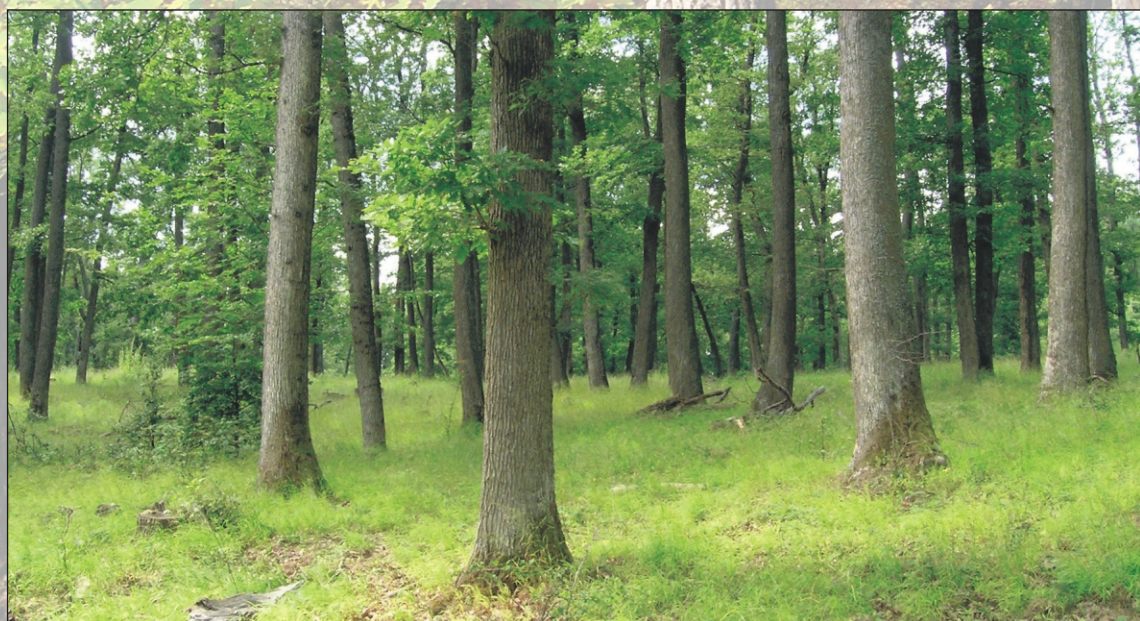


MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY  
LESNÍCKY VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZVOLEN



# ZDRAVOTNÝ STAV LESOV SLOVENSKA

SPRÁVA Z MONITORINGU 2004



ZVOLEN, DECEMBER 2004

## Titulný list úlohy

1. **Číslo a názov úlohy podľa prílohy č. 1 k Zmluve o poskytnutí účelových prostriedkov SR v roku 2004 z programu 05002 – Výskum a vývoj v rámci bežného transferu:**

### 8. Čiastkový monitorovací systém Lesy

2. **Riešitelia:** Pavlenda Pavel, Ing., PhD., zodpovedný riešiteľ úlohy (od 1. 4. 2004)  
Bucha, Tomáš, Dr., Ing., zodpovedný riešiteľ úlohy  
Ďurkovičová, Jana, Ing., spoluriešiteľ  
Ištoňa, Jozef, Ing., spoluriešiteľ  
Mindáš, Jozef, doc., RNDr., Ing., PhD., spoluriešiteľ  
Pajtík, Jozef, Ing., spoluriešiteľ  
Priwitzer, Tibor, Ing. PhD., spoluriešiteľ  
Raši Rastislav, Ing., PhD., spoluriešiteľ  
Stančíková, Anna, Ing., spoluriešiteľ  
Tóthová Slávka, RNDr., spoluriešiteľ
  3. **Riešiteľské pracovisko:** Lesnícky výskumný ústav Zvolen
  4. **Druh správy:** Záverečná správa za riešenie úlohy v roku 2004
  5. **Doba riešenia:** 2004, I, 01 – 2004, XII, 31
  6. **Dátum oponentúry:** -
  7. **Počet:** 78 strán, 84 obrázkov, 50 tabuliek
  8. **Kľúčové slová:** lesné ekosystémy, monitoring, zdravotný stav, ICP Forests, ČMS Lesy
  9. **Anotácia:**

Správa prezentuje informácie z problematiky monitoringu lesných ekosystémov. V jednotlivých kapitolách sú zosumarizované výsledky prieskumu zdravotného stavu korún na národnej úrovni v roku 2004 a ich vývoj od roku 1987. Popri reprezentatívnych údajoch o defoliácii, indikátoroch zdravotného stavu lesa a prírastku sú analyzované údaje z plôch intenzívneho monitoringu týkajúce sa kvality ovzdušia a atmosférickej depozície, pôdnych roztokov, prieskumov opadu, vegetácie, fenologických pozorovaní a vlhkostného režimu pôd v nížinných polohách za rok 2004, resp. 2003. Uvedená je klasifikácia zdravotného stavu lesov SR z kozmických snímok Landsat ETM+. Stručne sú tiež zhrnuté aktuálne poznatky z monitoringu lesov v celoeurópskom rámci.
-



# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD., Dr. Ing. T. Bucha</i> )	<b>5</b>
<b>2. PROBLEMATIKA</b>	<b>5</b>
2.1 VÝCHODISKÁ, PROGRAMOVÉ CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD., Ing. J. Pajčík</i> )	5
<i>Programové ciele ICP Forests</i>	5
<i>Štruktúra monitoringu</i>	6
2.2 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACIEHO SYSTÉMU ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	6
2.3 PREHĽAD SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	7
2.4 METODIKA RIEŠENIA ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	9
2.5 ŠTATISTICKÉ VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV ( <i>Dr. Ing. T. Bucha, Ing. J. Pajčík</i> )	10
2.6 ZABEZPEČENIE SYSTÉMU KONTROLY A RIADENIA KVALITY ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD., Dr. Ing. T. Bucha, Ing. A. Stančíková, Ing. J. Ďurkovičová</i> )	11
<b>3. VÝSLEDKY</b>	<b>12</b>
3.1 EXTENZÍVNY MONITORING	12
3.1.1 Stav koruny ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	12
<i>Defoliácia</i>	12
<i>Zmena sfarbenia</i>	14
<i>Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov</i>	14
<i>Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987-2004</i>	15
<i>Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988-2004</i>	16
<i>Dynamika zmien zdravotného stavu lesa na TMP</i>	19
<i>Defoliácia vo vzťahu k typu poškodenia</i>	20
<i>Plodivosť</i>	21
3.1.2 Trend vývoja zdravotného stavu lesa / <i>Ing. J. Pajčík</i> )	21
3.1.3 Relatívny podiel stromov v stupňoch defoliácie a priemerná defoliácia podľa zdokonalenej matematicko-štatistickej metódy hodnotenia ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	23
3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	24
3.1.5 Vyhodnotenie zmeny zdravotného stavu lesov medzi rokmi 1990 a 2002 z kozmických snímok ( <i>Ing. R. Raši, PhD.</i> )	26
<i>Podkladový materiál</i>	26
<i>Metodika a výsledky riešenia</i>	26
3.1.6 Paneurópsky monitorovací systém ( <i>Ing. J. Pajčík</i> )	28
<i>Výsledky hodnotení v roku 2003</i>	28
<i>Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín</i>	32
3.2 INTENZÍVNY MONITORING	33
3.2.1 Predmet intenzívneho monitoringu ( <i>doc. RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD.</i> )	33
3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie, prírastku a prízemnej vegetácie ( <i>Ing. J. Pajčík, Ing. J. Ištoňa</i> )	34
3.2.3 Monitoring depozície ( <i>doc. RNDr. Ing. J. Mind'áš, PhD., RNDr. S. Tóthová</i> )	57
<i>Zabezpečenie kvality depozičného monitoringu</i>	59
3.2.4 Monitoring pôd ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD.</i> )	59
3.2.5 Monitoring pôdneho roztoku ( <i>Ing. P. Pavlenda, PhD.</i> )	60
3.2.6 Vlhkostný režim pôd v nížinných polohách ( <i>Ing. J. Ištoňa</i> )	63
3.2.7 Hodnotenie prízemnej vegetácie ( <i>Ing. J. Ištoňa</i> )	66

---

3.2.8 Hodnotenie vizuálneho poškodenia lesných drevín ozónom <i>(Ing. T. Priwitzer, PhD.)</i>	67
<i>Výsledky hodnotenia</i>	67
<i>Meranie koncentrácií ozónu</i>	68
3.2.9 Fenologické pozorovania lesných drevín v roku 2003 <i>(Ing. T. Priwitzer, PhD.)</i>	70
<i>Metodika riešenia a experimentálny materiál</i>	70
<i>Priebeh jarých fenofáz</i>	70
<i>Priebeh jesenných fenofáz</i>	71
3.2.10 Kvantitatívna a kvalitatívna analýza opadu <i>(Ing. T. Priwitzer, PhD.)</i>	72
<i>Metodický postup</i>	72
<i>Štruktúra a dynamika opadu</i>	72
<i>Chemické zloženie opadu</i>	74
<b>4. MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA <i>(Ing. P. Pavlenda, PhD.)</i></b>	<b>75</b>
4.1 ZAHRANIČNÉ PRACOVNÉ CESTY A KOOPERÁCIA V RÁMCI ICP FORESTS	75
4.2 NARIADENIE (EC) 2152/2003 EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY "FOREST FOCUS" A MONITORING LESOV NA SLOVENSKU	75
<b>5. ZÁVER <i>(Ing. P. Pavlenda, PhD.)</i></b>	<b>77</b>
<b>6. LITERATÚRA</b>	<b>78</b>

---

# SÚHRN

Predkladaná správa poskytuje informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku v roku 2004, národnom a celoeurópskom vývoji od roku 1987. Vychádza z údajov extenzívneho celoplošného národného monitoringu na 112 TMP v sieti 16x16 km, z údajov zo 7 monitorovacích plôch intenzívneho monitoringu a z údajov z monitorovacích plôch transnárodnej európskej siete programu ICP Forests a Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu. Záujemcom bude prístupná na domovskej stránke Strediska ČMS Lesy: <http://www.fris.sk/CmsLesy>

Hlavné poznatky dosiahnuté v roku 2004:

- Z celkového počtu 4216 sledovaných stromov v roku 2004 bolo 26,7 % stromov hodnotených ako poškodené, tj. mali defoliáciu väčšiu ako 25 % (stup. defoliácie 2 až 4). Ide o údaj, pri výpočte ktorého bol zohľadnený počet stromov na ploche.
- Horšia situácia je u ihličnatých stromov, kde poškodených je 36,2 %, pri listnatých 19,9 % stromov. V roku 2004 došlo v porovnaní s rokom predchádzajúcim k miernemu zníženiu podielu poškodených stromov, predovšetkým zásluhou listnatých drevín.
- Priemerná defoliácia všetkých drevín spolu je 23,2 %, ihličnatých 26,3 % a listnatých 20,9 %.
- V roku 2004 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu listnatých drevín oproti roku 2003, zmeny zdravotného stavu ihličnatých drevín boli štatisticky nevýznamné.
- 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 26,3-28,3 %), pri listnatých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom.
- Zdravotný stav je na základe počtu stromov zaradených do stupňa poškodenia 2 až 4 horší ako celoeurópsky priemer a to predovšetkým z dôvodu horšieho stavu ihličnatých drevín.
- Najmenej defoliovanou drevinou býva hrab a buk. Drevinami s najväčšou defoliáciou sú dlhodobá jedľa a smrek.
- V roku 2004 oproti roku 2003 bolo pozorované signifikantné zhoršenie zdravotného stavu vyjadrené pomocou defoliácie len u duba a smreka.
- Oblasťami s dlhodobou najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku sú Orava, Kysuce a spišsko-tatranská oblasť.
  
- Na plochách intenzívneho monitoringu bolo v roku 2003 zaznamenané mierne zníženie depozícií síry, na voľnej ploche sa hodnoty pohybovali v intervale 3-10 kg.ha<sup>-1</sup> a v poraste dosiahli 4-16 kg.ha<sup>-1</sup>.
- Celková depozícia dusíka bola na všetkých sledovaných plochách vyššia než depozícia síry, a to v porastoch aj na voľných plochách. Potvrďuje sa predpoklad, 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 iónov dusíka v pôdnom profile oproti síranovým iónom. V závislosti od prírodných podmienok a depozičných vstupov pretrvávajú lokálne veľmi silná acidita pôdneho roztoku.
- Koncentrácie ozónu vykazovali v roku 2003 na sledovaných lokalitách typický ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (október a december) a maximálnymi priemernými koncentraciami v jarnom a letnom období s dvojitým maximom (marec, august). Kritická úroveň indexu AOT 40 (pre lesné ekosystémy stanovená na 10 000 ppb.h) bola prekračovaná na všetkých sledovaných lokalitách, vo vyšších nadmorských výškach bola uvedená hodnota prekračovaná pravidelne už v prvej polovici vegetačnej sezóny
- Jednotlivé prieskumy zamerané na stav fytocenóz, 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

Predkladaná správa je prehľadom informácií o aktuálnom stave systému monitorovania lesných ekosystémov a zhrnutím najdôležitejších výsledkov z monitorovacích prieskumov realizovaných v rámci Čiastkového monitorovacieho systému lesy (ČMS Lesy).

V rámci programu UN-ECE "International Co-operative Programme on Monitoring and Assessment of Air Pollution Effect on Forests" (ICP Forests), ktorý začal vo väzbe na konvenciu o diaľkovom znečistení ovzdušia presahujúcim hranice štátov (CLRTAP), už 18 rokov zabezpečujeme monitoring zdravotného stavu lesných ekosystémov v Slovenskej republike. Na národnej úrovni sa spolu s ďalšími 9 ČMS v gescii MŽP SR a MP SR spolupodieľame od roku 1992 na tvorbe komplexného monitorovacieho a informačného systému životného prostredia Slovenskej republiky.

Národný program monitoringu zdravotného stavu lesných ekosystémov sa v roku 2004 realizoval v sieti 112 trvalých monitorovacích plôch (TMP) 16x16 km (extenzívny monitoring), a na 7 výskumných trvalých monitorovacích plochách (intenzívny monitoring). Obidve úrovne monitoringu sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch v rámci programu UN-ECE ICP Forests a programu EÚ Paneurópsky program intenzívneho monitoringu. Na programoch v súčasnosti participuje 39 krajín. Európske výsledky sú spracované z údajov z takmer 6000 TMP transnárodnej európskej siete programu UN-ECE ICP Forests a 860 TMP z Paneurópskeho programu intenzívneho monitoringu.

V roku 2003 bolo 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 je schémou pre monitoring lesov v Európe na roky 2003-2006, pričom zámermi, súbormi plôch, infraštruktúrou metodickými postupmi nadväzuje na predchádzajúce monitorovacie aktivity. Rok 2004 znamenal v dôsledku vstupu Slovenska do Európskej únie aj ďalší krok v rozvoji a harmonizácii monitoringu lesov, čím sa zároveň vytvárajú predpoklady pre rozšírenie jeho cieľov.

Predkladaná správa "Zdravotný stav lesov Slovenska" poskytuje informácie o zdravotnom stave lesov na Slovensku v roku 2004, o národnom a celoeurópskom vývoji od roku 1987. Kooperácia pri riešení celoeurópskych problémov so zhoršeným zdravotným stavom lesov nám umožňuje aj pri pomerne skromnom rozpočte poskytnúť decíznej sfére relevantné informácie o stave a vývoji lesných ekosystémov, a to nielen z národného pohľadu, ale aj v európskom kontexte. Správa je zároveň informačnou bázou pre odbornú i laickú verejnosť, obsahujúca súhrnné informácie o stave a vývoji hlavných indikátorov charakterizujúcich zdravotný stav lesných ekosystémov. Údaje a výsledky z monitoringu sa tak ako po iné roky poskytujú koordináčnemu centru (PCC) programu ICP Forests v Hamburgu, gestorom národného programu MP SR a MŽP SR, vedúcim všetkých ČMS, podniku Lesy SR, štátnym vedeckým a výskumným lesníckym inštitúciám, knižnici LVÚ Zvolen. V digitálnom tvare bude prístupná na domovskej stránke Strediska ČMS Lesy: <http://www.fris.sk/CmsLesy>.

## 2. PROBLEMATIKA

### 2.1 VÝCHODISKÁ, PROGRAMOVÉ CIELE A ZLOŽKY MONITORINGU LESOV

Na začiatku 80-tych rokov bolo pozorované prudké zhoršovanie zdravotného stavu lesov v celoeurópskom merítku. Odpoveďou na vzrastajúci záujem o vplyv 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 prijala EÚ nariadenie Council Regulation (EEC) No. 3528/86

o začiatku programu o Ochrane lesov pred atmosférickým znečistením (Protection of Forests against Atmospheric Pollution). Odvtedy ICP Forests a EÚ úzko spolupracujú pri monitorovaní vplyvu atmosférického znečistenia a iných stresových faktorov na lesy. Ich spoločné aktivity pokračovali rezolúciou S1 zo Štrasburgu, rezolúciou H1 z Helsínk a rezolúciou L2 z Lisabonu o Ochrane lesov v Európe. V súčasnosti na paneurópskom monitorovacom systéme participuje 39 krajín. Jednotlivé krajiny prispievajú k uskutočneniu spoločného cieľa, ktorým je čisté ovzdušie na európskej a na národných úrovniach.

#### **Programové ciele ICP Forests**

Ciele programu monitoringu sú:

- poskytnúť periodický prehľad o priestorových a časových zmenách v stave

- lesa vo vzťahu k antropogénnym a prírodným stresovým faktorom v širšom európskom a národnom merítke (úroveň I);
- prispieť k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi stavom lesných ekosystémov a stresovými faktormi, hlavne znečistením ovzdušia, prostredníctvom intenzívneho monitoringu na vybraných permanentných výskumných plochách (úroveň II);
  - zhrnúť informácie o procesoch v lesných ekosystémoch;

### Štruktúra monitoringu

Prednosťou siete na úrovni I je jej reprezentatívnosť a veľké množstvo sledovaných stromov na približne 6000 trvalých plochách v sieti 16x16 km po celej Európe. Na úrovni I je každoročne prevádzkané hodnotenie koruny. Navyše pôdne a/alebo listové analýzy sa vykonávajú na väčšine plôch. Na intenzívny

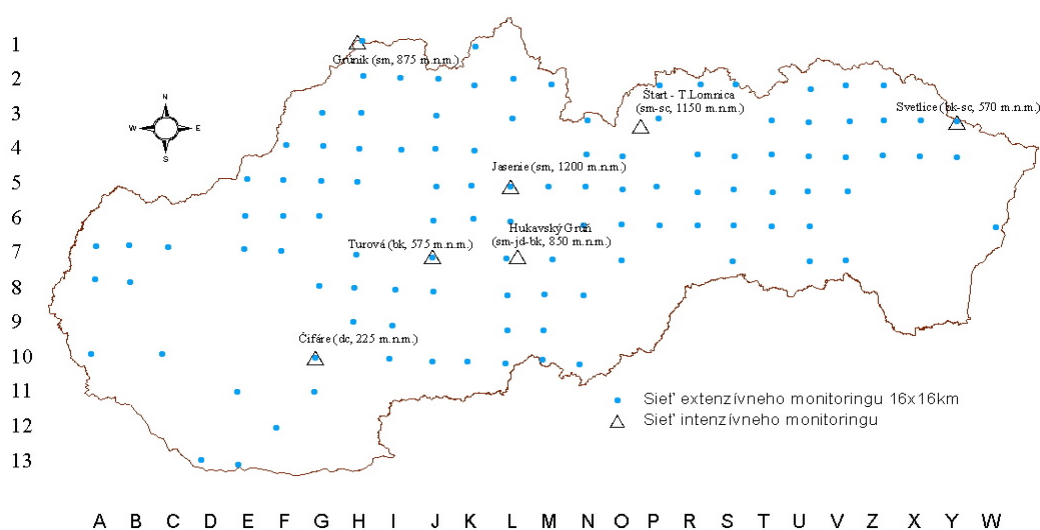
- prispieť k výpočtom kritických úrovní
- spolupracovať s ostatnými environmentálnymi monitorovacími programami za účelom poskytnutia informácií o ostatných dôležitých problémoch, ako napríklad o klimatických zmenách a biodiverzite v lesoch
- poskytnúť odpovedajúce informácie tak politikom, ako aj všeobecnej verejnosti

monitoring úrovne II bolo vybraných viac ako 860 monitorovacích plôch v najdôležitejších lesných ekosystémoch zúčastnených krajín. Na týchto plochách sa meria viacero kľúčových faktorov pre jednotlivé druhy drevín a stanovišť.

## 2.2 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACIEHO SYSTÉMU

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.). Celkom 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. Od roku 1988 sa národná sieť stala súčasťou európskej monitorovacej siete v rámci programu UN/ECE ICP Forests. V roku 1999 bola sieť TMP doplnená o 1 plochu (W6). V roku 2004 sa hodnotenie zdravotného stavu lesných drevín uskutočnilo v dňoch 26.7.–18.8. na 108 TMP. Hodnotenia sa zúčastnili 3 dvojčlenné pracovné skupiny. Z dôvodu vyťaženia plochy sa nevykonalo hodnotenie na TMP E13, F12, G11 a P3. Celkový počet hodnotených stromov bol 5098, do vyhodnotenia zdravotného stavu bolo zahrnutých 4216 stromov sociálneho postavenia 1 a 2 podľa Krafta.



Obr. 2.1 Mapa trvalých monitorovacích plôch



## 2.3 PREHĽAD SLEDOVANÝCH UKAZOVATEĽOV

Tab. 2.1 Prehľad meraných veličín, meracích metód a frekvencií meraní na TMP

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
<b>VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA TMP</b>				
porastovo taxačné veličiny, prírodné a stanovištné pomery		výpis z popis porastov LHP	pri obnove LHP	112 TMP v sieti 16x16 km
<b>STAV KORUNY</b>				
strata asimilačných orgánov (defoliácia)	sao	vizuálne podľa atlasu Sanasilva	ročne	112 TMP
sfarbenie asimilačných orgánov	zao	vizuálne	ročne	112 TMP
plodivosť	A,B,C	vizuálne (žiadna, slabá, stredná, silná)	ročne	112 TMP
<b>PRÍRASTOK</b>				
obvod kmeňa vo výške 1.3m	O <sub>1,3</sub>	kovovým meračským pásmom	ročne	112 TMP
výška stromu	h	výškomerom SUUNTO	raz za 5 rokov	112 TMP
<b>POŠKODENIE KMEŇA</b>				
poškodenie hubami	H	vizuálne	áno/nie	ročne
mechanické poškodenie	M	vizuálne	áno/nie	ročne
poškodenie hmyzom	Y	vizuálne	áno/nie	ročne
poškodenie zverou	Z	vizuálne	áno/nie	ročne
poškodenie požiarom	O	vizuálne	áno/nie	ročne
lokálne/regionálne poškodenie imisiami	I	vizuálne	áno/nie	ročne
korunový zlom	L	vizuálne	áno/nie	ročne
iné poškodenie (imelo, epifyty)	E	vizuálne	áno/nie	ročne
<b>LISTOVÉ ANALÝZY</b>				
obsah dusíka	N	N - analyzátor, volumetricky	raz za 2 roky	112 TMP
obsah síry	S	S - analyzátor, volumetricky	raz za 2 roky	112 TMP
obsah fosforu	P	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah vápnika	Ca	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah horčíka	Mg	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah draslíka	K	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah sodíka	Na	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah zinku	Zn	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah mangánu	Mn	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah železa	Fe	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
obsah medi	Cu	mikrovlňný mineralizát v HNO <sub>3</sub> , AES-ICP	raz za 2 roky	112 TMP
<b>PÔDNE ANALÝZY</b>				
pH (CaCl <sub>2</sub> )	pH	elektrometricky		112 TMP
organický uhlík	C <sub>ox</sub>	oxidimetricky		112 TMP
celkový dusík	N <sub>total</sub>	N - analyzátor, volumetricky	plánovaná	112 TMP
celková síra	S <sub>total</sub>	S - analyzátor, volumetricky	frekvencia je	112 TMP
celkový fosfor	P <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	5 rokov, najbližší odber	112 TMP
celkový draslík	K <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	koordinovaný	112 TMP
celkový vápnik	Ca <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	na európskej úrovni je	112 TMP
celkový horčík	Mg <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	úroveň je	112 TMP
hmotnosť pokryvého humusu	DW	gravimetricky	v roku 2006-2007	112 TMP
ekvival. karbonátov ak pH(CaCl <sub>2</sub> )>6	Ekv. CaCO <sub>3</sub>	volumetricky		112 TMP

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
celkový hliník	Al <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP	plánovaná frekvencia je 5 rokov, najbližší odber koordinovaný na európskej úrovni sa pripravuje na roky 2006-2007	112 TMP
celkové železo	Fe <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP
celkový mangán	Mn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP
celkový zinok	Zn <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP
celková meď	Cu <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AES-ICP		112 TMP
celkové olovo	Pb <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AAS-ETA		112 TMP
celkové kadmium	Cd <sub>AR</sub>	digerát v lúčavke kráľovskej, AAS-ETA		112 TMP
výmenná kyslosť	EA	výluh v KCl, titračne		112 TMP
výmenný vodík	H <sup>+</sup>	výluh v KCl, titračne		112 TMP
výmenný hliník	Al <sup>3+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenný mangán	Mn <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenné železo	Fe <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenný vápnik	Ca <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenný horčík	Mg <sup>2+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenný draslík	K <sup>+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
výmenný sodík	Na <sup>+</sup>	výluh v BaCl <sub>2</sub> , AES-ICP		112 TMP
stupeň nasýt. bázami	BS	výpočtom		112 TMP
<b>DEPOZÍCIA - MOKRÁ, ZMIEŠANÁ, PODKORUNOVÁ, STOK PO KMENI</b>				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	raz za 2 týždne	7 TMP
alkalinita (pH > 5)		titračne	raz za 2 týždne	7 TMP
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	raz za 2 týždne	7 TMP
amoniak	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	IC	raz za 2 týždne	7 TMP
sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	IC	raz za 2 týždne	7 TMP
dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	IC	raz za 2 týždne	7 TMP
celkový dusík	N <sub>total</sub>	N - analyzátor, volumetricky	raz za 2 týždne	7 TMP
chloridy	Cl <sup>-</sup>	IC	raz za 2 týždne	7 TMP
vápnik	Ca <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
horčík	Mg <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
draslík	K <sup>+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
sodík	Na <sup>+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
železo	Fe <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
mangán	Mn <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	7 TMP
<b>PÔDNÝ ROZTOK</b>				
aktívna reakcia	pH	elektrometricky	raz za 2 týždne	3 TMP
alkalinita (pH > 5)		titračne	raz za 2 týždne	3 TMP
elektrická vodivosť	EC	elektrometricky	raz za 2 týždne	3 TMP
amoniak	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
celkový dusík	N <sub>total</sub>	N - analyzátor, volumetricky	raz za 2 týždne	3 TMP
chloridy	Cl <sup>-</sup>	IC	raz za 2 týždne	3 TMP
vápnik	Ca <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
horčík	Mg <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
draslík	K <sup>+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
sodík	Na <sup>+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
železo	Fe <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
mangán	Mn <sup>2+</sup>	AES-ICP	raz za 2 týždne	3 TMP
<b>VLHKOSTNÝ REŽIM PŮD</b>				
hmot. % vlhkosti	m %	gravimetricky	raz za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP
objemové % vlhkosti	V %	gravimetricky	raz za 2 týždne v zime mesačne	1 TMP
<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

Názov meranej veličiny	Identifikátor veličiny	Meracia metóda	Frekvencia merania	Lokalizácia
hustota druhu	D	sčítavacia metóda na ploškach 1x1 m	3x v roku	3 TMP
vzrast druhu	h	meraním metrom	1x ročne	3 TMP
nadzemná biomasa podrastu	m <sub>bp</sub>	kombinácia sčítavacej metódy s vážením	1x ročne	3 TMP
<b>FENOLOGICKE POZOROVANIA</b>				
fenologická fáza		vizuálne hodnotenie	raz za 1 – 2 týždne	4 TMP
<b>KVALITA OVZDUŠIA</b>				
ozón	O <sub>3</sub>	ozónový analyzátor	priebežne	2 TMP
<b>POŠKODENIE OZÓNOM</b>				
stupeň poškodenia		vizuálne	2x do roka	2 TMP
<b>MERANIE OPADU</b>				
opad		zber - opadomery	I – VIII, XI - XII mesačne IX – X raz za 2 týždne	4 TMP

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

AAS-ETA-atómová absorpčná spektrometria s elektrotermickou atomizáciou

IC - iónová chromatografia

Podrobný metodický postup hodnotenia základných monitorovaných veličín ako aj zoznam nepovinných (voliteľných) parametrov je uverejnený v národnom Manuáli (Bucha a kol., 1998).

## 2.4 METODIKA RIEŠENIA

Monitoring lesných ekosystémov je komplexný monitorovací systém, zahrňujúci veľmi rôznorodé monitorované parametre (od jednotlivých parametrov zložiek abiotického prostredia až po dreviny) a s rôznou periodicitou (od parametrov kvality ovzdušia meraných kontinuálne až po odbery vzoriek pôd s niekoľkoročnou periodicitou). 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)).

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 Krafťa). Na každej drevine sme v roku 2004 hodnotili nasledovné parametre:

- biosociologické postavenie (1-5) podľa Krafťa,
- strata a sfarbenie asimilačných orgánov,
- plodivosť
- hrúbkový prírastok,
- poškodenie (zverou, hmyzom, hubami, abiotickými činiteľmi (mráz, sneh, vietor), priamou činnosťou človeka, lokálnym/regionálnym znečistením, iné).

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

Tab. 2.2 Stupeň 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 hodnotí množstvo listov (ihlič) so zmeneným sfarbením s presnosťou na 5 %. Na základe odhadu

sfarbenia asimilačných orgánov sú jednotlivé stromy zatriedované do stupňov podľa nasledovnej tabuľky:

**Tab. 2.3 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

Podľa medzinárodne platnej metodiky je výsledný stav stromov daný vzájomnou kombináciou stupňa

defoliácie a stupňa sfarbenia, a to podľa nasledovnej tabuľky:

**Tab. 2.4 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 kmeňa jednotlivými faktormi sa hodnotí dvojčlennou stupnicou áno/nie.

Prehľad monitorovacích aktivít a navrhnutý cyklus ich opakovania pre extenzívnu aj intenzívnu úroveň monitoringu je uvedený v tabuľke 2.5.

**Tab. 2.5 Prehľad monitorovacích aktivít a navrhnutý cyklus ich opakovania**

Monitorovacie aktivity	Úroveň I	Úroveň II	
Stav koruny	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 pôdnych roztokov		priebežne	vybrané plochy
Prírastok	každoročne	každoročne	všetky plochy
Pozemná vegetácia		každých 5 rokov	vybrané plochy
Atmosferická depozícia		priebežne	všetky plochy
Kvalita ovzdušia		priebežne	vybrané plochy
Meteorologické pomery		priebežne	vybrané plochy
Fenológia		priebežne	vybrané plochy
DPZ		podľa potreby	vybrané plochy

V roku 2004 bol na Task Force Meetingu prerokovaný a prijatý nový submanuál pre hodnotenie biotických škodlivých činiteľov a príčin poškodenia drevín. Aplikácia tohto submanuálu znamená výrazne podrobnejší prístup k hodnoteniu jednotlivých

stromov a vyššie nároky na špecialistov zapojených do hodnotenia. V sezóne terénnych hodnotení sa preto overovali postupy takéhoto hodnotenia expertmi Lesníckej ochrannárskej služby na vybraných plochách druhej úrovne.

## 2.5 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 doporučiť pre bežné praktické použitie, dôležitými kritériami sú: jednoduchosť a jednoznačnosť (dostatočná presnosť) získania potrebných vstupných veličín, jednodu-

chosť počtárskeho spracovania údajov, dobre pochopiteľný obsah získaných výsledkov a doterajšia tradícia, resp. dohovor, požiadavky užívateľa informácii 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 5.1.2 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.

## 2.6 ZABEZPEČENIE SYSTÉMU KONTROLY A RIADENIA KVALITY

Hoci od počiatku monitorovacích aktivít sa veľká pozornosť venovala harmonizácii metodických postupov a zabezpečeniu kvality jednotlivých prieskumov, v posledných rokoch je zrejme na európskej úrovni výrazný tlak na zabezpečenie postupov pre zvýšenie kvality celého procesu získavania a hodnotenia údajov v jednotlivých prieskumoch. Jednotlivé expertné panely pripravujú postupy pre zaistenie kvality a kontrolu kvality (QA/QC) pre terénnych prácach a laboratórnych prácach. Vyvíjajú sa kvantifikovateľné indikátory kvality a návrhy komplexných systémov manažmentu kvality. Priamu zodpovednosť na národnej úrovni nesú Národné centrá (NFC), teda aj Stredisko ČMS Lesy. LVÚ Zvolen ako Stredisko ČMS Lesy a Národné centrum (NFC) programu ICP Forests zabezpečuje systém kontroly a riadenia kvality najmä nasledovnými aktivitami:

- aplikáciou postupov určených manuálne v rámci možností daných technickým vybavením,
- účasťou expertov na medzinárodných kurzoch hodnotenia korún,
- účasťou expertov na pracovných stretnutiach expertných panelov a porovnávacích meraniach v rámci vybratých expertných panelov,
- pravidelnými školeniami pracovníkov pred terénnymi prácami,
- uplatňovaním softverového balíka FIMCI\_CK pri kontrole údajov v databázach,
- pravidelnou kalibráciou prístrojov podľa metrologických postupov.

Mimoriadnu pozíciu v štruktúre zabezpečenia kvality majú opatrenia v Centrálnom lesníckom laboratóriu (CLL). Vo všetkých rezortných laboratóriách MP SR je realizovaný systém AQA ako trvalý program prepojený na GEMS/Food – EURO. Jeho cieľom je zvýšiť kvalitu laboratórnych výsledkov, resp. ich spoľahlivosť a harmonizovať ich interpretáciu. Centrálné lesnícke laboratórium OEBLE LVÚ je do projektu AQA zapojené od r. 1997.

Kvalita analytických prác musí byť chápaná ako komplexný súhrn činností nutných pre danú analýzu tak, aby konečný výsledok celého súboru meraní spĺňal potreby lesníckeho výskumu a lesníckej praxe z hľadiska presnosti a správnosti. Kvalita analytických prác sa zabezpečuje najmä:

- internou kontrolou kvality
- externou kontrolou kvality
- vzdelávaním pracovníkov

Interná kontrola kvality analytických prác sa zabezpečuje najmä dôsledným dodržiavaním platných metodík jednotlivých analýz a kontrolou správnosti a presnosti stanovení pomocou analýz referenčných materiálov (RM) a vedenia Shewartových diagramov z týchto analýz. Cieľom CLL je zaviesť analýzy RM pre všetky analytické metódy používané pri analýzach mokrej depozície.

Od roku 2002 je v CLL zavedené meranie CRM SP-SW2 pre všetky kationy a ťažké kovy merané na ICP a AAS-ETA, z týchto meraní boli spracované Shewartove diagramy v programe Excel. Od roku 2004 sa začali merať LRM pre analýzy aniónov a ortute, z výsledkov týchto meraní sa Shewartove

diagramy v súčasnosti spracúvajú, zároveň sa spracúvajú Shewartove diagramy pre katióny a ťažké kovy v programe EffiValidation. Je potrebné doriešiť výber referenčných materiálov pre stanovenie pH, EC, alkalinity a amóniového katiónu, pretože tieto parametre sú časovo nestále.

Pre zvýšenie kvality analytických prác v laboratóriu je potrebné zaviesť pre každý parameter referenčné materiály v dvoch koncentračných úrovniach a spracovávanie Shewartových diagramov pre meranie blanku.

Externá kontrola kvality analytických prác sa zabezpečuje účasťou CLL v rôznych typoch medzilaboratórnych skúšok. Od roku 1997 zúčastňuje Medzilaboratórnych porovnávacích skúšok (MPS), ktoré 2-krát do roka poriada VÚVH Bratislava, národné referenčné centrum pre oblasť vôd na Slovensku.

Na základe výsledkov MPS sme od roku 2000 každoročne zaradovaní do zoznamu laboratórií v zmysle § 4, ods. 3 nariadenia vlády SR č. 242/1993 Z.z., ktoré sú určené Ministerstvom životného prostredia na vykonávanie rozborov vôd.

V roku 2004 sme sa v mesiacoch marec a apríl zúčastnili MPS – ŠAA – 3/2004 - Špeciálna anorganická analýza, zameranej na stanovenie prvkov v modelových roztokoch odpadových vôd, kde sme dostali Osvedčenie o správnosti výsledkov dosiahnutých v MPS pre ukazovatele – chróm, kadmium,

meď, nikel, olovo, ortuť, zinok, a MPS – PV – 4/2004 – Základný fyzikálno-chemický rozbor podzemných vôd, kde sme získali Osvedčenie o správnosti výsledkov dosiahnutých v MPS pre ukazovatele – pH, vodivosť, vápnik, horčík, draslík, sodík v prírodnej vzorke a hliník, mangán, chloridy a sírany v modelovej vzorke vody.

V októbri sme sa zúčastnili MPS – PV 10/2004 – Základný chemický rozbor povrchových vôd, kde sme spracovali 8 ukazovateľov v prírodnej vzorke a 3 parametre v modelovej vzorke povrchových vôd, a MPS – ŠAA – 10/2004 – Špeciálna anorganická analýza, kde sme analyzovali 6 parametrov v prírodnej vzorke vody na úrovni pitných a povrchových vôd. Výsledky týchto dvoch testov sme ešte nedostali.

Účasť na týchto MPS plánuje CLL aj v nasledujúcich rokoch.

V roku 2004 sme sa tiež zúčastnili Proficiency test CoEPT 1/2004 – Major and Trace Elements in Natural Water, ktorý organizoval Rovaniemi Research Station/laboratory, Finnish Forest Research Institut, Finland.

Vzdelávanie pracovníkov laboratória sa realizuje hlavne účasťou pracovníčok CLL na kurzoch, školeniach a seminároch.

## 3. VÝSLEDKY

### 3.1 EXTENZÍVNY MONITORING

#### 3.1.1 Stav koruny

##### **Defoliácia**

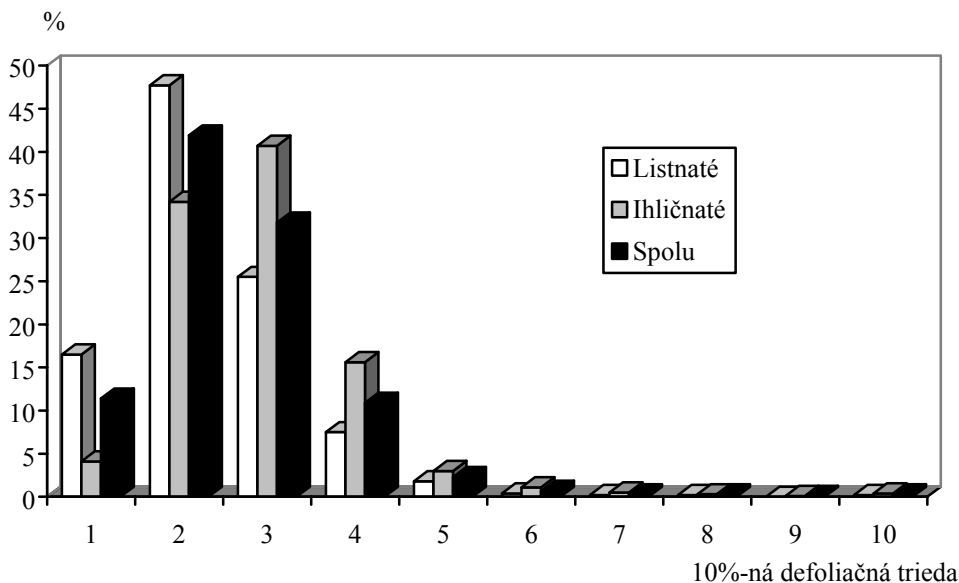
Defoliácia je základný okulárny symptóm a hlavný indikátor zdravotného stavu drevín. Je to parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedince (genetické, klimatické a stanovištné vplyvy, vplyv znečistenia ovzdušia a iné). Výsledky uverejnené v správe sú uvádzané v medzinárodne stanovenej 5-triednej stupnici defoliácie, len v tab. 3.2 a obr. 3.1 sú uverejnené výsledky rozdelené do 10%-ných tried defoliácie, z dôvodu podať podrobnejšiu informáciu rozdelení hodnôt defoliácie.

Tabuľky 3.1 a 3.2 a obr. 3.1 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 poškodenými drevinami na Slovensku. Najviac poškodenými drevinami (s najväčším podielom 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 2003 sa v tomto roku výrazne znížil podiel v stupni defoliácie 2-4 u buka a borovice. Podiel ihličnatých drevín so stupňom defoliácie 2-4 sa oproti predchádzajúcemu roku znížil predovšetkým zásluhou zlepšenia zdravotného stavu borovice a jedle. Naopak, vývoj podielu poškodených stromov u smreka bol negatívny. U listnatých drevín sa podiel poškodených stromov znížil hlavne zásluhou buka, u hraba a duba bol vývoj negatívny.

Na obr. 3.1 je znázornené rozdelenie stromov do defoliačných tried. Defoliačné triedy 1–3 (defoliácia 0–30 %) zahrňujú až 85,1 % zo všetkých stromov. Podiel stromov s defoliáciou väčšou ako 50 % je iba 1,7 %.



Obr. 3.1 Podiel stromov v jednotlivých defoliačných triedach

Tab. 3.1 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	20,1	68,4	11,4	0,1	0,0	79,9	11,5	1386
Dub	0,2	64,0	34,2	1,2	0,4	99,8	35,8	494
Hrab	26,2	50,4	22,6	0,4	0,4	73,8	23,4	279
Ostatné listnaté	17,6	54,0	26,4	1,7	0,3	82,4	28,4	296
Listnaté spolu	16,5	63,6	19,1	0,6	0,2	83,5	19,9	2455
Smrek	3,8	58,9	36,2	0,8	0,3	96,2	37,3	1082
Jedľa	6,5	50,7	40,8	2,0	0,0	93,5	42,8	201
Borovica	3,2	66,0	28,9	1,2	0,7	96,8	30,8	402
Smrekovec	6,6	60,5	32,9	0,0	0,0	93,4	32,9	76
Ihličnaté spolu	4,1	59,7	34,9	1,0	0,3	95,9	36,2	1761
Spolu	11,3	62,0	25,7	0,8	0,2	88,7	26,7	4216

Tab. 3.2 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	20,1	54,1	21,2	3,2	0,9	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	1386
Dub	0,2	40,7	38,3	16,0	3,0	0,2	1,0	0,2	0,0	0,4	494
Hrab	26,2	36,8	24,7	10,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	279
Ost. list.	17,9	38,8	24,7	10,5	4,7	1,4	0,3	1,0	0,0	0,7	296
List.spolu	16,5	47,7	25,5	7,5	1,8	0,4	0,2	0,2	0,0	0,2	2455
Smrek	3,8	35,4	37,2	18,0	3,2	1,2	0,3	0,5	0,1	0,3	1082
Jedľa	6,5	29,3	41,3	16,4	4,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,5	201
Borovica	3,5	34,5	48,0	9,0	2,2	1,0	0,7	0,2	0,2	0,7	402
Smrekovec	6,6	28,9	50,0	13,2	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	76
Ihl. spolu	4,1	34,2	40,7	15,6	3,0	1,1	0,5	0,3	0,1	0,4	1761
Spolu	11,4	41,9	31,8	10,9	2,3	0,7	0,3	0,3	0,1	0,3	4216

### Zmena sfarbenia

Zmena sfarbenia 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, stopových prvkov, suché periódy, mrazy). Tabuľka 3.3 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 %).

Tab. 3.3 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	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1386
Dub	98,8	1,0	0,2	0,0	0,0	1,2	0,2	494
Hrab	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	279
Ost. list.	99,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	296
List. spolu	99,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2455
Smrek	97,8	1,2	0,8	0,2	0,0	2,2	1,0	1082
Jedľa	92,0	7,0	0,5	0,5	0,0	8,0	1,0	201
Borovica	92,0	6,3	1,5	0,2	0,0	8,0	1,7	402
Smrekovec	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76
Ihl. spolu	95,9	3,0	0,9	0,2	0,0	4,1	1,1	1761
Spolu	98,1	1,4	0,4	0,1	0,0	1,9	0,5	4216

### Kombinácia defoliácie a zmeny sfarbenia asimilačných orgánov

Tabuľka 3.4 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 3.1 a za celé sledované obdobie od roku 1987 možno konštatovať, že z dôvodu žltnutia nedochádza na celoslovenskej úrovni k významnejšiemu presunu stromov do vyšších stupňov poškodenia.

Tab. 3.4 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	20,1	68,4	11,4	0,1	0,0	79,9	11,5	1386
Dub	0,2	64,0	34,0	1,4	0,4	99,8	35,8	494
Hrab	26,2	50,4	22,6	0,4	0,4	73,8	23,4	279
Ost. list.	17,6	54,0	26,4	1,7	0,3	82,4	28,4	296
List. spolu	16,5	63,7	19,0	0,6	0,2	83,5	19,8	2455
Smrek	3,8	58,6	36,0	1,3	0,3	96,2	37,6	1082
Jedľa	6,5	50,2	41,3	2,0	0,0	93,5	43,3	201
Borovica	3,2	65,7	28,4	2,0	0,7	96,8	31,1	402
Smrekovec	6,6	60,5	32,9	0,0	0,0	93,4	32,9	76
Ihl. spolu	4,1	59,4	34,7	1,5	0,3	95,9	36,5	1761
Spolu	11,3	61,9	25,6	1,0	0,2	88,7	26,8	4216



### Vývoj zdravotného stavu v rokoch 1987 - 2004

Tabuľka 3.5 udáva zastúpenie ihličnatých, listnatých a všetkých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie od začiatku vykonávania monitoringu v roku 1987 po rok 2004 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 došlo k výraznému 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. 3.5 Vývoj zastúpenia jednotlivých druhov drevín v stupňoch defoliácie

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

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

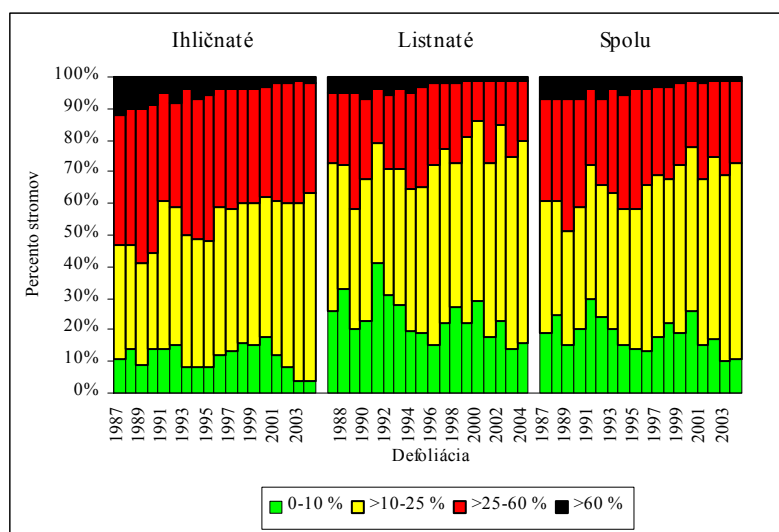
V roku 2002 došlo k zlepšeniu zdravotného stavu u listnatých drevín. Podiel listnatých stromov v defoliačnom stupni 2-4 klesol oproti roku 2001 o 12 % (z 27 na 15 %) a dostal sa takmer na úroveň roku 2000, kedy bol zaznamenaný ich najlepší zdravotný stav od začiatku monitoringu. V roku 2003 sa zdravotný 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 predchádzajú-**

**cemu roku mierne zlepšil predovšetkým zásluhou buka, jedle a borovice. U niektorých drevín (dub, hrab, smrek) bolo pozorované zhoršenie zdravotného stavu.** Zdravotný stav ihličnatých drevín je od roku 1996 ustálený s podielom stromov v stupni poškodenia 2-4 v rozpätí od 38 do 42 %. Na obrázkoch 3.2 – 3.4 je znázornené zastúpenie vybraných druhov drevín a skupín drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia od začiatku monitoringu v roku 1987.

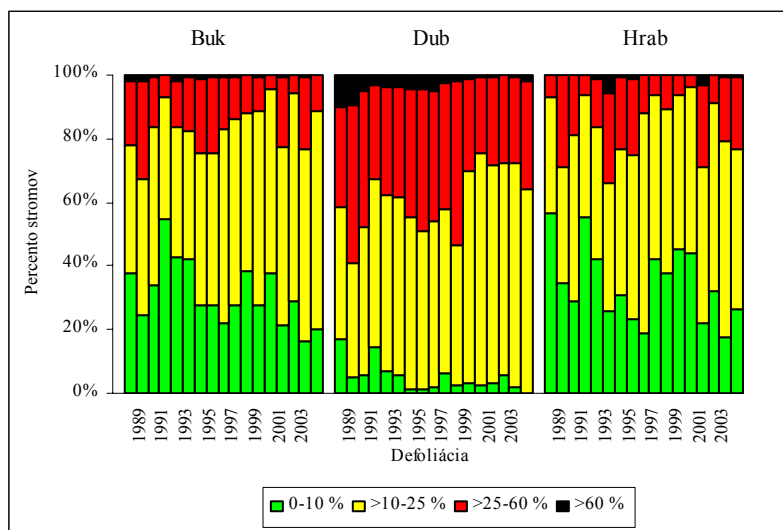
### Priemerná defoliácia drevín v rokoch 1988 - 2004

Tabuľka 3.6 udáva základné štatistické veličiny: aritmetický priemer defoliácie a strednú chybu určenej priemernej defoliácie vypočítané pre dvojstupňový výber, od roku 1988 do roku 2003. Na základe strednej chyby je možné určiť v akom intervale sa pohybujú výberové priemery defoliácie pre celú SR

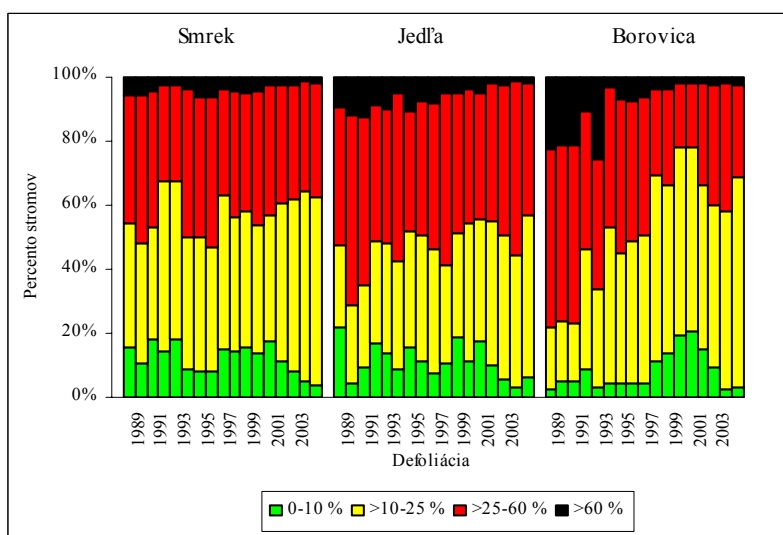
so 68 %-nou spoľahlivosťou. Malý rozsah výberu pri niektorých drevinách (jaseň, javor, agát, smrekovec) spôsobuje, že interval v ktorom sa výberové aritmetické priemery môžu pohybovať je veľký a z toho dôvodu aj presnosť určenia aritmetického priemeru defoliácie je menšia.



Obr. 3.2 Zastúpenie skupín drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.3 Zastúpenie vybraných listnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie



Obr. 3.4 Zastúpenie vybraných ihličnatých drevín v jednotlivých stupňoch defoliácie

Tab. 3.6 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1988 - 2004 a dosiahnutá presnosť ich určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1988	1989	1990	1991	1992	1993
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Buk	21,0 ± 1,2	20,6 ± 1,1	19,8 ± 0,7	18,3 ± 0,8	16,2 ± 0,9	17,6 ± 0,6
Dub	29,9 ± 1,4	30,6 ± 1,2	30,3 ± 1,5	28,0 ± 1,8	30,8 ± 1,6	25,6 ± 1,1
Hrab	19,8 ± 1,6	21,8 ± 2,0	18,9 ± 0,8	14,1 ± 1,0	15,7 ± 1,5	14,7 ± 1,7
Jaseň	40,4 ± 5,7	33,4 ± 4,3	29,6 ± 3,5	22,8 ± 1,8	27,6 ± 3,3	23,5 ± 1,4
Javor	31,9 ± 3,1	28,0 ± 2,6	23,2 ± 1,5	22,4 ± 2,0	21,8 ± 1,5	20,2 ± 1,7
Agát	57,0 ± 6,7	48,4 ± 6,1	42,7 ± 4,0	37,0 ± 4,5	45,7 ± 6,2	34,6 ± 4,1
List. spolu	25,9 ± 1,5	25,3 ± 1,2	23,8 ± 0,9	21,5 ± 0,9	21,8 ± 1,2	20,4 ± 0,8
Smrek	31,5 ± 1,4	31,9 ± 1,1	26,7 ± 1,1	28,0 ± 1,1	27,2 ± 1,1	28,5 ± 1,2
Jedľa	32,6 ± 4,1	31,6 ± 3,0	32,8 ± 2,4	33,7 ± 2,3	29,3 ± 3,1	28,6 ± 2,8
Borovica	32,3 ± 1,8	32,8 ± 1,9	31,2 ± 1,5	24,8 ± 1,1	25,4 ± 1,5	21,6 ± 1,1
Smrekovec	30,0 ± 4,0	27,6 ± 1,7	25,2 ± 3,2	24,7 ± 2,5	23,4 ± 3,5	24,5 ± 1,2
Ihlič. spolu	31,7 ± 1,2	32,0 ± 0,9	28,3 ± 0,9	27,7 ± 0,9	26,8 ± 1,0	26,8 ± 1,0
Spolu	28,3 ± 1,1	28,1 ± 0,9	25,7 ± 0,7	24,1 ± 0,7	23,9 ± 0,9	23,0 ± 0,7

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba				
	2000	2001	2002	2003	2004
Buk	14,9 ± 0,6	20,7 ± 0,8	16,5 ± 0,5	21,9 ± 1,0	18,6 ± 0,6
Dub	23,3 ± 0,9	24,0 ± 0,7	23,4 ± 1,0	24,2 ± 0,9	26,5 ± 1,1
Hrab	14,2 ± 1,1	22,7 ± 2,6	16,4 ± 1,1	20,4 ± 1,3	19,8 ± 1,8
Jaseň	22,9 ± 2,5	24,4 ± 2,3	24,0 ± 1,9	27,3 ± 1,9	26,0 ± 2,5
Javor	16,5 ± 1,5	20,7 ± 1,9	17,5 ± 1,4	20,9 ± 0,9	22,2 ± 2,0
Agát	39,8 ± 3,7	37,3 ± 6,7	36,1 ± 5,2	37,8 ± 4,6	28,2 ± 5,0
List. spolu	18,3 ± 0,8	22,3 ± 0,9	19,0 ± 0,8	22,6 ± 0,8	20,9 ± 0,7
Smrek	28,2 ± 1,2	26,5 ± 1,0	26,5 ± 0,9	25,6 ± 0,8	26,4 ± 0,7
Jedľa	28,3 ± 2,9	28,8 ± 1,8	29,3 ± 1,7	29,7 ± 1,2	26,8 ± 1,1
Borovica	22,0 ± 1,3	24,7 ± 1,3	26,4 ± 1,5	27,3 ± 1,1	26,1 ± 1,3
Smrekovec	20,3 ± 1,5	26,3 ± 2,6	27,4 ± 2,5	27,4 ± 2,4	24,8 ± 1,7
Ihlič. spolu	26,5 ± 1,0	26,3 ± 0,8	26,9 ± 0,8	26,5 ± 0,7	26,3 ± 0,5
Spolu	21,6 ± 0,8	23,9 ± 0,7	22,2 ± 0,7	24,2 ± 0,6	23,2 ± 0,5

Na overenie štatistickej významnosti výberových priemerov jednotlivých drevín bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v rokoch 2003 a 2004. V roku 2004 došlo k zlepšeniu priemerných defoliácií u väčšiny drevín, k zhoršeniu došlo iba u duba a smreka. V kategórii listnaté dreviny spolu došlo k signifikantnému zlepšeniu defoliácie o  $1,7 \pm 0,7$  % a aj **celkový zdravotný stav všetkých drevín sa signifikatne zlepšil o  $1,0 \pm 0,5$  %**. U ihličnatých drevín spolu nedošlo k štatisticky významným zmenám v priemernej defoliácii. Zmena defoliácie v roku 2004 oproti roku 2003 vyjadruje tzv. brutto zmenu (1,07%), 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 Krafťa). Netto zmena – zmena ku

ktorej došlo v skúmanom období na rovnakom súbore stromov je zlepšenie o 0,95 %. Rozdiel medzi brutto a netto zmenou (0,12 %) je zapríčinený predovšetkým zhoršením priemernej defoliácie vplyvom ťažby o 0,09 %. S cieľom overiť štatistickú významnosť rozdielov výberových priemerov bola testovaná hypotéza o rovnosti priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch. Výsledky sú uvedené v tabuľke 3.7.

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 a 2004. V rokoch 1993, 1995, 1998 a 1999 nedošlo k štatisticky významným zmenám oproti predošlému roku, a preto ich môžeme považovať za náhodné.

Tab. 3.7 Test zhody priemerných defoliácií v jednotlivých rokoch

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

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**

Tab. 3.8 Dynamika zmien zdravotného stavu v rokoch 1997 až 2004

Časť	Pre-sun	1997-98			1998-99			1999-00			2000-01			2001-02			2002-03			2003-04		
		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	12	11	8	15	12	9	15	13	8	14	11	6	13	10	3	9	6	2	7	5
	0-1	5	86	7	7	12	10	5	7	6	10	14	12	6	5	5	6	13	10	2	6	4
	0-2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	2	0	1	0
	0-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II.	1-0	7	13	10	6	6	6	8	13	11	4	4	4	2	8	6	1	5	4	2	9	6
	1-1	30	30	30	29	34	32	29	41	36	30	37	34	37	43	40	40	43	42	44	44	44
	1-2	9	13	11	10	7	8	9	5	7	11	16	14	11	4	6	11	14	13	10	8	9
	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	2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
	2-1	11	8	9	10	14	12	10	10	10	9	4	6	10	14	13	11	5	7	13	14	14
	2-2	24	11	16	24	10	16	24	8	14	25	7	14	26	9	15	26	7	15	24	10	16
	2-3	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	3-3	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
	3-4	0	0	0	1	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		1677	2489	4166	1740	2476	4216	1657	2505	4162	1712	2527	4239	1623	2498	4121	1635	2434	4069	1759	2455	4214
Zlepšenie		20	23	22	18	21	20	20	23	22	14	9	11	13	26	20	14	10	12	16	24	21
Bez zmeny		63	54	58	62	59	60	64	64	64	64	58	61	69	65	67	69	59	63	71	61	65
Zhoršenie		17	23	20	20	20	20	16	13	14	22	33	28	18	9	13	17	31	25	13	15	14
Celk. zmena			-2			0			-8			+17			-7			+13			-7	

Tabuľka 3.8 vyjadruje dynamiku zmien zdravotného stavu lesov vyjadrenú prostredníctvom zmien podielu stromov zaradených do jednotlivých stupňov defoliácie za obdobie 1997-2004. 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 2004 oproti roku 2003 14 % stromov zhoršilo svoj zdravotný

stav, 65 % hodnotených stromov ostalo na tom istom stupni defoliácie a 21 % stromov svoj stav zlepšilo. **Celkove došlo k zlepšeniu zdravotného stavu hodnotených stromov oproti roku 2002, ktoré bolo zapríčinené predovšetkým zlepšením zdravotného stavu listnatých drevín, predovšetkým buka. Zdravotný stav ihličnatých drevín je v posledných rokoch ustálený.**

### Defoliácia vo vzťahu k typu poškodenia

Na hodnotených stromoch sa sleduje každoročne poškodenie kmeňa a koruny, ktoré sa zatrieďuje do nasledujúcich typov poškodenia: **zverou, hmyzom, hubami, abiotickými činiteľmi (vetrom, mrazom, snehom), ťažbovou činnosťou človeka, ohňom, epifytmi.** Intenzita poškodenia nie je sledovaná.

Tabuľka 3.9 uvádza počet stromov, ktoré boli v roku 2004 poškodené jednotlivými typmi poškodenia a podiel poškodených stromov s defoliáciou väčšou ako 25 % na celkovom množstve poškodených stromov v danom type poškodenia.

Tab. 3.9 Výskyt jednotlivých typov poškodenia na hodnotených stromoch

Typ poškodenia	Výskyt poškodenia		Defoliácia > 25 %	
	počet stromov	% z celkového počtu	počet stromov	% z napadnutých stromov
zver	72	1,4	27	38
hmyz	521	10,2	221	42
huby	482	9,5	151	31
abiotické činitele	168	3,3	57	34
ťažbová činnosť	319	6,3	87	27
oheň	3	0,1	1	33
epifyty	90	1,8	54	60
SPOLU	1342	26,3	489	36

Z celkového počtu 5098 hodnotených stromov bol na 26,3 % zistený aspoň 1 typ poškodenia. Každoročne je najviac stromov poškodených priamou činnosťou človeka (ťažbová činnosť) a hubami. V roku 2004, podobne ako v predchádzajúcom roku, sa vyskytol vysoký podiel poškodenia listožravým hmyzom. Po ňom nasleduje poškodenie abiotickými škodlivými činiteľmi. Vplyv jednotlivých druhov poškodenia na zvyšovanie defoliácie je približne rovnaký. Iba vplyv epifytov (predovšetkým imela) je výrazne vyšší. Zhruba môžeme povedať, že každý

tretí poškodený strom má defoliáciu väčšiu ako 25 %. Najviac poškodzovanou drevinou je dub a hrab, najmenej poškodzovanou jedľa a borovica. Najväčší podiel na vysokom poškodení duba a hraba mal v roku 2004 listožravý hmyz. U smreka sa najčastejšie vyskytuje poškodenie ťažbovou činnosťou a hubami, jedľa s borovicou sú vo veľkej miere napádané imelom. Buk a agát sú poškodzované predovšetkým hubami. Poškodenie koruny a kmeňa pre jednotlivé dreviny je uvedené v tabuľke 3.10.

Tab. 3.10 Výskyt jednotlivých typov poškodenia podľa drevín

Drevina	Počet stromov	Počet poškod. stromov	Počet poškodených stromov v %	Rozdelenie poškodených stromov podľa druhov poškodenia v %						
				zver	hmyz	huby	abiotické	ťažba	oheň	epifyty
Smrek	1401	328	23,4	22	7	38	25	45	0	0
Jedľa	230	41	17,8	2	0	22	20	20	0	59
Borovica	416	60	14,4	0	0	8	3	8	5	83
Buk	1628	344	21,1	0	26	60	6	34	0	0
Dub	533	276	51,8	0	80	22	4	2	0	5
Hrab	391	164	41,9	0	83	21	3	13	0	0
Agát	90	15	16,7	0	0	100	7	0	0	0

## Plodivosť

Plodivosť bola hodnotená štvorčlennou stupnicou: žiadna ( ), slabá (C), stredná (B) a silná (A). V roku 2004 bola pozorovaná plodivosť približne na jednej štvrtine hodnotených stromov. Najväčšia plodivosť bola pozorovaná u borovice (plodilo 59,6 % pozorovan

vaných stromov). Vysokú plodivosť mal aj smrek, priemernú dub a hrab a nízku plodivosť v tomto roku mala jedľa a buk. Tabuľka 3.11 uvádza plodivosť jednotlivých druhov drevín v roku 2004.

Tab. 3.11 Plodivosť drevín v roku 2004

Drevina	Počet stromov				Počet stromov celkom	Plodivosť v %
	A	B	C	Spolu A-C		
Smrek	25	104	327	456	1401	32,5
Jedľa	0	0	12	12	230	5,2
Borovica	2	46	200	248	416	59,6
Buk	8	14	71	93	1628	5,7
Dub	9	50	63	122	533	22,9
Hrab	27	50	40	117	391	29,9

### 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 3.6, ktorá udáva priemernú defoliáciu drevín v rokoch 1988 - 2004. Predpokladaný vývoj zdravotného stavu je vypočítaný

ihličnaté dreviny: SAO = 956,40 - 0,4646 \* rok,  
listnaté dreviny: SAO = 504,83 - 0,2417 \* rok,  
spolu: SAO = 733,77 - 0,355 \* rok,

taný pomocou jednoduchej lineárnej regresie ( $y=a+b*x$ ). Významnosť trendov sa overila testom významnosti výberových korelačných koeficientov. Trend a jeho významnosť udávajú nasledovné rovnice:

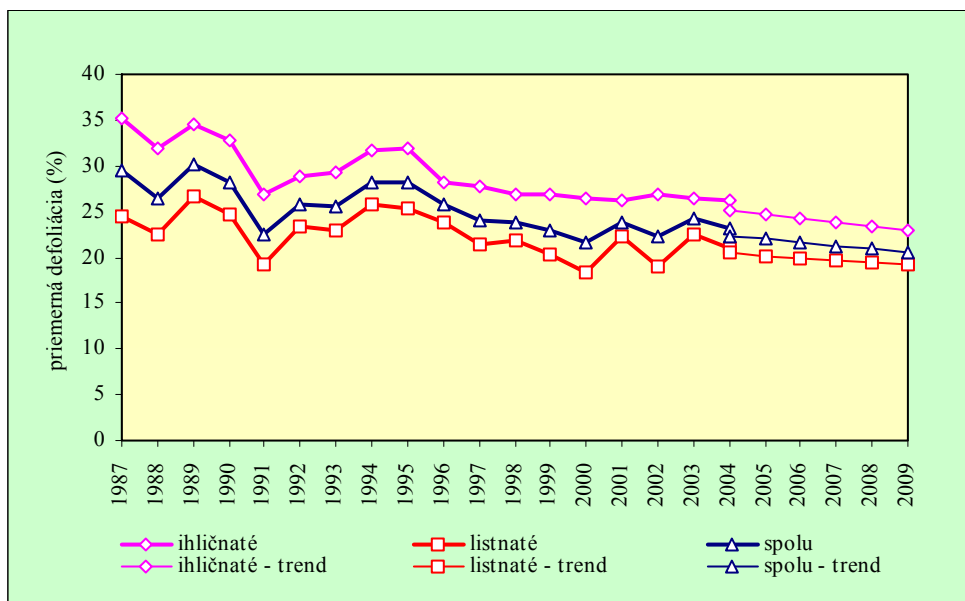
$r = -0,8152$ ,  $t = 5,630$   $t_{0,05(16)} = 2,120$   
 $r = -0,5402$ ,  $t = 2,568$   $t_{0,05(16)} = 2,120$   
 $r = -0,7243$ ,  $t = 4,202$   $t_{0,05(16)} = 2,120$

Vývoj zdravotného stavu lesných drevín je znázornený na obrázkoch 3.5 a 3.6. 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 0,46 %, pri listnatých sa zlepši o 0,24 % a spolu sa zdravotný stav ročne zlepši o 0,36 %. 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 ôsmich rokoch došlo k zlepšeniu zdravotného stavu a priemerná defoliácia všetkých drevín klesla pod 25 %. Ihličnaté dreviny majú od roku 1996 vyrovnané hodnoty priemernej defoliácie (26,3-28,3 %), pri listna-**

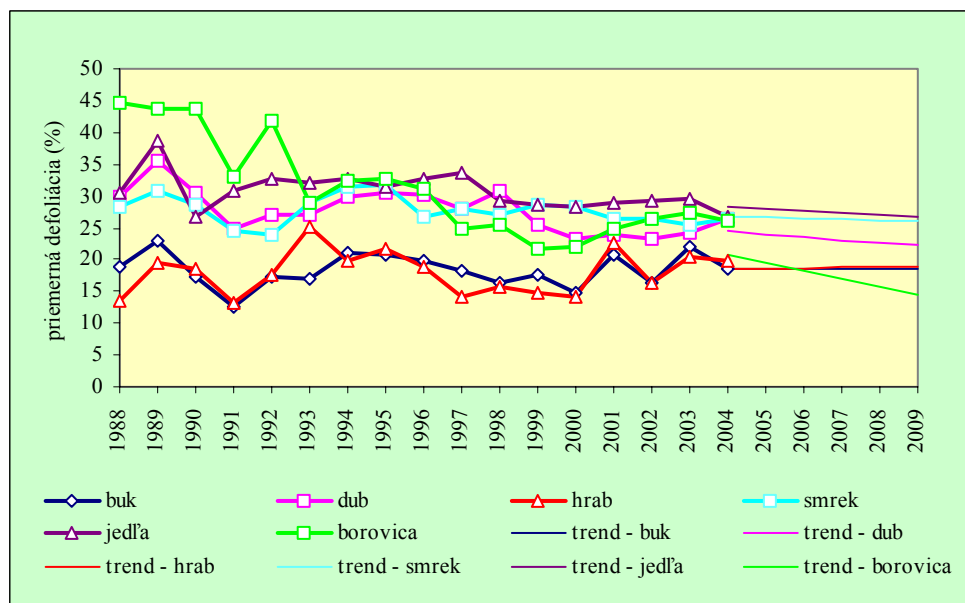
ihličnaté dreviny:  $zast\% = 2149,6 - 1,0547 * rok$ ,  
listnaté dreviny:  $zast\% = 1605,9 - 0,7915 * rok$ ,  
spolu:  $zast\% = 1862,8 - 0,9164 * rok$ ,

**tých drevinách dochádza medzi jednotlivými rokmi k väčším výkyvom.** Možno konštatovať, že zdravotný stav lesov Slovenska v posledných rokoch je stabilizovaný, výkyvy v jednotlivých rokoch sú spôsobované predovšetkým klimatickými faktormi. Zastúpenie stromov v stupňoch defoliácie 2-4 pre skupinu ihličnatých drevín, listnatých drevín a spolu je možné určiť na základe tabuľky 3.5. Prognóza trendu do roku 2009 je vypočítaná pomocou jednoduchej lineárnej regresie ako v predchádzajúcom prípade a znázornená na obrázku 3.7. 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.

$r = -0,7747$ ,  $t = 4,901$   $t_{0,05(16)} = 2,120$   
 $r = -0,5800$ ,  $t = 2,848$   $t_{0,05(16)} = 2,120$   
 $r = -0,7089$ ,  $t = 4,020$   $t_{0,05(16)} = 2,120$

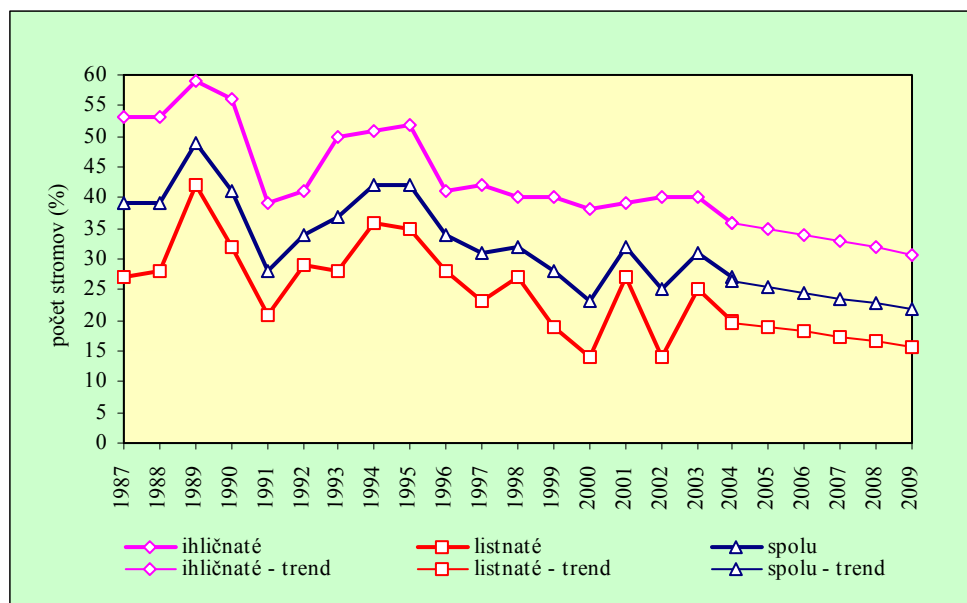


Obr. 3.5 Vývoj priemernej defoliácie a prognóza trendu do roku 2009



Obr. 3.6 Vývoj priemernej defoliácie a prognóza trendu do roku 2009 pre vybrané druhy drevín





Obr. 3.7 Vývoj zastúpenia stromov v stupni poškodenia 2-4 a prognóza trendu do roku 2009

### 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 v kapitole 2.5 považuje z matematicko-štatistického hľadiska systém monitorovania zdravotného stavu v sieti 16x16 km za dvojstupňový výber s nerovným 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. 3.12 a tab. 3.13) a priemernej defoliácie (tab. 3.14) 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. 3.12 Relatívny podiel jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia a ich rámce presnosti pri zohľadnení počtu stromov na ploche

Drevina	Stupeň poškodenia						1+2+3+4	2+3+4	Počet stromov
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %				
Buk	19,4±2,9	71,7±3,1	8,8±1,3	0,1±0,0	-	80,6±3,3	8,9±1,3	1386	
Dub	0,3±0,3	70,2±7,6	27,6±5,9	1,5±0,8	0,4±0,3	99,7±0,3	29,5±6,7	494	
Hrab	13,4±3,7	47,7±7,2	38,2±8,0	0,6±0,5	0,1±0,1	86,6±4,9	38,9±8,4	279	
Ostatné listnaté	12,4±5,3	55,8±4,8	29,8±3,8	1,4±0,5	0,6±0,3	87,6±5,6	31,8±4,1	296	
Listnaté spolu	13,8±2,1	66,5±2,7	18,9±2,4	0,6±0,2	0,2±0,1	86,2±2,4	19,7±2,5	2455	
Smrek	3,6±1,1	58,5±2,5	36,7±2,8	0,9±0,5	0,3±0,2	96,4±1,3	37,9±2,9	1082	
Jedľa	6,1±1,8	46,7±4,1	45,6±5,3	1,6±0,6	-	93,9±2,4	47,2±5,2	201	
Borovica	1,5±1,0	62,2±3,7	33,6±3,4	1,6±0,6	1,1±0,7	98,5±1,1	36,3±3,7	402	
Smrekovec	14,4±11,7	54,3±8,1	31,3±5,3	-	-	85,6±11,9	31,3±5,3	76	
Ihličnaté spolu	4,1±1,0	59,6±2,0	34,9±2,1	1,0±0,4	0,3±0,2	95,9±1,1	36,2±2,3	1761	
Spolu	10,7±1,7	63,7±2,0	24,6±2,0	0,7±0,2	0,3±0,1	89,3±1,9	25,6±2,1	4216	

Tab. 3.13 Relatívny podiel jednotlivých druhov drevín v stupňoch poškodenia a ich rámce presnosti pri zohľadnení kruhovej základne stromov

Drevina	Stupeň poškodenia							
	0 0-10 %	1 11-25 %	2 26-60 %	3 61-99 %	4 100 %	1+2+3+4	2+3+4	Počet stromov
Buk	19,0±3,3	67,9±3,1	12,9±2,0	0,2±0,1	-	81,0±3,4	13,1±2,1	1386
Dub	0,1±0,1	61,8±7,6	36,2±6,3	1,5±0,8	0,4±0,3	99,9±0,1	38,1±6,7	494
Hrab	21,1±6,7	50,0±6,6	28,1±8,7	0,5±0,3	0,3±0,1	78,9±7,7	28,9±8,8	391
Ostatné listnaté	3,9±1,2	60,1±4,1	34,4±3,8	1,4±0,6	0,2±0,1	96,1±1,3	36,0±4,0	296
Listnaté spolu	13,9±2,1	64,5±2,4	20,9±2,2	0,6±0,2	0,1±0,1	86,1±2,3	21,6±2,4	2455
Smrek	3,1±1,1	57,2±2,5	39,0±3,0	0,5±0,2	0,2±0,1	96,9±1,2	39,7±3,0	1082
Jedľa	6,4±1,7	48,7±5,5	43,3±6,6	1,6±0,7	-	93,6±2,4	44,9±6,4	201
Borovica	2,2±1,3	62,6±3,5	32,4±3,3	2,1±0,9	0,7±0,5	97,8±1,4	35,2±3,5	402
Smrekovec	7,3±4,7	56,9±6,8	35,8±6,6	-	-	92,7±5,0	35,8±6,6	76
Ihličnaté spolu	3,6±0,9	57,5±2,0	37,9±2,4	0,8±0,2	0,2±0,1	96,4±1,0	38,9±2,4	1761
Spolu	9,0±1,4	61,4±1,7	28,7±1,8	0,7±0,1	0,2±0,1	91,0±1,5	29,6±1,9	4216

Tab. 3.14 Porovnanie priemernej defoliácie (SAO) drevín vypočítanej podľa starej a novej metodiky pri zohľadnení počtu stromov (M) a kruhovej základne na ploche (G) v roku 2004 a dosiahnutá presnosť ich určenia

Drevina	SAO <sub>M</sub>	SAO <sub>G</sub>	SAO <sub>stm</sub>
Buk	18,1±0,6	19,2±0,8	18,6±0,6
Dub	25,7±1,8	27,2±1,6	26,5±1,1
Hrab	24,3±2,0	21,9±2,7	19,8±1,8
Jaseň	24,9±3,2	26,9±3,5	26,0±2,5
Javor	20,1±5,6	21,9±3,8	22,2±2,0
Agát	27,8±5,6	30,8±6,1	28,2±5,0
Listnaté spolu	21,3±0,8	21,7±0,7	20,9±0,7
Smrek	26,5±0,8	26,5±0,7	26,4±0,7
Jedľa	27,4±1,1	27,0±1,4	26,8±1,1
Borovica	27,9±1,1	27,5±1,2	26,1±1,3
Smrekovec	23,4±2,6	24,7±1,7	24,8±1,7
Ihličnaté spolu	26,5±0,6	26,6±0,6	26,3±0,5
Spolu	23,1±0,6	24,0±0,5	23,2±0,5

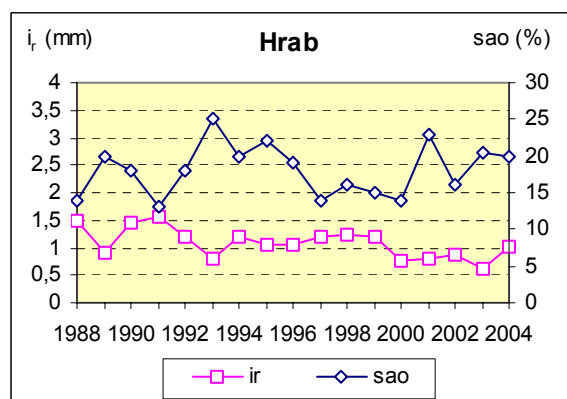
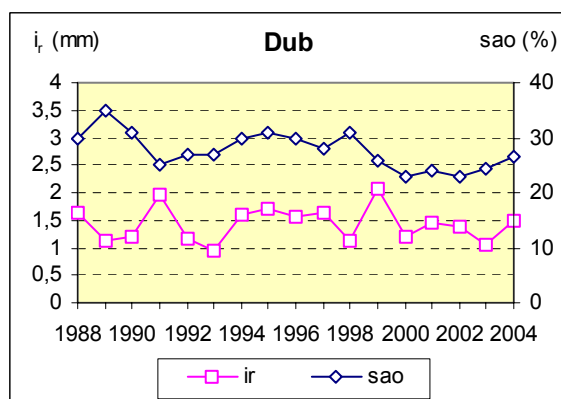
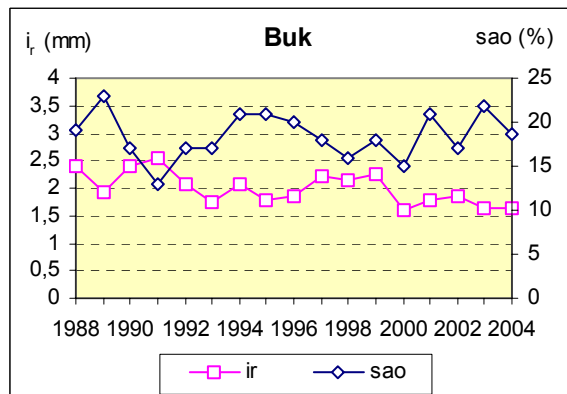
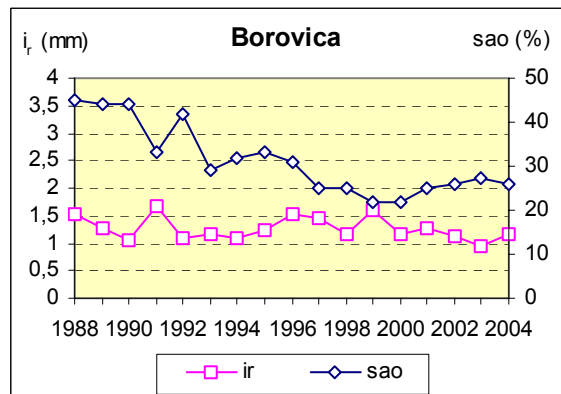
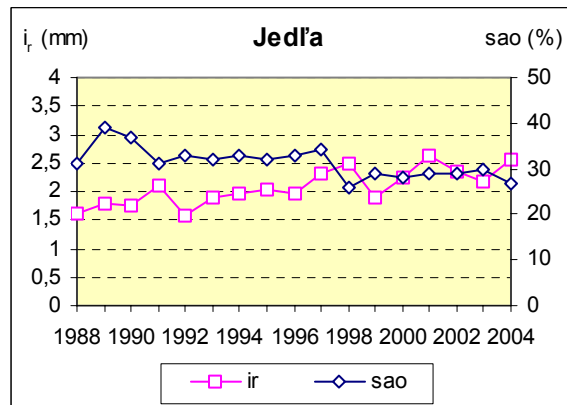
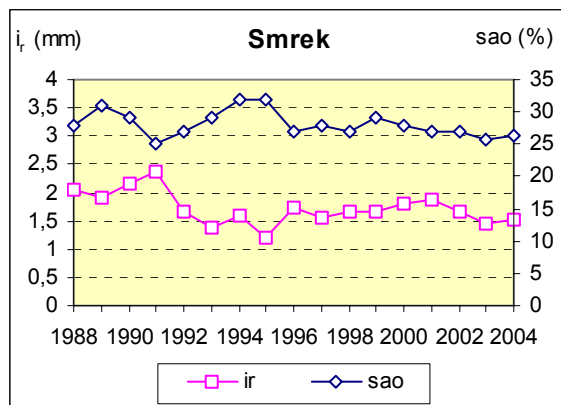
### 3.1.4 Vývoj a kvantifikácia zmien hrúbkového prírastku

Zhoršenie zdravotného stavu lesov sa nepriaznivo prejavuje na produktivnosti lesných porastov. Z taxačných veličín sa najväčší význam prisudzuje hrúbkovému prírastku, pretože ide o základný a ľahko zistiteľný komponent objemového prírastku. Na obr. 3.8 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

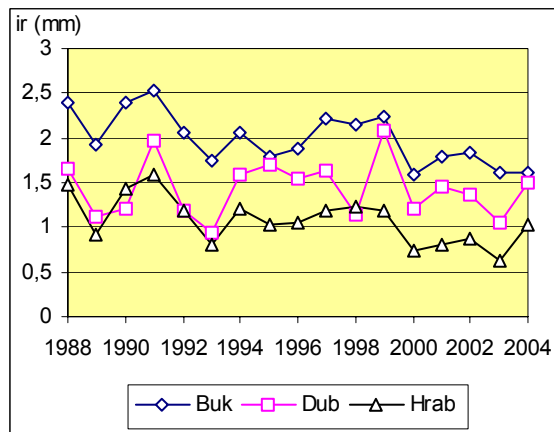
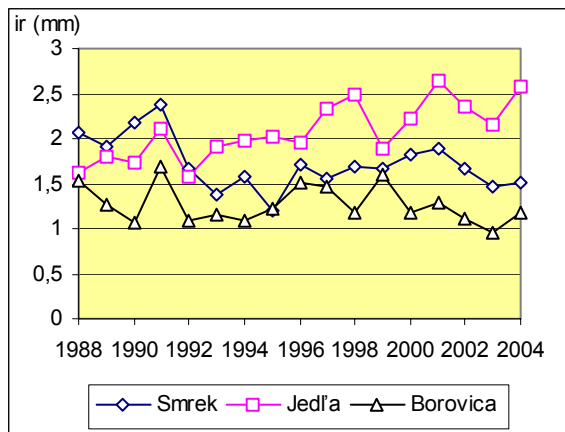
zapríčinené predovšetkým deficitom zrážok vo vegetačnom období. V roku 2004 bol u všetkých drevín radiálny prírastok vyšší ako v klimaticky nepriaznivom predchádzajúcom roku. Výnimku tvorí iba buk, kde radiálny prírastok ostal na rovnakej úrovni ako v roku 2003.



Obr. 3.8 Vývoj radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ ) a defoliácie v rokoch 1988-2004

Na obrázku 3.9 je znázornený vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov listnatých a ihličnatých drevín v rokoch 1988-2004. 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 ihlič-

natých 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. 3.9 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku vybraných druhov drevín

### 3.1.5 Vyhodnotenie zmeny zdravotného stavu lesov medzi rokmi 1990 a 2002 z kozmických snímok

#### Podkladový materiál

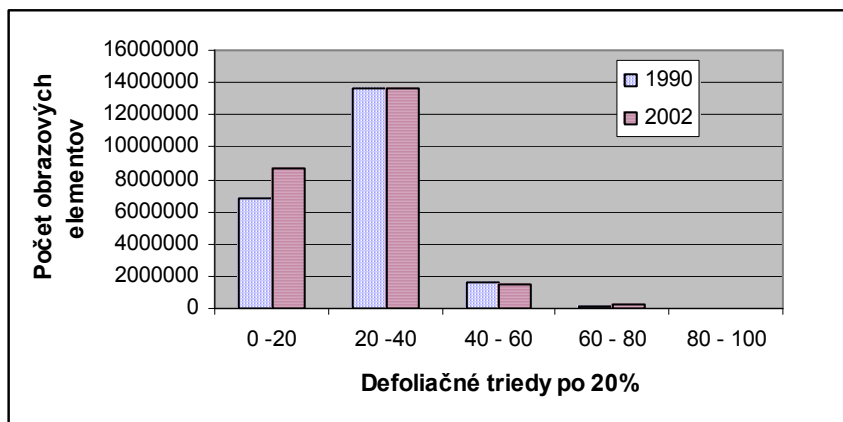
Pre celoplošné vyhodnotenie zmeny zdravotného stavu lesov sme použili klasifikácie z predchádzajúcich období. Klasifikácia zdravotného stavu k roku 1990 bola vyhodnotená z kozmických záznamov Landsat TM na základe regresného modelu medzi výstupnými zložkami z analýzy základných komponentov a hodnotami defoliácie stromov stanovenými na TMP v sieti 16x16 km v roku 1990. Klasifikácia zdravotného stavu k roku 2002 bola vyhodnotená z kozmických záznamov Landsat

ETM+ na základe regresného modelu medzi výstupnými zložkami z analýzy základných komponentov a hodnotami defoliácie stromov stanovenými na TMP v sieti 16x16 km v roku 2002. Pre rok 2002 boli k dispozícii dve kozmické scény (187/26 a 189/26), ktoré nepokrývajú celé územie Slovenska. Chýbajúce časti boli doplnené klasifikáciou zdravotného stavu z kozmických snímok Landsat ETM+ z roku 2000 (obr. 3.11).

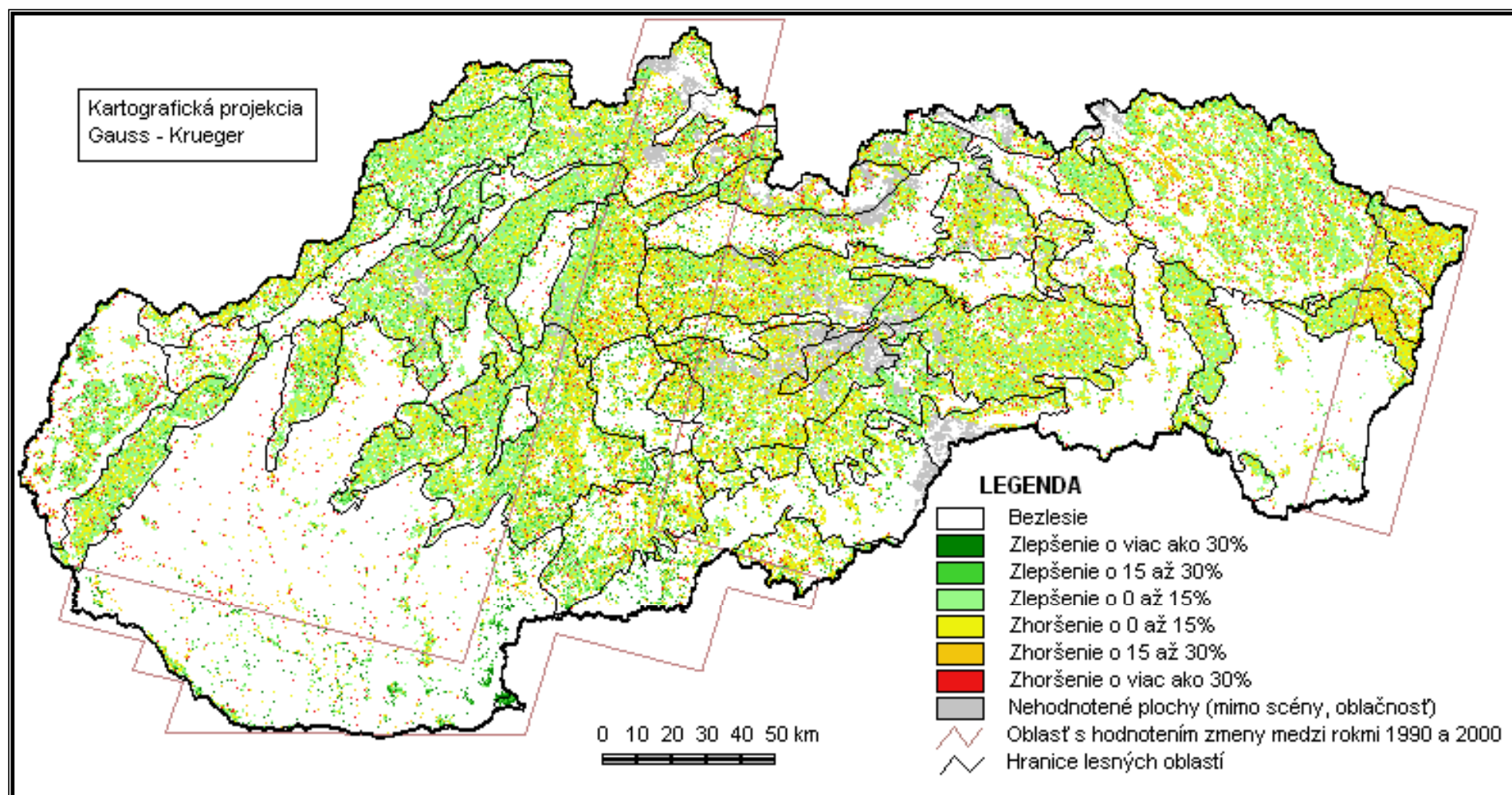
#### Metodika a výsledky riešenia

Priemerná defoliácia stanovená klasifikáciou kozmických snímok z roku 2002 bola 22,5% a z roku 1990 bola 24,7% s chybou  $\pm 2,7\%$  pri spoľahlivosti 95%. Zmena medzi obdobiami bola vykonaná na základe postklasifikačného porovnania (delta metóda). Metóda je založená na nezávislej klasifikácii zdravotného stavu v porovnávaných obdobiach

a následnom stanovení diferencie medzi vyklasifikovanými hodnotami. Porovnané boli vyklasifikované obrazové elementy z jednotlivých období. Súhrnné výsledky klasifikácií znázorňuje obrázok 3.10. Výsledky pre roky 1990 a 2002 sú málo odlišné, v roku 2002 je väčšia plocha lesov zaradená do defoliačnej triedy do 20%.



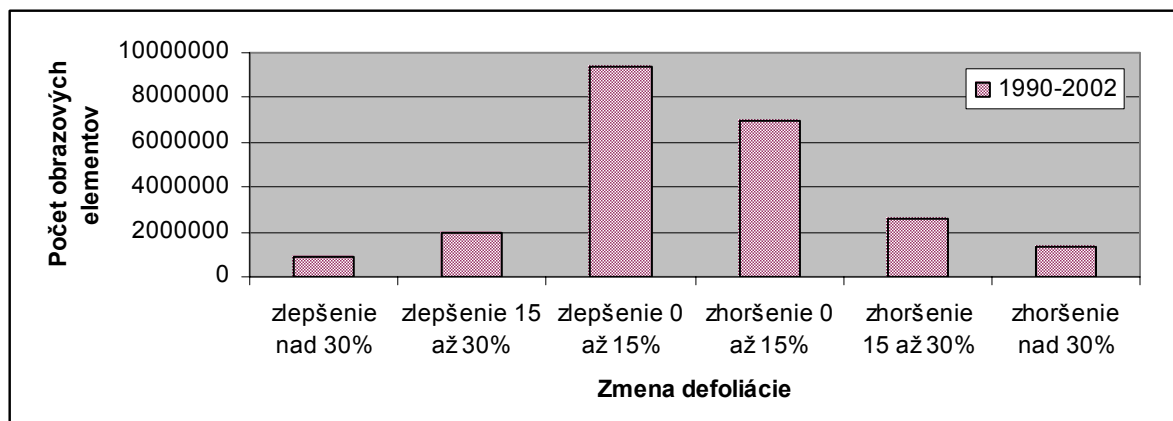
Obr. 3.10 Počet obrazových elementov v defoliačných triedach. Veľkosť obrazového elementu 30x30 metrov.



Obr. 3.11. Mapová kompozícia klasifikácie zmeny zdravotného stavu lesov Slovenska z kozmických snímok Landsat TM, ETM+ v období rokov 1990 a 2002 (2000). Zmena zdravotného stavu je vyjadrená zmenou v percentuálnej strate asimilačných orgánov.

Súhrnné výsledky o zmene defoliácie znázorňuje obrázok 3.12. Na väčšej časti plochy lesov v roku 2002 defoliácia poklesla, tento pokles bol slabý, je sústredený v kategórii zlepšenia do 15%, čo pri chybe stanovenia defoliácie možno považovať za štatisticky nevýznamnú zmenu. Štatisticky významné zmeny sú vyššie v triedach zvýšenia defoliácie nad 15%. Pri interpretácii týchto zmien však treba zohľadniť aj ich priestorovú distribúciu, v prípade ich výskytu na okrajoch plôch lesa na rozhraní s nelesným pokryvom pôdy väčšinou vyjadrujú neidentické stotožnenie porovnávaných obra-

zov, tento problém je charakteristický najmä pre územia s nízkou lesnatosťou (obr. 3.12). Z priestorovej lokalizácie zmien defoliácie vyplýva, že k zlepšeniu zdravotného stavu porastov v porovnanom období došlo najmä na západnej a východnej časti územia, zhoršenie stavu je sústredené viac v strednej časti územia. Lokalizáciu je potrebné interpretovať s ohľadom na výskyt škodlivých činiteľov. V roku 1990 spôsobilo z výšenie defoliácie na západnom Slovensku premnoženie listožravých škodcov.



Obr. 3.12 Zmena defoliácie

### 3.1.6 Paneurópsky monitorovací systém

#### Výsledky hodnotení v roku 2003

Do hodnotenia zdravotného stavu lesa v rámci európskej transnárodnej monitorovacej siete, zahrňujúcej iba TMP v sieti 16x16 km bolo v roku 2003 zapojených 30 krajín. Hlavným ukazovateľom zdravotného stavu bola defoliácia, ktorá sa hodnotila na 131503 stromoch v rámci 5915 monitorovacích plôch. Výsledky sú zhrnuté v tabuľkách 3.15-3.17 a graficky znázornené na obrázkoch 3.13-3.16 podľa údajov uvádzaných v správach Forest Condition in Europe. 2004 Technical Report a The Condition of Forests in Europe. 2004 Executive Report, ktoré vydala UNECE v Ženeve v roku 2004.

Priemerná defoliácia v roku 2003 bola 20,4%, čo predstavuje zhoršenie oproti roku 2002 o 0,6%. 22,7% 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 2003 poškodených 25,9% listnatých drevín a 20,5% ihličnatých drevín. Zo štvorice európskych drevín s najväčším zastúpením je najviac poškodený dub letný a zimný (37,2%), nasleduje smrek (25,3%), buk (22,9%) a borovica (16,2%). Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2003 vyjadrená pomou

percenta poškodených stromov je na obrázku 3.13. 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 baltických štátov. Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2003 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP je na obrázku 3.14. Čo sa týka trendov vývoja zdravotného stavu na 15,3% všetkých plôch bolo pozorované signifikantné zvýšenie priemernej defoliácie, na 74,0% nebola pozorovaná žiadna významná zmena v defoliácii a na 10,7% plôch bolo pozorované signifikantné zlepšenie priemernej defoliácie v porovnaní s rokom 1997. Výsledky hodnotenia sfarbenia asimilačných orgánov uvádza tabuľka 3.17. V rámci celej Európy vykazuje 8,5% všetkých drevín sfarbenie väčšie ako 10%.

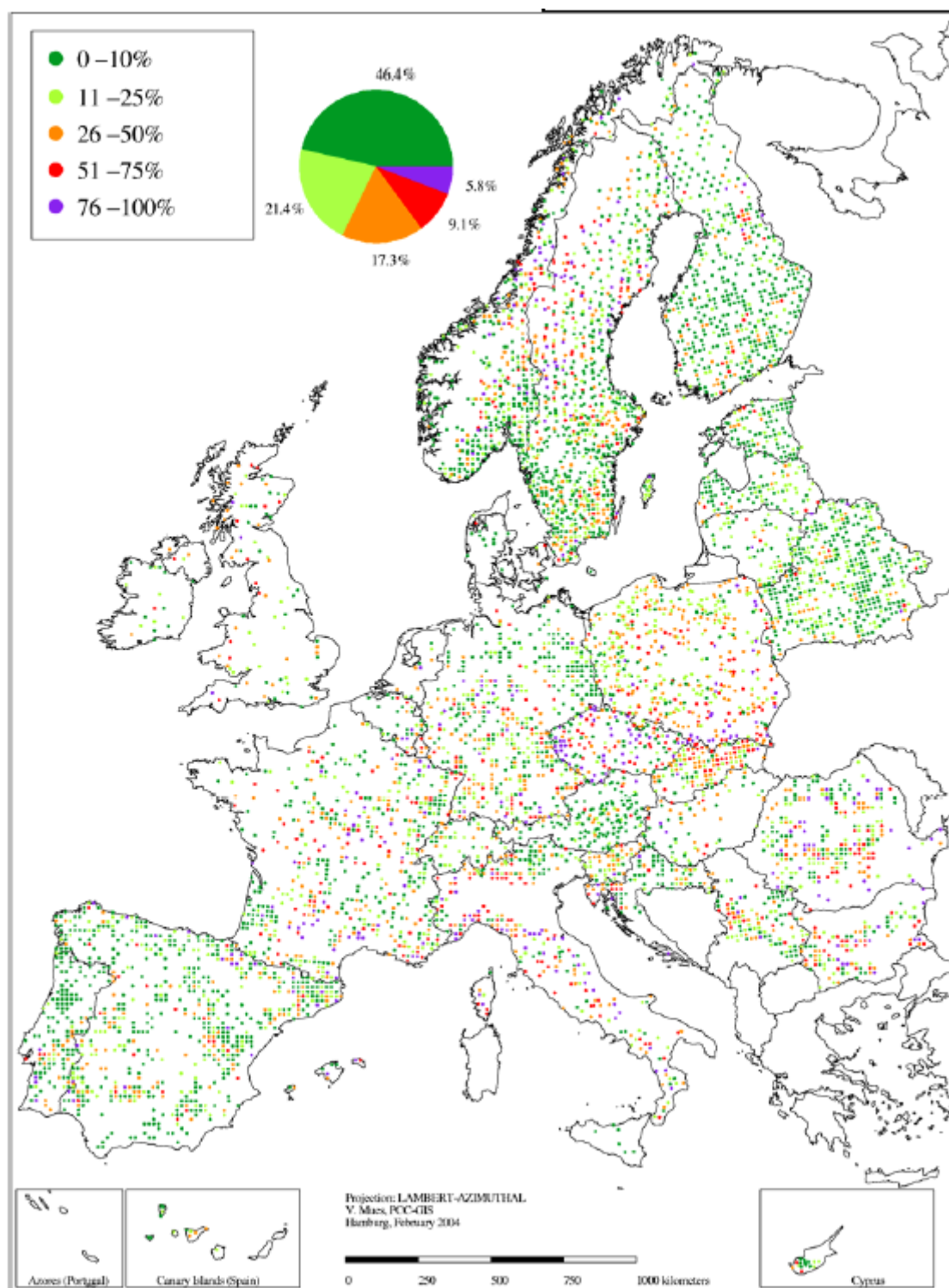
Tab. 3.15 Výsledky hodnotenia defoliácie v roku 2003 v Európe

Štát	Počet hodnotených stromov	Stupne poškodenia				
		0	1	2	3+4	2+3+4
Albánsko		v roku 2003 neposkytli údaje				
Anglicko	7440	28,8	46,5	23,2	1,5	24,7
Belgicko	3087	40,7	42,0	14,9	2,4	17,3
Bielorusko	9691	36,0	52,7	9,3	2,0	11,3
Bulharsko	5115	19,3	47,0	26,8	6,9	33,7
Cyprus	360	21,1	60,5	18,1	0,3	18,4
Česká rep.	6610	11,4	34,2	53,5	0,9	54,4
Dánsko	479	62,1	27,7	7,9	2,3	10,2
Estónsko	2228	42,8	49,6	6,6	1,0	7,6
Fínsko	8482	54,4	34,9	9,9	0,8	10,7
Francúzsko	10298	35,6	36,0	25,4	3,0	28,4
Grécko		v roku 2003 neposkytli údaje				
Holandsko	233	53,2	28,8	15,0	3,0	18,0
Chorvátsko	1869	36,0	42,1	19,8	2,1	21,9
Írsko	403	52,9	33,2	11,2	2,7	13,9
Lichtenštajn.		v roku 2003 neposkytli údaje				
Litva	6758	13,3	72,0	11,9	2,8	14,7
Lotyšsko	8601	21,8	65,7	10,3	2,2	12,5
Luxembursko		v roku 2003 neposkytli údaje				
Maďarsko	27224	35,6	41,9	17,1	5,4	22,5
Moldavsko	14631	27,8	29,8	34,9	7,5	42,4
Nemecko	13572	31,3	46,2	21,1	1,4	22,5
Nórsko	7700	38,9	38,2	19,8	3,1	22,9
Poľsko	25140	8,2	57,1	32,6	2,1	34,7
Portugalsko	4080	45,0	42,0	10,8	2,2	13,0
Rakúsko	3470	61,1	27,8	9,1	2,0	11,1
Rumunsko	101243	62,2	25,2	11,1	1,5	12,6
Rusko		v roku 2003 neposkytli údaje				
Slovensko	4253	9,6	59,0	30,3	1,1	31,4
Slovinsko	984	33,2	39,3	23,6	3,9	27,5
Srbsko a Č. Hora	2390	41,0	36,2	20,6	2,2	22,8
Španielsko	14880	22,7	60,7	13,2	3,4	16,6
Švajčiarsko	1054	31,6	53,6	7,9	7,0	14,9
Švédsko	14713	46,7	35,1	15,1	3,1	18,2
Taliano	6866	19,8	42,6	33,2	4,4	37,6
Turecko		v roku 2003 neposkytli údaje				
Ukrajina	1342	18,4	54,6	24,3	2,7	27,0

Srbsko a Čierna Hora: iba Srbsko

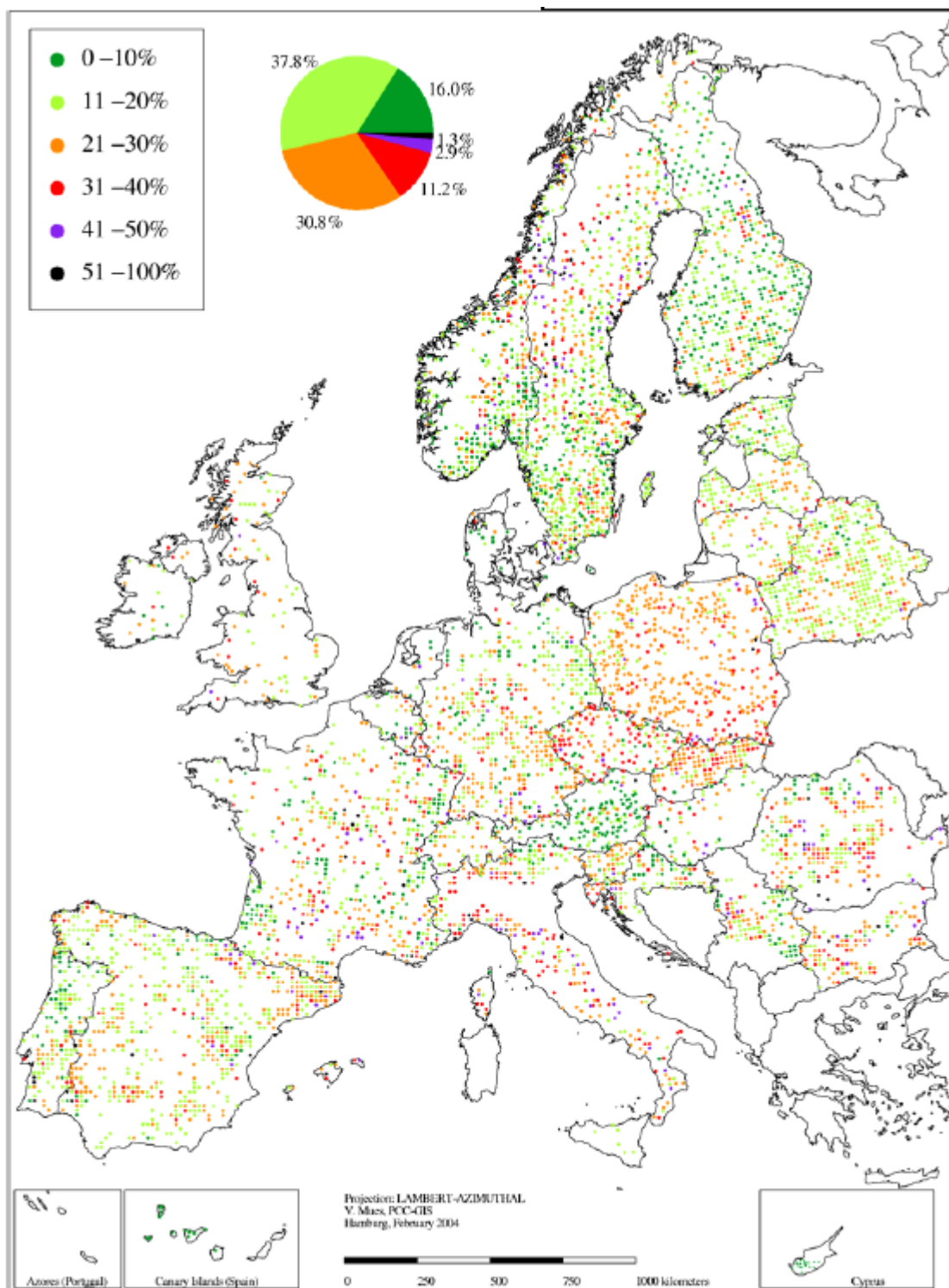
Tab. 3.16 Percentá stromov v defoliačných triedach a priemerná defoliácia pre listnaté, ihličnaté a všetky dreviny spolu

	Dreviny	Percentá stromov v defoliačných triedach							Defoliácia		Počet Stromov
		0-10%	>10-25%	0-25%	>25-60%	>60%	mŕtve	>25%	Ar. priem	Medián	
EU	List.	27,4	46,2	73,6	22,9	2,6	0,9	26,4	22,4	20	30837
	Ihlič.	42,6	40,4	83,0	14,9	1,6	0,5	17,0	17,5	15	45778
	Spolu	36,5	42,7	79,2	18,2	2,0	0,6	20,8	19,5	15	76615
Európa spolu	Buk	31,4	45,7	77,1	20,9	1,6	0,4	22,9	20,3	20	11753
	Dub	15,7	47,1	62,8	34,0	2,7	0,5	37,2	25,9	25	8262
	List.	28,6	45,5	74,1	22,8	2,3	0,8	25,9	22,0	20	53837
	Smrek	38,5	36,2	74,7	22,8	2,0	0,5	25,3	19,6	15	26469
	Bor.	33,5	50,3	83,8	14,6	1,1	0,5	16,2	18,7	15	35559
	Ihlič.	34,9	44,6	79,5	18,3	1,6	0,6	20,5	19,3	15	77666
Spolu	32,3	45,0	77,3	20,1	1,9	0,7	22,7	20,4	15	131503	

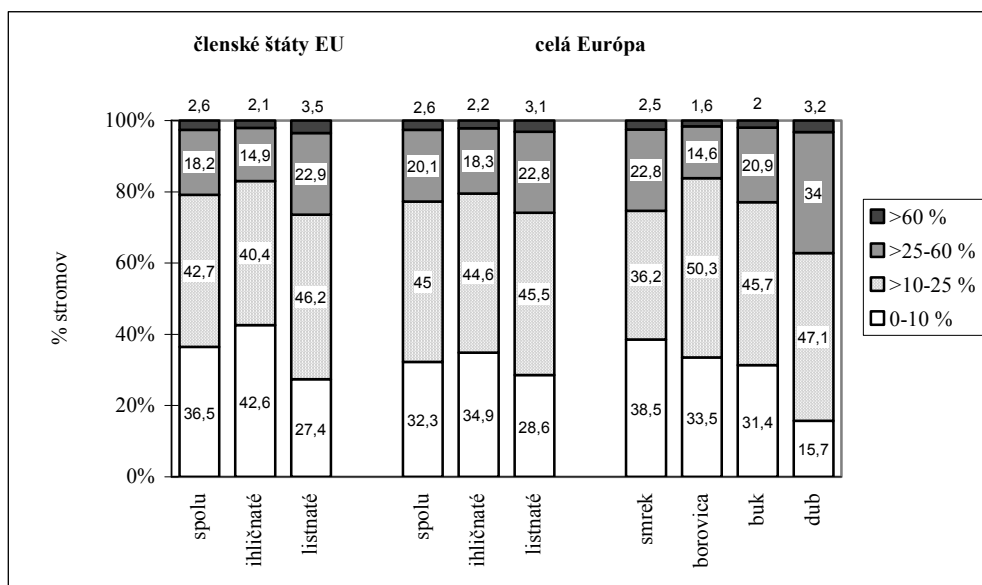


Obr. 3.13 Priestorová distribúcia poškodenia lesov v Európe v roku 2003 vyjadrená prostredníctvom percenta stromov zaradených do stupňa poškodenia 2-4





Obr. 3.14 Priestorová distribúcia lesov v Európe v roku 2003 vyjadrená pomocou priemernej defoliácie na TMP



Obr. 3.15 Zastúpenie drevín v jednotlivých stupňoch poškodenia v Európe

Tab. 3.17 Percentá stromov v jednotlivých triedach sfarbenia

	Dreviny	Zmena sfarbenia					Počet stromov	
		0-10 %	>10-25 %	>25-60 %	>60 %	mŕtve		
EÚ	listnaté	89,6	6,4	2,1	1,0	0,9	10,4	30837
	ihličnaté	94,0	4,0	1,2	0,4	0,4	6,0	45778
	spolu	92,2	5,0	1,6	0,6	0,6	7,8	76615
celá Európa	listnaté	88,8	7,6	2,1	0,8	0,7	11,2	53837
	ihličnaté	93,2	4,6	1,5	0,3	0,4	6,8	77666
	spolu	91,5	5,8	1,7	0,5	0,5	8,5	131503

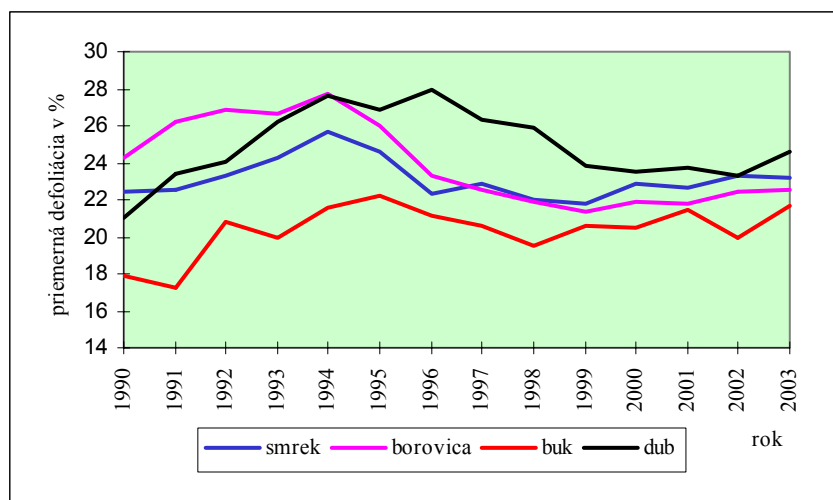
### Vývoj defoliácie hlavných druhov drevín

Vývoj priemernej defoliácie pre vybrané druhy lesných drevín v Európe v rokoch 1990-2003 je uvedený v tabuľke 3.18 a znázornený na obrázku 3.16. 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, do-

plňania stromov a pod. Výhodou takto vypočítanej defoliácie bolo, že ju neovplyvňoval veľký počet nových stromov zahrnutých do transnárodnej siete 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. 3.18 Vývoj priemernej defoliácie podľa drevín v rokoch 1990-2003 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



Obr. 3.16 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 1990-2003  
Belgicko, Dánsko, Holandsko, Maďarsko, Nemecko (západné), Írsko, Lotyšsko, Poľsko, Portugalsko, Slovensko, Španielsko, Švajčiarsko
- obdobie 1997-2003  
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 je 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 sa jeho priemerná defoliácia opäť mierne zvýšila. Medzi faktory, ktoré najviac ovplyvňovali zdravotný stav drevín patrili klimatické podmienky, napadnutie hmyzom a hubami a taktiež aj znečistenie ovzdušia.

## 3.2 INTENZÍVNY MONITORING

### 3.2.1 Predmet intenzívneho monitoringu

Hlavným cieľom intenzívneho monitoringu je prispieť k lepšiemu poznaniu a pochopeniu dôsledkov znečistenia ovzdušia a ďalších faktorov na lesné ekosystémy. V tomto kontexte môžeme špecifické ciele definovať nasledovne:

- Zhodnotiť úlohu atmosférických polutantov v lesných ekosystémoch vyjadrených prostred-

níctvom ich akumulácie (accumulation), uvoľňovania (release) a vyluhovania (leaching).

- Zhodnotiť kritické záťaž a kritické úrovne atmosférických polutantov ( $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $NH_3$ , ťažké kovy) pre lesné ekosystémy vo vzťahu k súčasnej záťaži.
- Zhodnotiť odozvy lesných ekosystémov k zmenám znečistenia ovzdušia v súčasnosti

s pôsobením ďalších stresových faktorov a stanovištných podmienok.

- Zhodnotiť dôsledky budúcich scenárov vývoja znečistenia ovzdušia na stav a vývoj lesných ekosystémov.

Merania intenzívneho kontinuálneho monitoringu lesných ekosystémov, tzv. druhá úroveň monitoringu sa v rámci Európy vykonávajú na 860 TMP v 30 krajinách. **Obsahom programu sú kontinuálne a intenzívne hodnotenia stavu koruny, pevnej a kvapalnej zložky pôdy, listov, sledovanie prírastku, meranie depozícií látok do lesných eko-**

**systémov a sledovanie meteorologických parametrov**, s výhľadom na 15 až 20 rokov. Na území Slovenskej republiky sa v rámci ČMS Lesy v roku 2004 vykonávali uvedené merania na 7 trvalých monitorovacích plochách, šesť v gescii LVÚ Zvolen a jedna v gescii VS ŠL TANAP Tatranská Lomnica. Rozhodujúcim kritériom pri výbere TMP bolo zameranie výskumu na najtypickejšie lesné ekosystémy na Slovensku, tj. na dubiny, bučiny, smrekovo-jedľové bučiny a smrečiny. Monitorovacie plochy boli umiestnené do oblastí mimo priameho lokálneho vplyvu imisií.

### 3.2.2 Charakteristiky plôch, vývoj defoliácie, prírastku a prízemnej vegetácie

#### TMP 201 – Čifáre (TMP G10)

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	192
Vek	81
Rad	B
Slt	Carpineto-Quercetum
Lesný typ	1307-Mrvicová hrabová dúbava na spraši
Pôdny typ	Hnedozem luvizemná
Zastúpenie	cr 100 %, silný podrast trnky, vt. zobu a šípky
Bonita	1
Výchovné zásahy	Prebierka

#### Dynamika hrúbkového rastu

##### Metodika a postup riešenia

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

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

Na troch TMP (Jasenie, Čifáre, Turová) boli nainštalované mikrodendrometre českej firmy Ecological Measuring Systems, na TMP Poľana sa využili už

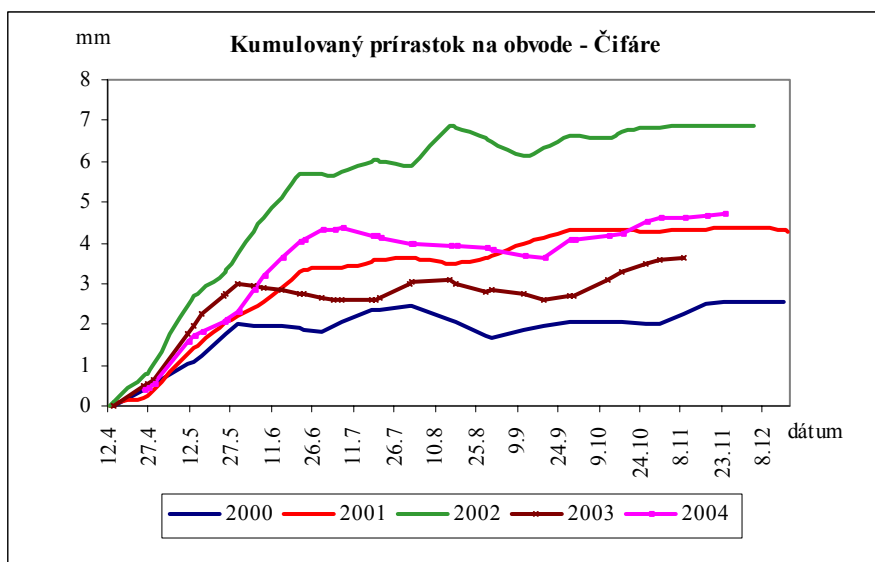
nainštalované (v roku 1997 pracovníkmi Technickej univerzity Zvolen) rakúske mikrodendrometre Dial-dendro, ktoré sa však z dôvodu zarastania do kmeňov priebežne nahrádzajú dendrometrami českými. Na TMP Čifáre bolo nainštalovaných 40 dendrometrov pre drevinu cer, na TMP Jasenie 40 dendrometrov pre drevinu smrek na TMP Turová 40 dendrometrov pre drevinu buk a na TMP Poľana bolo pôvodne nainštalovaných 6 dendrometrov pre drevinu buk a po 3 pre drevinu smrek, jedľa a jaseň. V súčasnosti po doplnení je na TMP Poľana 11 dendrometrov pre buk, 10 pre smrek a po 5 pre javor, jaseň a jedľa. 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

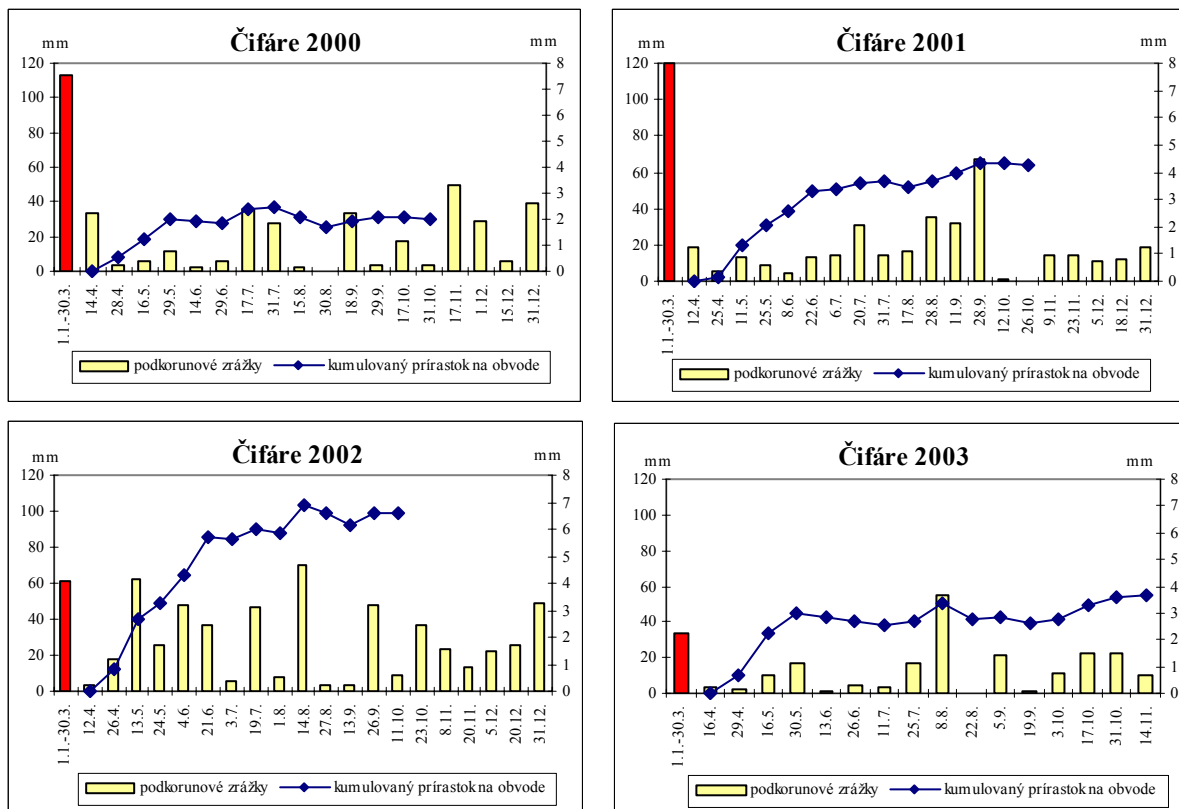
a pri raste sa napätie meračského pásu prenáša na vernierovu stupnicu s presnosťou 0,1 mm. Odčítanie je u oboch manuálne.

**Výsledky**

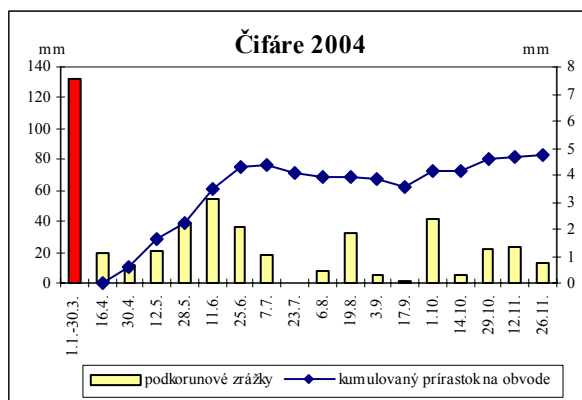
Merania boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu cere. Pribeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2004 je znázornený na obr. 3.17.



Obr. 3.17 Pribeh rastu duba cerového na TMP Čifáre v rokoch 2000-2004



Obr. 3.18a Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2004

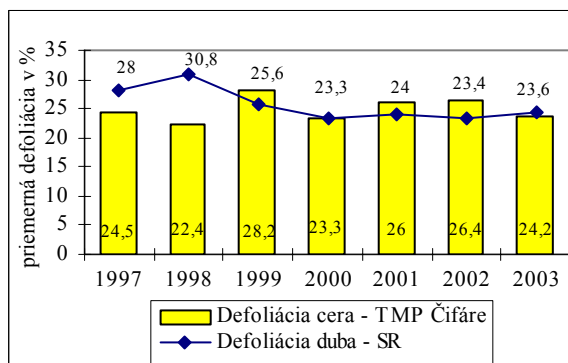


Obr. 3.18b Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2004

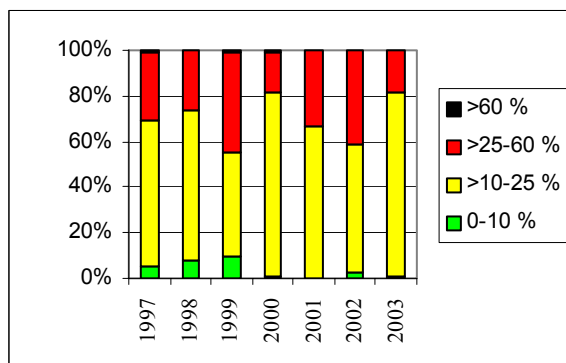
Začiatok rastovej periódy je v polovici apríla, iba v roku 2001 bol rast o niekoľko dní opozdený. Veľkosť hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch je rozdielna. Je zrejme, že množstvo zrážok tu hrá významnejšiu úlohu ako vo vysokohorských polohách. V roku 2000, keď od polovice apríla do konca júna 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. 3.18). 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. Podrobnejšia dendroklimatická analýza na monitorovacích plochách II. úrovne bola vykonaná a publikovaná v roku 2002.

### Vývoj defoliácie



Obr. 3.19 Defoliácia cere v rokoch 1997-2003



Obr. 3.20 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.19 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

Tab. 3.20 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cer	24,5 ± 0,8	22,4 ± 0,6	28,2 ± 1,1	23,3 ± 0,7	26,0 ± 0,5	26,4 ± 0,7	23,6 ± 0,4

Tab. 3.21 Vývoj priemerneho radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cer	-	0,64 ± 0,04	1,73 ± 0,12	0,42 ± 0,05	0,64 ± 0,04	1,31 ± 0,05	0,81 ± 0,06

Rozdiely priemernej defoliácie duba cerového v sledovanom období sú malé. Zdravotný stav tohto porastu je stabilizovaný. V roku 1999 bola zazna-

menaná najvyššia defoliácia, ale takisto aj najvyšší radiálny hrúbkový prírastok.

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: dubový

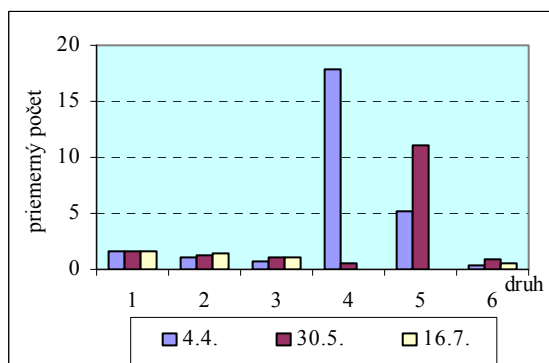
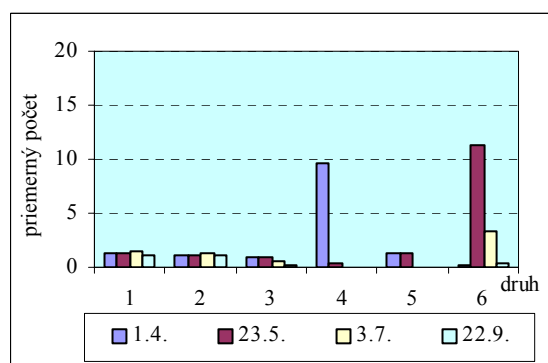
Skupina lesných typov: Carpineto-Quercetum, (CQ), lesný typ: 1307- Mrvicová hrabová dúbava na spráší

Celková pokryvnosť podrastu v %: jarný aspekt 95, kry 70, byliny 25, pozemné machy 0,

letný aspekt 95, kry 75, byliny 20, pozemné machy 0.

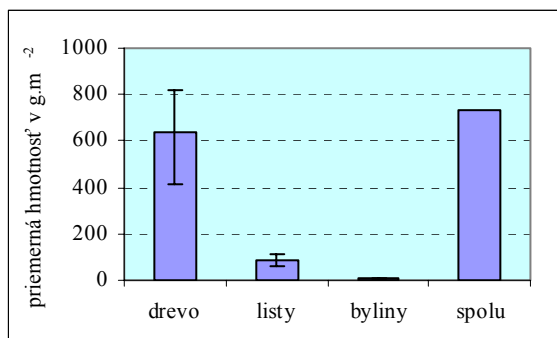
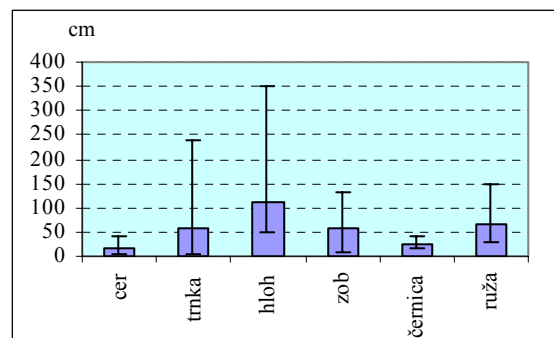
Vrstva (etáž)	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	31.5.1999	15.7.1999
Stromová	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	90	90
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	0,1	0,1
Krovinná	<i>Prunus spinosa</i> L.,	slivka trnková	+4	+4/-5
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.,	zob vtáči	1	1
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.,	hloh jednosemenný	1	1
	<i>Rosa canina</i> L.,	ruža šípová	+	+
	<i>Rubus fruticosus</i> L. agg.	ostružina černicová	+	+
	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	+	+
	<i>Cornus mas</i> L.,	drieň obyčajný	-	-
	<i>Rhamnus catharticus</i> L.,	rešetliak prečisťujúci	-	-
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Ulmus minor</i> Mill.,	brest hrabolitý	-	-
	<i>Pyrus communis</i> L. emend. Burgsd.,	hruška obyčajná	-	-
Bylinná	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.,	mrvica lesná	+1 <sup>-2</sup>	1 <sup>-2</sup>
	<i>Poa nemoralis</i> L.,	lipnica hájna	+1	+1
	<i>Poa angustifolia</i> L.,	lipnica úzkolistá	+1	+1
	<i>Festuca rupicola</i> Heuff.,	kostrava žliabkatá	-	-
	<i>Carex muricata</i> L.,	ostrica Pairaeiho	-	-
	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara et Grande,	cesnačka lekárska	+1 <sup>-3</sup>	+
	<i>Geum urbanum</i> L.,	kuklík mestský	1 <sup>-2</sup>	1 <sup>-2</sup>
	<i>Impatiens parviflora</i> DC.,	netýkavka malokvetá	+1 <sup>-2</sup>	+1 <sup>-2</sup>
	<i>Veronica hederifolia</i> L.,	veronika brečtanolistá	1/-2	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	+1	+1
	<i>Galium aparine</i> L.,	lipkavec obyčajný	+	+
	<i>Fragaria vesca</i> L.,	jahoda obyčajná	+	+
	<i>Quercus cerris</i> L.,	dub cerový	+	+
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	-	-
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.,	torica japonská	-	+	

Vrstva (etáž)	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	31.5.1999	15.7.1999
	<i>Viola hirta</i> L.,	fialka srstnatá	-	+
	<i>Vicia cassubica</i> L.,	vika kašubská	-	-
	<i>Rumex sanguineus</i> L.,	štiavec krvavý	-	-
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.,	hviezdica prostredná	-	-
	<i>Clinopodium vulgare</i> L.,	jarva obyčajná	-	+
	<i>Veronica officinalis</i> L.,	veronika lekárska	-	-
	<i>Veronica chamaedrys</i> L.,	veronika obyčajná	-	-
	<i>Viola alba</i> Besser,	fialka biela	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	páhlava dvojdomá	-	-
	<i>Vincetoxicum hirsutum</i> Medik.,	luskáč lekársky	-	-
	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz,	križavka chlpatá	-	-
	<i>Astragalus glycyphyllos</i> L.,	kozinec sladkolistý	-	-
	<i>Ficaria bulbifera</i> Holub,	blyskáč cibulkatý	-	-
	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit.,	zádušník chlpatý	-	-
	<i>Plantago media</i> L.,	skorocel prostredný	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovec plazivý	-	-
	<i>Prunella vulgaris</i> L.,	čiernohlávk obyčajný	-	-
	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub,	pohánkovec kroviskový	-	-
	<i>Lapsana communis</i> L.,	lýrovka obyčajná	-	-
	<i>Tithymalus cyparissias</i> (L.) Scop.,	mliečnik chvojkový	-	-
	<i>Hypericum perforatum</i> L.,	ľubovník bodkovaný	-	-
	<i>Arctium lappa</i> L.,	lopúch väčší	-	-
	<i>Leonurus cardiaca</i> L.,	srdečník obyčajný	-	-

Obr. 3.21 Hustota bylín na 1 m<sup>2</sup> v roku 2002Obr. 3.22 Hustota bylín na 1 m<sup>2</sup> v roku 2003

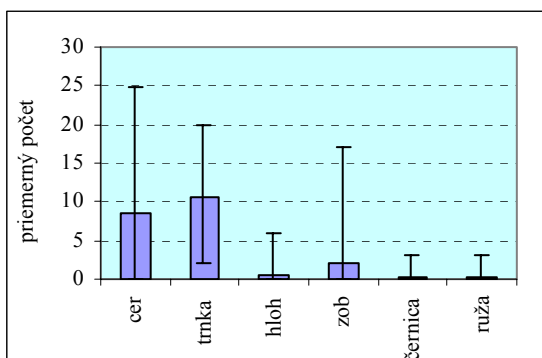
Pod číslom druhu je:

1 – Lipnica hájna (*Poa nemoralis*), 2 – Mrvica lesná (*Brachypodium sylvaticum*), 3 – Kuklík mestský (*Geum urbanum*), 4 – Veronika brečtanolistá (*Veronica hederifolia*), 5 – Lipkavec obyčajný (*Galium aparine*), 6 – Cesnačka lekárska (*Alliaria petiolata*)

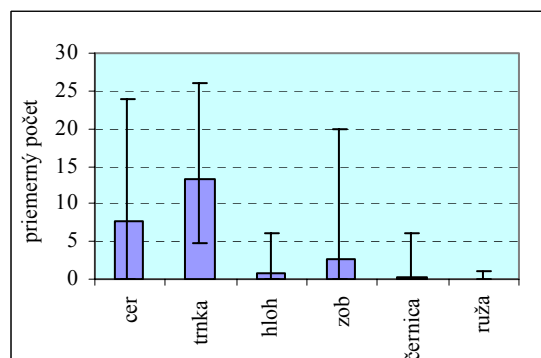
Obr. 3.23 Suchá hmotnosť nadzemnej biomasy podrastu na 1 m<sup>2</sup> roku 2003

Obr. 3.24 Priemerná výška cera a krovitého podrastu v roku 2002





Obr. 3.25 Hustota prirodzenej obnovy cera a krovitého podrastu na 1 m<sup>2</sup> v roku 2002



Obr. 3.26 Hustota prirodzenej obnovy cera a krovitého podrastu na 1m<sup>2</sup> roku 2003

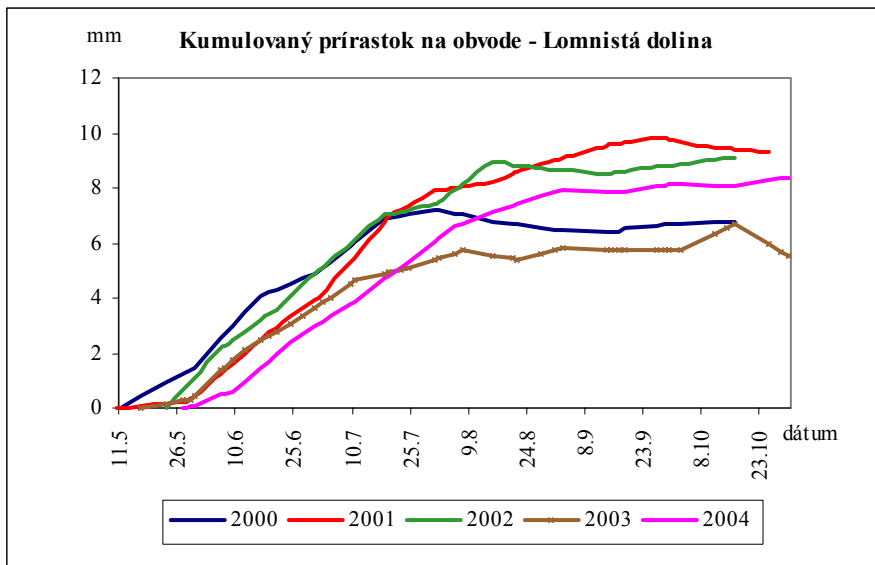
### TMP 203 - Lomnístá dolina (TMP L5)

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	230
Vek	55
Rad	B/C
Slt	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

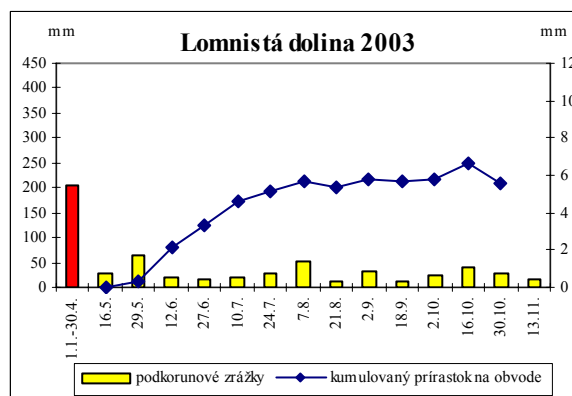
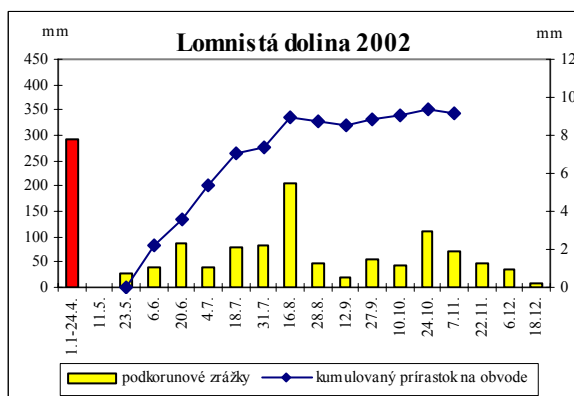
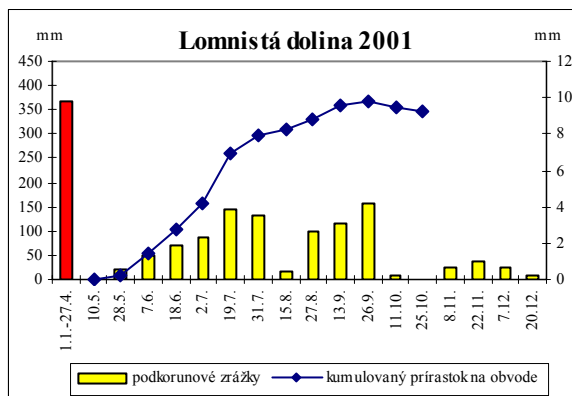
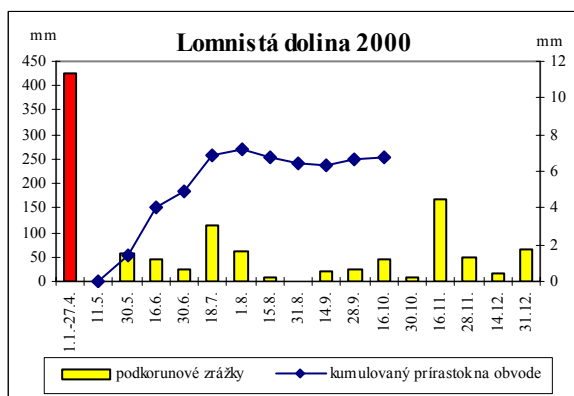
### Dynamika hrúbkového rastu

Na TMP Lomnístá dolina bola sledovaná dynamika hrúbkového rastu smreka v horských podmienkach. Priebeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2004 znázorňuje obr. 5.27. 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 prírastku na obvode vplyvom zmrštenia kôry a kambia. Zrážky v apríli a máji prírastok neovplyvňujú, pretože po uplynulej zime je v pôde ešte dostatok vlhky. Úhrny podkorunových zrážok a kumulovaný prírastok na obvode v roku 2000 sú na obr. 5.28. V roku 2001 trval rastový proces 18 týždňov a skončil v štvrtom septembro-

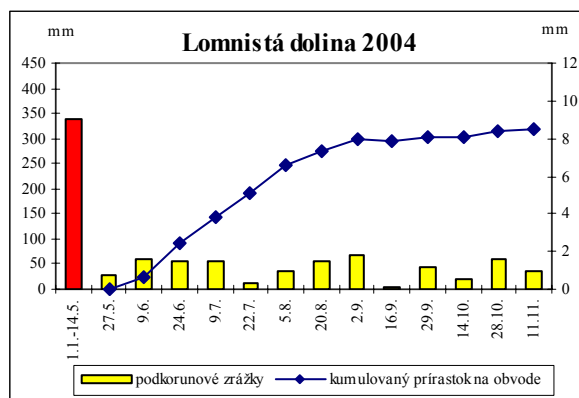
vom týždni. V období mesiacov jún a júl sa vytvorilo 78% z celkového ročného prírastku. V roku 2002 trval rastový proces podobne ako v roku 2000 12 týždňov (85 dní). Začal sa koncom mája a trval do polovice augusta. Na zastavenie rastu mal zrejme vplyv úhrn zrážok od polovice augusta do konca septembra, 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 úhrnmi zrážok počas celého roka. Podobne ako v predchádzajúcich rokoch, najintenzívnejší rast trval od konca mája do začiatku augusta. V roku 2004 sme pozorovali plynulý rast bez prechodných spomalení od konca mája do začiatku septembra.



Obr. 3.27 Priebeh rastu smreka na TMP Lomnistá dolina v rokoch 2000-2004

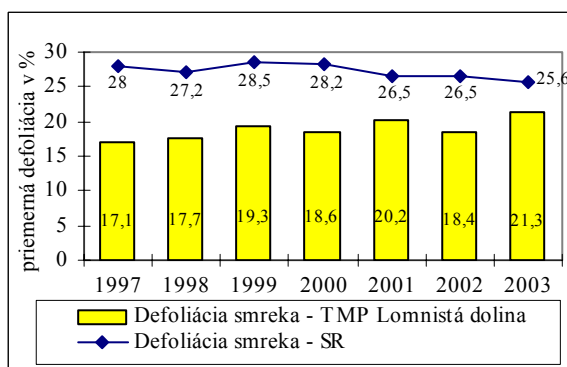


Obr. 3.28a Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2004

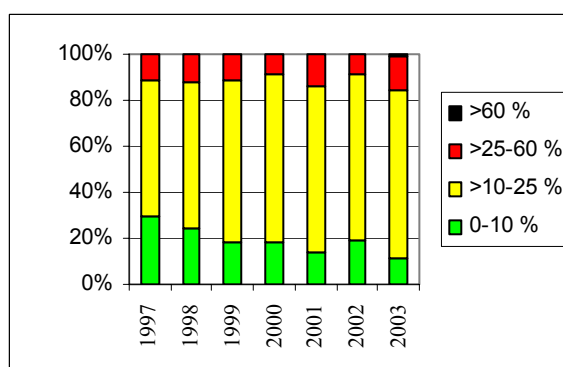


Obr. 3.28b Úhrny podkorunových zrážok a kumulovaný prírastok na obvod v rokoch 2000-2004

## Vývoj defoliácie



Obr. 3.29 Defoliácia smreka v rokoch 1997-2003



Obr. 3.30 Vývoj zastúpenia defoličných tried

Tab. 3.22 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

Tab. 3.23 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	17,1 ± 0,8	17,7 ± 0,8	19,3 ± 0,7	18,6 ± 0,6	20,2 ± 0,7	18,4 ± 0,7	21,3 ± 0,9

Tab. 3.24 Vývoj priemerneho radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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

Na tejto TMP boli v sledovanom období minimálne zmeny v priemernej defoliácii. Tak ako na predchádzajúcej ploche je priemerná defoliácia nízka a takisto môžeme konštatovať, že zmeny radiálneho

hrúbkového prírastku v jednotlivých rokoch sú zapríčinené hlavne klimatickými a stanovištnými faktormi.

**Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie**

Trofický rad geobiocénov: heminitrofilný. Vegetačný stupeň: smrekovo-bukovo-jedľový.

Skupina lesných typov: Fageto-Aceretum vst, (FAC vst), lesný typ: 6404 – Deväťsilová kamenitá buková javorina vyššieho stupňa.

Celková pokryvnosť podrastu v %: letný aspekt 55, kry 0, byliny 55, pozemné machy 0,1

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 17.8.1999
	latinský	slovenský	
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	80
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	4
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	2
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	0,5
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	0,5
Bylinná	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin,	chlpaňa lesná	-
	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.,	metlica trsnatá	-
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smlz trst'ovníkovitý	+
	<i>Poa chaixii</i> Vill.,	lipnica Chaixova	-
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	metluška krivolaká	-
	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Wilmott,	chlpaňa hájna	-
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	-2/-4
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchavník žltý	+1
	<i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh. ex Hoffm.,	nezábudka lesná	+
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	+
	<i>Senecio germanicus</i> Wallr.,	starček nemecký	+ <sup>1</sup>
	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.,	mačucha cesnačkovitá	+
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	1/-3
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peračina dúbavová	-
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	+
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	srnovník purpurový	+
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	+
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.,	mliečivec alpský	+
	<i>Epilobium montanum</i> L.,	vľbovka horská	+
	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.,	kamzičník rakúsky	-
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibuľkonosná	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	+
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.,	lipkavec marinkový,	-
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	příhľava dvojdomá	+
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	+
	<i>Stellaria nemorum</i> L.,	hviezdica hájna	+
	<i>Primula elatior</i> (L.) L.,	prvosienka vyššia	-
	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.,	podbelica alpska,	-
	<i>Solidago virgaurea</i> L.,	zlatobyľ obyčajná	-
	<i>Asarum europaeum</i> L.,	kopytník európsky	+
	<i>Hieracium murorum</i> L.,	jastrabník lesný	-
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-
	<i>Pyrola minor</i> L.,	hruštička menšia	-
	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.,	iskerník chlpatý	-
	<i>Lamium maculatum</i> L.,	hluchavka škvrnitá	+
	<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.,	krkoška chlpatá	-
	<i>Cardamine amara</i> subsp. <i>opicii</i> Čelak.,	žerušnica horká Opizova	-
	<i>Senecio subalpinus</i> W. D. J. Koch,	starček subalpínsky	-
	<i>Acetosa arifolia</i> (All.) Schur,	štiav alpský	-
	<i>Carduus personata</i> (L.) Jacq.,	bodliak lopúchovitý	-
	<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.,	archangelika lekárska	-
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.,	slezinovka striedavolistá	-
	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.,	pichliač močiarny	-
	<i>Leucanthemum gaudinii</i> Dalla Torre,	margaréta horská	-
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.,	jarabina vtáčia	+

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 17.8.1999
	latinský	slovenský	
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	+
	<i>Sambucus racemosa</i> L.,	baza červená	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	+
	<i>Ribes uva-crispa</i> L.,	ríbezľa egrešová	-
Machová	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.,	ploník stenčený	-

### TMP 204 - Poľana

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	347
Vek	90-120
Rad	B
Slt	Abieto-Fagetum
Lesný typ	5302-Nitrofilná jedľová bučina
Pôdny typ	Kambizem andozemná
Zastúpenie	bk 70 %, sm 20 %, jd, jh, js 10 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

### Dynamika hrúbkového rastu

Na TMP Poľana boli v rokoch 2000-2004 vykonané merania, ktoré boli zamerané na sledovanie dynamiky hrúbkového rastu buka, smreka, jedle, jaseňa a javora. Pribeh rastu obvodu kmeňa v rokoch 2000-2004 a úhrny zrážok v týchto rokoch merané v dvojtyždňových intervaloch sú znázornené na obr. 3.31.

#### Buk lesný

Hrúbkový rast vzorníkov buka začal v rokoch 2000, 2001 a 2003 v prvej polovici mája, v roku 2002 a 2004 koncom mája. 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 väčšia časť ročného kruhu sa vytvorí v prvej polovici vegetačného obdobia.

#### Smrek obyčajný

Hrúbkový rast vzorníkov smreka začal v sledovaných rokoch začiatkom mája, iba v roku 2001 koncom mája. 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.

### 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.

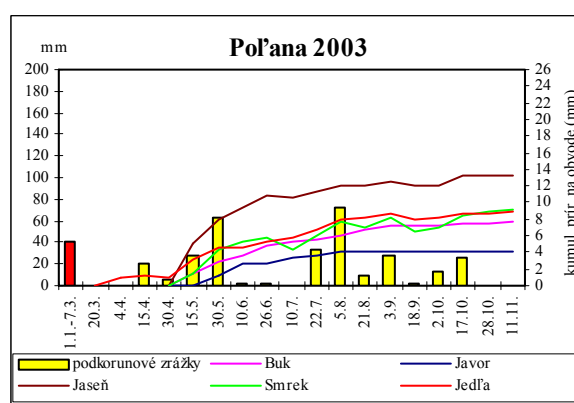
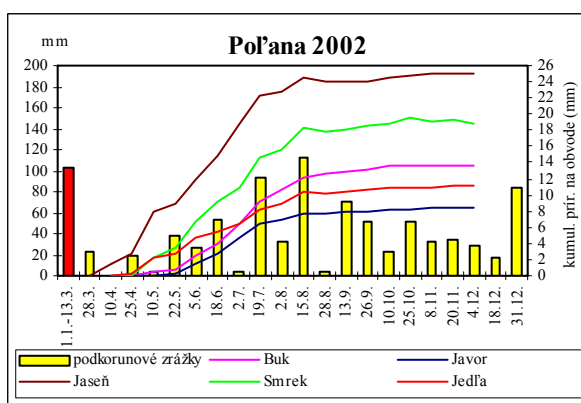
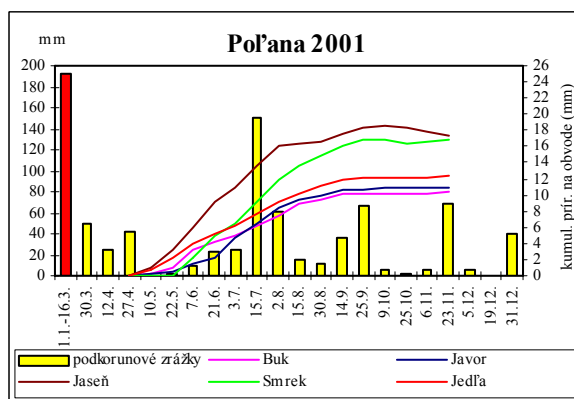
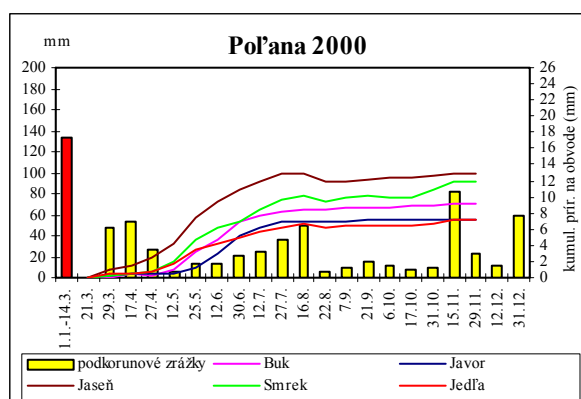
### Javor horský

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

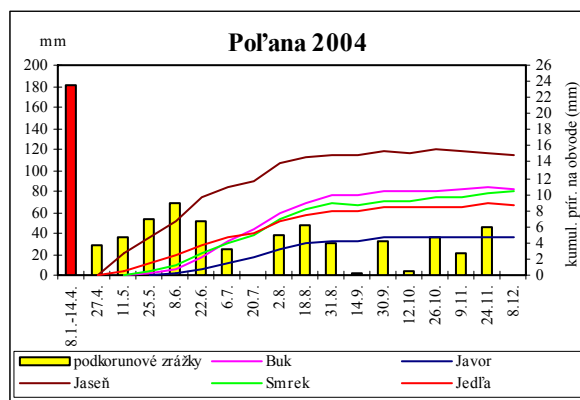
mája do konca mája, v roku 2004 až od začiatku júna. Rastový proces bol v roku 2000 podobný ako u ostatných druhov drevín a trval 15 týždňov. V roku 2001 trval rastový proces 19 týždňov a skončil koncom septembra. U javora začína rastový proces približne o 2 týždne neskôr ako u smreka a jedle a väčšia 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 %.

### 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 a 2004 koncom apríla. V porovnaní s ostatnými drevinami dochádza u jaseňa po prudkom raste, keď dosahuje najväčšie prírastky zo všetkých drevín, dochádza začiatkom augusta k výraznému spomaleniu rastu. Počas mesiacov august a september sa vytvorilo v rokoch 2000 – 2001 iba 0, resp. 12 % z celkového hrúbkového prírastku. Rast počas pozdneho leta možno charakterizovať ako veľmi mierny.

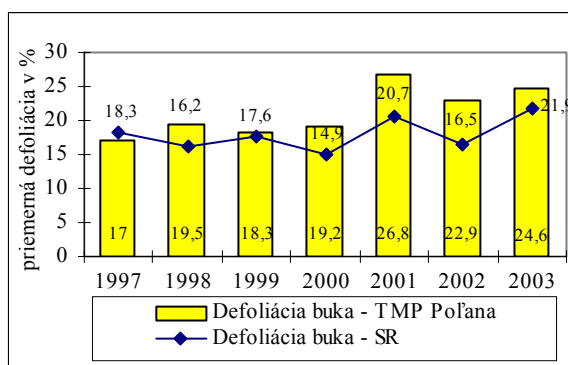
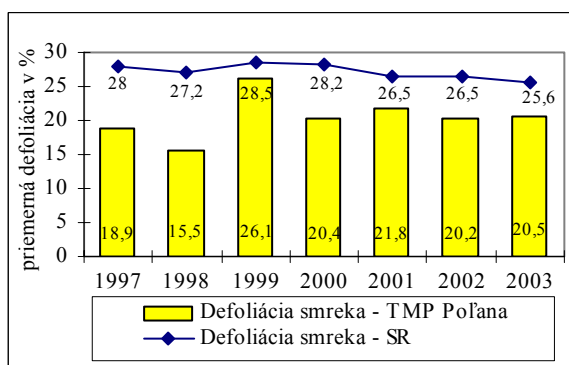


Obr. 3.31a Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2004

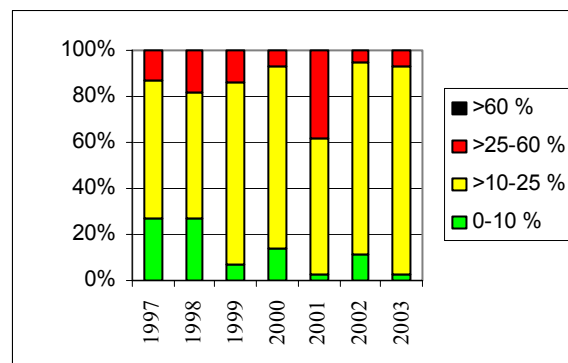
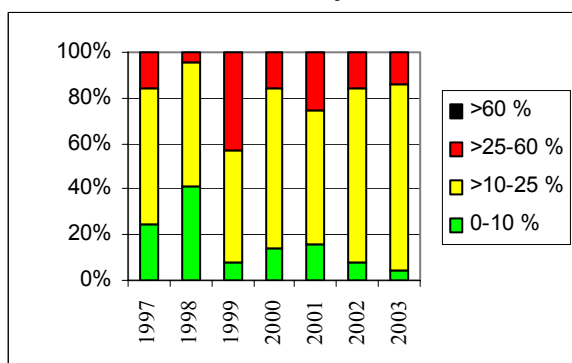


Obr. 3.31b Úhrny podkorunových zrážok a kumulované prírastky na obvode v rokoch 2000-2004

Vývoj defoliácie



Obr. 3.32 Defoliácia smreka a buka na TMP Poľana v rokoch 1997-2003



Obr. 3.33 Vývoj zastúpenia defoličných tried pre smrek (vľavo) a buk (vpravo)

Tab. 3.25 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

Tab. 3.26 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	18,9 ± 1,3	15,5 ± 1,1	26,1 ± 1,5	20,4 ± 1,4	21,8 ± 1,3	20,2 ± 1,2	20,5 ± 0,9
Buk	17,0 ± 0,8	19,5 ± 1,1	18,3 ± 1,1	19,2 ± 0,7	26,8 ± 1,1	22,9 ± 1,2	24,6 ± 1,0

Tab. 3.27 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	2,45 ± 0,15	1,94 ± 0,12	2,55 ± 0,12	1,82 ± 0,15	2,44 ± 0,16	2,00 ± 0,15	1,38 ± 0,11
Buk	1,90 ± 0,11	2,24 ± 0,12	1,76 ± 0,09	1,22 ± 0,06	1,30 ± 0,08	1,12 ± 0,07	1,09 ± 0,06

Rozdiely priemernej defoliácie buka v jednotlivých rokoch sú malé, u smreka dochádza v jednotlivých rokoch k väčším výkyvom (hlavne v roku 1999, kedy bola zaznamenaná najvyššia priemerná defo-

liácia). Od roku 2001 bol u smreka zaznamenaný nárast defoliácie približne o 5-7% oproti rokom 1997-2000.

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

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

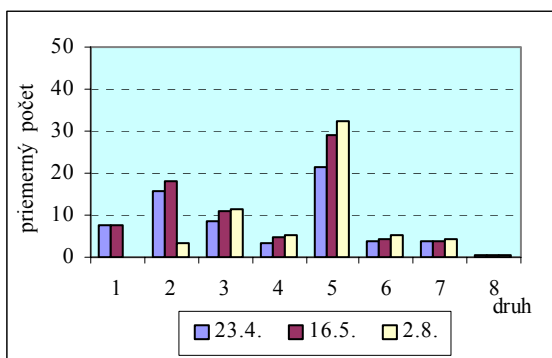
Skupina lesných typov: Abieto-Fagetum nst, (AF nst), lesný typ: 5302 – Nitrofilná jedľová bučina nižšieho stupňa

Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 80, kry 35, byliny 45, pozemné machy 0, letný aspekt 80, kry 40, byliny 40, pozemné machy 0.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	25.5.1999	19.8.1999
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	55	55
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	29	29
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	2,4	2,4
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	2,1	2,1
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	1,5	1,5
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	0,5	0,5
	<i>Populus tremula</i> L.,	topoľ osikový	0,7	0,7
	Krovinná	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	-3 <sup>+4</sup>
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,		javor horský	1 <sup>-2</sup>	1 <sup>-2</sup>
<i>Acer platanoides</i> L.,		javor mliečny	+1	+1
<i>Fagus sylvatica</i> L.,		buk lesný	1	1
Bylinná	<i>Carex sylvatica</i> Huds.,	ostrica lesná	-	+
	<i>Milium effusum</i> L.,	pšeno rozložité	-	+
	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.,	metlica trsnatá	-	-
	<i>Bromus benekenii</i> (Lange) Trimen	stoklas Benekenov	-	-
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.,	lipkavec marinkový	1/+2	1/+2
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	1/-2	1/-2
	<i>Sanicula europaea</i> L.,	žindava európska	1 <sup>-2</sup>	1/-2
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibuľkonosná	1/+2	+1
	<i>Anemone nemorosa</i> L.,	veternica hájna	1 <sup>-2</sup>	-
	<i>Anemone ranunculoides</i> L.,	veternica iskerníkovitá,	+1	.
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý,	+	+1 <sup>±</sup>
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1	+1
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	paprad' samčia	+	+1
	<i>Isopyrum thalictroides</i> L.,	veterník žltuškovitý	+	.
	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	+1	+1
	<i>Adoxa moschatellina</i> L.,	pižmovka mošusová	-	-
	<i>Primula elatior</i> (L.) L.,	prvosienka vyššia	-	-
	<i>Stellaria nemorum</i> L.,	hviezdica hájna	+1	+1
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	+	+
	<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. et Körte,	chohlačka dutá	-/+	.
	<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.,	iskerník chlpatý	-	+
	<i>Petasites albus</i> (L.) P. Gaertn.,	deväťsil biely	-	+
	<i>Senecio ovatus</i> (P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.) Willd.,	starček vajcovitolistý	+	+1
	<i>Salvia glutinosa</i> L.,	šalvia lepkavá	-	+
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trváca	+	+
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlistý	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	píhľava dvojdomá	-	+

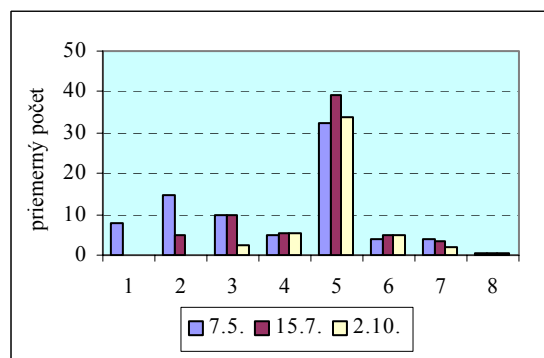
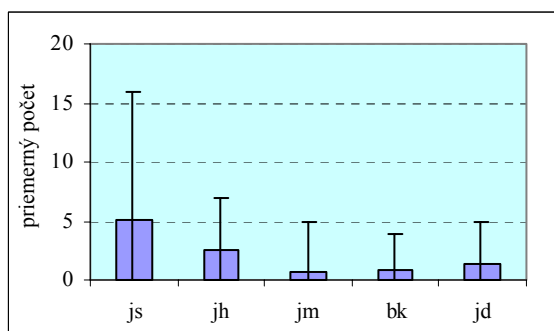
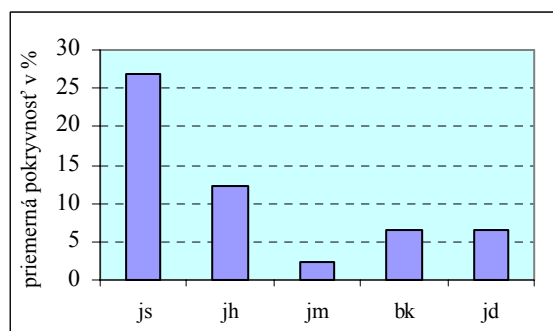


Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť'	
	latinský	slovenský	25.5.1999	19.8.1999
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	-	-
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	+	+
	<i>Lathraea squamaria</i> L.,	zubovník šupinatý	-	-
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	+	+
	<i>Circaea lutetiana</i> L.,	čarovník obyčajný	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovec plazivý	-	+
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peračina dúbravová	+	+
	<i>Fragaria vesca</i> L.,	jahoda obyčajná	-	-
	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.,	netýkavka nedotklivá	-	-
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchavník žltý	1	1/-2
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	+ <sup>1</sup>	+/1
	<i>Actaea spicata</i> L.,	samorastlík klasnatý	+	-
	<i>Veronica montana</i> L.,	veronika horská	+	+
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	-	-
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	+	+
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	1 <sup>-2</sup>	1/-2
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	+	+
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	+/1	1

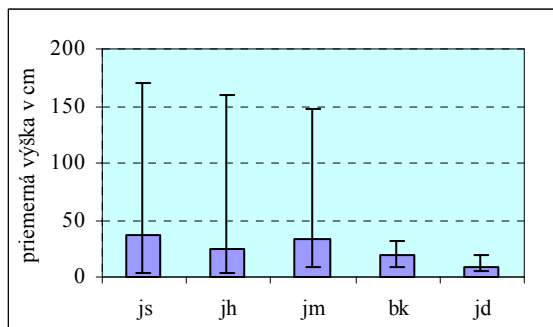
Obr. 3.34 Hustota bylín na 1 m<sup>2</sup> v roku 2002

Pod číslom druhu je:

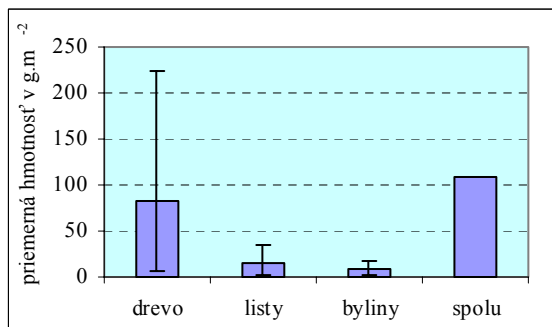
1 – Veternica hájna (*Anemone nemorosa*), 2 – Zubačka cibul'konosná (*Dentaria bulbifera*), 3 – Lipkavec marinkový (*Galium odoratum*), 4 – Žindava európska (*Sanicula europaea*), 5 – Kyslička obyčajná (*Oxalis acetosella*), 6 – Fialka lesná (*Viola reichenbachiana*), 7 – Hluchavník žltý (*Galeobdolon luteum*), 8 – Hviezdica hájna (*Stellaria nemorum*)

Obr. 3.35 Hustota bylín na 1 m<sup>2</sup> v roku 2003Obr. 3.36 Hustota prirodzenej obnovy drevín na 1m<sup>2</sup> v roku 2002

Obr. 3.37 Pokryvnosť drevín v podraسته v roku 2002



Obr. 3.38 Výška drevín v podraste v roku 2002



Obr. 3.39 Suchá hmotnosť nadzemnej biomasy podrastu v roku 2003

### TMP 206 – Turová (TMP J7)

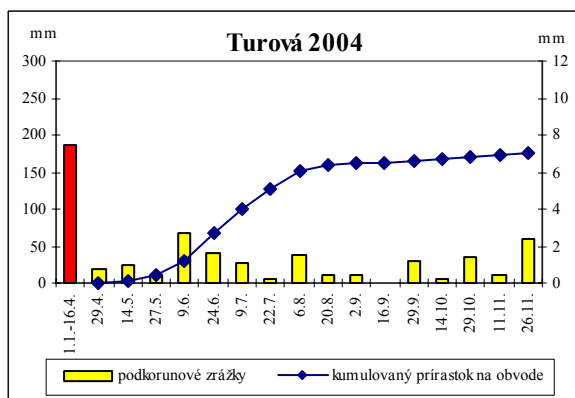
#### Základné charakteristiky plochy

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	303
Vek	65
Rad	B
Slt	Fagetum pauper
Lesný typ	3313 – Zubačková bučina
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	+1
Výchovné zásahy	bez zásahu

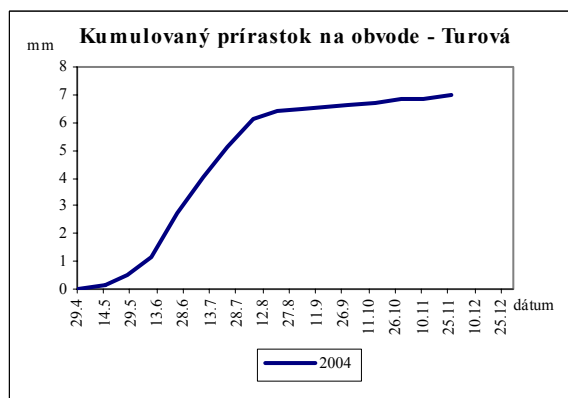
#### Dynamika hrúbkového rastu

V roku 2004 bola po prvýkrát sledovaná dynamika hrúbkového rastu aj na monitorovacej ploche Turová. Priebeh rastu bol plynulý, podobne ako na iných plochách v roku 2004. Nie je to obvyklé, pretože vo väčšine prípadov pozorujeme počas priebehu

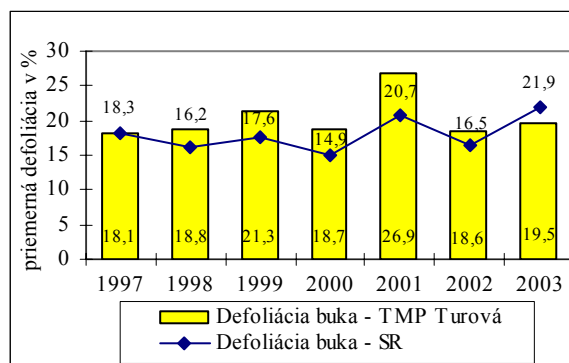
rastu rôzne nepravidelnosti zapríčinené hlavne klimatickými podmienkami. Rast začal v polovici mája a trval do polovice augusta. Za toto obdobie sa vytvorilo približne 90% z celoročného prírastku



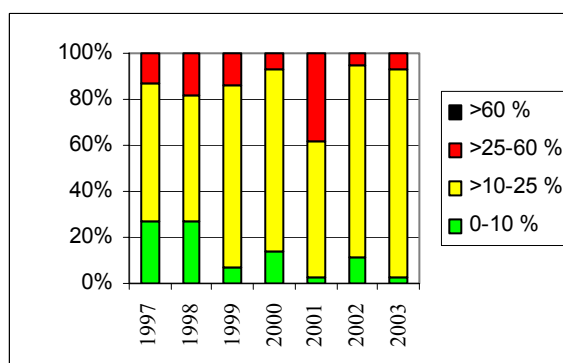
Obr. 3.40 Priebeh rastu buka na TMP Turová v roku 2004



## Vývoj defoliácie



Obr. 3.41 Defoliácia buka v rokoch 1997-2003



Obr. 3.42 Vývoj zastúpenia defoliáčnych tried

Tab. 3.28 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

Tab. 3.29 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Buk	18,1 ± 0,8	18,8 ± 0,8	21,3 ± 0,6	18,7 ± 0,6	26,9 ± 0,9	18,6 ± 0,5	19,5 ± 0,5

Tab. 3.30 Vývoj priemerneho radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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

Podobný vývoj defoliácie a prírastku 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).

## Fytcenologický zápis prízemnej vegetácie

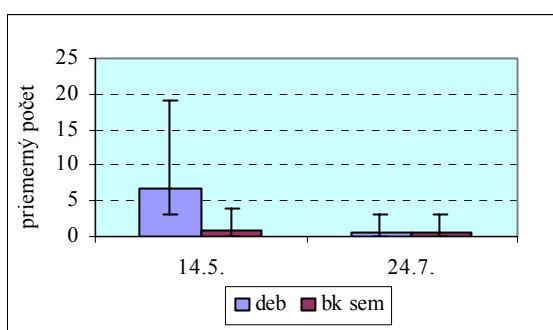
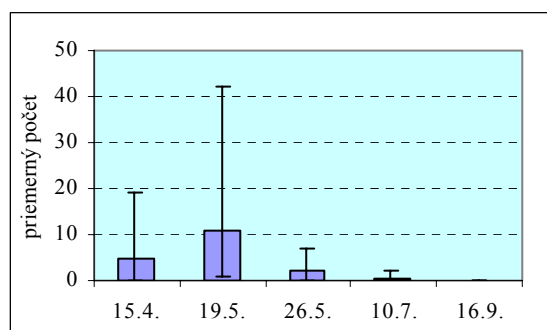
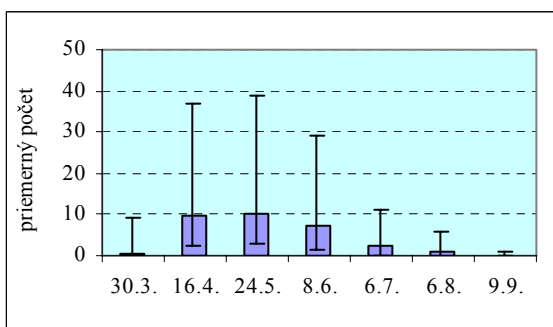
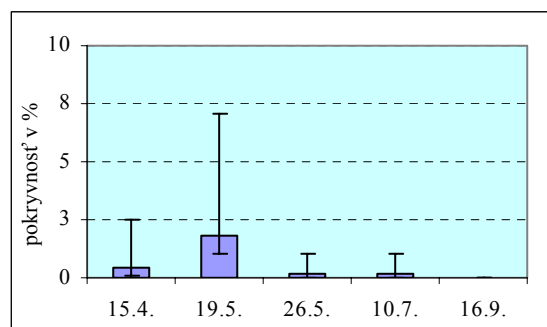
Trofický rad geobiocénov: mezotrofný. Vegetačný stupeň: dubovo-bukový.

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

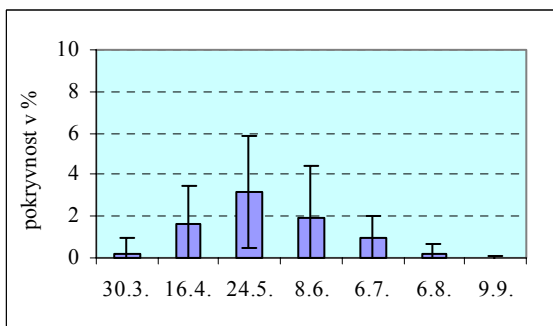
Celková pokryvnosť podrastu v % : jarný aspekt 6, kry 0, byliny 6, pozemné machy 0,  
letný aspekt 1, kry 0, byliny 1, pozemné machy 0.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	15.6.1999	16.7.1999
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	98	98
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	0,5	0,5
	<i>Carpinus betulus</i> L.,	hrab obyčajný	0,01	0,3
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	0,2	0,2

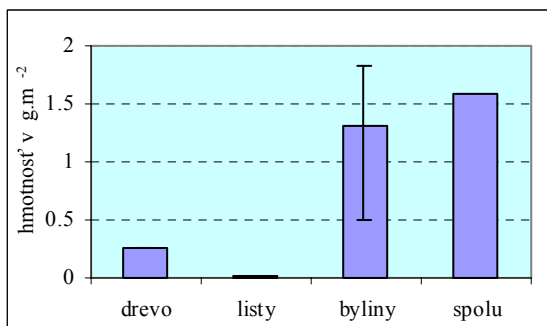
Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	15.6.1999	16.7.1999
Bylinná	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibuľkonosná	1/-2	+/1
	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	-	-
	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce,	prilbovka biela	-	-
	<i>Geranium robertianum</i> L.,	pakost smradľavý	-	-
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trvácá	-	-
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	-	-
	<i>Carex sylvatica</i> Huds.,	ostrica lesná	-	-
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.,	javor horský	-	-
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	-	-
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	-	-
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	-	-
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	+	+
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	-	-

Obr. 3.43 Hustota zubačky cibuľkonosnej a bukových semenáčikov na 1 m<sup>2</sup> v roku 2002Obr. 3.44 Dynamika v hustote zubačky cibuľkonosnej na 1 m<sup>2</sup> v roku 2003Obr. 3.45 Dynamika v hustote zubačky cibuľkonosnej na 1 m<sup>2</sup> v roku 2004

Obr. 3.46 Dynamika pokryvnosti bylinného podrastu v roku 2003



Obr. 3.47 Dynamika pokryvnosti bylinného podrastu v roku 2004

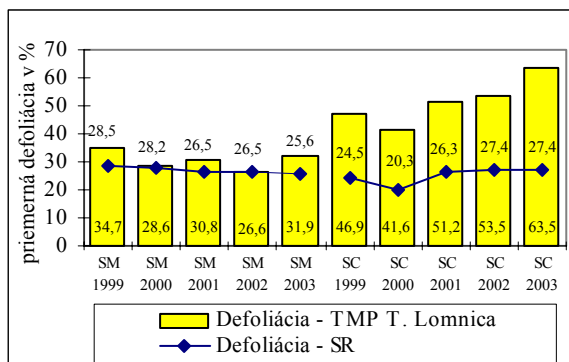


Obr. 3.48 Suchá hmotnosť nadzemnej biomasy podrastu v roku 2003

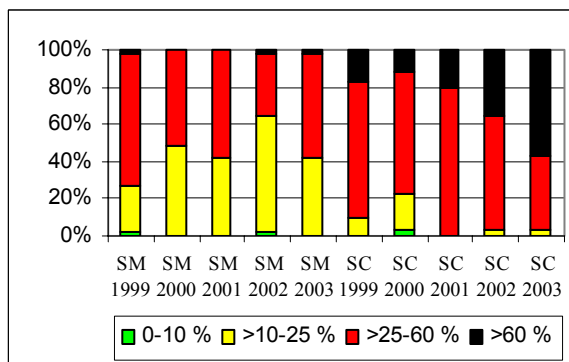
## TMP 207 - Tatranská Lomnica

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	341
Vek	60-140 (LHP 130)
Rad	A/B (LHP A)
Slt	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. 3.49 Defoliácia smreka a smrekovca



Obr. 3.50 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.31 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

Tab. 3.32 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Smrek	-	34,7 ± 1,7	28,6 ± 1,4	30,8 ± 1,4	26,6 ± 1,9	31,9 ± 1,6
Smrekovec	-	46,9 ± 2,4	41,6 ± 2,7	51,2 ± 2,7	53,5 ± 3,1	63,5 ± 2,8

Na TMP Tatranská Lomnica sa začalo hodnotenie defoliácie a meranie hrúbkového prírastku až v roku 1999. Aj na tejto ploche sa potvrdilo, že rok 1999 bol z hľadiska vývoja defoliácie horší ako rok 2000. V rokoch 2001 a 2002 sa defoliácia smreka na TMP

mierne znížila, naopak pri smrekovci došlo k zhoršeniu už i tak zlého zdravotného stavu. Kým u smreka môžeme hovoriť o stabilizovanom zdravotnom stave, u smrekovca sa jeho stav z roka na rok zhoršuje.

### Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

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 smrekovcová smrečina nižšieho stupňa.

Celková pokrývnosť podrastu v %: letný aspekt 97, kry 0,3, byliny 45, pozemné machorasty 75

Vrstva	Názov druhu		Pokrývnosť 26.8.1999
	latinský	slovenský	
Stromová	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	73
	<i>Larix decidua</i> Mill.,	smrekovec opadavý	20
	<i>Pinus sylvestris</i> L.,	borovica lesná	1.5
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	1.0
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>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smlz trst'ovníkovitý	+
	<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix ex Vill.) J. F. Gmel,	smlz chĺpkatý	+
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	metľuška krivolaká	+1
	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy et Wilmott,	chlpaňa hájna	+
	<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaudin,	chlpaňa lesná	+
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	-2/-4
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	1/-3
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	1 <sup>2</sup>
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.,	brusnica obyčajná	+1
	<i>Solidago virgaurea</i> L.,	zlatobyľ obyčajná	+
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	srnovník purpurový	+
	<i>Hieracium murorum</i> L.,	jastrabník lesný	+
	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.,	podbelica alpínska	+1
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt,	tôňovka dvojlistá	+1
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	+1
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman,	peračina dúbavová	+1
	<i>Phegopteris connectilis</i> (F. Michx.) Watt,	sladičovec bučinový	+
	<i>Senecio germanicus</i> Wallr.,	starček nemecký	+
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	+
	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.,	bradáčik srdcovitolistý	+
	<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i> (Bernh.) Arcang.,	kýchavica biela Lobelova	+
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.,	mliečivec alpínsky	-
	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.,	horec luskáčovitý	+
	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.,	mačucha cesnačkovitá	-
	<i>Pyrola minor</i> L.,	hruštička menšia	-
	<i>Valeriana montana</i> L.,	valeriána horská	-
	<i>Phyteuma spicatum</i> L.,	zerva klasnatá	-
	<i>Lycopodium annotinum</i> L.,	plavúň pučivý	-
	<i>Valeriana tripteris</i> L.,	valeriána trojená	+
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	+
	<i>Paris quadrifolia</i> L.,	vranovec štvorlistý	-
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.,	slezinovka striedavolistá	+1
<i>Caltha palustris</i> L., (subsp. laeta)	záružlie močiarné -horské	+1	
<i>Viola biflora</i> L.,	fialka dvojkvetá	+1	

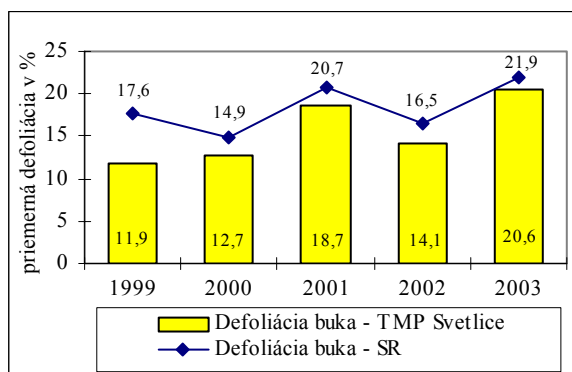
Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť 26.8.1999
	latinský	slovenský	
	<i>Senecio subalpinus</i> W. D. J. Koch,	starček subalpínsky	-
	<i>Petasites albus</i> (L.) P. Gaertn.,	deväťsil biely	-
	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.,	túžobník brestový	-
	<i>Myosotis scorpioides</i> L.,	nezábudka močiarna	-
	<i>Soldanella carpatica</i> Vierh.,	soldanelka karpatská	-
	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.,	meringia trojžilová	-
	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.,	praslička lesná	-
	<i>Epilobium montanum</i> L.,	vřbovka horská	-
	<i>Alchemilla glabra</i> Neygenf.,	alchemilka holá	+
	<i>Hypericum perforatum</i> L.,	ľubovník bodkovaný	-
	<i>Tephrosia crispa</i> (Jacq.) Rechb.,	popolavec kučeravý	-
Machová	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.,	dvojhrot chvostovitý	+4
	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B. S. G.,	rakytík lesklý	1
	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.,	porastník Schreberov	+
	<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.,	ploník stenčený	1
	<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow,	rašelinník (Girgesohnov)	+ <sup>2</sup>
	<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Angstr. ex Hartm.,	rašelinník kostrbatý	+ <sup>1</sup>
	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.,	ploník obyčajný	+
	<i>Plagiommium rostratum</i> (Schrad.) T. J. Kop.,	merík (zobákovitý)	+ <sup>1</sup>
	<i>Plagiommium affine</i> (Blandow ex Funck) T. J. Kop.,	merík pribuzný	-
	<i>Plagiochila asplenioides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.,	paprad'ovka slezinnikovitá	+ <sup>1</sup>
	<i>Brachythecium rivulare</i> B. S. G.,	bankovec (potočný)	+
	<i>Plagiothecium laetum</i> B. S. G.,	lesklec (prijemný)	+
	<i>Rhytidadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.,	kostrbatec trojrohý	+
	<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z. Iwats.,	lesklec	+
	<i>Calypogeia integristipula</i> Steph.,	kalichovka Meylanova	+
	<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.,	dráčik plazivý	+
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.,	dvojhrot	-	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (Weber) Vain.,	páperovka nádherná	+	

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

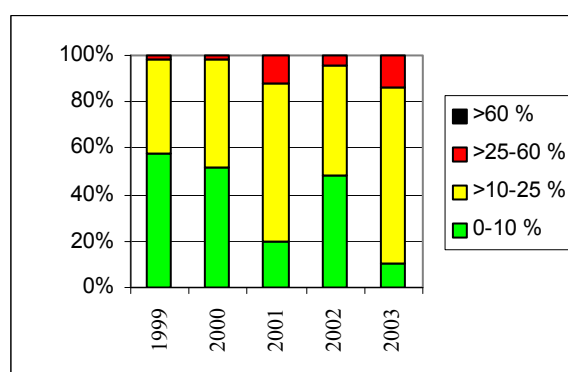
### TMP 208 – Svetlice (TMP Y3)

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	630
Vek	50
Rad	B
Slt	Fagetum typicum
Lesný typ	4318-Ostřicová typická bučina
Pôdny typ	Kambizem modálna
Zastúpenie	bk 100 %
Bonita	30
Výchovné zásahy	prebierka

## Vývoj defoliácie



Obr. 3.51 Defoliácia buka na TMP Svetlice



Obr. 3.52 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.33 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

Tab. 3.34 Vývoj priemernej defoliácie a dosiahnutá presnosť jej určenia pri 68 %-nej spoľahlivosti

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Buk	-	11,9 ± 0,4	12,7 ± 0,4	18,7 ± 0,5	14,1 ± 0,4	20,6 ± 0,5

Tab. 3.35 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba			
	2000	2001	2002	2003
Buk	1,35 ± 0,07	1,63 ± 0,09	1,73 ± 0,09	0,75 ± 0,05

Dobry zdravotny stav buka na ploche v rokoch 1999, 2000 a 2002 bol v rokoch 2001 a 2003 vystriedany jeho výraznym zhoršenim. V roku 2003 to bolo zapricinené extrémnym suchom, čo sa prejavilo aj

na znizení prírastku o viac ako 50%, rok 2001 reagoval pravdepodobne na sucho predchádzajúceho roku.

## Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

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 50, kry 0, byliny 50, pozemné machy 0,1  
letný aspekt 25, kry 0, byliny 25, pozemné machy 0,1.

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	8.6.1999	25.8.1999
Stromová	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	92	92
	<i>Larix decidua</i> Mill.,	smrekovec opadavý	3	3
	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	dub zimný	0,2	0,2
	<i>Pinus sylvestris</i> L.,	borovica lesná	0,5	0,5
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	0,1	0,1
	Bylinná	<i>Carex pilosa</i> Scop.,	ostrica chlpatá	+/-2
<i>Festuca drymeja</i> Mert. et W. D. J. Koch,		kostrava horská	+/-1	+/-1
<i>Carex sylvatica</i> Huds.,		ostrica lesná	+	+ <sup>1</sup>
<i>Carex digitata</i> L.,		ostrica prstnatá	-	-
<i>Milium effusum</i> L.,		pšeno rozložené	-	-

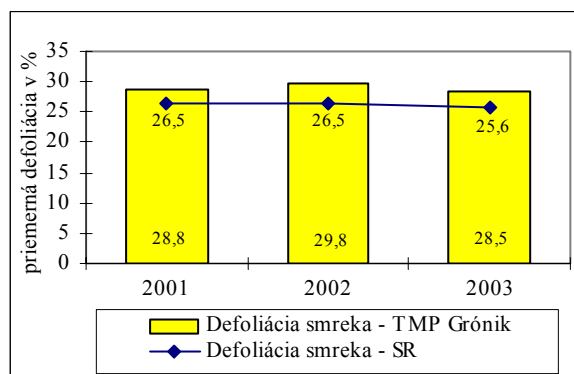


Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	8.6.1999	25.8.1999
	<i>Dentaria bulbifera</i> L.,	zubačka cibul'konosná	1/+2	+
	<i>Dentaria glandulosa</i> Waldst. et Kit. ex Willd.,	zubačka žliazkatá	1/-3	.
	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds. emend. Holub,	hluchavník žltý	+/1 <sup>-2</sup>	+/1 <sup>-2</sup>
	<i>Anemone nemorosa</i> L.,	veternica hájna	+/1	-
	<i>Prenanthes purpurea</i> L.,	srnovník purpurový	+	+
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott,	papraď samčia	+	+
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	-	-
	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.,	šalátovka múrová	+	+
	<i>Scrophularia nodosa</i> L.,	krtičník hľuznatý	-	-
	<i>Urtica dioica</i> L.,	pŕhľava dvojdomá	-	-
	<i>Mercurialis perennis</i> L.,	bažanka trváca	-	-
	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau,	fialka lesná	-	-
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.,	kokorík praslenatý	-	-
	<i>Salvia glutinosa</i> L.,	šalvia lepkavá	-	-
	<i>Tithymalus amygdaloides</i> (L.) Hill,	mliečnik mandľolistý	-	-
	<i>Ajuga reptans</i> L.,	zbehovec plazivý	-	-
	<i>Veronica officinalis</i> L.,	veronika lekárska	-	-
	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.,	lipkavec marinkový	-	-
	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.,	konopnica úhľadná	-	-
	<i>Stachys sylvatica</i> L.,	čistec lesný	-	-
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth,	papradka samičia	-	+
	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.,	meringia trojžilová	-	-
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	-	-
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	+ <sup>1</sup>	+ <sup>-2</sup>
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.,	jaseň štíhly	-	+
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-	-
	<i>Acer platanoides</i> L.,	javor mliečny	-	-
	<i>Acer campestre</i> L.,	javor poľný	-	-
	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench,	čerešňa vtáčia	-	-
	<i>Sambucus nigra</i> L.,	baza čierna	-	-
	<i>Corylus avellana</i> L.,	lieska obyčajná	-	-
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	-	-
Machová	<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.,	katarínka vlnkatá	-	-

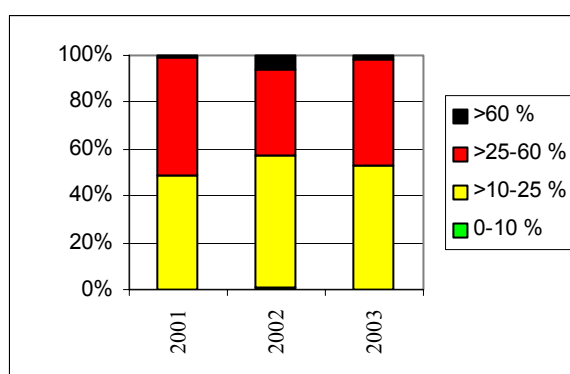
## TMP 209 - Grónik

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	127
Vek	90
Rad	A
Slt	Fagetum abietino-piceosum nst.
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. 3.53 Defoliácia smreka na TMP Grónik



Obr. 3.54 Vývoj zastúpenia defoliačných tried

Tab. 3.36 Vývoj zastúpenia stromov v stupňoch defoliácie

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

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

Drevina	Priemerná defoliácia v % ± stredná chyba			
	2000	2001	2002	2003
Smrek	-	28,8 ± 1,0	29,8 ± 1,6	28,5 ± 1,1

Tab. 3.38 Vývoj priemerného radiálneho hrúbkového prírastku ( $i_r$ )

Drevina	Priemerný radiálny hrúbkový prírastok ( $i_r$ ) v mm ± stredná chyba			
	2000	2001	2002	2003
Smrek	-	1,60 ± 0,28	1,73 ± 0,21	1,55 ± 0,07

Počas pozorovaní v rokoch 2001-2003 sa hodnoty defoliácie aj hrúbkového prírastku pohybujú vo

veľmi úzkom rozpätí, čo svedčí o stabilite zdravotného stavu porastu.

## Fytocenologický zápis prízemnej vegetácie

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	10.6.2003	19.8.2003
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
	<i>Fagus sylvatica</i> L.,	buk lesný	-	-
Bylinná	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.,	brusnica čučoriedková	+2/-4	+2/-4
	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Parl.,	metluška krivolaká	+3/-5	+3/-5
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt,	tôňovka dvojlistá	+1	+1
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth,	smlz trstovníkovitý	-	-
	<i>Oxalis acetosella</i> L.,	kyslička obyčajná	+	+1
	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray,	papraď rozložená	+	+
	<i>Rubus hirtus</i> Waldst. et Kit. (agg.),	ostružina srstnatá	-	-
	<i>Rubus idaeus</i> L.,	ostružina malinová	-	-
	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.,	smrek obyčajný	1/-2	1/-2
	<i>Abies alba</i> Mill.,	jedľa biela	-	-

Vrstva	Názov druhu		Pokryvnosť	
	latinský	slovenský	10.6.2003	19.8.2003
	<i>Sorbus aucuparia L.</i> ,	jarabina vtáčia	+	+
Machová	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw., <i>Polytrichum formosum</i> Hedw., <i>Plagiothecium curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.	dvojhrôt chvostovitý ploník stenčený lesklec krivolistý	+/1 + <sup>1</sup> +/1 <sup>-2</sup>	+/1 + <sup>1</sup> +/1 <sup>-2</sup>

### 3.2.3 Monitoring depozície

Kontinuálny monitoring depozície pokračoval na 7 plochách intenzívnej úrovne. Vzorky boli odoberané a analyzované v 14 dňových intervaloch. V tejto správe prezentujeme výsledky za roky 1999-2003. Rok 2004 ešte nemá ukončené merania.

Výsledky ročných depozičných vstupov acidifikačných komponentov ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ ) pre voľnú plochu a porastové zrážky sú dokumentované na obr. 3.55-3.60.

Hodnoty depozície síry na voľnej ploche v období 1999-2002 sa pohybovali v intervale 6-15  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pričom najvyššie hodnoty sa spravidla vyskytli v roku 2001 resp. v roku 2002. Najnižšie depozície síry na voľnej ploche sa vyskytovali v Čifároch a na Poľane.

Depozícia síry porastovými zrážkami bola vyššia oproti voľnej ploche a pohybovala sa v rozpätí 8-21  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pričom najvyššie hodnoty dosahovala na plochách Grónik, Jasenie a Tatranská Lomnica.

V roku 2003 nastalo zníženie depozícií síry, na voľnej ploche sa hodnoty pohybovali v intervale 3-10  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a v poraste dosiahli 4-16  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Najnižšie depozície síry na voľnej ploche sa vyskytovali v Čifároch a na Poľane, najvyššia depozícia síry bola vo Svetliciach. Najvyššie hodnoty depozícií síry v poraste sme zaznamenali na plochách Grónik, Svetlice a Tatranská Lomnica.

Hodnoty depozície amoniakového dusíka sú na voľnej ploche vo všeobecnosti o niečo vyššie ako depozície nitrátového dusíka. Najvyššia depozícia N-  $\text{NH}_4^+$  sa pozorovala na lokalite Svetlice. V porastových zrážkach pozorujeme mierny pokles depozície amoniakového dusíka v dôsledku jeho pohlcovania asimilačným aparátom lesných drevín („hnojenie na list“). U nitrátového dusíka tento efekt nepozorujeme.

Celkové depozície dusíka sa pohybovali v rokoch 1999-2002 na voľnej ploche v intervale 8-19  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , v porastových zrážkach to bolo o niečo menej.

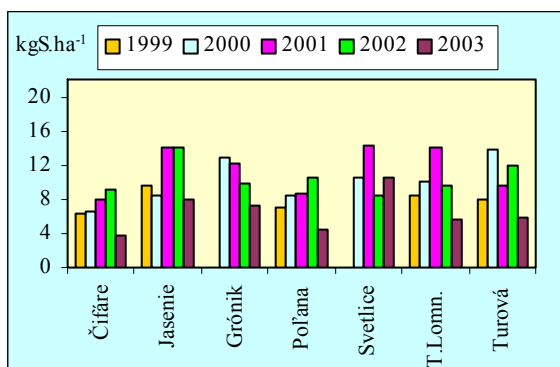
V roku 2003 bola celková depozícia dusíka na voľných plochách v intervale 5-17  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a v porastoch 9-15  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

V správe z monitoringu 2000 bolo konštatované, že depozície síry sú ešte stále mierne vyššie ako depozície dusíka, ale v dlhodobom trende vykazovali signifikantný pokles (podobne ako celková acidita zrážok) a to na všetkých sledovaných plochách intenzívneho monitoringu ako aj na stanicích EMEPu. Na základe výsledkov vznikol predpoklad, že v rokoch 2001-2005 dôjde k situácii keď začnú dominovať depozície dusíka nad depozíciami síry a acidifikačné a eutrofizačné účinky depozícií dusíka budú pravdepodobne už v blízkej budúcnosti zohrávať kľúčovú úlohu aj vo vzťahu k zdravotnému stavu lesných porastov.

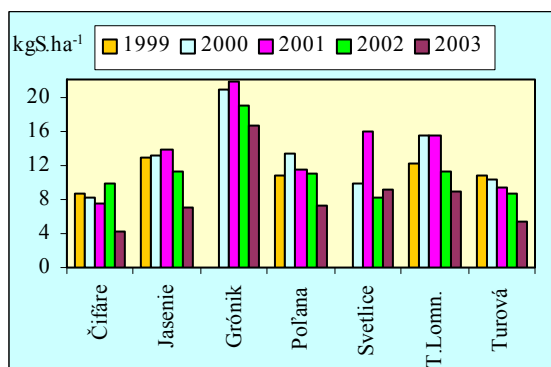
V roku 2003 nastala situácia, keď depozícia síry na všetkých sledovaných plochách bola nižšia ako celková depozícia dusíka, a to v porastoch aj na voľných plochách.

V depozíciách bázičiek kationov (obr. 3.61-3.66) dominujú hodnoty depozície draslíka, ktoré sa na voľnej ploche pohybovali v rokoch 1999-2002 spravidla do hodnoty 15  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , výnimočne však aj nad 40  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tatranská Lomnica). V roku 2003 to bolo len do hodnoty 6  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

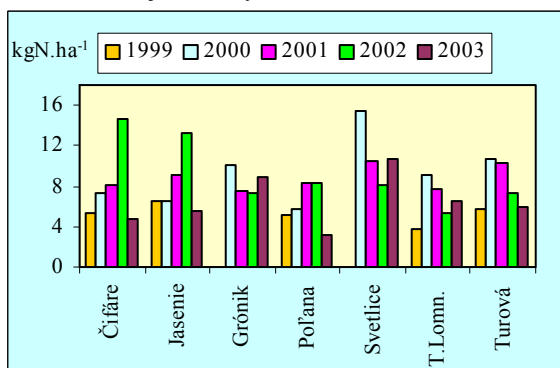
Hodnoty depozície vápnika na voľnej ploche sa pohybujú spravidla v intervale 4-8  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , u horčíka je to v rozpätí 1-3  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . U všetkých troch spomínaných bázičiek kationov pozorujeme zvýšenie ich obsahu v porastových zrážkach, pričom najmarkantnejšie je to v prípade draslíka. Vo všeobecnosti však tieto hodnoty v prípade bázičiek kationov musíme hodnotiť opatrne, nakoľko hodnoty namerané v porastových zrážkach nemôžeme priamo stotožňovať s hodnotami celkovej depozície báz. Hodnoty v porastových zrážkach sú silne ovplyvnené vnútorným kolobehom báz v ekosystéme (vymývanie z vnútorných pletív asimilačného aparátu drevín), a preto hodnoty celkovej depozície musíme korigovať pomocou stanovenia „faktora suchej depozície“. Tento faktor je možné odvodiť na základe „canopy budget modelu“, ktorý bol aplikovaný na lokalite Poľana (Mindáš, 2001) a postupne bude vyhodnotený pre všetky plochy intenzívneho monitoringu.



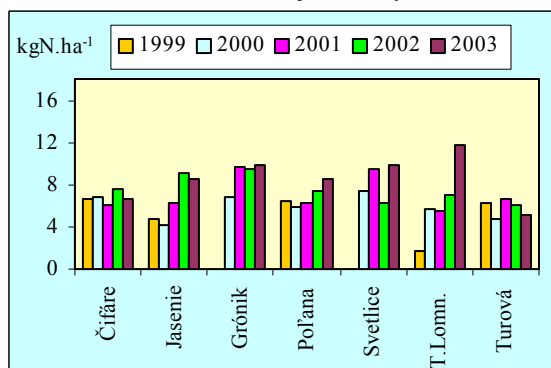
Obr. 3.55 Hodnoty zmiešanej depozície síry na jednotlivých TMP



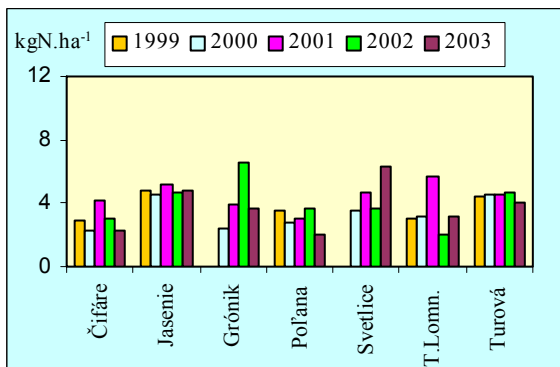
Obr. 3.56 Hodnoty depozície síry porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



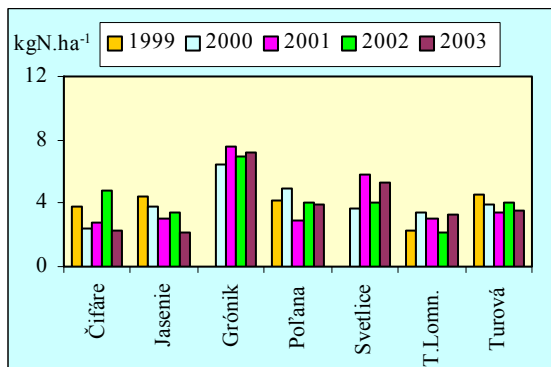
Obr. 3.57 Hodnoty zmiešanej depozície N-NH<sub>4</sub> na jednotlivých TMP



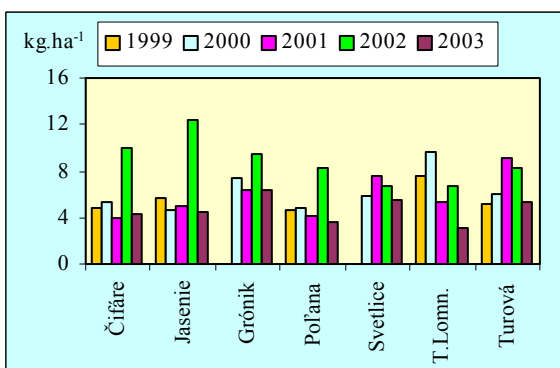
Obr. 3.58 Hodnoty depozície N-NH<sub>4</sub> porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



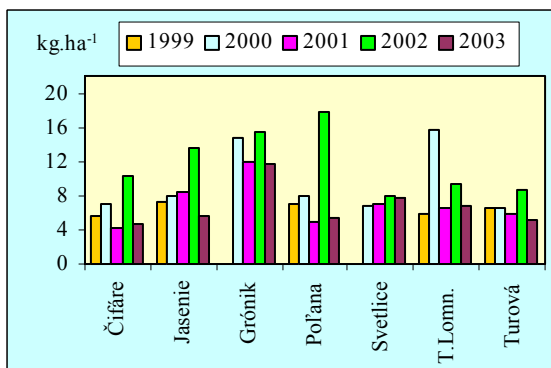
Obr. 3.59 Hodnoty zmiešanej depozície N-NO<sub>3</sub> na jednotlivých TMP



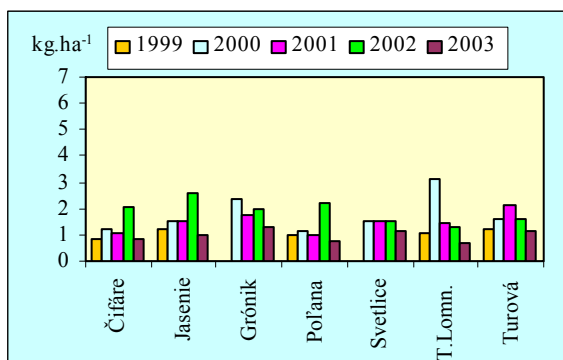
Obr. 3.60 Hodnoty depozície N-NO<sub>3</sub> porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



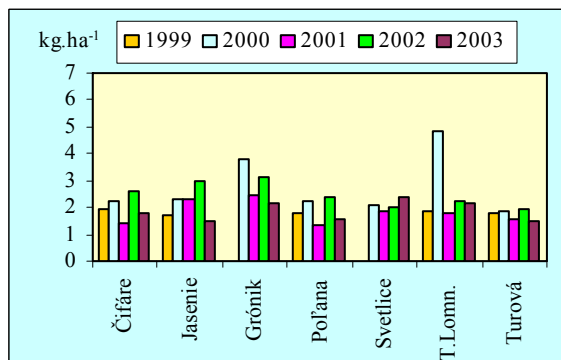
Obr. 3.61 Hodnoty zmiešanej depozície vápnika na jednotlivých TMP



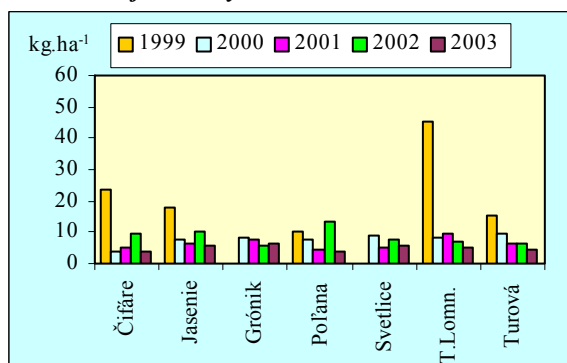
Obr. 3.62 Hodnoty depozície vápnika porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



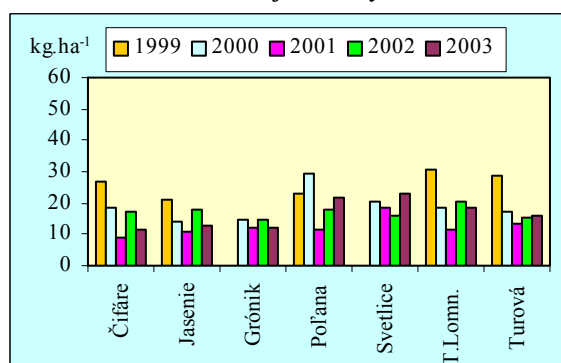
Obr. 3.63 Hodnoty zmiešanej depozície horčička na jednotlivých TMP



Obr. 3.64 Hodnoty depozície horčička porastovými zrážkami na jednotlivých TMP



Obr. 3.65 Hodnoty zmiešanej depozície draslíka na jednotlivých TMP



Obr. 3.66 Hodnoty depozície draslíka porastovými zrážkami na jednotlivých TMP

### Zapezpečenie kvality depozičného monitoringu

Depozičný monitoring je zložitý proces, pozostávajúci z viacerých krokov. Zahŕňa výber plochy, výber vhodných odberných zariadení, optimalizáciu počtu a rozmiestnenia kolektorov na ploche, dodržanie správnych postupov pri odbere vzoriek v teréne a ich transporte (z hľadiska vplyvu na kvalitu aj kvantitu vzoriek), chemické analýzy a kontrolu správnosti výsledkov, archivovanie a prenos dát do EU/ICP-Forests database, výpočty, publikovanie na národnej a medzinárodnej úrovni. Kým na 6. expertnom paneli v roku 2003 boli definované indikátory kvality pre laboratórne analýzy, na 7. expertnom paneli v roku 2004 došlo k prerokovaniu návrhov indikátorov kvality pre ďalšie činnosti v depozičnom monitoringu.

Bolo doporučené pristúpiť k vypracovaniu národného manuálu pre depozičný monitoring, s podrobným popisom pre každú zo spomenutých činností, z dôvodu ľahšieho definovania vzniku možných chýb.

### 3.2.4 Monitoring pôd

Pôdne vlastnosti na trvalých monitorovacích plochách patria k tým zložkám monitoringu lesných ekosystémov, ktoré sa vyznačujú relatívnou stálosťou (hoci niektoré vlastnosti sa vyznačujú aj sezónnou dynamikou a variabilitou). Preto sa s prieskumom pôd v počiatočných monitorovania uvažovalo buď s cieľom jednorázového získania cha-

Ako všeobecné indikátory kvality pri depozičnom monitoringu boli navrhnuté – aktívna účasť pri tvorbe manuálu, počet účastníkov na pravidelných expertných panelových diskusiách, externá a interná kontrola práce laboratória (akreditácia), účasť laboratória na kruhových testoch a správnosť výsledkov, počet monitorovacích plôch 2. úrovne, každoročná kontrola plôch a meracích zariadení, informácie o odbere, transporte a uchovávaní vzoriek, publikovanie výsledkov.

Vznikla pracovná skupina QA/QC pre laboratória, ktorá bude hodnotiť kvalitu práce a určí laboratória, ktoré potrebujú odbornú pomoc, pretože boli zistené veľké rozdiely a nepresnosti pri kruhových testoch a pri kontrole výsledkov. Cieľom činnosti skupiny je pomôcť odstrániť možné chyby nielen pri chemických analýzach, ale v celom procese vzorkovania, transportu, uchovávaní vzoriek, používania vhodných chemikálií a laboratórneho skla.

Charakteristik stanovišťa a diferenciacie monitorovacích plôch, alebo s monitorovaním v periode 5, resp. 10 rokov. Prvý koordinovaný odber pôdnych vzoriek extenzívneho monitoringu prebehol v jednotlivých európskych krajinách v rokoch 1993 až 1996, odbery pôdnych vzoriek na plochách intenzívneho monitoringu sa vykonávali postupne ako boli plochy

do tohoto systému zaraďované. Na Slovensku sa uskutočnili odbery vzoriek na plochách extenzívneho monitoringu v rokoch 1993 a v menšom rozsahu v roku 1998 (aj v záujme harmonizácie odberových cyklov s ČMS Pôda).

Opakované odbery vzoriek pôd pre chemické analýzy, plánované na roky 2004-2005 sa z viacerých dôvodov neuskutočnili, prebiehali skôr prípravné práce. V predchádzajúcich rokoch sa na úrovni Expertného panelu pre lesné pôdy a FSCC (Koordinačného centra pre lesné pôdy) pracovalo prevažne na rozšírení a spresnení manuálu. Realizovali sa kruhové testy pre vyhodnotenie a overenie jednotlivých zúčastnených laboratórií.

V roku 2003 bola prijatá posledná verzia manuálu a na pracovnom stretnutí v roku 2004 sa riešila

### 3.2.5 Monitoring pôdneho roztoku

Monitoring vlastností pôdneho roztoku nadväzuje na monitoring depozície z hľadiska bilancie iónov a na monitoring pôd z hľadiska interpretácie vplyvu pôdnych vlastností na koreňový systém drevín a na stav drevín.

Interpretáciu výsledkov komplikuje značná priestorová variabilita kvantity aj kvality pôdneho roztoku. Pre presnejšie hodnotenia a najmä kvantifikácie bilancie iónov by sa vyžadovalo značný počet opakovaní (odberných miest), čo je však najmä na skeletných pôdach obtiažnejšie. Obtiažnosť interpretácií výsledkov v európskom rámci je daná značnou rôznorodosťou použitých metód získavania pôdneho roztoku (platňové alebo lievnikové lyzimetre na gravitačnú vodu, sukčné lyzimetre, odbery vzoriek s následným odstredovaním), ako aj rôznorodosťou materiálov zberačov. Aj z týchto dôvodov sa v súčasnosti intenzívne pracuje na návrhu zavedenia systému zabezpečenia a kontroly kvality, ktorý by sa

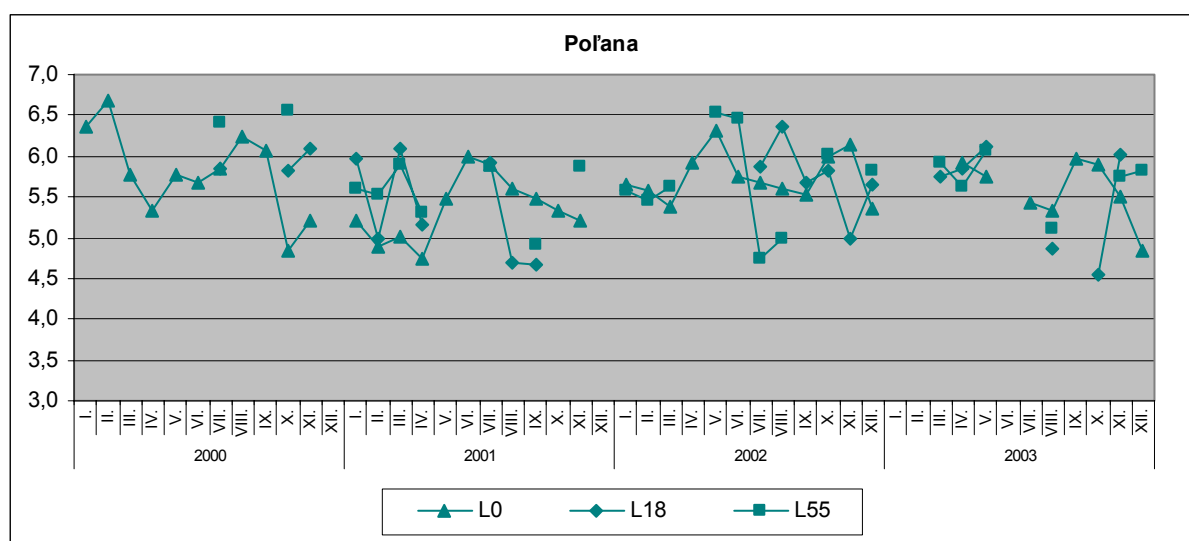
najmä otázka zabezpečenia kvality pri terénnych prácach, v laboratóriu a pri spracovaní výsledkov. Druhou kľúčovou témou pracovného stretnutia v roku 2004 bola príprava projektu BioSoil, zameraného na hodnotenie pôd a biodiverzity. Tento projekt je zaradený do schémy Forest Focus ako demonštračný projekt. Jeho realizácia prakticky znamená podrobný prieskum pôd na monitorovacích plochách (podrobný opis pôdneho profilu podľa „FAO Guidelines for Soil Profile description, klasifikáciu podľa WRB, odbery pôdnych vzoriek pre laboratórne analýzy so širším environmentálnym zameraním), ktorého prípravná fáza sa uskutočnila v roku 2005, väčšina terénnych prác v rokoch 2006-2007 s následnými laboratórnymi analýzami a podrobným vyhodnotením.

mal prerokovať na spoločnom pracovnom stretnutí expertov depozičného monitoringu a monitoringu pôdneho roztoku, plánovanom na rok 2005.

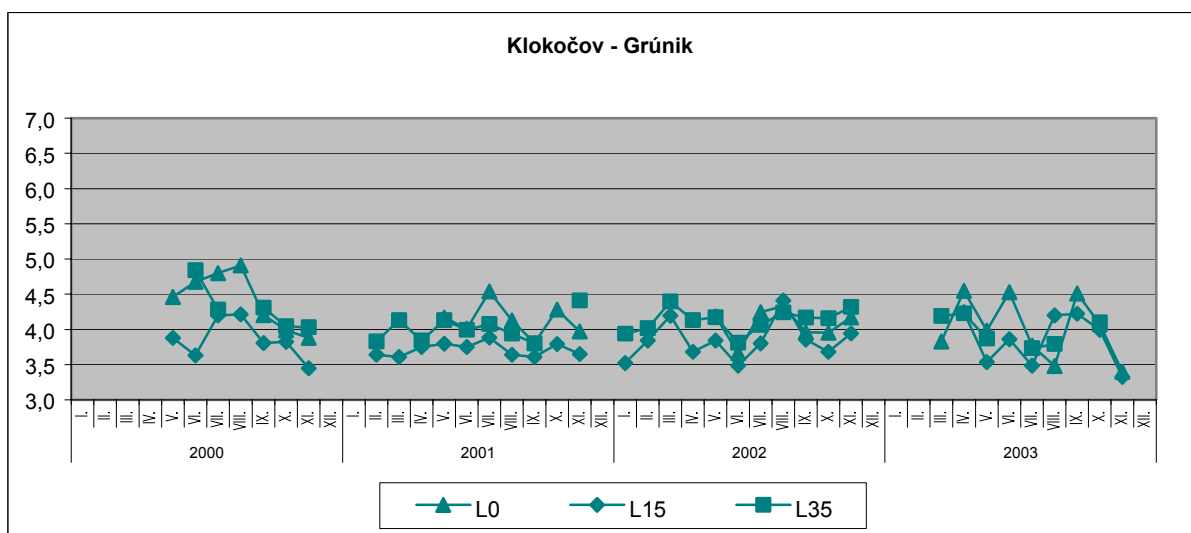
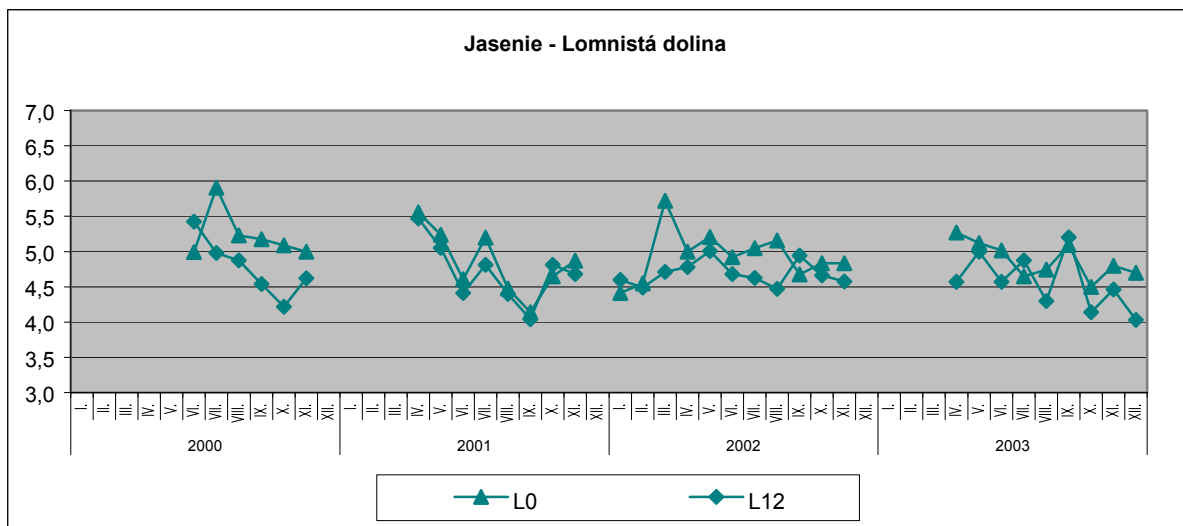
V roku 2004 pokračovali odbery a analýzy vzoriek na troch monitorovacích plochách v takom rozsahu ako v predchádzajúcich rokoch, výsledky však nie sú kompletne spracované.

V nasledovnom obrázku je znázornený priebeh nameraných hodnôt pH v odobratých vzorkách pôdnej vody od roku 2000 do roku 2003. Z porovnania medzi monitorovacími plochami sú zjavné značné rozdiely v reakcii pôdneho roztoku, ako aj rozdiely medzi odberovými hĺbkami vo vzťahu k horizontom, v ktorých sú platňové lyzimetre inštalované.

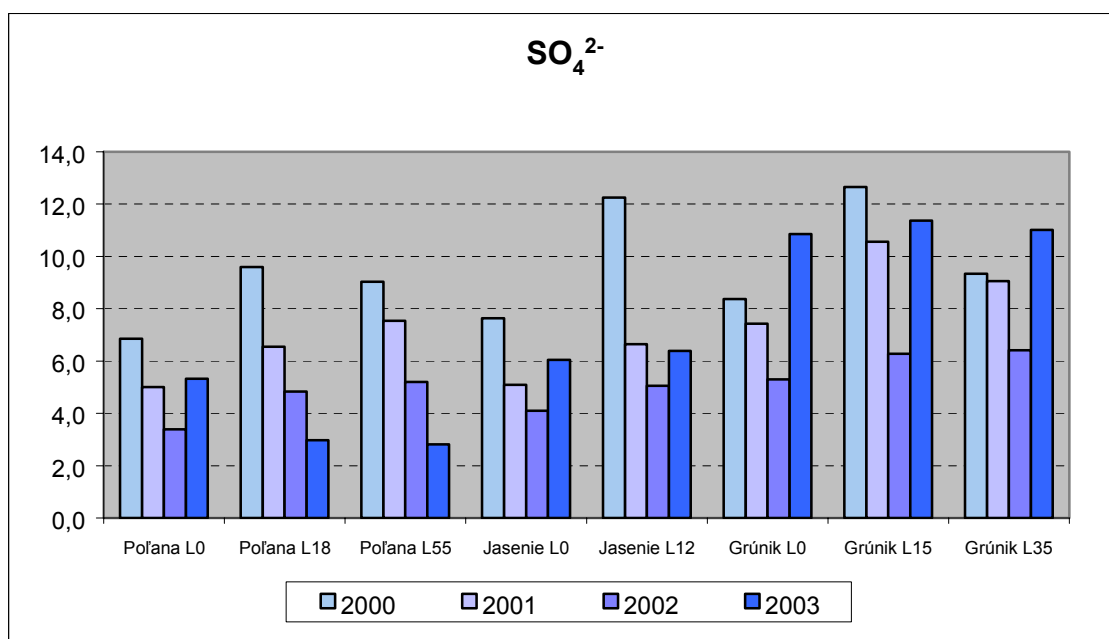
Namerané hodnoty počas roka pomerne výrazne kolíšu, ovplyvňované sú popri vlastnostiach pôd najmä sezónne sa meniacimi chemickými a biochemickými procesmi.



Obr. 3.67a Priebeh hodnôt reakcie pôdneho roztoku podľa plôch a odberových hĺbok



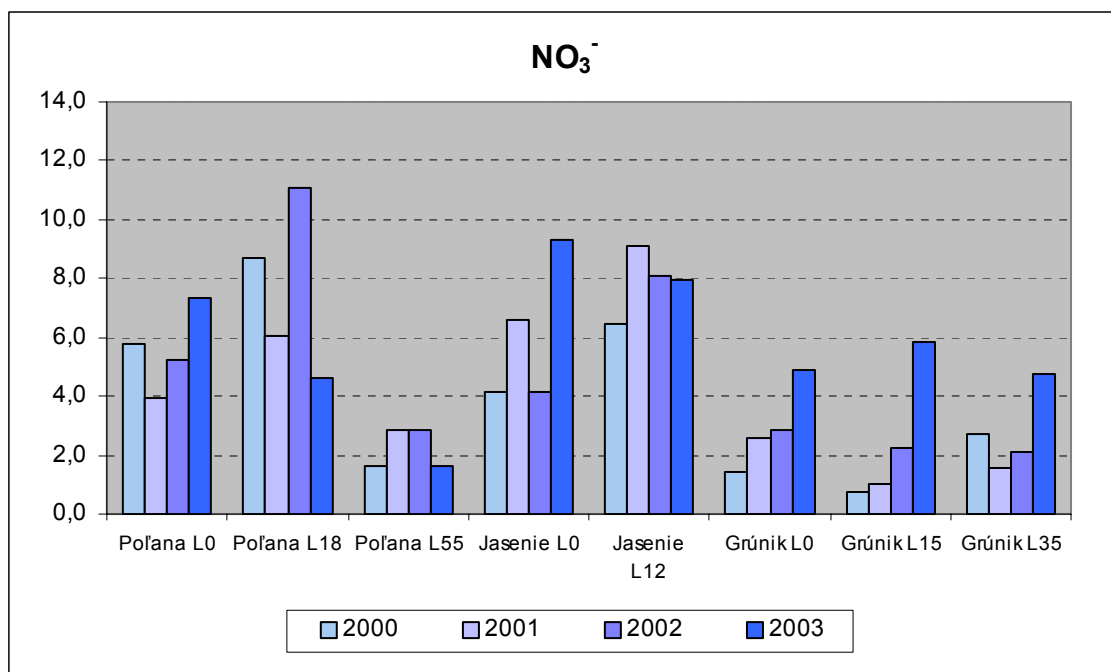
Obr. 3.67b Priebek hodnôt reakcie pôdneho roztoku podľa plôch a odberových hĺbok



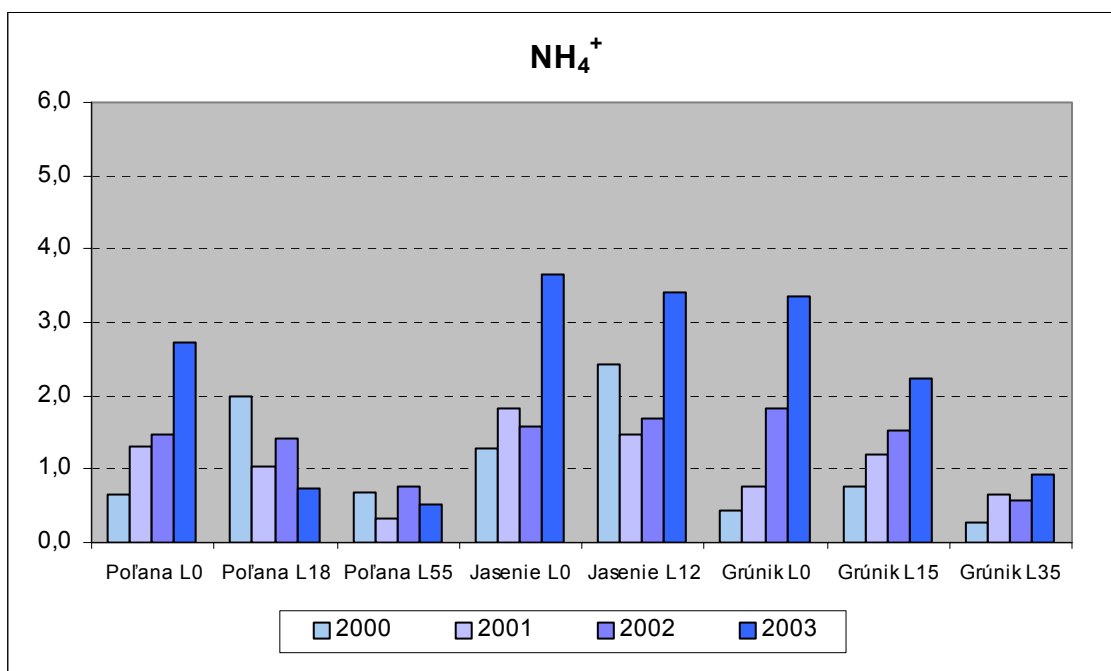
Obr. 3.68 Stredné hodnoty koncentrácií SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> vo vzorkách pôdneho roztoku

Dôležitými monitorovanými parametrami pôdneho roztoku sú koncentrácie iónov síry a dusíka, ktoré sú v depozičných vstupoch pomerne vysoké ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$ ). Priebeh mediánových hodnôt koncentrácií týchto iónov (v  $\text{mg.l}^{-1}$ ) pre monitorovacie plochy a odberné hĺbky sú v nasledovných grafoch 3.68-3.70. Tieto grafy potvrdzujú vzrastajúci výz-

nam transportu iónov dusíka v pôdnom profile oproti síranovým iónom. Výrazný je najmä vzostup hodnôt pre obidva hodnotené ióny dusíka na ploche Grúnik, teda na ploche, ktorá má z hodnotených troch plôch najzraniteľnejšie pôdy a ktorá je dlhodobo imisne najviac zaťažovaná.



Obr. 3.69 Stredné hodnoty koncentrácií  $\text{NO}_3^-$  vo vzorkách pôdneho roztoku



Obr. 3.70 Stredné hodnoty koncentrácií  $\text{NH}_4^+$  vo vzorkách pôdneho roztoku



### 3.2.6 Vlhkostný režim pôd v nížinných polohách

V spojitosti so zhoršeným zdravotným stavom lesov a skúmaním mechanizmu poškodzovania lesných porastov sa nezaobídeme bez poznania vodného režimu lesných pôd, lebo podstatný podiel na zhoršenom zdravotnom stave lesov najmä v nížinných polohách je spôsobený nielen imisnou záťažou, ale aj dlhodobým nedostatkom vody v pôde, čo je odrazom častejších výskytov dlhodobo extrémne slabých zrážok a vysokých teplôt, a to hlavne počas vegetačného obdobia.

Voda, najmä v suchých a teplých oblastiach je rozhodujúcim ekologickým a fyziologickým činiteľom. Nedostatok vody v pôde sa obzvlášť v týchto lesných ekosystémoch prejavuje v oslabení ich fyziologickej činnosti a následne aj vo výraznom znížení celkovej hmotovej produkcie i odolnosti proti biotickým škodcom.

TMP Čifáre, (OZ Levice) je v nadmorskej výške 225 m a predstavuje modelovú plochu pre lesné spoločenstvá dubín (cerín) na spraši v dubovom vegetačnom stupni. Pôda je ťažšia, ilovitohlinitá a len v povrchovej vrstve hlinitejšia, stredne hlboká (do 90 cm), tuhšia, v letných mesiacoch presychavá so zhoršenými vodovzdušnými pomermi.

Vlhkosť pôdy na ploche sledujeme celoročne v dvoj (jar, leto, jeseň) až štvortýždňových (zima) intervaloch s použitím gravimetrickej metódy do hĺbky 100cm. 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. 5.39. sú uvedené výsledky najdôležitejších meraní od marca po október 2004, ktoré obsahujú zistené obsahy vody v pôde vyjadrené hmotnostnými % vlhkosti v hĺbke 10 a 40 cm a zásobou vody (v mm) pre povrchovú (0-20 cm) vrstvu pôdy a pre celý fyziologický profil (0-100 cm). Z tabuľky je zrejmé, že hmotnostné % vlhkosti do 40 cm sa od marca až do konca júna pohybovalo v rozpätí 18 až 30 % (v zimných mesiacoch až 45 %) a od polovice júla rýchlo klesá na kritických 10 %. Počas letných mesiacov až do konca októbra kolísala medzi 11 až 13 %. K uvedeným % vlhkosti sa urobili prepočty na objemové % vlhkosti a z nich sa vypočítala zásoba vody v pôde, z ktorej uvádzame zistené hodnoty pre povrchovú hrúbku (0-20 cm) a celú fyziologickú hĺbku (0-100 cm).

Na rozdiel od minulého roku chladné jarné a zároveň zrážkovo bohatšie obdobie sa do konca júna prejavilo v dostatočnej zásobe pôdnej vody. Teplejší júl s menším množstvom zrážok a s väčšou transpiráciou drevín sa rýchlo prejavil v presychaní povrchovej časti pôdy (0-20 cm) už v polovici júla, v ktorej zásoba vody poklesla prvýkrát na BV. Zrážky merané pod porastom (dvojtýždňové úhrny) počas celého leta až septembra boli veľmi slabé, mesačne

neprekročili 10 mm, iba v polovici augusta a koncom septembra jednorázovo dosiahli 30 a 40 mm. S nedostatkom zrážok došlo aj k významnému presychaniu povrchových horizontov. Teplejšie obdobie s menším nedostatkom zrážok trvalo až do konca októbra. Suché a teplé leto sa prejavilo v poklese zásoby vody na bod vädnutia (BV), prípadne jej zásoba kolísala tesne okolo neho. V nadväznosti nato sme na obr. 3.55 –3.57 graficky zobrazili dynamiku vlhkosti pôdy a zásoby vody, na ktorej sa suché a teplé počasie odrazilo v nízkom % vlhkosti pôdy hlavne v druhej polovici vegetačného obdobia. Vplyv na určitú kolísavosť vlhkosti mali spomínané zrážky hlavne na povrchovú 20 centimetrovú vrstvu.

Zásoba vody, hodnotená za celú fyziologickú hĺbku, počas zimných a jarných mesiacov do začiatku júla väčšinou bola ešte nad alebo tesne pod BZD (zhruba 250mm). Jej maximálna zásoba začiatkom februára takmer dosiahla MKK (334 mm). Celkovo veľmi dobrá zásoba vody v pôde trvala takmer do konca mája a júna. Jej významný pokles nastal v júli, keď v druhej polovici júla klesla pod hodnotu BZD na cca 160 mm a na tej hladine sa udržiavala až do konca októbra. Iba novembrové zrážky začali vplývať na jej vzostup. Z pohľadu využiteľnej vody ju hodnotíme už ako veľmi nízku, čo sa výrazne prejavilo aj v stagnácii hrúbkového prírastku duba cerového. Treba zdôrazniť skutočnosť, že na rozdiel od predošlého roku, ktorý bol podstatne suchší, sa v tomto roku vlhkosť pôdy pohybovala v semiaridnom intervale so zásobou vody medzi hydrolimitmi BZD a BV iba počas leta a jesene.

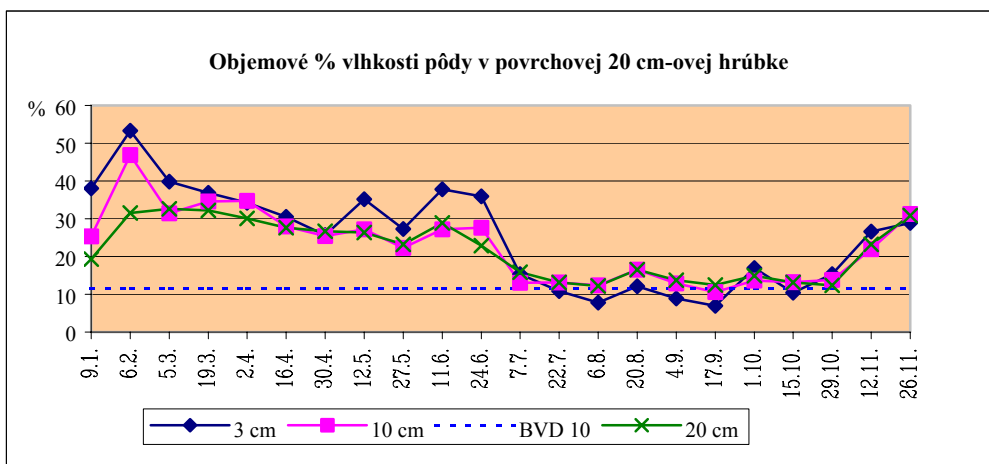
Z celoročného pohľadu optimálne vlhkosťové pomery v pôde trvali len v zimných a jarných mesiacoch.

Pokles vlhkosti v pôde na bod vädnutia sa viditeľne prejavil na krovinej a bylinnej vrstve. Z krovín nám nedostatok vody v pôde veľmi dobre vädnutím indikuje zob vtáči. U hlohu a trnky sa v druhej polovici leta prejavilo predčasné žltnutie prípadne hnednutie listov doprevádzané ich predčasným opadom, pritom na jedincoch nezožltlo všetko lístie. Na niektorých jedincoch bolo vidieť aj usychanie a na iných žer listov piadivkami. V malej miere usychalo i zmladenie cera. Bylinný podrast bol oproti predošlému vlhkosťovo nepriaznivému roku viac početný, s väčším vzrastom najmä skorších jarných druhov.

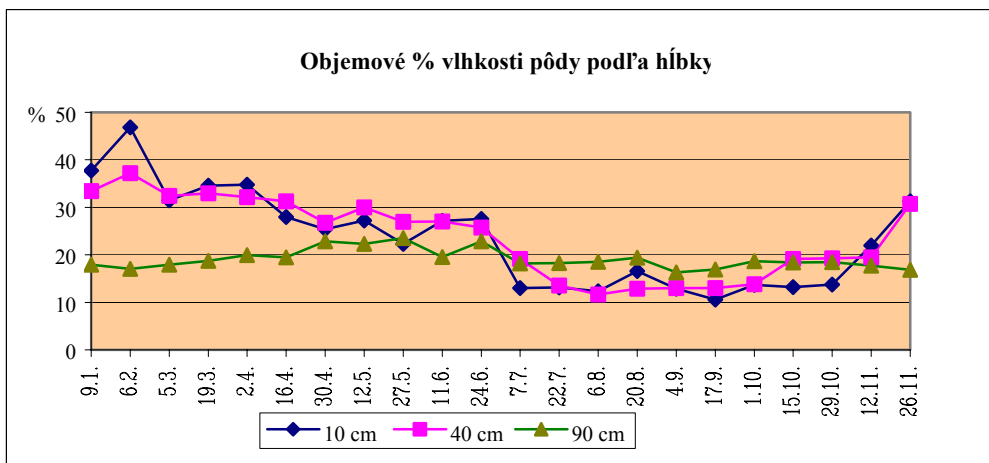
Sucho najlepšie prežili trvalky. Nedostatok vody v pôde sa významne prejavil aj v oslabení fyziologickej činnosti drevín a následne aj vo výraznom znížení priebežne meraného hrúbkového prírastku cera, ktorého priebeh je zobrazený na obr. 3.58 v roku 2003 a na obr. 3.59 v roku 2004. Z porovnania jeho dynamiky a zásoby vody v pôde vidieť silnú závislosť na jej dostatočnej zásobe v prvej polovici a nedostatku v druhej polovici vegetačného obdobia.

Tab. 3.39 Hmotnostné % vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40 cm a objemová zásoba vody (mm) v 0-20 cm a 0-100 cm na TMP Čifáre počas roka 2004

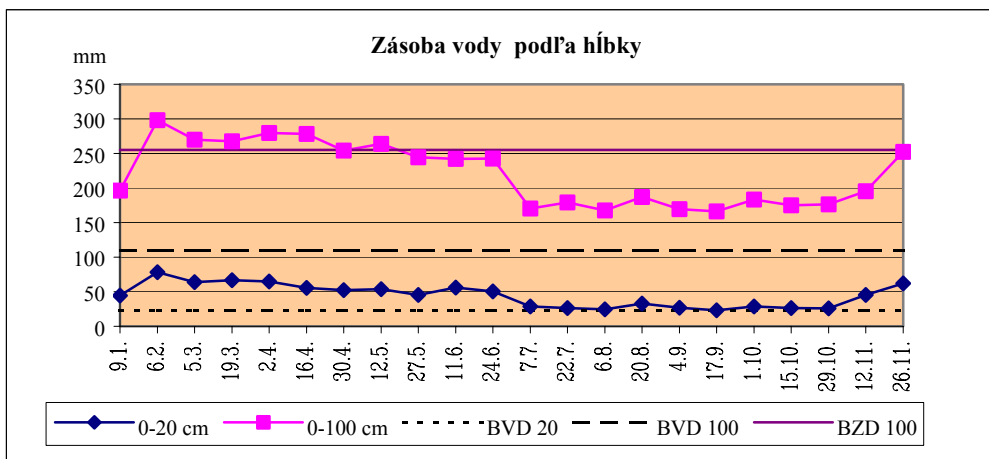
Dátum merania	19.3.	2.4.	16.4.	30.4.	12.5.	27.5.	11.6.	24.6.	7.7.	22.7.	6.8.	20.8.	4.9.	17.9.	1.10.	15.10.
Vlhkosť v 10 cm	29,3	29,4	23,5	21,5	23,0	18,8	22,9	23,3	11,0	11,1	10,4	13,9	10,9	8,9	11,5	11,2
Vlhkosť v 40 cm	22,9	21,7	21,1	18,1	20,3	18,2	18,3	17,4	12,9	13,5	11,7	12,8	12,9	12,9	13,8	12,9
Zásoba vody 0-20 cm	67	65	56	52	54	45	56	50	50	29	25	33	27	23	29	26
Bod vädnutia 0-20 cm	22,8															
Zásoba vody 0-100 cm	268	280	278	254	269	245	242	242	170	179	168	187	169	166	184	175
Bod zníženej dostupnosti 0-100 cm	252															



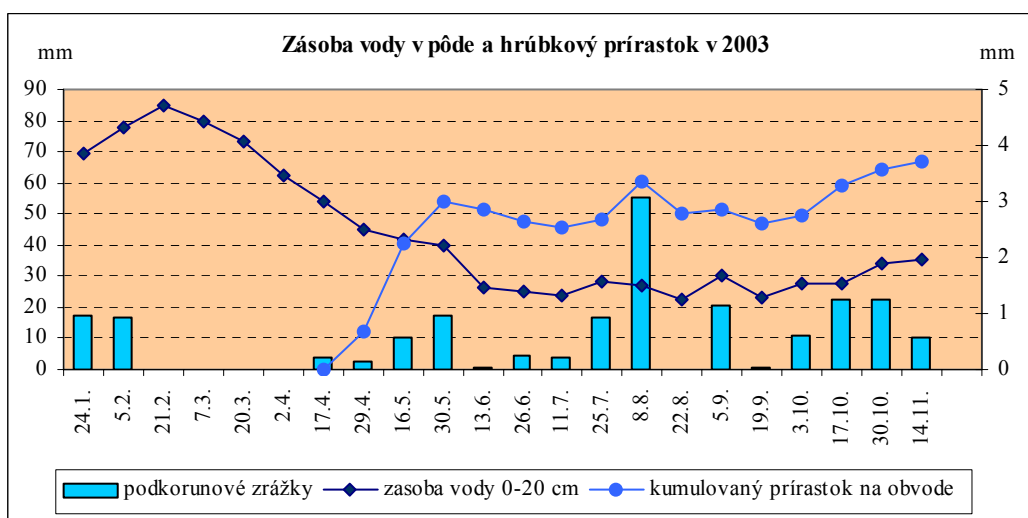
Obr. 3.71 Dynamika vlhkosti pôdy v povrchovej vrstve (3,10 a 20 cm) počas roka 2004



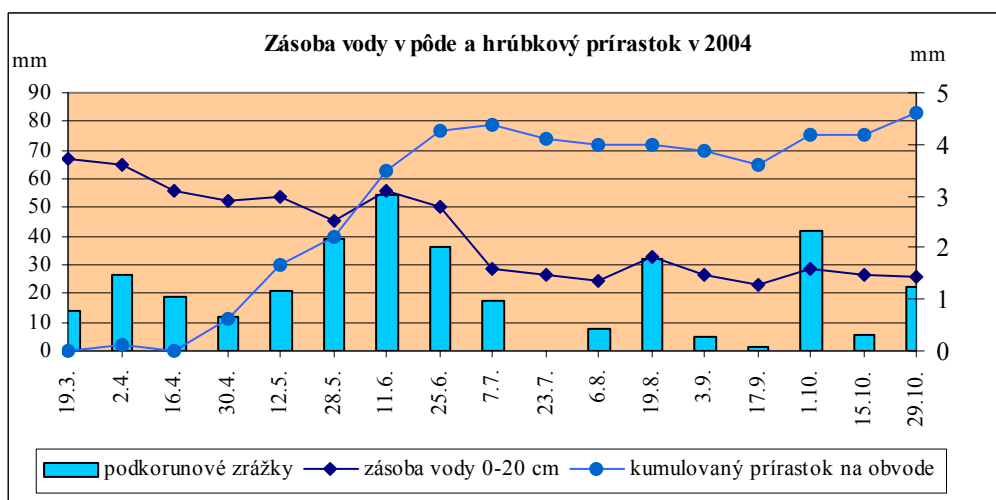
Obr. 3.72 Porovnanie dynamiky vlhkosti pôdy v hĺbke 10, 40 a 90 cm na TMP Čifáre



Obr. 3.73 Hydrolimity a zásoba vody v pôde počas roka 2004 pre hĺbku 0-20 a 0-100 cm



Obr. 3.74 Dynamika podkorunových zrážok a zásoba vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2003 a jej vplyv na hrúbkový prírastok cera



Obr. 3.75 Dynamika podkorunových zrážok a zásoba vody v pôde pre hĺbku 0-20 cm počas roka 2004 a jej vplyv na hrúbkový prírastok cera

### 3.2.7 Hodnotenie prízemnej vegetácie

V rámci intenzívnych monitorovacích aktivít ICP hodnotenia a monitoringu znečisteného ovzdušia na lesy (UNECE, Manual, part VIII, 1997) sa na plochách II. úrovne od roku 1999 monitoruje aj prízemná vegetácia. 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 8 TMP II. úrovne, na ktorých sa vykonáva monitorovanie a hodnotenie prízemnej vegetácie v päťročných intervaloch. V roku 1999 sa vegetácia zaznamenala najprv celoplošnými fytozázpismi 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> (10 x 10). Odhad pokryvnosti druhov v drevinovej vrstve vyjadrujeme priamo v %. 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. 3.40).

Tab. 3.40 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 1/4 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 1/4 až 1/2 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 1/2 až 3/4 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 3/4 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 vegetačnej rozdielnosti sa na väčšine plôch robili jarné a letné fytozázpisy, ktoré sa obnovujú v päťročných intervaloch. Podľa vzoru požiadavky strediska FIMCI v Holandsku (manuál, časť 8, forma 10a a 10b), sme vypočítané priemerné hodnoty pokryvnosti druhov aj s ďalšími potrebnými údajmi uložili do databázového súboru, pritom sa použili číselné kódy druhov.

V roku 2002 sme na troch vybraných plochách II. úrovne (Čifáre, Turová a Poľana) založili cca po 30 malých (sampligových) plôchok (1m<sup>2</sup>) rovnomerne rozmiestnených po celej ploche, na ktorých sa podrobnejšie sleduje 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 vzácných 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.

Podrobné fytoecologické sledovanie pokračovalo aj v tomto roku na troch plochách, ktoré reprezentujú lesné spoločenstvo v nížinnej (Čifáre), podhorskej (Turová) a horskej polohe (Poľana). Najdôležitejšie zistenia sú v grafickom zobrazení uvedené v kapitole 3.2.2 ako súčasť stanovištno-fytoecologickej charakteristiky jednotlivých plôch. Výsledné

priemerné hodnoty sú väčšinou prepočítané na 1 m<sup>2</sup>. Výška drevín v krovitom podraze vyjadrená v cm bola získaná ako priemer zo všetkých jedincov príslušného súboru plošiek. Niektoré grafy obsahujú aj zobrazenie chybových úsečiek (rozdiel priemernej hodnoty od maximálnej a od minimálnej hodnoty). Výsledky potvrdzujú významnú fytoocenologickú odlišnosť medzi plochami. Odlišnosť v druhovej rozmanitosti, pokrývnosti, hustote druhov, v rozdielnej biomase podrastu. Prejavujú sa silné fluktučné pohyby najmä jednoročných rastlín s výskytom tzv. efemeroid. V nížinných polohách významne na ich početnosť vplyvajú 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 fytoceénov.

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).

### Záver

Na rozdiel od minulého roku, chladné jarné a zároveň zrážkovo bohatšie obdobie počas zimných a jarných mesiacov sa do začiatku júla prejavilo v dostatočnej zásobe pôdnej vody. V júli nastalo teplé a suché leto s menším množstvom zrážok, čo sa v polovici júla rýchlo odrazilo v presychaní najmä povrchovej časti pôdy (0-20 cm), vtedy zásoba vody už poklesla na bod vädnutia a počas celého leta kolísala tesne okolo neho. Kým počas jari bolo využiteľnej vody v celej fyziologickej hĺbke dostatok, počas leta a začiatku jesene ju už hodnotíme ako veľmi nízku, čo sa výrazne prejavilo v stagnácii hrúbkového prírastku duba cerového. Iba novembrové zrážky začali vplyvať na jej vzostup.

Výsledky potvrdzujú významnú fytoocenologickú odlišnosť medzi plochami. Odlišnosť v druhovej rozmanitosti, pokrývnosti, hustote druhov, v rozdielnej biomase podrastu. Prejavujú sa silné fluktučné pohyby najmä jednoročných rastlín s výskytom tzv. efemeroid, na ktorých pokles hojnosti, najmä v nížinných polohách môže významne vplyvať skorý nástup veľmi suchého roka.

### 3.2.8 Hodnotenie vizuálneho poškodenia lesných drevín ozónom

Podkladom na hodnotenie vizuálneho poškodenia drevín ozónom bola metodika používaná v rámci II. úrovne európskeho monitoringu ICP-Forests „Sub-manual for the Assessment of Ozone Injury on European Forest Ecosystems“. V rámci roku 2003 sa uskutočnili hodnotenia vizuálneho poškodenia ozónom na drevine buk. Vzorňkové konáre boli odobraté na lokalite Poľana - Hukavský grúň a na loka-

lite Predná Poľana na začiatku septembra. Hodnotených bolo 30 listov na každej vzorníkovej vetve. 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

Výsledky hodnotenia vizuálneho poškodenia ozónom pre drevinu buk na TMP Poľana - Hukavský grúň a Predná Poľana sú uvedené v tab. 3.41. Z uvedených výsledkov vyplýva, že na všetkých hodnotených konároch buka z TMP Poľana neboli

zistené žiadne viditeľné symptómy poškodenia listov ozónom. Asimilačný aparát z lokality Predná Poľana vykazoval poškodenie v rozsahu do 5 % listov aj ich povrchu len na dvoch odobratých konároch.

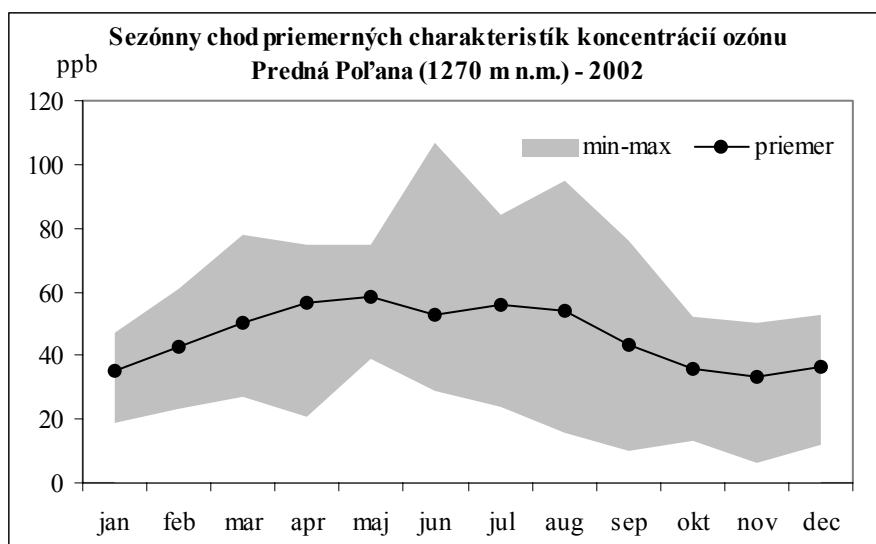
Tab. 3.41 Výsledky z hodnotenia viditeľného poškodenia listov buka z TMP Poľana a Predná Poľana v roku 2003

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

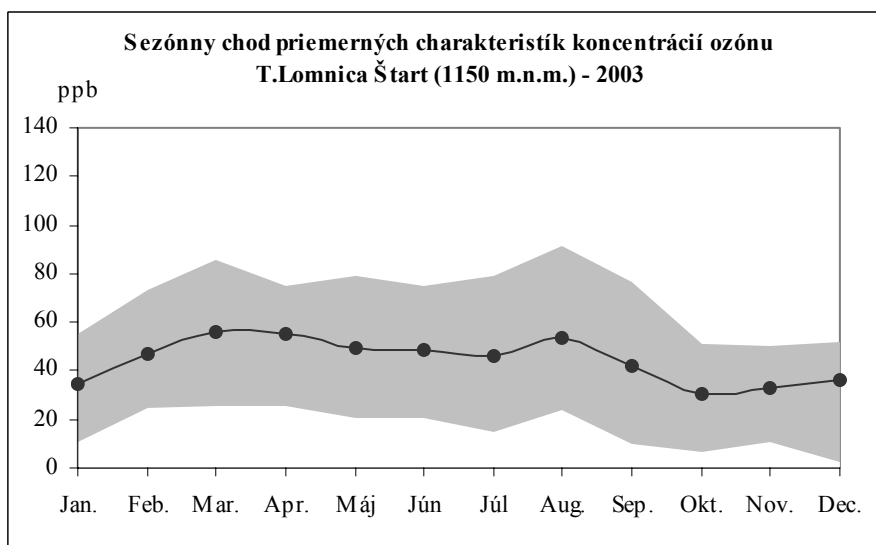
### Meranie koncentrácií ozónu.

Koncentrácie ozónu vykazovali v roku 2003 na sledovaných lokalitách typický ročný priebeh s minimálnymi priemernými mesačnými koncentraciami v zimnom období (október a december) a maximálnymi priemernými koncentraciami v jarnom a letnom období s dvojitém maximom (marec, august) v závislosti od meteorologických podmienok v sledovanom roku. Maximálne krátko-

dobé koncentrácie dosahovali najvyššie hodnoty tak isto v jarnom až letnom období (marec, júl - august) pričom v roku 2003 na lokalite Predná Poľana prekročovali hodnoty 100 ppb. Priebeh priemerných mesačných koncentrácií v roku 2003 spolu s rozsahom meraní na príklade merania z lokality Predná Poľana je uvedený na obr. 3.60 a z lokality T. Lomnica - Štart na obr. 3.61.



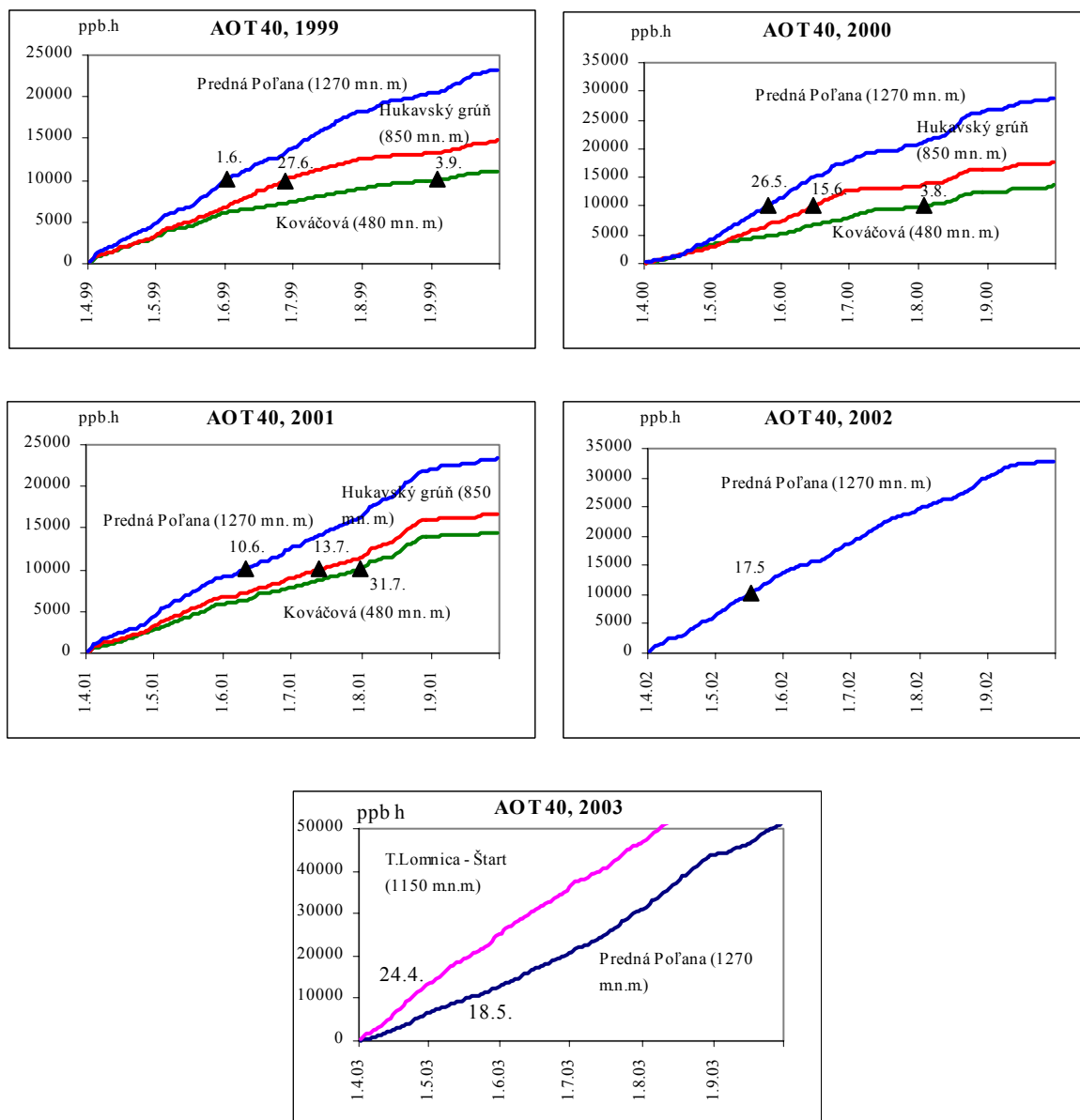
Obr. 3.76 Priebeh priemerných mesačných koncentrácií ozónu na lokalite Predná Poľana v roku 2003.



Obr. 3.77 Priebeh priemerných mesačných koncentrácií ozónu na lokalite T. Lomnica – Štart v roku 2003.

Vývoj indexu AOT 40 počas vegetačnej sezóny v jednotlivých rokoch merania 1999 – 2003 na sledovaných lokalitách je uvedený na obr. 3.62, sumy indexu AOT 40 pre to isté obdobie sú na obrázku 3.63. Kritická úroveň indexu AOT 40, ktorej hodnota je pre lesné ekosystémy stanovená na 10 000

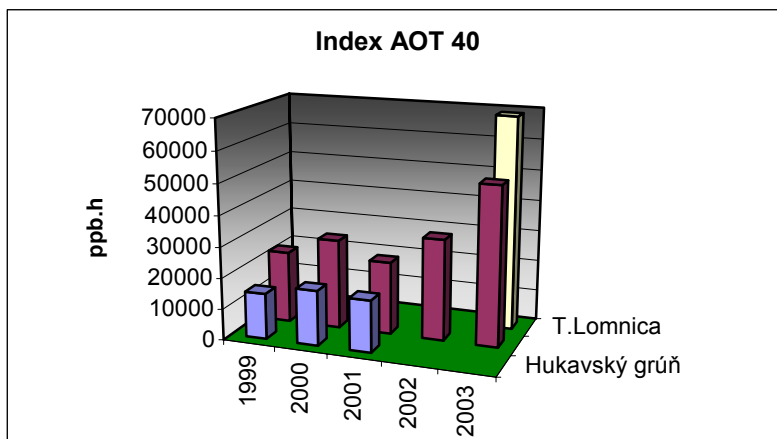
ppb.h, bola prekračovaná na všetkých sledovaných lokalitách počas celého obdobia merania. Vo vyšších nadmorských výškach (lokality Predná Poľana – 1270 m.n.m, Tatranská Lomnica – Štart 1150 m.n.m) bola uvedená hodnota prekračovaná pravidelne už v prvej polovici vegetačnej sezóny.



Obr. 3.78 Sezónny vývoj indexu AOT 40 na sledovaných lokalitách v rokoch 1999 – 2003

Hodnoty AOT 40 sa pohybovali v jednotlivých sledovaných rokoch na rôznych lokalitách pohybovali v rozpätí od 14 787 do 68 820 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. 3.79 Hodnoty indexu AOT 40 na sledovaných lokalitách v období rokov 1999 – 2003

### 3.2.9 Fenologické pozorovania lesných drevín v roku 2003

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 listinnými rastlinnými 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 dato-

vane 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 2003 vykonávané na 7 trvalých monitorovacích plochách II. úrovne (viď. tab. 5.42). Pri pozorovaniach sa pozornosť koncentrovala na nasledovné fenofázy (rozdiely sú medzi listnatými a ihličnatými drevinami):

Tab. 3.42 Prehľad pozorovaných fenofáz

Fenologické fázy	
ihličnaté dreviny	listnaté dreviny a smrekovec
<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• prvé májové výhonky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• začiatok pučania</li> <li>• zalisťovanie (začiatok a všeobecné)</li> <li>• 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 počiatkový deň fenologických pozorovaní v roku 2003, 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 a smrekovec opadavý.

#### Priebeh jarných fenofáz

Výsledky časového priebehu fenofáz odsledovaných na jednotlivých monitorovacích plochách úrovne II. (TMP) v roku 2003 uvádzame v tab. 3.43. Na základe získaných výsledkov môžeme skonštatovať, že začiatok vegetačného obdobia - pučanie vegetatívnych púčikov, na jednotlivých sledovaných TMP v roku 2003, spadá u listnatých drevín a smrekovca, do druhej dekády apríla až začiatku mája, pričom najskôr začal rašiť buk na TMP Turová a Svetlice, potom buk spoločne s javorom horským a dubom cerovým (TMP Poľana a Čifáre), po nich s miernym oneskorením jaseň a smrekovec.

Po rozpuku listových púčikov dochádza k rýchlemu rozvoju asimilačného aparátu drevín, pričom celkovo možno tento proces nazvať ako fáza zalisťova-



nia drevín. Výsledky uvedené v tab. 3.43 nevykazujú výrazné rozdiely v dĺžke trvania zalistovania medzi sledovanými drevinami. Celkovo možno povedať, že táto fáza trvala u jednotlivých drevín od 2 do 15 dní. Najkratšie trvanie zalistovania sme zistili u buka v roku 2003 na TMP Poľana (2 dni) dlhšie zalistovali

buky na TMP Turová a Svetlice. Z výsledkov tiež vyplýva, že obdobie zalistovania drevín spadalo na jednotlivých TMP do obdobia od konca apríla do druhej polovice mája. Od polovice mája boli listnaté dreviny a smrekovec na všetkých TMP plne olistené.

Tab. 3.43 Fenologické fázy lesných drevín na TMP – úrovne II pozorované v roku 2003

názov plochy	drevina	začiatok pučania	prvé májové výhonky	zalistovanie		letné žltnutie	žltnutie listov		opad listov	
				začiatok	všeobecné		začiatok	všeobecné	začiatok	koniec
Poľana	bk	30.4.		6.5.	8.5.		4.9.	18.9.	18.9.	28.10.
Poľana	jvh	30.4.		6.5.	8.5.		4.9.	18.9.	2.10.	17.10.
Poľana	js	6.5.		13.5.	16.5.		2.10.		2.10.	17.10.
Čifáre	dbc	17.4.		29.4.			3.10.	17.10.	3.10.	28.11.
Turová	bk	22.4.		29.4.	13.5.		22.9.	2.10.	2.10.	13.11.
Svetlice	bk	20.4.		30.4.	14.5.		2.10.	16.10.	16.10.	
Poľana	sm	8.5.	13.5.							
L.dolina	sm		15.5.							
T.Lomnica	sm		23.5.							
T.Lomnica	sme	2.5.		8.5.						
Grúnik	sm	14.5.								

Hlavným zástupcom ihličnatých drevín pri fenologických pozorovaniach bol smrek, ktorý bol sledovaný na štyroch TMP (Poľana, L. dolina, Grúnik a T. Lomnica). U smreka boli pozorované dve fenofázy – začiatok pučania a prvé májové výhonky (PMV). Z výsledkov uvedených v tabuľke 3.43 vidíme, že smrek na TMP Poľana začínali pučať skôr, v porovnaní so smrekmi na TMP Grúnik. Celkovo možno za obdobie pučania smrekov označiť prvú a druhú májovú dekádu.

Nasledujúca fenofáza prvé májové výhonky (PMV) spadá u smrekov na jednotlivých TMP do obdobia od polovice až do konca mája, pričom najskorší nástup tejto fenofázy bol zaznamenaný na TMP Poľana a najneskôr dosiahli túto fenofázu smrek na TMP T. Lomnica. Smrek na TMP Poľana a TMP L. dolina dosiahli túto fenofázu v rovnakom čase (rozdiel 2 dni).

Podobne ako rozvoj asimilačného aparátu sú pre lesné dreviny veľmi dôležité aj nasledujúce fenofázy. Úplným rozvojom listov nastáva pre opadávané 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 opadávaných drevín závisí od trvania teplej sezóny, počas ktorej sú stromy plne olistené. Dĺžka tejto fenofázy trvala na pozorovaných TMP u buka od 122 do 156 dní, pričom najdlhšie trvanie bolo zaznamenané u duba cerového 158 dní. Dĺžka trvania obdobia plného olistenia, je dôležitá nielen z hľadiska celkového rastu a produkcie lesných drevín, ale môže ovplyv-

niť napr. aj kvantitu a kvalitu podkorunových zážok.

#### Priebeh jesenných fenofáz

Obdobie fotosyntetickej činnosti listov býva ukončené ďalšou fenofázou, ktorou je žltnutie listov. Na sledovaných TMP sa fenofáza žltnutia listov začínala od prvej dekády septembra po začiatok októbra u všetkých listnatých drevín. Počas pozorovaní sa potvrdili rozdiely v nástupe žltnutia listov medzi jednotlivými drevinami. Najskorší nástup žltnutia asimilačného aparátu vykazovali buky a javory na TMP Poľana, potom nasledovali buky na TMP Turová a Svetlice a najneskôr začali žltnúť duby na TMP Čifáre. Čo sa týka dĺžky trvania farebných zmien asimilačných orgánov (žltnutie, červenanie, hnednutie) v tomto roku neboli zaznamenané výrazné rozdiely medzi jednotlivými drevinami. Táto fenofáza trvala 15 až 17 dní.

Za konečné fázy fenologického kalendára možno označiť začiatok opadu až úplný opad listov. Z výsledkov uvedených v tab. 3.43 je zrejme, že v prípade jedincov buka skôr začali opadávať listy na TMP Poľana v porovnaní s TMP Turová. U jaseňa bol oproti buku zaznamenaný neskorší (cca 14 - dňový) začiatok opadu listov. Celkovo bol začiatok opadu listov u jednotlivých drevín rozložený do obdobia od polovice septembra do polovice októbra. Úplný opad listov u jednotlivých drevín na TMP nastal v roku 2003 koncom októbra alebo začiatkom novembra. V prípade duba cerového bol zaznamenaný úplný opad listov až koncom novembra. Dátum začiatku opadu aj jeho skončenia vymedzuje celkovú dĺžku trvania opadu listov. Táto bola všeobecne najdlhšia u duba

cerového (55 dní) a u bukov na TMP Turová a Svetlice (29 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 mesiacami (CHALUPA 1969). Výsledky získané na našich TMP potvrdzujú toto konštatovanie.

### 3.2.10 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 tejto správe sú prezentované výsledky štruktúry a chemického zloženia opadu získaného na uvedených monitorovacích plochách v roku 2003.

#### Metodický postup

Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP Poľana – Hukavský grúň pokračovalo od predchádzajúceho roku a v roku 2003 sa uskutočnilo deväť odberov. Na TMP Turová a Čifáre sa uskutočnili deväť resp. osem odberov a pre TMP Grónik sa analyzoval opad z troch 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 nepravidelne cca 1x mesačne, na TMP so zastúpením opadávacích 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 z kumulatívnych vzoriek zosypaných dohromady za celé obdobie odberu. Koncentrácia jednotlivých elementov opadu bola stanovená zo sušiny, ktorá bola získaná vysušením rozomletej vzorky pri 60 °C. Obsah celkovej síry, dusíka a uhlíka bol stanovený analyzátorom

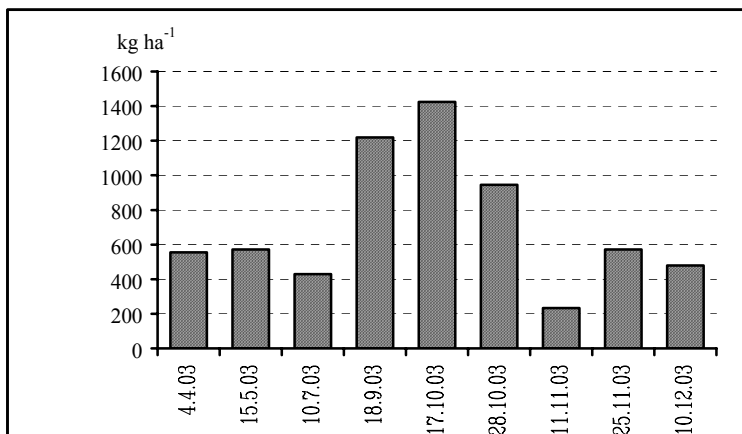
NCS po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, obsah fosforu, vápnika, horčíka, draslíka, sodíka, železa, hliníka, bóru a medi bol stanovený analyzátorom AES-ICP po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, obsah olova a kadmia analyzátorom ETA-AAS po tlakovej mineralizácii s MDS 2000, a obsah ortuti analyzátorom AMA 254 po tlakovej mineralizácii s MDS 2000.

#### Štruktúra a dynamika opadu

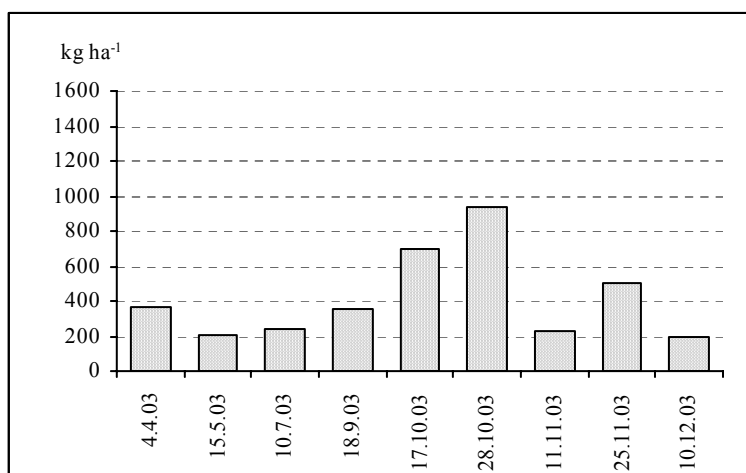
Na obrázku 3.64 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na TMP Poľana nameraná v roku 2003. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun (1220 – 1424 kg ha<sup>-1</sup>) organického materiálu na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom ekosystéme bol v priebehu septembra a októbra, kedy dochádza k opadu asimilačných orgánov listnatých drevín. Celkove za obdobie od konca februára do prvej konca prvej decembrovej dekády spadlo do tohto ekosystému v priemere 6430 kg opadu na hektár, pričom množstvo opadu sa pohybovalo od 4144 do 10 767 kg ha<sup>-1</sup>. V celkovom opade predstavovala frakcia asimilačné orgány 3726 kg ha<sup>-1</sup>, frakcia drevo 1004 kg ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok 1701 kg ha<sup>-1</sup>.

Dynamika jednotlivých frakcií opadu je zdokumentovaná na obrázku 3.65 (asimilačné orgány) a na obrázku 3.66 (drevo a zvyšok). Množstvo opadu z asimilačných orgánov sa v jednotlivých odberoch sa pohybovalo od 195 do 938 kg ha<sup>-1</sup>, z dreva od 3 do 561 kg ha<sup>-1</sup> a frakcia zvyšok predstavovala množstvom od 4,6 do 714 kg ha<sup>-1</sup>.

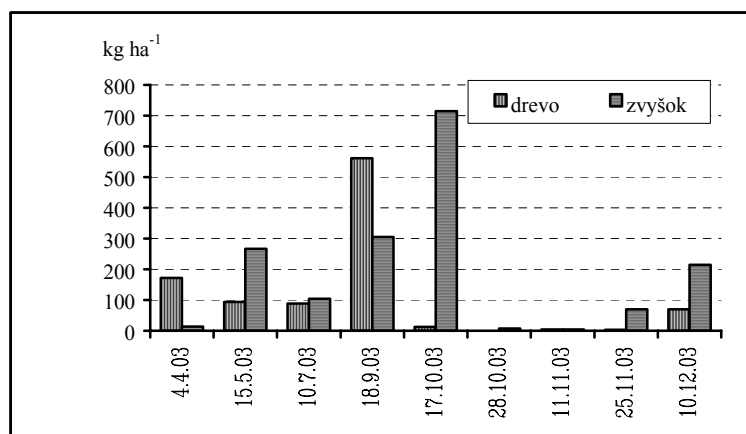
Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií v opade v rámci každého odberu je uvedené v tabuľke 3.44. Z údajov je zrejmé, že kým pri odbere v máji prevažovala frakcia zvyšok, v jesenných odberoch (október až november) prevažovala v opade frakcia asimilačné orgány. Frakciu zvyšok v jarných mesiacoch 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 jarných a skorých letných mesiacoch najmä ihlice, v jesenných mesiacoch to boli prevažne listy. Čo sa týka frakcie drevo a jeho zastúpenia v opade, z údajov v tab.1 je možné vidieť kolísanie zastúpenia tejto frakcie počas celého obdobia odberov. Toto kolísanie je možné vysvetliť opadom drevných častí napr. v dôsledku silného vetra.



Obr. 3.80 Množstvo opadu (kg ha<sup>-1</sup>) zachyteného na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2003



Obr. 3.81 Množstvo asimilačných orgánov zastúpených v opade (kg ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2003



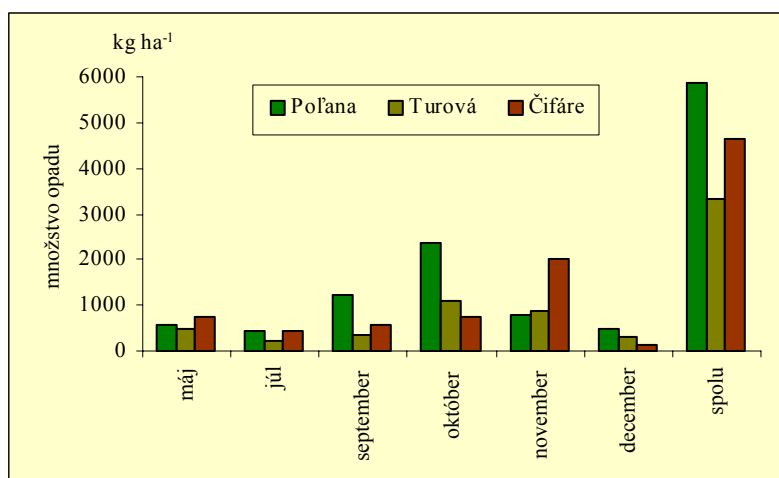
Obr. 3.82 Množstvo dreva a frakcie „zvyšok“ zastúpených v opade (kg ha<sup>-1</sup>) na TMP Poľana – Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roka 2002

Tab. 3.44 Percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií opadu

	4.4.03	15.5.03	10.7.03	18.9.03	17.10.03	28.10.03	11.11.03	25.11.03	10.12.03
as.org	67	37	55	29	49	99	96	87	41
drevo	31	16	21	46	1	0	2	1	14
zvyšok	2	47	24	25	50	1	2	12	45

Množstvo opadu, ktoré spadlo na pôdu v rôznych ekosystémoch je uvedené na obr. 3.67. Pri porovnaní jednotlivých TMP vidíme že, za rovnaké obdobie spadlo na pôdu celkovo najviac opadu na TMP Poľana  $5874 \text{ kg ha}^{-1}$ , potom nasledovala TMP Čifáre

$4627 \text{ kg ha}^{-1}$  a najmenej opadu bolo namerané na TMP Turová  $3333 \text{ kg ha}^{-1}$ . Čo sa týka rozloženia množstva opadu v priebehu sledovaného obdobia najviac opadu prišlo na pôdu v októbri (TMP Poľana a Turová) a v novembri (TMP Čifáre).



Obr. 3.83 Množstvo opadu ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na TMP Poľana, TMP Čifáre a TMP Turová namerané v roku 2003.

### 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 3.45 sú zrejmé množstvá makro a mikroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom poraste, v dubovom

poraste a v bukovom 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:  $1991 - 5341 \text{ kg ha}^{-1}$ , po ňom nasledujú v zostupnom poradí N:  $65,3 - 158 \text{ kg ha}^{-1}$ , Ca:  $48,9 - 118 \text{ kg ha}^{-1}$ , K:  $26,6 - 62,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , S:  $6,4 - 17,6 \text{ kg ha}^{-1}$ , Mg:  $5,2 - 14,9 \text{ kg ha}^{-1}$ , P:  $2,9 - 8,3 \text{ kg ha}^{-1}$ , Mn:  $1,8 - 11,8 \text{ kg ha}^{-1}$ , Fe a Al:  $0,9 - 1,8 \text{ kg ha}^{-1}$ , Zn:  $1,1 - 3,5 \text{ kg ha}^{-1}$ , Na:  $0,7 - 1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Tab. 3.45 Obsah makro a mikroelementov na jednotlivých TMP – merané v roku 2003

TMP frakcia	N $\text{kg ha}^{-1}$	S $\text{kg ha}^{-1}$	C $\text{kg ha}^{-1}$	P $\text{kg ha}^{-1}$	Ca $\text{kg ha}^{-1}$	Mg $\text{kg ha}^{-1}$	K $\text{kg ha}^{-1}$	Na $\text{kg ha}^{-1}$	Fe $\text{kg ha}^{-1}$	Al $\text{kg ha}^{-1}$	Zn $\text{kg ha}^{-1}$	Mn $\text{kg ha}^{-1}$	B $\text{kg ha}^{-1}$
Poľana - listy	79,7	9,2	1926	3,5	50,8	4,9	23,4	0,56	0,70	0,68	1,04	1,98	0,06
Poľana - ihlice	37,6	4,5	1956	2,6	48,7	3,1	17,3	0,54	0,45	0,48	0,53	3,05	0,05
Poľana - drevo	11,6	1,3	552	0,8	13,4	0,9	6,4	0,16	0,23	0,27	0,11	0,19	0,02
Poľana - zvyšok	29,4	2,6	907	1,5	5,0	1,3	15,7	0,26	0,39	0,41	1,36	0,21	0,02
Poľana	158,4	17,6	5341	8,3	117,9	10,1	62,7	1,5	1,8	1,8	3,0	5,4	0,2
Čifáre - asim.org.	47,7	4,3	1864	4,3	45,7	10,7	18,4	0,60	0,63	0,61	0,32	9,14	0,22
Čifáre - drevo	8,9	0,7	468	0,9	25,2	2,0	4,7	0,18	0,26	0,39	0,24	1,34	0,03
Čifáre - zvyšok	19,9	1,8	671	1,4	10,2	2,2	11,3	0,22	0,29	0,30	0,50	1,27	0,03
Čifáre	76,5	6,8	3003	6,6	81,2	14,9	34,4	1,0	1,2	1,3	1,1	11,8	0,3
Turová - asim.org.	40,1	4,4	1236	1,9	33,3	3,9	18,7	0,43	0,54	0,51	1,66	1,52	0,05
Turová - drevo	4,5	0,4	314	0,2	7,5	0,4	2,2	0,10	0,07	0,12	0,06	0,09	0,01
Turová - zvyšok	20,7	1,6	441	0,8	48,9	0,9	5,7	0,15	0,25	0,22	1,77	0,18	0,02
Turová	65,3	6,4	1991	2,9	89,8	5,2	26,6	0,7	0,9	0,9	3,5	1,8	0,1

Čo sa týka obsahu makro a mikroelementov v opade na jednotlivých TMP, z údajov v tab. 3.45 vidíme, že najväčšie množstvá N, S, C, P, Ca, Na, Fe a Al

boli zistené na TMP Poľana, najvyšší obsah Mg, K na TMP Poľana. Na TMP Turová boli v najväčších množstvách zistená prítomnosť zinku.

## 4. MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA

### 4.1 ZAHRANIČNÉ PRACOVNÉ CESTY A KOOPERÁCIA V RÁMCI ICP FORESTS

V roku 2004 sa v rámci medzinárodnej spolupráce v programe ICP Forests uskutočnili nasledovné pracovné cesty:

- Účasť na 20. hlavnom pracovnom stretnutí (Task Force Meeting of the ICP Forests), Växjö, Švédsko, 22.–27.5.2004
- Účasť na 5. interkalibračnom kurze pre hodnotenie vizuálneho poškodenia ozónom, Chiasso, Švajčiarsko, 15.–18.8.2004
- Účasť na 7. pracovnom stretnutí expertného panelu pre depozíciu UN/ECE ICP Forests, Lubľana – Kranj, Slovinsko, 7.–9.11.2004
- Účasť na 12. pracovnom stretnutí expertného panelu pre lesné pôdy UN/ECE ICP Forests, Brusel, Belgicko, 27. - 30.11.2004

Okrem toho sa v rámci monitorovacích aktivít a ich modifikácie pre novú európsku schému realizovali pracovné cesty priamo súvisiace s platnosťou nového európskeho nariadenia o monitorovaní 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), a v súvislosti s prípravou vykonávacej legislatívy, prípravou národných programov a kritérií pre hodnotenie a výber demonštračných projektov:

- Účasť na pracovnom stretnutí zástupcov prístupujúcich krajín EÚ k príprave národných programov Forest Focus (monitoring of forests and environmental interactions in the Community). 9.-10.3.2004
- Účasť na 81. zasadnutí Stáleho lesníckeho výboru (81st Meeting of the Standing Forestry Committee) 31.3.2004

- Účasť na pracovnom stretnutí na Európskej komisii (DG Environment) - prerokovanie národných programov Forest Focus 29.7.2004
- Účasť na pracovnom stretnutí na Európskej komisii (DG Environment) - prerokovanie aktuálneho stavu k národným programom Forest Focus a k zmluvám medzi EK a poverenými organizáciami 7.10.2004

Po pri rokovaní Task Force, expertných panelov pre jednotlivé prieskumy a rokovaní súvisiacich s nariadením Forest Focus sú významnou priamou súčasťou medzinárodnej spolupráce sú aj aktivity súvisiace so zabezpečením harmonizácie prieskumov a zvyšovaním ich spoľahlivosti a kvality. V roku 2004 to boli najmä:

- Photo Exercise for Defoliation Assessment 2004 – test pre hodnotenie defoliácie stromov s využitím fotografií pri špecifikácii defoliácie, hodnotenej časti koruny a podmienok hodnotenia (organizovaný ad hoc Group on Quality Assurance within Crown Condition Assessment, BFH Hamburg, FRC Wrecclesham)
- Účasť Centrálného lesníckeho laboratória na interkalibračnom kruhovom teste pre vzorky ihličia (organizovaný Forest Foliar Coordinating Centre, BFW Wien)
- Účasť Centrálného lesníckeho laboratória na interkalibračnom kruhovom teste pre vzorky vôd depozície a pôdneho roztoku (Organizovaný Research station Rovaniemi METLA, Working Group on QA/QC in Laboratories of EP on Deposition)

### 4.2 NARIADENIE (EC) 2152/2003 EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY "FOREST FOCUS" A MONITORING LESOV NA SLOVENSKU

Monitoring zdravotného stavu lesov na Slovensku v takom poňatí, ako je v súčasnosti realizovaný v rámci ČMS Lesy, vychádza z aktivít programu ICP Forests (International Co-operative programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests). Od počiatku boli snahy o harmonizáciu kritérií, metód a postupov hodnotenia. V súčasnosti existujúci systém monitorovacích plôch na Slovensku je súčasťou unikátneho súboru približne 6000 plôch extenzívneho monitoringu

a 860 plôch intenzívneho monitoringu v Európskej únii a niekoľkých ďalších krajinách.

Legislatívnym rámcom na európskej úrovni pre vybudovanie tohto systému bolo Nariadenie Rady 3528/86 o ochrane lesov pred atmosférickým znečistením, ktorého platnosť skončila na konci roka 2002.

Aktuálnym rámcom pre monitoring lesov je „**Regulation (EC) No 2152/2003 of the European Parliament and the Council of 17 November 2003 concerning monitoring of forests and envi-**

**ronmental interactions in the Community (Forest Focus)**“, teda Nariadenie (EC) č. 2152/2003 Európskeho parlamentu a Rady zo 17. novembra 2003 týkajúce sa monitoringu lesov a environmentálnych interakcií v Spoločenstve. Toto nariadenie zastrešuje aj aktivity súvisiace s lesnými požiarimi, keďže v roku 2002 skončila aj platnosť Nariadenia Rady č. 2158/92 o ochrane lesov pred lesnými požiarimi.

Nariadenie ukladá členským štátom EÚ prostredníctvom poverených kompetentných inštitúcií implementovať ju na národnej úrovni (t.j. realizovať naplnenie jej cieľov). Platnosť nariadenia 2152/2003 je na roky 2003-2006, má dve dvojročné periódy, na každú periódu sa pripravuje národný program, ktorý odsúhlasuje Európska komisia. Pre Slovensko ako krajinu prístupujúcu k EÚ v roku 2004 sa platnosť vzťahovala dňom vstupu, t.j. Národný program (NP) bol zaslaný na rok 2004 (na obdobie máj – december 2004). Kompetentnou inštitúciou bol zo strany MP SR poverený LVÚ Zvolen, t.j. zodpovedá priamo Európskej komisii za zber, verifikáciu, zaslanie údajov, vypracovanie správ.

Aktuálna situácia je komplikovaná skrátením pôvodne uvažovaného trvania platnosti tohto nariadenia z 8 na 6 rokov, meškaním prijatia samotného nariadenia Parlamentu, ale najmä absenciou vykonávacích predpisov (Vykonávacieho nariadenia Európskej komisie), ktoré súvisí okrem iného s prijatím nových finančných a rozpočtových nariadení a s legislatívnymi nejasnosťami v niektorých častiach nariadenia.

Nariadenie zahŕňa nasledovné aktivity:

1. Extenzívny periodický monitoring lesov v sieti 16x16 km
2. Intenzívny kontinuálneho monitoringu na vybraných plochách o určitom minimálnom, ale limitovanom počte
3. Informačné systémy o lesných požiaroch a opatrenia súvisiace s prevenciou pred lesnými požiarimi.
4. Realizáciu pilotných štúdií, demonštračných projektov, experimentov pre harmonizáciu a hodnotenie výsledkov monitoringu, ako aj testovacích fáz nových monitorovacích aktivít na požiadanie Európskej komisie, prípadne aj z iniciatívy členských štátov po odsúhlasení komisiou (sekvestrácia uhlíka, klimatická zmena, biodiverzita, pôdy).

Národný program má dve základné zložky:

- textovú časť (ex-ante evaluation),
- tabuľkovú časť.

Textová časť podľa Prílohy V. návrhu vykonávacieho nariadenia Európskej komisie má obsahovať:

- Krátky opis zložiek programu a definovanie cieľov
- Prehľad koncepcie monitorovania na národnej úrovni
- Priority v rámci národného programu
- Špecifické ciele aktivít a očakávané výsledky

- Prehľad o intenzite a periodicite zberu dát a ich analýz podľa jednotlivých zisťovaní (prieskumov) s krátkym vysvetlením
- Národné špecifiká a väzby na iné monitorovacie aktivity alebo inventarizácie
- Väzby preventívnych opatrení proti lesným požiarom k iným preventívnym aktivitám vrátane programu rozvoja vidieka
- Opatrenia pre zabezpečenie a kontrolu kvality údajov.

V súlade s cieľmi a zameraním schémy Forest Focus zahŕňa jej implementácia dve základné zložky súvisiace s doterajším monitoringom lesov, teda monitoring stavu stromov na plochách v sieti 16x16 km a intenzívny monitoring na vybraných plochách. Cieľmi, súborom plôch (monitorovacou bázou) a metodicky sa naväzuje na ICP Forest. Pripravuje sa vlastný manuál, do jeho prijatia platia priamo manuály ICP Forests.

Na plochách extenzívneho monitoringu v sieti 16x16 km je teda potrebná údržba plôch (prípadne inštalácia nových plôch) a vykonanie inventarizácie defoliácie (stavu stromov).

Na plochách intenzívneho monitoringu sú to (samozrejme popri inštalácii a údržbe plôch) nasledovné prieskumy:

Na všetkých plochách intenzívneho monitoringu:

- Vykonanie inventarizácie defoliácie (stavu stromov)
- Vykonanie odberov a analýz vzoriek listov a ihličia
- Vykonanie meraní prírastkových zmien

Aspoň na vybraných plochách intenzívneho monitoringu:

- Vykonávať merania depozície
- Vykonávať merania pôdneho roztoku
- Vykonávať meteorologické merania
- Vykonávať hodnotenia prízemnej vegetácie
- Vykonávať merania kvality ovzdušia
- Vykonávať hodnotenia viditeľného poškodenia ozónom
- Vykonávať fenologické hodnotenia
- Vykonávať analýzy opadu

Na rok 2004 bol vypracovaný Národný program, ktorý vychádzal z existujúceho stavu monitoringu a zadania ČMS Lesy na daný rok.

Na roky 2005-2006 bol taktiež vypracovaný Národný program, ktorý znamená rozšírenie monitorovacích aktivít, resp. dobudovanie monitorovacieho systému.

Realizácia pilotných štúdií, demonštračných projektov, experimentov pre harmonizáciu a hodnotenie výsledkov monitoringu, ako aj testovacích fáz nových monitorovacích aktivít na požiadanie Európskej komisie, prípadne aj z iniciatívy členských štátov po odsúhlasení komisiou (sekvestrácia uhlíka, klimatická zmena, biodiverzita, pôdy) je pre Slovensko novým prvkom v schéme monitoringu. Pre rok

2004 nebolo možné pre prístupujúce krajiny z viacerých legislatívnych a administratívnych dôvodov participovať na týchto aktivitách, pre roky 2005-2006 sa uchádzame o spoluriešenie v troch projektoch, pričom veľký demonstračný projekt BioSoil so zameraním na hodnotenie pôd a biodiverzity iniciovaný Európskou komisiou a bude dominantným prvkom v tejto zložke schémy Forest Focus.

Rok 2004 teda vzhľadom na vstup Slovenska do EÚ a prijatie nového nariadenia znamená:

- Priame väzby a záväzky voči Európskej komisii a tesnejšiu medzinárodnú kooperáciu
- Rozširovanie cieľov a koncepcie monitoringu lesov
- Možnosť spolufinancovania zo zdrojov Európskej komisie

Zároveň však treba konštatovať:

- Trend aktualizácie manuálov a rozširovania monitorovaných parametrov (v roku 2004 najmä submanuál pre hodnotenie príčin poškodenia drevín a identifikácie škodlivých činiteľov)

- Zvyšujúce sa nároky na zabezpečenie kvality (QA/QC) a systémový manažment kvality
- Výrazne sa zvyšujúce náklady na udržanie aktuálneho stavu monitoringu, ale najmä na realizáciu nových prieskumov a zabezpečenie kvality.

Oproti súčasnému stavu je teda v najbližšom období potrebné najmä:

- Dobudovať monitorovací systém (najmä vybaviť plochy na meteorologické merania, odbery vzoriek pôdneho roztoku a meranie kvality ovzdušia)
- Zahnúť do činností podrobné hodnotenie stavu stromov z hľadiska lokalizácie, príčin a rozsahu ich poškodenia (návrh manuálu Forest Focus prevzal rozšírený manuál pre túto časť hodnotenia z ICP Forests podľa verzie z roku 2004), ktoré je výrazne nad rámec doterajších hodnotení.
- Zabezpečiť vyššiu kvalitu vstupných údajov a systém kontroly vrátane laboratórných prác (akreditácia Centrálného lesníckeho laboratória).

## 5. ZÁVER

Národný program monitoringu lesných ekosystémov sa v roku 2004 realizoval v sieti 112 trvalých monitorovacích plôch (TMP) 16x16 km (extenzívny monitoring), a na 7 výskumných trvalých monitorovacích plochách (intenzívny monitoring). Obidve úrovne monitoringu lesov v rámci ČMS Lesy sú súčasťou európskej siete monitorovacích plôch v rámci programu UN-ECE ICP Forests a programu EÚ Paneurópsky program intenzívneho monitoringu. Predkladaná správa je prehľadom informácií o aktuálnom stave systému monitorovania lesných ekosystémov a zhrnutím najdôležitejších výsledkov z monitorovacích prieskumov realizovaných v roku 2004, resp. 2003 (v prípade kontinuálnych meraní, ktoré sa vyhodnocujú za celý kalendárny rok).

Rok 2004 bol posledným rokom obdobia, v ktorom sa mal ČMS Lesy dobudovať podľa aktualizovaného projektu a podľa Koncepcie dobudovania komplexného monitorovacieho a informačného systému o životnom prostredí z roku 2000. Rozsah prieskumov v súčasnosti zodpovedá definovaným cieľom a rozsahu zisťovaní podľa programu ICP Forests. Vybavenosť plôch intenzívneho monitoringu meracími prístrojmi a zberačmi vzoriek, ako aj funkčnosť týchto plôch nie je na rovnakej úrovni. Vzhľadom na fakt, že investície potrebné najmä do prístrojového dovybavenia boli zabezpečené oproti plánu

v menšom rozsahu nepodarilo sa plne dosiahnuť stav plánovaný na rok 2004.

Rok 2004 bol zároveň prvým rokom, v ktorom sa na Slovensko vzťahovala nová schéma EÚ k monitoringu lesov. V roku 2003 bolo 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 je schémou pre monitoring lesov v Európe na roky 2003-2006, pričom zámermi, súbormi plôch, infraštruktúrou metodickými postupmi nadväzuje na predchádzajúce monitorovacie aktivity. Rok 2004 znamenal v dôsledku vstupu Slovenska do Európskej únie aj ďalší krok v rozvoji a harmonizácii monitoringu lesov, čím sa zároveň vytvárajú predpoklady pre rozšírenie jeho cieľov. Dúfame, že podmienky v najbližších rokoch umožnia kontinuálne pokračovanie monitorovacích aktivít, zvýšenie ich efektívnosti, kvality a kompatibility a najmä výraznejšiu využiteľnosť informácií z monitoringu pre decíznu sféru, pre odborníkov v problematike životného prostredia a lesníctva, ako aj pre širokú verejnosť.

## 6. LITERATÚRA

- 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., MINĐÁŠ, J., 2000: Projekt Čiastkového monitorovacieho systému Lesy. MŽP SR, MP SR, LVÚ Zvolen, 20 s.
- ĎURSKÝ, J., MOZOLOVÁ, Z., 2001: Dynamika hrúbkového rastu stromov horského lesa počas vegetačného obdobia. In CD: Perspectives of the ecological research in mountain forest ecosystems, ISBN 80-88853-45-1, Poľana 22.-25. Október 2001, 11 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
- 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*
- 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.
- STOKLASA, M., 1993: Mapy zdravotního stavu lesů z kosmických snímků LANDSAT TM. Zborník z medzinárodného sympózia "Aplikácia diaľkového prieskumu Zeme v lesníctve". Zvolen, september 22-24, s. 34 - 39.
- ŠMELKO, Š., 1994: Dosiadateľná 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 atmosferickým 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 and EC, 2003: The Condition of Forests in Europe. 2003 Executive Report. Geneva and Brussels, 42 s.
- UN-ECE and EC, 2003: Forest Condition in Europe. Results of the 2002 Large-scale Survey. 2003 Technical Report. Geneva and Brussels, 114 s.
- ZLATNÍK, A., 1976: Lesnická fytoecológia. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.
- 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)



