.

V tabuľke 2.2 je uvedený prehľad zložiek monitoringu I. a II. úrovne, prehľad meraných veličín a rámcovo aj metód ich stanovenia. V niektorých prípadoch sa periodicita menila, resp. predpokladaná periodicita sa na európskej úrovni neuskutočnila, čo je najmä prípad monitoringu pôd, ktorého opakované hodnotenie sa v rozšírenom rozsahu realizovalo až v rokoch 2006-2007 ako súčasť projektu BioSoil. Taktiež rozsah parametrov a metódy stanovenia sa čiastočne menili.

V tabuľke nie sú kompletne zahrnuté veličiny, ktorých zisťovanie sa v súčasnosti iba testuje v nových demonštračných akciách na vybratých plochách.

Tab. 2.1 Prehľad monitorovacích aktivít a navrhnutý cyklus ich opakovania

Monitorovacie aktivity	Úroveň I	Úroveň II	
Stav koruny, stav stromu	každoročne	každoročne	Všetky plochy
Listové analýzy	každé 2 roky	každé 2 roky	Všetky plochy
Pôdne analýzy			Všetky plochy
Analýzy pôdnych roztokov		priebežne	vybrané plochy
Prírastok	každoročne	každoročne	Všetky plochy
Pozemná vegetácia		každých 5 rokov	vybrané plochy
Atmosférická depozícia		priebežne	Všetky plochy
Kvalita ovzdušia		priebežne	vybrané plochy
Meteorologické pomery		priebežne	vybrané plochy
Fenológia		priebežne	vybrané plochy
DPZ	podľa potreby	podľa potreby	

Tab. 2.2 Prehľad meraných veličín, meracích metód a frekvencií meraní na TMP

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
<b>VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA TMP</b>				
porastovo taxačné veličiny, prírodné a stanovištné pomery		výpis z popis porastov LHP	pri obnove LHP	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>STAV KORUNY</b>				
strata asimilačných orgánov (defoliácia)	sao	vizuálne podľa atlasu Sanasilva	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
sfarbenie asimilačných orgánov	zao	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
plodivosť	A,B,C	Vizuálne (žiadna, slabá, stredná, silná)	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zatienie koruny	shad	vizuálne	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
viditeľnosť koruny	visib	vizuálne	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>PRÍRASTOK</b>				
obvod kmeňa vo výške 1.3m	O <sub>1,3</sub>	kovovým meračským pásmom	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
výška stromu	h	výškomerom SUUNTO, VERTEX	1x za 5 rokov	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>POŠKODENIE STROMU</b>				
<b>špecifikácia poškodenej časti</b>				
	<b>kód</b>			
tohtoročné ihličie	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
staršie ročníky ihličia	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
ihličie všetkých ročníkov	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
listy	14	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
tohtoročné výhonky	21	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
konáriky Ø < 2 cm	22	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy Ø 2-< 10 cm	23	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy Ø ≥ 10 cm	24	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vetvy rôznych veľkostí	25	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vrcholový výhonok	26	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
púčiky	27	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	31	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	32	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	33	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
celý kmeň	34	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
mŕtvy strom	04	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
strom bez symptómov poškodenia	00	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
bez hodnotenia	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>symptómy poškodenia</b>				
chýbajúce listy/ihličie	01	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
svetlozelené alebo žlté sfarbenie listov/ihlič	02	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
červené až hnedé sfarbenie listov/ihlič	03	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
bronzové sfarbenie listov/ihlič	04	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné farby listov/ihlič	05	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
malé listy (mikrofilia)	06	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iná abnormálna veľkosť listov/ihličia	07	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie listov/ihličia	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na listoch/ihličí	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na listoch/ihličí	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na listoch/ihličí	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na listoch/ihličí	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
chýbajúce vetvy	01	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zlomené vetvy	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.



Názov meranej veľičiny	Identifikačný kód veľičiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
mŕtve vetvy	14	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
odrezané vetvy	15	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
nekrózy na vetvách	16	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
rany na vetvách	17	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
smolotok (ihličnany) na vetvách	18	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
miazgotok (listnáče) na vetvách	19	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hniloba vetiev	20	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie vetiev	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na vetvách	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na vetvách	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na vetvách	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na vetvách	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
rany na kmeni a koreňových nábehoch	17	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
smolotok na kmeni	18	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
miazgotok na kmeni	19	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hniloba kmeňa	20	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
deformácie kmeňa	08	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
naklonenie kmeňa	21	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
vývrat (s koreňmi)	22	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
zlomený kmeň	13	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
nekrózy na kmeni	16	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné symptómy na kmeni	09	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky hmyzu na kmeni	10	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
znaky húb na kmeni	11	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné znaky na kmeni	12	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>skupina príčin poškodenia</b>				
zver a pastva	100	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
hmyz	200	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
huby	300	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
abiotické činitele	400	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
priama činnosť človeka	500	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
oheň	600	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
atmosférické znečistenie	700	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
iné faktory pozorované ale neidentifikované poškodenie	800	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
999	999	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>LISTOVÉ ANALÝZY</b>				
obsah dusíka	N	NCS - analyzátor	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah síry	S	NCS - analyzátor	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah fosforu	P	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah vápnika	Ca	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah zinku	Zn	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
<b>PÔDNE ANALÝZY</b>				
pH (CaCl <sub>2</sub> )	pH	Elektrometricky		112 TMP I., 7 TMP II.
organický uhlík	C <sub>ox</sub>	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový dusík	N <sub>total</sub>	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celková síra	S <sub>total</sub>	NCS analyzátor, suché spaľovanie		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový fosfor	P <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový draslík	K <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	plánovaná frekvencia	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový vápnik	Ca <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	bola 5 rokov,	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový horčík	Mg <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	aktuálny odber	112 TMP I., 7 TMP II.
hmotnosť pokrývneho humusu	DW	gravimetricky		112 TMP I., 7 TMP II.
ekvival. karbonátov - ak pH(CaCl <sub>2</sub> )>6	Ekv. CaCO <sub>3</sub>	volumetricky	a hodnotenie sa vykonalo v rokoch 2006-2007 v rámci	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový hliník	Al <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkové železo	Fe <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový mangán	Mn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
celkový zinok	Zn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	projektu	112 TMP I., 7 TMP II.
celková meď	Cu <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	BioSoil	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové olovo	Pb <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
celkové kadmium	Cd <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenná kyslosť	EA	výluh v BaCl <sub>2</sub> , titračne		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný vodík	H <sup>+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , titračne		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný hliník	Al <sup>3+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný mangán	Mn <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenné železo	Fe <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný vápnik	Ca <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný horčík	Mg <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný draslík	K <sup>+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
výmenný sodík	Na <sup>+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , FAAS		112 TMP I., 7 TMP II.
stupeň nasýt. bázami	BS	výpočtom		112 TMP I., 7 TMP II.
<b>DEPOZÍCIA - MOKRÁ, ZMIEŠANÁ, PODKORUNOVÁ, STOK PO KMENI</b>				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	1x za 2 týždne	7 TMP II.
alkalinita (pH > 5)		titračne	1x za 2 týždne	7 TMP II.
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	1x za 2 týždne	7 TMP II.
amoniak	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
sířany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
celkový dusík	N <sub>total</sub>	N - analyzátor	1x za 2 týždne	7 TMP II.
chloridy	Cl <sup>-</sup>	IC	1x za 2 týždne	7 TMP II.
vápnik	Ca <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
horčík	Mg <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
draslík	K <sup>+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
sodík	Na <sup>+</sup>	AES-ICP -USn	1x za 2 týždne	7 TMP II.
železo	Fe <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
mangán	Mn <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
hliník	Al	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
zinok	Zn	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	7 TMP II.
meď	Cu	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
olovo	Pb	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
kadmium	Cd	AAS-ETA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
ortuť	Hg	AAS-AMA	1x za 2 týždne	7 TMP II.
<b>PŮDNY ROZTOK</b>				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	1x za 2 týždne	3 TMP II.
alkalinita (pH > 5)		titračne	1x za 2 týždne	3 TMP II.
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	1x za 2 týždne	3 TMP II.
amoniak	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
sířany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
celkový dusík	N <sub>total</sub>	N - analyzátor	1x za 2 týždne	3 TMP II.
chloridy	Cl <sup>-</sup>	IC	1x za 2 týždne	3 TMP II.
vápnik	Ca <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
horčík	Mg <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
draslík	K <sup>+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
sodík	Na <sup>+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
železo	Fe <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
mangán	Mn <sup>2+</sup>	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
hliník	Al	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
zinok	Zn	AES-ICP -USN	1x za 2 týždne	3 TMP II.
meď	Cu	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
olovo	Pb	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
kadmium	Cd	AAS-ETA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
ortuť	Hg	AAS-AMA	1x za 2 týždne	3 TMP II.
<b>VLHKOSTNÝ REŽIM PŮD</b>				
hmotnostné % vlhkosti	m %	gravimetricky	1x za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP II.
objemové % vlhkosti	V %	gravimetricky	1x za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP II.
<b>PRÍZEMNÁ VEGETÁCIA</b>				
výskyt a pokryvnosť druhu		okulárny odhad v % v kombinácii s Braun-Blanquetovou stupnicou zjemnenou Zlatníkom	1x za 5 rokov (na jar a v lete)	7 TMP II.
hustota druhu	D	sčítavacia metóda na ploškach 1x1 m	3x v roku	3 TMP II.
vzrast druhu	h		1x ročne	3 TMP II.
nadzemná biomasa	m <sub>bp</sub>	kombinácia sčítavacej metódy s vážením	1x ročne	3 TMP II.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
podrastu				
<b>FENOLOGICKÉ POZOROVANIA</b>				
fenologická fáza		vizuálne hodnotenie	1x za 1 – 2 týždne	4 TMP II.
<b>KVALITA OVZDUŠIA</b>				
ozón	O <sub>3</sub>	ozónový analyzátor	priebežne	2 TMP II.
<b>POŠKODENIE OZÓNOM</b>				
stupeň poškodenia		vizuálne	2x do roka	2 TMP II.
<b>MERANIE OPADU</b>				
opad		kvantita – gravimetricky		4 TMP II.
obsah dusíka	N	NCS – analyzátor, suché spaľovanie		4 TMP II.
obsah síry	S	NCS – analyzátor, suché spaľovanie		4 TMP II.
obsah fosforu	P	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah vápnika	Ca	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah zinku	Zn	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah olova	Pb	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AAS-ETA		4 TMP II.

AES-ICP - atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou,

AAS-ETA –USN -atómová absorpčná spektrometria s elektrotermickou atomizáciou, ultrasonický nebulizátor

FAAS – atómová absorpčná spektrometria, pameňovou technikou

AAS-ETA - atómová absorpčná spektrometria s elektrotermickou atomizáciou,

AAS-AMA – jednoučelový AAS analyzátor na stanovenie ortuti

IC - iónová chromatografia

NCS - analyzátor na stanovenie N, C a S

Monitoring lesných ekosystémov je komplexný a otvorený monitorovací systém, zahrňujúci veľmi rôznorodé monitorované parametre (od jednotlivých parametrov zložiek abiotického prostredia po drevinu) a s rôznou periodicitou zisťovania. Tento monitorovací systém si preto vyžaduje racionálny výber parametrov a špecifické metódy pre ich zisťovanie. Aktuálne manuály sú na internetovej stránke programu ICP Forests [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org).

### 3. VÝSLEDKY

V projekte FutMon sú v celoeurópskom rámci výsledky definované rôznym spôsobom. Popri databázach, výsledkoch analýz a správach je výsledkom riešenia aj súbor plôch s definovaným technickým a meracím vybavením. Väčšina výsledkov je definovaná na úrovni celého projektu a zodpovedajú za ne pracoviská koordinujúce projekt alebo jednotlivé akcie.

V tejto kapitole teda spolu s výsledkami prieskumov a zisťovaní za príslušný rok (za rok 2009 pre prvú úroveň monitoringu a čiastočne vybrané prieskumy druhej úrovne, za rok 2008 pre prieskumy druhej úrovne monitoringu, kde je potrebné hodnotiť údaje za celý uzavretý kalendárny rok) uvádzame aj odpočet za niektoré nové prieskumy a informáciu o založení novej plochy a inštalovaných zariadeniach.

Súčasťou je aj vyhodnocovanie dát z predchádzajúcich rokov, vrátane projektu BoSoil. Hoci hlavným cieľom tohto medzinárodného projektu bolo overiť možnosť podrobného harmonizovaného prieskumu pôd a indikátorov biodiverzity v celoeurópskom rámci a vytvoriť databázy, ktoré pre Európsku komisiu spravuje Spojené výskumné centrum (Joint Research Centre – JRC), pokračujeme aj v národnom vyhodnocovaní príslušných databáz. Toto vyhodnocovanie sa realizuje taktiež s určitým časovým odstupom, keďže údaje boli zaslané koordinujúcemu pracovisku v roku 2008 a počas roka 2009 prebiehala kontrola databáz, ich validácia a prípadné doplnenie a kontrola údajov.

#### 3.1 EXTENZÍVNY MONITORING

##### 3.1.1 Stav koruny

V roku 2009 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 20. 7. – 14. 8. na 108 TMP. Hodnotenia sa zúčastnili 3 trojčlenné pracovné skupiny. Na plochách E13, G11, P3 a P6 sa hodnotenie nevykonalo, keďže tam v súčasnosti nie je hodnotiteľný lesný porast v dôsledku plánovanej alebo náhodnej – kalamitnej ťažby. Celkový počet živých hodnotených stromov bol 4938, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4049 stromov sociálneho postavenia 1 a 2 podľa KRAFTA.

Z hľadiska dlhodobej kontinuity a významnosti hodnotenia je základným prvkom hodnotenie drevín, najmä stavu korún stromov. V rámci každoročného hodnotenia drevinovej zložky sa hodnotia všetky označené stromy (aj stromy vrastavé a podúrovňové). Do spracovania údajov (hodnotenie defoliácie, zmien sfarbenia, prírastku) sú v tejto správe zahrnuté len stromy nadúrovňové a úrovňové (stromy biosociologické postavenia 1 a 2 podľa KRAFTA). Na každej drevine sme v roku 2009 hodnotili nasledovné parametre:

- biosociologické postavenie (1-5) podľa KRAFTA,
- strata a sfarbenie asimilačných orgánov,
- plodivosť,
- hrúbkový prírastok,
- poškodenie stromu podľa novej metodiky ICP Forests,
- viditeľnosť koruny,
- zatienenie koruny.

Strata asimilačných orgánov (SAO) sa hodnotí okulárnym odhadom v percentách so zaokrúhlením na 5 %. Na základe SAO sú jednotlivé stromy zatriedňované do stupňov defoliácie podľa nasledovnej tabuľky.

Tab. 3.1 Stupne defoliácie

Stupeň defoliácie	SAO %	Slovný popis st. defoliácie
0	0-10	bez defoliácie
1	11-25	slabo defoliované
2	26-60	stredne defoliované
3	61-99	silne defoliované
4	100	odumierajúce a mŕtve

Pri sfarbení asimilačných orgánov sa v percentách odhaduje podiel listov (ihlíc) so zmeneným sfarbením s presnosťou na 5 %. Na základe toho sú jednotlivé stromy zatriedované do stupňov podľa nasledovnej tabuľky:

Tab. 3.2 Stupne sfarbenia

Stupeň sfarbenia	Plošný výskyt zmen sfarbenia	Slovný popis stupňa sfarbenia
0	0-10 %	bez zmeny sfarbenia
1	11-25 %	slabá zmena sfarbenia
2	26-60 %	stredná zmena sfarbenia
3	61-99 %	silná zmena sfarbenia
4	100 %	odumierajúce a mŕtve

Podľa medzinárodne platnej metodiky je výsledný stav stromov daný vzájomnou kombináciou stupňa defoliácie a stupňa sfarbenia, a to podľa nasledovnej tabuľky:

Tab. 3.3 Kombinácia sfarbenia a defoliácie

Stupeň defoliácie	Stupeň sfarbenia			
	0	1	2	3
0	0	0	1	1
1	1	1	2	2
2	2	2	3	3
3	3	3	3	3



Obr. 3.1 Jedľa s defoliáciou 15 % (foto J.Pajčík)



Obr. 3.2 Jedľa s defoliáciou 70 % (foto J. Pajčík)

Plodivosť sa hodnotí štvorčlennou stupnicou: žiadna, slabá, stredná, silná. Radiálny prírastok za obdobie medzi dvomi rokmi sa vypočíta z obvodov kmeňa v  $d_{1,3}$ . Poškodenie stromu jednotlivými faktormi sa od roku 2005 hodnotí vizuálne podľa novej metodiky ICP Forests, ktorá je podrobne popísaná na webovej stránke [http://www.icp-forests.org/pdf/Chapt2\\_compl06.pdf](http://www.icp-forests.org/pdf/Chapt2_compl06.pdf). Zatienenie koruny sa hodnotí vizuálne šesťčlennou stupnicou podľa tabuľky 3.4. Viditeľnosť koruny sa hodnotí vizuálne štvorčlennou stupnicou podľa tabuľky 3.5.



Tab. 3.4 Zatieneenie koruny

Stupeň zatienenia	Slovný popis stupňa zatienenia
1	koruna významne ovplyvnená (zatieneením alebo priamou interakciou) z jednej strany
2	koruna významne ovplyvnená (zatieneením alebo priamou interakciou) z dvoch strán
3	koruna významne ovplyvnená (zatieneením alebo priamou interakciou) z troch strán
4	koruna významne ovplyvnená (zatieneením alebo priamou interakciou) zo štyroch strán
5	voľná koruna bez zatieneenia
6	podúrovňový potlačený strom

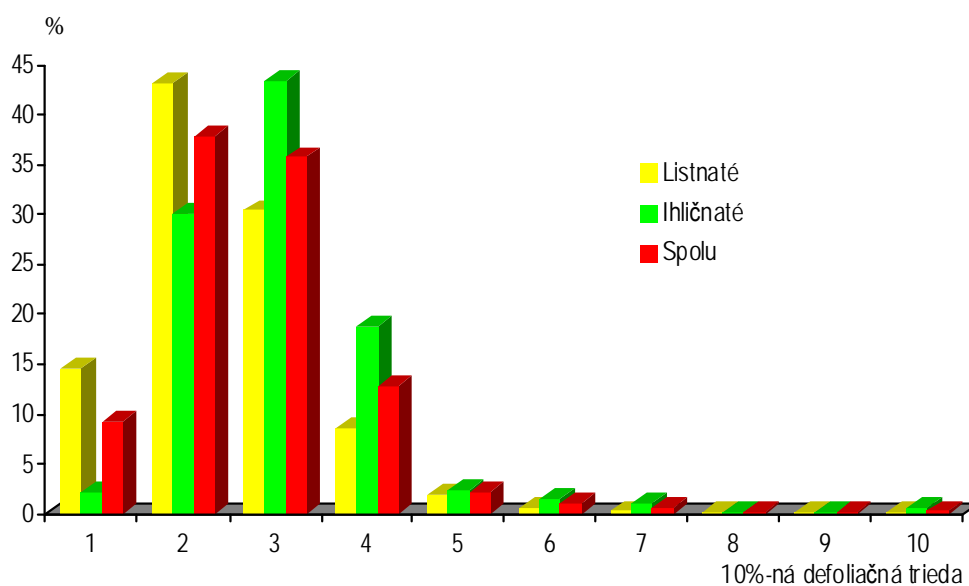
Tab. 3.5 Viditeľnosť koruny

Stupeň viditeľnosti	Slovný popis stupňa viditeľnosti
1	celá koruna je viditeľná
2	koruna je iba čiastočne viditeľná
3	koruna je viditeľná iba v obrysoch
4	koruna nie je viditeľná

### Defoliácia

Defoliácia je základný okulárny symptóm a hlavný indikátor zdravotného stavu drevín. Je to parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedinca (genetické, klimatické a stanovištné vplyvy, vplyv znečistenia ovzdušia a iné). Výsledky uverejnené v správe sú uvádzané v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici defoliácie, len v tab. 3.7 a obr. 3.3 sú uverejnené výsledky rozdelené do 10 %-ných tried defoliácie, z dôvodu podať podrobnejšiu informáciu rozdelení hodnôt defoliácie.

Tabuľky 3.6 a 3.7 a obr. 3.3 udávajú percentuálne zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie resp. v defoliačných triedach. Listnaté dreviny lepšie odolávajú nepriaznivým faktorom ako dreviny ihličnaté, čo súvisí okrem iného aj s rozdielnou dobou pretrvávania asimilačných orgánov. Kým listnaté dreviny obnovujú asimilačné orgány každoročne, u ihličnatých pretrvávajú niekoľko rokov, takže hodnotenú defoliáciu ovplyvňuje aj poškodenie, ku ktorému došlo pred niekoľkými rokmi. Hrab a buk boli v celom doterajšom priebehu monitoringu najmenej poškodzovanými drevinami na Slovensku. Najviac poškodenými drevinami (s najväčším podielom stromov v stupňoch 2-4) sú každoročne ihličnaté dreviny, predovšetkým jedľa, borovica a smrek.



Obr. 3.3 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

Zdravotný stav smreka a jedle sa nezlepšuje ani v klimaticky priaznivých rokoch. Oproti roku 2008 sa v tomto roku zvýšil podiel stromov v stupni defoliácie 2-4 u všetkých drevín spolu o 2,8 %. Podiel ihličnatých drevín so stupňom defoliácie 2-4 sa oproti predchádzajúcemu roku zvýšil o 1,6 %, podiel listnatých drevín v stupni defoliácie 2-4 sa zvýšil o 3,7 %. Na obr. 3.3 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1–3 (defoliácia 0–30 %) zahrňujú až 82,8 % zo všetkých stromov. Podiel stromov s defoliáciou väčšou ako 50 % je 2,3 %.

Tab. 3.6 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

St. defoliácie	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
% defoliácie	0-10 %	11-25 %	26-60 %	61-99 %	100 %			
Buk	17,8	65,4	16,5	0,2	0,1	82,2	16,8	1331
Dub	2,9	58,0	38,7	0,4	0,0	97,1	39,1	519
Hrab	28,4	57,6	13,6	0,4	0,0	71,6	14,0	236
Ostatné listnaté	8,2	47,9	40,0	3,9	0,0	91,8	43,9	280
Listnaté spolu	14,5	61,0	23,8	0,7	0,0	85,5	24,5	2366
Smrek	1,2	56,5	40,2	1,2	0,9	98,8	42,3	1036
Jedľa	0,6	44,2	54,6	0,6	0,0	99,4	55,2	181
Borovica	5,1	55,7	35,9	3,3	0,0	94,9	39,2	393
Smrekovec	2,7	57,6	39,7	0,0	0,0	97,3	39,7	73
Ihličnaté spolu	2,1	55,2	40,7	1,5	0,5	97,9	42,7	1683
Spolu	9,3	58,6	30,8	1,1	0,2	90,7	32,1	4049

Tab. 3.7 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v defoliačných triedach.

Drevina	Triedy defoliácie										Spolu
	0-10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	41-50 %	51-60 %	61-70 %	71-80 %	81-90 %	91-100 %	
Buk	17,8	46,2	29,7	5,4	0,4	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	1331
Dub	2,9	39,9	36,4	14,8	4,4	1,2	0,2	0,0	0,0	0,2	519
Hrab	28,4	46,2	21,6	3,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	236
Ost. list.	8,2	31,8	30,0	17,1	6,4	2,5	1,1	1,4	1,1	0,4	280
List. spolu	14,5	43,1	30,4	8,6	2,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	2366
Smrek	1,2	29,8	43,6	19,6	2,2	1,5	0,9	0,1	0,1	1,0	1036
Jedľa	0,6	18,6	54,1	22,7	1,7	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	181
Borovica	5,1	35,7	36,9	14,2	3,3	1,5	2,0	0,8	0,5	0,0	393
Smrekovec	2,7	31,6	45,2	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73
Ihl. spolu	2,1	30,0	43,3	18,7	2,3	1,5	1,1	0,2	0,2	0,6	1683
Spolu	9,3	37,8	35,7	12,8	2,1	1,0	0,6	0,2	0,2	0,3	4049

### Zmena sfarbenia

Zmena sfarbenia (diskolorácia) asimilačných orgánov je druhým základným okulárnym symptómom hodnotenia zdravotného stavu drevín. Podobne ako pri defoliácii sa v zmene sfarbenia asimilačných orgánov odrážajú sprostredkovane vplyvy rôznych faktorov (nedostatok živín, suché periódy, mráz a pod.).

Tabuľka 3.8 udáva zastúpenie jednotlivých druhov drevín v % v jednotlivých stupňoch zmeny sfarbenia. Od začiatku monitoringu v roku 1987 nevykazuje sledovaná charakteristika podstatnejší vplyv na celkový zdravotný stav. Iba v roku 2003 došlo v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 k viac ako dvojnásobnému zväčšeniu podielu stromov (4,5 % oproti 1,9 % zo všetkých stromov v roku 2002). Súvisí to predovšetkým s veľmi suchým vegetačným obdobím. Kým v predchádzajúcich rokoch bola zmena sfarbenia asimilačných orgánov pozorovaná predovšetkým na ihličnatých drevinách, v roku 2003 sa sfarbenie vo väčšej miere objavilo aj u listnatých drevín (hrab 7,1 %, buk 3,4 %, skupina ostatné listnaté dreviny 9,2 %). U ihličnatých stromov sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala vo výraznej miere u borovice (na 14,4 % pozorovaných jedincoch), menej u jedle a smreka (na 4,4 %, resp. 2,2 % jedincoch). Výnimočný stav z roku 2003 sa v roku 2004 vrátil opäť do normálu. Podiel všetkých stromov v agregovanom stupni sfarbenia 1-4 klesol na 1,9 %, t.j. na rovnakú úroveň ako v roku 2002. Vo výraznejšej miere sa zmena sfarbenia asimilačných orgánov vyskytovala iba u jedle a borovice (rovnako po 8,0 %). V roku 2005 došlo u týchto dvoch drevín k ďalšiemu

zvýšení zmeny sfarbenia asimilačných orgánov (jedľa 10,8 %, borovica 9,3 %). U listnatých drevín bolo v roku 2005 pozorovaná diskolorácia asimilačných orgánov iba na malom počte jedincov, aj keď v porovnaní s rokom 2004 došlo k ich miernemu zvýšeniu (najmä zásluhou hrabu s 5,5 % sfarbených stromov). V roku 2006 bola diskolorácia asimilačných orgánov pozorovaná iba na malom počte stromov (2,9 %), prevažne ihličnatých drevín. Sfarbenie asimilačných orgánov sa vo väčšej miere, podobne ako v predchádzajúcich rokoch prejavilo u borovice a jedle (10,4 %, resp. 7,1 %). V roku 2007 bol pozorovaný ešte väčší podiel sfarbených asimilačných orgánov borovice a jedle ako v predchádzajúcich rokoch. Pri jedli bol tento podiel (17,5 %) najvyšší za dovtedy sledované obdobie monitoringu. Vysoký podiel žltnutia asimilačných orgánov bol pozorovaný aj na hraboch (8,8 %). Žltnutie asimilačných orgánov bolo predovšetkým dôsledkom sucha vo vegetačnom období. V roku 2008 bolo pozorované výrazné zvýšenie výskytu sfarbenia asimilačných orgánov u ihličnatých drevín (13,6 %). Najväčší výskyt sfarbenia asimilačných orgánov bol pozorovaný u jedle (až 42,7 %), vysoký výskyt sfarbenia bol aj u borovice (12,2 %) a smreka (9,9 %). Vysoký výskyt sfarbenia asimilačných orgánov jedle (32,0 %) bol pozorovaný aj v roku 2009. U iných drevín s výnimkou smreka (5,7 %) bolo v roku 2009 sfarbenie asimilačných orgánov menšie ako 5 %.

### **Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov**

Tabuľka 3.9 v zmysle stanovenej metodiky udáva zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia na základe kombinácie defoliácie a zmeny sfarbenia. Vzhľadom na nevýrazný vplyv parametra zmeny sfarbenia je výsledná tabuľka takmer zhodná s tabuľkou 3.6 a za celé sledované obdobie od roku 1987 možno konštatovať, že z dôvodu žltnutia (prípadne inej zmeny sfarbenia) nedochádza na celoslovenskej úrovni k významnejšiemu presunu stromov do vyšších stupňov poškodenia.

Tab. 3.8 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch zmien sfarbenia

Drevina	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
	0-10 %	11-25 %	26-60 %	61-99 %	100 %			
Buk	99,1	0,6	0,2	0,0	0,1	0,9	0,3	1331
Dub	97,3	2,5	0,0	0,2	0,0	2,7	0,2	519
Hrab	95,8	3,8	0,4	0,0	0,0	4,2	0,4	236
Ost. list.	95,0	3,9	0,7	0,4	0,0	5,0	1,1	280
List. spolu	97,9	1,8	0,2	0,1	0,0	2,1	0,3	2366
Smrek	94,3	4,0	0,9	0,1	0,7	5,7	1,7	1036
Jedľa	68,0	30,3	1,7	0,0	0,0	32,0	1,7	181
Borovica	95,7	3,5	0,8	0,0	0,0	4,3	0,8	393
Smrekovec	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73
Ihl. spolu	92,0	6,6	0,9	0,1	0,4	8,0	1,4	1683
Spolu	95,5	3,7	0,5	0,1	0,2	4,5	0,8	4049

Tab. 3.9 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia (defoliácia x zmena sfarbenia)

Drevina	0	1	2	3	4	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
	0	1	2	3	4			
Buk	17,8	65,4	16,3	0,4	0,1	82,2	16,8	1331
Dub	2,9	58,0	38,7	0,4	0,0	97,1	39,1	519
Hrab	28,4	57,6	13,6	0,4	0,0	71,6	14,0	236
Ost. list.	7,9	48,2	39,6	4,3	0,0	92,1	43,9	280
List. spolu	14,4	61,1	23,7	0,8	0,0	85,6	24,5	2366
Smrek	1,2	56,6	39,6	1,7	0,9	98,8	42,2	1036
Jedľa	0,6	44,2	53,0	2,2	0,0	99,4	55,2	181
Borovica	5,1	55,7	35,9	3,3	0,0	94,9	39,2	393
Smrekovec	2,7	57,6	39,7	0,0	0,0	97,3	39,7	73
Ihl. spolu	2,1	55,1	40,2	2,1	0,5	97,9	42,8	1683
Spolu	9,3	58,5	30,6	1,4	0,2	90,7	32,2	4049

### 3.1.2 Vývoj zdravotného stavu lesa

Tabuľka 3.10 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2009 v SR. **Pre posúdenie zhoršovania, resp. zlepšovania zdravotného stavu lesov je rozhodujúci podiel stromov v stupňoch defoliácie 2-4.** Za najkritickejší možno považovať rok 1989, kedy do stupňov defoliácie 2-4 bolo zaradených až 49 % stromov. Ale už o dva roky, v roku 1991 bolo zistené výrazné zlepšenie (iba 28 % stromov v stupni defoliácie 2-4). Od tohto roku sa zdravotný stav lesov postupne zhoršoval až do roku 1994. Rok 1995 nevykázal žiadne výraznejšie zmeny oproti roku 1994. Väčšia defoliácia drevín ako v týchto dvoch rokoch bola pozorovaná iba v už spomínanom roku 1989. Roky 1996-2000 patria k rokom s najlepším zdravotným stavom drevín a v roku 2000 bol zaznamenaný najnižší podiel poškodených stromov (23 %) od začiatku monitoringu. V roku 2001 došlo k zhoršeniu zdravotného stavu hlavne listnatých drevín. Významnú rolu na tom okrem iných faktorov zohrala vysoká plodivosť buka a hraba.

Tab. 3.10 Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
1987	ihličnaté	11	36	41	11	1	89	53	12
	listnaté	26	47	22	5	0	74	27	5
	spolu	19	42	32	7	0	81	39	7
1988	ihličnaté	14	33	43	9	1	86	53	10
	listnaté	33	39	23	5	0	67	28	5
	spolu	25	36	32	6	1	75	39	7
1989	ihličnaté	9	32	49	9	1	91	59	10
	listnaté	20	38	37	4	1	80	42	5
	spolu	15	36	42	6	1	85	49	7
1990	ihličnaté	14	30	47	8	1	86	56	9
	listnaté	23	45	25	5	2	77	32	7
	spolu	20	39	34	6	1	80	41	7
1991	ihličnaté	14	47	34	4	1	86	39	5
	listnaté	41	38	17	3	1	59	21	4
	spolu	30	42	24	3	1	70	28	4
1992	ihličnaté	15	44	33	7	1	85	41	8
	listnaté	31	40	23	5	1	69	29	6
	spolu	24	42	27	6	1	76	34	7
1993	ihličnaté	8	42	46	3	1	92	50	4
	listnaté	28	43	25	3	1	72	28	4
	spolu	20	43	33	3	1	80	37	4
1994	ihličnaté	8	41	44	5	2	92	51	7
	listnaté	20	45	31	4	1	80	36	5
	spolu	15	43	36	5	1	85	42	6
1995	ihličnaté	8	40	46	5	1	92	52	6
	listnaté	19	46	32	2	1	81	35	3
	spolu	14	44	38	3	1	86	42	4
1996	ihličnaté	12	47	37	2	2	88	41	4
	listnaté	15	57	26	1	1	85	28	2
	spolu	13	53	30	2	2	87	34	4
1997	ihličnaté	13	45	38	3	1	87	42	4
	listnaté	22	55	21	2	0	78	23	2
	spolu	18	51	28	2	1	82	31	3
1998	ihličnaté	16	44	36	4	0	84	40	4
	listnaté	27	46	25	2	0	73	27	2
	spolu	22	46	29	3	0	78	32	3

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defollácie v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
1999	ihličnaté	15	45	36	3	1	85	40	4
	listnaté	22	59	18	1	0	78	19	1
	Spolu	19	53	26	1	1	81	28	2
2000	Ihličnaté	18	44	35	2	1	82	38	3
	Listnaté	29	57	13	1	0	71	14	1
	Spolu	25	52	22	1	0	75	23	1
2001	Ihličnaté	12	49	37	1	1	88	39	2
	Listnaté	18	55	26	1	0	82	27	1
	Spolu	16	53	30	1	0	84	31	1
2002	Ihličnaté	8	52	38	2	0	92	40	2
	Listnaté	23	62	14	1	0	77	15	1
	Spolu	17	58	24	1	0	83	25	1
2003	Ihličnaté	4	56	39	1	0	96	40	1
	Listnaté	14	61	24	1	0	86	25	1
	Spolu	10	59	30	1	0	90	31	1
2004	Ihličnaté	4	60	35	1	0	96	36	1
	Listnaté	16	64	19	1	0	84	20	1
	Spolu	11	62	26	1	0	89	27	1
2005	Ihličnaté	6	59	33	2	0	94	35	2
	Listnaté	21	65	13	1	0	79	14	1
	Spolu	14	63	22	1	0	86	23	1
2006	ihličnaté	5	53	41	1	0	95	42	1
	listnaté	21	62	16	1	0	79	17	1
	spolu	14	58	27	1	0	86	28	1
2007	ihličnaté	5	58	36	1	0	95	37	1
	listnaté	18	65	15	2	0	82	17	2
	spolu	12	62	24	2	0	88	26	2
2008	ihličnaté	3	56	40	1	0	97	41	1
	listnaté	15	64	20	1	0	85	21	1
	spolu	10	61	28	1	0	90	29	1
2009	ihličnaté	2	55	41	1	1	98	43	2
	listnaté	14	61	24	1	0	86	25	1
	spolu	9	59	31	1	0	91	32	1

V roku 2002 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu u listnatých drevín. Podiel listnatých stromov v defoliačnom stupni 2-4 klesol oproti roku 2001 o 12 % (z 27 na 15 %) a dostal sa takmer na úroveň roku 2000, kedy bol zaznamenaný ich najlepší zdravotný stav od začiatku monitoringu. V roku 2003 sa zdravotný stav listnatých drevín zhoršil a vrátil sa na úroveň roku 2001. Na tomto zhoršení, podobne ako v roku 2001, sa významne podieľala vysoká plodivosť buka a hraba. V roku 2004 sa celkový zdravotný stav všetkých drevín oproti predchádzajúcemu roku mierne zlepšil predovšetkým v dôsledku zlepšenia stavu buka, jedle a borovice.

V roku 2005 bol pozorovaný najlepší zdravotný stav od roku 1988, rovnaký ako v roku 2000, keď podiel všetkých stromov v defoliačnom stupni 2 až 4 bol iba 23 % a podiel listnatých stromov v stupni 2 až 4 iba 14 %.

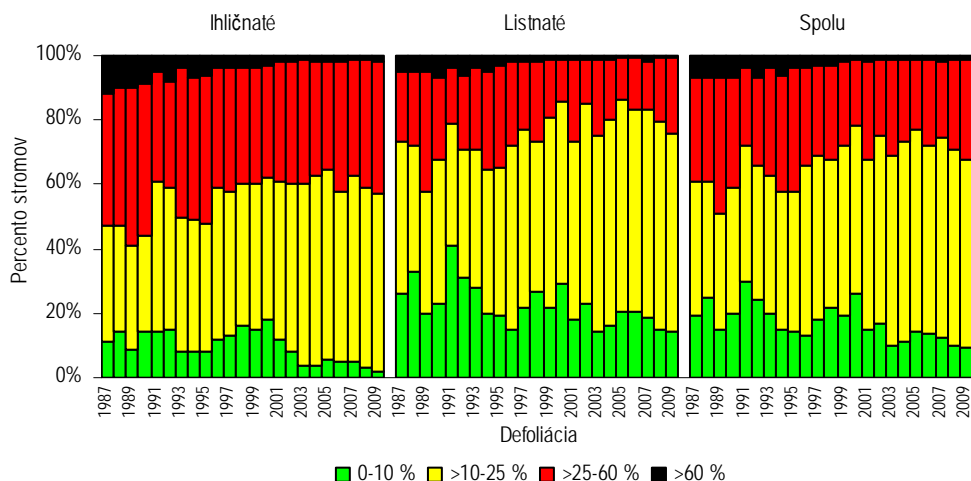
V rokoch 2005 až 2009 sa zdravotný stav mierne zhoršoval (podiel stromov v defoliačnom stupni 2-4 narástol z 23 na 32 %). Zdravotný stav ihličnatých drevín je od roku 1996 ustálený s podielom stromov v stupni poškodenia 2-4 v rozpätí od 35 do 43 %. Na obrázkoch 3.4 – 3.6 je znázornené zastúpenie vybraných druhov drevín a skupín drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku monitoringu v roku 1987.



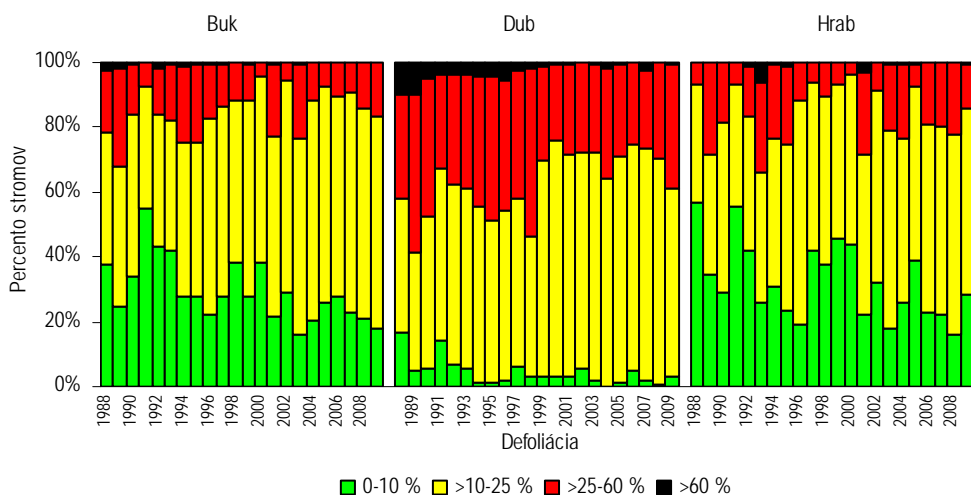
### Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2009

Tabuľka 3.11 udáva základné štatistické veličiny: aritmetický priemer defoliácie a strednú chybu určenej priemernej defoliácie vypočítané pre dvojstupňový výber, od roku 1988 do roku 2009. Na základe strednej chyby je možné určiť v akom intervale sa pohybujú výberové priemery defoliácie pre celú SR so 68 %-nou spoľahlivosťou.

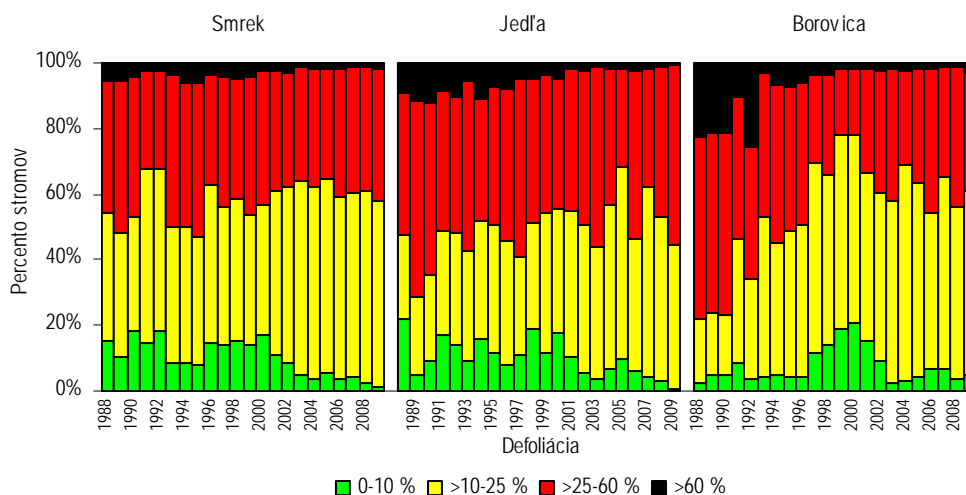
Malý rozsah výberu pri niektorých drevinách (jaseň, javor, agát, smrekovec) spôsobuje, že interval v ktorom sa výberové aritmetické priemery môžu pohybovať je veľký a z toho dôvodu aj presnosť určenia aritmetického priemeru defoliácie je menšia.



Obr. 3.4 Zastúpenie skupín drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.5 Zastúpenie vybraných listnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.6 Zastúpenie vybraných ihličnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie

Tab. 3.11 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1988 - 2009 a dosiahnutá presnosť ich určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba							
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Buk	19,0 ± 1,3	23,0 ± 1,3	17,2 ± 0,9	12,6 ± 1,0	17,2 ± 1,3	17,0 ± 1,4	21,0 ± 1,2	
Dub	29,9 ± 2,2	35,4 ± 2,1	30,6 ± 1,9	24,9 ± 1,4	27,0 ± 1,4	27,2 ± 1,3	29,9 ± 1,4	
Hrab	13,5 ± 1,2	19,5 ± 2,0	18,4 ± 1,5	13,3 ± 1,3	17,7 ± 2,0	25,3 ± 3,3	19,8 ± 1,6	
Jaseň	23,0 ± 3,5	28,6 ± 3,1	37,7 ± 5,2	39,7 ± 5,1	38,0 ± 4,8	30,1 ± 3,4	40,4 ± 5,7	
Javor	35,0 ± 5,6	46,0 ± 6,0	38,8 ± 5,6	32,9 ± 3,5	30,0 ± 4,0	30,0 ± 4,3	31,9 ± 3,1	
Agát	37,0 ± 3,5	38,1 ± 1,9	73,8 ± 7,7	46,0 ± 7,8	61,4 ± 9,2	50,7 ± 7,1	57,0 ± 6,7	
List. spolu	22,5 ± 1,3	26,6 ± 1,3	24,7 ± 1,7	19,2 ± 1,5	23,4 ± 1,7	22,9 ± 1,4	25,9 ± 1,5	
Smrek	28,4 ± 1,2	30,8 ± 1,2	28,5 ± 1,2	24,5 ± 1,0	23,9 ± 1,2	29,0 ± 1,0	31,5 ± 1,4	
Jedľa	30,5 ± 3,5	38,8 ± 2,2	36,8 ± 3,6	30,8 ± 3,1	32,7 ± 3,6	32,2 ± 2,8	32,6 ± 4,1	
Borovica	44,8 ± 2,8	43,8 ± 3,0	43,7 ± 2,9	32,9 ± 2,8	41,8 ± 3,6	28,8 ± 1,5	32,3 ± 1,8	
Smrekovec	19,5 ± 3,9	32,7 ± 4,6	29,6 ± 4,7	17,4 ± 3,0	25,6 ± 4,6	27,1 ± 2,1	30,0 ± 4,0	
Ihlič. spolu	32,0 ± 1,5	34,5 ± 1,4	32,8 ± 1,4	26,8 ± 1,2	28,8 ± 1,6	29,2 ± 0,9	31,7 ± 1,2	
Spolu	26,5 ± 1,1	30,2 ± 1,1	28,1 ± 1,3	22,5 ± 1,1	25,7 ± 1,3	25,6 ± 1,0	28,3 ± 1,1	
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba							
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Buk	20,6 ± 1,1	19,8 ± 0,7	18,3 ± 0,8	16,2 ± 0,9	17,6 ± 0,6	14,9 ± 0,6	20,7 ± 0,8	
Dub	30,6 ± 1,2	30,3 ± 1,5	28,0 ± 1,8	30,8 ± 1,6	25,6 ± 1,1	23,3 ± 0,9	24,0 ± 0,7	
Hrab	21,8 ± 2,0	18,9 ± 0,8	14,1 ± 1,0	15,7 ± 1,5	14,7 ± 1,7	14,2 ± 1,1	22,7 ± 2,6	
Jaseň	33,4 ± 4,3	29,6 ± 3,5	22,8 ± 1,8	27,6 ± 3,3	23,5 ± 1,4	22,9 ± 2,5	24,4 ± 2,3	
Javor	28,0 ± 2,6	23,2 ± 1,5	22,4 ± 2,0	21,8 ± 1,5	20,2 ± 1,7	16,5 ± 1,5	20,7 ± 1,9	
Agát	48,4 ± 6,1	42,7 ± 4,0	37,0 ± 4,5	45,7 ± 6,2	34,6 ± 4,1	39,8 ± 3,7	37,3 ± 6,7	
List. spolu	25,3 ± 1,2	23,8 ± 0,9	21,5 ± 0,9	21,8 ± 1,2	20,4 ± 0,8	18,3 ± 0,8	22,3 ± 0,9	
Smrek	31,9 ± 1,1	26,7 ± 1,1	28,0 ± 1,1	27,2 ± 1,1	28,5 ± 1,2	28,2 ± 1,2	26,5 ± 1,0	
Jedľa	31,6 ± 3,0	32,8 ± 2,4	33,7 ± 2,3	29,3 ± 3,1	28,6 ± 2,8	28,3 ± 2,9	28,8 ± 1,8	
Borovica	32,8 ± 1,9	31,2 ± 1,5	24,8 ± 1,1	25,4 ± 1,5	21,6 ± 1,1	22,0 ± 1,3	24,7 ± 1,3	
Smrekovec	27,6 ± 1,7	25,2 ± 3,2	24,7 ± 2,5	23,4 ± 3,5	24,5 ± 1,2	20,3 ± 1,5	26,3 ± 2,6	
Ihlič. spolu	32,0 ± 0,9	28,3 ± 0,9	27,7 ± 0,9	26,8 ± 1,0	26,8 ± 1,0	26,5 ± 1,0	26,3 ± 0,8	
Spolu	28,1 ± 0,9	25,7 ± 0,7	24,1 ± 0,7	23,9 ± 0,9	23,0 ± 0,7	21,6 ± 0,8	23,9 ± 0,7	

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Buk	16,5 ± 0,5	21,9 ± 1,0	18,6 ± 0,6	17,1 ± 0,6	17,5 ± 0,6	17,9 ± 0,6	18,8 ± 0,7
Dub	23,4 ± 1,0	24,2 ± 0,9	26,5 ± 1,1	25,0 ± 1,1	23,4 ± 0,8	25,2 ± 1,6	24,5 ± 0,7
Hrab	16,4 ± 1,1	20,4 ± 1,3	19,8 ± 1,8	15,8 ± 1,5	19,7 ± 1,4	20,3 ± 1,4	20,8 ± 1,4
Jaseň	24,0 ± 1,9	27,3 ± 1,9	26,0 ± 2,5	22,3 ± 2,5	28,1 ± 1,9	23,0 ± 1,4	29,7 ± 2,7
Javor	17,5 ± 1,4	20,9 ± 0,9	22,2 ± 2,0	19,9 ± 1,2	21,2 ± 1,3	29,5 ± 4,3	26,8 ± 3,0
Agát	36,1 ± 5,2	37,8 ± 4,6	28,2 ± 5,0	28,0 ± 7,5	28,8 ± 7,2	45,0 ± 10,9	33,5 ± 6,1
List. spolu	19,0 ± 0,8	22,6 ± 0,8	20,9 ± 0,7	19,2 ± 0,6	19,7 ± 0,6	20,8 ± 0,9	21,2 ± 0,7
Smrek	26,5 ± 0,9	25,6 ± 0,8	26,4 ± 0,7	26,4 ± 0,9	27,2 ± 0,9	26,9 ± 0,8	26,9 ± 0,8
Jedľa	29,3 ± 1,7	29,7 ± 1,2	26,8 ± 1,1	25,1 ± 1,1	29,5 ± 1,7	25,8 ± 1,4	27,0 ± 1,2
Borovica	26,4 ± 1,5	27,3 ± 1,1	26,1 ± 1,3	26,6 ± 1,5	27,8 ± 1,5	25,9 ± 1,5	27,7 ± 1,4
Smrekovec	27,4 ± 2,5	27,4 ± 2,4	24,8 ± 1,7	24,6 ± 2,0	22,3 ± 2,0	22,9 ± 1,6	25,1 ± 1,8
Ihlič. spolu	26,9 ± 0,8	26,5 ± 0,7	26,3 ± 0,5	26,2 ± 0,7	27,4 ± 0,7	26,4 ± 0,7	27,0 ± 0,5
Spolu	22,2 ± 0,7	24,2 ± 0,6	23,2 ± 0,5	22,3 ± 0,6	23,1 ± 0,6	23,2 ± 0,7	23,6 ± 0,6

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Buk	20,2 ± 0,6						
Dub	26,0 ± 1,0						
Hrab	18,0 ± 1,1						
Jaseň	29,4 ± 1,2						
Javor	30,0 ± 2,6						
Agát	34,8 ± 4,3						
List. spolu	22,2 ± 0,7						
Smrek	28,3 ± 0,8						
Jedľa	28,9 ± 1,0						
Borovica	27,1 ± 1,5						
Smrekovec	25,8 ± 1,5						
Ihlič. spolu	28,0 ± 0,7						
Spolu	24,6 ± 0,6						

Na overenie štatistickej významnosti rozdielov výberových priemerov jednotlivých drevín bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v rokoch 2008 a 2009. V roku 2009 došlo k zlepšeniu priemerných defoliácií pri listnatých drevinách iba pri hrabe (o 2,8 %), pri ostatných listnatých drevinách sa priemerná defoliácia mierne zvýšila. Celkovo došlo pri listnatých drevinách k zhoršeniu priemernej defoliácie oproti roku 2008 o 1,0 %. Priemerná defoliácia ihličnatých drevín ako aj všetkých drevín spolu sa zvýšila tiež o 1,0 %. Táto zmena však nie je štatisticky významná.

Zmena defoliácie v roku 2009 oproti roku 2008 vyjadruje tzv. brutto zmenu (0,97 %), ktorá nastala tak zmenou stavu korún, ako aj vplyvom ťažby, dopĺňania stromov, alebo presunom z kategórie nehodnotených do kategórie hodnotených a naopak (jedná sa predovšetkým o zmenu sociologického postavenia, pretože hodnotené sú iba stromy sociologického postavenia 1 a 2 podľa Krafta). Netto zmena – zmena ku ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zhoršenie o 1,06 %. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou bol v roku 2009 0,09 % a bol zapríčinený predovšetkým ťažbou, ktorá zhoršila priemernú defoliáciu o 0,10 %.

S cieľom overiť štatistickú významnosť rozdielov výberových priemerov bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.12. Na základe testu hypotézy o rovnosti výberových aritmetických priemerov možno usúdiť, že v rokoch 1989, 1992, 1994, 2001 a 2003 došlo skutočne k zhoršeniu zdravotného stavu lesov na Slovensku. Naopak k štatisticky významnému zlepšeniu zdravotného stavu oproti predchádzajúcemu roku došlo v rokoch 1990, 1991, 1996, 1997, 2000, 2002, 2004 a 2005. V rokoch 1993, 1995, 1998, 1999, 2006, 2007, 2008 a 2009 nedošlo k štatisticky významným zmenám oproti predošlému roku, a preto ich môžeme považovať za náhodné.

Tab. 3.12 Test zhody priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch

Rok	Počet stromov celkom	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$r_{1,2}$	$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$	$t$
1988	4513	26,5	1,100				
1989	4513	30,2	1,058	+3,7	0,58	0,989	3,741 **
1990	4493	28,1	1,300	-2,1	0,63	1,037	2,025 *
1991	4468	22,5	1,126	-5,6	0,69	0,968	5,785 **
1992	4403	25,7	1,300	+3,2	0,75	0,873	3,666 **
1993	4353	25,6	1,017	-0,1	0,67	0,976	0,102
1994	4324	28,3	1,085	+2,7	0,71	0,803	3,362 **
1995	4285	28,1	0,919	-0,2	0,74	0,739	0,271
1996	4200	25,7	0,722	-2,4	0,76	0,598	4,013 **
1997	4267	24,1	0,734	-1,6	0,69	0,573	2,792 **
1998	4313	23,9	0,904	-0,2	0,69	0,664	0,301
1999	4264	23,0	0,736	-0,9	0,73	0,623	1,445
2000	4344	21,6	0,759	-1,4	0,74	0,539	2,597 **
2001	4241	23,9	0,692	+2,3	0,68	0,584	3,324 **
2002	4207	22,2	0,686	-1,7	0,74	0,497	3,421 **
2003	4253	24,2	0,604	+2,0	0,61	0,581	3,442 **
2004	4216	23,2	0,541	-1,0	0,67	0,469	2,132 *
2005	4111	22,3	0,594	-0,9	0,70	0,442	2,036 *
2006	3975	23,1	0,618	+0,8	0,70	0,470	1,702
2007	4023	23,2	0,705	+0,1	0,61	0,589	0,170
2008	4083	23,6	0,596	+0,4	0,58	0,604	0,662
2009	4049	24,6	0,576	+1,0	0,60	0,524	1,908

kde,

$$t_{0,005,\infty} = 2,576, t_{0,025,\infty} = 1,960$$

\*\* štatisticky potvrdená významnosť rozdielov na hladine významnosti  $\alpha = 0.01$

\* štatisticky potvrdená významnosť rozdielov na hladine významnosti  $\alpha = 0.05$

### Dynamika zmien zdravotného stavu lesa na TMP

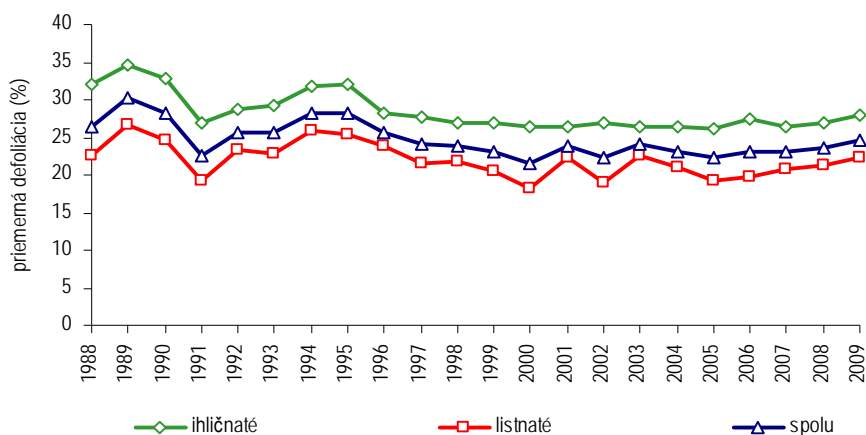
Tabuľka 3.13 vyjadruje dynamiku zmien zdravotného stavu lesov vyjadrenú prostredníctvom zmien podielu stromov zaradených do jednotlivých stupňov defoliácie za obdobie 2002-2009. Hodnoty v tabuľke udávajú percento stromov, ktoré prešli z jedného stupňa defoliácie do druhého resp. ostali v danom stupni defoliácie. V každej dvojici rokov sa hodnotí len súbor totožných stromov. V roku 2009 oproti roku 2008 19 % stromov zhoršilo svoj zdravotný stav, 66 % hodnotených stromov ostalo na tom istom stupni defoliácie a 15 % stromov svoj stav zlepšilo. **Celkovo sa zdravotný stav hodnotených stromov oproti roku 2008 zhoršil**, podiel stromov ktoré svoj zdravotný stav zlepšili je o 4 % menší ako podiel stromov, ktoré svoj zdravotný stav zhoršili.

Tab. 3.13 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 2002 až 2009

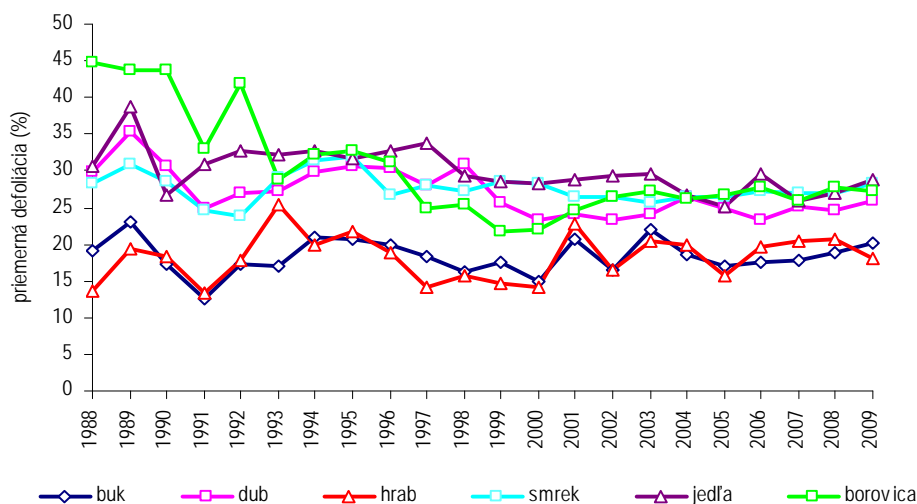
Časť	Pre-Sun	2002-03			2003-04			2004-05			2005-06			2006-07			2007-08			2008-09		
		Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %
	0-0	3	9	6	2	7	5	2	9	6	3	11	7	2	9	6	1	8	5	1	7	4
	0-1	6	13	10	2	6	4	1	6	4	2	9	6	3	10	7	4	9	7	2	7	5
I.	0-2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	0-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1-0	1	5	4	2	9	6	3	11	7	2	9	6	3	9	6	2	7	5	1	7	5
	1-1	40	43	42	44	44	44	47	49	48	43	47	45	41	45	43	42	46	44	41	45	43
II.	1-2	11	14	13	10	8	9	10	5	7	14	9	11	10	8	8	15	11	13	13	12	13
	1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	2-1	11	5	7	13	14	14	11	10	11	8	6	7	14	9	11	9	7	8	12	9	10
III.	2-2	26	7	15	24	10	16	23	8	14	25	6	15	26	6	15	26	7	15	27	10	17

Časť	Pre-Sun	2002-03			2003-04			2004-05			2005-06			2006-07			2007-08			2008-09		
		Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %	Ihl. %	Llst. %	Sp. %
	2-3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV.	3-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
	3-3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V.	4-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1635	2434	4069	1759	2455	4214	1781	2330	4111	1726	2249	3975	1696	2237	3933	1593	2247	3840	1683	2363	4046
	Zlepšenie	14	10	12	16	24	21	14	22	19	11	16	14	17	19	18	12	16	14	13	17	15
	Bez zmeny	69	59	63	71	61	65	73	66	69	71	64	67	69	60	64	68	62	65	70	62	66
	Zhoršenie	17	31	25	13	15	14	13	12	12	18	20	19	14	21	18	20	22	21	17	21	19
	Celk. zmena	+13			-7			-7			+5			0			+7			+4		

Uvedené hodnoty sú vypočítané z údajov zo všetkých monitorovacích plôch, a preto vyjadrujú priemerné percentuálne zmeny stavu pre celú SR. V jednotlivých oblastiach Slovenska môže byť vývoj zdravotného stavu odlišný. Z obrázku vyplýva, že za obdobie rokov 1987-1996 sa hodnota poškodenia všetkých drevín spolu pohybovala v rozmedzí hodnôt 25-30 %. Výnimku tvorí iba klimaticky veľmi priaznivý rok 1991, kedy hodnota klesla pod 25 %.

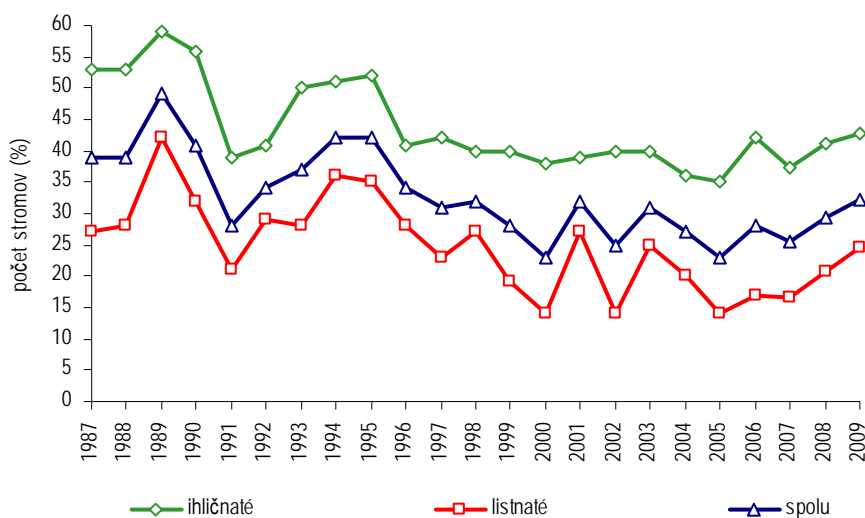


Obr. 3.7 Vývoj priemernej defoliácie



Obr. 3.8 Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy drevín





Obr. 3.9 Vývoj zastúpenia stromov v stupni poškodenia 2-4

Od roku 1996 sa priemerná defoliácia všetkých drevín pohybuje pod hranicou 25 %. Ihličnaté dreviny mali v tomto období vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,2-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom. Na základe daných výsledkov možno konštatovať, že zdravotný stav lesov Slovenska indikovaný defoliáciou a stupňom poškodenia je v posledných rokoch stabilizovaný, výkyvy v jednotlivých rokoch sú spôsobované predovšetkým klimatickými faktormi.

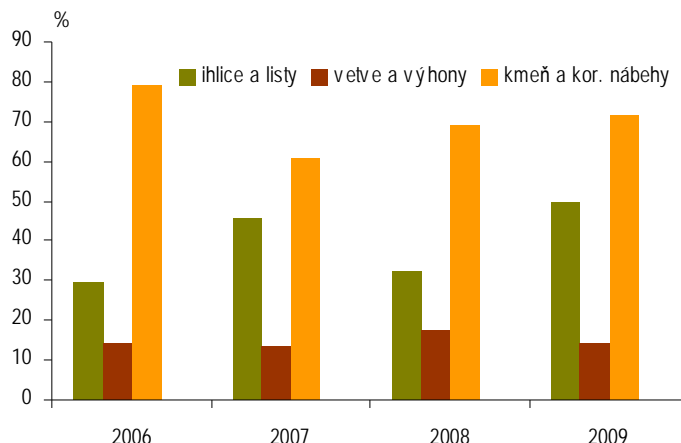
### 3.1.3 Výskyt škodlivých činiteľov

Poškodenia drevín na plochách I. úrovne jednotlivými škodlivými činiteľmi sa v roku 2009 hodnotilo v období júl – august, v zmysle metodiky ICP Forests. Na jednotlivých plochách sa podrobne sledovali príznaky poškodení podľa:

- miesta vzniku (ihlice, listy, tohoročné výhony, terminálne pupene, púčiky, kmeň, koreňové nábehy a pod.).
- znaku poškodenia (sfarbenie, deformácia, prítomnosť hmyzu a húb, poranenia, zlomy, a pod.).
- špecifikácie symptómu (konkrétny symptóm poškodenia).

Výskyt konkrétneho činiteľa sa vyjadroval podľa určeného číselného kódu, intenzita sa zaznamenávala v percentách. Stĺpec v tabuľkách „percento“ uvádza na koľkých percentách stromov sa vyskytoval daný typ poškodenia. Nakoľko na jednotlivých stromoch sa súčasne vyskytuje aj viacej typov poškodení, celkový súčet v jednotlivých tabuľkách môže presahovať 100 %. Nami použitý spôsob sa odlišuje od postupu ICP Forests, kde za základ pri výpočte percent používajú počet jednotlivých pozorovaní, čo zas napr. znemožňuje zistiť, na koľkých stromoch bolo pozorované poškodenie.

V roku 2009 sa sledovalo poškodenie na 108-ich plochách, spolu sa hodnotilo 5 013 stromov. Aspoň jeden príznak poškodenia malo takmer 86 % stromov, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom predstavuje nárast o 7 %. Bez príznakov poškodenia bolo 12,1 % stromov, čo korešponduje s údajmi z predchádzajúcich rokov. Hodnotených nebolo 28 stromov (0,6 %), mŕtvych bolo 89 stromov (1,8 %). Najčastejšie sa príznaky zaznamenali na koreňových nábehoch a kmeni, kde bolo poškodených až 71,4 % stromov (nárast o 11,7 %). Jedná sa najmä o mechanické poškodenie spôsobené vykonávaním ťažbových zásahov. Poškodenie ihlíc a listov bolo pozorované v priemere na 49,6 % stromov, čo predstavuje oproti predchádzajúcemu roku nárast o 20,1 %. Poškodenie vetiev a púčikov sa zaznamenalo na 14,2 % hodnotených stromov, čo korešponduje s výsledkami z predchádzajúcich rokov. Vývoj percentuálneho podielu poškodenia drevín v rokoch 2006 až 2009 podľa miesta vzniku je na obrázku 3.10.



Obrázok 3.10 Percentuálny podiel poškodenia všetkých drevín podľa miesta vzniku v rokoch 2006 až 2009

Sumárne údaje o poškodeniach drevín podľa miesta vzniku v roku 2009 sú uvedené v tabuľke 3.14.

Tab. 3.14 Rozdelenie poškodenia podľa miesta vzniku (sumár za všetky dreviny)

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihlice a listy	Listy	1618	32,3
	Staré ročníky ihličia	561	11,2
	ihličie všetkých ročníkov	257	5,1
	Tohtoročné ihličie	75	1,5
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	2487	49,6
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0,0
	Vetvičky Ø < 2 cm	92	1,8
	Vetvy Ø 2 < 10 cm	444	8,9
	Vetvy Ø => 10 cm	88	1,8
	Rôzne veľkosti vetiev	53	1,1
	Vrcholové výhonky	41	0,8
	Púčiky	0	0,0
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	715	14,3
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	393	7,8
	Kmeň medzi koreňovými nábehmi	2308	46,0
	Celý kmeň	371	7,4
	Koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	1597	31,9
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	3580	71,4
Mŕtve stromy	89	1,8	
Nehodnotené stromy	28	0,6	
Stromy bez symptómov poškodenia	609	12,1	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	4302	85,8	
Počet stromov spolu	5013		

V porovnaní s predchádzajúcim obdobím v roku 2009 sa zaznamenal nárast poškodenia koreňových nábehov a kmeňov. Pokiaľ v roku 2008 sme zaznamenali 43,3 % stromov s príznakmi poškodenia koreňového nábehu a kmeňa, v tomto roku to bolo 63,9 % stromov. Rany na koreňových nábehoch sa podieľali na tomto stave 22 %, hniloby 19,7 % a príznaky hmyzu sa pozorovali na viac ako 25 % sledovaných stromov. Taktiež na asimilačných orgánoch sa v tomto roku zaznamenal takmer 25 % nárast výskytu symptómov a to najmä v dôsledku čiastočných defoliácií (33,6 %) spôsobených poškodením rôznymi druhmi defoliátorov. Poškodenie vetiev, výhonov a púčikov sa zaznamenalo na takmer 13,6 % sledovaných stromov, čo predstavuje len nepatrný nárast v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Údaje hodnotenia poškodenia podľa symptómov za všetky dreviny sú uvedené v tabuľke 3.15.

Tab. 3.15 Rozdelenie poškodenia podľa jednotlivých symptómov (sumár za všetky dreviny)

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	1682	33,6
	Deformácie	23	0,5
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	476	9,5
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	139	2,8
	Bronzové sfarbenie	23	0,5
	Príznaky hmyzu	322	6,4
	Iné príznaky	33	0,7
	Príznaky húb	3	0,1
	Mikrofilie (malé listy)	1	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	2486	49,6
	Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	647
Rany (odreniny, trhliny atď.)		2	0,0
Hniloba, práchnivenie		4	0,1
Smolotok (u ihličnanov)		0	0,0
Zlomy		27	0,5
Nekrózy/nekrotické časti		1	0,0
Príznaky hmyzu		0	0,0
Príznaky húb		1	0,0
Iné symptómy		0	0,0
Aspoň jeden symptóm tejto skupiny		682	13,6
Kmeň a koreňové nábehy		Rany (odreniny, trhliny)	1104
	Smolotok (u ihličnanov)	426	8,5
	Miazgotok (u listnatých)	11	0,2
	Hniloba, práchnivenie	986	19,7
	Deformácie	426	8,5
	Naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	33	0,7
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	Príznaky hmyzu	1285	25,6
	Príznaky húb	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	3202	63,9
	Počet stromov spolu		5013

Najčastejšou príčinou poškodenia jednotlivých drevín, tak ako aj v predchádzajúcich rokoch, bolo ich poškodenie v dôsledku pôsobenia hmyzu, ktoré sa zaznamenalo pri 48,6 % pozorovaní (nárast o 9 %), výskyt húb sa pohyboval na úrovni predchádzajúceho roka a dosiahol 31,5 %, vplyv priamej činnosti človeka sa prejavil na 18,8 % stromov, čo je len nepatrný nárast v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Podrobnejšie údaje za všetky dreviny sú uvedené v tabuľke 3.16.

Tab. 3.16 Rozdelenie poškodenia podľa príčiny (sumár za všetky dreviny)

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	139	2,8
Hmyz	2437	48,6
Huby	1577	31,5
Abiotické činitele	1057	21,1
Priama činnosť človeka	948	18,9
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	8	0,2
Iné faktory (hlavne epifyty)	929	18,5
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	302	6,0

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Aspoň jedna príčina poškodenia	4323	86,2
Spolu	5013	

Medzi najviac poškodzované dreviny patrí každoročne **buk**. Aspoň jeden príznak poškodenia bol zaznamenaný v roku 2009 pri viac ako 87 % pozorovaní, čo je na úrovni predchádzajúceho roka. Najčastejšie poškodenou časťou stromu boli koreňové nábehy a kmeň, kde sa zaznamenalo poškodenie až na 91,4 % stromov, poškodenie asimilačných orgánov bolo pozorované na 44,5 % stromov (nárast o 14 %), poškodenie vetiev a výhonov sa zaznamenalo pri 18,9 % pozorovaní (nárast o 6,6 %). Výsledky hodnotenia poškodení podľa miesta vzniku sú uvedené v tabuľke 3.17.

Tab. 3.17 Rozdelenie poškodenia buka podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Listy	Listy	710	44,5
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0,0
	Vetvičky Ø<2 cm	11	0,7
	Vetvy Ø2<10 cm	215	13,5
	Vetvy Ø=>10 cm	63	3,9
	Rôzne veľkosti vetiev	5	0,3
	Vrcholové výhonky	8	0,5
	Púčiky	0	0,0
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	301	18,9
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	24	1,5
	Kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	985	61,7
	Celý kmeň	341	21,4
	Koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	747	46,8
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	1458	91,4
Nehodnotené stromy		8	1,7
Stromy bez symptómov poškodenia		193	8,9
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		1390	89,3
Počet stromov spolu		1596	

Poškodenie listov buka dosiahlo v roku 2009 viac ako 44 %, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom nárast o 13 %. Poškodenie vetiev a výhonov buka bolo zaznamenané pri 18,7 % pozorovaní (nárast 6,6 %). Každoročne najintenzívnejšie poškodenie buka zaznamenávame na koreňových nábehoch a kmeni. V roku 2009 bol aspoň jeden symptóm poškodenia týchto častí stromov evidovaný na takmer 82,5 % stromov (nárast o 10 %), pričom rany a trhliny kmeňov sa zistili na 24,3 % stromov, hniloby na 14,1 % stromov. Prítomnosť hmyzu, najmä červca bukového (*Cryptococcus fagi*) a zástupcov rodu *Stigmella* sa zaznamenala až pri takmer 72 % pozorovaniach. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.18.

Tab. 3.18 Rozdelenie poškodenia buka podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	514	32,2
	Deformácie	2	0,1
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	112	7,0
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	8	0,5
	Bronzové sfarbenie	0	0,0
	Príznaky hmyzu	105	6,6
	Iné príznaky	31	1,9
	Príznaky húb	0	0,0
	Mikrofilie (malé listy)	1	0,1
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	709	44,4
	Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	278
Rany (odreniny, trhliny atď.)		2	0,1
Hniloba, práchnivenie		4	0,3
Zlomy		0	0,0

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	Nekrózy/nekrotické časti	14	0,9
	Príznyaky hmyzu	0	0,0
	Príznyaky húb	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	298	18,7
Kmeň a koreňové nábehy	Rany (odreniny, trhliny)	388	24,3
	Miazgotok (u listnatých)	0	0,0
	Hniloba, práchnivenie	225	14,1
	Deformácie	97	6,1
	Naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	3	0,2
	Príznyaky hmyzu	1145	71,7
	Príznyaky húb	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	1317	82,5
Počet stromov spolu		1596	100

Celkom sa prítomnosť hmyzu zaznamenala na 87,3 % pozorovaní, čo je mierny pokles v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Najčastejšie sa na kmeni vyskytoval červec bukový (*Cryptococcus fagi*) a drobník (*Stigmella* sp.). Poškodenia listov spôsobovali zástupcovia rodu *Mikiola* a *Rhyncheanus fagi*. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 25,9 % pozorovaní (pokles o 13 %) pričom najčastejšie sa vyskytovali drevokazné a parazitické huby na kmeňoch (*Fomes fomentarius*, *Ustulina deusta*). Poškodenie koreňových nábehov a kmeňov priamou činnosťou človeka (najmä ťažbové zásahy) sa zaznamenalo na takmer 22,4 % pozorovaní, čo je na úrovni predchádzajúceho roka. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.19.

Tab. 3.19 Rozdelenie poškodenia buka podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	2	0,1
Hmyz	1393	87,3
Huby	413	25,9
Abiotické činitele	203	12,7
Priama činnosť človeka	358	22,4
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	286	17,9
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	23	1,4
Aspoň jedna príčina poškodenia	1393	87,3
Spolu	1596	

**Dub** - aspoň jeden príznak poškodenia sa zaznamenal v roku 2008 na 87 % stromov, pričom v roku 2008 to bolo 58 %. Poškodenie asimilačných orgánov v dôsledku pôsobenia defoliátorov (obaľovače, piadivky a skočky) sa zaznamenalo pri 79,1 % pozorovaní (nárast o 45 %). Poškodenie vetiev a výhonov sa zistilo na 18 % stromov (nárast o 3,8 %). Koreňové nábehy a kmene malo poškodených 34,5 % dubov (nárast 7,5 %). Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.20.

Tab. 3.20 Rozdelenie poškodenia duba podľa miesta vzniku

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento	
Listy	250	79,1	
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	0	0,0
	vetvičky Ø < 2 cm	13	4,1
	vetvy Ø 2 < 10 cm	27	8,5
	vetvy Ø = > 10 cm	7	2,2
	rôzne veľkosti vetiev	11	3,5
	vrcholové výhonky	0	0,0
	Púčiky	0	0,0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	57	18,0
Kmeň a koreňové	38	12,0	
	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou		



Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
nábehy	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	31	9,8
	celý kmeň	2	0,6
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	46	14,6
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	109	34,5
Nehodnotené stromy		4	1,3
Stromy bez symptómov poškodenia		33	10,4
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		275	87,0
Počet stromov spolu		316	

Rok 2009 bol v dubinách charakterizovaný rastom výskytu hmyzích škodcov poškodzujúcich asimilačné orgány. Napriek tomu, že v lesoch sa nezaznamenali významné oblasti so silnými holožermi, výskyt tejto skupiny škodcov možno hodnotiť ako celoplošný, aj keď málo intenzívny (defoliácia 10 – 20 %). Znaky hmyzu sa zaznamenali na 79,1 % pozorovaní. Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 18 % dubov, pričom sa jednalo najmä o príznaky tracheomykóznych ochorení. V porovnaní s ostatnými drevinami bolo poškodenie koreňových nábehov a kmeňov nižšie, pohybovalo sa na úrovni 25,6 %. Podrobnejšie informácie sú uvedené v tabuľke 3.21.

Tab. 3.21 Rozdelenie poškodenia duba podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	199	63,0
	Deformácie	0	0,0
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	14	4,4
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	1	0,3
	Bronzové sfarbenie	7	2,2
	Príznaky hmyzu	48	15,2
	Iné príznaky	2	0,6
	Príznaky húb	0	0,0
	Mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	250	79,1
	Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	56
Rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0,0
Hniloba, práchnivenie		0	0,0
Zlomy		0	0,0
Nekrózy/nekrotické časti		0	0,0
Príznaky hmyzu		0	0,0
Príznaky húb		0	0,0
Iné symptómy		1	0,3
Aspoň jeden symptóm tejto skupiny		57	18,0
Kmeň a koreňové nábehy	Rany (odreniny, trhliny)	19	6,0
	Miazgotok (u listnatých)	0	0,0
	Hniloba, práchnivenie	0	0,0
	Deformácie	17	5,4
	Naklonenie, vychýlenie	4	1,3
	Zlom	0	0,0
	Nekrózy/nekrotické časti	2	0,6
	Príznaky hmyzu	0	0,0
	Príznaky húb	4	1,3
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	81	25,6
Počet stromov spolu		316	

Pri rozdelení poškodení podľa príčiny dominantné postavenia zo všetkých činiteľov predstavuje prítomnosť hmyzu (78,2 % pozorovaní). Najčastejšie sa zaznamenali druhy spôsobujúce defoliácie, jednalo sa najmä o obalovače rodu *Tortrix* a skočky *Altica guercetorum*. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 24,4 % pozorovaní (nárast o 8 %). Najčastejšie sa vyskytovali zástupcovia rodov *Inonotus*. Výskyt epifytov (imelo, imelovec) na duboch sa zaznamenal na 21,8 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.22.

Tab. 3.22 Rozdelenie poškodenia duba podľa príčiny poškodenia

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	0	0,0
Hmyz	247	78,2
Huby	77	24,4
Abiotické činitele	14	4,4
Priama činnosť človeka	15	4,7
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	8	2,5
Iné faktory (hlavne epifyty)	69	21,8
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	6	1,9
Aspoň jedna príčina poškodenia	279	88,3
Spolu	316	



Obr. 3.11 Plodnice húb rodu *Armillaria* na smreku obyčajnom (foto R. Leontovych)



Obr. 3.12 Poškodenie kmeňa duba cerového hubou *Inonotus nidus-pici* (foto R. Leontovych)

Na **smreku** sa aspoň jeden príznak poškodenia zaznamenal na viac ako 92,5 % pozorovaní (nárast o 13 %). Najvýraznejšie sa prejavy poškodenia, tak ako aj pri väčšine ostatných drevín prejavili na koreňových nábehoch a kmeňoch, kde bolo zaznamenaných 88,7 % pozorovaní, čo predstavuje nárast o 19,7 %. Najviac boli smrekky poškodené v oblasti medzi koreňovým nábehom a korunou (60,4 %). Poškodenie asimilačných orgánov sa zistilo pri 40,4 % pozorovaní (nárast o 24,4 %). Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo pri 5,1 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.23

Tab. 3.23 Rozdelenie poškodenia smreka podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	Staré ročníky ihličia	370	28,2
	Ihličie všetkých ročníkov	131	10,0
	Tohtoročné ihličie	51	3,9
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	530	40,4
Vetvy, výhonky A púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0,0
	Vetvičky Ø < 2 cm	42	3,2
	Vetvy Ø 2 < 10 cm	6	0,5
	Vetvy Ø = > 10 cm	0	0,0

	Rôzne veľkosti vetiev	0	0,0
	Vrcholové výhonky	19	1,4
	Púčiky	0	0,0
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	67	5,1
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	139	10,6
	Kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	793	60,4
	Celý kmeň	8	0,6
	Koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	573	43,6
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	1164	88,7
Mŕtve stromy	42	3,1	
Nehodnotené stromy	4	0,1	
Stromy bez symptómov poškodenia	58	4,4	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	1214	92,5	
Počet stromov spolu	1313		

Rany na koreňových nábehoch a kmeňoch sa na smreku zaznamenali na 38,8 % stromov, čo predstavuje v porovnaní s rokom 2008 nárast o 6,8 %. Smolotok sa na koreňových nábehoch a kmeňoch vyskytoval na viac ako 25,1 % stromov (pokles o 3 %), príznaky prítomnosti hnilôb boli prítomné na 44,8 % stromov (nárast o 20,8 %). Výrazne v roku 2009 stúplo aj poškodenie asimilačných orgánov smreka, pokiaľ v roku 2008 malo poškodené ihlice 15,7 % stromov, v roku 2009 to už bolo 40,4 %, pričom najčastejšie súviselo so žltnutím a následným predčasným opadom ihličia. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tab. 3.24.

Tab. 3.24 Rozdelenie poškodenia na smreku podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihlice	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	245	18,7
	Deformácie	21	1,6
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	229	17,4
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	7	0,5
	Bronzové sfarbenie	0	0,0
	Príznaky hmyzu	66	5,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Príznaky húb	0	0,0
	Mikrofílie (malé listy)	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	530	40,4
	Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	60
Rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0,0
Hniloba, práchnivenie		0	0,0
Smolotok (u ihličnanov)		0	0,0
Zlomy		2	0,2
Nekrózy/nekrotické časti		0	0,0
Príznaky hmyzu		0	0,0
Príznaky húb		0	0,0
Iné symptómy		0	0,0
Aspoň jeden symptóm tejto skupiny		62	4,7
Kmeň a koreňové nábehy	Rany (odreniny, trhliny)	509	38,8
	Smolotok (u ihličnanov)	330	25,1
	Hniloba, práchnivenie	588	44,8
	Deformácie	223	17,0
	Naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	20	1,5
	Príznaky hmyzu	15	1,1
	Príznaky húb	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	1079	82,2
Počet stromov spolu	1313		

Najčastejšie sa vyskytujúcou príčinou poškodenia smrekov v roku 2009 bola prítomnosť parazitických a drevokazných húb na 58,9 % stromov, v roku 2008 to bolo len 37,5 % stromov. Jednalo sa najmä o podpňovky rodu *Armillaria*, ranových parazitov rodu *Stereum*. Často sa vyskytovala aj „červená hniloba“ spôsobená hubou *Heterobasidion annosum*. Vplyvom priameho pôsobenia človeka bolo poškodených 33,0 % stromov, čo je len nepatrný nárast v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Najčastejšie sa jednalo o poškodenia koreňových nábehov a kmeňov pestovateľskými a ťažbovými zásahmi na okolitých stromoch. V roku 2009 sa zaznamenal nárast pôsobenia abiotických činiteľov, pokiaľ v roku 2008 bolo poškodených týmto činiteľom 15,2 % stromov, v minulom roku to bolo až 33,6 % smrekov. Podrobnejšie údaje o poškodení smreka podľa príčiny sú uvedené v tabuľke 3.25.

Tab. 3.25 Rozdelenie poškodenia smreka podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	134	10,2
Hmyz	135	10,3
Huby	774	58,9
Abiotické činitele	441	33,6
Priama činnosť človeka	433	33,0
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	192	14,6
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	88	6,7
Aspoň jedna príčina poškodenia	1225	93,3
Spolu	1313	

Najčastejšie poškodzovanou drevinou v roku 2009 bola **jedľa biela**. Aspoň jeden príznak poškodenia sa zaznamenal až na 96,6 % stromov, v roku 2008 to bolo 81,9 % stromov. Najvýraznejšiemu nárastu došlo pri poškodzovaní koreňových nábehov a kmeňov, pokiaľ v roku 2008 malo príznaky poškodenia 48,1 % jedlí, v roku 2009 to bolo až 82,7 % stromov. Taktiež došlo k nárastu príznakov poškodenia asimilačných orgánov, v roku 2008 malo aspoň jeden príznak poškodenia 36,7 % stromov, v roku 2009 to bolo viac ako 62 %. Naopak poškodenie výhonov a vetiev nebolo také výrazné ako v roku 2008, aspoň jeden príznak sa zaznamenal na 10,5 % pozorovaní, pričom v predchádzajúcom roku to bolo takmer 55 %. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.26.

Tab. 3.26 Rozdelenie poškodenia jedle podľa miesta vzniku

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	Staré ročníky ihličia	139
	Ihličie všetkých ročníkov	8
	Tohtoročné ihličie	1
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	148
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0
	Vetvičky Ø<2 cm	0
	Vetvy Ø2<10 cm	16
	Vetvy Ø=>10 cm	0
	Rôzne veľkosti vetiev	0
	Vrcholové výhonky	9
	Púčiky	0
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	25
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	68
	Kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	125
	Celý kmeň	0
	Koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	33
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	196
Nehodnotené stromy	5	
Stromy bez symptómov poškodenia	2	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	229	
Počet stromov spolu	237	

Z jednotlivých symptómov sa na jedlí v roku 2009 najčastejšie vyskytovali poškodenia kmeňov a koreňových nábehov (75,9 %), v roku 2008 to bolo 41,7 % stromov. Poškodenie asimilačných orgánov dosahovalo v roku 2009 62,4 %, v roku 2008 sa zistilo na 36,7 % stromov. Najčastejšie sa vyskytujúcim symptómom tejto skupiny bolo červenanie ihličia (50,2 %). Rozdelenie poškodenia jedle podľa symptómov je uvedené v tabuľke 3.27.

Tab. 3.27 Rozdelenie poškodenia jedle podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	4	1,7
	Deformácie	0	0,0
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	28	11,8
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	119	50,2
	Bronzové sfarbenie	0	0,0
	Príznaky hmyzu	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Príznaky húb	0	0,0
	Mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	148	62,4
Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	13	5,5
	Rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0,0
	Hniloba, práchnivenie	0	0,0
	Smolotok (u ihličnanov)	0	0,0
	Zlomy	7	3,0
	Nekrózy/nekrotické časti	1	0,4
	Príznaky hmyzu	0	0,0
	Príznaky húb	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	21	8,9
Kmeň a koreňové nábehy	Rany (odreniny, trhliny)	32	13,5
	Smolotok (u ihličnanov)	71	30,0
	Hniloba, práchnivenie	0	0,0
	Deformácie	3	1,3
	Naklonenie, vychýlenie	34	14,3
	Zlom	0	0,0
	Nekrózy/nekrotické časti	1	0,4
	Príznaky hmyzu	0	0,0
	Príznaky húb	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	180	75,9
Počet stromov spolu		237	

Podľa príčiny poškodenia dominantné postavenie v roku 2009 dosiahli abiotické činitele, takmer 70 % jedlí malo príznak poškodenia, najmä deformácie kmeňov v korunách a korunové zlomy. Takmer 42 % hodnotených jedlí malo v korune prítomné imelo, čo je na úrovni predchádzajúceho roku. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 13,9 % pozorovaní, jednalo sa najmä o druhy rodov *Armillaria*, *Ganoderma*. Podrobnejšie údaje o jednotlivých činiteľoch sú uvedené v tabuľke 3.28.

Tab. 3.28 Rozdelenie poškodenia jedle podľa príčiny príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,4
Hmyz	0	0,0
Huby	33	13,9
Abiotické činitele	164	69,2
Priama činnosť človeka	46	19,4
Oheň	0	0,0



Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	98	41,4
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	4	1,7
Aspoň jedna príčina poškodenia	229	96,6
Spolu	237	

Aspoň jeden príznak poškodenia **borovice** bol zaznamenaný na takmer 67,1 %, čo je v porovnaní s rokom 2008 mierny pokles. Najviac poškodenou časťou borovíc boli asimilačné orgány, takmer 38 % borovíc mali poškodené ihlice, v roku 2008 to bolo 30 % borovíc. Poškodenie koreňových nábehov alebo kmeňov bolo v roku 2009 na úrovni 33,8 %, v roku 2008 dosahovalo 46,8 %. Najviac boli poškodené kmene v oblasti koruny a to v rozsahu 20,6 %, najmä v dôsledku deformácií spôsobených vetrovými a snehovými kalamitami v minulosti. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch, sú borovice v porovnaní s ostatnými drevinami na monitorovacích plochách menej poškodzované na koreňových nábehoch. Poškodenie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 30,7 % pozorovaní, najmä v dôsledku odumierania vetiev do 10 cm. Rozdelenie poškodenia borovice podľa miesta vzniku je uvedené v tabuľke 3.29.

Tab. 3.29 Rozdelenie poškodenia borovice podľa miesta vzniku

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento	
Ihlice	Staré ročníky ihličia	0	0,0
	Ihlice všetkých ročníkov	50	12,0
	Tohtoročné ihlice	107	25,7
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	158	37,9
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0,0
	Vetvičky Ø<2 cm	10	2,4
	Vetvy Ø2<10 cm	76	18,2
	Vetvy Ø=>10 cm	5	1,2
	Rôzne veľkosti vetiev	35	8,4
	Vrcholové výhonky	1	0,2
	Púčiky	0	0,0
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	127	30,5
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	86	20,6
	Kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	52	12,5
	Celý kmeň	1	0,2
	Koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	15	3,6
	Aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	141	33,8
Nehodnotené stromy	1	0,2	
Stromy bez symptómov poškodenia	133	31,9	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	280	67,1	
Počet stromov spolu	417		

V porovnaní s predchádzajúcimi rokmi došlo k nárastu defoliácie borovíc, na úroveň takmer 32 %. Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo v roku 2009 na takmer 26 % pozorovaní, v roku 2008 to bolo 10-násobne menej. Prítomnosť rán v dôsledku mechanického poškodenia bola na úrovni 5,5 %, čo predstavuje len nepatrný nárast. Podrobnejšie údaje o rozdelení poškodenia borovice podľa jednotlivých symptómov sú v tabuľke 3.30.

Tab. 3.30 Rozdelenie poškodenia borovice podľa jednotlivých symptómov

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihlice	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	132	31,7
	Deformácie	0	0,0
	Svetlozelené alebo žlté sfarbenie	25	6,0
	Červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	0	0,0
	Bronzové sfarbenie	0	0,0
	Príznaky hmyzu	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Príznaky húb	0	0,0

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
	Mikrofilie (malé listy)	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	158	37,9
Vetvy, výhonky a púčiky	Mŕtve/odumierajúce	107	25,7
	Rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0,0
	Hniloba, práchnivenie	0	0,0
	Smolotok (u ihličnanov)	0	0,0
	Zlomy	1	0,2
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	Príznačky hmyzu	0	0,0
	Príznačky húb	0	0,0
	Iné symptómy	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	108	25,9
Kmeň a koreňové nábehy	Rany (odreniny, trhliny)	23	5,5
	Smolotok (u ihličnanov)	9	2,2
	Hniloba, práchnivenie	4	1,0
	Deformácie	13	3,1
	Naklonenie, vychýlenie	0	0,0
	Zlom	1	0,2
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0,0
	Príznačky hmyzu	6	1,4
	Príznačky húb	0	0,0
	Iné príznaky	0	0,0
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	129	30,9
Počet stromov spolu		417	

Spomedzi jednotlivých škodlivých činiteľov sa na borovici v roku 2009 najčastejšie zaznamenala prítomnosť imela, kedy bolo napadnutých až 45,3 % stromov, v roku 2008 to bolo 33 % borovíc. Výrazne poklesla prítomnosť húb najmä v dôsledku zníženia infekčného tlaku spôsobeného sypavkami *Lophodermium* sp. a *Dothistroma septosporum* na borovici čiernej. Poškodenia spôsobené vplyvom abiotických činiteľov dosahovali takmer 15 %, čo je takmer totožný údaj ako v predchádzajúcom roku. Neidentifikovaných príčin poškodenia sa zaznamenalo pri takmer 26 % pozorovaniach, predpokladáme že najmä v dôsledku pôsobenia atmosférického znečistenia a defoliácií hmyzom, kedy nebolo možné jednoznačne určiť pôvodcu poškodenia. Údaje o výskyte jednotlivých škodlivých činiteľov sú uvedené v tabuľke 3.31.

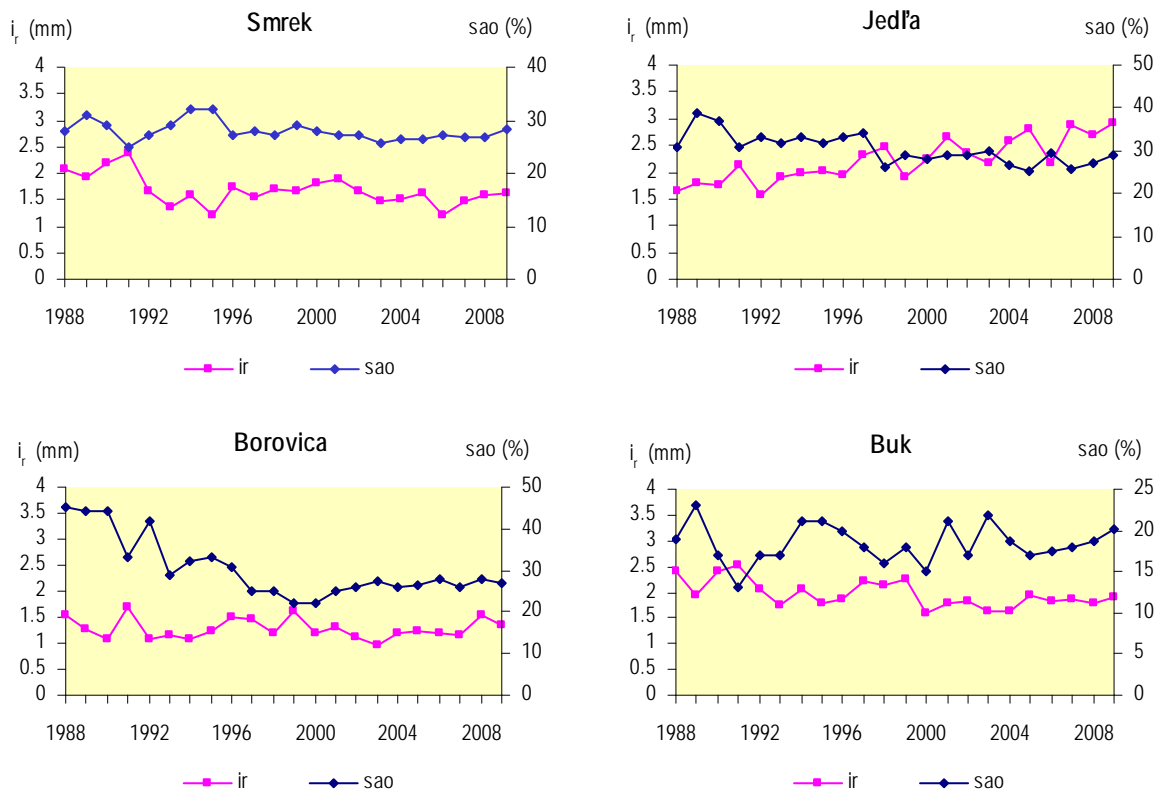
Tab. 3.31 Rozdelenie poškodenia borovice podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,2
Hmyz	6	1,4
Huby	21	5,0
Abiotické činitele	62	14,9
Priama činnosť človeka	8	1,9
Oheň	0	0,0
Atmosférické znečistenie	0	0,0
Iné faktory (hlavne epifyty)	189	45,3
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	108	25,9
Aspoň jedna príčina poškodenia	280	67,1
Spolu	417	

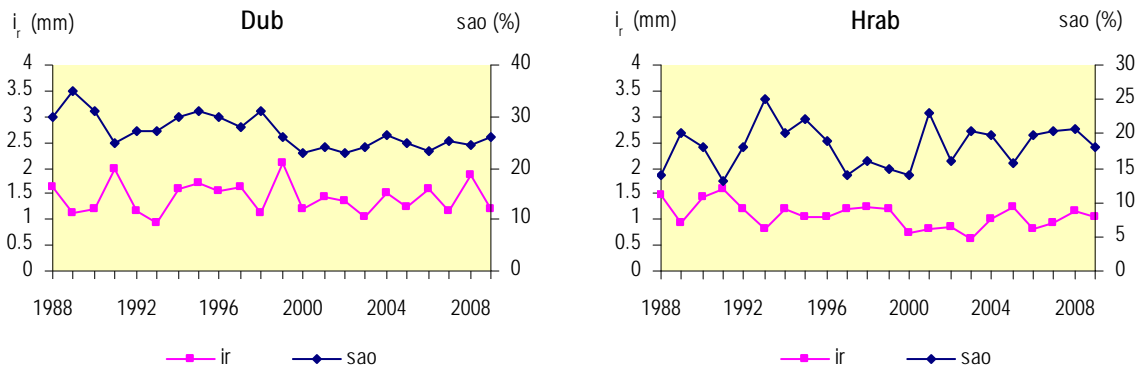
### 3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku

Zhoršenie zdravotného stavu lesov sa nepriaznivo prejavuje na produktivnosti lesných porastov. Z taxačných veličín sa najväčší význam prisudzuje hrúbkovému prírastku, pretože ide o základný a ľahko zistiteľný komponent objemového prírastku. Na obr. 3.13 je znázornená priemerná defoliácia vybraných drevín a vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ), vypočítaného ako priemerná hodnota zo všetkých jedincov danej dreviny. Obrázok demonštruje nepriamu závislosť medzi týmito parametrami. Zvýšenie defoliácie sa v tom istom roku spravidla prejaví znížením prírastku.

V niektorých rokoch sa táto nepriama úmernosť medzi defoliáciou a radiálnym hrúbkovým prírastkom hlavne u listnatých drevín nepotvrdí. Je to zapríčinené tým, že defoliácia je len jedným z faktorov ovplyvňujúcich hrúbkový prírastok. Napríklad v roku 2000 bol asimilačný aparát listnatých drevín na začiatku vegetačného obdobia dobre vyvinutý (defoliácia bola nízka), ale veľké letné suchá sa podieľali na malom hrúbkovom prírastku (u buka a hraba minimum za celé pozorované obdobie 1988-2001, u duba veľmi blízko od minima). V roku 2001 boli klimatické podmienky priaznivejšie, došlo k zvýšeniu hrúbkových prírastkov, ale u buka a hraba sa opäť nepotvrdila nepriama úmernosť, pretože vplyvom silnej plodivosti došlo k štatisticky významnému zvýšeniu ich priemernej defoliácie. V roku 2002 došlo u ihličnatých drevín k miernemu poklesu hrúbkových prírastkov pri štatisticky nevýznamnej zmene defoliácie. U buka a hraba bol v porovnaní s predchádzajúcim rokom hrúbkový prírastok mierne vyšší, ale zmena nebola taká veľká ako by sa dalo predpokladať vzhľadom na výrazné zlepšenie priemernej defoliácie týchto drevín. V roku 2003 priemerný radiálny prírastok poklesol v porovnaní s rokom 2002 u všetkých druhov drevín. Bolo to zapríčinené predovšetkým deficitom zrážok vo vegetačnom období. V roku 2004 bol u všetkých drevín radiálny prírastok vyšší ako v klimaticky nepriaznivom predchádzajúcom roku. Výnimku tvorí iba buk, kde radiálny prírastok ostal na rovnakej úrovni ako v roku 2003. V roku 2005 došlo k ďalšiemu zvyšovaniu hrúbkového prírastku všetkých pozorovaných drevín s výnimkou duba. Rok 2006 bol opakom predchádzajúceho, u všetkých sledovaných drevín okrem duba bol ročný hrúbkový prírastok v porovnaní s rokom 2005 menší. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že v rokoch 2001-2003 a 2006 dochádzalo k znižovaniu hrúbkového prírastku, v rokoch 2004-2005 k jeho zvyšovaniu. Rok 2007 bol zvláštny tým, že ako už bolo spomenuté, došlo k štatisticky významnému zhoršeniu zdravotného stavu u listnatých drevín, ale u ihličnatých drevín naopak k jeho štatisticky významnému zlepšeniu. Tento fakt korešponduje aj s vývojom radiálneho hrúbkového prírastku, keď u ihličnatých drevín sa tento v porovnaní s rokom 2006 zväčšil u smreka a jedle (u borovice ostal na úrovni roka 2006), kým u listnatých drevín sa zmenšil (dub) alebo ostal na úrovni predchádzajúceho roka (buk, hrab). V roku 2008 bol pozorovaný jeden z najväčších prírastkov za celé sledované obdobie u borovice a u duba. V roku 2009 došlo iba k malým zmenám vo veľkosti prírastku v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi.

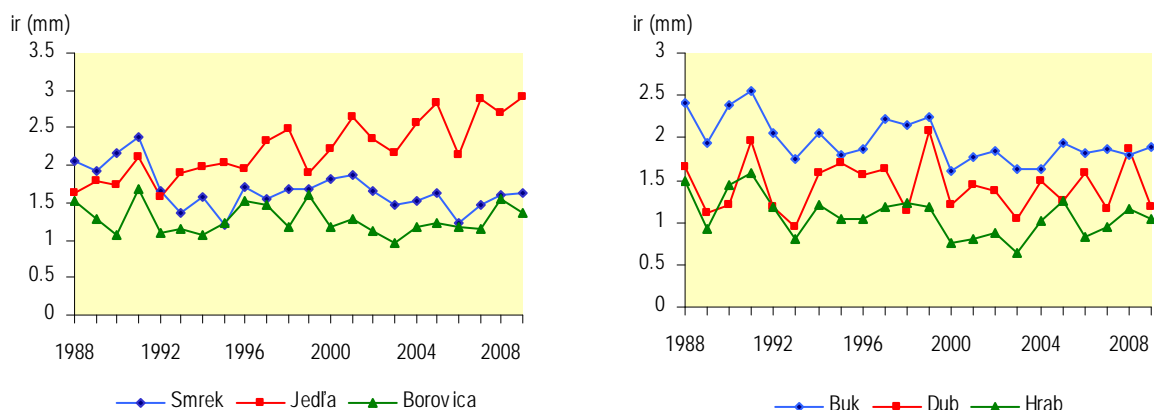


Obr. 3.13-1 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2009



Obr. 3.13-2 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2009

Na obrázku 3.14 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2009. Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov listnatých drevín je veľmi podobný (u buka a hraba skoro totožný). Najväčší prírastok bol u týchto drevín dosiahnutý v roku 1991, najmenšie hrúbkové prírastky boli v rokoch 1989, 1993 a 2000. Vývoj hrúbkového prírastku u jednotlivých druhov ihličnatých drevín je odlišný. Borovica má vývoj hrúbkového prírastku podobný ako listnaté dreviny. Smrek a jedľa majú svoj špecifický vývoj hrúbkového prírastku. Prírastok drevín v nižších vegetačných stupňoch je viac závislý od množstva atmosférických zrážok, ako prírastok drevín v horských polohách, kde zvyčajne nedochádza k deficitu zrážok.



Obr. 3.14 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín

### 3.1.5 Európsky extenzívny monitoring – zhrnutie aktuálnych poznatkov

#### Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2008

Rok 2008 bol dvadsiatym tretím rokom hodnotenia stavu lesov v Európe v rámci ICP Forests. Do hodnotenia zdravotného stavu lesa v národných sieťach bolo zapojených 27 zo 41 krajín ICP Forests. Tieto národné hodnotenia zahŕňali 210964 stromov na 14786 plochách. V rámci európskej monitorovacej siete, zahrňujúcej iba TMP v sieti 16x16 km, bolo v roku 2008 hodnotených 111560 stromov na 5002 plochách v 25 krajinách. Hlavným ukazovateľom zdravotného stavu bola defoliácia. Výsledky sú zhrnuté v tabuľkách 3.32-3.35 a graficky znázornené na obrázkoch 3.15-3.17 podľa údajov v správach Forest Condition in Europe - 2009 Technical Report of ICP Forests a The Condition of Forests in Europe - 2009 Executive Report, vydaných PCC v Hamburgu v roku 2009.

Priemerná defoliácia v roku 2008 bola 20,2 %, čo predstavuje zlepšenie oproti roku 2007 o 0,3 %. Najvyššiu priemernú defoliáciu mal dub (*Quercus robur* a *Q. petraea*) – 24,9 %, nasledovali buk (19,4 %), smrek (19,3 %) a borovica (18,2 %). 21,1 % zo všetkých hodnotených stromov bolo klasifikovaných ako poškodené, t.j. s defoliáciou väčšou ako 25 %. Na rozdiel od slovenských lesov

v európskych lesoch je väčší podiel poškodených stromov u listnatých drevín než u drevín ihličnatých. V lesoch Európy bolo v roku 2008 poškodených 24,1 % listnatých drevín a 18,8 % ihličnatých drevín. Zo štvorice európskych drevín s najväčším zastúpením je najviac poškodený (vyjadrené pomocou podielu stromov s defoliáciou nad 25 %) dub letný a zimný (34,2 %), nasleduje smrek (25,0 %), buk (19,7 %) a borovica (14,9 %). Plochy so stromami s defoliáciou väčšou ako 25 % sa nachádzajú po celej Európe, ale koncentrované sú hlavne v strednej a východnej Európe. Plochy s priemernou defoliáciou vyššou ako 50 % sa nachádzajú hlavne v Českej republike, na Slovensku, v južnom Poľsku, západnom Bielorusku a v horských oblastiach Rumunska a Bulharska, bežné sú aj v Taliansku, Nórsku, severnom Švédsku, južnom Poľsku a strednom Nemecku. Oblasti s malým percentom poškodených stromov sú hlavne v Rakúsku, Bielorusku, južnom Švédsku, južnom Fínsku, východnom Nemecku, v častiach Pyrenejského polostrova a pobaltských štátov.

Čo sa týka trendov vývoja zdravotného stavu, na 29,1 % všetkých plôch bolo pozorované signifikantné zvýšenie priemernej defoliácie, na 60,0 % nebola pozorovaná žiadna významná zmena v defoliácii a na 10,9 % plôch bolo pozorované signifikantné zlepšenie priemernej defoliácie v porovnaní s rokom 2007 (pozri obr. 3.15). Výsledky hodnotenia zmeny sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.34. V rámci celej Európy vykazuje 7,9 % všetkých drevín diskoloráciu väčšiu ako 10 %.

Tab. 3.32 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2008 v Európe

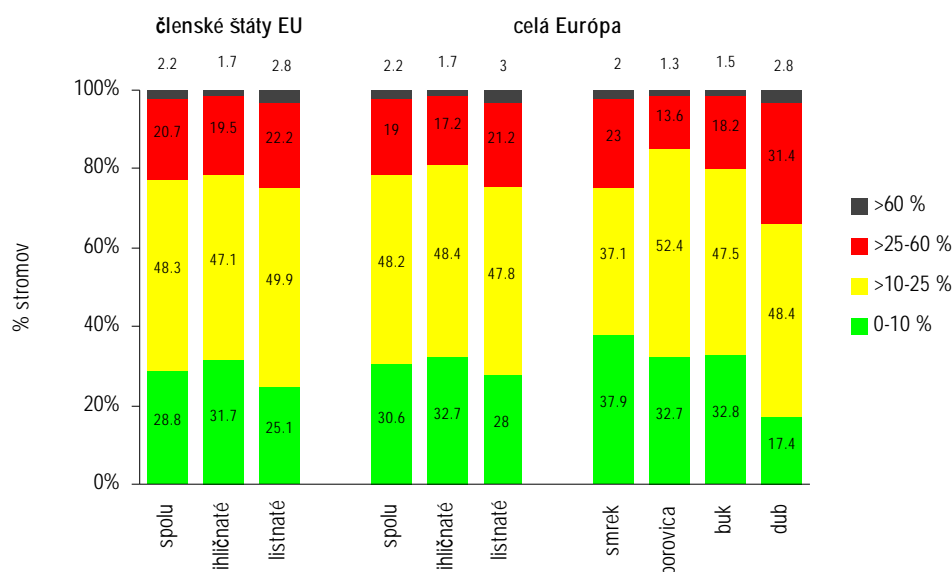
Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Andora	72	29,3	55,6	13,9	1,4	15,3
Anglicko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Belgicko	2860	36,5	49,0	13,1	1,4	14,5
Bielorusko	9460	27,4	64,6	6,6	1,4	8,0
Bulharsko	4531	19,9	48,2	27,1	4,8	31,9
Cyprus	360	3,1	50,0	45,3	1,6	49,9
Česká republika	5477	11,9	31,4	54,8	1,9	56,7
Dánsko	452	62,8	28,1	6,2	2,9	9,1
Estónsko	2196	42,6	48,4	8,1	0,9	9,0
Fínsko	8819	54,1	35,7	9,1	1,1	10,2
Francúzsko	10138	30,9	36,6	29,5	2,9	32,4
Grécko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Holandsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Chorvátsko	2039	38,4	37,7	20,5	3,4	23,9
Írsko	679	74,6	15,4	9,0	1,0	10,0
Lichtenštajnsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Litva	7539	23,9	56,5	18,0	1,6	19,6
Lotyšsko	8090	17,8	66,9	13,0	2,3	15,3
Luxembursko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Maďarsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Moldavsko	9841	42,8	23,6	26,1	7,5	33,6
Nemecko	10347	30,7	43,6	24,5	1,2	25,7
Nórsko	9495	41,4	35,9	18,7	4,0	22,7
Poľsko	38320	24,5	57,5	17,1	0,9	18,0
Portugalsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Rakúsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Rumunsko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Rusko		v roku 2008 neposkytli údaje				
Slovensko	4083	10,0	60,7	28,2	1,1	29,3
Slovinsko	1056	22,6	40,4	32,2	4,8	37,0
Srbsko	2789	61,3	27,2	9,9	1,6	11,5
Španielsko	14880	19,7	64,7	13,2	2,5	15,6
Švajčiarsko	1008	35,1	45,9	9,9	9,1	19,0
Švédsko	6890	52,5	30,2	14,9	2,4	17,3



Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Taliancko	6579	26,3	40,9	28,0	4,8	32,8
Turecko	8978	22,8	52,6	22,1	2,5	24,6
Ukrajina	33986	66,5	25,3	7,0	1,2	8,2

Tab. 3.33 Percentá stromov v defoliačných triedach a priemerná defoliácia pre listnaté, ihličnaté a všetky dreviny spolu

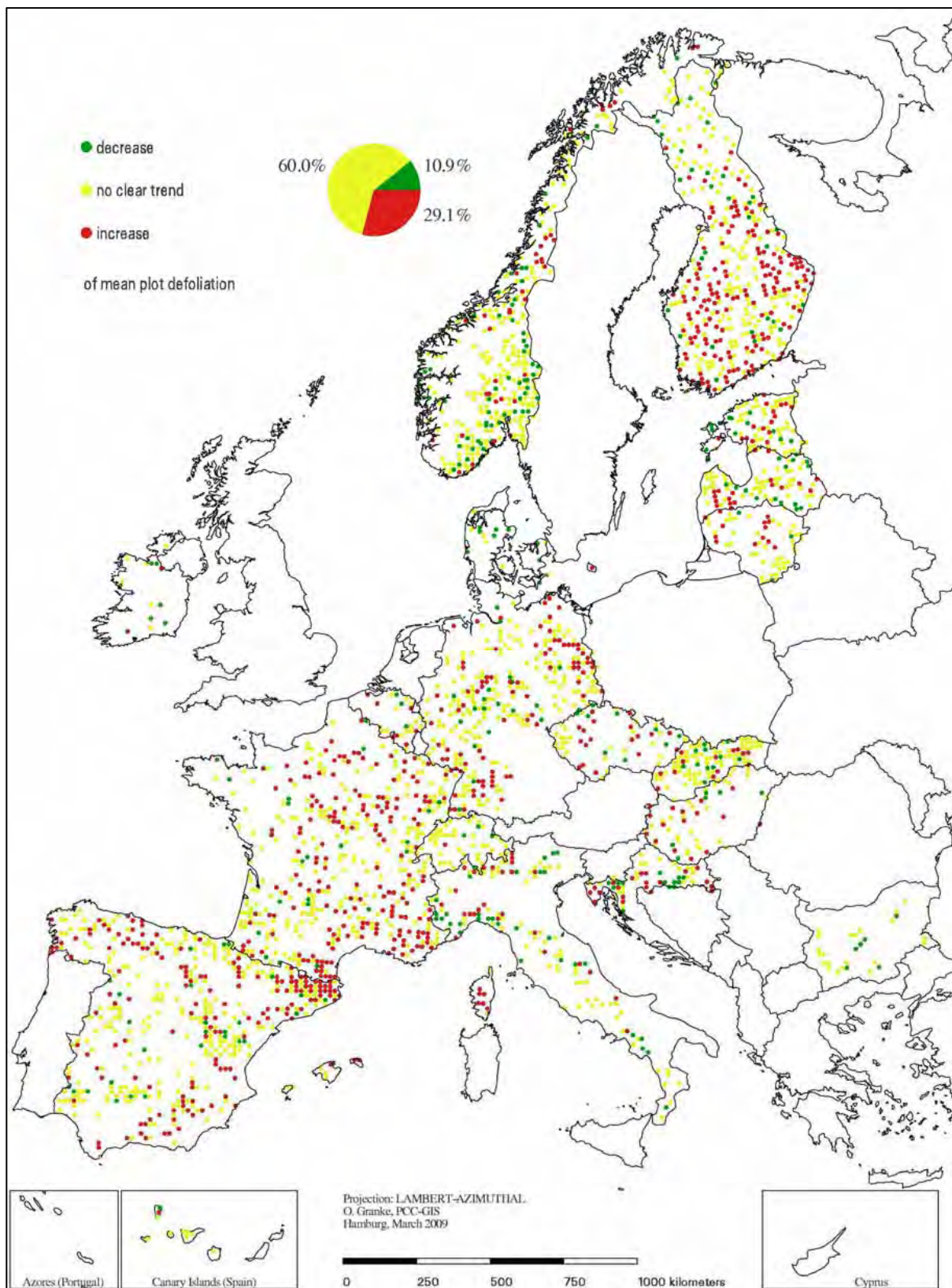
Dreviny	Percentá stromov v defoliačných triedach						Defoliácia		Počet stromov	
	0-10%	>10-25%	0-25%	>25-60%	>60%	mŕtve	>25%	Ar. priem		Medián
<b>EU</b>										
Listnaté	25,1	49,9	75,0	22,2	2,1	0,7	25,0	22,1	20	35965
Ihličnaté	31,7	47,1	78,8	19,5	1,2	0,5	21,2	19,7	15	45090
Spolu	28,8	48,3	77,1	20,7	1,6	0,6	22,9	22,8	20	81055
<b>Európa spolu</b>										
Buk	32,8	47,5	80,3	18,2	1,1	0,4	19,7	19,4	15	8550
Dub	17,4	48,4	65,8	31,4	2,2	0,6	34,2	24,9	20	7497
Listnaté	28,0	47,9	75,9	21,2	2,3	0,7	24,1	21,6	20	48760
Smrek	37,9	37,1	75,0	23,0	1,7	0,3	25,0	19,3	15	15475
Borovica	32,7	52,4	85,1	13,6	0,9	0,4	14,9	18,2	15	28638
Ihličnaté	32,7	48,5	81,2	17,2	1,2	0,5	18,8	19,0	15	62800
Spolu	30,6	48,2	78,8	19,0	1,7	0,5	21,1	20,2	15	111560



Obr. 3.16 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe

Tab. 3.34 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

Dreviny	Zmena sfarbenia						Počet stromov
	0-10 %	>10-25 %	>25-60 %	>60 %	mŕtve	>10 %	
<b>EÚ</b>							
listnaté	92,0	5,4	1,6	0,2	0,8	8,0	32027
ihličnaté	94,3	4,1	1,0	0,1	0,5	5,7	43535
spolu	93,3	4,6	1,3	0,2	0,6	6,7	75562
<b>celá Európa</b>							
listnaté	91,7	5,8	1,7	0,2	0,6	8,3	44711
ihličnaté	92,4	5,6	1,4	0,1	0,4	7,5	60688
spolu	92,1	5,7	1,5	0,2	0,5	7,9	105399



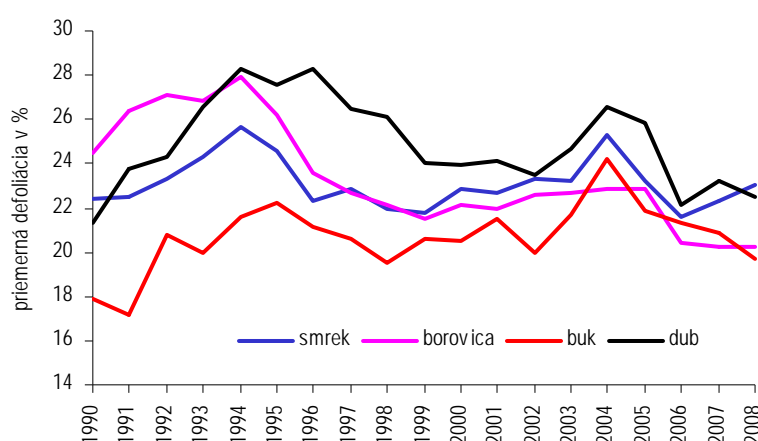
Obr. 3.15 Zmeny v priemernej defoliácii drevín (2007-2008)

### Vývoj defoliácie hlavných drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1990-2008 je uvedený v tabuľke 3.35 a znázornený na obrázku 3.17. Časový vývoj zdravotného stavu lesov v Európe, ktorý je vyjadrený pomocou defoliácie bol až doposiaľ vyhodnocovaný na súbore tých istých stromov v danom časovom intervale („Common Sample Trees“ – CSTs), aby bol vylúčený vplyv ťažby, dopĺňania stromov a pod. Výhodou takto vypočítanej defoliácie bolo, že ju neovplyvňoval veľký počet nových stromov zahrnutých do siete TMP v priebehu zvyšovania počtu participujúcich krajín. S rozširovaním siete v posledných rokoch sa systém CSTs ukázal ako nevýhodný, pretože CSTs stromov bolo vplyvom ťažby a odumretia čoraz menej a menej.

Tab. 3.35 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1990-2008 a jej stredná chyba

Rok	Drevina			
	Buk	Dub	Smrek	Borovica
1990	17,9 ± 0,22	21,3 ± 0,35	22,4 ± 0,22	24,5 ± 0,15
1991	17,2 ± 0,21	23,8 ± 0,33	22,5 ± 0,21	26,4 ± 0,14
1992	20,8 ± 0,23	24,3 ± 0,32	23,3 ± 0,20	27,1 ± 0,14
1993	20,0 ± 0,24	26,6 ± 0,33	24,3 ± 0,22	26,8 ± 0,14
1994	21,6 ± 0,22	28,3 ± 0,34	25,7 ± 0,23	27,9 ± 0,14
1995	22,2 ± 0,22	27,6 ± 0,34	24,6 ± 0,23	26,2 ± 0,14
1996	21,1 ± 0,21	28,3 ± 0,36	22,3 ± 0,21	23,6 ± 0,13
1997	20,6 ± 0,20	26,5 ± 0,32	22,9 ± 0,20	22,7 ± 0,12
1998	19,5 ± 0,20	26,1 ± 0,31	22,0 ± 0,18	22,1 ± 0,12
1999	20,6 ± 0,19	24,0 ± 0,29	21,8 ± 0,18	21,5 ± 0,11
2000	20,5 ± 0,21	23,9 ± 0,29	22,9 ± 0,18	22,1 ± 0,12
2001	21,5 ± 0,21	24,1 ± 0,28	22,7 ± 0,17	22,0 ± 0,11
2002	20,0 ± 0,19	23,5 ± 0,28	23,3 ± 0,18	22,6 ± 0,12
2003	21,7 ± 0,20	24,7 ± 0,27	23,2 ± 0,18	22,7 ± 0,12
2004	24,2 ± 0,22	26,6 ± 0,31	25,3 ± 0,19	22,9 ± 0,12
2005	21,9 ± 0,20	25,8 ± 0,30	23,2 ± 0,18	22,9 ± 0,13
2006	21,3 ± 0,22	22,1 ± 0,31	21,6 ± 0,24	20,4 ± 0,13
2007	20,9 ± 0,20	23,2 ± 0,34	22,3 ± 0,24	20,2 ± 0,12
2008	19,7 ± 0,19	22,5 ± 0,28	23,0 ± 0,24	20,2 ± 0,12



Obr. 3.17 Vývoj priemernej defoliácie lesných drevín v Európe

Nový spôsob vyhodnocovania zdravotného stavu, používaný od roku 2003 je založený na základnom predpoklade, že každá výskumná plocha v danom roku reprezentuje určité podmienky, bez ohľadu na jej hodnotenie v predchádzajúcich rokoch, pričom sa predpokladá, že kolísanie počtu stromov na ploche spôsobené vylúčením odumretých alebo vyťažených stromov ako aj zahrnutie nových stromov

nie je príčinou významných skreslení medzi jednotlivými rokmi. Avšak kolísanie počtu stromov spôsobené zahrnutím nových účastníckych krajín musí byť vylúčené, pretože stav lesa v rôznych krajinách môže byť výrazne odlišný. Z tohto dôvodu bol nový systém aplikovaný na vybrané skupiny krajín podľa toho, aké dlhé sú časové série vykonávaných meraní.

V súčasnosti sa na sledovanie vývoja defoliácie používajú nasledujúce dve časové série vybraných krajín:

- obdobie 1990-2008:  
Belgicko, Dánsko, Holandsko, Maďarsko, Nemecko (západné), Írsko, Lotyšsko, Poľsko, Portugalsko, Slovensko, Španielsko, Švajčiarsko,
- obdobie 1997-2008:  
Bielorusko, Belgicko, Bulharsko, Česká republika, Chorvátsko, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Írsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Nemecko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Švajčiarsko, Švédsko, Veľká Británia.

U jednotlivých sledovaných druhov je vývoj defoliácie mierne odlišný. V rokoch 1990-1991 bol zaznamenaný priaznivý zdravotný stav všetkých drevín. Buk potom zhoršoval svoj stav až do roku 1995, odvtedy až do roku 2002 bol jeho stav stabilizovaný na úrovni priemernej defoliácie 20-22 %. Vývoj defoliácie smreka a borovice mal počas sledovaného obdobia podobný priebeh. Ich zdravotný stav sa v rokoch 1990-1994 zhoršoval, v roku 1994 dosiahol maximálnu hodnotu priemernej defoliácie, do roku 1997 sa výrazne zlepšil a od tohto roku je stabilizovaný v rozmedzí 21,5-23 %. Dub je v rámci Európy drevinou s najvyššou priemernou defoliáciou. U duba rozlišujeme dve obdobia. V prvom, v rokoch 1990-1996 dochádzalo k zvyšovaniu priemernej defoliácie z 21 % na 28 %, v druhom, od roku 1996 do roku 2002 sa zdravotný stav postupne zlepšoval. Priemerná defoliácia v roku 2002 klesla až na 23,3 %. V roku 2003 a 2004 došlo k výraznému zhoršeniu priemernej defoliácie u duba aj buka. Medzi faktory, ktoré najviac ovplyvňovali zdravotný stav drevín patrili klimatické podmienky, napadnutie hmyzom a hubami a taktiež aj znečistenie ovzdušia. V roku 2005 došlo k zníženiu priemernej defoliácie u smreka a duba o 2 %, u buka o 1 %, priemerná defoliácia borovice sa zmenila iba nepatrne (o 0,1 %). V roku 2006 došlo k výraznému zníženiu priemernej defoliácie u duba (o 3,9 %), smreka (1,6 %) a borovice (2,6 %). U duba bola zaznamenaná najnižšia priemerná defoliácia od roku 1990. Borovica má trend znižovania defoliácie a v rokoch 2006-2008 bola zaznamenaná jej najmenšia hodnota za sledované obdobie.

## 3.2 INTENZÍVNY MONITORING

### 3.2.1 Prehľad základných charakteristík

Lesné spoločenstvá TMP sú zaradené do vegetačných jednotiek Züriško-montPELLIERSKÉHO smeru podľa aktuálne platného prehľadu syntaxónov Slovenska (Jarolímek, Šibík, 2008) a do európskych lesných typov podľa publikácie Európskej environmentálnej agentúry (EEA, 2007).

#### TMP 201 – Čifáre

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1995
Zemepisná šírka	48°12'45"
Zemepisná dĺžka	18°23'16"
LZ	Levice
LHC	Čifáre
JPRL	566a
Nadmorská výška	225 m
Expozícia	JV
Sklon	15 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	143
Vek	88

**Základné charakteristiky plochy**

Rad	B
St	<i>Carpineto-Quercetum</i>
Lesný typ (Hančinský, 1972)	1307-Mrvicová hrabová dúbrava na spraši
Lesný typ (EEA, 2007)	Sessile oak-hornbeam forest
Asociácia	<i>Polygonato latifolii-Carpinetum</i> (J.Michalko 1957) J et M. Michalko 1985
Pôdny typ	Hnedozem luvizemná
Zastúpenie	cr 100 %, silný podrast krovín, najmä trnky
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

**TMP 203 – Lomnístá dolina****Základné charakteristiky plochy**

Rok založenia	1995
Zemepisná šírka	48°55'31"
Zemepisná dĺžka	19°29'15"
LZ	Slovenská Ľupča
LHC	Slovenská Ľupča
JPRL	1107b
Nadmorská výška	1250 m
Expozícia	JV
Sklon	35 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	194
Vek	71
Rad	B/C
St	<i>Fageto-Aceretum</i> vst
Lesný typ (Hančinský, 1972)	6404-Deväťsilová kamenitá buková javorina
	Potenciálna vegetácia
	Central European mountainous beech forest
Lesný typ (EEA, 2007)	Reálna vegetácia
	Plantations of site-native species
	Potenciálna vegetácia
	<i>Aceri-Fagetum</i> J. et M. Bartsch 1940
Asociácia	Reálna vegetácia
	<i>Vaccinio myrtilli-Piceetum</i> Šoltés 1976
Pôdny typ	Podzol kambizemný
Zastúpenie	sm 95 %, bk, jh, jb 5 %
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

**TMP 204 – Poľana – Hukavský grúň****Základné charakteristiky plochy**

Rok založenia	1991
Zemepisná šírka	48°38'34"
Zemepisná dĺžka	19°32'22"
LZ	Kriváň
LHC	Poľana
JPRL	120
Nadmorská výška	850 m
Expozícia	SV
Sklon	5-15 %
Výmera plochy	0,55 ha
Počet stromov	321
Vek	90-120
Rad	B
St	<i>Abieto-Fagetum</i>
Lesný typ (Hančinský, 1972)	5302-Nitrofilná jedľová bučina
Lesný typ (EEA, 2007)	Central European mountainous beech forest
Asociácia	<i>Asperulo odoratae-Fagetum</i> Sougnez et Thill 1959



**Základné charakteristiky plochy**

Pôdny typ	Kambizem andozemná
Zastúpenie	bk 70 %, sm 20 %, jd, jh, js 10 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

**TMP 206 – Turová****Základné charakteristiky plochy**

Rok založenia	1997
Zemepisná šírka	48°37'58"
Zemepisná dĺžka	19°02'49"
LZ	ŠLP Zvolen
LHC	ŠLP Zvolen
JPRL	541
Nadmorská výška	575 m
Expozícia	V
Sklon	40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	249
Vek	69
Rad	B
Slť	<i>Fagetum pauper</i>
Lesný typ (Hančinský, 1972)	3313 – Zubačková bučina
Lesný typ (EEA, 2007)	Central European submountainous beech forest
Asociácia	<i>Dentario bulbiferae-Fagetum</i> Zlatník 1938
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

**TMP 207 - Tatranská Lomnica****Základné charakteristiky plochy**

Rok založenia	1998
Zemepisná šírka	49°10'49"
Zemepisná dĺžka	20°14'30"
LZ	ŠL TANAP
LHC	Vysoké Tatry
JPRL	1026
Nadmorská výška	1150 m
Expozícia	JV
Sklon	11-22 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	256
Vek	60-140 (LHP 130)
Rad	A/B (LHP A)
Slť	<i>Lariceto-Piceetum</i>
Lesný typ (Hančinský, 1972)	6141- Sutinová smrekovcová smrečina časť 6145 – Živná smrekovcová smrečina nst.
Lesný typ (EEA, 2007)	Potenciálna vegetácia Central European mountainous beech forest Reálna vegetácia Plantations of site-native species Potenciálna vegetácia
Asociácia	<i>Aceri-Fagetum</i> J. et M. Bartsch 1940 Reálna vegetácia <i>Vaccinio myrtilli-Piceetum</i> Šoltés 1976
Pôdny typ	Ranker podzolový, ranker kambizemný
Zastúpenie	sm 60 %, sc 40 %, jd +, (LHP sm 95 %, sc 5 %)
Bonita	sm 8, sc 4
Výchovné zásahy	bez zásahu



### TMP 208 – Svetlice

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1999
Zemepisná šírka	49°11'41"
Zemepisná dĺžka	22°05'41"
LZ	Medzilaborce
LHC	Nižná Jablonka
JPRL	169a
Nadmorská výška	570 m
Expozícia	Z
Sklon	40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	496
Vek	53
Rad	B
St	<i>Fagetum typicum</i>
Lesný typ (Hančinský, 1972)	4318-Ostricová typická bučina
Lesný typ (EEA, 2007)	Carpathian submountainous beech forest
Asociácia	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> W. Matuszkiewicz ex. Guzikowa et Kornaš 1969
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	30
Výchovné zásahy	Prebierka

### TMP 209 – Grónik I

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1998
Zemepisná šírka	49°30'02"
Zemepisná dĺžka	18°34'14"
LZ	Urbariát Turzovka
LHC	
JPRL	1633
Nadmorská výška	875 m
Expozícia	Z
Sklon	55 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	118
Vek	94
Rad	A
St	<i>Fagetum abietino-piceosum</i> nst.
Lesný typ (Hančinský, 1972)	5105- Čučoriedková jedľová bučina so smrekom nst.
Pôdny typ	Podzol modálny
Zastúpenie	sm 100 %
Bonita	2
Výchovné zásahy	bez zásahu

### TMP 210 – Grónik II

Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	2008
Zemepisná šírka	49°29'54"
Zemepisná dĺžka	18°34'04"
LZ	Urbariát Turzovka
LHC	
JPRL	1632
Nadmorská výška	820
Expozícia	JJZ

**Základné charakteristiky plochy**

Sklon	60 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	120
Vek	90
Rad	A
Sit	<i>Fagetum abietino-piceosum</i> nst
Lesný typ (Hančinský, 1972)	5105 – čučoriedková jedľová bučina so smrekom nst
	Potenciálna vegetácia
	Central European mountainous beech forest
Lesný typ (EEA, 2007)	Reálna vegetácia
	Plantations of site-native species
	Potenciálna vegetácia
	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i> W. Matuszkiewicz ex. Guzikowa et Kornaš 1969
Asociácia	Reálna vegetácia
	<i>Avenello-Piceetum excelsae</i> Hadač et al. 1969
Pôdny typ	podzol modálny
Zastúpenie	sm 100 %
Bonita	2
Výchovné zásahy	prebierka

**TMP 211 – Žibritov****Základné charakteristiky plochy**

Rok založenia	2009
Zemepisná šírka	48°23'22"
Zemepisná dĺžka	19°00'42"
LZ	Mestské lesy Krupina
LHC	Krupina
JPRL	623
Nadmorská výška	520
Expozícia	R
Sklon	0-5 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	307
Vek	60-65
Rad	B
Sit	<i>Fageto Quercetum</i> 90 %, <i>Querceto Fagetum</i> 10 %
Lesný typ (Hančinský, 1972)	2311 - živná medničková buková dúbava 60 %
	2306 - lipnicová buková dúbava s chlpaňou 30 %
	3305 - ostricovo-marinková živná dubová bučina 10 %
Lesný typ (EEA, 2007)	Sessile oak-hornbeam forest
Asociácia	<i>Melico uniflorae-Quercetum petraeae</i> Gergely 1962
Pôdny typ	kambizem luvizemná
Zastúpenie	dz 96 %, bk 2 %, hb, cs +
Bonita	1
Výchovné zásahy	prebierka

**TMP 212 – Železnô****Základné charakteristiky plochy**

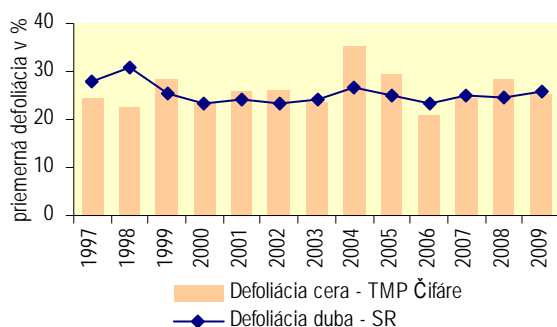
Rok založenia	2009
Zemepisná šírka	48°57'17"
Zemepisná dĺžka	19°23'20"
LZ	Komposesorát Partizánska Ľupča
LHC	Partizánska Ľupča
JPRL	
Nadmorská výška	1010
Expozícia	JV
Sklon	35 - 40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	145
Vek	80
Rad	A/B
Sit	<i>Fageto Abietum</i> vst.

Základné charakteristiky plochy	
Lesný typ (Hančinský, 1972)	6202 – čučoriedková buková jedlina
Lesný typ (EEA, 2007)	Potenciálna vegetácia Central European mountainous beech forest
Asociácia	Reálna vegetácia Plantations of site-native species
Pôdny typ	Potenciálna vegetácia <i>Dentario enneaphylli-Fagetum</i> Oberd. ex W. et A.
Zastúpenie	Matuszkiewicz 1960
Bonita	Reálna vegetácia <i>Vaccinio myrtilli-Piceetum</i> Šoltés 1976
Výchovné zásahy	kambizem modálna sm 100 % 1 prebierka

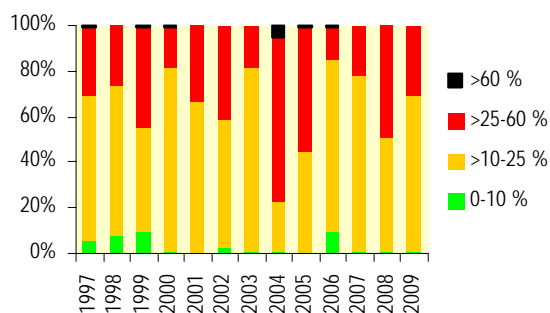
### 3.2.2 Stav korún

Hodnotenie stavu koruny sa vykonáva na plochách intenzívneho monitoringu raz ročne podľa rovnakej metodiky aká je používaná pri hodnotení plôch I. úrovne a ktorá je popísaná v časti 3.1.1. Stav koruny.

#### Vývoj defoliácie na TMP 201 - Čifáre



Obr. 3.18 Defoliácia cera v rokoch 1997-2009



Obr. 3.19 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.36 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

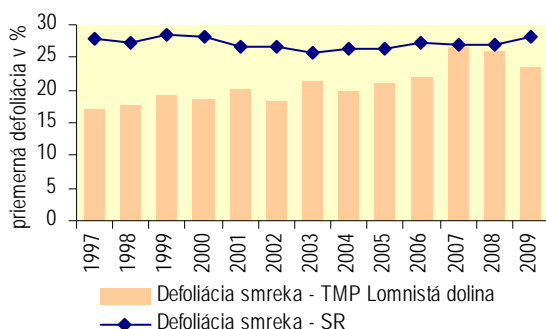
Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1997	Cer	5	64	30	1	0	69	31	1
1998	Cer	8	66	26	0	0	74	26	0
1999	Cer	10	45	44	0	1	55	45	1
2000	Cer	1	81	17	0	1	82	18	1
2001	Cer	0	67	33	0	0	67	33	0
2002	Cer	3	56	41	0	0	59	41	0
2003	Cer	1	81	18	0	0	82	18	0
2004	Cer	1	22	72	4	1	23	77	5
2005	Cer	0	45	54	1	0	45	55	1
2006	Cer	10	75	14	1	0	85	15	1
2007	Cer	1	77	22	0	0	78	22	0
2008	Cer	1	50	49	0	0	51	49	0
2009	Cer	1	68	31	0	0	69	31	0

Tab. 3.37 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

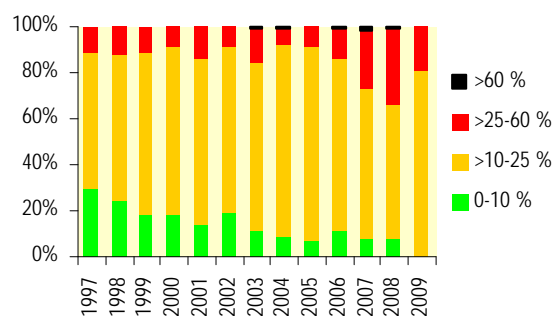
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cer	24,5 ± 0,8	22,4 ± 0,6	28,2 ± 1,1	23,3 ± 0,7	26,0 ± 0,5	26,4 ± 0,7	23,6 ± 0,4
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	35,6 ± 1,0	29,5 ± 0,7	20,7 ± 0,8	24,4 ± 0,5	28,6 ± 0,6	25,4 ± 0,6	

Rozdiely priemernej defoliácie duba cerového v rokoch 1997-2003 sú malé. V rokoch 2004 a 2005 bola zaznamenaná najvyššia defoliácia vplyvom žeru mníšky veľkohlavej (*Lymantria dispar L.*). Tento žer ovplyvnil aj hrúbkový prírastok a len vďaka priaznivým vlhkostným podmienkam v roku 2004 neboli straty na prírastku v tomto roku výraznejšie. Žer tiež významne ovplyvnil prírastok v roku 2005, ktorý bol v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi podpriemerný, napriek klimaticky priaznivým podmienkam. V roku 2006 sa defoliácia opäť vrátila na predchádzajúcu úroveň, dokonca bola zaznamenaná najnižšia defoliácia od začiatku pozorovania. V rokoch 2007 - 2009 došlo k zvýšeniu defoliácie na úroveň približne 25 %.

### Vývoj defoliácie na TMP 203 – Lomníská dolina



Obr. 3.20 Defoliácia smreka v rokoch 1997-2009



Obr. 3.21 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.38 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

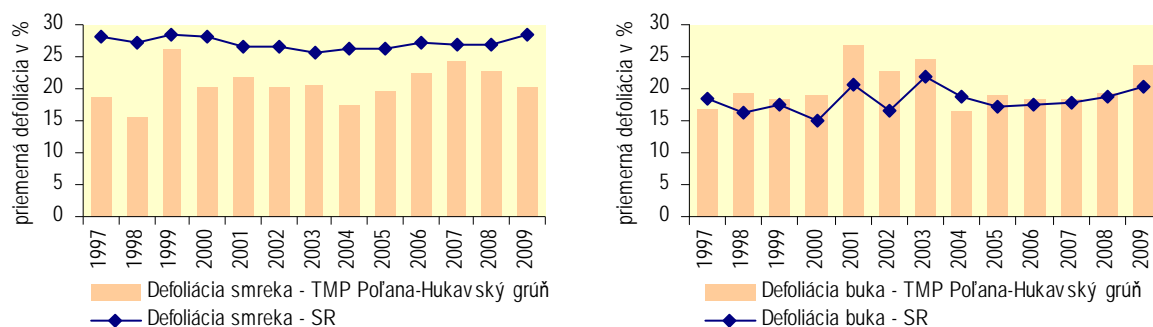
Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1997	Smrek	30	59	11	0	0	89	11	0
1998	Smrek	24	64	12	0	0	88	12	0
1999	Smrek	18	71	11	0	0	89	11	0
2000	Smrek	18	73	9	0	0	91	9	0
2001	Smrek	14	72	14	0	0	86	14	0
2002	Smrek	19	72	9	0	0	91	9	0
2003	Smrek	11	73	15	1	0	84	16	1
2004	Smrek	9	83	7	1	0	92	8	1
2005	Smrek	7	84	9	0	0	91	9	0
2006	Smrek	11	75	13	1	0	86	14	1
2007	Smrek	8	65	25	2	0	73	27	2
2008	Smrek	8	58	33	0	1	66	34	1
2009	Smrek	0	81	19	0	0	81	19	0

Tab. 3.39 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

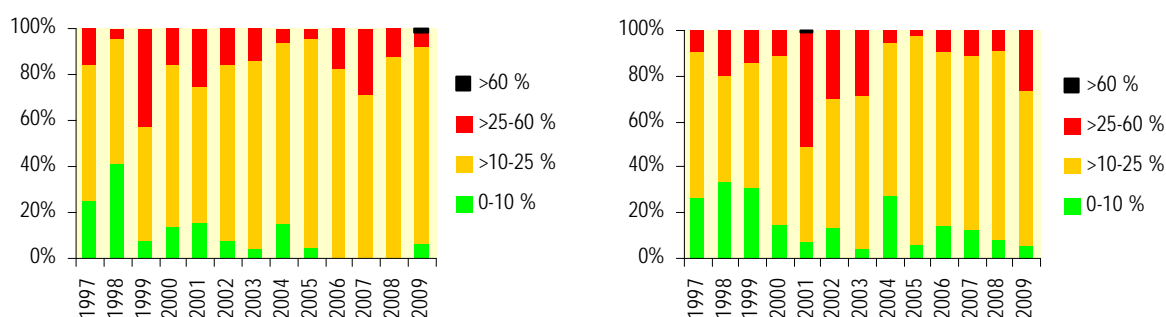
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	17,7 ± 0,8	19,3 ± 0,7	18,6 ± 0,6	20,2 ± 0,7	18,4 ± 0,7	21,3 ± 0,9
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	20,0 ± 0,7	21,2 ± 0,6	22,1 ± 0,8	26,7 ± 1,0	25,9 ± 1,0	23,6 ± 0,6

Na tejto TMP boli v období rokov 1998-2006 minimálne zmeny v priemernej defoliácii. Tak ako na predchádzajúcej ploche bola v týchto rokoch priemerná defoliácia nízka a zmeny radiálneho hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch boli zapríčinené hlavne klimatickými a stanovištnými faktormi. V zime na prelome rokov 2006 a 2007 došlo na ploche ku poškodeniu korún stromov (polámaniu vrcholcov) mokrým snehom. To sa v roku 2007 prejavilo zvýšením priemernej defoliácie o 4,2 %. Táto hodnota bola najvyššia za celé pozorované obdobie. Väčšina stromov s polámanými korunami začala chradnúť, alebo úplne vyschla. Prejavilo sa to aj vo zvýšení podielu stromov v stupňoch poškodenia 2-4. Kým v roku 2006 to bolo 14 %, v roku 2008 až 34 %. V roku 2009 došlo k zlepšeniu defoliácie, čo bolo čiastočne zapríčinené aj tým, že silno defoliovane stromy vyschli a boli vylúčené z hodnotenia defoliácie, ktorá sa vykonáva iba na živých stromoch. O zhoršení zdravotného stavu v posledných rokoch svedčí aj fakt, že podiel stromov v defoliačnom stupni 0 klesol pod 10 %, dokonca v roku 2009 nebol žiadny zo stromov zaradený do tohto defoliačného stupňa.

#### Vývoj defoliácie na TMP 204 – Poľana-Hukavský grúň



Obr. 3.22 Defoliácia smreka a buka na TMP Poľana-Hukavský grúň v rokoch 1997-2009



Obr. 3.23 Vývoj zastúpenia defoliačných tried pre smrek (vľavo) a buk (vpravo)

Tab. 3.40 Vývoj zastúpenia drevín v stupňoch defoliácie

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1997	Smrek	25	59	16	0	0	84	16	0
	Buk	26	64	10	0	0	90	10	0
1998	Smrek	41	55	4	0	0	96	4	0

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defolácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1999	Buk	33	47	20	0	0	80	20	0
	Smrek	8	49	43	0	0	57	43	0
	Buk	31	55	14	0	0	86	14	0
2000	Smrek	14	70	16	0	0	84	16	0
	Buk	15	74	11	0	0	89	11	0
2001	Smrek	16	59	25	0	0	75	25	0
	Buk	7	42	50	1	0	49	51	1
2002	Smrek	8	76	16	0	0	84	16	0
	Buk	13	57	30	0	0	70	30	0
2003	Smrek	4	82	14	0	0	86	14	0
	Buk	4	67	29	0	0	71	29	0
2004	Smrek	15	79	6	0	0	94	6	0
	Buk	27	68	5	0	0	95	5	0
2005	Smrek	4	92	4	0	0	96	4	0
	Buk	6	91	3	0	0	97	3	0
2006	Smrek	0	83	17	0	0	83	17	0
	Buk	14	76	10	0	0	90	10	0
2007	Smrek	0	71	29	0	0	71	29	0
	Buk	12	77	11	0	0	89	11	0
2008	Smrek	0	88	12	0	0	88	12	0
	Buk	8	83	9	0	0	91	9	0
2009	Smrek	6	86	6	2	0	92	8	2
	Buk	5	69	26	0	0	74	26	0

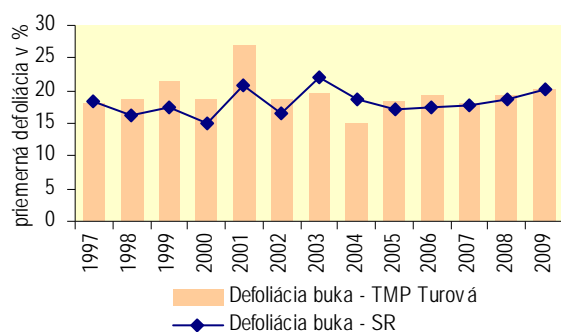
### 3.41 Vývoj priemernej defolácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defolácia v % ± stredná chyba					
Smrek	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
	15,5 ± 1,1	26,1 ± 1,5	20,4 ± 1,4	21,8 ± 1,3	20,2 ± 1,2	20,5 ± 0,9
	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
	17,6 ± 1,0	19,6 ± 0,7	22,4 ± 1,2	24,3 ± 0,8	22,7 ± 0,7	20,2 ± 1,3
Buk	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
	19,5 ± 1,1	18,3 ± 1,1	19,2 ± 0,7	26,8 ± 1,1	22,9 ± 1,2	24,6 ± 1,0
	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
	16,5 ± 0,7	19,3 ± 0,5	19,4 ± 0,8	19,0 ± 0,7	19,5 ± 0,7	23,6 ± 0,8

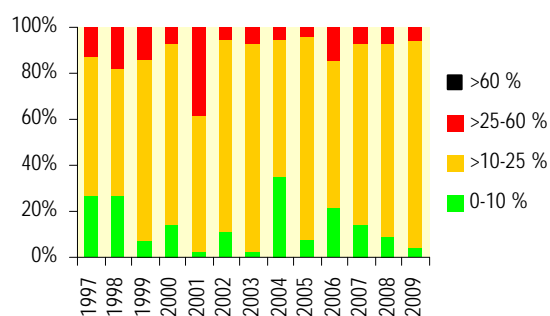
Rozdiely priemernej defolácie smreka od roku 2000 sú minimálne, u buka dochádza v jednotlivých rokoch k väčším výkyvom (maximálne hodnoty v rokoch 2001 a 2003, minimálna hodnota v roku 2004, rozdiel medzi oboma hodnotami 10,3 %).



### Vývoj defoliácie na TMP 206 - Turová



Obr. 3.24 Defoliácia buka v rokoch 1997-2009



Obr. 3.25 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.42 Vývoj zastúpenia v stupňoch defoliácie

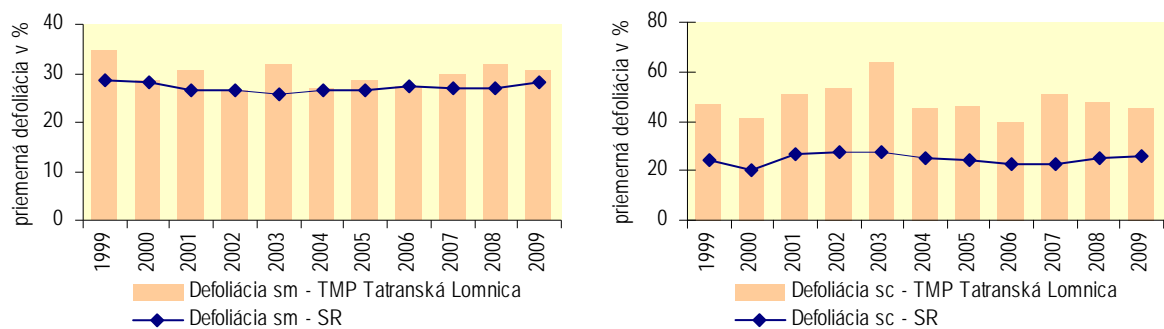
Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1997	Buk	27	60	13	0	0	87	13	0
1998	Buk	27	55	18	0	0	82	18	0
1999	Buk	7	79	14	0	0	86	14	0
2000	Buk	14	79	7	0	0	93	7	0
2001	Buk	3	59	38	0	0	62	38	0
2002	Buk	11	84	5	0	0	95	5	0
2003	Buk	3	90	7	0	0	93	7	0
2004	Buk	35	60	5	0	0	95	5	0
2005	Buk	8	88	4	0	0	96	4	0
2006	Buk	22	63	15	0	0	85	15	0
2007	Buk	14	79	7	0	0	93	7	0
2008	Buk	9	84	7	0	0	93	7	0
2009	Buk	4	90	6	0	0	94	6	0

Tab. 3.43 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

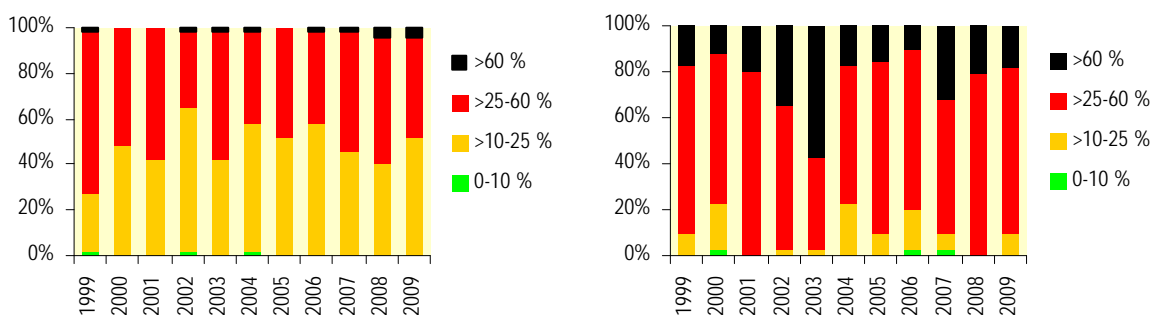
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Buk	18,8 ± 0,8	21,3 ± 0,6	18,7 ± 0,6	26,9 ± 0,9	18,6 ± 0,5	19,5 ± 0,5
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	15,0 ± 0,6	18,3 ± 0,5	19,2 ± 0,8	18,2 ± 0,6	19,3 ± 0,5	20,2 ± 0,4

Rozdiely v defoliácii v jednotlivých rokoch sú minimálne, defoliácia je nízka, a preto aj jej vplyv na zmeny prírastku v jednotlivých rokoch je menší ako vplyv iných faktorov (predovšetkým klimatických a stanovištných). Vysoká defoliácia v roku 2001 bola zapríčinená silnou plodivosťou, ktorá ovplyvnila vývoj listov (plody sa vyvinuli na úkor listov).

### Vývoj defoliácie na TMP 207 – Tatranská Lomnica



Obr. 3.26 Defoliácia smreka a smrekovca na TMP Tatranská Lomnica v rokoch 1999-2009



Obr. 3.27 Vývoj zastúpenia defoliačných tried pre smrek (vľavo) a smrekovec (vpravo)

Tab. 3.44 Vývoj zastúpenia drevín v stupňoch defoliácie

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1999	Smrek	2	25	71	2	0	27	73	2
	Smrekovec	0	10	73	17	0	10	90	17
2000	Smrek	0	48	52	0	0	48	52	0
	Smrekovec	3	20	65	12	0	23	77	12
2001	Smrek	0	42	58	0	0	42	58	0
	Smrekovec	0	0	80	20	0	0	100	20
2002	Smrek	2	63	33	2	0	65	35	2
	Smrekovec	0	3	62	35	0	3	97	35
2003	Smrek	0	42	56	2	0	42	58	2
	Smrekovec	0	3	40	57	0	3	97	57
2004	Smrek	2	56	40	2	0	58	42	2
	Smrekovec	0	23	60	17	0	23	77	17
2005	Smrek	0	52	48	0	0	52	48	0
	Smrekovec	0	10	74	16	0	10	90	16
2006	Smrek	0	58	40	2	0	58	42	2
	Smrekovec	3	17	70	10	0	20	80	10
2007	Smrek	0	46	52	2	0	46	52	2
	Smrekovec	3	7	58	32	0	10	90	32
2008	Smrek	0	40	56	4	0	40	60	4
	Smrekovec	0	0	79	21	0	0	100	21

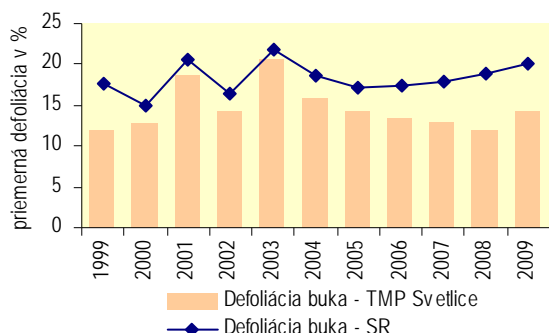
Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
2009	Smrek	0	52	44	0	4	52	48	4
	Smrekovec	0	10	72	18	0	10	90	18

Tab. 3.45 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

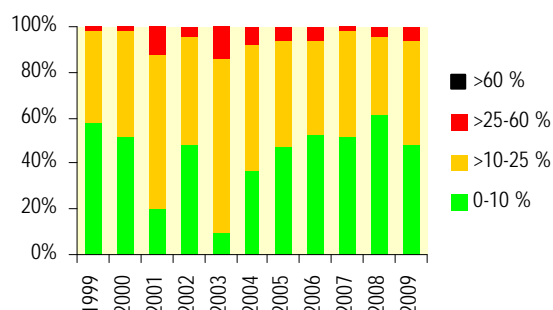
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
	2000	2001	2002	2003	2004
Smrek	28,6 ± 1,4	30,8 ± 1,4	26,6 ± 1,9	31,9 ± 1,6	27,1 ± 1,6
	2005	2006	2007	2008	2009
	28,4 ± 1,1	27,2 ± 1,4	29,8 ± 1,5	32,0 ± 1,6	30,7 ± 2,3
Smrekovec	41,6 ± 2,7	51,2 ± 2,7	53,5 ± 3,1	63,5 ± 2,8	45,1 ± 3,0
	2005	2006	2007	2008	2009
	46,4 ± 2,7	40,0 ± 2,7	50,8 ± 3,1	47,4 ± 2,6	45,3 ± 2,8

Na TMP Tatranská Lomnica sa začalo hodnotenie defoliácie a meranie hrúbkového prírastku až v roku 1999. Aj na tejto ploche sa potvrdilo, že rok 1999 bol z hľadiska vývoja defoliácie horší ako rok 2000. V rokoch 2001 a 2002 sa defoliácia smreka na TMP mierne znížila, naopak pri smrekovci došlo k zhoršeniu už i tak zlého zdravotného stavu. V roku 2003 sa prejavili dôsledky extrémne suchého roku aj na zvýšenej defoliácii smreka a smrekovca. V roku 2008 bola zaznamenaná najvyššia defoliácia smreka. Kým u smreka je zdravotný stav stabilizovaný s malými zmenami defoliácie v jednotlivých rokoch, u smrekovca je defoliácia v každom roku vysoká a najčastejšie sa pohybuje v rozpätí 40-50 %.

#### Vývoj defoliácie na TMP 208 - Svetlice



Obr. 3.28 Defoliácia buka v rokoch 1999-2009



Obr. 3.29 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.46 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
1999	Buk	58	40	2	0	0	98	2	0
2000	Buk	52	46	2	0	0	98	2	0
2001	Buk	20	68	12	0	0	88	12	0
2002	Buk	48	48	4	0	0	96	4	0
2003	Buk	10	76	14	0	0	86	14	0
2004	Buk	37	55	8	0	0	92	8	0
2005	Buk	47	47	6	0	0	94	6	0
2006	Buk	53	41	6	0	0	94	6	0
2007	Buk	52	46	2	0	0	98	2	0

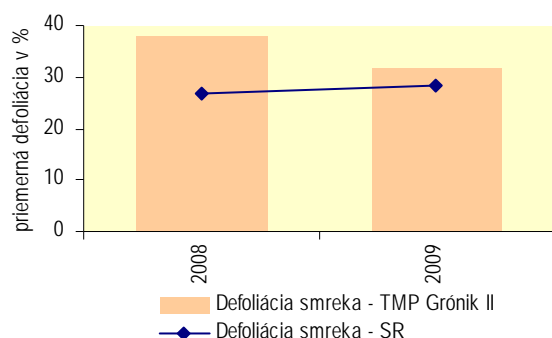
Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
2008	Buk	61	35	4	0	0	96	4	0
2009	Buk	48	48	6	0	0	94	6	0

Tab. 3.47 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

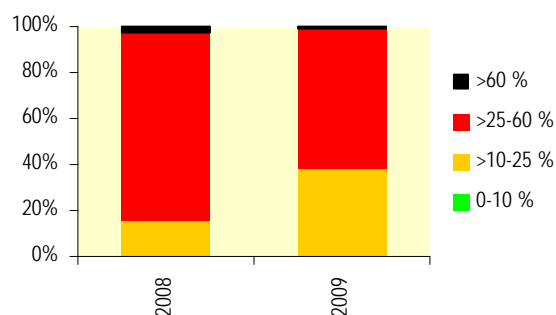
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
	2000	2001	2002	2003	2004
Buk	12,7 ± 0,4	18,7 ± 0,5	14,1 ± 0,4	20,6 ± 0,5	16,0 ± 0,5
	2005	2006	2007	2008	2009
	14,1 ± 0,6	13,4 ± 0,6	12,9 ± 0,5	12,1 ± 0,5	14,1 ± 0,6

Obvykle dobrý stav buka na ploche bol v rokoch 2001 a 2003 vystriedaný jeho výrazným zhoršením. V roku 2003 to bolo zapríčinené extrémnym suchom, čo sa prejavilo aj na znížení prírastku o viac ako 50 %, v roku 2001 reagovali dreviny pravdepodobne na sucho predchádzajúceho roku.

### Vývoj defoliácie na TMP 210 – Grónik II



Obr. 3.30 Defoliácia smreka v rokoch 2008-2009



Obr. 3.31 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.48 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

Rok	Drevina	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	0-1	2-4	3-4
2008	Smrek	0	16	81	3	0	16	84	3
2009	Smrek	0	38	61	1	0	38	62	1

Tab. 3.49 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba	
	2008	2009
Smrek	38,0 ± 1,2	32,0 ± 1,1

Hodnotenia defoliácie na TMP poukazujú na zlý zdravotný stav tohto porastu. Priemerná defoliácia v rokoch 2008-2009 sa pohybovala v rozpätí 32-38 %. Napriek tomu, že sa v roku 2009 znížila, nárast sfarbenia asimilačných orgánov (žltnutia ihlíc) svedčí o pretrvávajúcom chradnutí stromov. V roku 2008 bolo žltnutie ihlíc pozorované na 80 % stromov (s priemerným sfarbením 14,0 %), v roku 2009 až na 93 % stromov (s priemerným sfarbením 20,4 %).

### 3.2.3 Prírastok

#### **Dynamika hrúbkového rastu**

Priebeh hrúbkového rastu stromov počas roka bol sledovaný v období rokov 2000-2009 na troch trvalých monitorovacích plochách II. úrovne monitoringu. Od začiatku roku 2004 sa hrúbkový rast začal sledovať na TMP Turová a od roku 2006 aj na TMP Grónik I. V roku 2008 boli prírastkomery nainštalované na TMP Grónik II a v roku 2009 aj na novozaložených TMP Žibritov a Železnô.

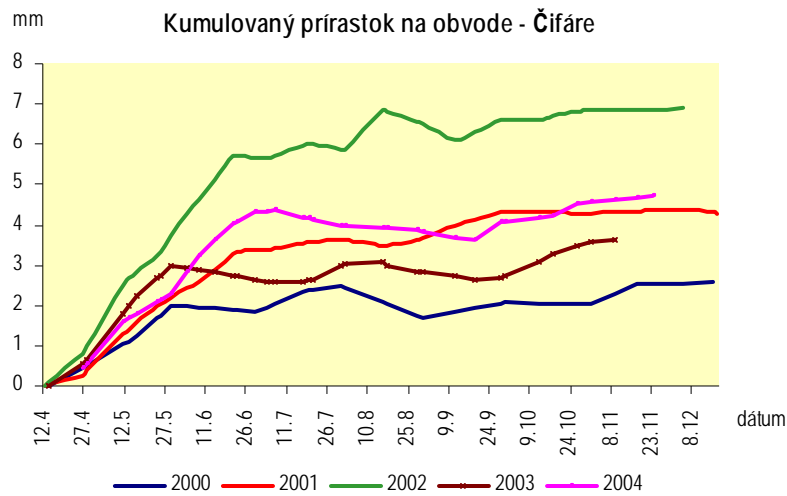
Rast stromov sa sleduje pomocou dendrometrov, ktoré boli nainštalované na úrovňové stromy vo výške 1,3 m. Boli vybraté stromy s rôznou defoliáciou, ale pretože rozpätie defoliácie jednotlivých stromov na plochách je malé, nie je možné vyhodnotiť vplyv defoliácie na hrúbkový prírastok.

Na všetkých TMP sú nainštalované dendrometre DB 20 českej firmy Ecological Measuring Systems Na TMP Čifáre bolo nainštalovaných 40 dendrometrov pre drevinu cer, na TMP Lomníštá dolina a TMP Grónik po 40 dendrometrov pre drevinu smrek, na TMP Turová 40 dendrometrov pre drevinu buk a na TMP Poľana bolo pôvodne nainštalovaných 6 dendrometrov pre drevinu buk a po 3 pre drevinu smrek, jedľa a jaseň. V súčasnosti po doplnení je na TMP Poľana 11 dendrometrov pre buk, 10 pre smrek a po 5 pre javor, jaseň a jedľu. Na novozaložených plochách bolo nainštalovaných 46 dendrometrov na TMP Grónik II, a po 20 dendrometrov na TMP Žibritov a Železnô. Zmeny obvodu kmeňa sa na nich odčítavajú priebežne v dvojtýždenných intervaloch. Obidva dendrometre sú založené na meraní zmien na obvode kmeňa. Ich spoločným základom je oceľový pás, ktorý sa pomocou pružiny napína okolo kmeňa a pri raste sa napätie meračského pásu prenáša na vernierovu stupnicu s presnosťou 0,1 mm. Odčítanie je manuálne.

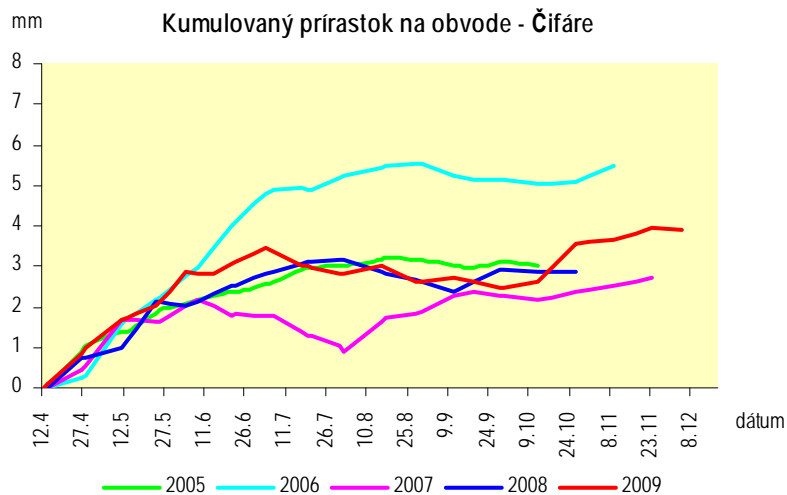
#### **Hrúbkový rast stromov na TMP 201 - Čifáre**

Začiatok rastovej periódy je v polovici apríla, iba v roku 2001 bol rast o niekoľko dní omeškaný. Veľkosť hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch je rozdielna. Je zrejmé, že množstvo zrážok tu hrá významnejšiu úlohu ako v horských polohách. V roku 2000, keď od polovice apríla do konca júna napadlo iba 30 mm podkorunových zrážok, bol prírastok na obvode malý, stromy koncom mája prestali rásť a znovu začali až začiatkom júla po miernych zrážkach. Svoj rast ukončili koncom júla, keďže v auguste opäť prišlo veľmi suché obdobie (za celý mesiac padlo iba 2 mm zrážok) a suchá perióda pokračovala aj v septembri a októbri. V roku 2001 stromy prudko rástli počas mesiacov máj a jún. Zhruba týždeň pred koncom júna došlo k zastaveniu rastu, ktorý sa opäť obnovil až v auguste a trval do konca septembra ale už s podstatne menšou intenzitou. Počas mesiacov máj a jún bolo v roku 2001 vytvorené 72 % celoročného hrúbkového prírastku. Na zrážky bohatý koniec augusta a september zapríčinil pokračovanie rastového procesu až do konca septembra. V roku 2002, keď bolo koncom leta zrážok málo bol rast ukončený už v polovici augusta. V porovnaní s rokom 2001 bol kumulovaný prírastok na obvode v roku 2002 takmer 2x väčší (pozri obr. 3.34). Predpokladáme, že to súvisí s množstvom zrážok na konci vegetačného obdobia predošlého roku. Okrem toho veľkosť prírastku ovplyvňujú aj iné faktory, predovšetkým teplota. V roku 2003 bol priebeh rastu podobný ako v roku 2000. Tento rok sa spolu s rokom 2000 vyznačoval extrémne nízkym množstvom zrážok vo vegetačnom období. To spôsobilo v oboch rokoch zastavenie rastu už koncom mája. V klimaticky priaznivých rokoch sa rast zastavuje až koncom júna a môže znovu pokračovať v priebehu mesiacov august a september, ale už s oveľa menšou intenzitou. To potvrdzuje aj rok 2004, kedy rast skončil koncom júna, ale pretože nasledovali suché mesiace, už do konca roka nepokračoval v raste. V roku 2005 začal rast tak ako v predchádzajúcich rokoch v polovici apríla. Priebeh rastu bol v tomto roku atypický. Nedošlo k prudkému rastu prírastku v mesiacoch máj a jún, ale prírastok plynule rástol až do septembra. Ďalším pozoruhodným faktom je, že hoci zrážok bolo v tomto roku dostatok, prírastok dosiahol hodnotu ako v suchom roku 2003. Bolo to zapríčinené silným poškodením listov húsenicami mníšky veľkohlavej (*Lymantria dispar L.*) v rokoch 2004 a 2005, čo sa odrazilo aj na zvýšenej defoliácii. V roku 2006 bola intenzita rastu najväčšia v mesiacoch máj a jún, kedy sa vytvorilo až 75 % celoročného hrúbkového prírastku, začiatkom júla sa rast zastavil a pokračoval až v mesiaci august, ale už s malou intenzitou. V roku 2007 bol zaznamenaný najnižší prírastok (spolu s rokom 2000). Zapríčinilo ho sucho na začiatku vegetačného obdobia (mesiac apríl bez zrážok) a malé množstvá zrážok v mesiacoch máj, jún a júl. Toto zapríčinilo, že v mesiacoch jún a júl došlo dokonca ku zosušovaniu kmeňov a ich scvrkávaniu. Podobný vývoj bol aj v roku 2008, kedy nedostatok zrážok na začiatku vegetačného obdobia ovplyvnil veľkosť hrúbkového prírastku, ktorý patrí v najnižším

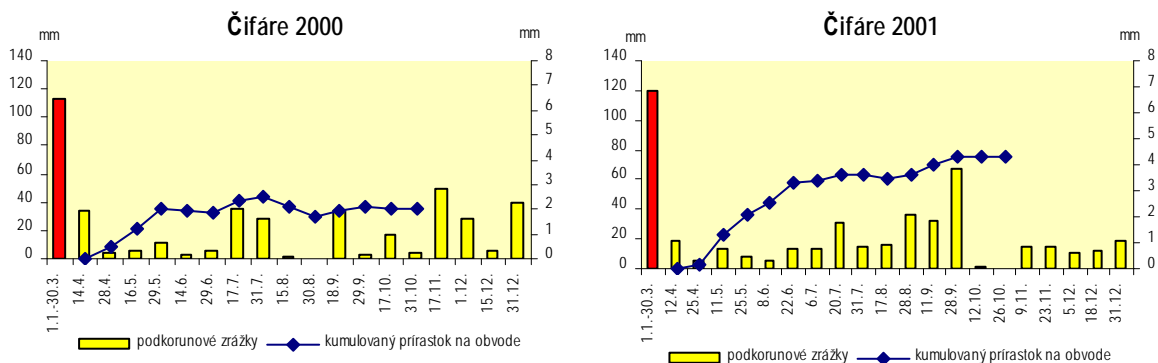
v sledovanom období. Podrobnejšia dendroklimatická analýza na monitorovacích plochách II. úrovne bola vykonaná a publikovaná v roku 2002. Priebek rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2009 je znázornený na obr. 3.32 a 3.33.



Obr. 3.32 Priebek rastu duba cerového na TMP Čifáre v rokoch 2000-2004

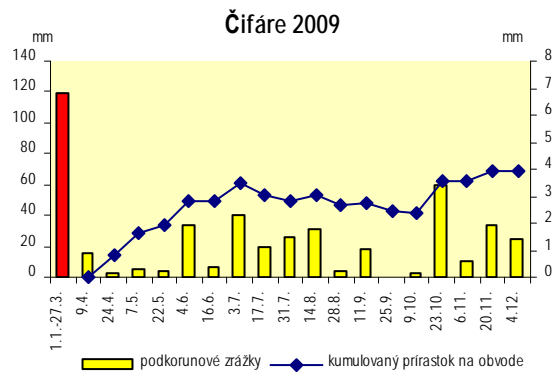
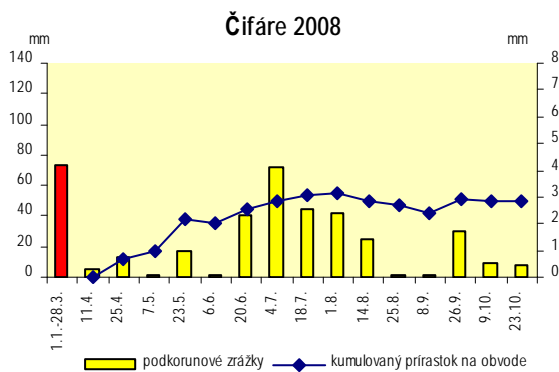
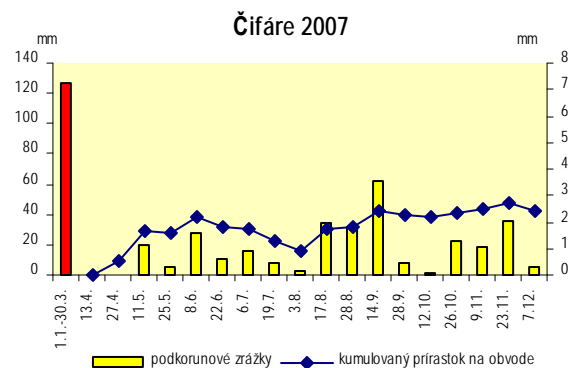
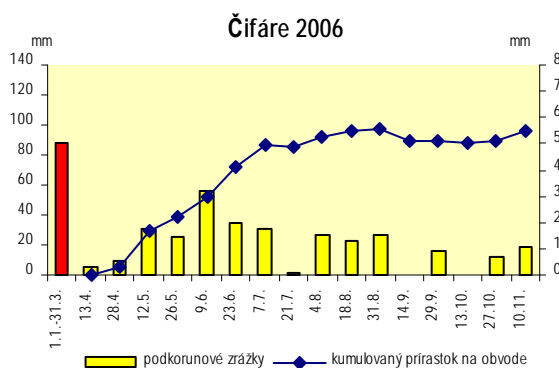
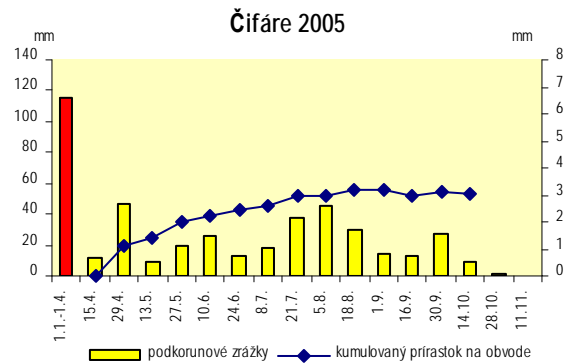
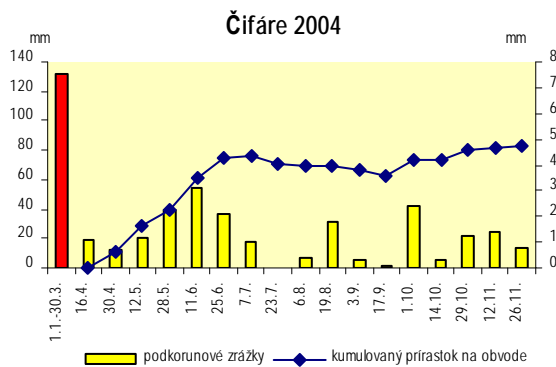
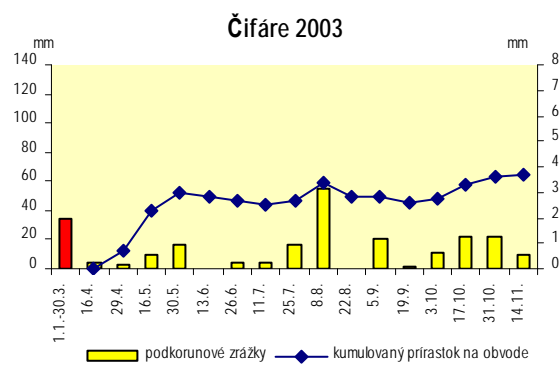
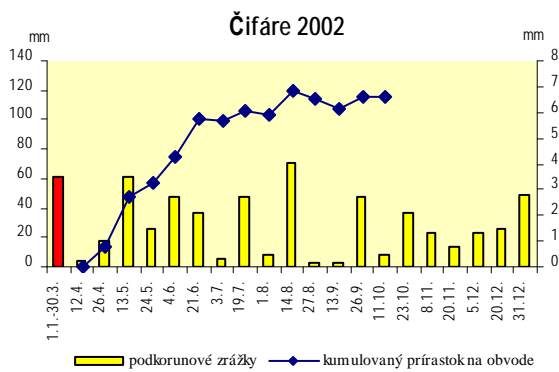


Obr. 3.33 Priebek rastu duba cerového na TMP Čifáre v rokoch 2005-2009



Obr. 3.34-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2009



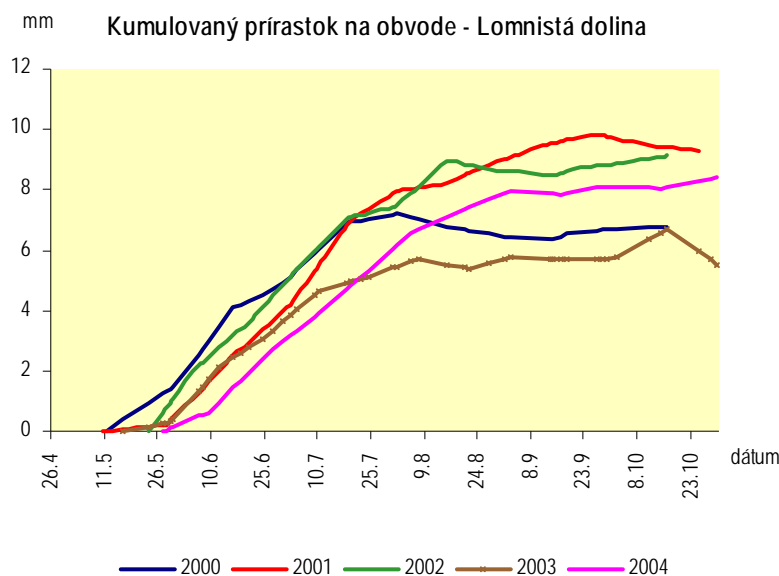


Obr. 3.34-2 ůhny podkorunov  zřazok a kumulovany prıřastky na obvede v letech 2000-2009

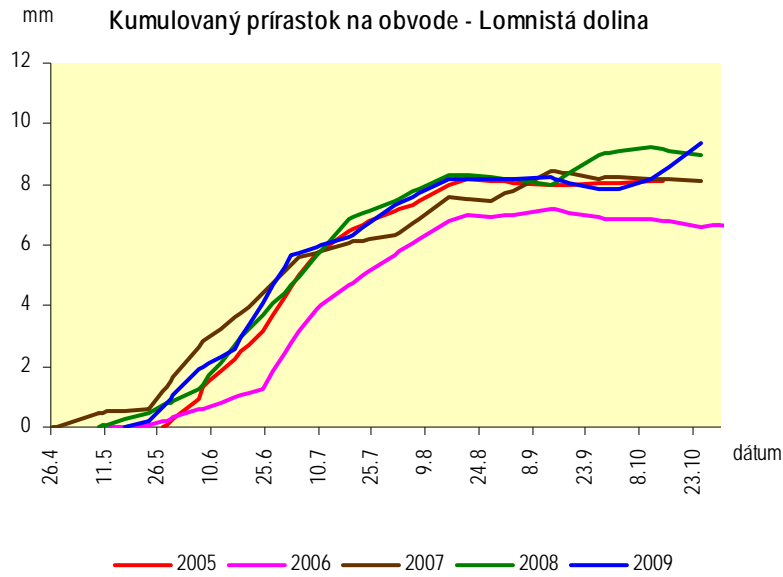
### Hrúbkový rast stromov na TMP 203 – Lomnístá dolina

Na TMP Lomnístá dolina bola sledovaná dynamika hrúbkového rastu smreka v horských podmienkach. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2009 znázorňuje obr. 3.35 a 3.36. Začiatok rastovej periódy bol v roku 2000 v polovici mája, v ostatných rokoch až v poslednom májovom týždni. V roku 2000 trval rastový proces veľmi krátko, iba necelých 12 týždňov (81 dní) a skončil na konci júla. Bolo to zapríčinené extrémne malými zrážkami v mesiacoch august (iba 7 mm) a september, čo sa prejavilo aj znížením kumulovaného prírustku na obvode vplyvom zmrštenia kôry a kambia. Zrážky v apríli a máji prírustok neovplyvňujú, pretože po uplynulej zime je v pôde ešte dostatok vlhky. Úhrny podkorunových zrážok a kumulovaný prírustok na obvode v rokoch 2000-2008 sú na obr. 3.37. V roku 2001 trval rastový proces 18 týždňov a skončil v štvrtom septembrovom týždni. V období mesiacov jún a júl sa vytvorilo 78 % z celkového ročného prírustku. V roku 2002 trval rastový proces podobne ako v roku 2000 12 týždňov (85 dní). Začal sa koncom mája a trval do polovice augusta. Na zastavenie rastu mal zrejme vplyv úhrn zrážok od polovice augusta do konca septembra, ktorý bol oproti roku 2001, kedy rastový proces trval až do konca septembra výrazne nižší. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch môžeme pozorovať, že najväčšia rastová intenzita trvá do polovice júna. V roku 2003 bola intenzita rastu najmenšia, čo úzko súvisí s veľmi malými úhrnmi zrážok počas celého roka. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch, najintenzívnejší rast trval od konca mája do začiatku augusta. V roku 2004 sme pozorovali plynulý rast bez prechodných spomalení od konca mája do začiatku septembra. Rok 2005 bol podobný roku 2004. Rast bol na začiatku o niečo intenzívnejší, ale skončil skôr (už v polovici augusta), kým v roku 2004 rast pokračoval až do konca septembra. Začiatok roka 2006 sa vyznačoval dlhotrvajúcou zimou a množstvom snehu. Aj preto začal intenzívny rast až koncom júna, najneskôr zo všetkých pozorovaných rokov. Intenzívny rast trval krátko, do polovice augusta (8 týždňov), ale v tomto období sa vytvorilo 82 % z celkového ročného prírustku. Rast v rokoch 2007-2009 je veľmi podobný rastu v rokoch 2002 a 2005.

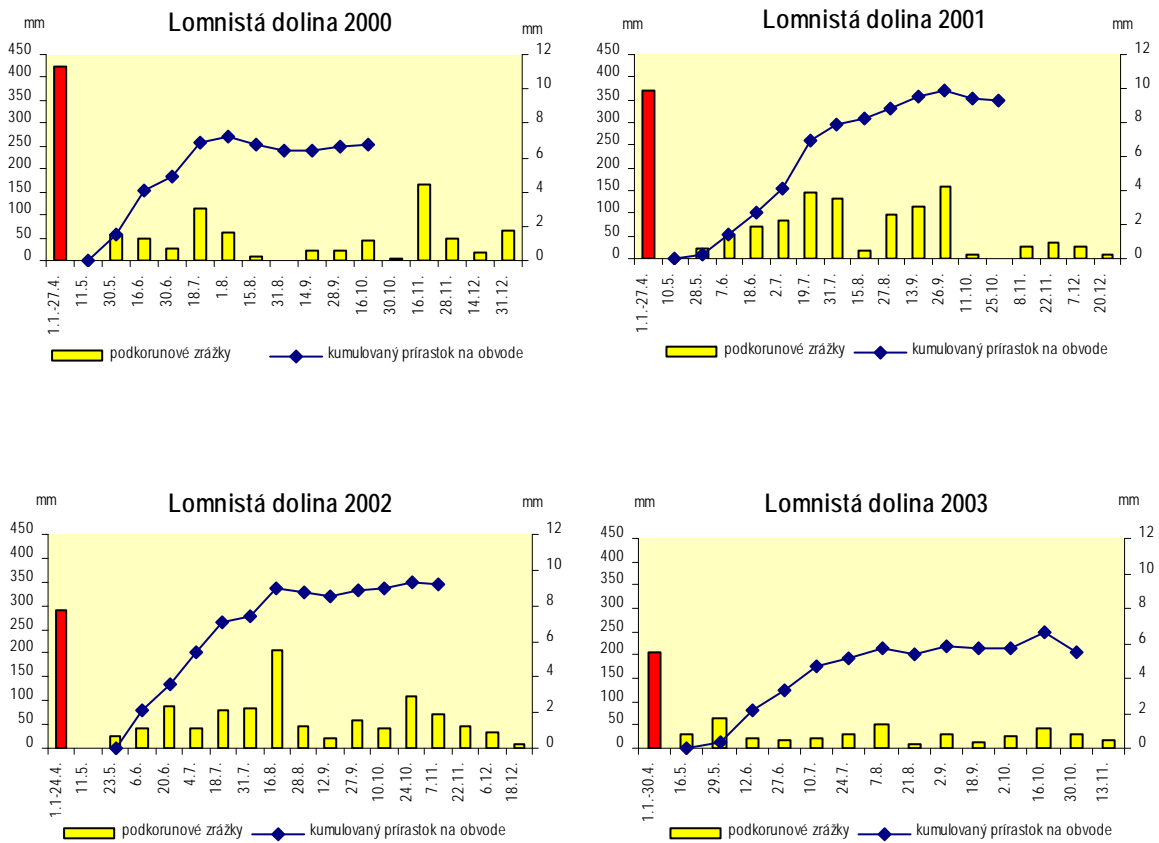
Dĺžka trvania rastu je ovplyvnená množstvom atmosférických zrážok koncom leta. Zastavenie rastu v polovici augusta bolo zapríčinené nedostatkom vlhky v tomto období (od polovice augusta do konca októbra bolo nameraných iba 86 mm zrážok). Krátkosť rastového procesu zapríčinila, že ročný hrúbkový prírustok je jeden z najmenších za celé sledované obdobie. V roku 2007 trval najintenzívnejší rast od konca mája do začiatku júla. Potom pokračoval s menšou intenzitou až do polovice septembra. Veľkosť prírustku patrí v sledovanom období medzi priemerné a je podobný prírustkom v rokoch 2004 a 2005. Rok 2008 patrí medzi roky s najvyšším kumulovaným prírustkom.



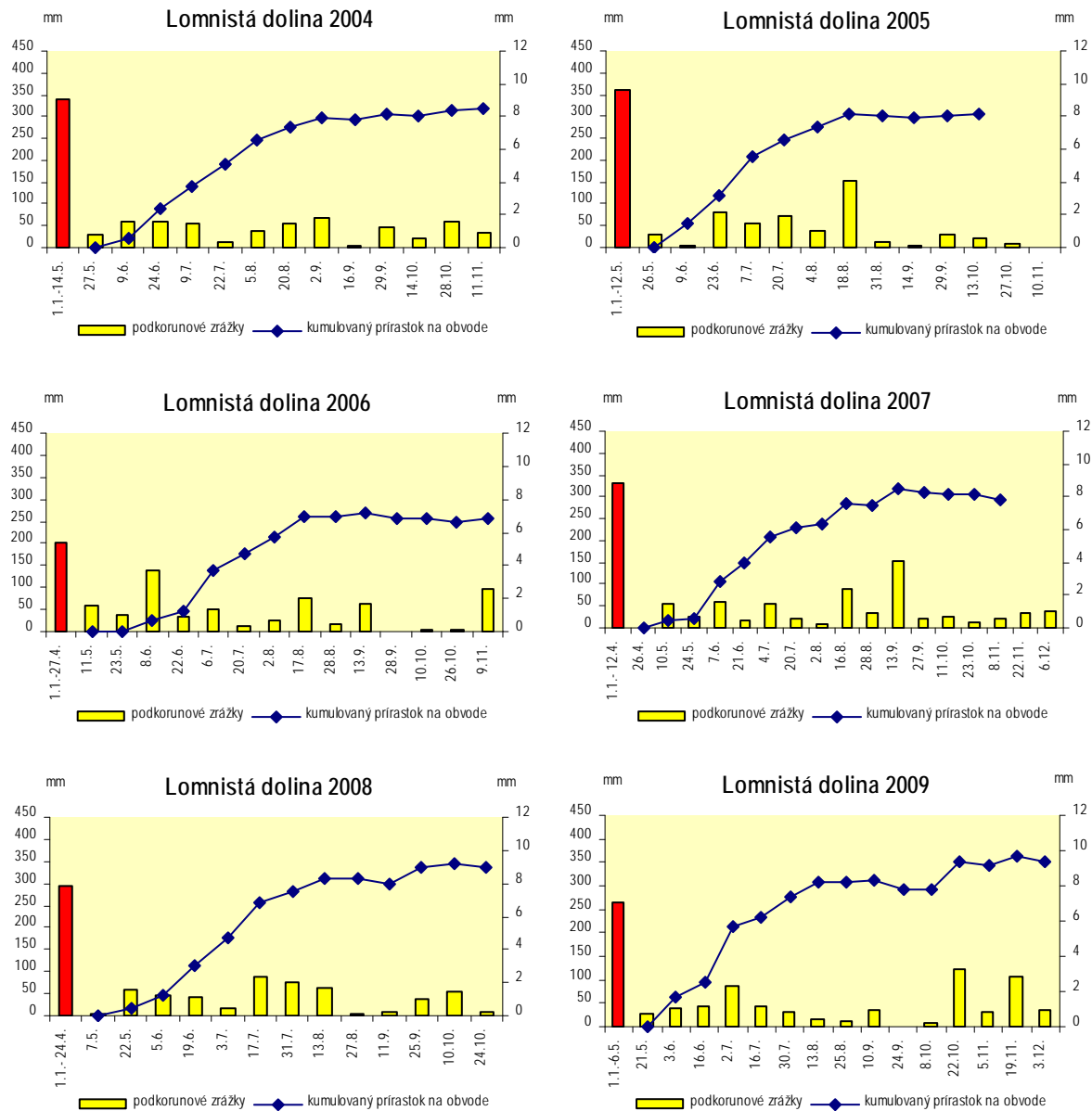
Obr. 3.35 Priebeh rastu smreka na TMP Lomnístá dolina v rokoch 2000-2004



Obr. 3.36 Priebeh rastu smreka na TMP Lomnistá dolina v rokoch 2005-2009



Obr. 3.37-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obode v rokoch 2000-2009



Obr. 3.37-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2009

Celkovo môžeme roky podľa intenzity hrúbkového rastu rozdeliť na dve skupiny:

- roky s nižšou intenzitou hrúbkového rastu (2000, 2003 a 2006) keď kumulovaný prírastok na obvode sa pohyboval v rozpätí 5,5-6,7 mm
- roky s vyššou intenzitou hrúbkového rastu (2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2008 a 2009) keď kumulovaný prírastok na obvode sa pohyboval v rozpätí 8,1-9,3 mm

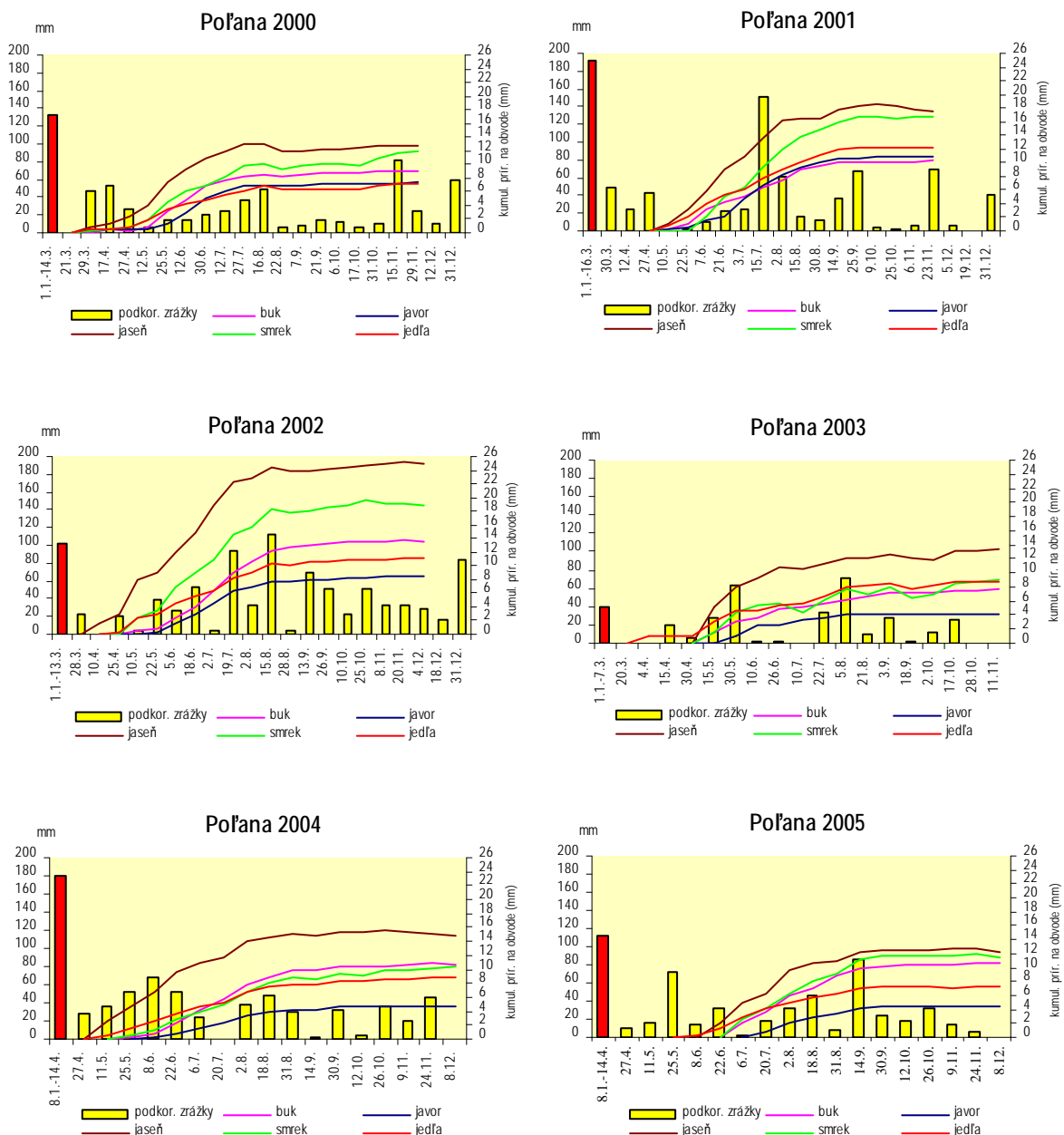
### Hrúbkový rast stromov na TMP 204 – Poľana-Hukavský grúň

Na TMP Poľana boli v rokoch 2000-2008 vykonané merania, ktoré boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu buka, smreka, jedle, jaseňa a javora. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2009 a úhrny zrážok v týchto rokoch merané v dvojtýždňových intervaloch sú znázornené na obr. 3.38.

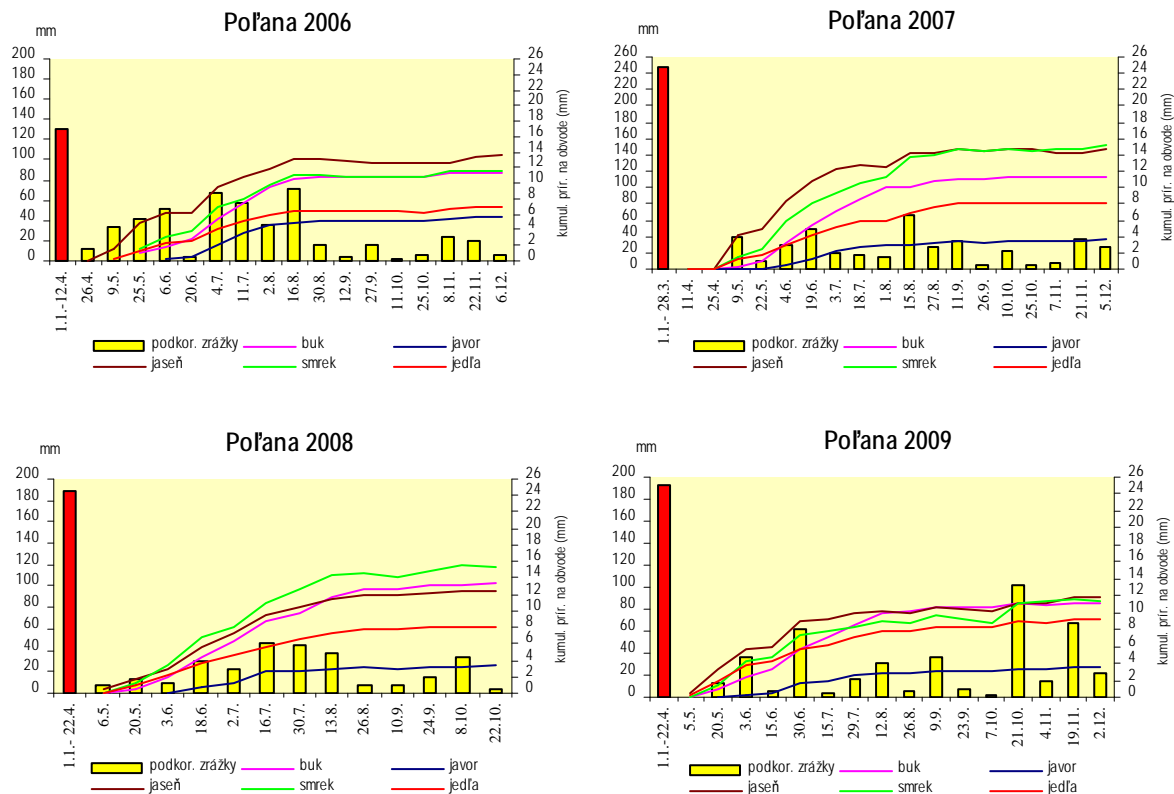
### Buk lesný

Hrúbkový rast vzorníkov buka začal v rokoch 2000, 2001, 2003 a 2006 v prvej polovici mája, v roku 2002, 2004, 2007, 2008 a 2009 koncom mája. V roku 2005 začal rast vzorníkov až v júni. Rastový proces v roku 2000 trval 14 týždňov a bol ukončený v polovici augusta, v roku 2001 trval rastový

proces 18 týždňov a bol ukončený v polovici septembra. Rastové krivky sledovaných jedincov intenzívne stúpali do konca augusta, v roku 2000 iba do konca júla. V roku 2002 bol rast ukončený koncom septembra, v roku 2003 začiatkom septembra. Za prvú polovicu vegetačného obdobia (máj – júl) sa vytvorilo v roku 2000 až 97 % celkového hrúbkového prírastku. Suché počasie na začiatku vegetačného obdobia a minimum zrážok v auguste zapríčinili, že stromy prestali rásť už v polovici augusta. V roku 2001 sa vytvorilo počas mesiacov máj – júl 74 % z celkového hrúbkového prírastku, v roku 2002 to bolo 82 %. Merania poukazujú na to, že najväčšia časť ročného kruhu sa vytvorí počas mesiacov jún, júl a august, pričom najväčšia intenzita rastu je v mesiacoch jún a júl.



Obr. 3.38-1 Úhny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvođe v rokoch 2000-2009



Obr. 3.38-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obode v rokoch 2000-2009

### Smrek obyčajný

Hrúbkový rast vzorníkov smreka začal v sledovaných rokoch začiatkom mája, v roku 2001 koncom mája a v roku 2005 až v polovici júna. V roku 2000 trval rast kratšie, iba 15 týždňov a podobne ako pri buku skončil v polovici augusta. V roku 2001 trval rastový proces 22 týždňov, keď intenzívna kambiálna činnosť pokračovala aj v mesiacoch august a september, koncom ktorého bol rast ukončený. V týchto dvoch mesiacoch sa vytvorilo 29 % z celkového ročného prírastku. V roku 2002 trvalo obdobie najintenzívnejšieho rastu do polovice augusta, v suchom roku 2003 iba do začiatku augusta. V roku 2004 bol rast plynulý od začiatku mája do konca augusta. Takýto rast bol v roku 2004 typický pre všetky dreviny na ploche, iba začiatok rastu sa u jednotlivých druhov líšil. V roku 2005 prebiehal rast smreka podobne ako v roku 2004, s tým rozdielom, že začal oveľa neskôr, až v polovici júna. Podobne ako u buka sa najväčšia časť ročného kruhu vytvorí počas mesiacov jún, júl a august, pričom množstvo vlhky ovplyvňuje dĺžku rastovej periódy. V prípade veľkého sucha (2003) sa rast zastavuje začiatkom augusta, v bežných podmienkach v druhej polovici augusta, za priaznivých vlhkosťových pomerov pokračuje, ale iba s malou intenzitou aj počas septembra.

### Jedľa biela

Začiatok hrúbkového rastu jedle bol v sledovaných rokoch začiatkom mája. V roku 2000 trval rastový proces najkratšie, iba 15 týždňov a skončil rovnako ako u iných druhov drevín v polovici augusta. Bolo to spôsobené už predtým spomínanými klimatickými vplyvmi (málo zrážok na začiatku vegetačného obdobia, minimum zrážok v auguste). V roku 2001 trval rastový proces 22 týždňov, až do konca septembra., v rokoch 2002 a 2003 bol rastový proces ukončený začiatkom septembra. Jedľa mala so smrekom zhodnú dĺžku rastového procesu počas celého sledovaného obdobia.

### Javor horský

Vzorníky javora dosahujú najmenší rastový výkon. Súvisí to pravdepodobne s vekom, ktorý je u javora na ploche výrazne vyšší v porovnaní s hlavnou drevinou – bukom. Začiatok hrúbkového rastu bol u javora najneskôr zo všetkých drevín, od polovice mája do konca mája, v roku 2004 od začiatku júna a v roku 2006 až v polovici júna. Rastový proces bol v roku 2000 podobný ako u ostatných druhov drevín a trval 15 týždňov. V roku 2001 trval rastový proces 19 týždňov a skončil koncom



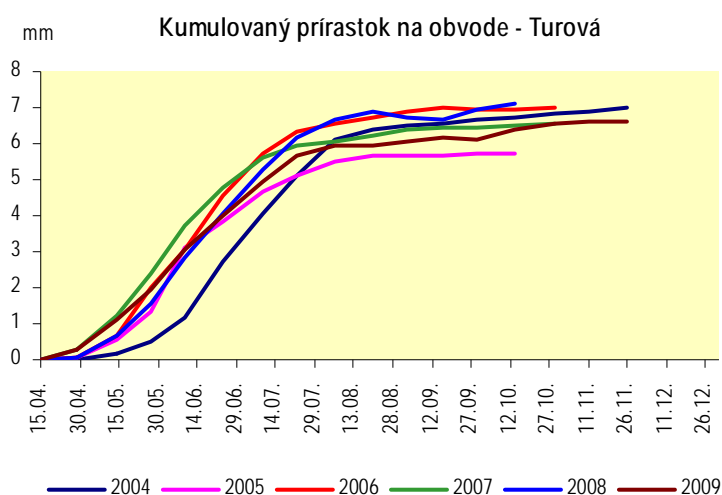
septembra. U javora začína rastový proces približne o 2 týždne neskôr ako u smreka a jedle a väčšia časť ročného kruhu sa vytvorí počas mesiacov jún a júl. V roku 2000 sa v týchto dvoch mesiacoch vytvorilo 80 % celkového hrúbkového prírastku, v roku 2001 to bolo iba 69 %, ale napríklad v roku 2006 až 91 %.

### Jaseň štíhly

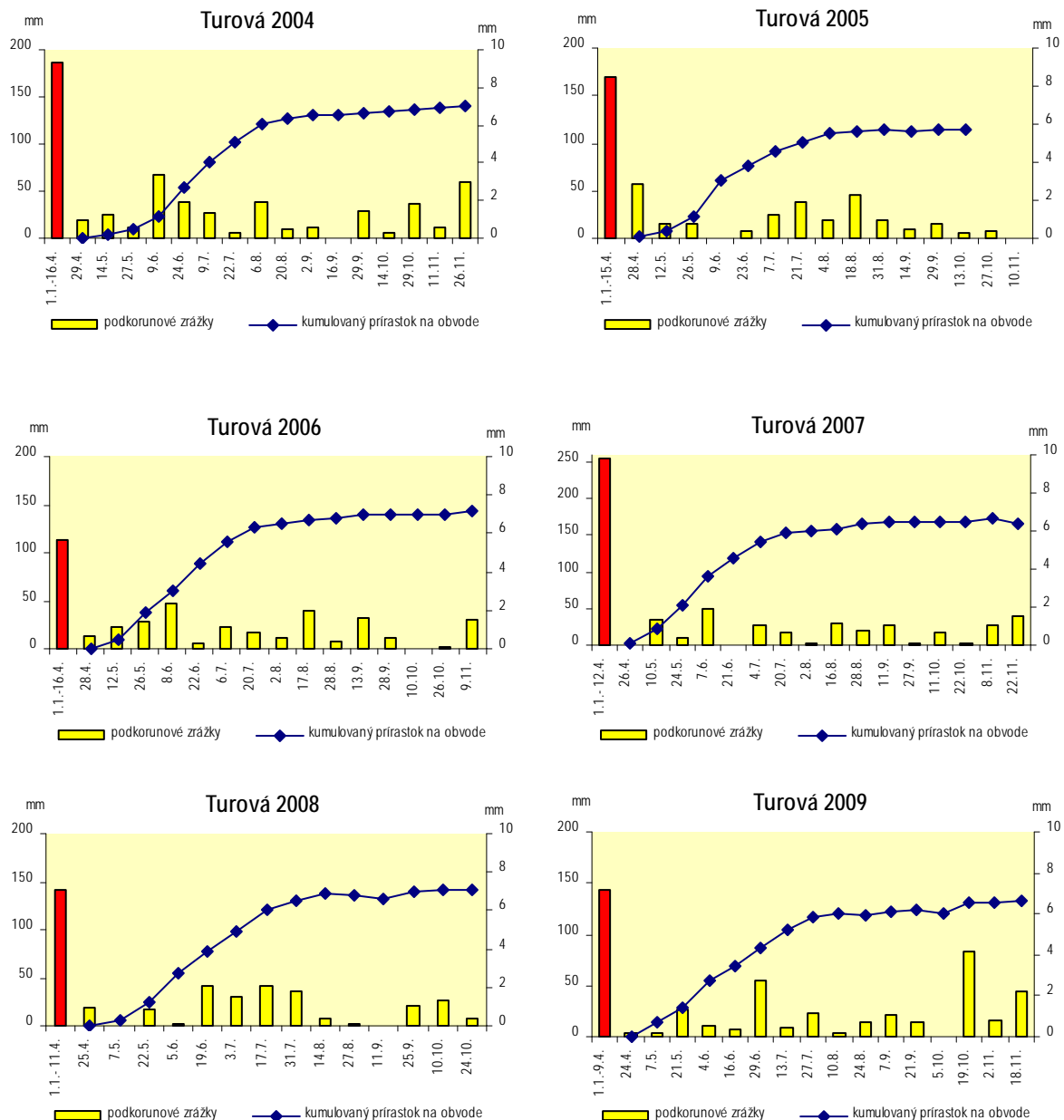
Jeho rastový proces začína skôr ako u predošlých drevín. V rokoch 2000 a 2002 to bolo už v polovici apríla, v rokoch 2001, 2003, 2004, 2006 a 2007 koncom apríla. V porovnaní s ostatnými drevinami dochádza u jaseňa po prudkom raste, keď dosahuje najväčšie prírastky zo všetkých drevín, začiatkom augusta k výraznému spomaleniu až zastaveniu hrúbkového rastu. Počas mesiacov august a september sa vytvorilo v rokoch 2000 – 2001 iba 0, resp. 12 % z celkového hrúbkového prírastku. Rast počas neskorého leta možno charakterizovať ako veľmi mierny. Kým vo všetkých rokoch dosiahol jaseň najväčšie prírastky zo všetkých drevín, v roku 2008 ho vo veľkosti hrúbkového prírastku predstihol smrek a buk.

### Hrúbkový rast stromov na TMP 206 - Turová

V roku 2004 bola po prvýkrát sledovaná dynamika hrúbkového rastu aj na monitorovacej ploche Turová. Priebeh rastu bol plynulý, podobne ako na iných plochách v roku 2004. Nie je to obvyklé, pretože vo väčšine prípadov pozorujeme počas priebehu rastu rôzne nepravidelnosti zapríčinené hlavne klimatickými podmienkami. Rast začal v polovici mája a trval do polovice augusta. Za toto obdobie sa vytvorilo približne 90 % z celoročného prírastku. V roku 2005 začal rast už na začiatku mája. Intenzita rastu bola v porovnaní s rokom 2004 najskôr väčšia, ale v polovici júla sa intenzita rastu spomalila, v polovici augusta sa rast zastavil a hrúbkový prírastok v roku 2005 bol nižší ako v predošlom roku. V roku 2006 začal rast rovnako ako v predošlom roku začiatkom mája. Tvar rastovej krivky je takmer totožný s rastovou krivkou v roku 2004, len rovnaké hodnoty hrúbkového prírastku sú v porovnaní s rokom 2004 dosahované o dva týždne skôr. Intenzívny rast trval do začiatku augusta (13 týždňov), dotedy sa vytvorilo 91 % z celkového ročného hrúbkového prírastku. V roku 2007 začal intenzívny rast koncom apríla. Začiatok rastu bol najintenzívnejší za celé pozorované obdobie rokov 2004-2007 ale skončil najrýchlejšie, už začiatkom júna. Potom pokračoval až do začiatku septembra, ale s už výrazne nižšou intenzitou. Priebeh rastu v roku 2008 bol veľmi podobný ako v roku 2006. Celkovo možno povedať, že rozdiely v hrúbkovom raste sú v jednotlivých rokoch minimálne. Ak vylúčime rok 2005, kedy bol prírastok najmenší, potom je rozdiel medzi jednotlivými kumulovanými prírastkami na obvodě menší ako 0,5 mm. Priebeh rastu buka na TMP Turová a množstvá podkorunových zrážok sú znázornené na obr. 3.39 a 3.40.



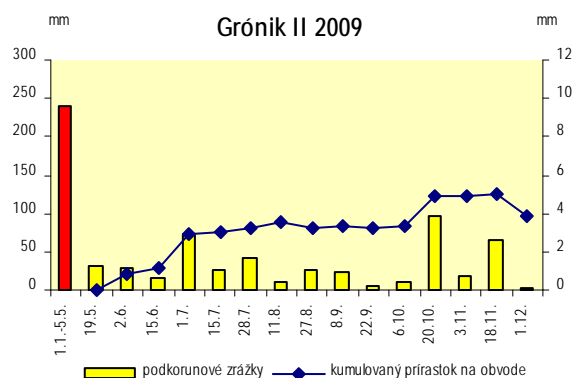
Obr. 3.39 Priebeh rastu buka na TMP Turová



Obr. 3.40 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2004-2009

### Hrúbkový rast stromov na TMP 210 – Grónik II

V roku 2009 bola po prvýkrát sledovaná dynamika hrúbkového rastu aj na monitorovacej ploche Grónik II. Prírastkomery boli osadené v máji predošlého roku, pri inštalácii tejto novej TMP, čo bolo neskoro na vyhodnotenie celého priebehu rastu v roku 2008. V roku 2009 intenzívny rast prebiehal od polovice mája do začiatku júla, kedy za 6 týždňov bolo vytvorené 70 % celoročného prírastku. Druhá fáza rastu pokračovala v prvej polovici októbra. Veľkosť prírastku je tu však čiastočne ovplyvnená aj napúčaním dreva po intenzívnych zrážkach.

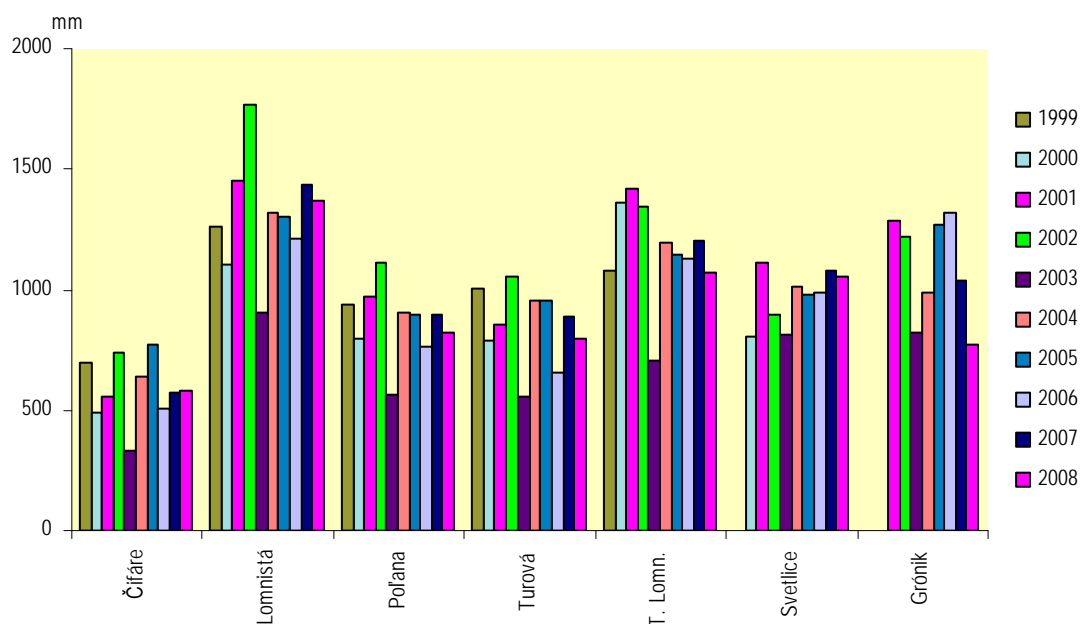


Obr. 3.41 Úhrny podkorunových zrážok a kumulovaný prírastok na obvode v roku-2009

### 3.2.4 Depozície

Kontinuálny monitoring depozície v lesoch SR je dlhodobo realizovaný na 7 plochách intenzívnej úrovne národného monitoringu zdravotného stavu lesov Slovenska, v súlade s manuálom UN/ECE pre meranie depozície.

Vzorkovače na zachytávanie zrážok sú lokalizované v lesných porastoch (depozícia v poraste – throughfall deposition) a na blízkych voľných plochách bez zápoja lesných drevín (zmiešaná depozícia – bulk deposition). Vzorky sa odoberajú v pravidelných 2–týždňových intervaloch počas celého roka. Starostlivosť o TMP, kolektory a odbery vzoriek vykonávajú dlhodobo stabilizované pracovné skupiny technikov NLC, čo zabezpečuje primeranú kvalitu terénnych prác. Získané výsledky sú súčasťou európskej databázy hodnotenia vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy.



Obr. 3.42 Prehľad ročných úhrnov zrážok nameraných na voľných plochách

Celkové ročné depozičné vstupy jednotlivých iónov a prvkov závisia od mnohých faktorov. Nadmorská výška a geografická lokalizácia ovplyvňuje najmä celoročné úhrny zrážok, ktoré sú významným faktorom pri prepočte koncentrácií iónov vo vzorkách vôd na hodnotu depozície.

Prehľad vývoja zrážkových úhrnov na jednotlivých plochách od roku 1999 je na obrázku 3.42. Z hľadiska porovnania medzi plochami sú zjavné najmä rozdiely medzi plochami lokalizovanými v najnižších polohách (Čifáre) a vyšších horských polohách (Lomnista dolina, Tatranská Lomnica). Pokiaľ ide o vývoj úhrnov, je z grafu zjavné, že výrazne podpriemerné úhrny boli vo všeobecnosti

v rokoch 2000 a 2003, pričom sú však značné rozdiely medzi plochami (napr. pre plochu Tatranská Lomnica nebol rok 2000 podnormálny, naopak – hoci pre ostatné plochy bol zrážkový úhrn v roku 2008 blízky priemeru za iné roky, na ploche Grónik bol zrážkový úhrn výraznejšie nižší).

Drevinové zloženie ovplyvňuje chemizmus podkorunových zrážkových vôd, pretože dreviny majú rôznu schopnosť zachytávať imisie z ovzdušia a z ich asimilačného aparátu sú rôznou intenzitou uvoľňované bázické katióny. Z týchto dôvodov je pri porovnávaní výsledkov potrebné mať na zreteli vysokú variabilitu monitorovacích plôch v SR.

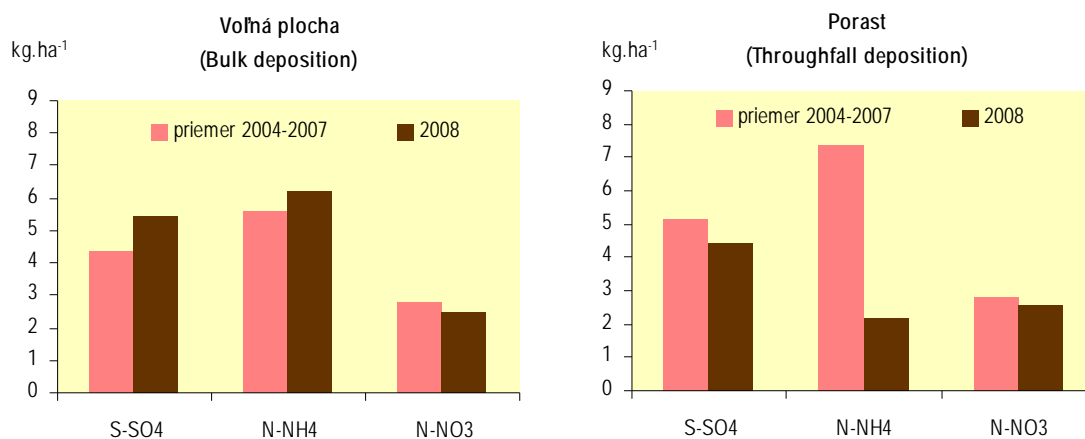
### Depozícia na TMP 201 - Čifáre

Na voľnej ploche bez zápoja lesných drevín došlo v roku 2008 k miernemu zvýšeniu depozície síry a  $N-NH_4^+$ , v porovnaní s priemernými hodnotami z rokov 2004 – 2007, zatiaľ čo v lesnom poraste možno sledovať určitý pokles.

Depozícia síry v lesnom poraste je mierne nižšia ako na voľnej ploche, čo je netypické aj pre listnaté porasty. Depozícia bázických katiónov Ca, Mg, K na voľnej ploche sa v roku 2008 pohybovala na hornej hranici dlhodobého meraných hodnôt (posledné desaťročie), čo môže svedčiť o zvýšenej prašnosti v okolí plochy.

Tab. 3.50 Depozícia vybraných elementov na TMP Čifáre v roku 2008 ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ )

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	5,40	6,20	2,48	7,741	1,830	1,280	7,884	0,055	0,047	0,071
Porast	4,41	2,18	2,58	5,343	2,039	0,984	15,321	0,092	0,686	0,094



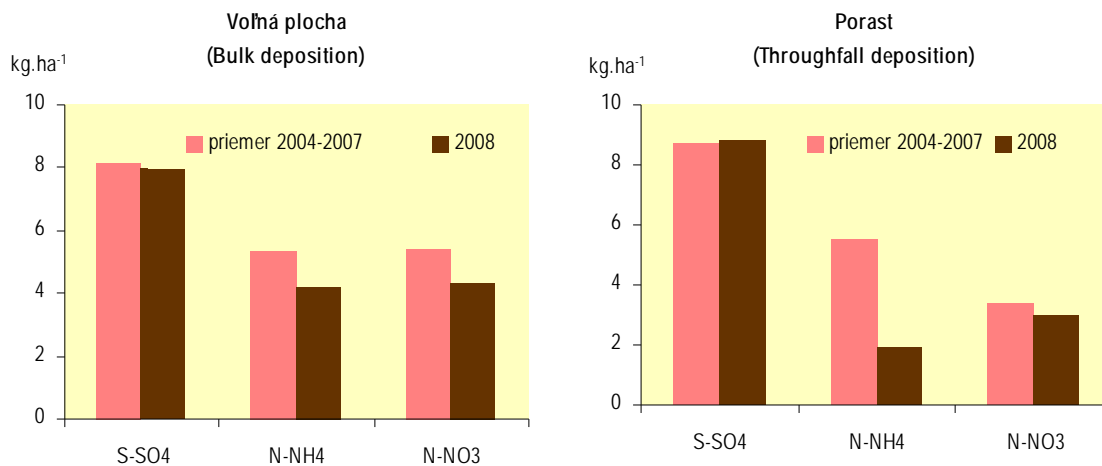
Obr. 3.43 Depozícia síry a dusíka na TMP Čifáre v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007

### Depozícia na TMP 203 - Lomnístá dolina

Plocha v Lomnístej doline patrí dlhodobu k najzaťaženejším plochám na Slovensku, na ktorých je realizované meranie depozícií v lesných ekosystémoch, najmä z hľadiska depozície síry. Do roku 2003 sa depozícia síry pohybovala v intervale 11,22 až 13,87  $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Aj napriek výraznému poklesu (za obdobie 2001 až 2007 až o 37 %) sme v roku 2008 zistili najvyššie hodnoty na voľnej ploche (7,97  $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) aj v lesnom poraste (8,78  $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) práve tu.

Tab. 3.51 Depozícia vybraných elementov na TMP Lomnístá dolina v roku 2008 ( $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ )

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	7,97	4,23	4,35	6,900	1,172	2,347	2,474	0,123	0,094	0,129
Porast	8,78	1,97	3,00	8,580	2,001	2,512	13,560	0,196	0,679	0,157



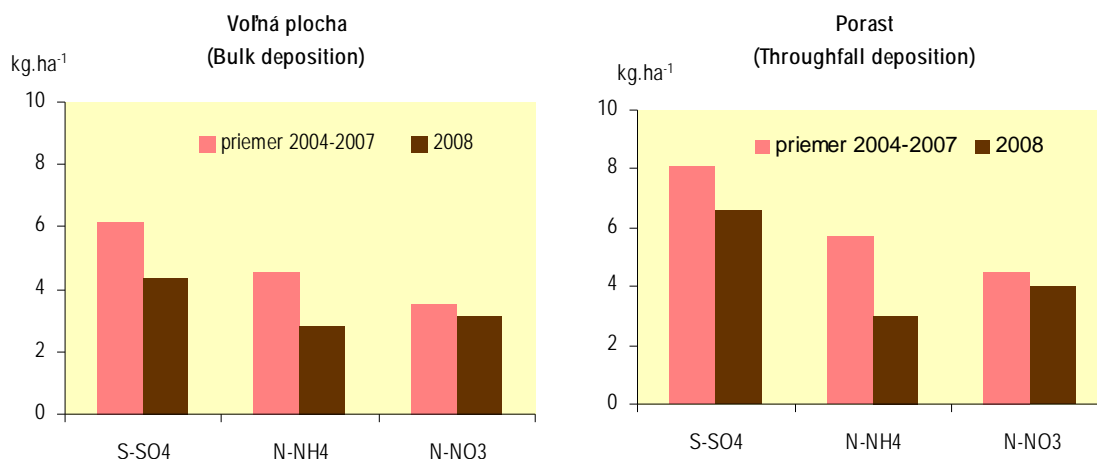
Obr. 3.44 Depozícia síry a dusíka na TMP Lomná dolina v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007

### Depozícia na TMP 204 - Poľana – Hukavský grúň

Depozícia síry, dusíka v amoniakálnej aj nitrátovej forme bola v roku 2008 nižšia v lesnom poraste aj na voľnej ploche, ako priemerné hodnoty za predošlé štvorročné obdobie. V rokoch 1999 až 2002 dosahovala depozícia síry v poraste 10,88 až 13,30 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, zatiaľ čo v posledných 4 rokoch sa pohybuje v intervale 5,96 až 7,77 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Klesá aj depozícia N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nielen v poraste, kde môže byť intenzívnejšie pohlcovaný asimilačným aparátom, ale aj na voľnej ploche. Depozícia bázických kationov zostáva za posledné desaťročie bez výraznejších zmien.

Tab. 3.52 Depozícia vybraných elementov na TMP Poľana – Hukavský grúň v roku 2008 (kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	4,36	2,81	3,17	4,224	0,832	1,390	1,777	0,125	0,056	0,095
Porast	6,57	2,98	3,99	6,355	1,606	1,577	15,231	0,125	0,271	0,098



Obr. 3.45 Depozícia síry a dusíka na TMP Poľana – Hukavský grúň v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007

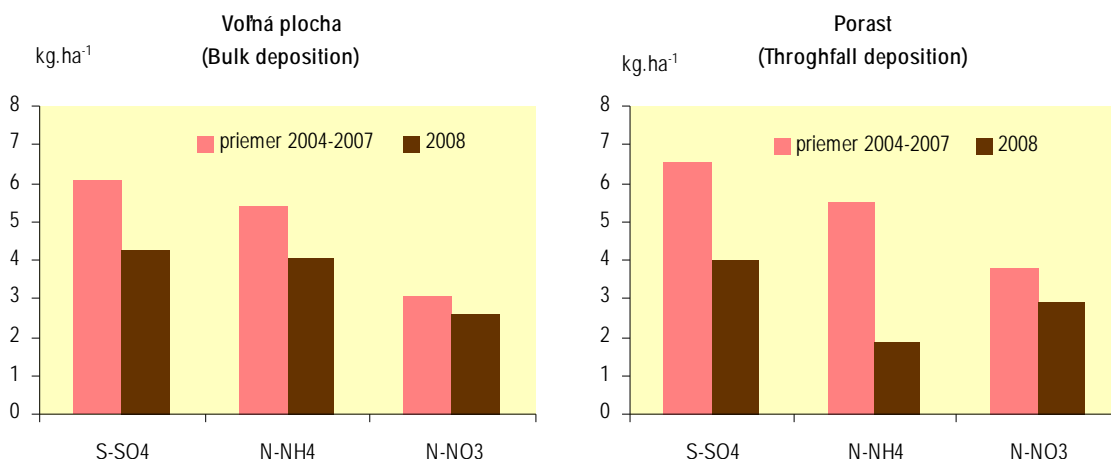
### Depozícia na TMP 206 - Turová

Depozícia síry, dusíka v amoniakálnej aj nitrátovej forme bola v roku 2008 nižšia v lesnom poraste aj na voľnej ploche, ako priemerné hodnoty za predošlé štvorročné obdobie. Plocha mala v sledovanom roku najnižšiu depozíciu síry, na voľnej ploche aj v poraste. Depozícia bázických kationov je

dlhodobo bez výraznejších zmien, len depozícia vápnika v posledných 3 hodnotených rokoch vykazuje mierny pokles.

Tab. 3.53 Depozícia vybraných elementov na TMP Turová v roku 2008 (kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	4,24	4,07	2,62	4,733	1,101	1,371	3,788	0,079	0,068	0,081
Porast	4,10	1,87	2,93	4,630	1,175	1,106	7,943	0,083	0,133	0,080



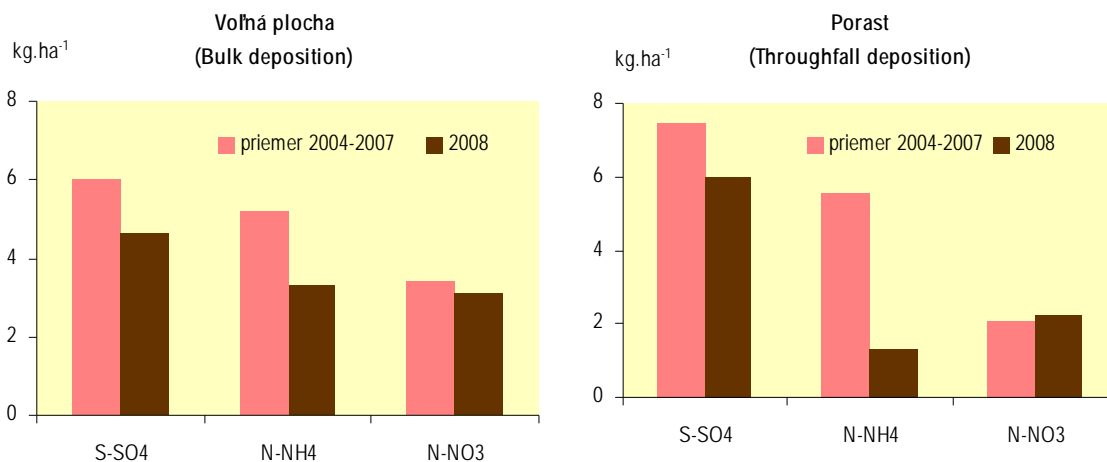
Obr. 3.46 Depozícia síry a dusíka na TMP Turová v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007

#### Depozícia na TMP 207 - Tatranská Lomnica

Plocha v Tatranskej Lomnici sa v minulosti vyznačovala vyššou depozíciou síry, v rokoch 1999 až 2002 dosahovala hodnoty 11,14 až 15,51 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Je to plocha, kde sme zaznamenali najvyšší percentuálny pokles depozície síry. V porovnaní roku 2007 s rokom 2001 došlo až k 45% poklesu depozície síry.

V roku 2008 bola depozícia síry, dusíka v amoniakálnej aj nitrátovej forme nižšia v lesnom poraste aj na voľnej ploche, ako priemerné hodnoty za predošlé štvorročné obdobie.

Depozícia bázických kationov je dlhodobo bez výraznejších zmien



Obr. 3.47 Depozícia síry a dusíka na TMP Tatranská Lomnica v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007



Tab. 3.54 Depozícia vybraných elementov na TMP Tatranská Lomnica v roku 2008 (kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)

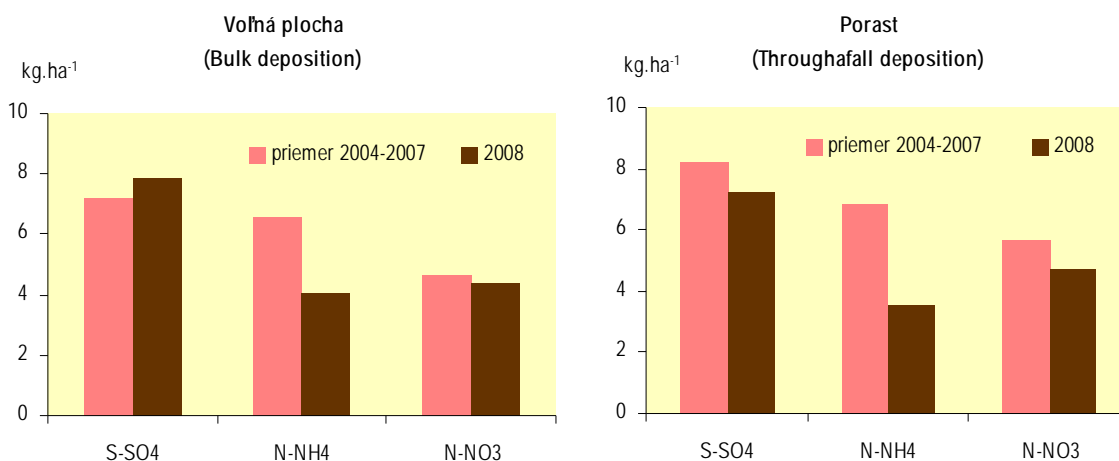
	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	4,66	3,31	3,09	4,680	1,037	2,797	3,713	0,134	0,161	0,125
Porast	5,96	1,28	2,22	6,793	1,812	1,932	13,216	0,178	0,460	0,163

### Depozícia na TMP 208 - Svetlice

Plocha sa nachádza na severovýchodnom Slovensku, bez priameho vplyvu priemyselných zdrojov a intenzívnej dopravy, napriek tomu sa vyznačuje pomerne vysokou depozíciou síry aj dusíka. Charakter drevín na ploche (prevažne buk) spôsobuje, že v niektorých rokoch je depozícia síry vyššia na príľahlej voľnej ploche, než v lesnom poraste. Takáto situácia nastala aj v roku 2008. V období 2000- 2003 sa pohybovala depozícia síry v intervale 8,52 až 14,29 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, v posledných 5 rokoch je to 5,07 až 10,09 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Podobne bol zaznamenaný pokles depozície amoniakálneho dusíka z intervalu 8,20 až 15,42 v rokoch 2000 – 2003 na hodnoty 4,02 až 8,16 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> v posledných 5 rokoch. Depozícia základných kationtov je bez výraznejších zmien, len depozícia draslíka v roku 2008 mierne poklesla na voľnej ploche aj v lesnom poraste.

Tab. 3.55 Depozícia vybraných elementov na TMP Svetlice v roku 2008 (kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	7,88	4,02	4,38	10,578	1,424	2,205	2,442	0,116	0,098	0,126
Porast	7,23	3,51	4,71	7,415	1,824	2,070	11,246	0,112	0,464	0,110



Obr. 3.48 Depozícia síry a dusíka na TMP Svetlice v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007

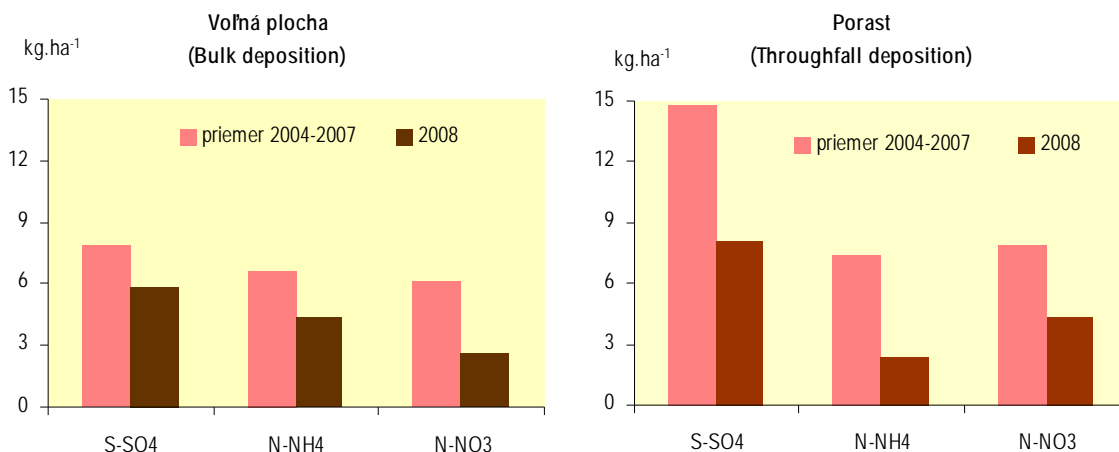
### Depozícia na TMP 210 - Grónik II

Depozícia na pôvodnej ploche Grónik I bola najmä v lesnom poraste veľmi vysoká a pri síre dosahovala hodnoty blízke 20 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> a pri celkovom dusíku cca 17 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (situácia v roku 2002).

Na novej ploche bolo začaté meranie depozície v máji 2008, preto uvedené výsledky sú skôr orientačné, zatiaľ neboli prepočítané na celoročné obdobie.

Tab. 3.56 Depozícia vybraných elementov na TMP Grónik II v máji až decembri 2008 (kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)

	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe
Voľná plocha	5,86	4,36	2,62	3,987	0,761	1,288	2,134	0,083	0,062	0,068
Porast	8,09	2,37	4,34	6,102	1,137	1,627	9,035	0,159	0,207	0,104



Obr. 3.49 Depozícia síry a dusíka na TMP Grónik II v roku 2008 v porovnaní s priemernými hodnotami 2004 – 2007 na TMP Grónik I

### Zhrnutie za všetky plochy podľa prvkov

Depozícia síry v lesných porastoch sa pohybovala v intervale 4,10 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Turová) až 8,78 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Lomnístá dolina).

Depozícia síry na voľných plochách bez zápoja lesných drevín bola v intervale 4,25 až 7,97 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, pričom podobne ako v poraste, minimálna depozícia bola zistená na ploche v Turovej a maximálna na ploche v Lomnistej doline.

Depozícia síry v lesných porastoch je zvyčajne vyššia, najmä v ihličnatých, ktoré sa vyznačujú vysokou schopnosťou vyčesávania imisií z ovzdušia. Rozdiel medzi depozíciou síry na voľnej ploche a v poraste na plochách s listnatými drevinami (Čifáre, Svetlice) bol nepatrný, mierne vyšší na voľnej ploche.

Celková depozícia dusíka je na všetkých voľných plochách vyššia ako depozícia síry a v roku 2008 sa pohybovala v intervale 5,98 až 8,68 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Táto zmena bola prvýkrát zaznamenaná v roku 2003 (dovtedy bola depozícia síry dlhodobo vyššia ako depozícia dusíka) a je v zhode s meraniami depozície v celej Európe.

Celková depozícia dusíka v lesných porastoch je tiež vyššia (3,50 až 8,22 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>) ako depozícia síry, s výnimkou lesných porastov v Lomnistej doline, Tatranskej Lomnici a na Gróniku, kde dochádza k intenzívnemu pohlcovaniu dusíka najmä v amoniakálnej forme (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) smrekovými porastmi.

Zvýšená depozícia bázičkových kationov K, Ca, Mg v lesných porastoch v porovnaní s depozíciou na blízkych plochách bez zápoja lesných drevín je spôsobená vylúhovaním živín z asimilačných orgánov lesných drevín, ale aj tzv. „vyčesávacím efektom“ lesných porastov voči tuhým znečisťujúcim látkam z ovzdušia. V lesných porastoch (v ihličnatých, listnatých aj zmiešaných) v roku 2008 bola najvyššia depozícia draslíka (7,94 – 15,32 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>), na druhom mieste depozícia vápnika (4,63 – 8,58 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>) a najnižšia, podobne ako na voľných plochách, je depozícia horčíka (1,12 – 2,40 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). Vypočítaná depozícia vápnika a draslíka v roku 2008 bola mierne nižšia v porovnaní s predošlým rokom. V roku 2008 na voľných plochách bez zápoja lesných drevín lokalizovaných v blízkosti TMP prevažovala depozícia vápnika (4,22 až 10,58 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>) nad depozíciou draslíka (1,78 – 7,88 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). Depozícia horčíka na voľných plochách je najnižšia (0,88 – 1,83 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). Maximálne hodnoty depozície draslíka a horčíka v lesnom poraste aj na voľnej ploche boli v roku 2008 zistené na TMP Čifáre.

### Nové aktivity za rok 2009

V súlade s metodikou projektu FutMon sa začalo v celoeurópskom rámci testovanie techniky zberu vzoriek (zberačov), a to porovnávaním aktuálne používaných tzv. národných vzorkovačov pre

podkorunové zrážky a štandardizovaných zariadení, ktorých jednotnú výrobu a dodávku zabezpečil vybraný partner projektu zo Slovinska.

Cieľom je dosiahnuť zlepšenie harmonizácie národných meraní depozícií v participujúcich štátoch a zvýšenie kredibility merania depozície znečisťujúcich látok v medzinárodnej monitorovacej sieti. Každý štát je povinný zabezpečiť testovanie na jednej monitorovacej ploche.

Na Slovensku bola vybraná TMP Svetlice, na ďalších plochách prebieha meranie depozícií v pôvodnom režime.

Pôvodný časový harmonogram predpokladal inštaláciu štandardizovaných zariadení v januári 2009. Z dôvodu výberu zariadení (rokovanie v Hamburgu), ktoré bolo nevyhnutné zakopať do pôdy do hĺbky cca 40 cm, došlo k posunu začiatku experimentu na jún 2009, keď pôda už je rozmrznutá vo všetkých participujúcich štátoch. Partner zo Slovinska doručil každému partnerovi v projekte FutMon 33 štandardizovaných vzorkovačov, pričom 30 sa používa pre meranie podkorunových zrážok v lese a 3 pre meranie zmiešanej depozície na voľnej ploche bez zápoja drevín.

Vzorkovače sú umiestnené v tzv. nárazníkovej zóne, po obvode TMP Svetlice, na takej istej rozlohe, akú má pôvodná plocha (2 500 m<sup>2</sup>). Chemické analýzy sa realizujú v zlievanej vzorke, odobranej podľa národných postupov, v prípade SR v 2-týždňovom intervale. Všetky ďalšie postupy (odbery, údržba, analýzy a pod.) sú v súlade s manuálom pre meranie depozícií. Výsledky získané v roku 2009 sú v štádiu spracovania a prepočtov na depozície.

Celkový počet plôch pre meranie depozícií v SR sa zvýšil z pôvodného počtu 7 plôch na 9, keď na novozaložených plochách v Žibritove a Železnom prebieha meranie depozície od marca, resp. od mája 2009.



Obr. 3.50 Porovnanie štandardizovaného vzorkovača v projekte FutMon a vzorkovača používaného v SR pre stanovenie depozície (foto S. Tóthová)

### 3.2.5 Pôdny roztok

Monitoring pôdneho roztoku v rámci prieskumov intenzívneho monitoringu nadväzuje najmä na monitoring depozícií (z hľadiska kvantity a vlastností presakujúcej vody, resp. kvality rôznych foriem pôdnej vody, a z hľadiska bilancie iónov) a na monitoring pôd (z hľadiska interpretácie vplyvu pôdnych vlastností na koreňový systém drevín a na stav drevín). Je súčasťou hodnotenia kolobehu živín v lesnom ekosystéme, a teda údaje o pôdnom roztoku vstupujú do riešenia demonštračnej akcie D2.

Ciele monitoringu pôdneho roztoku sú definované nasledovne:

- monitorovať a hodnotiť dlhodobé trendy chemizmu pôdneho roztoku v reakcii na rôzne

faktory (najmä ako reakciu na vývoj kvality depozície),

- prispieť k poznatkom o vzťahoch medzi stavom lesa a stresovými faktormi, najmä znečisteným ovzduším a zakysľujúcimi zložkami atmosférickej depozície,
- prispieť k poznatkom o bilanciách iónov v lesnom ekosystéme (vstup/výstup).

Kontinuálny monitoring pôdneho roztoku v rámci národného programu monitoringu lesa sa od roku 2000 realizoval na troch trvalých monitorovacích plochách intenzívneho monitoringu:

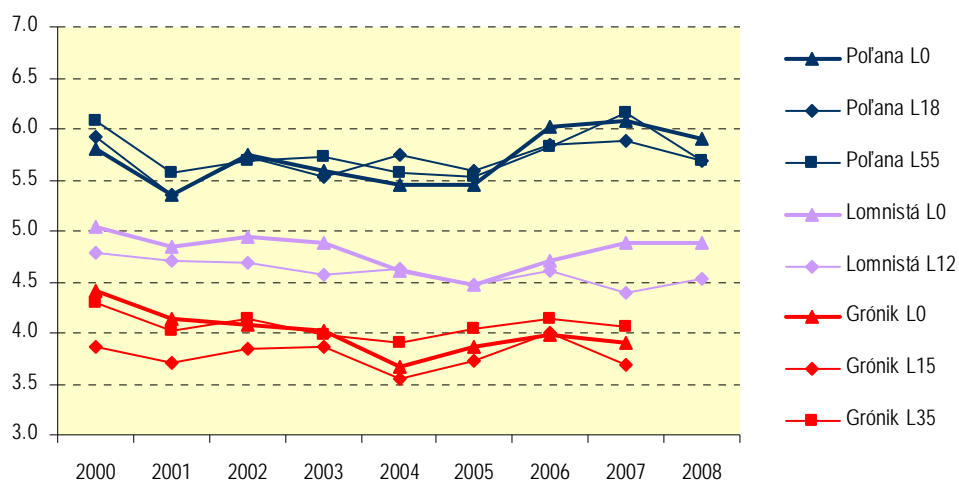
- TMP 204 – Poľana – Hukavský grúň
- TMP 203 – Lomnistá dolina
- TMP 209 – Grónik I

Hodnotenie pôdneho roztoku na TMP Poľana – Hukavský grúň nadväzuje na predchádzajúce zisťovania hodnotenia na VDO Poľana v rámci výskumných projektov realizovaných začiatku 90-tych rokov minulého storočia.

V dôsledku kalamitnej ťažby na lokalite Grónik bolo nutné túto TMP zrušiť. V blízkej lokalite sa založila náhradná plocha – 210 Grónik II, neboli však na nej obnovené všetky zisťovania a ani monitoring pôdneho roztoku už na nej nepokračuje.

TMP sú vybavené platňovými lyzimetrami, ktoré sú uložené pod vrstvou pokrývkového humusu (hĺbka 0) a v jednej alebo dvoch hĺbkach minerálnej pôdy, v závislosti od vlastností pôdy a genetických horizontov, zachytávajú pôdou voľne pretekajúcu, teda gravitačnú vodu. Vzorky sa na TMP odoberajú v pravidelných dvojtýždňových intervaloch rovnako ako vzorky depozície a ich chemické zloženie sa stanovuje v Centrálnom lesníckom laboratóriu NLC. Prehľad stanovovaných veličín je v tabuľke v kapitole 2.3.

Podobne ako za iné prieskumy, kde sa hodnotia súbory údajov za celý kalendárny rok, aj v prípade pôdneho roztoku sú v tejto správe zahrnuté výsledky do roku 2008.



Obr. 3.51 Vývoj reakcie pôdneho roztoku v rokoch 2000-2008

Na obrázku 3.51 je znázornený priebeh stredných hodnôt (mediánov) pH nameraných v odoberatých vzorkách pôdnej vody od roku 2000 do roku 2008. Pre spresnenie uvádzame, že údaje za rok 2000 necharakterizujú celý kalendárny rok (lyzimetre boli inštalované počas roka). Časové rady sú aj sezónne prerušované z dôvodu absencie vzoriek v suchých obdobiach alebo v obdobiach s teplotami pod bodom mrazu.

Z porovnania medzi monitorovacími plochami s inštalovanými platňovými lyzimetrami (Poľana, Lomnistá dolina, Grónik I) sú zjavné značné rozdiely v reakcii pôdneho roztoku, ako aj rozdiely medzi odberovými hĺbkami vo vzťahu k horizontom, v ktorých sú lyzimetre inštalované (tab. 3.57)

Tab. 3.57 Prehľad stredných hodnôt pH pôdneho roztoku vo vzťahu k pôdnym horizontom na 3 plochách

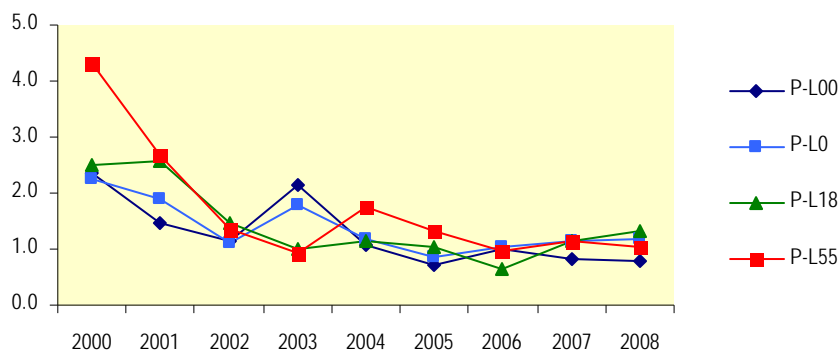
Plocha	Horizont	Hĺbka (cm)	pH-H <sub>2</sub> O pôda	Hĺbka lyzimetra (cm)	pH pôdny roztok
<b>Grónik</b>					
	O	0	3,7	0	4,00
	E	21	3,84	15	3,78
	B	40	4,35	35	4,07
<b>Lomnistá dolina</b>					
	O	0	4,67	0	4,80
	A	10	4,86	12	4,61
<b>Poľana</b>					
	O	0	5,31	0	5,68
	A	19	5,38	18	5,70
	B	70	5,83	55	5,77

Namerané hodnoty pH i koncentrácií iónov počas roka väčšinou pomerne výrazne kolíšu, ovplyvňované sú popri vlastnostiach pôd a kvantite zrážok najmä sezónne sa meniacimi biochemickými procesmi. Oproti výrazne najmenším výkyvom počas roka 2005 na ploche 209 Grónik I, keď počas celého roka 2005 (podobne ako v roku 2004) bola reakcia pôdneho roztoku extrémne kyslá bez väčších výkyvov a hodnoty pH takmer nevystúpili nad hodnotu 4,0, bola v rámci roka 2006 zaznamenaná väčšia časová variabilita, pričom acidita nebola taká extrémna. V roku 2007 však opäť po väčšinu roka boli hodnoty pH extrémne nízke. Molárny pomer Ca/Al vo vzorkách pôdneho roztoku v hĺbke 35 cm a periodicky aj v hĺbke 15 cm bol na tejto ploche pod hodnotou 1,0, čo indikuje možný nepriaznivý vplyv na korene drevín.

V nasledovnom texte sa zameriavame na vývoj koncentrácií síranov v pôdnom roztoku.

Na ploche Poľana – Hukavský grúň sa koncentrácia síry (vo forme SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) pod pokrývnym humusom pohybovala v rozmedzí 1,5–2,5 mg.l<sup>-1</sup> a vykazuje mierne klesajúcu tendenciu (obr. 3.52), s výnimkou roku 2003, kde v letnom období s malým množstvom zrážok koncentrácia síry v niektorých vzorkách bola extrémne vysoká. Rozdiely medzi vzorkami odobratými z pôdnej sondy (L00) a zmiešanej vzorky zo zberačov umiestnených po ploche (L0). Koncentrácia síry vo vzorkách z lyzimetrov umiestnených v minerálnej pôde (L18 a L55) sa pohybuje v rozmedzí 0,5–2,0 mg.l<sup>-1</sup> a má od roku 2002 ustálený, mierne klesajúci priebeh. Medzi jednotlivými hĺbkami sú malé rozdiely, s výnimkou roku 2000 (len dva odbery s nízkym objemom vzorky v hĺbke 55 cm).

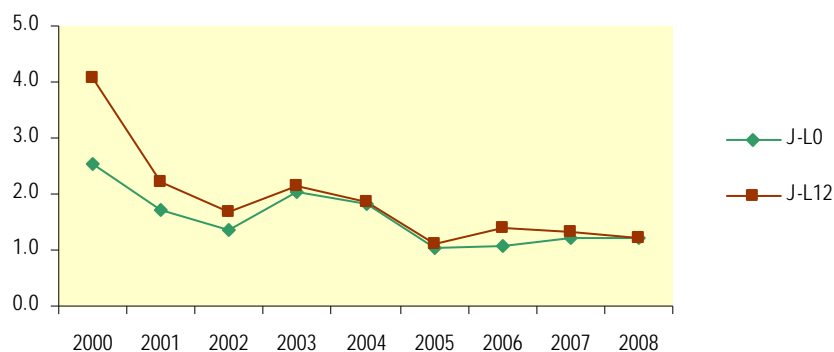
Koncentrácia síry na ploche Lomnistá dolina anorganická – síranová) v oboch hĺbkach (0 a 12 cm) sa pohybuje v rozmedzí 1,0–2,1 mg.l<sup>-1</sup> a vykazuje mierne klesajúcu tendenciu a veľmi malé rozdiely medzi jednotlivými hĺbkami. Výnimku tvorí len rok 2000, kde sú stredné hodnoty významne vyššie – 2,5 mg.l<sup>-1</sup> pre L0 a 4,1 pre L12.



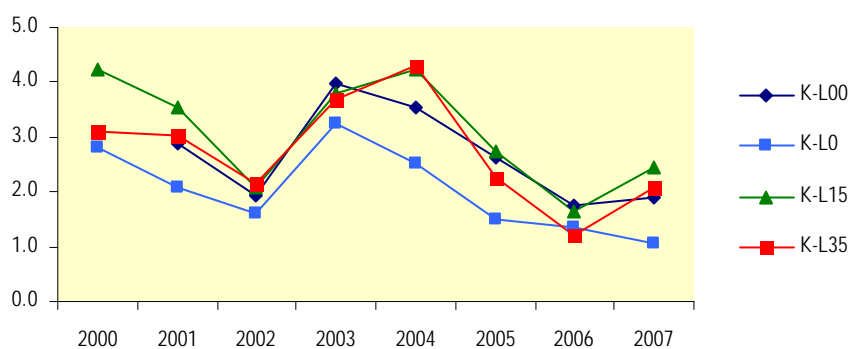
Obr. 3.52 Vývoj koncentrácií síranov v pôdnom roztoku na TMP Poľana – Hukavský grúň



Na ploche Grónik sa koncentrácia síry vo vzorkách pôdneho roztoku z lyzimetrov inštalovaných pod pokrývkovým humusom pohybuje v rozmedzí 1,0–4,0 mg.l<sup>-1</sup>. Koncentrácia síry vo vzorkách z lyzimetrov umiestnených v minerálnej pôde (L15 a L35) sa pohybuje v rozmedzí 1,0–4,2 mg.l<sup>-1</sup>. Medzi jednotlivými hĺbkami sú malé rozdiely (s výnimkou roku 2000), ale aj v minerálnej pôde sú značné medziročné rozdiely v koncentráciách. Z hodnotených plôch sú na tejto ploche stále najvyššie koncentrácie SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.



Obr. 3.53 Vývoj na vývoj koncentrácií síranov v pôdnom roztoku na TMP Lomnistá dolina



Obr. 3.54 Vývoj na vývoj koncentrácií síranov v pôdnom roztoku na TMP Grónik I

Počas roka 2009 sa definitívne rozhodlo o výbere plôch pre realizáciu aktivít D1, D2 a D3. Keďže boli medzi ne zaradené aj plochy, kde sa predtým monitoring pôdneho roztoku nerealizoval, bolo potrebné vybaviť aj tieto plochy príslušným zariadením. Na ploche Turová a novozaložených plochách Žibritov a Železnô sa počas roka inštalovali platňové lyzimetre v troch hĺbkach (pod pokrývkovým humusom), v hlavnej koreňovej zóne (v hĺbke 10, resp. 15 cm) a pod koreňovou zónou (pod 40 cm). V súvislosti s rekonštrukciou Centrálného lesníckeho laboratória došlo v júli k zmene analytických postupov, katióny a kovy sa začali stanovovať na prístroji AAS – Thermo. Zároveň sa vďaka nákupu nového analytického prístroja začalo so stanovovaním totálneho dusíka (TN) a rozpustného organického uhlíka (DOC).

V projekte FutMon sú v celoeurópskom rámci výsledky definované rôznym spôsobom. Popri databázach, výsledkoch analýz a správach je výsledkom riešenia aj súbor plôch s definovaným technickým a meračím vybavením. Väčšina výsledkov je definovaná na úrovni celého projektu a zodpovedajú za ne pracoviská koordinujúce projekt alebo jednotlivé akcie.

V tejto kapitole teda spolu s výsledkami prieskumov a zisťovaní za príslušný rok (za rok 2009 pre prvú úroveň monitoringu a čiastočne vybrané prieskumy druhej úrovne, za rok 2008 pre prieskumy



druhej úrovne monitoringu, kde je potrebné hodnotiť údaje za celý uzavretý kalendárny rok) uvádzame aj odpočet za niektoré nové prieskumy a informáciu o založení novej plochy a inštalovaných zariadeniach.

Súčasťou je aj vyhodnocovanie dát z predchádzajúcich rokov, vrátane projektu BoSoil. Hoci hlavným cieľom tohto medzinárodného projektu bolo overiť možnosť podrobného harmonizovaného prieskumu pôd a indikátorov biodiverzity v celoeurópskom rámci a vytvoriť databázy, ktoré pre Európsku komisiu spravuje Spojené výskumné centrum (Joint Research Centre – JRC), pokračujeme aj v národnom vyhodnocovaní príslušných databáz. Toto vyhodnocovanie sa realizuje taktiež s určitým časovým odstupom, keďže údaje boli zaslané koordinujúcemu pracovisku v roku 2008 a počas roka 2009 prebiehala kontrola databáz, ich validácia a prípadné doplnenie a kontrola údajov.

### 3.2.6 Meteorologické merania

#### *Metodický postup*

Merania meteorologických parametrov v roku 2008 pokračovali na dvoch plochách intenzívneho monitoringu: Poľana – Hukavský grúň a Grónik. Kontinuálne merania uvedených parametrov prebiehali v súlade s manuálom ICP Forests na voľnej ploche, v prípade plochy na Poľane sa príslušné veličiny merajú v priestore nad lesným porastom. Merali sa nasledovné parametre: teplota vzduchu, množstvo a intenzita zrážok, rýchlosť a smer vetra na oboch TMP, globálne žiarenie, vlhkosť vzduchu, teplota pôdy (v hĺbkach 10 a 20 cm) a pôdny vodný potenciál (v hĺbke 20 cm) – na TMP Grónik. Všetky parametre boli merané automaticky v 30 sekundových intervaloch a ukladané v 10 minútových priemeroch.

#### *TMP Grónik II*

Meranie meteorologických parametrov na tejto TMP začalo 28.3.2008 a skončilo 3.11.2008 s krátkou prestávkou od polovice do konca augusta. Priebeh hodnôt meraných veličín z tejto TMP je uvedený na obr. 3.55 a 3.56 a v tab. 3.58. Z výsledkov je zrejmé, že podľa priemernej dennej teploty najteplejším mesiacom bol jún. V júli ako obvykle najteplejším mesiaci bola priemerná teplota oproti júnu o 0,1 °C nižšia. V auguste bola priemerná teplota vzduchu podobne ako v júni 15,9 °C, ale táto hodnota vychádza z nekompletných údajov a pravdepodobne je nadhodnotená. Z hodnoteného obdobia bol najchladnejším mesiacom apríl. Na rozdiel od predchádzajúceho roku neboli zaznamenané podobné extrémne ako májové mrazy alebo naopak veľmi vysoké teploty v letných mesiacoch (namerané maximum bolo 27,6 °C oproti 32,0 °C v predchádzajúcom roku).

Tab. 3.58 Priemerné charakteristiky teploty vzduchu na TMP Grónik II v období merania roku 2008

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.*	IX.	X.
T avg	6,5	11,6	15,9	15,8	15,9	10,7	7,9
T min	2,9	7,8	11,7	11,9	11,8	7,8	4,7
T max	11,2	16,5	21,1	20,6	21,1	14,7	12,4
T-	-3,6	3,6	5,7	7,7	7,5	4,6	-0,2
T+	18,4	26,5	27,6	26,7	26,1	24,5	19,8

T avg priemerná mesačná teplota

T min mesačný priemer minimálnych denných teplôt

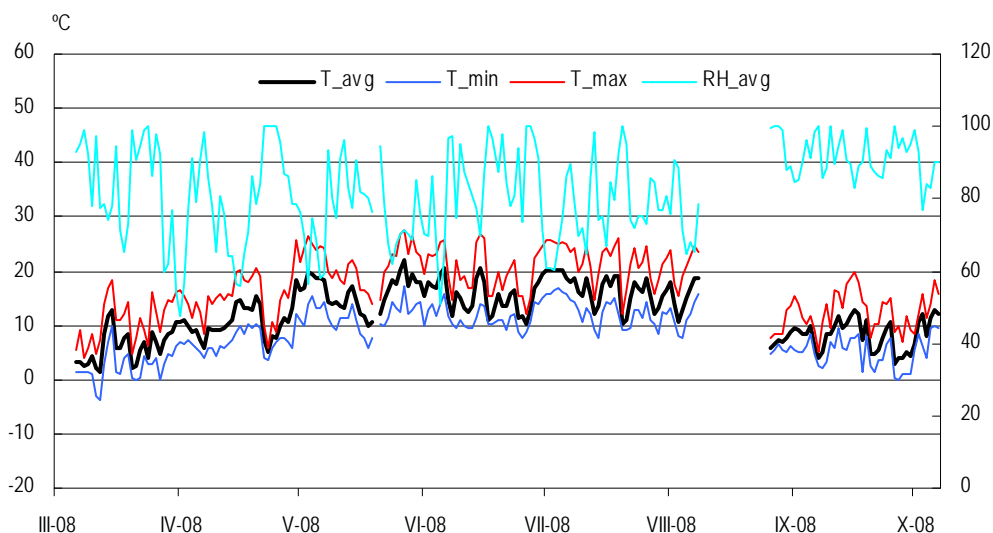
T max mesačný priemer maximálnych denných teplôt

T – najnižšia nameraná teplota

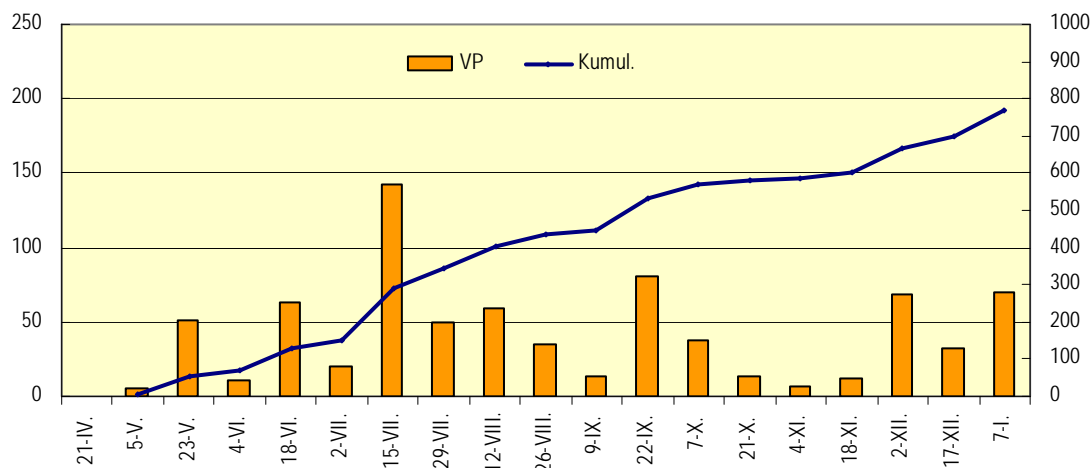
T + najvyššia nameraná teplota

\* počítané z nekompletných údajov

Priebeh nameraných dvojtýždňových úhrnov na danej lokalite v roku 2008 je znázornený na obr. 3.56 Maximálny úhrn za daný časový interval bol 142 mm. Z hľadiska distribúcie a množstva zrážok možno TMP považovať v roku 2008 za dostatočne zabezpečenú. Nízke úhrny zrážok boli zaznamenané začiatkom hodnoteného obdobia, periódy úplne bez zrážok neboli za rok 2008 zaznamenané.



Obr. 3.55 Priebeh priemerných (T\_avg), maximálnych (T\_max) a minimálnych (T\_min) teplôt vzduchu a priemernej vlhkosti vzduchu (RH\_avg) na TMP Grónik II v období merania roku 2008



Obr. 3.56 Úhrny zrážok (2 týždňový interval) a súčtová krivka zrážok na TMP Grónik II počas roku 2008

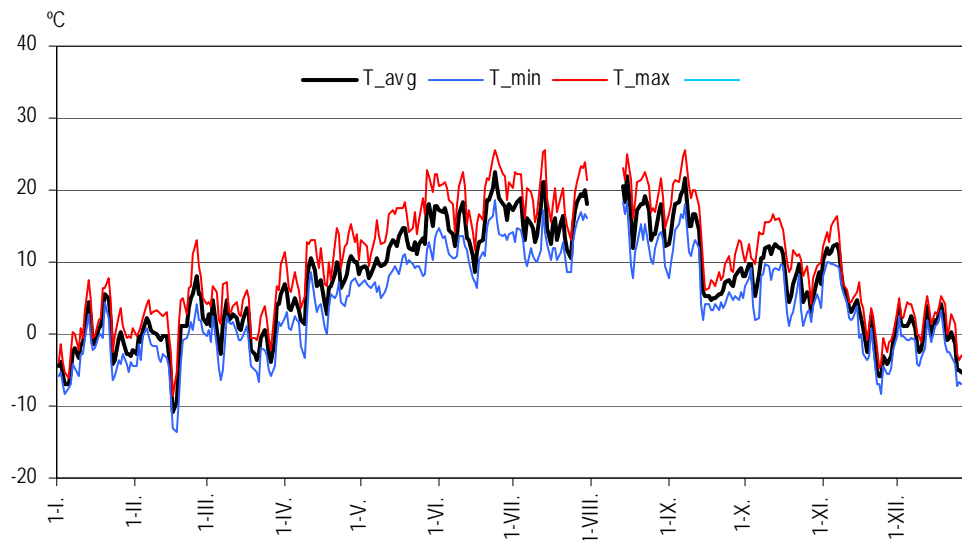
### TMP Poľana – Hukavský grúň

Kontinuálne meranie meteorologických parametrov na tejto TMP bolo zabezpečované počas celého roka 2008 (s krátkou prestávkou na prelome júla a augusta). Výsledky meteorologických meraní sú uvedené na obr. 3.57 a 3.58 a v tab. 3.59. Z výsledkov je zrejmé, najteplejším mesiacom nebol júl, ako je obvyklé, ale august. Najvyššia nameraná teplota bola 25,7 °C, a to až v septembri. Celkovo možno letné obdobie hodnotiť ako mierne, bez extrémne vysokých teplôt. Najchladnejším mesiacom podľa priemerných hodnôt bol január, najnižšia zaznamenaná teplota vzduchu -13,7 °C bola nameraná vo februári. Teploty pod bodom mrazu neboli zaznamenané ani v máji ani v októbri, počas roka 2008 sa teda nevyskytli neskoré jarné mrazy ani skoré jesenné mrazy.

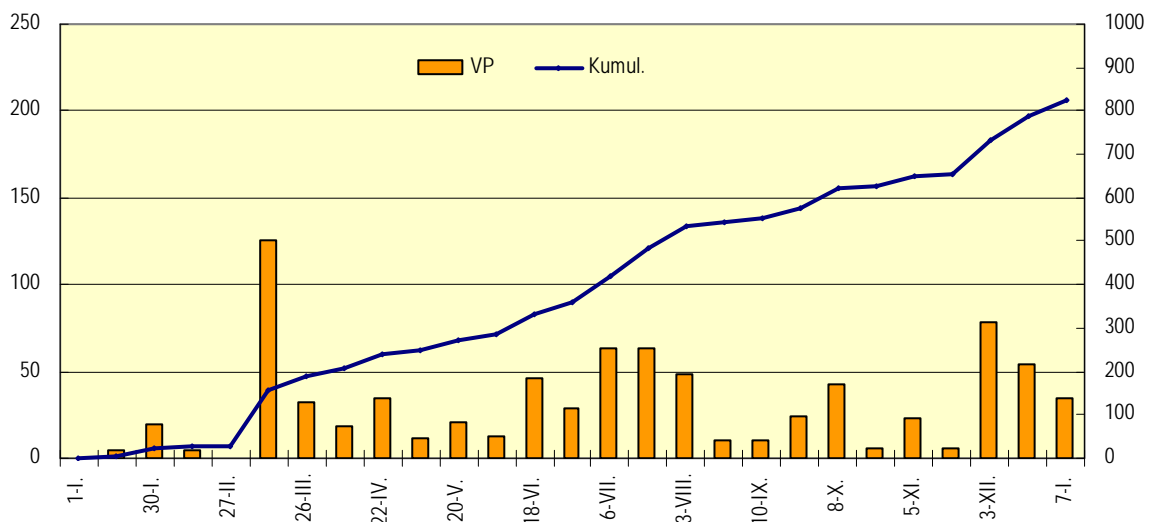
Tab. 3.59 Priemerné charakteristiky teploty vzduchu na TMP Poľana v roku 2008

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.*	VIII.*	IX.	X.	XI.	XII.
T avg	-1,3	0,2	0,8	6,8	12,0	16,0	16,1	16,6	11,0	8,4	3,2	-0,3
T min	-3,3	-2,5	-1,7	3,7	8,6	12,5	12,7	12,9	8,1	5,7	1,4	-2,3
T max	0,7	3,2	3,5	10,3	15,7	19,6	19,6	20,0	14,1	11,6	5,2	1,6
T-	-8,4	-13,7	-6,6	-3,3	5,0	6,5	8,6	7,9	2,0	1,1	-8,3	-7,7
T+	7,8	13,1	9,8	15,2	22,8	25,5	25,5	25,0	25,7	16,7	16,4	5,4

T avg priemerná mesačná teplota  
 T min mesačný priemer minimálnych denných teplôt  
 T max mesačný priemer maximálnych denných teplôt  
 T – najnižšia nameraná teplota  
 T + najvyššia nameraná teplota  
 \* počítané z nekompletných údajov



Obr. 3.57 Priebeg priemerných (T\_avg), maximálnych (T\_max) a minimálnych (T\_min) teplôt vzduchu na TMP Poľana v roku 2008



Obr. 3.58 Úhrny zrážok (2 týždňový interval) a súčtová krivka zrážok na TMP Poľana-Hukavský grúň v roku 2008

Maximálny dvojtýždňový zrážkový úhrn namerané na sledovanej lokalite v roku 2008 dosiahol hodnotu 126 mm (na prelome februára a marca). Priebeg zrážok na sledovanej TMP bol počas roka relatívne vyrovnaný. V priebehu meraní sa nevyskytla dlhšia bezzrážková perióda. Nízke zrážkové úhrny (pod 10 mm) boli zistené v zimnom a v jesennom období. Kumulatívne množstvo zrážok od januára do konca decembra predstavovalo na tejto TMP hodnotu 823 mm, teda mierne pod normál z rokov 1951-1980 a menej ako v predchádzajúcom roku .

Pre rok 2009 bolo naplánované výrazné zlepšenie technického vybavenia plôch meteorologickými prístrojmi. Prioritné bolo vybavenie s realizáciou demonštračných akcií (D1, D2, D3) – potenciálnych jadrových plôch.

Z firmy EMS Brno sme dostali 6 meteorologických staníc s 10 m stožiarom vybavených solárnym panelom pre dobíjanie akumulátora.

Súčasťou týchto staníc sú:

- Senzory na meranie teploty a vlhkosti vzduchu vo výške 2 m nad zemou (cenzor EMS33 - výrobca EMS Brno, CZ),
- Senzor rýchlosti a smeru vetra vo výške 10 m nad zemou (senzor 034B – výrobca MetOne, USA),
- Zrážkomer vo výške 1,2 m nad zemou (zrážkomer MetOne 370 – výrobca MetOne, USA),
- Senzor globálnej radiácie o výške 10 m nad zemou (senzor EMS11 – výrobca EMS Brno, CZ).

Meteorologické prvky sú merané v 10-minútových intervaloch a zaznamenávané každých 30 minút. Na záznam dát je použitý datalogger EdgeBox V8 (výrobca EMS Brno, CZ) s predprípravou pre diaľkový prenos dát.

Tými stanicami sa počas roka vybavili plochy: 201 Čifáre, 206 Turová, 208 Svetlice, 211 Žibritov a 212 Železnô. Predpokladané umiestnenie poslednej stanice je na ploche Poľana.

Na ploche Poľana je meteorologické meranie zatiaľ zabezpečené meraním nad porastom, je vybavená vyhrievaným zrážkomerom pre celoročné zisťovanie zrážok a zatiaľ nie je vybavená meraním slnečnej radiácie.

Plochy Grónik a Lomnistá sú vybavené staršou meteorologickou stanicou s meraním všetkých prvkov vo výške 2m nad zemou. K ploche Tatranská Lomnica poskytuje meteorologické údaje Výskumná stanica ŠL TANAPu.

Na plochách Poľana, Grónik, Tatranská Lomnica a Lomnistá prebiehali meteorologické merania už v predchádzajúcich rokoch. Na jednotlivých plochách vybavených meteorologickými meraniami v roku 2009 je meteorológia meraná od:

- Čifáre: 22.7.2009
- Turová: 26.8.2009
- Svetlice: 8.12.2009
- Žibritov: 15.5.2009
- Železnô: 25.5.2009

### 3.2.7 Hodnotenie vegetácie

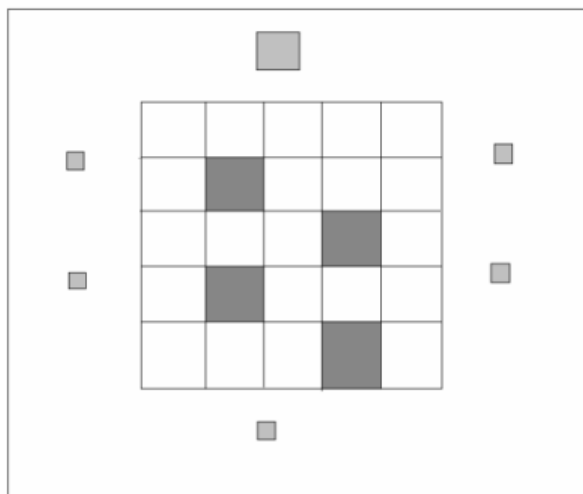
Hodnotenie prízemnej vegetácie v rámci programu monitoringu lesov má dva základné ciele:

- charakterizovanie stavu lesného ekosystému na báze druhového zloženia vegetácie
- monitorovanie zmien vegetácie v dôsledku prírodných aj antropogénnych environmentálnych faktorov.

Základné hodnotenie prebieha každých 5 rokov, ďalšie hodnotenia sa realizujú podľa potreby napr. v súvislosti s novými demonštračnými akciami v prebiehajúcich projektoch.

Hodnotenie na plochách II. úrovne bolo realizované v súlade s príslušným manuálom (Field protocol for ground vegetation assessment) na plochách intenzívneho monitoringu zaradených do aktivity IM1. Prízemná vegetácia bola hodnotená na výberovom súbore štyroch reprezentatívnych subplôch s rozmermi 10x10 m. Ich priestorové rozloženie bolo v prípade pôvodných plôch zachované. V prípade nanovo zakladaných plôch pre tento účel hodnotenia (voči roku 2004 – TMP Žibritov, TMP Železnô, TMP Grónik II, TMP Poľana – Hukavský grúň) bola na ploche vylíšena sieť štvorcov 10x10 m, pričom na základe požiadaviek manuálu FutMon boli náhodne vybrané 4 štvorce z tejto siete. Podmienkou pri zakladaní bolo, aby neboli zahrnuté rohové štvorce a tie štvorce, v rámci ktorých sa na ploche nachádzajú rôzne výskumné objekty (zrážkomery, lyzimetre, opadomery). Vybrané štvorce tiež nemohli byť bezprostredne vedľa seba. Každá plocha bola následne zastabilizovaná štyrmi kovovými rohovými kolíkmi. Na jednotlivých plochách 10x10 m bol následne urobený kompletný fytoecologický zápis, zahrňujúci súpis druhov vo všetkých vrstvách (stromová, bylinná, machová) vrátane odhadu hodnôt ich pokryvnosti. Okrem druhov na vybraných štvorcoch boli zaznamenané aj všetky druhy prítomné na celej monitorovacej ploche 50x50 m, avšak už bez odhadu pokryvnosti.

V prípade plôch, kde druhová skladba prítomných spoločenstiev prechádza sezónnou dynamikou, sa hodnotenie na TMP vykonávalo v jarnom aj letnom období. V prípade TMP Poľana bola založená nová plocha v bezprostrednej blízkosti plochy pôvodnej. Dôvodom bola požiadavka zaznamenávania údajov mimo oplotenej zóny v prípade oplotených plôch. Táto nanovo založená plocha slúžila aj pre odber biomasy.



Obr. 3.59 Schéma lokalizácie plôšok pre fytoocenologický zápis (10x10 m) v pravidelnej sieti a výber plôch na odber biomasy (príklad z TMP Žibritov)

Novou zložkou hodnotenia týkajúcou sa vegetácie je v rámci riešenia projektu FutMon (akcia D2 – kolobeh živín a kritické záťaž) kvantifikácia zásob živín, čím sa získajú ďalšie informácie pre hodnotenie kolobehu prvkov v ekosystémoch. Na plochách zaradených do akcie D2 (TMP Poľana, TMP Turová, TMP Železnô, TMP Žibritov), bola odoberaná biomasa prízemnej vegetácie. Výber plôšok, ako i samotný odber a zaznamenanie potrebných údajov bolo realizované na základe usmernení v príslušnom manuáli (Sampling procedure for evaluation of nutrient budgets in vegetation in FutMon intensive monitoring plots and more intensive foliage surveys). Na jednotlivých plochách bolo založených 4 až 6 menších plôch (obr. 3.59). Rozmer menších plôch bol volený v závislosti od charakteru prízemnej vegetácie na jednotlivých plochách, pohyboval sa od 0,7x0,7m do 2x2m.

tiež o rozmeroch 1x1 m alebo 2x2 m. Veľkosť celkovej odberovej plochy musela byť minimálne 2 m<sup>2</sup>. Na týchto plôškach bola odoberaná celá rastlinná biomasa a priamo pri odbere bola triedená na niekoľko funkčných skupín:

1. machy
2. lišajníky
3. paprade
4. trávy
5. byliny
6. opadavé dreviny (<50 cm) – ďalej rozdelené na lignifikované a opadavé časti (listy)
7. vždyzelené dreviny (<50 cm) – ďalej rozdelené na lignifikované a opadavé časti (ihličie)

Ďalšou podmienkou (resp. odporúčaním) bolo uskutočniť odber biomasy tak, aby množstvo odobratej biomasy dosahovalo aspoň 10 g čerstvej vzorky pre každú funkčnú skupinu. Odporúčanie je dôležité z hľadiska zabezpečenia dostatočného množstva materiálu pre požadované chemické analýzy a prípadné opakovanie analýz. Na každej malej plôške s odberom biomasy sa pre päť najzastúpenejších druhov zároveň odmerala výška cca 10-15 náhodne vybraných jedincov, z čoho sa následne vypočítala priemerná výška pre druh. Odber biomasy bol realizovaný tak, aby bola zabezpečená maximálna ročná produkcia rastlinnej hmoty. Vzhľadom na odlišný sezónny vývoj jednotlivých druhov v prípade niektorých fytoocenóz, sa na niektorých plochách odber nevykonával jednorázovo, ale bol delený na jarné obdobie kulminácie biomasy jarných druhov a letné obdobie

kulminácie letných druhov. Z odobratých vzoriek sa v nasledujúcom období zrealizujú chemické analýzy.

V nasledovných tabuľkách je uvedený príklad údajov zaznamenaných pri odbere biomasy vegetácie a štandardný fytozázpis z plochy 206 Turová.

Tab. 3.60 Vzorový zápis z plôch odberu biomasy

Plocha	Druh	Pokryvnosť %	Zlatníková vrstva	Vrstva biomasy
Turová B-1	<i>Fraxinus excelsior</i>	0.01	51b	opadavé kry
Turová B-1	<i>Acer species</i>	0.01	52	opadavé kry
Turová B-1	<i>Cardamine bulbifera</i>	0.01	byliny	byliny
Turová B-1	<i>Galium odoratum</i>	0.01	byliny	byliny
Turová B-1	<i>Viola reichenbachiana</i>	0.01	byliny	byliny
Turová B-2	<i>Fagus sylvatica</i>	0.02	51a	opadavé kry
Turová B-2	<i>Cardamine bulbifera</i>	0.5	byliny	byliny
Turová B-3	<i>Acer species</i>	0.05	52	opadavé kry
Turová B-3	<i>Cardamine bulbifera</i>	0.5	byliny	byliny
Turová B-4	<i>Fraxinus excelsior</i>	0.1	51b	opadavé kry
Turová B-4	<i>Acer species</i>	0.01	52	opadavé kry
Turová B-4	<i>Epipactis species</i>	0.01	byliny	byliny
Turová B-4	<i>Cardamine bulbifera</i>	0.5	byliny	byliny

Tab. 3.61 Merané výšky jednotlivých bylín na plochách odberu biomasy

Turová B-1	výšky (cm)										
<i>Fraxinus excelsior</i>	30	31	22	19	24	22	18	12	18		
<i>Cardamine bulbifera</i>	46	24									
<i>Galium odoratum</i>	20	21	14	16	11	9	8	11	14	13	22
Turová B-2	výšky (cm)										
<i>Fagus sylvatica</i>	27	9									
<i>Cardamine bulbifera</i>	12	13	9	17	10	11	10				
Turová B-3	výšky (cm)										
<i>Cardamine bulbifera</i>	49	13	14	9							
<i>Acer species</i>	4										
Turová B-4	výšky (cm)										
<i>Fraxinus excelsior</i>	12										
<i>Epipactis species</i>	12										
<i>Cardamine bulbifera</i>	42	13	9	8	17	12	16	14			

Tab. 3.62 Vzorový fytoecologický zápis na TMP Intenzívneho monitoringu, TMP Turová

Skupina lesných typov: Fagetum pauper nst, (Fp nst), lesný typ: 3313 – zubačková bučina nižší stupeň Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 9,5, kry 2, byliny 7,5, pozemné machy 0, letný aspekt 3,5, kry 1,5, byliny 2, pozemné machy					
Druh	Zlatníková vrstva	Jarný aspekt		Letný aspekt	
		Pokryvnosť %	Celková pokryvnosť %	Pokryvnosť %	Celková pokryvnosť %
<i>Fagus sylvatica</i>	1a2	85.00	86.75	95.00	92.50
<i>Quercus petraea</i>	1a2	2.00	2.00	2.00	2.00
<i>Fagus sylvatica</i>	4	0.50	0.50		
<i>Abies alba</i>	51a	0.01	0.01		
<i>Acer platanooides</i>	51a			0.01	0.01
<i>Acer pseudoplatanus</i>	51a			0.50	0.50
<i>Fagus sylvatica</i>	51a	0.50	0.50	0.50	0.01
<i>Fraxinus excelsior</i>	51a	0.50	0.50	0.50	0.01



Skupina lesných typov: Fagetum pauper nst, (Fp nst), lesný typ: 3313 – zubačková bučina nižší stupeň  
 Celková pokrývnosť podrastu v % : jarný aspekt 9,5, kry 2, byliny 7,5, pozemné machy 0,  
 letný aspekt 3,5, kry 1,5, byliny 2, pozemné machy

Druh	Zlatníková vrstva	Jarný aspekt		Letný aspekt	
		Pokrývnosť %	Celková pokrývnosť %	Pokrývnosť %	Celková pokrývnosť %
<i>Quercus petraea</i>	51a	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Tilia cordata</i>	51a	0.50	0.50	0.50	0.50
<i>Abies alba</i>	51b			0.01	0.01
<i>Acer platanoides</i>	51b	0.50	0.30	0.01	0.01
<i>Fagus sylvatica</i>	51b	0.01	0.17	0.01	0.26
<i>Fraxinus excelsior</i>	51b	0.01	0.17	0.01	0.01
<i>Acer species</i>	52			0.01	0.01
<i>Fagus sylvatica</i>	52			0.01	0.01
<i>Athyrium filix-femina</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Atropa bella-donna</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Cardamine bulbifera</i>	byliny	3.00	3.00	0.50	0.38
<i>Carex sylvatica</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Dryopteris filix-mas</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Epipactis species</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Galium odoratum</i>	byliny	3.00	3.00	0.50	0.50
<i>Mercurialis perennis</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Monotropa hypopitys</i>	byliny			0.01	0.01
<i>Mycelis muralis</i>	byliny	0.01	0.01		
<i>Neottia nidus-avis</i>	byliny	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Rubus hirtus</i>	byliny	0.50	0.50	0.01	0.01
<i>Stachys sylvatica</i>	byliny	0.01	0.01		
<i>Urtica dioica</i>	byliny			0.01	0.01
<i>Viola reichenbachiana</i>	byliny	0.50	0.50	0.50	0.50
<i>Prunus avium</i>	4		7.09		1.48
<i>Sambucus nigra</i>	4				
<i>Moehringia trinervia</i>	byliny				
<i>Mycelis muralis</i>	byliny				

### 3.2.8 Fenologické pozorovania

Fenológia skúma časový priebeh významných, periodicky sa opakujúcich životných prejavov rastlín, tzv. fenologických fáz, v závislosti od komplexu podmienok vonkajšieho prostredia, najmä od počasia a podnebia (Kolektív autorov, 1993). Fenologické opisy poskytujú ekologicky cenné informácie o priemernom trvaní vegetačného obdobia s olistením rastlinných druhov v danej oblasti a o miestnych a meteorologicky určených rozdieloch v dátumoch udávajúcich začiatky dôležitých javov. Fenológia ako veda nie je však obmedzená len na opisné datovanie javov, ale pokúša sa aj o objasnenia vplyvov, ktoré tieto javy spôsobujú (Larcher, 1988).

#### Metodika riešenia a experimentálny materiál

Jednotlivé fenologické pozorovania boli v roku 2008 vykonávané na vybratých trvalých monitorovacích plochách II. úrovne (viď. tab. 3.63). Pri pozorovaniach sa pozornosť koncentrovala na nasledovné fenofázy (rozdiely sú medzi listnatými a ihličnatými drevinami):

Fenologické fázy	
ihličnaté dreviny	listnaté dreviny a smrekovec
<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• prvé májové výhonky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• zalisťovanie (začiatok a všeobecné)</li> <li>• jânske výhonky</li> <li>• letné žltnutie listov</li> <li>• jesenné žltnutie listov (začiatok a všeobecné)</li> <li>• opad listov (začiatok a koniec)</li> </ul>

Jednotlivé fenofázy drevín boli hodnotené podľa stupnice, ktorú uvádza manuál pre fenologické pozorovania vypracovaný pre celoeurópsky monitorovací systém (Preuhsler, 1999) a podľa stupnice vypracovanej Slovenským hydrometeorologickým ústavom (Braslavská a Kamenský, 1996).

Za počiatočný deň fenologických pozorovaní v roku 2008, bol vybraný prvý apríl, pričom pozorovania sa vykonávali buď v pravidelných dvojtýždňových intervaloch, alebo podľa dostupnosti TMP v intervaloch kratších. Za nástup fenofázy bol považovaný deň, keď viac ako 50 % pozorovaných jedincov dosiahlo danú fenofázu. Dĺžka trvania fenofázy bola stanovená počtom dní medzi nástupom dvoch po sebe nasledujúcich fenofáz. Pozorovania sa robili individuálne, pomocou ďalekohľadu. Na každej monitorovacej ploche sa hodnotilo 10 úrovňových jedincov. Do sledovania boli zahrnuté nasledovné dreviny: buk lesný, javor horský, jaseň štíhly, dub cerový, smrek obyčajný.

### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz sledovaných na jednotlivých monitorovacích plochách úrovne II. v roku 2008 sú uvedené v tabuľke 3.63. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2008, spadal u listnatých drevín na prelom druhej a tretej aprílovej dekády, pričom najskôr začali pučať buky na TMP Turová a duby na TMP Čifáre, následne javory a buky na TMP Poľana-Hukavský grúň, pričom začiatok pučania listových púčikov jaseňa bol zaznamenaný na začiatku mája.

Tab. 3.63 Fenologické fázy lesných drevín na TMP – úrovne II sledované v roku 2008 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni))

Názov plochy	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky	Zalíšovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
Poľana	bk	22.4.		6.5. (15)	20.5. (14)		30.9. (134)	8.10. (8)	10.10.	7.11. (28)
Poľana	jvh	22.4.		6.5. (15)	20.5. (14)		30.9. (134)	8.10. (8)	10.10.	7.11. (28)
Poľana	js	6.5.		20.5.				8.10.		22.10.
Čifáre	cr	10.4.		25.4. (15)	6.5. (12)		9.10. (154)	23.10. (15)	23.10.	20.11. (28)
Turová	bk	12.4.		25.4. (14)	6.5. (12)		25.9. (142)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (28)
Poľana	sm	20.5.	3.6. (14)							

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalíšovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.63 vykazujú nevýrazné rozdiely v dĺžke trvania zalíšovania medzi sledovanými drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala u jednotlivých drevín od 12 do 14 dní. Najkratšie trvanie zalíšovania bolo zaznamenané u bukov na TMP Turová (12 dní), dlhšie zalíšovali buky, javory a jeseň na TMP Poľana-Hukavský grúň a duby na TMP Čifáre. Z výsledkov tiež vyplýva, že v roku 2008 bolo zalíšovanie drevín zaznamenané na jednotlivých TMP v období od konca apríla do tretej dekády mája. Od tretej májovej dekády boli listnaté dreviny na všetkých TMP plne olistené.

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach bol smrek, ktorý bol v roku 2008 sledovaný na TMP Poľana-Hukavský grúň. U smreka boli pozorované dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.63 vidíme, že smrek na TMP Poľana-Hukavský grúň začínali pučať v tretej májovej dekáde. Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky (PMV) spadla u smrekov na sledovanej TMP na prvú júnovú dekádu.

Podobne ako rozvoj asimilačného aparátu sú pre lesné dreviny veľmi dôležité aj nasledujúce fenofázy. Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Túto skutočnosť potvrdzujú aj Hicks a Chabot (1985), ktorí uvádzajú, že čistá ročná produkcia opadavých drevín závisí od trvania teplej sezóny, počas ktorej sú stromy plne olistené. Dĺžka tejto fenofázy trvala na pozorovaných TMP u buka 134 resp. 142 dní, u javora horského 134 dní a u duba cerového 154 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok. Čo sa týka ostatných dvoch "letných,, fenofáz – jánске výhonky a letné žltnutie listov, tieto neboli v roku 2008 zaznamenané na žiadnej z pozorovaných listnatých drevín rastúcich na TMP.

## Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. Na sledovaných TMP sa fenofáza žltnutie listov začínala v tretej septembrovej dekáde u väčšiny drevín, duby na TMP Čifáre začali žltnúť až v druhej októbrovej dekáde. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) v tomto roku boli zaznamenané výrazné rozdiely medzi jednotlivými TMP. Kým na lokalitách Čifáre a Turová táto fenofáza trvala 15 dní, na lokalite Poľana-Hukavský grúň len 8 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.63 je zrejmé, že v prípade jedincov buka neboli pozorované rozdiely v čase začiatku opadu medzi sledovanými TMP. U jaseňa nebol oproti buku zaznamenaný skorší začiatok opadu listov, tak ako tomu bývalo v predchádzajúcich rokoch. Celkove bol začiatok opadu listov u jednotlivých drevín rozložený do obdobia od začiatku októbra do tretej októbrovej dekády. Ako posledné začali opadávať listy u dubov na TMP Čifáre. Úplný opad listov u jednotlivých drevín na TMP nastal v roku 2008 koncom októbra alebo začiatkom novembra. V prípade duba cerového bol zaznamenaný úplný opad listov až začiatkom tretej dekády novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. V tomto roku sme nezaznamenali rozdiel v trvaní tejto fenofázy medzi jednotlivými TMP.

Fenologické pozorovania sú zaujímavé aj z hľadiska zistenia celkovej dĺžky vegetačného obdobia lesných drevín. Obdobie od všeobecného pučania až po opad listov sa u napr. u drevín breza, buk, dub pohybuje medzi 5,5 až 6 mesiacmi (CHALUPA 1969). Výsledky získané na sledovaných TMP potvrdili toto konštatovanie.

## Fenologické pozorovania lesných drevín na TMP Poľana-Hukavský grúň 2002 - 2008

### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz odsledovaných v jednotlivých rokoch na TMP Poľana-Hukavský grúň v rokoch 2002-2008 je uvedený v tabuľke 3.64. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, v jednotlivých sledovaných rokoch, spadal u buka a javora horského do tretej aprílovej dekády, s výnimkou roku 2006, kedy pučanie začalo už na konci druhej dekády. Začiatok pučania listových púčikov u jaseňa na tejto lokalite bol zaznamenaný na začiatku mája, len v rokoch 2005 a 2006 to bolo na konci apríla.

Tab. 3.64 Fenologické fázy lesných drevín na TMP Poľana-Hukavský grúň sledované v rokoch 2002 - 2008 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni))

Rok	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky	Zalíšovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
2002	bk	26.4.		30.4.	6.5. (7)		3.10. (149)	16.10. (13)	16.10.	8.11. (23)
	jvh	26.4.		30.4.	6.5. (7)		3.10. (149)	16.10. (13)	16.10.	8.11. (23)
	js	6.5.			16.5.		-	-	3.10.	24.10. (21)
	sm	16.5.	22.5.							
2003	bk	30.4.		6.5.	13.5. (8)		4.9. (124)	18.9. (15)	18.9.	28.10. (40)
	jvh	30.4.		6.5.	13.5. (8)		4.9. (124)	18.9. (15)	2.10.	17.10. (16)
	js	6.5.		13.5.	16.5. (4)		2.10. (121)		2.10.	17.10. (16)
	sm	8.5.	13.5.							
2004	bk	27.4.		4.5. (8)	25.5. (22)		30.9. (129)	12.10. (13)	12.10.	9.11. (29)
	jvh	27.4.		4.5. (8)	25.5. (22)		30.9. (129)	12.10. (13)	12.10.	9.11. (29)
	js	4.5.		11.5. (8)	25.5. (15)		14.9. (113)		30.9.	26.10. (27)
	sm	19.5.	3.6. (16)							
2005	bk	27.4.		11.5. (15)	24.5. (24)		11.10. (141)	26.10. (16)	26.10.	23.11. (29)
	jvh	27.4.		11.5. (15)	24.5. (24)		11.10. (141)	26.10. (16)	12.10.	9.11. (29)
	js	27.4.		24.5. (28)	8.6. (16)			11.10. (13)	30.9.	26.10. (27)
	sm	11.5.	24.5. (14)							

Rok	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky	Zalíšovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
2006	bk	19.4.		3.5. (15)	9.5. (7)		27.9. (142)	11.10. (15)	11.10.	8.11. (29)
	jvh	19.4.		3.5. (15)	23.5. (21)		27.9. (128)	11.10. (15)	11.10.	8.11. (29)
	js	19.4.		26.4. (8)	7.6. (43)				11.10.	25.10. (15)
	sm	3.5.	23.5. (21)							
2007	bk	25.4.		9.5. (15)	22.5. (14)		26.9. (128)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (29)
	jvh	25.4.		9.5. (15)	22.5. (14)		26.9. (128)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (29)
	js			9.5.	22.5. (14)			10.10.	10.10.	25.10. (15)
	sm	22.5.	4.6. (15)							
2008	bk	22.4.		6.5. (15)	20.5. (14)		30.9. (134)	8.10. (8)	10.10.	7.11. (28)
	jvh	22.4.		6.5. (15)	20.5. (14)		30.9. (134)	8.10. (8)	10.10.	7.11. (28)
	js	6.5.		20.5.				8.10.		22.10.
	sm	20.5.	3.6. (14)							

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalíšovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.64 vykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalíšovania medzi sledovanými rokmi aj drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala v jednotlivých rokoch od 4 do 43 dní. Najkratšie trvanie zalíšovania bolo zaznamenané u bukov a javora horského v roku 2003, najdlhšie zalíšovali jasene v roku 2006. Z výsledkov tiež vyplýva, že v sledovaných rokoch bolo zalíšovanie drevín zaznamenané v období od konca apríla do tretej dekády mája. Od tretej májovej dekády boli listnaté dreviny na tejto TMP plne olistené. Výnimkou boli len roky 2005 a 2006 kedy boli jasene plne olistené až v prvej júnovej dekáde.

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach na tejto TMP bol smrek. U smreka boli pozorované dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.64 vidíme, že smrek na TMP Poľana-Hukavský grúň začínajú pučať v priebehu mája. Skoršie pučanie (začiatok mája) bolo zaznamenané v roku 2002 – 2003 a v rokoch 2005 a 2006. Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky (PMV) spadla u smrekov na sledovanej TMP buď na koniec mája alebo na prvú júnovú dekádu.

Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Dĺžka tejto fenofázy trvala u buka a javora horského v rozpätí 113 až 149 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok. Čo sa týka letného žltnutia listov, toto nebolo v jednotlivých rokoch zaznamenané na žiadnej z pozorovaných listnatých drevín.

### Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. V jednotlivých rokoch sa fenofáza žltnutie listov začínala v tretej septembrovej dekáde u oboch sledovaných drevín, výnimkou bol rok 2003, kedy začalo žltnutie listov už na začiatku septembra. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) boli zaznamenané rozdiely medzi jednotlivými rokmi v rozpätí 8 -10 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.64 je zřejmé, že v prípade jedincov buka neboli pozorované výrazné rozdiely v čase začiatku opadu medzi sledovanými rokmi. Výnimkou bol len rok 2003. Celkovo bol začiatok opadu listov u jednotlivých drevín rozložený do obdobia od začiatku októbra do tretej októbrovej dekády. Ako posledné začali opadávať listy u bukov v roku 2005. Úplný opad listov na TMP nastáva od konca októbra do konca novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov.

## Fenologické pozorovania lesných drevín na TMP Čifáre 2002 - 2008

### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz sledovaných v jednotlivých rokoch na TMP Čifáre v rokoch 2002-2008 je uvedený v tabuľke 3.65. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, v jednotlivých sledovaných rokoch, spadal duba do druhej až tretej aprílovej dekády, s výnimkou roku 2008, kedy pučanie začalo už na konci prvej dekády.

Tab. 3.65 Fenologické fázy lesných drevín na TMP Čifáre sledované v rokoch 2002 - 2008 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni))

Rok	Drevina	Začiatok pučania	Zalísťovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
			začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
2002	cr	26.4.		13.5.		11.10. (153)	23.10. (13)	11.10.	5.12. (25)
2003	cr	17.4.	29.4.			3.10.	17.10. (15)	3.10.	28.11. (56)
2004	cr	16.4.	30.4. (15)	28.5. (29)		15.10. (141)	29.10. (15)	29.10.	26.11. (29)
2005	cr	22.4.	29.4. (8)	27.5. (29)		30.9. (127)	14.10. (15)	28.10.	25.11. (29)
2006	cr	21.4.	28.4. (8)	12.5. (15)		29.9. (140)	27.10. (29)	29.9.	24.11. (26)
2007	cr	13.4.	27.4. (15)	11.5. (15)		12.10. (155)	26.10. (15)	26.10.	9.11. (15)
2008	cr	10.4.	25.4. (15)	6.5. (12)		9.10. (154)	23.10. (15)	23.10.	20.11. (28)

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalísťovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.65 vykazujú rozdiely v dĺžke trvania zalísťovania medzi sledovanými rokmi. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala od 12 do 29 dní. Najkratšie trvanie zalísťovania bolo zaznamenané v roku 2008, najdlhšie zalísťovali duby v roku 2004 a 2005. Z výsledkov tiež vyplýva, že zalísťovanie trvá od konca apríla do tretej dekády mája. Od tretej májovej dekády boli duby na tejto TMP plne olistené. Výnimkou bol rok 2008 kedy boli duby plne olistené už v prvej májovej dekáde.

Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Dĺžka tejto fenofázy trvala u duba v rozpätí 127 až 155 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok. Čo sa týka ostatných dvoch "letných," fenofáz – jánске výhonky a letné žltnutie listov, tieto neboli v jednotlivých rokoch zaznamenané na žiadnej z pozorovaných listnatých drevín rastúcich na TMP.

### Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. V jednotlivých rokoch sa fenofáza žltnutie listov začínala od konca septembra až do prvej polovice októbra. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) boli zaznamenané rozdiely medzi jednotlivými rokmi v rozpätí 14 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.65 je zrejmé, že v prípade jedincov duba boli pozorované rozdiely v čase začiatku opadu medzi sledovanými rokmi. Najskorší začiatok opadu bol zaznamenaný v roku 2006. Celkovo bol začiatok opadu listov rozložený od začiatku októbra do tretej októbrovej dekády. Úplný opad listov na TMP nastáva zvyčajne koncom novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. Táto sa pohybovala od 15 do 56 dní.



## Fenologické pozorovania lesných drevín na TMP Turová 2002 - 2008

### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz sledovaných v jednotlivých rokoch na TMP Turová v rokoch 2002-2008 je uvedený v tabuľke 3.66. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, v jednotlivých sledovaných rokoch, spadol u buka do začiatku druhej a tretej aprílovej dekády. Najskoršie pučanie sme zaznamenali v rokoch 2002, 2007 a 2008 a naopak najneskôr začali pučať buky v roku 2003.

Tab. 3.66 Fenologické fázy lesných drevín na TMP Turová sledované v rokoch 2002 - 2008 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni))

Rok	Drevina	Začiatok pučania	Zalísťovanie		Letné žltnutie	Žltnutie listov		Opad listov	
			začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
2002	bk	12.4.	26.4.	13.5. (15)		10.10. (150)	23.10. (15)	10.10.	7.11. (29)
2003	bk	22.4.	29.4.	13.5. (15)		22.9. (132)	2.10. (10)	2.10.	13.11. (42)
2004	bk	16.4.	26.4. (11)	14.5. (19)		29.9. (138)	14.10. (16)	28.10.	11.11. (15)
2005	bk	21.4.	28.4. (8)	12.5. (15)		13.10. (155)	27.10. (15)	27.10.	24.11. (29)
2006	bk	21.4.	28.4. (8)	2.5. (5)		28.9. (150)	26.10. (29)	26.10.	9.11. (15)
2007	bk	12.4.	17.4. (6)	26.4. (10)		27.9. (155)	24.10. (28)	11.10.	8.11. (29)
2008	bk	12.4.	6.5. (12)	6.5. (12)		25.9. (142)	10.10. (15)	10.10.	7.11. (28)

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkove možno tento proces nazvať ako fáza zalísťovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.66 vykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalísťovania medzi sledovanými rokmi. Celkove možno povedať, že táto fáza trvala v jednotlivých rokoch od 5 do 19 dní. Najkratšie trvanie zalísťovania bolo zaznamenané u bukov v roku 2006, najdlhšie v roku 2004. Z výsledkov tiež vyplýva, že v sledovaných rokoch bolo zalísťovanie bukov zaznamenané od konca apríla do polovice mája. Od polovice mája boli buky na tejto TMP plne olistené. Výnimkou bol len rok 2007 kedy boli buky plne olistené už na konci apríla.

Úplným rozvojom listov nastáva pre opadavé listnaté dreviny dôležité obdobie, kedy sú listy fyziologicky dospelé a vykazujú maximálny fotosyntetický výkon. Dĺžka trvania fázy plného olistenia, samozrejme spolu s inými faktormi, je rozhodujúca pre celkovú produkciu dreviny. Dĺžka tejto fenofázy trvala u buka v rozpätí 132 až 155 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyvniť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zrážok. Čo sa týka letného žltnutia listov, toto nebolo v jednotlivých rokoch zaznamenané.

### Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. Vo väčšine sledovaných rokov sa fenofáza žltnutie listov začínala v tretej septembrovej dekáde. Najskorší začiatok žltnutia bol zaznamenaný v roku 2003. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) boli zaznamenané rozdiely medzi jednotlivými rokmi v rozpätí 5 -19 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.62 je zrejmé, že v prípade jedincov buka boli pozorované rozdiely v čase začiatku opadu medzi sledovanými rokmi. Najskorší nástup začiatku opadu listov bol v roku 2003. Celkove bol začiatok opadu listov rozložený do obdobia od začiatku októbra do tretej októbrovej dekády. Ako posledné začali opadávať listy u bukov v roku 2004. Úplný opad listov na TMP nastáva od polovice novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. Táto sa pohybovala v rozmedzí 15 až 49 dní.



### **Fenologické pozorovania lesných drevín na TMP Grónik I v rokoch 2002 - 2005**

Výsledky časového priebehu fenofáz odsledovaných v jednotlivých rokoch na TMP Grónik v rokoch 2002-2005 je uvedený v tabuľke 3.67. U smreka boli pozorované dve fenofázy - začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.67 vidíme, že smrek na TMP Grónik začínajú pučať od druhej polovice mája. Skoršie pučanie (začiatok mája) bolo zaznamenané len v roku 2002.

Tab. 3.67 Fenologické fázy lesných drevín na TMP Grónik I sledované v rokoch 2002 - 2005 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni)).

Rok	Drevina	Začiatok pučania	Prvé májové výhonky
2002	sm		8.5.
2003	sm	14.5.	
2004	sm	25.5.	8.6. (15)
2005	sm	17.5.	31.5. (15)

Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky bola u smrekov na sledovanej TMP zaznamenaná buď na konci mája alebo v prvej dekáde júna.

### **3.2.9 Kvalita ovzdušia a viditeľné poškodenie ozónom**

#### **Meranie koncentrácií ozónu**

Troposférický ozón (prízemný ozón) predstavuje v súčasnosti v značnej časti Európy jeden z najdôležitejších stresových faktorov, ktorý okrem priameho poškodenia a vplyvu na produkciu prispieva k oslabeniu lesných ekosystémov a môže tak spôsobiť ich väčšiu náchylnosť na poškodenie ostatnými biotickými a abiotickými škodlivými činiteľmi. Z tohto dôvodu sa ukázalo ako nevyhnutné venovať pozornosť výskumu a monitorovaniu potenciálneho vplyvu ozónu na lesné ekosystémy.

Krátkodobé i dlhodobé imisné limity stanovené na ochranu lesných ekosystémov sú každoročne prekračované takmer na celom území Slovenska a negatívne účinky ozónu na vegetáciu možno očakávať i vo fotochemicky menej priaznivých rokoch (SHMÚ a MŽP, 2000).

Slovenský hydrometeorologický ústav prevádzkuje Národnú monitorovaciu sieť kvality ovzdušia (NMSKO), súčasťou ktorej sú okrem ich vlastných monitorovacích staníc aj monitorovacie stanice iných prevádzkovateľov (napr. ILTER v Tatrách, NLC na Poľane). Kontinuálne merania koncentrácií prízemného ozónu sú však väčšinou sústredené do miest a husto obývaných oblastí, iba časť z týchto monitorovacích staníc monitoruje vidiecke pozadie a iba časť z týchto údajov sa dá vzťahovať na lesné územia. Pre ostatnú časť územia Slovenska sa jednotlivé ozónové charakteristiky odvodzujú prevažne modelovacími technikami, či už jednoduchým priestorovým modelovaním (Pavlendová 2008, SHMÚ 2006) alebo použitím náročných fotochemických modelov (Kremler 2006, Bičárová a Fleischer, 2007). Tieto modely však majú rôznu mieru nepresnosti a je zložitá pomocou nich presne odvodiť ozónové charakteristiky pre konkrétnu lokalitu. Na lokalitách bez možnosti kontinuálneho merania koncentrácií ozónu sa môžu využívať pasívne metódy zisťovania koncentrácií ozónu, ktoré sú jednak finančne menej náročné a najmä sú nezávislé na dodávke elektrickej energie, čo je pre väčšinu výskumných plôch najviac limitujúci faktor. Tieto metódy sú založené na reakcii ozónu s absorbentom, ktorým je napustený filter. Na základe celkového množstva vzniknutého produktu, reakcie a času, v ktorom bol filter vystavený koncentráciám ozónu sa vypočíta priemerná koncentrácia ozónu pre daný interval expozície. Pasívne metódy sú označované aj ako sumačné metódy.

Pasívne metódy na stanovenie koncentrácií prízemného ozónu sa na plochách II. úrovne európskeho monitoringu lesov začali používať v roku 2001. Na Slovensku sa do roku 2007 koncentrácie prízemného ozónu merali iba pomocou kontinuálneho analyzátoru na jednej, resp. dvoch plochách, od roku 2008 sa začali používať pasívne metódy na vybraných plochách II. úrovne, od roku 2009 merania pomocou pasívnych metód prebiehajú na ôsmich plochách. V nadväznosti na meranie koncentrácií ozónu je na týchto plochách sledované viditeľné poškodenie vegetácie ozónom.

Merania koncentrácií prízemného ozónu prebiehali na troch trvalých monitorovacích plochách, nachádzajúcich sa na lokalitách odlišujúcich sa nadmorskou výškou, drevinovým zložením,

stanovištnými a typologickými podmienkami. Ide o TMP Grónik II, Poľana - Hukavský grúň a Lomnístá dolina.

Na meranie boli použité komerčné filtre firmy Gradko, Ltd. (obr. 3.60), ktorá zabezpečuje aj chemickú analýzu exponovaných filtrov. Metóda je založená na princípe oxidácie dusitanov ozónom na dusičnany, ktoré sú následne stanovené iónovým chromatografom (Dionex 100). Filter má tvar tuby, v hornej časti je umiestnený absorbent. Spodnú časť, cez ktorú prúdi k absorbentu vzduch, chráni mikrofilter.

Filtre boli exponované na voľnej ploche (VP) v blízkosti TMP, vo výške 2 m nad zemou, s výnimkou lokality Poľana – Hukavský Grúň, kde merania prebiehajú na hornej plošine meteorologickej veže nad úrovňou porastu, vo výške 37 m nad zemou. Tuby boli umiestnené pod plochým krytom, ktorý ich chráni pred dažďom a slnečným žiarením.

Meranie koncentrácií ozónu prebiehalo počas vegetačnej sezóny, filtre sa vymieňali v dvojtýždňových intervaloch. Merania sa vykonávali s trojnásobným opakovaním. Po exponovaní boli filtre zasielané na analýzu do laboratória firmy Gradko. Súčasťou každej zásielky bola sada 4 – 5 neexponovaných filtrov (tzv. blank). Výsledkom merania sú priemerné koncentrácie ozónu za odberový interval.

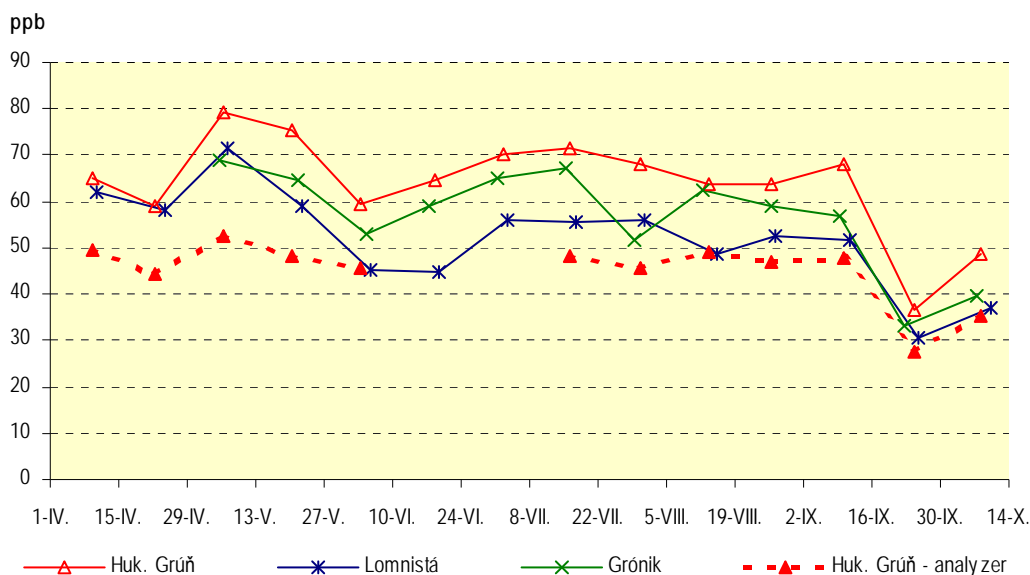
Na lokalite Poľana – Hukavský Grúň meranie prebiehalo súbežne s kontinuálnym meraním koncentrácií ozónu automatickým analyzátorom MLU, model API 400. Meranie prebieha v 8-sekundových intervaloch, zapisované sú 1-hodinové priemery. Analyzátor je kalibrovaný na národný ozónový štandard.



Obr. 3.60 Pasívny sampler na meranie koncentrácií ozónu firmy Gradko, Ltd. (foto H. Pavlendová)

Na podrobné hodnotenie priebehu koncentrácií a vplyvu meteorologických podmienok na koncentrácie ozónu boli použité vybrané meteorologické parametre (teplota a vlhkosť vzduchu, globálne žiarenie – všetky lokality, rýchlosť a smer vetra – Poľana – Hukavský Grúň a Grónik II) merané na voľných plochách v blízkosti trvalých monitorovacích plôch.

Počas vegetačnej sezóny roku 2008 mali koncentrácie prízemného ozónu na všetkých lokalitách veľmi podobný priebeh, dosiahli dve maximá. Prvé, jaré maximum bolo dosiahnuté na prelome apríla a mája, v rovnakom odberovom intervale na všetkých lokalitách. Druhé, letné maximum bolo dosiahnuté koncom júna až začiatkom júla, avšak pomerne vysoké koncentrácie pretrvávali až do konca augusta, najmä na lokalite Poľana – Hukavský grúň. V závere vegetačnej sezóny nastal na všetkých lokalitách prudký pokles koncentrácií ozónu, pravdepodobne spôsobený najmä vplyvom zhoršených meteorologických podmienok. Priebeh priemerných koncentrácií ozónu v jednotlivých odberových intervaloch na sledovaných lokalitách je uvedený na obrázku 3.61.



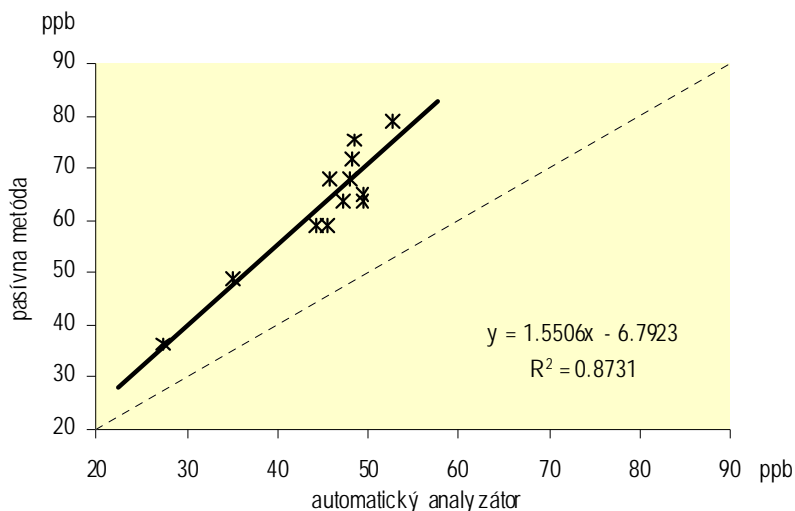
Obr. 3.61 Priemerné koncentrácie ozónu na vybraných plochách II. úrovne ICP Forests počas vegetačného obdobia roku 2008

Namerané koncentrácie ozónu sa počas vegetačnej sezóny pohybovali v rozpätí 30,7–79,1 ppb a na jednotlivých lokalitách dosahovali priemerné koncentrácie hodnoty 52,0 ppb (Lomnista dolina), 56,7 ppb (Grónik) a 63,8 ppb (Poľana – Hukavský grúň).

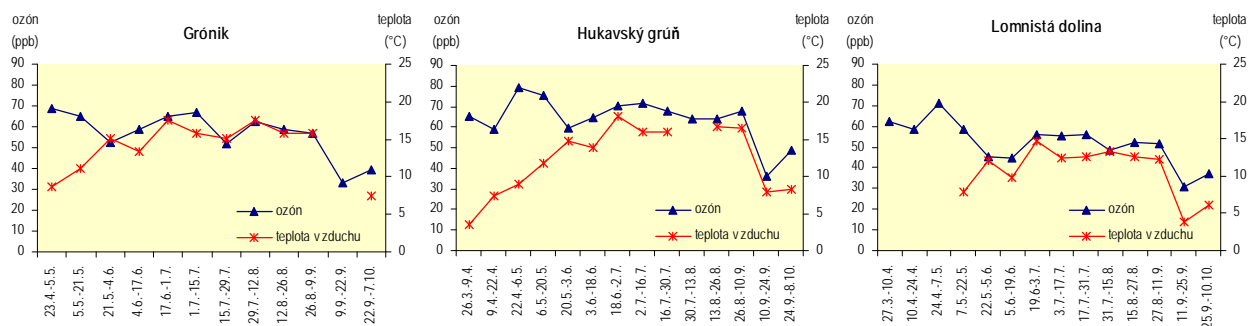
Vo viacerých publikovaných prácach bola potvrdená závislosť koncentrácií ozónu od nadmorskej výšky (Gay 1991, Sandroni *et al.*, 1994, Smidt *et al.*, 1994), a to, ako uvádzajú niektorí autori (Smidt *et al.*, 1994) až po hornú hranicu lesa, kde nepriaznivé meteorologické podmienky (vyššia vlhkosť vzduchu, nízke teploty, častý výskyt nízkej oblačnosti) a nízky výskyt prekursorov antropogénneho i biogénneho pôvodu majú za následok spomalenie fotochemickej tvorby. Táto závislosť, ktorá vyplýva i z meraní NMSKO na vidieckych pozad'ových stanicích na Slovensku (SHMÚ, 2008, Pavlendová, 2008), sa potvrdila iba čiastočne. Hodnota koncentrácií ozónu rástla s nadmorskou výškou na dvoch lokalitách: Grónik II a Poľana – Hukavský grúň. Na lokalite Lomnista dolina, ktorá sa nachádza v najvyššej nadmorskej výške, boli v priemere dosiahnuté najnižšie koncentrácie ozónu. Tento netypický jav je s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobený umiestnením voľnej plochy v uzavretej bočnej dolinke v závere lavínového žľabu s častým výskytom hmly a nízkej oblačnosti, pod hornou hranicou lesa, kde navyše dochádza k zarastaniu voľnej plochy náletom smreka, kosodreviny, brezy a malinčia, čo výrazne obmedzuje prúdenie a lokalita tak postupne stráca charakter voľnej plochy.

Na overenie presnosti pasívneho stanovenia koncentrácií ozónu sme na lokalite Poľana – Hukavský grúň použili porovnanie nameraných hodnôt s hodnotami nameranými automatickým analyzátorom, ktorý je kalibrovaný na národný ozónový štandard. Koncentrácie prízemného ozónu zistené pasívnou metódou a koncentrácie namerané automatickým analyzátorom vykazovali pomerne tesnú koreláciu ( $r^2=0,87$ ), avšak hodnoty zistené pasívnou metódou boli systematicky nadhodnotené v priemere o 39,6 %. Na základe toho sme namerané koncentrácie upravili jednotným korekčným koeficientom 0,716. Upravené priemerné koncentrácie sa potom pohybovali v rozpätí 37,3–45,7 ppb.

Pri vyhodnocovaní výsledkov merania sme sa zamerali na zhodnotenie vplyvu vybraných meteorologických faktorov na priemerné koncentrácie ozónu. Zo všetkých sledovaných parametrov (teplota a vlhkosť vzduchu, rýchlosť vetra, žiarenie) sa výraznejšie prejavila iba závislosť koncentrácií ozónu a teploty vzduchu, a to na všetkých sledovaných lokalitách.

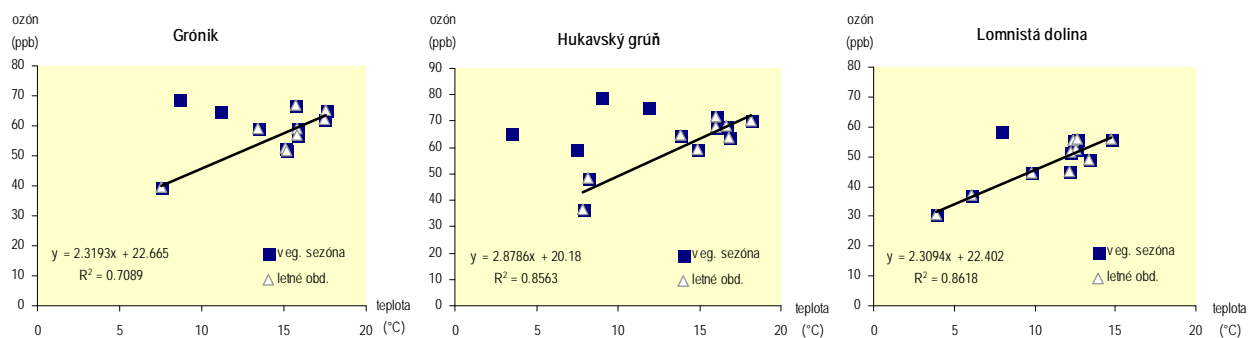


Obr. 3.62 Vyhodnotenie závislosti hodnôt koncentrácií ozónu nameraných pasívnou metódou a hodnôt nameraných automatickým analyzátorom na lokalite Poľana – Hukavský grúň



Obr. 3.63 Priebek priemerných koncentrácií ozónu a priemerných teplôt v odberových intervaloch vo vegetačnej sezóne 2008

V jarnom období, približne až po dosiahnutie jarného maxima mali priemerné teploty a koncentrácie ozónu nezávislý priebeh. V letnom období sa však na všetkých sledovaných lokalitách potvrdila relatívne vysoká závislosť koncentrácií ozónu a priemernej teploty v jednotlivých odberových intervaloch. Priebek priemerných koncentrácií v odberových intervaloch a teplôt pre jednotlivé lokality je znázornený na obrázku 3.63, závislosť koncentrácií ozónu od teploty vzduchu počas celej vegetačnej sezóny a letného obdobia je znázornená na obrázku 3.64.



Obr. 3.64 Priebek priemerných koncentrácií ozónu a priemerných teplôt v odberových intervaloch vo vegetačnej sezóne a v letnom období roku 2008

Na lokalite Grónik II sa prejavil vplyv rýchlosti vetra na hodnoty koncentrácií ozónu nameraných pasívnymi metódami, opäť iba v letnom období po odoznení jarného maxima. Túto skutočnosť sme však nemohli zovšeobecniť, vzhľadom k tomu, že smer a rýchlosť vetra boli sledované iba na dvoch lokalitách.

Na lokalite Poľana – Hukavský grúň nemala rýchlosť vetra priamy vplyv na koncentrácie ozónu namerané pasívnou metódou, avšak pri porovnaní rýchlosti vetra a relatívnych odchýlok hodnôt nameraných pasívnou metódou a automatickým analyzátorom, vyšla relatívne tesná korelácia, ktorá naznačuje vplyv prúdenia na celkovú sumu absorbovaných molekúl ozónu absorbentom. V predchádzajúcich prácach autori Šrámek a kol. (2007) testovali vplyv veľkosti a tvaru krytu zberača na množstvo pohltených molekúl ozónu, pričom rozdiel medzi rôznymi krytmi vyšli štatisticky významné, avšak v absolútnych hodnotách (vzhľadom k chybe merania udávanej výrobcom) zanedbateľné.

Na základe získaných poznatkov sme prehodnotili použitie typu krytov. V roku 2009 boli použité dva typy krytov: originálny kryt Gradko (Obr. 3.65A), určený pre tri tuby a kryty vlastného dizajnu, určené pre 6 – 12 túb (v závislosti od počtu meraných parametrov kvality ovzdušia) (Obr. 3.65B). Oba tieto typy chránia pred poveternostnými podmienkami celé telo tuby, zároveň umožňujú voľný prístup vzduchu v spodnej časti krytu. Vhodnosť použitia nového typu krytov okrem vlastných meraní potvrdili aj výsledky kruhového testu pasívnych metód, kedy nami používaný typ samplera dosahoval pri použití originálneho krytu dobré výsledky v porovnaní s automatickým analyzátorom i ostatnými typmi samplerov, avšak bez použitia krytu boli zistené rozdiely výrazne vyššie ako je stanovená medza tolerancie (CEAM, 2009).



Obr. 3.65 Typy krytov použité na meranie znečistenia ovzdušia pasívnymi filtermi v roku 2009. A – originálny typ fy Gradko, B – kryt vlastného dizajnu na 6 – 12 túb (foto H. Pavlendová)

### **Hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom**

Hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom v rámci európskeho monitoringu lesov (ICP Forests) na plochách II. úrovne s meraniami koncentrácií ozónu sa vykonáva od roku 2001.

V predchádzajúcom období bolo na Slovensku dlhodobo sledované viditeľné poškodenie iba na lokalite Poľana – Hukavský Grúň, kde boli k dispozícii údaje o koncentráciách ozónu z kontinuálneho merania. V roku 2008 sa na vybraných plochách II. úrovne európskeho monitoringu lesov po prvýkrát využili pasívne metódy na stanovenie koncentrácií ozónu. Následne bolo na týchto lokalitách vykonané hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom.

Výskyt ozónových symptómov bol sledovaný na tzv. plochách LESS (Light Exposed Sampling Site), ktoré sú umiestnené v slnkom exponovanom porastovom okraji v blízkosti merania koncentrácií ozónu. V rámci týchto porastových okrajov boli podľa manuálu ICP Forests založené subplôšky o rozmeroch 2x1 m. Jednotlivé lokality sa líšia v dĺžke porastového okraja i v počte subplôch (tzv. mini-LESS).

Hodnotenie viditeľného poškodenia na plochách LESS sme vykonávali v prvej polovici septembra, kedy je predpoklad, že u citlivých druhov sa rozvinú viditeľné symptómy poškodenia ozónom. Hodnotenú boli stromy, kry a bylinná vegetácia, okrem machov, papradí a jednoklíčnolistých. Vyhodnotenú boli celkový počet druhov na plochách, priemerný počet druhov na subplochách,



početnosť jednotlivých druhov, počet symptomatických druhov a percento plôch s výskytom symptómov. Tabuľka 3.68 obsahuje základnú charakteristiku plôch LESS s výsledkami hodnotenia.

Druhovo najbohatšie sa javia plochy na Poľane – Hukavskom grúni a v Lomnistej doline, pričom posledne menovaná má najvyšší priemerný počet druhov na subplochu. Obe tieto lokality sa nachádzajú na živných a prechodných radoch. Lokalita Grónik II, ktorá sa nachádza na kyslom rade mala naopak najnižší celkový počet druhov, ale aj priemerný počet druhov na plochu.

Celkovo sme v roku 2008 zaznamenali 9 druhov, ktoré vykazovali ozónové symptómy. Na Poľane 3 druhy, v Lomnistej doline 2 druhy a na Gróniku II 1 symptomatický druh. Vzhľadom k počtu prítomných druhov však mala relatívne najvyššiu početnosť symptomatických druhov lokalita Grónik II, najnižšiu lokalita Lomnistá dolina. Lomnistá dolina mala takisto najnižší podiel subplôch s výskytom symptomatických jedincov, iba 16 %. Po nej nasledoval Grónik II a Poľana.

Zistený výskyt viditeľného poškodenia na monitorovacích plochách II. úrovne korešponduje s nameranými koncentraciami ozónu iba čiastočne. Najnižšie priemerné koncentrácie ozónu počas vegetačného obdobia roku 2008 boli namerané na lokalite Lomnistá dolina, ktorá vykazovala aj najnižší podiel symptomatických druhov a najnižší podiel subplôch s výskytom symptómov. Najvyššie priemerné koncentrácie boli namerané na lokalite Poľana, táto mala najvyšší podiel subplôch s výskytom symptómov ale iba pomerne nízky podiel symptomatických druhov. Cieľom tohto prieskumu však nie je porovnávanie rôznorodých lokalít v rámci relatívne malého regiónu, ktoré sa odlišujú nielen koncentraciami ozónu, ale aj podmienkami ovplyvňujúcimi jeho príjem a rozdielnou citlivosťou jednotlivých vyskytujúcich sa druhov. Hodnotenie viditeľného poškodenia rastlín ozónom na Slovensku má význam najmä ako súčasť celoeurópskeho prieskumu, kde už je priestor na vzájomné porovnanie druhovo a stanovištne blízky lokalít a ktorého cieľom je najmä priestorové mapovanie výskytu viditeľného poškodenia ozónom v jednotlivých rokoch.

Tab. 3.68 Stručná charakteristika plôch LESS s hodnotením viditeľného poškodenia ozónom v roku 2008

Názov LESS	Grónik	Hukavský grúň	Lomnistá dolina
Nadmorská výška LESS	784 – 791 m	818 – 854 m	1175 – 1177 m
Expozícia LESS	JJZ	SV	JV
Expozícia porastového okraja	JJZ	JV – V	J – JV
Edafotrofický rad	A	B	B/C
Dĺžka LESS	100 m	325 m	38 m
Počet subplôch	20	21	19
Počet druhov na LESS	5	37	32
Priemerný počet druhov na subplochu	3,4	6,95	7,42
Počet symptomatických druhov na LESS	1	3	2
Percento symptomatických druhov	20 %	8 %	6 %
Počet subplôch s výskytom symptómov	4	7	3
Podiel subplôch s výskytom symptómov	20 %	33 %	16 %
Symptomatické druhy	<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Aegopodium podagraria</i> L.	<i>Salix caprea</i> L.

#### Aktivity v roku 2009

V roku 2009 prebiehalo v súlade s podmienkami a metodikou projektu FutMon meranie vybraných zložiek znečistenia ovzdušia (popri koncentraciách ozónu (O<sub>3</sub>) aj koncentrácia amoniaku (NH<sub>3</sub>), oxidu siričitého (SO<sub>2</sub>) a oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>)). Na ôsmich plochách intenzívneho monitoringu (Čifáre, Žibritov, Turová, Svetlice, Grónik II, Poľana - Hukavský grúň, Železnô a Lomnistá dolina) boli pasívnymi metódami sledované koncentrácie ozónu (O<sub>3</sub>) a amoniaku (NH<sub>3</sub>), na TMP Poľana - Hukavský grúň a Grónik boli navyše sledované koncentrácie oxidu siričitého (SO<sub>2</sub>) a oxidu dusičitého

(NO<sub>2</sub>). Na meranie boli použité filtre firmy Gradko, Ltd., UK. Na TMP Poľana - Hukavský grúň boli navyše merané koncentrácie ozónu automatickým analyzátorom.



Obr. 3.66 Ukážka viditeľného poškodenia na plochách LESS v roku 2008. A – *Fagus sylvatica*, Poľana – Hukavský grúň, B – *Acer campestre*, Lomníská dolina (mimo LESS), C – *Salix caprea*, Lomníská dolina (foto H. Pavlendová)

Meranie koncentrácií vybraných prvkov znečistenia ovzdušia pasívnymi metódami v roku 2009 prebiehalo počas vegetačnej sezóny (apríl – september), v období od konca marca (6. odberový cyklus, 13. kalendárny týždeň) do začiatku októbra (21. odberový cyklus, 41. kalendárny týždeň). Na lokalitách Svetlice, Turová, Grónik II a Železnô, kde snehové podmienky neumožnili inštaláciu v marcovom termíne, meranie začalo v nasledujúcom odberovom termíne (začiatok apríla). Filtre boli vymieňané v dvojtýždňových intervaloch, exponované filtre boli zasielané na analýzy do laboratórií výrobcu.

Na všetkých plochách s pasívnymi meraniami ozónu bolo v roku 2009 vykonané hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom na hlavných druhoch drevín (termín júl – august pre opadavé druhy a obdobie vegetačného pokoja pre stálezelené druhy, v súlade s manuálom ICP Forests na hodnotenie asimilačných orgánov) a na plochách LESS v rámci blízkych porastových okrajov.

Slovensko sa v roku 2009 zúčastnilo kruhového testu pasívnych metód na meranie znečistenia ovzdušia v rámci akcie C1-O3-24 (ES) projektu FutMon. Testu sme sa zúčastnili v spolupráci s Českou republikou, s pasívnymi samplermi na meranie koncentrácií ozónu firmy Gradko, Ltd., s použitím originálnych krytov. Kruhový test sa uskutočnil v Španielsku, na lokalitách Paterna a Penyala, v štyroch dvojtýždňových expozičných intervaloch rozložených počas celej vegetačnej sezóny. Výsledky kruhového testu boli publikované v správe “Porovnanie pasívnych samplerov” (Intercomparison of Passive Samplers) (CEAM, 2009). Vzhľadom k tomu, že v správe nie sú uvádzané názvy výrobcov, každej krajine, resp. používanej metóde, je pridelený symbol (metóda používaná v SR má symbol O3\_1 (S)). Z výsledkov kruhového testu vyplýva, že nami používaná metóda dosahuje uspokojivé výsledky jednak pri porovnávaní s ostatnými typmi pasívnych samplerov (odchýlka od mediánu vo všetkých prípadoch do 20 %), jednak pri porovnávaní s kalibrovaným automatickým analyzátorom (odchýlka od priemeru v dvoch meraniach do 20 % a v dvoch meraniach do 30 %).

### 3.2.10 Opad

Množstvo a kvalita opadu zohráva významnú úlohu v tvorbe humusu v lesných pôdach, ako aj v kolobehu živín lesných ekosystémov. Z uvedených dôvodov je značná pozornosť v rámci výskumu lesných ekosystémov venovaná práve meraniu množstva opadu a jeho kvality. Monitorovanie kvantity a kvality opadu na TMP úrovne II začalo v roku 2001 na dvoch plochách a to Poľana-Hukavský grúň a Lomníská dolina. V roku 2002 sa prieskum rozšíril o ďalšie 2 TMP – Turová a Čifáre a v roku 2003 bola TMP Lomníská dolina nahradená plochou na Gróniku I. V súčasnosti je kvantita a kvalita opadu monitorovaná na 4 TMP úrovne II (Turová, Čifáre, Poľana-Hukavský grúň, Grónik II). V správe sú prezentované výsledky kvantitatívnej a kvalitatívnej analýzy opadu získaného na uvedených monitorovacích plochách v roku 2008.



## Metodický postup

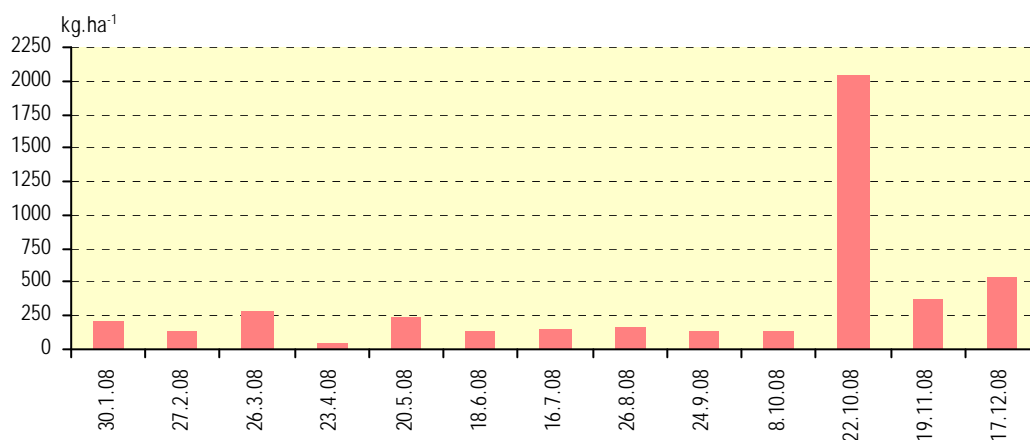
Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP II úrovne pokračovalo od predchádzajúceho roku, pričom v roku 2008 sa uskutočnilo na TMP Poľana-Hukavský grúň, TMP Turová a TMP Čifáre trinásť odberov. Výnimkou bola TMP Grónik II kde sa uskutočnilo 9 odberov, nakoľko bola táto TMP založená len v tomto roku. Opad bol na všetkých TMP zachytávaný do opadomerov kruhového pôdorysu so zachytnou plochou 0,5 m<sup>2</sup>. Zachytná plocha opadomeru bola umiestnená 1,5 m nad úrovňou terénu. Vymeniteľný vak opadomeru bol vyrobený z umelohmotnej sieťoviny s priemerom ôk pod 1 mm. Jednotlivé opadomery boli rozmiestnené na TMP nerovnomerne, v celkovom počte 10 ks na každej sledovanej ploche. Opad bol vyberaný pravidelne 1x mesačne, na TMP so zastúpením opadavých listnatých drevín, v čase opadu asimilačných orgánov (október – november) každé dva týždne.

Po prenesení do laboratória bol opad ponechaný na preschnutie pri izbovej teplote. Po preschnutí bol opad roztriedený na nasledovné tri frakcie: asimilačné orgány (listy a ihlice), drevo (konáre, kôra), zvyšok (šupiny, kvety, semená, drť a pod.). Následne boli jednotlivé frakcie vysušené pri 80 °C na konštantnú hmotnosť, čím bola stanovená suchá hmotnosť jednotlivých frakcií opadu, ktorá bola prepočítaná a vyjadrená v kg.ha<sup>-1</sup>.

Chemická analýza opadu sa robila zo vzoriek zvlášť pre každý odber a pre jednotlivé frakcie. Koncentrácia jednotlivých elementov opadu bola stanovená zo sušiny, ktorá bola získaná vysušením rozomletej vzorky pri 60 °C. Obsah celkovej síry, dusíka a uhlíka bol stanovený analyzátorom NCS po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, obsah fosforu, vápnika, horčíka, draslíka, sodíka, železa, hliníka, bóru a medi bol stanovený analyzátorom AES-ICP po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, obsah olova a kadmia analyzátorom ETA-AAS po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, a obsah ortuti analyzátorom AMA 254 po tlakovej mineralizácii s MDS 2000.

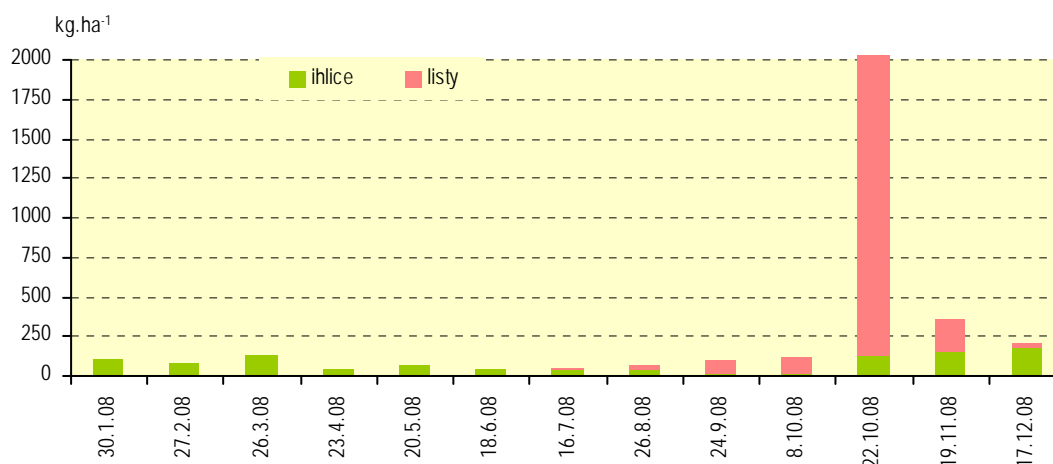
## Štruktúra a dynamika opadu

Na obrázku 3.67 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na TMP Poľana-Hukavský grúň nameraná v roku 2008. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun (2038 kg.ha<sup>-1</sup>) organického materiálu na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom ekosystéme bol v priebehu októbra, kedy dochádza k opadu asimilačných orgánov listnatých drevín. Vysoké množstvo opadu, 540 kg.ha<sup>-1</sup>, bolo zaznamenané aj pri decembrovom odbere. Celkove za obdobie od tretej decembrovej dekády roku 2007 do rovnakého obdobia roku 2008 spadlo do tohto ekosystému v priemere 4791 kg opadu na hektár, pričom množstvo opadu sa pohybovalo od 4035 do 5783 kg.ha<sup>-1</sup>. V celkovom opade predstavovala frakcia listy - 2393 kg.ha<sup>-1</sup>, ihlice - 990 kg.ha<sup>-1</sup>, frakcia drevo - 507 kg.ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok - 678 kg.ha<sup>-1</sup>.



Obr. 3.67 Množstvo opadu (kg.ha<sup>-1</sup>) zachyteného na TMP Poľana-Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2008

Dynamika jednotlivých frakcií opadu je zdokumentovaná na obrázku 3.68 (asimilačné orgány) a na obrázku 3.69 (drevo a zvyšok). Množstvo opadu z asimilačných orgánov sa v jednotlivých odberoch sa pohybovalo od 1 do 1910 kg.ha<sup>-1</sup>, z dreva od 2 do 255 kg.ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok predstavovala množstvá od 2 do 167 kg.ha<sup>-1</sup>.

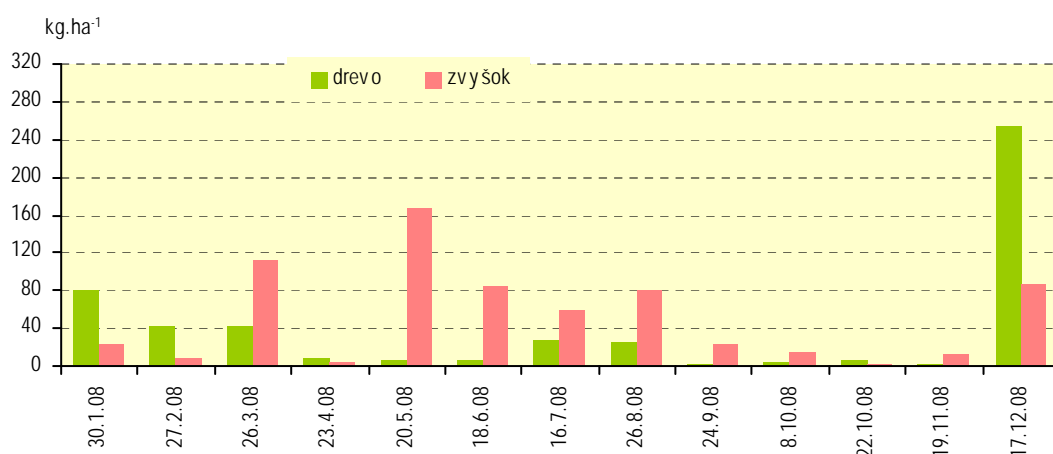


Obr. 3.68 Množstvo asimilačných orgánov (ihlice a listy) zastúpených v opade (kg.ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana-Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2008

Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií v opade v rámci každého odberu je uvedené v tabuľke 3.69.

Tab. 3.69 Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií opadu

	30.1.	27.2.	26.3.	23.4.	20.5.	18.6.	16.7.	26.8.	24.9.	8.10.	22.10.	19.11.	17.12.
as. org.	50	61	45	77	28	29	39	38	80	86	100	96	37
drevo	39	33	15	15	3	4	19	15	2	3	0	0	47
zvyšok	11	6	40	8	69	67	42	47	18	11	0	3	16

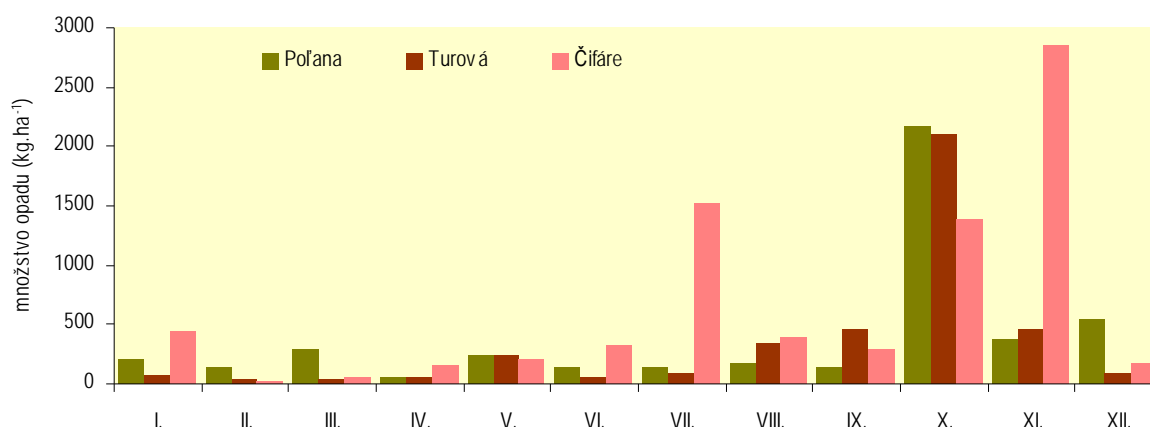


Obr. 3.69 Množstvo dreva a frakcie „zvyšok“ zastúpených v opade (kg.ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana-Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2008

Z údajov je zjavné, že kým v prvom polroku boli jednotlivé frakcie opadu pomerne rovnomerne zastúpené a len pri odbere v júni prevažovala frakcia zvyšok, v jesenných mesiacoch (september až november) prevažovala v opade frakcia asimilačné orgány. Frakciu zvyšok v jarňoch mesiacoch tvorili najmä obalové šupiny púčikov a zostatky kvetov lesných drevín. V jesenných mesiacoch v tejto frakcii prevažovali semenné obaly a semená drevín. Kým frakciu asimilačné orgány tvorili v jarňoch

a skorých letných mesiacoch najmä ihlice, v jesenných mesiacoch to boli prevažne listy. Čo sa týka frakcie drevo a jeho zastúpenia v opade, z údajov v tab. 3.65 je možné vidieť kolísanie zastúpenia tejto frakcie počas celého obdobia odberov. Toto kolísanie je možné vysvetliť opadom drevných častí napr. v dôsledku silného vetra.

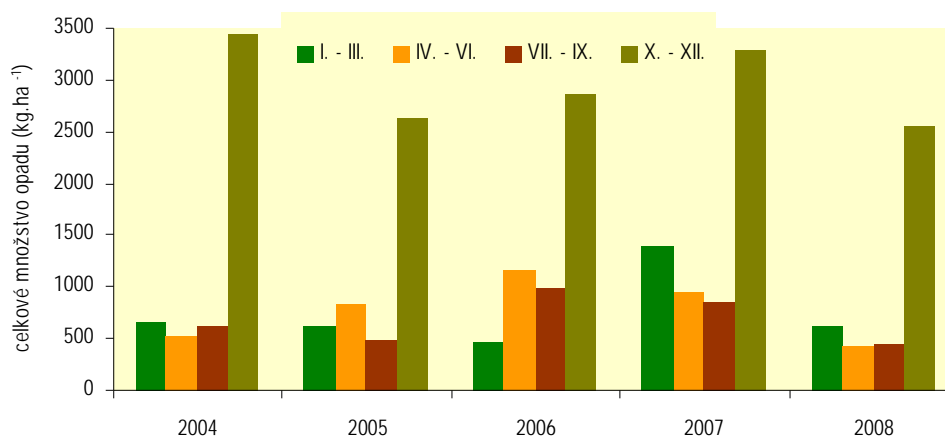
Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch pre rôzne ekosystémy je uvedené na obr. 3.70. Pri porovnaní jednotlivých TMP vidíme že, najvyššie celkové množstvo opadu sa dostalo na pôdu v októbri na TMP Poľana-Hukavský grúň a Turová a v novembri na TMP Čifáre. Čo sa týka porovnania množstva opadu, za rovnaké obdobie spadlo na pôdu celkovo najviac opadu na TMP Poľana-Hukavský grúň  $6574 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , potom nasledovala TMP Čifáre  $5609 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a najmenej opadu bolo namerané na TMP Turová  $4291 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .



Obr. 3.70 Množstvo opadu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na TMP Poľana-Hukavský grúň, TMP Čifáre, TMP Turová namerané v roku 2008

#### Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu na TMP Poľana-Hukavský grúň 2004 - 2008

Priebeh množstva opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých častiach rokov 2004 – 2008 na TMP Poľana je uvedené na obr. 3.71. Pri porovnaní jednotlivých rokov je možné vidieť jednak rozdiely v množstve opadu, ale aj v čase výskytu opadu. Výraznejšie rozdiely v množstve celkového opadu sme zaznamenali vo všetkých štyroch častiach roka, ako aj medzi rokmi navzájom. Najviac opadu sme namerali v poslednom štvrtroku vo všetkých sledovaných rokoch, nakoľko TMP Poľana-Hukavský grúň reprezentuje zmiešaný horský lesný ekosystém s prevahou buka.



Obr. 3.71 Celkové množstvo opadu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na TMP Poľana-Hukavský grúň namerané v jednotlivých častiach rokov 2004 - 2008

Čo sa týka množstva opadu v spomínanom období, najviac opadu 3435 kg.ha<sup>-1</sup> bolo zistené v roku 2004 a najmenej 2550 kg.ha<sup>-1</sup> v roku 2008. Zvyšné tri časti roka sú charakteristické menším množstvom opadu, v ktorom na tejto lokalite dominujú v prvom kvartály najmä ihlice a drevné časti a v druhom hlavne obaly púčikov a kvety.

### Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.70 sú zrejmé množstvá makro a mikroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva vo väčšine sledovaných rokov je C: 2275-3435 kg.ha<sup>-1</sup>, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 49–85 kg.ha<sup>-1</sup>, Ca: 58-68 kg.ha<sup>-1</sup>, K: 32–38 kg.ha<sup>-1</sup>, Mg: 5,7-7,0 kg ha<sup>-1</sup>, S: 4,5–7,0 kg.ha<sup>-1</sup>, P: 3,2–4,1 kg.ha<sup>-1</sup>, Fe: 1,4–3,1 kg.ha<sup>-1</sup>, Mn: 2,1-2,5 kg.ha<sup>-1</sup>, B: 0,08–0,11 kg.ha<sup>-1</sup>.

Tab. 3.70 Obsah makro a mikroelementov na TMP Poľana-Hukavský grúň v rokoch 2004 - 2007

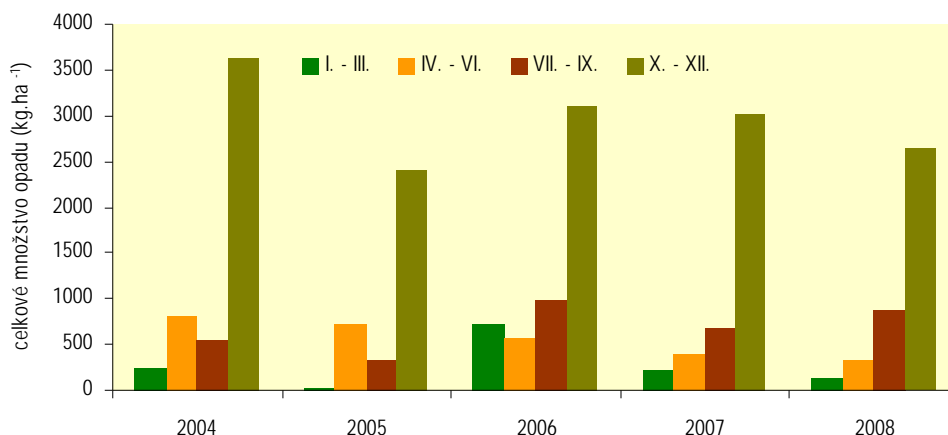
TMP frakcia	N kg.ha <sup>-1</sup>	S kg.ha <sup>-1</sup>	C kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	Mg kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>
Poľana - ihlice	8,8	0,9	437	0,51	10,6	0,7	3,4	0,68	0,08	0,0102
Poľana - listy	37,4	3,2	1253	1,42	36,3	3,8	25,9	1,10	0,38	0,0530
Poľana - drevo	4,9	0,5	313	0,37	5,5	0,3	2,2	0,11	0,15	0,0079
Poľana - zvyšok	19,6	2,0	613	1,48	5,7	1,1	6,5	0,21	0,75	0,0165
Poľana 2004	70,7	6,6	2616	3,78	58,1	6,0	38,1	2,11	1,36	0,0876
Poľana - ihlice	10,9	1,0	563	0,70	15,6	0,9	4,1	0,98	0,19	0,0140
Poľana - listy	22,5	2,3	1016	1,19	34,6	3,7	22,4	1,15	0,32	0,0487
Poľana - drevo	3,1	0,3	167	0,18	3,5	0,2	0,8	0,06	0,09	0,0038
Poľana - zvyšok	12,6	1,0	530	1,17	5,1	0,9	6,6	0,19	1,04	0,0142
Poľana 2005	49,1	4,5	2275	3,24	58,9	5,7	33,9	2,37	1,63	0,0807
Poľana - ihlice	8,7	0,8	532	0,49	13,8	0,7	3,2	0,88	0,10	0,0138
Poľana - listy	23,6	2,3	1216	1,15	32,7	3,6	21,8	1,17	0,42	0,0531
Poľana - drevo	5,7	0,5	325	0,28	6,7	0,3	2,1	0,12	0,27	0,0100
Poľana - zvyšok	29,5	2,7	946	2,21	7,4	1,6	11,6	0,32	1,09	0,0313
Poľana 2006	67,5	6,4	3019	4,13	60,5	6,3	38,7	2,49	1,88	0,1082
Poľana - ihlice	11,4	1,0	581	0,45	12,3	0,7	3,9	0,77	0,09	0,0139
Poľana - listy	38,4	3,1	1592	1,13	37,8	4,6	21,5	1,12	0,41	0,0588
Poľana - drevo	15,5	1,2	714	0,46	12,7	0,6	2,1	0,27	0,50	0,0155
Poľana - zvyšok	20,0	1,6	548	1,26	4,8	1,1	4,5	0,21	2,10	0,0157
Poľana 2007	85,3	7,0	3435	3,30	67,6	7,0	32,0	2,38	3,10	0,1040

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov v opade v jednotlivých rokoch, z údajov v tab. 3.70 vidíme, že najväčšie množstvá u väčšiny stanovených prvkov - N, S, C, Ca, Mg, Fe boli zistené v roku 2007 a u P, K, Mn, a B v roku 2006.

### Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu na TMP Turová 2004 - 2008

Priebeh množstva opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých častiach rokov 2004 – 2008 na TMP Turová je uvedené na obr. 3.72. Pri porovnaní jednotlivých rokov je možné vidieť jednak rozdiely v množstve opadu, ale aj v čase výskytu opadu. Výraznejšie rozdiely sme zaznamenali vo všetkých častiach roka, ako aj medzi rokmi navzájom. Najviac opadu sme namerali v poslednom štvrtroku vo všetkých sledovaných rokoch, nakoľko TMP Turová reprezentuje rovnorodý bukový lesný ekosystém. Čo sa týka množstva opadu v spomínanom období, najviac opadu 3628 kg.ha<sup>-1</sup> bolo zistené v roku 2004 a najmenej 2412 kg.ha<sup>-1</sup> v roku 2005. Zvyšné tri časti roka sú charakteristické menším

množstvom opadu, v ktorom dominujú v prvom kvartály najmä drevné časti a v druhom hlavne obaly púčikov a kvety.



Obr. 3.72 Celkové množstvo opadu (kg.ha<sup>-1</sup>) na TMP Turová namerané v jednotlivých častiach rokov 2004 - 2008

### Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.71 sú zrejmé množstvá makro a mikroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva vo väčšine sledovaných rokov je C: 1491 - 2860 kg ha<sup>-1</sup>, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 22–67 kg.ha<sup>-1</sup>, Ca: 21-73 kg.ha<sup>-1</sup>, K: 15–32 kg.ha<sup>-1</sup>, Mg: 2,1-7,8 kg.ha<sup>-1</sup>, S: 1,8–6,3 kg.ha<sup>-1</sup>, P: 1,1–4,2 kg.ha<sup>-1</sup>, Mn: 1,6-2,2 kg.ha<sup>-1</sup>, Fe: 0,4–1,2 kg.ha<sup>-1</sup>, B: 0,03–0,12 kg.ha<sup>-1</sup>.

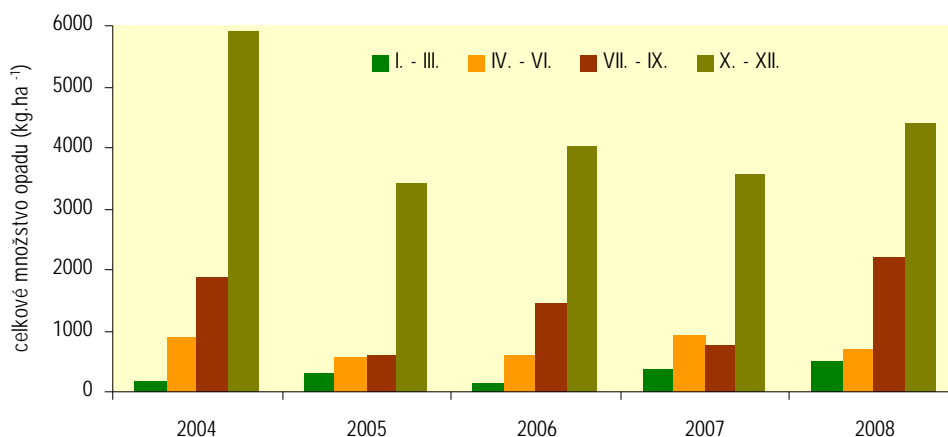
Tab. 3.71 Obsah makro a mikroelementov na TMP Turová v rokoch 2004 – 2007

TMP frakcia	N kg.ha <sup>-1</sup>	S kg.ha <sup>-1</sup>	C kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	Mg kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>
Turová – asim. org.	33,5	3,2	1670	1,10	48,2	5,5	15,4	1,86	0,51	0,0647
Turová – drevo	13,0	1,2	691	0,61	20,6	0,9	3,5	0,18	0,21	0,0195
Turová – zvyšok	10,2	0,9	342	0,47	3,7	0,6	3,1	0,11	0,12	0,0102
Turová 2004	56,7	5,4	2703	2,18	72,5	6,9	22,0	2,15	0,85	0,0944
Turová – asim. org.	12,6	1,0	445	0,59	12,8	1,5	6,8	0,51	0,13	0,0172
Turová – drevo	4,0	0,4	260	0,21	5,5	0,3	1,1	0,07	0,06	0,0068
Turová – zvyšok	5,1	0,4	152	0,25	2,5	0,3	0,8	0,08	0,19	0,0049
Turová 2005	21,7	1,8	857	1,05	20,7	2,1	8,7	0,66	0,37	0,0288
Turová – asim. org.	31,1	2,8	1491	1,10	44,2	4,6	14,5	1,61	0,57	0,0657
Turová – drevo	7,3	0,7	534	0,39	16,9	0,7	2,3	0,15	0,17	0,0171
Turová – zvyšok	28,9	2,7	835	2,70	11,2	2,5	15,3	0,37	0,42	0,0404
Turová 2006	67,3	6,3	2860	4,19	72,3	7,8	32,1	2,13	1,16	0,1232
Turová – asim. org.	33,3	2,7	1576	1,01	39,6	4,3	16,7	1,38	0,49	0,0565
Turová – drevo	5,8	0,6	368	0,17	7,7	0,5	1,5	0,10	0,08	0,0085
Turová – zvyšok	9,1	0,7	239	0,38	3,5	0,5	1,5	0,11	0,45	0,0083
Turová 2007	48,2	4,1	2182	1,57	50,8	5,3	19,6	1,59	1,02	0,0732

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov v opade v jednotlivých rokoch, z údajov v tab. 3.71 vidíme, že najväčšie množstvá u väčšiny stanovených prvkov - N, S, C, P, Mg, K, Fe, B boli zistené v roku 2006 a u Ca a Mn v roku 2004.

### Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu na TMP Čifáre 2004 - 2008

Priebeh množstva opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých častiach rokov 2004 – 2008 na TMP Čifáre je uvedené na obr. 3.73. Pri porovnaní jednotlivých rokov je možné vidieť jednak rozdiely v množstve opadu, ale aj v čase výskytu opadu. Výraznejšie rozdiely sme zaznamenali vo všetkých častiach roka ako aj medzi rokmi navzájom. Najviac opadu sme namerali v poslednom štvrtroku vo všetkých sledovaných rokoch, nakoľko TMP Čifáre reprezentuje rovnorodý lesný ekosystém s dominanciou duba cerového. Z tohto dôvodu prevažujú v tejto časti roka v opade listy a semená spolu s obalmi. Čo sa týka množstva opadu v spomínanom období, najviac opadu 5907 kg.ha<sup>-1</sup> bolo zistené v roku 2004 a najmenej 3420 kg.ha<sup>-1</sup> v roku 2005. Zvyšné tri časti roka sú charakteristické menším množstvom opadu, v ktorom dominujú v prvom kvartály najmä drevné časti a v druhom hlavne obaly púčikov a kvety.



Obr. 3.73 Celkové množstvo opadu (kg.ha<sup>-1</sup>) na TMP Čifáre namerané v jednotlivých častiach rokov 2004 - 2008

### Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.72 sú zrejmé množstvá makro a mikroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v dubovom poraste, za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva vo väčšine sledovaných rokov je C: 2343 - 4118 kg ha<sup>-1</sup>, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 65–115 kg.ha<sup>-1</sup>, Ca: 57-107 kg.ha<sup>-1</sup>, K: 17–48 kg.ha<sup>-1</sup>, Mg: 11,1-17,2 kg.ha<sup>-1</sup>, Mn: 8,7-14,0 kg.ha<sup>-1</sup>, S: 5,8–9,9 kg.ha<sup>-1</sup>, P: 5,6–8,7 kg.ha<sup>-1</sup>, Fe: 1,1–2,7 kg.ha<sup>-1</sup>, B: 0,24–0,40 kg.ha<sup>-1</sup>.

Tab. 3.72 Obsah makro a mikroelementov na TMP Čifáre v rokoch 2004 – 2007

TMP frakcia	N kg.ha <sup>-1</sup>	S kg.ha <sup>-1</sup>	C kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	Mg kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>
Čifáre – asim. org.	44,6	3,9	1591	3,78	47,9	9,2	15,3	8,57	0,62	0,2497
Čifáre – drevo	20,1	1,9	791	1,31	38,3	2,4	5,1	1,83	0,35	0,0363
Čifáre – zvyšok	50,4	4,1	1737	3,56	21,1	5,6	27,7	3,13	0,61	0,0771
Čifáre 2004	115,0	9,9	4118	8,65	107,3	17,2	48,0	13,53	1,58	0,3630

TMP frakcia	N kg.ha <sup>-1</sup>	S kg.ha <sup>-1</sup>	C kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	Mg kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>
Čífare – asim. org.	51,0	4,9	1935	4,52	45,7	9,9	13,7	7,80	0,70	0,2210
Čífare – drevo	3,9	0,3	174	0,26	6,8	0,4	0,9	0,29	0,09	0,0066
Čífare – zvyšok	11,0	0,9	233	0,83	4,7	0,8	2,3	0,57	0,30	0,0108
Čífare 2005	66,0	6,1	2343	5,61	57,3	11,1	16,9	8,66	1,08	0,2384
Čífare – asim. org.	47,8	4,2	2110	5,85	67,8	12,4	28,5	12,33	1,86	0,3981
Čífare – drevo	7,6	0,7	363	0,86	18,5	1,5	3,9	1,05	0,24	0,0189
Čífare – zvyšok	9,6	0,9	190	0,72	6,1	0,9	2,4	0,59	0,56	0,0123
Čífare 2006	65,1	5,8	2663	7,43	92,4	14,7	34,8	13,96	2,65	0,4293
Čífare – asim. org.	47,4	5,0	1871	3,72	44,9	9,0	14,3	8,50	0,69	0,1980
Čífare – drevo	10,9	0,9	596	0,69	34,1	2,2	3,4	1,44	0,23	0,0234
Čífare – zvyšok	21,3	1,8	549	1,45	9,6	1,7	4,8	1,17	0,82	0,0251
Čífare 2007	79,6	7,7	3015	5,86	88,7	12,9	22,5	11,11	1,74	0,2465

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov v opade v jednotlivých rokoch, z údajov v tab. 3.72 vidíme, že najväčšie množstvá u väčšiny stanovených prvkov - N, S, C, P, Ca, Mg, K, Fe, B boli zistené v roku 2004 a Mn, Fe a B v roku 2006.

#### Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu na TMP Grónik a Grónik II 2004 - 2008

Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch rokov 2004 až 2008 na TMP Grónik I a Grónik II je uvedené na obr. 3.74. Pri porovnaní rokov je možné vidieť najmä rozdiely v množstve opadu. Najvýraznejšie rozdiely sme zaznamenali pri kumulatívnom odbere za mesiace január až marec, ako aj pri odberoch v treťom štvrtroku. Kým v roku 2006 bolo za I.-III. zistené 27 kg opadu na hektár, v roku 2004 to bolo až 1413 kg.ha<sup>-1</sup>. V prípade odberov za VII. – IX. bolo namerané v roku 2005 460 kg.ha<sup>-1</sup>, ale v roku 2007 1357 kg.ha<sup>-1</sup>. Tento nárast množstva opadaných ihličiek bol spôsobený výrazným zhoršením zdravotného stavu smrekov na monitorovacej ploche, čo dokumentuje aj nárast defoliácie v roku 2007. Vyhodnotenie prvých odberov z TMP Grónik II ukazuje, najviac opadu od X. do XII. v sledovanom roku.



Obr. 3.74 Celkové množstvo opadu (kg.ha<sup>-1</sup>) na TMP Grónik I (2004-2007) a Grónik II (2008).

#### Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.73 sú zrejme množstvá makro a mikroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v smrekovom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme



vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva vo väčšine sledovaných rokov je C: 877-1884 kg.ha<sup>-1</sup>, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 31–42 kg.ha<sup>-1</sup>, K: 8–10 kg.ha<sup>-1</sup>, Ca: 7-10 kg.ha<sup>-1</sup>, S: 2,9–3,9 kg.ha<sup>-1</sup>, P: 2,5–3,1 kg.ha<sup>-1</sup>, Fe: 1,0–2,6 kg.ha<sup>-1</sup>, Mg: 1,0-1,6 kg.ha<sup>-1</sup>, Mn: 0,5-0,6 kg.ha<sup>-1</sup>, B: 0,05–0,06 kg.ha<sup>-1</sup>.

Tab. 3.73 Obsah makro a mikroelementov na TMP Grónik v rokoch 2004 - 2007

TMP frakcia	N kg.ha <sup>-1</sup>	S kg.ha <sup>-1</sup>	C kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	Mg kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>
Grónik – asim. org.	21,8	2,1	991	1,81	7,0	0,8	6,4	0,47	0,39	0,0476
Grónik – drevo	7,0	0,6	340	0,41	2,4	0,2	1,1	0,07	0,44	0,0053
Grónik – zvyšok	5,1	0,5	150	0,37	0,3	0,2	1,1	0,02	0,12	0,0033
Grónik 2004	33,9	3,2	1481	2,59	9,7	1,1	8,5	0,56	0,95	0,0561
Grónik – asim. org.	21,1	2,1	977	1,85	6,6	0,8	7,0	0,44	0,42	0,0470
Grónik – drevo	3,6	0,5	280	0,20	1,1	0,1	0,4	0,03	0,30	0,0028
Grónik – zvyšok	6,0	0,3	153	0,40	0,7	0,1	0,6	0,03	1,03	0,0043
Grónik 2005	30,7	2,9	1410	2,45	8,4	1,0	8,0	0,50	1,75	0,0541
Grónik – asim. org.	17,8	2,2	877	1,86	7,1	0,8	7,7	0,48	0,52	0,0543
Grónik – drevo	6,0	0,6	615	0,31	1,9	0,1	0,6	0,05	0,64	0,0047
Grónik – zvyšok	11,9	1,1	392	0,89	1,5	0,3	2,0	0,07	1,44	0,0099
Grónik 2006	35,8	3,9	1884	3,06	10,4	1,3	10,3	0,60	2,60	0,0689
Grónik – asim. org.	23,9	2,0	1003	1,56	6,4	0,8	7,5	0,47	0,34	0,0412
Grónik – drevo	3,0	0,2	138	0,14	1,6	0,1	0,3	0,04	0,24	0,0023
Grónik – zvyšok	15,1	1,2	518	1,29	2,1	0,7	2,8	0,12	1,93	0,0124
Grónik 2007	42,1	3,5	1659	2,99	10,1	1,6	10,6	0,63	2,50	0,0559

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov v opade v jednotlivých rokoch, z údajov v tab. 3.73 vidíme, že najväčšie množstvá u väčšiny stanovených prvkov - S, C, P, Ca, Fe, B boli zistené v roku 2006 a N, Mg, K, Mn, v roku 2007.

### 3.2.11 Index listovej plochy

Hodnotenie indexu listovej plochy je novým prvkom v programe monitoringu lesov, jeho zavedenie vychádza z potrieb demonštračných akcií D1 (vitalita a adaptácia stromov) a D3 (vodná bilancia). Testuje sa na vybratých plochách, postupne by sa toto zisťovanie malo zaviesť na tzv. jadrových plochách intenzívneho monitoringu.

Index listovej plochy LAI (leaf area index), je pomer celkového vrchného povrchu listovej plochy delený povrchom zeme na ktorej vegetácia rastie. LAI je bezrozmerná jednotka, s typickými hodnotami od 0 pre holý povrch bez vegetácie do 6 pre hustý les.

Index listovej plochy je parameter, ktorý dáva jedinečnú charakteristiku porastu najmä z hľadiska jeho produkčného potenciálu a ukazovateľa schopnosti prijímať CO<sub>2</sub> a iné plyny, transpirovať vodnú paru a podobne. Z tohto dôvodu je často podstatným parametrom vstupujúcim do mnohých produkčných a bilančných modelov (produkcia biomasy, toky CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, emisie BVOC, vodná bilancia porastu a pod.).

V lesníctve je LAI často definované ako povrch jednej strany zelených listov na jednotku plochy pre listnaté porasty. Pre ihličnaté porasty je stanovenie LAI zložitejšie a bývajú používané tri nasledovné definície:

- celkový povrch ihlíc na jednotku plochy
- celkový povrch ihlíc na jednotku plochy delený dvoma
- premietnutá plocha ihlíc na jednotku plochy

Posledná definícia sa v súčasnosti čoraz častejšie využíva i pri stanovovaní LAI pre listnaté porasty, vzhľadom k tomu, že vyššie spomenutá definícia pre listnaté porasty sa dá využiť iba za predpokladu, že všetky listy v poraste sú v horizontálnej polohe, čo väčšinou nie je splnené. V súčasnosti i väčšina

metód používaných na stanovovanie LAI (nedeštruktívne metódy) vychádza z premietnutej plochy asimilačných orgánov na jednotku zemského povrchu. Často je označovaná aj ako PLA (projected leaf area). Pri optických metódach na stanovovanie LAI sa stretávame s pojmom  $LAI_e$ , efektívny index listovej plochy, čo je vlastne premietnutá plocha všetkých vegetačných súčastí (listy, stonky, konáre...).

Okrem indexu listovej plochy sa v lesníctve často využíva vegetačný index VAI, VI (vegetation area index, vegetation index), niekedy označovaný aj ako index rastlinnej plochy PAI (plant area index), ktorý okrem listovej plochy zahŕňa premietnutú plochu všetkých vegetačných súčastí (stonky, drevo).

Na stanovovanie indexu listovej plochy sa využívajú viaceré metódy, ktoré môžeme v zásade rozdeliť na priame a nepriame. Priame metódy sa ďalej delia na deštruktívne (metóda vzorníkových stromov) a nedeštruktívne (napr. zber opadu). Nepriame metódy delíme na kontaktné alometrické metódy, metóda šikmého bodového kvadrátu) a nekontaktné (optické metódy).

Optické metódy sú najčastejšie používanými metódami na stanovovanie LAI pre lesné porasty. Sú založené na určení množstva svetla prenikajúceho pod korunovú úroveň, a teda množstva radiácie pohltenej vegetáciou. Na optickom princípe je založených niekoľko komerčne vyrábaných prístrojov, napr. DEMON (meria prienik priameho slnečného lúča cez vegetáciu), Ceptometer (meria podiel slnečných škvŕn, alebo množstvo preniknutého fotosynteticky aktívneho žiarenia), LAI 2000 (meria difúzne žiarenie v sústredených kruhoch s rôznym uhlom, porovnáva s nadkorunovou úrovňou), TRAC (meria nielen podiel medzier v korunovej vrstve ale aj ich distribúciu, umožňuje sledovať aj architektúru koruny), hemisférická fotografia (tzv. fish-eye, rybie oko, princíp zisťovanie podielu medzier v korunovej vrstve, môže byť použitá smerom hore – koruna, ale aj smerom dole – prízemná vegetácia, nevyžaduje porovnávacie meranie nad korunovou úrovňou, obraz zostáva permanentne zaznačený pre budúce porovnanie) a *hybridné metódy* (napr. MVI multiband vegetation imager, zaznamenáva obraz v dvoch rôznych spektrách elektromagnetického žiarenia, je schopný odlíšiť podiel zelenej asimilujúcej plochy).

Samostatnou metódou, ktorú však možno zaradiť medzi nepriame nekontaktné metódy je stanovovanie LAI pomocou metód DPZ (satelitné snímky s vysokým a stredným priestorovým rozlíšením v rôznych spektrách elektromagnetického žiarenia). Validácia údajov získaných zo satelitných snímkov však musí byť vykonaná pomocou terestrických metód (Bréda, 2003).

### **Výber metódik použitých na stanovovanie LAI a sledovanie jeho dynamiky**

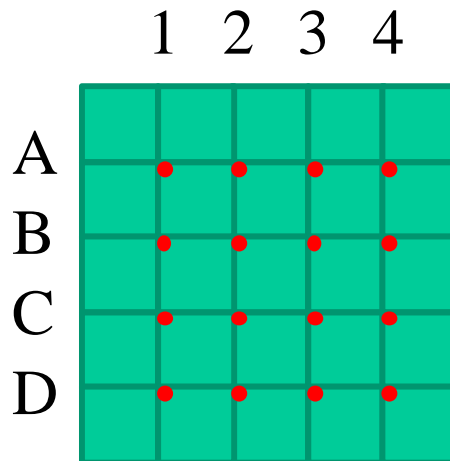
Na stanovovanie indexu listovej plochy na jadrových plochách boli vybrané nasledovné metódy:

- hemisférická fotografia s následným spracovaním snímkov v programe GLA (Gap Light Analyzer)
- stanovovanie maximálneho LAI z opadu (z opadomerov, pre vybrané listnaté porasty)
- stanovovanie LAI zo satelitných snímkov (rádiometrické snímky MODIS zo satelitu TERRA)

### **Hemisférická fotografia**

Meranie indexu listovej plochy na jadrových plochách (Žibritov, Turová, Poľana – Hukavský grúň a Železnô) v roku 2009 prebehlo v súlade s protokolom terénnych meraní projektu FutMon, ktorý bol zostavený na základe požiadaviek koordinátorov demonštračných aktivít D1, D2, D3.

Na ploche boli zamerané a trvalo vyznačené meracie body v sieti 10x10 m (v prípade potreby boli posunuté tak, aby boli vzdialené od najbližšieho kmeňa najmenej 2 m) (Obr. 3.75). Vzniklo tak 16 meracích bodov na plochu, resp. 40 v prípade TMP Poľana – Hukavský grúň. Vlastné meranie sa uskutočnilo v termíne hodnotenia defoliácie na plochách II. úrovne (august až začiatok septembra). Z každého meracieho bodu bola urobená séria hemisférických fotografií s rôznymi časmi expozície. Fotografovalo sa vo výške 1,5 m, aby sa eliminoval vplyv podrastu. V prípade nevhodného počasia bolo meranie zopakované v náhradnom termíne. Snímky sú následne spracovávané v programe Gap Light Analyzer (GLA). Aby bola výsledná hemisférická fotografia v dostatočnej kvalite, vyžaduje si špecifické svetelné podmienky. Ideálne je rozptýlené svetlo, tesne pred východom slnka, alebo po západe slnka, prípadne rovnomerná oblačnosť. Výhodou tejto metódy je, že nevyžaduje kontrolné meranie žiarenia nad porastom.



Obr. 3.75 Rozloženie meracích bodov v sieti 10 x 10 m na meranie indexu listovej plochy na monitorovacej ploche s rozmerom 50 x 50 m.

Výsledkom výpočtu v GLA sú okrem svetelných pomerov v poraste hodnoty  $LAI_e$  (efektívne LAI, index všetkých vegetačných súčastí). Na výpočet skutočného LAI (plocha asimilačných orgánov) bude potrebné vykonať doplnkové merania na zistenie indexu drevnej plochy (mimo vegetačnej sezóny pre listnaté, pre ihličnaté sa hodnota odvodzuje z údajov pre opadané porasty z kalamitných plôch) a indexu zhukovania (dá sa vypočítať napr. z merania prístroja TRAC).

Na zistenie dynamiky LAI počas vegetačnej sezóny bola na jadrových plochách s výskytom opadavých druhov drevín vykonaná séria meraní vo viacerých termínoch počas vegetačnej sezóny. Meracie body sú umiestnené a trvalo vyznačené v blízkosti opadomerov za účelom možnosti neskoršieho porovnania výsledkom merania s výsledkami zisťovania hodnôt LAI z opadu.

Dynamika LAI počas roka (ihličnaté dreviny) a vegetačnej sezóny (listnaté dreviny) je sledovaná aj v závislosti od jednotlivých fenofáz. Na základe predbežných výsledkov môžeme konštatovať zhodu priebehu LAI s jednotlivými fenofázami hodnotenými podľa metodiky ICP-Forests. V závere vegetačnej sezóny využijeme hodnotenie podielu žltého lístia na odlíšenie asimilujúcej časti lístia, vzhľadom k tomu, že LAI sa vypočítava pre zelené (asimilujúce) časti vegetácie, čo klasická hemisférická fotografia nie je schopná odlíšiť.

### **Stanovenie LAI z opadu**

Pre stanovenie indexu listovej plochy z opadu sa použije iba vytriedená časť opadu – listy. Pre každý opadomer budú zvážené všetky listy (využije sa štandardný postup pre hodnotenie opadu), následne bude odobraná štatisticky významná vzorka, na ktorej sa uskutoční meranie listovej plochy planimetrom (prípadne inou vhodnou metódou). Výsledná listová plocha sa následne prepočíta na všetky listy zachytené v danom opadomeri a na záchytnú plochu opadomera. Týmto spôsobom získame maximálny LAI pre danú vegetačnú sezónu. Nevýhodou tejto metódy je, že pomocou nej je možné získať LAI iba pre listnaté porasty.

### **Stanovenie LAI zo satelitných snímok MODIS**

Pre plochy, na ktorých sa vykonávalo terestrické meranie LAI bude vykonané stanovenie LAI (resp. vegetačného indexu) na základe satelitných snímok MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) zo satelitov TERRA a AQUA. Hodnotenie vegetačného indexu zo satelitných snímok je založené na zisťovaní odraznosti v rôznych spektrách elektromagnetického žiarenia (viditeľná a infračervená časť spektra). Satelitne odvodená hodnota LAI je široko používaná na priestorové modelovanie fotosyntézy, evapotranspirácie a ročnej čistej primárnej produkcie (Knyazikhin et al., 1999).

Odvodenie hodnôt LAI metódami DPZ (ďal'kový prieskum Zeme) poskytuje priestorovú informáciu, ktorú by sme vzhľadom na časovú a technickú náročnosť merania spracovania údajov neboli schopní získať terestrickými metódami.

### 3.2.12 Vlhkostný režim pôd

Merania a hodnotenia zásob vody v pôde neboli pôvodne zahrnuté do prieskumov v rámci programov monitoringu lesov v Európe. Až v rámci projektu FutMon sa v rámci akcie D3 venuje pozornosť vodnej bilancii.

Vzhľadom na význam týchto zisťovaní však na národnej úrovni v rámci ČMS Lesy boli zahrnuté hodnotenia vlhkostného režimu založené na priamych meraniach zásoby vody v odobratých vzorkách na TMP 201 Čifáre.

Nedostatok vody (sucho) v pôde sa obzvlášť v nížinných polohách prejavuje v poklese fyziologickej činnosti drevín a následne aj vo výraznom znížení celkovej produkcie, odolnosti proti biotickým škodcom i v celkovom vitálnom oslabení. TMP Čifáre predstavuje modelovú plochu II. úrovne pre lesné spoločenstvá dubín (cerín) na spráša v dubovom vegetačnom stupni. Plocha sa nachádza na živnom stanovišti, ktorá reprezentuje ekologické pomery nížinnej polohy.

Vlhkosť pôdy na tejto ploche sledujeme dlhodobejšie (od roku 1999) a celoročne v dvoj (jar, leto, jeseň) až štvortýždňových (zima) intervaloch s použitím gravimetrickej metódy. Sledujeme ju do hĺbky 100 cm. Výsledky sú zhodnocované a porovnávané prostredníctvom hydrolimitov. Hydrolimity pôdy sú charakterizované maximálnou kapilárnou kapacitou (MKK), bodom zníženej dostupnosti vody (BZD) a bodom vädnutia (BV). Uvádzané hydrolimity sú stanovené podľa Šútor, Štekauerová (1999) a overované sledovaním niektorých morfológických i rastových znakov.

V tab. 3.74 sú uvedené výsledky najdôležitejších meraní od konca marca do začiatku novembra 2009, ktoré obsahujú zistené obsahy vody v pôde vyjadrené hmotnostnými % vlhkosti v hĺbke 10, 40, 90 cm a zásobu vody (v mm) pre povrchovú vrstvu pôdy (0-20 cm) a pre celý fyziologický profil (0-100 cm).

Tab. 3.74 Hmotnostné % vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40, 90 cm a objemová zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Čifáre počas roka 2009

Dátum merania	27.3.	24.4.	7.5	22.5.	4.6.	16.6.	3.7.	17.7.	31.7.	14.8.	28.8.	11.9.	29.9.	9.10.	6.11.
Vlhkosť v 10 cm	32,1	18,8	14,4	12,9	15,1	12,0	13,1	9,3	10,7	12,3	9,9	11,8	9,5	8,9	23,0
Vlhkosť v 40 cm	21,6	17,7	15,8	12,9	13,1	12,6	12,7	11,7	10,7	12,7	11,6	12,5	10,8	11,3	12,5
Vlhkosť v 90 cm	20,2	18,9	15,8	14,2	14,4	13,3	11,7	11,8	11,9	11,1	12,3	12,3	12,4	12,3	12,2
Zásoba vody 0-20 cm	70	47	35	30	30	29	30	23	25	28	25	27	24	23	43
Bod vädnutia 0-20 cm	28,4														
Zásoba vody 0-100 cm	311	255	225	189	197	177	173	164	161	166	165	168	161	160	188
Bod zníženej dostupnosti 0-100 cm	252														

Tabuľkové hodnoty hmotnostného % vlhkosti pôdy vo vybraných hĺbkach (10, 40 a 90 cm) v roku 2009 i ďalšie grafické zobrazenia na obr. 3.77 a obr. 3.78 poukazujú pri určitej rozdielnosti hodnôt podľa hĺbok na opakujúcu sa podobnosť priebehov s minulými rokmi. Maximálne obsahy bývajú počas zimného a neskorého jesenného obdobia, pričom najviac vlhky s najväčšou variabilitou sa nachádzalo v povrchovej vrstve, ktorá zase počas letných mesiacov najviac presychá. Treba povedať, že pri silnejšom suchu počas leta presychanie pôd a nedostatok vlhky postihuje i hlbšie vrstvy.

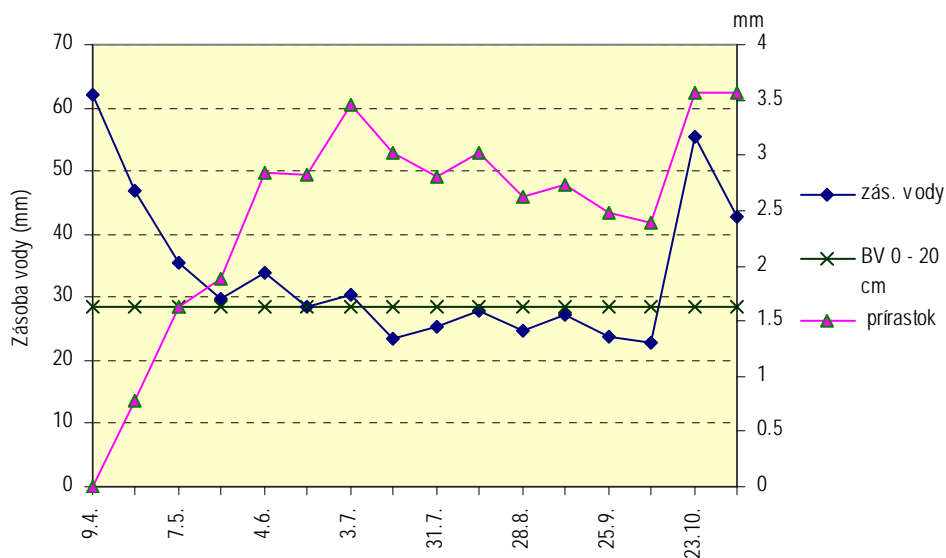
Dobrá zimná vlaha v celom profile (cca 20 až 40 %), pričom je najväčšia v povrchovej 10 cm vrstve, sa toho roku začala spotrebúvať už v polovici marca, ale najviac počas apríla a prvej dekády mája, kedy počas mesačného obdobia celkovo padlo do 10 mm zrážok, čo sa odrazilo aj v rýchlom poklese zásoby fyziologicky využiteľnej vody a jej obsah klesol tesne k hodnote bodu vädnutia, iba vďaka občasným májovým a júnovým zrážkam sa % vlhkosti pôdy v celom profile aj začiatkom júla udržalo medzi 12 až 13 %. Veľmi teplé letné a jesenné obdobie so slabými občasnými zrážkami sa odrazilo v dlhodobom suchu, kedy % vlhkosti sa od 17. júla do 9. októbra pohybovalo medzi deviatimi a dvanástimi percentami v celej fyziologickej hĺbke a vtedy aj zásoba vody vo vrstve 0-20 cm bola

dlhodobo viac-menej na BV. Koniec sucha prišiel s výdatnejšími zrážkami najprv po deviatom októbri, potom po dvanástom novembri a prvom decembri.

Zásoba vody hodnotená za celú fyziologickú hĺbku, bola počas celého vegetačného obdobia medzi BZD a BV. Jej hodnota na začiatku apríla bola ešte 310 mm (medzi MKK a BZD), na začiatku júna už klesla na 197 mm (pod BZD) a behom nasledujúcich dvoch mesiacov, počas prilevu tropického vzduchu i menších zrážok sa výrazne zvýšila evapotranspiračná spotreba vody v pôde, preto jej zásoba klesla na hodnotu 161 mm (resp. BV) a okolo nej tesne kolísala až do 9. októbra, kedy po prvom výdatnom daždi i ďalších dažďoch nastal zvrät a na začiatku decembra jej zásoba opäť dosiahla hodnotu BZD. S ďalšími zimnými zrážkami predpokladáme, že jej zásoba stupne na hodnotu MKK.

Zásoba vody v hĺbke 0-20 cm bola dlhodobo nízka. Od polovice mája do 9. októbra sa hodnoty pohybovali od 30 po 23 mm, pričom už v polovici júla, potom koncom septembra a začiatkom októbra dosiahla hodnotu hydrolimitu BV, kedy už dreviny i ostatná vegetácia trpeli nedostatkom prístupnej vody.

Vzhľadom na to, že v tomto roku sa zásoba vody pohybovala najprv medzi hydrolimitom MKK a BZD a už od konca apríla do 9. októbra medzi BZD a BV môžeme povedať, že z pohľadu využiteľnej vody ju hodnotíme najprv ako dobrú a následne ako zníženú až nedostatočnú. Spomínaná rozkolísanosť vlhky v pôde sa výrazne prejavila aj vo fyziologickej činnosti drevín, ktorú priebežne sledujeme meraním a porovnávaním intenzity rastu hrúbkového prírastku duba cerového. Vplyv dobrej i nedostatočnej zásoby vody v pôde na veľkosť i rozdielnu intenzitu hrúbkového prírastku zjavne vidieť už z porovnania ich priebehov na obr. 3.76 na ktorom je zobrazená dynamika zásoby vody v pôde pre vrstvu 0-20 cm. Pri nedostatočnej zásobe sa potvrdzuje stagnácia nielen meraného hrúbkového prírastku duba cerového ale aj celkovej hmotovej produkcie a pri dosiahnutí BV občas boli viditeľné aj prejavy vädnutia krovinného i bylinného podrastu.



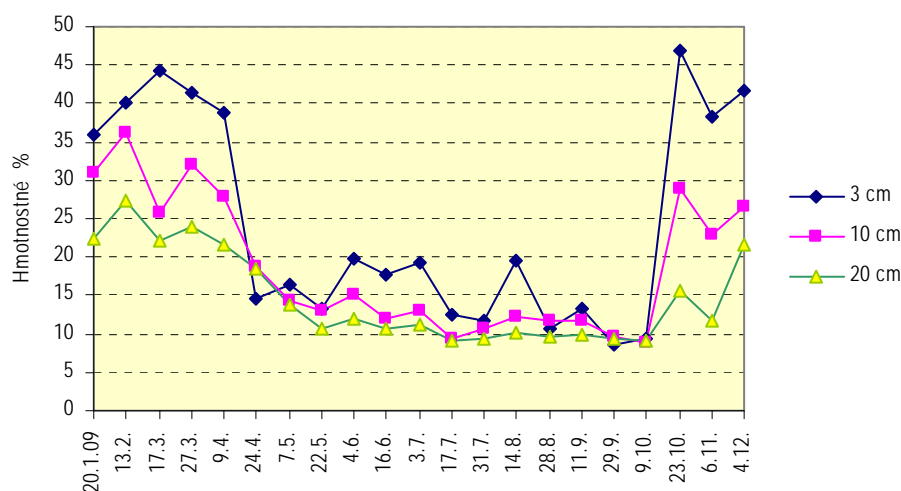
**Obr. 3.76** Odras dynamiky zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2009 a jej vplyv na hrúbkový prírastok duba cerového

Klimatické merania za posledných 100 rokov na Slovensku potvrdzujú trend rastu priemernej ročnej teploty o 1,1°C a pokles ročných úhrnov zrážok v priemere o 5,6 %, pričom pokles na juhu bol väčší a na severe menší (Lapin, Damborská, Melo, 2001, Lapin in Balajka et al., 2005). Otepľovanie klímy i extrémity sprievodných javov v atmosfére silnie, má dopady okrem iného aj na obsah vody v pôde počas vegetačného obdobia.

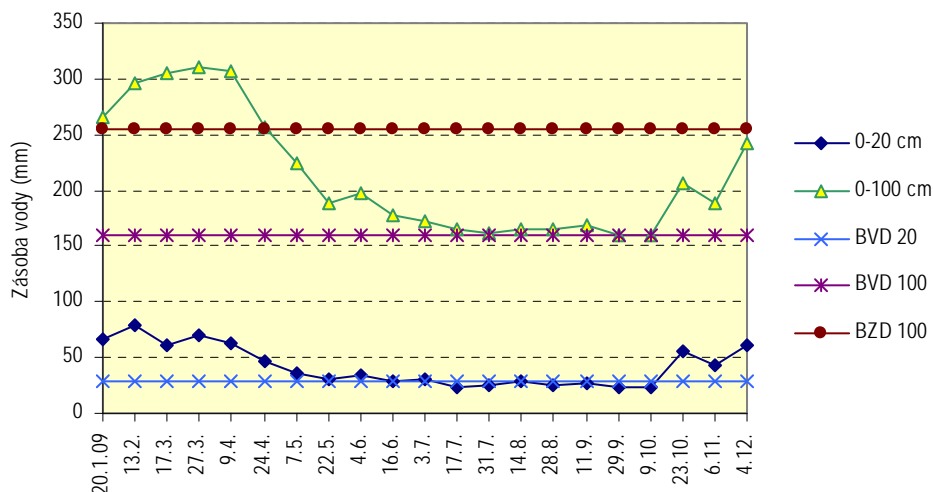
Takisto Mind'áš, Škvarenina (2003) a Tužinský (2004) poukazujú na možné negatívne dopady meniacej sa klímy na dreviny i lesné ekosystémy; naše práce o vplyve klimatických faktorov, napríklad na dynamiku hrúbkového rastu duba Pajtík, Ištoňa (2003), ale aj podrobnejšie výsledky z monitoringu lesov za posledné decénium dynamiky hrúbkového rastu aj ďalších drevín (bk, sm, jd)

Pavlenda et al. (2006) dokazujú, že dlhodobé extrémne sucho počas vegetačného obdobia môže znížiť prírastok biomasy o 50 až 75 %.

Vcelku treba povedať, že počas tohoročného vegetačného obdobia neboli v nížinných polohách pre celkovú produkciu biomasy optimálne vlhkosťné pomery pôd. Jarný nedostatok zrážok a zase podnormálne júnové i nedostatočné letnojesenné zrážky a vyššie teplotné odchýlky radia rok 2009 medzi roky s extrémnejším priebehom. Výsledky nepretržitého monitoringu vlhkosťného režimu nížinných pôd za posledných desať rokov (z toho roky 2000, 2003, 2007 a 2009 boli extrémne suché) potvrdzujú prognózy klimatológov o najväčšom a častejšom poklese ročných úhrnov zrážok v nížinných polohách, čo má významný dopad na nedostatočnú zásobu vody v pôde a jej nedostatok vedie i k poklesu fyziologickej činnosti drevín, čo sa nakoniec prejavuje aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie drevín, vo vitálnom oslabení drevín i ich odolnosti proti biotickým škodcom.



Obr. 3.77 Dynamika vlhkosti pôdy v povrchovej vrstve (3, 10 a 20 cm) počas roka 2009



Obr. 3.78 Hydrolimity a dynamika zásoby vody v pôde pre vrstvu 0-20 a 0-100 cm

### 3.2.13 Intenzívny monitoring - zhrnutie poznatkov

Počet plôch intenzívneho monitoringu na Slovensku je pomerne malý a len z niektorých prieskumov a zisťovaní je možné dostatočne zovšeobecniť poznatky o vzťahoch medzi stresovými faktormi a stavom lesa. Preto majú veľký význam poznatky, získané buď z celého súboru plôch v Európe alebo z plôch, ktoré majú podobné podmienky a podobnú mieru pôsobenia príslušných stresových faktorov. Hoci súbor plôch intenzívneho monitoringu nemá v celej Európe rovnomerné pokrytie a rovnakú hustotu a ani úroveň ich vybavenosti prístrojovou technikou na odbery, záznam alebo zasielanie dát



nie je rovnaká, dôležité sú aj pre nás výsledky hodnotení z celého súboru plôch pre daný typ zisťovania. Uvádzame tu preto prehľad poznatkov z ostatnej správy o stave lesov Európe (Lorenz et al., 2009)

Za najdôležitejšie aktuálne poznatky môžeme považovať nasledovné:

- V rámci súboru hodnotených plôch Európy pokračuje mierny pokles depozície síry. Medziročná zmena samozrejme súvisia so zrážkovými úhrnmi (nízka depozícia v roku 2003), celkový trend poklesu však nie je dôsledkom poklesu zrážkových úhrnov.
- Depozícia dusíka v amóniovej i nitrátovej forme sa v hodnotenom období nemení, len veľmi malom počte plôch sú významné rozdiely (vzostup alebo pokles).
- Depozícia síry i dusíka je vo všeobecnosti výrazne vyššia na plochách v strednej Európe než v severnej Európe. Vyššie depozície  $S-SO_4^{2-}$  sú zvlášť v oblastiach s priemyslom znečisťujúcim ovzdušie, vyššie depozície  $N-NO_3^-$  sú najmä v oblastiach s hustou dopravnou sieťou a intenzívnou automobilovou dopravou.
- Analýza stavu drevín a fytoocenóz naznačila, že účinok zvýšenej úrovne depozície dusíka na rast drevín a početnosť a štruktúru bylinnej pokrývky je už zrejmý v celoeurópskom rozsahu.
- Výsledky ukazujú, že depozícia dusíka vedie k zvýšenému rastu stromov, najmä na plochách s borovicou, smrekom a bukom bol prírastok vyšší než zodpovedal stanovištným podmienkam, veku a hustote porastov. Vyššie relatívne zmeny prírastku sú na plochách s pôvodne nízkym obsahom dusíka v pôde. Na týchto plochách, kde obsah dusíka bol jedným z hlavných limitujúcich faktorov rastu, je reakcia porastov zvýšením prírastku rýchlejšia a výraznejšia.
- Vo všeobecnosti vyššie koncentrácie ozónu sú zaznamenávané v južnej Európe (Taliansko, Španielsko, južné Francúzsko).

### 3.3 DEMONŠTRAČNÉ PROJEKTY A AKCIE

#### 3.3.1 Prehľad výsledkov z prieskumu pôdy v rámci projektu BioSoil

Ako je uvedené v úvodnej časti kapitoly 3, súčasťou riešenia za rok 2009 je aj vyhodnocovanie dát z predchádzajúcich rokov, vrátane projektu BoSoil. Hoci hlavným cieľom tohto medzinárodného projektu bolo overiť možnosť podrobného harmonizovaného prieskumu pôd a indikátorov biodiverzity v celoeurópskom rámci a vytvoriť databázy, ktoré pre Európsku komisiu spravuje Spojené výskumné centrum (Joint Research Centre – JRC), pokračujeme aj v národnom vyhodnocovaní príslušných databáz. Toto vyhodnocovanie sa realizuje taktiež s určitým časovým odstupom, keďže údaje boli zaslané koordinujúcemu pracovisku v roku 2008 a počas roka 2009 prebiehala kontrola databáz, ich validácia a prípadné doplnenie a kontrola údajov.

Ciele zisťovania stavu lesných pôd v celoeurópskom rozsahu v rámci projektu BioSoil boli definované nasledovne:

- kompletizácia informácií o pôdach na plochách I. a II. úrovne (týka sa nových krajín podieľajúcich sa na programe),
- zvýšenie kvality databáz o pôdach z hľadiska opisu pôdneho profilu a klasifikácie pôd,
- získanie aktuálnych podkladov pre vypracovanie korelatívnych štúdií o stave lesa na monitorovacích plochách,
- otestovanie aktualizovaného manuálu pre odber a analýzy pôdnych vzoriek v záujme lepšej harmonizácie s možným širším využitím nad rámec monitoringu lesných pôd,
- súčasť implementácie EU pôdnej stratégie a stratégie ochrany pôdy pre územie európskych lesov,
- získanie informácií o zásobách pôdneho uhlíka z hľadiska záväzkov Kjótskeho protokolu,
- identifikácia prípadných zmien vlastností pôd (hodnotenie stavu a zmien od prieskumu začiatkom deväťdesiatych rokov).

Kým v roku 2006 a 2007 prebiehali terénne práce, väčšina prác v laboratóriu sa realizovala v rokoch 2007 a 2008. Ku koncu roka boli všetky údaje zaslané dátovému centru projektu. V roku 2008 sa teda zabezpečilo hodnotenie získaných údajov len v malom rozsahu. Počas roka prebiehali kontroly databáz a na základe „kontrolných správ“ vypracovaných v JRC/INRA vzájomné konzultácie a prípadné korekcie chybných údajov.

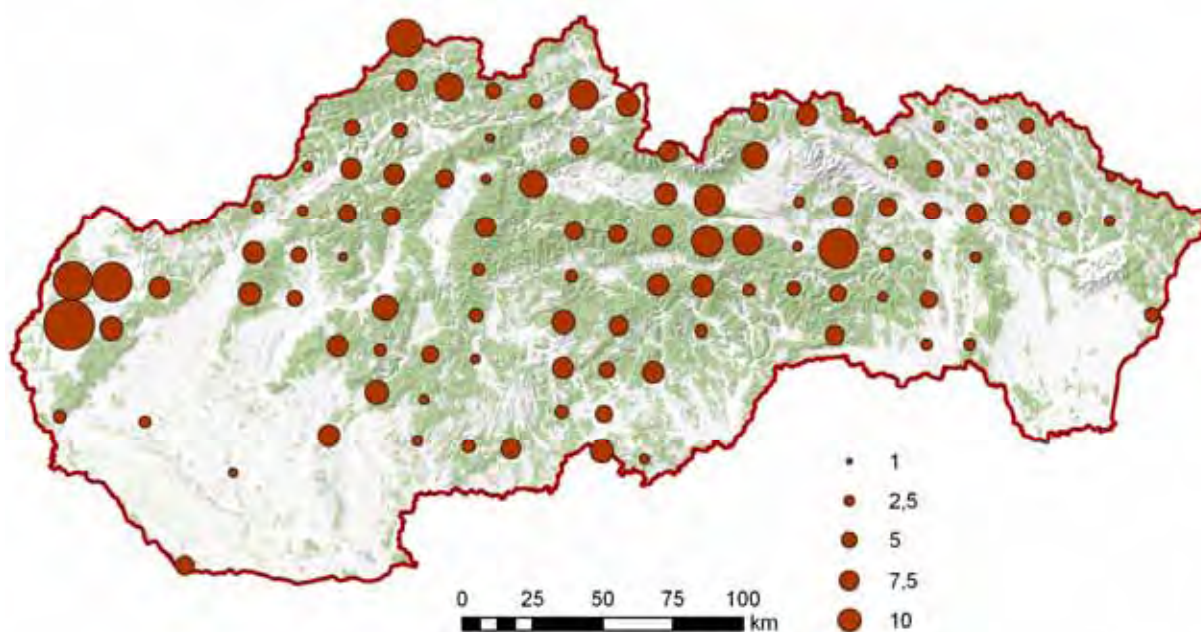
Podobne ako na celoeurópskej úrovni sa vyhodnotenie získaných údajov plánuje v rokoch 2009-2010 (v rámci projektu FutMon), predpokladáme detailné spracovanie a vyhodnotenie údajov na národnej úrovni tiež do konca roka 2010.

V správe za rok 2008 sme uviedli len základné prehľady za niektoré hodnotené veličiny, tu pokračujeme v prezentácii výsledkov najmä v mapovej podobe - z hľadiska priestorovej distribúcie hodnôt hlavných veličín.

Hoci účelom prieskumu pôd v rámci projektu BioSoil bolo najmä zistiť stav chemických vlastností pôd, zameriame sa tu aj na niektoré vlastnosti súvisiace s textúrou pôd. K dôležitým vlastnostiam pôd patrí podiel pôdneho skeletu, teda častíc väčších 2 mm (štrk, kamene, balvany). Hoci je zrejmé, že lesné pôdy sú pomerne často silne skeletnaté, význam skeletnatosti sa často opomína. Podiel skeletu je pomerne vysoký nielen vo väčších hĺbkach, ale aj pri povrchu - v hlavnej koreňovej zóne drevín. Podľa získaných údajov z monitorovacích plôch len 35 % pôd má priemerný objemový podiel skeletu v hĺbke 0-40 cm do 10 % (v tom úplne bez pôdneho skeletu je 16 % pôd). Podiel pôdneho skeletu 10-30 % v tejto hĺbke má 31 % pôd a podiel 30-50 % skeletu má 26 % pôd. Viac ako 50 % skeletu bolo zistených na 8 % z hodnotených pôd. Objemový podiel skeletu do 10 % pre hĺbku 40-80 cm má 22 % pôd (v tom úplne bez pôdneho skeletu je 16 % pôd). Podiel pôdneho skeletu 10-30 % v tejto hĺbke má 8 % pôd a podiel 30-50 % skeletu má 18 % pôd. Viac ako 50 % skeletu v hĺbke 40-80 cm bolo zistených až na 52 % z hodnotených pôd.

Jednou z prioritných tém hodnotenia pôd je v súčasnosti pôdna organická hmota, zásoby a zmeny zásob uhlíka v pôde (z hľadiska záväzkov Kjótskeho protokolu) a dusík v pôde. Kvantitatívny spôsob odberu vzoriek subhorizontov pokrývkového humusu (povrchovej organickej vrstvy pôdy) z definovanej plošky jednotlivých odberných miest na TMP umožňuje v kombinácii s nameranými koncentraciami uhlíka vo vzorkách kvantifikáciu zásob organického uhlíka v pokrývkovom humuse. Podobne údaje o koncentrácii organického uhlíka vo vzorkách jemnozeme v jednotlivých odberových hĺbkach minerálnej pôdy s využitím údajov o objemovej hmotnosti a podiele pôdneho skeletu umožňujú výpočet zásob organického uhlíka v definovaných hĺbkových zónach minerálnej pôdy.

Vypočítaná zásoba organického uhlíka v pokrývkovom humuse (vo všetkých subhorizontoch spolu) kolísala od 1,75 do 37,69 t.ha<sup>-1</sup>, mediánová hodnota z daného súboru TMP je 6,17 t.ha<sup>-1</sup>, aritmetický priemer je 7,46 t.ha<sup>-1</sup>. Táto zásoba závisí od množstva faktorov - stanovištných (najmä klimatických), ale aj porastových. Najvyššie zásoby boli zistené na plochách s porastom borovice sosny, na plochách s borovicovo-smrekovými porastmi a v smrečinách, najmä vo vyšších polohách.



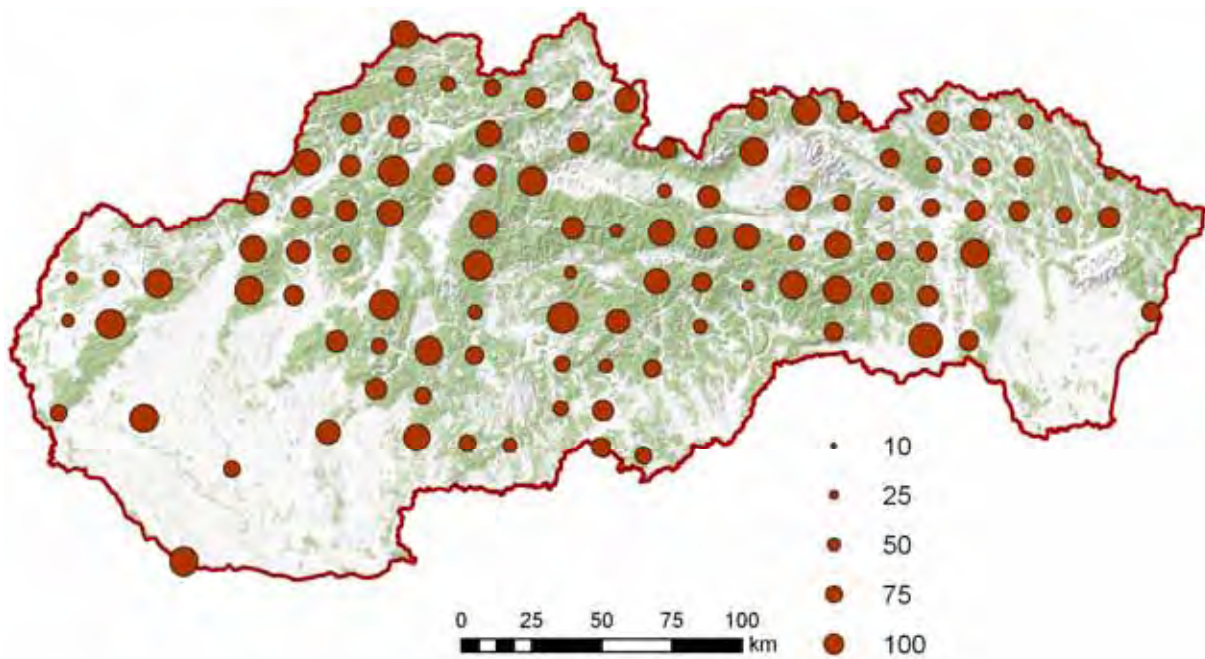
Obr. 3.79 Zásoba organického uhlíka v pokrývkovom humuse (t.ha<sup>-1</sup>)

Pri porovnaní s výsledkami krajín s výraznejšie zmeneným drevinovým zložením v prospech ihličnatých drevín je zrejmé, že vo všeobecnosti je v našich podmienkach nižšia akumulácia organického materiálu na povrchu pôdy a tým aj nižšie zásoby organického uhlíka v pokrývkovom humuse. Podľa správy o stave lesných pôd v Nemecku (Riek, Wolf, 1997) je mediánová hodnota pre zásoby organického uhlíka je  $18,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , teda takmer trikrát vyššia než zo súboru TMP Slovenska. Zodpovedá to však aj rozdielom v zastúpení humusových foriem. V našom súbore TMP dominuje mull ako najpriaznivejšia humusová forma (53 % plôch), kým v hodnotenom súbore z Nemecka má najvýraznejšie zastúpenie moder a značné zastúpenie má aj surový humus s veľmi pomalou mineralizáciou a humifikáciou organických látok z opadu. Zistené zásoby organického uhlíka v pokrývkovom humuse na jednotlivých monitorovacích plochách sú v mapovej podobe znázornené na obr. 3.79.

Podobne boli vypočítané zásoby celkového dusíka v pokrývkovom humuse. Vypočítaná zásoba dusíka v pokrývkovom humuse (vo všetkých subhorizontoch spolu) kolísala od  $29,4$  do  $1375,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Mediánová hodnota z daného súboru TMP je  $250,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , aritmetický priemer je  $302,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Táto zásoba závisí podobne ako zásoba uhlíka od množstva faktorov, ktoré ovplyvňujú kolobeh látok v organickej hmote (stanovištných - najmä klimatických - ale aj porastových). Najvyššie zásoby boli zistené na plochách s najväčšou akumuláciou organickej hmoty v pokrývkovom humuse, teda na plochách s porastom borovice sosny, na plochách s borovicovo-smrekovými porastmi a v smrečinách, najmä vo vyšších polohách.

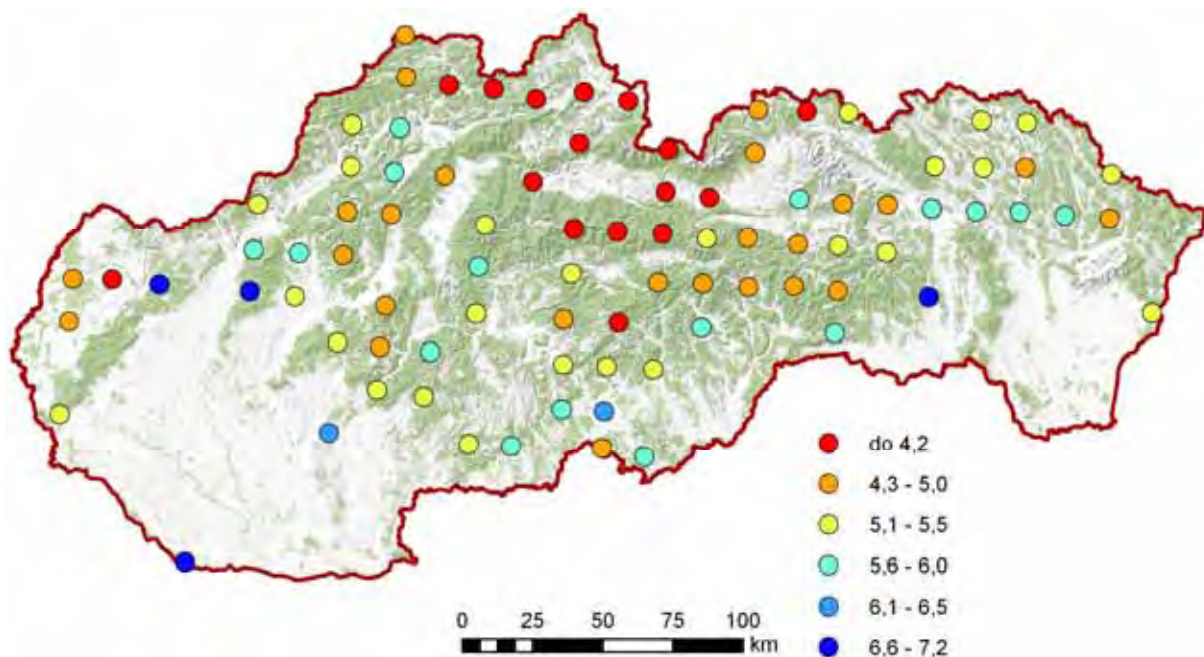
Zásoba organického uhlíka v minerálnej pôde bola počítaná podľa jednotlivých odberových hĺbok (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm a 40-80 cm a následne pre hĺbku 0-20 cm a pre celú vzorkovanú hĺbkovú zónu 0-80 cm. Na jednotlivých plochách boli zistené zásoby uhlíka v hĺbke 0-20 cm od  $18,1$  do  $133,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mediánová hodnota z daného súboru TMP je  $57,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , aritmetický priemer je  $62,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Celkové zásoby organického uhlíka do hĺbky 80 cm boli od  $26,5$  do  $224,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , mediánová hodnota z daného súboru TMP je  $101,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , aritmetický priemer je  $107,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

V mapovej podobe sú zistené zásoby organického uhlíka v pôde do hĺbky 20 cm na jednotlivých monitorovacích plochách znázornené na obr. 3.80.



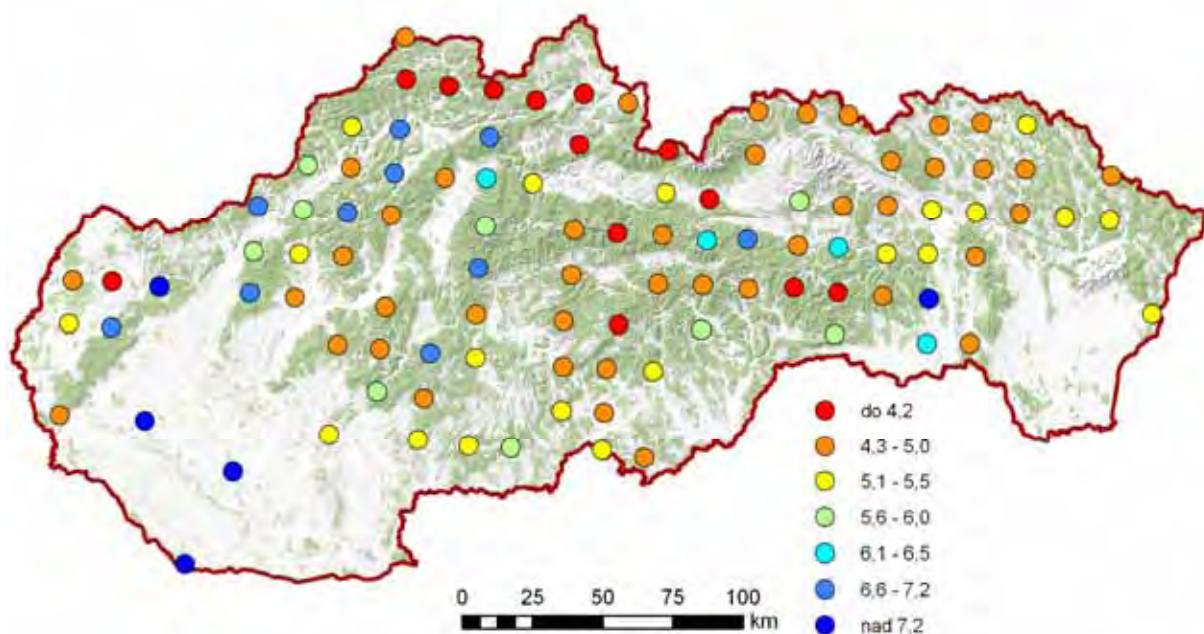
Obr. 3.80 Zásoba organického uhlíka v pôde do hĺbky 20 cm ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )



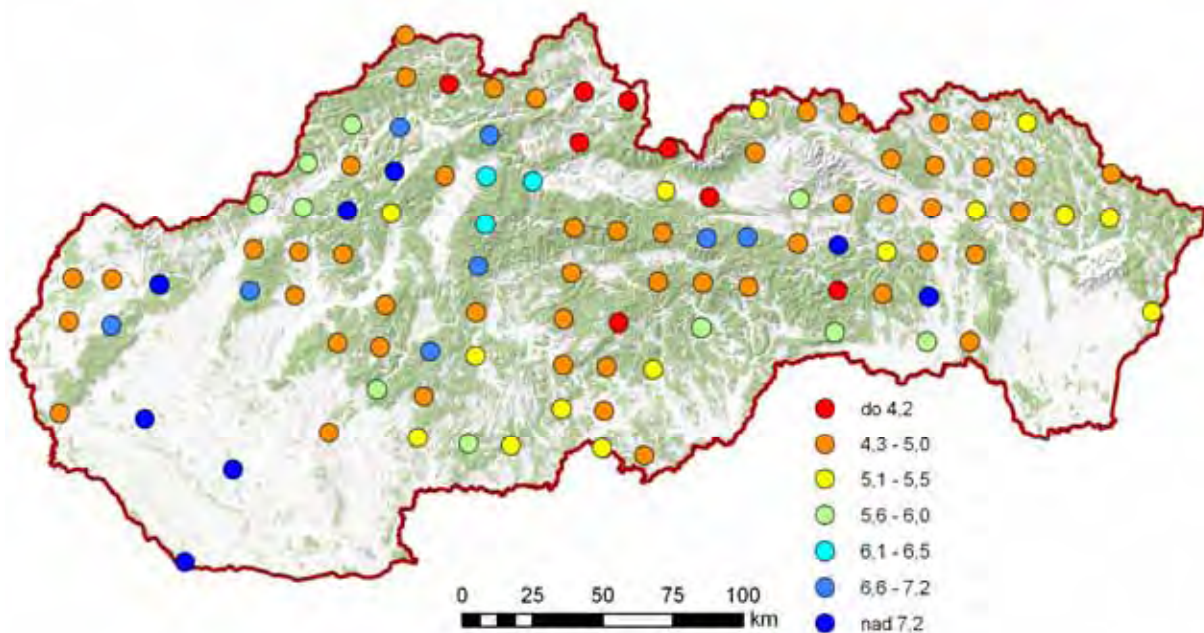


Obr. 3.81 Aktívna pôdna reakcia (pH-H<sub>2</sub>O) v pokrývkovom humuse v subhorizonte Oof

Ku kľúčových vlastností pôd patrí pôdna reakcia. Približne na tretine TMP boli zistené veľmi kyslé pôdy. Podiel neutrálnych až mierne alkalických pôd zodpovedá podielu karbonátových pôdotvorných substrátov. Počas rokov 1993-2006 bolo zastúpenie pôd s reakciou v rámci daných intervalov bez výraznejších rozdielov, v pokrývkovom humuse a v hĺbke 0-10 cm je istý náznak zníženia podielu veľmi silne kyslých pôd, čo by do istej miery mohlo súvisieť so znížením vstupu  $\text{SO}_4^{2-}$ , teda v minulosti výrazne dominujúcej zložky zakysľujúcich látok, do lesných pôd. Celkovo možno podľa týchto výsledkov konštatovať určitú stabilizáciu stavu lesných pôd z hľadiska pôdnej reakcie v hodnotenom období. Namerané hodnoty pH v Ooh subhorizonte a v hĺbkach 0-10 cm a 10-20 cm sú v mapovej podobe znázornené na obr. 3.81 – 3.83.

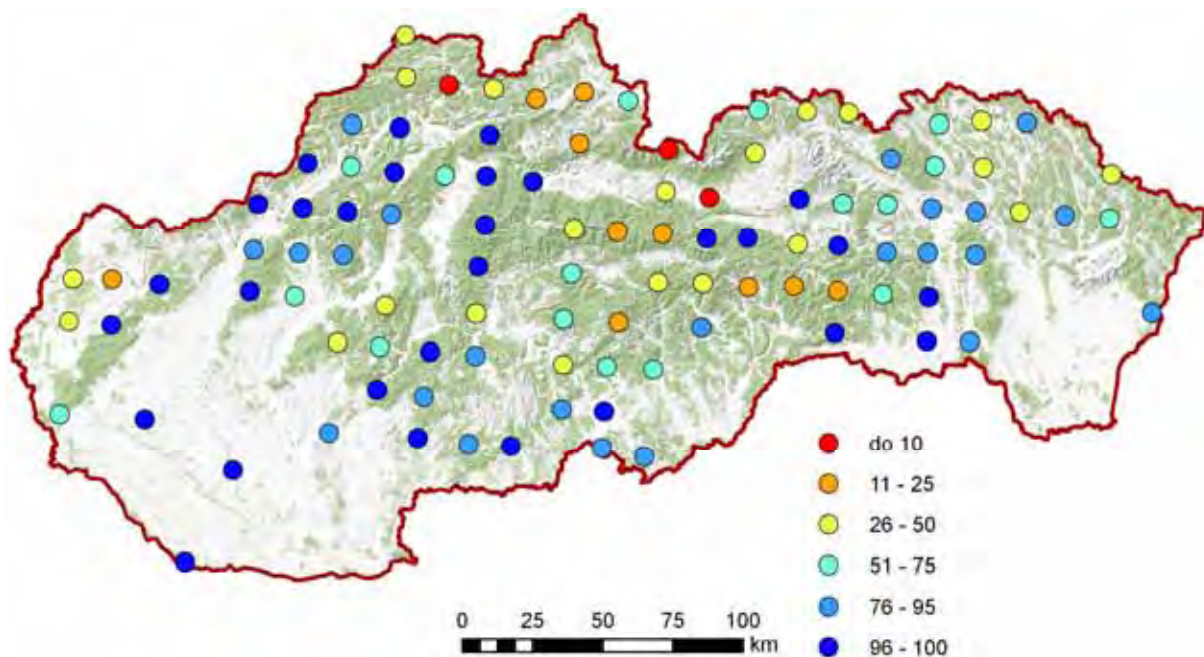


Obr. 3.82 Aktívna pôdna reakcia (pH-H<sub>2</sub>O) v pôde v hĺbke 0-10 cm



Obr. 3.83 Aktivna pôdna reakcia (pH-H<sub>2</sub>O) v pôde v hĺbke 10-20 cm

Pôdna reakcia tesne súvisí so stavom sorpčného komplexu – s kationovou výmennou kapacitou (CEC), obsahom jednotlivých výmenných bázičkových a kyslých kationov a nasýtením bázami (BS). Súčasťou zisťovania v projekte BioSoil bolo meranie jednotlivých výmenných kationov a následné výpočty odvodených charakteristík. Ako príklad tu na obr. 3.84 uvádzame priestorovú distribúciu hodnôt nasýtenia bázami v hĺbke 0-10 cm. Aj z tejto mapky vyplýva, že v hodnotenom súbore plôch prevažujú pôdy s nasýtením nad 50 % (teda nasýtené pôdy), extrémne nízke hodnoty nasýtenia bázami (pod 10 %) boli len na troch plochách na minerálne veľmi chudobných substrátoch vo vyšších polohách.



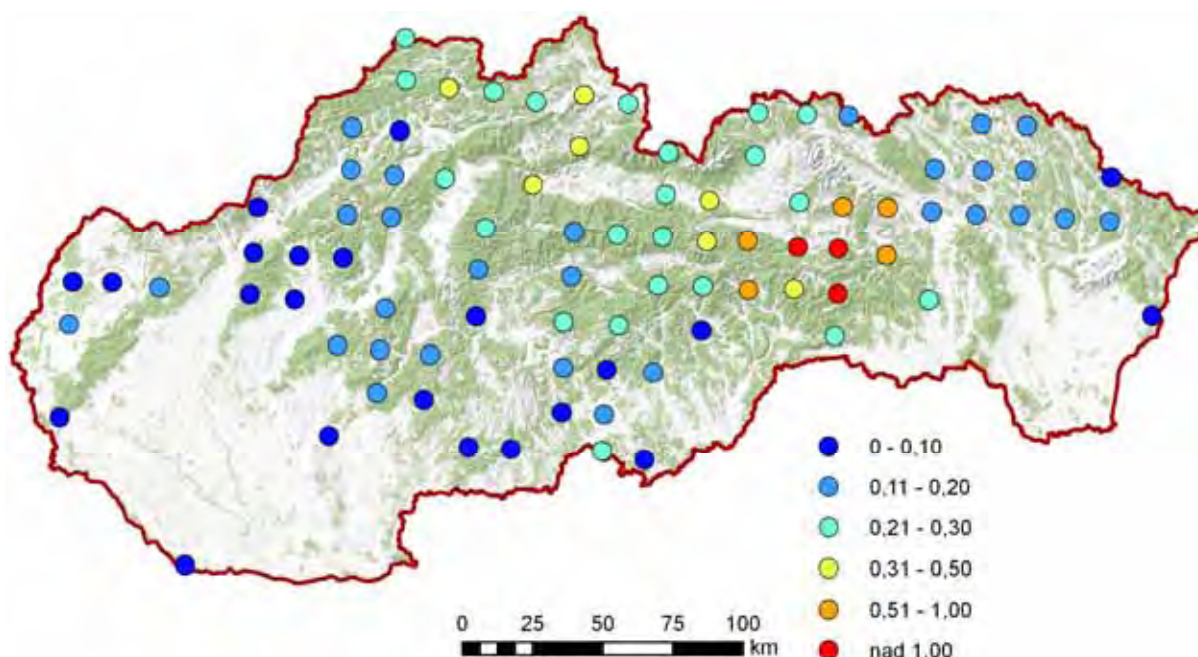


Obr. 3.84 Nasýtenie bázami v hĺbke 0-10 cm (%)

Ďalšou skupinou veličín je obsah niektorých mikroelementov, resp. rizikových prvkov v pôdach. Merané boli koncentrácie jednotlivých prvkov v extrakte lúčavky kráľovskej („pseudototal“). V predchádzajúcom hodnotení sa merali koncentrácie kadmia, olova, medi a zinku, tentoraz bol zahrnutý aj chróm a ortuť.

Ako príklad tu uvádzame hodnotenie zisteného stavu pre ortuť. Prirodzený obsah ortuti v horninách i v pôdach je vo všeobecnosti veľmi nízky. Podľa geochemického atlasu - časť V. (Čurlík, Šefčík 1999) je obsah Hg v pôdach na Slovensku v porovnaní s pozad'ovými hodnotami pre svetové pôdy o poznanie vyšší, čo súvisí najmä so spaľovaním fosílnych palív a rozptýlením emisií zo závodov na spracovanie kovov, ale aj s cezhraničným prenosom Hg a aplikáciami chemikálií s obsahom Hg. Podľa našich meraní sa hodnoty koncentrácie ortuti vo vzorkách zo subhorizontu Ool pokrývkového humusu pohybovali v rozpätí 0,024 – 1,017 mg.kg<sup>-1</sup>, mediánová hodnota je 0,102 mg.kg<sup>-1</sup>, aritmetický priemer 0,131 mg.kg<sup>-1</sup>. Vo vzorkách subhorizontu Oof (prípadne spolu s Ooh) boli namerané hodnoty 0,057 až do 9,518 mg.kg<sup>-1</sup>, mediánová hodnota je 0,151 mg.kg<sup>-1</sup> a aritmetický priemer je 0,324 mg.kg<sup>-1</sup>. Vo vzorkách z hĺbky 0-10 cm boli namerané hodnoty 0,019 až 12,20 mg.kg<sup>-1</sup>, mediánová hodnota je 0,123 mg.kg<sup>-1</sup> a aritmetický priemer je 0,337 mg.kg<sup>-1</sup>. Vyššie hodnoty koncentrácií Hg sú lokalizované do oblastí s výskytom rúd (geochemické anomálie), ale najmä do oblasti stredného a dolného Spiša (stredná časť povodia Hnilca a Hornádu). Namerané hodnoty indikujú výraznú kontamináciu pôd ortuťou.

V mapovej podobe sú zistené koncentrácie Hg v subhorizonte Oof jednotlivých monitorovacích plochách znázornené na obr. 3.85.

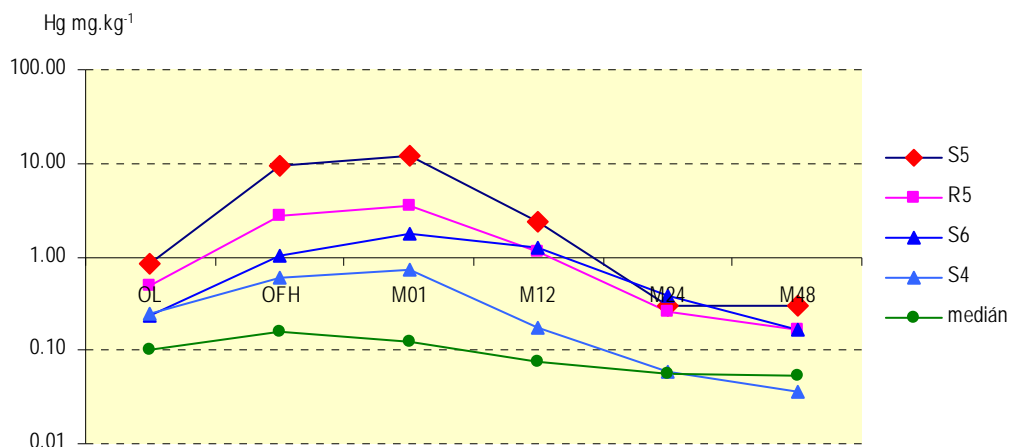


Obr. 3.85 Obsah ortuti (Hg) v subhorizonte Oof pokrývkového humusu (mg.kg<sup>-1</sup>)

Na obr. 3.86 je znázornený profilový priebeh koncentrácií Hg na štyroch plochách z oblasti Spiša (monitorovacie plochy R5, S4, S5 a S6), na ktorých je zjavná kontaminácia pôd ortuťou. V hĺbke subhorizontu Oof, resp. Oofh a v hĺbke minerálnej pôdy 0-10 cm (v grafe značené ako M01) sú v prípade plochy S5 o dva rády (takmer 100-násobne) vyššie koncentrácie oproti stredným hodnotám za celý súbor TMP. Tieto výsledky hodnotenia priebehu koncentrácií ortuti v jednotlivých hodnotených hĺbkach pôdneho profilu čiastočne reflektujú tvorbu organických komplexov (a teda akumuláciu ortuti vo vrstve s vyšším obsahom organickej pôdnej hmoty – humusu, ale korešpondujú veľmi dobre najmä s poznatkami o reakcii na zlepšenie kvality ovzdušia a zníženie imisí jednotlivých rizikových prvkov, ktoré uvádza Šály a kol. (1999). Kým v období najvyšších imisných vstupov boli najvyššie koncentrácie rizikových prvkov v Ool subhorizonte (v opade), v súčasnosti sú v tomto



povrchovom subhorizonte koncentrácie už nižšie, v súčasnosti kulminujú tieto koncentrácie v subhorizontoch Oof a Ooh, prípadne v A horizontoch takto kontaminovaných pôd v dôsledku postupnej inkorporácie humifikovaných zložiek obsahujúcich vysoké koncentrácie týchto prvkov.



Obr. 3.86 Priebeg koncentrácie ortuti na kontaminovaných plochách v pôdnom profile

### 3.3.2 Prehľad výsledkov z prieskumu indikátorov biodiverzity v rámci projektu BioSoil

Modul „biodiverzita“ v rámci projektu BioSoil bol zameraný hlavne na vykonanie inventarizácie východiskového stavu vybratých indikátorov biodiverzity a overenie metód a postupov pre ich získavanie a hodnotenie v rámci európskych krajín zúčastnených v projekte.

Ciele a plánované výsledky možno podrobnejšie definovať nasledovne:

- vypracovanie demonštračnej štúdie zberu informácií o biodiverzite lesa na európskej úrovni a demonštrovanie ich použitia na plochách I. úrovne,
- na plochách I. úrovne monitoringu klasifikácia podľa európskych typov lesa definovaných EEA (2006) a vykonanie harmonizovaného hodnotenia lesných habitátov v Európe,
- testovanie vybratých významných indikátorov biodiverzity lesa v celoeurópskom rámci a vypracovanie praktickej metodiky,
- tvorba základného (východiskového) systému na integráciu ďalších informácií o biodiverzite a faktoroch ovplyvňujúcich biodiverzitu v už bežiacich projektoch,
- návrh viacstupňového prístupu ku kvantifikácii biodiverzity lesov v Európe a monitoringu jej zmien v čase a priestore.

Na Slovensku sa inventarizácia východiskového stavu vybraných indikátorov biodiverzity sa realizovala na 109 trvalých monitorovacích plochách (TMP) 16x16 km (extenzívny monitoring), ktoré sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch. Na plochách po plánovanej obnovnej alebo aj náhodnej ťažbe, teda na plochách, kde v čase prieskumu nebol lesný porast, sa indikátory biodiverzity nezisťovali.

Terénne práce so zameraním na veličiny súvisiace s druhovou a štruktúrnou biodiverzitou sa realizovali v rokoch 2006-2007. Údaje obsahovali lokalizáciu, klasifikáciu TMP podľa rôznych kategórií, hrúbku a druh dreveniny, výšku stromov a nasadenia koruny, údaje o mŕtvom dreve (druh ležaniny, drevenina, priemer v strede, dĺžka, stupeň rozkladu), zápoj, súpis druhov bylinnej vegetácie na stanovenej ploche, pokryvnosť v %.

Po ukončení prác boli všetky údaje odoslané do koordinačného centra v JRC v Ispre, kde nasledovali kontrolné testy databáz.

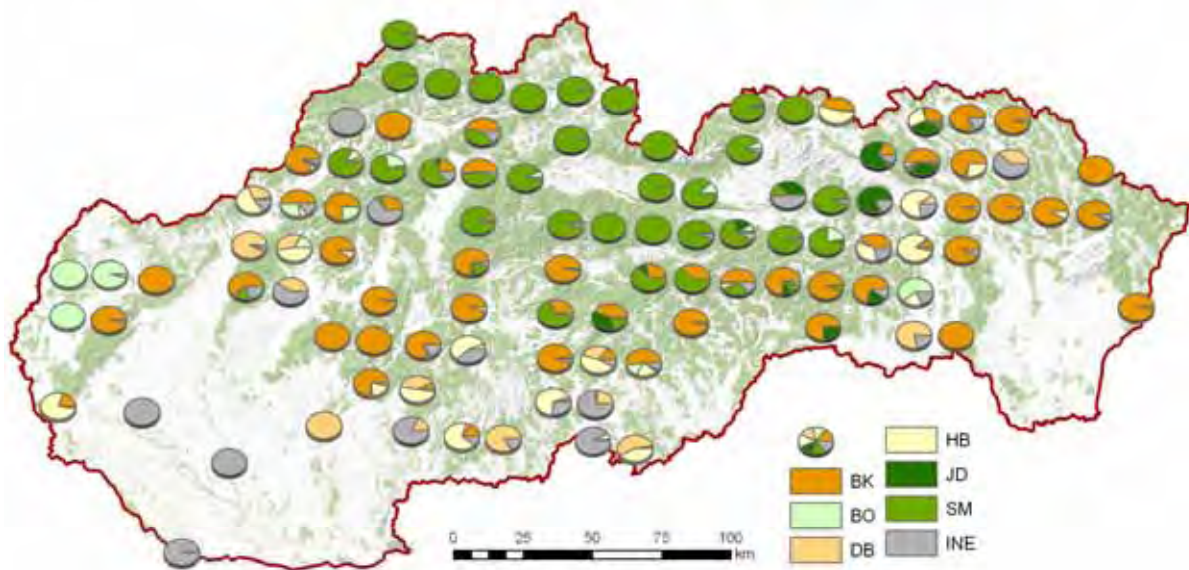
### Prehľad drevinového zloženia na TMP

Na základe porastových charakteristík získaných na trvalých monitorovacích plochách bol zostavený mapový prehľad drevinového zloženia na jednotlivých plochách (obr. 3.87). Pre prehľadnejšie zobrazenie boli vybraté najviac zastúpené hlavné dreviny buk (BK), dub (DB), hrab (HB) a z ihličnanov smrek (SM), jedľa (JD) a borovica (BO). Všetky ostatne dreviny boli označené ako „iné“.

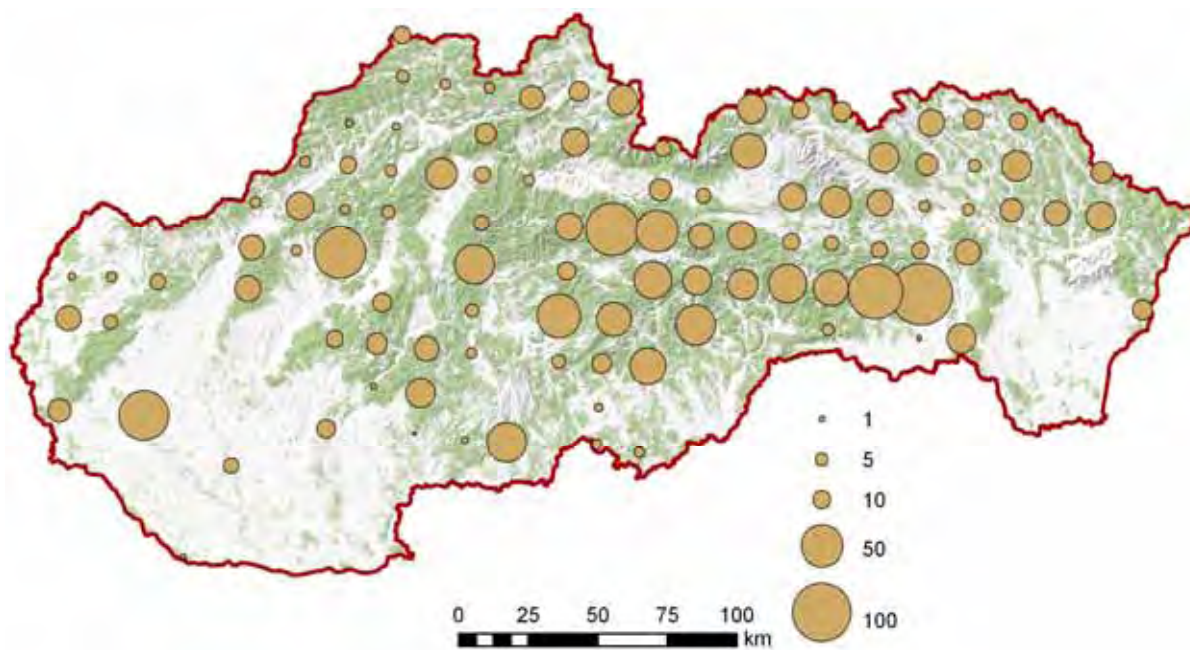
### Mŕtve drevo

Na všetkých plochách TMP bolo podľa metodiky zisťované množstvo a stupeň rozkladu mŕtveho dreva. Tento indikátor sa považuje v súčasnosti za dôležitý pre hodnotenia stavu lesa z viacerých hľadísk – od celkovej akumulácie a bilancie uhlíka až po indikáciu biologickej diverzity vyšších i nižších rastlín a živočíchov.

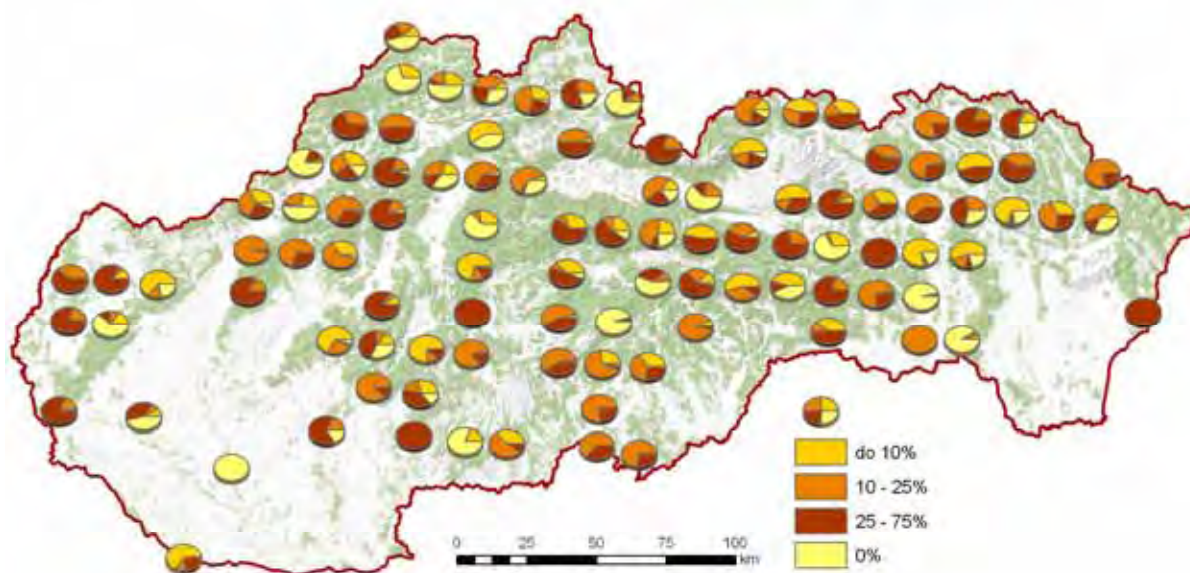
Sucháre, pne a ležanina boli zatriedované do 4 tried podľa stupňa rozkladu : 1. tr. – 0%, 2. tr. – <10 %, 3. tr. – 10-25 %, 4. tr. – 25-75 %. Ďalej boli merané parametre potrebné pre výpočet objemu a následne bol vypočítaný objem mŕtveho dreva na jednotlivých plochách a zásoba v prepočte na 1 hektár. Na základe takto zisťovaných dát boli zostavené prehľady o reálnej zásobe odumretého dreva na ha a podielu odumretého dreva podľa stupňov rozkladu. Mapové výstupy pre tieto veličiny sú na obr. 3.88 a 3.89.



Obr. 3.87 Zastúpenie drevín na trvalých monitorovacích plochách



Obr. 3.88 Zásoba mŕtveho dreva na trvalých monitorovacích plochách (v  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ )



Obr. 3.89 Podiel mŕtveho dreva na plochách podľa stupňa rozpadu

## Prízemná vegetácia

Pre popis a kvantifikáciu znakov druhovej diverzity existuje viacero techník a metód. Pravdepodobne najčastejšie používaná je metóda indexov. Existuje veľké množstvo spôsobov, ktorými je možné biodiverzitu hodnotiť, ale v podstate každý s nich je založený na minimálne jednom s troch nasledujúcich znakov (Bruciamacchie, 1996): druhovej bohatosti, druhovej vyrovnanosti a druhovej heterogenite. Druhá diverzita bola vyjadrená biodiverzitnými indexami, ktoré predstavujú presne definované a teda aj objektivizované parametre umožňujúce hodnotiť floristickú diverzitu spoločenstiev.

Hodnotenie diverzity rastlinných spoločenstiev bolo spracované súhrnne pre všetky plochy TMP na základe 109 fytocenologických zápisov. Vyhodnotené boli nasledovné indexy diverzity: Shannon-Wienerov, Simpsonov a Pielouov index vyrovnanosti. Index boli vypočítané v programe Juice (Tichý, 2002). Druhy prítomné vo viacerých vrstvách boli zlúčené do jednej vrstvy. Hodnoty ich pokryvnosti v rôznych vrstvách boli sumarizované s využitím programu Juice špecifickým spôsobom tak, aby súčet neprekročil 100%.

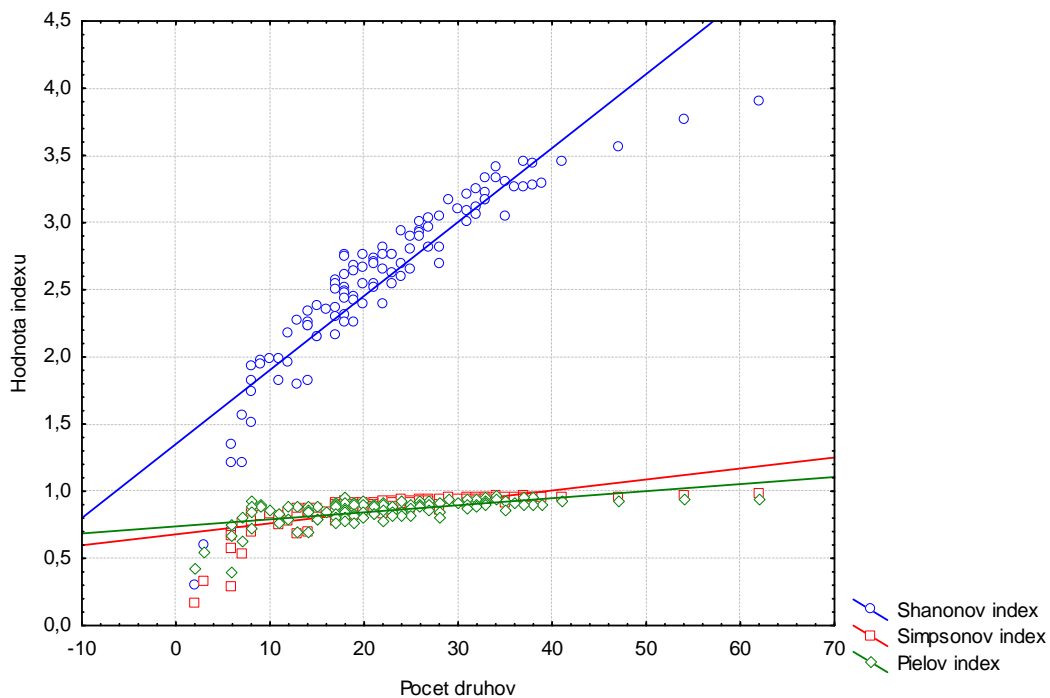
Pre účely výpočtu indexov boli použité dáta všetkých vrstiev, pričom ale dáta druhov vyskytujúcich sa vo viacerých vrstvách (kry, stromy) boli zlučované a ich pokryvnosť bola vypočítaná podľa postupov programu Juice.

Shannonov index – celkovej druhovej diverzity, ktorý v sebe spája zložku druhovej bohatosti a zložku vyrovnanosti je závislý od veľkosti plochy. Jeho hodnota rastie s počtom druhov a s vyrovnanosťou čo je viditeľné aj z grafu (obr. 3.90), v ktorom sú početnosti druhov a indexy vyjadrené v relatívnych hodnotách aby bol graf prehľadnejší. Hlavnou nevýhodou tohto indexu je, že nemožno kontrolovať, či je veľkosť výslednej hodnoty zapríčinená počtom druhov alebo vyrovnanosťou.

Simpsonov index – pre charakteristiku spoločenstva je najjednoduchším merítkom, ktoré uvažuje tak s početnosťou ako i s druhovým bohatstvom. Jeho hodnoty sa pohybujú v rozmedzí od 0 do 1, s pribúdajúcou diverzitou hodnota indexu narastá a naopak.

Pielouov index – charakterizuje stupeň rovnomernosti (vzájomnej vyváženosti) v zastúpení jednotlivých druhov v spoločenstve. Pri úplne vyrovnanom zastúpení druhov v populácii sa indexy vyrovnanosti rovnajú maximálnej hodnote 1.

Porovnali sme relatívne hodnoty indexov diverzity a počtu druhov na TMP. So zmenou druhovej bohatosti najviac reagujú indexy druhovej heterogénnosti (Shannonov a Simpsonov index) a menej index vyrovnanosti (Pielouov index).



Obr. 3.90 Porovnanie hodnôt indexov diverzity ku počtu druhov na ploche



### 3.3.3 Prehľad stavu riešenia demonštračných akcií D1, D2 a D3

Podobne ako v rámci schémy Forest Focus sa realizovali demonštračné projekty nad rámec bežných zisťovaní na plochách I. aj II. úrovne monitoringu, aj projekt FutMon obsahuje nové prvky a zložky. V tomto prípade však ide o akcie, ktoré sa realizujú len na menšom počte plôch II. úrovne – potenciálnych „jadrových“ plochách. Tematicky sú viazané na problematiku vitality a adaptácie stromov (D1), kolobehu živín a kritických záťaží (D2) a vodnej bilancie (D3).

Medzi plochy s overovaním nových zisťovaní a nových metód bolo možné zaradiť iba plochy s prebiehajúcimi kompletnými zisťovaniami v rámci intenzívneho monitoringu. Pri výbere konkrétnych plôch bolo potrebné brať do úvahy viaceré faktory vrátane dostupnosti plôch a perspektívy prežitia lesných porastov. Zvlášť pri smrekových plochách bol výber z dôvodu kalamitného rozpadu smrečín na Slovensku a častého vzniku nových ohnísk podkôrneho hmyzu problematický. Monitorovacia plocha TMP 209 Grónik I bola v roku 2008 nahradená novou plochou (210 - Grónik II). Plocha 207 Tatranská Lomnica je v súčasnosti taktiež značne poškodená, najmä okraje porastu, využívané pre hodnotenie poškodenia ozónom a iné prieskumy, sú už prakticky rozpadnuté. Z uvedeného dôvodu bola v roku 2009 založená na lokalite Železnô nová monitorovacia plocha (TMP 212), ktorá reprezentuje porasty smreka obyčajného. Druhou plochou založenou v roku 2009 je monitorovacia plocha v poraste duba zimného na lokalite Žibritov (TMP 211), ktorá v súbore plôch intenzívneho monitoringu prakticky od začiatku absentovala. Z plôch intenzívneho monitoringu (II. úrovne) boli teda pre účel demonštračných aktivít D1, D2 a D3 vybrané nasledovné plochy:

1. TMP Žibritov (reprezentuje lesné spoločenstvá duba zimného)
2. TMP Turová (reprezentuje bukové lesné ekosystémy)
3. TMP Poľana – Hukavský grúň (reprezentuje stredohorské porasty karpatskej zmesi buka, smreka, jedle)
4. TMP Železnô (reprezentuje smrekové porasty ovplyvnené hospodárskou činnosťou)

Lokalizácia plôch zahrnutých do demonštračných aktivít je znázornená na obr. 3.91.



Obr. 3.91 Lokalizácia plôch s realizáciou akcií D1, D2 a D3

#### D1 Vitalita a adaptácia stromov

Hlavným cieľom demonštračnej akcie D1 je vyvinúť nové integrované kľúčové indikátory vitality stromov a poskytnúť tak nástroj pre monitoring vitality stromov na plochách európskeho monitoringu. Koordinujúcou krajinou je Nemecko (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt).

Realizácia akcie D1 vychádza z existujúcich prieskumov a zisťovaní na plochách II. úrovne, ktorých výsledky za rok 2008 a odpočet činností za rok 2009 boli prezentované v príslušných kapitolách v rámci 3.2: hodnotenia defoliácie a diskolorácie korún a prejavov poškodenia stromov, merania

a hodnotenia rastových procesov, opadu, fenológie (vizuálne hodnotenie) a meranie indexu listovej plochy (LAI – leaf area index).

V rámci demonštračnej akcie D1 bolo v rámci overovania nových metód na jednej ploche - TMP Poľana-Hukavský grúň - nainštalované a spustené do prevádzky zariadenie na automatické sledovanie a záznam fenologických fáz vybratých druhov drevín. Zariadenie pozostávajúce z digitálnej kamery a úložného zariadenia bolo v skúšobnej prevádzke od júna do novembra roku 2009. Získané záznamy boli archivované a budú predmetom hodnotenia a hlbšej technickej analýzy počas zimného obdobia.

Vzhľadom na revíziu plôch (založenie nových plôch) boli na novozaložených plochách Železnô a Žibritov počas roka 2009 nainštalované kruhové opadomery v počte 10 ks na každú plochu.

### **D2 Kolobeh živín a kritické záťaže**

Hlavným cieľom tejto demonštračnej akcie je rozvoj a zdokonalenie metód monitorovania v oblasti kolobehu živín a kritických záťaží. Koordinujúcou krajinou je Fínsko (Finnish Forest Research Institute – METLA).

Kolobeh živín v lesoch, zahrňujúci najmä depozičné vstupy, príjem stromami a iným rastlinami, výstup z vegetácie vo forme opadu a vylúhovania (leaching) a procesy v pôde (zvetrávanie, výmenu iónov, vylúhovanie) je jedným z kľúčových procesov vo fungovaní ekosystémov. V rámci projektu je konkrétnou úlohou akcie získať z rôznych častí Európy relevantné informácie potrebné pre aplikácie konceptu kritických záťaží na veľké územia.

Realizácia akcie D2 vychádza z existujúcich prieskumov a zisťovaní na plochách II. úrovne: hodnotenia depozičii, pôdneho roztoku, opadu a detailnejších listových analýz. Novým prvkom je bilancia živín v prízemnej vegetácii, ktorá bola odpočítovaná v kapitole 3.2.

Hlavným predpokladaným výstupom sú plochy vybavené príslušnými zberačmi vzoriek a meracími zariadeniami, údaje potrebné pre bilancie živín a hodnotenie kritických záťaží a ich prekračovanie. Odpočet sa v realizuje ku koncu roka 2010.

### **D3 Vodná bilancia**

Hlavným cieľom demonštračnej akcie D3 je rozvoj a implementácia modelov vodnej bilancie na plochách intenzívneho monitoringu, teda parametrizácia modelov vodnej bilancie, ich validácia a výber najvhodnejšieho modelu. Koordinujúcou krajinou je Nemecko (Byerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft - LWF), časť aktivít koordinuje Belgicko (INBO).

Na rozdiel od D1 a D2 je celá akcia D3 je postavená na nových meraniach a zisťovaniach.

V rámci monitoringu lesov Slovenska neboli doteraz systematicky zisťované charakteristiky týkajúce sa vlhkosti pôd alebo parametrov potrebných do modelov vodnej bilancie porastu. Aktivita D3 v projekte FutMon, preto vhodne dopĺňa súbor informácií o lesných ekosystémoch doteraz zisťovaných na plochách intenzívneho monitoringu.

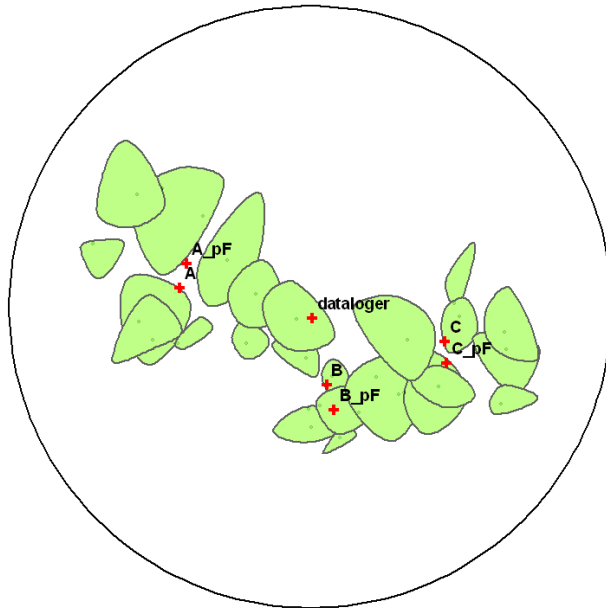
V prvom štvrtroku 2009 prebiehali v rámci projektu FutMon rokovania a predovšetkým príprava protokolov terénnych meraní pre prístupujúce záväzné aktivity. Pre aktivitu D3 je výsledkom protokol terénnych meraní (Field protocol). Podstatnou informáciou je, že na vybraných plochách intenzívneho monitoringu, ktoré majú potenciál stať sa v budúcnosti jadrovými plochami, budú prebiehať merania nasledovných (povinných) parametrov vodnej bilancie porastu:

- Objemová vlhkosť pôdy (obsah vody v pôde v %)
- Teplota pôdy
- Porastové zrážky
- Index listovej plochy
- Pôdny potenciál (voliteľný, môže byť odvodený na základe pF krivky a známej hodnoty SWC)

Protokol terénnych meraní súčasne upresňuje ďalšie metodické otázky, najmä čo sa týka časového a priestorového dizajnu meraní a odberov vzoriek pôdy pre stanovenie retenčných kriviek. Niektoré parametre, ako napríklad meranie porastových zrážok alebo indexu listovej plochy (LAI), sa prelínajú s manuálmi iných prieskumov. V zmysle manuálu terénnych meraní budú merania prebiehať na troch rôznych miestach v poraste (3 sondy) a v troch presne definovaných hĺbkach (0-20 cm, 20-40 cm, 40-80 cm) v rámci každej TMP, zahrnutej do prieskumu D3. V prípade, že hrúbka organickej vrstvy presahuje 5 cm, je povinné zabezpečiť merania aj v uvedenom substráte. Čo sa týka časového kroku meraní, pre väčšinu modelov vodnej bilancie sa štandardne využívajú údaje v dennom rozlíšení.

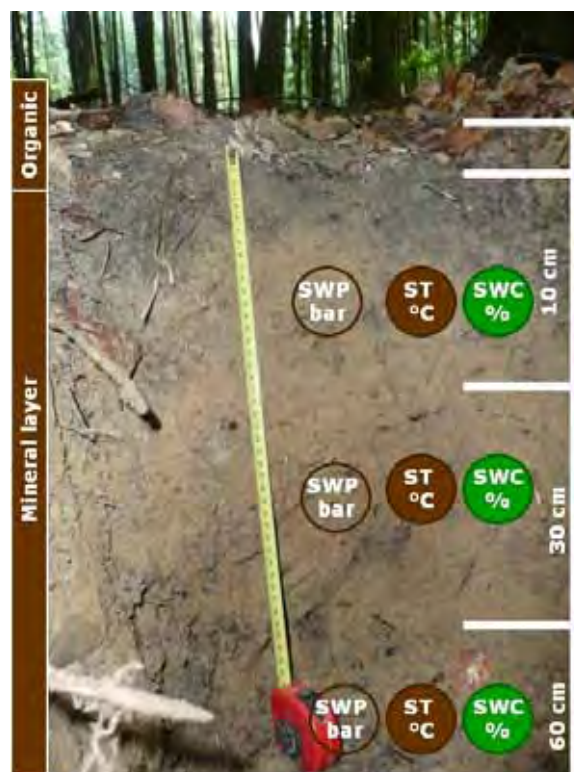


Povinne bude preto potrebné zaznamenávať minimálne 4 hodnoty počas dňa (t.j. aspoň každých 6 hodín). Detailnejšie údaje sú výhodou, ale nie sú povinné.



Obr. 3.92 Poloha sond (A-B-C) meraní pôdnej vlhkosti, príslušných sond pre odber vzoriek na pF krivky a globálneho datalogera v poraste duba zimného na TMP Žibritov

Prístroje boli inštalované v nárazníkovej zóne príslušnej monitorovacej plochy, tak aby štruktúra porastu v mieste meraní vystihovala variabilitu a pomery na ploche. Príklad priestorového dizajnu technického vybavenia a rozloženia sond v rámci monitorovacej plochy TMP Žibritov je uvedený na obr. 3.92. Schématické znázornenie umiestnenia jednotlivých senzorov v rámci sondy je na obr. 3.93.



Obr. 3.93 Dizajn umiestnenia meracích prístrojov v rámci sondy (SWP – vodný potenciál pôdy, ST – teplota pôdy, SWC – objem vody v pôde)

Na každej zo štyroch TMP, zaradených do prieskumu D3 boli inštalované prístroje na jednotnom princípe ako z hľadiska dizajnu, tak aj z hľadiska označenia a zapojenia senzorov do globálneho datalogera (ModuLog).

V záujme komfortnejšieho a efektívnejšieho obhospodarovania terénnych údajov, boli globálne datalogery navyše vybavené modemom na SIM kartu, ktorá využitím GPRS signálu umožňuje vysielanie a prenos meraných dát cez internetovú sieť priamo k užívateľovi. Vďaka tomuto systému je možné terénne dáta pravidelne prehliadať, kontrolovať a súbory ukladať priamo do lokálneho počítača. Online prenos umožňuje flexibilne reagovať na prípadné poruchy prístrojov v poraste a čiastočne tak šetrí personálne kapacity technických pracovníkov.

Údaje spravuje firma EMS Brno (Environmental Measuring Systems) a sú verejne prístupné na stránke <http://www.emsbrno.cz/p.axd/sk/Lokality.NLC.html>.

Príklad online výsledkov terénnych meraní pôdnej vlhkosti v rámci aktivity D3 je na obr. 3.94.

## Zelezno



Obr. 3.94 Príklad online prenosu údajov o pôdnej vlhkosti z TMP Železnô

Retenčné charakteristiky pôd hovoria o schopnosti pôdy sorpčnými a kapilárnymi silami viazať a zadržiavať v svojich priestoroch pôdnu vodu. Táto hydrofyzikálna charakteristika pôd je závislá najmä od textúry pôdy, podielu jednotlivých zrnitostných frakcií, objemovej hmotnosti, podielu

humusu, atď. Ide o vlastnosť stanovišťa, ktorá je relatívne stabilná. Pre stanovenie pedotransférových funkcií nie je preto potrebné vykonávať opakovaný monitoring pôd. Na druhej strane je potrebné prihliadať na veľkú priestorovú variabilitu distribúcie vody v pôde, a to tak v horizontálnom, ako aj vo vertikálnom smere. Odvodenie čo najpresnejších pF kriviek daného stanovišťa by malo preto vychádzať z odberov viacerých vzoriek jednak v rámci celej plochy (min 3 sondy), ale aj v rámci sondy (min 3 hĺbky a 3 opakovania v každej hĺbke). Táto časť riešenia sa realizuje v spolupráci s laboratóriom Výskumného ústavu pôdozvedectva a ochrany pôdy (VÚPOP).

V roku 2009 sa uskutočnil kruhový test na vybrané fyzikálne vlastnosti a veličiny (1st Soil Physical Ring Test), koordinovaný centrom FSCC (Belgicko). Do kruhového testu sa zaregistrovalo 27 laboratórií, z ktorých v stanovenom termíne 23 reportovalo svoje výsledky. Do štatistického vyhodnotenia bolo zahrnutých spolu 930 údajov. Výsledky nášho partnera pre stanovenie hydrofyzikálnych parametrov pôd (Laboratórium VÚPOPu, Bratislava) boli v kruhovom teste na pôdnu fyziku vyhodnotené ako uspokojivé. Podrobná správa o výsledkoch kruhového testu je uvedená na stránke <http://www.futmon.org/Results.htm>.



Obr. 3.95 Odber neporušených vzoriek pôd pre stanovenie retenčných charakteristík (foto Zuzana Sitková)



Obr. 3.96 Senzory na meranie objemovej vlhkosti pôdy, teploty pôdy a pôdneho potenciálu a dataloger na lokalite TMP Železnô (foto Z. Sitková)



### 3.4 ZABEZPEČENIE A RIADENIE KVALITY V CENTRÁLNO M LESNÍCKOM LABORATÓRIU

Programy pre zabezpečenie a riadenie kvality chemických analýz v lesníckom výskume, projektoch monitoringu lesa ako environmentálnom monitoringu sú veľmi dôležité pre zaručenie kvality a použiteľnosti analytických výsledkov a ich plnej porovnateľnosti medzi jednotlivými krajinami.

Pre zaručenie kvality analytických výsledkov v lesníckych projektoch je nutné, aby laboratórium malo QA/QC systém (quality assurance / quality control), ktorý kontroluje kvalitu všetkých výsledkov pred ich odoslaním.

Pre zabezpečenie vysokej kvality výsledkov vo všetkých laboratóriách, ktoré sa zúčastňujú projektu FutMon v roku 2009 boli organizované medzilaboratórne testy (interlaboratory tests - ILT) – pre oblasť vodných vzoriek (3. water ring test), pôdných vzoriek (6. soil ring tests) a pravidelný ILT pre asimilačné orgány (12. foliar ring test).

CLL pravidelne využíva nástroje na zabezpečenie a kontrolu kvality. Všetky analyzované parametre sa pravidelne kontrolujú pomocou merania referenčných materiálov, z ktorých sa robia kontrolné diagramy a všetky „quality a cross checks“ sú súčasťou jednotlivých „Protokolov o skúškach“.

Ako ďalší nástroj na zabezpečenie kvality výsledkov analýz CLL postupne spracováva vlastné národné rozsahy „prijateľných“ výsledkov pre jednotlivé veličiny v rôznych druhoch matric (pôda, asimilačné orgány, opad, depozície, pôdny roztok). Hodnota minima je daná u väčšiny parametrov hodnotou LOD (detekčný limit – limit of detection), u ostatných sa vypočítava ako 5 (10) percentil všetkých hodnôt. Hodnota maxima je vypočítaná ako 95 (90) percentil všetkých hodnôt. V tomto rozsahu by sa malo nachádzať 90 – 95 % všetkých výsledkov. Výsledky mimo rozsah je nutné preveriť, prípadne znovu analyzovať. Ako zdroj pre výpočet „prijateľného“ rozsahu slúžia výsledky analýz jednotlivých zložiek monitoringu I. a II. úrovne.

V I. polroku 2009 boli vzorky analyzované prístrojom ICP-AES, v júni bol zakúpený nový prístroj AAS – THERMO a vzorky sa začali analyzovať týmto prístrojom. Postupne boli vyvinuté a zavedené optimalizované nové analytické postupy pre všetky relevantné prvky, tieto postupy sa overili analýzou referenčných certifikovaných materiálov a v súčasnosti sa pre ne zhromažďujú výsledky analýz RM pre validáciu

V júni 2009 bol tiež zakúpený prístroj – TOC - na stanovenie celkového dusíka (TN) a rozpustného organického uhlíka (dissolved organic carbon - DOC) vo vodných vzorkách. Pre oba parametre boli vyvinuté a optimalizované analytické postupy, v súčasnosti sa zhromažďujú výsledky analýz referenčných materiálov pre validáciu.

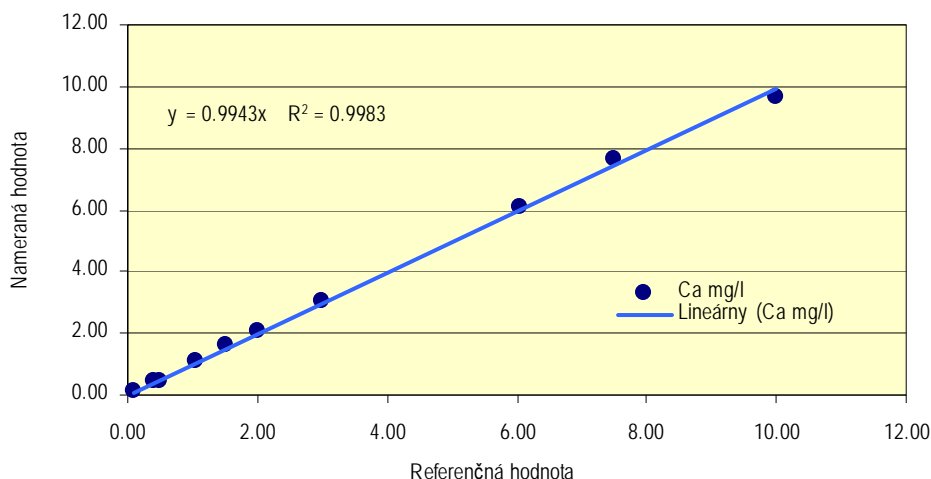
V roku 2009 bol zakúpený kolorimeter FARO 300 – Merck, ktorý umožňuje kolorimetrické stanovenie rôznych prvkov. Zatiaľ bol pre tento prístroj vyvinutý analytický postup stanovenia  $\text{NH}_4^+$  vo vodných vzorkách, v súčasnosti sa zhromažďujú výsledky analýz referenčných materiálov pre validáciu

#### ***Vodné vzorky – depozície, pôdny roztok***

V roku 2009 bolo v Centrálnom lesníckom laboratóriu prijatých a analyzovaných asi 600 vzoriek depozícií (mokrú depozícia, zmiešaná a porastová depozícia, hmla a stoky po kmeni) a 200 vzoriek pôdneho roztoku. Vzorky boli analyzované štandardnými analytickými postupmi v súlade s príslušným submanuálom ICP Forests (Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, Part VI), ktoré vychádzajú z ISO noriem. V I. polroku 2009 boli vzorky analyzované prístrojom ICP-AES, v II. polroku prístrojom AAS – THERMO.

V priebehu II. polroka 2009 sa spracovávali a overovali nové analytické postupy na prístroje Thermo - iCE 3000 series, FARO 300 – Merck a TOC-VCPF-Shimadzu. Analytické postupy sa overovali na vzorkách referenčných materiálov a vzorkách 3. ILT – voda. Výsledky týchto analýz sa zhromažďujú pre spracovanie kontrolných diagramov a validáciu analytických postupov.

Príklad verifikácie analytického postupu stanovenia Ca vo vode (pre rozsah stanovenia- 0,1 – 10,0  $\text{mg.l}^{-1}$ ) na prístroji Thermo -iCE 3000 series je uvedený na obr. 3.97.



Obr. 3.97 Stanovenie Ca vo vode - verifikácia

Interná kontrola kvality chemických analýz vzoriek vôd:

- Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
- Analýza blankov
- Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky, ich vyhodnotenie a sledovanie trendov
- Opakované meranie 10 % vzoriek
- Kontrola vzájomných pomerov parametrov vo vzorke pomocou iónovej bilancie, kontroly elektrickej vodivosti – nameranej, vypočítanej, kontroly pomeru Na/Cl

Pre kontrolu kvality analytických prác na prístrojoch AAS a TOC sa okrem rutinne používaných CRM (SP-SW 1 a 2) používajú vzorky analyzované v 3.ILT a lokálne referenčné materiály, pripravované v laboratóriu z jednoprvkových koncentrovaných referenčných materiálov.

Boli spracované „prijateľné“ národné rozsahy koncentrácií (pre všetky plochy) pre jednotlivé druhy zrážok a pôdny roztok. Minimum a maximum predstavujú 5 a 95 percentil, tieto hodnoty boli vypočítané z výsledkov analýz vzoriek depozícií získaných na TMP II. úrovne v rokoch 2006-2008.

Externá kontrola kvality chemických analýz vzoriek vôd:

- Účasť na národnom medzilaboratórnom teste organizovanom VÚVH Bratislava, 1x ročne, v rámci projektu AQA.
- Účasť v medzinárodnom teste - v roku 2009 sa konal 3. ILT pre vodné vzorky.

V 3. WRT boli analyzované 4 prírodné vzorky – 2 vzorky depozícií a 2 vzorky pôdneho roztoku a 4 syntetické vzorky – 2 pre stanovenie totálnej alkalinity a 2 pre stanovenie DOC a TN. Vzorky boli analyzované štandardnými analytickými postupmi, kationy boli stanovené ICP-AES.

CLL získalo Qualification Report, to znamená, že u všetkých parametrov min. 50% výsledkov bolo v povolenom limite. Až na dva parametre – Mg – (úspešnosť 75%) a N-NH<sub>4</sub> (úspešnosť 50%), všetky parametre mali úspešnosť 100%. Výsledky stanovení TN a DOC boli zaslané dodatočne, po zavedení a optimalizácii analytických postupov, na základe toho sme dostali „Requalification Report“, aj s vyhodnotením TN a DOC.

### **Rastlinné vzorky – asimilačné orgány, opady, drevo**

V roku 2009 sa v CLL analyzovali približne 200 vzoriek opadu a asi 50 vzoriek asimilačných orgánov a prízemnej vegetácie.

V I. polroku 2009 boli vzorky analyzované prístrojom ICP-AES (vzorky opadu), v II. polroku prístrojom AAS – THERMO (12. ILT, vzorky prízemnej vegetácie).

V roku 2009 po viacerých problémoch sa stanovila optimálna metóda mineralizácie organických vzoriek v mikrovlnnej peci Mars-X-pres. Postup riešenia problému aj s dosiahnutými výsledkami bol prezentovaný vo Varšave na mítingu vedúcich laboratórií FutMon. Overená metóda sa zaviedla do

rutinného používania a je vhodná pre 95 % vzoriek rastlinného materiálu, ako sú asimilačné orgány, opady, drevo, príp. iné organické materiály. Zlepšila sa úspešnosť v testoch Wepal. Metódu treba ešte preveriť pre atypické vzorky.

V priebehu II. polroka 2009 sa tiež spracovávali a overovali nové analytické postupy na prístroji AAS-Thermo -iCE 3000 series. Analytické postupy sa overovali na vzorkách referenčných materiálov a vzorkách ILT – foliar. Výsledky týchto analýz sa zhromažďujú pre spracovanie kontrolných diagramov a validáciu analytických postupov.

Interná kontrola kvality chemických analýz rastlinných vzoriek:

- Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
- Analýza blankov
- Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky, ich vyhodnotenie a sledovanie trendov
- Duplicitné meranie 10% vzoriek

Boli spracované „prijateľné“ národné rozsahy koncentrácií pre jednotlivé druhy drevín. Minimum a maximum predstavujú 10 a 90 percentil, tieto hodnoty boli vypočítané z výsledkov analýz vzoriek asimilačných orgánov získaných na TMP I. úrovne v roku 1993.

Externá kontrola kvality chemických analýz rastlinných vzoriek:

- Účasť na medzinárodnom programe WEPAL IPE - 4x ročne, v rámci projektu AQA
- Účasť na Forest Foliar Interlaboratory Test – 1x ročne

V roku 2009 boli analyzované 4 vzorky v rámci 12. Forest Foliar Interlaboratory Test 2009-10, výsledky boli odoslané do Forest Foliage Coordinating Centre - koncom roku 2009 a budú vyhodnotené začiatkom roka 2010.

V priebehu roka 2009 boli vyhodnotené a štatisticky spracované výsledky analýz 11. Forest Foliar Interlaboratory Test, ktorý sa uskutočnil v roku 2008. V rámci tohto testu sa analyzovali 4 vzorky asimilačných orgánov a odoslali sa výsledky pre 13 prvkov. Po vyhodnotení testov sme dostali Qualification Report, kde sme sa nekvalifikovali v prípade 2 prvkov – S a Cu, to znamená, že pre tieto 2 prvky výsledky 3 alebo 4 vzoriek nevyhoveli povoleným limitom.. Podľa pokynov QA/QC pracovnej skupiny projektu FutMon sme pre tieto parametre urobili rekvalifikáciu. Rekvalifikácia síry bola odsúhlasená 5. 6. 2009 a rekvalifikácia medi až 28. 9. 2009, po zavedení metódy mineralizačného rozkladu Mars X-pres a verifikácii merania na novom prístroji AAS Thermo.

### ***Pôdne vzorky – humusy, minerálne pôdy***

V roku 2009 CLL prijalo celkove asi 70 vzoriek minerálnej pôdy a humusu z nových monitorovacích plôch II. úrovne a analyzovalo štandardnými analytickými postupmi v súlade s manuálom ICP Forests.

V I. polroku 2009 boli vzorky analyzované prístrojom ICP-AES (6. ILT - pôda), v II. polroku prístrojom AAS – THERMO (vzorky pôd).

V priebehu II. polroka 2009 sa spracovávali a overovali nové analytické postupy na prístroji AAS - Thermo -iCE 3000 series pre všetky parametre, okrem fosforu, ktorý sa nedá stanovovať na AAS. Analytické postupy sa overovali na vzorkách referenčných materiálov a vzorkách 6. ILT-pôda. Výsledky týchto analýz sa zhromažďujú pre spracovanie kontrolných diagramov a validáciu analytických postupov.

Interná kontrola kvality chemických analýz vzoriek pôd a humusov:

- Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
- Analýza blankov
- Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky, ich vyhodnotenie a sledovanie trendov
- Duplicitné meranie 10% vzoriek
- Kontrola vzájomných pomerov parametrov vo vzorke - „Integrity check“ –



pomer pH – H<sub>2</sub>O – CaCl<sub>2</sub>, C/N, súčet zrnitostných frakcií...

V roku 2009 CLL naďalej využívalo zdokonalený systém riadenia a kontroly kvality chemických analýz pôdnych vzoriek kontrolou výsledkov pomocou „Integrity a Plausibility checks“ a pravidelným používaním referenčných materiálov.

V rokoch 2007 a 2008 sa so všetkými analýzami pôdnych vzoriek projektu Biosoil analyzoval okrem rutinne používaných RM a blankov aj FSCCref1. Výsledky analýz FSCCref1 sa od marca 2007 do júna 2008 posielali každé tri mesiace do FSCC. V januári 2009 FSCC poslalo celkové vyhodnotenie výsledkov analýz. Z tohto vyhodnotenia vyplýva, že priemerné hodnoty výsledkov jednotlivých parametrov namerané v CLL NLC sa veľmi nelíšia od priemeru všetkých laboratórií, ale rozptyl výsledkov nášho laboratória je často vyšší ako u ostatných laboratórií, zvlášť pre parametre s nízkou koncentráciou. To je dané zhoršenou citlivosťou prístrojov (ICP, AAS), na ktorých sme tieto výsledky získali. Pôdny referenčný materiál FSCCref1 sa v CLL naďalej používa pri všetkých relevantných analýzach pôd.

Boli spracované „priateľné“ národné rozsahy koncentrácií pre minerálnu pôdu a humus. Minimum a maximum predstavujú 5 a 95 percentil, tieto hodnoty boli vypočítané z výsledkov analýz vzoriek pôdy a humusu z TMP I. úrovne v rámci projektu Biosoil – 2006-2008. V tabuľke 3.75 uvádzame „priateľné“ hodnoty koncentrácií pre minerálnu pôdu a humus.

Tab. 3.75 Prijateľný rozsah výsledkov – minerálna pôda, humus

Druh pôdnej vzorky	Jednotka	Minerálna pôda		Pokrývkový humus	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Íl	%	6,91	42,96	-	-
Prach	%	25,71	76,14	-	-
Piesok	%	2,26	61,17	-	-
Org.hmota		-	-	0,22	2,74
pH-CaCl <sub>2</sub>		3,44	7,27	3,15	5,92
pH-H <sub>2</sub> O		4,18	7,80	3,99	6,54
Corg.	g.kg <sup>-1</sup>	4,51	85,88	232,98	491,33
N <sub>T</sub>	g.kg <sup>-1</sup>	0,31	5,90	10,01	20,60
Ekv CaCO <sub>3</sub>	g.kg <sup>-1</sup>	29,50	622,31	35,50	243,20
EA	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,63	6,52	0,56	4,98
Al <sup>3+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,10	5,02	0,06	2,67
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,28	25,76	5,31	33,64
Fe <sup>2+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,02	0,26	0,03	0,21
K <sup>+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,03	0,37	0,47	2,11
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,07	8,38	0,99	9,95
Mn <sup>2+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,01	0,43	0,07	1,64
Na <sup>+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,02	0,13	0,03	0,12
H <sup>+</sup>	cmol <sup>+</sup> .kg <sup>-1</sup>	0,16	0,86	0,38	2,11
Al-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	8095	46753	693	14116
Ca-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	171	87423	2659	39456
Cd-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	0,15	1,16	0,24	1,26
Cr-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	9,52	71,22	3,94	31,73
Cu-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	4,59	39,81	6,63	24,15

Druh pôdnej vzorky	Jednotka	Minerálna pôda		Pokrývkový humus	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Fe-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	7170	33319	904	15739
HgT	mg.kg <sup>-1</sup>	0,02	0,51	0,06	0,52
KAR	mg.kg <sup>-1</sup>	570	5508	899	3467
Mg-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	922	35876	564	10027
Mn-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	126	1980	179	3835
Na-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	36,90	541,20	32,84	263,45
Ni-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	7,82	104,20	5,28	29,37
P-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	229	1330	638	1420
Pb-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	9,89	65,29	8,07	66,50
Str	mg.kg <sup>-1</sup>	12,88	196,40	948	2708
Zn-AR	mg.kg <sup>-1</sup>	23,20	149,80	40,22	135,95
ReAl	mg.kg <sup>-1</sup>	782	6776	123	2175
ReFe	mg.kg <sup>-1</sup>	737	8144	179	3424

Externá kontrola kvality chemických analýz vzoriek pôd a humusov:

- Účasť na medzinárodnom programe WEPAL ISE - 4x ročne, v rámci projektu AQA
- V roku 2009 sa konal 6. ILT – FSCC – pôda.

V 6. ILT - FSCC bolo analyzovaných 5 vzoriek, z toho 3 vzorky minerálnej pôdy, 1 vzorka z organickej vrstvy (povrchového humusu) a 1 vzorka rašeliny. Stanovenie jednotlivých prvkov sa robilo na ICP, vzhľadom na zníženú citlivosť prístroja sú naše LOD a LOQ pomerne vysoké a koncentrácie blízke LOQ sú veľmi nepresné. Najviac hodnôt nad povolené limity bolo práve u vzoriek s koncentraciami blízкими LOD a LOQ.

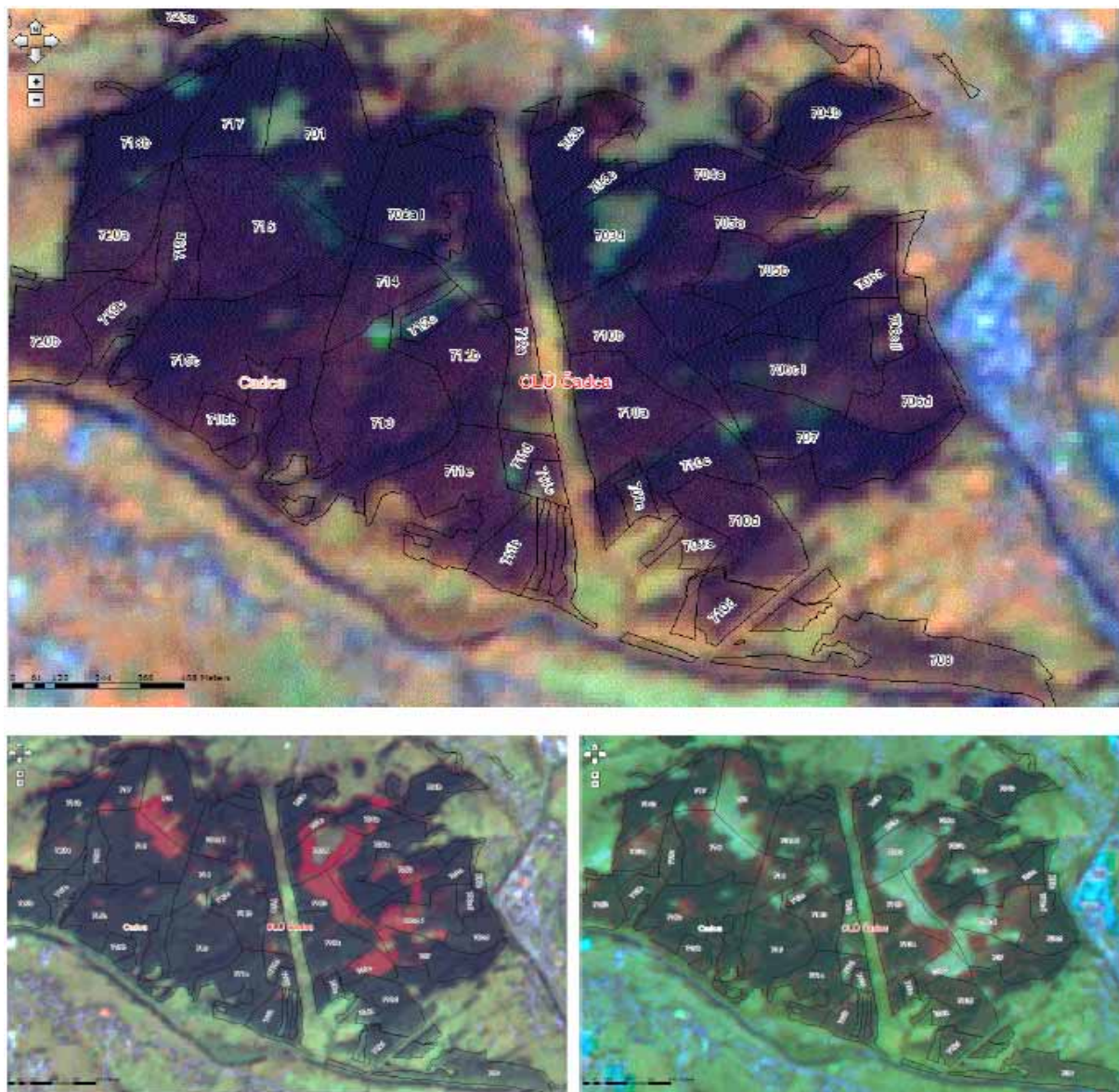
Všetky výsledky pred odoslaním boli podrobené „integrity checks“ a z nameraných hodnôt (6-10) boli vybrané hodnoty najbližšie strednej hodnote tak, aby ich rozptyl bol nižší, ako je „Intra-Laboratory Tolerable Limit“.

Qualification Report –parameter bol úspešný (passed), ak min. 50% vzoriek malo výsledky v stanovenom limite. CLL bolo v tomto ILT jedným z piatich laboratórií, ktoré sa vo všetkých povinných parametroch kvalifikovali. Z našich výsledkov len výsledky pre Cr-AR boli vyradené, úspešnosť 40%, t.j. výsledky pre 3 vzorky boli mimo povolených limitov. Vzorky boli analyzované znova, na AAS-Thermo, výsledky sme zaslali FSCC a dostali sme Requalification Report, kde výsledky Cr-AR boli všetky v stanovenom limite - úspešnosť teda bola 100 %.

### 3.5 AKTIVITY A APLIKÁCIE DIAĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME ZAMERANÉ NA HODNOTENIE STAVU LESNÝCH PORASTOV

V roku 2009 sme sa sústredili na realizáciu aktivít, ktorých cieľom bolo sprístupniť údaje diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) užívateľom, najmä vlastníkom lesov a štátnej správe lesného hospodárstva. Pripravili sme koncepciu tvorby regionálneho informačného systému (RIS) o zdravotnom, ekologickom a produkčnom stave lesných porastov (Barka, 2009). Prostredníctvom RIS chceme na internetovej sieti poskytovať informácie o aktuálnom stave lesných porastov, jeho zmenách, o reakcii lesných ekosystémov na zmeny prírodného prostredia a produkčných charakteristikách, ktoré sú založené na údajoch DPZ. Úlohami pripravovaného systému sú: zber a predspracovanie vstupných informácií, ukladanie a triedenie dát, ich analýza a spracovanie výstupov, ktoré budú následne publikované na internete. Hlavnými vstupmi do systému sú údaje DPZ v podobe satelitných snímok MODIS, Landsat, Spot a Aster.

Pri poskytovaní informácií o zdravotnom a ekologickom stave porastov sme sa v prvej fáze zamerali na mapovanie a dokumentáciu stavu smrečín a postupu ich hynutia. K tomu využívame satelitné snímky s rozlišovacou schopnosťou od 10 m do 30 m (Spot, Aster, Landsat). Tento subsystému RIS je testovaný v praxi v podobe pilotného projektu a prístupný je na adrese <http://www.nlcsk.sk/stales/> (obr. 3.99). V jeho webovej mapovej aplikácii (obr. 3.98) sú prístupné satelitné snímky, na ktorých je možné metódou vizuálnej interpretácie posúdiť stav lesných porastov k času získania satelitnej snímky. Okrem toho sú na stránke pripravené mapové kompozície, z ktorých môže vlastník, užívateľ lesa alebo pracovník štátnej správy vizuálnou interpretáciou usúdiť na zmeny v stave lesa za obdobie 2007–2008 a 2008–2009, a to pre územie s výskytom smrekových porastov. Orientácia v mape je zabezpečená pomocou hraníc obvodných lesných úradov, lesných hospodárskych celkov a lesných porastov.



Obr. 3.98 Ukážka z webovej mapovej aplikácie. Komplex smrekových porastov severne od Čadce. Hore: stav porastov k 23. 9. 2007. Nepoškodené ihličnaté, prevažne smrekové porasty, sa javia tmavohnedou farbou. Svetlo tyrkysovou farbou sa zobrazujú spracované kalamitné plochy. Tmavo tyrkysovou farbou sa zobrazujú ešte stojace, silne poškodené alebo odumreté porasty napadnuté podkôrnym hmyzom. Dole vľavo: zmena stavu medzi rokom 2007–2008. Dole vpravo: zmena stavu medzi rokom 2008–2009. Porasty kde došlo v uvedených obdobiach k zmene stavu lesa (z dôvodu ťažby, spracovania kalamity, odumretia alebo silného poškodenia porastov) sú zobrazené v rôznych odtieňoch červenej farby.



**Identifikácia zmien stavu lesa zo satelitných snímok**

Úvod | Mapová aplikácia | Manual

---

**Cieľ projektu**  
06.07.2009

Pilotný projekt je zameraný na hodnotenie stavu lesných porastov a postupu rozpadu smrečín z údajov diaľkového prieskumu Zeme.

Cieľová skupinu užívateľov tvoria:

- štátna správa
- obhospodarovatelia lesa

**Výstupy projektu**  
06.07.2009



Hlavným výstupom projektu je mapová aplikácia, zobrazujúca kompozície satelitných snímok, vhodné pre vizuálnu interpretáciu zmien stavu lesných porastov.

Aplikácia je prístupná cez internetový prehliadač. Zmeny v stave lesa sú zobrazené v odtieňoch červenej farby. Polohová lokalizácia je možná pomocou hraníc obvodných lesných úradov (OLÚ), lesných hospodárskych celkov (LHC) a porastov (JPRL).

**Novinky**  
06.01.2010  
Pridaná bola vrstva:  
- Zmeny stavu v období 2008 - 2009

25.09.2009  
Pridaná bola vrstva:  
- stav z 23. 9. 2007 - západné Slovensko

**Odkazy**  
Národné lešnické centrum  
Lesnícky výskumný ústav  
Forestportal.sk

**Kontakt**  
V prípade otázok a nejasností nás kontaktujte cez e-mail:  
Tomas.Rucha  
Ivan.Barka

**Kredit**  
V aplikácii využívame najmä satelitné snímky Landsat.  
Credit: Landsat satellite data courtesy of the U.S. Geological Survey (USGS).

Obr. 3.99 Úvodná stránka aplikácie zameranej na hodnotenie stavu a zmien stavu lesa zo satelitných snímok: <http://www.nlcsk.org/stales/>

## 4. AKTUÁLNA MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA A ĎALŠIE ZÁMERY MONITOROVANIA LESOV V EURÓPE

Európsky program monitorovania lesov má zo svojej podstaty medzinárodný charakter a celé jeho riešenie sprevádzajú rôzne typy konkrétnej spolupráce od organizačných pracovných stretnutí a odborných rokovaní o jednotlivých prieskumoch a zisťovaniach cez prípravu a pripomienkovanie rôznych dokumentov a správ, prípravu a zasielanie príslušných dátových súborov až po prezentáciu výsledkov na vedeckých konferenciách a iných podujatiach.

V tejto kapitole uvádzame ako súčasť odpočtu riešenia ČMS Lesy a projektu FutMon prehľad zahraničných pracovných ciest súvisiacich s riešením problematiky monitoringu lesov a prehľad organizovaných podujatí, ako aj informáciu o zámeroch a pripravovaných aktivitách pre monitoring lesov v Európe.

### **Prehľad podujatí, na ktorých sa zúčastnili riešitelia projektu počas roka 2009**

Kombinovaný úvodný míting projektu FutMon (Combined kick-off meeting) – plenárne zasadnutie, rokovania jednotlivých expertných panelov a pracovných skupín (stav korún, rast, pôda, pôdny roztok, meteorológia, depozícia, kvalita ovzdušia, listové analýzy, fenológia, QA/QC), rokovania podľa demonštračných akcií D1, D2, D3, stretnutie k administratívnym a finančným otázkam so zástupcami koordinujúceho pracoviska a EK, DG Environment, Unit LIFE. 12. – 16. 1. 2009, Hamburg, Nemecko. Účastníci: P. Pavlenda, T. Priwitzer, Z. Sitková, H. Pavlendová, S. Tóthová, A. Stančíková.

Workshop zameraný na vodný režim a merania vlhkosti pôdy (v rámci aktivity D3 projektu FutMon). 25. – 26. 3. 2009, Freising, Nemecko. Účastníčka: Z. Sitková.

Pracovné stretnutie pre výber plôch veľkoplošného monitoringu a harmonizáciu národných inventarizácií lesa (akcie L1 a L2 projektu FutMon). 18. – 21. 3. 2009, Florencia, Taliansko. Účastníci cesty: P. Pavlenda, V. Šebeň.

Zasadnutie expertného panelu pre biodiverzitu a prízemnú vegetáciu (EPBGV ICP Forests / FutMon), 21. - 23. 4. 2009, Rím, Taliansko. Účastník: F. Máliš

Kombinované pracovné stretnutie venované fenológii a meraniu LAI (indexu listovej plochy) v rámci akcií D1 a D2 projektu FutMon (Combined Field Course on Phenology and LAI). 5. - 7. 5. 2009, Ilirska Bistrica / Lipica, Slovinsko. v Slovinsku (Lipica). Účastníci cesty: Z. Sitková, T. Priwitzer, H. Pavlendová.

Task Force Meeting ICP Forests / Status workshop projektu FutMon. 23. – 28. 5. 2009. Sankt Petersburg, Rusko. Účastníci: P. Pavlenda, T. Priwitzer.

Interkalibračný kurz pre hodnotenie prízemnej vegetácie, 20. - 24. 7. 2009, Pian Cansilio, Taliansko. Účastníci: F. Máliš, A. Vodálová

Interkalibračný kurz pre hodnotenie defoliácie a poškodenia stromov (ICCC pre strednú Európu). 7. – 10. 7. 2009, Milovy, Česká republika. Účastníci cesty: M. Meňuš, J. Capuliak

Medzinárodná konferencia „*Long-term ecosystem research: Understanding the present to shape the future*“ k 15. výročiu dlhodobého výskumu lesných ekosystémov vo Švajčiarsku na tému. 7. – 11. 9. 2009, Zürich, Švajčiarsko. Účastník: Z. Sitková

Interkalibračný kurze pre hodnotenie viditeľného poškodenia vegetácie ozónom, 21. – 24. 9. 2009, Budapešť a Mátrafüred, Maďarsko. Účastníci: H. Pavlendová, F. Máliš

Pracovné stretnutie vedúcich laboratórií zúčastnených v programe monitoringu lesov. 11. – 13. 10. 2009, Varšava, Poľsko. Účastníci cesty: J. Ďurkovičová, D. Krupová.

Konferencia BioSoil: konferencia organizovaná EK, DG Environment za účelom prezentovania výsledkov oboch modulov (pôda, biodiverzita) demonštračného projektu BioSoil v rámci schémy Forest Focus. 8. – 10. 11. 2009, Brusel, Belgicko. Účastníci: P. Pavlenda, F. Máliš

Konferencia k budúcnosti monitoringu lesov v Európe („*Future forest monitoring in the European Union. Providing information for multifunctional forest management*“). 10. – 12. 11. 2009, Uppsala, Švédsko. Účastník: T. Priwitzer

Workshop pre prípravu a predkladanie údajov (Data submission workshop), 7. – 8. 12. 2009, Hamburg, Nemecko. Účastník: M. Kajba.

Informácie o vyššie uvedených podujatiach je možné získať na nasledovných internetových stránkach:  
[www.icp-forests.org/events](http://www.icp-forests.org/events)  
[www.futmon.org/events](http://www.futmon.org/events)

### **Organizované medzinárodné podujatia**

Popri aktívnej účasti riešiteľov projektu v zahraničí na rokovaníach, pracovných stretnutiach a konferenciách k problematike monitoringu lesov patrí k dôležitým prvkom v medzinárodnej spolupráci aj organizácia medzinárodných akcií. Na Slovensku boli v rámci programu monitoringu lesov zorganizované v roku 2009 dve medzinárodné podujatia:

Medzinárodný seminár „Monitoring prízemného ozónu a hodnotenie ozónových interakcií na Slovensku a v Českej republike“. 26. – 27. 3. 2009, Zvolen.

Česko-slovenský workshop k aktuálnym problémom monitoringu lesov. 17. – 19. 6. 2009, Zuberec.

### **Ďalšie zábery monitorovania lesov v Európe**

Pokračovanie a rozvoj európskeho monitoringu lesov v Európe sú požadované viacerými dokumentmi na úrovni EÚ. Monitorovací systém je aj medzi kľúčovými opatreniami Akčného programu EÚ pre lesy (Forest Action Plan – FAP). Mnohé informácie, ktoré poskytuje monitoring lesov sú priamo zaradené medzi kritériá a indikátory trvalo udržateľného obhospodarovania lesov (sustainable forests management – SFM), ktoré boli prijaté v rezolúcii Medzinárodných konferencií o ochrane lesov v Európe (MCPFE) a ktoré odpočítujú jednotlivé európske krajiny. Monitoring však poskytuje informácie a poznatky v širšom environmentálnom rámci - v súlade s viacerými hlavnými medzinárodnými dohovormi vrátane Rámcového dohovoru o klimatickej zmene (FCCC) či Dohovoru o biologickej diverzite (CBD). Napriek tomu v súčasnosti monitoring lesov nie je upravený nariadením na úrovni EÚ (ako to bolo od počiatku programu ICP Forests a neskôr v rámci schémy Forest Focus).

Vzhľadom na to, že projekt FutMon v rámci nástroja pre životné prostredie LIFE+ bol z dôvodov výšky plánovaného rozpočtu a spôsobu financovania jednotlivých výziev oproti pôvodnému zámeru skrátený iba na dva roky (2009-2010), bolo potrebné pripraviť návrh projektu pre ďalšiu výzvu v rámci LIFE+ pre roky 2011-2013. Preto sa rozhodlo o príprave nového projektu – opäť pod vedením tímu PCC ICP Forests, resp. koordinujúceho tímu FutMon z vTI v Hamburgu. Názov projektu je „Lesy v Európskej únii – poskytovanie politicky relevantných informácií“ (Forests in the European Union - Provision of politically relevant information (**ForEU**)). Jeho štruktúra je podobná ako štruktúra doterajšieho monitoringu. Hlavnými zložkami sú extenzívny veľkoplošný monitoring (large-scale monitoring - akcia L3) a intenzívny monitoring (intensive monitoring – akcia IM2). Intenzívny monitoring by sa mal realizovať v dvoch úrovniach: v obmedzenom rozsahu (vybraté prieskumy) na „základných IM plochách“, a v rozšírenom rozsahu s podrobnými zisťovaniami na „jadrových plochách“, kde by sa mali zahrnúť aj aktivity overované v súčasnosti v rámci akcií D1, D2 a D3. Na obmedzenom počte plôch by sa mali testovať nové prvky v rámci akcií D4 až D9 (pôdna biodiverzita, toky uhlíka, epifytické machy a pod.). Súčasťou návrhu sú akcie M pre koordináciu celého projektu, národné koordinácie, koordinácie jednotlivých zložiek a prieskumov, ako aj pre propagáciu informácií a poznatkov z projektu a akcie E pre vyhodnocovanie jednotlivých riešených tém.

Návrh projektu bol podaný k termínu výzvy, o jeho schválení sa rozhodne počas roka 2010.

Popri konkrétnych krokoch pre realizáciu monitoringu lesov formou prípravy projektu ForEU bola dôležitá aj konferencia v Uppsale k problematike budúcnosti monitoringu lesov v EÚ „*Future forest monitoring in the European Union. Providing information for multifunctional forest management*“, ktorú pripravilo Švédsko ako krajina predsedajúca EÚ v druhom polroku 2009. Hlavným cieľom bolo podporiť program európskeho monitoringu lesov a prerokovať a identifikovať aktivity potrebné pre budúci monitoring lesov vrátane legislatívnych opatrení a finančnej podpory. Vychádza sa pritom z poznania, že pre vyvážené rozhodovanie a riadenie v lesoch z hľadiska produkcie dreva a iných zdrojov na jednej strane a zachovania biodiverzity a plnenia funkcií a služieb lesných ekosystémov na druhej strane sú potrebné podrobné informácie o stave a vývoji lesov v Európe.

Záver z tejto konferencie sú signálom pre ďalšie kroky v konkrétnej politike EÚ a členských krajín.



## 5. ZÁVER

Informácie a poznatky z monitoringu stavu lesov v Európe i na Slovensku, ktorý prebieha už 23 rokov, mali dopad aj na reálne politické a legislatívne rozhodnutia, ktoré viedli k zlepšeniu stavu z hľadiska znečistenia ovzdušia v Európe. Viaceré veličiny zisťované v rámci monitoringu sa stali záväznými indikátormi trvalo udržateľného obhospodarovania lesov, definovanými v rámci Ministerských konferencií o ochrane lesov v Európe (MCPFE).

Monitoring lesov na Slovensku je dôležitou súčasťou monitorovacieho a informačného systému o životnom prostredí Slovenskej republiky. Zároveň prirodzene reaguje na aktuálne dianie v Európe a rozširuje sa o nové témy, súbory veličín a spôsoby spracovania výsledkov. Poskytuje informácie o vývoji rôznych faktorov – antropogénnych i prírodných - ovplyvňujúcich stav lesov a informácie pre analýzy priestorové hodnotenia.

Po vypršaní platnosti nariadenia Forest Focus v roku 2006 (hoci implementácia niektorých častí národných programov Forest Focus končila až v roku 2008) bolo z hľadiska legislatívy a spolufinancovania zo strany EK určité vákuum a menili sa podmienky pre realizáciu monitoringu lesov. Problematika monitoringu lesov sa zahrnula medzi možné opatrenia v rámci nástroja pre životné prostredia LIFE+. Podaný návrh projektu FutMon ((Ďalší rozvoj a implementácia monitorovacieho systému lesov na úrovni EÚ - Further development and implementation of an EU-level Forest Monitoring System) bolo potrebné upraviť a v súčasnosti je schválený na roky 2009-2010.

Rok 2009 bol teda prvým rokom realizácie projektu FutMon a zároveň rokom prípravy návrhu nového nadväzujúceho projektu ForEU (Lesy v Európskej únii – poskytovanie politicky relevantných informácií - Forests in the European Union - Provision of politically relevant information).

## 6. LITERATÚRA

- ASTA, J. ERHARDT, W., FERRETTI, M., FORNASIER, U., NIMIS, P. L., PURVIS, O.W., PIRINTSOS, S., SCHEIDEGGER, C., VAN HALUWYN, C., WIRTH, V., 2002:** Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Environmental Quality. In: NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C., WOLSELEY, P. A. (eds) *Monitoring with Lichens*. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic. 273-279.
- BALLS, G., R., PALMER-BROWN, D., COBB, A., H., SANDERS, G., E., 1995:** Towards unravelling the complex interactions between microclimate, ozone dose, and ozone injury in clover. *Water Air and soil Pollution*, Vol. 85., No. 3, 1995, s. 1467 – 1472
- BALAJKA, J., LAPIN, M., MINĎÁŠ, J., ŠŤASTNÝ, P., THALMEINEROVÁ, D., 2005:** Štvrtá národná správa o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu. MŽP SR, Bratislava 2005. s. 17-19, 85-89.
- BARKA I., 2009:** Návrh regionálneho informačného systému ekologického a produkčného stavu lesa na báze údajov DPZ. In: Bucha, Pavlendová (ed.): *Zborník vedeckých prác zo seminára „Diaľkový prieskum Zeme – lesy v meniacich sa prírodných podmienkach“*. NLC Zvolen, s. 123–142.
- BIČÁROVÁ, S., FLEISCHER, P., 2007:** Modelovanie koncentrácií prízemného ozónu pomocou modelu MetPhoMod v oblasti Vysokých Tatier. In: Střelcová, K., Škvarenina, J., Blaženec, M. (eds.): *Bioclimatology and Natural Hazards*, Interanational Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, 2007
- BRASLAVSKÁ, O., KAMENSKÝ, L., 1996:** Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava. 22 s.
- BRÉDA, N., J., 2003:** Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 54, No. 392, pp. 2403-2417.
- BUCHA, T. a kol., 1998:** Čiastkový monitorovací systém lesy – Manuál metód a kritérií pre harmonizáciu odberov, hodnotenia a analýz vplyvu znečisteného ovzdušia na lesy. LVÚ Zvolen, december 1998.
- BUCHA, T., MINĎÁŠ, J., 2000:** Projekt Čiastkového monitorovacieho systému Lesy. MŽP SR, MP SR, LVÚ Zvolen, 20 s.
- CEAM, 2009:** Intercomparison of Passive Samplers. Action C1-O3-24 (ES). CEAM, 2009, 32 s.
- COMRIE, A.C., 1994:** A synoptic climatology of rural ozone pollution at three forest sites in Pennsylvania. *Atmospheric Environment*. Vol. 28, No.9, 1601 – 1617
- ČURLÍK, J., ŠEFČÍK, P., 1999:** Geochemický atlas SR. Časť V.: Pôdy. MŽP SR, Bratislava. 100 s. + mapové prílohy.
- EC, EDG VI, BRUSEL, 1998:** Basic documents for the implementation of the intensive monitoring programme of forest ecosystems in Europe. 2nd edition, p. 142
- EEA, 2006:** European forest types. Categories and types for sustainable forest management reporting and policy. EEA Technical report No 9/2006. Copenhagen, 111 pp.
- EICHHORN, J. (ED.), 2006:** Forests in a Changing Environment. Results of 20 years of ICP Forests Monitoring. Proceedings from Symposium held in Göttingen, October 25-28, 2006. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, European Commission, ICP Forests, Göttingen, 142 pp.
- GAY, M.J. , 1991:** Meteorological and altitudinal influences on the concentration of ozone at Great Dun Fell. *Environment* 9, Vol. 25A, 1767 - 1779

- GRABER, W.K., ANDREANI-AKSOYGLU, S., KELER, J.E., ROSSELET, C.M., 1995:** Multi-parcel Langrangian model for quantification of influence of alpine air mass exchange on photo-oxidant production. *Atmospheric Environment* 29(21), 2961 – 2976
- HICKS, D.J., CHABOT, B.F., 1985:** Deciduous forest. In: Chabot, B.F. and Mooney, H.A. (eds.), *Physiological Ecology of North American Plant Communities*, Chapman and Hall, NY., p. 257-277
- CHALUPA, V., 1969:** Počátek, trvání a ukončení vegetační činnosti u lesních dřevin. In: *Práce VÚLHM, zv. 37, Zbraslav - Strnady, VÚLHM*, s. 41-68
- IES, 2004:** Analysis of forest damage in Slovakia. European Commission. Directorate General JRC, Joint Research Centre, Institute of Environment and Sustainability. 13 december 2004, správa, 17 strán
- INNES, J., L., SKELLY, J., M., SCHAUB, M., 2001:** Ozone and broadleaved species. A guide to the identification of ozone-induced foliar injury. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Stuttgart, Wien; 136 s.
- JAROLÍMEK, I., ŠIBÍK, J., 2008:** Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia, Veda, Bratislava, 329 pp
- KOLEKTÍV AUTOROV, 1993:** Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Min. Živ. Prostředí ČR, 594 s.
- KNYAZIKHIN, Y., GLASSY, J., PRIVETTE, J. L., TIAN, Y., LOTSCH, A., ZHANG, Y., WANG, Y., MORISSETTE, J. T., VOTAVA, P., MYNENI, R., B., NEMANI, R., R., RUNNING, S., W., 1999:** MODIS Leaf Area Index (LAI) and Fraction of Photosynthetically Active Radiation Absorbed by Vegetation (FPAR) Product (MOD15). Algorithm Theoretical Basis Document, <http://eosps0.gsfc.nasa.gov/atbd/modistables.html>, 1999.
- KREMLER, M., 2006:** Modelovanie výmeny látok medzi zložkami prírodného prostredia : Prízemný ozón. [Dizertačná práca] Bratislava : FMFI UK, 2006. 170 s.
- LAPIN, M., DAMBORSKÁ, I., MELO, M., 2001:** Scenáre časových radov mesačných klimatických údajov pre Slovensko v období 2001-2090. In.: Zborník z medzinárodnej konferencie "Extrémne prostredia (počasie) - limitujúce faktory bioklimatologických procesov", Račková dolina 10-12. 9. 2001, SPU Nitra, 9 s.
- LARCHER, W., 1988:** Fyziologická ekológia rastlín. Vydání 1., Academia Praha, 368 s.
- LORENZ, M. et al., 2009:** Forest Condition in Europe. 2009 Technical Report of ICP Forests. Institute for World Forestry, Hamburg, 82 pp. + annexes.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., et al., 1998:** Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Vydavateľstvo akadémie vied, Bratislava, s. 230-688.
- MATYSSEK, R., BYTNEROWICZ, A., KARLSSON, P.-E., PAOLETTI, E., SANZ, M., SCHAUB, M., WIESER, G., 2007:** Promoting the flux concept fo European forest trees. *Environmental Pollution* 146, 587 – 607
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA, J. (EDS.), 2003:** Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny. EFRA, LVÚ, Zvolen, 129 s.
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA, J. (EDS.), 2004:** Lesy Slovenska a znečistenie ovzdušia. Zvolen, EFRA, 149 s.
- PAJTÍK, J., IŠTOŇA, J., 2003:** Dynamika hrúbkového rastu duba cerového (*Quercus cerris* L.) na sprašovej hline v závislosti od klimatických faktorov. *Lesnícky časopis – Forestry Journal* ročník 49, číslo 1, 2003, s. 39-48.
- PAVLENDÁ, P., BUCHA, T., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, V., MINĎÁŠ, J., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., 2004:** Zdravotný stav lesov Slovenska. Správa z monitoringu 2004. Zvolen, LVÚ, 78 s.

- PAVLEND, P., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, J., LEONTOVYČ, R., LONGAUER, R., LONGAUEROVÁ, V., MINDÁŠ, J., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., VODÁLOVÁ, A., 2005:** Monitoring lesa 2005. Správa za Forest Focus a ČMS Lesy. Zvolen, LVÚ, 92 s.
- PAVLEND, P., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., MINDÁŠ, J., TÓTHOVÁ, S., IŠTOŇA, J., RAŠI, R.: 2005** Monitoring zdravotného stavu lesov – vývoj, trendy a najnovšie výsledky. In: Kunca, A. (Ed.): Aktuálne problémy ochrany lesa. Zborník referátov z medzinárodného seminára, ktorý sa konal 28.-29. 4. 2005 v Banskej Štiavnici, s. 162-168.
- PAVLEND, P., PAJTÍK, J., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, J., LEONTOVYČ, R., PAVLENDOVÁ, H., PRIWITZER, T., RAŠI, R., STANČÍKOVÁ, A., TÓTHOVÁ, S., VODÁLOVÁ, A.:** Monitoring lesov Slovenska. Forest Focus, ČMS Lesy 2007. 1. vyd. Zvolen : NLC, 2008, 122 s. ISBN 978-80-8093-057-8 15,0
- PAVLENDOVÁ, H., 2008:** Modelovanie prekračovania kritických úrovní prízemného ozónu v oblasti Poľany a Zvolenskej kotliny. In: Čelková, A.: Transport vody, chemikálie a energie v systéme: pôda – rastlina – atmosféra.. 16. posterový deň, 13. november 2007, ÚH SAV, Bratislava, zborník recenzovaných príspevkov, s. 418 - 427
- PAVLENDOVÁ, H., BARKA, I., BUCHA, T., PRIWITZER, T., 2009:** Ovodenie indexu listovej plochy z MODISu. In: Bucha, T., Pavlendová, H (eds.):Zborník prác z vedeckého seminára Diaľkový prieskum Zeme - lesy v meniacich sa prírodných podmienkach., Zvolen : NLC - LVÚ, 2009, s. 65 – 81.
- PIHL-KARLSSON, G., KARLSSON, P., E., SOJA, G., VANDERMEIREN, K., PLEJEL, H., 2004:** Test of the short-term critical levels for acute ozone injury on plants – improvements by ozone uptake modelling and the use of an effect threshold. Atmospheric Environment 38, 2237 – 2245
- 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.
- SHMÚ, 2006:** Hodnotenie kvality ovzdušia v Slovenskej republike za rok 2005, SHMÚ Bratislava, máj 2006, 72 s.
- SHMÚ A MŽP, 2000:** Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR 1999. Bratislava 2000, 184 s.
- SCHAUB, M., 2007:** Effect and risk assessment of ozone air pollution on forest vegetation in Switzerland. EnviroNews. Vol. 13, No. 2, April 2007, <http://www.isebindia.com>
- SCHEIDEGGER, C., GRONER, U., KELLER, C., STOFER, S., 2002:** Biodiversity Assessment Tools – Lichens. In: NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C., WOLSELEY, P. A. (eds) Monitoring with Lichens. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic. 359-365.
- STOFER, S., CATALAYUD, V., FERRETTI, M., FISCHER, R., GIORDANI, P., KELLER, C., STAPPER, N., SCHEIDEGGER, C., 2003:** Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots, 4 p.
- ŠÁLY, R. - MINDÁŠ, J. - PAVLEND, P., 1999:** Changes of forest floor at transect of Norway spruce stand after 16 years. Soil Conservation in Large-Scale Use. Proceedings from International Conference, May 12-15, 1999, Bratislava, Slovak Republic: p. 207-221.
- ŠMELKO, Š., 1994:** Dosiahnutelná presnosť terestrického odhadu straty asimilačných orgánov stromov v rámci jednotlivých porastov. In: Aktuálne problémy v rozvoji HÚL. TU Zvolen, s. 145-152.
- ŠMELKO, Š., SABOROWSKI, J., 1999:** Evaluation of variable size sampling plots for monitoring of forest condition. Journal of forest science, 45, 8 : 341-347.

- ŠRÁMEK, V., NOVOTNÝ, R., BEDNÁŘOVÁ, E., 2007:** Měření koncentrací přízemního ozonu pasivními dozimetry pro potřeby monitoringu zdravotního stavu lesů. Meteorologické zprávy, 60, 2007, s. 37 – 42.
- ŠŤATOR, J. & ŠTEKAUEROVÁ, V., 1999:** Pedotransformné funkcie pôd prírodného prostredia Žitného ostrova. J. Hydrol. Hydromech., 47, 443-458.
- TUŽINSKÝ, L., 1998:** Výskum pôdy v luvizemi dubového ekosystému vo vzťahu k atmosferickým zrážkam. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 44 (1-2), s. 87-99
- TUŽINSKÝ, L., 2004:** Vodný režim lesných pôd. TU Zvolen, 101 s
- UN-ECE, ICP FORESTS, 1998:** Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg, 3rd/4th edition.
- UN-ECE, 2005:** The Condition of Forests in Europe. 2005 Executive Report. Geneva, 34 pp.
- UN-ECE, EC, 2006:** The Condition of Forests in Europe. 2006 Executive Report. Hamburg, Geneva 29 pp.
- UN-ECE, EC, 2005:** Europe's Forests in a Changing Environment. Twenty years of Monitoring Forest Condition by ICP Forests. BFH Hamburg, Geneva. 60 pp.
- UN-ECE, 2008:** The Forest Condition in Europe. 2008 Executive Report. Hamburg, 24 pp.
- UN-ECE, 2008:** Forest Condition in Europe. 2008 Technical Report of ICP Forests. Hamburg, 111 pp.
- UN-ECE, 2008:** 10<sup>th</sup> Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test 2007/2008. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Vienna, 110 pp.
- UN-ECE, 2008:** Quality Assurance and Control in Laboratories. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Vienna, 56 pp.
- ZLATNÍK, A., 1976:** Lesnická fytoecenológia. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.
- ZLATNÍK, A., 1959:** Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy Vědecké laboratoře biogeocenologie a typologie lesa. LF-VŠZ Brno, č. 3, 178 s.
- WIRTH, V., 1995:** Die Flechten Baden-Württembergs. Teil I., II., Verlag Eugen Ulmer GmbH & Comp. Stuttgart. ISBN 3-8001-3325-3.
- WOLF, B., RIEK, W., 1997:** Deutscher Waldbodenbericht 1996. Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987-1993 (BEZ). Bundesministerium für Forst- und Holzwirtschaft. Bonn, 144 pp.

[www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org)

[www.futmon.org](http://www.futmon.org)

[www.nlesk.sk/nlc\\_sk/ustavy/lvu/vyskum/ooble/sluzby/cms\\_lesy\\_-\\_monitoring\\_lesov](http://www.nlesk.sk/nlc_sk/ustavy/lvu/vyskum/ooble/sluzby/cms_lesy_-_monitoring_lesov)

[www.nlesk.org/futmon](http://www.nlesk.org/futmon)

**ČMS Lesy  
Projekt FutMon**



**MONITORING  
LESOV  
SLOVENSKA  
2009**

ISBN 978-80-8093-115-5

