



EURÓPSKA KOMISIA



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

# **MONITORING LESOV SLOVENSKA**

**Forest Focus, ČMS Lesy**

# **2007**

**MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

**EURÓPSKA KOMISIA**

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

**MONITORING LESOV SLOVENSKA  
FOREST FOCUS, ČMS LESY  
2007**

---

**Zvolen 2008**

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

**Zoznam autorov:** Ďurkovičová Jana, Ing.  
Ištoňa Jozef, Ing.  
Leontovyč Roman, Ing.  
Pajtík Jozef, Ing.  
Pavlenda Pavel, Ing., PhD.  
Pavlendová Hana, Ing. PhD.  
Priwitzer Tibor, Ing., PhD.  
Raši Rastislav, Ing., PhD.  
Stančíková Anna, Ing.  
Tóthová Slávka, RNDr.  
Vodálová Anna, Ing.

**Autori fotografií:** Prof. Ing. Vladimír Čaboun, CSc., Ing. Roman Leontovyč, PhD., Ing. Jozef Pajtík, Ing. Pavel Pavlenda, PhD., Ing. Tibor Priwitzer, PhD., Ing. Ivor Rizman, Ing. Anna Vodálová

**Fotografia na titulnej strane:** Karpatská horská bučina so zastúpením jedle, smreka a javora v NPR Zadná Poľana, autor: Ing. Pavel Pavlenda, PhD.

**Pod'akovanie:** Realizácia monitoringu lesov na Slovensku bola súčasťou národného programu Forest Focus na roky 2005 – 2006 v rámci implementácie „Nariadenia (EC) č. 2152/2003 Európskeho parlamentu a Rady zo 17. novembra 2003 týkajúceho sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií v Spoločenstve“ a bola spolufinancovaná Európskou komisiou.

Neprešlo jazykovou úpravou

© NLC – LVÚ Zvolen  
ISBN 978 - 80 - 8093 - 057 - 8

Pavlenda P., Pajtík, J. *et al.* (2008): Monitoring lesov Slovenska, Správa za Forest Focus a ČMS Lesy za rok 2007. Zvolen, NLC-LVÚ, 2008, 121 s.

**Anotácia:** V správe sú prezentované aktuálne informácie o monitoringu lesných ekosystémov na Slovensku. Stručne sú zhrnuté výsledky a poznatky z prieskumov defoliácie a zdravotného stavu drevín, stavu korún a výskytu škodlivých činiteľov na trvalých monitorovacích plochách. Popri údajoch z reprezentatívnej siete plôch sú analyzované údaje z plôch intenzívneho monitoringu, týkajúce sa kvality ovzdušia a atmosférickej depozície, pôdnych roztokov, prírastku, prieskumov opadu, vegetácie, meteorologických meraní, fenologických pozorovaní a vlhkostného režimu pôd za rok 2007, resp. 2006. Zahnuté sú tiež základné informácie o lesných požiaroch na Slovensku a o stave a výsledkoch európskeho demonštračného projektu BioSoil (súčasť schémy Forest Focus).

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

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> ( <i>P. Pavlenda</i> )	5
<b>2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE</b>	6
2.1 VÝCHODISKÁ, PROGRAMOVÉ CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV NA SLOVENSKU ( <i>P. Pavlenda, J. Pajčík</i> )	6
2.2 PREHĽAD SLEDOVANÝCH VELIČÍN A UKAZOVATEĽOV ( <i>P. Pavlenda, J. Pajčík, A. Stančíková</i> )	8
<b>3. VÝSLEDKY</b>	14
3.1 EXTENZÍVNY MONITORING (I. úroveň monitoringu lesov)	14
3.1.1 Stav koruny ( <i>J. Pajčík</i> )	14
3.1.2 Trend vývoja zdravotného stavu lesa ( <i>J. Pajčík</i> )	25
3.1.3 Relatívny podiel stromov v stupňoch defoliácie a priemerná defoliácia podľa zdokonalenej matematicko-štatistickej metódy hodnotenia ( <i>J. Pajčík</i> )	26
3.1.4 Monitorovanie výskytu škodlivých činiteľov ( <i>R. Leontovych</i> )	28
3.1.5 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku ( <i>J. Pajčík</i> )	39
3.1.6 Paneurópsky monitorovací systém - zhrnutie aktuálnych poznatkov ( <i>J. Pajčík</i> )	41
3.2 INTENZÍVNY MONITORING (II. Úroveň monitoringu lesov)	50
3.2.1 Predmet intenzívneho monitoringu ( <i>P. Pavlenda</i> )	50
3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie a prírastku ( <i>J. Pajčík</i> )	51
3.2.3 Monitoring depozície ( <i>S. Tóthová</i> )	68
3.2.4 Monitoring asimilačných orgánov - listové analýzy ( <i>P. Pavlenda</i> )	72
3.2.5 Monitoring pôd ( <i>P. Pavlenda</i> )	72
3.2.6 Monitoring pôdneho roztoku ( <i>P. Pavlenda</i> )	73
3.2.7 Vlhkostný režim pôd v nížinných polohách ( <i>J. Ištoňa</i> )	76
3.2.8 Hodnotenie prízemnej vegetácie ( <i>J. Ištoňa</i> )	80
3.2.9 Hodnotenie vplyvu ozónu ( <i>H. Pavlendová, T. Priwitzer</i> )	87
3.2.10 Fenologické pozorovania lesných drevín v roku 2006 ( <i>T. Priwitzer</i> )	92
3.2.11 Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu ( <i>T. Priwitzer</i> )	94
3.2.12 Zabezpečenie systému kontroly a riadenia kvality, činnosť laboratórií ( <i>A. Stančíková, J. Ďurkovičová, P. Pavlenda</i> )	97
3.2.13 Intenzívny monitoring lesov v Európe - zhrnutie aktuálnych poznatkov	104
3.3 PROJEKT BIOSOIL	106
3.3.1 BioSoil - moduly I. a II. ( <i>P. Pavlenda</i> )	106
3.3.2 BioSoil - modul biodiverzity ( <i>A. Vodálová, P. Pavlenda</i> )	109
3.4 APLIKÁCIE DPZ PRE MONITORING LESA ( <i>R. Raši</i> )	114

<b>4. MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA A ĎALŠIE ZÁMERY MONITOROVANIA LESOV V EURÓPE</b> <i>(P. Pavlenda)</i>	116
<b>5. ZÁVER</b> <i>(P. Pavlenda)</i>	118
<b>6. LITERATÚRA</b>	119

## Súhrn

V správe sú zhrnuté informácie o aktuálnom stave monitorovacieho systému lesov (ČMS Lesy), o zdravotnom stave lesov na Slovensku, o priebehu vplyvu stresových faktorov na lesné ekosystémy na Slovensku na základe zisťovaní v roku 2006 (časť prieskumov intenzívneho monitoringu, ktoré sa hodnotia za celý kalendárny rok) a v roku 2007. Hodnotený je aj vývoj niektorých veličín a indikátorov v národnom, ale aj celoeurópskom rámci. Správa vychádza z údajov extenzívneho celoplošného národného monitoringu na 112 TMP v sieti 16x16 km a z údajov zo 7 monitorovacích plôch intenzívneho monitoringu, v niektorých častiach aj z údajov z monitorovacích plôch európskej siete programu ICP Forests.

Súčasťou správy je aj stručné zhrnutie stavu riešenia demonštračného projektu BioSoil so zameraním na vlastnosti lesných pôd a indikátory biodiverzity v lesoch.

Záujemcom bude prístupná na domovskej stránke Strediska ČMS Lesy: <http://www.fris.sk/CmsLesy> a na stránke <http://enviroportal.sk/ism/spravy.php>

Hlavné poznatky z riešenia v roku 2007:

- Z celkového počtu 4023 sledovaných stromov v roku 2007 bolo 25,6 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stupne defoliácie 2 až 4).
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde je poškodených 37,5 %, pri listnatých iba 16,6 % stromov. V roku 2007 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k miernemu zníženiu podielu poškodených stromov, predovšetkým pri ihličnatých drevinách.
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu bola v roku 2007 23,2 %, ihličnatých 26,4 % a listnatých 20,8 %.
- Štatistický rozbor na hladine významnosti  $\alpha=0,05$  preukázal štatistickú významnosť trendu zlepšovania pre kategóriu ihličnatých aj listnatých drevín. Príčinou najväčších výkyvov v jednotlivých rokoch sú klimatické faktory, plodivosť a u niektorých drevín (hlavne duba) prítomnosť listožravého hmyzu. Zdravotný stav ihličnatých drevín je od roku 1996 stabilizovaný (priemerná defoliácia sa pohybuje v rozpätí 26,2-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom.
- Zdravotný stav je na základe počtu stromov zaradených do stupňa poškodenia 2 až 4 naďalej horší ako celoeurópsky priemer, najmä z dôvodu horšieho stavu ihličnatých drevín. Drevinami s najmenšou defoliáciou sú hrab a buk, najväčšiu defoliáciu majú dlhodobo jedľa a smrek.
- Oblasťami s dlhodobo najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku zostávajú Kysuce, Orava a spišsko-tatranská oblasť.
- Až 86,7 % pozorovaných stromov malo aspoň jeden príznak poškodenia škodlivými činiteľmi. Bez príznakov poškodenia bolo len 13,2 % stromov.
- Príznaky poškodenia sa najčastejšie vyskytovali na koreňových nábehoch a kmeni, predovšetkým mechanické poškodenie v dôsledku ťažbových zásahov, vyťahovania a približovania dreva.
- Podľa výsledkov hodnotenia atmosférickej depozície na plochách intenzívneho monitoringu klesla depozícia síry v lesoch na Slovensku v roku 2006 oproti roku 2001 v priemere o 40-50 %.
- Na všetkých plochách intenzívneho monitoringu od roku 1999 výrazne poklesla koncentrácia síranových aniónov v zrážkach a následne sa mierne zvýšila hodnota pH.
- Celková depozícia dusíka bola na všetkých sledovaných plochách vyššia než depozícia síry, a to v porastoch aj na voľných plochách. Pokračuje teda mierny trend naznačený v predchádzajúcich rokoch, že acidifikačné a eutrofizačné účinky depozícií dusíka postupne zohrávajú kľúčovú úlohu aj vo vzťahu k zdravotnému stavu lesných porastov.
- Vlastnosti pôdneho roztoku taktiež potvrdzujú vzrastajúci význam transportu nitrátových iónov v pôdnom profile oproti síranovým iónom, kde sa prejavuje mierny pokles ich koncentrácií.
- V závislosti od prírodných podmienok a depozičných vstupov pretrváva lokálne veľmi silná acidita pôdneho roztoku, vo všeobecnosti nie je zaznamenaný trend zmeny pH pôdneho roztoku.
- Koncentrácie ozónu vykazovali v roku 2006 na sledovaných lokalitách typický ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (október a december) a maximálnymi priemernými koncentraciami v jarom a letnom období s dvojitým maximom (apríl, júl). Kritická úroveň indexu AOT 40 (10 000 ppb.h) bola prekračovaná na všetkých sledovaných lokalitách. Vo fotochemicky priaznivých rokoch a vyšších nadmorských výškach býva uvedená hodnota prekračovaná pravidelne už v prvej polovici vegetačnej sezóny.
- V roku 2007 vplyvom veľmi suchej jari sa v nížinných polohách nedostatočná zásoba vody v pôde odrazila na prírastku tak, že už v polovici mája duby prestali hrúbkovo prírastať.
- Ďalšie prieskumy zamerané na stav fytoocenóz, fenologické hodnotenia, kvantifikáciu a vlastnosti opadu a vlhkosť pôdy potvrdzujú súvislosti s priebehom meteorologických a klimatických prvkov, pričom prispievajú k ekologickým charakteristikám typických lesných ekosystémov na vybratých plochách II. úrovne monitoringu.

## 1. ÚVOD

Program monitoringu lesov Slovenska už trvá viac než dve desaťročia. 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. V súčasnosti možno považovať monitorovacie siete I. a II. za základnú kostru zisťovania stavu lesov na Slovensku, popri ktorých existujú podrobnejšie zisťovania pre rôzne účely (národná inventarizácia a monitoring lesov – NIML, komplexné zisťovanie stavu lesa – KZSL).

Systematický monitoring stavu lesných ekosystémov so zameraním na monitoring zdravotného stavu lesov a environmentálnych interakcií začal v Európe ako program UN-ECE “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.

V súčasnosti existuje na Slovensku 112 trvalých monitorovacích plôch (TMP) v sieti 16x16 km (extenzívny monitoring, monitoring I. úrovne) a 7 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. Na programe monitoringu lesov v súčasnosti participuje 39 krajín. Európske výsledky sú spracovávané z údajov z viac než 6000 TMP transnárodnej európskej siete programu UN-ECE ICP Forests a približne 860 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Dôležitou prednosťou národnej siete monitoringu lesov je teda metodické napojenie na unikátny rozsiahly a multifunkčný systém monitorovacích plôch v Európe.

Po uplynutí platnosti pôvodnej európskej legislatívy súvisiacej s programom ICP Forests bolo v roku 2003 schválené nové nariadenie týkajúce sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií: „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)“. Toto nariadenie bolo schémou pre monitoring lesov v Európe na roky 2003-2006, pričom zámermi, súbormi plôch a metodickými postupmi nadväzovalo na predchádzajúce celoeurópske monitorovacie aktivity v programe ICP Forests. Po vypršaní platnosti nariadenia Forest Focus došlo k určitej nerovnováhe medzi požiadavkami na informácie o stave lesov a možnosťami koordinovaného zabezpečenia monitoringu lesov. Na jednej strane je intenzívna snaha rozvíjať monitoring lesov v Európe, čo sa odráža v Lesníckom akčnom pláne EU (vytvorenie európskeho systému pre monitorovanie lesov je kľúčovým opatrením č. 8 v rámci cieľa „udržiavať a zlepšovať biodiverzitu, viazanie uhlíka, integritu, zdravie a odolnosť lesných ekosystémov“), v rezolúciách MCPFE a v ďalších dokumentoch. Na druhej strane neexistuje legislatíva, ktorá by zabezpečila hladké pokračovanie programu a spolufinancovanie zo strany Európskej komisie. Jedinou možnosťou je uchádzať sa formou projektov v nástroji EU pre životné prostredie LIFE+. V prípade schválenia projektov (pre výzvu v roku 2007 boli podané dva projekty súvisiace s monitoringom lesa) ďalší rozvoj koordinovaného monitoringu lesov v Európe možno očakávať až od roku 2009.

Rok 2007 bol pre nás významný tým, že Slovensko bolo hostiteľom 23. Task Force Meetingu programu ICP Forests. Míting usporiadalo Národné lesnícke centrum vo Zvolene a v Sielnici (kongresové centrum Kaskády) v dňoch 13. – 16. mája 2007. Je pre nás potešením, že míting vo Zvolene bol akýmsi bodom obratu smerom k intenzívnejšej príprave nového programu monitoringu lesov formou projektov pre LIFE+ a k aktivizácii všetkých zúčastnených zložiek a inštitúcií.



## 2. PROBLEMATIKA A METODICKÉ RÁMCE

### 2.1 VÝCHODISKÁ, PROGRAMOVÉ CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV V EURÓPE A NA SLOVENSKU

V osemdesiatych rokoch minulého storočia bol zaznamenaný vo viacerých oblastiach Európy rozsiahly výskyt chradnutia a odumierania lesov. Reakciou na zhoršovanie zdravotného stavu lesov a na absenciu spoľahlivých a reprezentatívnych údajov o zdravotnom stave lesov v Európe, ale aj absenciu poznatkov o vplyvoch znečistenia ovzdušia na chradnutie lesov bol vznik 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) v roku 1985 v rámci konvencie CLRTAP UN/ECE (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution). V roku 1986 bolo prijaté nariadenie č. 3528/86 o začiatku programu o Ochrane lesov pred atmosférickým znečistením (Council Regulation (EEC) No 3528/86 of 17 November 1986 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution, OJ L326). Spoločné európske aktivity v tejto oblasti pokračovali rezolúciou S1 zo Štrasburgu, rezolúciou H1 z Helsínk a rezolúciou L2 z Lisabonu o Ochrane lesov v Európe. Dôležitou legislatívnou zmenou bolo nariadenie 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 bezprostredným 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)“). Toto nariadenie zastrešovalo aj aktivity súvisiace s lesnými požiarimi, keďže v roku 2002 skončila aj platnosť Nariadenia Rady č. 2158/92 o ochrane lesov pred lesnými požiarimi.

Hlavnými cieľmi programu monitoringu lesov sú:

- poskytovať periodický prehľad o priestorových a časových zmenách v stave lesa vo vzťahu k antropogénnym a prírodným stresovým faktorom v európskom a národnom rámci (I. úroveň),
- prispieť k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi stavom lesných ekosystémov a stresovými faktormi, hlavne znečistením ovzdušia, prostredníctvom intenzívneho monitoringu na vybraných trvalých výskumných plochách (II. úroveň),
- získať a zovšeobecniť informácie o procesoch v lesných ekosystémoch,
- kooperovať s ďalšími ICP (najmä ICP Modelling and Mapping – prispievať k podkladom pre výpočty a overovať modely kritických úrovní a záťaží),
- spolupracovať s ostatnými environmentálnymi monitorovacími programami za účelom poskytnutia informácií o ostatných dôležitých problémoch, ako napríklad o klimatických zmenách a biodiverzite v lesoch,
- poskytnúť zodpovedajúce informácie tak politikom, ako aj verejnosti.

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. Na európskej úrovni sú to tzv. demonštračné projekty (ForestBIOTA, BioSoil).

V súlade s európskou legislatívou a plánom Čiastkového monitorovacieho systému lesy sa na všetkých plochách intenzívneho monitoringu vykonávajú nasledovné prieskumy:

- inventarizácia defoliácie a poškodenia stromov
- vykonanie odberov a analýz vzoriek listov a ihličia (minimálne každé dva roky),
- merania prírastkových zmien.

Aspoň na vybraných plochách intenzívneho monitoringu sa zabezpečujú:

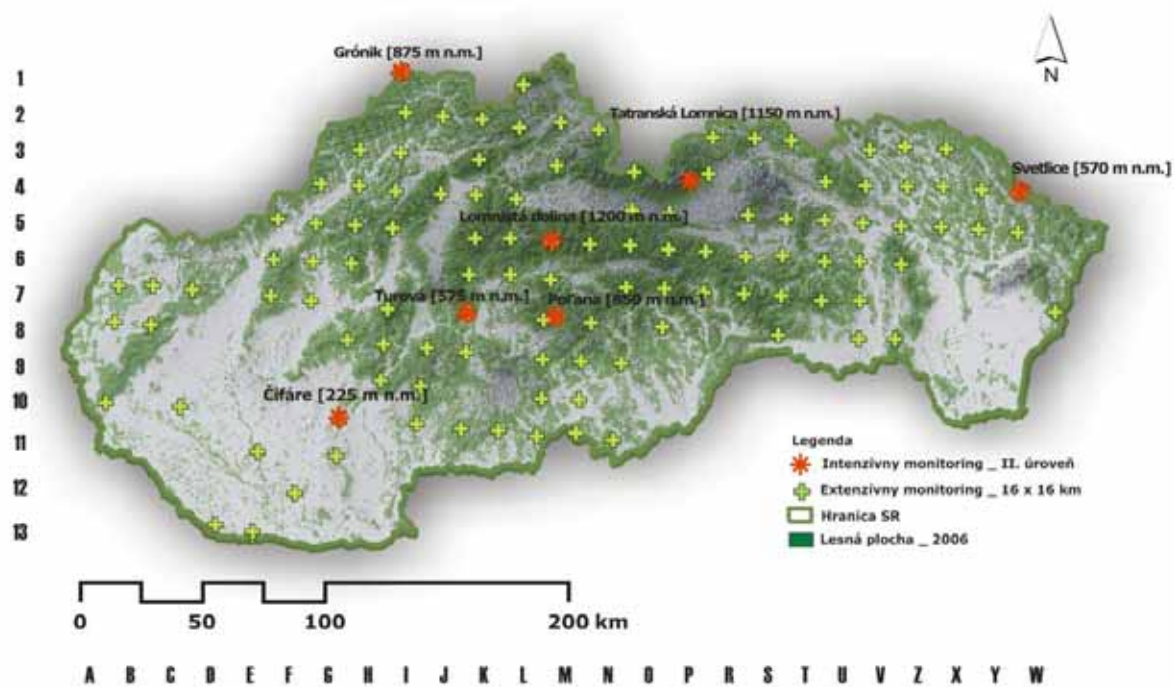
- merania kvantity a kvality atmosférickej depozície,
- merania pôdneho roztoku,
- meteorologické merania,
- hodnotenie vegetácie,
- meranie a hodnotenie kvality ovzdušia,
- hodnotenie viditeľného poškodenia ozónom,
- fenologické hodnotenia,
- kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu drevín

Prednosťou siete na I. úrovni je jej reprezentatívnosť (okrem vekovej štruktúry) a veľké množstvo sledovaných stromov na približne 6000 trvalých plochách v sieti 16x16 km po celej Európe. Na plochách v tejto sieti úrovni sa každoročne hodnotia koruny stromov. Na tejto sieti sa vykonali aj analýzy pôd a chemizmu asimilačných orgánov.

Na plochy II. úrovne sa vybralo vyše 860 monitorovacích plôch v najdôležitejších lesných ekosystémoch zúčastnených krajín. Na týchto plochách sa meria viacero kľúčových faktorov pre jednotlivé druhy drevín a stanovišť.

Realizácia pilotných štúdií, demonštračných projektov, experimentov pre harmonizáciu a hodnotenie výsledkov monitoringu, ako aj testovacích fáz nových monitorovacích aktivít (sekvestrácia uhlíka, klimatická zmena, biodiverzita, pôdy) v rámci národných programov Forest Focus bola pre Slovensko novým prvkom v schéme monitoringu.

Národná monitorovacia sieť 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.). Pôvodne bolo založených 111 TMP, na ktorých sa odvtedy každoročne vykonávajú monitorovacie práce. 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 nenachádzajú porasty v štádiu mladín. Národná sieť sa stala súčasťou európskej monitorovacej siete v rámci programu UN/ECE ICP Forests. V roku 1999 bola sieť TMP doplnená o 1 plochu na celkový počet 112.



Obr. 2.1 Mapa trvalých monitorovacích plôch

## 2.2 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.

**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	každých 5 rokov	každých 10 rokov	všetky plochy
Analýzy pôdných 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	vybrané plochy

Od roku 2004, keď bol na Task Force Meetingu vo Växjö prerokovaný a prijatý nový submanuál pre hodnotenie biotických škodlivých činiteľov a príčin poškodenia drevín, došlo prvýkrát k významnejšiemu rozšíreniu monitoringu I. úrovne. Aplikácia tohto submanuálu znamenala výrazne podrobnejší prístup k hodnoteniu jednotlivých stromov a vyššie nároky na špecialistov zapojených do hodnotenia. V roku 2004 sa po prvýkrát overovali postupy takéhoto hodnotenia expertmi Lesníckej ochrannárskej služby na vybraných plochách druhej úrovne a v rokoch 2005, 2006 a 2007 boli tieto hodnotenia vykonané aj na všetkých plochách I. úrovne. Od roku 2006 boli tieto hodnotenia zaradené medzi povinné na oboch úrovniach pre všetky krajiny zúčastňujúce sa programu Forest Focus.

V tabuľke 4.2 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 realizuje až v rokoch 2006-2007 ako súčasť projektu BioSoil. Taktiež rozsah parametrov a metódy stanovenia sa čiastočne menili.

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

Názov meranej veličiny	Identifikačné veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
<b>VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA TMP</b>				
porastovo taxáčne veličiny, prírodné a stanovištné pomery		výpis z popisu 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.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
<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.
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.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
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	800	vizuálne	ročne	112 TMP I., 7 TMP II.
pozorované ale neidentifikované poškodenie	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	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah vápnika	Ca	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah zinku	Zn	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovlnný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2 roky	112 TMP I., 7 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovlnný 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	Elektrometrický		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 siera	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		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový vápnik	Ca <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP I., 7 TMP II.
celkový horčík	Mg <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
hmotnosť pokryvného humusu	DW	gravimetricky	plánovaná frekvencia	112 TMP I., 7 TMP II.
ekvival. karbonátov - ak pH(CaCl <sub>2</sub> )>6	Ekv. CaCO <sub>3</sub>	volumetricky	bola 5 rokov, aktuálny	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový hliník	Al <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	odber	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové železo	Fe <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	a hodnotenie	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový mangán	Mn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	sa vykonáva	112 TMP I., 7 TMP II.
celkový zinok	Zn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	v rokoch	112 TMP I., 7 TMP II.
celková meď	Cu <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	2006-2007	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové olovo	Pb <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS	v rámci	112 TMP I., 7 TMP II.
celkové kadmium	Cd <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, FAAS	projektu	112 TMP I., 7 TMP II.
výmenná kyslosť	EA	výluh v BaCl <sub>2</sub> , titračne	BioSoil	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.
sírany	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>PÔDNY 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.
sírany	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.

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
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	x za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP II.
objemové % vlhkosti	V %	gravimetricky	x 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 podrastu	m <sub>bp</sub>	kombinácia sčítavacej metódy s vážením	1x ročne	3 TMP II.
<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	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	I – VIII,	4 TMP II.
obsah vápnika	Ca	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	XI - XII	4 TMP II.
obsah horčíka	Mg	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	mesačne	4 TMP II.
obsah draslíka	K	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	IX – X	4 TMP II.
obsah sodíka	Na	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	1x za 2	4 TMP II.
obsah zinku	Zn	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	týždne	4 TMP II.
obsah mangánu	Mn	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah železa	Fe	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah medi	Cu	mikrovltný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP		4 TMP II.
obsah olova	Pb	mikrovltný 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 – jednocelový AAS analyzátor na stanovenie ortuti

IC - iónová chromatografia

NCS - analyzátor na stanovenie N, C a S

Monitoring lesných ekosystémov je komplexný monitorovací systém, zahrňujúci veľmi rôznorodé monitorované parametre (od jednotlivých parametrov zložiek abiotického prostredia po dreviny) a s rôznou periodicitou zisťovania. Tento monitorovací systém si preto vyžaduje racionálny výber parametrov a špecifické metódy pre ich zisťovanie. Východiskom pre metodické postupy riešenia je Manuál ICP Forests a na úrovni ČMS Lesy je to Manuál metód a kritérií pre harmonizáciu odberov, hodnotenia a analýz vplyvu znečisteného ovzdušia na lesy (Bucha a kol. 1998). Vzhľadom na

priebežnú aktualizáciu metód jednotlivých prieskumov na úrovni programu ICP Forests je možné za aktuálny metodický rámec považovať metódy v manuáloch na internetovej stránke programu ICP Forests ([www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org)).



## 3. VÝSLEDKY

### 3.1 EXTENZÍVNY MONITORING

#### 3.1.1 Stav koruny

V roku 2007 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 23. 7. – 15. 8. na 107 TMP. Hodnotenia sa zúčastnili 3 trojčlenné pracovné skupiny. Z dôvodu vyťaženia porastu na ploche sa nevykonalo hodnotenie na TMP E13, F12, G11, L10 a P3. Celkový počet živých hodnotených stromov bol 4904, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4023 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 2007 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.

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 (ihlič) so zmeneným sfarbením s presnosťou na 5 %. Na základe sú jednotlivé stromy zatriedňované do stupňov podľa nasledovnej tabuľky:

Tab. 3.2 Stupne sfarbenia

Stupeň sfarbenia	Plošný výskyt zmien 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



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



Obr. 3.2 Buk s defoliáciou 85 % (foto J. Pajčík)

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

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). Zatienie koruny sa hodnotí vizuálne šesťčlennou stupnicou podľa tabuľky 3.4. Viditeľnosť koruny sa hodnotí vizuálne štvorčlennou stupnicou podľa tabuľky 3.5.

Tab. 3.4 Zatienie koruny

Stupeň zatienia	Slovný popis stupňa zatienia
1	koruna významne ovplyvnená (zatičením alebo priamou interakciou) z jednej strany
2	koruna významne ovplyvnená (zatičením alebo priamou interakciou) z dvoch strán
3	koruna významne ovplyvnená (zatičením alebo priamou interakciou) z troch strán
4	koruna významne ovplyvnená (zatičením alebo priamou interakciou) zo štyroch strán
5	voľná koruna bez zatienia
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

### **Štatistické vyhodnotenie výsledkov**

Cieľom štatistického vyhodnotenia monitorovaných veličín je zovšeobecniť výsledky získané na výberovom súbore (na 112 TMP) na celé územie Slovenska a určiť rámce presnosti s akými boli výsledky stanovené. Metodický postup prešiel niekoľkými úpravami, podľa toho ako vo výskume vznikali nové poznatky o zhodnocovaní údajov o zdravotnom stave lesa pri rôznych výberových dizajnoch a pri premenlivej veľkosti TMP (ŠMELKO 1994, ŠMELKO-SABOROWSKI 1999, ŠMELKO, 2003). Posledne uvádzaná práca sa zaoberala zdokonalením metodiky zhodnocovania výsledkov monitorovania zdravotného stavu lesov SR v monitorovacej sieti 16x16 km. Výberový dizajn siete je z matematicko-štatistického hľadiska definovaný ako dvojstupňový výber s nerovnakým počtom stromov na trvalých monitorovacích plochách (TMP). Zvláštnosťou je, že TMP nemajú rovnakú reprezentatívnosť, ale tá sa od plochy k ploche veľmi mení v závislosti od hustoty lesných porastov. To môže viesť k systematickým chybám vo výsledných charakteristikách zdravotného stavu. Na ich odstránenie sa navrhli nové výpočtové algoritmy a to pre stanovenie relatívnych podielov stromov v jednotlivých stupňoch poškodenia (0, 1, 2, 3 a 4) a priemernej defoliácie. Podstatou algoritmov je, že do zhodnocovania údajov o zdravotnom stave stromov sa zaviedla rozdielna reprezentatívnosť TMP vo forme koeficienta definovaného na základe (a) počtu stromov, (b) stanoviskovej plochy, (c) kruhovej základne a (d) objemu stromov. Pokiaľ ide o rozhodnutie, ktorý spôsob kvantifikácie koeficienta reprezentatívnosti a podielu poškodených stromov odporučiť pre bežné praktické použitie, dôležitými kritériami sú: jednoduchosť a jednoznačnosť (dostatočná presnosť) získania potrebných vstupných veličín, jednoduchosť počtárskeho spracovania údajov, dobre pochopiteľný obsah získaných výsledkov a doterajšia tradícia, resp. dohovor, požiadavky užívateľa informácií ap. Z tohto hľadiska najviac vyhovuje počet stromov, ktorý sa najčastejšie používa. Možno však očakávať, že v krátkom čase vznikne oprávnená požiadavka, aby sa charakteristiky zdravotného stavu vzťahovali aj na výmeru lesa.

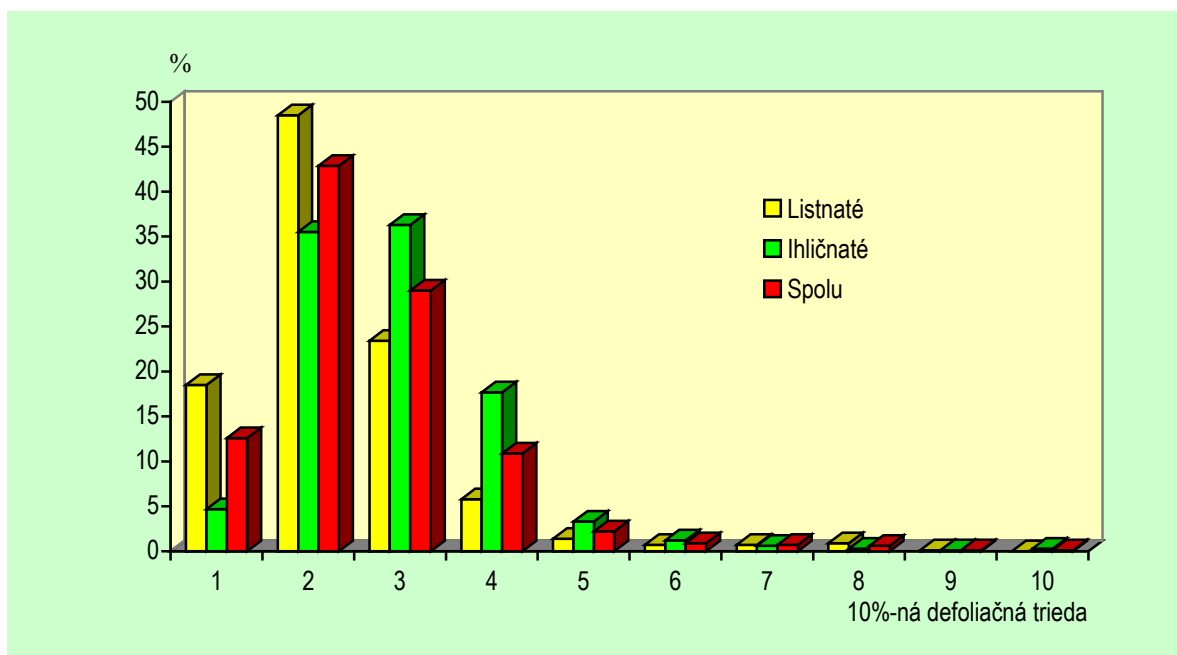
Porovnanie pôvodnej a zdokonalenej metodiky bolo spracované v predchádzajúcich správach. Pri posudzovaní rozdielov za ihličnaté, listnaté a všetkých dreviny spolu sa nepreukázali významné rozdiely. V kapitole 3.1.2 sme z tohto dôvodu a z dôvodu nenarušenia časového radu (vývoja) monitorovanej veličiny považovali za vhodné uviesť výsledky podľa pôvodnej metodológie, keď pri zaradení stromov do jednotlivých stupňov poškodenia vychádzame z počtu stromov na TMP bez zohľadnenia akýchkoľvek váh. Tento postup je stále používaný pri celoeurópskom vyhodnotení údajov z monitoringu. V kapitole 3.1.3 uvádzame zovšeobecnenie výsledkov na celé územie Slovenska podľa zdokonalenej metodiky.

### **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.

Zdravotný stav smreka a jedle sa nezlepšuje ani v klimaticky priaznivých rokoch. Oproti roku 2006 sa v tomto roku znížil podiel stromov v stupni defoliácie 2-4 u všetkých drevín spolu o 2,5 %. Podiel ihličnatých drevín so stupňom defoliácie 2-4 sa oproti predchádzajúcemu roku znížil o 4,9 %, podiel listnatých drevín v stupni defoliácie 2-4 sa znížil o 0,4 %. Na obr. 3.3 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1-3 (defoliácia 0-30 %) zahŕňujú až 87,3 % zo všetkých stromov. Podiel stromov s defoliáciou väčšou ako 50 % je iba 2,4 %.



Obr. 3.3 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

Tab. 3.6 Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

St. defoliácie % defoliácie	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
Buk	23,1	67,4	9,4	0,1	0,0	76,9	9,5	1347
Dub	2,0	71,7	24,0	2,3	0,0	98,0	26,3	441
Hrab	22,2	58,1	19,7	0,0	0,0	77,8	19,7	239
Ostatné listnaté	19,4	46,3	23,5	10,8	0,0	80,6	34,3	268
Listnaté spolu	18,5	64,9	14,9	1,7	0,0	81,5	16,6	2295
Smrek	4,0	55,5	38,2	1,0	0,3	96,0	39,5	1075
Jedľa	4,2	58,2	36,0	1,6	0,0	95,8	37,6	189
Borovica	6,6	58,7	33,2	1,0	0,5	93,4	34,7	392
Smrekovec	5,6	72,2	20,8	1,4	0,0	94,4	22,2	72
Ihličnaté spolu	4,7	57,8	36,1	1,1	0,3	95,3	37,5	1728
Spolu	12,6	61,8	24,0	1,5	0,1	87,4	25,6	4023

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	23,1	53,8	19,1	3,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1347
Dub	2,0	46,2	37,2	8,4	2,5	1,4	1,4	0,9	0,0	0,0	441
Hrab	22,2	40,1	26,8	10,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	239
Ost. list.	19,4	32,7	19,8	9,0	6,0	2,2	3,4	6,0	1,1	0,4	268
List.spolu	18,5	48,5	23,4	5,8	1,4	0,7	0,7	0,9	0,1	0,0	2295
Smrek	4,0	34,0	36,5	18,9	3,8	1,4	0,7	0,3	0,1	0,3	1075
Jedľa	4,2	32,7	42,9	17,5	1,1	0,0	1,1	0,5	0,0	0,0	189
Borovica	6,6	37,2	33,4	16,1	3,6	1,5	0,3	0,5	0,3	0,5	392
Smrekovec	5,6	51,4	33,3	8,3	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	72
Ih. spolu	4,7	35,5	36,3	17,7	3,3	1,2	0,6	0,3	0,1	0,3	1728
Spolu	12,6	42,9	29,0	10,9	2,2	0,9	0,7	0,6	0,1	0,1	4023

## 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 %, tj. 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 zvýšeniu 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 celé obdobie monitoringu. Vysoký podiel žltnutia asimilačných orgánov bol pozorovaný aj na hraboch (8,8 %). Žltnutie asimilačných orgánov bolo predovšetkým dôsledkom sucha vo vegetačnom období.

## 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 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	Spolu
Buk	97,7	2,2	0,1	0,0	0,0	2,3	0,1	1347
Dub	98,9	0,7	0,2	0,2	0,0	1,1	0,4	441
Hrab	84,5	8,8	6,7	0,0	0,0	15,5	6,7	239
Ost. list.	89,2	3,4	7,0	0,4	0,0	10,8	7,4	268
List. spolu	95,6	2,6	1,7	0,1	0,0	4,4	1,8	2295
Smrek	98,5	1,1	0,2	0,2	0,0	1,5	0,4	1075
Jedľa	82,5	17,5	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	189
Borovica	90,6	8,4	1,0	0,0	0,0	9,4	1,0	392
Smrekovec	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72
Ihl. spolu	95,0	4,6	0,3	0,1	0,0	5,0	0,4	1728
Spolu	95,3	3,5	1,1	0,1	0,0	4,7	1,2	4023

**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
Buk	23,1	67,4	9,3	0,2	0,0	76,9	9,5	1347
Dub	2,0	71,7	23,6	2,7	0,0	98,0	26,3	441
Hrab	22,2	58,1	13,0	6,7	0,0	77,8	19,7	239
Ost. list.	19,4	46,3	21,6	12,7	0,0	80,6	34,3	268
List. spolu	18,5	64,8	13,9	2,8	0,0	81,5	16,7	2295
Smrek	4,0	56,5	38,1	1,1	0,3	96,0	39,5	1075
Jedľa	4,2	58,2	36,0	1,6	0,0	95,8	37,6	189
Borovica	6,6	58,2	33,2	1,5	0,5	93,4	35,2	392
Smrekovec	5,6	72,2	20,8	1,4	0,0	94,4	22,2	72
Ihl. spolu	4,7	57,6	36,1	1,3	0,3	95,3	37,7	1728
Spolu	12,6	61,7	23,4	2,2	0,1	87,4	25,7	4023

### Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987 - 2007

Tabuľka 3.10 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2007 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 k výrazné zlepšeniu (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

Rok	Dreviny	Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie v %							
		0	1	2	3	4	1-4	2-4	3-4
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
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

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 %.

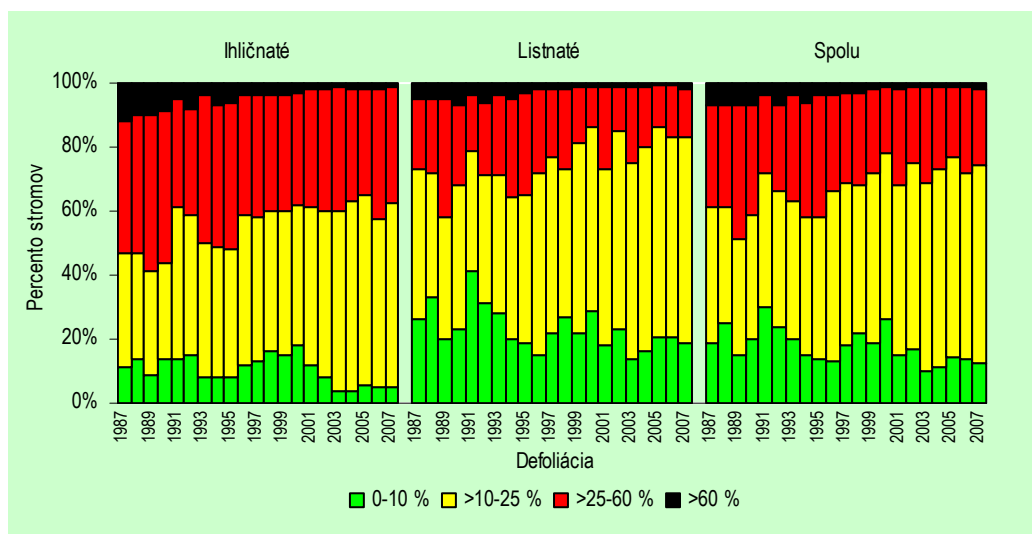
V rokoch 2006 a 2007 došlo iba k malým zmenám oproti roku 2005, keď v roku 2006 sa zdravotný stav mierne zhoršil a v roku 2007 mierne zlepšil a dostal sa na rovnakú úroveň ako v roku 2005. Zdravotný stav ihličnatých drevín je od roku 1996 ustálený s podielom stromov v stupni poškodenia 2-

4 v rozpätí od 35 do 42 %. Na obrázkoch 5.4 – 5.6 je znázornené zastúpenie vybraných druhov drevín a skupín drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku monitoringu v roku 1987.

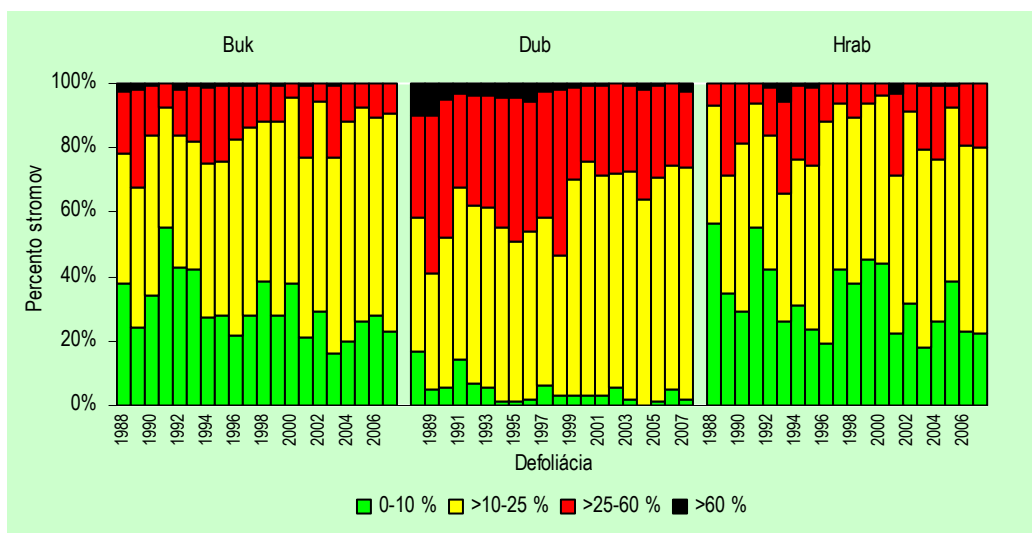
### Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2007

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 2007. 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.

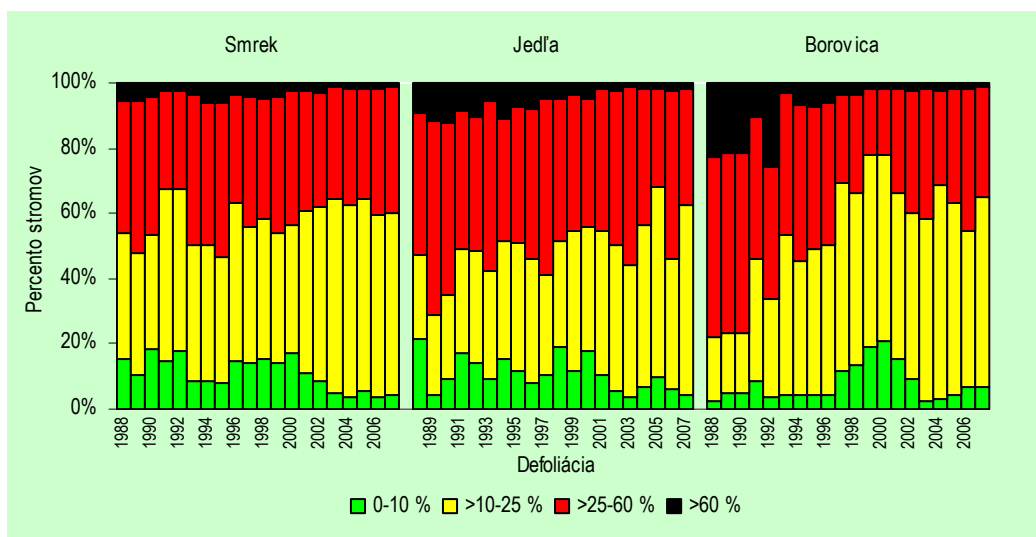


Obr. 3.4 Zastúpenie skupín drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



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 - 2007 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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Na overenie štatistickej významnosti rozdielov výberových priemerov jednotlivých drevín bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v rokoch 2006 a 2007. V roku 2007 došlo k zlepšeniu priemerných defoliácií pri listnatých drevinách iba u jaseňa, u všetkých ostatných druhov listnatých drevín sa priemerná defoliácia zhoršila, pri agáte dokonca o 16,2 %. Naopak pri ihličnatých drevinách bolo mierne zhoršenie priemernej defoliácie pozorované iba u smrekovca, u všetkých ostatných druhov ihličnatých drevín sa priemerná defoliácia zmenšila. Priemerná defoliácia všetkých drevín sa zhoršila o 0,1 %. Táto zmena však nie je štatisticky významná.

K štatisticky významným zmenám došlo v kategórii listnaté dreviny spolu a ihličnaté dreviny spolu, kde sa priemerná defoliácia zhoršila o 1,1 %, resp. zlepšila o 1,0 %. Zmena defoliácie v roku 2007 oproti roku 2006 vyjadruje tzv. brutto zmenu (0,13 %), 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 0,32 %. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou bol v roku 2007 malý (iba 0,19 %) a bol zapríčinený predovšetkým ťažbou, ktorá zhoršila priemernú defoliáciu o 0,14 %. 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 a 2007 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 **

Rok	Počet stromov celkom	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$r_{1,2}$	$S_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$	$t$
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

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 1999-2007. 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 2007 oproti roku 2006 18 % stromov zhoršilo svoj zdravotný stav, 64 % hodnotených stromov ostalo na tom istom stupni defoliácie a 18 % stromov svoj stav zlepšilo. **Celkovo sa zdravotný stav hodnotených stromov oproti roku 2006 nezmenil**, podiel stromov ktoré svoj zdravotný stav zlepšili je rovnaký ako podiel stromov, ktoré svoj zdravotný stav zhoršili.

Tab. 3.13 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 2000 až 2007

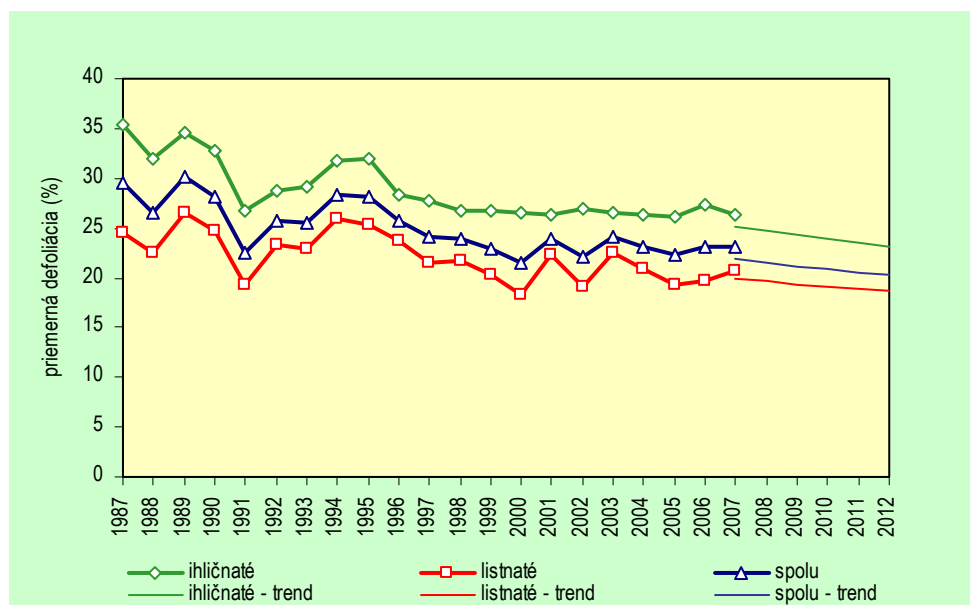
Časť	Pre-Sun	2000-01			2001-02			2002-03			2003-04			2004-05			2005-06			2006-07		
		Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %	Ihl. %	List. %	Sp. %
I.	0-0	8	14	11	6	13	10	3	9	6	2	7	5	2	9	6	3	11	7	2	9	6
	0-1	10	14	12	6	5	5	6	13	10	2	6	4	1	6	4	2	9	6	3	10	7
	0-2	1	2	2	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	1	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
II.	1-0	4	4	4	2	8	6	1	5	4	2	9	6	3	11	7	2	9	6	3	9	6
	1-1	30	37	34	37	43	40	40	43	42	44	44	44	47	49	48	43	47	45	41	45	43
	1-2	11	16	14	11	4	6	11	14	13	10	8	9	10	5	7	14	9	11	10	8	8
	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
III.	2-0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
	2-1	9	4	6	10	14	13	11	5	7	13	14	14	11	10	11	8	6	7	14	9	11
	2-2	25	7	14	26	9	15	26	7	15	24	10	16	23	8	14	25	6	15	26	6	15
	2-3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV.	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
	3-2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	3-3	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	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	1712	2527	4239	1623	2498	4121	1635	2434	4069	1759	2455	4214	1781	2330	4111	1726	2249	3975	1696	2237	3933
	Zlepšenie	14	9	11	13	26	20	14	10	12	16	24	21	14	22	19	11	16	14	17	19	18
	Bez zmeny	64	58	61	69	65	67	69	59	63	71	61	65	73	66	69	71	64	67	69	60	64
	Zhoršenie	22	33	28	18	9	13	17	31	25	13	15	14	13	12	12	18	20	19	14	21	18
	Celk. zmena		+17			-7			+13			-7			-7			+5			0	

### 3.1.2 Trend vývoja zdravotného stavu lesa

Trend vývoja pre jednotlivé dreviny, pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.11, ktorá udáva priemernú defoliáciu drevín v rokoch 1988 - 2007. Predpokladaný vývoj zdravotného stavu je vypočítaný pomocou jednoduchej lineárnej regresie ( $y=a+b*x$ ). Významnosť trendov sa overila testom významnosti výberových korelačných koeficientov. Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice:

ihličnaté dreviny:	SAO = 787,94 - 0,3801 * rok,	r = -0,7987,	t = 5,786	$t_{0,05(19)} = 2,093$
listnaté dreviny:	SAO = 506,11 - 0,2423 * rok,	r = -0,6239,	t = 3,480	$t_{0,05(19)} = 2,093$
spolu:	SAO = 643,03 - 0,3095 * rok,	r = -0,7452,	t = 4,871	$t_{0,05(19)} = 2,093$

Vývoj ukazovateľov zdravotného stavu lesných drevín je znázornený na obrázkoch 3.7 a 3.8. Hodnoty regresných koeficientov vyjadrujú veľkosť ročnej zmeny priemernej defoliácie, t.j. pri ihličnatých drevinách sa pri doterajšom trende ročne zlepši zdravotný stav, vyjadrený prostredníctvom priemernej defoliácie o 0,38 %, pri listnatých sa zlepši o 0,24 % a spolu sa zdravotný stav ročne zlepši o 0,31 %. Štatistický rozbor na hladine významnosti 5 % preukázal štatistickú významnosť uvedených trendov pre všetky kategórie. 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 %. **V posledných jedenástich rokoch došlo k zlepšeniu zdravotného stavu a priemerná defoliácia všetkých drevín klesla pod 25 %.** Ihličnaté dreviny majú od roku 1996 vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,2-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčšiemu 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.

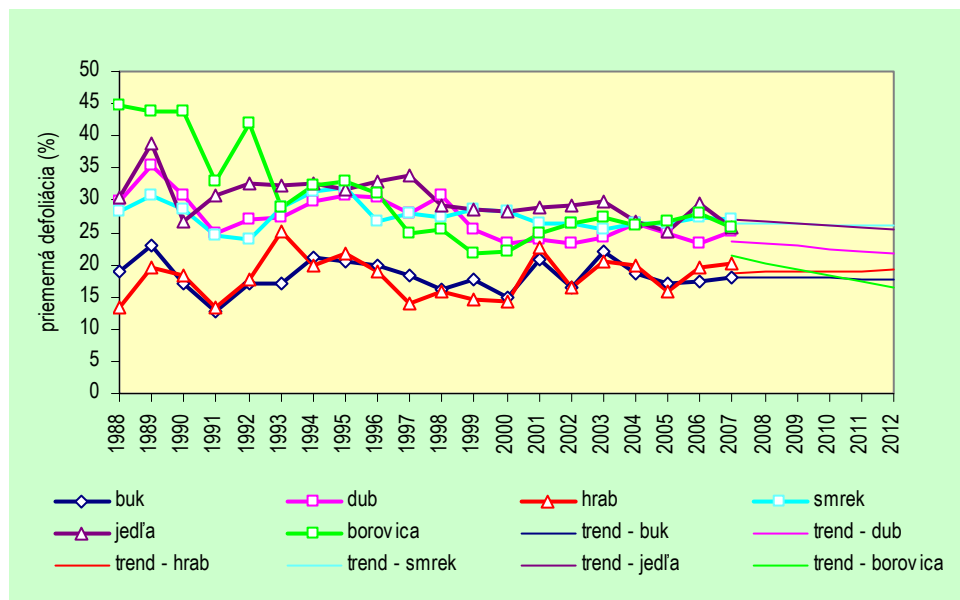


Obr. 3.7 Vývoj priemernej defoliácie a prognóza trendu do roku 2012

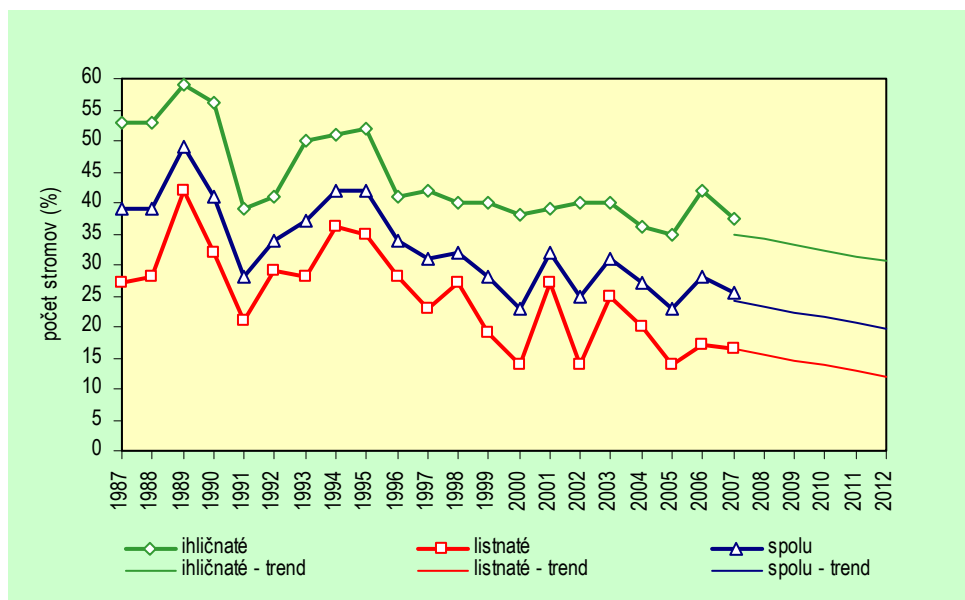
Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie 2-4 pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.10. Prognóza trendu do roku 2012 je vypočítaná pomocou jednoduchej lineárnej regresie ako v predchádzajúcom prípade a znázornená na obrázku 3.9. Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice. Na základe záporných hodnôt regresných koeficientov možno usudzovať na znižovanie počtu stromov stredne a silne poškodených, štatistický rozbor na hladine významnosti 5 % preukázal štatistickú významnosť trendov pre všetky kategórie

drevín. Aj tu sa ukázala skutočnosť, podobne ako v predchádzajúcom prípade hodnotenia priemernej defoliácie a jej trendu, že podiel ihličnatých drevín so stupňom defoliácie 2-4 je od roku 1996 vyrovnaný a k výrazným výkyvom v tomto období dochádza iba u listnatých drevín.

<b>ihličnaté dreviny:</b>	<b>zast % = 1841,3 - 0,9000 * rok,</b>	<b>r = -0,7732,</b>	<b>t = 5,314</b>	<b>t<sub>0,05(19)</sub> = 2,093</b>
<b>listnaté dreviny:</b>	<b>zast % = 1749,6 - 0,8636 * rok,</b>	<b>r = -0,6940,</b>	<b>t = 4,201</b>	<b>t<sub>0,05(19)</sub> = 2,093</b>
<b>spolu:</b>	<b>zast % = 1778,3 - 0,8740 * rok,</b>	<b>r = -0,7626,</b>	<b>t = 5,139</b>	<b>t<sub>0,05(19)</sub> = 2,093</b>



Obr. 3.8 Vývoj priemernej defoliácie a prognóza trendu do roku 2012 pre vybrané druhy drevín



Obr. 3.9 Vývoj zastúpenia stromov v stupni poškodenia 2-4 a prognóza trendu do roku 2012

### 3.1.3 Relatívny podiel stromov v stupňoch defoliácie a priemerná defoliácia podľa zdokonalenej matematicko-štatistickej metódy hodnotenia

Od roku 2002 sa súčasne s výpočtami podľa starej metodiky, ktorá zabezpečuje kontinuitu porovnateľných údajov robia aj výpočty podľa zdokonalenej metodiky. Táto, ako už bolo spomenuté, považuje z matematicko-štatistického hľadiska systém monitorovania zdravotného stavu v sieti 16x16

km za dvojstupňový výber s nerovnakým počtom stromov na ploche. Pri algoritme spracovania týchto údajov sa hodnotí aj rozdielna reprezentatívnosť trvalých monitorovacích plôch. Váhami pri kvantifikácii reprezentatívnosti matematicko-štatistického spracovania údajov sú rozdielne počty stromov a kruhové základne jednotlivých TMP. K získaným výsledkom relatívnych podielov (tab. 3.14 a tab. 3.15) a priemernej defoliácie (tab. 3.16) drevín a ich skupín sa uvádzajú aj ich rámce presnosti.

Výsledky dokumentujú skutočnosť, že pohľad na zdravotný stav lesa cez rôzne charakteristiky akými sú počet stromov, zásoba alebo stanovisková plocha vedie k rozdielnym výsledkom.

**Tab. 3.14 Relatívny podiel jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia a ich rámce presnosti pri zohľadnení počtu stromov na ploche**

Drevina	Stupeň poškodenia							Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	
Buk	24,2±3,8	68,3±3,6	7,4±1,6	0,1±0,0	-	75,8±4,1	7,5±1,6	1347
Dub	1,5±0,4	77,0±2,9	19,8±2,3	1,7±0,9	-	98,5±0,5	21,5±2,9	441
Hrab	13,4±3,4	60,3±5,7	26,3±6,9	-	-	86,6±4,2	26,3±6,9	239
Ostatné listnaté	17,5±4,5	47,2±4,9	24,7±3,5	10,7±3,0	-	82,5±5,2	35,4±5,5	268
Listnaté spolu	17,9±2,5	66,1±2,6	14,4±1,8	1,6±0,7	-	82,1±2,8	16,0±2,2	2295
Smrek	4,4±1,1	58,7±3,4	35,7±3,5	1,0±0,3	0,2±0,2	95,6±1,2	36,9±3,5	1075
Jedľa	4,9±1,6	57,0±7,1	36,5±6,3	1,6±0,8	-	95,1±2,0	38,1±6,9	189
Borovica	9,1±2,9	50,1±4,7	38,6±7,1	1,8±0,5	0,4±0,3	90,9±3,7	40,8±6,9	392
Smrekovec	5,8±4,1	75,6±6,9	18,6±5,8	-	-	94,2±5,4	18,6±5,8	72
Ihličnaté spolu	4,7±1,2	57,8±2,7	36,1±3,0	1,1±0,2	0,3±0,2	95,3±1,3	37,5±3,0	1728
Spolu	13,4±2,0	62,5±2,1	22,6±1,9	1,4±0,5	0,1±0,1	86,6±2,1	24,1±2,1	4023

**Tab. 3.15 Relatívny podiel jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia a ich rámce presnosti pri zohľadnení kruhovej základne stromov**

Drevina	Stupeň poškodenia							Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	
Buk	22,6±3,3	67,7±3,4	9,6±1,8	0,1±0,1	-	77,4±3,6	9,7±1,8	1347
Dub	1,7±0,6	71,4±4,1	24,9±3,5	2,0±1,2	-	98,3±0,7	26,9±4,1	441
Hrab	19,3±4,9	56,9±4,6	23,8±6,2	-	-	80,5±5,9	23,8±6,2	239
Ostatné listnaté	11,5±3,0	51,2±4,9	24,4±3,6	12,9±3,3	-	88,5±3,3	37,3±6,0	268
Listnaté spolu	17,3±2,2	66,0±2,5	15,1±1,6	1,6±0,7	-	82,7±2,5	16,7±2,0	2295
Smrek	3,2±0,7	57,5±4,2	38,4±4,4	0,7±0,2	0,2±0,1	96,8±0,8	39,3±4,5	1075
Jedľa	4,7±1,5	52,0±8,2	41,2±7,2	2,1±0,9	-	95,3±1,9	43,3±8,1	189
Borovica	10,4±3,2	49,1±5,1	38,8±7,2	1,3±0,5	0,4±0,3	89,6±4,1	40,5±6,9	392
Smrekovec	3,9±2,2	75,9±6,2	20,2±5,8	-	-	96,1±3,1	20,2±5,8	72
Ihličnaté spolu	4,7±0,9	56,4±3,4	37,8±3,6	0,9±0,2	0,2±0,1	95,3±1,1	38,9±3,6	1728
Spolu	11,2±1,4	61,7±2,0	25,8±2,0	1,2±0,4	0,1±0,1	88,8±1,6	27,1±2,5	4023

**Tab. 3.16 Porovnanie priemernej defoliácie (SAO) drevín vypočítanej podľa starej a novej metodiky pri zohľadnení počtu stromov (M) a kruhovej základne na ploche (G) v roku 2006 a dosiahnutá presnosť ich určenia**

Drevina	SAO <sub>M</sub>	SAO <sub>G</sub>	SAO <sub>stm</sub>
Buk	17,3 ± 0,8	18,1 ± 0,8	17,9 ± 0,6
Dub	24,0 ± 1,0	25,3 ± 1,4	25,2 ± 1,6
Hrab	22,4 ± 1,9	21,3 ± 1,9	20,3 ± 1,4
Jaseň	22,9 ± 1,7	21,7 ± 1,5	23,0 ± 1,4
Javor	36,3 ± 9,3	32,2 ± 8,7	29,5 ± 4,3
Agát	49,2 ± 7,6	50,6 ± 10,0	45,0 ± 10,9
Listnaté spolu	20,7 ± 1,1	21,0 ± 1,0	20,8 ± 0,9
Smrek	26,4 ± 0,8	26,9 ± 1,0	26,9 ± 0,8

Drevina	SAO <sub>M</sub>	SAO <sub>G</sub>	SAO <sub>stm</sub>
Jedľa	25,5 ± 2,1	26,7 ± 2,1	25,8 ± 1,4
Borovica	27,2 ± 1,9	26,8 ± 1,9	25,9 ± 1,5
Smrekovec	21,7 ± 1,7	22,4 ± 1,1	22,9 ± 1,6
Ihličnaté spolu	26,2 ± 0,7	26,6 ± 0,8	26,4 ± 0,7
Spolu	22,8 ± 0,8	23,7 ± 0,7	23,2 ± 0,7

### 3.1.4 Monitorovanie výskytu škodlivých činiteľov

Hodnotenie poškodenia drevín jednotlivými činiteľmi sa vykonávalo v období júl – august 2007 v zmysle schválenej metodiky ICP Forests. Na všetkých plochách sa zaznamenávala špecifikácia dotknutej časti (ihlice, listy, tohoročné výhony, terminálne pupene, púčiky, kmeň, koreňové nábehy a pod.), znak poškodenia (sfarbenie, deformácia, prítomnosť hmyzu a húb, poranenia zlomy, a pod.) a špecifikácia symptómu (konkrétny symptóm poškodenia). Výskyt konkrétneho činiteľa sa vyjadroval podľa určeného číselného kódu, intenzita sa zaznamenávala v percentách. Stĺpec „percento“ uvádza na koľkých percentách stromov sa vyskytuje daný typ poškodenia. Nakoľko na jednotlivých stromoch sa súčasne vyskytuje aj viacej typov poškodení celkový súčet v jednotlivých tabuľkách je vyšší ako 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.

Roku 2007 sa hodnotilo 5037 stromov na 107 plochách. Z celkového počtu hodnotených stromov malo 86,7 % stromov aspoň jeden príznak poškodenia, čo je takmer na úrovni roku 2006 (85,5%). Bez príznakov poškodenia bolo 13,2 % stromov čo predstavuje oproti predchádzajúcemu nárast o necelé 3 %. **Najčastejšie sa príznaky zaznamenali na koreňových nábehoch a kmeni, kde bolo poškodených až 60,6 % stromov, najmä mechanickým spôsobom v dôsledku vykonávania ťažbových zásahov.** Poškodenie ihlíc a listov bolo pozorované v priemere na 45,9 % stromoch (nárast o 13,5%), poškodenie vetiev a púčikov sa zaznamenalo na 13,5 % hodnotených stromov (pokles o 4%). Podrobnejšie výsledky sú uvedené v tabuľke 3.17.

**Tab. 3.17 Rozdelenie poškodenia podľa miesta vzniku (sumár za všetky dreviny)**

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	Listy	1891	37,5
	staré ročníky ihličia	309	6
	ihličie všetkých ročníkov	79	1,5
	tohtoročné ihličie	37	0,7
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	2316	45,9
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	13	0,25
	vetvičky Ø<2 cm	150	2,9
	vetvy Ø2<10 cm	379	7,5
	vetvy Ø=>10 cm	41	0,81
	rôzne veľkosti vetiev	21	0,4
	vrcholové výhonky	90	1,7
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	684	13,5
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	293	5,8
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	1939	38,4
	celý kmeň	104	2
	koreňové nábehy a peň (=< 25 cm)	1364	27
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	3055	60,6
Mŕtve stromy	133	2,6	
Nehodnotené stromy	0	0	
Stromy bez symptómov poškodenia	669	13,2	
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	4368	86,7	
Počet stromov spolu	5037	100,0	

Zo symptómov poškodenia sa najčastejšie vyskytovali poškodenia koreňových nábehov a kmeňov (60,6 % pozorovaní). Rany na koreňových nábehoch sa podieľali na tomto stave 24 %, hniloby takmer 19 % a príznaky hmyzu sa pozorovali na viac ako 14 % sledovaných stromoch, čo korešponduje s výsledkami z minulého roka. V roku 2007 došlo k nárastu symptómov poškodenia na ihliciach a listoch, tie sa zaznamenali na takmer 46 % pozorovaní, najviac sa na tomto stave podieľali defoliácie 35 % pozorovaní (nárast o 23%). Odumieranie vetiev sa zaznamenalo na takmer 10 % sledovaných stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.18.

**Tab. 3.18 Rozdelenie poškodenia podľa jednotlivých symptómov (sumár za všetky dreviny)**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	čiastočne alebo úplne chýbajúce	1760	34,9
	Deformácie	2	0,03
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	544	10,8
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	109	2,1
	bronzové sfarbenie	3	0,05
	príznaky hmyzu	189	3,7
	iné príznaky	3	0,05
	príznaky húb	2	0,03
	mikrofilie (malé listy)	11	0,21
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	2316	45,9
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	512	10,1
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0
	hniloba, práchnivenie	2	0,03
	smolotok (u ihličnanov)	0	0
	Zlomy	41	0,81
	nekrózy/nekrotické časti	2	0,03
	príznaky hmyzu	58	1,15
	príznaky húb	3	0,05
	iné symptómy	4	0,07
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	620	12,3
	Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	1219
smolotok (u ihličnanov)		518	10,2
miazgotok (u listnatých)		12	0,23
hniloba, práchnivenie		946	18,7
Deformácie		566	11,2
naklonenie, vychýlenie		51	1,01
Zlom		56	1,1
nekrózy/nekrotické časti		0	0
príznaky hmyzu		727	14,4
príznaky húb		21	0,4
iné príznaky		66	1,3
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		3053	60,6
Počet stromov spolu			5037

Z jednotlivých skupín škodlivých činiteľov najčastejšou príčinou poškodenia bolo tak ako v predchádzajúcom roku pôsobenie hmyzu, ktoré sa zaznamenalo pri viac ako 45 % pozorovaní (nárast o 9%), prítomnosť húb takmer na 23 % (pokles o 6%) a vplyv priamej činnosti človeka sa zaznamenala na viac ako 15,5 % pozorovaniach. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.19.

**Tab. 3.19 Rozdelenie poškodenia podľa príčiny (sumár za všetky dreviny)**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	98	1,9
Hmyz	2313	45,2
Huby	1162	23,0
Abiotické činitele	871	17,2
Priama činnosť človeka	785	15,5



Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Oheň	0	0
Atmosférické znečistenie	7	0,1
Iné faktory (hlavne epifyty)	262	5,2
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	170	3,3
Aspoň jedna príčina poškodenia	3558	70,6
Spolu	5037	100



Obr. 3.10 Poškodenie kmeňa smreka ťažbovou činnosťou



Obr. 3.11 Kmeň duba napadnutý hubami rod *Stereum*

Buk bol v roku 2007 tak ako aj v predchádzajúcom roku jednou z najviac poškodených drevín, pričom aspoň jeden príznak poškodenia bol zaznamenaný pri viac ako 96 % pozorovaní, čo predstavuje 4 % ročný nárast. Najčastejšie poškodenou časťou stromu boli koreňové nábehy a kmeň pri 77,1 %, poškodenie asimilačných orgánov bolo pozorované na takmer 59 % stromov (nárast 34%), poškodenie vetiev a výhonov pri 11,5 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.20.

Tab. 3.20 Rozdelenie poškodenia buka podľa miesta vzniku

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Listy	Listy	951	59,1
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0
	vetvičky Ø<2 cm	1	0,06
	vetvy Ø2<10 cm	147	9
	vetvy Ø=>10 cm	26	1
	rôzne veľkosti vetiev	0	0
	Vrcholové výhonky	11	0,6
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	185	11,5
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	13	0,8
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	843	52,4
	celý kmeň	86	5,3
	koreňové nábehy a peň (=< 25 cm)	551	34,2
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	1240	77,1
Nehodnotené stromy		0	0

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento
Stromy bez symptómov poškodenia	58	3,6
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia	1549	96,3
Počet stromov spolu	1607	100

Na buku sa v roku 2007 najčastejšie zaznamenala prítomnosť defoliácií v rozsahu (55 %), ako dôsledok neskorých mrazov začiatkom mája. Prítomnosť hmyzu na kmeni sa zaznamenal na 41 % stromov, rany a deformácie kmeňov sa zaistili na 31 % stromov a hniloby tak ako v roku 2006 sa zaznamenali na 19 % stromoch. Odumieranie a poškodenia vetiev a výhonov sa zaznamenalo na takmer 11 % stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.21.

**Tab. 3.21 Rozdelenie poškodenia buka podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	čistočne alebo úplne chýbajúce	885	55,1
	Deformácie	1	0,1
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	131	8,2
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	14	0,9
	bronzové sfarbenie	3	0,2
	príznaky hmyzu	7	0,4
	iné príznaky	3	0,2
	príznaky húb	0	0
	mikrofilie (malé listy)	5	0,3
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	951	59,2
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	174	10,8
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0
	Hniloba, práchnivenie	2	0,1
	Zlomy	3	0,2
	nekrózy/nekrotické časti	2	0,1
	príznaky hmyzu	0	0
	príznaky húb	4	0,2
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	185	11,5
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	498	31
	miazgotok (u listnatých)	4	0,2
	Hniloba, práchnivenie	306	19
	Deformácie	158	31
	naklonenie, vychýlenie	7	0,4
	Zlom	2	0,1
	príznaky hmyzu	657	40,9
	príznaky húb	10	0,6
	iné príznaky	3	0,2
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	1240	77,2
Počet stromov spolu	1607	100	

Dominantné postavenie medzi jednotlivými škodlivými činiteľmi sme zaznamenali pri hmyze, kde sa jeho prítomnosť zaznamenala takmer na 84 % pozorovaní. Najčastejšie sa na kmeni vyskytoval červec bukový (*Cryptococcus fagi*), (*Ectoedemia liebwerdella*), poškodenia listov spôsobovali zástupcovia rodu *Mikiola* a *Rhyncheanus fagi*. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala pri 22,5 % pozorovaní, pričom najčastejšie sa vyskytovali drevokazné a parazitické huby na kmeňoch (*Fomes fomentarius*, *Ustulina deusta* a pod.). Poškodenie koreňových nábehov a kmeňov činnosťou človeka (najmä ťažbové zásahy) sa zaznamenali na takmer 20 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.22.

**Tab. 3.22 Rozdelenie poškodenia buka podľa príčiny**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	0	0
Hmyz	1346	83,8
Huby	361	22,5
Abiotické činitele	193	12
Priama činnosť človeka	317	19,7
Oheň	0	0
Atmosférické znečistenie	0	0
Iné faktory (hlavne epifyty)	46	2,9
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	7	0,4
Aspoň jedna príčina poškodenia	1378	85,7
Spolu	1607	100

Aspoň jeden príznak poškodenia na dube sa zaznamenal na viac ako 94 % stromov, čo predstavuje 10 % nárast. oproti roku 2006. Najviac poškodení sa zaznamenalo na asimilačných orgánoch v dôsledku pôsobenia defoliátorov (obaľovače, piadivky a skočky). Poškodenie vetiev a výhonov sa zistilo na 27,5 % stromoch (pokles o 12%). Koreňové nábehy a kmene malo poškodených takmer 39 % dubov čo korešponduje s výsledkami z roku 2006. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.23.

**Tab. 3.23 Rozdelenie poškodenia duba podľa miesta vzniku**

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Listy	Listy	391	81,5
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	0	0
	vetvičky Ø<2 cm	36	7,5
	vetvy Ø2<10 cm	76	15,8
	vetvy Ø=>10 cm	7	1,5
	rôzne veľkosti vetiev	14	2,9
	vrcholové výhonky	1	0,2
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	132	27,5
Kmeň a koreňové nábehy	Hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	7	1,5
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	86	17,9
	celý kmeň	0	0
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	107	22,3
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	186	38,8
			0
Nehodnotené stromy		0	0
Stromy bez symptómov poškodenia		28	5,8
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		452	94,2
Počet stromov spolu		480	100

**Tab. 3.24 Rozdelenie poškodenia duba podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Listy	čistočne alebo úplne chýbajúce	295	61,5
	deformácie	0	0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	39	8,1
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	9	1,9
	bronzové sfarbenie	0	0
	príznaky hmyzu	132	27,5
	iné príznaky	0	0
	príznaky húb	0	0
	mikrofilie (malé listy)	0	0
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	390	81,3

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce rany (odreniny, trhliny atď.)	120	25
	hniloba, práchnivenie	0	0
	Zlomy	0	0
	nekrózy/nekrotické časti	0	0
	príznaky hmyzu	1	0,2
	príznaky húb	0	0
	iné symptómy	1	0,2
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	121	25
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	48	10
	miazgotok (u listnatých)	4	0,8
	hniloba, práchnivenie	70	14,6
	Deformácie	39	8,1
	naklonenie, vychýlenie	10	2,1
	Zlom	1	0,2
	nekrózy/nekrotické časti	0	0
	príznaky hmyzu	20	4,2
	príznaky húb	5	1
	iné príznaky	5	1
aspoň jeden symptóm tejto skupiny	186	38,8	
Počet stromov spolu		480	100

Poškodenie listov najčastejšie bolo spôsobované vplyvom pôsobenia hmyzu, jednalo sa najmä o menšie žery, kedy nedochádzalo k holožerom, v porovnaní s predchádzajúcim rokom sa zaznamenalo viacej príznakov poškodenia skočkami. Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 120 duboch (25 %) súvisiacich s príznakmi tracheomykóznych ochorení. V porovnaní s ostatnými drevinami bolo poškodenia koreňových nábehov a kmeňov nižšie, pohybovalo sa na úrovni 39 %. Podrobnejšie informácie sú uvedené v tabuľke 3.24. Celkom bola prítomnosť hmyzu na dube zaznamenaná na takmer 78 % pozorovaní. (nárast 22 %). Najčastejšie sa zaznamenali druhy spôsobujúce defoliácie, jednalo sa najmä piadivky rodu *Operophtera* a obalovače rodu *Tortrix* a skočky *Altica guercetorum*. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 22,7 % pozorovaní (nárast o 6%). Najčastejšie sa vyskytovali zástupcovia rodov *Inonotus*. Abioticky pôsobiace činitele (mrazové trhliny, blesk a pod.) sa zaznamenali na 14,2 % stromoch. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.25.

**Tab. 3.25 Rozdelenie poškodenia duba podľa príčiny poškodenia**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,2
Hmyz	374	77,9
Huby	109	22,7
Abiotické činitele	68	14,2
Priama činnosť človeka	24	5
Oheň	0	0
Atmosférické znečistenie	0	0
Iné faktory (hlavne epifyty)	26	5,4
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	27	5,6
Aspoň jedna príčina poškodenia	403	84
Spolu	480	100

Na smreku sa aspoň jeden príznak poškodenia zaznamenal na viac ako 79 % stromov, čo predstavuje mierny pokles v porovnaní s rokom 2006, kedy malo aspoň jeden príznak poškodenia 85,4 % stromov. Najvýraznejšie sa prejavy poškodenia prejavili na koreňových nábehoch a kmeňoch, kde bolo zaznamenaných až 72 % pozorovaní, z toho na kmeňoch medzi koreňovými nábehmi a korunou (47,2 %) a koreňových nábehoch (35,1 %). Poškodenie asimilačných orgánov sa zistilo pri 15 % pozorovaní, odumieranie vetiev a výhonov pri takmer 10 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.26.

**Tab. 3.26 Rozdelenie poškodenia smreka podľa miesta vzniku**

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	staré ročníky ihličia	143	11,1
	ihličie všetkých ročníkov	48	3,7
	tohtoročné ihličie	2	0,2
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	193	15,0
Vetvy, výhonky A púčiky	tohtoročné výhonky	13	1
	vetvičky Ø<2 cm	60	4,7
	vetvy Ø2<10 cm	1	0,1
	vetvy Ø=>10 cm	0	0
	rôzne veľkosti vetiev	1	0,1
	vrcholové výhonky	51	4,0
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	126	9,8
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	128	9,9
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	608	47,2
	celý kmeň	4	0,3
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	452	35,1
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	928	72,0
Mŕtve stromy		0	
Nehodnotené stromy		0	
Stromy bez symptómov poškodenia		268	20,8
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		1020	79,2
Počet stromov spolu		1288	100

Z jednotlivých symptómov sa na smreku najvýraznejšie prejavili rany na koreňových nábehoch a kmeni, prítomnosť ktorých sme zaznamenali na 36 % stromov. Smolotok na koreňových nábehoch a kmeňoch sa vyskytoval na takmer 32 % stromov a hniloby na takmer 26 % stromov, čo predstavuje mierny pokles oproti predchádzajúcemu roku. Poškodenie ihlíc sa zistilo na 15 % stromov, pričom najčastejšie súviselo so žltnutím smreka (7,1 %). Odumieranie vetiev sa zaznamenalo pri 3,6 % stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tab. 3.27.

**Tab. 3.27 Rozdelenie poškodenia na smreku podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	čiastočne alebo úplne chýbajúce	117	9,1
	Deformácie	0	0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	91	7,1
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	3	0,2
	bronzové sfarbenie	0	0
	príznaky hmyzu	0	0
	iné príznaky	0	0
	príznaky húb	0	0
	mikrofilie (malé listy)	0	0
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	193	15
	Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	47
rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0
hniloba, práchnivenie		0	0
smolotok (u ihličnanov)		0	0
Zlomy		14	1,1
nekrózy/nekrotické časti		0	0
príznaky hmyzu		57	4,4
príznaky húb		0	0
iné symptómy		0	0
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		118	9,2

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	464	36
	smolotok (u ihličnanov)	408	31,7
	hniloba, práchnivenie	334	25,9
	Deformácie	195	15,1
	naklonenie, vychýlenie	0	0
	Zlom	26	2
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0
	Príznaky hmyzu	21	1,6
	Príznaky húb	2	0,2
	iné príznaky	9	0,7
	Aspoň jeden symptóm tejto skupiny	928	72
Počet stromov spolu		1288	100

Podobne ako v roku 2006 bola prítomnosť parazitických a drevokazných húb najvýraznejšou príčinou poškodenia smreka, ktoré sa zaznamenalo až na 28,8 % stromov. Jednalo sa najmä o hubových patogénov rodov *Armillaria*, *Heterobasidion annosum*, *Stereum* a iných. Vplyvom priameho pôsobenia človeka bolo poškodených 21,1 % stromov. Najčastejšie išlo o poškodenia koreňových nábehov a kmeňov ťažbovými zásahmi. Pôsobenie abiotických činiteľov sa zaznamenalo na 15,9 % stromov, pričom išlo najmä o vrcholcové zlomy. Do skupiny „pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná“ bola zaradená prítomnosť smolotoku na kmeni, kde nebolo možné jednoznačne určiť primárnu príčinu poškodenia. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.28.

**Tab. 3.28 Rozdelenie poškodenia smreka podľa príčiny**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	91	7,1
Hmyz	150	11,6
Huby	370	28,7
Abiotické činitele	205	15,9
Priama činnosť človeka	297	23,1
Oheň	0	0
Atmosférické znečistenie	3	0,2
Iné faktory (hlavne epifyty)	33	2,6
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	115	8,9
Aspoň jedna príčina poškodenia	762	59,2
Spolu	1288	100

V porovnaní s rokom 2006 došlo k nárastu poškodenia jedle. Pokiaľ ešte v roku 2006 sa aspoň jeden príznak poškodenia zaznamenal na 77,5 % stromoch v minulom roku to už bolo takmer na 91 %. Najčastejšie sa na jedli v minulom roku vyskytovali poškodenia na koreňových nábehoch a kmeňoch 53,8 %. Poškodenie asimilačných orgánov sa zistilo na 29,5 % pozorovaniach a odumieranie vetiev a výhonov na 35,5 %, čo predstavuje nárast o takmer 28 %. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.29.

**Tab. 3.29 Rozdelenie poškodenia jedle podľa miesta vzniku**

Poškodená časť	Počet pozorovaní	Percento	
Ihličie	staré ročníky ihličia	53	22,6
	ihličie všetkých ročníkov	4	1,7
	tohtoročné ihličie	12	5,1
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	69	29,5
Vetvy, výhonky a púčiky	tohtoročné výhonky	0	0
	vetvičky Ø<2 cm	18	7,7
	vetvy Ø2<10 cm	52	22,2
	vetvy Ø=>10 cm	0	0
	rôzne veľkosti vetiev	0	0
	vrcholové výhonky	12	5,1
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	76	32,5

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	19	8,1
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	126	53,8
	celý kmeň	0	0
	koreňové nábehy a peň ( $\leq 25$ cm)	48	20,5
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	162	69,2
			0
Nehodnotené stromy		0	0
Stromy bez symptómov poškodenia		22	9,4
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		212	90,6
Počet stromov spolu		234	100

Zo sledovaných symptómov sa najčastejšie poškodenia vyskytovali na koreňových nábehoch a kmeňoch kedy bolo poškodených 69,3 %, čo predstavuje 13 % nárast v porovnaní s rokom 2006. Smolotok sa zaznamenal na 34,2 % stromov, deformácie na 31,6% a rany na 17,9 % stromov. Poškodenie asimilačných orgánov predstavovalo 29,5 % všetkých pozorovaní, z čoho 14,1 % tvorilo svetlozelené sfarbenie až žltnutie. Odumieranie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na takmer 15,8 % stromoch čo predstavuje 9 % ročný nárast. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.30.

**Tab. 3.30 Rozdelenie poškodenia jedle podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	čiastočne alebo úplne chýbajúce	14	5,9
	Deformácie	0	0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	33	14,1
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	30	12,8
	bronzové sfarbenie	0	0
	príznaky hmyzu	0	0
	iné príznaky	0	0
	príznaky húb	0	0
	mikrofilie (malé listy)	0	0
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	69	29,5
	Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	23
rany (odreniny, trhliny atď.)		0	0
hniloba, práchnivenie		0	0
smolotok (u ihličnanov)		0	0
Zlomy		13	5,5
nekrózy/nekrotické časti		0	0
príznaky hmyzu		0	0
príznaky húb		0	0
iné symptómy		2	0,8
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		37	15,8
Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	42	17,9
	smolotok (u ihličnanov)	80	34,2
	hniloba, práchnivenie	27	11,5
	Deformácie	74	31,6
	naklonenie, vychýlenie	2	0,9
	Zlom	0	0
	nekrózy/nekrotické časti	0	0
	príznaky hmyzu	3	1,3
	príznaky húb	0	0
	iné príznaky	1	0,4
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	162	69,3
	Počet stromov spolu		234

V roku 2007 boli abiotické činitele najvýznamnejšou skupinou poškodzujúcou jedle na monitorovacích plochách. Poškodenie vetrom, snehom, námrazou bolo zaznamenané na 34,2 % stromov. Priama činnosť človeka, najmä mechanické poškodzovanie koreňových nábehov a kmeňov ťažbovými zásahmi tvorili 24,8 % poškodení. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na 23,1 % pozorovaní. Najčastejšie sa vyskytovali druhy rodov *Armillaria*, *Ganoderma*, ako aj *Heterobasidion annosum*. Taktiež vysoká bola aj prítomnosť imela bieleho, ktorého prítomnosť sa zaznamenala na takmer 21 % stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.31.

**Tab. 3.31 Rozdelenie poškodenia jedle podľa príčiny**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	3	1,3
Hmyz	3	1,3
Huby	54	23,1
Abiotické činitele	80	34,2
Priama činnosť človeka	58	24,8
Oheň	0	0
Atmosférické znečistenie	2	0,9
Iné faktory (hlavne epifyty)	49	20,9
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	5	2,1
Aspoň jedna príčina poškodenia	159	67,9
Spolu	234	100

Aspoň jeden príznak poškodenia borovice bol zaznamenaný na 60 % stromov, čo je spomedzi hospodársky najvýznamnejších drevín najmenšia hodnota. Najviac príčin poškodenia sa zistilo na koreňových nábehoch a kmeňoch (30,2 % pozorovaní), najmä kmene v oblasti koruny boli poškodené v rozsahu 20 %, kmene pod korunami mali poškodenie 14 %. V porovnaní s ostatnými drevinami boli menej poškodené koreňové nábehy (2,7 %). Poškodenie ihlíc sa pohybovalo na úrovni viac ako 34 %, čo predstavuje zlepšenie stavu o 9 % v porovnaní s rokom 2006. Najintenzívnejšie boli napadnuté staršie ročníky ihličia (23,4 %) v dôsledku napadnutia sypavkami. Poškodenie vetiev a výhonov sa zaznamenalo na 5 % pozorovaní. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.32.

**Tab. 3.32 Rozdelenie poškodenia borovice podľa miesta vzniku**

Poškodená časť		Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	staré ročníky ihličia	96	23,4
	ihličie všetkých ročníkov	22	5,4
	Tohtoročné ihličie	21	5,3
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	140	34,1
Vetvy, výhonky a púčiky	Tohtoročné výhonky	0	0
	vetvičky Ø<2 cm	2	0,1
	vetvy Ø2<10 cm	11	2,7
	vetvy Ø=>10 cm	0	0
	rôzne veľkosti vetiev	1	0,1
	Vrcholové výhonky	8	2,0
	Púčiky	0	0
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	21	5,1
Kmeň a koreňové nábehy	hlavný kmeň alebo kmeň s korunou	82	20,0
	kmeň medzi koreňovými nábehmi a korunou	57	13,9
	Celý kmeň	1	0,1
	koreňové nábehy a peň (= < 25 cm)	11	2,7
	aspoň jedna časť zo skupiny je poškodená	124	30,2
Nehodnotené stromy		0	0
Stromy bez symptómov poškodenia		164	40,0
Stromy s aspoň jedným druhom poškodenia		246	60,0
Počet stromov spolu		410	100

Svetlozelené až žlté sfarbenie ihlíc sa zaznamenalo na 20,5% stromov a na 12,4 % borovic sa zaznamenalo červené až hnedé sfarbenie ihlíc. Deformácie kmeňov, ako následok starších vetrových



a snehových kalamít sa zaznamenal na 10 % stromov. Prítomnosť rán sa zistila na 5,4 % boroviciach a smolotok na 4,9 % stromov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.33.

**Tab. 3.33 Rozdelenie poškodenia borovice podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie	Čiastočne alebo úplne chýbajúce	14	3,4
	Deformácie	0	0
	svetlozelené alebo žlté sfarbenie	84	20,5
	červené až hnedé sfarbenie (nekrózy)	51	12,4
	bronzové sfarbenie	0	0
	príznačky hmyzu	0	0
	iné príznaky	0	0
	príznačky húb	1	0,2
	mikrofilie (malé listy)	0	0
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	140	34,1
Vetvy, výhonky a púčiky	mŕtve/odumierajúce	14	3,4
	rany (odreniny, trhliny atď.)	0	0
	Hniloba, práchnivenie	0	0
	smolotok (u ihličnanov)	0	0
	Zlomy	1	0,2
	Nekrózy/nekrotické časti	0	0
	príznačky hmyzu	0	0
	príznačky húb	0	0
	iné symptómy	0	0
	aspoň jeden symptóm tejto skupiny	15	3,7
	Kmeň a koreňové nábehy	rany (odreniny, trhliny)	22
smolotok (u ihličnanov)		20	4,9
Hniloba, práchnivenie		12	2,9
Deformácie		41	10,0
naklonenie, vychýlenie		7	1,7
Zlom		0	0
Nekrózy/nekrotické časti		0	0
príznačky hmyzu		2	0,5
príznačky húb		1	0,2
iné príznaky		46	11,2
aspoň jeden symptóm tejto skupiny		124	30,2
Počet stromov spolu		410	100

Abiotické činitele (19,3 % pozorovaní) boli najčastejšie sa vyskytujúcimi príčinami poškodenia borovic v roku 2007. Prítomnosť hubových patogénov sa zaznamenala na takmer 15 % pozorovaní. Najčastejšie sa na asimilačných orgánoch vyskytovali sypavky rodu *Lophodermium*. Na koreňových nábehoch kmeňoch sa vyskytovala koreňovka vrstevnatá (*Heterobasidion annosum*) a huby rodu *Armillaria* a *Phellinus*. Taktiež významná bola prítomnosť imela bieleho (*Viscum alba*), ktorým bolo napadnutých 67 stromoch, čo je 16,3 % z celkového počtu sledovaných borovic. Podrobnejšie údaje sú uvedené v tabuľke 3.34.

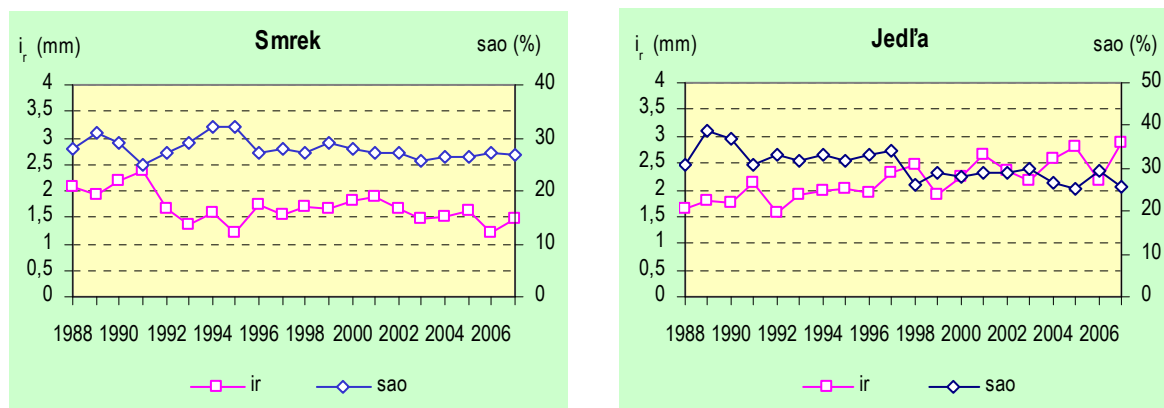
**Tab. 3.34 Rozdelenie poškodenia borovice podľa príčiny**

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Zver a pastva	1	0,2
Hmyz	13	3,2
Huby	61	14,9
Abiotické činitele	79	19,3
Priama činnosť človeka	17	4,1
Oheň	0	0

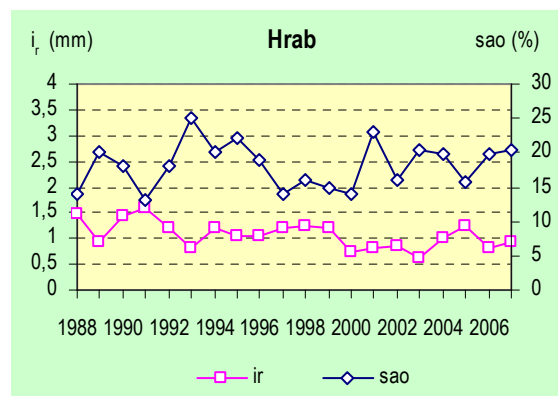
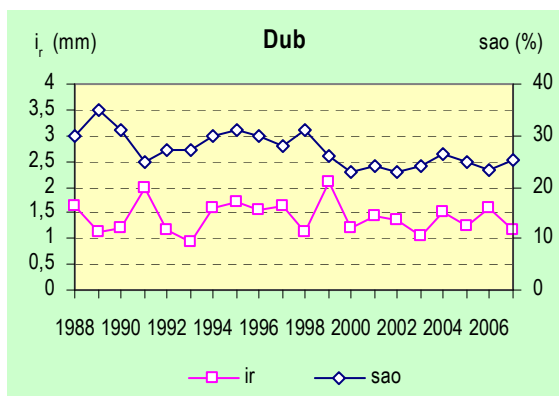
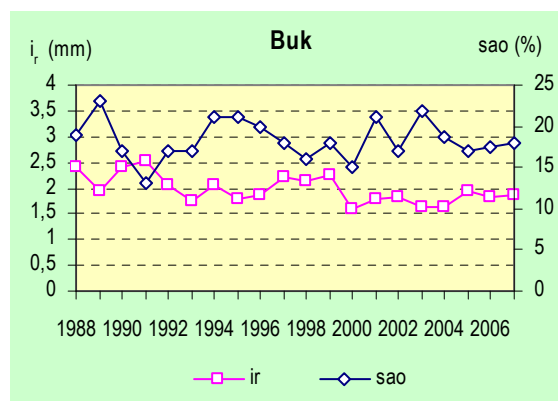
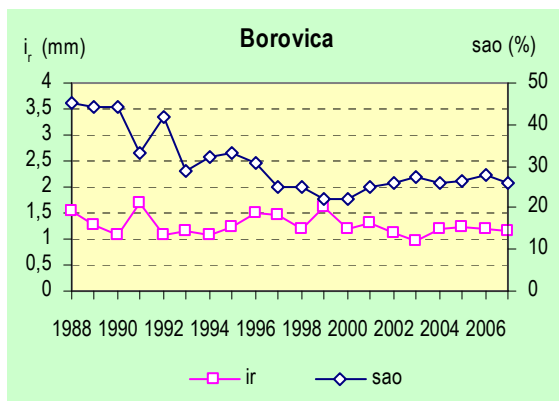
Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
Atmosférické znečistenie	0	0
Iné faktory (hlavne epifyty)	67	16,3
Pozorované poškodenie ale jeho príčina neidentifikovaná	5	1,2
Aspoň jedna príčina poškodenia	179	43,7
Spolu	410	100

### 3.1.5 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. 3.12 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).

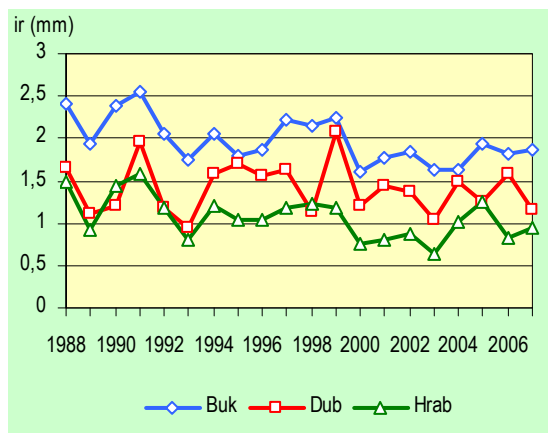
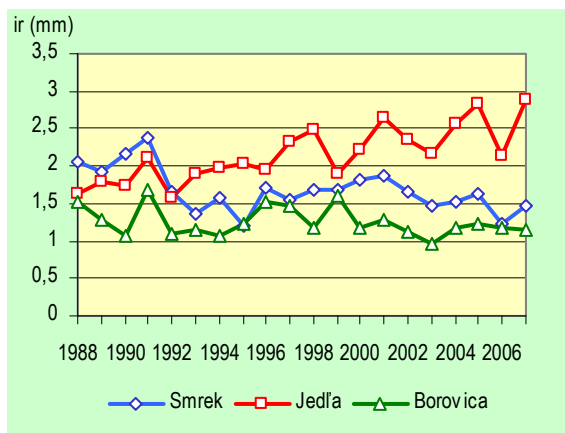


Obr. 3.12-1 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2007



**Obr. 3.12-2 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2007**

Na obrázku 3.13 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2007. 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. 3.13 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín**

### 3.1.6 Európsky extenzívny monitoring – zhrnutie aktuálnych poznatkov

#### Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2006

Rok 2006 bol dvadsiatym prvým rokom hodnotenia stavu lesov v Európe v rámci ICP Forests. Do hodnotenia zdravotného stavu lesa v národných sieťach bolo zapojených 31 zo 40 krajín ICP Forests. Tieto národné hodnotenia zahŕňali 333567 stromov na 18616 plochách. V rámci európskej monitorovacej siete, zahrňujúcej iba TMP v sieti 16x16 km, bolo v roku 2006 zapojených 31 krajín. Hlavným ukazovateľom zdravotného stavu bola defoliácia. Výsledky sú zhrnuté v tabuľkách 3.35-3.37 a graficky znázornené na obrázkoch 3.14-3.17 podľa údajov v správach Forest Condition in Europe - 2007 Technical Report a The Condition of Forests in Europe - 2007 Executive Report, vydaných PCC v Hamburgu v roku 2007.

Priemerná defoliácia v roku 2006 bola 19,9 %, čo predstavuje zlepšenie oproti roku 2005 o 0,7 %. Najvyššiu priemernú defoliáciu mal dub (*Quercus robur* a *Q. petraea*) – 24,9 %, nasledovali buk (20,6 %), smrek (18,5 %) a borovica (17,4 %). 21,9 % zo všetkých hodnotených stromov bolo klasifikovaných ako poškodené, tj. 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 2006 poškodených 25,4 % listnatých drevín a 19,2 % ihličnatých drevín. Zo štvorice európskych drevín s najväčším zastúpením je najviac poškodený dub letný a zimný (34,9 %), nasleduje smrek (24,1 %), buk (23,6 %) a borovica (13,8 %). Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2006 vyjadrená pomocou percenta poškodených stromov je na obrázku 3.14. 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.

Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2006 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP je na obrázku 3.15. Čo sa týka trendov vývoja zdravotného stavu, na 11,7 % všetkých plôch bolo pozorované signifikantné zvýšenie priemernej defoliácie, na 79,4 % nebola pozorovaná žiadna významná zmena v defoliácii a na 8,9 % plôch bolo pozorované signifikantné zlepšenie priemernej defoliácie v porovnaní s rokom 2005 (pozri obr. 3.16). Výsledky hodnotenia zmeny sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.37. V rámci celej Európy vykazuje 5,9 % všetkých drevín diskoloráciu väčšiu ako 10 %.

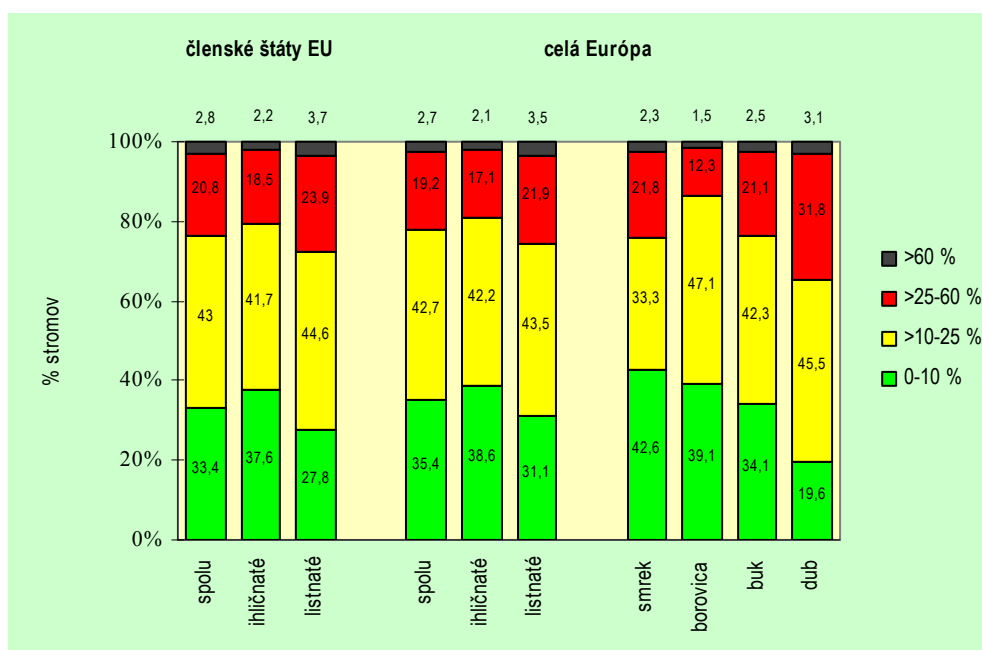
Tab. 3.35 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2006 v Európe

Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko	8970	44.0	45.0	10.0	1.0	11.0
Anglicko	8184	26.1	48.0	23.9	2.0	25.9
Belgicko	2841	33.1	49.0	16.3	1.6	17.9
Bielorusko	9373	37.4	54.7	6.5	1.4	7.9
Bulharsko	5069	17.3	45.3	24.5	12.9	37.4
Cyprus	360	11.7	67.5	20.3	0.5	20.8
Česká rep.	5661	12.3	31.5	54.5	1.7	56.2
Dánsko	528	64.2	28.2	6.6	1.0	7.6
Estónsko	2191	46.6	47.2	5.4	0.8	6.2
Fínsko	11506	55.3	35.1	8.6	1.0	9.6
Francúzsko	9950	28.5	35.9	31.9	3.7	35.6
Grécko		v roku 2006 neposkytli údaje				
Holandsko	230	64.0	17.0	16.5	2.5	19.0
Chorvátsko	2108	41.6	33.6	22.0	2.8	24.8
Írsko	455	73.7	18.9	6.1	1.3	7.4
Lichtenštajnsko		v roku 2006 neposkytli údaje				
Litva	4872	15.3	72.7	9.7	2.3	12.0
Lotyšsko	8116	19.4	67.2	11.4	2.0	13.4
Luxembursko		v roku 2006 neposkytli údaje				
Maďarsko	28386	41.3	39.5	13.9	5.3	19.2
Moldavsko	12729	44.3	28.1	22.4	5.2	27.6
Nemecko	10327	31.8	40.6	26.0	1.6	27.6

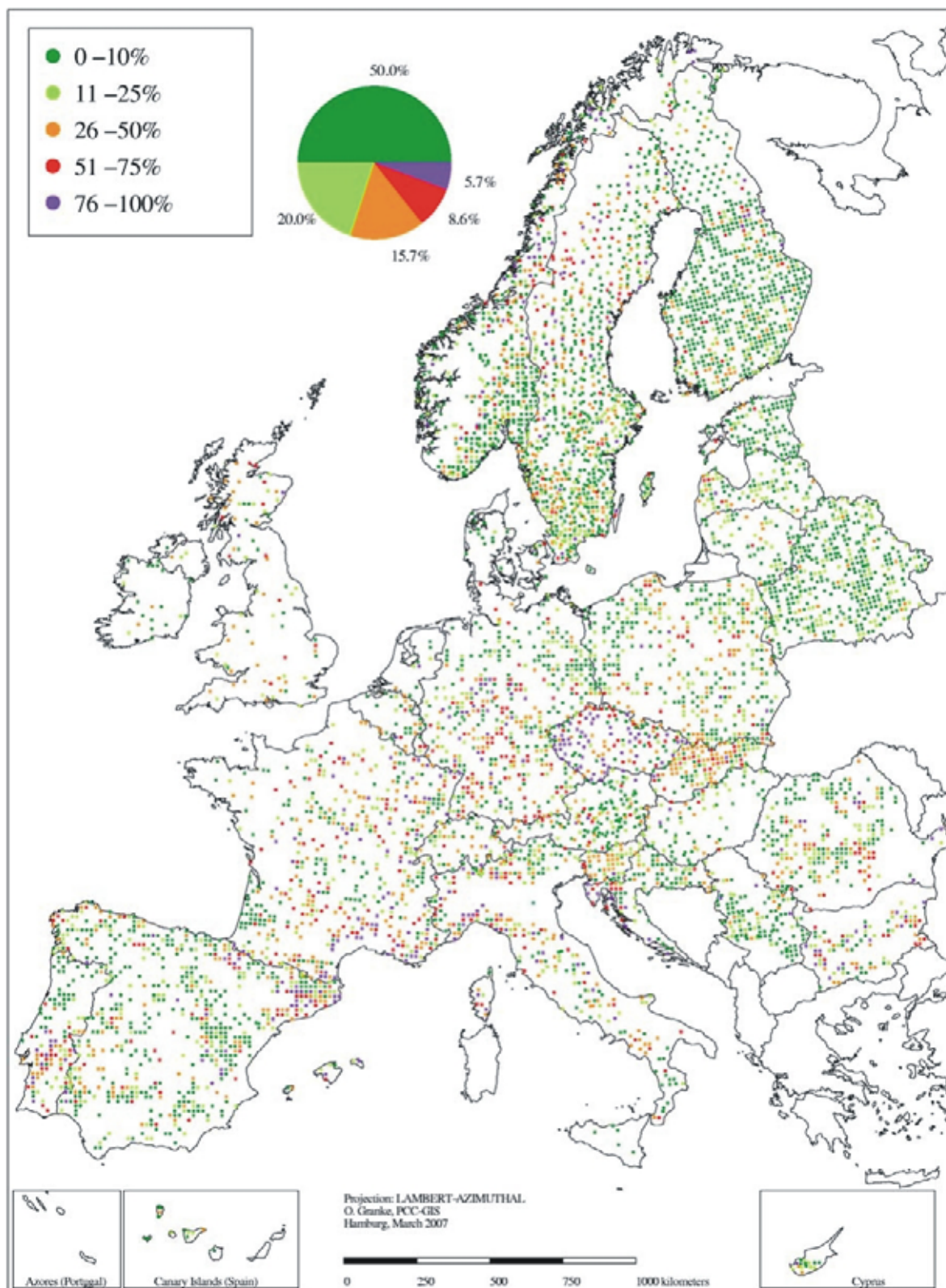
Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Nórsko	9004	39.8	36.9	18.2	5.1	23.3
Poľsko	7520	27.0	52.9	19.6	0.5	20.1
Portugalsko						
Rakúsko	3425	57.8	27.2	10.7	4.3	15.0
Rumunsko	97626	69.8	21.6	7.6	1.0	8.6
Rusko		v roku 2006 neposkytli údaje				
Slovensko	3975	13.9	58.0	27.0	1.1	28.1
Slovinsko	1080	31.0	39.7	23.7	5.6	29.3
Srbsko	2935	63.9	24.8	10.7	0.6	11.3
Španielsko	14880	17.2	61.2	18.2	3.4	21.6
Švajčiarsko	1025	29.2	48.3	13.8	8.7	22.5
Švédsko						
Taliansko	6941	30.8	38.7	25.9	4.6	30.5
Turecko		v roku 2006 neposkytli údaje				
Ukrajina	35900	68.3	25.1	5.6	1.0	6.6

Tab. 3.36 Percentá stromov v defoličných triedach a priemerná defoliácia pre listnaté, ihličnaté a všetky dreviny spolu

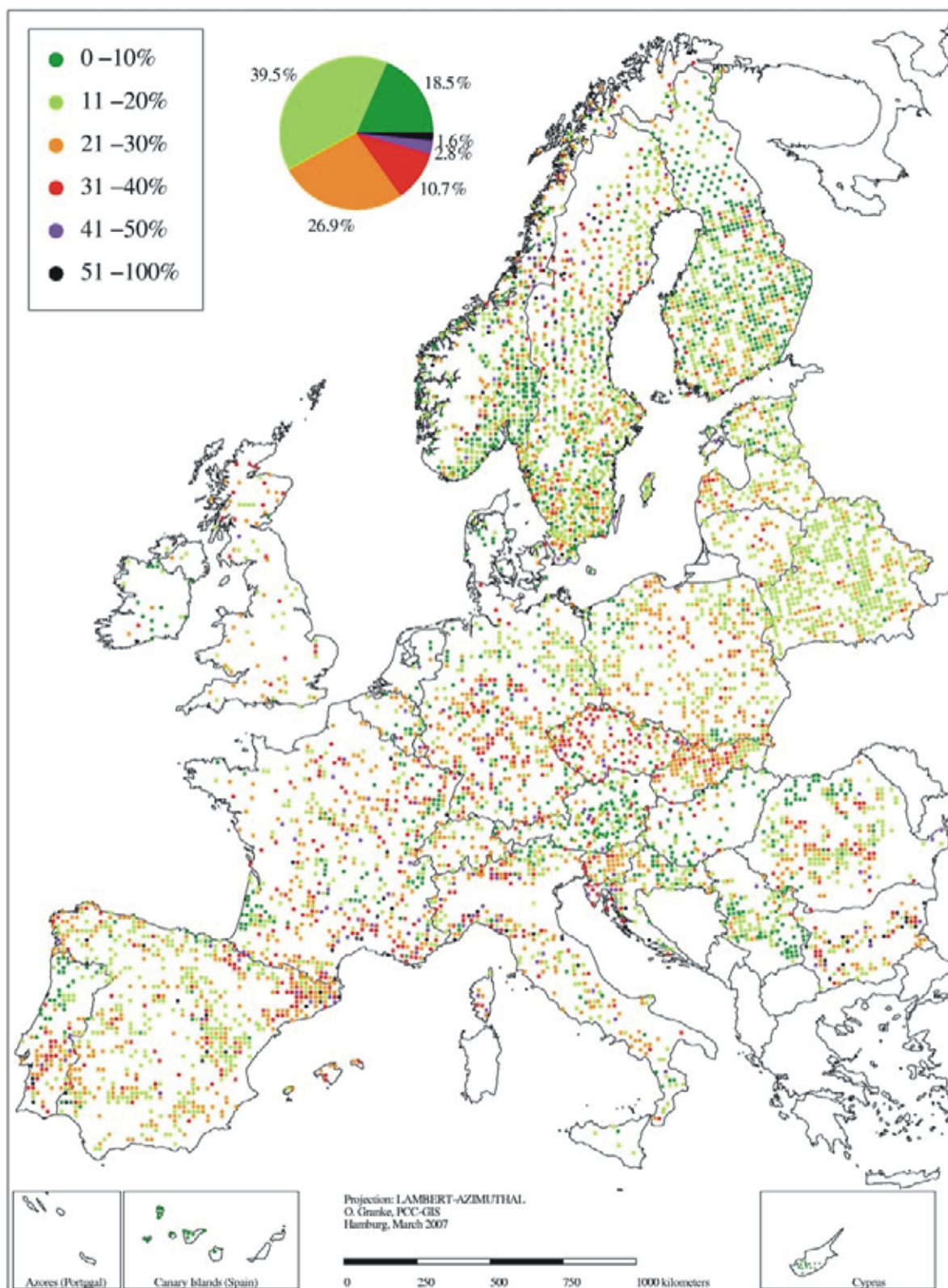
	Dreviny	Percentá stromov v defoličných triedach						Defoliácia		Počet stromov	
		0-10%	>10-25%	0-25%	>25-60%	>60%	mŕtve	>25%	Ar. priem		Medián
EU	Listnaté	27,8	44,6	72,4	23,9	2,5	1,2	27,6	22,6	20	46324
	Ihličnaté	37,6	41,7	79,3	18,5	1,5	0,7	20,7	19,0	15	62761
	Spolu	33,4	43,0	76,4	20,8	1,9	0,9	23,6	20,5	15	109085
Európa spolu	<i>Buk</i>	34,1	42,3	76,4	21,1	1,4	1,1	23,6	20,6	15	11357
	<i>Dub</i>	19,6	45,5	65,1	31,8	2,3	0,8	34,9	24,9	20	8064
	Listnaté	31,1	43,5	74,6	21,9	2,4	1,1	25,4	21,6	20	55618
	<i>Smrek</i>	42,6	33,3	75,9	21,8	1,9	0,4	24,1	18,5	15	24517
	<i>Borovica</i>	39,1	47,1	86,2	12,3	0,9	0,6	13,8	17,4	15	34411
	Ihličnaté	38,6	42,2	80,8	17,1	1,4	0,7	19,2	18,5	15	74262
	Spolu	35,4	42,7	78,1	19,2	1,8	0,9	21,9	19,9	15	129880



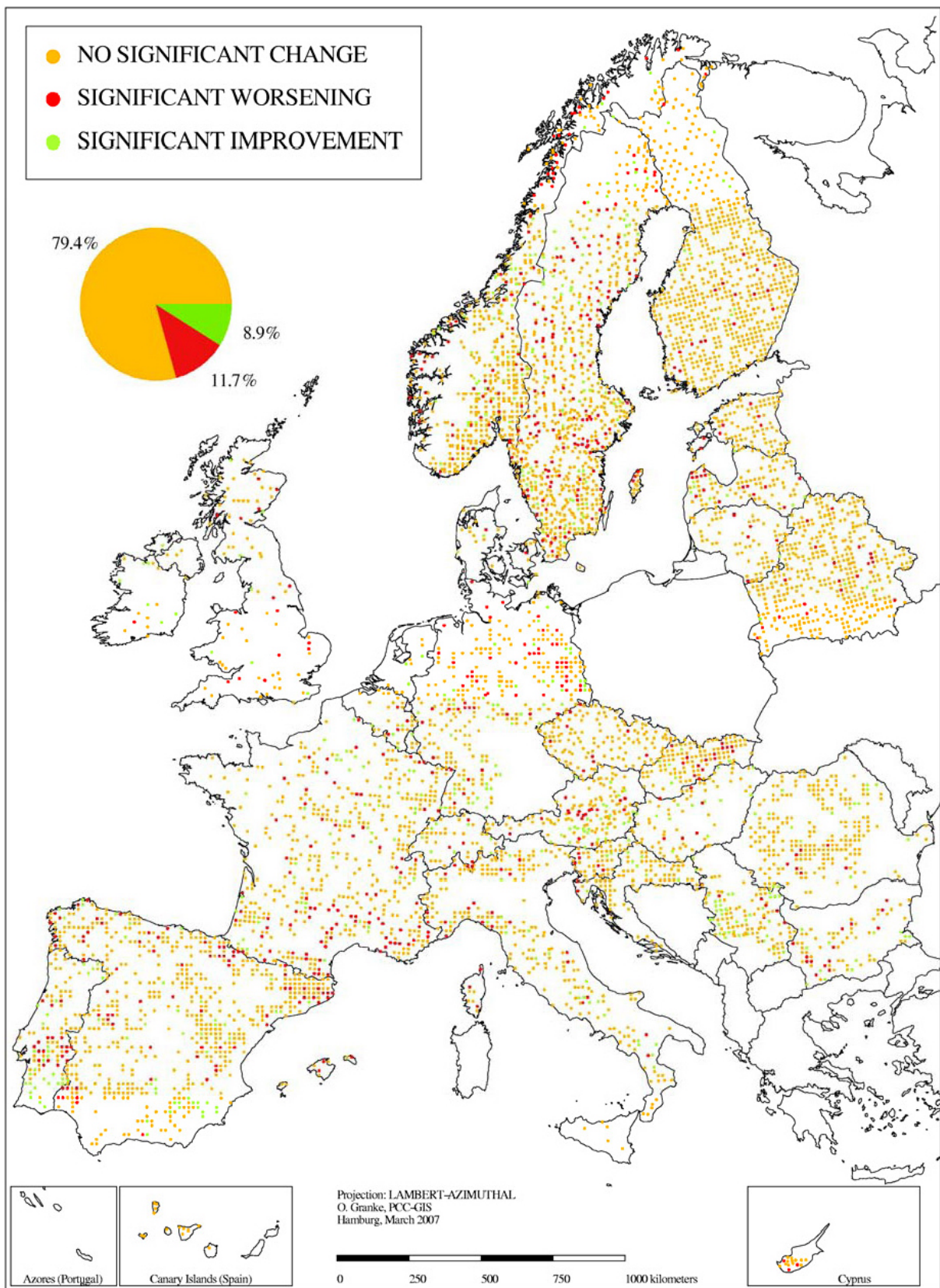
Obr. 3.17 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe



Obr. 3.14 Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2006 vyjadrená prostredníctvom percenta stromov zaradených do stupňa poškodenia 2-4



Obr. 3.15 Priestorová distribúcia stavu lesov v Európe v roku 2006 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP



Obr. 3.16 Zmeny v priemernej defoliácii drevín (2004-2005)



Tab. 3.37 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

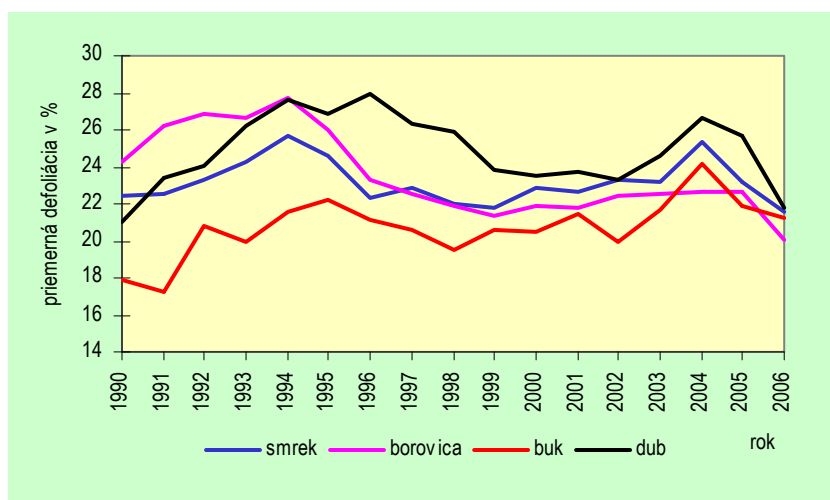
	Dreviny	Zmena sfarbenia						Počet stromov
		0-10 %	>10-25 %	>25-60 %	>60 %	mŕtve	>10 %	
EÚ	listnaté	94,1	3,6	0,8	0,3	1,2	5,9	46324
	ihličnaté	94,3	4,1	0,8	0,2	0,6	5,7	62761
	spolu	94,2	3,9	0,9	0,2	0,8	5,8	109085
celá Európa	listnaté	93,6	4,1	1,0	0,3	1,0	6,4	55618
	ihličnaté	94,5	4,0	0,8	0,2	0,5	5,5	74262
	spolu	94,1	4,1	0,9	0,2	0,7	5,9	129880

### Vývoj defoliácie hlavných drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1990-2006 je uvedený v tabuľke 3.38 a znázornený na obrázku 3.18. 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. 3.38 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1990-2006 a jej stredná chyba

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



Obr. 3.18 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 1990-2004:  
Belgicko, Dánsko, Holandsko, Maďarsko, Nemecko (západné), Írsko, Lotyšsko, Poľsko, Portugalsko, Slovensko, Španielsko, Švajčiarsko,
- obdobie 1997-2004:  
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.

#### **Hodnotenie poškodenia a jeho príčin**

Od začiatku monitoringu do roku 2004 bolo poškodenie stromu podľa príčiny zatriedňované do jedného z nasledujúcich typov (T1-T8):

- zver a pastva,
- hmyz,
- huby,
- abiotické faktory,
- priama činnosť človeka
- oheň,
- známe regionálne znečistenie ovzdušia,
- iné faktory.

V roku 2005 bol zavedený nový systém hodnotenia príčin poškodenia na I. a II. úrovni, do ktorého sa zapojilo nasledujúcich 17 krajín: Rakúsko, Bielorusko, Belgicko (Flámsko), Cyprus, Česká republika, Fínsko, Francúzsko, Taliansko, Litva, Lotyšsko, Luxembursko, Nórsko, Poľsko, Slovenská republika, Španielsko, Švédsko, Veľká Británia. V roku 2006 bola nová metodika implementovaná na I. úrovni v 19 krajinách, k už vymenovaným sa pripojila Andora a Holandsko.

Cieľom novej metódy je poskytnúť informácie o vplyve identifikovateľného poškodenia na defoliáciu, zdravotný stav stromu. Poskytuje podrobné informácie o symptómoch, príčinách a rozsahu poškodenia.

- **Popis symptómov**  
Symptómy sú rozdelené do kategórií, napr. poranenie, nekrózy a deformácie. Každý symptóm môže byť ešte detailne popísaný, napr. poranenia sú rozdelené na odreniny, trhliny a iné. Navyše, pozorované symptómy v korune môžu byť podľa miesta výskytu lokalizované do príslušných častí koruny (dolná, horná, ap.).
- **Určenie príčiny**  
Príčiny poškodenia sú popísané v hierarchickom systéme. V prvom kroku sú zaradené do jedného z už spomínaných typov (T1-T8). Avšak v každej kategórii je možná detailnejšia špecifikácia. Najdetailnejšou úrovňou v tomto hierarchickom systéme je zaznamenanie vedeckého mena toho organizmu, ktorý poškodenie spôsobil.
- **Rozsah poškodenia**  
Rozsah poškodenia je udaný v percentách poškodenej časti stromu (napr. % listov zožratých defoliátormi).

Podrobnejšia charakteristika symptómov, lokalizácie a klasifikácia rozsahu poškodenia bola podrobnejšie vysvetlená v kapitole 3.1.4 pri vyhodnotení výsledkov monitoringu škodlivých činiteľov na Slovensku.

Z celkového počtu 92184 stromov na 4541 plochách boli na 80093 stromoch zo 4464 plôch hodnotené symptómy a príčiny poškodenia.

Tabuľka 3.39 znázorňuje rozdelenie poškodenia podľa jednotlivých symptómov na každej časti stromu. Z celkového počtu pozorovaní sa 54 % symptómov nachádza na listoch, vetvách a/alebo kmeni. Najčastejšie vyskytujúcim sa symptómom v roku 2006 bolo čiastočne alebo úplne chýbajúce ihličie a lístie. Tento symptóm sa vyskytoval v 24,7 % pozorovaní. Za ním nasledovali mŕtve alebo odumierajúce vetvy (22,1 %) a sfarbenie asimilačných orgánov (11,3 %). Početnosť iných symptómov je malá, za zmienku ešte stoja poranenia kmeňa (8,2 %).

Tabuľka 3.40 znázorňuje najčastejšie sa vyskytujúce poškodenia pre hlavné druhy drevín.

**Tab. 3.39 Rozdelenie poškodenia podľa jednotlivých symptómov**

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Ihličie a listy	čiastočne alebo úplne chýbajúce	15085	24,7
	diskolorácia	6881	11,3
	deformácie	1265	2,1
	abnormálna veľkosť	1248	2,1
	príznačky hmyzu	1046	1,7
	iné príznaky	971	1,6
	príznačky húb	565	0,9
	iné symptómy	101	0,2
	<b>Ihličie a listy spolu</b>		<b>42358</b>
Vetvy	mŕtve/odumierajúce	13503	22,1
	chýbajúce	1851	3,0
	zlomené	1698	2,8
	deformované	519	0,9
	iné znaky	459	0,8
	príznačky hmyzu	270	0,4
	strata/opadávanie	245	0,4
	poranenia	158	0,3
	nekrózy	157	0,3
	červená hniloba	92	0,2
	iné symptómy	68	0,1
	príznačky húb	32	0,1
	miazgotok/smolotok	17	0,0
	<b>Vetvy spolu</b>		<b>19069</b>

Poškodená časť	Symptóm	Počet pozorovaní	Percento
Kmeň	poranenia	4964	8,2
	deformácie	2059	3,4
	červená hniloba	1912	3,1
	miazgotok/smolotok	1451	2,4
	známky hmyzu	1312	2,2
	nekrózy	774	1,3
	iné znaky	733	1,2
	príznaky húb	484	0,8
	naklonenie	425	0,7
	zlom	299	0,5
	čiastkový	201	0,3
	<b>Spolu kmeň</b>		<b>50107</b>
<b>SPOLU</b>		<b>60845</b>	<b>100,0</b>

Tab. 3.40 Najčastejšie sa vyskytujúce poškodenia pre hlavné druhy drevín

Poškodená časť		Percento
<i>Pinus sylvestris</i> (Npoškod=10897)	mŕtve/odumierajúce vetvy	20,6
	chýbajúce ihličie	17,2
	sfarbenie ihličia	13,4
<i>Picea abies</i> (Npoškod=7128)	poranenia kmeňa	22,9
	smolotok	15,2
	nekrózy kmeňa	9,6
<i>Fagus sylvatica</i> (Npoškod=7136)	chýbajúce listy	25,2
	mŕtve/odumierajúce vetvy	20,0
	poranenia kmeňa	11,3
<i>Quercus robur</i> (Npoškod=4372)	mŕtve/odumierajúce vetvy	30,2
	chýbajúce listy	28,8
	sfarbenie listov	18,1

Tab. 3.41 Rozdelenie poškodenia podľa príčiny

Príčina poškodenia	Počet pozorovaní	Percento
<b>Zver a pastva</b>	<b>826</b>	<b>1,3</b>
<b>Hmyz</b>	<b>16426</b>	<b>26,3</b>
- defoliátory	8836	14,1
- do kmeňa a vetiev vŕtajúci	3557	5,7
- iný hmyz	4033	6,4
<b>Huby</b>	<b>8190</b>	<b>13,1</b>
- hrdzavosť ihlíc	933	1,5
- červená hniloba koreňov	1947	3,1
- rakovina	2818	4,5
- ostatné huby	2492	4,0
<b>Abiotické faktory</b>	<b>8762</b>	<b>14,0</b>
- sucho	5542	8,9
- ostatné abiotické faktory	3220	5,1
<b>Priama činnosť človeka</b>	<b>3361</b>	<b>5,4</b>
- pestovná činnosť	2437	3,9
- iná priama činnosť človeka	924	1,5
<b>Oheň</b>	<b>371</b>	<b>0,6</b>
<b>Atmosférické znečistenie</b>	<b>347</b>	<b>0,6</b>
<b>Ostatné známe príčiny</b>	<b>4309</b>	<b>6,9</b>
- parazitické/popínavé rastliny	1089	1,7
- konkurencia	2879	4,6
- iné identifikované príčiny	341	0,5
<b>Pozorované ale neidentifikované</b>	<b>19950</b>	<b>31,9</b>
<b>Spolu</b>	<b>62542</b>	<b>100,0</b>

Tabuľka 3.41 uvádza najčastejšie príčiny poškodenia. Najčastejšou príčinou poškodenia európskych lesov boli v roku 2006 defoliátory (listožravý hmyz). Svedčia o tom aj správy z národných monitoríngov jednotlivých krajín, kde sa poukazuje na hmyz ako na dôležitú príčinu poškodenia. Druhou najčastejšou príčinou poškodenia bolo sucho.

## 3.2 INTENZÍVNY MONITORING

### 3.2.1 Predmet a ciele intenzívneho monitoringu

V počiatočnom období bolo hlavným cieľom intenzívneho monitoringu najmä prispieť k lepšiemu poznaniu mechanizmov pôsobenia znečisteného ovzdušia na lesy a k pochopeniu dôsledkov znečistenia ovzdušia na rôzne lesné ekosystémy. Ciele boli podrobnejšie definované nasledovne:

- zhodnotiť úlohu atmosférických polutantov v lesných ekosystémoch vyjadrených prostredníctvom ich akumulácie (accumulation), uvoľňovania (release) a vyluhovania (leaching),
- zhodnotiť súčasnú záťaž lesných ekosystémov vo vzťahu ku kritickým záťažiam a kritickým úrovňam atmosférických polutantov (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, ťažké kovy),
- zhodnotiť odozvy lesných ekosystémov na zmeny znečistenia ovzdušia v súčinnosti s pôsobením ďalších stresových faktorov a stanovištných podmienok,
- zhodnotiť dôsledky budúceho scenára vývoja znečistenia ovzdušia na stav a vývoj lesných ekosystémov.

Prieskumy, merania a hodnotenia v rámci intenzívneho kontinuálneho monitoringu lesných ekosystémov (II. úrovne monitoringu) sa v Európe vykonávajú na 860 TMP v 30 krajinách. Európsky program intenzívneho monitoringu začal v prevej polovici deväťdesiatych rokov, za plochy II. úrovne však boli často vybrané už existujúce výskumné plochy, kde existovali časové rady kľúčových veličín výskumu lesných ekosystémov.

Obsahom programu sú kontinuálne a intenzívne, resp. periodické hodnotenia stavu koruny, výskytu a pôsobenia biotických a abiotických činiteľov na dreviny, prírastku drevín, vlastností pevnej a kvapalnej zložky pôdy, chemizmu listov, meranie depozícií iónov a prvkov do lesných ekosystémov, meranie kvality ovzdušia (so zameraním na ozón), sledovanie meteorologických parametrov, hodnotenie prízemnej vegetácie, kvantity a kvality opadu a fenologických pozorovaní.

Rozhodujúcim kritériom pri výbere TMP bolo zameranie výskumu na najtypickejšie lesné ekosystémy. Na Slovensku boli preto vybrané plochy s porastmi smreka, buka, duba a smrekovo-jedľovo bukový porast, pričom zohľadnilo sa aj geologické, pedologické klimatické a geografické kritérium. Monitorovacie plochy boli umiestené do oblastí mimo priameho lokálneho vplyvu imisií.

V rámci ČMS Lesy / programu ICP Forests / implementácie národného programu Forest Focus sa v roku 2006 vykonávali uvedené merania na 7 trvalých monitorovacích plochách, šesť v gescii NLC-LVÚ Zvolen a jedna v spolupráci a ŠL TANAP Tatranská Lomnica.

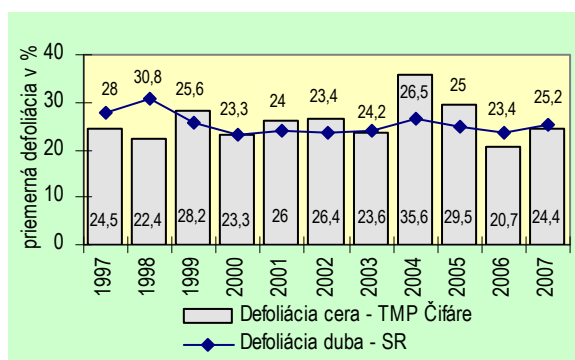
Ako bolo uvedené v aj úvode, monitorovací program je otvoreným systémom a reaguje na aktuálne otázky problémy životného prostredia a na politické procesy a dokumenty, ktoré sú spojené s definovaním strategických environmentálnych problémov, ich monitorovaním a návrhmi ich riešenia. V tejto súvislosti sa dostáva do popredia najmä téma klimatickej zmeny a jej efektu na lesy, téma biodiverzity a funkcií lesov v krajine a v spoločnosti. Príkladom bolo v roku 2005 riešenie projektu ForestBIOTA so zameraním na overenie výberu indikátorov biologickej diverzity v lesoch a metód ich zisťovania.

### 3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie a prírastku

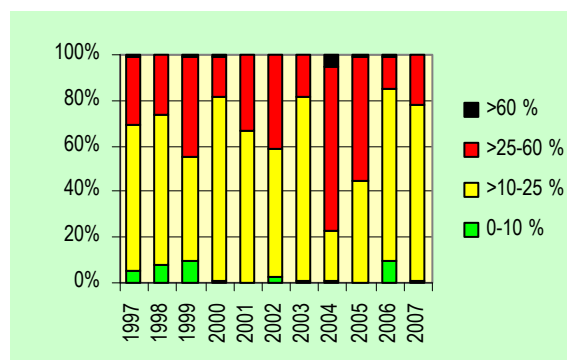
#### TMP 201 – Čifáre

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	83
Rad	B
Šit	Carpineto-Quercetum
Lesný typ	1307-Mrvicová hrabová dúbava na spraši
Pôdny typ	Hnedozem luvizemná
Zastúpenie	cr 100 %, silný podrast krovin, najmä trnky
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

#### Vývoj defoliácie



Obr. 3.19 Defoliácia cere v rokoch 1997-2007



Obr. 3.20 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.42 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

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba									
	19987	19998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cer	22,4 ± 0,6	28,2 ± 1,1	23,3 ± 0,7	26,0 ± 0,5	26,4 ± 0,7	23,6 ± 0,4	35,6 ± 1,0	29,5 ± 0,7	20,7 ± 0,8	24,4 ± 0,5

Tab. 3.44 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm $\pm$ stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Cer	0,64 $\pm$ 0,04	1,73 $\pm$ 0,12	0,42 $\pm$ 0,05	0,64 $\pm$ 0,04	1,31 $\pm$ 0,05	0,84 $\pm$ 0,05	1,05 $\pm$ 0,05	0,99 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,05	

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.

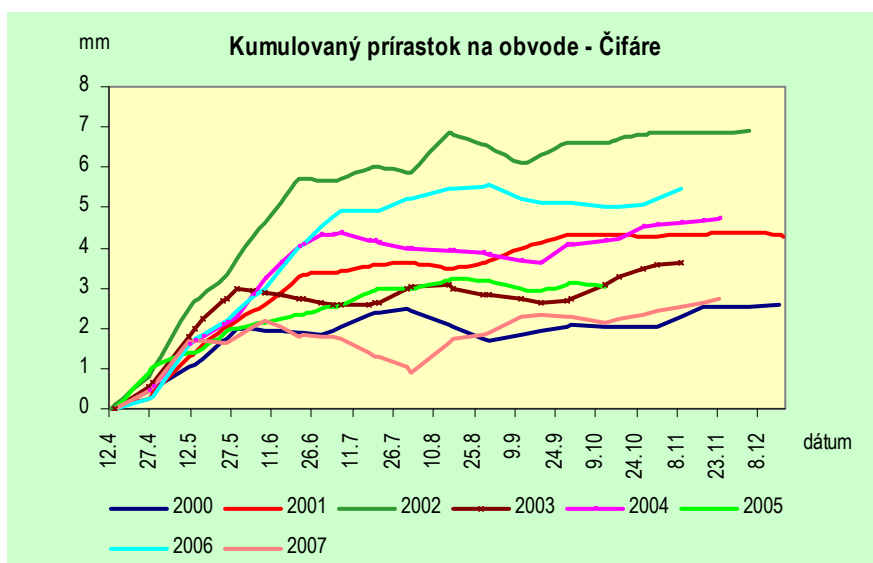
### Dynamika hrúbkového rastu

#### Metodika a postup riešenia

Priebeh hrúbkového rastu stromov počas roka bol sledovaný v období rokov 2000-2007 na troch trvalých monitorovacích plochách (TMP) II. úrovne monitoringu. Od začiatku roku 2004 sa hrúbkový rast začal sledovať na TMP Turová a od roku 2006 aj na TMP Grónik.

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

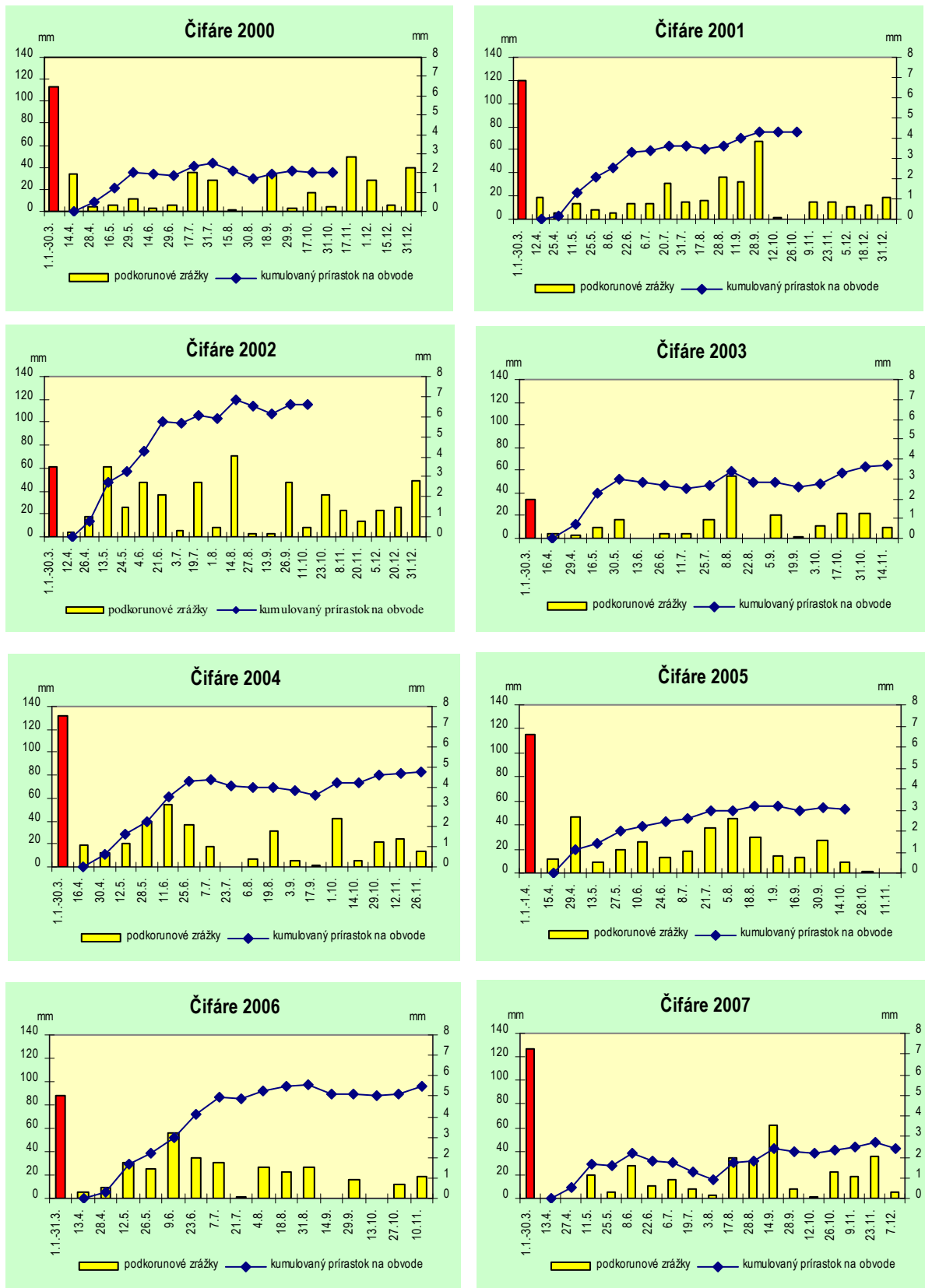
Na štyroch TMP (Lomnistá dolina, Čifáre, Turová, Grónik) boli nainštalované mikrodendrometre českej firmy Ecological Measuring Systems, na TMP Poľana sa využili už nainštalované (v roku 1997 pracovníkmi Technickej univerzity Zvolen) rakúske mikrodendrometre Dial-dendro, ktoré sa však z dôvodu zarastania do kmeňov priebežne nahrádzajú dendrometrami českými. Na TMP Čifáre bolo nainštalovaných 40 dendrometrov pre drevinu cer, na TMP Lomnistá 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 dreveniny 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. 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 u oboch manuálne.



Obr. 3.21 Priebeh rastu duba cerového na TMP Čifáre v rokoch 2000-2007

## Výsledky

Merania boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu cere. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2007 je znázornený na obr. 3.21.



Obr. 3.22 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2007

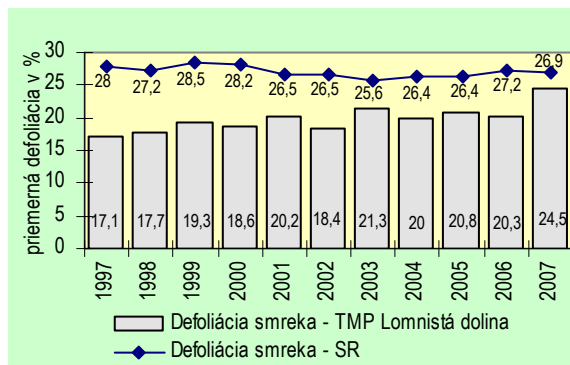


Začiatok rastovej periódy je v polovici apríla, iba v roku 2001 bol rast o niekoľko dní omeškaný. Veľkosť hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch je rozdielna. Je zrejme, že množstvo zrážok tu hrá významnejšiu úlohu ako v horských polohách. V roku 2000, keď od polovice apríla do konca júna napadlo 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. 3.22). 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. Podrobnejšia dendroklimatická analýza na monitorovacích plochách II. úrovne bola vykonaná a publikovaná v roku 2002.

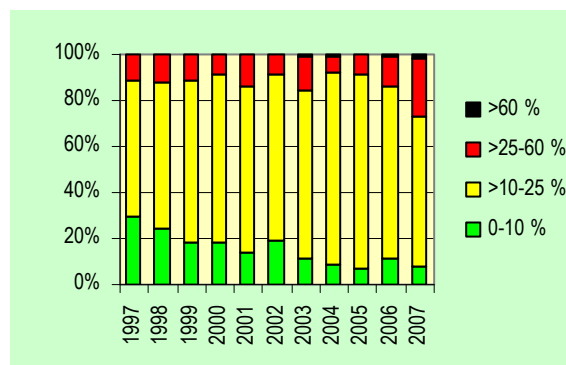
### TMP 203 – Jasenie -Lomnístá dolina

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	57
Rad	B/C
Slť	Fageto-Aceretum vst
Lesný typ	6404-Deväťsilová kamenitá buková javorina
Pôdny typ	Podzol kambizemný
Zastúpenie	sm 95 %, bk, jh, jb 5 %
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

## Vývoj defoliácie



Obr. 3.23 Defoliácia smreka v rokoch 1997-2007



Obr. 3.24 Vývoj zastúpenia defoliáčnych tried

Tab. 3.45 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

Tab. 3.46 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	20,0 ± 0,7	20,8 ± 0,7	20,3 ± 0,9	24,5 ± 1,1

Tab. 3.47 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírustku ( $i_r$ )

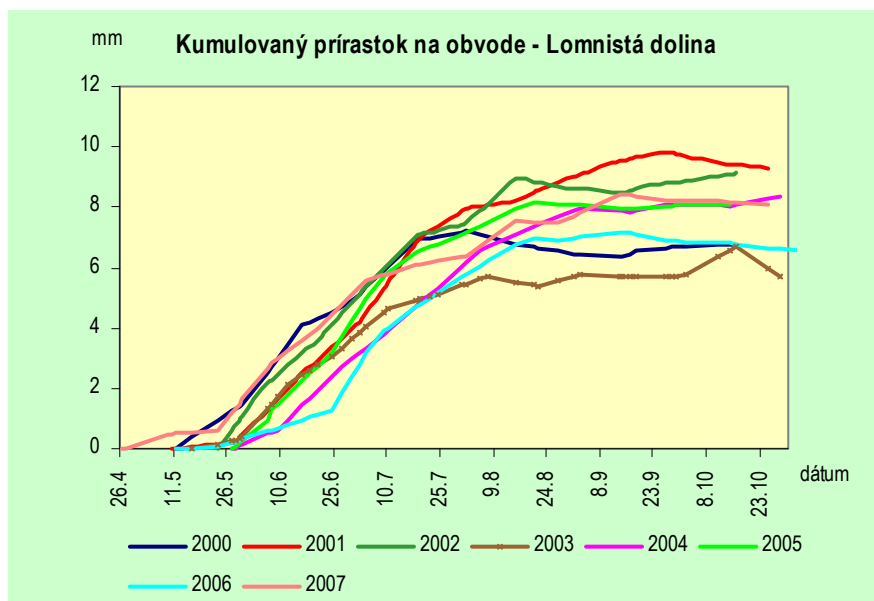
Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírustok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Smrek	1,59 ± 0,09	1,18 ± 0,08	1,75 ± 0,07	1,84 ± 0,08	2,13 ± 0,08	1,50 ± 0,08	2,12 ± 0,16	1,80 ± 0,08	1,32 ± 0,08	

Na tejto TMP boli v období rokov 1998-2006 minimálne zmeny v priemernej defoliácii. Tak ako na predchádzajúcej ploche je priemerná defoliácia nízka a takisto môžeme konštatovať, že zmeny radiálneho hrúbkového prírustku v jednotlivých rokoch sú zapríčinené hlavne klimatickými a stanovištnými faktormi. V roku 2007 sa priemerná defoliácia zväčšila o 4,2 % a jej hodnota bola najvyššia za celé pozorované obdobie. Prejavilo sa to aj na prírustku, ktorý bol nižší iba v roku 1999.

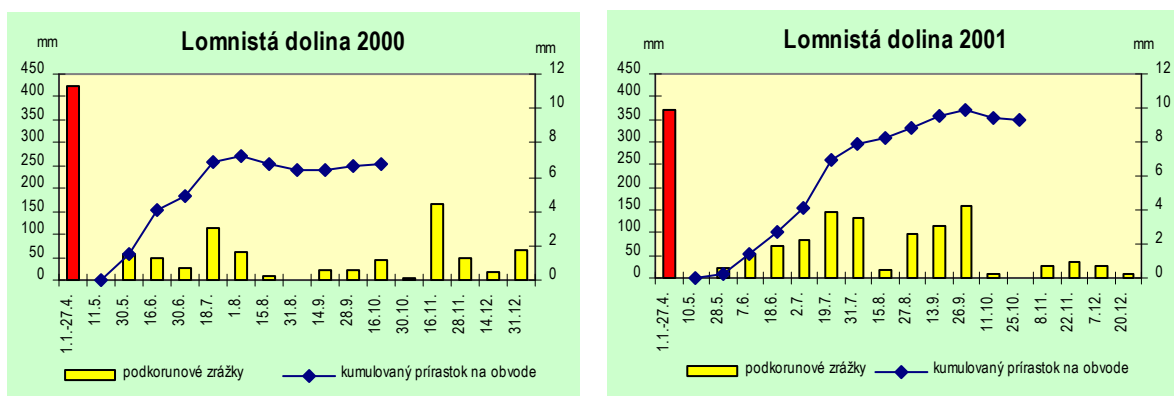
### Dynamika hrúbkového rastu

Na TMP Lomnistá dolina bola sledovaná dynamika hrúbkového rastu smreka v horských podmienkach. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2007 znázorňuje obr. 3.25. 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 roku 2000 sú na obr. 3.26. V roku 2001

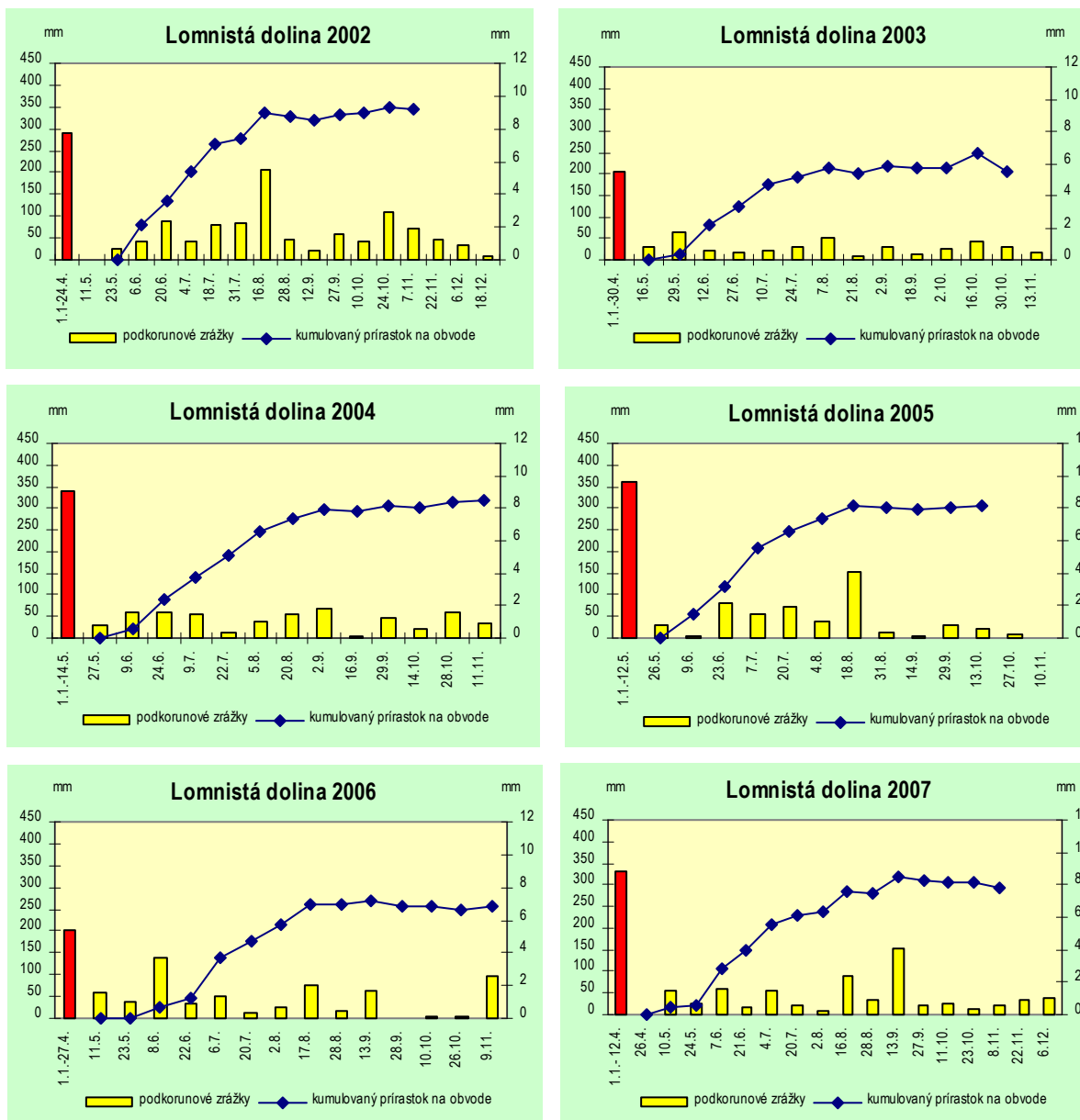
trval rastový proces 18 týždňov a skončil v štvrtom septembrovom týždni. V období mesiacov jún a júl sa vytvorilo 78 % z celkového ročného prírastku. V roku 2002 trval rastový proces podobne ako v roku 2000 12 týždňov (85 dní). Začal sa koncom mája a trval do polovice augusta. Na zastavenie rastu mal 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 úhrmami 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 prírastku. 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 prírastok 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 prírastku patrí v sledovanom období medzi priemerné a je podobný prírastkom v rokoch 2004 a 2005.



Obr. 3.25 Priebek rastu smreka na TMP Lomnista dolina v rokoch 2000-2007



Obr. 3.26-1 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obode v rokoch 2000-2007



Obr. 3.26-2 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2007

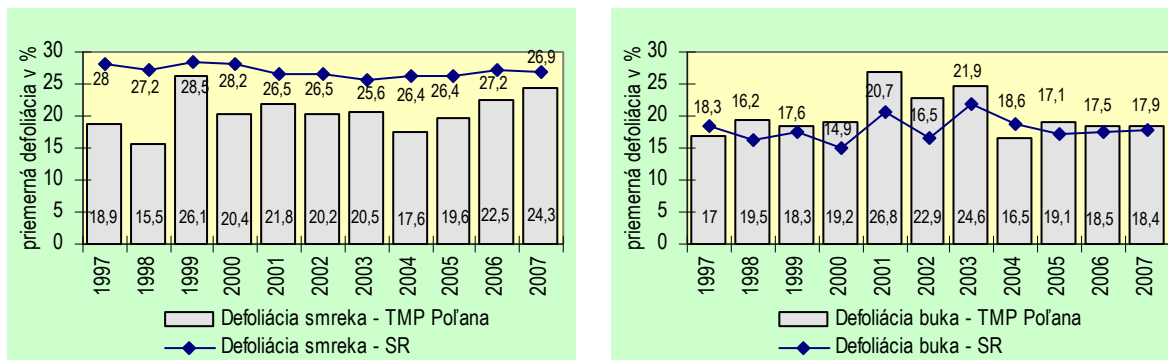
### TMP 204 – Poľana – Hukavský grúň

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
Slť	Abieto-Fagetum
Lesný typ	5302-Nitrofilná jedľová bučina
Pôdny typ	Kambizem andozemná

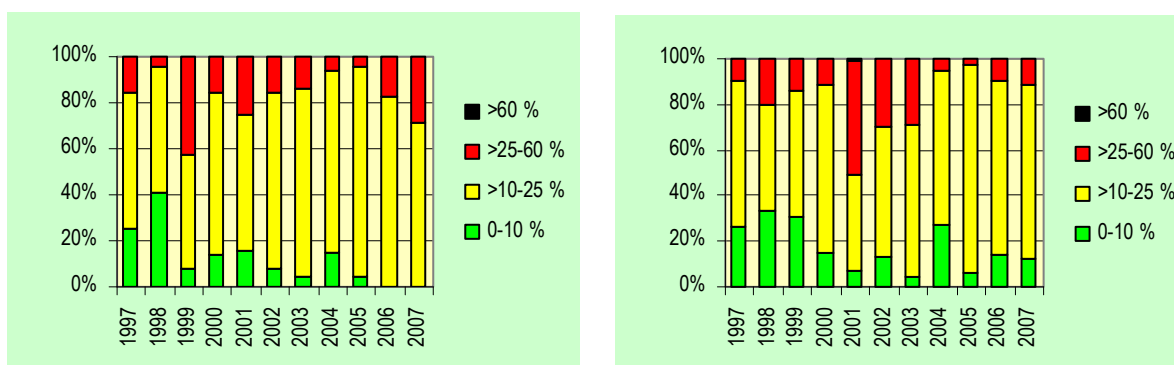
## Základné charakteristiky plochy

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

## Vývoj defoliácie



Obr. 3.27 Defoliácia smreka a buka na TMP Poľana v rokoch 1997-2007



Obr. 3.28 Vývoj zastúpenia defoliačných tried pre smrek (vľavo) a buk (vpravo)

Tab. 3.48 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
	Buk	33	47	20	0	0	80	20	0
1999	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

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

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

Tab. 3.50 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Smrek	1,94 ± 0,12	2,55 ± 0,12	1,82 ± 0,15	2,44 ± 0,16	2,00 ± 0,15	1,38 ± 0,11	1,59 ± 0,08	2,30 ± 0,12	1,15 ± 0,11	1,15 ± 0,11
Buk	2,24 ± 0,12	1,76 ± 0,09	1,22 ± 0,06	1,30 ± 0,08	1,12 ± 0,07	1,09 ± 0,06	1,50 ± 0,08	1,58 ± 0,08	1,10 ± 0,06	1,10 ± 0,06

Rozdiely priemernej defoliácie 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 %). V roku 2007 došlo na TMP Poľana podobne ako na TMP Lomnistá dolina k zväčšeniu priemernej defoliácie smreka.



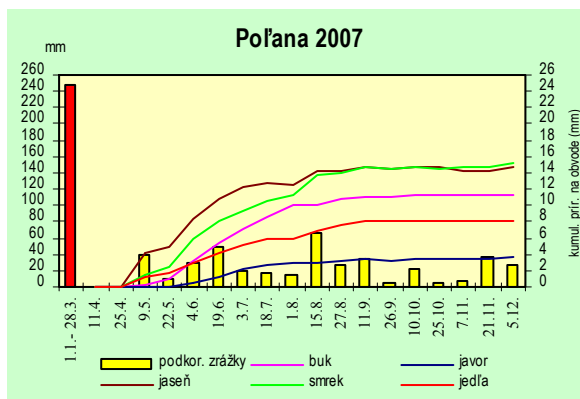
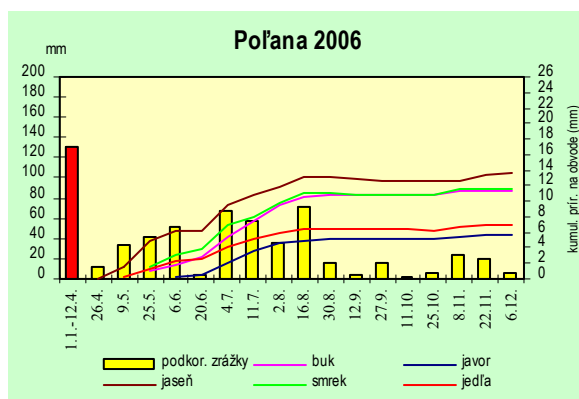
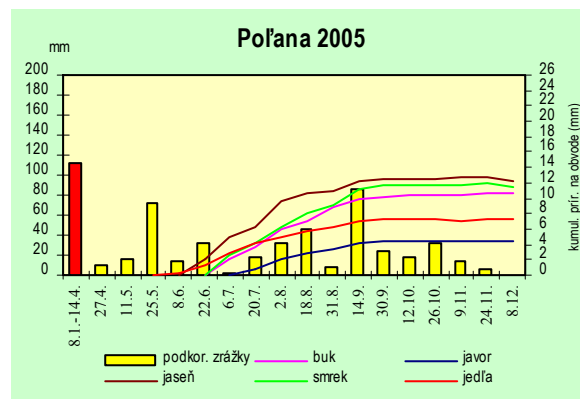
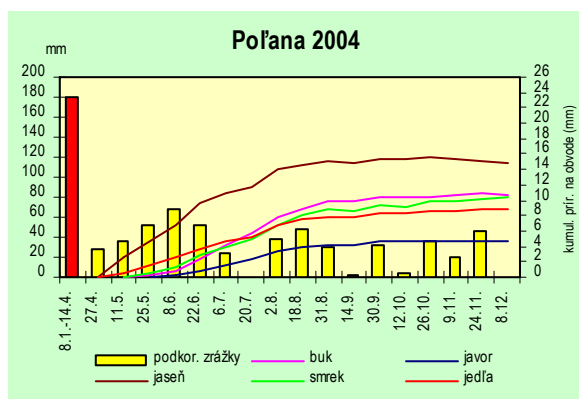
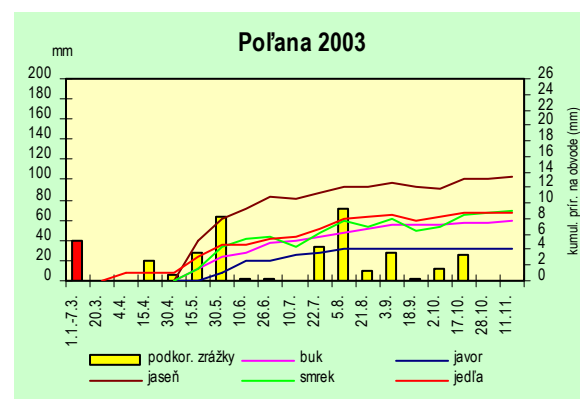
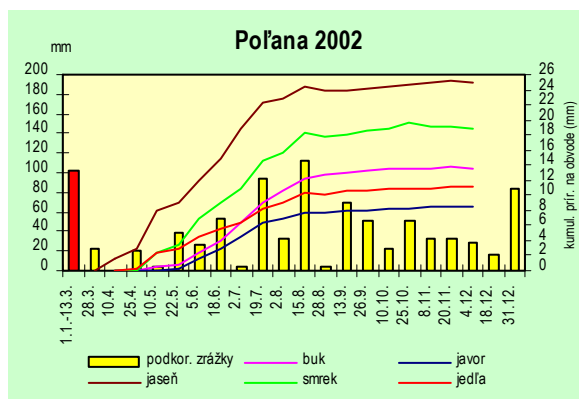
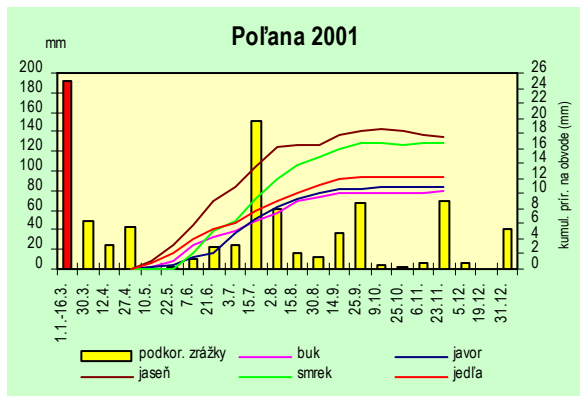
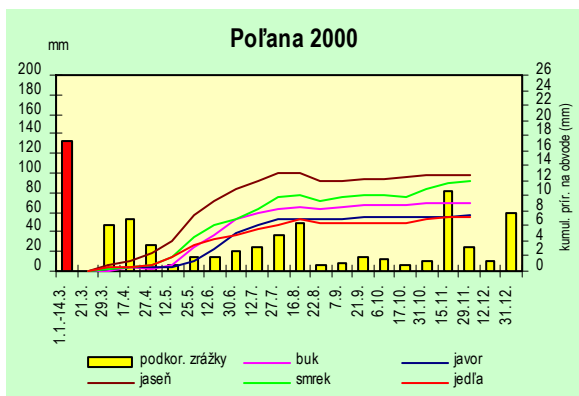
Obr. 3.29 Veža na TMP Poľana slúži aj na odber atmosférických zrážok (foto V. Čaboun)

### Dynamika hrúbkového rastu

Na TMP Poľana boli v rokoch 2000-2007 vykonané merania, ktoré boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu buka, smreka, jedle, jaseňa a javora. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2007 a úhrny zrážok v týchto rokoch merané v dvojtýždňových intervaloch sú znázornené na obr. 3.30.

### Buk lesný

Hrúbkový rast vzorníkov buka začal v rokoch 2000, 2001, 2003 a 2006 v prvej polovici mája, v roku 2002, 2004 a 2007 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. 3.30 Úhrny podkorunových zřázek a kumulované přírůstky na obvodu v letech 2000-2007

### 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.

## TMP 206 – Turová

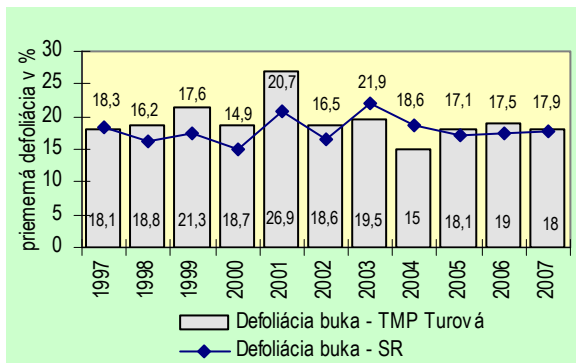
Základné charakteristiky plochy	
Rok založenia	1997
Zemepisná šírka	48°37'58"
Zemepisná dĺžka	19°02'49"
LZ	ŠLP Zvolen
LHC	ŠLP Zvolen
JPRL	541
Nadmorská výška	575 m
Expozícia	V
Sklon	40 %
Výmera plochy	0,25 ha
Počet stromov	249
Vek	67
Rad	B
Slť	Fagetum pauper
Lesný typ	3313 – Zubačková bučina



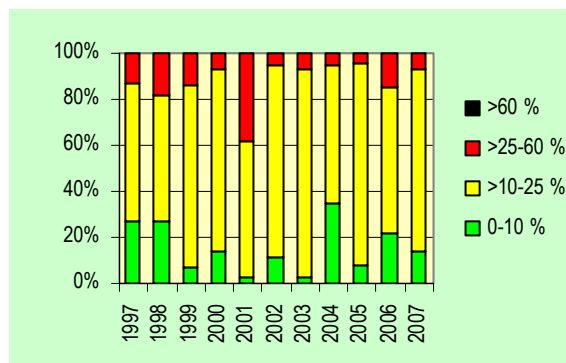
### Základné charakteristiky plochy

Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

### Vývoj defoliácie



Obr. 3.31 Defoliácia buka v rokoch 1997-2007



Obr. 3.32 Vývoj zastúpenia defoliáčnych tried

Tab. 5.51 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

Tab. 3.52 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	15,0 ± 0,6	18,1 ± 0,5	19,0 ± 0,8	18,0 ± 0,6

Tab. 3.53 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

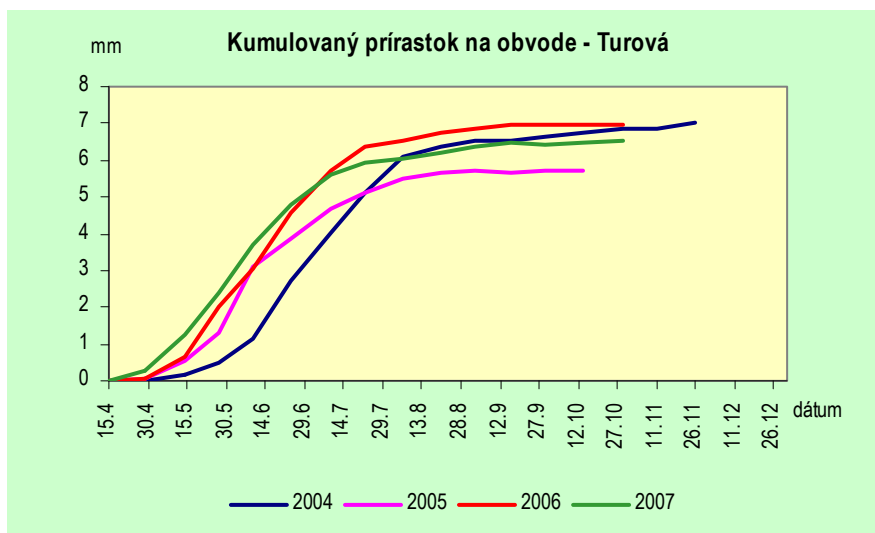
Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Buk	1,23 ± 0,06	2,02 ± 0,08	1,34 ± 0,05	1,02 ± 0,06	1,20 ± 0,07	0,94 ± 0,04	1,79 ± 0,08	1,32 ± 0,08	0,98 ± 0,06	

Vývoj defoliácie a prírastku je podobný ako na TMP Čifáre. V roku 1999 bola zaznamenaná najvyššia defoliácia aj najvyšší prírastok. Rozdiely v defoliácii v jednotlivých rokoch sú však 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).

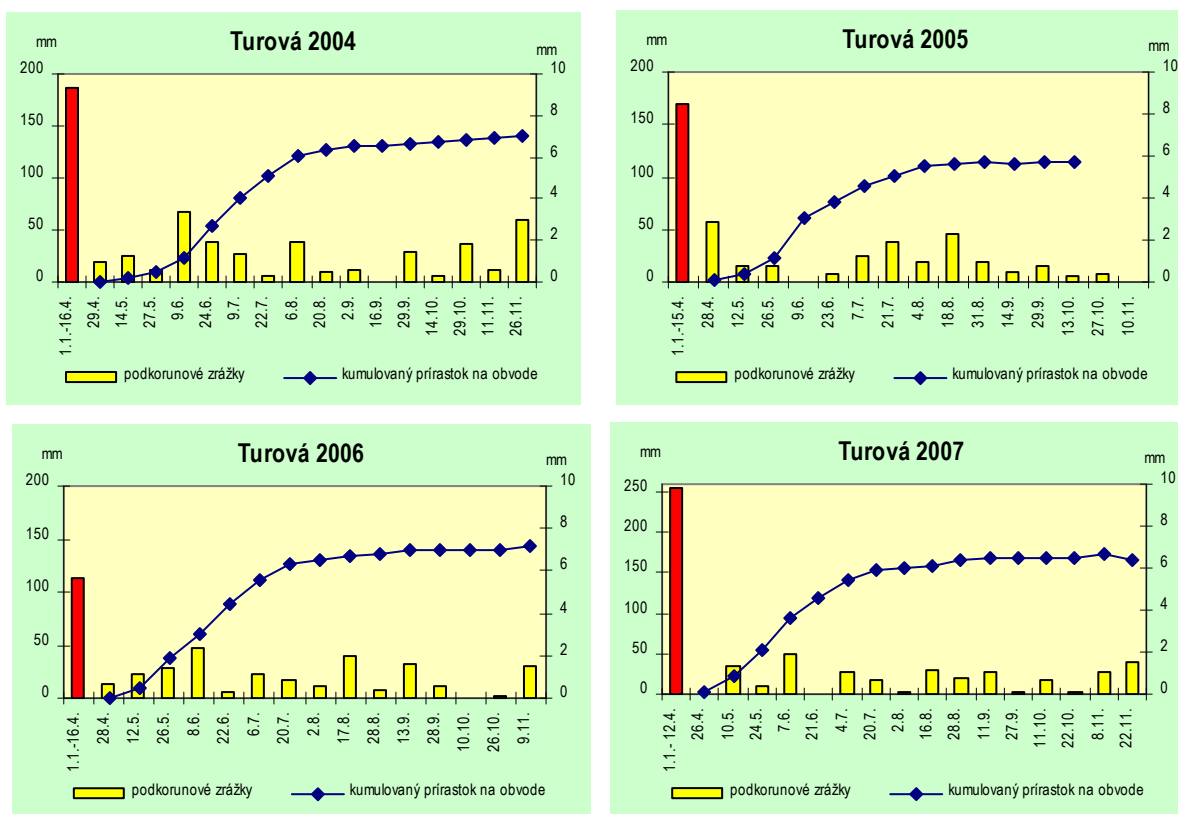
### Dynamika hrúbkového rastu

V roku 2004 bola po prvýkrát sledovaná dynamika hrúbkového rastu aj na monitorovacej ploche Turová. Pribeh 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), dovtedy 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.



Obr. 3.33 Priebeg rastu buka na TMP Turová



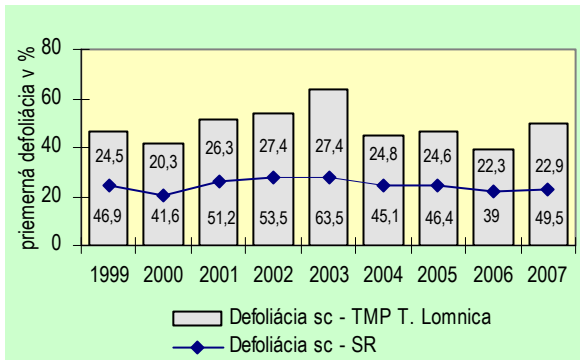
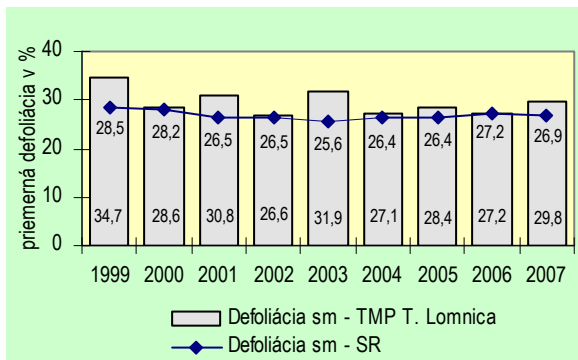
Obr. 3.34 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2004-2007

## TMP 207 - Tatranská Lomnica

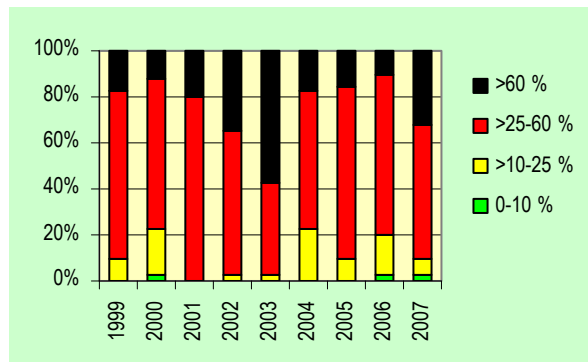
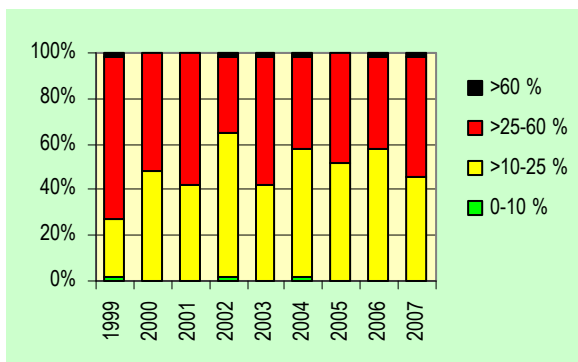
### Základné charakteristiky plochy

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	Lariceto-Piceetum
Lesný typ	6141- Sutinová smrekovcová smrečina časť 6145 – Živná smrekovcová smrečina nst.
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

### Vývoj defoliácie



Obr. 3.35 Defoliácia smreka a smrekovca na TMP Tatranská Lomnica v rokoch 1999-2007



Obr. 3.36 Vývoj zastúpenia defoliačných tried pre smrek (vľavo) a smrekovec (vpravo)

**Tab. 3.54 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

**Tab. 3.55 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti**

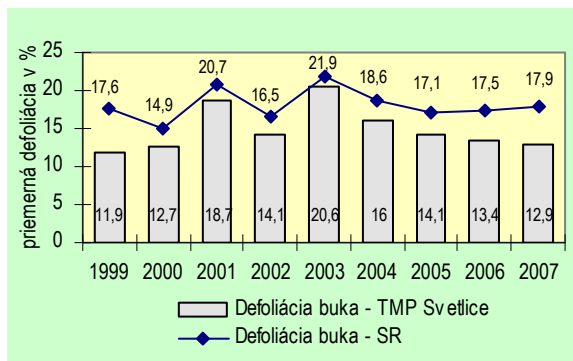
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Smrek	28,6 ± 1,4	30,8 ± 1,4	26,6 ± 1,9	31,9 ± 1,6	27,1 ± 1,6	28,4 ± 1,1	27,2 ± 1,4	29,8 ± 1,5
Smrekovec	41,6 ± 2,7	51,2 ± 2,7	53,5 ± 3,1	63,5 ± 2,8	45,1 ± 3,0	46,4 ± 2,7	39,0 ± 2,7	49,5 ± 3,1

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 bola u oboch drevín zaznamenaná najvyššia defoliácia. Kým u smreka môžeme hovoriť o stabilizovanom zdravotnom stave s malými zmenami defoliácie v jednotlivých rokoch, u smrekovca je defoliácia v každom roku vysoká a najčastejšie sa pohybuje v rozpätí 40-50 %.

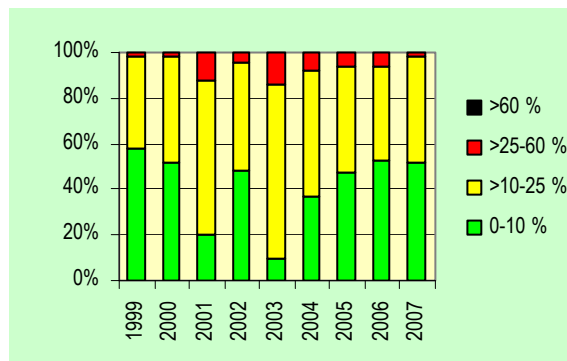
### TMP 208 – Svetlice

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	52
Rad	B
Slť	Fagetum typicum
Lesný typ	4318-Ostricová typická bučina
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	30
Výchovné zásahy	Prebierka

## Vývoj defoliácie



Obr. 3.37 Defoliácia buka na TMP Svetlice



Obr. 3.38 Vývoj zastúpenia defoličných tried

Tab. 3.56 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

Tab. 3.57 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

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

Tab. 3.58 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Buk	-	1,35 ± 0,07	1,63 ± 0,09	1,73 ± 0,09	0,75 ± 0,05	1,60 ± 0,08	1,72 ± 0,10	1,43 ± 0,12

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.

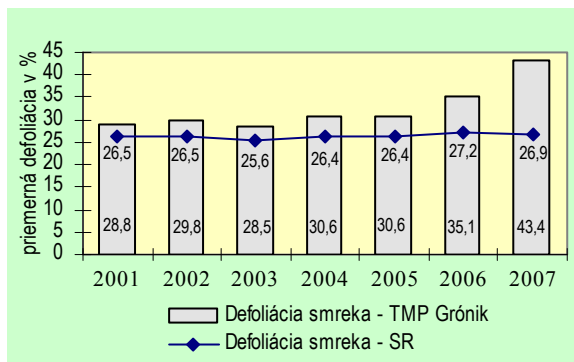
## TMP 209 - Grónik

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	92
Rad	A
St	Fagetum abietino-piceosum nst.

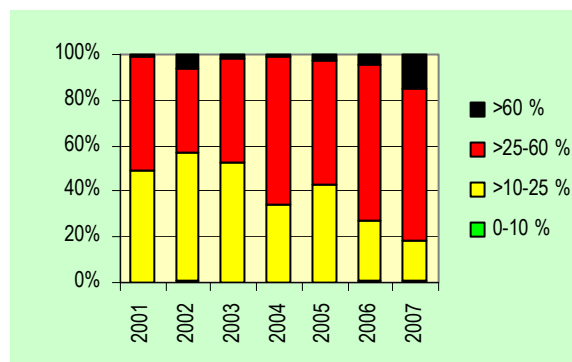
### Základné charakteristiky plochy

Lesný typ	5105- Čučoriedková jedľová bučina so smrekom nst.
Pôdny typ	Podzol modálny
Zastúpenie	sm 100 %
Bonita	2
Výchovné zásahy	bez zásahu

### Vývoj defoliácie



Obr. 3.39 Defoliácia smreka na TMP Grónik



Obr. 3.40 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.59 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
2001	Smrek	0	49	50	1	0	49	51	1
2002	Smrek	1	56	37	6	0	57	43	6
2003	Smrek	0	53	45	2	0	53	47	2
2004	Smrek	0	34	65	1	0	34	66	1
2005	Smrek	0	43	54	3	0	43	57	0
2006	Smrek	1	26	69	4	0	27	73	4
2007	Smrek	1	17	67	15	0	18	82	15

Tab. 3.60 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

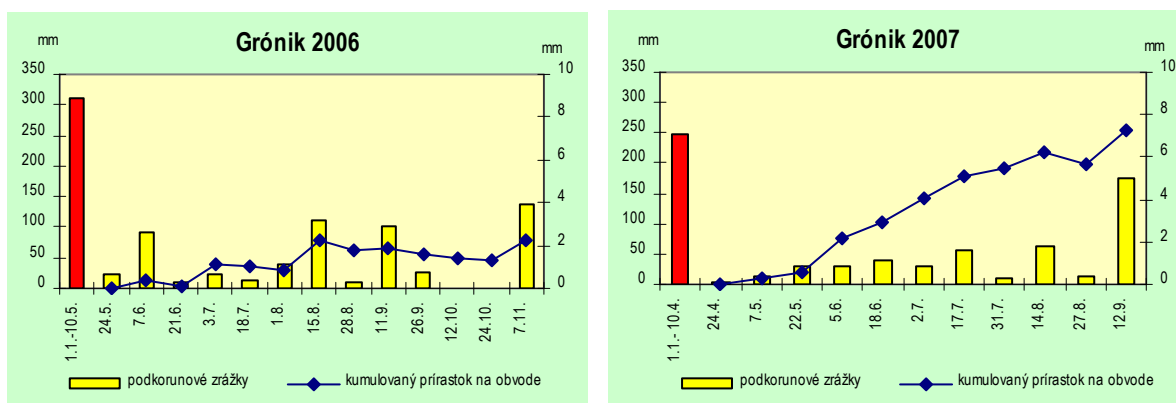
Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Smrek	28,8 ± 1,0	29,8 ± 1,6	28,5 ± 1,1	30,6 ± 1,0	30,6 ± 1,1	35,1 ± 1,5	43,4 ± 2,4

Tab. 3.61 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku (i<sub>r</sub>)

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok (i <sub>r</sub> ) v mm ± stredná chyba					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Smrek	1,60 ± 0,28	1,73 ± 0,21	1,55 ± 0,07	1,25 ± 0,09	1,27 ± 0,07	0,44 ± 0,04

Počas pozorovaní v rokoch 2001-2007 má hodnota defoliácie stúpajúci trend, naopak hrúbkový prírastok trend klesajúci. V roku 2006 dosiahla hodnota priemernej defoliácie na ploche 35,1 % a počet stromov v stupňoch poškodenia 2-4 73 % čo svedčí o zlom zdravotnom stave porastu. V roku 2007 došlo k ďalšiemu zhoršeniu zdravotného stavu a k zväčšeniu počtu suchárov až do takej miery, že porast bol na jeseň vyťažený.

## Dynamika hrúbkového rastu



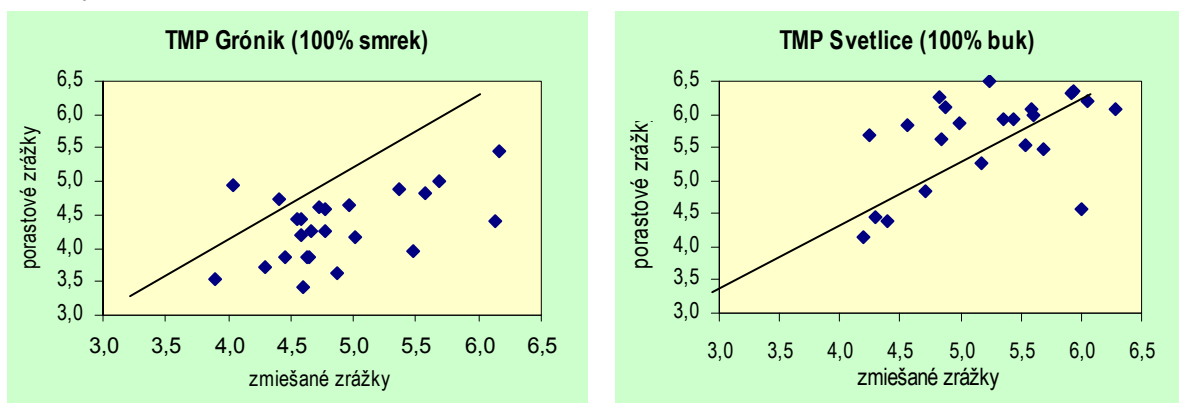
Obr. 3.41 Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2006-2007

V roku 2006 bola po prvýkrát sledovaná dynamika hrúbkového rastu aj na monitorovacej ploche Grónik. Priebeh rastu bol nepravidelný, s prestávkami zapríčinenými mimoriadne nízkym množstvom zrážok. Prvýkrát atmosférické zrážky absentovali v období jún - júl (84 mm) kedy býva intenzita rastu najväčšia. Druhé obdobie výraznej absencie zrážok bolo od polovice septembra do konca októbra (28 mm) a zapríčinilo zosychanie kmeňov. Intenzívny rast prebiehal iba v dvoch krátkych úsekoch, od 21.6.-3.7. a od 1.8.-15.8. (spolu iba 4 týždne), a preto aj hrúbkový prírastok v tomto roku je veľmi malý. V roku 2007 začal intenzívny rast koncom mája a trval až do polovice augusta.

### 3.2.3 Monitoring depozície

Hodnotenie atmosférickej depozície patrí k tým prieskumom, pri ktorých je potrebné hodnotiť kompletne súbory dát za kalendárny rok. Keďže sa monitoring za rok 2007 je v štádiu dokončovania chemických analýz vzoriek odobraných v decembri 2007 a priebežného spracovania výsledkov, v tejto správe sú prezentované výsledky depozície v lesoch SR v období 1999 – 2006.

Kontinuálny monitoring depozície v roku 2006 bol realizovaný na 7 plochách intenzívnej úrovne (TMP). TMP sú lokalizované v nadmorských výškach od 225 do 1200 m, s rôznorodým drevinovým zložením, ktoré reprezentuje lesné porasty v SR (smrekové porasty v Lomnistej doline, na Gróniku, v Tatranskej Lomnici, zmiešaný smrekovo – jedľovo – bukový porast na Poľane, bukové porasty v Turovej a Svetliciach a dubový porast v Čifároch). Nadmorská výška ovplyvňuje najmä celoročné úhrny zrážok, ktoré sú významným faktorom pri prepočte nameraných koncentrácií iónov vo vzorkách vôd na hodnotu depozície. Drevinové zloženie zase ovplyvňuje chemizmus zrážkových vôd, pretože dreviny majú rôznu schopnosť zachytávať imisie z ovzdušia a z ich asimilačného aparátu sú rôznou intenzitou uvoľňované bázičné katióny. Z uvedených dôvodov je pri porovnávaní výsledkov potrebné mať na zreteli vysokú variabilitu monitorovacích plôch. Príklad rozdielnych zmien hodnôt pH zrážkových vôd po prechode smrekovým (TMP Grónik) a bukovým porastom (TMP Svetlice) je uvedený na obr. 3.42.



Obr. 3.42 Vzťah medzi hodnotami pH v porastových a zmiešaných zrážkach na TMP Grónik (smrekový porast) a na TMP Svetlice (bukový porast) v roku 2006

Zrážky v smrekovom poraste sú kyslejšie ako na priľahlej voľnej ploche bez zápoja lesných drevín, po prechode bukovým porastom boli hodnoty pH porastových zrážok vyššie.

V priebehu roku 2006 sme na každej ploche realizovali 26 odberov v pravidelných 2 –týždňových intervaloch. Z kolektorov pre zachytávanie zrážok, stokov po kmeni stromov a hmlы lokalizovaných v lesných porastoch a na blízkych voľných plochách bolo odobraných približne 570 vzoriek.

Kvalita depozičného monitoringu v lesných ekosystémoch Slovenska v nadväznosti na celoeurópsku sieť monitoringu je zabezpečená pravidelnou účasťou zástupcov NLC na odborných podujatiach – expertných paneloch, usporiadaných 1x ročne, za účasti odborníkov z participujúcich štátov EÚ. Dôležitá je následná implementácia získaných poznatkov do procesu depozičného monitoringu v domácich podmienkach, v terénnej aj laboratórnej praxi.

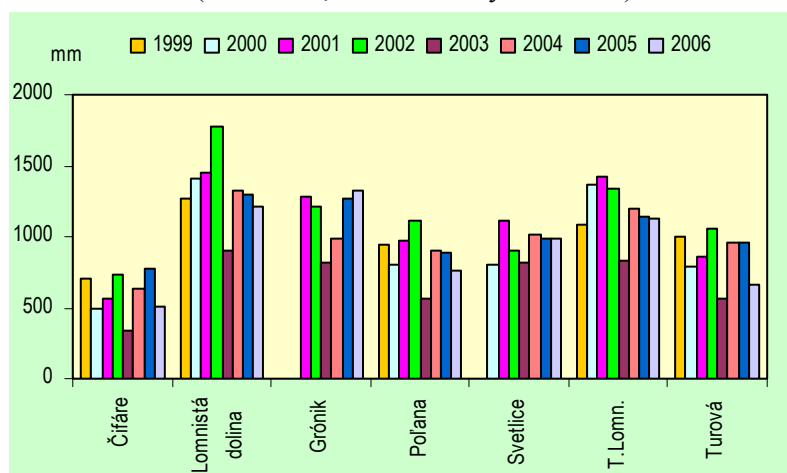
Starostlivosť o TMP, kolektory a odbery vzoriek vykonávajú dlhodobo dve stabilizované pracovné skupiny technikov NLC.

V súlade s manuálom pre meranie depozície boli vo vzorkách stanovené koncentrácie aniónov síry, dusíka v nitrátovej a amoniakálnej forme, chlóru, koncentrácie bázičských katiónov, železa, mangánu, hliníka a koncentrácie ťažkých kovov. Analýzy boli doplnené o meranie pH, elektrickej vodivosti, prípadne alkality, ktoré slúžia najmä na spätnú kontrolu kvality chemických amnalyz aniónov a katiónov. Získané výsledky chemických analýz, ktoré reprezentujú koncentráciu stanovených iónov v zrážkach ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) sú na základe zrážkových úhrnov z jednotlivých plôch prepočítané na depozíciu jednotlivých elementov ( $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ ).

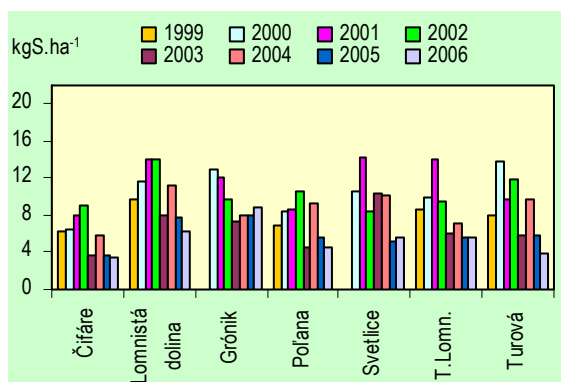
Získané výsledky sú súčasťou európskej databázy hodnotenia vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy.

## Výsledky

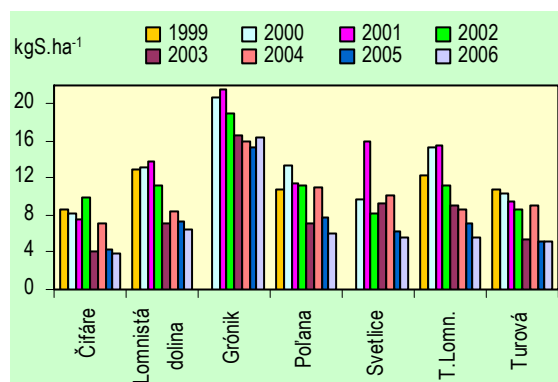
Porovnanie množstva zachytených zrážok na monitorovacích plochách v rokoch 1999 – 2006 je uvedené na obr. 3.43. Najnižší úhrn zrážok v roku 2006 je na TMP Čífare (505 mm, nadmorská výška 225 m), najvyšší na TMP Grónik (1 317 mm, nadmorská výška 875 m).



Obr. 3.43 Ročný úhrn zrážok na voľnej ploche pre jednotlivé TMP

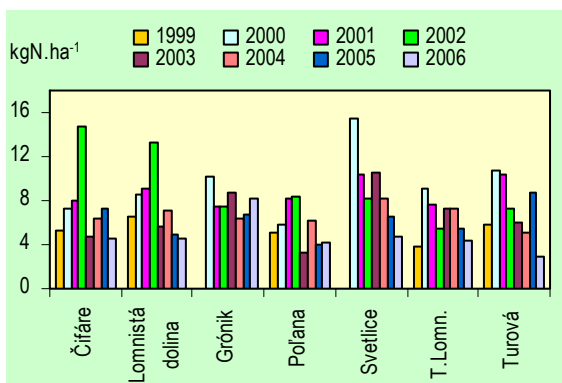


Obr. 3.44 Hodnoty zmiešanej depozície síry na jednotlivých TMP

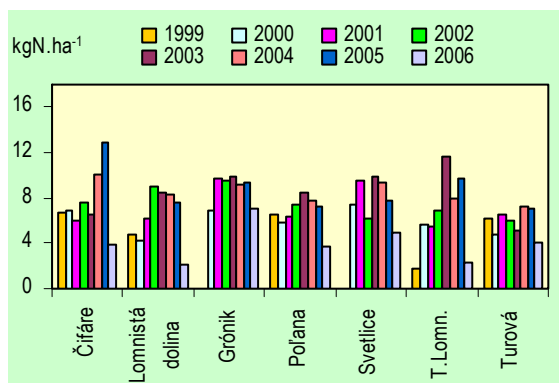


Obr. 3.45 Hodnoty depozície síry porastovými zrážkami na jednotlivých TMP

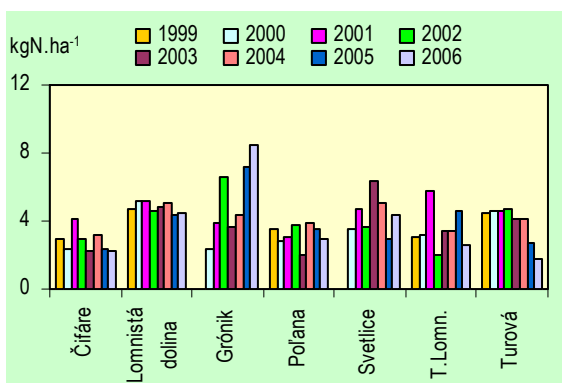




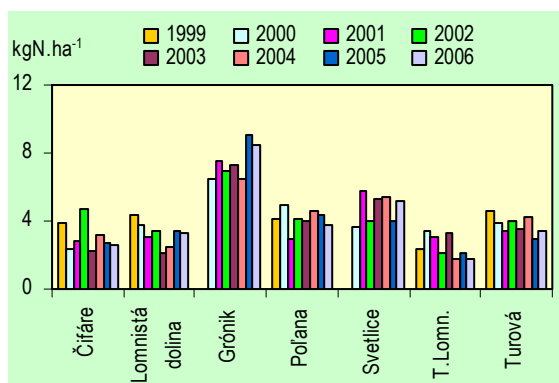
Obr. 3.46 Hodnoty zmiešanej depozície N-NH<sub>4</sub> na jednotlivých TMP



Obr. 3.47 Hodnoty depozície N-NH<sub>4</sub> porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



Obr. 3.48 Hodnoty zmiešanej depozície N-NO<sub>3</sub> na jednotlivých TMP



Obr. 3.49 Hodnoty depozície N-NO<sub>3</sub> porastovými zrážkami na jednotlivých TMP

Výsledky ročných depozičných vstupov acidifikačných komponentov ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ ) pre voľné plochy bez zápoja lesných drevín (**zmiešané zrážky**) a zvlášť pre lesné porasty (**porastové zrážky**) sú uvedené na obr. 3.44-3.49.

### Depozícia síry

Hodnoty depozície síry v roku 2006 na voľných plochách sa pohybovali v intervale 3,4 – 8,8  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , pričom najvyššie hodnoty boli na plochách v Gróniku a Jasení. Najnižšia depozícia síry na voľnej ploche je dlhodobo v Čífarech (1,9  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Depozícia síry porastovými zrážkami je zvyčajne vyššia ako zmiešaná depozícia na voľných plochách, pohybovala v rozpätí 3,8 – 16,4  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , s maximálnymi hodnotami v Gróniku na Kysuciach.

Najvyššiu depozíciu síry dlhodobo (od roku 1999) zaznamenávame vo väčších nadmorských výškach, na plochách so smrekovými porastami (Grónik, Jasenie, Tatranská Lomnica). V roku 2006 prvýkrát môžeme hovoriť len o výrazne odlišnej, veľmi vysokej depozícii síry na kysuckom Gróniku. Hodnota depozície síry v Tatranskej Lomnici v porovnaní s rokom 2001 poklesla o 64 % (na hodnotu 5,7  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) a v Jasení o 53 % (6,5  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ), zatiaľ čo na Gróniku len o 24 % (16,4  $\text{kg.ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Na ďalších plochách bol zaznamenaný pokles depozície síry v roku 2006 približne o 50 % v porovnaní s rokom 2001.

Pokles depozície síry v lesoch SR je v dobrej zhode s výsledkami z ďalších štátov EÚ. V správe UN ECE z roku 2005 „Stav lesov v Európe“ sa uvádza, že priemerná ročná depozícia síry v lesných porastoch poklesla v období rokov 1996 – 2001 o 40%. Hodnotených bolo 169 plôch od severu Talianska až po juh Škandinávie. Ojedinelé plochy s vysokou depozíciou síry sa však vyskytujú takmer v každej sledovanej krajine.

Významná zmena v SR nastala už v roku 2003, keď depozícia síry na všetkých sledovaných plochách bola prvýkrát nižšia ako celková depozícia dusíka, a to v porastoch aj na voľných plochách. V rokoch 2004 – 2005 sme zaznamenali pokračovanie tohto trendu. Merania v roku 2006 potvrdzujú trvalosť týchto zmien, ktoré odrážajú najmä zmeny emisnej situácie v strednej Európe. Najväčší producenti

SO<sub>2</sub> boli nútení pristúpiť či už zmenou technológií, alebo inštalovaním účinnejších filtračných zariadení k ich výraznej redukcii, čo sa následne odrazilo v celoeurópskych trendoch poklesu depozície síry.

Informácie o vývoji emisií na území Slovenska uvedené v správe MŽP SR a SHMÚ o kvalite ovzdušia za rok 2005 poskytujú presný obraz o vývoji kvality ovzdušia.

Emisie SO<sub>2</sub> postupne klesali z 526 000 t (r. 1990) na 126 000 t (r. 2000), až na 89 000 t v roku 2005.

Pokles emisií oxidov dusíka je menej výrazný, z 221 000 t (r. 1990) na 108 000 t v roku 2000. Od roku 2003 zostávajú na približne rovnakej úrovni, cca 97 000 ton ročne.

### Depozícia dusíka

V roku 2006 bola celková depozícia dusíka na monitorovacích plochách v lesných porastoch 4,1 – 15,5 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup> a na voľných plochách v intervale 4,7 – 16,6 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>.

V prvých rokoch monitoringu boli merania depozície amoniakového dusíka vo všeobecnosti o niečo vyššie ako depozície nitrátového dusíka. Situácia bola vysvetlená ako následok pohlcovania amoniakového dusíka asimilačným aparátom lesných drevín („hnojenie na list“). Tento trend v r. 2005 neplatil, na všetkých plochách sme zaznamenali vyššie hodnoty N-NH<sub>4</sub> v porastoch. Depozícia dusíka N-NH<sub>4</sub> v roku 2006 na jednotlivých voľných plochách (2,9 – 8,1 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>) bola mierne vyššia, než v lesných porastoch (2,1 – 7,0 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>). Vyššie depozičné hodnoty amoniakového dusíka sme zistili na TMP so smrekovými porastami (Grónik, Jasenie, Tatranská Lomnica).

Nitrátový dusík mal podobný priebeh (1,8 – 8,4 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup> na voľných plochách a 1,8 – 8,5 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup> v porastoch). Podobne ako pri depozícii síry, maximálne hodnoty pre N-NH<sub>4</sub> aj N-NO<sub>3</sub> sme zaznamenali na Kysuciach (TMP Grónik).

### Depozícia bázičných katiónov

V roku 2006 na voľných plochách v blízkosti TMP prevažovala depozícia vápnika (3,2 až 7,7 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>) nad depozíciou draslíka (1,9 – 5,2 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>) s jedinou výnimkou (Tatranská Lomnica, kde depozícia draslíka bola v roku 2005 o 1,28 kg.ha<sup>-1</sup> vyššia ako u vápnika).

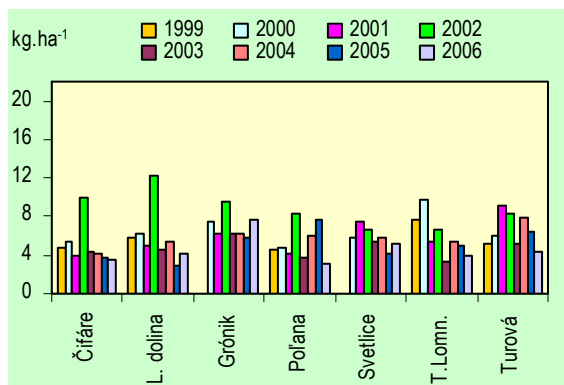
Depozícia horčíka na voľných plochách je nižšia (0,7 – 1,4 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>).

Vyluhovanie nutrientov z asimilačných orgánov, ale aj tzv. „vyčesávací efekt“ lesných porastov voči imisiám spôsobujú obohatenie zrážok zachytených v lese o bázičné katióny Ca, Mg, K.

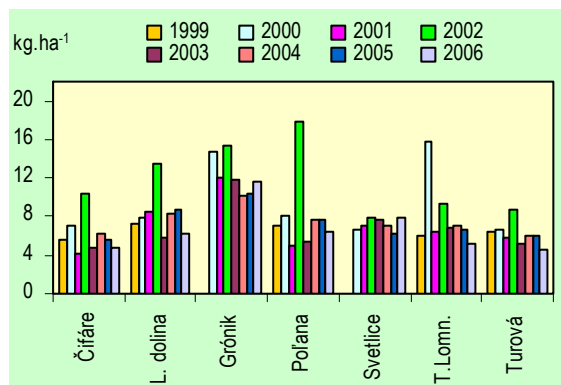
V lesných porastoch (v ihličnatých, listnatých aj zmiešaných) je jednoznačne najvyššia depozícia draslíka (11,2 – 22,9 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>), na druhom mieste depozícia vápnika (4,2 – 11,5 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>) a najnižšia, podobne ako na voľnej ploche, je depozícia horčíka (1,2 – 2,1 kg.ha<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>).

Maximálne hodnoty depozície vápnika a horčíka v lesnom poraste aj na voľnej ploche sme v roku 2006 zistili na Kysuciach – TMP Grónik. Depozícia draslíka je dlhodobo pomerne vysoká aj v smrekovom poraste v Tatranskej Lomnici, ale aj na Poľane v zmiešanom poraste.

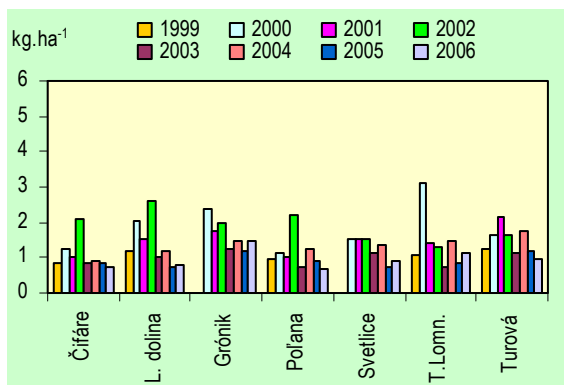
Na obr. 3.50 – 3.55 je uvedené porovnanie výsledkov depozícií bázičných katiónov na jednotlivých TMP v rokoch 2000 – 2006.



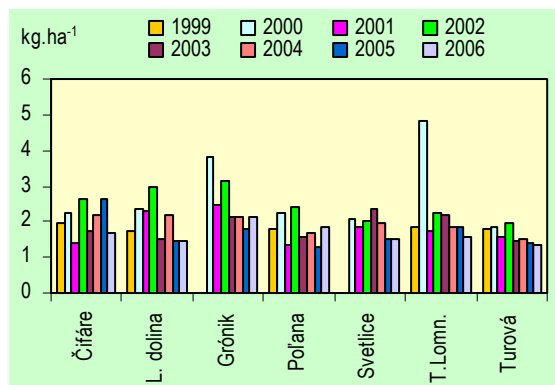
Obr. 3.50 Hodnoty zmiešanej depozície vápnika na jednotlivých TMP



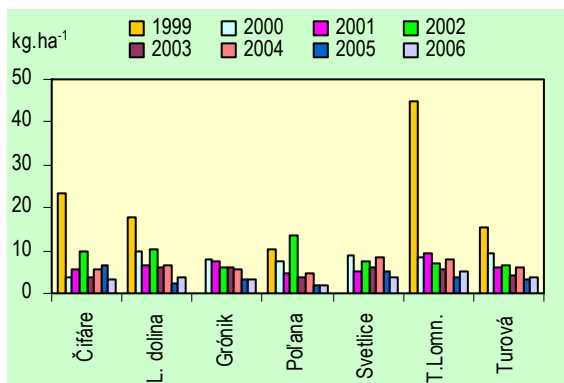
Obr. 3.51 Hodnoty depozície vápnika porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



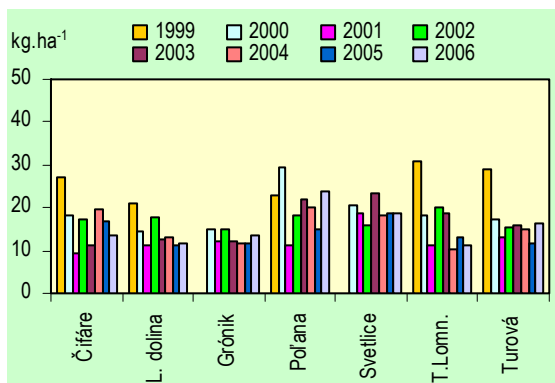
Obr. 3.52 Hodnoty zmiešanej depozície horčíka na jednotlivých TMP



Obr. 3.53 Hodnoty depozície horčíka porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



Obr. 3.54 Hodnoty zmiešanej depozície draslíka na jednotlivých TMP



Obr. 3.55 Hodnoty depozície draslíka porastovými zrážkami na jednotlivých TMP

### 3.2.4 Monitoring asimilačných orgánov – listové analýzy

Podľa aktuálnej legislatívy a manuálov (Vykonávacie nariadenie k Nariadeniu Forest Focus, Manuál ICP Forests - Odbery a analýzy vzoriek asimilačných orgánov drevín) je tento prieskum v súčasnosti na plochách I. úrovne iba nepovinným prieskumom (odporúča sa opakovať prieskum aspoň každých desať rokov súbežne s prieskumom pôd) a na plochách II. úrovne sú povinným prieskumom, pričom majú sa vykonávať aspoň každé dva roky.

Podrobné hodnotenie za odbery z roku 2005 boli v správe za rok 2006. V súlade s postupmi definovanými manuálom boli v roku 2007 odobraté vzorky asimilačných orgánov z hlavných drevín na 7 plochách II. úrovne. Tieto vzorky boli odobraté z jednotlivých stromov vybraných a označených na tento účel, pričom vzorky z listnatých drevín boli odobraté koncom leta a vzorky z ihličnatých drevín boli odobraté v období vegetačného pokoja. Laboratórne analýzy sa ukončili počas roka 2007.

### 3.2.5 Monitoring pôd

Monitorovanie pôd patrí k tým prieskumom, pri ktorých nie je odôvodnený krátky interval opakovaných odberov a hodnotení. V celoeurópskom rámci sa uskutočnil prvý harmonizovaný prieskum plôch a zisťovanie pôdnych vlastností na plochách I. úrovne v rokoch 1993-1996 a na plochách II. úrovne postupne od roku 1995 (ako boli plochy II. úrovne zakladané). Na Slovensku sa uskutočnili kompletne odbery vzoriek na 111 plochách v roku 1993 a opakovaný odber s limitovaným rozsahom analýz v roku 1998 (najmä v záujme harmonizácie odberových cyklov s ČMS Pôda). Opakované odbery vzoriek pôd pre chemické analýzy, plánované na rok 2003 sa z viacerých dôvodov neuskutočnili. V nariadení Forest Focus nie je prieskum pôd definovaný ako štandardná súčasť monitoringu.

Celoeurópske hodnotenie pôd na plochách I. aj II. úrovne monitoringu sa však stalo dominantnou časťou projektu BioSoil. Jeho realizácia prakticky znamená podrobný opakovaný a rozšírený prieskum pôd na monitorovacích plochách. Oproti pôvodnému hodnoteniu došlo nielen k rozšíreniu

sledovaných vlastností pôd a veličín a k zmenám v stanovení niektorých prvkov, ale aj k zahrnutiu podrobného opisu pôdneho profilu a klasifikácii podľa WRB (World Reference Base for Soil Resources, FAO 2006).

Podrobnejšie informácie o stave riešenia projektu a časť predbežných výsledkov je v kapitole 3.3.

### 3.2.6 Monitoring pôdneho roztoku

Pri mnohých hodnoteniach stavu lesných ekosystémov (aj pri hodnotení a modelovaní kritických záťaží) je pôda, resp. je vrchná časť, považovaná za receptor a kľúčovú abiotickú zložku lesného ekosystému. V rámci programu monitoringu lesa je monitoring pôdneho roztoku považovaný za dôležitú súčasť intenzívneho monitoringu, pričom nadväzuje najmä na monitoring depozícií (z hľadiska 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).

Hlavné ciele sú definované nasledovne:

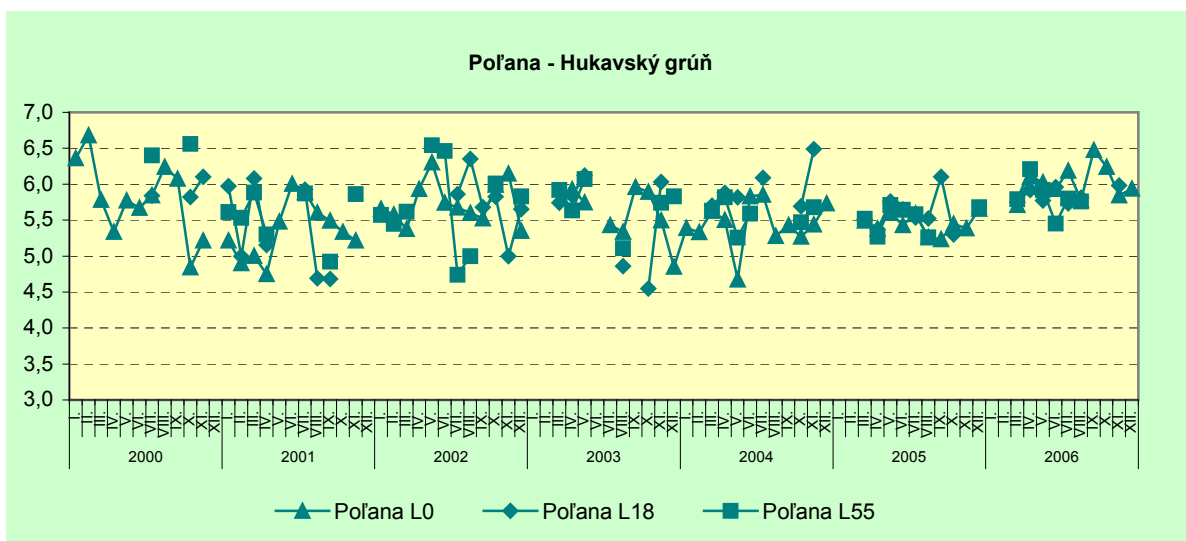
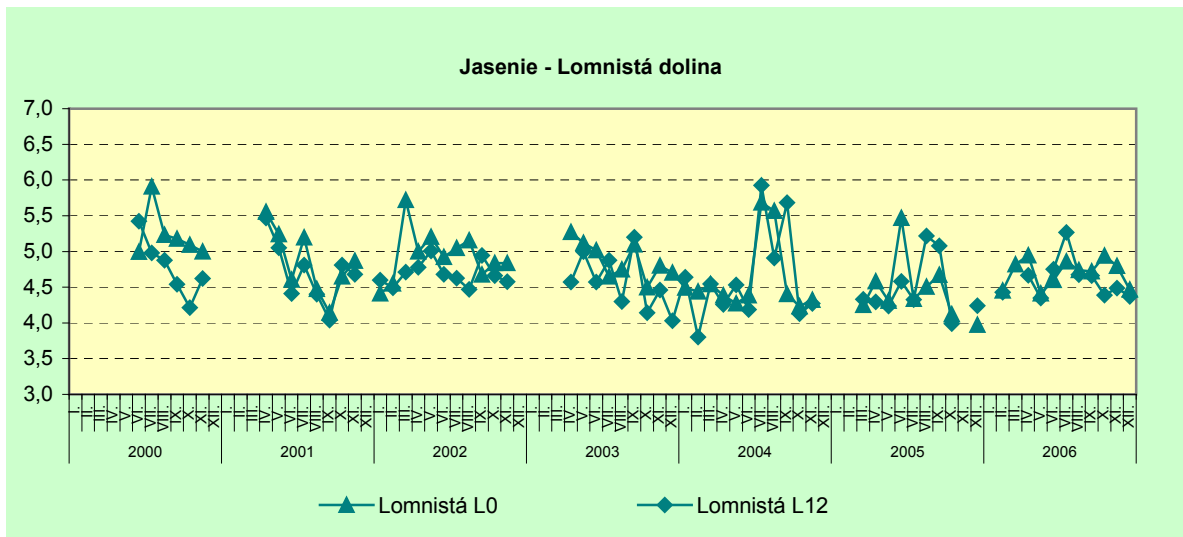
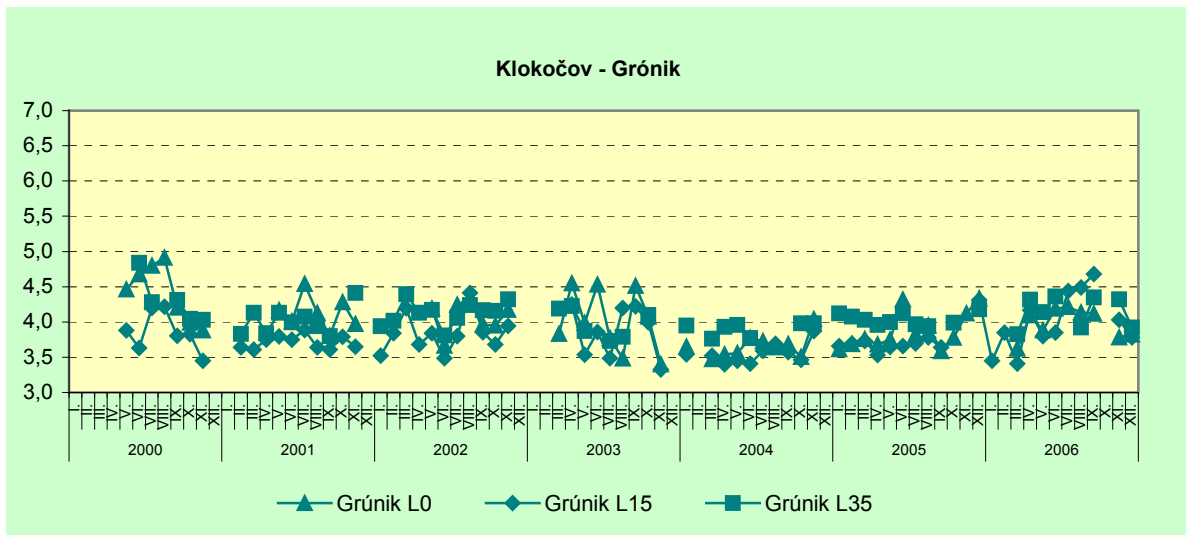
- monitorovať a hodnotiť dlhodobé trendy chemizmu pôdneho roztoku ako reakciu na rôzne faktory (najmä ako reakciu na vývoj kvality depozície),
- prispieť k poznatkom o vzťahoch medzi stavom pôdneho prostredia a stavom lesných porastov,
- prispieť k poznatkom o bilanciách iónov v lesnom ekosystéme (vstup/výstup).

Monitoring pôdneho roztoku je v súčasnosti vnímaný ako technicky a metodicky najkomplikovanejšia zložka monitoringu lesných ekosystémov. V rámci štruktúr ICP Forests bola najskôr zriadená pracovná skupina pre pôdny roztok, neskôr sa stala súčasťou expertného panelu pre lesné pôdy. Napriek existencii submanuálu zostáva otvorená otázka typov lyzimetrov (platňové alebo lievnikové lyzimetre na gravitačnú vodu, sukčné lyzimetre, odbery vzoriek pôdy s následným odstredovaním), ako aj rôznorodosťou materiálov zberačov (keramické, teflónové, nylónové, sklenené), pričom každý materiál má isté nevýhody (adsorpcia určitých iónov, krehkosť, vysoká cena.). Podobne pre prepočty obsahu a toku pôdnej vody pre bilančné kvantifikácie sa používajú rôzne postupy. Interpretáciu výsledkov komplikuje aj značná priestorová variabilita kvantity aj kvality pôdneho roztoku. Pre presnejšie hodnotenia a najmä kvantifikácie bilancie iónov by sa vyžadoval značný počet opakovaní (odberných miest), čo je veľmi nákladné a najmä na skeletných pôdach prakticky nemožné.

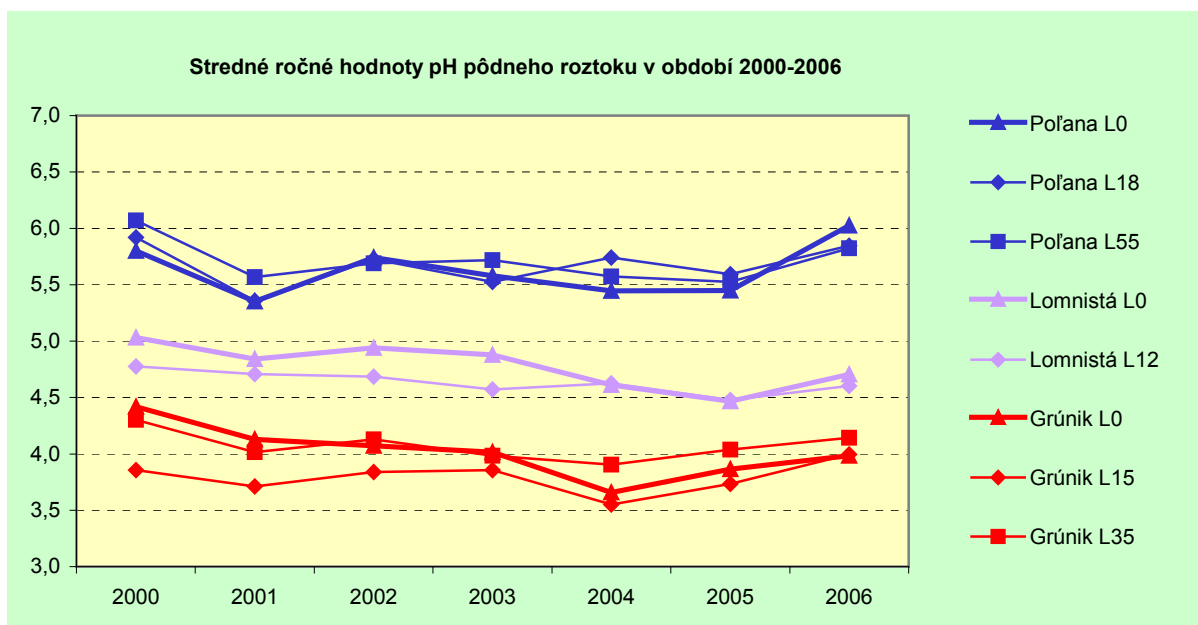
Na obrázku 3.56 je znázornený priebeh nameraných hodnôt pH v odobratých vzorkách pôdnej vody od roku 2000 do roku 2006. Údaje za rok 2000 necharakterizujú celý kalendárny rok (lyzimetre boli inštalované počas roka). Časové rady sú aj sezónne prerušované z dôvodu absencie vzoriek v suchých obdobiach alebo v obdobiach s teplotami pod bodom mrazu.

Z porovnania medzi monitorovacími plochami s inštalovanými platňovými lyzimetrami (Poľana, Lomnistá dolina, Poľana) sú zjavné značné rozdiely v reakcii pôdneho roztoku, ako aj rozdiely medzi odberovými hĺbkami vo vzťahu k horizontom, v ktorých sú lyzimetre inštalované. Namerané hodnoty 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, 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, boli v rámci roka 2006 zaznamenaná väčšia časová variabilita, pričom acidita nebola taká extrémna. 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 nasledovných grafoch je znázornený priebeh hodnôt pH na jednotlivých plochách a v hodnotených hĺbkach od roku 2000 do roku 2006 (obr. 3.56).

Vývoj stredných ročných hodnôt pH v období 2000 – 2006 je na obr. 3.57. Z obrázku je zrejmé, že pôdna reakcia sa v danom období menila len mierne, pričom trend sa javí ako mierne klesajúci. Napriek poklesu celkovej acidity v depozíciách nedochádza zatiaľ k pozitívnej reakcii z hľadiska vlastností pôdneho roztoku.



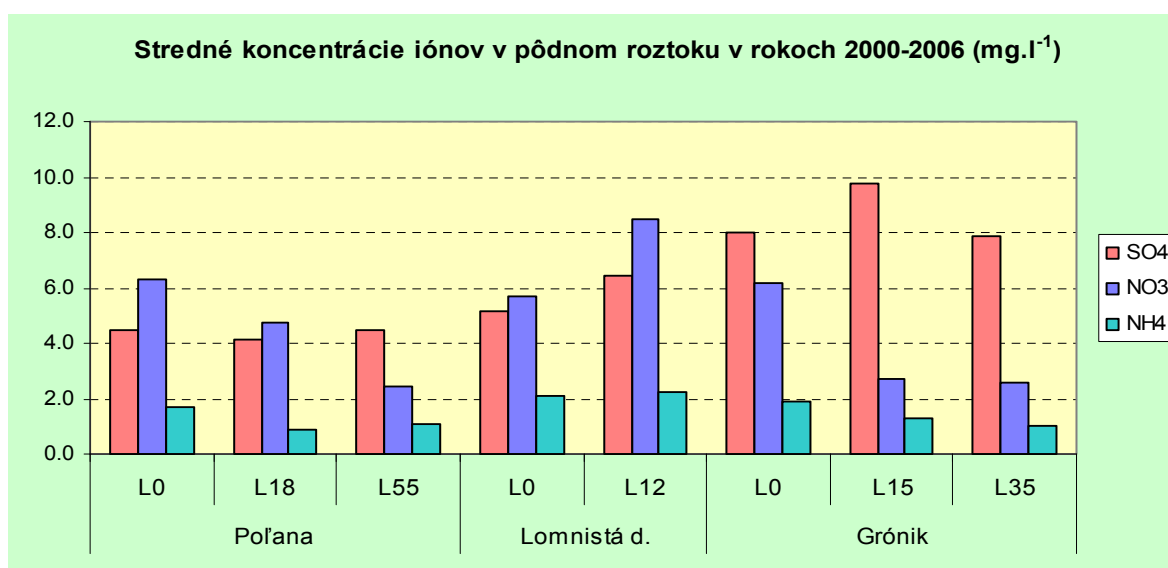
Obr. 3.56 Priebeh hodnôt reakcie pôdneho roztoku podľa plôch a odberových hĺbok



Obr. 3.57 Pribeh stredných ročných hodnôt pH pôdneho roztoku za obdobie 2000 – 2006

Zo zisťovaných parametrov pôdneho roztoku patria k najdôležitejším koncentrácie iónov síry a dusíka, ktoré sú v depozičných vstupoch pomerne vysoké ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ ). Výsledky z rokov 2000 až 2006 potvrdzujú vzrastajúci význam transportu dusičnanových iónov v pôdnom profile oproti síranovým iónom. Koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  sú však stále relatívne vysoké na ploche Grúnik, teda na ploche, ktorá má z hodnotených troch plôch najzraniteľnejšie pôdy a ktorá je dlhodobo imisne najviac zaťažovaná. Vzostup hodnôt pre obidva hodnotené ióny dusíka bol však zaznamenaný aj na tejto ploche.

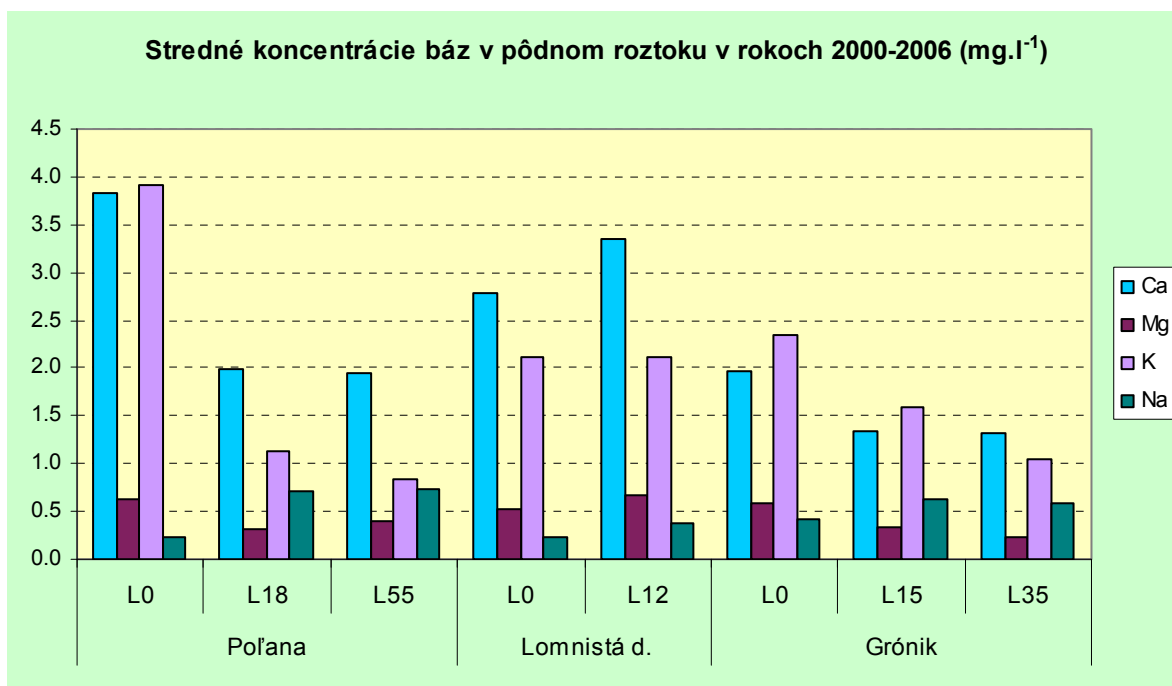
Z obr. 3.58, kde sú znázornené stredné hodnoty koncentrácií daných iónov za obdobie 2000-2006, je zrejmé, že najvyššie koncentrácie síranových iónov sú teda stále na ploche 209 Grúnik. Na ostatných plochách (203 – Lomnistá dolina a 204 Poľana – Hukavský grúň) v celkovom hmotnostnom vyjadrení koncentrácia iónov dusíka prevyšuje koncentráciu síranov.



Obr. 3.58 Stredné hodnoty koncentrácií síranových, dusičnanových a amóniových iónov (v  $\text{mg.l}^{-1}$ ) vo vzorkách pôdneho roztoku za jednotlivé plochy a odberné hĺbky

Koncentrácie ďalších prvkov sú veľmi variabilné. Z báz sú vo všeobecnosti najvyššie koncentrácie vápnika a draslíka (obr. 3.59). Z rizikových prvkov boli zjavné najvyššie koncentrácie olova vo

vzorkách pôdneho roztoku z plôch Grónik, čo je dané najvyššou akumuláciou olova v pokrývnom humuse a zároveň najsilnejšou aciditou, ktorá zvyšuje mobilitu olova v pôdnom roztoku.



**Obr. 3.59** Stredné hodnoty koncentrácií síranových, dusičnanových a amóniových iónov (v mg.l<sup>-1</sup>) vo vzorkách pôdneho roztoku za jednotlivé plochy a odberné hĺbky

### 3.2.7 Vlhkostný režim pôd v nížinných polohách

Na dlhodobý zhoršený zdravotný stav lesov, chradnutie i predčasné odumieranie lesov neexistuje jednoduché vysvetlenie. V množstve teórií prevláda presvedčenie, že je v tom viacero faktorov, ktoré na lesy viac menej doľahli súčasne. V posledných troch desaťročiach tu dlhodobá bola neúnosná úroveň emisného zaťaženia, ktorú sprevádzali extrémne suché roky, a tým aj nedostatok vlhky v pôde. Hoci sa v súčasnosti v mnohých oblastiach priemyselneného sveta podarilo významne znížiť úroveň emisnej záťaže, ale už prebiehajúcu globálnu klimatickú zmenu len tak rýchlo nedokážeme ovplyvniť. Voda, najmä v suchých a teplých oblastiach je rozhodujúcim ekologickým a fyziologickým činiteľom. Nedostatok vody (sucho) v pôde sa obzvlášť v týchto lesných ekosystémoch prejavuje v ich oslabení, poklese fyziologickej činnosti drevín a následne aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie i odolnosti proti biotickým škodcom.

TMP Čifáre, (OZ Levice) predstavuje modelovú plochu pre lesné spoločenstvá dubín (cerín) na spraši v dubovom vegetačnom stupni a je zaradená medzi monitorovacie plochy II. úrovne v rámci programu ICP Forests. Plocha sa nachádza na živnom stanovišti, ktoré reprezentuje ekologické pomery nížinnej až pahorkatinnej polohy. TMP sa nachádza v nadmorskej výške 225 m, na miernom svahu s JV expozíciou a sklonom do 15%.

Stromovú vrstvu lesného ekosystému tvorí takmer na 100 % dub cerový (*Quercus cerris* L.) s ojedinelou prímiesou duba zimného. Je to tenšia cerová kmeňovina vo veku 75 rokov. Krovitý podrast je silne vyvinutý s veľkou prevahou trnky nad zobom vtáčím, hlohom a ružou šípovou, ktoré dopĺňa ojedinelý výskyt driena, rešetliaka prečisťujúceho, brešta hrabolitého a černice. Typologicky je TMP zaradená do skupiny lesných typov Carpineto-Quercetum (Zlatník, 1959, 1976) a do lesného typu č. 1307 - mrvicová hrabová dúbrava na spraši (Hančinský, 1972).

Na základe zistených vlastností bola pôda na ploche zaradená do skupiny pôd ilimerických, a to ako luvizem modálna (MKSP 2000), resp. Albi-Haplic Luvisol (WRB 1998). Pôda je ťažšia, ílovitohlinitá a len v povrchovej vrstve hlinitejšia, stredne hlboká (do 100 cm), tuhšia, v letných mesiacoch presychavá so zhoršenými vodovzdušnými pomermi.

Vlhkosť pôdy na tejto ploche sledujeme dlhobojšie (od roku 1999) a celoročne v dvoj (jar, leto, jeseň) až štvortýždňových (zima) intervaloch s použitím gravimetrickej metódy. Sledujeme ju do

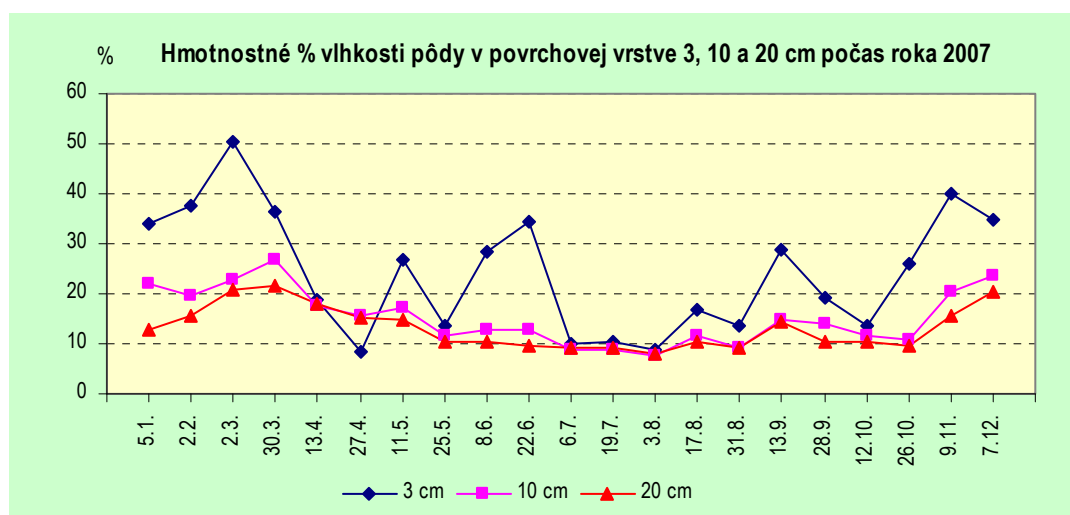
hĺbky 100 cm. Výsledky sú zhodnocované a porovnávané prostredníctvom hydrolimitov. Hydrolimity pôdy sú charakterizované maximálnou kapilárnou kapacitou (MKK), bodom zníženej dostupnosti vody (BZD) a bodom vädnutia (BV). Uvádzané hydrolimity sú prevzaté zo zistení od TUŽINSKÉHO (1998).

V tab. 5.62 sú uvedené výsledky najdôležitejších meraní od konca marca do konca októbra 2007, ktoré obsahujú zistené obsahy vody v pôde vyjadrené hmotnostnými % vlhkosti v hĺbke 10, 40, 90 cm a zásobu vody (v mm) pre povrchovú (0-20 cm) vrstvu pôdy a pre celý fyziologický profil (0-100 cm). Z tabuľky je zrejmé, že v stredovej hĺbke (v 40 cm) hmotnostné % vlhkosti od marca až do začiatku augusta malo klesajúci trend v rozpätí 17,6 až 11,2% a v porovnaní s predošlým rokom bolo cca dvojnásobne nižšie, v zimných mesiacoch bolo síce vyššie, ale pohybovalo sa len v nižšom rozpätí 13 až 17 %. Celé jarné obdobie i polovica letného obdobia bola takmer bez zrážok, alebo len s občasnými slabými zrážkami, čo sa najviac odrazilo v povrchovom horizonte (10 cm), že už začiatkom júla rýchlo klesá jej obsah pod kritických 10 % a tento stav trval takmer nepretržite až do konca augusta (7,5 až 9,1 %), o niečo vyššie % vlhkosti bolo v tom období v hlbších horizontoch, tak napríklad v 40 až 90 cm sa jej hodnoty pohybovali len medzi 11 až 13 %. V druhej polovici augusta občasné búrkové a hlavne výdatnejšie septembrové zrážky vylepšili nedostatok vlhky v pôde a percentické hodnoty postupne s nárastom zrážok pomaly stúpajú v celom profile, ale najviac v povrchovom horizonte na 15 % a v októbri a novembri až na 20-25 %.

**Tab. 3.62 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 2007**

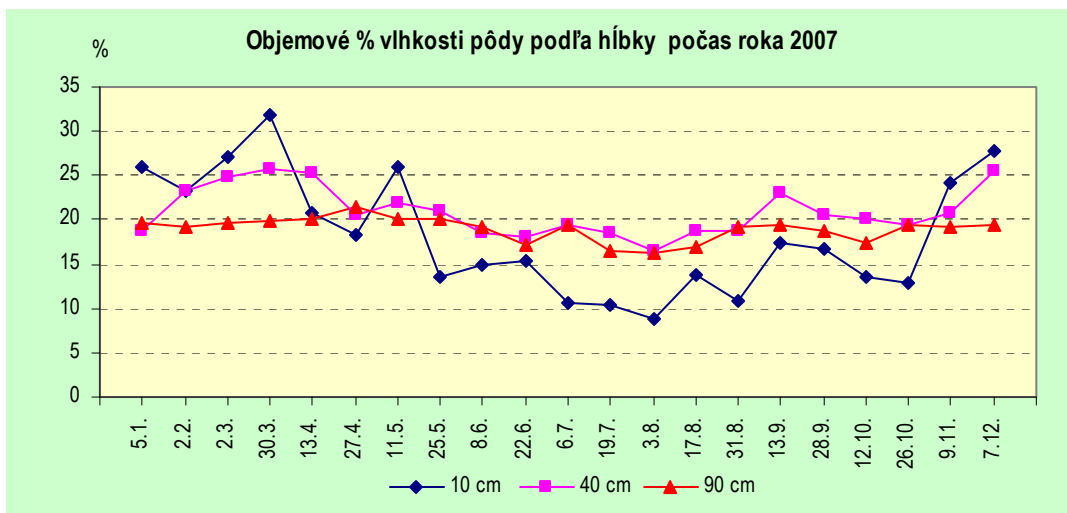
Dátum merania	30.3.	13.4.	27.4.	11.5.	25.5.	8.6.	22.6.	6.7.	19.7.	3.8.	17.8.	31.8.	13.9.	28.9.	12.10.	6.10.
Vlhkosť v 10 cm	26,8	17,5	15,5	17,3	11,5	12,7	12,9	8,9	8,8	7,5	11,6	9,1	14,6	14,1	11,4	10,9
Vlhkosť v 40 cm	17,3	17,1	17,6	14,9	14,2	12,8	12,2	13,1	12,5	11,2	12,6	12,6	15,6	13,9	13,6	13,1
Vlhkosť v 90 cm	13,9	14,2	15,1	14,2	14,2	13,5	12,1	12,3	11,9	11,9	12,5	13,5	13,7	13,1	12,3	13,6
Zásoba vody 0-20 cm	61	44	38	40	27	29	28	23	23	20	28	23	36	31	27	26
Bod vädnutia 0-20 cm	22,8															
Zásoba vody 0-100 cm	241	218	218	211	187	181	170	165	166	159	174	169	197	183	177	176
Bod zníženej dostupnosti 0-100 cm	252															

K uvedeným tabuľkovým percentám vlhkosti sa urobili prepočty na objemové % a z nich sa vypočítala zásoba vody v pôde pre povrchovú hrúbku (0-20 cm) a celú fyziologickú hĺbku (0-100 cm). Grafické zobrazenie k uvedeným % a dynamike vlhkosti nájdeme na obrázku 3.60 až 3.62, z ktorých vidieť, že najväčší nedostatok vlhky sa prejavil v nízkom % vlhkosti pôdy od druhej polovici jari a trval až do polovice augusta.

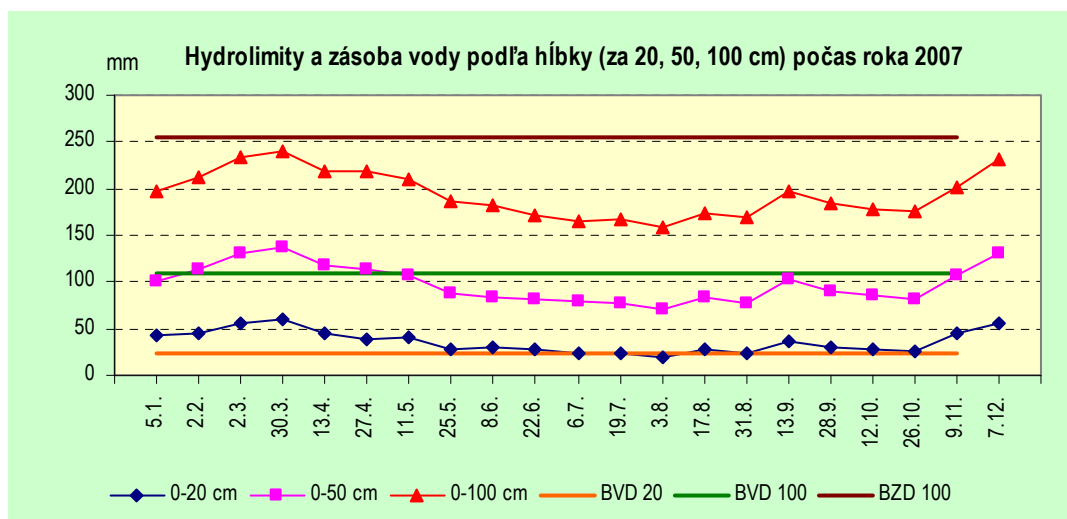


**Obr. 3.60 Dynamika vlhkosti pôdy v povrchovej vrstve (3, 10 a 20 cm) počas roka 2007**





Obr. 3.61 Porovnanie dynamiky vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40 a 90 cm v roku 2007



Obr. 3.62 Hydrolimity a dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20, 0-50 a 0-100 cm

Na rozdiel od minulého roku suché jarné počasie s nedostatkom vlahy, pri zrážkovo rozkolísaných mesiacoch, trvalo tento rok takmer do polovice augusta a malo úplne opačný charakter, ako to bolo v roku 2006. Zrážky merané pod porastom (dvojťžďňové úhrny) vykazovali, že v marci tohto roku padlo v porastoch sotva 20 mm, v apríli nič, v máji 23 mm, najvýdatnejšie boli v júni 37 mm a v júli iba 21 mm. Veľmi suché jarné a veľmi teplé letné obdobie s menším množstvom zrážok s intenzívnou evapotranspiráciou sa prejavilo v rýchлом presychaní povrchovej časti pôdy (0-20 cm) už začiatkom júla, čo v normálnych rokoch býva v nížinných polohách až koncom júla, kedy v pôde zásoba vody pre hĺbku 0-20 cm rýchlo klesala k hodnote bodu vädnutia (BV). Až zrážkovo výdatnejšia druhá polovica augusta (64 mm), september (69mm), menej október (23 mm) a viac zase v novembri (53 mm) viedla aj v nížinných polohách k významnému zavlhčeniu povrchových i stredových horizontov. Zásoba vody, hodnotená za celú fyziologickú hĺbku, bola počas celého roka pod BZD (zhruba 160-250 mm). Jej maximálna zásoba koncom marca dosiahla 241 mm a od nej sústavne klesala už v polovici júli až na 165 mm a najväčšie minimum dosiahla začiatkom augusta, a to len 159 mm. Zásoba vody za hĺbku 0-20 cm bola najnižšia od začiatku júla až do polovice septembra a hodnoty sa pohybovali na bode vädnutia, prípadne krátkodobo boli tesne pod ňou a dreviny i ostatná vegetácia trpeli nedostatkom prístupnej vody.

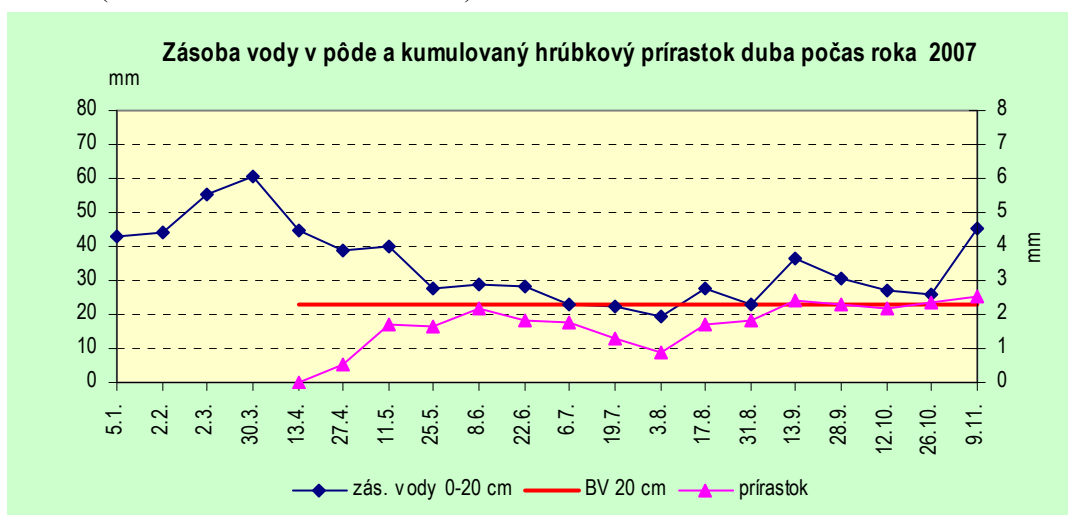
Vzhľadom na to, že v tomto roku sa zásoba vody pohybovala medzi hydrolimitom BZD a BV môžeme povedať, že z pohľadu využiteľnej vody ju hodnotíme ako zníženú až nedostatočnú, čo sa prejavilo aj v stagnácii hrúbkového prírastku duba cerového i prejavmi vädnutia krovinného i bylinného podrastu. Hovoriť o nejakých optimálnych až priaznivých vlhkosťných pomeroch v pôde nížinných polôh počas

tohoto vegetačného obdobia sa vôbec nedá, a takisto aj zimné a jarné mesiace, v ktorých je obyčajne dostatok vlhky, v tomto roku ich zásoba je pod BZD. Spomínaný nedostatok vlhky v pôde sa výrazne prejavil aj v oslabení fyziologickej činnosti drevín, ktorú priebežne sledujeme meraním a porovnávaním intenzity rastu hrúbkového prírastku cera. Vplyv dobrej i nedostatočnej zásoby vody v pôde ( už za 20 cm-ovú hrúbku) na veľkosť i rozdielnu dynamiku hrúbkového prírastku zjavne vidieť už z porovnania obr. 3.63 za rok 2007, ktorý podľa zásoby vody v pôde bol extrémne suchým rokom s obr. 3.64, na ktorom je zobrazená dynamika zásoby vody v pôde vo vlhkosťne a klimaticky optimálnom roku 2002.

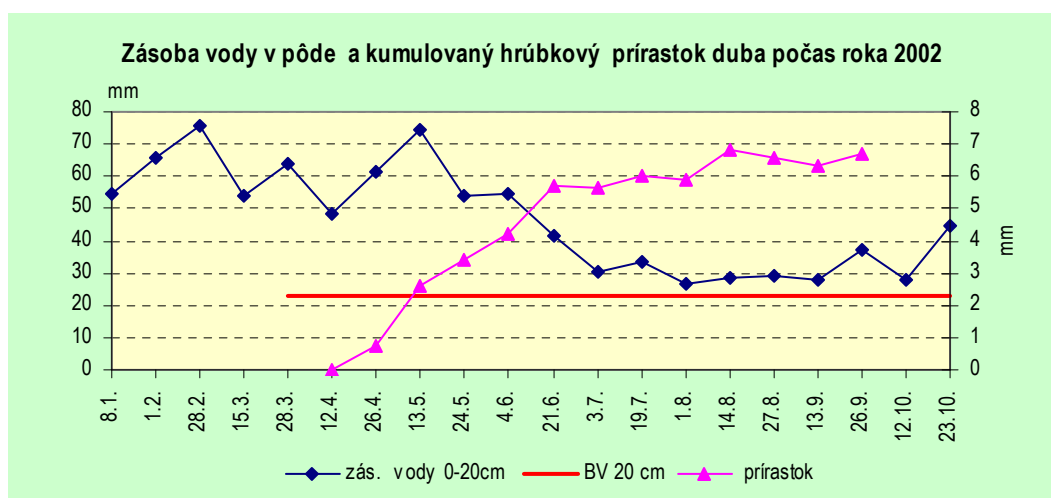
V roku 2007 vplyvom veľmi suchej jari v nížinných polohách sa nedostatočná zásoba vody v pôde odrazila na prírastku drevín tak ,že už v polovici mája duby prestali hrúbkovo prirastať! Počas teplého a suchého leta, kedy jej zásoba poklesla v povrchovej 20 cm-ovej hrúbke tesne aj pod bod vädnutia, došlo k úbytku vody zrejme aj drevných pletivách, čo sa na grafickom priebehu prejavuje poklesom hodnoty kumulovaného prírastku a kmene akoby sa veľkým suchom doslova aj čiastočne scvrkávali.

Vo vlhkosťne priaznivom roku 2002 nielenže duby prirastali takmer do polovice augusta, ale aj samotný prírastok bol takmer trikrát väčší, pričom cca 90% s jeho veľkosti narástlo veľmi intenzívnym rastom od začiatku mája do konca júna.

Priebehy počasia za posledné dve decéna s častejšími a intenzívnejšími výkyvmi extrémneho počasia nás presvedčajú, že sme svedkami už započatých klimatických zmien. Nakoniec i samotné klimatické merania za posledných 100 rokov na Slovensku potvrdzujú trend rastu priemernej ročnej teploty o 1,1°C a pokles ročných úhrnov zrážok o 5,6 % v priemere, pritom pokles na juhu bol väčší a na severe menší (LAPIN in BALAJKA *et al.* 2005).



Obr. 3.63 Dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2007 a jej vplyv na hrúbkový prírastok cera



Obr. 3.64 Dynamika zásoby vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2002 a jej vplyv na hrúbkový prírastok cera

Takisto výsledky nepretržitého monitoringu vlhkostného režimu nížinných pôd za posledných sedem rokov ( z toho roky 2000, 2003 a 2007 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 a na koniec okrem iného, ako dokazujú aj naše výskumy, sa to prejavuje aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie drevín.

Preto aj pri skúmaní mechanizmu poškodzovania lesných porastov sa nezaobídeme bez poznania a sledovania vodného režimu lesných pôd, lebo podstatný podiel na zhoršenom zdravotnom stave lesov, najmä v nížinných polohách, má aj dlhodobjší nedostatok vody v pôde.

### 3.2.8 Hodnotenie vegetácie

V rámci intenzívneho monitoringu ICP Forests sa na plochách II. úrovne od roku 1999 monitoruje aj prízemná vegetácia. UNECE, Manual, part VIII, 1997. Hodnotenie vegetácie sa robí z dvoch hlavných dôvodov:

- vegetácia je najdôležitejšou zložkou lesných ekosystémov, s ktorou súvisí najmä hodnotenie celkovej biologickej diverzity lesa, významná úloha vegetácie v cyklujúcom vodnom i živinovom režime, silná interakcia vegetácie s inými biotickými zložkami a využitie vegetácie ako indikátora pre špecifické ciele, napr. pre kalkulácie imisných kritických záťaží,
- vegetácia je dobrým indikátorom environmentálnych zmien, predovšetkým dlhodobé monitorovanie dynamiky vegetácie na vybraných stanovištiach poskytuje významné informácie o zmenách aj v iných zložkách lesného ekosystému.

Hlavné ciele sledovania a hodnotenia vegetácie sú:

- charakterizovanie súčasného stavu lesných ekosystémov na základe ich skladby,
- monitoring vegetácie presnejšie oddelí prírodné od antropogénnych environmentálnych faktorov.

Na Slovensku je v súčasnosti 7 TMP II. úrovne, na ktorých sa vykonáva monitorovanie a hodnotenie vegetácie v päťročných intervaloch. V roku 1999 sa vegetácia zaznamenala najprv celoplošnými fytozápismi a následne sa kvôli zvýšeniu presnosti odhadu pokryvnosti jednotlivých druhov na každej ploche založilo po 6 subplôch (stabilizovaných) o výmere 100 m<sup>2</sup> (10x10 m). Pokryvnosť druhov v drevinovej vrstve vyjadrujeme priamo v percentách. Pre odhad pokryvnosti jednotlivých druhov podrastu používame Braun-Blanquetovu kombinovanú stupnicu abundancie a dominancie zjemnenú Zlatníkom pomocou znamienok – a + v stupni 2 až 5 (tab. 3.63).

**Tab. 3.63 Zjemnená stupnica početnosti a pokryvnosti**

Označenie	Početnosť a pokryvnosť
-	druh vzácny, vyskytujúci sa na ploche v 1-3 exemplároch (priemerná pokryvnosť 0,01%)
+	druh riedko sa vyskytujúci s pokryvnosťou do 1% (priemerná pokryvnosť 0,5%)
1	druh početný, ale s malou pokryvnosťou, alebo druh menej početný, ale s pokryvnosťou 1-5 % (v priemere 3%)
2	druh hojný až veľmi hojný, s pokryvnosťou 1/20 až ¼ plochy, t.j. s pokryvnosťou 5-25 % -2: druh hojný, s pokryvnosťou 5-15 % (v priemere 10%) +2: druh veľmi hojný, s pokryvnosťou 15-25 % (v priemere 20 %)
3	druh dominantný, s pokryvnosťou ¼ až ½ plochy, t.j. 25-50 % -3: druh s pokryvnosťou 25-37 % (v priemere 31%) +3: druh s pokryvnosťou 37-50 % (v priemere 44%)
4	druh dominantný, s pokryvnosťou ½ až ¾ plochy, t.j. 50-75 % -4: druh s pokryvnosťou 50-62 % (v priemere 56%) +4: druh s pokryvnosťou 62-75 % (v priemere 69%)
5	druh dominantný s pokryvnosťou ¾ až 4/4 plochy, t.j. 75-100 % -5: druh s pokryvnosťou 75-87% (v priemere 81 %) +5: druh s pokryvnosťou 87-100% (v priemere 94%)

Podľa manuálu ICP Forests sme vypočítané priemerné hodnoty pokryvnosti druhov aj s ďalšími potrebnými údajmi uložili do databázového súboru, pritom sa použili číselné kódy druhov a časť z nich sa posielala do dátového centra.

V rokoch 2002 - 2004 sme na troch vybraných plochách II. úrovne (Čifáre, Turová a Poľana) založili cca po 30 malých (sampligových) plôšok (1m<sup>2</sup>) rovnomerne rozmiestnených po celej ploche, na ktorých sa podrobnejšie sledovala populačná dynamika fytoocenóz, zmeny druhového zloženia, hodnotí a spresňuje druhová pokryvnosť, hustota druhov, vzrast druhov, prirodzená obnova drevín, biomasa jednotlivých druhov i celého podrastu, diverzita a početnosť najmä vzácnych a riedko sa vyskytujúcich druhov. Mikroplôšky sú stabilizované kratšími oceľovými prútmi, ktoré sa v čase sledovania prekrývajú prenosným skladacím rámom a ten sa ďalej rozdeľuje na 16 okienok o rozmere 25x25 cm. Využívajú sa predovšetkým sčítacie metódy v kombinácii s hmotnostnými s presným meraním a vážením. Podľa fluktuácie (kolísania) zložiek fytoocenóz počas vegetačného obdobia sa zmeny na ploche musia v roku viackrát zaznamenať. Prejavujú sa silné fluktučné pohyby najmä jednoročných rastlín s výskytom tzv. efemeroíd. V nížinných polohách významne na ich početnosť vplývajú veľmi suché roky. Pri niektorých druhoch, pri skorom nástupe sucha a pri jeho dlhom trvaní dochádza k narušeniu normálnych fenofáz, prípadne po výdatných zrážkach koncom leta opakovane nastupuje jarná fenofáza.

Podrobné analýzy a komplexnejšie hodnotenia opublikujeme v najbližších rokoch, kedy predpokladáme, že v rade sledovaní aspoň piatich rokov budú zachytené dopady výskytu suchých i vlhkých rokov aj do stavu, zloženia, výstavby a produkcie fytoocenóz.

Pri charakteristike plôch je uvedená aj typizácia vegetačnej jednotky. Typizácia lesov Slovenska sa vykonáva klasifikačným systémom, ktorého autorom je ZLATNÍK (1956, 1976). Základnými geobiocenologickými jednotkami sú lesné typy (typy geobiocénov), združené do skupín lesných typov (skupín typov geobiocénov). Ich nadstavbovými jednotkami sú vegetačné stupne a ekologické rady. Číslo a názov lesného typu je podľa HANČINSKÉHO (1972). Názov druhu vo fytoocenologickom zápise je podľa MARHOLDA a HINDÁKA (1998).

### Fytoocenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 201 Čifáre

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: dubový

Skupina lesných typov: Carpineto-Quercetum (CQ), lesný typ: 1307- Mrvicová hrabová dúbava na spraši

Celková pokryvnosť podrastu v %: jarný aspekt 95, kry 65, byliny 30, pozemné machy –,  
letný aspekt 98, kry 78, byliny 20, pozemné machy +.

Vrstva (etáž)	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	21.5.2004	12.7.2004
Stromová	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	91	91
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	0,5	0,5
Krovinná	<i>Acer campestre</i> L.	javor poľný	–	–
	<i>Acer plantanoides</i> L.	javor mliečny	–	–
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	–	–
	<i>Cornus mas</i> L.,	drieň obyčajný	–	–
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.,	hloh jednosemenný	1/-2	1/-2
	<i>Euonymus europaeus</i> L.,	bršlen európsky	–	–
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.,	zob vtáčí	1	1
	<i>Prunus spinosa</i> L.,	slivka trnková	-4/+4	+4/-5
	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	+	+
	<i>Rhamnus catharticus</i> L.,	rešetliak prečisťujúci	+	+
	<i>Rosa canina</i> L.,	ruža šípová	+	+
	<i>Rubus fruticosus</i> L, agg.	ostružina černicová	+	+
	<i>Ulmus minor</i> Mill.,	brest hrabolistý	+	+
<i>Acer campestre</i> L.	javor poľný	–	–	
Bylinná	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara et Grande,	cesnačka lekárska	-2/+3	-2/+2
	<i>Allium vineale</i> L.,	cesnak poľný	–	+
	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.,	kozinec sladkolistý	–	–
	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.,	mrvica lesná	+	+1
	<i>Carex muricata</i> L.,	ostrica Pairaieho	–	–
	<i>Clinopodium vulgare</i> L.,	jarva obyčajná	–	+
	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz,	krížavka chľpatá	–	–
	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve,	pohánkovec ovijavý	+	+1
	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub,	pohánkovec kroviskový	–	–
	<i>Festuca rupicola</i> Heuff.,	kostrava žliabkatá	–	.
	<i>Ficaria bulbifera</i> Holub,	blyskáč cibulkatý	–	.

Vrstva (etáž)	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	21.5.2004	12.7.2004
	<i>Fragaria vesca</i> L.,	jahoda obyčajná	+	+
	<i>Galium aparine</i> L.,	lipkavec obyčajný	1+2	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	+	+
	<i>Geum urbanum</i> L.,	kuklík mestský	+1	+1
	<i>Hypericum perforatum</i> L.,	ľubovník bodkovaný	.	-
	<i>Impatiens parviflora</i> DC.,	netýkavka malokvetá	+	+
	<i>Lapsana communis</i> L.,	lýrovka obyčajná	-	+
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.,	zob vtáčí	+	+
	<i>Poa angustifolia</i> L.,	lipnica úzkolistá	+	+
	<i>Poa nemoralis</i> L.,	lipnica hájna	+	+
	<i>Prunella vulgaris</i> L.,	čiernohlávk obyčajný	-	-
	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	1	1
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	-	-
	<i>Rubus fruticosus</i> L., agg.	ostružina černicová	+	+
	<i>Rumex sanguineus</i> L.,	štiavec krvavý	-	-
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.,	hviezdica prostredná	.	+
	<i>Tithymalus cyparissias</i> (L.) Scop.,	mliečnik chvojkový	-	-
	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.,	torica japonská	+	+
	<i>Urtica dioica</i> L.,	přhlava dvojdomá	.	-
	<i>Veronica hederifolia</i> L.,	veronika brečtanolistá	1/+2	-
	<i>Veronica chamaedrys</i> L.,	veronika obyčajná	-	-
	<i>Veronica officinalis</i> L.,	veronika lekárska	-	.
	<i>Vicia cassubica</i> L.,	vika kašubská	-	+
	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.,	luskáč lekársky	.	-
	<i>Viola hirta</i> L.,	fialka srstnatá	+	+
Machová	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv	katarínka vlnkatá	-	+

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 203 Lomnístá dolina

Trofický rad geobiocénov: heminitrofilný. Skupina lesných typov: Fageto-Aceretum vst. (FAc vst), lesný typ: 6404 – Deväťsilová kamenitá buková javorina vyššieho stupňa.

Celková pokryvnosť podrastu v %: jarný aspekt 55, kry 0,5, byliny 55, pozemné machy 0,5, letný aspekt 60, kry 0,5, byliny 60, pozemné machy 0,5.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	15.6.2004	4.8.2004
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	75	75
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	2	2
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	1	1
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	1	1
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	0,5	0,5
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	-	-
Krovinná	<i>Sambucus racemosa</i> L.,	baza červená	-	-
	<i>Ribes uva-crispa</i> L.,	ribežľa egrešová	-	-
Bylinná	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.,	mačucha cesnačkovitá,	+	+
	<i>Adoxa moschatellina</i> L.,	pižmovka mošusová	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovce plazivý	-	-
	<i>Asarum europaeum</i> L.,	kopytník európsky	+	+
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1	1
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	meľuška krivolaká	+	+
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smľz tršovníkovitý	+	+
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.,	mliečivec alpínsky	+	+
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibulkonosná	-	.
	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.,	kamzičník rakúsky	+	+
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	1/3	1/3
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	+	+
	<i>Epilobium montanum</i> L.,	vřbovka horská	-	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-	-
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchavník žltý	+	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý,	+	+
	<i>Hieracium murorum</i> L.,	jastrabník lesný	-	-
	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.,	podbelica alpínska,	-	-

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	15.6.2004	4.8.2004
	<i>Lamium maculatum</i> L.,	hluchavka škvrnitá	-	-
	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Wilmott,	chlpaňa hájna	-	-
	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin,	chlpaňa lesná	-	-
	<i>Milium effusum</i> L.,	pšeno rozložené	-	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	-	-
	<i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh. ex Hoffm.,	nezábudka lesná	+	+
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	-2/-4	-2/-4
	<i>Paris quadrifolia</i> L.	vranovec štvorlístý	-	-
	<i>Phyteuma spicatum</i> L.,	zerva klasnatá	-	-
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	-	-
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	smovník purpurový	-	-
	<i>Primula elatior</i> (L.) L.,	prvosienka vyššia	-	-
	<i>Pyrola minor</i> L.,	hruštička menšia	+	+
	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.,	iskerník chlpatý	-	-
	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	iskerník platanolistý	-	+
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	+	+
	<i>Sambucus racemosa</i> L.,	baza červená	+	+
	<i>Senecio germanicus</i> Wallr.,	starček nemecký	+1	+1
	<i>Soldanella hungarica</i> Simonk.,	soldanelka uhorská	-	-
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	+	+
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	-
	<i>Stellaria nemorum</i> L.,	hviezdica hájna	+1	+1
	<i>Urtica dioica</i> L.,	pŕhľava dvojdomá	-	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	+1	+1
	<i>Valeriana tripteris</i> L.,	valeriána trojená	-	-
*	<i>Acetosa arifolia</i> (All.) Schur,	štiav alpínsky	-	-
	<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.,	archangelika lekárska	-	-
	<i>Carduus personata</i> (L.) Jacq.,	bodliak lopúchovitý	-	-
	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.,	pichliač močiarny	-	-
	<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.,	krkoška chlpatá	-	-
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.,	slezinovka striedavolistá	+	+
	<i>Leucanthemum gaudinii</i> Dalla Torre,	margaréta horská	-	-
	<i>Senecio subalpinus</i> W. D. J. Koch,	starček subalpínsky	-	-
	<i>Viola biflora</i> L.,	fialka dvojkvetá	-	-
Machová	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.,	dvojhrot chvostovitý	+	+
	<i>Plagiothecium curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.,	lesklec krivolístý	+	+
	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.,	porastník Schreberov	-	-
	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.,	ploník stenčený	-	-
	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. J. Kop.,	merik bodkovany	+	+

(\* pramenisko)

### Fitocenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 204 Poľana

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: jedľovo-bukový. Skupina lesných typov: Abieto-Fagetum nst, (AF nst), lesný typ: 5302 – Nitrofilná jedľová bučina nižšieho stupňa  
Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 80, kry 35, byliny 45, pozemné machy 0,01,  
letný aspekt 80, kry 40, byliny 50, pozemné machy 0,01.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	14.5.2004	27.7.2004
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	58	59
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	27	27
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	4	4
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	4	4
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	2	2
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	0,5	0,5
	<i>Populus tremula</i> L.,	topoľ osikový	0,5	0,5
Krovinná	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	-3 <sup>+4</sup>	-3 <sup>+4</sup>
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	1 <sup>-2</sup>	1 <sup>-2</sup>
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	1	1

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	14.5.2004	27.7.2004
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	+	+
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	+	+
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
Bylinná	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	+1	+1
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	+	+
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	+1	+1
	<i>Adoxa moschatellina</i> L.,	pižmovka mošusová	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovec plazivý	-	-/+
	<i>Anemone nemorosa</i> L.,	veternica hájna	1-2	-
	<i>Anemone ranunculoides</i> L.,	veternica iskerníkovitá,	+1	.
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1	1
	<i>Bromus ramosus</i> Huds.,	stoklas konárstý	-	-
	<i>Carex sylvatica</i> Huds.,	ostrica lesná	-	+
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Circaea lutetiana</i> L.,	čarovník obyčajný	-	+
	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. et Körte,	chohlačka dutá	+	.
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibulkonosná	1/+2	+1
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	-	+
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	+	+
	<i>Fragaria vesca</i> L.,	jahoda obyčajná	-	-
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	1+2	1+2
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchvník žltý	+1	1/2
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.,	lipkavec marinkový,	1/2	1/2
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý,	+	+
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peračina dúbavová	-	+
	<i>Isopyrum thalictroides</i> L.,	veterník žltuškovitý	+	.
	<i>Lathraea squamaria</i> L.,	zubovník šupinatý	+	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trvaca	+	+
	<i>Milium effusum</i> L.,	pšeno rozložené	.	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	+	+
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	1/2	1/+2
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlístý	+	+
	<i>Petasites albus</i> (L.) P. Gaertn.,	devätsil biely	-	-
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	+	+
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	+	+
	<i>Populus tremula</i> L.,	topol osikový	-	-
<i>Primula elatior</i> L.,	prvosienka vyššia	-	-	
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.,	iskerník chipatý	-	-	
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	+1	+1-2	
<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	+	+	
<i>Salvia glutinosa</i> L.,	šalvia lepkavá	-	-	
<i>Sanicula europaea</i> L.,	žindava európska	1-2	1-2	
<i>Senecio ovatus</i> (P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.) Willd.,	starček vajcovitolistý	+	+	
<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	-	-	
<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	.	
<i>Stellaria nemorum</i> L.,	hviezdica hájna	+1	+1	
<i>Urtica dioica</i> L.,	pŕhľava dvojdomá	.	-	
<i>Veronica montana</i> L.,	veronika horská	-	+	
<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	1	1	
Machová	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.,	katarínka vlnkatá	+	+

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 206 Turová

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: dubovo-bukový.

Skupina lesných typov: Fagetum pauper nst (Fp nst), lesný typ: 3313 – zubačková bučina nižšieho stupňa.

Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 6, kry 0, byliny 6, pozemné machy 0, letný aspekt 2, kry 0, byliny2, pozemné machy 0.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	24.5.2004	6.7.2004
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	95	98
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	1	1
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	0,3	0,3
Bylinná	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	-	-

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	24.5.2004	6.7.2004
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	+	+
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	-	-
	<i>Atropa bella-donna</i> L.,	ľuľkovec zlomocný	-	-
	<i>Carex sylvatica</i> Huds.,	ostrica lesná	-	-
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibuľkonosná	1/-2	+1
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	-	-
	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz,	krušík širokolistý	-	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	+	+
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	+	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	-	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trvácá	-	-
	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.,	hniezdovka hlístová	-	-
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	-	-
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	+	+
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	-
	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	+	+

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie - TMP 207 Tatranská Lomnica

Trofický rad geobiocénov: oligotrofný. Vegetačný stupeň: smrekovo-bukovo-jedľový. Skupina lesných typov: Lariceto –Piceetum nst, (LP nst), lesný typ: 6141 – Sutinová smrekovcová smrečina nižšieho stupňa, menšia časť 6145 – Živná (podmáčaná) smrekovcová smrečina nižšieho stupňa.

Celková pokryvnosť podrastu v %: jarný aspekt 95, kry 0,3, byliny 50, pozemné machy 75, letný aspekt 97, kry 0,3, byliny 55, pozemné machorasty 80.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	14.6.2004	25.8.2004
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	53	51
	<i>Larix decidua</i> Mill.,	smrekovec opadavý	24	24
	<i>Pinus sylvestris</i> L.,	borovica lesná	3	3
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	1	1
Krovinná	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	+	+
	<i>Sambucus racemosa</i> L.,	baza červená	-	-
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	+	+
	<i>Lonicera nigra</i> L.,	zemolez čierny	+	+
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	+	+
	<i>Daphne mezereum</i> L.,	lykovec jedovatý	-	-
Bylinná	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	-	-
	<i>Alchemilla glabra</i> Neygenf.	alchemilka holá	+	+
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1	+1
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	meľuška krivolaká	+1	1
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smľz trstovníkovitý	+	+
	<i>Calamagrostis villosa</i> J. F. Gmel,	smľz chľpkatý	+	+
	<i>Caltha palustris</i> L.,	záružlie močiarné -horské	+1	+1
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.,	mliečivec alpínsky	.	.
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	+1	+1
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	-	-
	<i>Epilobium montanum</i> L.,	vřbovka horská	-	-
	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.,	praslička lesná	-	-
	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.,	túžobník brestový	-	-
	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.,	horec luskáčovitý	-	-
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peráčina dúbavová	+1	+1
	<i>Hieracium murorum</i> L.,	jastrabník lesný	+	+
	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.,	podbelica alpínska	+1	+1
	<i>Hypericum perforatum</i> L.,	ľubovník bodkovaný	-	-
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.,	slezinovka striedavolistá	+1	+1
	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.,	bradáčik srdcovitolistý	+	+
	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Wilmott,		+	+
	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin,	chlpaňa lesná	+	+
	<i>Lycopodium annotinum</i> L.,	plavúň pučivý	+	+1
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt,	tôňovka dvojlistá	+1	+1
	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.,	meringia trojžilová	-	-
	<i>Myosotis scorpioides</i> L.,	nezábudka močiarna	+	+
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	1/-3	1/-3
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlistý	-	-
	<i>Petasites albus</i> (L.) P. Gaertn.,	deväťsil biely	+	1
	<i>Phegopteris connectilis</i> (F. Michx.) Watt,	sladičovec bučinový	+	+
<i>Phyteuma spicatum</i> L.,	zerva klasnatá	-	-	



Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	14.6.2004	25.8.2004
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	+	+
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	srnovník purpurový	+	+
	<i>Pyrola minor</i> L.,	hruštička menšia	-	+
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	+	+
	<i>Senecio germanicus</i> Wallr.,	starček nemecký	+	+
	<i>Senecio subalpinus</i> W. D. J. Koch,	starček subalpínsky	-	-
	<i>Soldanella carpatica</i> Vierh.,	soldanelka karpatská	-	-
	<i>Solidago virgaurea</i> L.,	zlatobyľ obyčajná	+	+
	<i>Tephrosieris crispa</i> (Jacq.) Rchb.,	popolavec kučeravý	-	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	-2/-4	-2/-4
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.,	brusnica obyčajná	+1	+1
	<i>Valeriana tripteris</i> L.,	valeriána trojená	+	+
	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i> (Bernh.) Arcang.,	kýchavica biela Lobelova	-	-
	<i>Viola biflora</i> L.,	fialka dvojkvetá	+1	+1
Machová	<i>Brachythecium rivulare</i> B. S. G.,	bankovec (potočný)	+1	+1
	<i>Calypogeia integristipula</i> Steph.,	kalichovka Meylanova	+1	+1
	<i>Dicranum montanum</i> Hedw.,	dvojhrôt	+	+
	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.,	dvojhrôt chvostovitý	-3/+4	-3/+4
	<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z. Iwats		+	+
	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B. S. G.,	rakytník lesklý	1/+2	1/+2
	<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.,	dráčik plazivý	+1	+1
	<i>Plagiochila asplenoides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.,	papraďovka slezinníkovitá	+1	+1
	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T. J. Kop.,	merík príbuzný	+1	+1
	<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T. J. Kop.,	merík (zobákovitý)	+1	+1
	<i>Plagiothecium curvifolium</i> (Brid.) Z. Iwats.,	lesklec krivolistý	+	+
	<i>Plagiothecium laetum</i> B. S. G.,	lesklec (príjemný)	+	+
	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.,	porastník Schreberov	+1	+1
	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.,	ploník obyčajný	+1	+1
	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.,	ploník stenčený	1	1
	<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (Weber) Vain.,	páperovka nádherná	+1	+1
	<i>Rhizomnium magnifolium</i> (Horik.) T. J. Kop.,	merík	+1	+1
	<i>Rhytidadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.,	kostrbatec trojrohý	+	+
	<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow,	rašelinník (Girgesohnov)	1-2	1-2
	<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Angstr. ex Hartm.,	rašelinník kostrbatý	+1	+1

Machorasty na ploche 207 boli identifikované a konzultované RNDr. Rudolfom Šoltéšom, CSc.

### Fytcenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 208 Svetlice

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: bukový.

Skupina lesných typov: Fagetum typicum, (Ft), lesný typ: 4318 – Ostricová typická bučina.

Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 45, kry 0,1, byliny 45, pozemné machy 0,01,  
letný aspekt 5, kry 0,1, byliny 5, pozemné machy 0.01.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	26.5.2004	30.8.2004
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	84	85
	<i>Larix decidua</i> Mill.,	smrekovec opadavý	10	10
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	2	2
	<i>Pinus sylvestris</i> L.,	borovica lesná	0,5	0,5
Krovinná	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	+	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	+	+
Bylinná	<i>Acer campestre</i> L.,	javor poľný	-	-
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovec plazivý	-	-
	<i>Anemone nemorosa</i> L.,	veternica hájna	+1	-
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	-	+
	<i>Carex digitata</i> L.,	ostrica prstnatá	-	-
	<i>Carex pilosa</i> Scop.,	ostrica chlpatá	+1/+2	+1/+2
	<i>Carex sylvatica</i> Huds.,	ostrica lesná	+	+1
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Corylus avellana</i> L.,	lieska obyčajná	-	-
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibul'konosná	+2	-
	<i>Dentaria glandulosa</i> Waldst. et Kit. ex Willd.,	zubačka žliazkatá	1/-3	.
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	-	-
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samičia	+	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-	-
	<i>Festuca drymeja</i> Mert. et W. D. J. Koch,	kostrava horská	+1	+1
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	-	+

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	26.5.2004	30.8.2004
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchavnik žltý	+1	+1
	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.,	konopnica úhľadná	-	-
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.,	lipkavec marinkový	-	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trváca	-	-
	<i>Milium effusum</i> L.,	pšeno rozložené	-	-
	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.,	meringia trojžilová	-	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	+	+
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	-	-
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	-	-
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	smovník purpurový	+	+
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	+1	+1
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	-	-
	<i>Salvia glutinosa</i> L.,	šalvia lepkavá	-	-
	<i>Sambucus nigra</i> L.,	baza čierna	-	-
	<i>Scrophularia nodosa</i> L.,	krtičník hľuznatý	-	-
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	-
	<i>Tithymalus amygdaloides</i> (L.) Hill,	mliečnik mandľolistý	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	pŕhľava dvojdomá	-	-
	<i>Veronica officinalis</i> L.,	veronika lekárska	-	-
	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	-	-
Machová	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.,	katarínka vlnkatá	+	+

### Fytcenologický zápis prízemnej vegetácie – TMP 209 Grónik

Trofický rad geobiocénov: oligotrofný

Skupina lesných typov: Fagetum abietino-piceosum nst, (Fap nst), lesný typ: 5105 - Čučoriedková jedľová bučina so smrekom nižšieho stupňa.

Celková pokryvnosť podrastu v %: jarný i letný aspekt 100, kry 5, byliny 95, pozemné machy 5.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	10.6.2004	17.8.2004
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	66	64
Krovinná	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	+1	+1
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	1	1
Bylinná	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-	-
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	-	-
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	metluška krivolaká	+3/-5	+3/-5
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smlz trstovníkovitý	-	-
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	+	+
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt,	tôňovka dvojlistá	+1	+1
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	+	+1
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	1/-2	1/-2
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	-	-
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	-	-
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	+	+
Machová	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	+2/-4	+2/-4
	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.,	dvojhrot chvostovitý	+1	+1
	<i>Plagiothecium curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.	lesklec krivolistý	+1/-2	+1/-2
	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.,	ploník stenčený	+1	+1

Výsledky potvrdzujú významnú fytcenologickú odlišnosť medzi plochami - odlišnosť v druhovej diverzite, pokryvnosti, hustote druhov, v rozdielnej biomase podrastu. Pri niektorých druhoch sa zaznamenali aj silnejšie fluktučné pohyby počas viacerých rokov i výskytu efemeroíd, na ktorých pokles hojnosti, najmä v nížinných polohách významne vplýva dlhodobé sucho i skorý nástup sucha počas vegetačného obdobia.

### 3.2.9 Hodnotenie vplyvu ozónu

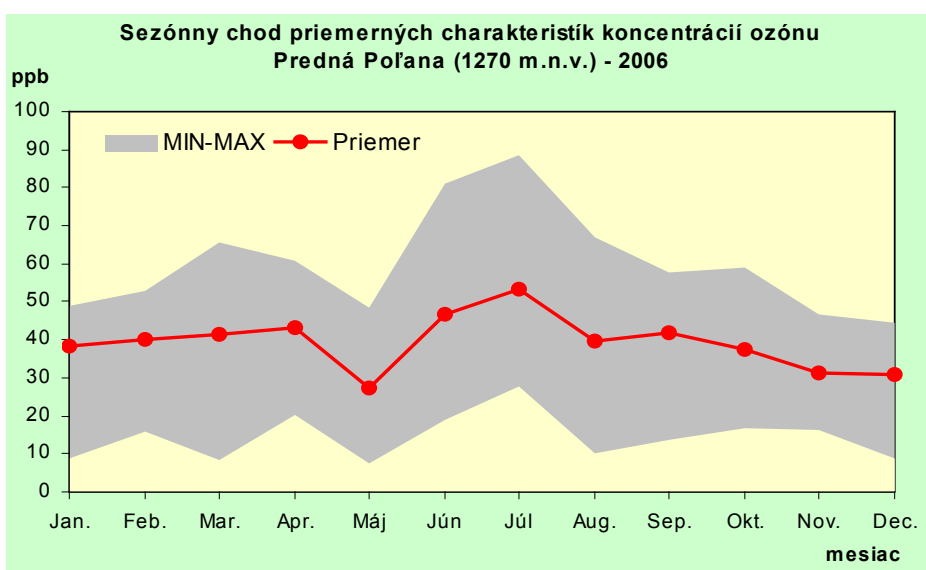
#### Meranie koncentrácií ozónu

Koncentrácie prízemného ozónu vykazovali v roku 2006 na sledovaných lokalitách ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (november a december) a maximálnymi priemernými koncentraciami v jarnom a letnom období s dvojitým maximom (apríl, júl), ktoré sa vyskytuje v závislosti od meteorologických podmienok v sledovanom roku. Priemerné

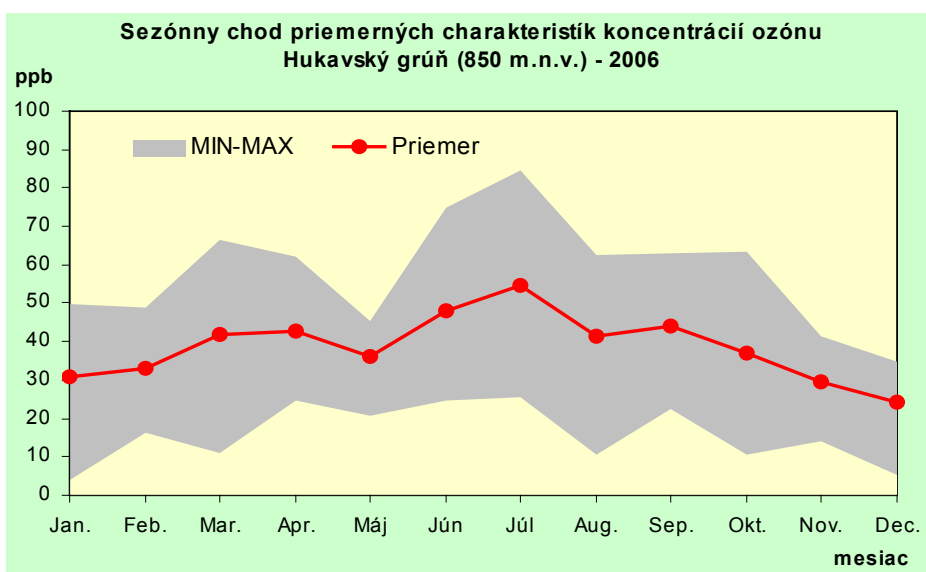
ročné koncentrácie na lokalite Predná Poľana dosiahli v roku 2006 hodnotu 39,3 ppb a na lokalite Hukavský Grúň hodnotu 38,6 ppb. Maximálne krátkodobé koncentrácie dosahovali najvyššie hodnoty v letnom období (jún - júl) pričom v roku 2006 na oboch sledovaných lokalitách viacnásobne prekročili hodnoty 80 ppb. Priebeh priemerných mesačných koncentrácií v roku 2006 spolu s rozsahom meraní je uvedený na obr. 3.65 pre lokalitu Predná Poľana a na obr. 3.66 z lokality Hukavský Grúň.

Vývoj indexu AOT 40 počas vegetačnej sezóny v jednotlivých rokoch merania 1999 – 2006 na sledovaných lokalitách je uvedený na obr. 3.67, sumy indexu AOT 40 pre to isté obdobie sú na obrázku 3.68. Index AOT 40 dosiahol v roku 2006 hodnoty 14292 ppb.h na lokalite Predná Poľana a 16727 ppb.h na lokalite Hukavský Grúň. Kritická úroveň indexu AOT 40, ktorej hodnota je pre lesné ekosystémy stanovená na 10 000 ppb.h, bola v roku 2006 prekročená na oboch sledovaných lokalitách.

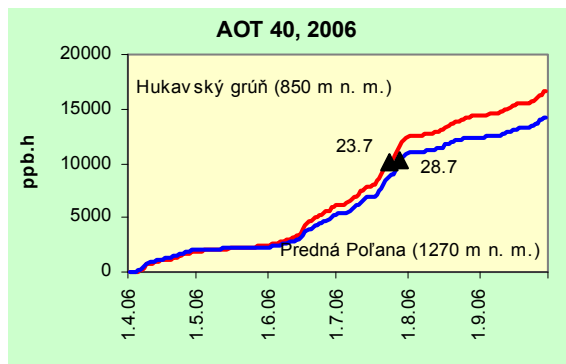
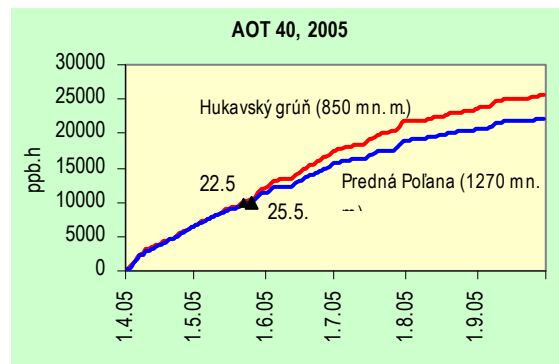
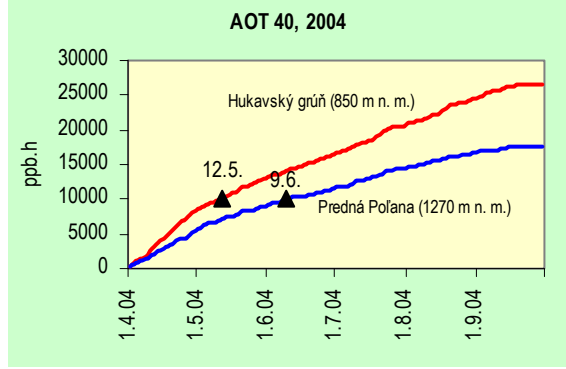
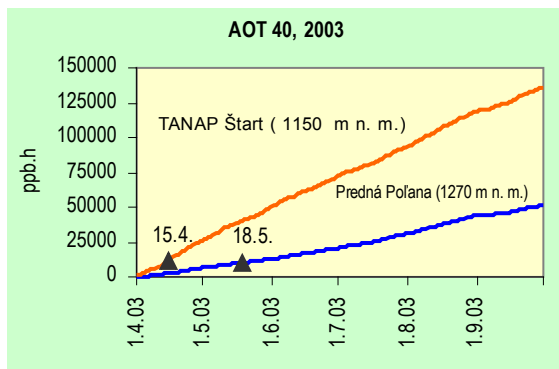
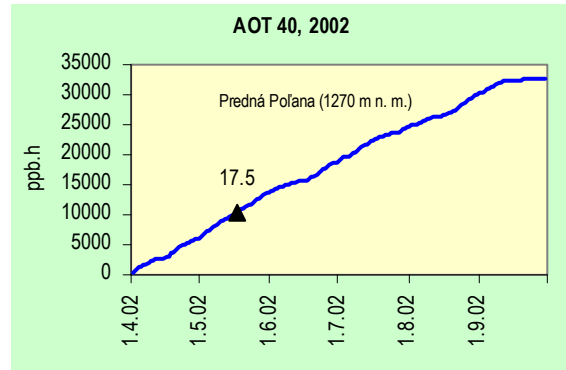
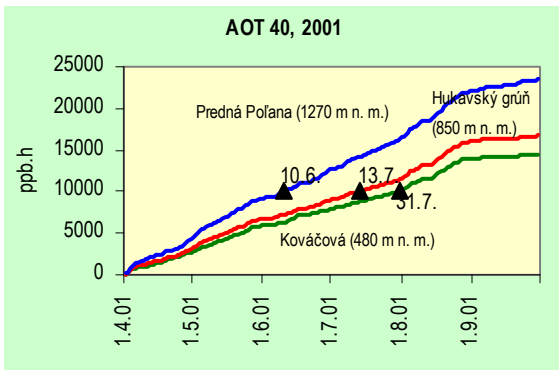
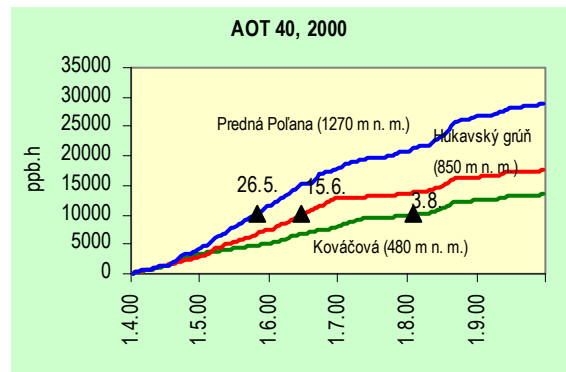
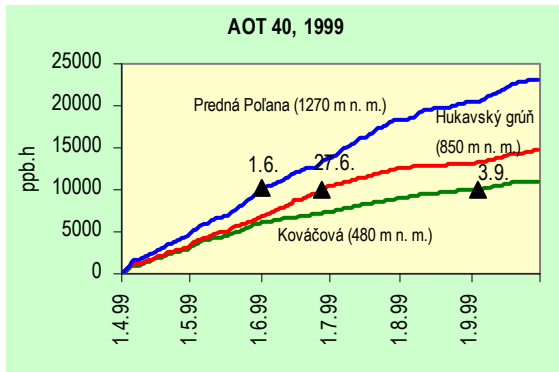
Hodnoty AOT 40 sa pohybovali v jednotlivých sledovaných rokoch na rôznych lokalitách pohybovali v rozpätí od 14 787 do 135 641 ppb.h. Tak ako v prípade priemerných ročných koncentrácií a priemerných koncentrácií z denných hodín vegetačnej sezóny boli najvyššie hodnoty dosiahnuté v roku 2003.



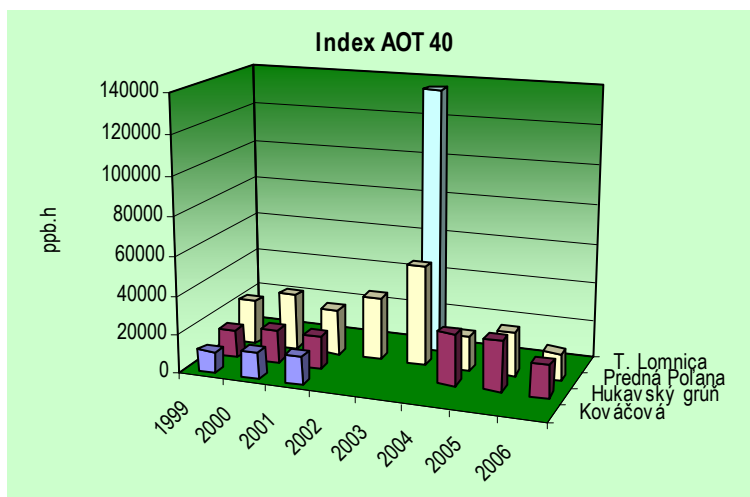
Obr. 3.65 Priebeh priemerných mesačných koncentrácií ozónu na lokalite Predná Poľana v roku 2006



Obr. 3.66 Priebeh priemerných mesačných koncentrácií ozónu na lokalite Hukavský grúň v roku 2006



Obr. 3.67 Sezónny vývoj indexu AOT 40 na sledovaných lokalitách v rokoch 1999 – 2006



Obr. 3.68 Hodnoty indexu AOT 40 na sledovaných lokalitách v období rokov 1999 – 2006

### Hodnotenie vizuálneho poškodenia lesných drevín ozónom

Podkladom na hodnotenie vizuálneho poškodenia drevín ozónom bola metodika používaná v rámci II. úrovne európskeho monitoringu ICP-Forests „Submanual for the Assessment of Ozone Injury on European Forest Ecosystems“. Na hodnotenie sa používa príručka pre vybrané listnaté dreviny a byliny s fotodokumentáciou symptómov (Innes et al. 2001) a fotodokumentácia symptómov uvedená na internetovej stránke [www.ozone.wsl.ch](http://www.ozone.wsl.ch). Hodnotenie vizuálneho poškodenia drevín ozónom sa uskutočnilo v roku 2006 v druhej dekáde augusta a to jednej ploche úrovne II a na tzv. LESS (light exposed sampling site). Na TMP Poľana prebehlo hodnotenie hlavnej dreviny buk, na LESS boli hodnotené všetky vyskytujúce sa dreviny. Hodnotených bolo 30 listov z každej vzorníkovej vetvy. Jednotlivé listy boli po odobratí preskúmané pri vhodnom osvetlení. Kvôli jasnej identifikácii symptómov bola použitá lupa. Hodnotilo sa percento symptomatických listov a percento poškodenia povrchu týchto listov. Každý konár sa oklasifikoval podľa nasledujúcej stupnice:

Skóre	Definícia
0	Nie sú prítomné žiadne symptómy poškodenia
1	1 – 5 % listov vykazuje poškodenie a 1 – 5 % povrchu listov je poškodeného
2	6 – 25 % listov vykazuje poškodenie a 6 – 25 % povrchu listov je poškodeného
3	26 – 50 % listov vykazuje poškodenie a 26 – 50 % povrchu listov je poškodeného
4	51 – 75 % listov vykazuje poškodenie a 51 – 75 % povrchu listov je poškodeného
5	Viac ako 75 % listov vykazuje poškodenie a viac ako 75 % povrchu listov je poškodeného

Výsledky hodnotenia vizuálneho poškodenia ozónom pre drevinu buk na TMP Poľana sú uvedené v tab. 3.64. Z uvedených výsledkov vyplýva, že na všetkých hodnotených konároch buka z TMP Poľana neboli zistené žiadne viditeľné symptómy poškodenia listov ozónom (obr. 3.69 a 3.70.).

Tab. 3.64 Výsledky z hodnotenia viditeľného poškodenia listov buka z TMP Poľana v roku 2006

vzorníkový konár	Poľana – Hukavský grúň	
	symptomatické listy	intenzita poškodenia
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0



**Obr. 3.69** Vrchná strana listu buka bez viditeľných symptómov poškodenia ozónom (foto: T. Priwitzer)

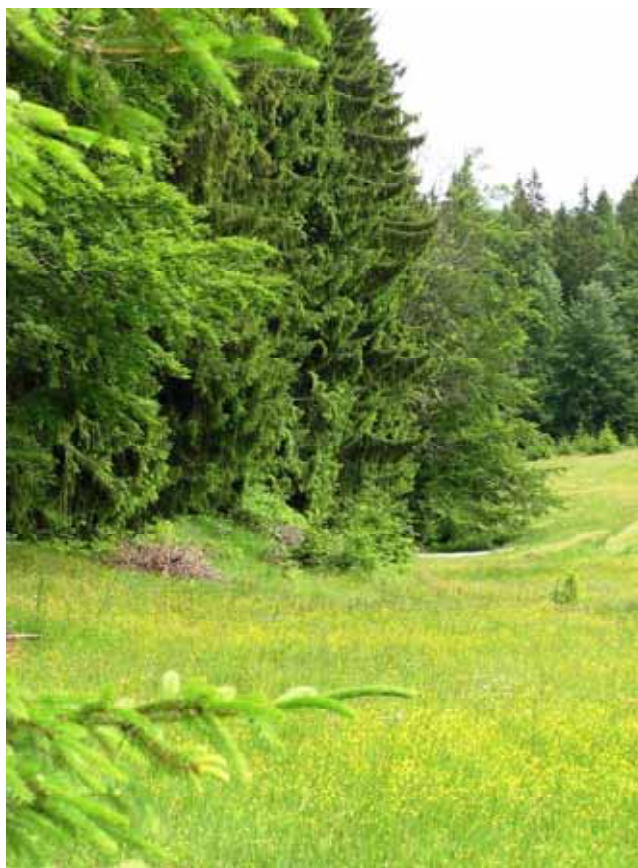


**Obr. 3.70** Spodná strana listu buka bez viditeľných symptómov poškodenia ozónom (foto: T. Priwitzer)

Výsledky hodnotenia poškodenia ozónom na ploche LESS sú uvedené v tab. 3.65. Z výsledkov je zrejmé, že ani u jedného hodnoteného druhu neboli zaznamenané viditeľné symptómy poškodenia ozónom v sledovanom období.

**Tab. 3.65** Výsledky z hodnotenia viditeľného poškodenia ozónom - plocha LESS v roku 2006

Poľana – Hukavský grúň	Stupeň poškodenia
Hodnotený druh	16/08/2006
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0
<i>Cerasus avium</i>	0
<i>Fagus sylvatica</i>	0
<i>Fragaria vesca</i>	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	0
<i>Hypericum maculatum</i>	0
<i>Populus tremula</i>	0
<i>Rosa canina</i>	0
<i>Rubus idaeus</i>	0
<i>Salix caprea</i>	0
<i>Sorbus aucuparia</i>	0



Obr. 3.71. Pohľad na časť LESS Poľana – Hukavský grúň (foto: T. Priwitzer)

### 3.2.10 Fenologické pozorovania lesných drevín v roku 2006

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 2006 vykonávané na niekoľkých trvalých monitorovacích plochách II. úrovne (viď. tab. 3.66). 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>• zalistovanie (začiatok a všeobecné)</li> <li>• jánске 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 2005, 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 odsledovaných na jednotlivých monitorovacích plochách úrovne II. (TMP) v roku 2006 je uvedený v tabuľke 3.66. Na základe získaných výsledkov je možné konštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2006, spadla u listnatých drevín na prelom druhej a tretej aprílovej dekády, pričom najskôr začal rašiť buk, javor a jaseň na TMP Poľana, následne potom buk a duby na TMP Turová resp. Čifáre.

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalisťovania drevín. Výsledky uvedené v tabuľke 3.66 vykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalisťovania medzi sledovanými drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala u jednotlivých drevín od 5 do 28 dní. Najkratšie trvanie zalisťovania bolo zaznamenané u bukov na TMP Turová a Poľana (5, resp. 7 dní), dlhšie zalisťoval duby na TMP Čifáre a javor horský (TMP Poľana) a najdlhšie trvala fáza zalisťovania u jaseňa na TMP Poľana. Z výsledkov tiež vyplýva, že v roku 2006 bolo zalisťovanie drevín zaznamenané na jednotlivých TMP v období od konca apríla do tretej dekády mája, resp. začiatku júna. Od tretej májovej dekády boli listnaté dreviny na všetkých TMP plne olistené, s výnimkou jaseňa na TMP Poľana.

**Tab. 3.66 Fenologické fázy lesných drevín na TMP – úrovne II odsledované v roku 2006 (údaj v zátvorke je trvanie fenofázy (dni)).**

názov plochy	drevena	začiatok pučania	prvé májové výhonky	zalisťovanie		letné žltnutie	žltnutie listov		opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
Poľana	bk	19.4.		3.5. (15)	9.5. (7)		27.9. (142)	11.10. (15)	11.10.	8.11. (29)
Poľana	jvh	19.4.		3.5. (15)	23.5. (21)		27.9. (128)	11.10. (15)	11.10.	8.11. (29)
Poľana	js	19.4.		26.4. (8)	7.6. (43)				11.10.	25.10. (15)
Čifáre	dbc	21.4.		28.4. (8)	12.5. (15)		29.9. (140)	27.10. (29)	29.9.	24.11. (26)
Turová	bk	21.4.		28.4. (8)	2.5. (5)		28.9. (150)	26.10. (29)	26.10.	9.11. (15)
Poľana	sm	3.5.	23.5. (21)							
Jasenie	sm	23.5.	22.6. (31)							

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach bol smrek, ktorý bol v roku 2006 sledovaný na dvoch TMP (Poľana a Jasenie). U smreka boli pozorované dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.66 vidíme, že smrek na TMP Poľana začínali pučať skôr, v porovnaní so smrekmi na TMP Jasenie. Z priebehu fenofáz smreka v roku 2006 možno za obdobie pučania tejto dreviny označiť prakticky celý máj, v silnej závislosti od polohy sledovanej lokality. Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky (PMV) spadla u smrekov na sledovaných TMP buď na tretiu májovú dekádu (TMP Poľana) alebo tretiu júnovú dekádu (TMP Jasenie). 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 od 142 do 150 dní, u javora horského 128 dní a u duba cerového 140 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.

### **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 všetkých drevín.



Počas pozorovaní sa neprejavili výrazné rozdiely v nástupe žltnutia listov medzi jednotlivými drevinami. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) v tomto roku boli zaznamenané výrazné rozdiely medzi jednotlivými TMP. Kým na lokalite Poľana táto fenofáza trvala 15 dní, na lokalitách Turová a Čifáre 29 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.66 je zrejmé, že v prípade jedincov buka skôr začali opadávať listy na TMP Poľana v porovnaní s TMP Turová. 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 konca septembra do konca októbra. Úplný opad listov u jednotlivých drevín na TMP nastal v roku 2006 koncom októbra alebo začiatkom novembra. V prípade duba cerového bol zaznamenaný úplný opad listov až v tetej dekáde novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. V tomto roku sme zaznamenali rozdiel v trvaní tejto fenofázy medzi bukmi na TMP Turová a TMP Poľana (rozdiel 14 dní).

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.

### **3.2.11 Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu**

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 Jasenie. V roku 2002 sa prieskum rozšíril o ďalšie 2 TMP – Turová a Čifáre a v roku 2003 bola TMP Jasenie nahradená plochou na Gróniku. V súčasnosti je kvantita a kvalita opadu monitorovaná na 4 TMP úrovne II (Turová, Čifáre, Poľana, Grónik). V správe sú prezentované výsledky štruktúry a chemického zloženia opadu získaného na uvedených monitorovacích plochách v roku 2006.

#### **Metodický postup**

Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP II úrovne pokračovalo od predchádzajúceho roku, pričom v roku 2006 sa uskutočnilo na každej ploche trinásť odberov. Opad bol na všetkých TMP zachytávaný do opadomerov kruhového pôdorysu so záchytnou plochou 0,5 m<sup>2</sup>. Záchytná 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.

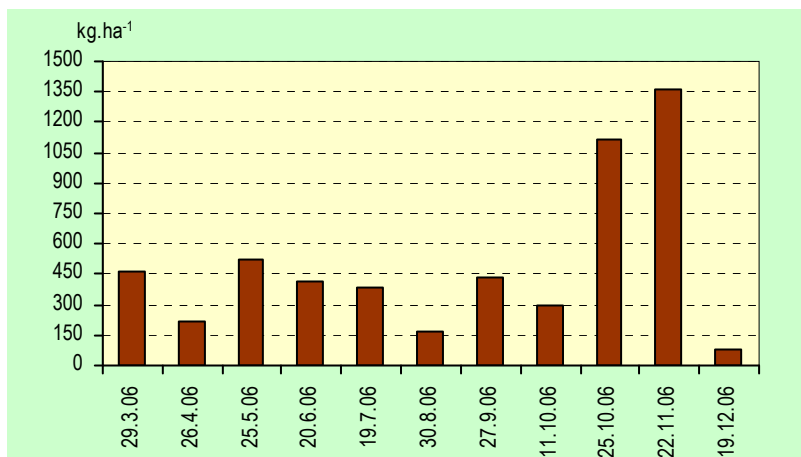
Po prenesení do laboratória bol opad ponechaný na preschnutie pri izbovej teplote. Po preschnutí bol opad roztriedený na nasledovné tri frakcie: asimilačné orgány (listy a ihlice), drevo (konáre, kôra), zvyšok (šupiny, kvety, semená, drť a pod.). Následne boli jednotlivé frakcie vysušené pri 80 °C na 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, 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.

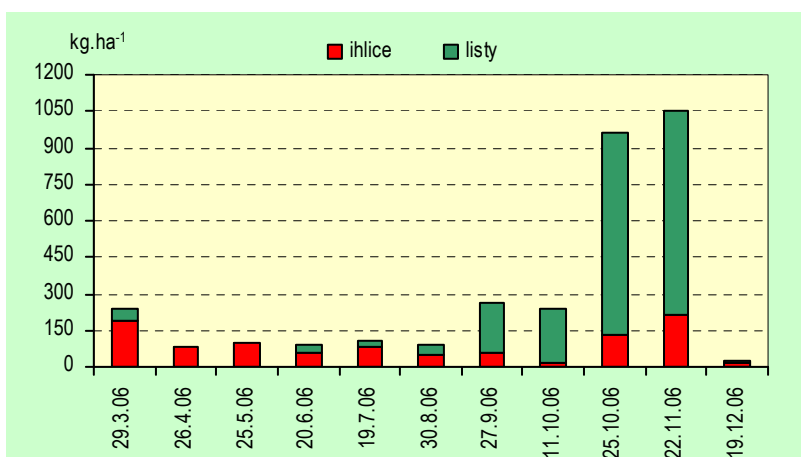
#### **Štruktúra a dynamika opadu**

Na obrázku 3.72 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na TMP Poľana nameraná v roku 2006. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun (1114 – 1365 kg ha<sup>-1</sup>) organického materiálu na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom ekosystéme bol v priebehu októbra a novembra, kedy dochádza

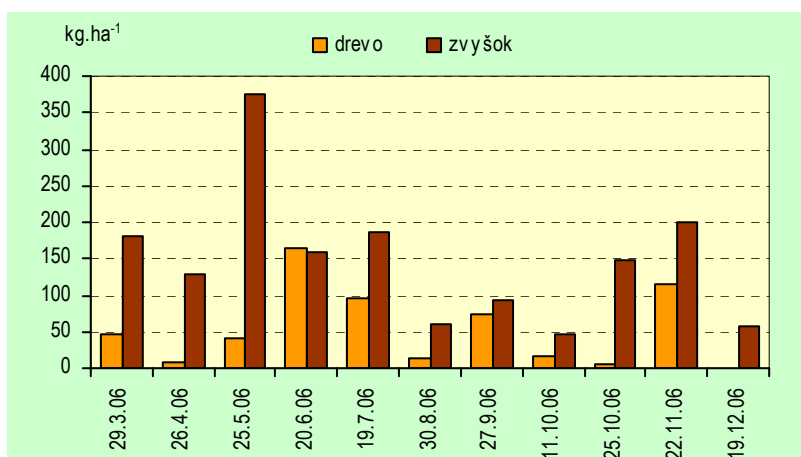
k opadu asimilačných orgánov listnatých drevín. Celkove za obdobie od prvej decembrovej dekády roku 2005 do konca decembra 2006 spadlo do tohto ekosystému v priemere 5465 kg opadu na hektár, pričom množstvo opadu sa pohybovalo od 4135 do 7084 kg ha<sup>-1</sup>. V celkovom opade predstavovala frakcia asimilačné orgány - listy 2253 kg ha<sup>-1</sup>, asimilačné orgány - ihlice 991 kg ha<sup>-1</sup>, frakcia drevo 583 kg ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok 1637 kg ha<sup>-1</sup>.



Obr. 3.72 Množstvo opadu (kg ha<sup>-1</sup>) zachyteného na TMP Poľana pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2006



Obr. 3.73 Množstvo asimilačných orgánov (ihlice a listy) zastúpených v opade (kg ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2006



Obr. 3.74 Množstvo dreva a frakcie „zvyšok“ zastúpených v opade (kg ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2006

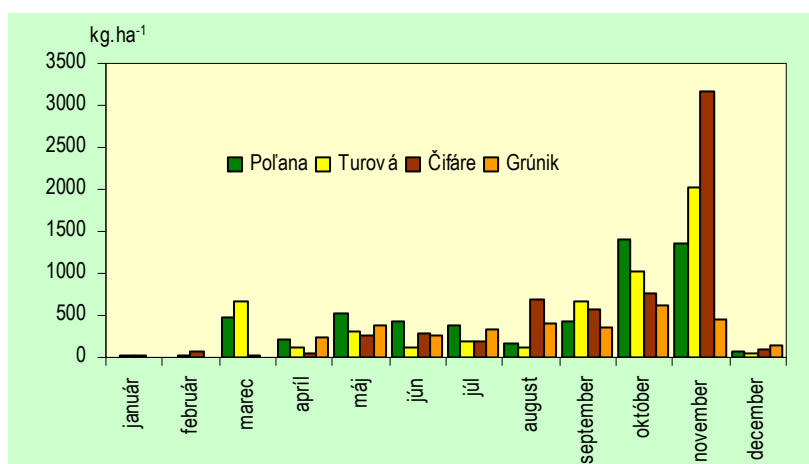
Dynamika jednotlivých frakcií opadu je zdokumentovaná na obrázku 3.73 (asimilačné orgány) a na obrázku 3.74 (drevo a zvyšok). Množstvo opadu z asimilačných orgánov sa v jednotlivých odberoch sa pohybovalo od 21 do 1049 kg ha<sup>-1</sup>, z dreva od 0 do 164 kg ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok predstavovala množstvá od 46 do 376 kg ha<sup>-1</sup>.

Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií v opade v rámci každého odberu je uvedené v tabuľke 3.67. Z údajov je zrejmé, že kým napr. pri odbere v apríly až v júli prevažovala frakcia zvyšok, v jesenných odberoch (október a november) prevažovala v opade frakcia asimilačné orgány. Frakciu zvyšok v jarňých 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 jarňých a skorých letňých mesiacoch najmä ihlice, v jesenných mesiacoch to boli prevažne listy. Čo sa týka frakcie drevo a jeho zastúpenia v opade, z údajov v tab. 3.67 je možné vidieť kolísanie zastúpenia tejto frakcie počas celého obdobia odberov. Toto kolísanie je možné vysvetliť opadom drevných častí napr. v dôsledku silného vetra.

**Tab. 3.67** Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií opadu

	29.3.06	26.4.06	25.5.06	20.6.06	19.7.06	30.8.06	27.9.06	11.10.06	25.10.06	22.11.06	19.12.06
as. org.	51	37	20	23	27	55	61	79	86	77	26
drevo	10	4	8	39	25	9	17	5	1	8	0
zvyšok	39	59	72	38	48	36	21	15	13	15	74

Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v jednotlivých mesiacoch pre rôzne ekosystémy je uvedené na obr. 3.75. Pri porovnaní jednotlivých TMP vidíme že, najvyššie celkové množstvo opadu sa dostalo na pôdu v októbri (TMP Poľana) a v novembri (TMP Čifáre a TMP Turová). Čo sa týka porovnania množstva opadu, za rovnaké obdobie spadlo na pôdu celkovo najviac opadu na TMP Čifáre 6224 kg ha<sup>-1</sup>, potom nasledovala TMP Poľana 5465 kg ha<sup>-1</sup> a najmenej opadu bolo namerané na TMP Grúnik 3178 kg ha<sup>-1</sup>.



**Obr. 3.75** Množstvo opadu (kg ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana, TMP Čifáre, TMP Turová a TMP Grúnik namerané v roku 2006.

### 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 3.68 sú zrejmé množstvá makro, mikroelementov a ťažkých kovov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom poraste, v dubovom poraste, v bukovom poraste a v smrekovom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva na všetkých sledovaných TMP je C: 1884 - 3019 kg ha<sup>-1</sup>, po ňom nasledujú v zostupnom poradí N: 36 - 68 kg ha<sup>-1</sup>, Ca: 10 - 92 kg ha<sup>-1</sup>, K: 10 - 39 kg ha<sup>-1</sup>, S: 3,9 - 6,4 kg ha<sup>-1</sup>, P: 3,0 - 7,4 kg

ha<sup>-1</sup>, Mg: 1,3 - 14,7 kg ha<sup>-1</sup>, Fe: 1,2 - 2,7 kg ha<sup>-1</sup>, Al: 0,9 - 2,4 kg ha<sup>-1</sup>, Mn: 0,6 - 13,9 kg ha<sup>-1</sup>, Na: 0,2 - 0,4 kg ha<sup>-1</sup>, B: 0,06 - 0,43 kg ha<sup>-1</sup>, Cu: 0,029 - 0,061 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tab. 3.68 Ročný vstup elementov v opade na jednotlivých TMP – merané v roku 2006**

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>	Na kg.ha <sup>-1</sup>	Mn kg.ha <sup>-1</sup>	Fe kg.ha <sup>-1</sup>	Al kg.ha <sup>-1</sup>	B kg.ha <sup>-1</sup>	Pb kg.ha <sup>-1</sup>	Cu kg.ha <sup>-1</sup>
Pofana - ihlice	8,7	0,8	532	0,49	13,8	0,7	3,2	0,03	0,88	0,10	0,11	0,0138	0,0023	0,2051
Pofana - listy	23,6	2,3	1216	1,15	32,7	3,6	21,8	0,21	1,17	0,42	0,46	0,0531	0,0043	0,0163
Pofana - drevo	5,7	0,5	325	0,28	6,7	0,3	2,1	0,03	0,12	0,27	0,15	0,0100	0,0053	0,0049
Pofana - zvyšok	29,5	2,7	946	2,21	7,4	1,6	11,6	0,06	0,32	1,09	0,52	0,0313	0,0170	0,0183
<b>Pofana</b>	<b>67,5</b>	<b>6,4</b>	<b>3019</b>	<b>4,13</b>	<b>60,5</b>	<b>6,3</b>	<b>38,7</b>	<b>0,34</b>	<b>2,49</b>	<b>1,88</b>	<b>1,24</b>	<b>0,1082</b>	<b>0,0289</b>	<b>0,0446</b>
Čífare - asim.org.	47,8	4,2	2110	5,85	67,8	12,4	28,5	0,34	12,33	1,86	1,64	0,3981	0,0131	0,0441
Čífare - drevo	7,6	0,7	363	0,86	18,5	1,5	3,9	0,05	1,05	0,24	0,18	0,0189	0,0012	0,0098
Čífare - zvyšok	9,6	0,9	190	0,72	6,1	0,9	2,4	0,04	0,59	0,56	0,53	0,0123	0,0027	0,0073
<b>Čífare</b>	<b>65,1</b>	<b>5,8</b>	<b>2663</b>	<b>7,43</b>	<b>92,4</b>	<b>14,7</b>	<b>34,8</b>	<b>0,43</b>	<b>13,96</b>	<b>2,65</b>	<b>2,36</b>	<b>0,4293</b>	<b>0,0170</b>	<b>0,0612</b>
Turová - asim.org.	31,1	2,8	1491	1,10	44,2	4,6	14,5	0,14	1,61	0,57	0,54	0,0657	0,0074	0,0199
Turová - drevo	7,3	0,7	534	0,39	16,9	0,7	2,3	0,03	0,15	0,17	0,10	0,0171	0,0264	0,0097
Turová - zvyšok	28,9	2,7	835	2,70	11,2	2,5	15,3	0,06	0,37	0,42	0,25	0,0404	0,0038	0,0236
<b>Turová</b>	<b>67,3</b>	<b>6,3</b>	<b>2860</b>	<b>4,19</b>	<b>72,3</b>	<b>7,8</b>	<b>32,1</b>	<b>0,23</b>	<b>2,13</b>	<b>1,16</b>	<b>0,90</b>	<b>0,1232</b>	<b>0,0376</b>	<b>0,0532</b>
Grónik - asim.org.	17,8	2,2	877	1,86	7,1	0,8	7,7	0,12	0,48	0,52	0,48	0,0543	0,0048	0,0099
Grónik - drevo	6,0	0,6	615	0,31	1,9	0,1	0,6	0,03	0,05	0,64	0,25	0,0047	0,0206	0,0086
Grónik - zvyšok	1,9	1,1	392	0,89	1,5	0,3	2,0	0,07	0,07	1,44	0,34	0,0099	0,0140	0,0106
<b>Grónik</b>	<b>35,8</b>	<b>3,9</b>	<b>1884</b>	<b>3,06</b>	<b>10,4</b>	<b>1,3</b>	<b>10,3</b>	<b>0,21</b>	<b>0,60</b>	<b>2,60</b>	<b>1,06</b>	<b>0,0689</b>	<b>0,0394</b>	<b>0,0291</b>

### 3.2.12 Zabezpečenie systému kontroly a riadenia kvality, činnosť laboratórií

Vzhľadom na mimoriadny význam európskeho monitoringu sa v jeho programe dáva najmä v poslednom období mimoriadny dôraz na zabezpečenie systému kontroly a kvality v celom procese od návrhu dizajnu odberových miest cez dodržiavanie postupov pri meraniach, vzorkovaní, či transporte vzoriek až po analytické stanovenia v laboratóriu a spracovanie dát.

Pre zaručenie vysokej presnosti a správnosti údajov, použiteľnosti analytických výsledkov a ich plnej porovnateľnosti medzi jednotlivými krajinami sú dôležité programy pre zabezpečenie a riadenie kvality chemických analýz v monitoringu lesa. Uvádzame tu aktuálny stav v tejto oblasti a príklady postupov a hodnotení používaných pre tento účel.

Pre zaručenie kvality analytických výsledkov v lesníckych projektoch je potrebné, aby laboratórium malo QA/QC (quality assurance / quality control) systém, ktorý kontroluje všetky výsledky pred ich odoslaním. Pre zabezpečenie vysokej kvality výsledkov vo všetkých laboratóriách, ktoré sa zúčastňujú programov ICP FOREST a FOREST FOCUS, bola na mítingu pracovná skupina WG QA/QC EPD (Brusel, február 2007) rozšírená pracovná skupina QA/QC, pôvodne zameraná len na depozičné dáta, o expertov z ostatných expertných panelov (EP), ktoré sa zaoberajú chemickými analýzami. Táto WG sa predstavila na Task Force Meeting v máji 2007 vo Zvolene, kde požiadala o mandát a prezentovala svoje plány na najbližšie roky.

Zároveň boli prezentované povinné interné kontroly kvality pre jednotlivé druhy vzoriek:

#### A. Analýza vodných vzoriek:

1. Úplnosť zoznamu analýz
2. Iónová bilancia bez DOC (len pre mokrú depozíciu a depozíciu z voľnej plochy)
3. Iónová bilancia s DOC (pre podkorunové zrážky, stok po kmeni a pôdny roztok)
4. Kontrola elektrickej vodivosti (vypočítaná – nameraná)
5. Kontrola pomeru Na/Cl (nie pre pôdny roztok)
6. N – bilancia ( výpočet N-org.)

#### B. Analýza pôdnych vzoriek:

1. Kontrola pH ( pH-H<sub>2</sub>O > pH-CaCl<sub>2</sub>)
2. Bilancia uhlíka (výpočet C-org.)

### 3. Kontrola prijateľného rozsahu výsledkov

#### C. Analýza rastlinných vzoriek:

##### 1. Kontrola prijateľného rozsahu výsledkov

#### D. Analýza všetkých druhov vzoriek:

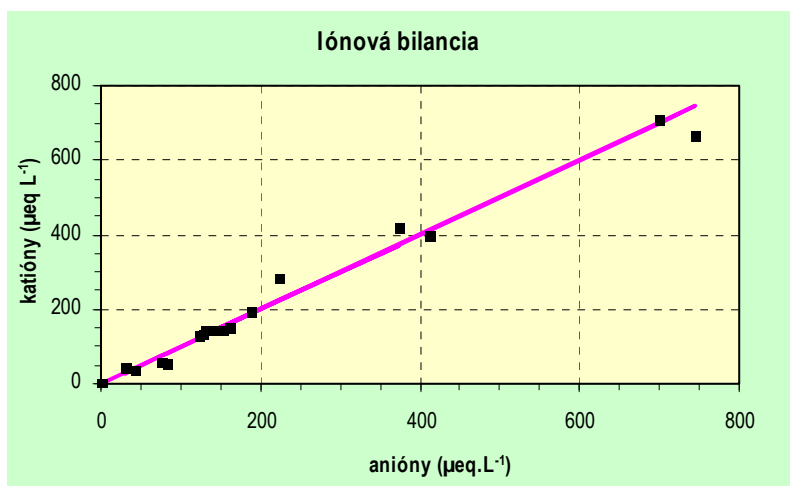
##### 1. Kontrolné diagramy

##### 2. Používanie referenčných materiálov

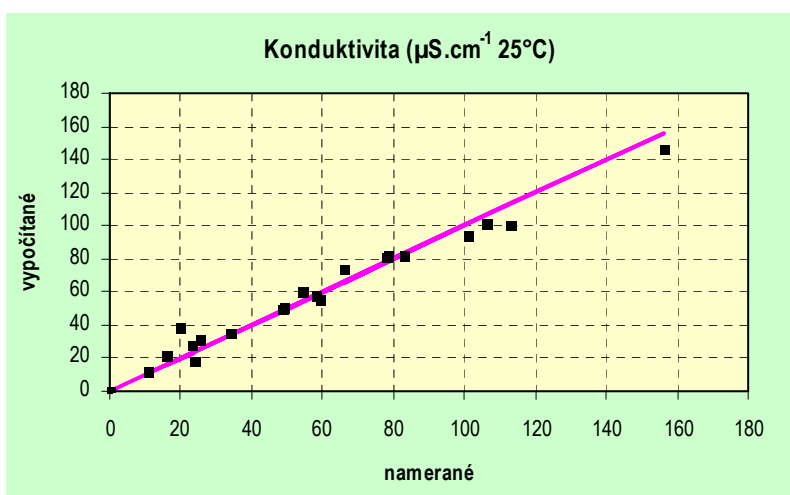
#### Vodné vzorky – depozície, pôdny roztok

V roku 2007 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 príslušnými submanuálmi „Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests“, ktoré vychádzajú z ISO noriem.

V roku 2007 bol zavedený do prevádzky nový iónový chromatograf DIONEX ICS 1000 a automatický titrátor 702 SM Titrimo s pH-elektrodou AQUATRODE. Po odskúšaní boli prepracované štandardné analytické postupy pre stanovenie aniónov metódou iónovej chromatografie a stanovenie celkovej alkalinity metódou dvoch koncových bodov. V súčasnosti sa zbierajú údaje na spracovanie regulačných diagramov a validáciu týchto analytických postupov. Výmenou prístrojov sa zlepšila kvalita výsledkov analýz, čo sa priaznivo prejavilo do výsledkov kontrol bilancii – iónovej bilancie a bilancie elektrickej konduktivity (obr. 3.76 a 3.77).



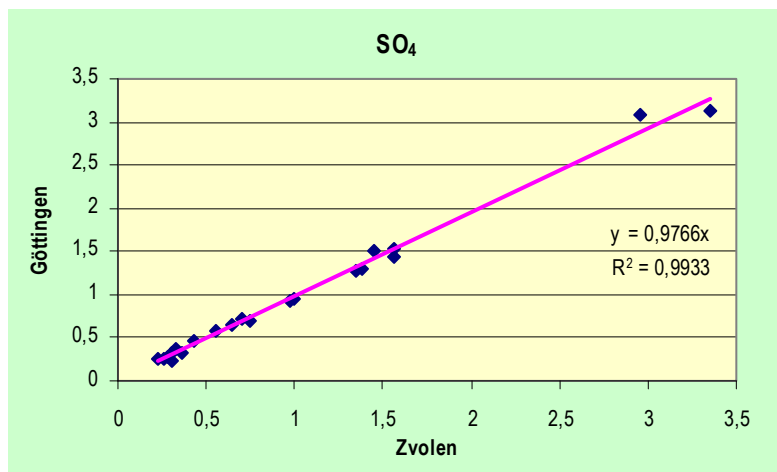
Obr. 3.76 Príklad iónovej bilancie 19. odberu pre všetky druhy vzoriek depozícií



Obr. 3.77 Príklad EC bilancie 15. odberu pre všetky druhy vzoriek depozícií

Vo februári 2007 sa zabezpečilo paralelné stanovenie súboru 20 vzoriek vôd (depozície, pôdny roztok) v CLL NLC vo Zvolene a v laboratóriu NW FVA (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) v Göttingene. Výsledky oboch meraní boli porovnané, odchýlky a korelačné koeficienty pre jednotlivé parametre sú uvedené v tabuľke. Vypočítané boli priemerné odchýlky medzi takýmito stanoveniami bola, pričom sa pohybovali od 1 % (pH, Cl<sup>-</sup>) po 20 %, v jednom prípade (Cu) bola táto odchýlka 41 %. Pre najdôležitejšie veličiny však väčšinou nepresiahla 5 %

Na obrázku 3.78 je príklady porovnania výsledkov analýz nameraných v Göttingene a vo Zvolene.



Obr. 5.78 Porovnanie výsledkov analýz SO<sub>4</sub>

V rámci pokračovania programu vzájomnej pomoci laboratórií zúčastnených v programe európskeho monitoringu sa v máji 2007 uskutočnila návšteva pána Nilsa Koeniga z Ekologického laboratória v Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Goettingen v Nemecku. Z diskusií o používaných postupoch QA/QC vyplynuli ďalšie návrhy na zlepšenie práce CLL, najmä dopracovanie protokolu o skúškach, zavedenie povolených odchýlok pre analýzy RM (referenčných materiálov), kontrola zápisu výsledkov, zlepšenie systému a časového priebehu kontroly kvality.

Na základe toho sme toho sme doplnili do protokolu o skúškach tabuľky na zápis výsledkov meraní referenčných materiálov a opakovaných vzoriek aj s povolenými odchýlkami a spresnili sme postup jednotlivých kontrol kvality.

Všetky zmeny systému QA/QC je nutné precízne zdokumentovať. Preto sme sa rozhodli vypracovať súhrnný dokument, ktorý bude zahŕňať všetky čiastkové dokumenty, popisujúce jednotlivé operácie pri analýzach vzoriek od príjmu vzoriek do laboratória až po odovzdanie preverených výsledkov analýz riešiteľom. Z toho dôvodu sme začali spracovávať „Manuál odberu a spracovania vzoriek vôd“, ktorý obsahuje nasledovné kapitoly:

#### ***Manuál odberu a spracovania vzoriek vôd***

1. Odber vzoriek vôd na TMP
2. Štandardné analytické postupy
  - Skladovanie a príprava vzoriek*
  - Fyzikálno-chemické analýzy*
3. Zabezpečenie a kontrola kvality analýz
  - Kontroly kvality*
  - Referenčné materiály*
  - Kontrolné diagramy*
4. Návod na použitie prístrojov
5. Spracovanie výsledkov
  - Protokol o skúškach*
  - Kontrolné diagramy*

Existujúce čiastkové dokumenty (štandardné analytické postupy, návody na použitie prístrojov, atď.) sa prehodnocujú a dopĺňajú tak, aby plne zodpovedali požiadavkám EPD a WG QA/QC, zároveň sa spracúvajú chýbajúce dokumenty.

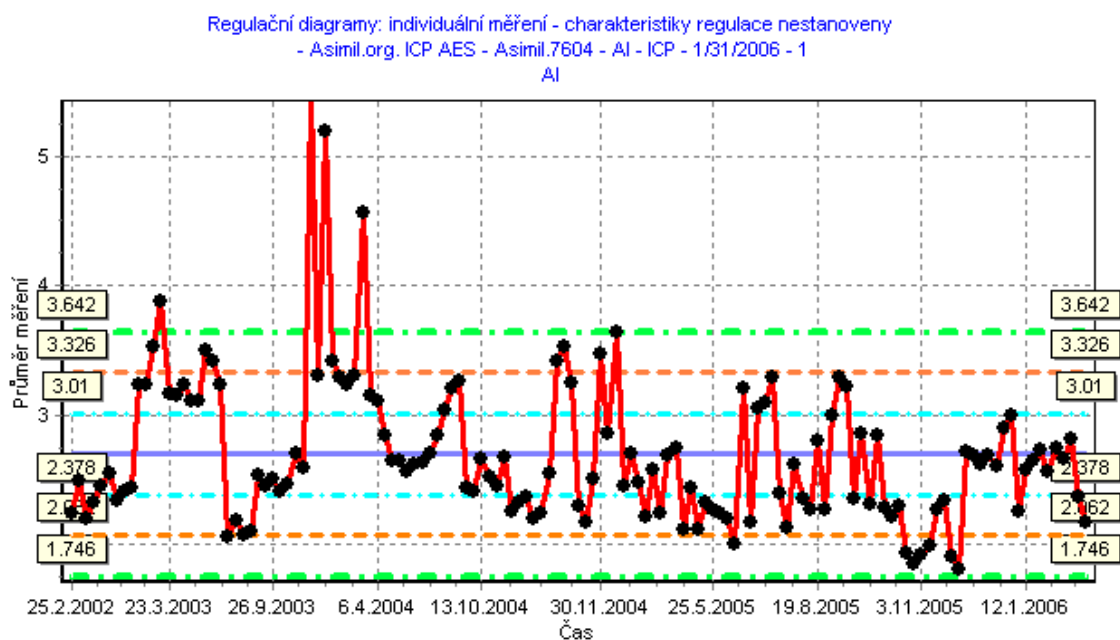
### **Rastlinné vzorky – asimilačné orgány, opad, drevo**

V roku 2007 sa v CLL analyzovalo 40 vzoriek asimilačných orgánov z plôch II. úrovne odobratých v roku 2007 a 171 vzoriek opadov, odobratých v roku 2006. Vzorky boli analyzované štandardnými analytickými postupmi (ŠAP) v súlade s príslušným submanuálom ICP Forests.

Pre zabezpečenie a internú kontrolu kvality chemických analýz rastlinných vzoriek:

1. Analýza referenčných materiálov – CRM, LRM
2. Analýza blankov
3. Spracovávanie regulačných diagramov pre referenčné materiály a blanky
4. Opakované meranie 10% vzoriek

Kontrola kvality meraní v mineralizáte rastlinných vzoriek pomocou certifikovaných referenčných materiálov sa v CLL robí od roku 1991. Pre veľké množstvo údajov boli spracované do regulačných diagramov len výsledky meraní od roku 2002.



**Obr. 3.79 Regulačný diagram – stanovenie Al v mineralizáte CRM 7604 – dlhodobý trend – 2002 - 2006**

Pre externú kontrolu kvality chemických analýz vzoriek asimilačných orgánov sa zabezpečuje:

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

### **Pôdne vzorky – pokrývkový humus, minerálna pôda**

V roku 2006 CLL prijalo celkovo 1102 vzoriek minerálnej pôdy a humusu z trvalých monitorovacích plôch I. úrovne a postupne ich v priebehu rokov 2006 a 2007 analyzovalo štandardnými analytickými postupmi (ŠAP) v súlade s príslušným submanuálom ICP Forests.

#### **Štandardné analytické postupy**

V roku 2007 laboratórium validovalo programom EffiValidation metódu stanovenia výmenných kationov a výmennej kapacity pôd v roztoku BaCl<sub>2</sub> podľa postupu predpísaného Manuálom FSCC – SA 10 (modifikácia normy ISO 11260). Na validáciu boli použité vzorky z testov WEPAL, ICP FOREST a referenčný materiál FSCCref 1.

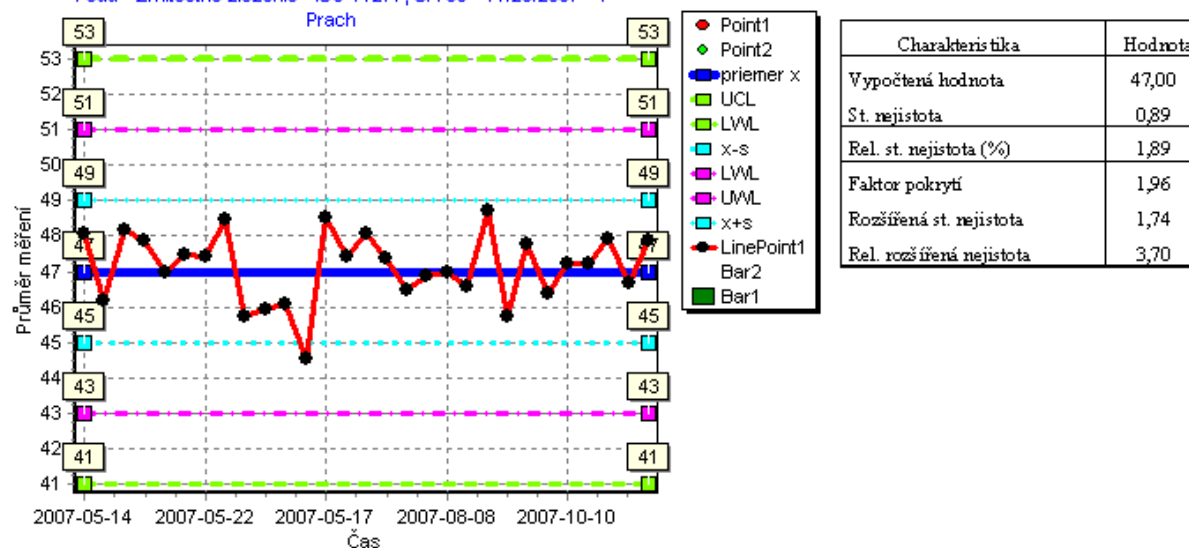
V roku 2007 sa CLL zameralo predovšetkým na overenie a zavedenie analytického postupu stanovenia zrnitostného zloženia minerálnej pôdy podľa normy ISO 11277, ktorý je predpísaný Manuálom FSCC – SA 03 pre analýzy vzoriek projektu BioSoil. CLL overilo a zaviedlo do praxe metódu stanovenia zrnitostného zloženia, zatiaľ pre vzorky pôdy s obsahom organického uhlíka menším ako 5% a vzorky s obsahom karbonátov menším ako 5%. Pre vzorky, ktoré vyhovujú týmto podmienkam, bola metóda stanovenia zrnitostného zloženia pôdy validovaná programom EffiValidation. Všetky vzorky minerálnej pôdy (I. level), ktoré vyhovujú týmto podmienkam už boli analyzované. V súčasnosti sa overuje stabilita metódy pre vzorky s vyšším obsahom organického uhlíka a karbonátov.

### Zabezpečenie kontroly kvality chemických analýz vzoriek pôd a humusov

#### Interná kontrola kvality

V roku 2007 CLL zdokonalilo systém riadenia a kontroly kvality chemických analýz pôdnych vzoriek. FSCC spracovalo a dalo laboratóriám k dispozícii zoznam povinných kontrol kvality analýz – „Integrity checks“ a pôdny referenčný materiál – FSCCrefl.

Regulační diagramy: individuální měření - charakteristiky regulace stanoveny  
- Poda - Zrnitostné zloženie - ISO 11277, SA 03 - 11/23/2007 - 1



Obr. 3.80 Regulačný diagram pre stanovenie prachovej frakcie pre zrnitostný rozbor

Integrity checks (tab. 3.69) rozširuje kontroly výsledkov analýz pôdnych vzoriek a je povinný pre výsledky analýz projektu BioSoil. Laboratórium zapracovalo všetky relevantné kontroly do Protokolu o skúškach, takže všetky zapísané výsledky analýz vzoriek sa bezprostredne po zápise kontrolujú. Výsledky, ktoré nevyhovujú podmienkam sa preverujú, resp. sa analýzy opakujú.

Tab. 3.69 Pravidlá pre hodnotenie výsledkov stanovení pôdnych vlastností („integrity check“)

Parameter	Organic Sample	Mineral sample
	Rule	Rule
Moisture content		
pH (CaCl <sub>2</sub> )	0 < [pH(H <sub>2</sub> O) - pH(CaCl <sub>2</sub> )] <= 1.2	0 < [pH(H <sub>2</sub> O) - pH(CaCl <sub>2</sub> )] <= 1.2
pH (H <sub>2</sub> O)	0 < [pH(H <sub>2</sub> O) - pH(CaCl <sub>2</sub> )] <= 1.2	0 < [pH(H <sub>2</sub> O) - pH(CaCl <sub>2</sub> )] <= 1.2
Organic carbon	(CaCO <sub>3</sub> -C)+TOC<=TC	(CaCO <sub>3</sub> -C)+TOC<=TC
Total N	5 < C/N ratio < 100	3 < C/N ratio < 75
CaCO <sub>3</sub>	if pH(CaCl <sub>2</sub> ) < 6.0, CaCO <sub>3</sub> = 0	if pH(H <sub>2</sub> O) < 5, CaCO <sub>3</sub> = 0 or: if pH(CaCl <sub>2</sub> )<5.5, CaCO <sub>3</sub> = 0
Particle size: clay	-	100-clay%-silt%-sand% = 0
Particle size: silt	-	100-clay%-silt%-sand% = 0
Particle size: sand	-	100-clay%-silt%-sand% = 0
Extracted P	100 < C/P ratio < 2500	10 < C/P ratio < 750
Extracted XX		Extracted XX <= Total XX



Parameter	Organic Sample	Mineral sample
	Rule	Rule
Extracted S	20 < C/S ratio < 1000	
Exchangeable acidity		EA = Al-exch+Fe-exch+Mn-exch+Free H+
Exchangeable XX		(XX-exch * koef.) <= Extracted XX <= Total XX
Free H+		Free H+ < Exchangeable Acidity
Reactive Fe		Reactive Fe <= Total Fe
Reactive Al		Reactive Al <= Total Al

Od marca 2007 sa so všetkými analýzami pôdnych vzoriek analyzuje okrem rutinne používaných RM a blankov aj FSCCref1, výsledky analýz RM sa spracúvajú do regulačných diagramov. Výsledky analýz FSCCref1 sa 1 krát za štvrtrok posielajú do ICP FSCC, ktoré ich vyhodnocuje. Porovnanie našich výsledkov s mediánom výsledkov všetkých laboratórií je uvedené v tab. 3.70.

**Tab. 3.70 Porovnanie výsledkov CLL v kruhovom teste pôdnych vzoriek s mediánom výsledkov všetkých laboratórií**

Parameter	CLL	Medián	Parameter	CLL	Medián
pH(CaCl <sub>2</sub> )	3,8	3,8	Extrahovateľný Al	8893,6	8932,3
pH(H <sub>2</sub> O)	4,3	4,3	Extrahovateľný Ca	298,5	296,7
Zrinitosť - il	11,3	10	Extrahovateľné Cd		
Zrinitosť - prach	47	47	Extrahovateľný Cr	24	21,3
Zrinitosť - piesok	41,7	41,7	Extrahovateľná Cu	4,8	4,6
Organický C	6,7	6,5	Extrahovateľné Fe	11782,2	11475
Celkový N	0,4	0,4	Extrahovateľná Hg	0	0
Výmenná kyslosť	2,17	3,2	Extrahovateľný K	1798,2	1711,4
Výmenný Al	1,82	3,26	Extrahovateľný Mg	1946	1356
Výmenný Ca	0,13	0,11	Extrahovateľný Mn	116,7	113,8
Výmenný Fe	0,08	0,11	Extrahovateľný Na	52,4	49
Výmenný K	0,07	0,07	Extrahovateľný Ni	5,5	5,2
Výmenný Mg	0,05	0,05	Extrahovateľný P	185,9	104,4
Výmenný Mn	0,03	0,03	Extrahovateľné Pb	8,4	8,9
Výmenný Na	0,04	0,03	Extrahovateľná S		
Výmenná H+ kyslosť	0,19	0,18	Extrahovateľný Zn	23,6	20,2

Externá kontrola kvality chemických analýz vzoriek pôd a humusu (organickéj povrchovej vrstvy lesných pôd):

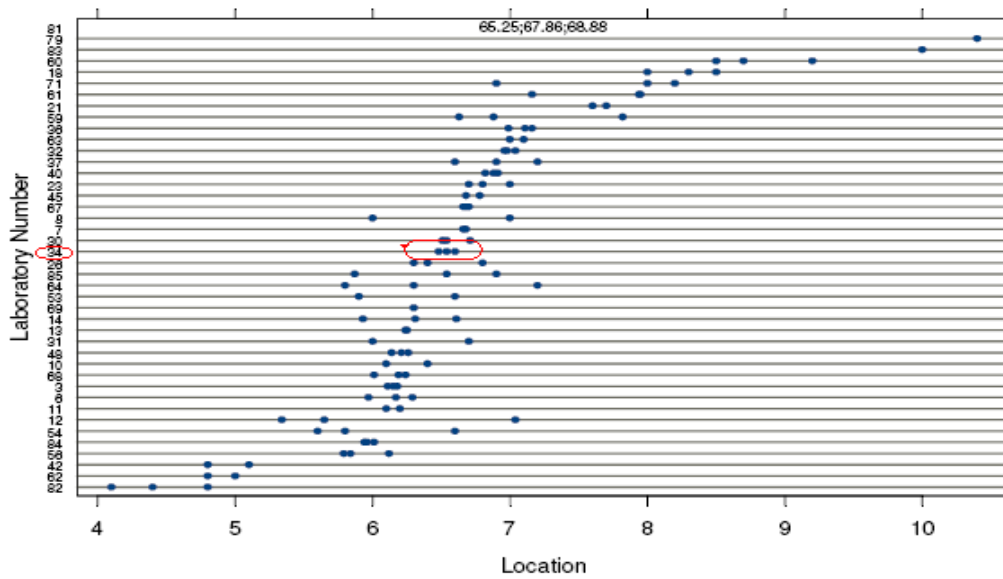
- Účasť na medzinárodnom programe WEPAL ISE - 4x ročne, v rámci projektu AQA
- Účasť na „5. FSCC Interlaboratory Comparison – 2007“

FSCC (Forest Soil Coordinating Centre) usporiadalo v roku 2007 už piaty medzilaboratórny test, zameraný na kontrolu kvality chemických analýz pôdnych vzoriek projektu BioSoil.

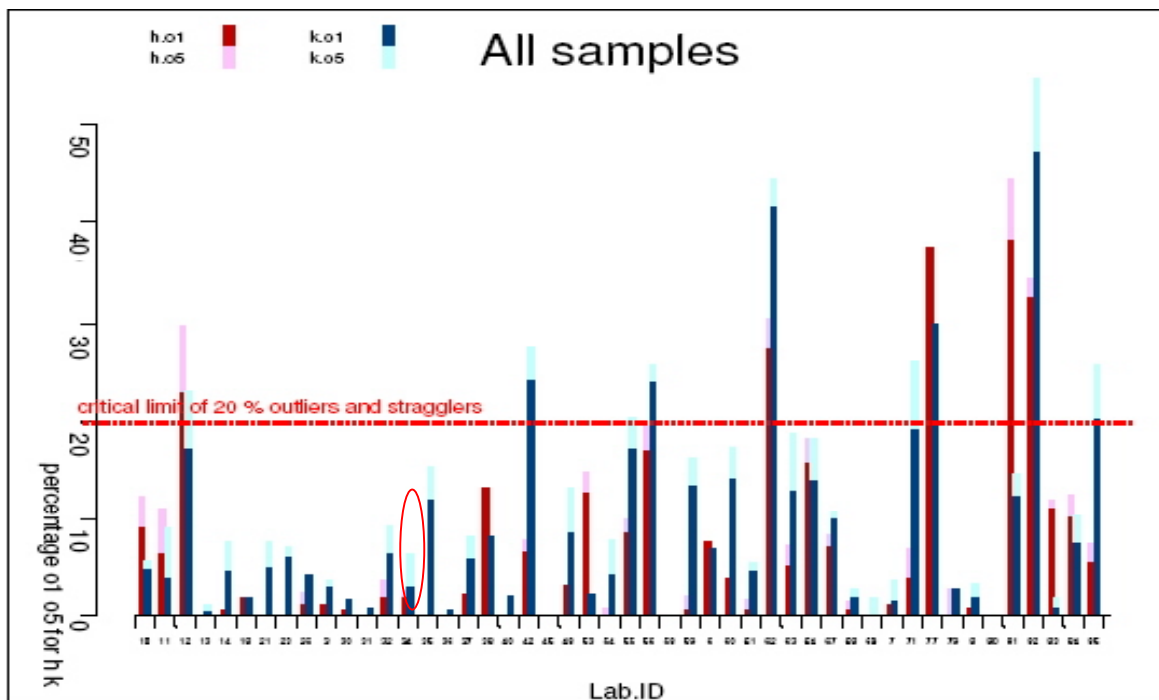
V teste sa analyzovalo 5 vzoriek, 4 vzorky minerálnych pôd a 1 vzorka humusu. Z 33 meraných parametrov len 6 malo odľahlé hodnoty pre 1 alebo 2 vzorky, ale celkový počet odľahlých výsledkov malo CLL hlboko pod kritickú hodnotu 20%. (obr. 3.82)

## Dot plot sample B

4 - OC - Sample B



Obr. 3.81 Príklad výsledku CLL (označené červene) v súbore nameraných výsledkov všetkých laboratórií zúčastnených v kruhovom teste (stanovenie organického uhlíka)



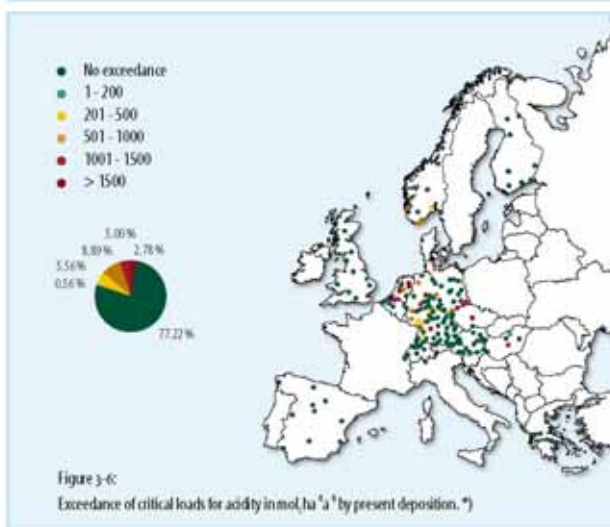
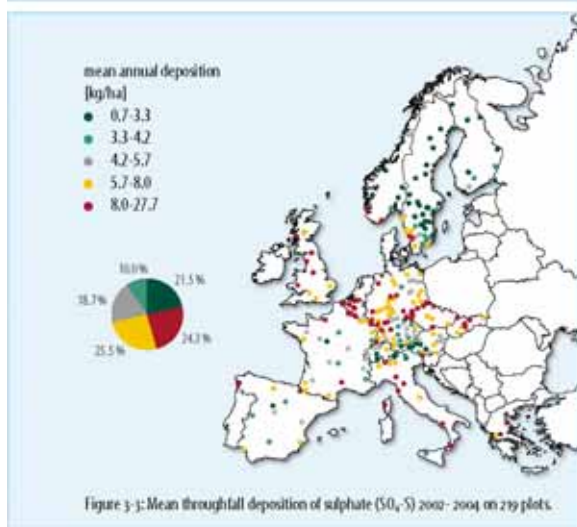
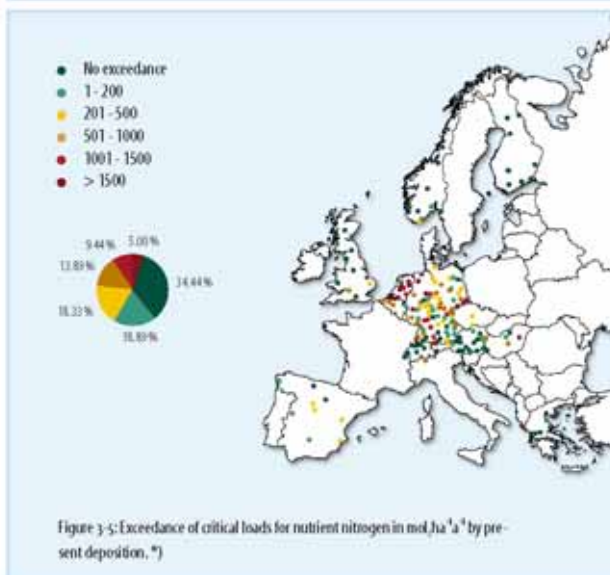
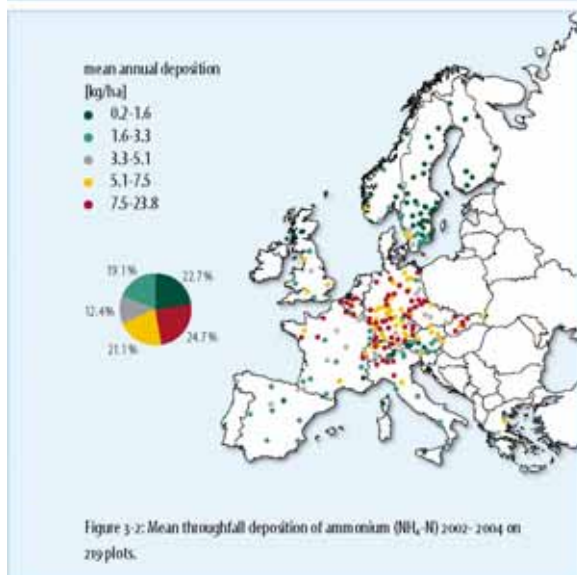
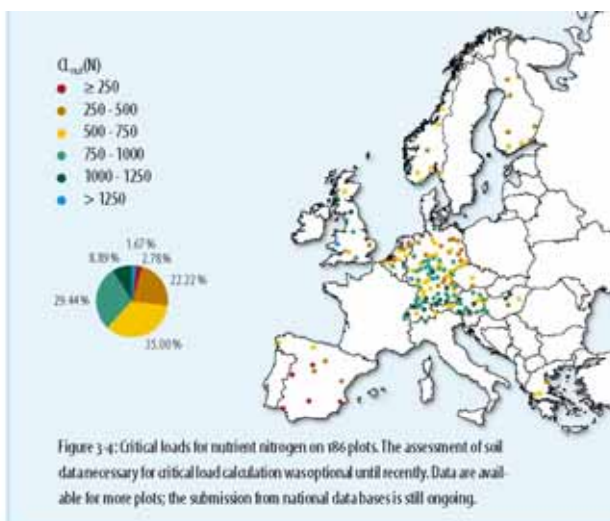
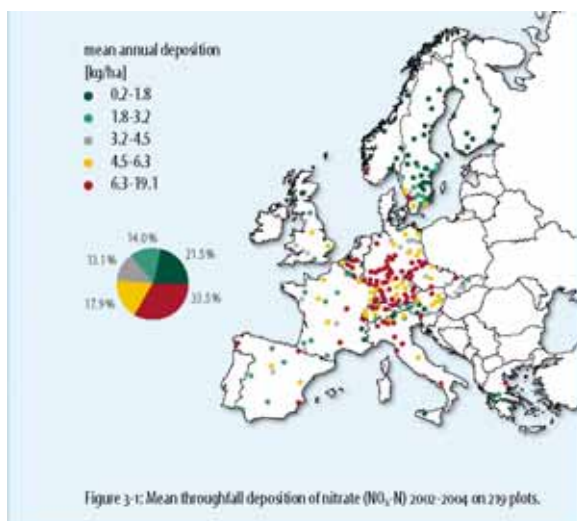
Obr. 3.82 Celkové vyhodnotenie medzilaboratórneho testu pre pôdy

### 3.2.13 Európsky intenzívny monitoring - zhrnutie aktuálnych poznatkov

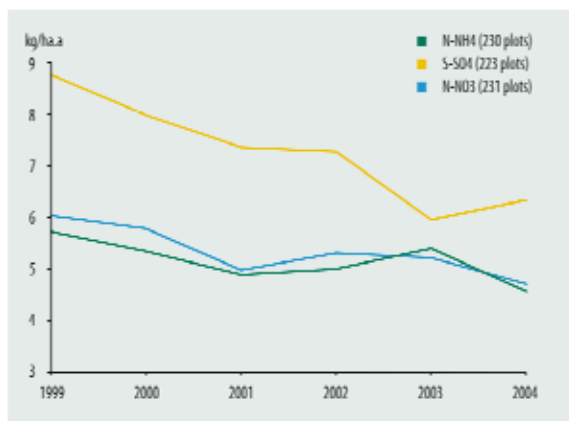
Počet plôch intenzívneho monitoringu v menších krajinách je pomerne malý a len z niektorých prieskumov a zisťovaní je možné dostatočne zovšeobecniť poznatky o vzťahoch medzi stresovými faktormi a stavom lesa. Preto majú veľký význam poznatky, získané buď z celého súboru plôch v Európe alebo z plôch, 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 zisťovaní.

Za najdôležitejšie aktuálne poznatky môžeme považovať nasledovné:

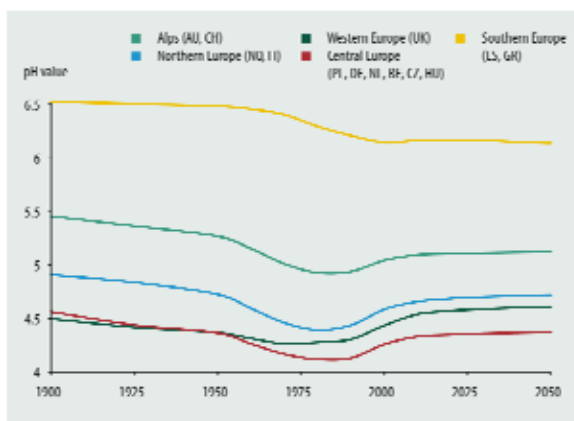
- Od roku 1999 depozícia síry významne poklesla na 30 % z 200 plôch vybavených zberačmi na atmosférickú depozíciu.
- Depozícia dusíka je vo všeobecnosti vyššia na plochách v strednej Európe než v severnej a južnej Európe.
- Zvýšená depozícia dusíka a následné obohacovanie pôd dusíkom zostáva rozšíreným ohrozením pre lesné ekosystémy.
- Podľa modelových kalkulácií je na takmer 60 % plôch intenzívneho monitoringu potrebná redukcia depozícií dusíka aby sa dostala pod hodnoty kritickej záťaže, medzi rokmi 1999 a 2004 sa však nezmenili (neklesli) depozície dusíka na 80 % plôch.
- Kritické záťaže pre aciditu sú naďalej prekračované približne len na 1/3 plôch (čo je priaznivejší stav než na začiatku intenzívneho monitoringu, podľa modelov sa však predpokladá, že ani do roku 2050 sa nedostane stav pôd z hľadiska acidity na preindustriálnu úroveň).
- Podľa výsledkov štúdií sa na plochách so zakyslenými pôdami zvyšuje riziko poškodenia lesa vetrom (vývratmi)
- Analýza stavu drevín a fytoocenóz naznačila, že účinok zvýšenej úrovne depozície dusíka na rast drevín a početnosť a štruktúru bylinnej pokrývky je už zrejмый 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.
- V roku 2003 boli zaznamenané významne vyššie koncentrácie prízemného ozónu než v iných rokoch, čo súvisí s nadpriemernými teplotami a fotochemicky priaznivým priebehom počasia. Tvorba ozónu je intenzívnejšia v podmienkach intenzívnej solárnej radiácie, vysokých teplôt a prítomnosti polutantov ako oxid dusíka a prechavé organické zlúčeniny.
- Vo všeobecnosti vyššie koncentrácie ozónu sú zaznamenávané v južnej Európe (Taliansko, Španielsko, južné Francúzsko)
- Výrazne väčší počet požiarov a väčšia postihnutá plocha bola vo všeobecnosti roku 2003. Podľa hodnotenia na základe V poslednom hodnotenom roku 2006 bola v jednotlivých krajinách s najväčším postihnutím požiarom nasledovná zhorená plocha lesa: Španielsko 106 500 ha, Portugalsko 50 200 ha, Grécko 10 500 ha, Turecko 8 500 ha, Taliansko 7 100 ha.
- Podrobné hodnotenie škodlivých činiteľov dáva podstatne presnejšiu informáciu o vplyve biotických a abiotických škodlivých činiteľov na stav lesa. Duby a buk majú najvyšší podiel stromov so symptómami poškodenia, pričom ide najmä o poškodenie hmyzom a hubami.
- Druhovú bohatosť je prioritne určená najmä stanovištnými faktormi, typom lesa, štruktúrou lesa a spôsobom obhospodarovania, ale vplyv má aj imisná záťaž.
- Vysoká záťaž dusíka a síry má vplyv na zníženie biodiverzity epifytických lišajníkov a čiastočne aj prízemnej vegetácie.



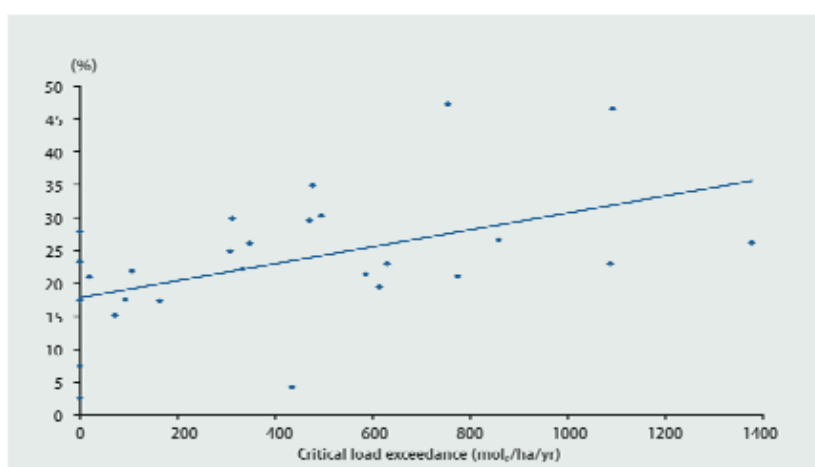
Obr. 3.83 Priemerné hodnoty depozície NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N a SO<sub>4</sub>-S (v kg·ha<sup>-1</sup>) v podkorunových zrážkach za roky 2002 – 2004 (mapky vľavo) a prekročenie kritických záťaží jednotlivých iónov (mol·ha<sup>-1</sup>) na monitorovacích plochách (Zdroj: Executive report of ICP Forests 2007)



Obr. 3.84 Vývoj priemerných hodnôt depozícií iónov síry a dusíka v rokoch 1999- 2004



Obr. 3.85 Modelovaný priebeh pH pôdy v rokoch 1900 až 2050 pre hlavné regióny Európy



Obr. 3.86 Vzťah medzi prekročením kritickej záťaže pre nutričný dusík a defoliáciou buka

### 3.3 PROJEKT BIOSOIL

Nariadenie (EC) č. 2152/2003 Európskeho parlamentu a Rady zo 17. novembra 2003 týkajúce sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií v Spoločenstve umožňovalo popri monitoringu I. a II. úrovne aj realizáciu demonštračných projektov a štúdií, ktorých cieľom bolo overiť možnosti zahrnutia nových prieskumov do programu monitoringu lesa a aplikovať harmonizované postupy a nové metódy pre zisťovanie parametrov a indikátorov súvisiacich s aktuálnymi globálnymi environmentálnymi problémami. Kým v národných programoch na roky 2003-2004 bolo schválených viacero menších projektov, na roky 2005-2006 sa presadil demonštračný projekt BioSoil so zameraním na lesné pôdy a vybrané indikátory biodiverzity v lesoch. Projekt bol pripravený skupinou expertov z prostredia programu ICP Forests v spolupráci s JRC v Ispre (Spojeným výskumným centrom Európskej komisie) za podpory Európskej environmentálnej agentúry a je centrálné koordinovaný zo strany JRC a Európskej komisie.

Hoci tento projekt je formálne súčasťou národných programov na roky 2005-2006, vzhľadom na časový posun v príprave nariadenia a schvaľovaní národných programov Európskou komisiou, pokračuje riešenie projektu aj v roku 2008. Projekt má tri moduly:

- pôda – I. úroveň,
- pôda – II. úroveň,
- biodiverzita.

#### 3.3.1 BioSoil - moduly pôda I. a II.

V rámci projektu BioSoil sa hodnotia pôdne vlastnosti na plochách I. aj II. úrovne. Formálne sú tieto aktivity rozdelené do dvoch modulov. Hlavným cieľom je vykonať aktualizovanú a podrobnú inventarizáciu pôdnych vlastností na monitorovacích plochách I. a II. úrovne. Rozsahom cieľov

a zahrnutých aktivít idú pôdne moduly projektu BioSoil nad rámec pôvodných zámerov monitoringu pôd v rámci programu ICP Forests.

Podrobnejšie ciele v celoeurópskom rozsahu možno definovať 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,
- 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).

Pre plochy I. úrovne prebehli terénne práce v roku 2006. Podieľali sa na nich (po niekoľkých pracovných stretnutiach, školení pre klasifikáciu pôd podľa WRB 1998 a po inštrukciami v teréne) popri pracovníkoch NLC aj ďalšie odborné inštitúcie, resp. experti z iných inštitúcií (Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava, ÚEL SAV Zvolen, LF TU Zvolen). Hodnotenia a odbery vzoriek sa uskutočnili na všetkých 112 plochách I. úrovne (vrátane plôch momentálne bez lesného porastu). V roku 2007 sa uskutočnili odbery vzoriek a opis pôdneho profilu na plochách II.



**Obr. 3.87 Vysoká skeletnosť je typická najmä pre lesné pôdy vo vyšších polohách (Foto Pavlenda a Rizman)**

Popri zabezpečení vzorkovania, laboratórnych analýz a vyhodnotení stavu je predmetom projektu aj podrobná pedologická charakterizácia (opis pôdneho profilu) a klasifikácia pôd na monitorovacích plochách prvej aj druhej úrovne. Takýto postup je v súlade s Európskou stratégiou ochrany pôdy. Vychádza sa zo zistení, že systém monitorovacích plôch na lesnom pôdnom fonde, vybudovaný v rámci ICP Forests je, najrozvinutejším a metodicky najprepracovanejším systémom, ktorý by mal tvoriť kostru monitoringu pôd všeobecne. Odbery vzoriek na plochách prvej úrovne zahrnovali pokryvný humus (oddelené L a F+H) a fixne určené hĺbky 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm a 40-80 cm v piatich opakovaní (následne boli analyzované zmesné vzorky pre danú hĺbku). Popri tom bol súčasťou terénnych prác odber vzoriek pre určenie objemovej hmotnosti a odber vzoriek podľa

horizontov ako predpoklad klasifikácie pôd. Odbery vzoriek na plochách druhej úrovne boli v plnom rozsahu odberových hĺbok (do 80 cm) v 25 opakovaniach za plochu.

**Tab. 3.71 Prehľad stavu laboratórnych stanovení pôdných vzoriek pre projekt BioSoil (podiel spracovaných analýz)**

Parameter	Organická vrstva - humus		Minerálna vrstva			
	L	F+H	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm 40-80 cm	Diagnostické horizonty
Spracované % vzoriek	%	%	%	%	%	%
Hmotnosť humusu	100	100	-	-	-	-
Bulk density	-	-	100	100	100	-
Zrinitosť - íl	-	-	75	75	75	75
Zrinitosť - prach	-	-	75	75	75	75
Zrinitosť - piesok	-	-	75	75	75	75
pH(CaCl <sub>2</sub> )	100	100	100	100	100	100
pH(H <sub>2</sub> O)	100	100	100	100	100	100
Karbonáty	100	100	100	100	100	100
Organický C	100	100	100	100	100	100
Celkový N	100	100	100	100	100	100
Výmenná kyslosť	-	100	100	100	100	-
Výmenné katióny – Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, H	-	100	100	100	100	-
Extrahovateľný Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Zn	100	100	100	100	100	-
Celková Hg	100	100	100	100	100	-
Celková S	100	100	100	100	100	-
Reaktívny oxalátový Al, Fe	0	0	0	0	0	-



**Obr. 3.88 Terénne ukážky klasifikácie pôd podľa WRB 2006 na kurze v Belgicku pre projekt BioSoil viedol prof. Langohr z univerzity v Gente (foto P. Pavlenda)**

Dôležitou súčasťou projektu BioSoil v roku 2007 bol kurz pre klasifikáciu podľa novej verzie klasifikácie pôd - WRB 2006 (World Reference Base for Soil Resources). Zorganizovali ho pracovníci FSCC v Geraardsbergen v spolupráci s Univerzitou v Gente.

### 3.3.2 BioSoil – modul biodiverzita

Tento modul projektu bol zameraný hlavne na vykonanie inventarizácie východiskového stavu vybraných indikátorov biodiverzity a overenie metód a postupov pre ich získavanie a hodnotenie. Inventarizácia východiskového stavu vybraných indikátorov biodiverzity sa realizovala na 112 trvalých monitorovacích plochách (TMP) 16 x 16 km (extenzívny monitoring), ktoré sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch.

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,
- európska klasifikácia lesných typov na plochách I. úrovne a vykonanie harmonizovaného hodnotenia lesných habitatov v Európe,
- testovanie vybraných 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.

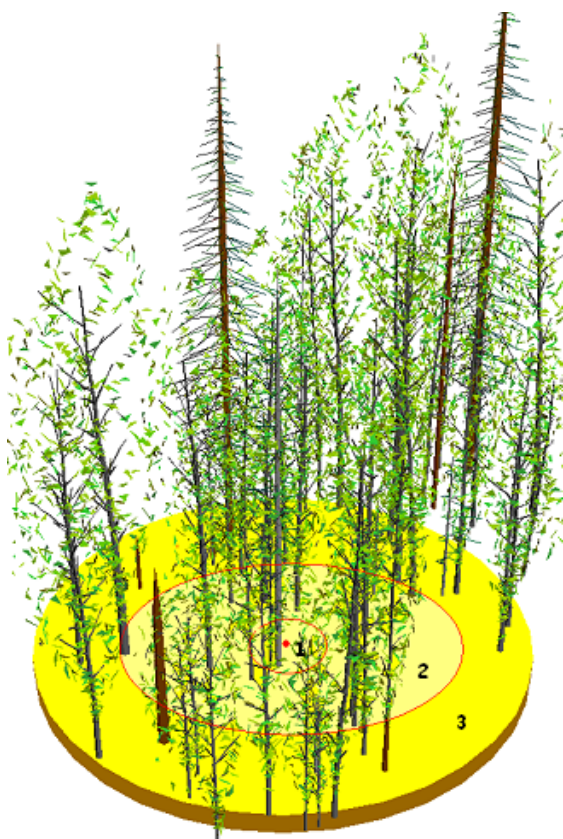
V priebehu rokov 2006-2007 sa uskutočnil zber údajov v teréne v nasledovnej štruktúre:

- zakladanie kruhových plôch o priemere 25,24 m (2000 m<sup>2</sup>) s dvoma vnútornými subplochami kruhového tvaru o priemeroch 3,09 m (30 m<sup>2</sup>), 11,28m (400 m<sup>2</sup>),
- stabilizácia stredu plochy kovovým kolíkom a zameranie zemepisných súradníc,
- zisťovanie všeobecných charakteristík porastu: zalesnenie plochy, intenzita obhospodarovania, spôsob hospodárenia, informácie o vlastníctve,
- klasifikácia lesných typov,
- opis štruktúry porastu: záznam priemerov v d1,3 m (pre živé aj odumreté stojace stromy), určenie druhu dreviny, určenie pôvodu dreviny, ležanina (priemerné hrúbky a dĺžky na ploche 400 m<sup>2</sup>), pne, zápoj, etážovitosť,
- fytoecologický zápis na ploche (400 m<sup>2</sup>).

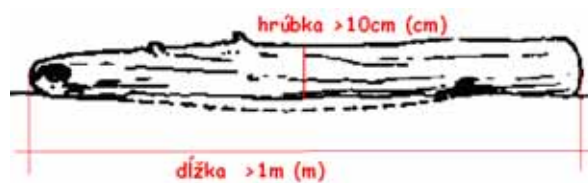
**Tab. 3.72 Prehľad hodnotených indikátorov biodiverzity na subplochách 1 až 3 podľa metodiky projektu BioSoil**

	Subplocha 1 30 m <sup>2</sup>	Subplocha 2 400 m <sup>2</sup>	Subplocha 3 2000 m <sup>2</sup>
Klasifikácia lesa	áno	áno	áno
Priemer vo výške 1,3 m na všetkých stojacich stromoch	> 0 cm	> 10 cm	> 50 cm
Zaznamenanie druhu dreviny u všetkých stromov s výškou nad 1,3 m	> 0 cm	> 10 cm	> 50 cm
Odumreté ležiace drevo a pne	> 10 cm h > 100 cm	> 10 cm h > 100 cm	
Zápoj	áno	áno	áno
Vrstvy porastu (etáže)	áno	áno	áno
Fytozápis	áno	áno	áno

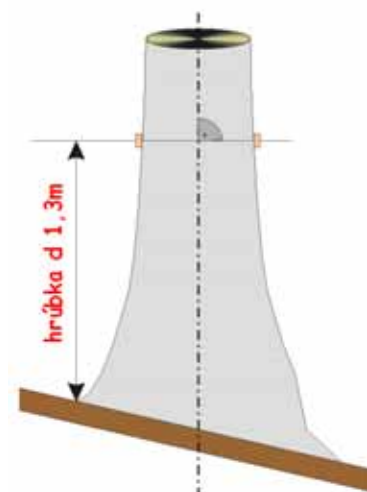




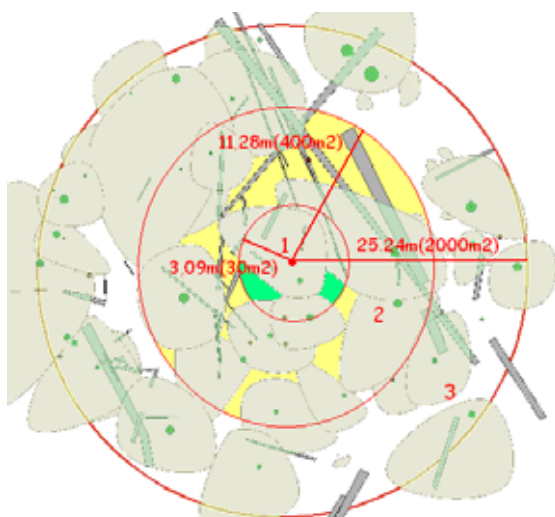
Tvar kruhovej plochy podľa manuálu (The BioSoil Biodiversity Manual version 1.0/1.1/1.1A).



Meranie ležaniny



Meranie hrúbky stojacich stromov



Kruhová plocha sa delí na 3 subplochy



Meranie pňov

Obr. 3.89 Príklad stavu lesného porastu na na TMP (SVS, projekcia) a príklady spôsobu merania niektorých veličín



Obr. 3.90 Kvantifikácia mŕtveho dreva je súčasťou hodnotenia indikátorov biodiverzity (foto A. Vodálová)

Tab. 3.73 Prehľad základných údajov o monitorovacej ploche (príklad - TMP V4)

Základné charakteristiky plochy	
LHC	Hanušovce
Dátum merania	15.06.2007
Dátum fytoocen. zápisu / aspekt	15.06.2007/letný
Zemepisná šírka	49°03'23,2"
Zemepisná dĺžka	21°26'26,1"
Nadmorská výška	383
UTM zona	34U
Expozícia	V
Sklon	13,3 %
Vek	120
Zápoj	95
Tvar lesa	Vysoký les
Náčrt plochy	áno
Obhospodarovane/spôsob	Známky predošlého obhospodarovania
Inf. o vlastníctve	SPF-neodovzdané
Inf. o užívaní	LS Hanušovce
Rad	B
Skupina lesných typov	QF
Lesný typ	3305-Ostřicovo-marinková živná dubová bučina
Klasifikácia (European forest types)	6.5 Carpathian submontane beech forest

Tab. 3.74 Fytocenologický zápis TMP V4

TMP		V4	
Pokryvnosť bylín:		50	
Pokryvnosť tráv:		15	
Pokryvnosť machov:		0	
SLT		QF	
LT		3305	
Trofický rad		B	
Vrstva (etáž)	Názov druhu (lat.)	Pokryvnosť (%)	Pokryvnosť (kód)
<b>by- liny</b>	<i>Stellaria holostea</i>	0,5	+
	<i>Asarum europaeum</i>	1,13	+*1
	<i>Tithymalus amygdaloides</i>	0,01	-
	<i>Melica uniflora</i>	0,5	+
	<i>Dentaria bulbifera</i>	10	-2
	<i>Aposeris foetida</i>	0,01	-
	<i>Galium odoratum</i>	20	2
	<i>Carex digitata</i>	0,01	-
	<i>Polygonatum odoratum</i>	0,5	+
	<i>Mycelis muralis</i>	0,01	-
	<i>Symphytum tuberosum agg.</i>	0,01	-
	<i>Maianthemum bifolium</i>	0,5	+
	<i>Athyrium filix- femina</i>	0,01	-
	<i>Senecio nemorensis agg.</i>	0,01	-
	<i>Lathyrus vernus</i>	0,38	+*-
	<i>Carex pilosa</i>	15	2
	<i>Cruciata glabra</i>	0,38	+*-
	<i>Pulmonaria obscura</i>	0,01	-
	<i>Galeobdolon luteum</i>	10	-2
	<i>Dryopteris filix-mas</i>	0,01	-
	<i>Viola reichenbachiana</i>	0,5	+
	<i>Cephalanthera longifolia</i>	0,01	-
<b>dre- viny</b>			
1	<i>Quercus petraea</i>	0,5	
1	<i>Fagus sylvatica</i>	40	
2	<i>Fagus sylvatica</i>	50	
3	<i>Fagus sylvatica</i>	2	
4	<i>Fagus sylvatica</i>	3	
51a	<i>Cerasus avium</i>	0,01	
51a	<i>Acer campestre</i>	0,01	
51a	<i>Fagus sylvatica</i>	1	
51a	<i>Sambucus nigra</i>	1	
51b	<i>Fagus sylvatica</i>	0,5	
52	<i>Fagus sylvatica</i>	0,5	



Obr. 3.91 Fotomontáž zo záberov charakterizujúcich hlavné zložky štruktúrálnej a kompozičnej diverzity na TMP (foto A. Vodálová)

Tab. 3.75 Charakteristiky porastu podľa metodiky BioSoil TMP V4

por. číslo	subplocha	názov druhu	hrúbka d 1,3m cm	výška m	suchár/stupeň rozkladu (Hunter 1990)
1	2	<i>Fagus sylvatica</i>	44		
2	2	<i>Quercus petraea</i>	48		
3	2	<i>Fagus sylvatica</i>	44		
4	2	<i>Fagus sylvatica</i>	13.5		
5	2	<i>Fagus sylvatica</i>	42		
6	2	<i>Fagus sylvatica</i>	40.5		
7	2	<i>Fagus sylvatica</i>	45		
8	2	<i>Fagus sylvatica</i>	20		
9	2	<i>Fagus sylvatica</i>	50		
10	2	<i>Fagus sylvatica</i>	18		
11	2	<i>Fagus sylvatica</i>	28.5		
12	3	<i>Fagus sylvatica</i>	59.5	36.9	
13	3	<i>Fagus sylvatica</i>	52	36.8	
14	3	<i>Fagus sylvatica</i>	63.5		
15	3	<i>Fagus sylvatica</i>	50		
16	3	<i>Fagus sylvatica</i>	54.5	37	
17	3	<i>Fagus sylvatica</i>	58.5		
18	3	<i>Fagus sylvatica</i>	82	34.4	
19	3	<i>Fagus sylvatica</i>	53.5		
20	3	<i>Fagus sylvatica</i>	58		
subplocha	typ ležaniny	C_DWSPE(kod-druh dreveny)	hrúbka cm	dĺžka/výška cm	stupeň rozkladu (Hunter 1990)
2	kmeň	<i>Fagus sylvatica</i>	10	570	570
2	peň	<i>Fagus sylvatica</i>	20	45	45
2	peň	<i>Quercus petraea</i>	21	40	40
2	peň	<i>Fagus sylvatica</i>	18	20	20

V roku 2007 sa uskutočnilo v rámci modulu biodiverzity zahraničné pracovné stretnutie v Ispre (odborným garantom projektu je JRC – Joint Research Centre), kde prebehli prezentácie jednotlivých krajín o priebehu riešenia projektu a prebrali sa problematické otázky, ktoré v priebehu projektu vznikli. V súčasnej dobe sú terénne práce ukončené a prebieha napĺňanie elektronickej databázy údajov z terénu. Databáza fytoecologických údajov bude transformovateľná do programu JUICE, pomocou ktorého bude možné robiť rôzne analýzy fytoecologických dát, čo rozšíri databázu informácií o plochách 1. úrovne ako aj možnosti jej využitia. Spektrum zisťovaných údajov tvoria: základné identifikačné údaje o TMP (označenie plochy, dátum zisťovania, meno pracovníka, súradnice WGS a pod.); stanovištné a terénne charakteristiky (lesný typ, reliéf terénu, nadmorská výška, expozícia, sklon, atď.); porastové charakteristiky (zastúpenie drevín, vek, zápoj, atď.); fytoecologické charakteristiky (pokryvnosť bylín a drevín, popis stromových tried podľa Zlatníka). Dendrometrické charakteristiky (hrúbka, výška, ako aj popis stojaceho a ležiaceho odumretého dreva) boli vykonané na jednotlivých subplochách podľa manuálu (The BioSoil Biodiversity Manual version 1.0/1.1/1.1A). Na štyroch plochách neboli vykonané dendrometrické merania z toho dôvodu, že boli v predchádzajúcich rokoch vyťažené.

Z aktuálne zameraných súradníc všetkých plôch bola vytvorená digitálna mapa, ktorá bude ešte doplnená vrstvami lesných hospodárskych celkov, lesných oblastí, chránených území a niektorými inými údajmi, čo tiež umožní spresnenie súradníc v databázach monitoringu a vytvorenie dokonalejšej informačnej databázy o TMP.

Po ukončení editácie budú všetky údaje odoslané do koordinačného centra EU/ICP Forests Working Group on Forest Biodiversity v spolupráci s JRC v Ispre a budú podrobne spracované na národnej úrovni.

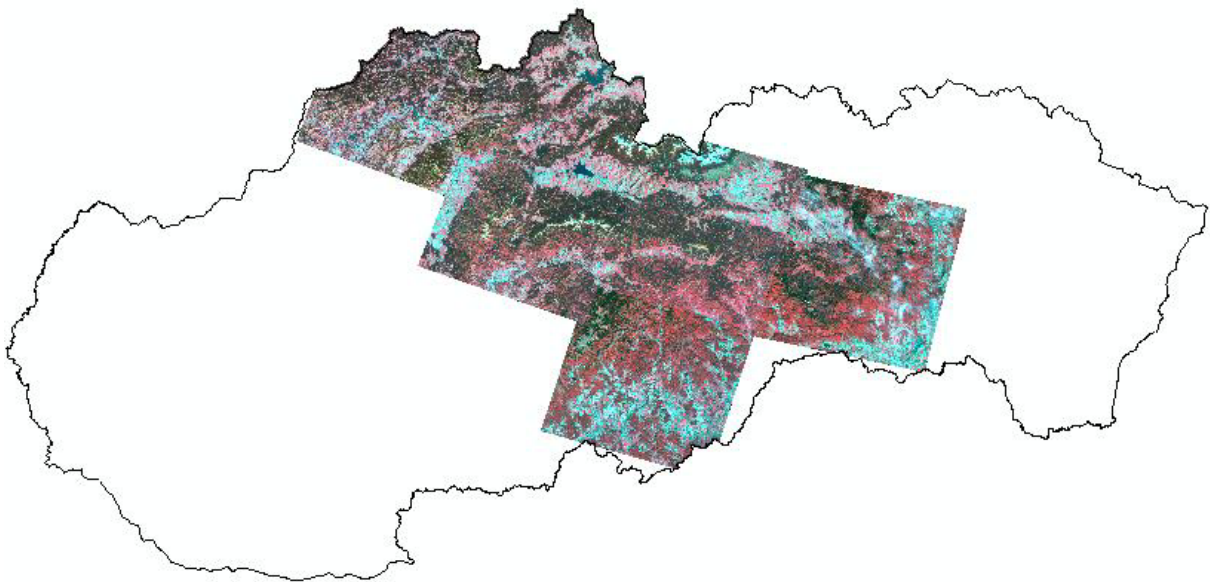
### 3.4 APLIKÁCIE DIAĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME PRE MONITORING LESA

#### Špecifikácia hodnoteného územia

Klasifikácia stavu smrečín z kozmických snímok bola riešená ako samostatná úloha pre Lesy Slovenskej republiky, š.p. Záujmové územie je tvorené porastami s vekom nad 20 rokov, so zastúpením smreka od 50% a zakmenením od 5 vyššie. Výber bol urobený podľa digitálnej mapy jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL) prepojenej s databázou opisných porastových informácií.

#### Materiál

V roku 2007 bolo na požiadavku nasnímaných a zakúpených 6 kozmických záznamov SPOT 4 a 5. Snímky SPOT boli získané v dobrej kvalite (viď obrázok 3.92), riedka oblačnosť sa vyskytuje iba v časti východného Slovenska. Päť záznamov bolo nasnímané v období od 22.9. do 24.9.2007, jeden záznam 17.10.2007 (oblasť Kysúc). Záznamy SPOT 4 a 5 pozostávajú zo štyroch spektrálnych kanálov (B1 zelený: 500-590 nm; B2 červený: 610-680 nm; B3 blízky infračervený: 780-890 nm; B4 krátkovlnný infračervený 1580-1750 nm). Záznamy sú dodávané v rozlíšení 10 metrov. Ortorektifikácia bola urobená podľa digitálneho modelu terénu s rozlíšením 10 metrov.



Obr. 3.92 Pokrytie územia vyhodnocovanými satelitnými snímkami SPOT v roku 2007

#### Spracovanie

Pri riešení tejto úlohy bola aplikovaná metodika dvojfázového výberu s regresiou, ktorému predchádzalo predspracovanie obrazu (topografická normalizácia s dôrazom a územie pokryté ihličnanmi) a klasifikácia krajinných prvkov metódou maximálnej pravdepodobnosti.

Pri vyhodnení defoliácie dvojfázovým výberom je prvá fáza výberu reprezentovaná identifikáciou hodnotených porastov a získaním prislúchajúcich obrazových hodnôt v jednotlivých spektrálnych kanáloch záznamov SPOT. V druhej fáze sa poškodenie porastov charakterizované stratou olistenia stanovilo spoľahlivým spôsobom a to hodnotením na 140 vybraných plochách v teréne doplnených vizuálnou snímkovou interpretáciou. Z párových hodnôt terénne stanovenej defoliácie reprezentujúcej poškodenie a prislúchajúcich obrazových hodnôt v jednotlivých spektrálnych kanáloch kozmických záznamov boli odvodené regresné modely pre stanovenie defoliácie podľa obrazových hodnôt záznamov.

#### Výsledky

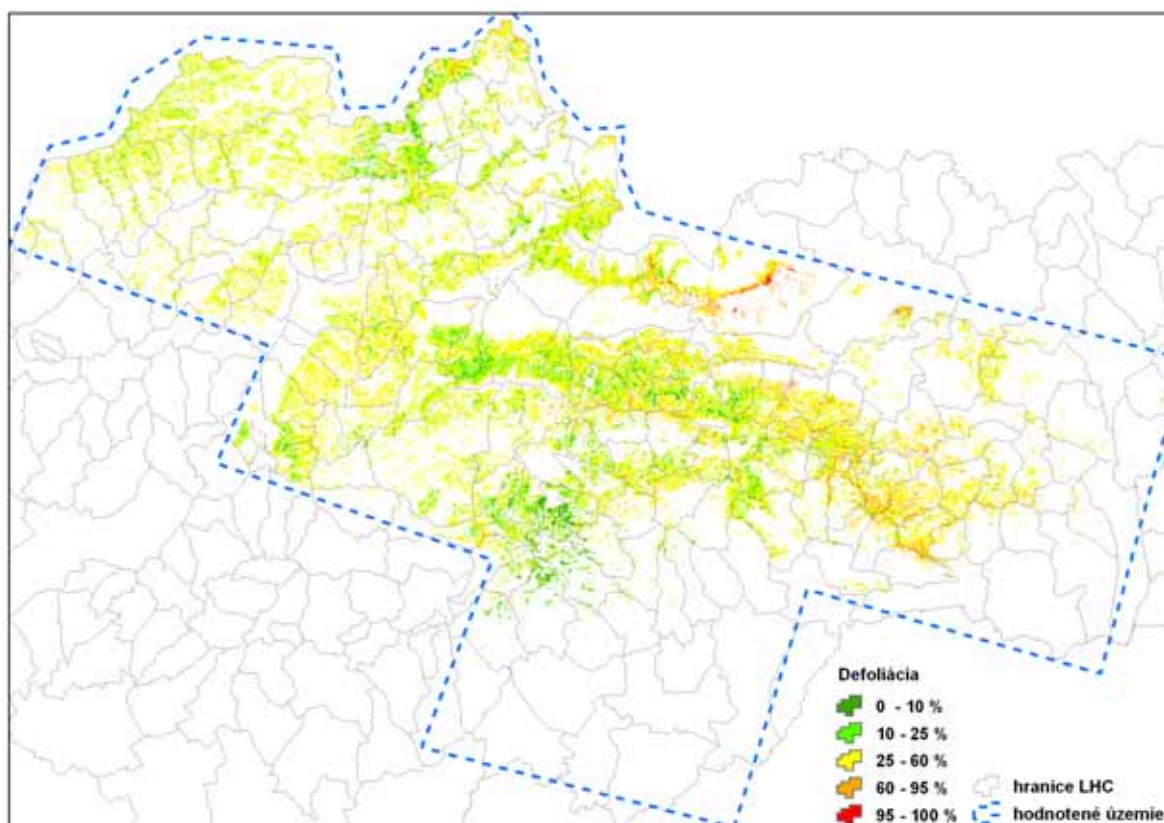
Klasifikácia distribúcie ihličnatých porastov s prevahou smreka bola urobená klasifikačnou metódou maximálnej pravdepodobnosti. Najvyššia správnosť klasifikácie je v homogénnych (nezmiešaných), zapojených porastoch. V ostatných porastoch sa častejšie vyskytuje podhodnotenie, alebo

nahodnotenie výskytu ihličnatých porastov s prevahou smreka. Komplikované bolo odlišenie silno poškodených ihličnatých porastov (skupín suchárov) od kalamitísk s ponechanou hmotou resp. od kalamitísk so zvyškami hmoty po ťažbe, alebo so zvyškami podrastu či následnými nárastmi a tiež od porastov listnatých, v ktorých už vzhľadom na ročnú dobu došlo k žltnutiu a opadu listia.

Použité regresné modely pre stanovenie defoliácie sú charakterizované strednými chybami ich regresných priamok, ktoré sú v rozpätí od 7,4% do 13,3%, v priemere približne 11%. Znamená to, že defoliácia priradená každému obrazovému elementu záznamu je so 68%-nou pravdepodobnosťou v rozpätí  $\pm$  uvedená stredná chyba, resp. s 95% pravdepodobnosťou v rozpätí  $\pm$  dvojnásobok uvedenej strednej chyby. Výsledné hodnoty stanovenej defoliácie boli preklasifikované do všeobecne používaných defoliačných tried: 0 (0-10%), 1 (10-25%), 2 (25-60%), 3 (60-95%), 4 (95-100%), podiel vyhodnotených porastov v týchto defoliačných triedach a zodpovedajúca výmera v hektároch sú uvedené v tabuľke 3.76 a rozmiestnenie je graficky znázornené na obrázku 3.93.

**Tab. 3.76 Výsledky klasifikácie defoliácie smrekových porastov v roku 2007 zo záznamov SPOT**

Defoliačná trieda	Počet obrazových elementov	Percentuálny podiel	Výmera v hektároch
0 (0-10%)	1517507	4.11	15175
1 (10-25%)	5610408	15.18	56104
2 (25-60%)	26679635	72.18	266796
3 (60-95%)	2998364	8.11	29984
4 (95-100%)	155395	0.42	1554
<b>Spolu</b>	<b>36961309</b>	<b>100.00</b>	<b>369613</b>



**Obr. 3.93 Výsledok klasifikácie defoliácie smrekových porastov v roku 2007 zo záznamov SPOT**

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

Realizácia národného programu monitoringu stavu lesných ekosystémov ako súčasť metodicky harmonizovaného európskeho monitoringu lesov a environmentálnych interakcií si vyžaduje permanentnú intenzívnu medzinárodnú spoluprácu. Popri vzájomnej výmene informácií, príprave a pripomienkovaní dokumentov, zasielaní dát a odpočtových správ sú dôležitou súčasťou medzinárodnej spolupráce pracovné stretnutia a workshopy rôzneho typu. Ide o odborné stretnutia v rámci štruktúr ICP Forests (rokovania expertných panelov), informatívne stretnutia k programu Forest Focus organizované Európskou komisiou DG Environment, pracovné stretnutia k projektu BioSoil organizované Spojeným výskumným centrom (JRC).

Rok 2007 bol rokom intenzívnej prípravy stratégie monitoringu lesa v Európe v podmienkach po vyprení platnosti nariadenia Forest Focus.

Popri oficiálnych (SFC) i neformálnych pracovných stretnutiach iniciovaných Európskou komisiou, DG Environment, zameraných na informovanie zo strany Komisie o legislatívnom, finančnom a rozhodovacom procese a na rokovania k implementácii národných programov Forest Focus sa v roku 2006 uskutočnili aj pracovné stretnutia, na ktorých sa tvoril a pripomienkoval nový európsky program monitoringu lesov v Európe (EFMS) v súlade s Akčným plánom EÚ pre lesníctvo (Forestry action plan – FAP). Tento program by mal v pozmenenej podobe pokračovať po uplynutí platnosti nariadenia Forest Focus ku koncu roka 2006. Dôležitou témou rokovaní boli aj možnosti spolufinancovania tohto programu v rokoch 2007-2013 v rámci pripravovaného finančného nástroja EÚ pre životné prostredia LIFE+.

Z hľadiska aktívnej účasti v programe európskeho monitoringu lesov bol pre nás rok 2007 významný tým, že Slovensko bolo hosťom 23. Task Force Meetingu programu ICP Forests. Míting usporiadalo Národné lesnícke centrum vo Zvolene a v Sielnici (kongresové centrum Kaskády) v dňoch 13. – 16. mája 2007. Task Force míting je stretnutím programového centra monitoringu, zástupcov krajín podieľajúcich sa na programe, predsedov jednotlivých odborných zložiek (expertných panelov) za účasti zástupcu sekretariátu UN ECE a WGE a hostí z ďalších obdobných kooperatívnych programov (ICP materials, ICP integrated monitoring, ICP vegetation). Je zároveň najvyšším orgánom programu, ktorý raz za rok, vždy v inej krajine, rozhoduje o prijímaní kľúčových dokumentov a zmien v programe. Z pohľadu budúcnosti monitoringu lesov v Európe je dôležité, že bola prijatá stratégia ICP Forest do roku 2015 a rámcový projekt pre roky 2009-2013. Je pre nás potešením, že míting vo Zvolene bol akýmsi bodom obratu smerom k intenzívnejšej príprave nového programu monitoringu lesov formou projektov pre LIFE+ a k aktivizácii všetkých zúčastnených zložiek a inštitúcií.



Obr. 4.1 NLC bolo hositeľom a organizátorom 23. Task Force Meetingu ICP Forests (foto T. Priwitzer)



4.2 Súčasťou Task Force Meetingu bola exkurzia v Dobročskom pralese a v Lesníckom skanzene vo Vydrove pri Č. Balogu



## 5. ZÁVER

Systematický monitoring stavu lesov v Európe i na Slovensku prebieha už dve desaťročia. Informácie a poznatky z monitoringu mali dopad aj na reálne politické a legislatívne rozhodnutia, ktoré viedli k zlepšeniu stavu z hľadiska znečistenia ovzdušia v Európe. 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.

V dôsledku vypršania platnosti nariadenia Forest Focus a v súvislosti plánovaným zahrnutím monitoringu lesa do inštrumentu LIFE+ , ako aj v súvislosti s dokumentmi prijatými v EÚ sa popri vykonávaní monitorovacích činností, analýz a hodnotenia výsledkov počas roka 2007 uskutočňovali práce na novom projekte monitoringu lesov v Európe a viaceré stretnutia s tým spojené. Rok 2007 bol teda aj rokom prípravy nového programu Európskeho systému monitoringu lesov v Európe (EFMS) a podania návrhov projektov pre schému LIFE+.

Dúfame, že projekty budú úspešné a že aj ďalších rokoch sa podarí kontinuálne pokračovať vo všetkých monitorovacích aktivitách, ako aj zvýšiť kvalitu monitoringu pri súčasnom rozšírení tematického záberu na nové environmentálne otázky.

## 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.
- BRASLAVSKÁ, O., KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava. 22 s.
- 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.
- EC, EDG VI, BRUSEL, 1998: Basic documents for the implementation of the intensive monitoring programme of forest ecosystems in Europe. 2nd edition, p. 142
- 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.
- HANČINSKÝ, L., 1972: Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava 307 s.
- 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
- KOLEKTÍV AUTOROV, 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Min. Živ. Prostředí ČR, 594 s.
- LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Vydání 1., Academia Praha, 368 s.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., et al., 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Vydavateľstvo akadémie vied, Bratislava, s. 230-688.
- 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.
- PAVLEND, P., 2005: Mid-term evaluation report. Forest Focus. Zvolen, LVÚ, 12 pp..
- PAVLEND, P., ĎURKOVIČOVÁ, J., IŠTOŇA, J., LEONTOVYČ, R., LONGAUER, R., LONGAUEROVÁ, V., MINĎÁŠ, 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., MINĎÁŠ, 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., 2005: Report on the national situation regarding conditions of forests. Forest Focus. Zvolen, LVÚ, 12 pp.

- 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.
- 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. - MINĎÁŠ, J. - PAVLENDÁ, 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:** Dosiadnutelná 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.
- TUŽINSKÝ, L., 1998:** Výskum pôdy v luvizemi dubového ekosystému vo vzťahu k atmosférickým zrážkam. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 44 (1-2), s. 87-99
- 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, 2006:** Forest Condition in Europe. 2006 Technical Report of ICP Forests. Hamburg, 114 pp.
- UN-ECE, 2006:** The Forest Condition in Europe. 2006 Executive Report. Hamburg, Brusel, 33 pp.
- UN-ECE, 2008:** Forest Condition in Europe. 2007 Technical Report of ICP Forests. Hamburg, 170 pp.
- ZLATNÍK, A., 1976:** Lesnícká fytoecenológia. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.
- WIRTH, V., 1995:** Die Flechten Baden-Württembergs. Teil I., II.,. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Comp. Stuttgart. ISBN 3-8001-3325-3.
- Council Regulation (EEC) No 3528/86** of 17 November 1986 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution.
- Council Regulation (EEC) No 2157/92** of 23 July 1992 amending Regulation (EEC) No 3528/86 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution.
- Council Regulation (EEC) No 2158/92** of 23 July 1992 on protection of the Community's forests against fire.
- Council Regulation (EC) No 1257/1999** of 17 May 1999 on support for rural development from the European Agricultural Guidance and Guarantee Fund (EAGGF) and amending and repealing certain Regulations.
- Commission Regulation (EC) No 2278/1999** of 21 October 1999 laying down certain detailed rules for the application of Council Regulation (EEC) No 3528/86 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution
- 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).
- Commission Regulation (EC) No 2121/2004** of 13 December 2004 amending Regulation (EC) No 1727/1999 laying down certain detailed rules for the application of Council Regulation (EEC) No 2158/92 on protection of the Community's forests against fire and Regulation (EC)

No 2278/1999 laying down certain detailed rules for the application of Council Regulation (EEC)  
N) 3528/86 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution  
[www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org)

**Forest Focus**  
**ČMS Lesy**



**MONITORING**  
**LESOV**  
**SLOVENSKA**  
**2007**

ISBN 978-80-8093-057-8



9 788080 930578